



Abschlussbericht zum Projekt: Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen

Herkunftsanalyse und Sensibilisierung zur Vermeidung des Eintrages von Spurenstoffen in Dülmen

AZ 500-8657198/0001.F

gerichtet an das

**Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**



Lippeverband, 2016



Abschlussbericht zum Projekt

„DSADS - Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen“

Herkunftsanalyse und Sensibilisierung zur Vermeidung des Eintrages von Spurenstoffen in Dülmen

Lippeverband, 2016

Gefördert durch:

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen





ZITIERVORSCHLAG

Lippeverband (2016): Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen - Herkunftsanalyse und Sensibilisierung zur Vermeidung des Eintrages von Spurenstoffen in Dülmen.

Abschlussbericht des F&E-Vorhabens, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), AZ 500-8657198/0001.F

Projektpartner:		Ansprechpartner
	Lippeverband (LV) Kronprinzenstraße 24 45128 Essen	Dr. Issa Nafo (Projektleitung)
	Institut für Nachhaltige Umweltchemie (INUC) Fakultät für Nachhaltigkeit Leuphana Universität Lüneburg Scharnhorststraße 1/C13 21335 Lüneburg	Prof. Dr. Klaus Kümmerer
	RISP GmbH – Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung Heinrich-Lersch-Str. 15 47057 Duisburg	Joachim Liesenfeld
	keep it balanced (kib) Brückenstraße 1 10179 Berlin	Dr. Florian Keil
	Institut für sozial-ökologische Forschung GmbH (ISOE) Hamburger Allee 45 60486 Frankfurt a. Main	Dr. Konrad Götz

Unterstützung:		Ansprechpartner
	Fakultät Aquatische Ökologie Universität Duisburg-Essen (UDE) Universitätsstraße 5 45141 Essen	Prof. Bernd Sures
	SIGNUM communication Werbeagentur GmbH Lange Rötterstraße 11 68167 Mannheim	Sven Felgendreher

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	1
ABSCHNITT I – EINLEITUNG	5
1 EINLEITUNG	5
1.1 Medikamentenrückstände im Wasserkreislauf	5
1.2 Ziel des Projektes	6
1.3 Konzept und Vorgehensweise.....	7
ABSCHNITT II – UNTERSUCHUNGEN ZUR DOKUMENTATION DER IST-SITUATION	9
2 MESSUNGEN VON SPURENSTOFFEN	9
2.1 Probenahme, Analytik und Methodik der Auswertung	9
2.2 Befunde über bzw. unter Bestimmungsgrenze.....	12
2.3 Eintrag und Elimination von Substanzgruppen.....	13
2.4 Eintrag und Elimination von Einzelsubstanzen	15
2.5 Konzentrationen im Gewässer.....	22
2.6 Zusammenfassung der Messergebnisse	23
3 BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN – MAKROZOOBENTHOS	25
3.1 Methode der biologischen Untersuchungen	25
3.2 Probenahmestellen für die biologischen Untersuchungen	26
3.3 Ergebnisse der biologischen Untersuchungen und Bewertung	27
3.4 Zusammenfassende Bewertung des Gewässerzustands	28
4 ÖKOTOXIKOLOGISCHE VORUNTERSUCHUNGEN.....	30
4.1 Untersuchung des Gewässersediments und der Gewässerorganismen.....	30
4.1.1 Sedimentanalysen	31
4.1.2 Biomarkermessungen in Gammaridenproben im Freiland	33
4.2 Untersuchungen nach Exposition mit Pulveraktivkohle	34
4.2.1 Biomarkeruntersuchungen unter kontrollierten Versuchsbedingungen	34
4.2.2 Ökotoxikologische Untersuchungen.....	36
4.3 Zusammenfassung der ökotoxikologischen Untersuchungen und Ausblick.....	39
5 BILANZIERUNG UND BEWERTUNG DER ARZNEITMITELEINTRÄGE	41
5.1 Vorgehensweise	42
5.1.1 Hintergrundinformationen zum Studiengebiet Stadt Dülmen	42

5.1.2	Auswahl von repräsentativen Wirkstoffen für die Bilanzierung.....	42
5.1.3	Abschätzung der Verbrauchsmengen.....	44
5.1.4	Abschätzung der Abwasserkonzentration über die Verbrauchsmengen	45
5.2	Ergebnisse der Bilanzierung.....	46
5.2.1	Arzneimittelverbrauch privater Haushalte in Deutschland	46
5.2.2	Verbrauchszahlen gemäß beteiligter Apotheken und Klinikapotheke	47
5.2.3	Abgeschätzte Abwasserkonzentrationen	50
5.2.4	Repräsentativität und Bewertung der Verbrauchsabschätzungen.....	53
5.3	Eigenschaften von ausgewählten OTC-Produkten.....	55
5.4	Zusammenfassung der Bilanzierungsergebnisse	56
6	SOZIALWISSENSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGEN	58
6.1	Wahrnehmung der Gewässer und Bekanntheit des Themas	59
6.2	Entsorgungsverhalten bei Medikamenten.....	62
6.3	Einnahme von Medikamenten und Beratungspraxis.....	65
6.4	Handlungsoptionen.....	68
6.5	Vergleich der Befragungsergebnisse in Dülmen und Soest	70
6.6	Befragung der Akteure der medizinischen Versorgung	71
6.7	Zusammenfassung der Befragungen	73
	ABSCHNITT III – KOMMUNIKATION UND SENSIBILISIERUNG.....	75
7	KOMMUNIKATIONS- UND SENSIBILISIERUNGSAKTIVITÄTEN.....	75
7.1	Kommunikationskonzept	75
7.2	Projektbegleitender Beirat.....	78
7.3	Zielgruppe breite Bevölkerung.....	81
7.3.1	Bürgertreff.....	81
7.3.2	Informationsveranstaltungen mit Führungen über die Kläranlage	82
7.3.3	Laufveranstaltung.....	82
7.3.4	Animationsfilme	85
7.3.5	Informationsplattform.....	86
7.4	Zielgruppe medizinische Akteure.....	88
7.4.1	Fachgespräch mit medizinischen Akteuren	88
7.4.2	Zertifiziertes Fortbildungsseminar.....	90
7.4.3	Gemeinsame Aktionen der Apotheken	92
7.4.4	Gemeinsame Aktionen der Ärzte	95
7.5	Zielgruppe Schulen.....	97
7.5.1	Bildungsidee und -ziele.....	97
7.5.2	Bildungsangebote und -aktivitäten	98

7.5.3	Organisation der Bildungsangebote und Ausblick.....	107
7.6	Zusammenfassung der Kommunikations- und Sensibilisierungsaktivitäten.....	109
ABSCHNITT IV – EVALUATION DER MAßNAHMENEFFEKTE.....		111
8	EVALUATION DURCH SOZIALWISSENSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGEN	111
8.1	Ausgangssituation 2013.....	112
8.2	Wahrnehmung der Sensibilisierungsaktivitäten in Dülmen.....	113
8.3	Wissen und Werthaltungen	116
8.4	Entsorgungswege und Einnahmeverhalten	117
8.5	Patienten und Akteure der medizinischen Versorgung	121
8.6	Handlungsoptionen und Zahlungsbereitschaft.....	122
8.7	Angaben zum Projekt und zu Verhaltensänderungen	124
8.8	Zusammenfassung der Evaluation über sozial-empirische Untersuchungen	124
9	INTEGRIERTE WIRKUNGSABSCHÄTZUNG	127
9.1	Methodik der integrierten Wirkungsabschätzung.....	127
9.2	Ergebnisse der integrierten Wirkungsabschätzung und Diskussion	136
9.3	Zusammenfassung der integrierten Wirkungsabschätzung.....	141
ABSCHNITT V – SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN.....		143
10	ZENTRALE ERGEBNISSE UND EMPFEHLUNGEN	143
10.1	Arzneimittelverbrauch und -eintrag ins Abwasser und Gewässer.....	143
10.2	Zustand des Gewässers.....	144
10.3	Ausgangspunkt – Wahrnehmung des Themas, Konsum- und Entsorgungsverhalten	145
10.4	Sensibilisierungsaktivitäten und Kommunikationsinstrumente	146
10.5	Evaluation der Sensibilisierung	148
10.6	Sensibilisierungspotenzial zur Reduzierung von Medikamenteneinträgen.....	149
10.7	Absichtserklärung der Akteure zur Fortführung der Sensibilisierungsaktivitäten	150
11	LITERATUR.....	151
12	LISTE DER VORTRÄGE, VERÖFFENTLICHUNGEN UND PRESSEMITTEILUNGEN.....	156
13	ANLAGEN	160

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1-1: Überblick über die Aktivitäten des Vorhabens „Den Spurenstoffen auf der Spur“ in Dülmen	7
Abbildung 1-2: Projektablauf	8
Abbildung 2-1: Karte der Probenahmestellen (Chemie) im Tiberbach (oh. / uh. der KA Dülmen)	9
Abbildung 2-2: Probenahmestellen im Tiberbach	10
Abbildung 2-3: Probenahmestellen auf der Kläranlage Dülmen.....	10
Abbildung 2-4: Probenahmestelle Zentratwasser und Probenahmeeinrichtungen	11
Abbildung 2-5: Anzahl der gemessenen Spurenstoffe im Mittel über bzw. unter Bestimmungsgrenze	13
Abbildung 2-6: Anzahl der gemessenen Wirkstoffe im Mittel über bzw. unter Bestimmungsgrenze	13
Abbildung 2-7: Mittlere Konzentrationssummen der gemessenen Substanzgruppen am Zu- und Ablauf der Kläranlage Dülmen vor Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe	14
Abbildung 2-8: Mittlere Konzentrationssummen der gemessenen Substanzgruppen im Tiberbach ober- und unterhalb der Kläranlage Dülmen vor Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe.....	15
Abbildung 2-9: Mittlere Konzentrationen von Spurenstoffen am Zu- und Ablauf der Kläranlage	16
Abbildung 2-10: Konzentrationen von Spurenstoffen am Zulauf der Kläranlage an den Probenahmetagen	17
Abbildung 2-11: Konzentrationen (oben) und Frachten (unten) von verschiedenen Spurenstoffen am Zulauf der Kläranlage in Abhängigkeit der Abwassermenge.....	18
Abbildung 2-12: Konzentrationen (links) und Frachten (rechts) von Diclofenac und Ibuprofen am Zulauf der Kläranlage in Abhängigkeit der Abwassermenge	18
Abbildung 2-13: Eliminationsraten und Abflusskonzentrationen von Spurenstoffen in der konventionellen Kläranlage Dülmen	19
Abbildung 2-14: Eliminationsraten von Spurenstoffen in der konventionellen Kläranlage Dülmen	20
Abbildung 2-15: Frachten und Konzentrationen von Carbamazepin und Diclofenac im Zulauf der Kläranlage an den Probenahmetagen.....	21
Abbildung 2-16: Frachten und Konzentrationen von Ibuprofen und Iopamidol im Zulauf der Kläranlage an den Probenahmetagen.....	22
Abbildung 2-17: Mittlere Konzentrationen von Spurenstoffen im Tiberbach	23
Abbildung 3-1: Probenahmestellen im Tiberbach für die biologischen Untersuchungen	26
Abbildung 4-1: Probestellen im Tiberbach (V, P0 bis P2) und im Neusträßer Graben (P3).	31
Abbildung 4-2: Metallkonzentrationen in Relation zur Vergleichsstelle.....	33
Abbildung 4-3: Ergebnisse der Biomarkeruntersuchungen für Gammarus pulex aus dem Tiberbach und dem Neusträßer Graben.....	34
Abbildung 4-4: Versuchsaufbau zur Exposition von Gammarus pulex und Dreissena polymorpha mit unterschiedlichen Aktivkohlekonzentrationen.	35
Abbildung 4-5: Zelltoxizität der Pulveraktivkohle auf eine Leberzelllinie der Regenbogenforelle im Neutralrot Retentionstest	36
Abbildung 4-6: Immobilisierungseffekt von Daphnia magna nach 24 bzw. 48 Stunden nach Exposition mit Pulveraktivkohle in einem Konzentrationsbereich von 1 bis 320 mg/L	37
Abbildung 4-7: Aufnahmen von Daphnia magna bei Laborversuchen mit Pulveraktivkohle.....	38
Abbildung 4-8: Ergebnisse des Referenztests: Hemmung des mittleren Wachstums von C. elegans, abhängig von der Konzentration von BAC-C16	38
Abbildung 4-9: Mittleres Wachstum von C.elegans in Abhängigkeit der PAK-Expositionskonzentration	39
Abbildung 5-1: Verteilung der ausgewählten 76 Wirkstoffe auf die Hauptgruppen des ATC-Klassifikationssystems	44
Abbildung 5-2: Verbrauch ausgewählter Wirkstoffe in Deutschland pro Einwohner in 2011	46

Abbildung 5-3: Jährlicher Verbrauch von 76 ausgewählten Wirkstoffen für 2012 bezogen auf die ATC-Gruppe (ermittelt für die Gesamteinwohnerzahl Deutschlands nach Arzneiverordnungs-Report, 2013).....	47
Abbildung 5-4: Bilanzierte Verbräuche von 76 ausgewählten Arzneiwirkstoffen (gruppiert nach dem ATC-Code) von drei Apotheken und der Klinikapotheke in Dülmen für das Jahr 2012	49
Abbildung 5-5: Vergleich der aus Verbrauchsdaten abgeschätzten Abwasserkonzentrationen mit den am Zulauf der Kläranlage gemessenen Konzentrationen.....	51
Abbildung 5-6: Berechnete Abwasserkonzentration, PWWC [$\mu\text{g/l}$] der 76 Arzneiwirkstoffe (gruppiert nach dem ATC-Code) in Dülmen für das Jahr 2012.....	52
Abbildung 5-7: Jährlicher Verbrauch von 76 ausgewählten Wirkstoffen in Dülmen bezogen auf die ATC-Gruppe.....	53
Abbildung 6-1: Wahrnehmung der Gewässer in der Region durch die Bevölkerung in Dülmen	60
Abbildung 6-2: Bekanntheit der Thematik und der Belastung der Gewässer in Dülmen.....	60
Abbildung 6-3: Informationsquellen der Haushalte in Dülmen	61
Abbildung 6-4: Einschätzung der Haushalte in Dülmen zur Gefährdungslage.....	61
Abbildung 6-5: Häufigkeit der Entsorgung von Medikamentenresten in Dülmen.....	62
Abbildung 6-6: Entsorgungswege von Medikamenten in Dülmen (Ausschnitt)	63
Abbildung 6-7: Beratung zur sachgerechten Entsorgung von Medikamentenresten in Dülmen	64
Abbildung 6-8: Medikation aufgrund einer chronischen Erkrankung in Dülmen	65
Abbildung 6-9: Erkrankungshäufigkeit mit einhergehendem Medikamentenkonsum in Dülmen (ohne chronische Erkrankungen).....	66
Abbildung 6-10: Konsumhäufigkeit von bestimmten Medikamenten in Dülmen	66
Abbildung 6-11: Konsumhäufigkeit von verordneten und nicht-verordneten Medikamenten.....	67
Abbildung 6-12: Häufigkeit der Behandlung von leichten Erkrankungen mit Medikamenten	67
Abbildung 6-13: Angaben zur Verordnungspraxis	68
Abbildung 6-14: Information über nicht-medikamentöse Alternativen	68
Abbildung 6-15: Handlungsmöglichkeiten zur Verminderung der Emissionen	69
Abbildung 6-16: Zahlungsbereitschaft für höhere Abwassergebühr zur Ertüchtigung von Kläranlagen	69
Abbildung 6-17: Vergleich der Bekanntheit des Themas in Dülmen und Soest.....	70
Abbildung 6-18: Vergleich der Konsumhäufigkeit von bestimmten Medikamenten in Dülmen und Soest	71
Abbildung 6-19: Wahrnehmung der von Medikamentenresten im Wasser ausgehenden Gefährdung durch medizinische Akteure	72
Abbildung 6-20: Bereitschaft von Ärzten zur Verwendung von umweltfreundlichen Medikamenten bei Vorlage entsprechender Informationen.....	73
Abbildung 7-1: Zielgruppen und Ziele der Sensibilisierung.....	76
Abbildung 7-2: Im Projektbeirat vertretene Institutionen	79
Abbildung 7-3: Projektstand beim Bürgertreff in Dülmen	81
Abbildung 7-4: Einige Teilnehmer der Informationsveranstaltungen auf der Kläranlage Dülmen.....	82
Abbildung 7-5: Flyer zum ersten „Dülmener Wasserlauf“	83
Abbildung 7-6: Laufstrecken beim „Dülmener Wasserlauf“	84
Abbildung 7-7: Start des Fünf-Kilometer-Laufs für Einzelläufer.....	84
Abbildung 7-8: Animationsfilme zu Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf	85
Abbildung 7-9: Informationsplattform dsads.de.....	87
Abbildung 7-10: Eingangsseite des Bildungsportals spurenstoffe.eglv.de.....	87
Abbildung 7-11: Fachgespräch mit medizinischen Akteuren (links: Terminblocker; rechts: Teilnehmer).....	88

Abbildung 7-12: Werbemaßnahmen für die Apothekenaktion	94
Abbildung 7-13: Apotheke während der Aktion „Frühjahresputz für die Hausapotheke“ in Dülmen.....	94
Abbildung 7-14: Präsentation der Flyer und Plakate zur Aktion der Ärzte in Dülmen (Foto: Dülmener Zeitung 18.10.2014)	96
Abbildung 7-15: Vermittelte Botschaften während der Aktion der Apotheker und Ärzte	96
Abbildung 7-16: Bausteine des Bildungskonzeptes des Projekts DSADS für AG-Angebote an Schulen.....	97
Abbildung 7-17: Workshop in der Schulklasse zu Spurenstoffen im Wasserkreislauf	101
Abbildung 7-18: Beispiel einer Ausarbeitung der Schüler zum Thema Spurenstoffe im Wasserkreislauf.....	101
Abbildung 7-19: Unterrichtsstunde im Freien zur Analyse von Spurenstoffen	101
Abbildung 7-20: Jugendliche befragen Bürger über Spurenstoffe im Wasser	102
Abbildung 7-21: Ergebnisse der Befragungen der Jugendlichen über Spurenstoffe im Wasser.....	102
Abbildung 7-22: Präsentation der Schüler auf dem Wochenmarkt in Dülmen	104
Abbildung 7-23: Dreharbeiten zum Kino-Spot	105
Abbildung 7-24: Aufführung des Theaterstücks „Pillen, die wir wegspülen“	105
Abbildung 7-25: Impressionen zur Entstehung und Präsentation des Spurenstoffe-Krimis.....	105
Abbildung 7-26: Präsentation einer Facharbeit vor Schülern, Lehrern und Eltern in der Schule	106
Abbildung 7-27: Unterrichtsstunde in der Grundschule zu Spurenstoffen im Wasser.....	107
Abbildung 7-28: Regelmäßige Workshops mit Lehrkräften und Umweltpädagogen	107
Abbildung 7-29: Präsentation der gemeinsamen Absichtserklärung zur Fortführung der Öffentlichkeitsarbeit in Dülmen	108
Abbildung 8-1: Angaben über die Teilnahme an Aktionen und Veranstaltungen in DSADS.....	114
Abbildung 8-2: Angaben über Informationsmaterialien von DSADS	114
Abbildung 8-3: Informationsquellen der Bevölkerung über Medikamentenrückstände in Gewässern	115
Abbildung 8-4: Bewertung der Gewässer in der Region durch die Befragten in Dülmen.....	116
Abbildung 8-5: Wissen über die Gewässerbelastung durch Medikamentenrückstände	117
Abbildung 8-6: Vergleich der Angaben zur korrekten Entsorgung von Medikamenten	118
Abbildung 8-7: Angaben über die Rückgabe von Medikamenten in der Apotheke.....	118
Abbildung 8-8: Vergleich der Angaben zur falschen Entsorgung von Medikamenten	119
Abbildung 8-9: Angaben über die Einnahme von Schmerzmitteln im zurückliegenden Quartal.....	120
Abbildung 8-10: Angaben über die Verwendung von Diclofenac-Salben und -Gels.....	120
Abbildung 8-11: Angaben über Hinweise in Arztpraxen und Apotheken zur korrekten Entsorgung von Medikamenten	121
Abbildung 8-12: Angaben zu Anfragen nach „umweltfreundlichen“ Medikamenten und nicht- medikamentösen Alternativen.....	122
Abbildung 8-13: Angaben über Optionen zur Reduzierung der Einträge von Medikamentenrückständen in die Gewässer	123
Abbildung 8-14: Angaben zur Zahlungsbereitschaft für die Reduzierung der Einträge von Medikamentenrückständen in die Gewässer.....	123
Abbildung 8-15: Angaben über Verhaltensänderungen aufgrund der Sensibilisierungskampagne in Dülmen..	124
Abbildung 9-1: Konzeptionelle Skizze des BN-Modells	128
Abbildung 9-2: BN-Modell für 2014. Das Modell für 2013 ist gleich, enthält aber nicht „Fortbildung für Ärzte“ und „Fortbildung für Apotheker (Entsorgung)“	135
Abbildung 9-3: Analyse der möglichen Einflüsse in Dülmen in 2014 (für NM = 0,8).	138
Abbildung 9-4: Relative PEC in 2014 im Vgl. zum Status quo bei 100% falscher Entsorgung oder 100% richtiger Entsorgung bei Annahmen wie in einer „deutschen Durchschnittsstadt“	140

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 2-1: Konzentrationsklassen von Spurenstoffen im Zu- und Ablauf der Kläranlage	16
Tabelle 2-2: Mittlere Konzentrationen, Frachten und Eliminationsraten von Spurenstoffen auf der Kläranlage Dülmen	20
Tabelle 3-1: Die fünf Bewertungsklassen nach WRRL und ihre Bezeichnung	26
Tabelle 3-2: Die Probenahmestellen der Untersuchung	26
Tabelle 3-3: Bewertung der Untersuchungsstellen am Tiberbach anhand des Makrozoobenthos (Perلودes-/Asterics-Verfahren, Version 3.3.1)	27
Tabelle 4-1: Anteile der Sand- sowie der Ton- und Schlufffraktion der Sedimentproben an den verschiedenen Probestellen	31
Tabelle 4-2: Metallkonzentrationen bzw. Anteile in der Sand-, sowie in der Ton- und Schlufffraktion.	32
Tabelle 4-3: Semi-quantitative Auswertung der Stressproteininduktion nach Aktivkohle-Exposition zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Experiment	36
Tabelle 5-1: TOP20 der verbrauchten Wirkstoffe in Dülmen und Deutschland für 2012 (aus Auswahl von 76 Wirkstoffen; Daten der beteiligten Apotheken in Dülmen und Arzneiverordnungs-Report 2013)	48
Tabelle 5-2: Verkauf der Wirkstoffe Diclofenac und Ibuprofen differenziert in systemischer und topischer Anwendung für Dülmen in 2012 (Daten von drei Apotheken in Dülmen und eines Großhändlers)	55
Tabelle 5-3: Umweltverhalten der Wirkstoffe (fass.se) sowie Angaben zur Elimination der Stoffe in Kläranlagen (Fick et al. 2010)	56
Tabelle 6-1: Kenndaten der ersten Haushaltsbefragungen in Dülmen und Soest	58
Tabelle 7-1: Im Projekt DSADS beispielhaft durchgeführte Aktivitäten in Dülmen (Auswahl)	77
Tabelle 7-2: Stakeholder und ihre Rolle im Projekt	79
Tabelle 7-3: Beteiligte Schulen und Jugendgruppen sowie Ideen für die Integration des Themas in den Schulunterricht und die Kommunikation der Ergebnisse	99
Tabelle 8-1: Kenndaten der zweiten Haushaltsbefragungen in Dülmen und Soest	112
Tabelle 9-1: Eigenschaften der betrachteten pharmazeutischen Wirkstoffe	129
Tabelle 9-2: Zusammenfassung der BN Variablen und Datenquellen	132
Tabelle 9-3: Berechnete PEC in 2014 im Vergleich zu den tatsächlich gemessenen Konzentrationen	136
Tabelle 9-4: Normalisierte Varianzreduktion nach Wirkstoffen und dem Anteil nicht-medikamentöser Behandlungsalternativen (NM)	137

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1: Liste der gemessenen Parameter im Projekt DSADS	160
Anlage 2: Probenahmestellen für die biologischen Untersuchungen (Makrozoobenthos)	164
Anlage 3: Anhänge zu den ökotoxikologischen Voruntersuchungen	166
Anlage 4: Gemeinsame Absichtserklärung zur Sensibilisierung der Bevölkerung für einen wasserschonenden Umgang mit Spurenstoffen	167
Anlage 5: Konzept für die Sensibilisierung von Bevölkerung und medizinischen Akteure zum Thema Arzneirückstände in der aquatischen Umwelt	171

AUTORENVERZEICHNIS

Autor(in) bearbeitete(s) Kapitel bzw. Unterkapitel:

Nafo, I. (LV):	1 / 2 / 7 / 10 / 11 / Redaktion des Berichtes
Zur Mühlen, P. (LV):	2
Korte, T. (LV):	3
Eberhard, T. (LV):	3
Ruchter, N. (UDE):	4
Grabner, D. (UDE):	4
Sures, B. (UDE):	4
Olsson, O. (INUC):	5
Herrmann, M. (INUC):	5
Kümmerer, K. (INUC):	5
Liesenfeld, J. (RISP):	6 / 8
Stachowiak, J. (RISP):	6 / 8
Götz, K. (ISOE):	7.4.2 / 9
Keil, F. (kib):	7.3.4 / 7.3.5
Stuhr, K. (LV):	7.5
Winker, M. (ISOE):	9
Brandmayr, C. (ISOE):	9

ZITIERVORSCHLAG

Lippeverband (2016): Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen - Herkunftsanalyse und Sensibilisierung zur Vermeidung des Eintrages von Spurenstoffen in Dülmen. Abschlussbericht des F&E-Vorhabens, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), AZ 500-8657198/0001.F



Danksagung

Wir bedanken uns beim Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, bei der Bezirksregierung Münster und beim Europäischen INTERREG-IV-B-Programm für die Förderung des Projektes.

Die Durchführung dieses Projektes wäre ohne die Hilfe und das Engagement von vielen Beteiligten nicht möglich gewesen. Wir möchten daher danken:

Lisa Stremlau, Clemens A. Leushacke, Christian Wohlgemuth, Ralf Cordes, Johannes Röken, Jutta Reher, Patrik Gremme, Hubertus Hovestadt, Martin Olbrich, Franz-Josef Steverding, Andreas Metelski, Hubert Deipenbrock, Martin Olbrich, Clemens Breulmann, Bernhard Wielens, Dr. Wolfgang Eichler, Barbara Schmitt, Dr. Wolfgang Graute, Reinhild Kluthe, Stephan Gerdemann, Felix Pastor, Thomas Nagel-Stüwe, Sarah Meyer-Dietrich, Sascha Pranschke, Birgit Paßmann, Gunda Mühlenfeld-Anders und Frau Nicole Neumann, Tanja Steinhaus, Martin Flügel, Frau Röttger, Walter Schneider; den beteiligten Schülern und Lehrkräften der Kardinal-von-Galen-Grundschule, Augustinus Schule Dülmen, St. Georg Grundschule Hiddingsel, Gemeinschaftsgrundschule Dülmen-Dernekamp, Kardinal-von-Galen-Hauptschule, Marienschule Dülmen, Clemens-Brentano-Gymnasium, Privatschule Schloss Buldern, Richard-von-Weizsäcker-Berufskolleg, Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium, NABU-Jugend Dülmen; den ehrenamtlichen Helfern der Sportvereine TSG Dülmen e.V., Grün-Weiß Hausdülmen e.V.; allen beteiligten Mitarbeitern des Lippeverbandes!

Dr. Issa Nafo
(Projektleiter)

Hinweis zu einer geschlechtergerechten Sprache:

Um die Lesbarkeit des Textes zu erhöhen wurde im Bericht die männliche Form gewählt. Angaben beziehen sich aber auf Angehörige beider Geschlechter (z.B. Schüler und Schülerinnen, Bürger und Bürgerinnen, Apotheker und Apothekerinnen, Ärzte und Ärztinnen, usw.).

Zusammenfassung

Das Projekt *Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen - „Herkunftsanalyse und Sensibilisierung zur Vermeidung des Eintrages von Spurenstoffen in Dülmen“ (DSADS)* - führte gezielte Kommunikationsmaßnahmen durch, um die breite Bevölkerung und die Akteure des Gesundheitswesens für einen gewässerschonenden Umgang mit Medikamenten zu sensibilisieren. Die Wirkungen dieser Maßnahmen ermittelten die Projektpartner durch sozial-empirische Untersuchungen. Hierdurch sollte eine Basis entstehen um abzuschätzen, inwieweit sich der Eintrag von Arzneistoffen in die Gewässer an der Quelle reduzieren lässt. Ziel des Projekts war es außerdem, zu sondieren, inwiefern der gewählte Ansatz auf andere Kommunen übertragbar ist.

Die DSADS-Ergebnisse zeigen,

- dass Bürgerinnen und Bürgern sowie medizinische Akteure grundsätzlich bereit sind, durch einen anderen Umgang mit Medikamenten mehr zum Gewässerschutz beizutragen,
- dass die im Projekt durchgeführten Kommunikationsmaßnahmen geeignet sind, entsprechende Verhaltensänderungen anzustoßen und
- dass es ein relevantes Potential gibt, auf diese Weise mit einem angemessenen Ressourcenaufwand die Gewässerbelastung durch Arzneistoffe an der Quelle zu verringern.

Die Ausgangslage: Verhalten im Umgang mit Medikamenten

Mithilfe einer repräsentativen Haushaltsbefragung in 2013 untersuchte das Projektteam das Verhalten der Bevölkerung im Umgang mit Medikamenten (Konsum- und Entsorgungsverhalten). Die Verschreibungs- und Beratungspraxis der medizinischen Akteure erhoben die Forscher durch eine schriftliche Befragung. Die Erkenntnisse geben Aufschluss zu Ansatzpunkten für nachfolgende Kampagnen und sind auch für andere Kommunen geeignet:

- Gewässerschutz ist von hohem Wert für die Bevölkerung. Auch besteht bei der Bevölkerung die grundsätzliche Bereitschaft zur Verhaltensänderung für einen besseren Gewässerschutz.
- Alte bzw. nicht mehr benötigte Medikamente werden von einem Viertel der Befragten zumindest gelegentlich über das Abwasser entsorgt. Dies geschieht meist aus Unwissen über die möglichen Auswirkungen auf die Gewässer und aus Unsicherheit im Hinblick auf die richtige Entsorgung.
- Medikamente gegen chronische Krankheiten stellen zusammen mit rezeptfreien Arzneimitteln (sogenannten Over-the-counter- oder OTC-Produkten) den größten Teil des Konsums.
- Ein Teil der Patienten fragt nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen aktiv nach. Apotheker und Ärzte schlagen solche Alternativen in einigen Fällen auch selbst vor.
- Allgemein ist das Vertrauen der Bevölkerung gegenüber Apothekern und Ärzten groß.
- Ärzte und Apotheker sind grundsätzlich bereit, Informationen zu einem gewässerschonenden Umgang mit Medikamenten beim Kunden- bzw. Patientenkontakt zu vermitteln. Allerdings weiß eine Mehrheit von Ihnen heute noch relativ wenig über dieses Thema.

Eintrag von Wirkstoffen ins Abwasser und in die Gewässer in Dülmen

Das Projekt analysierte den Verbrauch einer Auswahl von 76 Arzneimittelwirkstoffen und ermittelte die potenziellen Abwassereinträge. Ergänzend wurde der Eintrag von 93 Arzneimittelwirkstoffen, Röntgenkontrastmitteln und Hormonen ins Abwasser, deren Verhalten in der örtlichen Kläranlage und bestimmte ihre Emission ins Gewässer gemessen.

Die Verbrauchsanalyse ergab, dass die Verbrauchsmengen bei verschreibungspflichtigen Wirkstoffen in Dülmen denen in Deutschland entsprechen. Äußerlich angewendete Salben, Gels oder wirkstoffhaltige Pflaster, die insgesamt in Deutschland ein wichtiges Reduktionspotential aufweisen, spielen in Dülmen eine geringere Rolle, da die Verkaufsmengen gering waren.

Die Abwassermessungen ergaben die vergleichsweise höchsten Konzentrationen für Schmerzmittel, Betablocker und antimikrobielle Wirkstoffe sowie für Röntgenkontrastmittel. Obwohl die konventionelle Abwasserreinigung die Gesamtfracht der gemessenen Wirkstoffe in der Kläranlage Dülmen beträchtlich reduziert, konnte das Projekt einzelne schwer eliminierbare Stoffe (wie Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol und Carbamazepin) mit Gewässerkonzentrationen über 0,3 µg/L bzw. 1,0 µg/L (z.B. Iopamidol) messen.

Die Messungen weisen für einzelne Wirkstoffe neben der Kläranlageneinleitung auf weitere noch zu klärende Eintragsquellen am Gewässeroberlauf sowie auf andere Belastungsfaktoren (die fehlende Beschattung und die bis an den Gewässerrand intensiv genutzte landwirtschaftliche Fläche) hin.

Wirkung der Sensibilisierungsmaßnahmen in Dülmen

Um die Wirkung der durchgeführten Sensibilisierungsmaßnahmen zu ermitteln, führte DSADS in 2014 erneut eine Haushaltsbefragung durch:

- Danach verringerte sich der Anteil derer, die Altarzneimittel zumindest gelegentlich falsch entsorge von 23,9 auf 18,1 Prozent.
- Zudem gaben 16,4 Prozent bzw. 33,6 Prozent der Befragten an, durch die Maßnahmen des Projekts ihre Einnahmegewohnheiten bzw. ihr Entsorgungsverhalten bei Altmedikamenten verändert zu haben.

Auch nach der zweiten Haushaltsbefragung liefen die Sensibilisierungsmaßnahmen noch ein Dreivierteljahr weiter. Insofern stellen die Befragungsergebnisse nur eine Momentaufnahme dar. Insofern wäre eine erneute Erhebung in einem längeren zeitlichen Abstand nach Projektende für die Erfassung eines möglichen Langzeiteffekts von Interesse.

Potential zur Reduzierung der Einträge von Arzneistoffen ins Abwasser in Dülmen

Eine Evaluierung der Effekte der Sensibilisierungskampagnen in Dülmen war mittels der im Projekt durchgeführten Messungen nicht möglich. Das Potenzial von einzelnen Sensibilisierungsmaßnahmen wurde im DSADS daher mithilfe eines Modells abgeschätzt.

- In der aktuellen Situation in Dülmen könnten Maßnahmen, die auf einen Wechsel hin zu nicht-medikamentöser Behandlung zielen, zu einer Verringerung des Vorkommens von Arzneistoffen in Gewässern um 8 bis 10 Prozent führen.

- In Dülmen werden – im Vergleich zu Gesamt-Deutschland – bereits jetzt Tabletten und Salben meistens richtig entsorgt. Sensibilisierungsmaßnahmen, die die korrekte Entsorgung von Altarzneimitteln befördern sollen, hätten daher grundsätzlich nur einen begrenzten Effekt. Allerdings entsorgen eher jungen Menschen Altarzneimittel falsch. Es besteht daher die Gefahr, dass die Fehlentsorgung in Zukunft zunimmt. Im Extremfall könnte sich so die Gewässerkonzentration um bis zu 45 Prozent (Diclofenac) erhöhen. Das heutige Entsorgungsverhalten der Bevölkerung sollte daher besonders durch kommunikative Maßnahmen mindesten stabilisiert werden.

Kommunikationsmaßnahmen zur Sensibilisierung für einen gewässerschonenden Umgang mit Medikamenten

Insgesamt konnten die durchgeführten Kommunikationsmaßnahmen die Zielgruppen gut erreichen und das Projektthema in der Stadt Dülmen wirksam verankern. Als besonders geeignet und kosteneffizient haben sich die folgenden Maßnahmen erwiesen:

- Informationsstände auf Marktplätzen (sowohl eigene des Lippeverbandes als auch die von Multiplikatoren),
- die Einbeziehung von Lehrern und Schülern als Multiplikatoren für die Sensibilisierung innerhalb und außerhalb der Schulen,
- Informationsveranstaltungen mit Führungen über die Kläranlage,
- die Einbindung von medizinischen Akteuren wie Ärzten und Apothekern als „Aufklärer“ (im Rahmen der Aktionen „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“ und „Ein Flyer zum Rezept“).

Klassische Kommunikationsmedien (wie lokale Zeitungen, Radio und das Regionalfernsehen) waren für eine effektive Verbreitung der Projektbotschaften und als Werbemaßnahmen für anstehende Aktionen wirksam. Dasselbe gilt für professionell gestaltete Poster und Plakate in Apotheken, Arztpraxen und Kliniken.

Hinweise und Empfehlung zur Übertragung des DSADS-Ansatzes

Die Stadt Dülmen hat ein relativ homogenes bürgerliches Milieu und verfügt im Bildungsbereich und in der Verwaltung, bei Ehrenamtlichen und im Gesundheitswesen über eine Vielzahl an engagierten und gut vernetzten Akteuren. Eine direkte Übertragbarkeit des DSADS-Ansatzes ist nur bei ähnlichen Rahmenbedingungen möglich. Dennoch lassen sich einige allgemeine Erfolgsfaktoren identifizieren:

Relevante Akteure einbeziehen

Entscheidend für den Erfolg der Kommunikationsmaßnahmen war die Einbindung von Stadtspitze, Vertretern der Stadtverwaltung und von verschiedenen städtischen Institutionen sowie die Aktivierung von Schlüsselakteuren (Ärzte, Apotheker, Lehrkräfte, Wasserwirtschaft). Die Unterstützung durch diese Akteure ist essentiell für die Wirksamkeit vieler Maßnahmen. Den Akteuren sollten keine abschließenden Lösungsvorschläge vorgelegt werden. Vielmehr sollten mögliche Handlungsoptionen von ihnen selbst formuliert und gemeinsam weiterentwickelt werden.

Lokalen Bezug herstellen

Kommunikationsmaßnahmen zur Sensibilisierung sollten den Bezug zum lokalen Wasserkreislauf herstellen, um die Relevanz für die Bevölkerung aufzuzeigen. Ferner sollten das Thema und die Botschaften über medizinische Akteure vor Ort und die lokalen Medien transportiert werden.

Informieren über die Thematik und „gute“ Verhaltensweisen

Informationen über die möglichen Auswirkungen von Arzneimittelrückständen auf Gewässer und über Verhaltensweisen zur Verringerung der Einträge sollten zielgruppenspezifisch vermittelt werden; Schulen, Bürger, Apotheker und Ärzte erfordern unterschiedliche Ansprachen.

Das Thema sollte nicht mit erhobenem Zeigefinger kommuniziert werden sondern in einer sachlichen Darstellung. Es sollten klare und verständliche Botschaften vermittelt und Kontroversen zwischen Umwelt und Gesundheit vermieden werden.

Als „gute“ Verhaltensweisen in diesem Zusammenhang könnten Themen angesprochen werden wie

- korrekte Entsorgungspraxis (auch in Absprache mit örtlichen Entsorgern),
- nicht-medikamentöse Therapien bzw. umweltfreundliche Behandlungsalternativen,
- Verringerung der Selbst-Verordnung von Medikamenten und
- Reduktion des Einsatzes von Cremes, Gels und Salben.

Apotheker und Ärzte haben eine Schlüsselrolle für die Sensibilisierung der Patienten und Kunden und sollten daher breit über das Thema zum Beispiel im Rahmen von (zertifizierten) Weiterbildungsseminaren informiert werden.

Übergreifende Empfehlungen

- Die vorhandene Sensibilität der Bürger für Fragen rund um die Wasserqualität sollte durch gezielte Informations- und Lernangebote weiter gestärkt werden (z.B. bildungspolitisch seitens der Bundesländer durch Einführung entsprechender Inhalte in die Curricula der verschiedenen Schulstufen).
- Neben der korrekten Entsorgung von Medikamentenresten können die äußerliche Anwendung von bestimmten Wirkstoffen und die Verwendung von „umweltfreundlichen“ Behandlungsalternativen in Deutschland als Maßnahmen mit einem hohen Potential zur Verringerung der Gewässereinträge an der Quelle angesehen werden. Zwar sind medizinische Akteure grundsätzlich bereit, letztere bei der Patienten- und Kundenberatung aufzugreifen. Entsprechende Informationen sind in Deutschland jedoch nicht ohne weiteres verfügbar. Es ist daher empfehlenswert,
 - Informationen über die Umwelteigenschaften von Arzneimittelwirkstoffen in Deutschland aufzubereiten (z.B. gemeinsam von Umweltbehörden und Arzneimittelherstellern),
 - diese Informationen verbindlich einzuführen (Politik),
 - in der Aus- und Fortbildung für Mediziner und Apotheker die Themen verbindlich festzuschreiben (Politik) und
 - Anreize für eine allgemein umweltfreundlichere Verschreibungs- und Beratungspraxis zu geben (Politik, Krankenkassen, Kassenärztliche Vereinigungen, Ärztekammern).
- Auf Seiten der Entsorger – Wasserwirtschaft und Abfallentsorgung – sollten die korrekten Entsorgungswege von Arzneimitteln klar und deutlich kommuniziert werden – gerade auch weil sich die Regelungen innerhalb Deutschlands teilweise unterscheiden

Abschnitt I – Einleitung

1 Einleitung

1.1 Medikamentenrückstände im Wasserkreislauf

Wie von verschiedenen Autoren berichtet, werden weltweit große und zunehmende Mengen an Arzneimitteln verbraucht (z.B. Daughton und Ternes 1999, Kümmerer 2001, Ternes und Joss 2006, Bio Intelligence Services, 2013). Nach der Verabreichung werden die Wirkstoffe nicht vollständig vom Patienten metabolisiert, sondern teilweise unverändert ausgeschieden (Lienert et al. 2007). So können die Rückstände in den Wasserkreislauf gelangen und werden in Oberflächengewässern, im Grundwasser und tlw. im Trinkwasser nachgewiesen (siehe LANUV 2007, BLAC 2003, Heberer 2002).

Nach Angaben des Sachverständigenrats für Umweltfragen sind in Deutschland ca. 9.450 Arzneimittelpräparate mit rd. 3.000 verschiedenen Wirkstoffen als Humanpharmaka zugelassen (SRU 2007), von denen etwa 111 Wirkstoffe aufgrund der Verkaufsmengen und anderer Kriterien als potenziell umweltrelevant eingestuft werden. Die Konzentrationen von Arzneimittelrückständen, die im Trinkwasser nachgewiesen werden, sind sehr gering und nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse nicht schädlich für den Menschen (Bull et al. 2011). Aber es gibt Bedenken über mögliche Wechselwirkungen zwischen Arzneimitteln und anderen Schadstoffen in Gewässern (Altenburger et al. 2004) sowie über ökotoxikologische Wirkungen bestimmter Wirkstoffgruppen wie Hormone (Kidd et al. 2007) und von Einzelsubstanzen wie Diclofenac (Oaks et al. 2004). Aus diesem Grund wurden Diclofenac, 17alpha-Ethinylestradiol und 17beta-Estradiol von der EU-Kommission als mögliche Kandidaten für die Liste der prioritären Stoffe zur Umsetzung der Wasserrichtlinie vorgeschlagen (EC 2012) und stehen nun zusammen mit Makrolid-Antibiotika auf eine Beobachtungsliste (EU, 2015).

Neben Haushalten als ubiquitäre Eintragsquellen von häufig verwendeten Humanpharmaka wurden Krankenhäuser als Punktquellen vor allem für bestimmte Wirkstoffe (Steger-Hartmann et al. 1997, Kümmerer 2001) und antibiotikaresistente Bakterien (Schwartz und Kohnen 2007) diskutiert. Weitergehende Bilanzierungen (Kümmerer und Henninger 2003, Schuster et al. 2008) konnten zeigen, dass dies aber nur in Ausnahmefällen zutrifft. Somit kommt dem Verhalten der Patienten (Bevölkerung), der Ärzteschaft und den Apothekern eine wichtige Rolle zu. Der Eintrag von Veterinärpharmaka erfolgt diffus über die Ausbringung von Wirtschaftsdünger aus dem Einsatz in der landwirtschaftlichen Tiermast (BLAC 2003).

Die Ermittlung und Quantifizierung der Eintragspfade sind unerlässlich für ein strategisches Konzept zur kosteneffizienten Verminderung der Einträge. Dabei ist die Bilanzierung ein wichtiges Instrument (vgl. Nationales Stoffflussmodell der Schweiz in Ort et al. 2007, IKS 2010b, Schuster et al. 2008, Alexy et al. 2006).

Konventionelle Kläranlagen wurden vor allem für die Entfernung von abbaubaren organischen Stoffen und Nährstoffen aus dem Abwasser entwickelt. Laut Clara et al. (2005) können solche Anlagen mit Stickstoffelimination auch abbaubare Arzneimittelwirkstoffe effizient eliminieren, was zu einer Verringerung der Gesamtbelastung mit Mikroverunreinigungen beiträgt. Konventionelle

Kläranlagen können jedoch viele persistente Pharmaka nur unzureichend aus dem Abwasser entfernen (Joss et al. 2008).

Ein konkreter Handlungsbedarf für Abwasserbeseitigungspflichtige liegt in der Regel vor, wenn der Gesetzgeber verbindliche Grenzwerte für Einleitungen festlegt. Ferner kann bei Überschreitung vorliegender gesetzlich vorgegebener Qualitätsziele für Gewässer ein Handlungsbedarf abgeleitet werden, z.B. wenn Medikamentenwirkstoffe als prioritäre Stoffe zur Umsetzung der WRRL festgelegt werden (siehe oben). Auf Europäischer Ebene bestehen für Arzneimittelrückstände derzeit keine Einleitungsgrenzwerte bzw. verbindliche Qualitätsziele für Gewässer. Dennoch wird, geleitet durch den Vorsorgegedanken, die Diskussion über Optionen zur Reduzierung der Arzneimiteleinträge in die Gewässer diskutiert. Dabei stehen die Erfassung der möglichen Emissionsquellen und die Vermeidung bzw. Verminderung der Emissionen aus diesen Quellen im Mittelpunkt, einschließlich geeigneter Techniken zur Elimination der betreffenden Vielzahl von Substanzen bei der Abwasserreinigung oder der Trinkwasseraufbereitung (vgl. Bergmann et al. 2009; Gälli et al. 2009; Keil 2009, ISOE 2008).

Zur Schließung von Wissenslücken bezüglich Eignung, Betriebssicherheit, Kosten und anderen Randbedingungen wurden bzw. werden derzeit verschiedene großmaßstäbliche Versuchsanlagen auf kommunalen Kläranlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen in der Schweiz, in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen betrieben und untersucht.

Im Sinne des Multibarrierenprinzips muss die Vermeidungsstrategie an der Quelle eine wichtige Rolle spielen, insbesondere wenn die umweltrelevanten Substanzen durch den Technikeinsatz allein nur unzureichend eliminiert werden können. Sowohl in der nationalen Strategie der Schweiz (vgl. Gälli et al. 2009) als auch in der Strategie der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR 2010a) werden solche Maßnahmen bei Verbrauchern und Anwendern als mögliche Handlungsoptionen zur Reduzierung der Emissionen angesehen. Durch eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit könnte das breite Bewusstsein für das Thema erhöht werden. Gegenwärtig ist allgemein von einem geringen Bekanntheitsgrad der Thematik auszugehen (ISOE 2008). Da empirische Studien ergaben, dass zum Teil größere Mengen an Altmedikamenten unsachgerecht entsorgt werden (siehe *start*-Projekt (ISOE 2008) und Studienprojekt in Santa Barbara, CA, USA (Kallaos et al. 2007)) sind zusätzlich aufklärende Maßnahmen wie Verbraucherinformationen über die „richtige“ Entsorgung von Altmedikamenten angebracht.

Auch eine Bewusstseinssteigerung zur Anpassung der Verschreibungspraxis, wodurch bei gleicher Indikation umweltfreundliche Medikamente vorzugsweise verschrieben werden, kann zur Minderung der Emissionen führen. Schlüsselemente dieser Vorgehensweise sind eine entsprechende Klassifikation der Wirkstoffe und eine angepasste Information bzw. Weiterbildung von Ärzten und Apothekern (siehe Schwedisches Umweltklassifikationssystem, www.fass.se, <http://www.janusinfo.se/In-English/>).

1.2 Ziel des Projektes

Das Vorhaben „Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen“ besteht aus drei Teilen (Abbildung 1-1). Begleitend zum Bau (Teil 2 des Vorhabens) und Forschungsbetrieb (Teil 3 des Vorhabens) einer Versuchsanlage zur Aktivkohlebehandlung soll ein Ansatz zur Sensibilisierung und Verhaltensänderung im Einzugsgebiet der Kläranlage Dülmen untersucht werden (Teil 1 des Vorhabens, Gegenstand dieses Antrages).



Abbildung 1-1: Überblick über die Aktivitäten des Vorhabens „Den Spurenstoffen auf der Spur“ in Dülmen

Im Vorhaben Teil 1 (Gegenstand des vorliegenden Berichtes) sollten gemeinsam mit der Stadt Dülmen sowie unter Einbindung der Bevölkerung und relevanter Akteure im Bereich der medizinischen Versorgung die Verwendung von Humanarzneimitteln analysiert sowie Wege zur Vermeidung und zur Reduzierung der Einträge in die Umwelt an der Quelle aufgezeigt werden. Ziel war es, zu demonstrieren, inwieweit Änderungen des Verhaltens möglich sind und was ihr tatsächlicher Beitrag zum Schutz der Umwelt sein kann.

Neben sozial-empirischen Untersuchungen zum Umgang mit Arzneimitteln sollten gezielte Kommunikations-/Sensibilisierungsmaßnahmen für die Bevölkerung und die medizinischen Akteure durchgeführt werden. Durch Monitoring (sozial-empirisch und Messungen im Abwasser) sollte der Erfolg der Maßnahmen ermittelt und somit die Basis für eine Abschätzung des Potenzials zur Reduzierung von Medikamenteneinträgen in die Gewässer durch Vermeidung an der Quelle geschaffen werden.

Die Stadt Dülmen wurde als Untersuchungsgebiet ausgewählt, da das Stadtgebiet gut abgrenzbar ist und über eine Kläranlage entwässert, die über eine für die Pulveraktivkohlebehandlung notwendige Sandfiltrationsanlage verfügt. Das Gebiet liegt im Einzugsgebiet einer Trinkwassergewinnung (Halterner Stausee).

1.3 Konzept und Vorgehensweise

Das von Oktober 2012 bis September 2015 laufende Projekt wurde vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) gefördert und vom Europäischen INTERREG-IV-B-Programm im Rahmen des Projekts „noPILLS in waters“ co-finanziert.

Die Projektaktivitäten umfassten die Entwicklung, Kommunikation und Umsetzung von Sensibilisierungsmaßnahmen in Dülmen. Diese unter starker Einbindung der Stadt Dülmen sowie in Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren (Schulen, Apotheker, Ärzte, Krankenhäuser, Krankenkassen, usw.) entwickelten Instrumente zielten auf die Verringerung der Emissionen aus Haushalten (z.B. sachgerechte Entsorgung von Arzneimitteln, Verhaltensänderung im Umgang mit Arzneimitteln, usw.). Als Sensibilisierungsmaßnahmen dienten etwa bevölkerungsaktivierende Veranstaltungen, Fachgespräche mit Akteuren im Gesundheitssektor sowie Projekte mit Schulen.

Grundlagen für die Entwicklung von Sensibilisierungsmaßnahmen bzw. die Einschätzung des Handlungspotenzials waren die Erfassung und Analyse des Medikamentenverbrauchs nach Art der Verwendung, Abwassermessungen sowie sozial-empirische Untersuchungen (Haushaltsbefragungen) vor Ort (siehe Abbildung 1-2). Unter Berücksichtigung der „Ist-Situation“ in der Stadt (vorhandenes Wissen des Themas bei den Zielgruppen, Einschätzung des Handlungspotenzials und der Handlungsmöglichkeiten, usw.) wurde mit Begleitung einer externen Agentur ein Kommunikationskonzept entwickelt, in dem die Kommunikationsziele, die Hauptbotschaft und die grundsätzliche Ausrichtung der Sensibilisierungsbausteine definiert waren.

Die Erfolgskontrolle der Sensibilisierungsmaßnahmen (wie etwa Fachgespräche mit medizinischen Akteuren, Bildungsprojekte in Schulen, bevölkerungswirksame Aktivitäten usw.) erfolgte über Haushaltsbefragungen, ein fortlaufendes Monitoring der Abwasserbeschaffenheit und Modellierung (integrative Wirkungsabschätzung über die Methode der Bayes’schen Netze). Dabei sollten auch Erkenntnisse über die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Gebiete gewonnen werden.

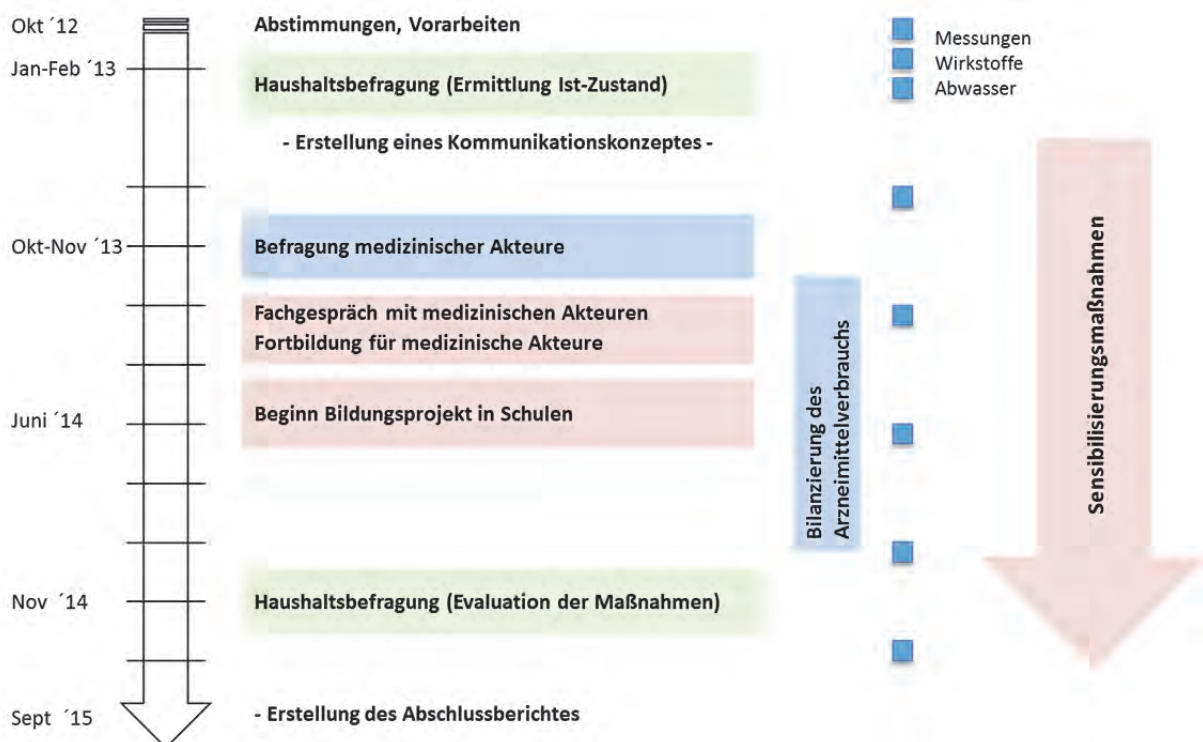


Abbildung 1-2: Projektablauf

Für die erfolgreiche Durchführung des Projektes wurden die Akteure vor Ort, schon von Beginn an, konsultiert und eingebunden. Das Projekt wurde von einem Beirat unter dem Vorsitz der Bürgermeisterin der Stadt Dülmen und mit Beteiligung von Vertretern der maßgeblichen Zielgruppen in der Stadt sowie Behörden des Landes NRW begleitet (siehe Abbildung 7-2).

Abschnitt II – Untersuchungen zur Dokumentation der Ist-Situation

2 Messungen von Spurenstoffen

Das Projekt DSADS („Den Spurenstoffen auf der Spur“) in Dülmen sah eine Bilanzierung der Spurenstoffe auf der Kläranlage Dülmen und im den Kläranlagenablauf aufnehmenden Tiberbach vor. Es sollten Erkenntnisse insbesondere zu in der Kläranlage nachzuweisenden Arzneimittelwirkstoffen und deren Einleitung ins Gewässer gewonnen werden.

2.1 Probenahme, Analytik und Methodik der Auswertung

Für die Untersuchung der Spurenstoffe im Rahmen des Projektes DSADS im Gewässer Tiberbach und auf der Kläranlage Dülmen wurden regelmäßig von April 2013 bis zum 4. Quartal 2014 vier Messstellen beprobt. Der ersten Probenahme folgten zwei weitere im monatlichen Abstand (0-Phase), anschließend wurden die Probenahmen quartalsweise durchgeführt. Die 0-Phase sollte Spurenstoffeinträge vor einer städtischen Informations- und Aufklärungskampagne widerspiegeln.

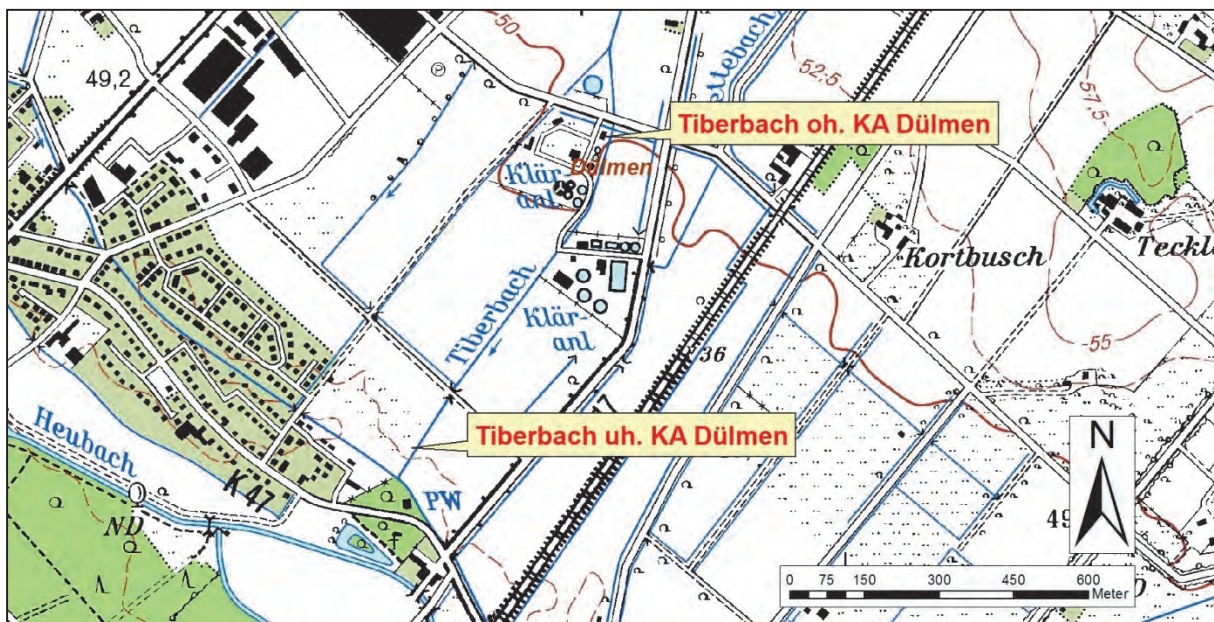


Abbildung 2-1: Karte der Probenahmestellen (Chemie) im Tiberbach (oh. / uh. der KA Dülmen)

Abbildung 2-2 zeigt die Gewässerprobenahmestellen am Tiberbach oberhalb und unterhalb der Kläranlage Dülmen. Hier wurden mittels Edelstahlschöpfer und -eimer Stichproben entnommen und in das für die einzelnen Parametergruppen vorbereitete Flaschenmaterial abgefüllt. Der Tiberbach oberhalb der Kläranlage Dülmen hat meist nur einen geringen Abfluss, sodass der Tiberbach unterhalb der Kläranlage zum Großteil dem Kläranlagenablauf entspricht. In einigen Fällen

(19.06.2013; 04.09.2013; 19.08.2014) waren Probenahmen an der Stelle oberhalb Kläranlage Dülmen aufgrund mangelnder Wasserführung nicht möglich.



oh. KA. Dülmen



uh. KA. Dülmen (rechts)

Abbildung 2-2: Probenahmestellen im Tiberbach

Für die Abwasserprobenahme wurden die auf der Kläranlage Dülmen an den Routineprobenahmestellen (Abbildung 2-3) vorhandenen automatischen Vakuumprobenehmer genutzt. Um Kontaminationen und Adsorptionseffekte bei den automatischen Probenahmen zu minimieren, kamen hierfür angefertigte Glasgefäße zum Einsatz (Abbildung 2-4). In diesem Probenablauf wurden sowohl vom Ablauf Vorklärung als auch vom Ablauf Nachklärung von 08:00 bis 08:00 Uhr 12 zeitproportionale Zweistundenmischproben gesammelt. Die Einzelprobenahmen erfolgten automatisch in sechsminütigem Abstand. Nach beendeter 24-stündiger Probenahme wurden die ca. 16 Liter Probe pro Probenahmestelle in Transportflaschen aus Glas umgefüllt, im Labor mittels Homogenisiergefäß (Abbildung 2-4) durchmischt, in die parametergruppenspezifischen Flaschen abgefüllt und der Analytik zugeführt.

Zusätzlich zu den beschriebenen Probenahmestellen fand ab dem 3. Quartal 2014 jeweils eine Beprobung des Zentratwassers (Abbildung 2-4) als Stichprobe statt. Diese Probe wurde analog zu den anderen Abwasserproben behandelt und abgefüllt.



Ablauf Vorklärung



Ablauf Nachklärung (rechts)

Abbildung 2-3: Probenahmestellen auf der Kläranlage Dülmen



Glasgefäßeinsatz der automatischen Probenehmer für die Spurenstoffprobenahme (links oben); Probenahmestelle Zentratwasser (links unten); Gefäß zur Homogenisierung und Abfüllung der Abwasserproben (rechts)

Abbildung 2-4: Probenahmestelle Zentratwasser und Probenahmeeinrichtungen

Für einen hohen Informationsgewinn wurde eine breite Palette an Spurenstoffen für die Untersuchung der Gewässer- und Abwasserproben ausgewählt. Für 211 Einzelsubstanzen folgender Parametergruppen liegen Ergebnisse vor:

- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- bromierte Flammschutzmittel (FSM)
- Chlorparaffine
- Komplexbildner
- perfluorierte Tenside (PFT)
- Pflanzenschutzmittel
- phosphororganische Flammschutzmittel (PSM)
- Arzneimittelwirkstoffe (AM)
- Röntgenkontrastmittel (RKM)
- Hormone und endokrin wirksame Stoffe (EWS)
- Süßstoffe
- Einzelsubstanz Tetramethyldecindiol

Auf die Analyse von leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) wurde verzichtet, da aufgrund der Flüchtigkeit eine Bestimmung aus Mischproben nicht sinnvoll ist.

Der Fokus lag auf den Arzneimittelwirkstoffen, Röntgenkontrastmitteln und Hormonen mit zusammen 93 analysierten Einzelsubstanzen. Eine Liste der bestimmten Spurenstoffe findet sich in Anlage 1.

Für die Auswertung wurden Ergebnisse der 0-Phase und der quartalsweisen Beprobung ohne Unterschied behandelt.

- **Ermittlung von Maximalwerten:**
Als Maximalwert wird der höchste bestimmte Zahlenwert benannt. Werte kleiner der Bestimmungsgrenze gehen nicht in die Maximalwertfindung mit ein.
- **Ermittlung von Mittelwerten:**
Bei Werten kleiner der Bestimmungsgrenze geht die halbe jeweilige Bestimmungsgrenze in die Auswertung mit ein, es sei denn, alle Ergebnisse liegen unter der Bestimmungsgrenze. Dann wird ein Mittelwert von 0 angegeben.
- **Ermittlung von Eliminierungsraten:**
Die Berechnungsgrundlage sind Gehalte der 24-stündigen Mischproben Ablauf Nachklärung / Ablauf Vorklärung, obwohl es sich hierbei um parallel entnommene Proben handelt, die die Aufenthaltszeit in der Kläranlage nicht berücksichtigen. Rechnerisch negative Eliminierungsraten (Gehalt Ablauf Nachklärung > Ablauf Vorklärung) werden gleich 0 Prozent gesetzt. Die Berechnung von Mittelwerten erfolgt aus mindestens drei auswertbaren Messkampagnen
- **Ermittlung von Frachten:**
Als Berechnungsgrundlage dient die Wassermengenmessung der Kläranlage am Ablauf Nachklärung. Der entsprechende mittlere Abfluss an den Probenahmetagen lag bei 10.541,3 m³/d. Bei Gehalten kleiner der Bestimmungsgrenze geht die halbe Bestimmungsgrenze in die Frachtberechnung mit ein. Zur Berechnung des Frachtmittelwertes pro Einwohner und Tag dient als Grundlage die Einwohnerzahl von Dülmen mit rd. 46.000 Einwohnern (Stand 11/2014).

2.2 Befunde über bzw. unter Bestimmungsgrenze

Von den 211 gemessenen Spurenstoffen wurden im Zulauf der Kläranlage im Durchschnitt über die 9 Probenahmekampagnen insgesamt 124 Substanzen (darunter 46 Medikamentenwirkstoffe) immer unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze gemessen (siehe Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6). Entsprechend wurde durch die Klärwirkung eine höhere Anzahl an Spurenstoffen im Ablauf der Kläranlage Dülmen (138 Substanzen, darunter 52 Medikamentenwirkstoffe) und im Gewässer unterhalb der Kläranlageneinleitung (139 Substanzen, darunter 54 Medikamentenwirkstoffe) immer unter Bestimmungsgrenze gemessen. Das Hormon 17 β -Estradiol oder die Arzneiwirkstoffe Ketoprofen, Nadolol und Clenbuterol wurden an keiner Messstelle nachgewiesen.

Demgegenüber wurden im Durchschnitt rund ein Drittel der gemessenen Spurenstoffe (67 Einzelsubstanzen, darunter 33 Medikamentenwirkstoffe) immer im Zulauf der Kläranlage nachgewiesen, d.h. über der jeweiligen Bestimmungsgrenze (BG) gemessen. Entsprechend wurden weniger Spurenstoffe im Ablauf der Kläranlage (60 Substanzen, darunter 29 Medikamentenwirkstoffe) und im Gewässer unterhalb der Kläranlageneinleitung (58 Substanzen, darunter 27 Medikamentenwirkstoffe) nachgewiesen. Substanzen wie das Hormon Estron, die Arzneistoffe Ibuprofen, Diclofenac, Carbamazepin, Sulfamethazin und Diclofenac sowie die Röntgenkontrastmittel Iopamidol, Iopromid und Iohexol wurden immer im Abwasser nachgewiesen. Neben Pflanzenschutzmitteln konnten auch einige Arzneistoffe und RKM ebenfalls im Gewässer oberhalb der Kläranlage nachgewiesen werden. Dies kann neben diffusen Einträgen auch durch Einleitungen aus Mischwasserüberläufen bedingt sein.

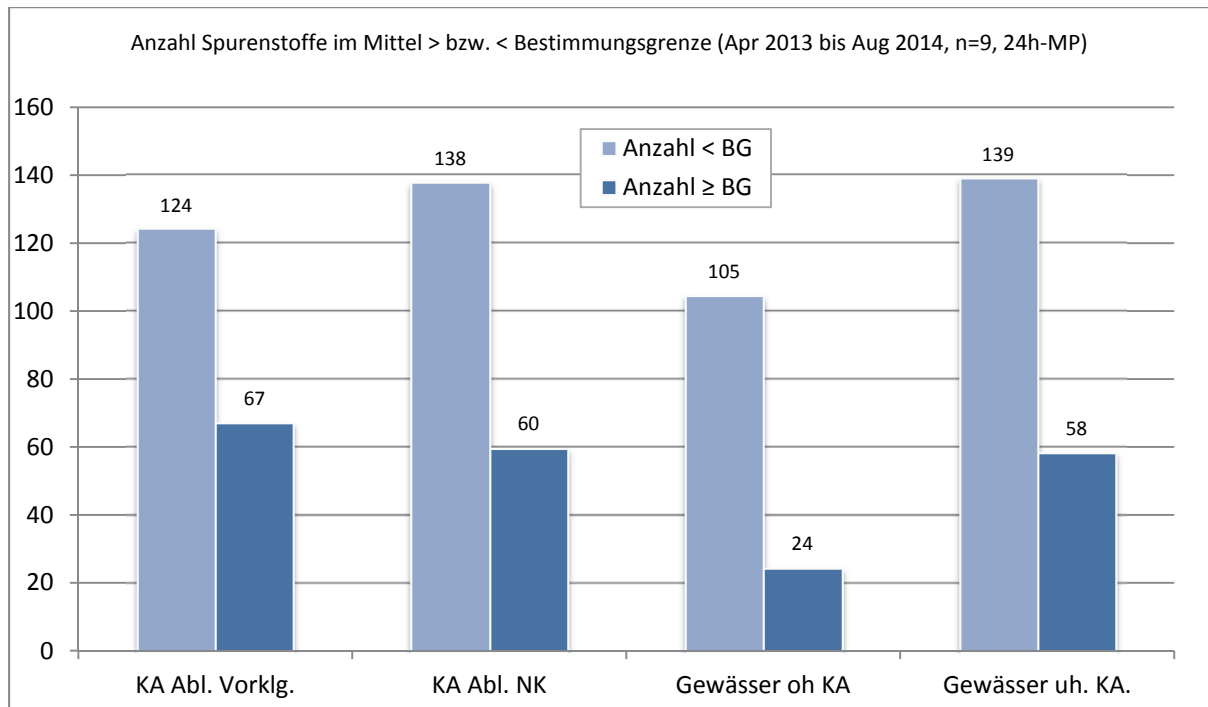


Abbildung 2-5: Anzahl der gemessenen Spurenstoffe im Mittel über bzw. unter Bestimmungsgrenze

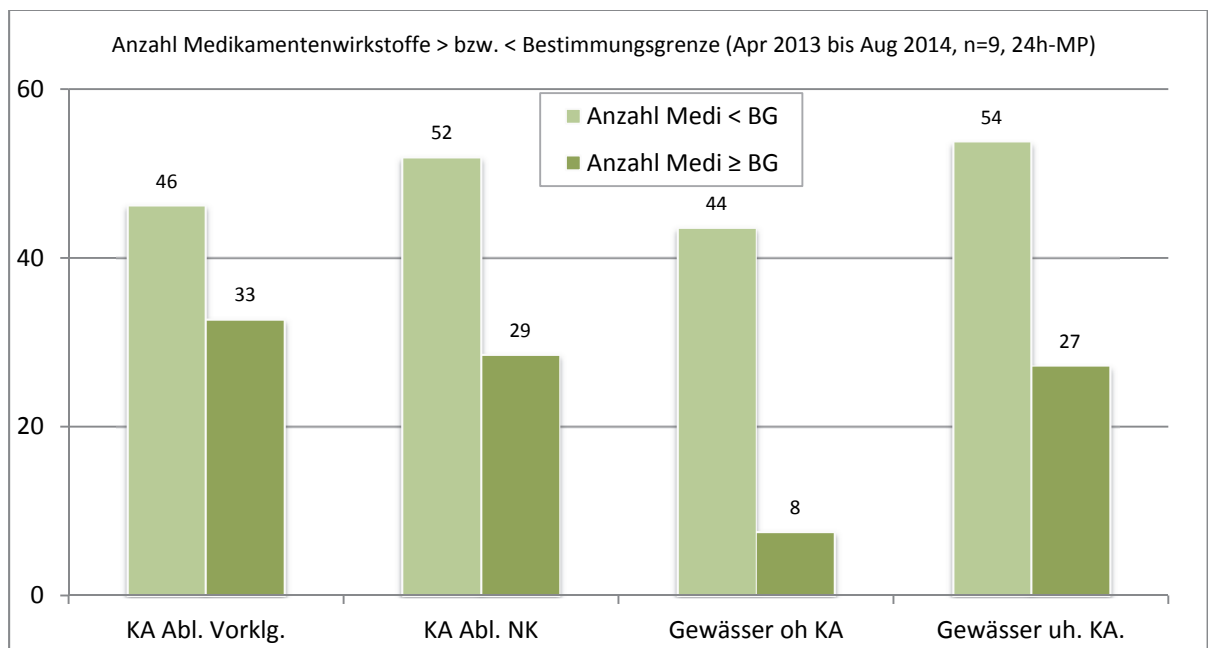


Abbildung 2-6: Anzahl der gemessenen Wirkstoffe im Mittel über bzw. unter Bestimmungsgrenze

2.3 Eintrag und Elimination von Substanzgruppen

Bei einer einfachen Aufsummierung der - wie oben dargestellt - ermittelten Konzentrationsmittelwerte der gemessenen Spurenstoffe wird am Zulauf der Kläranlage im Messzeitraum eine mittlere Konzentrationssumme berechnet, die je nach Substanzgruppe (Arzneistoffe, Röntgenkontrastmittel, Komplexbildner, usw.) um ein vielfaches höher als die jeweiligen Konzentrationssummen der entsprechenden Substanzgruppen am Ablauf der Kläranlage

ist (Abbildung 2-7). Dies ist ein Hinweis, dass viele der gemessenen Spurenstoffe in den jeweiligen Substanzgruppen im hohen Maße in der konventionellen Abwasserreinigung auf der Kläranlage Dülmen vor dem Bau der Pulveraktivkohlestufe eliminiert wurden. So können aus den vorliegenden Messungen Eliminationsraten von ca. $\geq 90\%$ bei den Arzneiwirkstoffen, den endokrin wirksamen Stoffen, den organischen Einzelsubstanzen sowie den Alkylphenolen und -ethoxylaten, 81% bei den Komplexbildnern, 73% bei den Flammschutzmitteln sowie 61% bei den Pflanzenschutzmitteln berechnet werden. Hingegen kann eine Eliminationsrate der Kläranlage für die Gruppe der gemessenen RKM von nur 58% ermittelt werden. Der PFT-Eintrag wird durch die Kläranlage um ca. 38% reduziert. Es ist aber anzumerken, dass solche berechneten Eliminationsraten stark zum Beispiel von der Auswahl der Spurenstoffe oder den nachgewiesenen Konzentrationen abhängen.

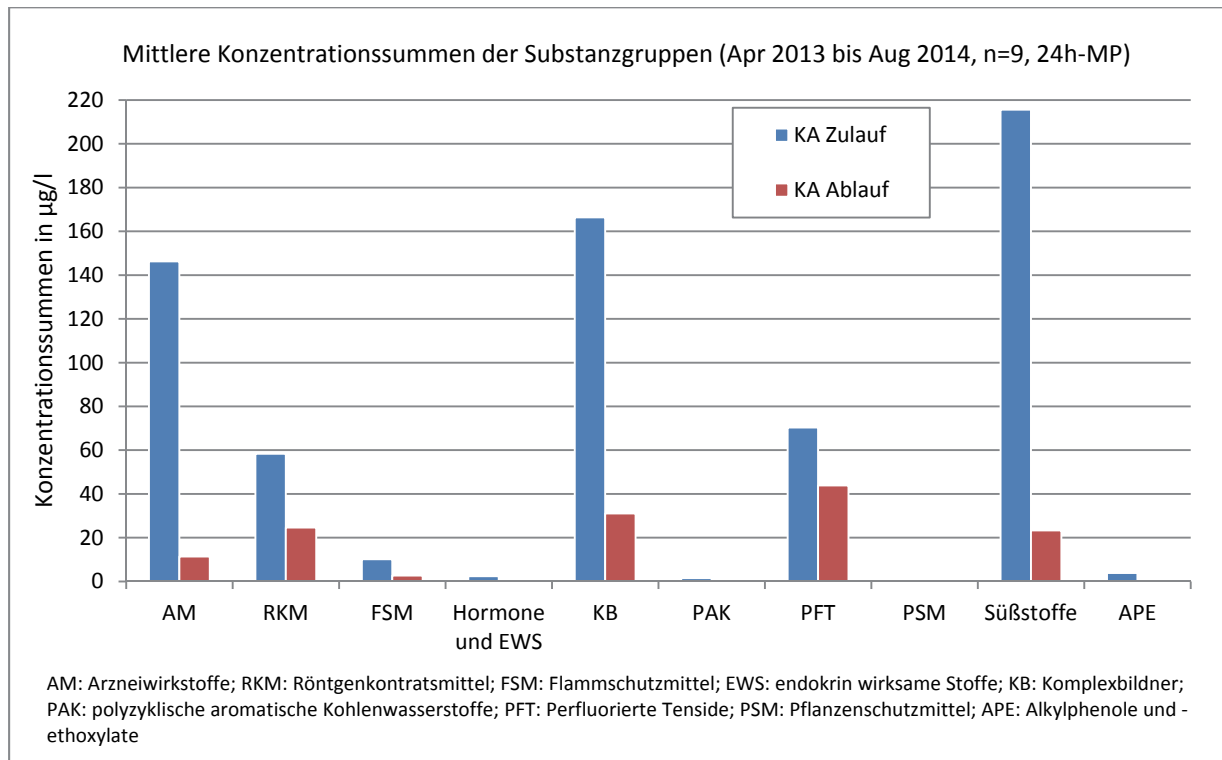


Abbildung 2-7: Mittlere Konzentrationssummen der gemessenen Substanzgruppen am Zu- und Ablauf der Kläranlage Dülmen vor Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe

Während bereits vor Kläranlagenablauf diverse Substanzgruppen im Gewässer gefunden werden, ist auch mit den oben dargestellten Eliminationsraten der Einfluss der Kläranlage auf den weiteren Gewässerverlauf deutlich zu erkennen (Abbildung 2-8). So steigen die Konzentrationssummen fast aller gemessenen Substanzgruppen im Gewässer in Folge der Kläranlageneinleitung. Neben den Konzentrationen im Kläranlagenablauf ist dies auch durch die nur geringfügige Verdünnungswirkung des Tiberbachs zu erklären. Das aufnehmende Gewässer hat im Trockenwetterfall vor der Kläranlage nur eine geringe Wasserführung, die unterhalb der Kläranlage maßgeblich vom Kläranlagenablauf geprägt wird.

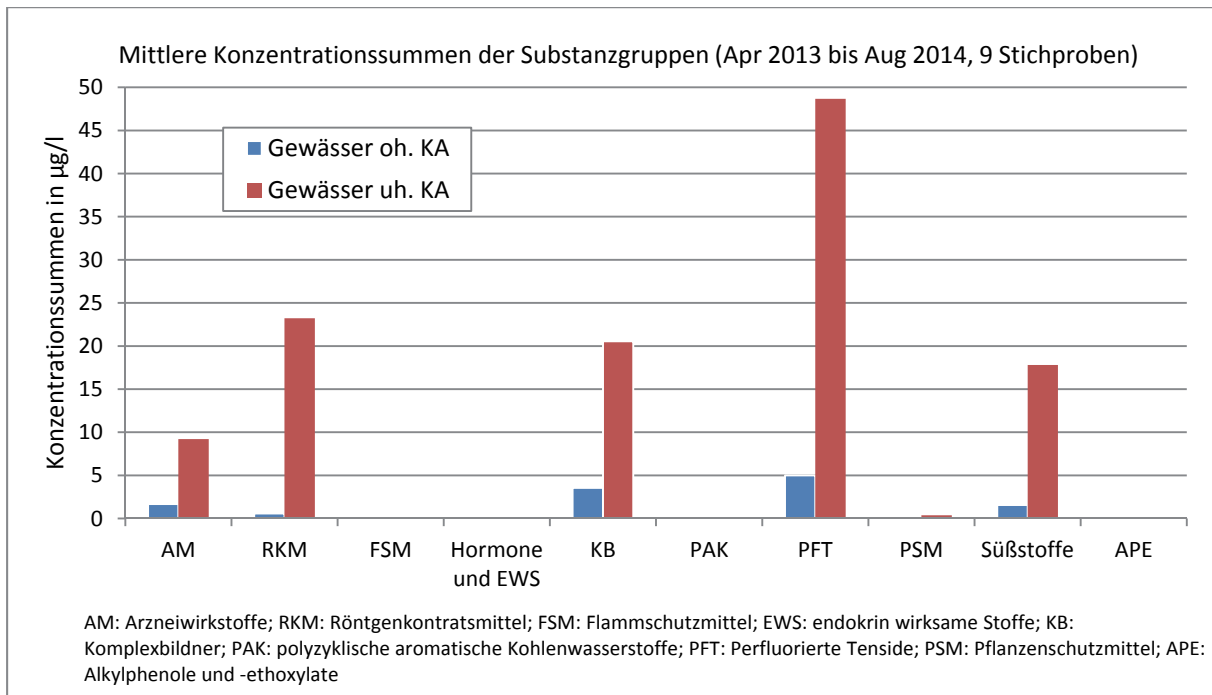


Abbildung 2-8: Mittlere Konzentrationssummen der gemessenen Substanzgruppen im Tiberbach ober- und unterhalb der Kläranlage Dülmen vor Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe

2.4 Eintrag und Elimination von Einzelsubstanzen

Mit Blick auf die Sensibilisierungsaktivitäten im Projekt DSADS in Dülmen lag der Fokus der Messungen insbesondere auf den Humanpharmaka, Röntgenkontrastmitteln sowie Hormonen und hormonell wirksamen Substanzen. Von diesen insgesamt 93 analysierten Einzelsubstanzen konnten die Daten von 35 Spurenstoffen ausgewertet werden.

Tabelle 2-1 gibt einen Überblick über die Einteilung der Einzelsubstanzen nach Konzentrationsklassen, die über BG am Zu- und Ablauf der Kläranlage gemessenen wurden. Für viele der betrachteten Antibiotika lagen die Konzentrationen am Zulauf der Kläranlage unter 0,3 µg/L. Viele weitere Substanzen liegen am Ablauf der Kläranlagen unter diesem Wert, der aus humantoxikologischer Sicht als Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) für viele Arzneimittelwirkstoffe wie Carbamazepin und Diclofenac im Trinkwasser gilt (UBA, 2015). Zu den Substanzen mit den gemessenen höchsten Konzentrationen im Rohabwasser – d.h. am Zulauf der Kläranlage - gehören Röntgenkontrastmittel (Iopamidol, Iopromid und Iohexol), Schmerzmittel (Paracetamol, Ibuprofen, Diclofenac), der Betablocker Metoprolol, das Antibiotikum Sulfapyridin sowie die Konservierungsmittel Methylparaben und Propylparaben, die in Arzneimitteln (aber auch in Kosmetika und Lebensmitteln) als antimikrobielle Substanzen eingesetzt werden. Die Konzentrationen von Iopamidol und Methylparaben am Kläranlagenzulauf liegen mit 47,8 µg/L und 55,8 µg/L um ein Vielfaches über den Messwerten der anderen Substanzen (vgl. Abbildung 2-9 und Tabelle 2-2). Die hohen Zahlenwerte für Iopamidol im Zulauf der Kläranlage im Vergleich zu den anderen gemessenen Röntgenkontrastmitteln weisen auf einen bevorzugten Einsatz dieses RKM in den im Einzugsgebiet angesiedelten Röntgeneinrichtungen hin. In anderen Gebieten kann dies anders sein (vgl. Arge TP 6, 2013: hier waren die Amidotrizoesäure und Iomeprol von größerer Bedeutung).

Tabelle 2-1: Konzentrationsklassen von Spurenstoffen im Zu- und Ablauf der Kläranlage

	KA Zulauf	KA Ablauf
Konzentration < 0,1 µg/L	Estron, Androstanolon	Triclosan, Estron, Ethylparaben, Propylparaben, Androstanolon, Estriol, Androsteron, Dehydroepiandrosteron, Ibuprofen, Salicylsäure, Paracetamol
Konzentration zwischen 0,1 und 0,3 µg/L	Roxithromycin, dh-Erythromycin, Trimethoprim, Erythromycin, Estriol	Roxithromycin, dh-Erythromycin, Trimethoprim, Erythromycin, Ritalinsäure, Atenolol, Ciprofloxacin, Bisphenol A, Naproxen, N4-Acetyl-Sulfamethoxazol, 2-Phenylphenol, Methylparaben
Konzentration zwischen 0,3 und 1,0 µg/L	Carbamazepin, Clarithromycin, Sotalol, Ritalinsäure, Triclosan, Atenolol, Ciprofloxacin, Bisphenol A, Androsteron, Dehydroepiandrosteron	Carbamazepin, Clarithromycin, Sulfapyridin, Sotalol, Sulfamethoxazol, Iopromid, Iohexol, Bezafibrat
Konzentration > 1,0 µg/L	Metoprolol, Sulfapyridin, Diclofenac, Amidotrizoesäure, Iopamidol, Sulfamethoxazol, Iopromid, Iohexol, Bezafibrat, Naproxen, Ethylparaben, N4-Acetyl-Sulfamethoxazol, 2-Phenylphenol, Propylparaben, Methylparaben, Ibuprofen, Salicylsäure, Paracetamol	Metoprolol, Diclofenac, Amidotrizoesäure, Iopamidol

Mittlere Konzentrationen über BG; n=9, 24h-MP zwischen April 2013 bis August 2014

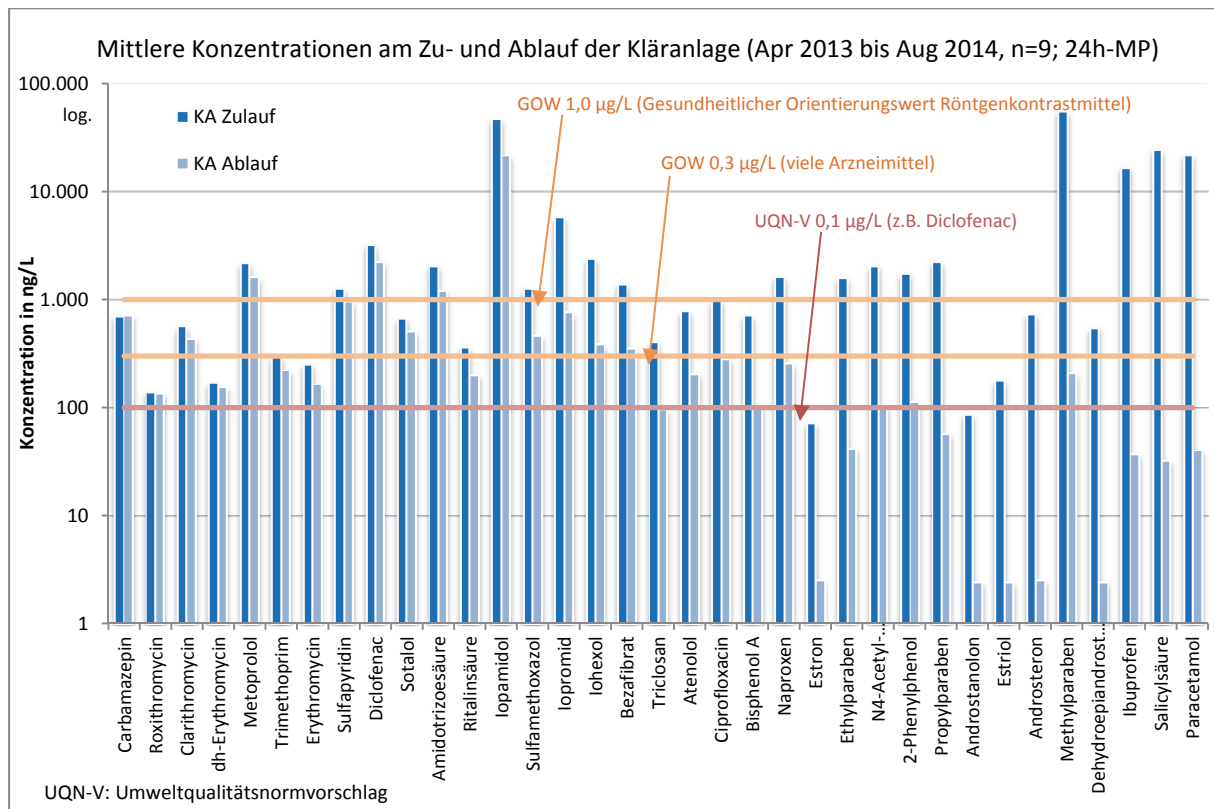


Abbildung 2-9: Mittlere Konzentrationen von Spurenstoffen am Zu- und Ablauf der Kläranlage

Am Ablauf der Kläranlage wurden für die RKM Iopamidol und Amidotrizoesäure sowie das Schmerzmittel Diclofenac und den Betablocker Metoprolol mittlere Konzentrationen über 1 µg/L gemessen. Für weitere Substanzen wie Antibiotika (Sulfapyridin, Sulfamethoxazol, Clarithromycin), den Betablocker Sotalol und das Antirheumatikum Carbamazepin lagen die mittleren Konzentrationen im Kläranlagenablauf über 0,3 µg/L.

Einige Substanzen mit vergleichsweise hohen Konzentrationen im Zulauf der Kläranlagen wurden im Kläranlagenablauf mit Konzentrationen < 0,3 µg/L (z.B. Naproxen) oder sogar < 0,1 µg/L (z.B. die

Schmerzmittel Ibuprofen und Paracetamol) gemessen. Bei einigen Substanzen zeigten sich im Zu- und Ablauf der Kläranlage fast gleiche Konzentrationen (z.B. Carbamazepin und Diclofenac).

Die Konzentration eines Spurenstoffs in einer Abwasserprobe kann von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden, wie von der Abwassermenge, Substanzeigenschaften (z.B. Persistenz, Abbaubarkeit im Kanal) oder von der Emissionssituation ins Kanalnetz (punktueller Eintrag aus einer Einrichtung oder diffuser Eintrag aus Haushalten).

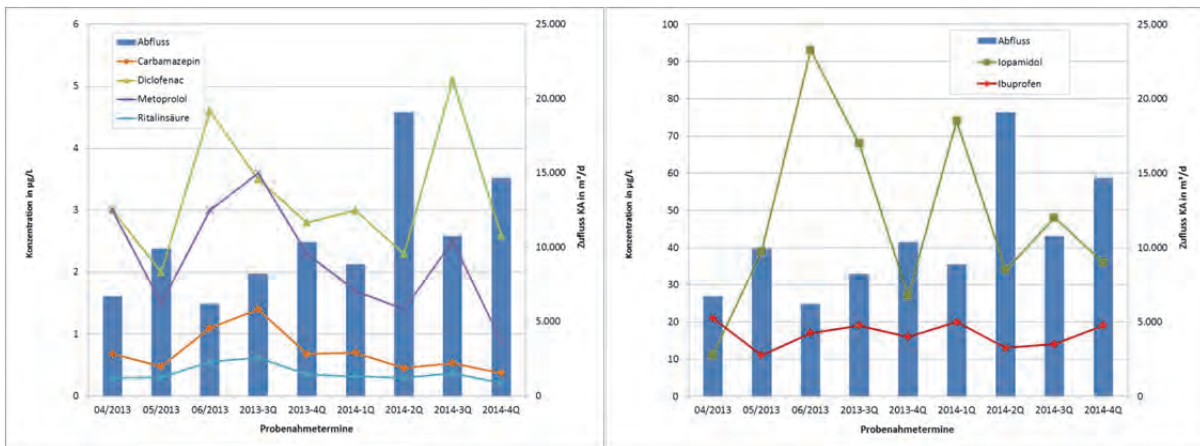


Abbildung 2-10: Konzentrationen von Spurenstoffen am Zulauf der Kläranlage an den Probenahmetagen

Je nach Substanz variieren die gemessenen Konzentrationen mehr oder weniger stark (Abbildung 2-10), wobei teilweise tendenziell niedrigere Konzentrationen bei höheren Abwassermengen zu verzeichnen sind. Erhöhte Abflüsse können bei konstanten Einträgen von persistenten Substanzen eine Verdünnung und damit geringere Konzentrationen zur Folge haben. Dies lässt sich gut für die Substanzen Iopamidol, Carbamazepin, Metoprolol in Abbildung 2-11 erkennen. Unabhängig von der Abwassermenge an den Probenahmetagen wird scheinbar eine gewisse Fracht an diesen Substanzen aus punktuellen Quellen (wie Krankenhäusern und Röntgenpraxen bei Iopamidol oder Alten- und Pflegeheimen bei Carbamazepin und Metoprolol) in die Kanalisation eingetragen, die mit höheren Abflüssen verdünnt wird.

Für einige Substanzen wie die Schmerzmittel Paracetamol (siehe Abbildung 2-11), Ibuprofen und Diclofenac (siehe Abbildung 2-12) scheinen hingegen die gemessenen Konzentrationen unabhängig von den Abwassermengen an den Probenahmetagen zu sein. Nur eine leichte Verdünnungswirkung ist festzustellen. Diese Humanpharmaka werden auch in Haushalten eingesetzt und diffus in das Kanalisationsnetz eingetragen. Die teilweise starke Streuung der Konzentrations- und Frachtwerte bei Paracetamol und Ibuprofen kann jedoch auf den Einfluss von punktuellen Einleitungen im Einzugsgebiet hinweisen, da diese Wirkstoffe zum Beispiel auch in Krankenhäusern intravenös verabreicht werden.

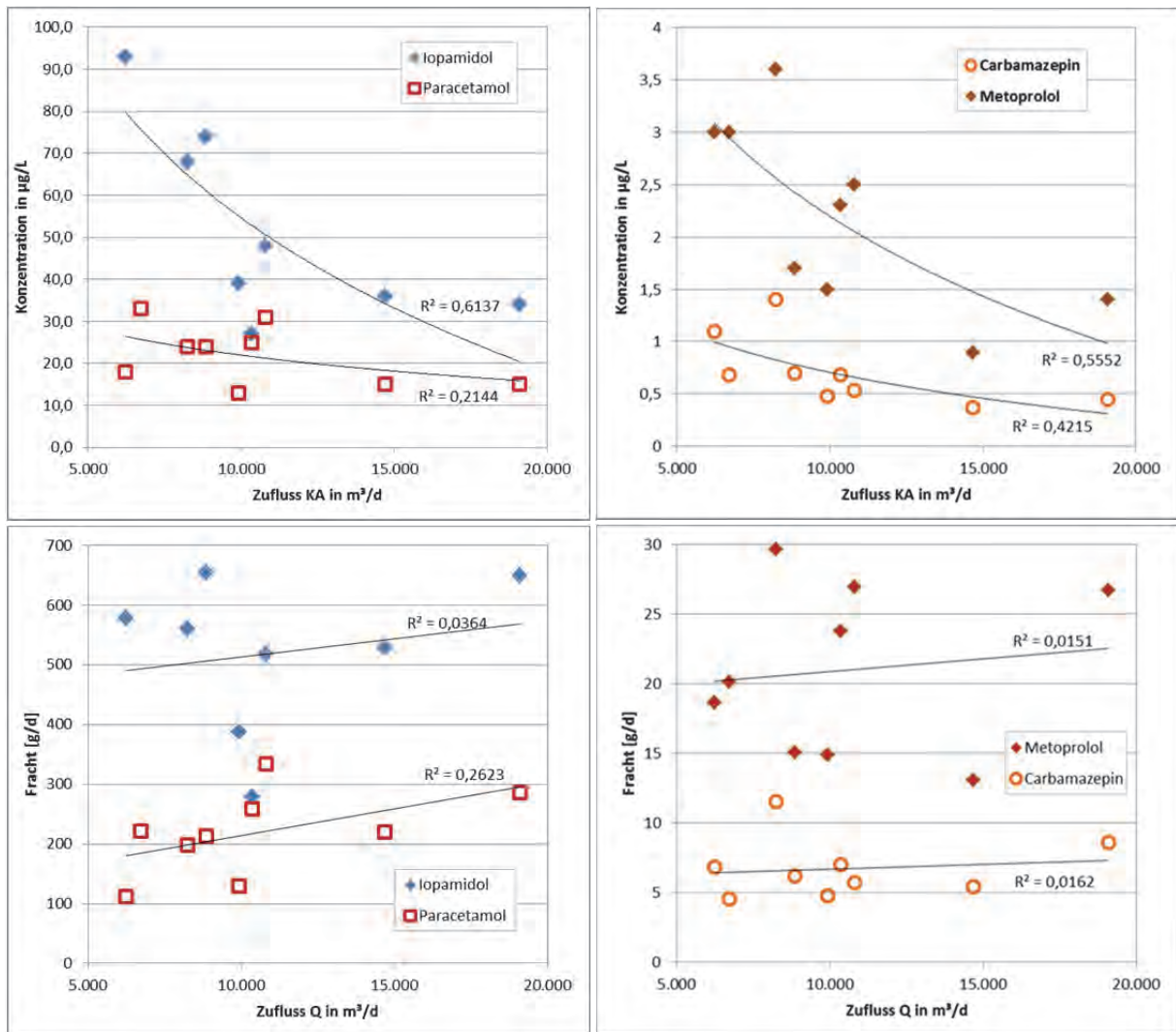


Abbildung 2-11: Konzentrationen (oben) und Frachten (unten) von verschiedenen Spurenstoffen am Zulauf der Kläranlage in Abhängigkeit der Abwassermenge

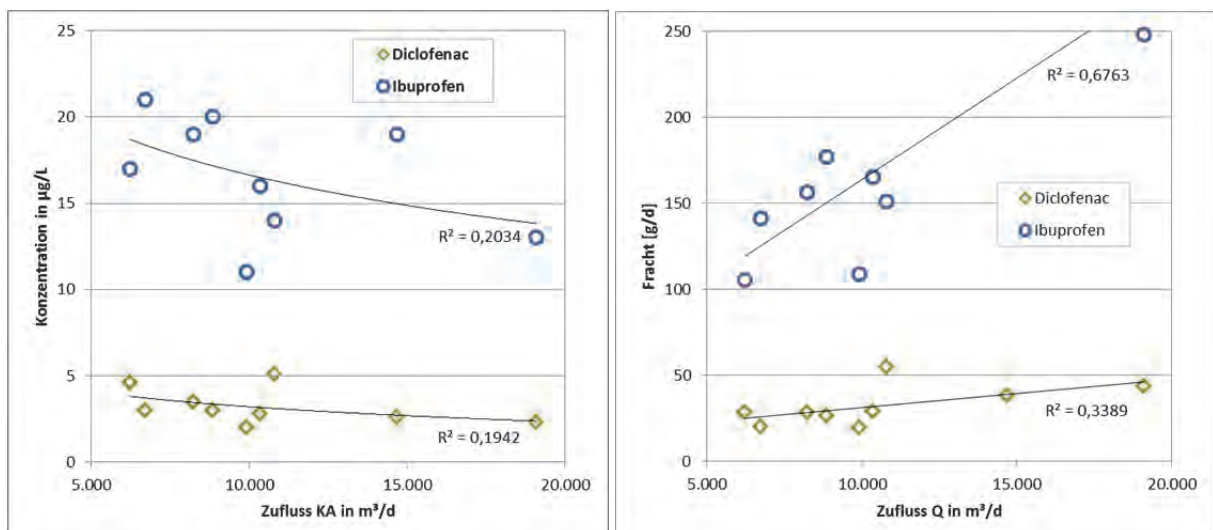
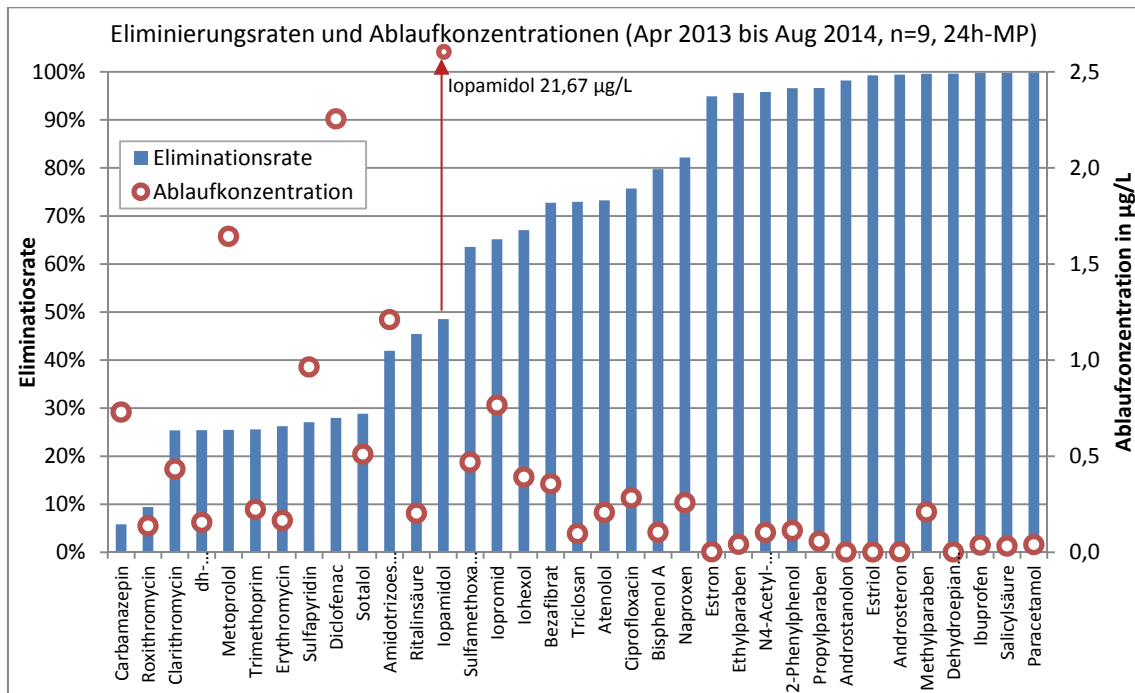


Abbildung 2-12: Konzentrationen (links) und Frachten (rechts) von Diclofenac und Ibuprofen am Zulauf der Kläranlage in Abhängigkeit der Abwassermenge

Grundsätzlich korrelieren die gemessenen niedrigen Konzentrationen von Substanzen im Kläranlagenablauf gut mit hohen Eliminationsraten der Kläranlage. Von den Substanzen, die trotz teilweise hoher Zulaufkonzentrationen mit niedrigen Konzentrationen im Kläranlagenablauf gemessen werden, liegen zum Großteil mittlere Eliminationsraten in der Kläranlage von über 80% vor (siehe Abbildung 2-13).

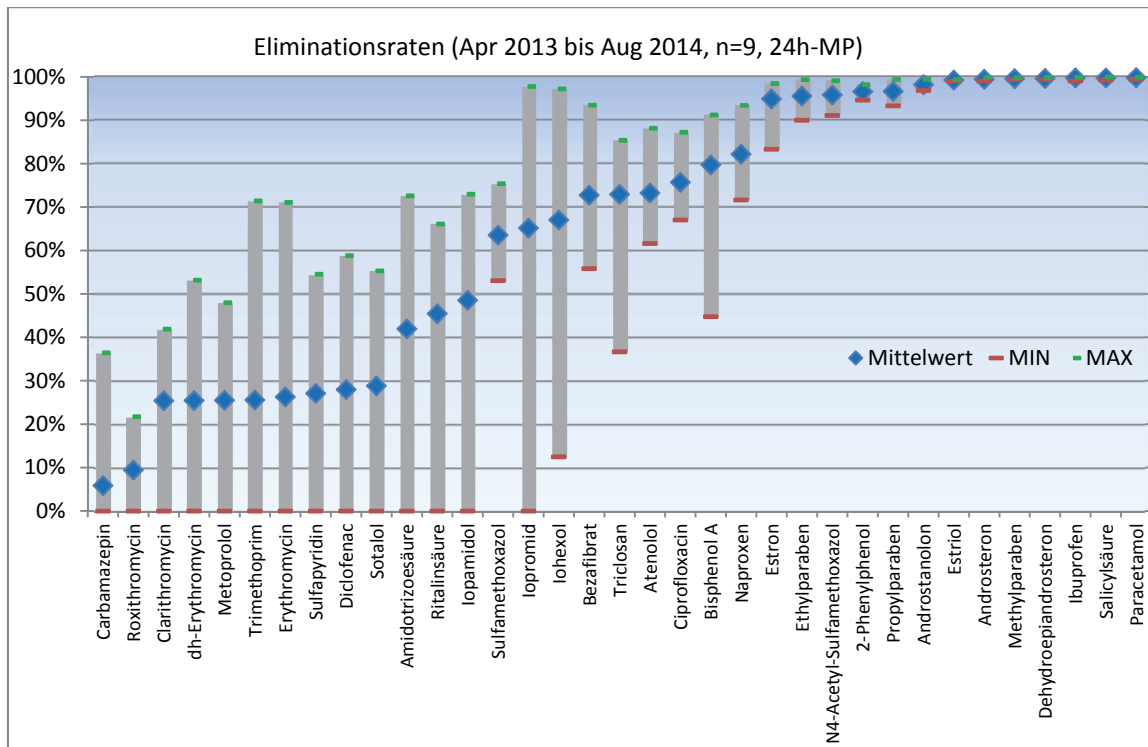


(Mittelwerte der jeweiligen Eliminationsraten der einzelnen Messkampagnen, wobei rechnerisch negative Werte nicht eingegangen sind. Mittelwerte berechnet aus mindestens 3 auswertbaren Messkampagnen)

Abbildung 2-13: Eliminierungsraten und Abflusskonzentrationen von Spurenstoffen in der konventionellen Kläranlage Dülmen

In Abbildung 2-14 sind die mittleren sowie die Spannweite der minimalen und maximalen Eliminationsraten der Einzelsubstanzen in der Kläranlage Dülmen im Probenahmezeitraum dargestellt. Die geringen Spannweiten der Eliminationsraten der Hormone und der Schmerzmittel Naproxen, Ibuprofen und Paracetamol weisen auf eine konstant gute Reinigungsleistung (von > 80%) der konventionellen Kläranlage bezüglich dieser Substanzen hin. Für andere Substanzen wie Röntgenkontrastmittel sowie einige Antibiotika, Betablocker und den Entzündungshemmer Diclofenac werden hingegen hinsichtlich der Eliminationsraten hohe Spannweiten gemessen.

In Tabelle 2-2 sind die berechneten Frachten Zu- und Abauffrachten für die gemessenen Substanzen zusammengestellt. Ebenfalls sind einwohnerspezifische Frachten unter Berücksichtigung der an die Kläranlage angeschlossenen Einwohnerzahl dargestellt, d. h. die rechnerisch ermittelte Menge einer Substanz, die jeder Einwohner pro Jahr in die Kläranlage abgibt und die dann die Kläranlage wieder verlässt. Es ist deutlich zu erkennen, dass eine beträchtlich Frachtreduzierung bezüglich einzelner Spurenstoffe mit vergleichsweise hohen Frachten im Rohabwasser (wie Methylparaben, Paracetamol, Salicylsäure und Ibuprofen) erreicht wird. Demgegenüber sind die Frachten von Wirkstoffen wie Carbamazepin oder Roxithromycin am Zu- und Ablauf der Kläranlage fast gleich.



(Mittelwerte der jeweiligen Eliminationsraten der einzelnen Messkampagnen, wobei rechnerisch negative Werte nicht eingegangen sind. Mittelwerte berechnet aus mindestens 3 auswertbaren Messkampagnen)

Abbildung 2-14: Eliminationsraten von Spurenstoffen in der konventionellen Kläranlage Dülmen

Tabelle 2-2: Mittlere Konzentrationen, Frachten und Eliminationsraten von Spurenstoffen auf der Kläranlage Dülmen

Parameter	KA Zulauf		KA Ablauf		Elimination ¹⁾
	Konz. µg/L	Fracht kg/a	Konz. µg/L	Fracht kg/a	
Carbamazepin	0,71	2,5	0,73	2,3	5,8%
Roxithromycin	0,14	0,4	0,14	0,4	9,4%
Clarithromycin	0,57	2,1	0,43	1,6	25,4%
dh-Erythromycin	0,17	0,5	0,16	0,4	25,4%
Metoprolol	2,21	7,7	1,64	5,7	25,5%
Trimethoprim	0,30	1,1	0,22	0,8	25,6%
Erythromycin	0,25	0,9	0,17	0,6	26,3%
Sulfapyridin	1,28	4,5	0,97	3,3	27,1%
Diclofenac	3,21	11,8	2,26	8,5	28,0%
Sotalol	0,68	2,5	0,51	1,8	28,8%
Amidotrizoesäure	2,05	7,1	1,21	4,1	42,0%
Ritalinsäure	0,37	1,3	0,20	0,7	45,4%
Iopamidol	47,78	171,5	21,67	88,3	48,5%
Sulfamethoxazol	1,28	4,3	0,47	1,6	63,6%
Iopromid	5,83	20,3	0,77	7,1	65,1%
Iohexol	2,43	10,1	0,39	3,3	67,1%
Bezafibrat	1,40	5,1	0,36	1,4	72,7%
Triclosan	0,40	1,5	0,10	0,4	73,0%
Atenolol	0,79	2,9	0,21	0,8	73,2%
Ciprofloxacin	0,99	3,4	0,28	0,8	75,7%
Bisphenol A	0,71	2,7	0,10	0,6	79,7%
Naproxen	1,62	5,9	0,26	1,1	82,2%
Estron	0,07	0,3	0,003	0,01	94,9%
Ethylparaben	1,59	4,9	0,04	0,2	95,6%

Parameter	KA Zulauf			KA Ablauf			Elimination ¹⁾
	Konz. µg/L	kg/a	mg/E·a ²⁾	Konz. µg/L	kg/a	mg/E·a ²⁾	
N4-Acetyl-Sulfamethoxazol	2,05	6,7	145,8	0,10	0,3	6	95,8%
2-Phenylphenol	1,74	6,7	144,9	0,11	0,2	5	96,6%
Propylparaben	2,26	9,4	204,7	0,06	0,3	7	96,6%
Androstanolon	0,09	0,3	6,4	0,002	0,01	0,1	98,2%
Estriol	0,18	0,7	16,1	0,002	0,01	0,1	99,3%
Androsteron	0,74	2,9	62,5	0,003	0,02	0,4	99,4%
Methylparaben	55,80	213,3	4.625,1	0,21	0,8	18	99,6%
Dehydroepiandrosteron	0,55	2,1	44,7	0,002	0,01	0,2	99,6%
Ibuprofen	16,67	62,2	1.348,8	0,04	0,1	3	99,8%
Salicylsäure	24,39	84,9	1.841,0	0,03	0,2	4	99,8%
Paracetamol	22,00	80,0	1.735,1	0,04	0,1	3	99,8%

¹⁾ Mittelwerte der jeweiligen Eliminationsraten der einzelnen 9 Messkampagnen; negative Werte nicht berücksichtigt.

Mittelwerte berechnet aus mindestens 3 auswertbaren Messkampagnen; 24h-MP zwischen April 2013 bis August 2014

²⁾ Bei einer Einwohnerzahl von rd. 46.000 (Stand 11/2014)

Neben der Darstellung der vorhandenen Belastungssituation der Kläranlage und des Gewässers mit Spurenstoffen vor der Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe sollten die Spurenstoffmessungen auch dazu dienen vor, eventuelle Effekte der Sensibilisierungskampagnen in Dülmen zu überprüfen. Bis zum Start der Sensibilisierungsaktivitäten April 2014, die bis Mitte 2015 dauerten, fanden sechs Probenahmenkampagnen statt. Nach Start der Sensibilisierung fanden drei weitere Probenahmenkampagnen statt. Wie auch oben beschrieben, unterliegen die gemessenen Konzentrationen und dadurch berechneten Frachten unterschiedlichen Einflussfaktoren und die gemessenen Spannweiten variierten teilweise sehr stark (siehe auch Abbildung 2-15 und Abbildung 2-16). Aussagen zu Effekten der Sensibilisierung in Dülmen auf die Spurenstoffkonzentrationen im Zulauf der Kläranlage waren basierend auf diesen Messungen nicht möglich. Mit diesen Messungen konnten jedoch Spurenstofffrachten im Kläranlagenablauf und im Gewässer vor der Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe gut dargestellt werden. Damit wurde eine gute Grundlage für die Bewertung der Pulveraktivkohlestufe mit Blick auf die Spurenstoffelimination geschaffen. Die Effekte der Sensibilisierung in Dülmen wurden über Haushaltsbefragungen und eine integrierte Wirkungsabschätzung ermittelt bzw. bewertet.

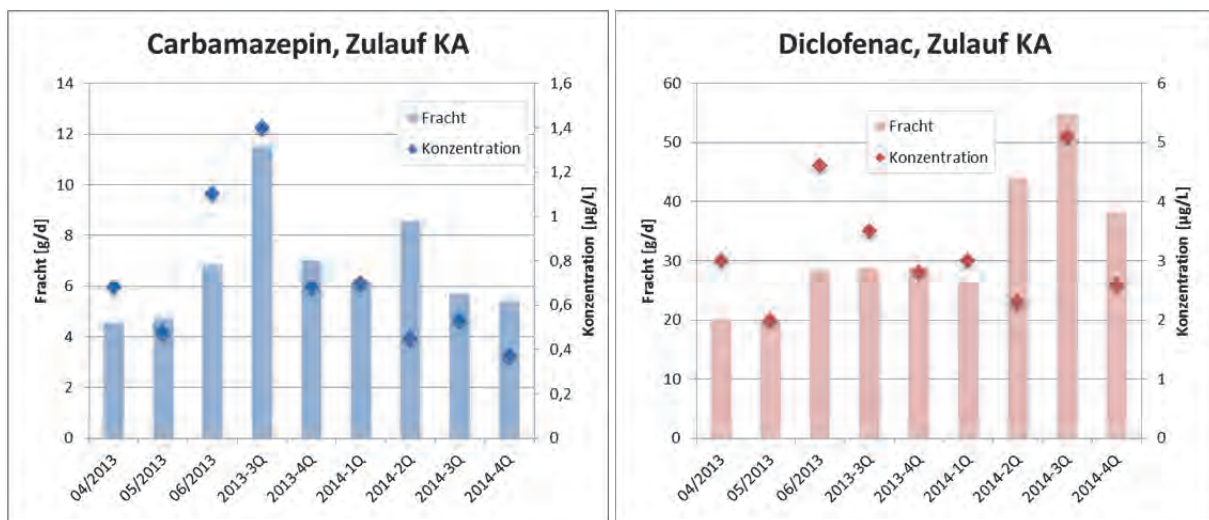


Abbildung 2-15: Frachten und Konzentrationen von Carbamazepin und Diclofenac im Zulauf der Kläranlage an den Probenahmetagen

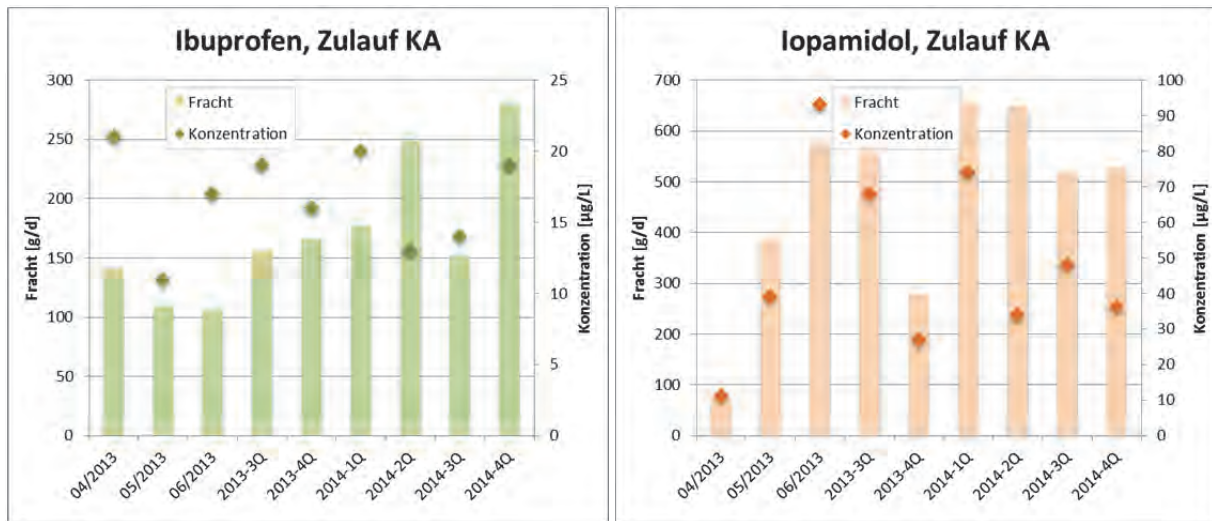


Abbildung 2-16: Frachten und Konzentrationen von Ibuprofen und Iopamidol im Zulauf der Kläranlage an den Probenahmetagen

2.5 Konzentrationen im Gewässer

In Abbildung 2-17 sind die mittleren Konzentrationen von verschiedenen Spurenstoffen im Tiberbach vor und nach der Kläranlageneinleitung dargestellt. Mit Ausnahme des Antibiotikumsmetaboliten dh-Eythromycin werden die Konzentrationen der gemessenen Substanzen über der Bestimmungsgrenze von der Kläranlageneinleitung beeinflusst. Für viele Arzneimittelwirkstoffe liegen die mittleren Konzentrationen im Gewässer auch unterhalb der Kläranlage unter dem Gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) von $0,3 \mu\text{g/L}$. Bis auf Iopamidol wird der GOW-Wert für Röntgenkontrastmittel von $1,0 \mu\text{g/L}$ von den gemessenen Röntgenkontrastmitteln unterschritten. Die Konzentrationen von einigen Arzneimittelwirkstoffen im Gewässer (wie Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Clarithromycin, Sulfapyridin und Carbamazepin) liegen unterhalb der Kläranlage teilweise deutlich - über $0,3 \mu\text{g/L}$. Der derzeit diskutierte Umweltqualitätsnorm-Vorschlag von $0,1 \mu\text{g/L}$ (Jahresmittelwert) für Diclofenac wird im Gewässer nach der Kläranlageneinleitung überschritten. Der Umweltqualitätsnorm-Wert wurde aus dem in ökotoxikologischen Untersuchungen erzielten niedrigsten NOEC-Wert von $1 \mu\text{g/L}$ und einem Sicherheitsfaktor von 10 abgeleitet (siehe Diclofenac EQS Dossier 2011, Schwaiger et al. 2004). Für die Erfolgskontrolle der errichteten Pulveraktivkohlestufe zur weitergehenden Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Dülmen sollten insbesondere die untersuchten Spurenstoffe betrachtet werden, deren Konzentrationen im Tiberbach nach der Kläranlageneinleitung über dem Schwellenwert von $0,1 \mu\text{g/L}$ (für Arzneimittelwirkstoffe) und $> 1,0 \mu\text{g/L}$ (für Röntgenkontrastmittel) lagen. Dabei kann auch auf einzelne Indikatorparameter zurückgegriffen werden, die stellvertretend für viele andere Substanzen herangezogen werden können (vgl. Jekel et Dott, 2013).

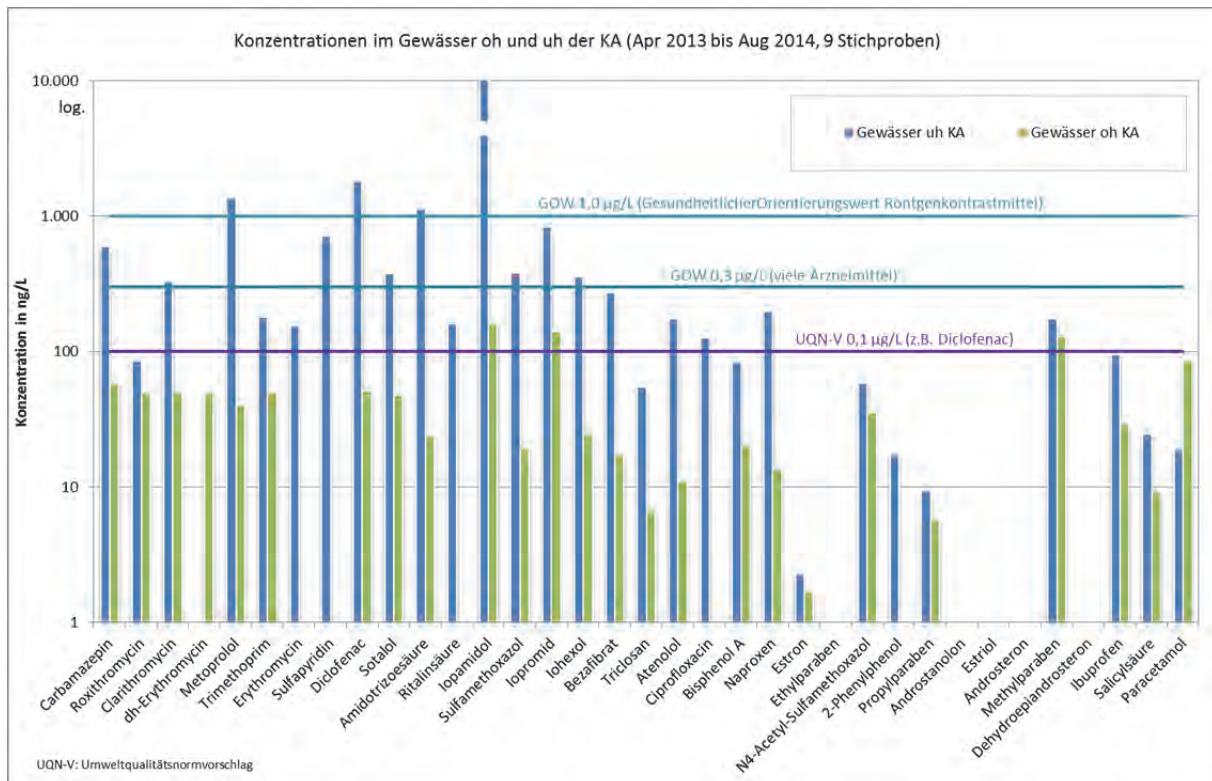


Abbildung 2-17: Mittlere Konzentrationen von Spurenstoffen im Tiberbach

2.6 Zusammenfassung der Messergebnisse

Um die vorhandene Belastungssituation der Kläranlage Dülmen und des Gewässers mit Spurenstoffen vor der Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe gut zu erfassen und ggf. die Effekte der Sensibilisierungskampagnen in Dülmen zu überprüfen, wurde eine breite Palette an Spurenstoffen in neun Gewässer- und Abwasserprobenahmekampagnen zwischen April 2013 und August 2014 untersucht.

Eine Überprüfung der Effekte der Sensibilisierungskampagnen in Dülmen war mittels dieser Messungen nicht möglich. Anhand dieser Untersuchungen konnten jedoch Spurenstofffrachten im Kläranlagenablauf und im Gewässer vor der Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe gut dargestellt werden. Damit wurde eine solide Grundlage für die Bewertung der Pulveraktivkohlestufe mit Blick auf die Spurenstoffelimination geschaffen.

Viele der 211 untersuchten Spurenstoffe waren bei allen Probenahmetagen im Rohabwasser (insgesamt 124 Substanzen, darunter 46 Medikamentenwirkstoffe) bzw. im Gewässer unterhalb der Kläranlageneinleitung (139 Substanzen, darunter 54 Medikamentenwirkstoffe) nicht nachweisbar. Neben Pflanzenschutzmitteln wurden auch einige Arzneistoffe und RKM ebenfalls im Gewässer oberhalb der Kläranlage nachgewiesen. Dies kann neben diffusen Einträgen auch durch Einleitungen aus Mischwasserüberläufen bedingt sein.

Von den im Zulauf der Kläranlage nachgewiesenen Spurenstoffen (67 Spurenstoffe, darunter 33 Medikamentenwirkstoffe) wurden die höchsten Konzentrationen für Süßstoffe, Komplexbildner, Arzneistoffe und Röntgenkontrastmittel gemessen.

Von den weiter betrachteten 35 Spurenstoffen lagen vergleichsweise die höchsten Konzentrationen im Zulauf der Kläranlage für Röntgenkontrastmittel, Schmerzmittel, Betablocker und Konservierungsmittel (auch als antimikrobielle Substanzen in Arzneimitteln eingesetzt) vor. Die Konzentrationen von Iopamidol im Abwasser waren um ein Vielfaches höher als die der anderen Röntgenkontrastmittel.

Über den Probenahmezeitraum konnte eine hohe Reduzierung der Gesamtfracht der gemessenen Spurenstoffe durch die konventionelle Abwasserreinigung in der Kläranlage Dülmen ermittelt werden. Grund hierfür ist, dass einige Substanzen wie Methylparaben sowie die Schmerzmittel Paracetamol und Ibuprofen mit vergleichsweise hohen Frachten im Rohabwasser weitestgehend in der Kläranlage eliminiert wurden.

Für die meisten der 35 weiteren untersuchten Spurenstoffe lagen die mittleren Konzentrationen im Gewässer unterhalb der Kläranlage unter dem Gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) für viele Arzneiwirkstoffe im Trinkwasser von $0,3 \mu\text{g/L}$. Bis auf Iopamidol wird der GOW-Wert für Röntgenkontrastmittel von $1,0 \mu\text{g/L}$ von den Röntgenkontrastmitteln unterschritten. Die Konzentrationen von einigen Arzneimittelwirkstoffen im Gewässer (wie Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Clarithromycin, Sulfapyridin und Carbamazepin) lagen unterhalb der Kläranlage über $0,3 \mu\text{g/L}$.

3 Biologische Untersuchungen – Makrozoobenthos

Im Rahmen des Projektes DSADS sollte in einer biologischen Begleitforschung untersucht werden, ob sich durch die Inbetriebnahme des Kohleaktivfilters zur Elimination von Spurenstoffen die biologische Situation im Tiberbach verbessert. In einem ersten Schritt wurde dafür die aktuelle biologische Gewässergüte des Tiberbachs vor der Inbetriebnahme des Aktivkohlefilters erfasst. Es erfolgte eine Probenahme der bodenbewohnenden Wirbellosengemeinschaft (Makrozoobenthos, Abk.: MZB) am 29.04.2013 im Tiberbach oberhalb und unterhalb der Kläranlage. Durch den Vergleich der Lebensgemeinschaften kann der aktuelle Einfluss der Kläranlage beschrieben und die Wirkung von Belastungsfaktoren auf die Lebensgemeinschaft erfasst werden.

3.1 Methode der biologischen Untersuchungen

Für die hier durchgeführte Untersuchung des Makrozoobenthos wurden an den beiden Stellen im Tiberbach Verfahren nach EG-WRRL angewendet. Dazu wurde das Makrozoobenthos standardisiert nach dem deutschen Bewertungsverfahren PERLODES besammelt (Multi-Habitat-Sampling; www.fließgewaesserbewertung.de, Stand 10/2012), bestimmt (Bestimmungsniveau nach operationeller Taxaliste) und die ökologische Zustandsklasse mit den Modulen „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“ mittels der Bewertungssoftware ASTERICS 3.3.1 bewertet.

Ablauf der Bewertung nach PERLODES: Für die Probenahme werden zunächst alle vorkommenden Habitate (Substrattypen) im Bereich der Probestelle kartiert und nach ihrem prozentualen Anteil (insgesamt 20 Teilproben mit jeweils 5%-Substratanteil bzw. Habitatanteil pro Teilprobe) mit einem Shovel-Sampler definierter Größe besammelt (Multi-Habitat-Sampling). Das Makrozoobenthos wird im Labor möglichst bis zur Art bestimmt und die absolute Individuenanzahl ermittelt. Der Saprobienindex (= Modul „Saprobie“, organische Verschmutzung“) und die morphologische Situation (=Modul „Allgemeine Degradation“, Strukturqualität) werden mit dem ASTERICS-Verfahren berechnet und ausgewertet.

Die Berechnung der „Allgemeinen Degradation“ erfolgt anhand von drei bis vier unterschiedlichen „Core-Metrics“ (hier Gewässertyp 19 = drei): Der „Faunaindex“ beschreibt die Auswirkungen der morphologischen Degradation auf die Biozönose des untersuchten Gewässerabschnitts. Ein hoher Metric-Wert steht für einen großen Anteil an Tieren mit hohen Ansprüchen an die Gewässerstruktur im betrachteten Gewässertyp und damit eine anspruchsvolle, typspezifische und naturnahe Makrozoobenthosgemeinschaft. „EPT“ ist ein weiterer Metric, der den prozentualen Anteil der Ephemeroptera (Eintagsfliegen), Plecoptera (Steinfliegen) und Trichoptera (Köcherfliegen) an der Gesamtartenzahl beschreibt. Ein hoher Wert steht für meist wenig gestörte, strukturreiche Gewässer, die eine hohe Artenzahl aus diesen vorwiegend anspruchsvollen Insektengruppen aufweisen; mit zunehmender Störung nimmt diese Zahl ab. Als dritten relevanten Metric zieht man die Anzahl der „Trichoptera-Taxa“ (Köcherfliegen-Arten bzw. Gattungen) zur Bewertung heran. Auch hier steht ein hoher Wert für ungestörte, strukturreiche Gewässer mit hoher Diversität an Arten und Habitaten; der Wert nimmt mit steigender Beeinträchtigung ab. Die Ergebnisangabe erfolgt nach dem in Tabelle 3-1 dargestellten 5-stufigen System.

Tabelle 3-1: Die fünf Bewertungsklassen nach WRRL und ihre Bezeichnung

Zustandsklasse	1	2	3	4	5
Bezeichnung	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
Farbe	blau	grün	gelb	orange	rot

3.2 Probenahmestellen für die biologischen Untersuchungen

Die zwei Untersuchungsstellen sind in Abbildung 3-1, Fotos (Anlage 2) und die Angaben in Tabelle 3-2 dokumentiert.

Tabelle 3-2: Die Probenahmestellen der Untersuchung

Stellen Nr.:	Bezeichnung	Gewässertyp	Rechtswert	Hochwert
Stelle 1	RÜB Dülmen-Tiberbach uh./ KA Dülmen oh	19	2587527	5742937
Stelle 2	KA Dülmen uh.	19	2587525	5742964

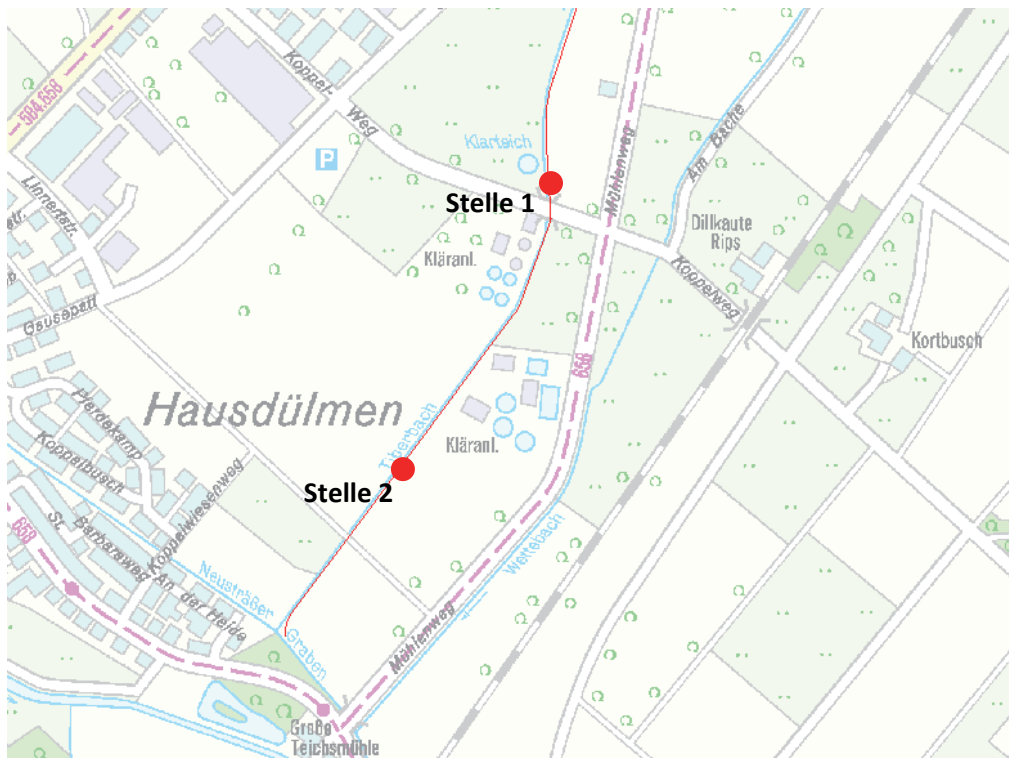


Abbildung 3-1: Probenahmestellen im Tiberbach für die biologischen Untersuchungen

An der *Probenahmestelle 1* war der Tiberbach ungefähr einen Meter breit und weniger als 10 cm tief mit einem gestreckten Verlauf. Das vorherrschende Substrat am Gewässergrund war Sand mit erheblichen Anteilen an Uferpflanzen (Gras). Grobes Geröll, Schotter, mineralischer Schlamm und Grobdetritus waren untergeordnet vorhanden. Der Uferbewuchs bestand aus Gras und Hochstauden (Brennnesseln). Somit war der Tiberbach hier größtenteils unbeschattet. In diesem Abschnitt fällt der Bach in trockenen Sommern regelmäßig trocken. Unterhalb der Kläranlage Dülmen, *Probenahmestelle 2*, fand sich ein anderes Bild. Zwar war auch hier das Ufer überwiegend mit Gras und Brennnesseln bewachsen und das Gewässer völlig unbeschattet, jedoch war der Tiberbach hier

ca. drei Meter breit und ca. 30 cm tief. Vorherrschendes Substrat war grobes Geröll, das fast vollständig von Algen, Blütenpflanzen und Moosen überwachsen war. Faulschlamm konnte im gesamten Gewässer nicht nachgewiesen werden, jedoch waren die Steinunterseiten zum Teil schwarz, was auf Reduktionserscheinungen hindeutete.

3.3 Ergebnisse der biologischen Untersuchungen und Bewertung

Die Bewertung der Untersuchungsstellen am Tiberbach nach den aktuellen Verfahren der WRRL für die aquatische Qualitätskomponente Makrozoobenthos erfolgte anhand der vorgefundenen Arten oder höheren Taxa für die organische Belastung (Saprobienindex; Modul „Saprobie“) und die sonstige Überformung (v. a. Gewässermorphologie; Modul „Allgemeine Degradation“). Das Modul „Allgemeine Degradation“ gibt definitionsgemäß neben einer Bewertung des gewässermorphologischen Zustandes anhand des Makrozoobenthos auch Hinweise auf sonstige Störungen („Allgemeine Degradation“).

Tabelle 3-3: Bewertung der Untersuchungsstellen am Tiberbach anhand des Makrozoobenthos (Perloides-/Asterics-Verfahren, Version 3.3.1)

Probenahmestelle	Modul						Ökologische Zustandsklasse (Makrozoobenthos)
	Saprobie		Allgemeine Degradation				
	Saprobienindex	Qualitätsklasse	Faunaindex	EPT[%]	Trichoptera-Taxa	Qualitätsklasse	
Stelle1	2,50 (24)	mäßig	mäßig (0,583)	mäßig (21%)	schlecht (1)	unbefr.	unbefr.
Stelle2	2,78 (46)	mäßig	schlecht (-0,043)	schlecht (10%)	unbefr. (3)	schlecht	schlecht

Probenahmestelle 1: Tiberbach vor der Kläranlage Dülmen; Probenahmestelle 2: Tiberbach Unterhalb der Kläranlage Dülmen

Aus beiden Modulen wird nach dem worse case-Prinzip die ökologische Zustandsklasse abgeleitet (hier nur bezogen auf das Makrozoobenthos). Die Bewertung erfolgt gemäß den Vorgaben der EG-WRRL gewässertypspezifisch. Die Ergebnisse zur ökologischen Zustandsklasse und zu beiden Modulen finden sich in Tabelle 3-3. An beiden Stellen wurde für die Berechnung und Bewertung des Tiberbaches laut Gewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens (LUA Merkblatt Nr. 36, 2002) der Gewässertyp 19, „Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern“ zu Grunde gelegt.

Für die *Probenahmestelle 1* (oberhalb der Kläranlage) ergab sich eine Bewertung des saprobiellen Zustandes (Modul Saprobie) von „mäßig“. Der Saprobienindex lag hier bei $S = 2,50$ mit einer Abundanzsumme von $A_i = 24$. Die *Probenahmestelle 2* (unterhalb der Kläranlage) zeigte mit einem Saprobienindex von $S = 2,78$ und einer Abundanzsumme von $A_i = 46$ ebenfalls den „mäßigen“ Zustand.

Die Bewertung der morphologischen und sonstigen Überformung (Modul „Allgemeine Degradation“) ergab für die *Probenahmestelle 1* für den Gewässertyp 19 die Bewertung „unbefriedigend“. Hierbei fiel besonders das geringe Vorkommen von Eintags-, Stein- und Köcherfliegen (Core-Metric „EPT“ = 21 %) sowie die niedrige Anzahl der Trichoptera-Taxa (Anzahl 1) auf, die einem nur „mäßigen“ bzw. „schlechten“ Ergebnis entsprachen. Auch der Faunaindex (0,583) erreichte hier nur den „mäßigen“ Zustand. Der Faunaindex steht für den Anteil an Tieren mit hohen Ansprüchen an die

Gewässerstruktur. Ein Wert nahe 1 beschreibt eine anspruchsvolle, typspezifische und naturnahe MZB-Lebensgemeinschaft für den Gewässertyp. Unter Berücksichtigung der Module „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“ erreichte die *Probenahmestelle 1* oberhalb der Kläranlage insgesamt nur den „unbefriedigenden“ ökologischen Zustand. Unterhalb der KA Dülmen, an der *Probenahmestelle 2*, beschrieb der Faunaindex mit einem Wert von -0,043 den „schlechten“ Zustand. Zusammen mit dem geringen Anteil an Eintags-, Stein- und Köcherfliegen (10% = „schlecht“) erreichte der Bachabschnitt zusammenfassend den „schlechten“ ökologischen Zustand. Auch hier war die Anzahl der Köcherfliegen für ein Niedrigungsgewässer mit nur drei nachgewiesenen Arten sehr gering und spiegelte somit nur den „unbefriedigenden“ Zustand wider. Unterhalb der Kläranlage Dülmen erreichte der Tiberbach durch das „schlechte“ Ergebnis im Modul „Allgemeine Degradation“ insgesamt nur den „schlechten“ ökologischen Zustand (Qualitätskomponente Makrozoobenthos).

3.4 Zusammenfassende Bewertung des Gewässerzustands

Der Tiberbach hat im einen Meter schmalen Oberlauf an der Probenahmestelle 1 nur eine geringe Wasserführung und unterscheidet sich wesentlich in der Struktur von der Probenahmestelle 2 unterhalb der KA Dülmen. Die Untersuchung des Bachabschnittes oberhalb der Kläranlage zeigt eine „unbefriedigende“ ökologische Zustandsklasse (Qualitätskomponente Makrozoobenthos). Gründe für diese Bewertung können das zeitweise Austrocknen des Gewässers, die unbefriedigende Gewässerstruktur (z.B. kein als Puffer wirkender Uferstrandstreifen vorhanden), das RÜB und diffuse Belastungen aus dem Einzugsgebiet der Probestelle sein. Unterhalb der Kläranlage Dülmen (Probenahmestelle 2) verbreitert sich der Bach auf ca. drei Meter bei einer Tiefe von 30 cm. Der Hauptanteil des Wassers im Bach wird nun durch den Kläranlagenablauf bestimmt. Anhand der biologischen Untersuchung konnte unterhalb der Kläranlage nur noch ein „schlechter“ ökologischer Zustand bezüglich der Qualitätskomponente Makrozoobenthos ermittelt werden. Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Probenahmestellen, erkennt man, dass die Kläranlage einen deutlich negativen Einfluss auf die Lebensgemeinschaft hat, wobei der negative Einfluss auf das Modul „Allgemeine Degradation“ stärker ist (Klassensprung von „unbefriedigend“ auf „schlecht“) als auf die Saprobie (kein Klassensprung). Der Einfluss der Kläranlage auf das Gewässer ist in erster Linie indirekt begründet. Das Abflussverhalten und die Sohlensubstrate unterhalb und oberhalb der Kläranlage unterscheiden sich deutlich voneinander. Unterhalb der Kläranlage ist der Abfluss deutlich erhöht und vereinheitlicht, es ist keine Strömungsvariabilität mehr vorhanden und die Substrate bestehen aus naturfernem grobem Geröll; Sand als natürliches Substrat fehlt völlig. Im Gegensatz dazu spiegeln oberhalb der Kläranlage die sandige Gewässersohle und die vorhanden Pflanzenbestände im Gewässer eine gewisse Natürlichkeit wider. Auf den direkten Einfluss der Kläranlage weisen teilweise schwarze Steinunterseiten hin, welche zeitweise organische Belastungen bzw. geringe Sauerstoffkonzentrationen im Gewässer indizieren. Es ist auch darauf hinzuweisen, dass an beiden Probenahmestellen durch die starke Sonneneinstrahlung und die bis an den Gewässerrand intensiv genutzte landwirtschaftliche Fläche eine Algenbildung im Gewässer beobachtet werden konnte (unterhalb der Kläranlage ausgeprägter als oberhalb). Diese kann die Lebensgemeinschaft eines Gewässers durch stark schwankende Sauerstoffgehalte und erhöhte Zersetzungsprozesse belasten.

Die biologischen Ergebnisse nach WRRL zeigen somit, dass die Lebensgemeinschaften der bodenbewohnenden Wirbellosen (Insekten, Schnecken, Muscheln, Würmer u.a.) im Tiberbach an den beiden untersuchten Probenahmestellen von mehreren Belastungsfaktoren negativ beeinflusst werden. Die Inbetriebnahme einer Pulveraktivkohlestufe zur Elimination von Spurenstoffen wird

unter den gegebenen Belastungen keinen Einfluss auf den biologischen Zustand des Tiberbachs im Sinne der EG-WRRL haben. Zuerst ist die organische Belastung des Gewässers zu beheben, d.h. Ergebnis SI „gut“. Dann sollte das strukturelle Defizit behoben werden, d.h. Ergebnis Fauna-Index „gut“. Dies gilt für die beiden untersuchten Probestellen. Erst wenn die letztgenannten Voraussetzungen erfüllt sind, ließe sich untersuchen, ob die Elimination von Medikamentenrückständen einen weiteren positiven Effekt auf die Lebensgemeinschaft der bodenbewohnenden Wirbellosen (Makrozoobenthos) hat.

Es wird davon ausgegangen, dass der Betrieb der Pulveraktivkohlestufe mit Abscheidung der Aktivkohle in einem Flockungsfilter zu einer Reduzierung der organischen und Nährstoffbelastung durch die Kläranlage führen wird. Der an den Tiberbach angrenzende Acker bringt sicherlich über Düngemittel Nährstoffe ins Wasser, die zu vermehrtem Pflanzenwachstum und darüber dann auch zur organischen Belastung führen. Hier wäre als erste Maßnahme, die im Sinne der Reduzierung der Nährstoffbelastung und der strukturellen Defizite wirkt, die Anlage eines breiten Ufer- bzw. Pufferstreifens notwendig.

4 Ökotoxikologische Voruntersuchungen

Beim Betrieb einer Pulveraktivkohlestufe zur gezielten Elimination von Spurenstoffen könnten trotz anschließender Flockungsfiltrationsstufe Pulveraktivkohlepartikel in das Gewässer gelangen und dort von Organismen aufgenommen werden. Um die ökotoxikologische Relevanz von feinsten Aktivkohlepartikeln in Fließgewässern abschätzen zu können, soll deren Auswirkung auf Wasserorganismen über verschiedene Ansätze untersucht werden. Ferner sollte vor der Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe auf der Kläranlage Dülmen eine Vorabuntersuchung von Proben bzw. Organismen aus dem Tiberbach erfolgen. Die Ergebnisse sollen als Referenz für spätere Untersuchungen nach Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe dienen.

Die Untersuchungen umfassten insgesamt:

- Untersuchung des Gewässersediments und der Gewässerorganismen
- Biomarkeruntersuchungen nach Exposition mit Pulveraktivkohle (PAK) unter kontrollierten Versuchsbedingungen im Labor an verschiedenen, im Einzugsgebiet vorkommenden Organismen.
- Test des Effekts von PAK in standardisierten ökotoxikologischen Testverfahren (Daphnientest, MariETT).

4.1 Untersuchung des Gewässersediments und der Gewässerorganismen

Ziel hier war es, direkte ökotoxikologische Veränderungen im Fließgewässer durch mögliche Effekte des geklärten Abwassers der Kläranlage Dülmen vor Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe festzustellen. Hierzu wurden Sediment- und Organismenproben im Tiberbach entnommen. Nachfolgend erfolgte ein Screening von Biomarkern unterschiedlicher Organismen/Ernährungstypen (*Gammarus pulex*, *Pisidium* sp., Oligochaeten) und eine Aufnahme der Belastung des Gewässers durch Metalle.

Insgesamt wurden fünf Probestellen ausgewählt, von denen sich drei im Tiberbach befinden: eine Probestelle unmittelbar an der Einleitungsstelle der Kläranlage (P0) und zwei Probestellen flussabwärts der Einleitung (P2 und P3), eine Vergleichsstelle (V) lag stromaufwärts vor dem Kläranlageneinlauf und die fünfte Probestelle (P3) im Tiberbach, dem Neusträsser Graben (Abbildung 4-1). Die Probestellen sind in Abbildung 4-1 eingezeichnet. Die Probestellen V, P2 und P3 wurden am 29.04.2013 beprobt, die Probestelle P0 und P1 am 08.05.2013.

An allen Probestellen wurden Sedimentproben entnommen. Eine Beprobung für Oligochaeten und *Pisidium* sp. wurde vorgenommen, leider ergab sich trotz intensiver Suche weder für die Gruppe der Oligochaeten noch für die Muscheln genügend Probematerial, um weitere Analysen durchführen zu können, daher konnte lediglich die vorkommende Amphipodenart *Gammarus pulex* untersucht werden.



Abbildung 4-1: Probestellen im Tiberbach (V, P0 bis P2) und im Neusträßer Graben (P3).

4.1.1 Sedimentanalysen

Bei einer einfachen Aufsummierung der - wie oben dargestellt - ermittelten Sedimente der Probestellen sollten diese zum einen hinsichtlich der Korngrößenzusammensetzung, zum anderen auf die Metallgehalte in der Sand- und der Tonschluff- Fraktion untersucht werden.

Nach der Entnahme aus dem Gewässer wurden die Sedimentproben in Polyethylenbeuteln ins Labor transportiert und bei 105° C für ca. 24 Stunden in offenen Porzellanschalen getrocknet. Die Proben wurden dann über Siebe verschiedener Maschenweiten in Fraktionen mit Korngrößen kleiner 0,063 mm (Ton/Schluff), 0,063 bis 2 mm (Sand) und >2 mm aufgetrennt. Ergebnisse der Korngrößenfraktionierung sind in Tabelle 4-1 ersichtlich.

Tabelle 4-1: Anteile der Sand- sowie der Ton- und Schlufffraktion der Sedimentproben an den verschiedenen Probestellen

Probestelle	Anteil Sand an der Gesamtprobe (%)	Anteil Ton/Schluff an der Gesamtprobe (%)
V (Vergleichsstelle Tiberbach)	88,6	1,9
P0 (Einleitung in Tiberbach)	54,7	1,7
P1 (Tiberbach)	88,7	0,4
P2 (Tiberbach)	79,9	0,9
P3 (Neusträßer Graben)	97,9	1,4

Alle Probestellen waren stark sandgeprägt, die Fraktion betrug bei fast allen Probestellen 80% und mehr. Auffällig ist nur die Probestelle P0, an der das Wasser der Kläranlage eingeleitet wird, da hier der Anteil der Korngrößen >2 mm einen viel stärkeren Anteil annahm als an den anderen Stellen, so

dass die Sandfraktion einen Anteil von ca. 55% an der Gesamtprobe hatte. In diesem Bereich direkt nach der Einleitung in den Bach werden vermutlich die kleineren Fraktionen aus weggespült.

Im Anschluss an die Korngrößenfraktionierung wurden jeweils Aliquote der Sand- sowie der Ton/Schlufffraktion in einer Wolframcarbid Mühle auf eine Korngröße von ca. 50 µm gemahlen. Jeweils ca. 4 g der gemahlene Proben wurden mit ca. 0,9 g eines neutralen Wachses versetzt und zu Tabletten verpresst. Diese wurden im Anschluss einer Analyse mittel Röntgenfluoreszenz (RFA, Spectro-X-Lab 2000, Spectro Analytical Instruments) unterzogen. Von jeder Probestelle wurden (soweit genügend Probematerial vorhanden war) jeweils 3 Sandaliquote und 3 Ton/Schluffaliquote analysiert. Die sich ergebenden Messwerte können in Tabelle 4-1 eingesehen werden.

Zur Beurteilung der Belastung der Sedimente wurde ein Literaturabgleich mit mehreren Quellen durchgeführt. Zum einen wurden die gemessenen Konzentrationen der Ton/Schlufffraktion mit geologischen Hintergrundkonzentrationen (publiziert in Turekian & Wedepohl, 1961; siehe auch Anhang 1 in Anlage 3) verglichen. Im Vergleich zu diesen lagen die Konzentrationen von Ni und V im Bereich des geologischen Hintergrundwertes, so dass hier kein anthropogener Einfluss vermutet werden kann. Die Konzentrationen von Cd, Pb und Zn überschritten an allen Probestellen die geologischen Hintergrundwerte. Alle übrigen Metalle überschritten die geologischen Hintergrundwerte an mehreren Probestellen. Anhand des Bewertungssystems für Sedimente der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1998) lässt sich die Metallbelastung in Schadensklassen einteilen. Nach diesem Bewertungsschema (siehe Anhang 2 in Anlage 3) gilt die Vergleichsstelle aufgrund der hohen Cd-Gehalte als hoch belastet (siehe Tabelle 2). Nach Kläranlagenzufluss geht die Belastung im Sediment allerdings zurück. Das Sediment im Neusträßer Graben ist immer noch deutlich belastet (Cd). Für alle anderen Metalle liegt hier aber eine nur noch leichte bis moderate Belastungssituation vor.

Die Umweltqualitätsnormen nach Wasserrahmenrichtlinie wurden für alle in diesen Untersuchungen gemessenen Metalle eingehalten.

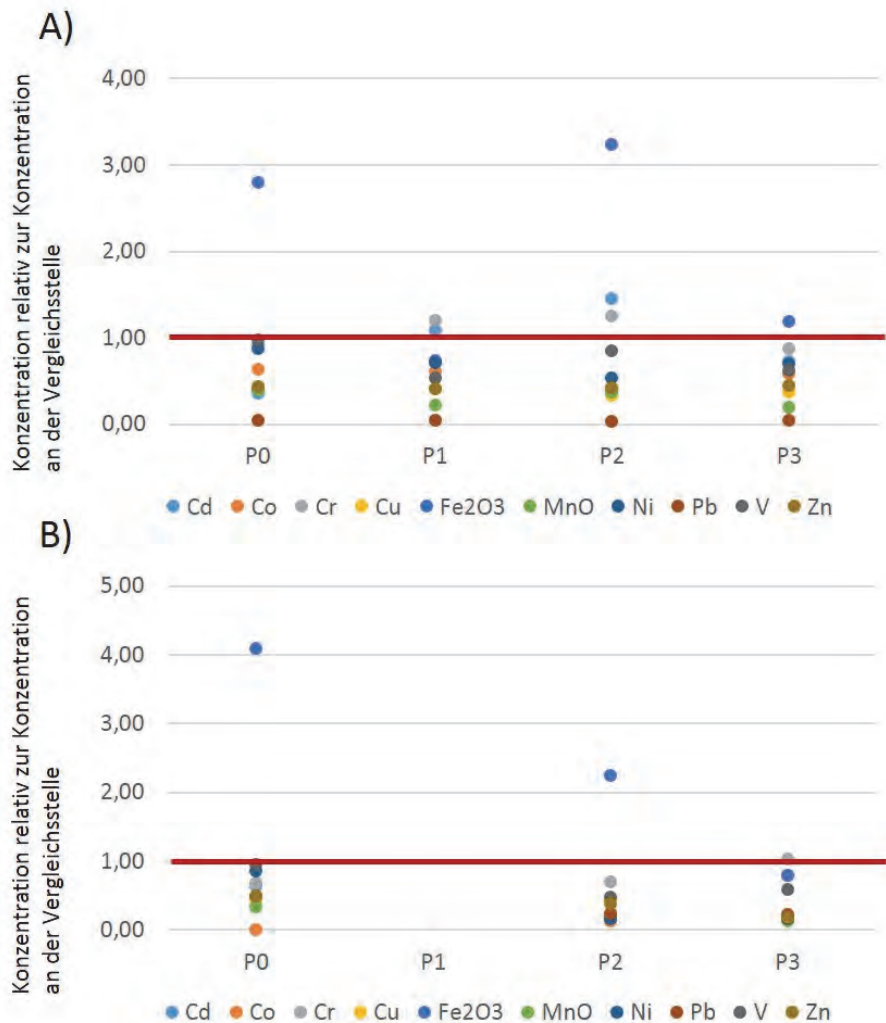
Tabelle 4-2: Metallkonzentrationen bzw. Anteile in der Sand-, sowie in der Ton- und Schlufffraktion.

Element	V	Cr	MnO	Fe ₂ O ₃	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Einheit	µg/g	µg/g	%	%	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
Sandfraktion										
V	14,5	21,6	0,03	0,97	287	6,2	18,2	105	1,1	159
P0	14,2	19,9	0,012	2,73	183	5,4	7,7	45,7	0,4	7,1
P1	7,7	25,9	0,007	0,71	175	4,4	7,5	43,2	1,2	7,1
P2	12,4	27,1	0,012	3,16	105	3,3	6,0	43,8	1,6	6,4
P3	9,1	18,8	0,006	1,16	167	4,3	6,7	47,6	0,8	7,4
Ton/Schluff Fraktion										
V	83	135,3	0,264	4,9	113	59	130	744	6,6	113
P0	79,6	91,5	0,087	20	<16	50,2	57	366	4,2	55,8
P1										
P2	39,2	96,0	0,057	10,95	15,7	9,7	55,3	286	2,6	28,1
P3	48,3	139	0,036	3,85	89,2	9,2	27,9	138	1,2	25,4

Medianwerte aus der Analyse von drei Aliquoten; Farbliche Hinterlegung entspr. der Belastungseinstufung nach LAWA (1998), sofern vorhanden (siehe Anlage 3)

Sehr stark Hoch Erhöht Deutlich Moderat Leicht Keine

Um eine übersichtliche Darstellung zum Verlauf der Metallkonzentrationen der Sedimentproben in Fließrichtung zu gewährleisten, wurden die Analyseergebnisse der Probestellen P0 bis P3 in Relation zu den Ergebnissen für die Vergleichsstelle gesetzt und in Abbildung 4-2 dargestellt. Dabei stellt der Wert 1 das Ergebnis der Metallgehalte an der Vergleichsstelle dar. Werte oberhalb von 1 liegen somit über dem Vergleichswert, Werte unterhalb von 1 kennzeichnen Probestellen mit Metallgehalten, die unterhalb dem Vergleichswert lagen.



(Median aus 3 Aliquoten) in der Sandfraktion (A) und der Ton- und Schlufffraktion (B). Der Wert 1 entspricht der Konzentration (Median aus 3 Aliquoten) an der Vergleichsstelle. Der Ton/Schluffanteil an Probestelle 1 war zu gering um eine Analyse vornehmen zu können.

Abbildung 4-2: Metallkonzentrationen in Relation zur Vergleichsstelle

4.1.2 Biomarkermessungen in Gammaridenproben im Freiland

Zunächst wurden die gesammelten Gammariden im Labor auf Artniveau identifiziert. Es handelte sich ausschließlich um Gammariden der Art *Gammarus pulex*. Anschließend wurden die Organismen homogenisiert und für die Analyse verschiedener Biomarker vorbereitet. Als allgemeine Marker für Stress und Proteinschädigung geschädigter Zellen wurden Stressproteine (HSP70) mittels Western-Blot bestimmt. Reaktive Sauerstoffspezies werden z.B. unter Schadstoffeinfluss, erhöhter

metabolischer Aktivität und dem Einfluss allgemeiner Stressfaktoren verstärkt gebildet. Derartige Effekte sollten mittels der Bestimmung der Aktivität von Katalase und der Rate der Lipid-Peroxydation ermittelt werden. Allgemeine Hinweise auf einen verstärkten Schadstoffmetabolismus sollte die Aktivität der Glutathion-S-Transferase geben. Die Ergebnisse können in Abbildung 4-3 eingesehen werden.

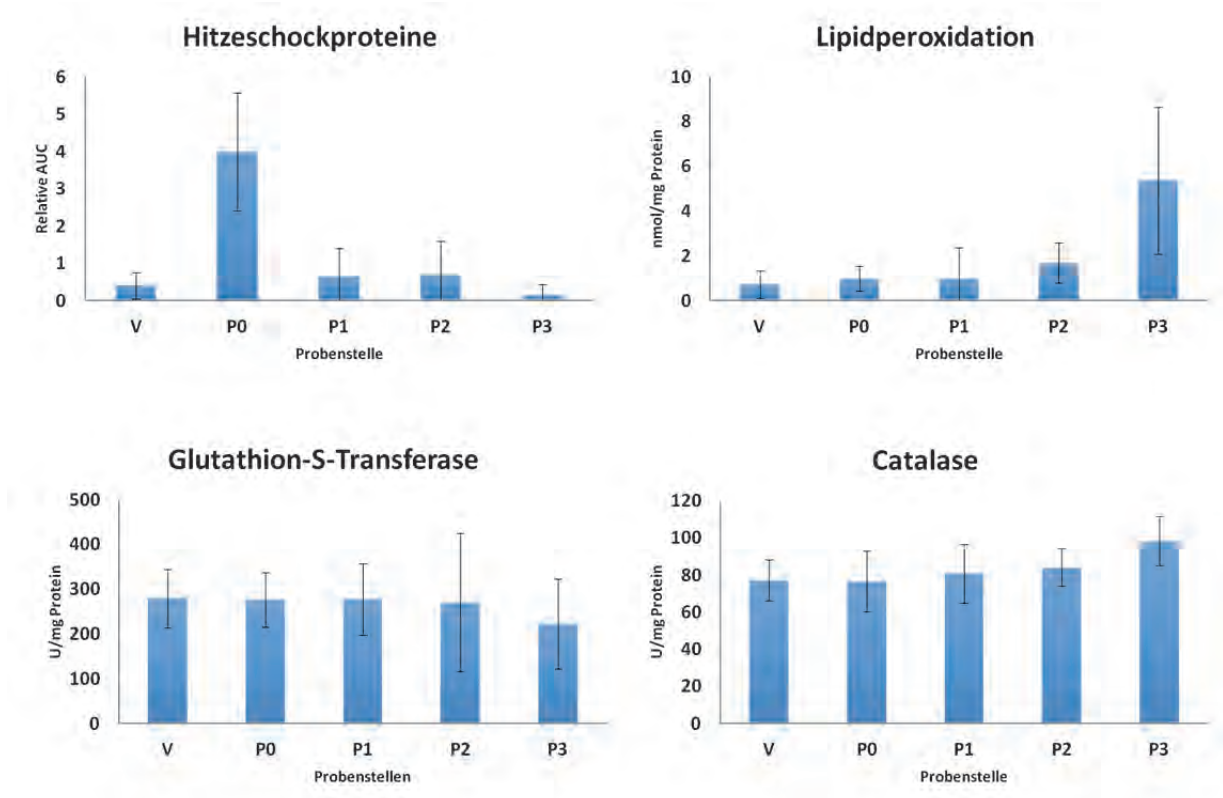


Abbildung 4-3: Ergebnisse der Biomarkeruntersuchungen für *Gammarus pulex* aus dem Tiberbach und dem Neusträßer Graben

Gammariden aus dem Tiberbach wiesen vor und direkt nach dem Kläranlageneinlauf ähnliche Werte für die Lipidoxidation, Glutathion-S-Transferase, sowie Katalase auf. HSP70 hingegen zeigten bei den Gammariden, die direkt am Kläranlageneinlauf genommen wurden, eine Erhöhung um Faktor 10 gegenüber den Tieren der Vergleichsstelle, was auf die Anwesenheit von nicht näher zu spezifizierenden Stressfaktoren hinweist, die direkt oder indirekt zur Schädigung von Proteinen führen. Auffällig waren auch die erhöhten Werte der Lipidperoxydation bei den Tieren aus dem im Neusträßer Graben (P3) im Vergleich zu den Proben aus dem Tiberbach. Ebenso war an dieser Stelle die GST-Aktivität der Tiere leicht herabgesetzt und die Aktivität der Katalase geringfügig gesteigert.

4.2 Untersuchungen nach Exposition mit Pulveraktivkohle

4.2.1 Biomarkeruntersuchungen unter kontrollierten Versuchsbedingungen

Ziel des Versuches war es, die Wirkung der Pulveraktivkohle (PAK) auf die oben untersuchten im Gewässer vorhandenen Organismen unter kontrollierten Bedingungen im Labor zu analysieren, um im Freiland eventuell auftretende Änderungen von Biomarkerantworten nach Einbau der Pulveraktivkohleanlage bereits vorab beurteilen zu können.

Zunächst wurde das Versuchsdesign entwickelt, wobei das Handling der PAK untersucht sowie die Herstellung einer gleichmäßigen Suspension im Medium und repräsentativer Verdünnungen optimiert wurde. Geplant waren zwei Versuche mit zwei Organismengruppen (Gammariden und Muscheln). Dabei gab es zunächst Probleme, die aus dem Tiberbach entnommenen Gammariden im Labor zu halten, da bei diesen Tieren bereits nach kurzer Zeit eine ungewöhnlich hohe Sterblichkeit auftrat. So wurde der Versuch zum Einfluss von PAK auf *Gammarus pulex* zweimal vorbereitet und angesetzt, musste aber jeweils nach wenigen Tagen aufgrund der hohen Mortalitätsraten wieder abgebrochen werden. Erfolgreich durchgeführt wurde ein Expositionsversuch mit der Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha*. Dabei wurden vier verschiedene Expositionsansätze gewählt und jeweils 70 Dreikantmuscheln mit 0 mg/L, 0,2 mg/L, 2 mg/L und 20 mg/L PAK für 70 Tage exponiert. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 4-4 ersichtlich.

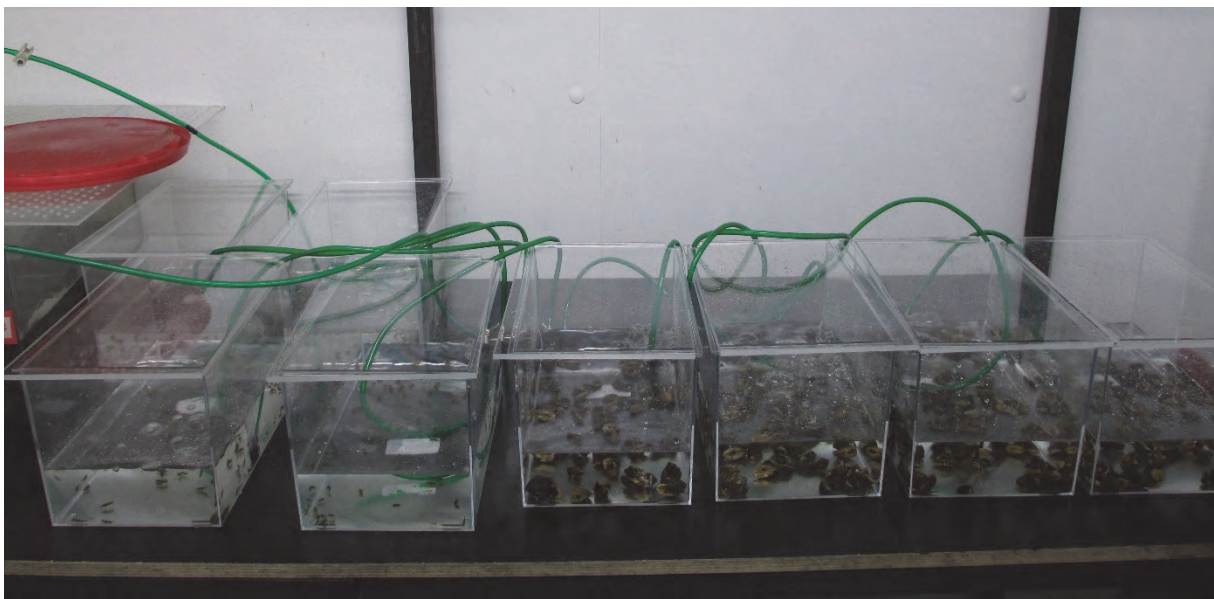


Abbildung 4-4: Versuchsaufbau zur Exposition von *Gammarus pulex* und *Dreissena polymorpha* mit unterschiedlichen Aktivkohlekonzentrationen.

Jeweils 10 Individuen der Dreikantmuscheln wurden an den Expositionstagen 0, 14, 28, 49 und 70 aus jedem Versuchsansatz entnommen, um die Kinetik der Biomarkerantworten untersuchen zu können. Analysiert wurde die Induktion von Stressproteinen (HSP70) nach Exposition der Gammariden. Zur Auswertung wurde ein Verfahren gewählt, in dem die Hitzeschockantwort nach Western-Blot und SDS-Page durch eine Antikörperreaktion nachgewiesen werden konnte.

Die Auswertung der HSP70 erfolgte semi-quantitativ. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4-3 dargestellt.

Es zeigte sich, dass die Muscheln bereits auf die Haltungsbedingungen mit einer geringen Induktion von HSP70 reagierten (siehe Kontrollgruppe). Jedoch konnte ein klarer Effekt bei den Tieren nachgewiesen werden, die Konzentrationen ab 2 mg/L Aktivkohle ausgesetzt waren. Dies lässt auf eine Stressreaktion der Muscheln bei erhöhter Aktivkohlekonzentration im Wasser schließen. Eine Kinetik im Versuchszeitraum konnte durch die qualitative Analyse nicht nachgewiesen werden. Allerdings ist diese nicht auszuschließen und müsste durch quantitative Analysen untersucht werden. Diese konnten im Rahmen dieses Projektes aus Kapazitätsgründen nicht durchgeführt werden.

Tabelle 4-3: Semi-quantitative Auswertung der Stressproteininduktion nach Aktivkohle-Exposition zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Experiment

Expositions-konzentration	Vor Expositionsbeginn	14 Tage	28 Tage	49 Tage	70 Tage
0 mg/L		+	0	+	+
0,2 mg/L		+	+	+	+
2 mg/L	- bis +	++	++	++	++
20 mg/L		++	++	++	++

mit: -: kein erkennbares Signal, 0: ein gerade noch erkennbares Signal, +: schwaches Signal, ++: starkes Signal

4.2.2 Ökotoxikologische Untersuchungen

Begleitend zu den Versuchen mit den an den Probestellen gesammelten Arten wurden standardisierte ökologische Testverfahren durchgeführt, um das ökotoxikologische Potenzial der Aktivkohle abschätzen und mit anderen Stoffen vergleichen zu können. Dazu wurden drei verschiedene Tests durchgeführt: Ein Zelltoxizitätstest und zwei Tests mit wirbellosen Organismen. In diesen Tests wurde die potentielle akute Toxizität der Aktivkohle untersucht.

Zelltoxizitätstest

Die Zelltoxizität der Pulveraktivkohle wurde mittels eines Neutralrot-Retentionstests analysiert. Dazu wurde eine Leberzelllinie von Regenbogenforellen genutzt (Rainbow trout liver cells Waterloo 1 – kurz: RTL-W1). Dieser Vitalitätstest beruht auf der Aufnahme des wasserlöslichen, leicht basischen Farbstoffes Neutralrot in die Lysosomen intakter Zellen. Schädigungen der Zellmembran und der lysosomalen Membran resultieren in einer verringerten Farbstoffretention während eines Waschvorganges, die mittels einer photometrischen Messung bestimmt werden kann. Die Ergebnisse der photometrischen Messung der mit Aktivkohle exponierten Zellen wurden mit den Ergebnissen der Messungen nicht exponierter Zellen (negativ Kontrolle) und den Ergebnissen der Messungen einer zu 100% zelltoxischen Referenzsubstanz (3,5-DCP) verglichen.

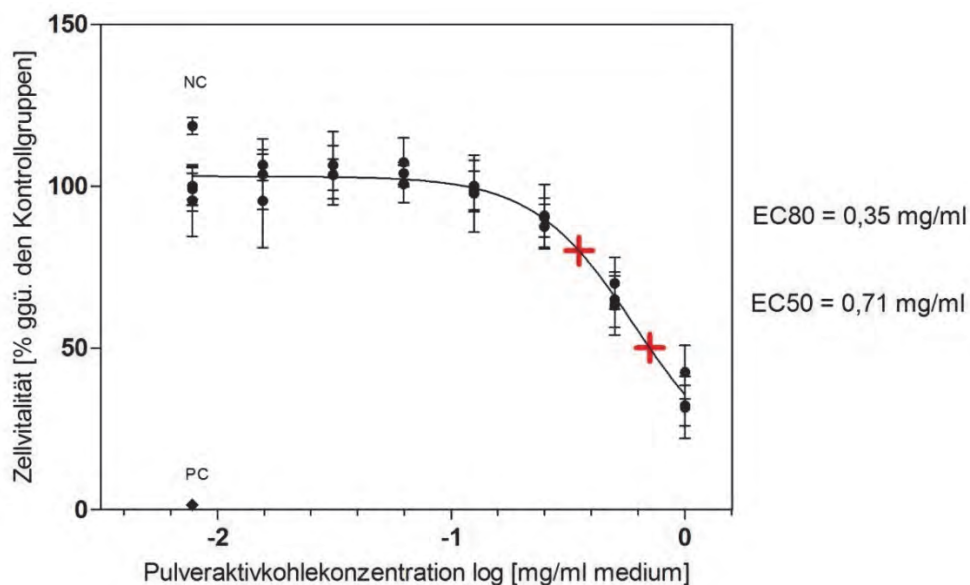


Abbildung 4-5: Zelltoxizität der Pulveraktivkohle auf eine Leberzelllinie der Regenbogenforelle im Neutralrot Retentionstest

Der Versuch wurde dreimal unabhängig voneinander durchgeführt und der EC₅₀-Wert nach 48 stündiger Exposition aus dem Mittelwert der drei Messungen ermittelt. Abbildung 4-5 zeigt exemplarisch eine Dosis-Wirkungskurve, die sich für alle drei Versuche stark ähnelte. Die mittlere EC₅₀ wurde bei einer Konzentration von 0,7 mg/L Pulveraktivkohle erreicht.

Daphnientoxizitätstest

Der Daphnientoxizitätstest wurde in Anlehnung an die Richtlinien DIN ISO 6341 und OECD 202 durchgeführt. Anders als in den Richtlinien beschrieben, war es allerdings nicht möglich, den Endpunkt Mortalität auszuwerten. Dazu hätte untersucht werden müssen, ob die als immobil erkannten Tiere noch einen Herzschlag aufweisen oder nicht. Dies ist normalerweise aufgrund der Transparenz der Tiere relativ einfach feststellbar. Aufgrund der Trübung der Testlösungen sowie der Anreicherung der Aktivkohlepartikel an und in den Tieren, war dies jedoch nicht möglich. Von daher beschränken sich die Ergebnisse auf den Endpunkt Immobilität.

Zunächst wurde dazu ein Rangefinding-Test durchgeführt, der Aufschluss über den Konzentrationsbereich geben sollte, in dem akute toxische Effekte auf *D. magna* auftraten. Die Tiere wurden für 24 h und 48 h verschiedenen Konzentrationen der PAK ausgesetzt und im Anschluss auf eine mögliche Immobilität hin untersucht. Der Test ergab, dass ab einer Konzentration von 10 mg/L Effekte auf die Mobilität der Tiere festgestellt werden konnten. Die weiteren Toxizitätstest zur Ermittlung der EC₅₀ -Werte fanden dann in einem Konzentrationsbereich von 1 mg/L bis 320 mg/L statt. Das Ergebnis ist in Abbildung 4-6 dargestellt.

Sowohl nach 24 als auch nach 48 Stunden konnten bis zu einer Konzentration von einschließlich 32 mg/L keinerlei Effekte auf die Mobilität der Tiere durch die Aktivkohle festgestellt werden. Ab einer Konzentration von 100 mg/L zeigten sich jedoch insbesondere nach einer Expositionszeit von 48 Stunden sehr starke Effekte. 60% der Tiere konnten sich zu diesem Zeitpunkt nicht mehr bewegen. Eine graphische Auswertung der Testergebnisse ergibt eine Effektkonzentration (EC₅₀, 48 Stunden) von 90 mg/L.

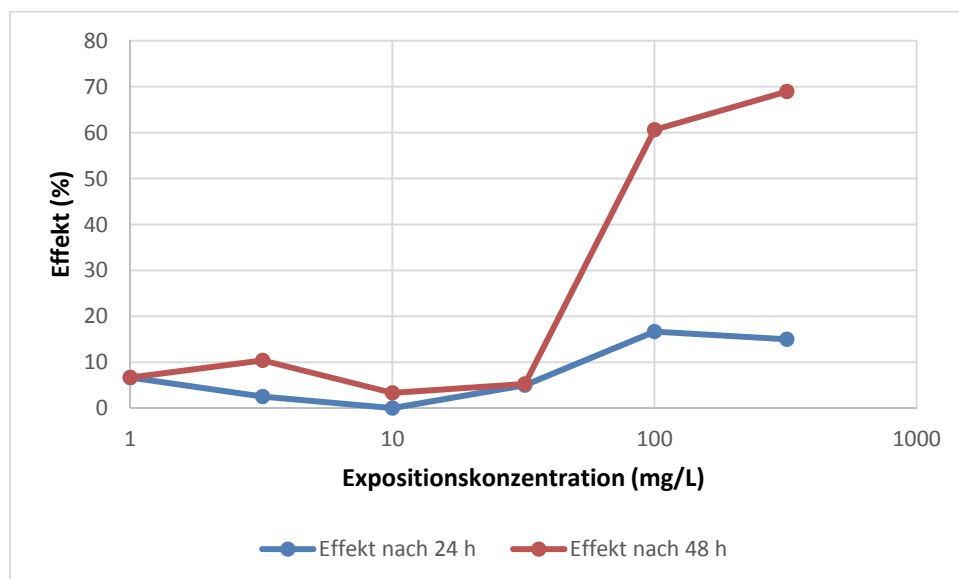
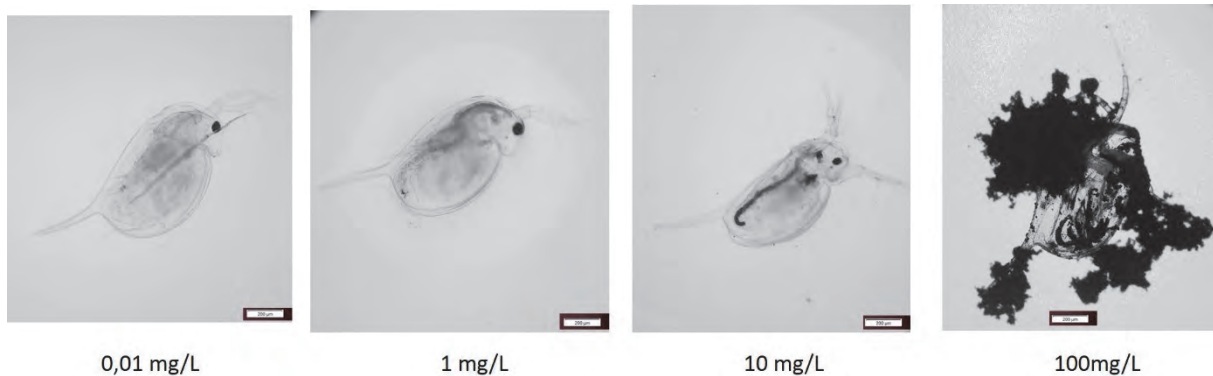


Abbildung 4-6: Immobilisierungseffekt von *Daphnia magna* nach 24 bzw. 48 Stunden nach Exposition mit Pulveraktivkohle in einem Konzentrationsbereich von 1 bis 320 mg/L

Während der Untersuchung wurden die Daphnien auch unter dem Binokular beobachtet. Dabei wurde festgestellt, dass sich bei höheren Konzentrationen der PAK Pulveraktivkohlepartikel an den Tieren festsetzten und diese regelrecht verklebten, was ein Grund für die Immobilisierung der Tiere gewesen sein könnte. Unter dem Mikroskop ließ sich ferner sehr gut beobachten, dass die Tiere, abhängig von der Expositionskonzentration, Pulveraktivkohle in ihren Verdauungstrakt aufnahmen (siehe Abbildung 4-7).



Je ein Individuum aus den Versuchsgruppen 0,01 mg/L, 1 mg/L, 10 mg/L und 100 mg/L Pulveraktivkohle

Abbildung 4-7: Aufnahmen von *Daphnia magna* bei Laborversuchen mit Pulveraktivkohle

Toxizitätstest mit *Caenorhabditis elegans*

Der Toxizitätstest mit *Caenorhabditis elegans* wurde in Anlehnung an die DIN ISO 10872 durchgeführt. Die beobachteten Endpunkte waren Wachstum und Fertilität nach einer Exposition von PAK (0,01 bis 100 mg/L). Zunächst wurde ein Referenztest durchgeführt, wobei die Nematoden gegenüber der Referenzsubstanz BAC-C16 exponiert wurden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4-8 dargestellt. Der Test ergab eine EC_{50} nach 96 Stunden von 8,5 mg/L und lag damit in dem von der DIN ISO 10872 akzeptablen Bereich von 8 mg/L bis 22 mg/L (DIN ISO 10872: 2010).

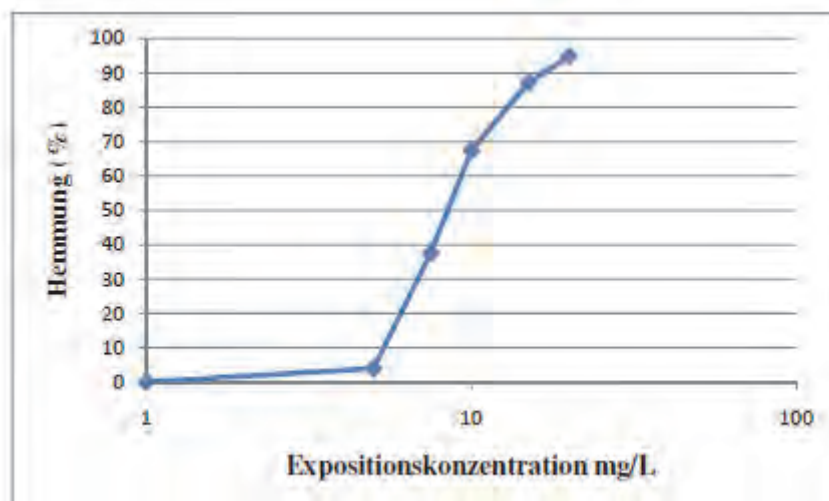


Abbildung 4-8: Ergebnisse des Referenztests: Hemmung des mittleren Wachstums von *C. elegans*, abhängig von der Konzentration von BAC-C16

Im Anschluss an den Referenztest wurden die Nematoden mit Pulveaktivkohle exponiert. Im Gegensatz zu den Testergebnissen mit *D. magna* konnte hier keine akute toxische Wirkung auf das Wachstum und Fertilität von *C. elegans* festgestellt werden. Aktivkohle rief in der höchsten Konzentration von 100 mg/L beim Wachstum einen positiven Effekt hervor (siehe Abbildung 4-9). Die Testorganismen waren in dieser Versuchsgruppe signifikant größer als in der Kontrollgruppe (U-Test, $p < 0,05$).

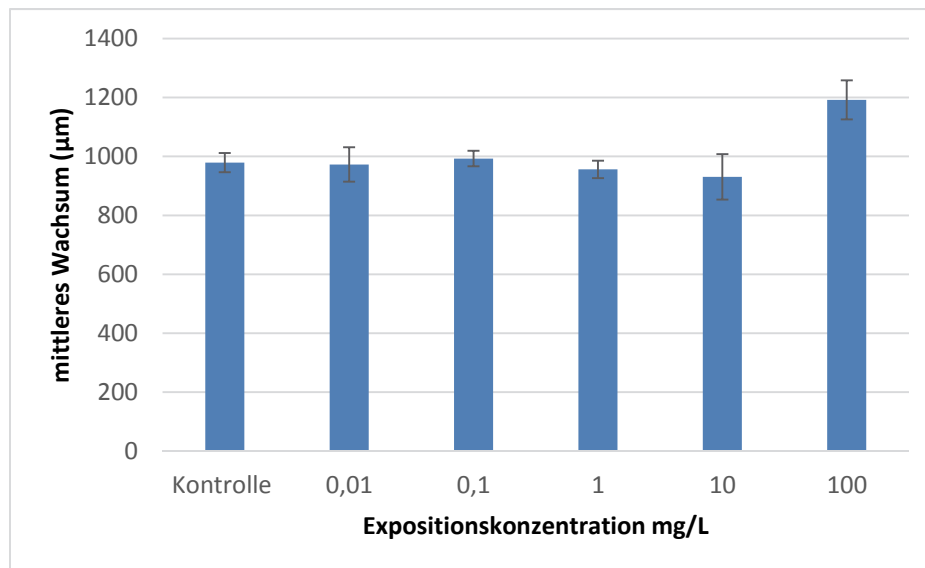


Abbildung 4-9: Mittleres Wachstum von *C.elegans* in Abhängigkeit der PAK-Expositionskonzentration

Es stellt sich somit die Frage, warum Daphnien akute toxische Effekte durch die Pulveraktivkohle aufwiesen, während *C. elegans* sogar positiv auf die Exposition reagierte.

Die Unterschiede in den Testverfahren können somit möglicherweise auf die Lebensweise und den Körperbau der beiden Organismen zurückgeführt werden. Während Daphnien im Freiwasser leben, ist *C. elegans* im Benthos von Gewässern vertreten. Somit ist *C. elegans* in Sedimenten an das Leben zwischen Feststoffpartikeln angepasst. *D. magna* hat verschiedene Körperanhänge, an die sich Aktivkohle anhaften kann. Bei *C. elegans* konnten in dieser vorliegenden Untersuchung keine Anhaftungen der Aktivkohle an den Körper beobachtet werden. Des Weiteren war bei *D. magna* eine Aufnahme von Aktivkohle in den Körper sichtbar, bei *C. elegans* hingegen nicht. Daphnien sind Filtrierer, was bedeutet, dass das Wasser mit den Aktivkohlepartikeln von ihnen aktiv aufgenommen wurde und somit die Aktivkohlepartikel in den Körper gelangten. *C. elegans* hingegen ernährt sich von Bakterien und kann vermutlich die Aufnahmen von Aktivkohlepartikeln vermeiden.

4.3 Zusammenfassung der ökotoxikologischen Untersuchungen und Ausblick

Die vorliegenden Untersuchungen bieten eine sehr gute Ausgangslage, um die Auswirkungen der Integration einer Pulveraktivkohlestufe in der Kläranlage Dülmen beurteilen zu können. Es konnte gezeigt werden, dass *G. pulex* im Tiberbach durch die Kläranlage Dülmen einer vermutlich sublethalen Stressbelastung ausgesetzt ist.

Wird davon ausgegangen, dass im Ablauf der Kläranlage 2 mg Pulveraktivkohle/L vorhanden sind, dann kann dieser unverdünnte Ablauf zu einer unspezifischen Stressreaktion führen, wie im Versuch mit der Dreikantmuschel nachgewiesen wurde.

Im Zelltoxizitätstest wurde in einem Konzentrationsbereich höher 0,35 mg Pulveraktivkohle/L sogar eine akut toxische Reaktion nachgewiesen. Allerdings muss hier noch geklärt werden, welcher Mechanismus zu dieser toxischen Reaktion geführt hat. So könnte es zum Beispiel sein, dass die Aktivkohle Nährstoffe aus dem Medium gebunden hat und somit eher indirekte Wirkungen zur Verringerung der Zellvitalität führten.

Die Reaktionen im Daphnientoxtest und im Toxizitätstest mit *C. elegans* zeigen, dass Organismen gar nicht oder erst bei sehr hohen PAK Konzentrationen mit den untersuchten Effekten reagieren.

Wird die Aktivkohle durch eine Einleitung in den Tiberbach allerdings weiterhin verdünnt, sind akut toxische Wirkungen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

In einem nächsten Schritt wäre es wichtig, die bisher durchgeführten Freilanduntersuchungen nach Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe und die Toxizitätstests mit schadstoffbeladener Aktivkohle aus der Anlage zu wiederholen, da einige Organismen offensichtlich PAK aufnehmen und somit auch den daran gebundenen Schadstoffen ausgesetzt wären. Im Anschluss können diese Ergebnisse mit den hier vorliegenden verglichen werden, um die Auswirkungen der Pulveraktivkohlefilteranlage auf die Organismen des Tiberbachs identifizieren zu können.

5 Bilanzierung und Bewertung der Arzneimitteleinträge

Wie von verschiedenen Autoren berichtet, werden weltweit große und zunehmende Mengen an Arzneimitteln verbraucht (z.B. Daughton und Ternes 1999, Kümmerer 2001, Ternes und Joss 2006). Nach der Verabreichung werden die Wirkstoffe nicht vollständig vom Patienten metabolisiert, sondern teilweise unverändert ausgeschieden (Aktories et al., 2013). So können die Wirkstoffe und ihre Metabolite in den Wasserkreislauf gelangen und werden in Abwasser, Oberflächengewässern, im Grundwasser und tlw. im Trinkwasser nachgewiesen (siehe LANUV 2007, BLAC 2003, Heberer 2002, Kümmerer 2008, 2010).

Nach Angaben des Sachverständigenrats für Umweltfragen sind in Deutschland ca. 9.450 Arzneimittelpräparate mit rd. 3.000 verschiedenen Wirkstoffen als Humanarzneimittel zugelassen (SRU 2007, Ebert et al. 2014), von denen etwa 111 Wirkstoffe aufgrund der Verkaufsmengen und anderer Kriterien als potenziell umweltrelevant eingestuft werden.

Neben Haushalten als diffuse Eintragsquellen von häufig verwendeten Humanpharmaka wurden Krankenhäuser als Punktquellen vor allem für bestimmte Wirkstoffe (Steger-Hartmann et al. 1997, Kümmerer 2001) diskutiert. Weitergehende Arzneimittelbilanzierungen zeigten jedoch (Kümmerer und Henninger 2003, Schuster et al. 2008, Langford und Thomas 2009, Le Corre et al. 2012), dass Krankenhäuser im Vergleich zu Haushalten nicht als Haupteintragsquellen für Arzneimittel gesehen werden können. Es gibt zwar eine Vielzahl an Daten für Kliniken, aber es stehen kaum Daten zum tatsächlichen Gesamtverbrauch in Haushalten und keine Studien zur Gesamterfassung und Quantifizierung des Arzneimittelverbrauchs einer deutschen Mittelstadt zur Verfügung. Um jedoch Wege zur Vermeidung und zur Reduzierung der Arzneimitteleinträge in die Umwelt an der Quelle aufzeigen zu können, bedarf es einer solchen Ermittlung und Quantifizierung aller Eintragspfade. Hierbei ist die Bilanzierung der Verwendung von Humanarzneimitteln (Art und Menge) ein wichtiges Instrument (vgl. Ort et al. 2007, IKS 2010, Schuster et al. 2008, Alexy et al. 2006).

Für die Stadt Dülmen sollten im Rahmen von DSADS repräsentative Arzneimittelverbrauchsmuster einer deutschen Mittelstadt ermittelt sowie somit der lokale Arzneimittelverbrauch und mögliche Eintrag von Arzneiwirkstoffen ins kommunale Abwasser abgeschätzt und charakterisiert werden. Ziel war es, Apotheken und weitere lokal ansässige Einrichtungen des Gesundheitswesens in das Projekt einzubinden. Ferner sollten damit lokale Daten gewonnen werden, die als Grundlage für Gespräche mit den Akteuren der medizinischen Versorgung und für Sensibilisierungskampagnen dienen können.

Auf der Grundlage von jährlichen Verbrauchsdaten der Klinikapotheke, von jährlichen Verkaufsdaten der drei größten lokalen Apotheken sowie eines Arzneimittelgroßhandels erfolgte eine Bestandsaufnahme von repräsentativen Wirkstoffen. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Metabolisierung wurden Eintragsmengen dieser Wirkstoffe ins Abwasser und die daraus resultierenden Konzentrationen eingeschätzt.

5.1 Vorgehensweise

5.1.1 Hintergrundinformationen zum Studiengebiet Stadt Dülmen

In Dülmen, der größten Stadt des Kreises Coesfeld (Nordrhein-Westfalen) lebten mit Stand 31.12.2012 rund 46.300 Einwohner. Das Verhältnis weiblicher zu männlichen Einwohnern lag in Dülmen bei 51,4% / 48,6%. Die Altersstruktur zeigte eine Verteilung von 4,1% der Einwohner unter 6 Jahren, 12,2% zwischen 6 und 18 Jahren, 30,9% zwischen 18 und 45 Jahren, 32,5% zwischen 45 und 65 Jahren sowie 20,3% über 65 Jahren und entspricht damit in etwa dem bundesdeutschen Durchschnitt.

Innerhalb des Stadtgebietes befinden sich 5 Alten- und Pflegeheime sowie neben dem Franz-Hospital eine Klinik für Psychiatrie. Das Franz-Hospital umfasst mit seinen Fachabteilungen Unfallambulanz, Innere Medizin, Palliativmedizin, Chirurgie, Neurologie, Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde 173 Betten. Zusätzlich hat das Franz-Hospital weitere Schwerpunkte im Bereich der Onkologie und der Schlafmedizin und hat vor Ort eine radiologische Praxis sowie ein Dialysezentrum.

Die Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie hat insgesamt 120 Betten, davon sind 90 vollstationäre und 30 teilstationäre Behandlungsplätze. Die vollstationären Behandlungsplätze/Betten verteilen sich auf insgesamt vier Stationen: drei allgemeinspsychiatrische Akutstationen sowie eine gerontopsychiatrische Station. Darüber hinaus verfügt die Klinik über eine allgemeinspsychiatrische Institutsambulanz (Psychiatrische Tagesklinik) und eine spezielle Suchtambulanz. Des Weiteren gibt es als Einrichtungen des Gesundheitswesens in Dülmen ein Hospiz, das eine stationäre Versorgung anbietet, annähernd 100 niedergelassene Allgemeinmediziner und Fachärzte sowie elf Apotheken.

5.1.2 Auswahl von repräsentativen Wirkstoffen für die Bilanzierung

Im Zuge des Vorhabens erfolgte eine Bilanzierung des Medikamentenverbrauchs in den verschiedenen in der Stadt Dülmen lokal ansässigen Einrichtungen des Gesundheitswesens sowie der Haushalte: Unter Verwendung von jährlichen Verbrauchsdaten aus der Klinikapotheke, von jährlichen Verkaufsdaten ortsansässiger Apotheken und eines Arzneimittelgroßhandels sowie einer Datenerhebung mittels Arzneiverordnungs-Report erfolgte eine detaillierte Bestandsaufnahme und Auswertung zu einer Auswahl von repräsentativen Wirkstoffen für Dülmen und Deutschland bezogen auf das Jahr 2012. Die verkauften Mengen wurden auch als verbrauchte, d.h. von Patienten eingenommene oder über das Abwasser entsorgte Mengen angenommen, woraus sich der maximale durchschnittliche Eintrag ins Abwasser ergab.

Aufgrund von Schwierigkeiten in der Generierung und Beschaffung von Daten ist die Datenlage für weitere Jahre lückenhaft und nicht vergleichbar mit 2012. Daher erfolgte eine umfassende Auswertung der Daten nur für 2012, gleichwohl lieferten die Daten aus 2013, soweit sie verfügbar waren, eine Bestätigung der Daten für 2012. Ausgehend von Erfahrungen des INUC im Bereich der Bilanzierung von Arzneimittelverbräuchen kann auch davon ausgegangen werden, dass in zwei aufeinander folgenden Jahren kaum Unterschiede im Verbrauch zu verzeichnen sind.

Als Orientierung und erste Einordnung von relevanten Arzneistoffverbrauchsmengen für nachfolgende Untersuchungen erfolgte eine erste Analyse zum durchschnittlichen Arzneimittelverbrauch pro Einwohner in Deutschland für 2011. Diese Vorstudie basierte auf allgemein verfügbaren Daten und einer Auswahl von 20 Wirkstoffen.

Im Zuge der Datenbereitstellung der privaten Apotheken konnten aus organisatorisch-technischen Gründen die Verkaufszahlen nur eingeschränkt zur Verfügung gestellt werden. Daher erfolgte in Zusammenarbeit mit den kooperierenden Apotheken eine repräsentative Vorauswahl von 76 Wirkstoffen und ihrer Abverkäufe in 2012 (Abbildung 5-1). Zum einen basiert diese Wirkstoffauswahl auf neuesten Erkenntnissen (IMS-Health, 2013; UBA, 2014), dass von den rund 1.200 Humanarzneimittelwirkstoffen mit möglicher Umweltrelevanz im Jahr 2012 in Deutschland insgesamt 8.120 t verbraucht wurden und dabei 2/3 dieser Menge auf nur 16 Wirkstoffe entfallen, deren Verbrauch über 80 t liegt. Die am häufigsten verschriebenen Humanarzneimittel sind Entzündungshemmer, Asthmamittel sowie Psychotherapeutika. Aus diesen 16 Wirkstoffen wurden bis auf Amoxicillin (hydrolysiert leicht) und Iomeprol (ein Kontrastmittel, welches nur von Apotheken abgegeben wird, die Radiologiepraxen beliefern) alle in die Vorauswahl mit aufgenommen. Zum anderen erfolgte die weitere Ergänzung der Wirkstoffauswahl anhand der folgenden Kriterien:

- Eine hohe absolute Abgabemenge des Wirkstoffes in Deutschland, ermittelt anhand des Arzneiverordnungs-Reports 2013 (Schwabe und Paffrath, 2013).
- Die Bedeutung eines Wirkstoffs für seine anatomisch-therapeutisch-chemische ATC-Gruppe, unter Berücksichtigung der Gesamtmenge und Anzahl verkaufter Präparate.
- Die Ausgeglichenheit der Wirkstoffauswahl über die Gesamtheit der ATC-Stoffgruppen (Abbildung 5-1), um auch Stoffgruppen mit geringem Massenanteil am Gesamtverkauf zu berücksichtigen, da die Umweltrelevanz aufgrund unterschiedlicher Stoffeigenschaften nicht nur mit der Menge bzw. Konzentration korreliert.

Die ATC-Klassifikation von Arzneimittelwirkstoffen der WHO war somit die Ausgangsbasis. Wirkstoffe werden hier nach dem Organ oder Organsystem, auf das sie einwirken, und nach ihren chemischen, pharmakologischen und therapeutischen Eigenschaften in verschiedene Gruppen eingeteilt. Das ATC-Klassifikationssystem ist in fünf Ebenen untergliedert (WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology 2012a): Ebene 1 als anatomische Hauptgruppe (Bsp. N Nervensystem), Ebene 2 als therapeutische Untergruppe (Bsp. N05 Psycholeptika), Ebene 3 als therapeutische/pharmakologische Untergruppe (Bsp. N05A Antipsychotika), Ebene 4 als chemisch/therapeutische/pharmakologische Untergruppe (Bsp. N05AH Diazepine, Oxazepine, Thiazepine und Oxepine), Ebene 5 als Untergruppe für die chemische Substanz (Bsp. N05AH04 Quetiapin).

Die von den kooperierenden Apotheken zur Verfügung gestellten Daten umfassten Artikellisten sortiert nach ATC-Indikationen mit Informationen zur Artikelbezeichnung, Darreichungsform, Packungsinhalt, Mengeneinheit, Herstellerkurzname sowie Anzahl der Packungen. Die Datensätze beinhalteten insgesamt 49.500 Einträge zum Abverkauf von Arzneimittelprodukten in 2012.

Die Verbrauchsdaten des Krankenhauses und der psychiatrischen Klinik in Dülmen wurden für das Jahr 2012 durch die Klinikapotheke zur Verfügung gestellt. Der Datensatz umfasste 24.100 Einträge mit jeweils entsprechender Information zur Artikelbezeichnung, Darreichungsform, Packungsinhalt, Mengeneinheit, Herstellerkurzname sowie Anzahl der Packungen.



Abbildung 5-1: Verteilung der ausgewählten 76 Wirkstoffe auf die Hauptgruppen des ATC-Klassifikationssystems

Die zur Verfügung gestellten Verkaufsdaten des lokalen Arzneimittelgroßhandels umfassten mit 24.085 Einträgen die gesamten Verkaufszahlen an humanmedizinischen Präparaten des Unternehmens für Dülmen in 2012. Die Datensätze beinhalten zum einen den PZN-Code des Medikaments (Identifikationsschlüssel für Arzneimittel, Hilfsmittel und andere Apothekenprodukte) und die Artikelbezeichnung (Handelsname, teilweise inkl. Dosierung), und zum anderen die Darreichungsform, die Packungsgröße sowie Stückzahl der Präparate. Es standen keine Informationen zum Marktanteil dieses Arzneimittelgroßhändlers in Dülmen zur Verfügung und es lagen auch keine Daten weiterer Arzneimittelgroßhändler vor, so dass die Aussagekraft dieser Daten eingeschränkt war.

Bundesweite Vergleichsdaten zu Arzneimittelverbräuchen in Privathaushalten wurden unter Verwendung des Arzneiverordnungs-Reports 2013 erhoben, der die Daten für das Jahr 2012 enthält (Schwabe und Paffrath, 2013). Im Arzneiverordnungs-Report werden seit 1985 vertragsärztliche Arzneiverordnungen und die Veränderungen im deutschen Arzneimittelmarkt analysiert. Für das Jahr 2012 wurden dazu über 700 Millionen Rezepte der gesetzlichen Krankenversicherungen ausgewertet. Die Verkaufsmengen des deutschen Arzneimittelmarktes werden dabei in DDDs (Defined Daily Dose) angegeben. Die so gewonnenen Informationen zu den jeweiligen Arzneimitteln eines bestimmten Herstellers werden dann unter Verwendung des Arzneimittelverzeichnisses für Deutschland (Rote Liste, 2012) den Wirkstoffen der entsprechenden Indikationsgruppe zugeordnet.

5.1.3 Abschätzung der Verbrauchsmengen

Die Bilanzierung der Verbrauchsmengen an Wirkstoffen erfolgte unter Verwendung der ATC-Klassifikation mit definierten Tagesdosen DDD. Diese DDD ist die angenommene mittlere tägliche Erhaltungsdosis für die Hauptindikation eines Wirkstoffes bei Erwachsenen nach DIMDI (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2014). Das ATC/DDD-System erleichtert Vergleiche zwischen Arzneimitteln. Dabei dienen die Tagesdosen als Hilfsgröße. Die DDD entspricht nicht notwendigerweise der empfohlenen, zugelassenen oder im individuellen Fall angewendeten Dosierung eines Arzneimittels. Bei manchen Wirkstoffen wie z.B. bei Diclofenac und Ibuprofen ist die systemische und topische Anwendung zu unterscheiden, wobei mit im Gegensatz zur systemischen

eine topische Therapie die örtliche Anwendung umfasst, z.B. das Auftragen in Form von Salben oder Cremes.

Die Auswertung der zur Verfügung gestellten Datensätze erfolgt über eine Ermittlung der Wirkstoffmenge pro Darreichungsform (z.B. Tablette) und anschließender Berechnung pro Packung und Anzahl verbrauchter Packungen pro Jahr.

Da die ermittelten Verbrauchsdaten aus dem Arzneiverordnungs-Report nur die Verschreibungen in Arztpraxen für gesetzlich Krankenversicherte beinhalten, A_{GKV} , erfolgt eine Hochrechnung der Ergebnisse auf den Gesamtverbrauch aller Privathaushalte, A_{total} , in Deutschland (Gleichung 5-1).

$$A [\text{kg}] = A_{\text{GKV}} [\text{kg}] \cdot \frac{EW_{\text{DE}}}{EW_{\text{GKV}}}$$

Gleichung 5-1: Berechnung des Gesamtverbrauchs aller Haushalte

Im Jahr 2012 waren 69,7 Millionen Bundesbürger in einer gesetzlichen Krankenversicherung (Bundesministerium für Gesundheit). Der Quotient aus Gesamteinwohnerzahl Deutschland, EW_{DE} , von 80,5 Millionen in 2012 (DESTATIS - Statistisches Bundesamt) und Zahl der in der gesetzlichen Krankenversicherung versicherten Einwohner, EW_{GKV} , ergibt den Faktor, mit dem sich der Gesamtverbrauch in den Privathaushalten Deutschlands, A_{total} , näherungsweise ermitteln lässt. Es wird hierbei angenommen, dass die Altersstruktur bzw. die Verordnungen bei den privat Krankenversicherten (Gesamtzahl: 10,8 Millionen Einwohner) sich nicht maßgeblich von denen der gesetzlich Versicherten unterscheiden. Auf Basis dieser Annahmen erfolgte auch die Ermittlung des Gesamtverbrauchs eines Wirkstoffs für die rd. 46.000 Einwohner in Dülmen.

5.1.4 Abschätzung der Abwasserkonzentration über die Verbrauchsmengen

Ein Arzneistoff wird nach Verabreichung im Körper teilweise metabolisiert (enzymatisch verändert) und der nicht metabolisierte Anteil unverändert wieder ausgeschieden (Lienert et al. 2007). Durch Literaturrecherche erfolgte die Bestimmung der bekannten nicht metabolisierten Anteile f_{nm} (fraction not-metabolised) der untersuchten Wirkstoffe. Bei fehlenden Angaben über die nicht metabolisierten Anteile in der Literatur wurden Daten zur Bioverfügbarkeit bzw. der Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt und den humanen Metabolismus mit einbezogen. Hierbei bleibt allerdings unberücksichtigt, dass einige der ausgeschiedenen Metabolite unter Freisetzung des Wirkstoffes im Abwasser oder der Kläranlage gespalten werden können.

Mit den entsprechenden Daten zum Wasserverbrauch in einem Jahr lassen sich die Konzentrationsbereiche der einzelnen Substanzen im Abwasser (PWWC: predicted waste water concentration) über die folgende Gleichung 5-2 abschätzen:

$$\text{PWWC} \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{L}} \right] = \frac{A \cdot (100 - E)}{365 \cdot P \cdot V_E \cdot D \cdot 100} = \frac{A \cdot f_{\text{nm}}}{365 \cdot P \cdot V_E \cdot D \cdot 100}$$

Gleichung 5-2: Berechnung von Konzentrationen aus Verbrauchsdaten

Wobei A [kg/a] die Verbrauchsmenge eines Wirkstoffs in Dülmen in einem Jahr, V_E [m³/a] die Jahresabwassermenge pro Einwohner, P die Anzahl der Einwohner, D einen Verdünnungsfaktor O-Wasser und f_{nm} den nicht metabolisierten Anteil des Wirkstoffs darstellt.

Die Abschätzung der zu erwartenden Abwasserkonzentration der 76 Wirkstoffe für die Stadt Dülmen erfolgte mittels der Verbrauchswerte in Dülmen von 121 Liter Wasserverbrauch pro Einwohner (Statistisches Bundesamt DESTATIS, 2014) über 366 Tage im Jahr.

5.2 Ergebnisse der Bilanzierung

5.2.1 Arzneimittelverbrauch privater Haushalte in Deutschland

Aus den Ergebnissen der Vorstudie zu einer ersten Vorauswahl von 20 Arzneistoffen wird deutlich (Abbildung 5-2), dass für Metformin als Antidiabetikum der mit Abstand höchste Verbrauch pro Einwohner zu verzeichnen ist. Gefolgt von den Schmerzmitteln Ibuprofen und Metamizol, komplettieren Allopurinol als Gichtmittel und Metoprolol als Betablocker die TOP5 der bundesweit am meist verbrauchten Arzneistoffe in 2011. Diese Ergebnisse bestätigen zum Teil die Erkenntnisse von IMS-Health (2013) und UBA (2014) für die Verbrauchsmengen in 2012, dass die am häufigsten verschriebenen Humanarzneimittel Entzündungshemmer darstellen. Aber diese Ergebnisse zeigen auch, dass entgegen dieser Studien Salbutamol als Asthmamittel eher eine untergeordnete Rolle spielt. Psychotherapeutika wurden hier noch nicht berücksichtigt und wurden in die weiterführenden Verbrauchsmengenuntersuchungen mit der Liste der 76 bilanzierten Arzneistoffe aufgenommen.

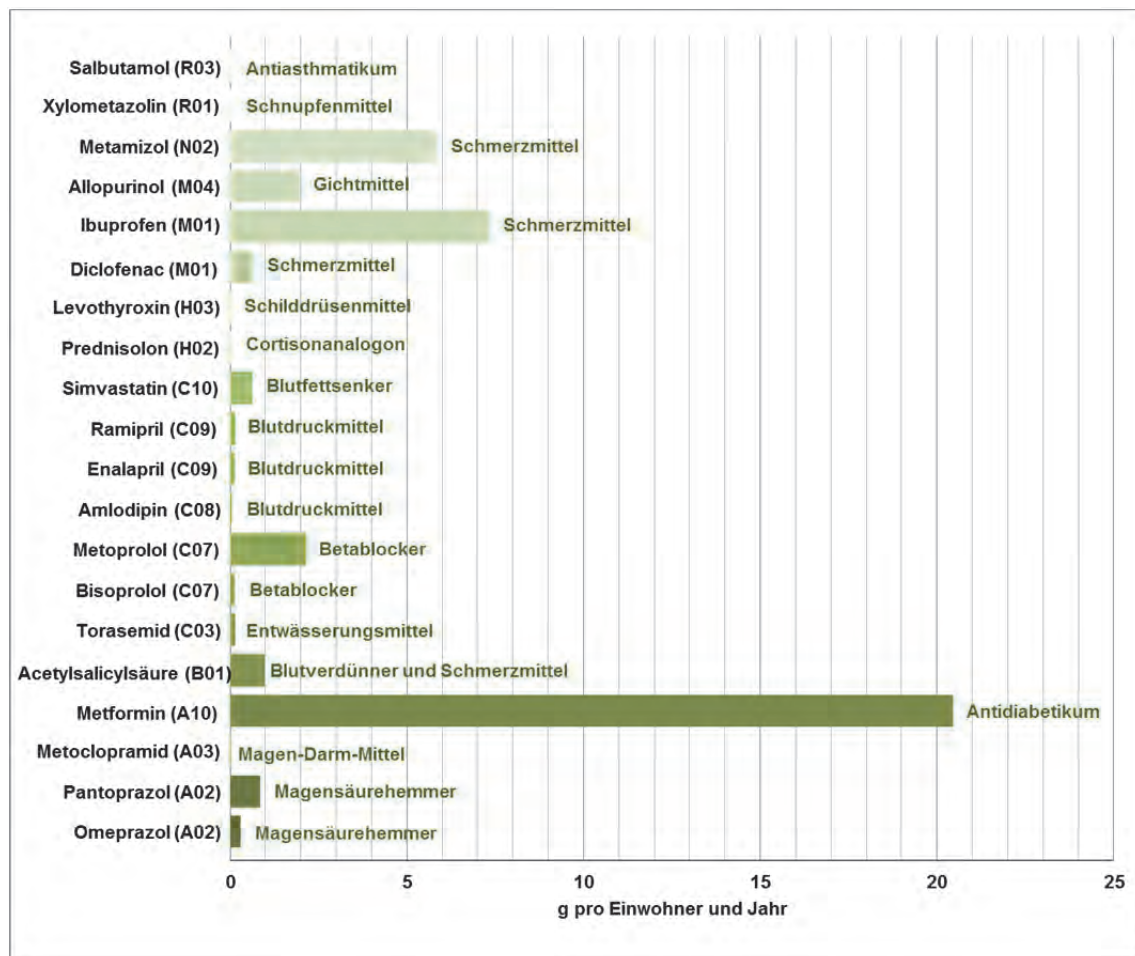


Abbildung 5-2: Verbrauch ausgewählter Wirkstoffe in Deutschland pro Einwohner in 2011

Für die weiterführenden Studien der vorselektierten Auswahl an 76 Arzneistoffen wurden ebenfalls anhand des Arzneiverordnungs-Reports die Verbrauchsmengen für die Gesamteinwohnerzahl Deutschlands in 2012 ermittelt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5-3 für die jeweiligen ATC-Gruppen zusammenfassend dargestellt. Die ermittelten Verbräuche der untersuchten Arzneistoffe zeigen deutlich, dass der Verbrauch aus der ATC-Gruppe A „Alimentäres System und Stoffwechsel“ mit 44% den Gesamtverbrauch dominiert. Zusammen mit der noch stark vertretenen ATC-Gruppe N „Nervensystem“ mit 26%, der ATC-Gruppe M „Muskel- und Skelettsystem“ mit 16%, der ATC-Gruppe C „Cardiovasculäres System“ mit 10%, sowie die ATC-Gruppen J „Antiinfektiva für systemische Gabe“ und B „Blut und blutbildende Organe“ jeweils <2% decken sie mehr als 99% der Verbrauchsmenge der bilanzierten Wirkstoffe ab. Die ATC-Gruppen R „Respirationstrakt“, G „Urogenitalsystem und Sexualhormone“, H „Hormone, systemisch (ohne Sexualhormone)“ und S „Sinnesorgane“ (alle < 0,5%) spielen in Hinblick auf den Anteil im Gesamtverbrauch der Arzneistoffmenge pro Jahr eher eine untergeordnete Rolle. Diese Untersuchung für die Gesamteinwohnerzahl Deutschlands zeigt somit, dass die fünf Arzneistoffe Metformin ATC A (32,9%), Ibuprofen ATC M (12,1%), Metamazol ATC N (9,4%), Macrogol ATC A (6,7%) und Levodopa ATC N (5,2%) mehr als zwei Drittel der verbrauchten Gesamtmenge ausmachen (siehe auch Tab. 2). Die anderen 71 Arzneistoffe decken ein Drittel des Gesamtverbrauchs ab wobei 57 Arzneistoffe insgesamt nicht mehr als 10% ausmachen. Diese Ergebnisse zeigen somit auch Übereinstimmungen mit der zuvor vorgestellten Vorstudie für 2011.

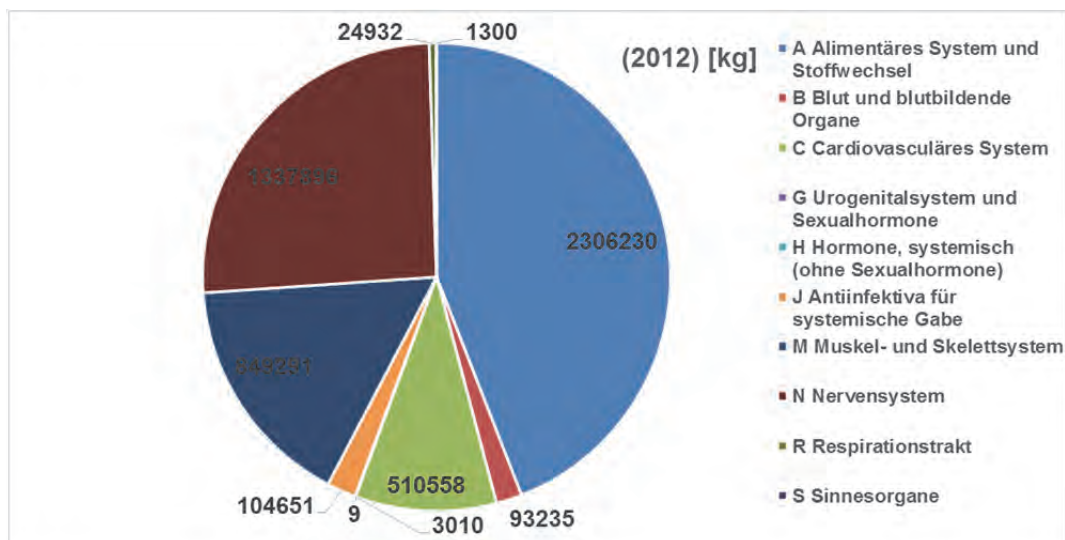


Abbildung 5-3: Jährlicher Verbrauch von 76 ausgewählten Wirkstoffen für 2012 bezogen auf die ATC-Gruppe (ermittelt für die Gesamteinwohnerzahl Deutschlands nach Arzneiverordnungs-Report, 2013)

5.2.2 Verbrauchszahlen gemäß beteiligter Apotheken und Klinikapotheke

Das Ergebnis der Arzneimittelverbrauchsanalyse für die zur Verfügung gestellten Datensätze der drei Dülmener Apotheken und der Klinikapotheke ist für das Jahr 2012 in Abbildung 5-4 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die 8 ausgewählten Substanzen der ATC-Gruppe A mit 1.216 kg den Großteil der verbrauchten Wirkstoffe in 2012 ausmachen. Macrogol mit 975 kg und Metformin mit 211 kg tragen hierzu im Wesentlichen bei. Der zweitgrößte Verbrauch ergibt sich mit 405 kg für die ATC-Gruppe N, die eine Anzahl von 29 bilanzierten Wirkstoffen aufweist, aber mit Metamazol (192 kg) und mit Paracetamol (105 kg) zusammen alleine fast 300 kg ausmacht. Alle Weiteren Wirkstoffe der ATC-

Gruppe N haben einen weit niedrigeren Verbrauch zu verzeichnen und wirken sich somit auf den Gesamtverbrauch Dülmen nicht maßgeblich aus. Die ATC-Gruppe M mit den vier ausgewählten Wirkstoffen Ibuprofen (215 kg), Allopurinol (35 kg), Diclofenac (13 kg) und Naproxen (1 kg), folgt mit einem Gesamtverbrauch von 264 kg. Geringere Verbräuche weisen die ATC-Gruppen: C mit 79 kg, B mit 74 kg, J mit 34 kg, R mit 30 kg sowie jeweils vertreten durch einen repräsentativen Wirkstoff die ATC-Gruppen: H mit 1,5 kg, G mit 0,3 kg und S mit 0,1 kg auf.

Allgemein gilt für die untersuchten Apotheken, dass die beschriebenen ATC-Gruppen und Wirkstoffe ein ausgeglichenes Verbrauchsmuster zeigen. Lediglich im Bereich der Neurologika zeigen sich Unterschiede in den Verbrauchsmustern der einzelnen untersuchten Apotheken.

Tabelle 5-1: TOP20 der verbrauchten Wirkstoffe in Dülmen und Deutschland für 2012 (aus Auswahl von 76 Wirkstoffen; Daten der beteiligten Apotheken in Dülmen und Arzneiverordnungs-Report 2013)

Platz	Dülmen ¹⁾	Wirkstoffmenge (kg)	Deutschland ²⁾	Wirkstoffmenge (kg)
1	Macrogol	975,3	Metformin	1.719.889
2	Ibuprofen systemisch	214,2	Ibuprofen	630333
3	Metformin	210,7	Metamizol	492.816
4	Metamizol	191,4	Macrogol	348.876
5	Paracetamol	104,5	Levodopa	270.899
6	Acetylsalicylsäure	70,8	Metoprolol	173.317
7	Allopurinol	35,1	Allopurinol	157.064
8	Acetylcystein	29,4	Mesalazin	108.475
9	Valsartan	14,7	Valproinsäure	95.132
10	Levetiracetam	14,4	Gabapentin	84.631
11	Valproinsäure	14,1	Levetiracetam	83.176
12	Metoprolol	14,0	Pantoprazol	82.811
13	Gabapentin	11,9	Acetylsalicylsäure	79.086
14	Pantoprazol	11,7	Paracetamol	73.957
15	Levodopa	11,1	Hydrochlorothiazid	65.894
16	Diclofenac systemisch	10,4	Valsartan	54.563
17	Ciprofloxacin	9,6	Carbamazepin	51.061
18	Mesalazin	8,9	Simvastatin	50.356
19	Simvastatin	8,5	Diclofenac systemisch	46.879
20	Pregabalin	8,5	Sulfamethoxazol	28.881

1) aus Daten von drei Apotheken für 2012 2) gemäß Arzneiverordnungs-Report 2013

Die TOP20 (aus 76 Wirkstoffen) der am meist verbrauchten Arzneistoffe aus der Bilanzierung der Apotheken in Dülmen zeigen im Vergleich zu den TOP20 ermittelten Arzneistoffen Deutschlands, dass die ersten vier Ränge durch die gleichen Arzneistoffe belegt werden wobei sich aber die Rangfolge unterscheidet. Der Wirkstoff Macrogol (ATC-Gruppe A) liegt bei den Ergebnissen der Stadt Dülmen an der Spitze wohingegen bei den TOP20 der verbrauchten Arzneistoffe für Deutschland Macrogol den vierten Rang einnimmt. Im Gegensatz hierzu ergibt die Auswertung für Deutschland den Spitzenverbrauch für Metformin und für Dülmen Platz drei. Auf den folgenden Rängen ergeben sich größere Abweichungen in der Rangfolge der Wirkstoffe und zum Teil sogar Unterschiede in der Zusammensetzung der Wirkstoffliste. Zum Beispiel befinden sich Ciprofloxacin und Pregabalin nur in den TOP20 Dülmen und Hydrochlorothiazid, Carbamazepin und Sulfamethoxazol nur in den TOP20 Deutschland.

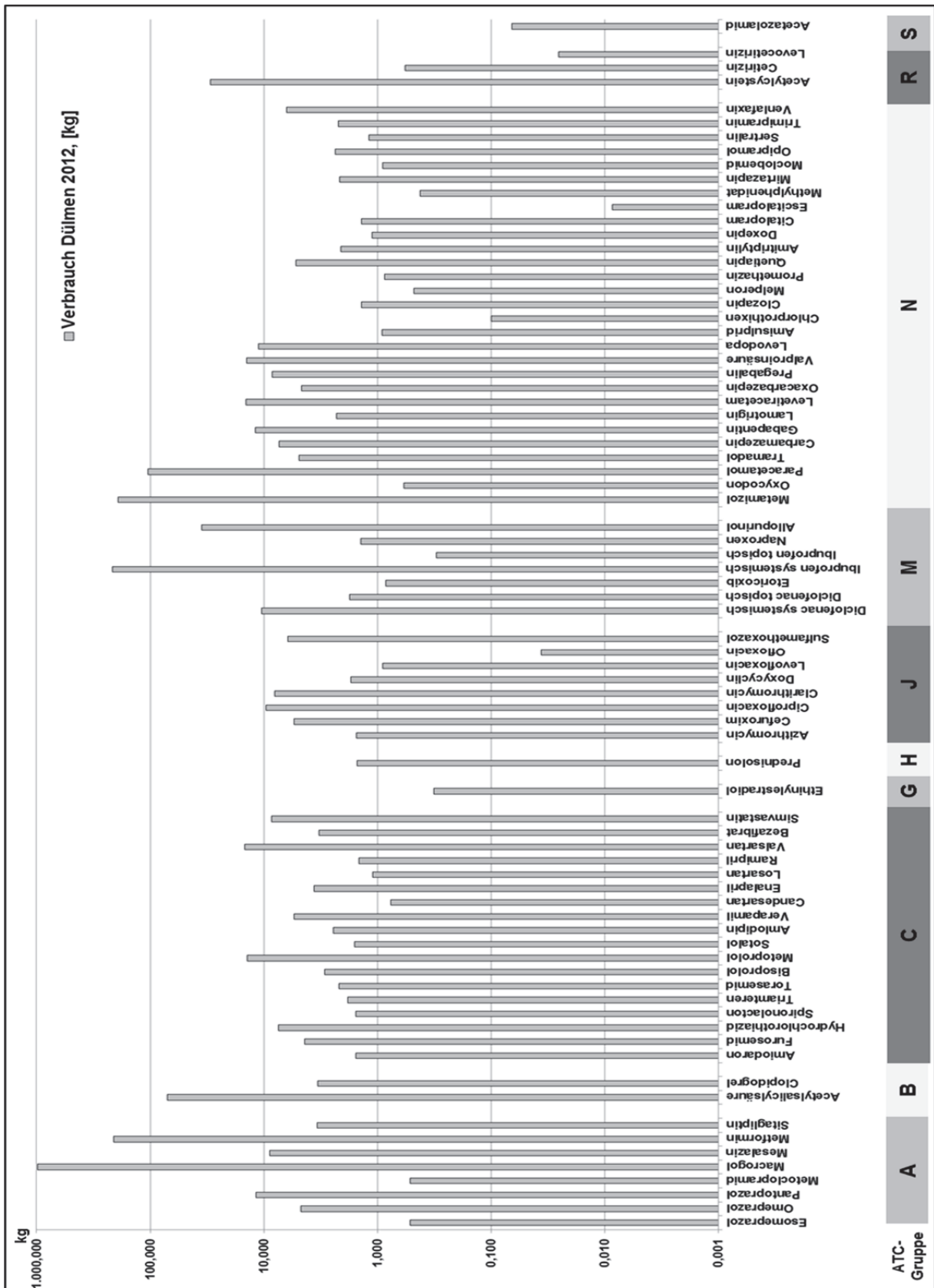


Abbildung 5-4: Bilanzierte Verbräuche von 76 ausgewählten Arzneiwirkstoffen (gruppiert nach dem ATC-Code) von drei Apotheken und der Klinikapotheke in Dülmen für das Jahr 2012

Eine beispielhafte Erklärung für die Abweichungen in den Ergebnissen der TOP20 bietet der Arzneistoff Macrogol. Dieser wird zu großen Teilen ohne Belastung der Gesetzlichen Krankenversicherung als OTC-Präparat vertrieben und wird somit nur durch die bilanzierten direkten Abverkäufe der Dülmener Apotheken im Gesamtverbrauch erfasst, aber nicht durch die Bilanzierung mittels des Arzneiverordnungs-Report. Mit OTC "Over the counter" (= "Über den Tresen" der Apotheke) Präparate sind Medikamente gemeint, die zwar apotheken-, aber nicht verschreibungspflichtig sind und somit auch ohne Rezept des Arztes von jedem Bürger in der Apotheke gekauft werden können. Im Gegensatz dazu sind alle Präparate, die den Wirkstoff Metformin enthalten, verschreibungspflichtig und erstattungsfähig. Dies bedeutet, dass bei den bilanzierten Abverkäufen der Apotheken sowie im deutschen Verbrauch (ermittelt durch den Arzneiverordnungs-Report) keine Verbrauchsmengen durch Selbstmedikation hinzukommen.

Eine weitere Erklärung für die Unterschiede zwischen den Verbräuchen der Stadt Dülmen und Deutschland kann vor allem bei Medikamenten zur Bekämpfung von altersbedingten Krankheiten (z.B. Metformin) gefunden werden. Metformin ist eines der am längsten und sicherlich am häufigsten eingesetzten Antidiabetika. Unter älteren Menschen tritt Diabetes mellitus in der Regel häufiger auf als unter jüngeren und der Anteil der über 65-jährigen in Dülmen liegt im Vergleich mit nur 17,6% unter dem deutschlandweiten Anteil mit 20%.

5.2.3 Abgeschätzte Abwasserkonzentrationen

Für das in Dülmen am meist verwendete Medizinprodukt und Arzneimittel Macrogol wurde, basierend auf den bilanzierten Daten, mit 475,6 µg/L auch die höchste Abwasserkonzentration berechnet (Abbildung 5-6). Das liegt zum einen an der vergleichsweise hohen Tagesdosis von 10 g (WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology 2012) und an der nicht vorhandenen Metabolisierung. Als Laxans übt das nicht resorbierbare Polymer einen osmotischen Effekt im Darm aus und wird daher gänzlich über die Fäzes wieder ausgeschieden. Die zweithöchste Konzentration wurde für das Antidiabetikum Metformin berechnet (234,1 µg/L). Auch dieser Wirkstoff wird nicht metabolisiert und gilt als persistent aber nicht bioakkumulierbar oder toxisch. Ibuprofen wird in großem Umfang metabolisiert (mind. 85 %). Deshalb wurde trotz einer höheren Verbrauchsmenge gegenüber Metformin eine geringere Abwasserkonzentration von 29,2 µg/L errechnet, welche nicht mehr als 10% der Abwasserkonzentration von Metformin ausmacht. Die vierthöchste berechnete Konzentration konnte dem AT1-Antagonisten Valsartan zugeschrieben werden. Danach erscheinen die schwach metabolisierten Antiepileptika Gabapentin (5,8 µg/L), Levetiracetam (5,1 µg/L) und Pregabalin (4,1 µg/L). Alle anderen Wirkstoffe sind im Bereich unter 4 µg/L im kommunalen Abwasser zu erwarten.

Zur Überprüfung der Abschätzungen wurden diese mit im Konzentrationswerten von ausgewählten Wirkstoffen verglichen (Abbildung 5-5), die im Rahmen des Projektes am Zulauf der Kläranlage Dülmen gemessen wurden (siehe Kap. 2). Dieser Vergleich zeigt eine gute Übereinstimmung für einzelne Wirkstoffe (z.B. Diclofenac, Bezafibrat Sulfamethoxazol, Ritalinsäure). Teilweise werden jedoch die gemessenen Abwasserkonzentrationen deutlich über- bzw. unterschätzt. Der Grund für die deutliche Unterschätzung kann darin liegen, dass die Verbrauchsdaten zu OTC- und sonstigen Produkten unzureichend über Daten der Apotheken erfasst werden konnten. Zum Beispiel wird Salicylsäure zur Aknetherapie eingesetzt und ist häufig Bestandteil von Kosmetika, die nicht unbedingt über Apotheken verkauft werden.

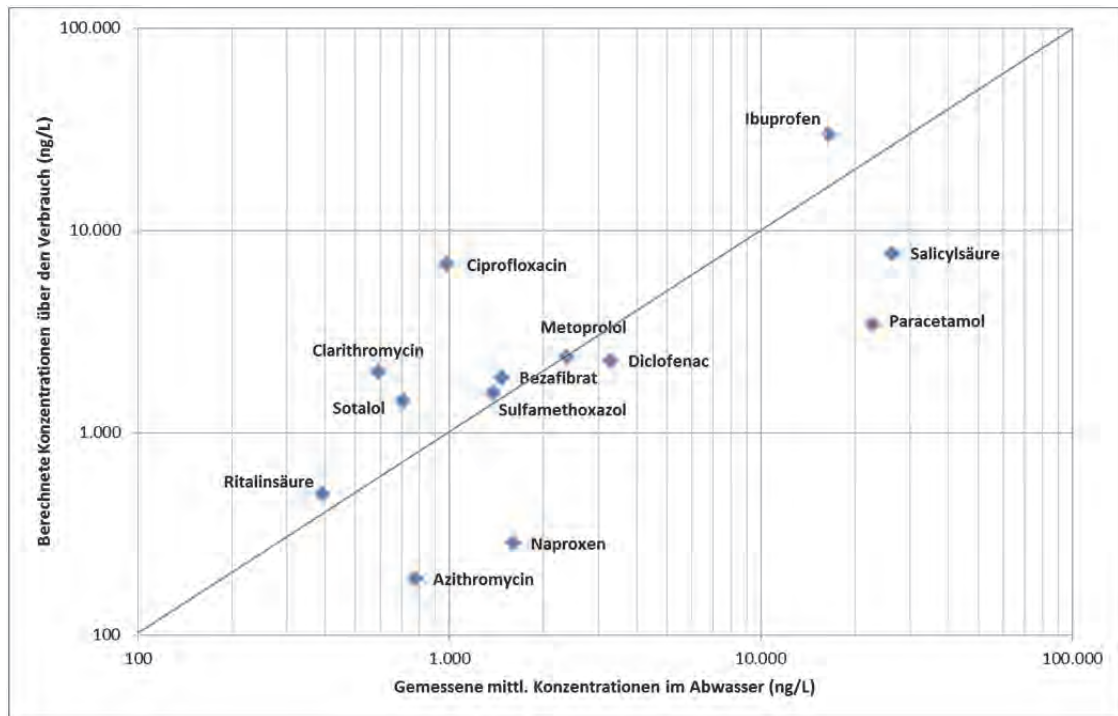


Abbildung 5-5: Vergleich der aus Verbrauchsdaten abgeschätzten Abwasserkonzentrationen mit den am Zulauf der Kläranlage gemessenen Konzentrationen

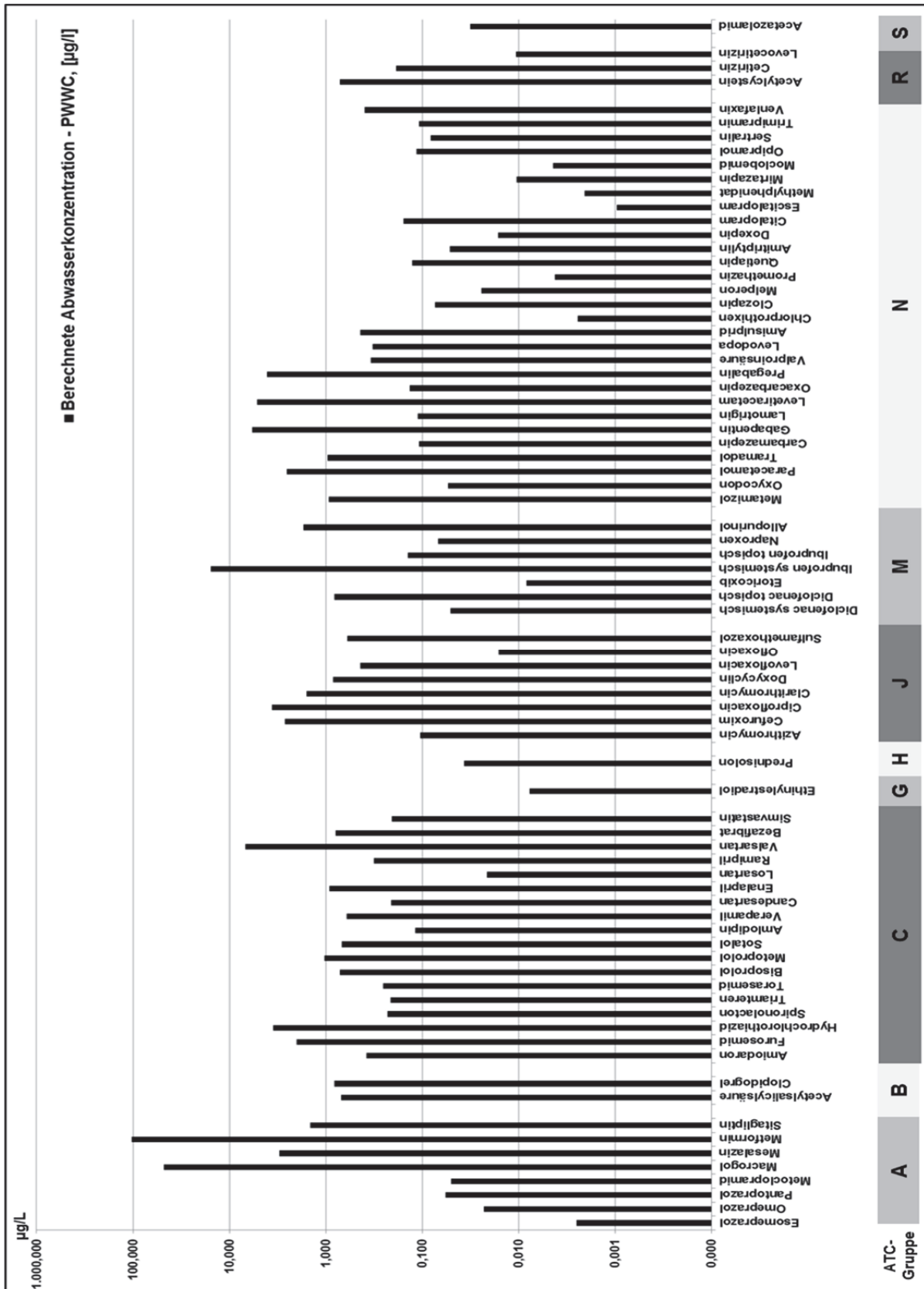
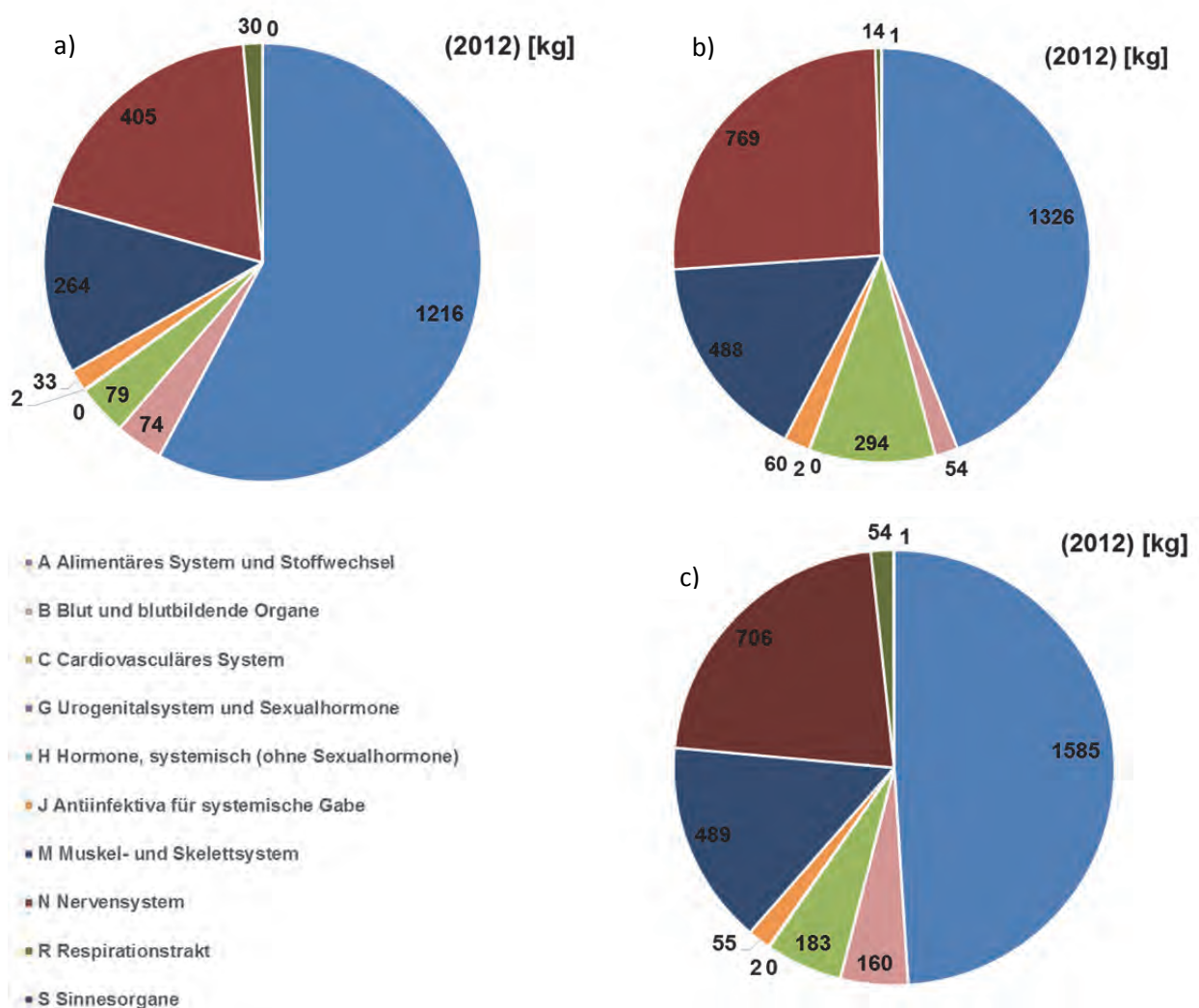


Abbildung 5-6: Berechnete Abwasserkonzentration, PWWC [µg/l] der 76 Arzneiwirkstoffe (gruppiert nach dem ATC-Code) in Dülmen für das Jahr 2012.

5.2.4 Repräsentativität und Bewertung der Verbrauchsabschätzungen

Die Bilanzierungsergebnisse anhand der zur Verfügung gestellten Daten der Apotheken (Abbildung 5-7a), der aufbereiteten Daten aus dem Arzneimittel-Report (Abbildung 5-7b) sowie der Verkaufszahlen des lokalen Großhändlers (Abbildung 5-7c), sind in Abbildung 5-7 gegenübergestellt, um einen Vergleich der Verbrauchsmuster (Verteilung Wirkstoffmenge über die ATC-Gruppen) zu ermöglichen und etwaige Unterschiede infolge der jeweils angewendeten Methode zur Ermittlung des Gesamtverbrauchs an Arzneistoffen in Dülmen zu diskutieren. Gleichzeitig liefert diese Analyse eine Bewertung zur Aussagefähigkeit der unter Kapitel 4.2 präsentierten Ergebnisse und deren Repräsentativität für den Gesamtverbrauch von rund 46.000 Einwohnern in Dülmen.



(a) bilanziert für die drei Apotheken und die Klinikapotheke, (b) ermittelt für Gesamteinwohnerzahl Dülmen nach Arzneiverordnungsreport, (c) ermittelt anhand der Verkaufszahlen des lokalen Großhändlers

Abbildung 5-7: Jährlicher Verbrauch von 76 ausgewählten Wirkstoffen in Dülmen bezogen auf die ATC-Gruppe

Die Bilanzierungsergebnisse ergaben einen Arzneistoffverbrauch in 2012; für die ausgewählten Apotheken in Dülmen 2.103 kg, für die Datenerhebung nach Arzneiverordnungs-Report 3.008 kg und für den Großhandel 3.235 kg

Die Abweichung innerhalb der Verbrauchsmengen und im Verbrauchsmuster zwischen den Bilanzierungsergebnissen für die Apotheken (Abbildung 5-7a) und den ermittelten Wirkstoffverbrauch anhand des Arzneimittelreports (Abbildung 5-7b) lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Datensätze und ihrer Zusammensetzung erklären. Über die Ermittlung des Wirkstoffverbrauchs in Dülmen anhand des Arzneiverordnungs-Reports werden vertragsärztliche Arzneiverordnungen und somit nur verschreibungspflichtige Wirkstoffe erfasst. Mit dieser Methode lassen sich aber nicht die Verbräuche aus nicht verordneter Selbstmedikation und somit Direktverkauf an Arzneistoffen (OTC-Präparate) erfassen.

Weiterhin lassen sich die Abweichungen im Verbrauchsmuster pro ATC-Gruppe zwischen Abbildung 5-7a und Abbildung 5-7c sowie Abbildung 5-7a und Abbildung 5-7b ebenfalls durch die Einbindung der Verbrauchsdaten der Klinikapotheke innerhalb der Bilanzierungsergebnisse in Abbildung 5-7a, plausibel erklären. Nach Angaben des Arzneimittelgroßhändlers werden keine Einrichtungen und Klinikapotheken direkt beliefert, und somit ist davon auszugehen, dass dieser Datensatz im Wesentlichen die Verkaufszahlen an Dülmener Privat-Apotheken umfasst. Aber auch im Arzneiverordnungs-Report werden Verbräuche in Kliniken nicht mit berücksichtigt.

Die bilanzierten privaten Apotheken machen einen Anteil von 55% des Großhändlers aus. Unter der Annahme, dass der Großhändler die Versorgung öffentlicher Apotheken in Dülmen dominiert (basierend auf den Erkenntnissen mittels des Arzneiverordnungs-Report gehen wir von der Annahme aus, dass bis zu 90% der öffentlichen Apotheken durch diesen Großhändler beliefert werden), kann anhand der Daten abgeschätzt werden, dass von den drei größten lokalen Apotheken Verbrauchsdaten für rund 50% der jährlich in Dülmen verkauften Arzneimittel zur Verfügung gestellt wurden. Unter dieser Annahme, ergibt sich für die Hochrechnung für alle Apotheken in Dülmen ein Gesamtverbrauch von ca. 3560 kg. Bei einer Hochrechnung dieser Daten auf einen Gesamtverbrauch Dülmen (100%) inklusiver Klinikapotheke ergibt sich eine Arzneistoffmenge von etwa 3890 kg in 2012.

Die Differenz aus dem Verbrauch aller privaten Apotheken in Dülmen und dem ermittelten Gesamtverbrauch nach Arzneiverordnungs-Report liefert den Anteil an OTC-Präparaten mit 556 kg und somit 16% am Gesamtverbrauch aller privaten Apotheken in Dülmen. Diese Ergebnisse zeigen dass der anteilige Verbrauch an OTC-Präparaten gegenüber Verschreibungspflichtiger Präparate eher gering ausfällt. Auch wenn der Anteil an OTC-Präparaten in Dülmen gering ausfällt, lohnt sich eine Betrachtung möglicher Maßnahmen zur Verbrauchsreduzierung insgesamt sowie auch zur Reduktion bestimmter Arzneistoffe, bei denen ein Umweltrisiko bereits bekannt ist. Im Gegensatz zu verschreibungspflichtigen Präparaten können bei OTC-Präparaten die Konsumenten und Apotheken direkt zur Minimierung der Verbräuche beitragen, z.B. durch sparsame Einnahme von Arzneimitteln und auch Arzneimittel bewusst einkaufen, indem sie z.B. auf kleinere Packungsgrößen oder alternative Präparate zurückgreifen, oder ggf. sogar komplett auf Arzneimittel verzichten und auf nicht-medikamentöse Therapien und Verhaltensalternativen zurückgreifen.

Eine Möglichkeit zeigt die Verminderung von Arzneimitteln zur topischen Anwendung. Bei topischer Anwendung werden lokal Salben, Gele oder Sprays angewendet. Im Gegensatz dazu können mit Hilfe der systemischen Anwendungen Wirkorte im gesamten Körper über das Blut erreicht werden (Darreichungsformen: Tabletten, Injektionen). In Tabelle 2 sind die bilanzierten Verbräuche von Diclofenac und Ibuprofen in die systemische und die topische Anwendung in Dülmen unterschieden.

Die Ergebnisse zeigen für die Daten aus dem Großhandel, dass in Dülmen Diclofenac mit 4,1 kg und Ibuprofen mit 2,2 kg als Salben, Gel oder Pflaster verkauft wurden. Da topische Anwendungen in der Regel zu 90% wieder abgewaschen werden und somit direkt in das Abwasser gelangen können, wäre hier ein Ansatz, diese Verbräuche durch systemische Anwendungen der Wirkstoffe zu ersetzen, um den Eintrag in das lokale Abwasser zu verringern. Jedoch wird anhand der Einzelbetrachtung der Apothekendaten deutlich, dass nicht alle Apotheken Präparate zur topischen Anwendung mit den Wirkstoffen Diclofenac und Ibuprofen im Jahr 2012 verkauft haben und somit die angestrebte Maßnahme, auf alternative Anwendungsformen oder Präparate zurückzugreifen, bei diesen Apotheken kaum Wirkung zeigen würde.

Tabelle 5-2: Verkauf der Wirkstoffe Diclofenac und Ibuprofen differenziert in systemischer und topischer Anwendung für Dülmen in 2012 (Daten von drei Apotheken in Dülmen und eines Großhändlers)

ATC	Wirkstoff	Anwendung	Vertrieb (kg)	Apo-1 (kg)	Apo-2 (kg)	Apo-3 (kg)
M01	Diclofenac	Wirkstoff systemisch	19,2	3,3	3,3	3,3
M02	Diclofenac	Wirkstoff topisch	4,1	1,1	-	-
M01	Ibuprofen	Wirkstoff systemisch	385,4	76,7	59,1	69,9
M02	Ibuprofen	Wirkstoff topisch	2,2	0,3	-	-

5.3 Eigenschaften von ausgewählten OTC-Produkten

Mittlerweile sind Informationen über die Umwelteigenschaften einer Vielzahl von gebräuchlichen Arzneimitteln verfügbar. Falls therapeutisch gleichwertige Alternativen zu den OTC-Präparaten vorliegen, könnten Apotheker diese Informationen nutzen, um Ihre Kunden dahingehend zu beraten, Medikamente zu erwerben, die weniger Gewässer belastend sind. Aber auch innerhalb der verschreibungspflichtigen Präparate ließe sich diese Maßnahme anwenden und Ärzte oder Apotheker könnten dieses Wissen nutzen und entsprechend alternative Medikamente verordnen.

Für neun der bilanzierten 76 Wirkstoffe stehen teilweise OTC-Präparate zur Verfügung (Tabelle 5-3). Um Informationen über das Umweltverhalten dieser OTC-Präparate gegenüber möglichen alternativen Präparaten abzuwägen wurde die schwedische Liste für Arzneistoffe herangezogen (fass.se). Sie gibt für jedes Arzneimittel bzw. den entsprechenden Wirkstoff das Umweltverhalten an, sofern Daten vorhanden sind, ausgedrückt als Abbaubarkeit des Stoffes, Bioakkumulation in Organismen und Toxizität. Angaben zur Elimination der Stoffe in Kläranlagen stammen von der Umeå Universität (Swedish National Screening Programme, 2010).

Die Informationen zeigen, dass beide Protonenpumpeninhibitoren Omeprazol und Pantoprazol mit einem nicht signifikanten Umweltrisiko eingestuft werden (www.fass.se). Pantoprazol ist aber potentiell persistent. Omeprazol ist abbaubar in der Umwelt. Dafür hat Omeprazol ein leichtes Bioakkumulationspotenzial, was jedoch bei schnellem und gutem Abbau in Kläranlagen und der Umwelt nicht von Bedeutung ist. Omeprazol wäre also aus dieser Sicht die „bessere“ Alternative, da es in der Umwelt abbaubar ist. Pharmazeutisch gesehen muss man natürlich das geringere Interaktionspotenzial von Pantoprazol hervorheben. Bei den Analgetika ergibt sich folgendes Bild: ASS und Paracetamol haben ein niedriges Umweltrisiko. Nach diesen Daten zeigen Diclofenac und Naproxen ein nicht signifikantes Risiko. Zu Ibuprofen gibt es keine Daten in den angegebenen Quellen. Bei allen Wirkstoffen ist von einem langsamen Abbau in der Umwelt und von einem niedrigen Potenzial zur Bioakkumulation auszugehen: Diclofenac wird schlecht in der Kläranlage (ca.

zu einem Drittel) eliminiert - Naproxen und Ibuprofen zu ca. 70 %. Paracetamol wird aber komplett eliminiert. Aufgrund des Umweltverhaltens und des ermittelten geringen Verbrauchs scheint Naproxen eine interessante Alternative zu Diclofenac und Ibuprofen zu sein. Natürlich muss die Wahl des Wirkstoffs immer auch an die Bedürfnisse des Kunden/Patienten angepasst sein.

Das Risiko zur Bioakkumulation bei Acetylcystein ist gering. Zur vergleichbaren Alternative Ambroxol gibt es leider keine Daten. Da die definierten Tagesdosen mit 120 mg bei Ambroxol im Vergleich zu 500 mg bei ACC geringer und die Ausscheidungsraten (10 % bzw. 5 %) vergleichbar sind, könnte man Ambroxol mit Vorsicht als die "weniger belastende" Alternative bezeichnen. Auch zu Cetirizin und den Alternativen Loratadin, Dimetinden oder Clemastin gibt es keine Daten, so dass eine differenzierende Empfehlung unter Umweltgesichtspunkten derzeit nicht möglich ist.

Tabelle 5-3: Umweltverhalten der Wirkstoffe (fass.se) sowie Angaben zur Elimination der Stoffe in Kläranlagen (Fick et al. 2010)

OTC-Wirkstoffe	Umweltrisiko	Abbaubarkeit	Bioakkumulation	Elimination i. d. KA
Omeprazol	nicht signifikant	Abbaubar	niedriges Potenzial	
Pantoprazol	nicht signifikant	potentiell persistent	kein Potenzial	
Acetylsalicylsäure	Gering	evtl. persistent, Datenlage mangelhaft	niedriges Potenzial	
Diclofenac	nicht signifikant	langsam abbaubar	niedriges Potenzial	28%
Ibuprofen	keine Daten	keine Daten	keine Daten	71%
Naproxen	nicht signifikant	langsam abbaubar	niedriges Potenzial	72%
Paracetamol	Gering	langsam abbaubar	niedriges Potenzial	100%
Acetylcystein	keine Daten	evtl. persistent, Datenlage mangelhaft	niedriges Potenzial	
Cetirizin	keine Daten	keine Daten	keine Daten	

5.4 Zusammenfassung der Bilanzierungsergebnisse

Mit dieser Studie wurden Daten über die Verwendung von Humanarzneimitteln einer mittleren deutschen Stadt erarbeitet. Hierbei wurde gezeigt, dass die angewendete Methode der Bilanzierung nach Art und Menge trotz aller damit verbundenen Unschärfe ein hilfreiches und wichtiges Instrument für die Ermittlung von Arzneistoffverbräuchen und möglichen Abwassereinträgen ist.

Auch wenn im Rahmen dieser Studie eine umfassende Verbrauchsbilanzierung aller Arzneistoffe in der Stadt Dülmen durch Schwierigkeiten in der Generierung und der Beschaffung von Daten begrenzt war, liefert der gewählte Ansatz, unterschiedliche Datenquellen und -ressourcen für die Erfassung und Bewertung der Gesamtarzneimittelverbräuche in Dülmen sowie eine repräsentative Vorauswahl von 76 Wirkstoffen zu nutzen, neue, belastbare Erkenntnisse. Die aufgrund von technisch-administrativen Randbedingungen notwendige Vorauswahl ermöglicht zwar nur eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse auf Basis der 76 Wirkstoffe, aber eben diese umfassen alle am häufigsten verschriebenen Humanarzneimittel und liefern somit eine repräsentative Aussage. Durch Einteilung der Wirkstoffe in ihre ATC-Gruppenzugehörigkeit wurden zusätzlich Informationen zu Verbrauchsmustern generiert.

Für die Stadt Dülmen, die ansässigen Ärzte und Apotheker aber auch den Abwasserentsorger sowie die Wissenschaft liefern die gewonnenen Erkenntnisse einen wertvollen Beitrag zum aktuellen Umgang und Konsum von Arzneimitteln; insbesondere da bis dato keine uns bekannte Studie



existiert, die in diesem Umfang versucht hat, den Gesamtwirkstoffverbrauch einer Mittelstadt zu bilanzieren.

Weiterhin lassen sich die generierten Informationen in Verbindung mit weiteren nachfolgenden Analysen nutzen, um Auswirkungen von Maßnahmen an der Quelle zu bewerten und ggf. die Notwendigkeit von „End-of-Pipe“- Lösungen an der Kläranlage entsprechend zu prüfen.

Die erzielten Ergebnisse dieser Studie sollten daher ergänzt und abgeglichen werden mit Messdaten aus dem gleichen Zeitraum oder auch einem parallelen Monitoring im Rahmen einer empfohlenen Fortführung der Bilanzierung, alle drei bis fünf Jahre. Zukünftige Bilanzierungen zum Arzneistoffverbrauch würden somit auch Informationen zu Änderungen im Verbrauchsmuster liefern mit denen man die lokalen Sensibilisierungsmaßnahmen bewerten könnte. Weiterhin wäre auch ein Vergleich mit anderen Erhebungen anderer mittlerer Städte hilfreich.

6 Sozialwissenschaftliche Untersuchungen

Um die Sensibilisierungskampagne in Dülmen adäquat konzipieren und aufsetzen zu können, war im Vorfeld zu erkunden, wie die Adressaten – die Bevölkerung – das Thema der Eintragung von Medikamentenresten in Gewässer konnotiert. Dies bezieht sich zum ersten auf den Informationsstand und das Wissen über medikamentöse Belastungen der Gewässer, zum zweiten auf die Muster des Medikamentengebrauchs und die Beziehungen zu den medizinischen Akteuren sowie zum dritten auf die Entsorgung von Altmedikamenten. Denn dem Projekt DSADS liegt die Hypothese zu Grunde, dass ein Teil der Bevölkerung Altmedikamente und Medikamentenreste über das Abwasser entsorgt. Im Zentrum der empirischen und sozialwissenschaftlichen Untersuchungen standen zwei repräsentative Haushaltsbefragungen in Dülmen und der Vergleichsstadt Soest. Diese waren wie folgt ausgerichtet:

- die 1. Befragung war auf die Erhebung und Analyse der Einstellungen und Verhaltensmuster der Bevölkerung gerichtet und zielte auf die Ausrichtung und Planung der Sensibilisierungsmaßnahmen und
- die 2. Befragung war auf die Überprüfung der möglicherweise erzielten Einstellungs- und Verhaltensänderungen der Zielgruppe als Folge der Sensibilisierungsmaßnahmen gerichtet.

Die erste repräsentative Befragung der Bevölkerung wurde zwischen dem 28.1.2013 und dem 12.2.2013 durchgeführt. Die zweite Befragung erfolgte vom 6.11. bis 24.11.2014 (siehe Kap. 8). Im Zeitraum zwischen den Befragungen wurden Sensibilisierungskampagnen durchgeführt, mit denen die Bevölkerung und die medizinischen Akteure in Dülmen über das Thema „Medikamentenreste in Gewässern“ informiert und zum Umgang mit Medikamenten beraten wurden. Parallel zu den beiden Haushaltsbefragungen in Dülmen wurden die gleichen Befragungen in Soest als Vergleichsstadt durchgeführt. In Soest, einer in Größe und Lage gut vergleichbaren Stadt, fanden jedoch keine Sensibilisierungsmaßnahmen statt. So sollte anhand eines Vorher-Nachher-Vergleichs in beiden Städten die Wirkung der Sensibilisierungskampagne in Dülmen beurteilt werden.

Insgesamt konnten Interviews mit 404 (Dülmen) bzw. 401 (Soest) Teilnehmerinnen und Teilnehmern durchgeführt werden (Tabelle 6-1). Die Befragungen wurden als Telefonbefragung (CATI-Befragung) bei einer durchschnittlichen Dauer von 15 Minuten pro Interview durchgeführt und sind repräsentativ. Die Zielpersonen sind anhand des bei GESIS-ZUMA entwickelten Verfahrens identifiziert worden (Gabler et Häder, 1997).

Tabelle 6-1: Kenndaten der ersten Haushaltsbefragungen in Dülmen und Soest

	Dülmen	Soest	Gesamte Stichprobe
Erzeugte Telefonnummern	3.450	3.700	7.150
Ausfälle	635	730	1.365
Nicht erreicht:	1.167	1.311	2.478
Verweigerungen / Abbrüche	1.244	1.258	2.502
Realisierte Interviews	404	401	805

Bei der Ersterhebung sind in den beiden Städten die folgenden Themenkomplexe befragt worden:

- Haltung zu Gewässern
- Wissen / Kenntnisse zum Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“
- Entsorgungspraxis der Haushalte
- Einnahme von Medikamenten (Art, Dauer, Verordnungsweg)
- Spezifische Verhaltensmerkmale
- Beratung durch Apotheker und Ärzte
- Handlungsorientierungen - „Was könnte gemacht werden?“
- Sozialstatistik

Zentrale empirische Ergebnisse der ersten Haushaltsbefragungen werden im Folgenden näher erläutert.

Ferner wurden im Rahmen einer schriftlichen Befragung die Sichtweise und Einstellungen der Akteure der medizinischen Versorgung erfasst, da diese zentrale Interaktionspartner der Bevölkerung im Hinblick auf die Einnahme von Medikamenten sind. Zu diesem Zweck wurden zwischen Oktober und November 2013 insgesamt 146 Akteure der medizinischen Versorgung (Ärzte, Apotheker, Pflegedienste u.a.) angeschrieben, von denen 36 geantwortet haben. Die Ergebnisse dieser schriftlichen Befragung, die nicht repräsentativ sind, jedoch wichtige Hintergrundinformationen liefern, werden im Kap. 6.6 beschrieben.

6.1 Wahrnehmung der Gewässer und Bekanntheit des Themas

Am Anfang der Befragung stand der Themenkomplex „Gewässer“, der den Kenntnisstand und die ökologische Einstellung der Bevölkerung abfragte. Die Dülmener wurden zu Ihren Informationen und Haltungen zu den Gewässern ihrer Region wie Lippe, Tiberbach und den Halterner Stausee befragt.

Für die Mehrheit der Bevölkerung Dülmens haben die Gewässer der Region einen hohen Vermächtniswert: 96,3% der befragten Haushalte erachten die Gewässer der Region als wichtigen Naturraum, der den folgenden Generationen in einem guten Zustand erhalten werden sollte (siehe Abbildung 6-1). Außerdem wird die Bedeutung der Gewässer als Ökosystem für Pflanzen-, Fisch- und weitere Tierarten sehr hoch geschätzt. Für über die Hälfte der Befragten (53,6%) haben die Gewässer der Region auch einen hohen privaten Nutzungswert, etwa für Freizeit-, Erholungs- und Sportmöglichkeiten. Die Wasserqualität von Lippe, Tiberbach und Halterner Stausee wird von 59,6% als gut eingeschätzt. Gleichzeitig geht fast ein Drittel (28,7%) von einer chemischen Belastung der Gewässer aus. Die Befragungsergebnisse ließen somit Offenheit für das Projekt und seine Ziele erwarten.

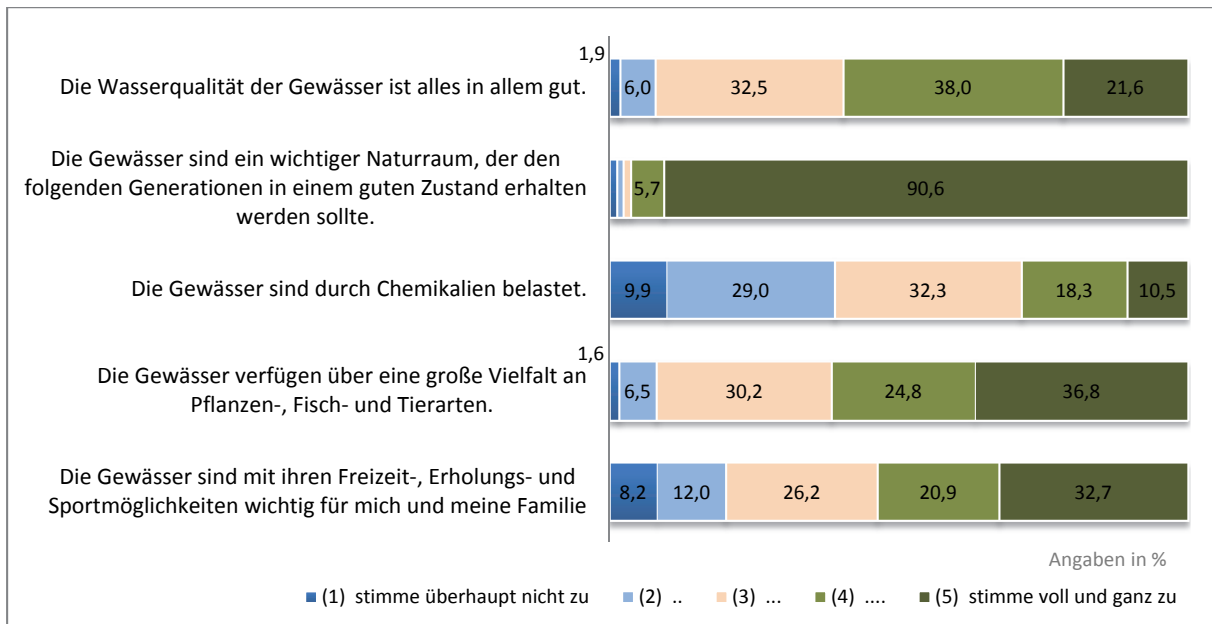


Abbildung 6-1: Wahrnehmung der Gewässer in der Region durch die Bevölkerung in Dülmen

Die Belastung von Oberflächengewässern und vom Grundwasser durch Spurenstoffe wird von der Wissenschaft und auch von Medien bereits seit einigen Jahren thematisiert. In Fernsehberichten und Zeitungsartikeln wurde beispielsweise über die Belastung von urbanen Trinkwasserressourcen durch Medikamentenreste oder die Beeinträchtigung der Lebenswelt „Wasser“ infolge eines vermehrten Eintrags von Arzneimittelresten berichtet. Auswirkungen wie zum Beispiel die Verweiblichung von Fischpopulationen durch Hormone im Wasser wurden somit durchaus öffentlichkeitswirksam thematisiert. Für das Projekt war deshalb die Frage interessant, inwieweit das Thema in der lokalen Öffentlichkeit Dülmens angekommen war und die Bevölkerung über Vorinformationen verfügte. Das Projekt hat dieses „Vorwissen“ in der Befragung demgemäß angesprochen.

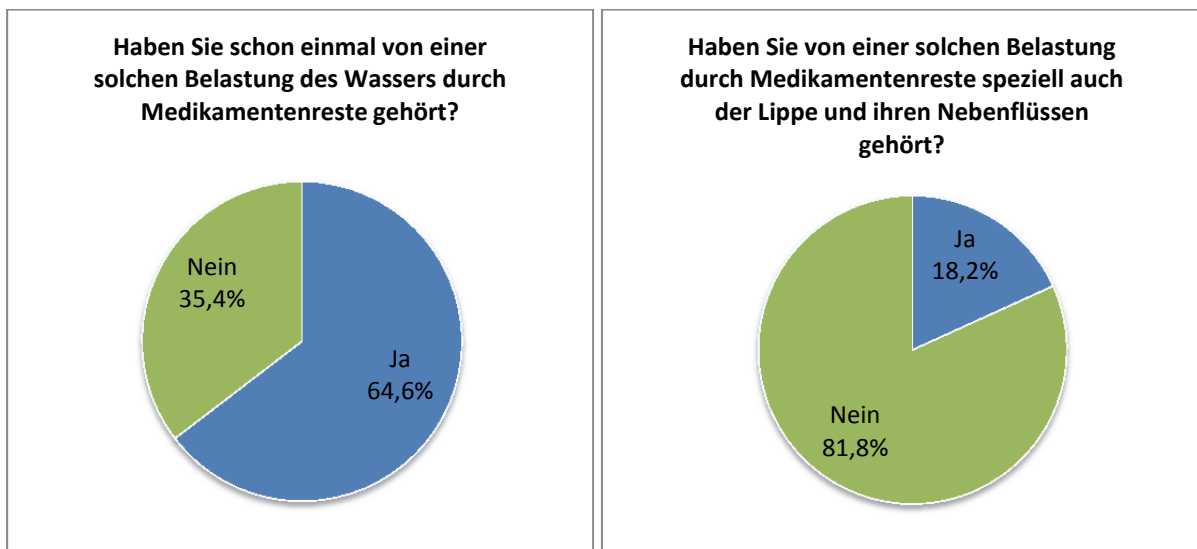


Abbildung 6-2: Bekanntheit der Thematik und der Belastung der Gewässer in Dülmen

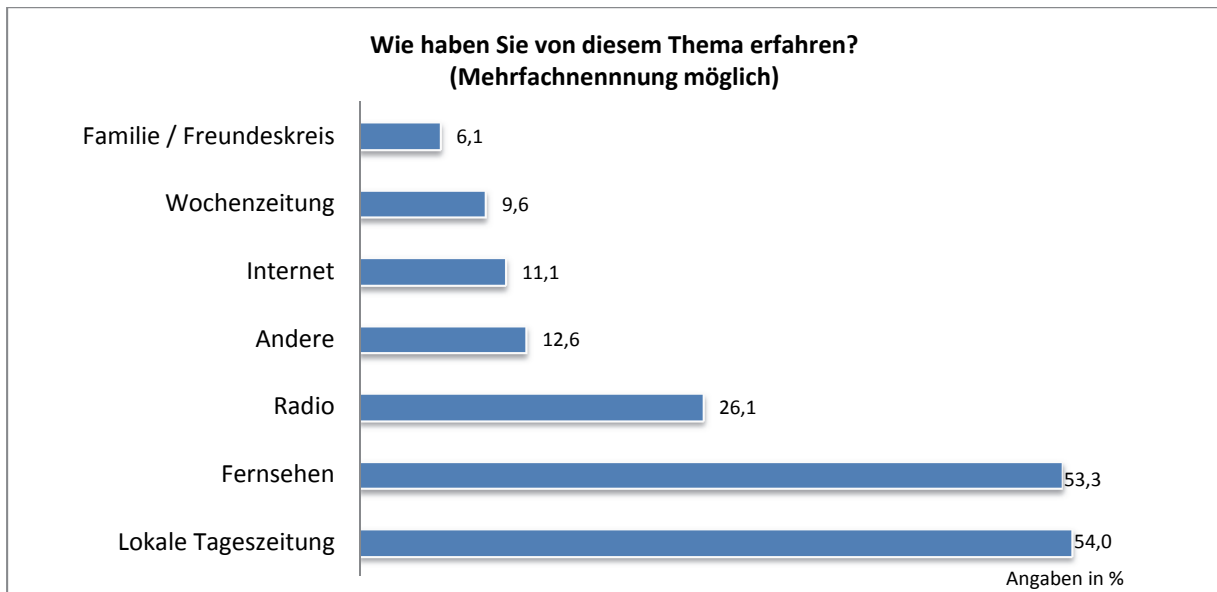


Abbildung 6-3: Informationsquellen der Haushalte in Dülmen

Einem Großteil der Befragten (64,6%), vornehmlich aus der Gruppe der 46 bis 55-jährigen sowie 56 bis 65-jährigen, war die generelle Belastung von Gewässern durch Medikamentenreste bekannt. Dass hingegen auch die Lippe und ihre Nebenflüsse belastet sind (Abbildung 6-2), gaben nur 18,2% der Befragten an. Für 35,3% der befragten Dülmener Haushalte war die Thematik sogar gänzlich neu. Dies zeigt, dass zwar rund 2/3 der Bevölkerung um das Thema der Belastungen durch Medikamentenreste im Allgemeinen wusste, dass aber die Relevanz des Themas für den nahen regionalen Dülmener Lebensraum nur einer kleinen Minderheit bewusst war.

Hinsichtlich der Quellen, die Dülmener Haushalten zur Information über das Thema dienen, spielen vor allem die lokale Tageszeitung (54%), das Fernsehen (53,3%) und das Radio (26,1%) eine wichtige Rolle (Abbildung 6-3). Das Internet liegt mit 11,1% klar dahinter. Lediglich 6,1% der Haushalte haben von diesem Thema über die Familie oder den Freundeskreis erfahren.

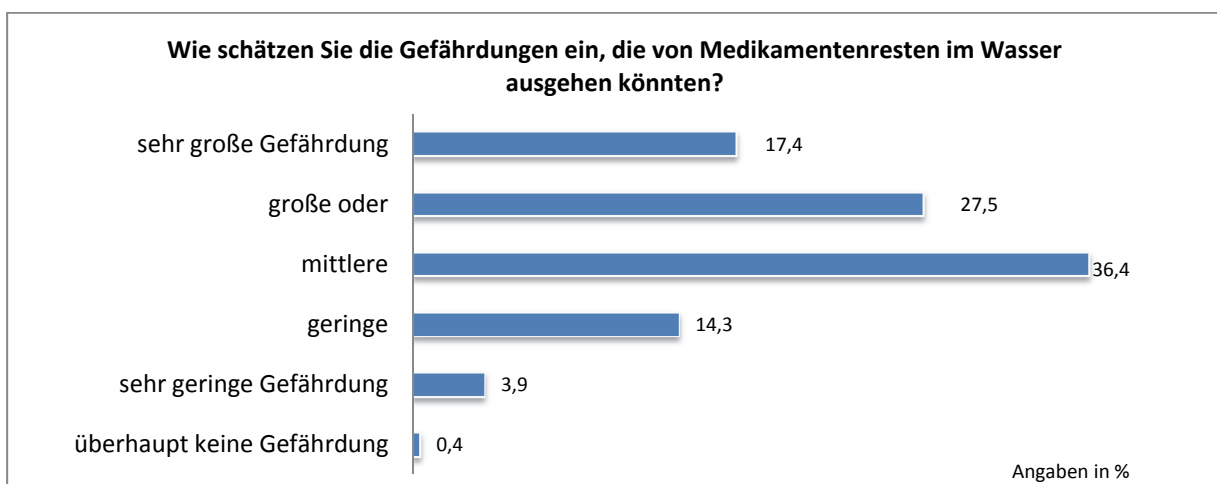


Abbildung 6-4: Einschätzung der Haushalte in Dülmen zur Gefährdungslage

Neben dem Kenntnisstand zum Thema und den Informationsquellen der Befragten ist auch die individuelle Gefährdungseinschätzung von Bedeutung. Wie in der Abbildung 6-4 zu sehen ist, schätzten 44,9% der befragten Haushalte, denen die Thematik der Gewässerbelastung durch

Medikamentenreste bekannt ist, die Belastung als große oder sehr große Gefährdung ein. Für diese Gruppe sind Spurenstoffe ein ernstes Problem.

18,2% bewerteten die Gefährdung hingegen sehr gering oder gering und 0,4% als überhaupt nicht vorhanden. Die größte Teilgruppe bildeten diejenigen, die sich hinsichtlich des Gefährdungspotenzials in der Mitte einordnen (36,4%) und somit eine gewisse Ambivalenz zum Ausdruck bringen. Information und Wissen einerseits und die Gefährdungsbeurteilung andererseits laufen nicht automatisch zusammen. Die Bewertung, inwieweit von Medikamentenresten im Wasser Gefährdungen ausgehen, ist nicht einfach, weder für die Wissenschaft noch für die Bevölkerung im Rahmen einer Bevölkerungsbefragung.

Es besteht unter Experten Einigkeit darüber, dass Humanarzneiwirkstoffe maßgeblich über zwei Eintragswege in den Wasserkreislauf gelangen, zum ersten durch die Entsorgung von Medikamentenresten über Spüle und Toilette und zum zweiten durch die natürliche Ausscheidung von Reststoffen der Medikamente ins Abwasser. Diesen beiden zentralen Umständen, die für das Projekt DSADS aufgrund der gänzlich verschiedenen Verhaltensursachen und -motivationen zugleich unterschiedliche Handlungsstrategien nahe legen, wurden in der Befragung jeweils eigene Fragekomplexe gewidmet.

6.2 Entsorgungsverhalten bei Medikamenten

Im Hinblick auf die Entsorgung ist in der Befragung zum einen der zeitlichen Dimension nachgegangen worden, also der Frage, wie oft Medikamente überhaupt entsorgt werden. Zum anderen ist der Entsorgungsweg erfasst worden, also Art und Weise der Entsorgung, z.B. über Hausmüll, Toilette etc.

Wie Abbildung 6-5 zeigt, bestehen in zeitlicher Hinsicht unterschiedliche Entsorgungsroutinen in den Haushalten. Etwa zwei Drittel der befragten Haushalte entsorgen ihre Hausapotheke in größeren zeitlichen Abständen, d.h. halbjährlich, jährlich und noch länger. 19% entsorgen unregelmäßig. Vollständig aufgebraucht werden Medikamente in 10,7% der Haushalte. Bei der Analyse der Entsorgungsfrequenz ergibt sich also ein heterogenes Bild.

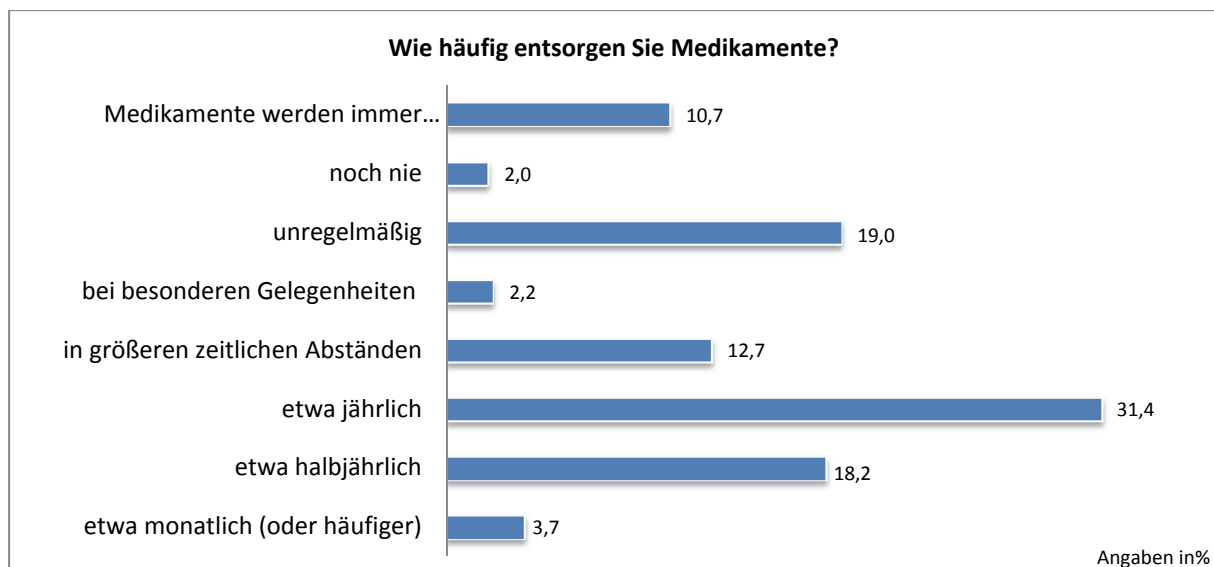


Abbildung 6-5: Häufigkeit der Entsorgung von Medikamentenresten in Dülmen

Bei der empirischen Erhebung der Entsorgungsroutinen von Haushalten bei Altmedikamenten ist zu beachten, dass es mehrere korrekte Entsorgungsmöglichkeiten gibt. Aufgrund der Verbrennung des Restmülls in Deutschland wird seitens der zuständigen Institutionen auf die (graue) Restmülltonne als standardmäßigem Entsorgungsweg auch für Altmedikamente verwiesen. Aber auch die Abgabe bei einer Apotheke ist möglich. Dieser Weg war früher üblich, mittlerweile sind die Apotheken hierzu jedoch nicht mehr verpflichtet, sondern es handelt sich um eine Serviceleistung. Außerdem ist die Abgabe von Altmedikamenten bei einer (kommunalen) Sammelstelle möglich. Nur diese Praktiken, die letztlich zur Verbrennung führen, ermöglichen einen umweltbewussten und nachhaltigen Umgang mit bedenklichen Substanzen.

Insbesondere sollte im Rahmen des Projekts identifiziert werden, in welchem Umfang Medikamente „nicht korrekt“ über das Abwasser entsorgt werden. Bei der Befragung durften die Begriffe korrekt / unkorrekt nicht verwendet werden, damit keine „sozial erwünschten Antworten“ generiert werden. Dies konnte durch eine sehr differenzierte Gestaltung der Fragen vermieden werden. Bezogen auf die Kernfragen zur Entsorgungspraxis ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 6-6).

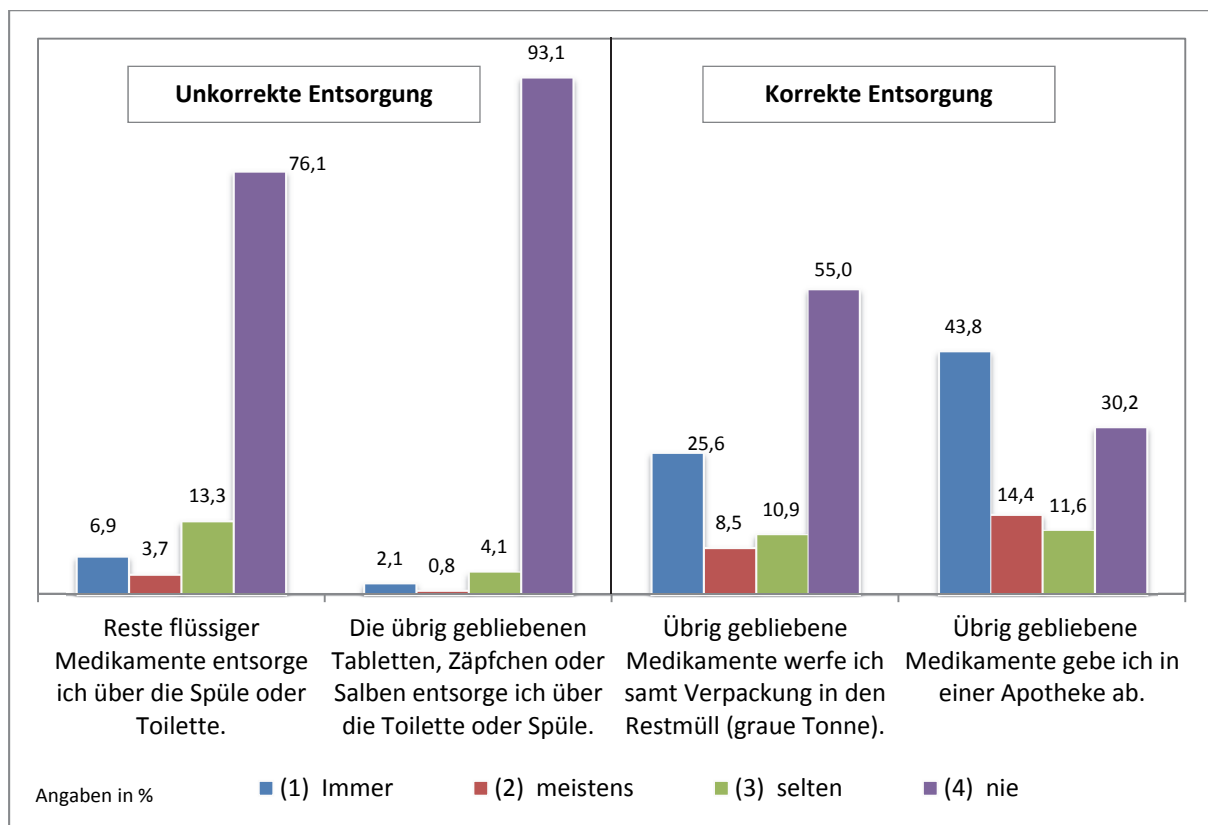


Abbildung 6-6: Entsorgungswege von Medikamenten in Dülmen (Ausschnitt)

Rund 75% der Haushalte nutzen einen oder mehrere der korrekten Entsorgungswege. Annähernd 45% der Befragten geben ihre Altmedikamente dabei immer in einer Apotheke ab, etwa 25% der Haushalte werfen übrig gebliebene Medikamente immer in den Restmüll (graue Tonne). Der in der Stadt Dülmen vorgesehene Standardweg der Entsorgung via Restmüll wird also lediglich von einem Viertel der Haushalte beschritten. Weitere 5% geben sie bei einem Arzt oder der kommunalen Schadstoffsammelstelle ab.

Empirisch ausgewiesen werden konnte mit der Haushaltsbefragung damit aber auch, dass fast ein Viertel (genau 23,9%) der Befragten in 2013 angaben, Medikamente zumindest gelegentlich über das Abwasser zu beseitigen. Dies geschieht häufiger bei flüssigen Medikamenten als bei Tabletten, Zäpfchen oder Salben. Die Befragten haben zwar beim Entsorgungsweg zwischen „immer, meistens, selten und nie“ unterscheiden können. Aber auch die Person, die subjektiv empfunden „selten“ ihre Medikamente über Toilette oder Spüle beseitigt, trägt u.U. größere Mengen ein und beeinträchtigt damit die Qualität von Oberflächengewässern und Grundwasser. Das Ergebnis, dass fast ein Viertel der Haushalte in Dülmen Altmedikamente zumindest gelegentlich über das Abwasser entsorgt, findet tendenziell auch in Soest seine Entsprechung, wo der Anteil um 3,7% höher ist.

Die Gruppe, die Medikamentenreste über das Abwasser beseitigt, konnte durch eine weitergehende Analyse der Befragungsdaten näher charakterisiert werden. Die Analyse zeigt, dass Personen aus Haushalten, die noch keine Vorinformation über Spurenstoffe im Wasserkreislauf haben, Medikamentenreste relativ häufiger über das Abwasser entsorgen als Befragte mit Vorwissen. Das überrascht nicht und unterstreicht die positive Funktion von Information und Öffentlichkeitsarbeit.

Erkennbar war darüber hinaus, dass das Alter das zentrale Merkmal für das Vorwissen über Arzneistoffe im Wasserkreislauf bildet. Über 45-jährige sind besser informiert als unter 45-jährige. Die Gruppe der Entsorger von Medikamenten über das Abwasser entstammt überproportional der jüngeren Teilgruppe. Hieraus ließ sich als erste Schlussfolgerung ziehen, dass die Jüngeren im Rahmen der Sensibilisierungskampagne einer besonderen Ansprache bedürfen.

Die Befragung sollte auch eine Aussage darüber ermöglichen, wie über die Entsorgung von Medikamenten informiert werden kann. Ergebnis ist, dass bei der Information zur korrekten Entsorgung Apothekern und Ärzten eine große Rolle zuteilwird (Abbildung 6-7). 29,1% der Befragten wurden schon einmal in ihrer Apotheke auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten hingewiesen. Insgesamt 86,5% halten es für wünschenswert, vom Apotheker im Kundengespräch auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten aufmerksam gemacht zu werden. Die Dülmener sind erkennbar offen für das Thema und interessiert. Auch Hinweise von Seiten der Ärzte werden angenommen. Von ihrem Hausarzt sind bislang aber nur 6,8% der Haushalte auf die korrekte Entsorgung hingewiesen worden.

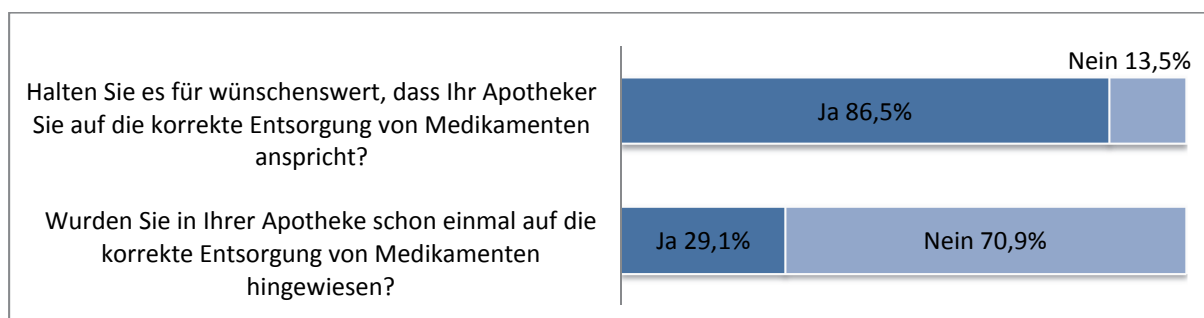


Abbildung 6-7: Beratung zur sachgerechten Entsorgung von Medikamentenresten in Dülmen

Das Kundengespräch beim Apotheker bietet eine gute Möglichkeit, die Medikamentenentsorgung zu thematisieren. Die empirischen Daten aus der Haushaltsbefragung sind vor dem Hintergrund dieser Hypothese analysiert worden, welches Merkmal das wichtigste ist, um ein korrektes Entsorgungsverhalten hervorzurufen.

Durch die Datenanalysen konnte die Information durch die Apotheke auch als wesentliches Merkmal der Einwirkung auf das Entsorgungsverhalten identifiziert werden. Der Anteil der Personen, die in Ihrer Apotheke auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten hingewiesen worden sind, war bei unkorrekten Entsorgern mit 14,9% deutlich kleiner als bei denjenigen, die nicht aufgeklärt wurden (27,8%). Hieraus wurde eine zweite Schlussfolgerung für die Sensibilisierungskampagne gezogen: die Apotheken haben eine Schlüsselposition.

6.3 Einnahme von Medikamenten und Beratungspraxis

Ein weiterer entscheidender Faktor für den Spurenstoffeintrag ist neben der Entsorgungspraxis auch der Umgang mit Medikamenten. Denn ein Großteil der Arzneimittelrückstände gelangt durch die menschliche Ausscheidung von verarbeiteten bzw. nur partiell verstoffwechselten Medikamenten in den Wasserkreislauf. Eine wichtige Rolle spielen dabei Inhaltsstoffe, Menge und Regelmäßigkeit der Medikamenteneinnahme, sowie die Anwendungsform (Einnahme, äußere Anwendung etc.).

Allein aufgrund einer chronischen Erkrankung sind Menschen in 55,1% der befragten Haushalte in Dülmen auf die regelmäßige Einnahme von Medikamenten angewiesen.

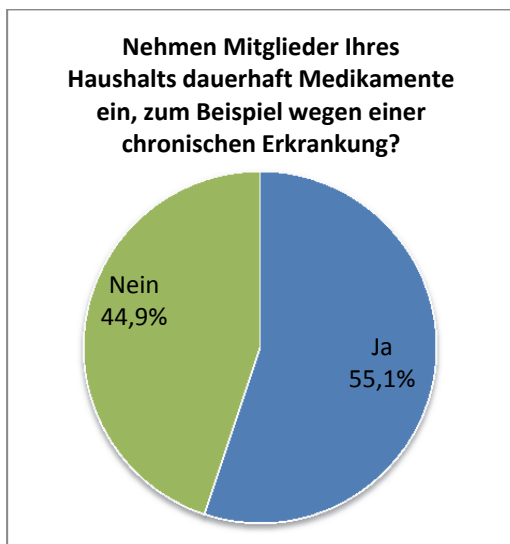


Abbildung 6-8: Medikation aufgrund einer chronischen Erkrankung in Dülmen

Jenseits der chronischen Erkrankungen hatten insgesamt 60,5% der Dülmener Haushalte zwischen Oktober und Dezember 2012 eine oder mehrere Erkrankungen zu verzeichnen, die die Einnahme von Medikamenten zur Folge hatten (Abbildung 6-9). In 44,6% der Haushalte gab es 1 bis 2 Erkrankungen und in 15,6% aller Haushalte 3 bis 6 Erkrankungen. Der Anteil der Dülmener Haushalte, die im angesprochenen Quartal ohne Medikamenteneinnahme ausgekommen sind, lag bei 39,5% gering.

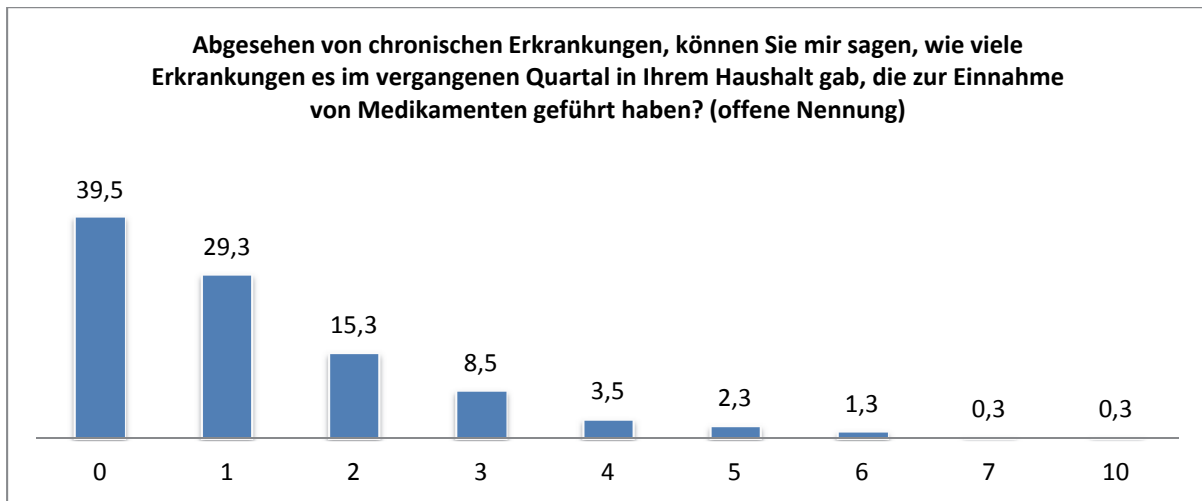


Abbildung 6-9: Erkrankungshäufigkeit mit einhergehendem Medikamentenkonsum in Dülmen (ohne chronische Erkrankungen)

In den zwischen Oktober und Dezember 2012 in den befragten Haushalten eingenommenen Mitteln rangieren schmerzstillende Mittel (77,5%) an der Spitze (Abbildung 6-10), gefolgt von homöopathischen Mitteln, Magen-Darm-Mittel, Antibiotika und Kreislaufmittel vor Beta-Blockern, Verhütungsmitteln, Psychopharmaka, Kontrastmitteln und Zytostatika (1,5%).

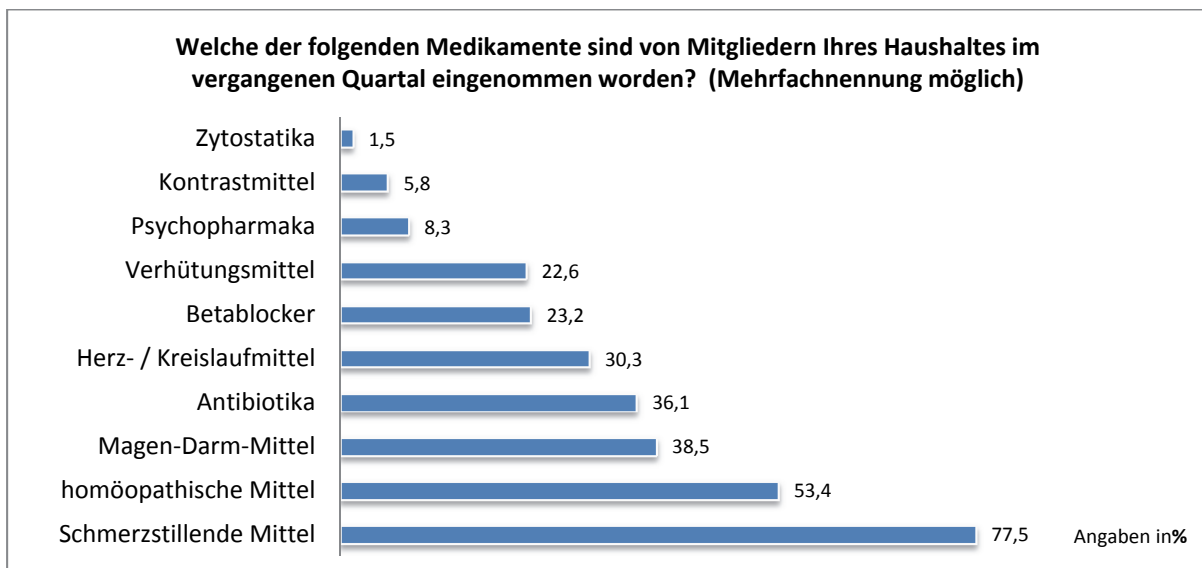


Abbildung 6-10: Konsumhäufigkeit von bestimmten Medikamenten in Dülmen

In zwei Drittel der befragten Haushalte (67,9%) wurden im letzten Quartal 2012 am häufigsten vom Arzt verordnete Medikamente eingenommen. Fast ein Drittel der Haushalte (32,1%) behandelte Erkrankungen mit selbstverordneten Medikamenten (Abbildung 6-11). Faktoren, die zur Selbstmedikation führen, können u.a. sein: Kenntnis der Symptome, persönliche Erfahrungswerte und der noch vorhandene Vorrat an Medikamenten von früheren Erkrankungen. Ein in Teilen überflüssiger Medikamentenkonsum ist dabei nicht auszuschließen.

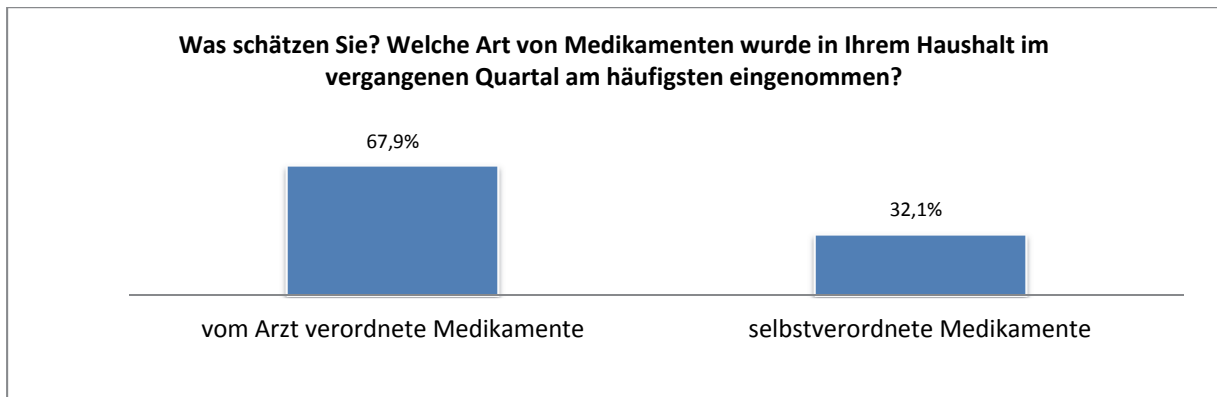


Abbildung 6-11: Konsumhäufigkeit von verordneten und nicht-verordneten Medikamenten

Die Größe der Hausapotheken, auf die dabei zurückgegriffen werden kann, variiert, wobei mit Größe die Summe aller sich im Haushalt befindliche Medikamente zu verstehen ist. Rund die Hälfte der Dülmener Haushalte (48,5%) gab an, dass ihre Hausapotheke nur maximal 10 Medikamente umfasst, gefolgt von 29,1% mit 11 bis 20 Medikamenten. Die Hausapotheken von einem Fünftel (20,8%) der befragten Haushalte haben einen Umfang von 21 bis 50 Medikamenten.

Doch nicht alle Beschwerden führen zur Einnahme von Medikamenten. Leichte Erkrankungen wie zum Beispiel Kopfschmerzen oder Erkältungen werden von nur 29,4% der befragten Haushalte immer oder meistens mit Medikamenten behandelt (Abbildung 6-12). 56,5% der Haushalte kurieren leichte Erkrankungen eher selten mit Arzneimitteln. Nur 14,2% verzichten bei leichten Erkrankungen grundsätzlich auf Medikamente.

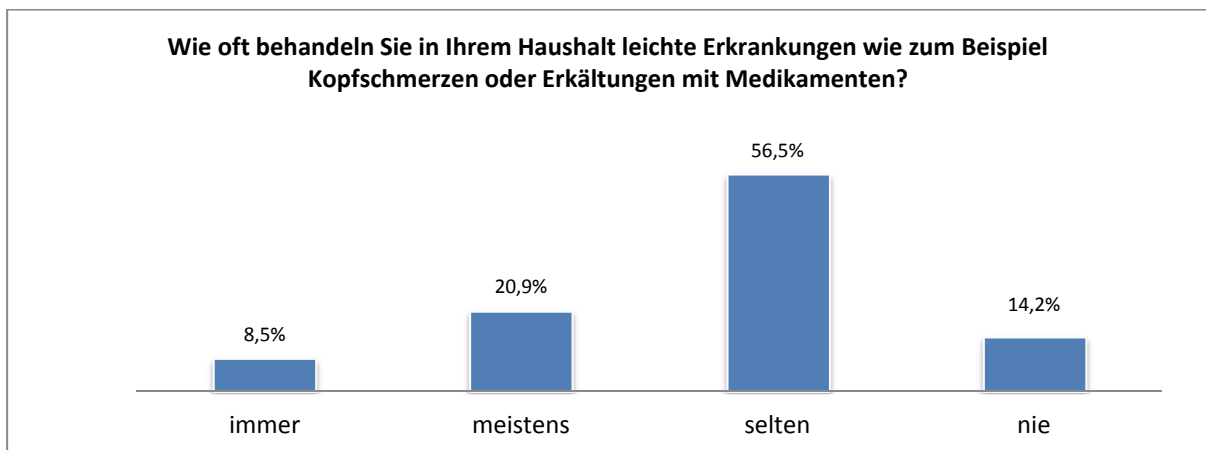


Abbildung 6-12: Häufigkeit der Behandlung von leichten Erkrankungen mit Medikamenten

Apotheken haben eine Informations- und Beratungsaufgabe. Diese Aufgabe scheinen die Dülmener Apotheken in sehr positiver Weise wahrzunehmen. Denn 93,5% der befragten Haushalte fühlen sich von ihrer Apotheke hinsichtlich der Einnahme von Medikamenten gut oder sehr gut, aus der Sicht der Kunden also professionell beraten.

Hausärzte sind im Allgemeinen erste medizinische Ansprechpartner bei Gesundheitsproblemen. Eine sehr wichtige Aufgabe ist die Verordnung von Arzneimitteln einschließlich Beratung der Patienten. Insgesamt fühlen sich 97,5% der befragten Haushalte gut oder sehr gut vom behandelnden Hausarzt beraten. 64% gaben an, dass der behandelnde Arzt nicht sofort auf die Hilfe von Arzneimitteln baut. 36% der Haushalte schätzten den behandelnden Arzt so ein, dass dieser sofort Medikamente

verordnet (Abbildung 6-13). Auch hier besteht ein Ansatzpunkt für eine Reduzierung des Medikamenteneinsatzes.

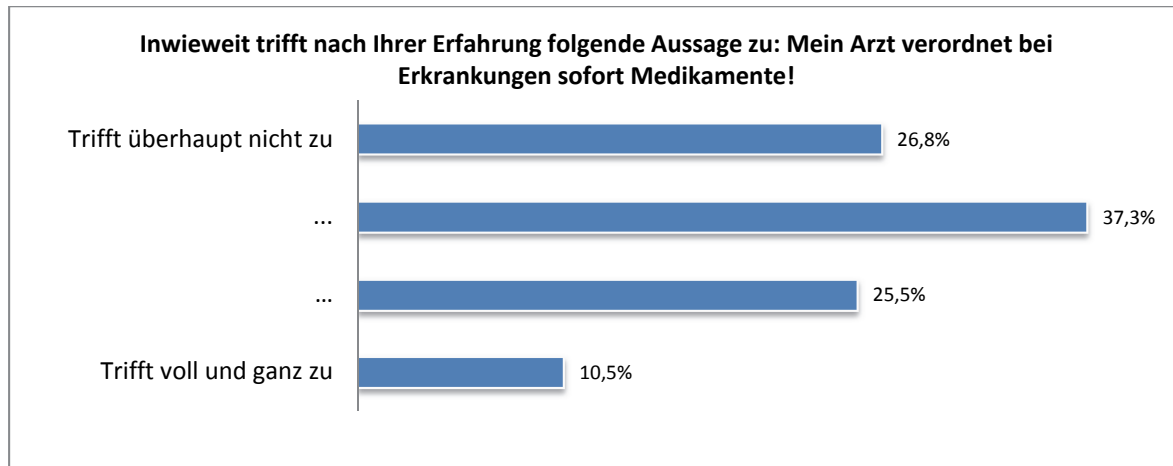


Abbildung 6-13: Angaben zur Verordnungspraxis

Neben der konventionellen Behandlung mit Arzneimitteln gibt es auch die Möglichkeit, auf nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen zurückzugreifen, wie beispielsweise Dampfbäder oder Rotlicht. 29,4% der Haushalte haben ihren Arzt oder Apotheker in den 12 Monaten vor den Telefoninterviews danach gefragt (Abbildung 6-14). Fast ein Drittel zieht also in Erwägung, die schulmedizinische Behandlung durch andere gesundheitsfördernde Methoden zu ergänzen. Das zeigt, dass ein Bedarf an zugleich für Mensch und Umwelt nachhaltigen Behandlungsmöglichkeiten existiert.

Mehr als die Hälfte der befragten Haushalte (52,9%) wurde vom Arzt oder Apotheker über nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen informiert. Das heißt, dass neben der Nachfrage auch das Angebot an Wissen über alternative Therapiemöglichkeiten vorhanden ist. Es besteht ein Bedarf an Abstimmung von Beratungsnachfrage und Beratungsangebot.

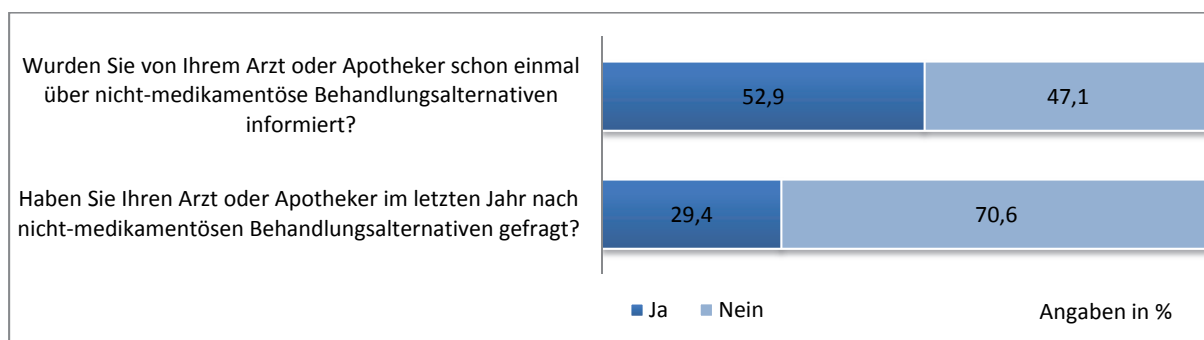


Abbildung 6-14: Information über nicht-medikamentöse Alternativen

6.4 Handlungsoptionen

Zur Verminderung von Medikamentenresten im Wasserkreislauf gibt es mehrere Ansatzpunkte. Ein Ansatz versucht durch eine Verhaltensänderung bei der Einnahme (Auswahl der Medikamente, Einnahmehäufigkeit und nichtmedikamentöse Alternativen) sowie bei der Entsorgung (korrekte Entsorgungspraxis durch Hausmüll oder Sammelstellen) den Eintrag von Medikamenten ins Abwasser zu vermeiden. Der andere Ansatz verfolgt das Ziel, durch eine technische Nachrüstung der

Kläranlagen Medikamentenreste aus dem Abwasser zu eliminieren, bevor das behandelte Wasser wieder in das Oberflächengewässer eingeleitet wird.

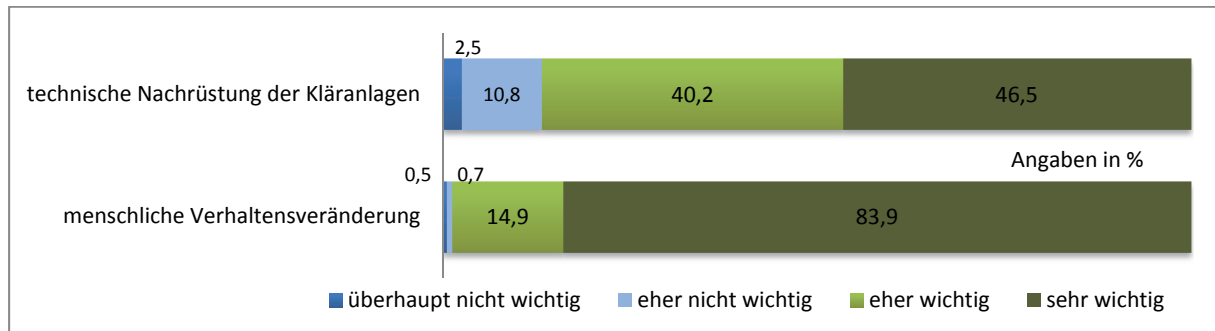


Abbildung 6-15: Handlungsmöglichkeiten zur Verminderung der Emissionen

In der Dülmener Bevölkerung fanden beide Ansätze in hohem Maße Akzeptanz. Menschliche Verhaltensänderungen wurden von 98,8% der Befragten als wichtig oder sehr wichtig erachtet (Abbildung 6-15). Für eine technische Nachrüstung der Kläranlagen sprachen sich 86,7% der Haushalte aus. Im Vergleich zur technischen Nachrüstung der Kläranlagen mit 46,5% erachteten 83,9% der befragten Haushalte Verhaltensänderungen bei der Einnahme und Entsorgung von Medikamenten als „sehr wichtig“.

Auch das hat die Annahme gestärkt, dass es ein großes Unterstützungspotenzial seitens der Bevölkerung und eine gesteigerte Handlungsbereitschaft gibt, wenn es um die aktive Mitwirkung an der Verminderung der Medikamentenreste geht.

Abschließend ist auch die Frage der Zahlungsbereitschaft für eine Beseitigung von Medikamentenresten in Form einer höheren Abwassergebühr angesprochen worden, um für dieses Thema einen ersten Anhaltspunkt zu gewinnen. In Dülmen hat ein Haushalt im Jahr 2012 durchschnittlich rund 500 Euro für die Abwasserbeseitigung gezahlt.

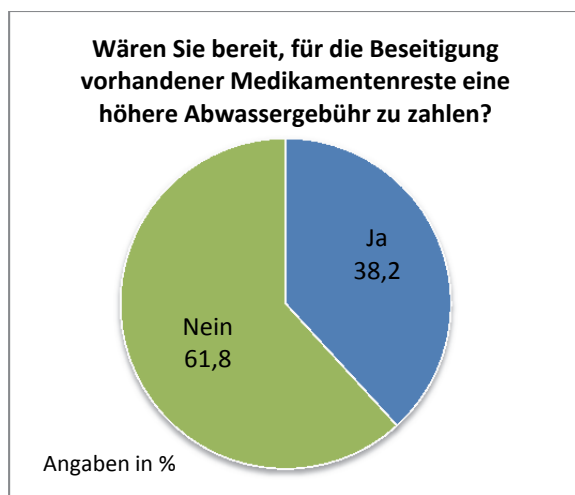


Abbildung 6-16: Zahlungsbereitschaft für höhere Abwassergebühr zur Ertüchtigung von Kläranlagen

Insgesamt waren 38,2% der befragten Haushalte bereit, für die Beseitigung vorhandener Medikamentenreste eine höhere Abwassergebühr zu zahlen, etwas mehr als 60% waren dies nicht (Abbildung 6-16). Von denen, die eine Zahlungsbereitschaft zeigten, würden 75,7% eine Erhöhung von bis zu 10% akzeptieren, 19,4% die Erhöhung von bis zu 20% und 4,9% würden eine Erhöhung von bis zu 30% in Kauf nehmen, um Medikamentenresten im Wasser zu eliminieren.

6.5 Vergleich der Befragungsergebnisse in Dülmen und Soest

Die Stadt Soest fungierte im Projekt DSADS als Vergleichsstadt. Anders als in Dülmen wurde in Soest keine Sensibilisierungskampagne durchgeführt, so dass anhand des Vorher-Nachher-Vergleichs zwischen beiden Städten die Wirkung der Kampagne in Dülmen gemessen werden konnte. Vergleicht man die Ergebnisse der ersten Befragung beider Städte, so ergab sich ein insgesamt relativ homogenes Bild mit leichten Abweichungen bei wenigen Antworten. Weitgehend einheitlich sind die Antworten bei den allgemeinen Fragen über Gewässer. Der Vermächtniswert der Gewässer der Region ist sowohl in Dülmen (90,6%) als auch in Soest (89,5%) sehr hoch.

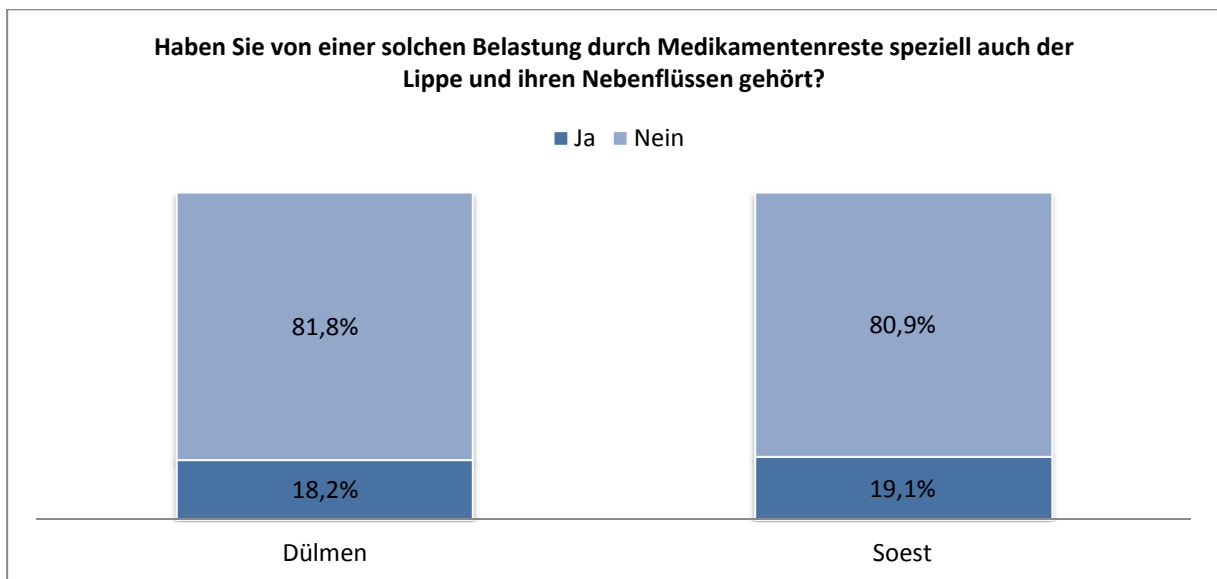


Abbildung 6-17: Vergleich der Bekanntheit des Themas in Dülmen und Soest

Die Homogenität drückte sich z.B. auch im Kenntnisstand der Gewässerbelastung aus. 18,2% der Dülmener und 19,1% der Soester Haushalte hatten von der Belastung der Lippe und ihren Nebenflüssen durch Medikamentenreste gehört (Abbildung 6-17). Auch die Fragen zur Entsorgung von Medikamenten und zur Beratungspraxis in Apotheken und bei Ärzten fanden annähernd gleiche Antworten.

Kleinere Unterschiede zwischen den beiden Städten ließen sich hinsichtlich der Medikamenteneinnahme erkennen. 55,1% der Dülmener und 49,9% der Soester Haushalte müssen aufgrund chronischer Erkrankungen Medikamente einnehmen. Auch liegt der Anteil an eingenommenen schmerzstillenden, homöopathischen, Magen-Darm-Mitteln und Antibiotika in Dülmen über den Werten von Soest (Abbildung 6-18). Gleichwohl handelt es sich nicht um signifikante Unterschiede.

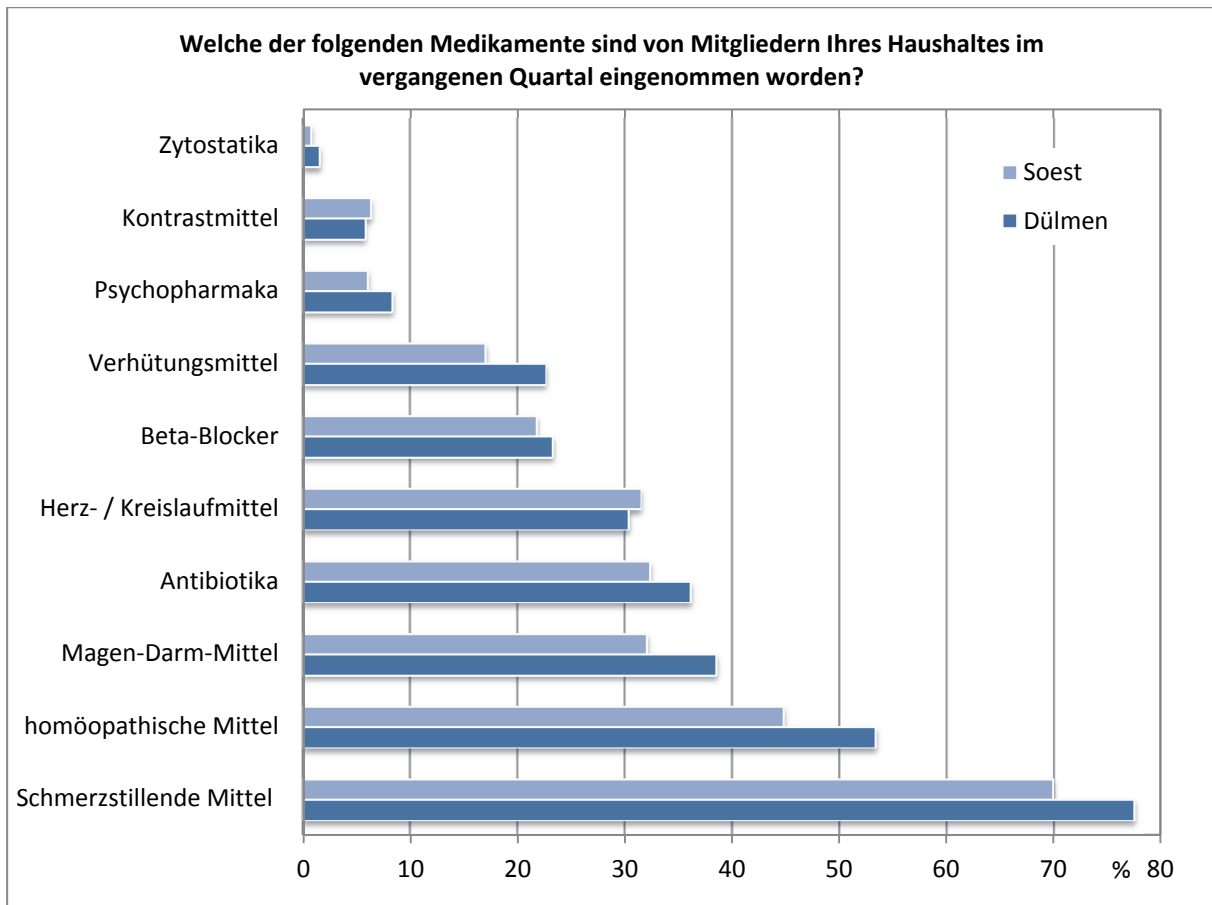


Abbildung 6-18: Vergleich der Konsumhäufigkeit von bestimmten Medikamenten in Dülmen und Soest

Auch in der Einschätzung der Gefährdung durch „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“ bestanden nur graduelle Unterschiede zwischen den beiden Städten. In Dülmen schätzten 44,9% die Gewässerbelastung durch Medikamentenreste als große oder sehr große Gefährdung ein, in Soest waren es 39,5%.

Insgesamt zeigten beide Städte ähnliche Ausgangswerte, was für die Wiederholungsbefragung 2014 eine gute Grundlage darstellte, um die Effekte der Sensibilisierungskampagne erfassen und analysieren zu können.

6.6 Befragung der Akteure der medizinischen Versorgung

Die Sichtweise der medizinischen Akteure und ihre Einstellungen wurden wie einleitend dargelegt i.R. einer schriftlichen Befragung erhoben, um auch die Sichtweise dieser Schlüsselakteure zu erfassen. Zwischen Oktober und November 2013 nahmen insgesamt 36 von 146 angeschriebenen Akteuren der medizinischen Versorgung an der postalischen Befragung teil, darunter 5 Apotheker, 24 niedergelassene Ärzte, 3 stationäre und 4 weitere Einrichtungen. Diese Befragung war nicht repräsentativ.

Die Belastung der Gewässer durch Medikamentenreste wurde von einer deutlichen Mehrheit der medizinischen Akteure (76%) als große bzw. sehr große gewässerökologische Gefährdung bewertet. Die Gefährdung für den Menschen wurde vergleichsweise geringer von 52% als groß oder sehr groß eingeschätzt.

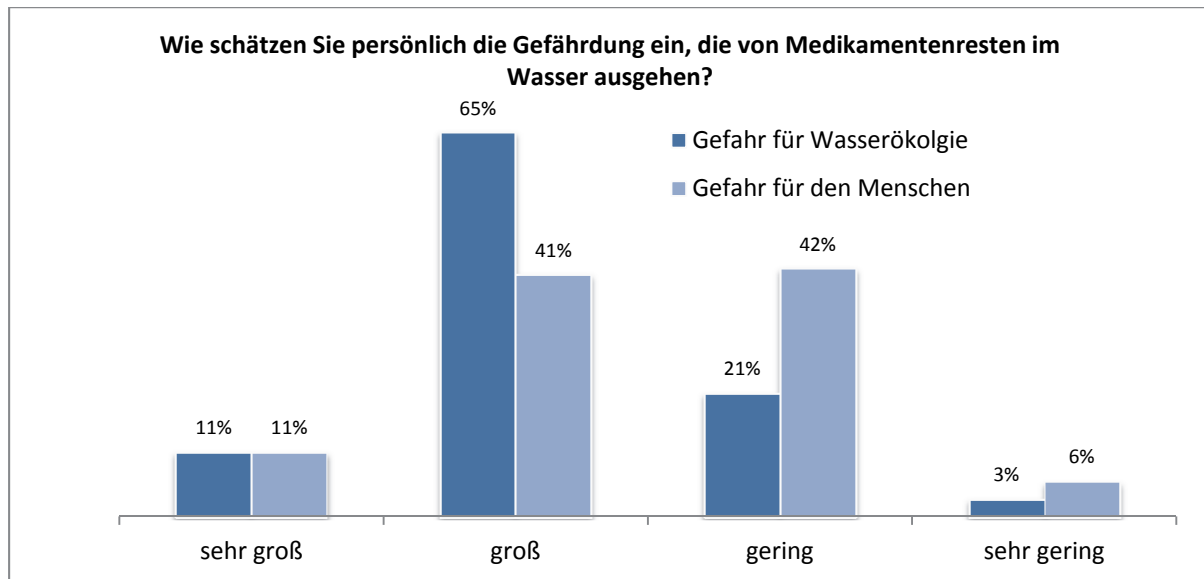


Abbildung 6-19: Wahrnehmung der von Medikamentenresten im Wasser ausgehenden Gefährdung durch medizinische Akteure

In der alltäglichen Arbeit waren nur 30% der befragten Akteure bereits mit der Thematik konfrontiert, vor allem im Kontext mit der Entsorgung von Altmedikamenten. Es kam aus ihrer Sicht eher selten vor, dass Patienten oder Kunden nach umweltfreundlichen Alternativen für Medikamente fragen.

Insgesamt ließen die Akteure der medizinischen Versorgung durchaus Mitmachbereitschaft erkennen: Etwas mehr als die Hälfte war bereit, das Thema „Umweltverträglichkeit“ beim Kunden- bzw. Patientenkontakt aufzugreifen. Insbesondere traf die Klassifikation der Umweltfreundlichkeit von Medikamenten als Hilfsmittel auf Zuspruch (Abbildung 6-20). Die Mehrheit der Akteure war außerdem bereit, das Projekt aktiv zu unterstützen, zum Beispiel Plakate in ihren Räumen aufzuhängen, mit denen über die korrekte Entsorgungspraxis von Medikamenten informiert wird.

Bei einer offenen Frage nach dem Beitrag von medizinischen Akteuren zur Verminderung des Eintrags von Arzneimittelrückständen ins Abwasser wurden viele reflektierte Hinweise gegeben, die die Bereiche Aufklärung, Entsorgung und medizinische Praxis betreffen. Die Zusammenhänge werden gesehen und reflektiert (Beratung, Sensibilisierung, Verhaltensänderungen, technische Maßnahmen, Rolle der Pharmaindustrie, etc.). Einige der Befragten plädierten eindringlich für ein Umdenken in der derzeitigen Verschreibungspraxis, eine verstärkte Aufklärung über umweltfreundlichere Medikamente sowie über nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen.

Die Relevanz der Projektergebnisse für die zukünftige Arbeit der medizinischen Akteure beurteilten diese unterschiedlich. Die Stimmen, die eine große Relevanz und die eine geringe Relevanz sehen, hielten sich in etwa die Waage.

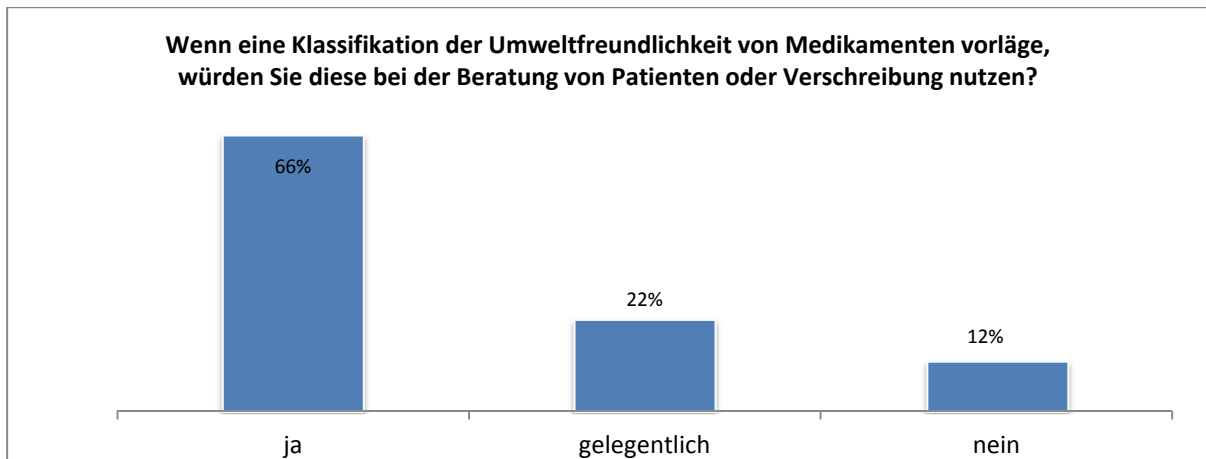


Abbildung 6-20: Bereitschaft von Ärzten zur Verwendung von umweltfreundlichen Medikamenten bei Vorlage entsprechender Informationen

6.7 Zusammenfassung der Befragungen

Die Befragungsergebnisse verdeutlichten, dass die Dülmener den Gewässern der Region mitsamt ihrer biologischen Vielfalt einen hohen Vermächtniswert für zukünftige Generationen beimessen. Obgleich ein sehr hoher Anteil der befragten Haushalte von der generellen Gewässerbelastung durch Medikamentenreste gehört hatte, war der Anteil derjenigen deutlich geringer, die Wissen über eine entsprechende Belastung auch der Lippe und ihrer Nebenflüsse haben.

Bezogen auf die Entsorgung von Arzneimitteln hat sich gezeigt, dass rund drei Viertel der Haushalte einen der korrekten Entsorgungswege wählt, aber auch etwa ein Viertel der Befragten Medikamente zumindest gelegentlich über das Abwasser entsorgt. Dabei wird der unkorrekte Entsorgungsweg über Toilette oder Spüle eher von unter 45-Jährigen gewählt, die kein Vorwissen im Hinblick auf Arzneistoffe im Wasserkreislauf haben. Bei denjenigen, die in der Apotheke bereits einmal über korrekte Entsorgung informiert worden sind, ist der Anteil derjenigen, die falsch entsorgt, niedriger.

In fast jedem Haushalt in Dülmen werden Medikamente konsumiert, sei es regelmäßig aufgrund von chronischen Erkrankungen oder unregelmäßig wegen temporärer Beschwerden. Die Mehrheit der Befragten gab an, leichte Erkrankungen nur selten mit Medikamenten zu behandeln. Nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen werden pro-aktiv beim Arzt nachgefragt. Die Nachfrage wird von den medizinischen Akteuren allerdings in geringerem Maße gesehen. Alles in allem ließen die Befragungsergebnisse auf eine Offenheit für das Vorhaben von DSADS schließen, die Medikamenteneinträge durch eine Verhaltensänderung zu reduzieren.

Die deutliche Mehrheit der Dülmener Haushalte fühlt sich gut und sehr gut von ihrem Arzt und Apotheker beraten. Das große Vertrauen in die beiden medizinischen Institutionen ist für die Sensibilisierung der Bevölkerung förderlich. Ärzte und Apotheker sind maßgebliche Partner im Hinblick auf die Beratung von Patienten und Kunden beim therapeutischen Einsatz von Medikamenten. Den Apothekern kommt zudem noch die Schlüsselfunktion bei der Information und Beratung über die Medikamentenentsorgung zu.

Die Ergebnisse der ersten Befragung können wie folgt zusammengefasst werden:

- 96% der befragten Haushalte sehen die Gewässer der Region als wichtigen Naturraum mit Vermächtniswert für die nächsten Generationen. 53,6% nutzen die Gewässer für Freizeit, Sport und Erholung.
- 65% der befragten Haushalte war die Belastung von Gewässern durch Medikamentenreste generell bekannt. Befragt worden sind Haushaltsmitglieder über 18 Jahre. 45% bewerteten dies als große oder sehr große Gefährdung. Die lokale Tageszeitung ist dabei das wichtigste Informationsmedium.
- Nur 18% der Befragten wussten hingegen, dass auch die Gewässer im Nahraum, also Lippe und ihre Nebenflüsse, Medikamentenreste aufweisen.
- In 55% der Haushalte leben Menschen mit chronischen Krankheiten, die dauerhaft Medikamente einnehmen müssen. In 60% der Haushalte wurden Medikamente aufgrund akuter Erkrankungen eingenommen (bezogen auf einen Zeitraum von drei Monaten vor der Befragung). Die Schmerzmittel, von denen ein großer Teil selbstverordnet ist, stehen an der obersten Position (80% der Haushalte).
- 30% der Dülmener fragen ihren „Arzt oder Apotheker“ nach nicht-medikamentösen Behandlungsmethoden. Die Mehrzahl der Ärzte und Apotheker (53%) informiert von sich aus über solche Behandlungsalternativen.
- Fast ein Viertel der Dülmener Haushalte (rund 24%) hat zumindest gelegentlich Medikamentenreste über Toilette oder Spüle entsorgt. Dieser unkorrekte Entsorgungsweg wird relativ häufiger von Personen ohne Vorwissen über Arzneistoffe im Wasserkreislauf gewählt als von Befragten mit Vorwissen.
- Die deutliche Mehrheit der Dülmener Haushalte fühlt sich gut und sehr gut von ihrem Arzt und Apotheker beraten.
- 87% der Haushalte hielten es für wünschenswert, wenn Apotheker die Kunden auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten ansprechen.
- Zur Reduzierung der Medikamentenreste in Gewässern hielten 83,9% der befragten Haushalte Verhaltensänderungen bei der Einnahme und Entsorgung von Medikamenten für „sehr wichtig“, 46,5% erachteten technische Nachrüstungen der Kläranlagen als „sehr wichtig“.
- 76% der befragten medizinischen Akteure sieht die Belastung der Gewässer durch Medikamentenreste als große Gefährdung für die Gewässerökologie. 52% der Befragten geht von einer Gefährdung für den Menschen aus.
- Mehr als die Hälfte der befragten Ärzte und Apotheker ist bereit, das Thema „Umweltverträglichkeit“ beim Kunden- bzw. Patientenkontakt aufzugreifen.
- Die Mehrheit der befragten medizinischen Akteure zeigte Bereitschaft, Sensibilisierungsaktivitäten für eine Änderung des Konsum- und Entsorgungsverhaltens der Kunden bzw. Patienten zu unterstützen.

Abschnitt III – Kommunikation und Sensibilisierung

7 Kommunikations- und Sensibilisierungsaktivitäten

Mit Hilfe von Kommunikations- und Sensibilisierungsaktivitäten sollte das Bewusstsein der Bevölkerung und von Akteuren der medizinischen Versorgung in Dülmen bezüglich des Themas Medikamentenrückstände geschärft werden. Ferner sollte demonstriert werden, inwieweit eine Änderung des Verhaltens zum wasserschonenden Umgang mit Medikamenten möglich ist. In den nachfolgenden Abschnitten wird der Ansatz der Kommunikationsmaßnahmen erläutert sowie ausgewählte Aktivitäten beschrieben. Alle Sensibilisierungsaktivitäten wurden mit Pressearbeit unterstützt.

7.1 Kommunikationskonzept

Die zu Beginn des Projektes durchgeführte repräsentative Bevölkerungsbefragung ergab wichtige Grundlagen für die Konzipierung des Kommunikationskonzeptes, nämlich bspw. dass

- die Bevölkerung den Gewässern eine hohe Wertschätzung entgegenbringt, als Vermächtniswert für die nachfolgenden Generationen und als Wertschätzung des Ökosystems.
- die Gewässerbelastung durch Medikamentenrückstände allgemein einer Mehrheit der Bevölkerung bekannt ist. Deutlich weniger ausgeprägt ist das Wissen, dass eine solche Belastung der Gewässer auch „vor Ort“ ggf. vorliegt.
- annähernd ein Viertel der Haushalte Altmedikamente zumindest gelegentlich über das Abwasser und damit in einer die Gewässer belastenden Weise entsorgt.
- Schmerzstillende Wirkstoffe in tlw. rezeptfreien Medikamenten zu den am meisten eingenommenen Medikamenten gehören.
- die Verhaltensänderungen bei der Einnahme und Entsorgung von Medikamenten als sehr wichtige Handlungsoption anzusehen ist.
- das Vertrauensverhältnis von Bevölkerung und Ärzte- bzw. Apothekerschaft eine gute Basis für eine nachhaltige Sensibilisierung und einen veränderten Umgang mit Medikamenten bietet.

Basierend auf diesen Erkenntnissen sollte unter dem Aufruf „Alles klar!“ mit verschiedenen Kommunikationskampagnen über das Verhältnis von Arzneimittelkonsum und Wasserqualität informiert und dazu eingeladen werden, sich aktiv an der Erhaltung der guten Wasserqualität vor Ort zu beteiligen, nach dem Motto „es lohnt sich, bereits heute zu handeln, damit mögliche Probleme für Mensch und Umwelt gar nicht erst entstehen“. Dazu wurden im Rahmen verschiedener Kampagnenbausteine zielgruppenspezifische Lösungsvorschläge erarbeitet sowie konkrete Handlungsfelder für die praktische Umsetzung dieser Lösungswege eröffnet. Dabei sorgten verschiedene, zeitlich aufeinander folgende Kampagnenbausteine für eine durchgängig hohe Aufmerksamkeit. Minimalziele der Kampagnen waren Wissensvermittlung und Sensibilisierung. Daneben sollten zielgruppenspezifische Ziele, auch gemeinsam mit den entsprechenden Akteuren, formuliert und bei den Kampagnen berücksichtigt werden (siehe Anlage 5).

Grundgedanken der Kommunikations- und Sensibilisierungsaktivitäten waren u.a.

- das Stärken des Bürgersinns,

- das Ansprechen der Stadt als lokale Gemeinschaft, die sich gemeinsam und aktiv dafür einsetzt, die gute Wasserqualität vor Ort langfristig zu bewahren,
- die Vermittlung der Botschaft, dass jeder am Erfolg des Projekts mitwirken kann, weil auch der kleinste Beitrag hilft,
- die Vermittlung der Botschaft, dass es sich lohnt, bereits heute eine Sache anzupacken, die vielleicht erst morgen zu einem richtigen Problem wird,
- Hysterie bei diesem Thema zu vermeiden; Gesundheit und Gewässerschutz nicht gegeneinander auszuspielen,
- Wissensvermittlung und Sensibilisierung,
- die Reduzierung der umweltschädlichen Entsorgung von Arzneimitteln.

Im Rahmen der Kommunikations- und Sensibilisierungsaktivitäten wurden die folgenden Ziele verfolgt:

- Wissensvermittlung und Sensibilisierung,
- Reduzierung der Entsorgung von Arzneimittelresten über das Abwassersystem,
- nachhaltige Veränderung der Entsorgungspraxis,
- bewussterer Umgang mit Arzneimitteln,
- Änderung der Beratungs- und Verschreibungspraxis von Apothekern bzw. Ärzten (zugunsten von nicht-medikamentösen Therapien bzw. wasserfreundlichen Medikamenten, falls sinnvoll).

Diese Ziele sollten erreicht werden durch

- das Erzeugen der Aufmerksamkeit für die Themenrelevanz,
- die Mobilisierung der einzelnen Zielgruppen zur Unterstützung und aktiven Beteiligung,
- das Betonen der Verantwortung des Einzelnen, das Aufzeigen von Handlungsspielräumen und das Verankern von praktikablen Lösungswegen im Bewusstsein der Zielgruppe,
- das Stärken der Beteiligungsmotivation durch öffentliche Sichtbarkeit.

Im Projekt DSADS wurden drei maßgebliche Zielgruppen identifiziert (Abbildung 7-1), für die verschiedene zielgruppenspezifische Kommunikations- und Sensibilisierungsaktivitäten konzipiert und durchgeführt wurden (Tabelle 7-1).



Abbildung 7-1: Zielgruppen und Ziele der Sensibilisierung

Tabelle 7-1: Im Projekt DSADS beispielhaft durchgeführte Aktivitäten in Dülmen (Auswahl)

Zielgruppen	Aktivitäten
Breite Bevölkerung	28.06.2012 Information des Umweltausschusses der Stadt Dülmen
	28.01.2013 bis 12.2.2013 Erste Haushaltsbefragung
	15.04.2013 Start Auftaktveranstaltung des Projektes als Bürgerforum
	15.04.2013 Start der Internetseite dsads.de
	15.04.2013 1. Sitzung des Projektbeirates
	14.08.2013 Info-Veranstaltung mit Besichtigung der Kläranlage Dülmen
	21.08.2013 Info-Veranstaltung mit Besichtigung der Kläranlage Dülmen
	03.10.2013 Bürgertreff auf dem Marktplatz in Dülmen
	24.10.2013 Start des Animationsfilms „Die Pillen, die wir wegspülen“
	31.10.2013 Info-Veranstaltung mit Besichtigung der Kläranlage Dülmen
	13.11.2013 2. Sitzung des Projektbeirates
	29.01.2014 Flyer im Müllkalender zu richtigen Entsorgung von Altmedikamenten
	07.02.2014 Veröffentlichung Newsletter „Fließend lernen“ mit Tipps zur richtigen Entsorgung von Altmedikamenten
	25.03.2014 Veröffentlichung des Animationsfilms „Pillen im Wasserkreislauf: Was wir dagegen tun können“
	23.05.2014 Spatenstich der PAK-Stufe auf der Kläranlage Dülmen
	05.09.2014 Laufveranstaltung „1. Dülmener Wasserlauf“
	03.10.2014 Bürgertreff auf dem Marktplatz in Dülmen
	03.2015 Start Vorführung des Kino-Spots in drei Kinos in Dülmen und Coesfeld (je 3 Monate im Frühjahr und im Herbst)
	20.05.2015 Inbetriebnahme der PAK-Stufe auf der Kläranlage Dülmen
	20.05.2015 3. Sitzung des Projektbeirates
	30.05.2015 Präsentation des Dülmen Thriller „Neben der Spur“
	16.06.2015 Information des Umweltausschusses der Stadt Dülmen
	14.08.2015 Unterzeichnung einer Absichtserklärung durch die Akteure in Dülmen zur Fortführung der Sensibilisierungskampagnen
14.08.2015 Abschlussveranstaltung DSADS Sensibilisierung	
15.08.2015 Laufveranstaltung „2. Dülmener Wasserlauf“	
22.08.2015 DSADS in der ARD-Sendung „W wie Wissen“	
Medizinische	02.10.2013 Fachgespräch mit Ärzten und Apothekern
Akteure	07.10.2013 Befragung von Ärzten und Apothekern
	31.03.2014 Start der ersten zweiwöchigen gemeinsamen Aktion der Apotheken „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“
	20.05.2014 Fortbildungsseminar für Ärzte
	09.09.2014 Gespräch mit Ärzten beim Qualitätszirkel des Ärztenetzes in Dülmen
	20.10.2014 Start der einwöchigen gemeinsamen Aktion der Ärzte „Ein Flyer zum Rezept“
	06.11.2014 Gespräch mit Ärzten beim Qualitätszirkel des Ärztenetzes in Dülmen

Zielgruppen	Aktivitäten
	27.12.2014 Bericht des Fachmagazins KVWLkompakt der kassenärztlichen Vereinigung Westfalen-Lippe über DSADS
	12.02.2015 Workshop mit medizinischen Akteuren gemeinsam mit niederländischen Wissenschaftlern
	13.04.2015 Start der zweiten zweiwöchigen gemeinsamen Aktion der Apotheken „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“
Schulen	13.12.2013 Auftakt der Projekte mit Schulen, VHS und NAJU
	08.03.2014 Besichtigung der Kläranlage Dülmen (NAJU)
	19.03.2014 Besichtigung der Kläranlage Dülmen (Annette-von-Droste-Hülshof-Gymnasium)
	08.04.2014 Besichtigung der Kläranlage Dülmen (Clemens-Brentano-Gymnasium)
	24.04.2014 Veröffentlichung des Minibuches "Flusspiraten: Den Spurenstoffen auf der Spur"
	29.04.2014 Besichtigung der Kläranlage Dülmen (Marienschule)
	03.07.2014 SchülerInnen präsentieren ihre Ergebnisse zum Thema auf dem Dülmener Wochenmarkt
	03.02.2014, 05.02.2014, 25.02.2014, 19.05.2014, 02.10.2014 Besichtigung der Kläranlage Dülmen (Kardinal-von-Galen-Schule)
	07.11.2014 Besichtigung der Kläranlage Dülmen (Annette-von-Droste-Hülshof-Gymnasium)
	26.01.2015 Auftakt Schreibwerkstatt zum Spurenstoffkrimi
	26.02.2015 Abschlussveranstaltung Schulprojekt
	14.08.2015 Freischaltung des Wissensportals spurenstoffe.eglv.de mit Lehrmaterialien für Schulen

7.2 Projektbegleitender Beirat

Für die erfolgreiche Durchführung eines solchen Sensibilisierungsprojektes ist die Unterstützung von relevanten Akteuren erforderlich. Deshalb wurden noch vor Beantragung des Projektes die Entscheidungsträger in der Stadtverwaltung konsultiert und eingebunden.

Nach einer Stakeholder-Analyse wurde ein projektbegleitender Beirat konstituiert. Unter dem Vorsitz der Bürgermeisterin der Stadt Dülmen waren Vertreter der Stadtverwaltung, der Zielgruppen in der Stadt sowie des Landesumweltamtes NRW und der Bezirksregierung Münster in diesem Beirat vertreten (siehe Abbildung 7-2 und Tabelle 7-2). Im Beirat wurde das Kommunikationskonzept erörtert sowie über mögliche Ansatzpunkte und Aktivitäten diskutiert. Ferner diente der Beirat als wichtige Schnittstelle zu Akteuren. Der Umweltausschuss der Stadt wurde zu Beginn des Projektes über Ziele und geplante Aktivitäten informiert, um deren Anregungen berücksichtigen zu können. In einer erneuten Sitzung vor Ende des Projektes wurden die erzielten Ergebnisse im Ausschuss vorgestellt und diskutiert. Dies war auch ein wichtiger Meilenstein bei der Vorbereitung der gemeinsamen Absichtserklärung der Akteure zur Fortsetzung der Sensibilisierung zu diesem Thema nach Projektende, die im Rahmen der Projektabschlussveranstaltung von allen Akteuren sowie von Lippeverband und Umweltministerium des Landes NRW unterzeichnet wurde.



Abbildung 7-2: Im Projektbeirat vertretene Institutionen

Tabelle 7-2: Stakeholder und ihre Rolle im Projekt

Institutionen	Rolle im Projekt
Rathaus Stadtverwaltung Umweltausschuss der Stadt	<ul style="list-style-type: none"> - Kontakt zu politischen Entscheidern und zu den städtischen Einrichtungen wie Schulen - Beratung vor / Koordination von Aktivitäten - Abstimmung mit städtischen Aktivitäten - Zeichen des Vertrauens und Symbol für Zuverlässigkeit und Seriosität des Projektes
Schulen	<ul style="list-style-type: none"> - Abstimmung von „angemessenen“ Maßnahmen für Schüler (als Multiplikatoren innerhalb und außerhalb von Schulen) - Identifikation von Schnittstellen mit Schulunterricht, -AGs und weiteren Schulaktivitäten
Apotheken	<ul style="list-style-type: none"> - Zugang zum Kommunikationsnetzwerk von Apothekern - Beratung im Hinblick auf Ansprache von Apothekern - Unterstützung bei der Sensibilisierung der Bevölkerung - Durchführung von eigenen Sensibilisierungsaktivitäten - Bereitstellung von Verbrauchsdaten (Absatzmengen)
Ärztenetz	<ul style="list-style-type: none"> - Zugang zum Kommunikationsnetzwerk von Ärzten - Beratung im Hinblick auf Ansprache von Ärzten - Unterstützung bei der Sensibilisierung von Patienten - Durchführung von eigenen Sensibilisierungsaktivitäten
Pflegeheime Krankenhaus	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung bei der Sensibilisierung von Patienten - Bereitstellung von Verbrauchsdaten - Durchführung von eigenen Sensibilisierungsaktivitäten - Multiplikatoren in der eigenen Branche
Wasserversorgungsunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> - Abstimmung und Durchführung von gemeinsamen Aktivitäten - Multiplikatoren in der eigenen Branche
Sportvereine	<ul style="list-style-type: none"> - Abstimmung und Durchführung von gemeinsamen Aktivitäten - Multiplikatoren in der eigenen Branche
Aufsichtsbehörde, Landesumweltamt	<ul style="list-style-type: none"> - Sicherung des Informationsflusses zum Fördermittelgeber

Mitglieder des Projektbeirates

Frau Lisa Stremlau

Bürgermeisterin der Stadt Dülmen

Herr Stadtbaurat Clemens A. Leushacke

Beigeordneter der Stadt Dülmen für das Baudezernat

Herr Christian Wohlgemuth / Herr Ralf Cordes

Stadtverordneter der Stadt Dülmen / Vorsitzender des Umweltausschusses

Herr Dr. Jochen Stemplewski

Vorstandsvorsitzender des Lippeverbandes

Frau Jutta Reher

Fachapothekerin für Offizinpharmazie, Bärenapotheke

Frau Barbara Schmitt

Fachapothekerin für Offizinpharmazie, Markt-Apotheke

Herr Hubertus Hovestadt

Sprecher des Ärzte-Netztes Dülmen

Herr Franz-Josef Steverding / Herr Andreas Metelski

1. Vorsitzender StadtSportRing Dülmen e.V.

Herr Hubert Deipenbrock

Geschäftsführer der Heilig-Geist-Stiftung

Herr Johannes Röken

Geschäftsführer der Stadtwerke Dülmen GmbH

Herr Clemens Breulmann

Ehem. Geschäftsführer der Christophorus-Kliniken

Herr Dr. Wolfgang Eichler

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LAN UV)

Herr Bernhard Wielens

Bezirksregierung Münster



7.3 Zielgruppe breite Bevölkerung

Nachfolgend werden einige der in Tabelle 7-1 dargestellten und im Projekt durchgeführten Aktivitäten näher erläutert.

7.3.1 Bürgertreff

In Dülmen engagieren sich zahlreiche Vereine, Verbände, Gruppen und Organisationen in vielen Lebensbereichen – wie Sport oder sozialem Leben. Sie kommen jedes Jahr beim traditionellen Bürgertreff am 3. Oktober zum „Tag der Deutschen Einheit“ auf dem Dülmener Marktplatz zusammen, um sich und ihre ehrenamtliche Arbeit mit einem großen Standangebot und viel Programm auf der Bühne zu präsentieren. Diese Veranstaltung zieht viele Besucher verschiedener Altersgruppen an, die sich über die Vereine informieren und an den Angeboten teilnehmen können.

Neben etwa 60 bzw. 70 Vereinen, Verbänden und Organisationen war das Projekt DSADS mit einem Stand bei den Bürgertreffs in 2013 und 2014 vertreten, um über das Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“ aufzuklären und zu informieren. Dabei konnte mit vielen interessierten Bürgern in Gesprächen mit dem Projektteam über Themen wie zum Beispiel die korrekte Entsorgung von Altmedikamenten diskutiert werden. Als Informationsmaterialien dienten Plakate, Broschüren und das im Projekt erstellte Minibuch „Unterwegs mit den Flusspiraten – Den Spurenstoffen auf der Spur“.

Auffällig war, dass insbesondere über 50-jährige ohne direkte Ansprache Interesse zeigten. Mit Werbegeschenken (Luftballons, Fruchtgummis, usw.) und durch ein Angelspiel (Fischen von „Medikamentenboxen“ aus dem Wasser) konnte die Aufmerksamkeit von jüngeren Besuchern auf den Stand gelenkt werden, was zusätzliche Gespräche mit den Eltern ermöglichte. Während dieser Gespräche gaben einzelne Personen zu, abgelaufene Medikamente über die Toilette entsorgt zu haben und nun zu wissen, wie künftig damit richtig umzugehen sei.

Nach der in Dülmen durchgeführten Haushaltsbefragung hat sich gezeigt, dass 32,6% der Befragten vom Projekt-Infostand auf dem Bürgertreff gehört und 5% daran teilgenommen haben (vgl. Kapitel 8.2). Der Auftritt auf dem Marktplatz hat insgesamt ein gewisses Potenzial für die Sensibilisierung der Bevölkerung mit einem angemessenen Aufwand. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Zielgruppe direkt anzusprechen und zu informieren. Das Potenzial kann mit einer entsprechenden Attraktivität des Standes erhöht werden.



Abbildung 7-3: Projektstand beim Bürgertreff in Dülmen

7.3.2 Informationsveranstaltungen mit Führungen über die Kläranlage

Im Rahmen des Projektes hat der Lippeverband verschiedene Informationsveranstaltungen in Kombination mit Führungen über die Kläranlage Dülmen für die breite Bevölkerung angeboten. An drei Terminen konnten jeweils 25 Interessierte an den zweistündigen Veranstaltungen teilnehmen, die alle ausgebucht waren.

Zunächst wurde die Problematik rund um Medikamentenreste im Abwasser näher erläutert sowie auf die Reinigung des Schmutzwassers in der Kläranlage eingegangen und konkret dabei auch die Zielsetzung in Dülmen vorgestellt. Anschließend gab es einen Rundgang über die Kläranlage mit Blick auf die einzelnen Reinigungsstufen. Erläutert wurden dabei der heutige Klärprozess, die Herausforderungen für die Elimination von Medikamentenresten aus dem Abwasser sowie die künftige Reinigungsstufe mit Pulveraktivkohle. Dabei ging es auch um Fragen wie „Was passiert mit unserem Abwasser? Kann man darin Medikamente finden, obwohl wir sie nicht in der Toilette herunter spülen? Wie kann ich meine Altmedikamente richtig entsorgen?“.

Gemäß der in Dülmen durchgeführten Haushaltsbefragung gaben 45,7% der Befragten an, von den Informationsveranstaltungen auf der Kläranlage (auch für Schulen) gehört bzw. daran teilgenommen zu haben (8,2%; vgl. Kapitel 8.2). Aufgrund des regen Interesses sollen diese Aktivitäten auch nach Projektende über das übliche jährliche Angebot hinaus weiter durchgeführt werden. Das Potenzial für die Sensibilisierung wird insgesamt bei angemessenem Aufwand als hoch eingeschätzt.



Abbildung 7-4: Einige Teilnehmer der Informationsveranstaltungen auf der Kläranlage Dülmen

7.3.3 Laufveranstaltung

Im Rahmen des Projektes wurde eine Laufveranstaltung mit dem Namen „Dülmener Wasserlauf“ konzipiert, um als sportliche Veranstaltung rund um wasserwirtschaftliche Standorte (Kläranlage Dülmen, das Wasserwerk der Stadtwerke Dülmen, Tiberbach und Heubach) mit informativem Rahmenprogramm Aufmerksamkeit für das Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“ zu wecken.

Der „1. Dülmener Wasserlauf“ fand am 5. September 2014 als bunte Veranstaltung statt. Der Wasserlauf wurde auf Initiative des Projekts DSADS vom Lippeverband und der Stadt Dülmen in enger Zusammenarbeit mit den beiden lokalen Sportvereinen TSG Dülmen und GW Hausdülmen veranstaltet. Die Veranstaltung bestand aus einem Rahmenprogramm und einer Serie von aufeinanderfolgenden Läufen über unterschiedliche Distanzen und für unterschiedliche

Altersgruppen. Der Lippeverband übernahm das Rahmenprogramm mit Unterstützung von Schulen und der Stadtwerke Dülmen. Neben der Genehmigung wurde die Laufstrecke von der Stadt Dülmen vorbereitet. Der Sportverein Grün-Weiß Hausdülmen stellte sein Gelände und die zugehörigen Betriebseinrichtungen zur Verfügung und kümmerte sich um die Logistik rund um die Verpflegung. Die TSG Dülmen als Verein mit guten Erfahrungen mit Laufveranstaltungen war als Ausrichter zuständig für die eigentliche Organisation des sportlichen Teils der Veranstaltung. Die Bewerbung der Laufveranstaltung erfolgte über Flyer, Presseberichte in lokalen Zeitungen, Radiospots und die Projekthomepage dsads.de.

Insgesamt 362 Sportbegeisterte sind diesem ersten Aufruf von DSADS gefolgt, mit Laufschuhen und Ausdauer auf die Verunreinigung von Gewässern mit Spurenstoffen aufmerksam zu machen.



Abbildung 7-5: Flyer zum ersten „Dülmener Wasserlauf“

Verschiedene Altersgruppen nahmen an der Laufveranstaltung teil. Den laufschnellen Anfang machten die Schülerinnen und Schüler auf der 1,5 Kilometer langen Strecke. Anschließend liefen 33 Firmenstaffeln eine vier mal 2,5 Kilometer Staffel. Danach startete der Fünf-Kilometer-Lauf für Einzelläufer aller Altersgruppen, der am Wasserwerk, an der Kläranlage Dülmen sowie am Tiberbach und Mühlenbach vorbei führte. Das große Finale war der Lauf über 10 Kilometer.

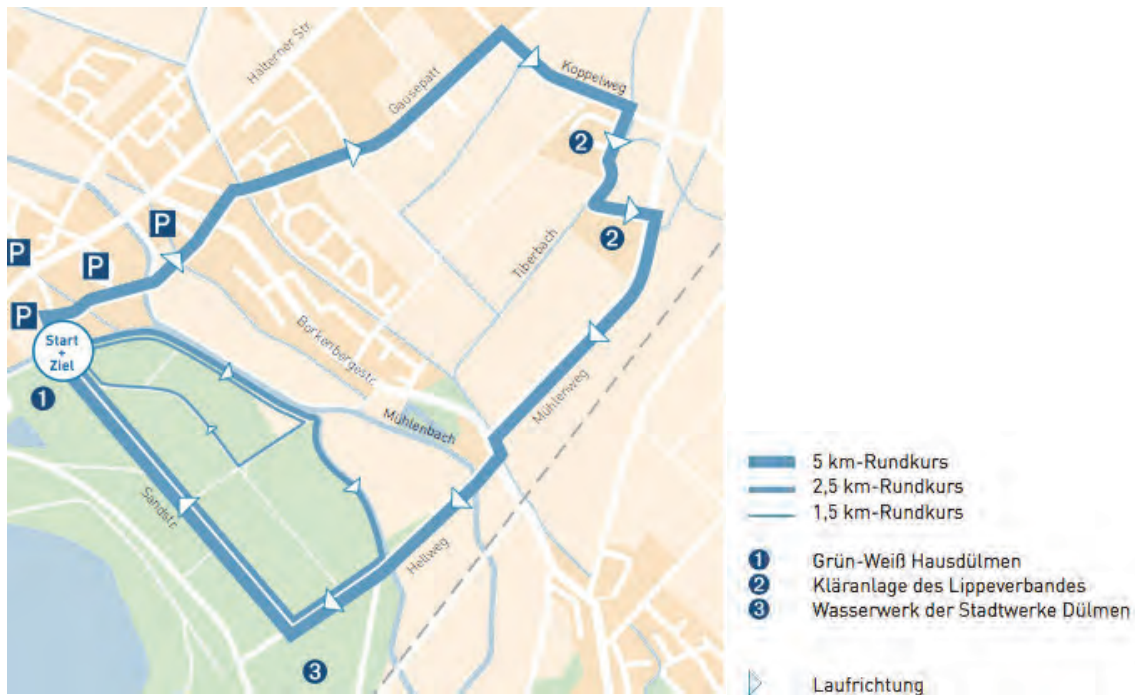


Abbildung 7-6: Laufstrecken beim „Dülmener Wasserlauf“



Abbildung 7-7: Start des Fünf-Kilometer-Laufs für Einzelläufer

Zum Erfolg des „1. Dülmener Wasserlaufs“ haben neben den Läufern auch ein Begleitprogramm mit musikalischen Beiträgen, Infoständen vom Lippeverband, den Schulen und NABU zu DSADS sowie Spiele für Kinder beigetragen. Abgesehen vom Sportlichen führte insbesondere das grundsätzliche Interesse am Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“ einige Besucher zur Veranstaltung, die so das Projekt unterstützen wollten. Bei der in Dülmen durchgeführten Haushaltsbefragung hat sich gezeigt, dass rund die Hälfte der Befragten von der Laufveranstaltung gehört bzw. knapp 4,2% daran teilgenommen haben (vgl. Kapitel 8.2).

Das positive Feedback von Läufern und Teilnehmern führte dazu, dass die Sportvereine den „2. Dülmener Wasserlauf“ wieder mit großem Erfolg am 15. August 2015 veranstaltet haben. Diesmal gingen 130 Läufer und 13 Staffeln an den Start. Die Sportvereine beabsichtigen daher, auch künftig jährlich eine solche Laufveranstaltung zu organisieren, um weiterhin über das Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“ aufmerksam zu machen (vgl. Absichtserklärung in Anlage 4).

Zwar wird die Zielgruppe zahlreich über eine solche Laufveranstaltung erreicht und kann entsprechend über das Thema informiert werden, der Aufwand ist jedoch hoch. Das Potenzial für die Sensibilisierung kann aber bei einem angemessenen Aufwand gehoben werden, wenn entsprechende Informationsaktivitäten an bereits etablierte Veranstaltungen angedockt werden können.

7.3.4 Animationsfilme

Im Rahmen der Kampagne zur Sensibilisierung der Dülmener Bevölkerung für das Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“ wurden zwei Animationsfilme genutzt.

Beim ersten Film „*Pillen, die wir wegsülen: Arzneimittel, Trinkwasser und die Umwelt*“ handelte es sich um die Produktion einer deutschen Fassung des vom europäischen FP7-Forschungsprojekt PHARMAS erstellten Films „*The Drugs We Wash Away: Pharmaceuticals, Drinking Water and the Environment*“. Mit dem Mittel einer comicartigen Animation vermittelt dieser Film allgemeinverständlich und unterhaltsam, wie Arzneistoffe in den Wasserkreislauf gelangen und welche Gefahren dadurch für Mensch und Umwelt bestehen.

Der zweite Film „*Pillen im Wasserkreislauf: Was wir dagegen tun können*“ wurde von DSADS produziert und stärker auf die Ziele der Sensibilisierungskampagne zugeschnitten. Im selben Stil wie der erste Film gestaltet und von der Dramaturgie her als seine Fortsetzung angelegt, zeigt der Film, was unterschiedliche Akteure tun können, um den Eintrag von Arzneistoffen in der Wasserkreislauf zu verringern oder zu vermeiden. Von dem zweiten Film wurde auch eine englischsprachige Fassung im Rahmen des EU-Projekts noPILLS erstellt. Die Filme werden auf den Projekt-Homepages www.dsads.de und www.no-pills.eu wie auch über YouTube angeboten.



Abbildung 7-8: Animationsfilme zu Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf

Die deutsche Fassung des ersten Films wurde bis zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts mehr als 2.800 Mal (die ursprüngliche engl. Version mehr als 17.000 Mal) angeklickt. Die deutsche Fassung des zweiten Films wurde mehr als 800 Mal, seine englische Fassung mehr als 450 Mal angeklickt. Für wissenschaftliche Informationsfilme sind das durchschnittliche bis gute Zahlen. Dies zeigt zum Beispiel ein Vergleich mit der Resonanz auf Video-Angebote großer Forschungseinrichtungen wie der Helmholtz oder Leibniz-Gemeinschaften. Belastbare Aussagen dazu, wie die Filme beim Publikum

angekommen sind, lassen sich nicht treffen, da z.B. kaum Gebrauch von den Like- und Dislike-Funktionen gemacht wurde. Bei der in Dülmen durchgeführten Haushaltsbefragung hat sich gezeigt, dass gut drei Prozent der Befragten die Filme gesehen haben (vgl. Kapitel 8.2). Weitere Aussagen über die Wirkung der Filme lassen sich mit den vorliegenden Daten jedoch nicht treffen. Das Format eines unterhaltsamen, animierten Kurzfilms ist grundsätzlich besonders geeignet, um Aufmerksamkeit für wissenschaftliche Inhalte zu erzeugen. Mit den eingesetzten Mitteln zur Verbreitung der Filme (Homepage und YouTube-Kanal) konnte dieses Potenzial jedoch nur teilweise erschlossen werden.

Die produzierten Filme sind hochwertige Produkte, die auch in zukünftigen Projekten und Aktionen sinnvoll eingesetzt werden können. Entscheidend ist dabei, solche zeitgemäßen Informationsangebote durch gezielte Social-Media-Kampagnen zu begleiten. Andernfalls kann der mit ihrer Produktion verbundene, vergleichsweise hohe Ressourcenaufwand nur schwer kompensiert werden.

7.3.5 Informationsplattform

Als zentrale Informationsplattform für das Projekt wurde eine multimediale Internetseite eingerichtet (www.dsads.de). Mit diesem Internetauftritt sollten in erster Linie die Dülmener Bürgerinnen und Bürger erreicht werden, um die Wirkung der Sensibilisierungskampagne zu unterstützen. Entsprechend bietet die Internetseite eine übersichtliche, allgemeinverständliche Einführung in das Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“, konkrete Hinweise, wie Bürger, Ärzte und Apotheker dazu beitragen können, den Eintrag von Arzneistoffen in den Wasserkreislauf zu verringern oder zu vermeiden, und einen News-Bereich, der tagesaktuell über Aktionen des Projekts und wissenswerte Neuigkeiten zum Thema informiert.

Besondere Informationsangebote auf der Internetseite sind die im Rahmen des Projekts produzierten Kurzfilme und eine interaktive Infografik. Zudem werden ausgewählte Fachpublikationen zum Download angeboten. Da die Internetseite sowohl Laien (Bürger) als auch Fachleute erreichen soll, werden diese durch entsprechende Menüpunkte direkt angesprochen. Dabei wurde besonderer Wert auf eine für die jeweilige Zielgruppe angemessene Sprache gelegt.

Die durchschnittliche monatliche Besucherzahl der Internetseite konnte von rund 160 in 2013 auf gut 200 in 2014 gesteigert werden und lag zum Stand September 2015 bei 180. Die Absprungrate – also der Prozentsatz der Besuche, bei der ein Nutzer die Einstiegsseite ohne weitere Interaktion mit der Seite wieder verlässt – betrug in diesen Zeiträumen 40 bzw. 53 Prozent (die durchschnittliche Aufenthaltsdauer betrug etwa vier bzw. drei Minuten). Für vergleichbare Internetangebote liegen diese Werte in einem normalen Bereich. Sechzig Prozent der Besuche dauerten weniger als zehn Sekunden, zehn Prozent länger als sieben Minuten. Während 50 Prozent direkte Zugriffe waren, kam jeweils ein Viertel aller Besuche über Suchmaschinen und über Links von Webseiten Dritter.

Bei der in Dülmen durchgeführten Haushaltsbefragung hat sich gezeigt, dass knapp vier Prozent der Befragten die Internetseite genutzt haben (vgl. Kapitel 8.2). Da die Internetseite kein direktes Dialogangebot macht, ist eine Einschätzung, wie die Seite bei den Nutzern ankommt, nicht möglich. Eine eigene Homepage ist, gerade wenn es um eine Aufklärungs- und Sensibilisierungskampagne geht, ein unverzichtbares Kommunikationsinstrument. Diese Funktion hat die Internetseite bisher trotz ihrer begrenzten Reichweite angemessen erfüllt.

Deutlich höhere Nutzerzahlen lassen sich heutzutage aber nur erreichen, wenn eine Internetseite durch entsprechende Social-Media-Angebote begleitet wird. Zudem ist ein Dialogangebot (z.B.

Kommentarfunktion oder Frage-Antwort-Bereich) trotz des damit verbundenen höheren Ressourcenaufwands unbedingt empfehlenswert. Grundsätzlich sollten alle verfügbaren Informationskanäle proaktiv genutzt werden, um eine neue Internetseite zu bewerben.



Abbildung 7-9: Informationsplattform dsads.de



Abbildung 7-10: Eingangssseite des Bildungsportals spurenstoffe.eglv.de

Auf einem neu errichteten Bildungsportal *spurenstoffe.eglv.de* sind seit dem 14. August 2015 eine Vielzahl an Informationen zum Thema und in der Zusammenarbeit mit den Schulen in Dülmen entstandenes Unterrichtsmaterial (siehe Kapitel 7.5) zusammengefasst. Das Angebot soll interessierte Lehrkräfte unterstützen, mit Hilfe unterrichtserprobter Materialien unterschiedliche Aspekte des Themas im eigenen Unterricht aufzugreifen. Das Bildungsportal ermöglicht virtuelle Lehr-Lern-Exkursionen für den Unterricht in verschiedenen Schulfächern (wie zum Beispiel Biologie,

Physik, Chemie, Erdkunde, Sozialkunde und Sachkunde). Es ist davon auszugehen, dass dieses Portal künftig gut genutzt wird, da zum Beispiel viele Schulen in Dülmen das Thema auch in Zukunft im Rahmen des Unterrichts aufgreifen wollen (siehe Kapitel 7.5). Ferner bildet das Portal eine weitere Grundlage für die Bildungsarbeiten von Emschergenossenschaft und Lippeverband.

7.4 Zielgruppe medizinische Akteure

Die erste Haushaltsbefragung in Dülmen ergab, dass Ärzte und Apotheker von Patienten und Kunden als sehr kompetent angesehen werden und sie eine hohe Anerkennung in der Bevölkerung genießen (vgl. Kap. 6.3). Insofern haben Ärzte und Apotheker als die Experten für die Gesundheitsversorgung der Patienten und Kunden eine entscheidende Funktion bei der Sensibilisierung der Bevölkerung für eine Änderung des Konsums- und Entsorgungsverhaltens. Um diese Zielgruppe für das Projekt DSADS zu aktivieren, wurde zunächst ein Fachgespräch durchgeführt. Danach wurden verschiedene Aktivitäten gemeinsam mit diesen Akteuren entwickelt und umgesetzt (siehe Tabelle 7-1).

7.4.1 Fachgespräch mit medizinischen Akteuren

Um medizinische Akteure für das Projekt DSADS zu aktivieren fand ein Fachgespräch am 2. Oktober 2013 in Dülmen statt.

Ziele des Fachgespräches bestanden darin,

- eine gemeinsame Verständigung über den Sachstand, den Handlungsbedarf und die Handlungsoptionen – allgemein und für Ärzte und Apotheker im Besonderen - zu erzielen;
- Ärzte und Apotheker für das Anliegen des Projekts zu gewinnen und eine Basis der Verständigung zu schaffen, auf der Handlungsbereitschaft entstehen kann;
- sie zur aktiven Teilnahme oder zur passiven Unterstützung zu bewegen;
- sie zur Formulierung ihrer gewonnenen Erkenntnisse, zur kritischen Diskussion des Handlungsbedarfs sowie zur aktiven Formulierung von Lösungsansätzen und Handlungsmöglichkeiten einzuladen.

Insgesamt wurden für das Fachgespräch 146 Einladungen an medizinische Akteure (Ärzte, Apotheker, Mitarbeiter von Krankenhäusern sowie Pflegeheimen und private Pflegekräfte) verschickt. Gegen Ende der Rückmeldefrist wurden die Akteure erneut kontaktiert. Ferner wurde die Einladung auf der Projekthomepage www.dsads.de veröffentlicht. Am Fachgespräch nahmen insgesamt 19 Personen teil, darunter die Bürgermeisterin der Stadt, 9 Ärzte und Apotheker sowie Beiratsmitglieder und Projektbearbeiter.



Abbildung 7-11: Fachgespräch mit medizinischen Akteuren (links: Terminblocker; rechts: Teilnehmer)

Nach einer Einführung über den wissenschaftlichen Stand zu Arzneiwirkstoffen im Wasserkreislauf und ihre möglichen Auswirkungen auf Mensch und aquatische Umwelt folgte eine engagierte Diskussion über den Handlungsbedarf und die mögliche Rolle der medizinischen Akteure für die Information und Sensibilisierung der Bevölkerung. Darüber hinaus wurden mögliche Aktionen diskutiert, um das Thema weiter im Bewusstsein der Bevölkerung Dülmens zu verankern.

Die Teilnehmenden Ärzte, Apotheker und anderen medizinischen Akteure aus der Region stellten im Zuge der Diskussionen fest, dass derzeit weder das medizinische Fachpersonal noch die Bevölkerung ausreichend über das Thema informiert sind. Dies betrifft nicht nur die Frage, wie Arzneiwirkstoffe überhaupt in die Gewässer gelangen und welche Risiken es dadurch gibt. Unklar ist oft auch, was dagegen getan werden kann. Einigkeit bestand darin, direkt an der Quelle der Einträge anzusetzen – also beim Verbrauch und bei der Entsorgung von Arzneimitteln. Hier soll den Akteuren vermittelt werden, wie sie konkret dazu beitragen können, die Einträge zu reduzieren. Sie erklärten sich bereit, das Projekt aktiv zu unterstützen, ihre Fachkollegen sowie ihre Patienten und Kunden für diesen Ansatz zu sensibilisieren. Folgende Ideen wurden herausgearbeitet:

- Konkret sollen zunächst alle Apotheker in Dülmen bei einem bereits etablierten Stammtisch auf das Thema angesprochen werden. Ziel ist es, sie dafür zu gewinnen, ihre Kunden verstärkt auf nicht-medikamentöse Therapien zur Behandlung ihrer Beschwerden hinzuweisen.
- Eine Informationsveranstaltung für Ärzte sollte im Frühjahr 2014 durchgeführt werden. Die Einladung dazu sollte gemeinsam vom Ärztenetz, der Ärztekammer oder der kassenärztlichen Vereinigung, der Stadt Dülmen und DSADS ausgesprochen werden. Um möglichst viele Ärzte zu erreichen, sollte geprüft werden, ob die Veranstaltung in die obligatorische jährliche Ärztefortbildung integriert werden kann (siehe Kapitel 7.4.2).
- Ergänzend dazu wurde eine einwöchige Aktion aller Apotheken in Dülmen vorgeschlagen: Bürgerinnen und Bürger können sich beraten lassen, welche Medikamente in ihrer Hausapotheke sie noch nutzen können oder wie sie nicht mehr benötigte Arzneimittel richtig entsorgen (siehe Kapitel 7.4.3).
- Diese Initiative sollte von einer Plakataktion in Apotheken, Arztpraxen und anderen medizinischen Einrichtungen wie Kliniken oder Pflegeheimen begleitet werden. Die Plakate vermitteln den Bürgerinnen und Bürgern dann klare Botschaften, wie sie durch die richtige Entsorgung von Altarzneimitteln und einen bewussten Medikamentenkonsum dazu beitragen können, ihre Gewässer zu entlasten.
- Ärzte und Apotheker sollten zudem bei ihren Patienten und Kunden regelmäßig nachfragen, ob diese benötigte Medikamente noch vorrätig haben, bevor sie neue abgeben. So können das Verbraucherbewusstsein gefördert und Arzneimittelabfälle vermieden werden.
- Konzertierte Aktionen der Ärzte in Dülmen: Ärzte übergeben Flyer mit Botschaften zum wasserfreundlichen Umgang mit Medikamenten, begleitet von einer Plakataktion in Apotheken, Arztpraxen, Kliniken und Pflegeheimen. Damit sollte das Bewusstsein der Patienten bezüglich des Themas geschärft werden (siehe Kapitel 7.4.4).
- Die Teilnahme der Projektbearbeiter an Sitzungen des Ärzte-Qualitätszirkels sollte der Identifikation von weiteren möglichen Ansatzpunkten und der Abstimmung von gemeinsamen Aktionen dienen.
- Um auf möglichst vielen Wegen die Verbraucher zu erreichen, soll die Stadt Dülmen grundsätzlich dem jährlichen Müllkalender eine Information zum Projekt und der angemessenen Entsorgung von Altmedikamenten beilegen (vgl. Tabelle 7-1).
- Durch Führungen über die Kläranlage Dülmen sollen die medizinischen Akteure und die Bevölkerung über die Bedeutung der Abwasserreinigung aufgeklärt werden (vgl. Tabelle 7-1).

- Informationen über die Umwelteigenschaften von Wirkstoffen (wie die „Schwedische Umweltklassifikation“ von Wirkstoffen; www.fass.se; www.janusinfo.se). Zwar bestand die Bereitschaft, entsprechende Informationen im Rahmen der Beratung von Kunden und Patienten zu verwenden. Jedoch liegen solche Informationen in Deutschland nicht vor. Es ist auch nicht absehbar, wann sie in Deutschland erstellt und eingeführt werden.

Insgesamt wurde das Fachgespräch von allen Beteiligten als Erfolg gewertet. Die eingeladenen Ärzte und Apotheker erklärten, dass sie durch die gemeinsame Diskussion den Handlungsbedarf aus Vorsorgegründen erkannt hatten. Sie bekräftigten, dass das Projekt in Dülmen eine möglichst hohe Bekanntheit erreichen sollte und bestätigten, in ihren jeweiligen Berufsgruppen für die Unterstützung der Projektziele zu werben.

Im Verhältnis zur Zahl der medizinischen Akteure in Dülmen bzw. der versandten Einladungen nahm nur ein kleiner Kreis der Zielgruppe am Fachgespräch teil. Die Teilnehmer erwiesen sich jedoch als starke und zuverlässige Partner bei den weiteren Sensibilisierungsaktivitäten im Projekt. Durch sie konnten weitere Akteure in der Zielgruppe erreicht und für die Unterstützung der Projektziele aktiviert werden. Zum Beispiel konnten durch die Teilnahmen der Projektbearbeiter an verschiedenen Sitzungen des Ärzte-Qualitätszirkels weitere Ärzte angesprochen werden, die sich an der gemeinsamen Aktion der Ärzte beteiligten (siehe Kapitel 7.4.4).

Als Fazit kann festgehalten werden, dass bei direkter Ansprache eine gewisse Zahl von medizinischen Akteuren für ein solches Thema zugänglich ist und für die Zusammenarbeit zur Sensibilisierung von Patienten und Kunden gewonnen werden kann. Ferner erwies es sich als sinnvoll, statt den Akteuren fertige Lösungsvorschläge vorzulegen, die für sie möglichen Handlungsoptionen von ihnen selbst formulieren zu lassen und diese dann im Gespräch gemeinsam weiterzuentwickeln. Auf dieser Grundlage konnten viele Sensibilisierungsaktivitäten gemeinsam mit den Akteuren konzipiert und bei angemessenem Aufwand erfolgreich durchgeführt werden.

7.4.2 Zertifiziertes Fortbildungsseminar

Der Umgang der Patientinnen und Patienten mit Arzneimitteln ist sowohl für die Qualität der Gesundheitsversorgung als auch für einen wirksamen Gewässerschutz wesentlich. Medizinische Akteure wie Ärzte nehmen eine Schlüsselrolle bei der Aufgabe ein, den verantwortungsvollen Arzneimittelverbrauch zu fördern. Dabei sind sie zu allererst ihrem Heilungsauftrag verpflichtet. Aspekte des Gewässerschutzes im Zusammenhang mit der Einnahme und Entsorgung von Arzneimitteln spielen dagegen im beruflichen Alltag bisher kaum eine Rolle. Ein Grund dafür ist, dass viele Ärzte nicht ausreichend über diese Aspekte informiert sind – wie die Befragung im Rahmen des Projektes (vgl. Kapitel 6.6) oder auch das Fachgespräch mit der Zielgruppe (vgl. Kapitel 7.4.1) zeigten. Ziel des zertifizierten, d.h. von den Berufsverbänden anerkannten Fortbildungsseminars war es, ähnlich wie beim obigen Fachgespräch, die Zielgruppe über verschiedene Aspekte des Themas zu informieren sowie gemeinsam herauszuarbeiten, wie sie in ihrem Praxisalltag einen aktiven Beitrag zum Gewässerschutz leisten können. Dazu wurden der wissenschaftliche Stand zu Arzneimittelrückständen im Wasser und deren mögliche Auswirkungen auf Umwelt und Menschen dargestellt sowie der Einfluss des Gesundheitssystems auf das ärztliche Verschreibungsverhalten diskutiert. Im Mittelpunkt der Veranstaltung standen dann die Handlungsmöglichkeiten der Ärzte. Themen waren hier die Verordnung von Medikamenten, die Aufklärung über die sachgerechte Entsorgung von Altarzneimitteln im Patientengespräch und der Umgang mit Reststoffen in der Arztpraxis.

Box 7-1: Ankündigung und Programm des zertifizierten Fortbildungsseminars für Ärzte zu Arzneistoffen im Wasserkreislauf

Fortbildungsveranstaltung

im Rahmen der Zertifizierung der ärztlichen Fortbildung der ÄKWL

Thema: Herausforderung Arzneimittel im Wasser – Was können wir tun? Problemdarstellung und Erarbeitung von Handlungsmöglichkeiten

Termin: 20. Mai 2014, 18:00 bis 21:30 Uhr
Veranstaltungsort: St. Barbara Haus, Kapellenweg 75, 48249 Dülmen
Wissenschaftliche Leitung: Herr Hubertus Hovestadt (Facharzt für Allgemeinmedizin, Sprecher des Ärzte-Netz Dülmen)

Die Veranstaltung ist im Rahmen der Zertifizierung der ärztlichen Fortbildung der ÄKWL mit insgesamt 4 Punkten anrechenbar.

Die Teilnahme ist kostenlos!

Programm

- 17:30 Anmeldung / Begrüßungsgetränk / Imbiss
- 18:00 Begrüßung und Vorstellung der Referenten/Referentinnen, Einführung in das Projekt/Ablauf (Dr. Issa Nafo)
- 18:10 Film: "Pillen, die wir wegspülen: Arzneimittel, Trinkwasser und die Umwelt"
Moderation: Dr. Konrad Götz
- 18:15 Arzneimittel im Wasser – Wie ist der wissenschaftliche Stand? (Prof. Dr. Klaus Kümmerer)
- 18:55 Klinische Umweltmedizin: Niedrigdosisbelastung: Wirkung auf das Neuroendokrine Immunsystem (Dr. med. Peter Ohnsorge)
- 19:20 Film: "Pillen im Wasserkreislauf: Was wir dagegen tun können?"
Moderation: Dr. Konrad Götz
- 19:25 Handlungsmöglichkeiten für medizinische Akteure I: Handlungsfeld Verordnung (Dr. med. Sven Schmiedl)
- 20:00 Pause
- 20:15 Handlungsmöglichkeiten für medizinische Akteure II: Handlungsfeld Entsorgung (Anna Walz)
- 20:35 Diskussion über Handlungsmöglichkeiten im beruflichen Alltag
Moderation: Dr. Konrad Götz
- 21:20 Bilanzierung / Evaluierung
Moderation: Dr. Konrad Götz

Durchgeführt wurde eine von der Ärztekammer Westfalen-Lippe anerkannte Fortbildung für Ärzte an der auch Apotheker und andere medizinische Akteure teilnehmen konnten. Die Veranstaltung war zum ersten Mal in Deutschland im Rahmen der Zertifizierung der ärztlichen Fortbildung der Ärztekammer Westfalen-Lippe mit 4 Punkten anrechenbar (siehe Box 7-1). Mit dem Titel „Herausforderung Arzneimittel im Wasser – Was können wir tun? Problemdarstellung und Erarbeitung von Handlungsmöglichkeiten“ bestand die Fortbildungsveranstaltung aus fünf Teilen:

- (1) Problemdarstellung bezogen auf die Umwelt
- (2) Problemdarstellung bezogen auf den Menschen
- (3) Handlungsmöglichkeiten für Ärzte bezogen auf Verschreibungsverhalten und Patientengespräch
- (4) Handlungsmöglichkeiten für Ärzte bezogen auf Entsorgung
- (5) Brainstorming und Diskussion von Handlungsmöglichkeiten im ärztlichen Alltag

Begleitend wurden zu Beginn und in der Mitte der Veranstaltung die DSADFS-Filme „Pillen, die wir wegsplülen: Arzneimittel, Trinkwasser und die Umwelt“ und „Pillen im Wasserkreislauf: Was wir dagegen tun können?“ gezeigt.

Obwohl die Teilnehmerzahl mit 4 Ärzten und 2 Apothekern nicht hoch war, kann die Veranstaltung als gelungen bewertet werden. Zum einen zeigte die Veranstaltungsevaluation, die per Fragebogen durchgeführt wurde, ein insgesamt positives Bild. Zum anderen wurde im abschließenden Brainstorming und der Abschlussdiskussion deutlich, dass der Handlungsvorschlag „Beratung zur Veränderung des Lebensstils statt Verschreibung“ von den Ärzten als wichtig angesehen wird. So wurde deutlich, dass ein Teil der Ärzte (sicherlich die besonders engagierten und sicherlich in einer spezifischen Situation mit starkem sozialen Kontakt) aktuell eine solche Beratung durchführt. Einige Ärzte gaben ebenfalls an, bei Hausbesuchen „Schubladenkontrollen“ bei älteren Patienten durchzuführen, um den Bestand an nutzbaren Resten bzw. zu entsorgenden Altmedikamenten vor Verschreibung von neuen Medikamenten zu prüfen. Darüber hinaus erhalten die Ärzte so einen Überblick über etwaige Mehrfachmedikationen. Als weiterer Erfolg kann gewertet werden, dass die anwesenden Ärzte direkt vor Ort beschlossen, das Thema in die Arbeit eines Qualitätszirkels (deren Mitglieder die Anwesenden waren) aufzunehmen.

Die Ärztefortbildung ist ein geeignetes Instrument zur Sensibilisierung der Ärzteschaft. Es wird empfohlen, weitere Fortbildungen in NRW durchzuführen. Diese sollten zusammen mit den Kammern veranstaltet und in den Räumen der Kammern durchgeführt und möglichst mit mehr Fortbildungspunkten ausgestattet werden. Wie aktuelle Erfahrungen mit diesem Format in Baden-Württemberg deutlich machen, kann so die Teilnehmerzahl in den zweistelligen Bereich erhöht werden. Außerdem wird empfohlen, das Thema „Einsatz von Antibiotika“, an dem die Ärzteschaft stark interessiert ist, in derartige Fortbildungen zu integrieren.

7.4.3 Gemeinsame Aktionen der Apotheken

Unter dem Titel „Frühjahresputz für die Hausapotheke“ haben sich alle acht Apotheken in Dülmen an einer konzertierten Aktion beteiligt. Die Aktion, die ursprünglich für die Laufzeit von einer Woche vom 31. März zum 5. April 2014 geplant war, wurde auf Wunsch der Apotheken bis zum 12. April 2015 auf zwei Wochen verlängert. Mit der Aktion wurden die Kunden aufgerufen, die in ihrer Hausapotheke befindlichen (Alt-)Medikamente in die Apotheken mitzubringen. Die Aufgabe der Apotheker und pharmazeutisch-technischen Assistenten lag dann darin, den Kunden zu vermitteln,

wie sie durch die richtige Entsorgung von Altarzneimitteln und einen bewussten Medikamentenkonsum dazu beitragen können, die Gewässer zu entlasten (siehe Abbildung 7-15). Im Einzelnen sollte

- geprüft werden, ob etwas Wichtiges in der Hausapotheke fehlt,
- ob vorhandene Medikamente weiter verwendet werden können,
- sowie darauf hingewiesen werden, dass alte und nicht mehr benötigte Medikamente (auch flüssige Reste) korrekt über die Restmülltonne entsorgt werden können, damit sie anschließend in der Müllverbrennungsanlage und nicht im Wasser landen.

Für die Durchführung der Aktion wurde allen Apotheken jeweils ein Kit zur Verfügung gestellt, bestehend aus:

- einer Restmülltonne zur Entsorgung der Altmedikamente (durch die Auszubildenden des Lippeverbands mit einem Plexiglas-Sichtfenster präpariert, damit der Füllstand sichtbar ist),
- eine Beach-Flag zur Aufstellung am Eingang der Apotheke und Plakate zum Aufhängen,
- Informationsbroschüre, Minibuch und Flyer zum Thema sowie
- Giveaways (wie Luftballons, Fruchtgummis, Leinen-Taschen, Einkaufschips)

Die Kits wurden eine Woche vor Beginn der Aktion an die Apotheken geliefert. Die Restmülltonnen wurden während der Laufzeit der Aktion zwischendurch von Projektarbeitern geleert. Sie übernahmen die Abfuhr der gefüllten Tonnen. Mit dem zuständigen Abfallentsorgungsbetrieb wurde abgestimmt, dass die gesammelten Medikamente nach Auswertung als Restmüll entsorgt werden können. Alle Abstimmungen mit den Apotheken erfolgten über ihre interne Telefonkette und wurden von den beiden Apothekerinnen organisiert, die im Projektbeirat vertreten waren.

Die Aktion wurde mit einer Plakatkampagne in den Arztpraxen, Kliniken und Pflegeheimen sowie an verschiedenen Plätzen in der Stadt begleitet. Ferner wurde die Aktion mit einem Spot im örtlichen Radio sowie Artikeln in den lokalen Zeitungen beworben.

Die Apothekerschaft war sehr daran interessiert, wenn möglich, den Kunden bei Selbstmedikation „wasserfreundliche“ als Alternative zu möglichen „wasserbelastenden“ Wirkstoffen vorzuschlagen, um so den Eintrag von „kritischen“ Stoffen durch gezielte Beratung zu reduzieren. Entsprechende Vorschläge konnten jedoch nicht gemacht werden, da solche Informationen über die Umwelteigenschaften von Arzneiwirkstoffen in Deutschland noch nicht verbindlich eingeführt sind (vgl. „Schwedische Umweltklassifikation“ von Wirkstoffen; www.fass.se; www.janusinfo.se).

In den zwei Wochen Laufzeit der Aktion wurden rund 400 Liter Blister-Packungen, Röhrchen, Fläschchen, Schachteln und Ampullen eingesammelt. Die Sammlung wurde dann später zusammen mit Schülern aus Dülmen ausgewertet, um die Zusammensetzung abzuschätzen.

Für eine Verstärkung der Sensibilisierung wurde auf Initiative der Apotheken die Aktion im Folgejahr zwei Wochen lang, vom 13. bis zum 25. April 2015, erneut durchgeführt. Ferner haben sich die Apotheken mit der Unterzeichnung der gemeinsamen Absichtserklärung der Akteure in Dülmen bereit erklärt, jährlich eine zweiwöchige Aktion „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“ durchzuführen und ihre Kunden über die richtige Entsorgung von Medikamentenresten zu beraten (siehe Anlage 4).

Die Apothekerschaft ist als ein Schlüsselakteur anzusehen, wenn es darum geht, Patienten und Kunden für einen veränderten Umgang mit Medikamenten sowie über die korrekte Entsorgung von Medikamentenresten zu beraten. In Dülmen konnten diese Akteure dafür gewonnen werden, diese

Rolle aktiv zu übernehmen. Die Durchführung einer zweiwöchigen Aktion in allen Apotheken hat sich als ein geeignetes Instrument zur Sensibilisierung der Patienten und Kunden erwiesen. Bei der in Dülmen durchgeführten Haushaltsbefragung gaben insgesamt 45,7% der Befragten an, von der Aktion gehört bzw. 5,2% daran teilgenommen zu haben (vgl. Kapitel 8.2).

Das Potenzial zur Erreichung und zur Beeinflussung der Zielgruppe wird als hoch eingeschätzt. Der Aufwand zur Organisation und Durchführung einer solchen Apothekenaktion ist zwar hoch. Dieser kann jedoch, wie der Fall der Wiederholung in Dülmen im Jahr 2015 gezeigt hat, bei Verzicht auf einige Werbemaßnahmen in Grenzen gehalten werden. Der Aufwand kann weiter reduziert werden, wenn auf bestehende Strukturen zurückgegriffen werden kann; zum Beispiel wenn vorhandene Restmülltonnen der Apotheken verwendet werden können und die Entleerung der Tonnen über den örtlichen Entsorgungsbetrieb direkt übernommen werden kann.



Abbildung 7-12: Werbemaßnahmen für die Apothekenaktion



Abbildung 7-13: Apotheke während der Aktion „Frühjahrsputz für die Hausapotheke“ in Dülmen

7.4.4 Gemeinsame Aktionen der Ärzte

Eine der im obigem Fachgespräch von den Akteuren vorgeschlagenen Ideen war die Durchführung einer Aktion der Ärzte, bei der Ärzte in Dülmen ihre Patienten im Rahmen des Beratungsgesprächs über das Thema informieren.

Über einen zweiwöchigen Zeitraum vom 20.10.2014 bis 31.10.2014 sollten Ärzte ihre Patienten für einen bewussteren Umgang mit Medikamenten zur Reduzierung der Gewässerbelastung sensibilisieren. Wenn möglich sollten sie bestimmte Themen aktiv ansprechen wie: Bestehen Wahlmöglichkeiten bei der Verordnung und Auswahl von Arzneimitteln? Kommt ein Medikament infrage, das leichter abbaubar und damit weniger umweltbelastend ist als das gewohnte Präparat? Hilft in bestimmten Fällen auch ein Hausmittel? Bei diesen und anderen Fragen sind Patienten auf die Kompetenz des Arztes angewiesen, der immer den Einzelfall betrachtet und danach Vor- und Nachteile abwägt.

Für eine Vermeidung von Medikamentenresten, die evtl. fälschlicherweise ins Abwasser entsorgt werden, sollten die Ärzte mit ihren Patienten vor Verschreibung von Rezepten zunächst abklären, ob dieser das benötigte Medikament bereits im Haushalt hat und ob es noch verwendbar ist. Weiterhin sollten sie kleine Packungsgrößen verschreiben. Ärzte sollten ihren Patienten auch einen Flyer mit entsprechenden Verhaltensregeln zusammen mit dem Rezept übergeben (siehe Abbildung 7-15).

Für die Durchführung der Aktion wurden allen 37 teilnehmenden Arztpraxen folgende Materialien zur Verfügung gestellt:

- Flyer zu Arzneistoffen im Wasserkreislauf und Verhaltensregeln für einen wasserschonenden Umgang mit Medikamenten zur Auslage im Wartezimmer bzw. Übergabe durch den Arzt,
- zwei DIN-A2-Poster zum Aushang im Wartezimmer,
- eine Informationsbroschüre zum Thema,
- Giveaways (wie Luftballons, Fruchtgummis, Leinen-Taschen, Einkaufschips),
- Minibuch zum Thema (Kinderarztpraxen).

Die Aktion wurde mit einem Spot im örtlichen Radio sowie Artikeln in den lokalen Zeitungen beworben. Ferner wurden parallel zur Aktion Plakate in Apotheken, Kliniken und Pflegeheimen aufgehängt.

Im Vorfeld wurde der Ablauf der Aktion in einer Sitzung des Qualitätszirkels des Dülmener Ärztenetzes mit den Akteuren abgestimmt. Für die weitere Organisation und Durchführung der Aktion fungierten die zwei Mitglieder des Ärztenetzes von Dülmen, darunter ein Mitglied im Projektbeirat, als Ansprechpartner für Projektbearbeiter zu den Ärzten. In einer weiteren Sitzung des Qualitätszirkels wurde mit den beteiligten Ärzten gesprochen, um ihre Eindrücke, Ansichten und Erkenntnisse zur durchgeführten Aktion für eine künftige Optimierung des Instrumentes zu sammeln. Beispielsweise wurde angemerkt, dass insbesondere ältere Patienten eine positive Rückmeldung gaben, weil sie sich durch den Flyer gut informiert fühlten. Daher wurde angeregt, den Flyer für künftige Aktionen einfacher und mit größeren Schriften zu gestalten. Ferner wurde angemerkt, dass die Flyer meistens im Wartezimmer gelesen wurden. Die Poster im Wartezimmer wurden gut wahrgenommen (vgl. Ergebnisse der Haushaltsbefragung in Kapitel 8.2; Abbildung 8-2).




Abbildung 7-14: Präsentation der Flyer und Plakate zur Aktion der Ärzte in Dülmen (Foto: Dülmener Zeitung 18.10.2014)


Alles klar.

Damit unser Wasser ohne Nebenwirkungen bleibt


Noch sind die Konzentrationen von Arzneistoffen im Wasserkreislauf für Menschen unbedenklich. Damit das so bleibt, ist jeder von uns gefordert. Helfen Sie mit, die gute Wasserqualität in Deutschland zu erhalten.




Entsorgen Sie flüssige und feste Medikamentenreste nie im Waschbecken oder in der Toilette, sondern nur im Restmüll. So gelangen die Wirkstoffe nicht in das Abwasser und die Umwelt.



Informieren Sie Ihren Arzt oder Apotheker, wenn Sie noch verwendbare Restbestände haben, die für eine anstehende Behandlung ausreichen. Fragen Sie auch nach umweltfreundlichen Alternativen.



Überlegen Sie bei eher harmlosen Beeinträchtigungen, ob die Einnahme oder Anwendung eines Medikaments wirklich sinnvoll oder eine sanftere Alternative nicht ebenso hilfreich ist.



Reduzieren Sie Medikamentenabfälle durch einen klugen Einkauf. Wählen Sie die kleinste Packungsgröße, die für eine erfolgreiche Therapie ausreicht.

Abbildung 7-15: Vermittelte Botschaften während der Aktion der Apotheker und Ärzte

Neben der Apothekerschaft ist die Ärzteschaft ein weiterer Schlüsselakteur für die Sensibilisierung von Patienten für einen veränderten Umgang mit Medikamenten sowie für ihre Beratung bezüglich der korrekten Entsorgung von Altmedikamenten. Diese Ausführungen zeigen, dass in Dülmen auch Ärzte dazu gewonnen werden konnten, diese Rolle aktiv zu übernehmen. Auch die Dülmener Ärzteschaft hat sich mit der Unterzeichnung der gemeinsamen Absichtserklärung der Akteure in Dülmen bereit erklärt, jährlich eine zweiwöchige Aktion „Ein Flyer zum Rezept“ zur Sensibilisierung ihrer Patienten für einen wasserschonenden Umgang mit Medikamenten durchzuführen und regelmäßig über das Thema in ihrem Ärztezirkel zu diskutieren (vgl. Anlage 4).

Angesichts der Tatsache, dass manche Arztpraxen in Dülmen durchschnittlich von bis zu 100 Patienten pro Tag besucht werden, ist das Potenzial einer solchen Aktion der Ärzte als hoch einzustufen. Der Aufwand für ihre Konzeption und Durchführung besteht insbesondere darin, die Akteure anzusprechen und für die Zusammenarbeit zu aktivieren. Dieser Aufwand kann reduziert werden, wenn Ärzte über ihre zuständigen Institutionen wie Ärztekammer oder Kassenärztliche Vereinigung angesprochen werden können.

7.5 Zielgruppe Schulen

Ein weiterer Baustein des Projekts DSADS bestand darin, Schüler und Lehrkräfte als Multiplikatoren innerhalb und außerhalb Schulmauern zur Sensibilisierung der Bevölkerung und Förderung der Eintragsreduktion von Arzneimitteln in das Abwasser zu gewinnen.

7.5.1 Bildungsidee und -ziele

Wie die Umfragen in Dülmen zeigten, ist das Thema Arzneistoffe im Wasserkreislauf sowohl für die Bevölkerung, also auch für Lehrkräfte und Schüler, relativ unbekannt. Das Aufgreifen des Themas in den Schulen bietet die Chance (und zugleich Herausforderung), die Sensibilisierung früh aufzugreifen und die große Strahlkraft der Schulen als Multiplikatoren innerhalb und außerhalb von Schulmauern zu nutzen.

Es wurde daher ein Bildungskonzept für AG-Angebote an Schulen entwickelt, das aus den folgenden Bestandteilen besteht (Abbildung 7-16):

- Schüler bauen Wissen über das Thema Arzneistoffe im Wasser auf.
- Sie agieren als *Spurenstoff-Detektive* und ermitteln in der Sache Arzneistoffe im Wasser.
- Auf der Basis ihres gesammelten Wissen und der Ermittlungsergebnisse planen und entwickeln sie anschließend als *Junior-Kommunikationsmanager* Informationskampagnen, um die Bevölkerung zu einem bewussteren Umgang mit Arzneimitteln und deren Entsorgung zu animieren.

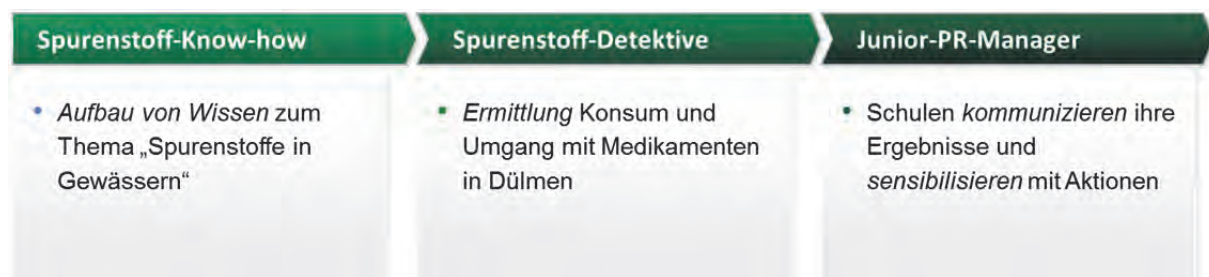


Abbildung 7-16: Bausteine des Bildungskonzeptes des Projekts DSADS für AG-Angebote an Schulen

Dabei wurden klare Bildungsziele verfolgt wie u.a.

- die Übernahme von Verantwortung für Umwelt und Gesellschaft als aktive Bürger der Stadt Dülmen
- die Förderung der Jugendpartizipation und der Persönlichkeitsentwicklung,
- die Ausbildung von Gestaltungs- und Handlungskompetenz sowie
- die Steigerung des Umweltbewusstseins bei den Schülern selbst.
- der Aufbau eines Netzwerkes von Kooperationen zwischen Schülern und Institutionen in der Stadt

Neben diesen Zielen sollte die Beteiligung der Schüler folgenden Mehrwert für sie selbst entfalten:

- Teilnahme an einem Projekt, das über Dülmen hinaus national und EU-weit ausstrahlt
- Einbezug als aktive, partizipierende Partner im Projekt
- Produktion von Erkenntnissen als wichtiger Beitrag zu den Forschungsergebnissen des Projekts (sinnstiftender Kontext fürs Lernen)
- Ausbildung wichtiger Schlüsselkompetenzen (wie Teamfähigkeit, Analysefähigkeiten, kritisches (Hinter-)Fragen, Integratives Denken und Handeln, Präsentieren, Konfliktfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Ausdauer, Disziplin, Selbstverantwortung, Projektmanagement, Medienkompetenz).

7.5.2 Bildungsangebote und -aktivitäten

In enger Kooperation mit der Stadtverwaltung in Dülmen und der örtlichen Volkshochschule konnten anfangs folgende vier Schulen und Jugendgruppe für die Zusammenarbeit gewonnen werden:

- Kardinal-von-Galen-Schule (Städt. kath. Hauptschule)
- Marienschule (Priv. bischöfliche Realschule)
- Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium
- Clemens-Brentano-Gymnasium
- NABU-Jugend-Naturschutzgruppe

Erste Ideen für Kooperationen und Bildungsangebote an diesen Schulen stellten die verantwortlichen Lehrkräfte auf der offiziellen Auftaktveranstaltung des Bildungsprojektes am 13. Dezember 2013 in der VHS in Dülmen vor. Hier hatten die Schulen und die Jugendgruppe die Gelegenheit, das Projekt, die Projektverantwortlichen sowie die weiteren teilnehmenden Schulen mit ihren Projektideen näher kennenzulernen. Die in Tabelle 7-3 dargestellten Ideen für die Integration des Thema in den Schulunterricht und die Kommunikation der Ergebnisse zur Sensibilisierung der Bevölkerung wurden teilweise dort vorgestellt und weiterentwickelt.

Im zweiten Schuljahr nach Beginn der Kooperation mit den Schulen im Rahmen des Projektes wurde dann die Zusammenarbeit auf weitere Schulen sowie weitere Jahrgänge in bestehenden Kooperationsschulen erweitert. Somit wurden während der Projektlaufzeit insgesamt 10 Schulen (ab 3. Jahrgang) und eine die NABU- Jugend-Naturschutzgruppe bei den Sensibilisierungsaktivitäten eingebunden (siehe Tabelle 7-3).

Tabelle 7-3: Beteiligte Schulen und Jugendgruppen sowie Ideen für die Integration des Themas in den Schulunterricht und die Kommunikation der Ergebnisse

Schule	Zielgruppe	Integration	Ideen für Ergebnisse
Marienschule	9. Jahrgang (auch für 10. Jahrgang nutzbar)	Wahlpflichtunterricht Naturwissenschaften und Ergänzungsstunde	Entwicklung eines Spiels (Brettspiel, Flyer, Quiz), Film- und Präsentationsbeiträge, Informationsmaterialien, Ausstellung zur internen Information der Schulgemeinschaft, Spurenstoffkrimi
Kardinal-von-Galen-Schule	7. – 9. Jahrgang, 2 Schüler aus 5. Jahrgang, 10. Jahrgang	Naturschutz-AG Chemie-Unterricht	Medikamentenauszahlung, Vorträge, Plakatentwicklung, Facharbeit, Spurenstoffkrimi
Clemens-Brentano-Gymnasium	5. – 6. Jahrgang	Naturwissenschaftliche AG	Entwicklung eines Informationsstands für die geplanten Bürgeraktionen und andere öffentlichkeitswirksame Projektveranstaltungen (z.B. Wanderausstellung), Chaosspiel für Grundschulen, Spurenstoffkrimi
Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium	9. Jahrgang	Naturwissenschaften	Untersuchungen im Rahmen von Facharbeiten
Kardinal-von-Galen- Grundschule Mehrfeld	3./4. Klasse	Sachunterricht	Umfrage in der Dorfnachbarschaft, Plakate, Webseitenbeitrag
St. Georg Grundschule Hiddingsel	3./4. Klasse	Sachunterricht	Informationsmaterial wie Plakate, Flyer
Augustinus Schule	3./4. Klasse	Sachunterricht, Kunst, Musik	Theaterstück, Rap Musik, Plakate
Internat Schloss Buldern	Gemischte Schreibgruppe	Freiwillig	Spurenstoffkrimi
Richard-von-Weizsäcker-Berufskolleg	Erzieher(Innen)	Deutsch	Spurenstoffkrimi
Gemeinschafts-Grundschule Dülmen-Dernekamp	3./4. Klasse	Sachunterricht	Ab 2. Schulhalbjahr 2014/15

7.5.2.1 Wissensaufbau bei den Schülern

Beim Wissensaufbau ging es um eine fachliche Einführung in die Themen Abwasser und Belastungen des Wasserkreislaufes in Theorie und Praxis unter Einsatz von Lernmaterialien und durch Exkursionen. Konkret wurden für die Vermittlung des Wasserwissens Hintergrundinfos, Lern- und Aufgabenblätter sowie vorhandenes Bildungsmaterial wie der Ordner *Wasserwelten* von Emschergenossenschaft und Lippeverband von den Lehrkräften eingesetzt. Neben Führungen über die Kläranlage Dülmen durch den Klärwerksmeister und Gewässerexkursionen in Begleitung eines Experten wurden für die Wissensvermittlung auch Vorträge von Fachleuten der Stadtwerke Dülmen als örtlicher Trinkwasserversorger und des Lippeverbands angeboten. Dabei standen Fragen der Schüler im Vordergrund, wie: „Wie sieht der Wasserkreislauf auf unserer Erde und in Dülmen aus?“, „Wofür nutzen wir unser Wasser, unsere Flüsse und Bäche?“ und „Welche biologischen und chemischen Eigenschaften prägen unser Wasser?“.

Folgende Exkursionen bzw. Vorträge unterstützten die Wissensvermittlung:

- Führung über die Kläranlage Dülmen (insgesamt 10 Termine, vgl. Tabelle 7-1 und Box 7-2)
- Workshop in der Schulklasse zum Thema Wasserkreislauf
- Gewässerexkursion am Heubach in Hausdülmen
- Schulbesuche zur Unterstützung und Organisation der Projektergebnisse

Box 7-2: Besuch der Kläranlage Dülmen

Was ist eigentlich alles drin in unserem Abwasser?

Mit dieser Frage des Klärwerkmeisters Herr Wissing geht sie los, die Führung auf der Kläranlage Dülmen. Und das ist auch genau die Frage, die die 21 Schülerinnen und Schüler der Klasse 8a der Kardinal-von-Galen-Hauptschule aus Dülmen am 5. Februar 2014 besonders interessiert. Denn sie sind hier als Mitwirkende des Pilotprojekts „Den Spurenstoffen auf der Spur“ - DSADS.

Dafür wollen sich die Schülerinnen und Schüler zunächst einmal einen möglichst fundierten Überblick zum Thema Spurenstoffe verschaffen. Dazu gehört neben der Wissensvermittlung in der Schule – aktuell wird für die Schüler der 8a gerade im Chemieunterricht das Thema Wasser behandelt – auch der Besuch auf der Kläranlage in Dülmen. Denn hier vor Ort können sie ganz genau erfahren, was alles drin ist in unserem Abwasser.



Besuch der Klasse 8a der Kardinal-von-Galen Hauptschule auf der Kläranlage Dülmen

Altmedikamente gehören nicht in die Toilette und nicht in den Ausguss

Und hier gibt es zahlreiche problematische Inhaltsstoffe wie zum Beispiel Essensreste oder Wattestäbchen. Sie landen oft fälschlicherweise in der Toilette statt im Hausmüll. Der besondere Fokus der Schüler liegt aber auf den Arzneimittelrückstände im Abwasser. Diese gelangen nicht nur über die Ausscheidungen von jenen Menschen dort hinein, die Medikamente zu sich nehmen müssen. Sondern auch über aufgetragene Salben, die abgewaschen werden, oder weil viele ihre Medikamente, die sie nicht mehr nehmen wollen oder müssen, in die Toilette werfen, um sie zu entsorgen. Dort gehören sie aber nicht hin. Altmedikamente sollten, genau wie Essensreste oder Wattestäbchen, in den Restmüll wandern.

Wie funktioniert eigentlich die Abwasserreinigung

Um erst einmal zu verstehen, wie Abwasserreinigung eigentlich funktioniert, geht es auf eine Besichtigungstour über die Anlage. Hier erfahren die Schüler ganz genau, welche mechanischen, biologischen und chemischen Prozesse eine Abwasserreinigung möglich machen – und warum Arzneimittelwirkstoffe in einer herkömmlichen Kläranlage (noch) nicht herausgefiltert werden können. Die daraus resultierenden langfristigen Auswirkungen sind bisher noch nicht ausreichend erforscht.

Bei der Betrachtung des lokalen Wasserkreislaufes ging es darum, den Schülern den Zusammenhang zwischen Abwasserbehandlung, Wasserqualität von Flüssen und Grundwasser und Trinkwasserversorgung zu vermitteln. Dazu wurden Experten für die Trinkwasseraufbereitung (Stadtwerke Dülmen) und für die Abwasserbehandlung (Lippeverband) in die Schulklasse eingeladen. In einem interaktiven Workshop erarbeiteten sich die Schüler den urbanen Wasserkreislauf in Dülmen, um abschließend die möglichen Orte für den Eintrag von Spurenstoffen in den Wasserkreislauf zu identifizieren (Abbildung 7-17). Ferner wurde herausgearbeitet, welche Arzneimittelwirkstoffe beispielsweise in Dülmen über das Abwasser ins Gewässer gelangen können.



Abbildung 7-17: Workshop in der Schulklasse zu Spurenstoffen im Wasserkreislauf



Abbildung 7-18: Beispiel einer Ausarbeitung der Schüler zum Thema Spurenstoffe im Wasserkreislauf

In einer weiteren Exkursion stellte ein Chemiker des Lippeverbands den Schülern vor, die Wasserqualität des Gewässers ermittelt und bewertet wird (Abbildung 7-19). Die Schüler lernten, wie eine Wasserprobenentnahme in der Praxis für die anschließende Untersuchung im Labor auf Spurenstoffe erfolgt. Mit Hilfe einer Bilderserie bekamen sie einen Einblick über die notwendigen Analyseschritte im Labor, um Spurenstoffe zu analysieren.



Abbildung 7-19: Unterrichtsstunde im Freien zur Analyse von Spurenstoffen

7.5.2.2 Untersuchungen der Schüler zu Arzneistoffen im Wasser

Einige Schüler und Jugendliche sollten den Verbrauch von Medikamenten und den Umgang mit Altmedikamenten in Dülmen durch Befragungen selbst untersuchen, um zu ermitteln, welche Arzneistoffe ins Abwasser gelangen. Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- Ermittlung des derzeitigen Konsums und des Umgangs mit Medikamenten (eigene und Bevölkerung)
- Entwicklung eines Fragebogens für die Ermittlungen
- Durchführung von Interviews
- Statistische Auswertung und Darstellung der Interview-Ergebnisse
- Auswertung der bei der Aktion der Apotheken gesammelten Altmedikamente (siehe Box 7-3)



Abbildung 7-20: Jugendliche befragen Bürger über Spurenstoffe im Wasser

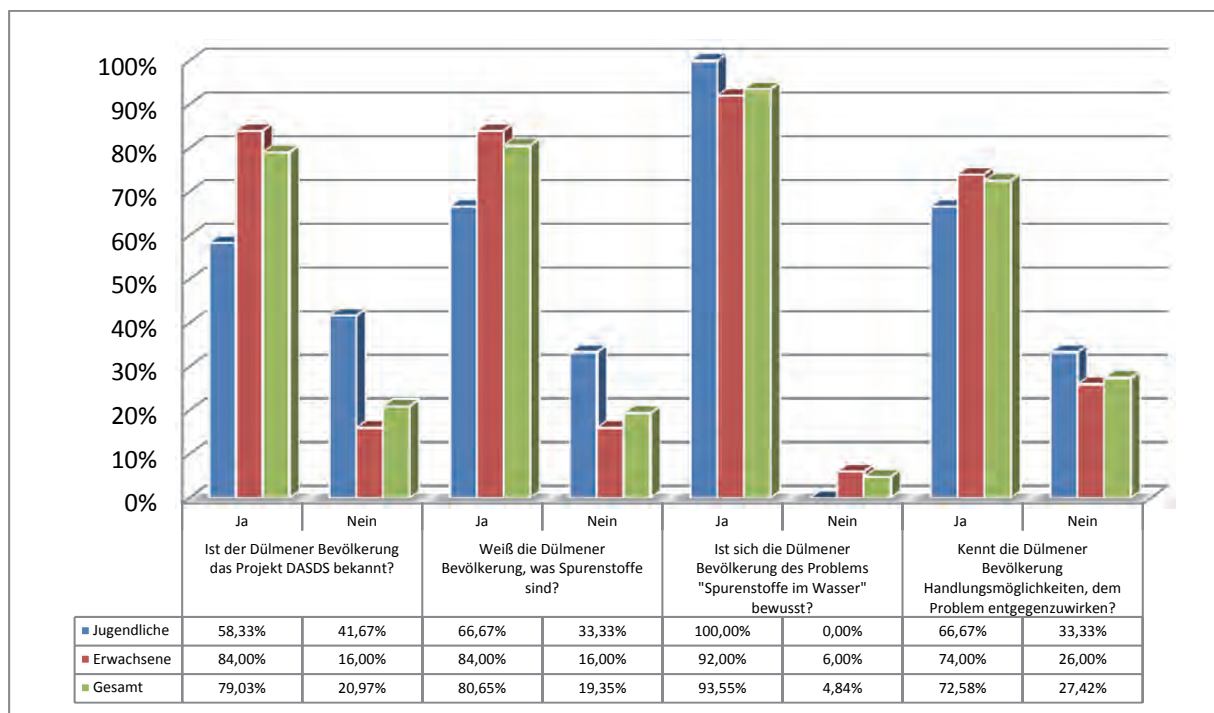


Abbildung 7-21: Ergebnisse der Befragungen der Jugendlichen über Spurenstoffe im Wasser

Für die Befragungen entwickelte die NABU-Jugendgruppe einen Fragebogen mit elf Fragen, womit die beteiligten Jugendlichen Umfragen auf dem Wochenmarkt und in der Dülmener Innenstadt durchführten (Abbildung 7-20). Sie befragten Passanten zum Thema Gewässerschutz und Spurenstoffe: Ob sie wüssten, wie Spurenstoffe ins Oberflächengewässer gelangen und ob sie Ideen hätten, wie man dies vermeiden könne. Sie wollten auch wissen, ob die Bürger in Dülmen darüber

Bescheid wissen, warum es wichtig ist, dass verstärkt auf Einträge von Spurenstoffen geachtet werden muss und welche Maßnahmen derzeit dazu in Dülmen in Angriff genommen werden. Neben Erwachsenen verschiedenen Alters nahmen auch Mitarbeiter der Stadt, Lehrer und Jugendliche an der Befragung teil. Diese Befragungen ergaben, dass den meisten Bürgern klar ist, dass die falsche Entsorgung von Altmedikamenten über Toilette oder Waschbecken zu Problemen führen kann (Abbildung 7-21). Weniger bekannt war darüber hinaus, welche Auswirkungen diese Wirkstoffe auf Tiere und Pflanzen haben können. Für viele Erwachsene sind die Vorgänge in der Kläranlage nicht präsent und auch über den Bau einer neuen Klärstufe in der Dülmener Kläranlage hatten viele noch nichts gehört.

Box 7-3: Auswertung der von Apotheken gesammelten Altmedikamente

Schüler der Kardinal-von-Galen-Hauptschule werten Medikamentenrückgabe aus

In allen Dülmener Apotheken hatten die Bürger 14 Tage lang die Möglichkeit, ihre Altmedikamente zurückzugeben. Gesammelt wurden 10 große Säcke voll mit Altmedikamenten.

Gemeinsam mit den Bearbeitern des DSADS-Projektes Herr Dr. Nafo und Herr Assenmacher sowie der Koordinatorin der Bildungsarbeit in Dülmen Frau Paßmann haben vier Schülerinnen und Schüler (Yasemin, Leonie, Daniel und Maurice) der Kardinal-von-Galen-Schule geholfen, die gesammelten Arzneimittel auszuwerten. Drei Stunden waren für die Aktion eingeplant! Die Arzneimittel sollten in Gruppen entsprechend ihrer Medikation sortiert werden (Analgetika, Psychopharmaka, Antidiabetika, Hypertonika, etc.). Vorbereitete Tabellen sollten die Zählung erleichtern.

Zu Beginn stellte Herr Dr. Nafo die Schätzfrage gestellt: Welche Medikamentengruppe am häufigsten vertreten sei? Fünf Personen tippten für Analgetika und 1 für Hypertonika.



Geschützt mit Einmalhandschuhen wurde der erste Sack auf dem Arbeitsplatz entleert: Die Schüler stellten fest, dass es für alle möglichen Symptome und Krankheiten Medikamente gab und auch alle Darreichungsformen vorhanden waren, u. a. Salben, Zäpfchen, Tropfen, Saft, Suspensionen, Tabletten, Filmtabletten, Lutschtabletten, Kapseln, Pillen, Infusionslösungen, Wirkstoffpflaster (wie Rheumapflaster), Injektionslösungen, Brausetabletten, Granulat zum Auflösen.

Auch fand die Schülergruppe heraus, dass komplett vollständige Packungen abgegeben wurden oder Groß-Packungen, aus denen nur 1-2 Tabletten entnommen waren (Yasemin: „Warum lassen sich die Leute so große Packungen aufschreiben?“). Ebenfalls mit dabei: Medikamente, die schon mehr als 20 Jahre abgelaufen waren und teure Medikamente wie Malariatabletten.

Zunächst versuchte man, die Arzneimittel nach Wirkstoffen zu sortieren. Das stellte sich als unlösbare Aufgabe dar, da es unglaublich viele verschiedene Wirkstoffe gibt und wir keine Fachleute waren.

Dann entschloss man sich allein die Schmerzmittel zu separieren und auszuzählen, was auch aufgrund der Vielzahl an Wirkstoffen kompliziert war.

Fazit: Nach 3 Stunden waren nur 2 Säcke nach Schmerzmitteln sortiert und ausgezählt ohne die Gewissheit, dass alle Schmerzmittel richtig zugeordnet wurden. Die Schüler staunten oft über abgegebene Medikamente (Daniel: „Ist das die Pille? Warum wirft man die weg?“, Leonie: „Was das wohl alles kostet?“)

Eine Zählung in dieser kurzen Zeit ist nicht möglich! Aufgrund der vielen unterschiedlichen Wirkstoffe sind pharmazeutische Kenntnissen nötig, um die Wirkstoffe richtig sortieren zu können. Die anfangs getätigte Schätzung musste somit unbeantwortet bleiben.

Eindruck der Schüler war, dass teilweise unverantwortlich mit Medikamenten umgegangen wird:

- Große Packungen werden verschrieben oder gekauft und nicht vollständig verbraucht.
- Viele Medikamente landen deshalb im Müll.

7.5.2.3 Sensibilisierungskampagnen der Schüler außerhalb der Schule

Nachdem sie Wissen aufgebaut und Erkenntnisse gesammelt hatten, sollten Schüler basierend darauf Kommunikationsstrategien und -instrumente selbst entwickeln, um die Bevölkerung zu sensibilisieren. Dazu gehören auszugswiese:

- Exponate für Ausstellungen
- Workshop/Infoveranstaltung in der Schule (für Schüler, Eltern, Lehrkräfte)
- Informationsmaterialien (z.B. Infomappe, -flyer) für Einrichtungen des Gesundheitswesens
- Interaktives (Brett-)Spiel
- Kinospot
- Chaosspiel für Grundschulen zum Thema Spurenstoffe
- Theaterstück auf der Grundlage des Animationsfilms „Pillen, die wir wegspülen“
- RAP-Song
- Roman (Spurenstoffkrimi)

Ein Beispiel für die Sensibilisierungskampagnen der Schüler sind die Aktionen der Jahrgangsstufe 9 der Marienschule. Sie produzierten u. a. ein interaktives Brettspiel, Kollagen sowie interaktive 3D-Modelle (aus Holz, Lego, Pappmaché), Info-Filme und Info-Flyer zum Thema Spurenstoffe im Wasser, die sie am 27. Juni 2014 auf dem Wochenmarkt in Dülmen vorgestellt haben (Abbildung 7-22), oder auch eine Facharbeit, die anderen Schülern, Lehrkräften und Eltern vorgetragen wurde.



Abbildung 7-22: Präsentation der Schüler auf dem Wochenmarkt in Dülmen

Einige Schüler der Marienschule hatten die Idee, ein Kinospot zu drehen. Dieser 26 Sekunden-Spot, für den die Schüler mit der Unterstützung des Filmexperten Lukas Fischer für das Drehbuch, für die Dreharbeiten und für das Schneiden selbst verantwortlich waren, wurde jeweils 1 Monat lang im Frühling und im Herbst 2015 in den Kinos Dülmen, Coesfeld und Ahaus vor dem Hauptfilm gezeigt (Abbildung 7-23). Der Spot ist aus einem längeren Film zum Thema Arzneistoffe im Wasser extrahiert, der ebenfalls auf dem Bildungsportal <http://spurenstoffe.eglv.de/> veröffentlicht wurde.



Abbildung 7-23: Dreharbeiten zum Kino-Spot



Abbildung 7-24: Aufführung des Theaterstücks „Pillen, die wir wegsülen“



Abbildung 7-25: Impressionen zur Entstehung und Präsentation des Spurenstoffe-Krimis

Ein weiteres Beispiel der von den Schülern entwickelten Kommunikationsmaßnahmen ist das Theaterstück der Augustinus-Schule Dülmen auf der Grundlage des Animationsfilms „Pillen, die wir wegspülen“, das auf der Veranstaltung der Bildungsprojekte am 26. Februar 2015 aufgeführt wurde (Abbildung 7-24). Bei dieser Veranstaltung wurden ebenfalls ein von Schülern des Clemens-Brentano-Gymnasiums entwickeltes Chaosspiel für Grundschulen mit Schwerpunkt Spurenstoffe vorgestellt. Auf einem „Projektmarktplatz“ wurden dort weitere Ergebnisse der Schüler wie Flyer, Exponate und Plakate vorgestellt, die zur Kommunikation und Sensibilisierung der Menschen im direkten Lebens- und Schulumfeld der Schüler entwickelt wurden.

Insgesamt 45 Jugendliche im Alter zwischen zwölf und achtzehn Jahren aus Dülmen und Umgebung verwendeten eine literarische Form, um Menschen in und außerhalb von Dülmen über das Thema zu informieren: Sie schrieben in einer vierwöchigen Textwerkstatt (im Januar/Februar 2015) einen „Spurenstoffe-Krimi“ über die Wasserbelastung durch Arzneimittelrückstände (Abbildung 7-25). In Gruppen und in 4 aufeinanderfolgenden Schreibwochen entstand dieser Thriller, der in Dülmen spielt und unter Einbezug des eigenen Lebensalltags die Problematik von Spurenstoffen und deren Folgen im Wasserkreislauf thematisiert. Nach je einer Schreibwoche wurde der Staffstab an die nächste Gruppe weitergegeben, die den Romanverlauf weiterentwickelte. Beteiligt waren Schüler aus den folgenden Schulen in und um Dülmen: Marienschule, Privatschule Schloss Buldern, Clemens-Brentano-Gymnasium, Kardinal-von-Galen-Schule und Richard-von-Weizsäcker-Berufskolleg. Der Dülmen-Thriller mit dem Titel *Neben der Spur* wurde am 30. Mai 2015 in Dülmen präsentiert und kann über den Klartext Verlag bezogen werden.

7.5.2.4 Sensibilisierungskampagnen der Schüler innerhalb der Schule

Zusätzlich zur Kommunikation des aufgebauten Wissens zu Spurenstoffen außerhalb der Schule sollten die beteiligten Schüler auch andere Schüler innerhalb der Schulen informieren und sensibilisieren.

Zwei Schülerinnen des Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasiums hatten sich zum Beispiel in ihrer Facharbeit „DSADS – Arzneimittelrückstände in unserem Wasser“ mit dem Thema auseinandergesetzt. Ihre Ergebnisse stellten sie Schülern, Lehrkräften und Eltern vor (Abbildung 7-26). Auch einige Schüler des Clemens-Brentano-Gymnasiums erläuterten das Thema in drei 4. Klassen der Paul-Gerhardt-Schule in Dülmen. Die Grundschüler machten begeistert mit (Abbildung 7-27). Neben dem Einsatz des Minibuchs „Mit den Flusspiraten unterwegs – Den Spurenstoffen auf der Spur“ in ihrem Unterricht als Unterrichtsmaterial zur Vermittlung des Themas an Grundschulern (Abbildung 7-27) waren die Grundschulen aufgefordert, Aktionen zu planen, um die eigene Schulgemeinschaft und das eigene Lebensumfeld für das Thema zu sensibilisieren.

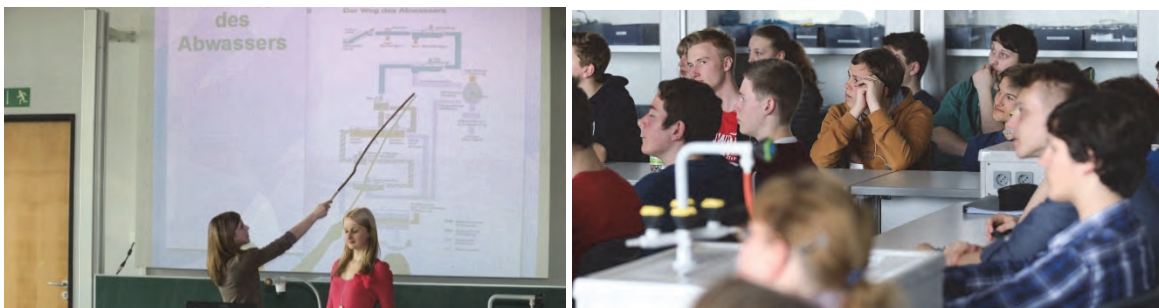


Abbildung 7-26: Präsentation einer Facharbeit vor Schülern, Lehrern und Eltern in der Schule



Abbildung 7-27: Unterrichtsstunde in der Grundschule zu Spurenstoffen im Wasser

7.5.3 Organisation der Bildungsangebote und Ausblick

Für die Organisation der Bildungsangebote fanden in regelmäßigen Abständen Planungs- und Reflexionsworkshops mit allen verantwortlichen Lehrkräften und Umweltpädagogen statt (Abbildung 7-28). Diese Treffen hatten folgende Ziele:

- die laufende Schularbeit zum Thema Spurenstoffe im Wasser den anderen Schulpartnern transparent zu machen,
- Aktionen und Öffentlichkeitsarbeit gemeinschaftlich zu entscheiden und zu planen,
- Ressourcen zu identifizieren und nutzbar zu machen sowie den Aufbau von Synergien untereinander zu fördern,
- kollegiale Beratung und Unterstützung im Rahmen der Planungen und Umsetzungen der eigenen Aktivitäten bereitzustellen.

Der Lippeverband übernahm als Leiter des DSADS-Projekts die Rolle des Moderators. In Zusammenarbeit mit einer Projektkoordinatorin vor Ort sowie der VHS bestand die Aufgabe u. a. darin,

- den Bildungsprozess der Bildungspartner zu steuern und zu kontrollieren,
- das Bildungsengagement der Bildungspartner durch motivierende Unterstützung, Schaffung von Rahmenbedingungen und Dokumentation der Ergebnisse zu fördern,
- attraktive Bildungsangebote und Experten (z. B. Kläranlagenbesuch, Gewässerexkursion, Expertenworkshops) für den Unterrichtsalltag bereitzustellen.



Abbildung 7-28: Regelmäßige Workshops mit Lehrkräften und Umweltpädagogen

Das Bildungsprojekt in DSADS hat deutlich gezeigt, dass die partizipative Zusammenarbeit mit Schulen zur Nachhaltigkeitsbildung, wenn sie als kooperativer und partizipativer Lernprozess verstanden wird, einen wertvollen Beitrag für den Umwelt- und Gewässerschutz leisten kann.

Maßgeblich zum Erfolg des DSADS-Projektes in Dülmen trug die Bildungsarbeit in Schulen als wichtige Multiplikatoren bei. Auch für die Schulen hat die Kooperation mit DSADS zu einer attraktiven Gestaltung des Unterrichts geführt. Beispielsweise brachten Exkursionen zur Kläranlage und zum Gewässer für Kinder und Schule einen großen Gewinn für den Unterricht und motivierten die Lehrkräfte dazu, das Thema über ein ganzes Schuljahr im 3. und 4. Jahrgang im Sachunterricht zu behandeln. Die Schüler haben im Dialog mit den Menschen erlebt, dass sie mit ihrer Aufklärung die Bürger dazu bewegen können, ihr Verhalten zu verändern.

Auch nach Abschluss des DSADS-Projekts soll in Dülmen die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Spurenstoffe im Wasser fortgesetzt werden. Dazu haben sich alle Akteure in Dülmen, einschließlich der Stadtverwaltung und der VHS, mit der Unterzeichnung einer gemeinsamen Absichtserklärung verabredet (Abbildung 7-29).

Konkrete Maßnahmen sind bereits in Planung. Die Stabsstelle „Koordination Umwelt- und Klimaschutz“ der Stadt Dülmen und das Schulamt übernehmen die Koordination der Bildungsangebote und laden die Schulen in Zukunft regelmäßig zu Austauschtreffen ein. Ziel ist, das Thema Spurenstoffe weiterhin in den Schulen zu behandeln und evtl. als festen Teil des Schulprogramms in den Lehrplan zu integrieren. Zudem sollen die Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern (wie dem Biologischen Zentrum Lüdinghausen) und der Besuch der Kläranlage in Dülmen feste Bestandteile der Unterrichtsarbeit zum Thema Wasser und Spurenstoffe werden. Die Bildungsarbeit im DSADS-Projekt wird also auch künftig ihre Spuren in Dülmen hinterlassen.



Abbildung 7-29: Präsentation der gemeinsamen Absichtserklärung zur Fortführung der Öffentlichkeitsarbeit in Dülmen

7.6 Zusammenfassung der Kommunikations- und Sensibilisierungsaktivitäten

Im Projekt DSADS wurden verschiedene Sensibilisierungsaktivitäten entwickelt und durchgeführt, um Bürger und medizinische Akteure über das Thema Arzneistoffe im Wasserkreislauf zu informieren und sie zur Verringerung der Gewässerbelastung durch Verhaltensänderungen zu bewegen. Dabei wurden Schulen als besondere Zielgruppe adressiert. Ferner wurden verschiedene Kommunikationsinstrumente eingesetzt, um die Zielgruppen zu erreichen. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass damit das Thema den Zielgruppen gut vermittelt und in der Stadt Dülmen wirksam verankert werden konnte. Nachfolgend werden die Maßnahmen und ihre Wirkungen zusammengefasst.

Zur Wirkung von Sensibilisierungsaktivitäten

- Stände auf Marktplätze bieten eine gute Möglichkeit, um mit einem angemessenen Aufwand die Bevölkerung direkt anzusprechen und zu informieren.
- Ebenso bieten Informationsveranstaltungen mit Führungen über die Kläranlage ein hohes Potenzial für die Sensibilisierung der Bevölkerung über dieses und andere wasserbelastende Themen.
- Mit einer großen, publikumswirksamen Veranstaltung wie einem „Wasserlauf“ können zahlreiche Menschen erreicht und informiert werden. Es ist sinnvoll, die entsprechenden Informationsaktivitäten an bereits etablierte Veranstaltungen anzudocken, um den Aufwand gering zu halten.
- Ärzte und Apotheker sind Schlüsselakteure für die Information und Beratung der Patienten für einen veränderten Umgang mit Medikamenten. Bei direkter Ansprache können sie für die Zusammenarbeit zur aktiven Übernahme diese Rolle gewonnen werden. Es hat sich als zielführend erwiesen, ihnen keine fertigen Lösungsvorschläge vorzulegen. Sie sollten vielmehr die für sie möglichen Handlungsoptionen selber formulieren.
- In diesem Zusammenhang sind (zertifizierte) Fortbildungsseminare wichtig, weil viele medizinische Akteure überhaupt nicht oder nur wenig über das Thema informiert sind. Diese Seminare sollten zusammen mit den zuständigen Berufskammern veranstaltet und in den Räumen der Kammern durchgeführt und möglichst mit Fortbildungspunkten ausgestattet werden.
- Mit Aktionen von medizinischen Akteuren – z.B. die Initiative „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“ der Apotheken zur Sammlung von Altmedikamenten sowie die Ärzteaktion „Ein Flyer zum Rezept“ zur Beratung der Patienten über einen wasserschonenden Umgang mit Medikamenten – können Patienten sehr wirksam informiert und sensibilisiert werden. Der Aufwand für ihre Konzeption und Durchführung besteht insbesondere darin, die Akteure anzusprechen und für die Zusammenarbeit zu aktivieren. Dieser Aufwand kann reduziert werden, wenn die Ansprache über ihre zuständigen Berufskammern stattfindet. Ferner kann der Aufwand für die Sammlung von Altmedikamenten reduziert werden, wenn auf bestehende Strukturen zurückgegriffen werden kann (z.B. Verwendung vorhandener Restmülltonnen der Apotheken und Entleerung der Tonnen durch den örtlichen Entsorgungsbetrieb).
- Die Beratung von medizinischen Akteuren kann im Hinblick auf die Reduzierung der Emission von relevanten Wirkstoffen noch wirksamer sein, wenn sie die Möglichkeit hätten, ihren Patienten und Kunden bei Therapiegleichheit wasserfreundlichere Alternativen zu empfehlen. Dazu sind offizielle Informationen über die Umwelteigenschaften der Stoffe erforderlich.
- Schüler sind gute Katalysatoren für die Sensibilisierung innerhalb und außerhalb der Schulen. Zum einen bietet das Aufgreifen des Themas in den Schulen die Chance, mit der Sensibilisierung bereits in frühen Jahren anzusetzen. Auch die Schulen können dabei von einer attraktiven

Gestaltung des Unterrichts profitieren. Zum anderen kann ihre Strahlkraft als Multiplikatoren innerhalb und außerhalb der Schulmauern genutzt werden.

- Für das Aufgreifen des Themas in den Schulen liegt nun eine Vielzahl an Unterrichtsmaterialien auf dem Bildungsportal <http://spurenstoffe.eqlv.de/> vor, die interessierte Lehrkräfte dabei unterstützen, erprobte Materialien im Unterricht in verschiedenen Schulfächern einzusetzen.
- Die Unterstützung von relevanten Akteuren ist essentiell für die Durchführung von vielen wirksamen Aktivitäten. Daher ist vor Beginn von Sensibilisierungskampagnen eine Stakeholder-Analyse sinnvoll, um diese Akteure zu ermitteln und ihre Beteiligung am Prozess zu organisieren. Diese Analyse kann auch dazu dienen, bestehende Aktivitäten zu identifizieren, an die Sensibilisierungskampagnen kosten- und ressourceneffizient angedockt werden können.

Wirkung von Kommunikationsinstrumenten

- Aktivitäten zur Bewusstseinsbildung sollten auf klaren und verständlichen Botschaften basieren und einen Interessenkonflikt zwischen Umwelt und Gesundheit vermeiden.
- Klassische Kommunikationsmedien, wie beispielsweise Lokalzeitungen, lokales Radio und das Regionalfernsehen sind für eine effektive Verbreitung der Botschaften und als Werbemaßnahmen für Sensibilisierungskampagnen wirksam.
- Einfache, aber professionell gestaltete Poster und Plakate in Apotheken, Arztpraxen und Kliniken, die sich deutlich von den üblicherweise dort vorhandenen Informationsmaterialien abheben, haben sich als wichtige Kommunikationsinstrumente für die Patienten erwiesen. Das gleiche gilt für Flyer und Broschüren zum Thema als Beilage in öffentlichen Informationsblättern wie Müllkalender und Lokalzeitungen.

Abschnitt IV – Evaluation der Maßnahmeneffekte

8 Evaluation durch sozialwissenschaftliche Untersuchungen

Mit den sozialwissenschaftlichen, empirisch ausgerichteten Untersuchungen in Form von repräsentativen Haushaltsbefragungen (siehe Kapitel 6) wurden folgende Ziele verfolgt:

- Zum einen wurden mit der ersten Befragung für die Projektsteuerung und die spätere Evaluation relevante Ausgangsdaten erhoben. Der Wissens- und Informationsstand der Bevölkerung über die Gewässer und ihre Nutzendimensionen wurden ebenso erfasst wie das Einnahmeverhalten von Medikamenten, die Routinen der Entsorgung von Medikamentenresten und Altmedikamenten sowie die Kommunikation zwischen Bevölkerung und den Akteuren der medizinischen Versorgung.
- Zum anderen sollte die Wiederholungsbefragung im Sinne einer Evaluation aufzeigen, welche Effekte durch die Sensibilisierungskampagne in den Haushalten erzielt und empirisch nachgewiesen werden können. Die Wiederholungsbefragung bezog sich dabei neuerlich auf die oben genannten Aspekte, der Fragebogen war weitgehend identisch. Darüber hinaus wurde erfasst, wie die verschiedenen Elemente der Kampagne von den Haushalten wahrgenommen wurden. Die Auswertungen ermöglichten somit eine Bewertung des Potenzials für eine Verstetigung und die Übertragbarkeit auf weitere Kommunen.

Zur Messung der Wirkung der Kommunikations- und Sensibilisierungskampagne sah das Projektdesign in Dülmen zwei Haushaltsbefragungen vor. Die erste Befragung wurde unmittelbar nach Projektbeginn zwischen dem 28.1.2013 und dem 12.2.2013 durchgeführt (siehe Kapitel 6), die Wiederholungsbefragung 21 Monate später vom 06.11.2014 bis zum 24.11.2014. Im Zeitraum zwischen den Befragungen wurden die verschiedenen Aktionen und Werkzeuge der Sensibilisierungskampagne entwickelt und umgesetzt, mit denen die Bevölkerung in Dülmen über das Thema „Medikamentenreste in Gewässern“ informiert und zum Umgang mit Medikamenten beraten wurde.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden in den beiden Befragungen jeweils per Zufallsauswahl bestimmt. Eine Panelbefragung – also die wiederholte Befragung derselben Personen – bot sich nicht an, weil die kleinräumig ansetzende Öffentlichkeits- und Sensibilisierungskampagne von DSADS bei der zweiten Befragung ein spezifisches Antwortverhalten nahegelegt hätte.

Parallel zu den zwei Befragungen in Dülmen wurden jeweils zeitgleich Vergleichsbefragungen in einer weiteren Stadt durchgeführt; in Soest: eine in Größe und Struktur gut vergleichbare Stadt, in der jedoch keine Sensibilisierungskampagne stattfand. Ein Vorher-Nachher-Vergleich in beiden Städten unterstützte die Evaluation der Wirkung der Sensibilisierungskampagne in Dülmen. Externe Effekte, die über die Kampagne hinaus gingen, wie beispielsweise öffentlich wahrgenommene Ereignisse und Entwicklungen können so als bestimmender Einflussfaktor ausgeschlossen werden.

Wie bei der ersten Haushaltsbefragung (siehe Tabelle 6-1) umfasste auch bei der zweiten Befragung die Stichprobengröße rd. 400 befragte Haushalte (403 in Dülmen und 405 in Soest, siehe Tabelle 8-1). Eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse der Erstbefragung aus 2013 ist dem Kapitel 6 zu entnehmen (siehe auch Stemplewski et al., 2014). Eine Zusammenführung dieser Ergebnisse mit

denen aus 2014 erlaubt nunmehr einen Vergleich in den beiden Städten auf der Zeitachse und damit auch die Ermittlung der Effekte der Kampagne in Dülmen.

Tabelle 8-1: Kenndaten der zweiten Haushaltsbefragungen in Dülmen und Soest

Erzeugte Telefonnummern	5600
Ausfälle	992
Nicht erreicht	2036
Verweigerungen / Abbrüche	1764
Realisierte Interviews (gesamt)	808
Realisierte Interviews (Dülmen)	403
Realisierte Interviews (Soest)	405

Im Folgenden wird zunächst kurz die Ausgangssituation aus dem Jahr 2013 dargestellt. Anschließend werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2014 erörtert, zunächst mit dem Fokus auf die Elemente der Sensibilisierungskampagne und anschließend im Hinblick auf die erzielten Verhaltensveränderungen. Die Vergleichsdaten aus der Stadt Soest werden jeweils hinzugezogen, wenn sie auswertungsrelevant sind. Ergänzend werden auch Ergebnisse einer Befragung der Ärzte und Apotheker in Dülmen aus dem Jahr 2013 einbezogen. Der Hintergrund dieser Befragung war die Annahme, dass Ärzte und Apotheker als zentrale Multiplikatoren für die Anliegen von DSADS fungieren. Eine Gegenüberstellung dieser Ergebnisse mit denen der Haushaltsbefragung ermöglicht ein differenziertes Bild hinsichtlich der Entsorgung von Medikamenten sowie dem Interesse an umweltfreundlichen und nicht-medikamentösen Alternativen. Abschließend werden mögliche weitere Potenziale im Rahmen eines Resümees aufgezeigt.

8.1 Ausgangssituation 2013

Die Befragungen 2013 in Dülmen und Soest hatten für die beiden Vergleichsstädte weitestgehend homogene Ergebnisse aufgezeigt. Die Ergebnisse verdeutlichten, dass den Gewässern der Region mitsamt ihrer biologischen Vielfalt jeweils ein hoher Vermächtniswert für zukünftige Generationen beigemessen wird. Obgleich ein hoher Anteil der befragten Haushalte von der generellen Gewässerbelastung durch Medikamentenreste gehört hatte, war der Anteil derjenigen deutlich geringer, die Wissen über eine entsprechende Belastung auch der Lippe und ihrer Nebenflüsse hatten.

Bezogen auf die Entsorgung von Arzneimitteln zeigte sich, dass rund 3/4 der Haushalte einen der korrekten Entsorgungswege wählt (z.B. graue Restmülltonne, Abgabe in der Apotheke, Arztpraxis oder Sammelstelle wie bspw. Schadstoffmobil), aber auch etwa 1/4 der Befragten in beiden Städten insbesondere flüssige Medikamente zumindest gelegentlich über das Abwasser entsorgen. Die Datenanalyse ergab des Weiteren, dass der Entsorgungsweg über Toilette oder Spüle eher von unter 45-Jährigen gewählt wird, die kein Vorwissen im Hinblick auf Arzneistoffe im Wasserkreislauf haben. Umgekehrt: Bei denjenigen, die in der Apotheke bereits einmal über die korrekte Entsorgung informiert worden sind, war der Anteil derjenigen, die falsche Entsorgungswege beschreiten, deutlich geringer.

In fast allen Haushalten in Dülmen und Soest werden Medikamente konsumiert, sei es regelmäßig aufgrund von chronischen Erkrankungen oder sporadisch wegen temporärer Beschwerden. Die Mehrheit der Befragten gab an, dass leichte Erkrankungen nur selten mit Medikamenten behandelt werden. Nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen wie beispielweise Rotlicht-Therapien

werden von den Patienten / Kunden bei Ärzten / Apothekern nach eigenen Angaben durchaus häufig angesprochen und thematisiert. Dieses Verhalten ließ auf eine Offenheit für das Anliegen von DSADS schließen, die Medikamenteneinträge durch eine Verhaltensänderung im Rahmen der Einnahme und Entsorgung zu reduzieren. Die deutliche Mehrheit der Haushalte fühlt sich allgemein (sehr) gut von ihrem Arzt und Apotheker beraten. Das große Vertrauen in diese beiden Akteur-Gruppen der medizinischen Versorgung wurde als wichtiger Baustein für die Sensibilisierungskampagne betrachtet. Ärzte und Apotheker sind maßgebliche Partner im Hinblick auf die Beratung von Patienten und Kunden beim therapeutischen Einsatz von Medikamenten. Den Apothekern kommt zudem noch die Schlüsselfunktion bei der Information und Beratung über die Medikamentenentsorgung zu.

8.2 Wahrnehmung der Sensibilisierungsaktivitäten in Dülmen

Die Sensibilisierungskampagne stand mit ihren verschiedenen Aktionen und Informationsmaterialien im Zentrum von DSADS. Annähernd zwei Jahre lang wurden kontinuierlich verschiedenste Formate genutzt, um die Bürger in Dülmen auf Rückstände von Medikamentenresten in den Gewässern und richtige Entsorgungswege aufmerksam zu machen.

Die Ergebnisse der Haushaltsbefragung 2014 haben gezeigt, dass insgesamt

- 77% der Haushalte in Dülmen von mindestens einer Aktion der Kampagne gehört haben,
- 71% zumindest eine der vom Projekt erstellten Informationsmaterialien kennen,
- 20% sogar zumindest an einer der Aktionen teilgenommen haben und
- 77% die Aktionen, Veranstaltungen und Materialien als informativ oder sehr informativ bewerten.

Es kann somit als empirisch überprüft festgehalten werden, dass die Sensibilisierungskampagne ihren Adressaten, nämlich die Dülmener Bevölkerung, erreicht hat.

Die verschiedenen Aktionen und Veranstaltungen haben dabei einen unterschiedlichen Bekanntheitsgrad erreicht. Wie Abbildung 8-1 verdeutlicht sind sie als einzelne jeweils mindestens einem Drittel (Bürgerforum: 29,4%) bis hin zu fast der Hälfte der Befragten (Apothekenaktion: 45,7%) bekannt. Hinsichtlich der aktiven Teilnahme von Haushaltsmitgliedern an den Aktionen rangieren die Werte zwischen 1,5% (Bürgerforum) und 8,2% (Führungen Kläranlage). Die Ergebnisse zeigen, dass die verschiedenen Formate der Information und (auch praktischen) Aufklärung von den Haushalten wahrgenommen wurden.

Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass besonders häufig solche Formate Aufmerksamkeit gefunden haben, bei denen die Befragten – jenseits des Wissenstransfers – auch aktiv eingebunden worden sind (siehe Wasserlauf; Apothekenaktion; Kläranlagenführungen).

Hinsichtlich der vom Projekt erarbeiteten Informationsmaterialien, die auf die breite Bevölkerung abzielten, zeigt die Befragung, dass diese von den Haushalten ebenfalls registriert und perzipiert worden sind. Die Bekanntheit der einzelnen Materialien streut hingegen deutlicher als bei den Aktionen und Veranstaltungen, wie Abbildung 8-2 verdeutlicht. Plakate, die in Arztpraxen und Apotheken angebracht sowie Flyer mit Informationen über „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“, die dem Müllkalender beigefügt wurden, sind ca. der Hälfte der Befragten bekannt. Die Zeichentrickfilme, die Projekthomepage mit detaillierten Informationen und das Mini-Buch, das Kinder als Zielgruppe hat, sind hingegen nur deutlich weniger als 10% der befragten Haushalte bekannt. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse scheinen vor allem solche Materialien einen

Transfereffekt aufzuweisen, die den Bürger in einem alltäglichen lebensweltlichen Kontext (z.B. Arztbesuch) erreichen, der thematisch mit der zu vermittelnden Information in Verbindung steht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass den Medien unterschiedliche Funktionen zugewiesen wurden. Das Mini-Buch hatte mit Kindern im Vor- und Grundschulalter eine eingegrenzte Zielgruppe. Die Projekthomepage und die Zeichentrickfilme hatten eine auch bundesweite Informationsfunktion. Sie bedürfen zudem bevölkerungsseitig weitergehender Aktivitäten in Form von Internetrecherchen.

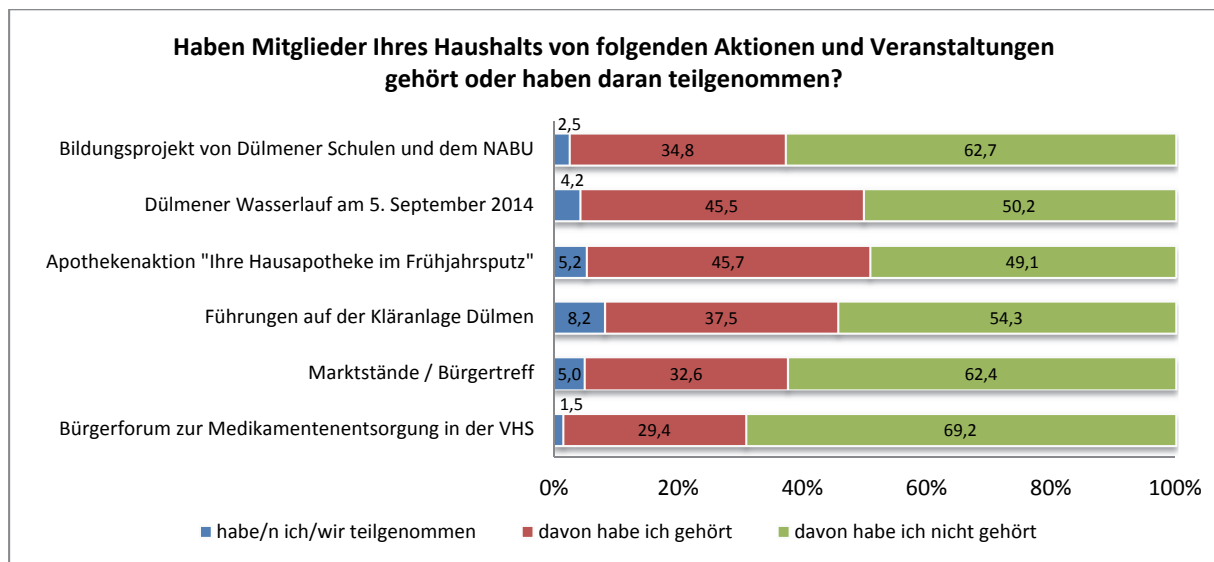


Abbildung 8-1: Angaben über die Teilnahme an Aktionen und Veranstaltungen in DSADS

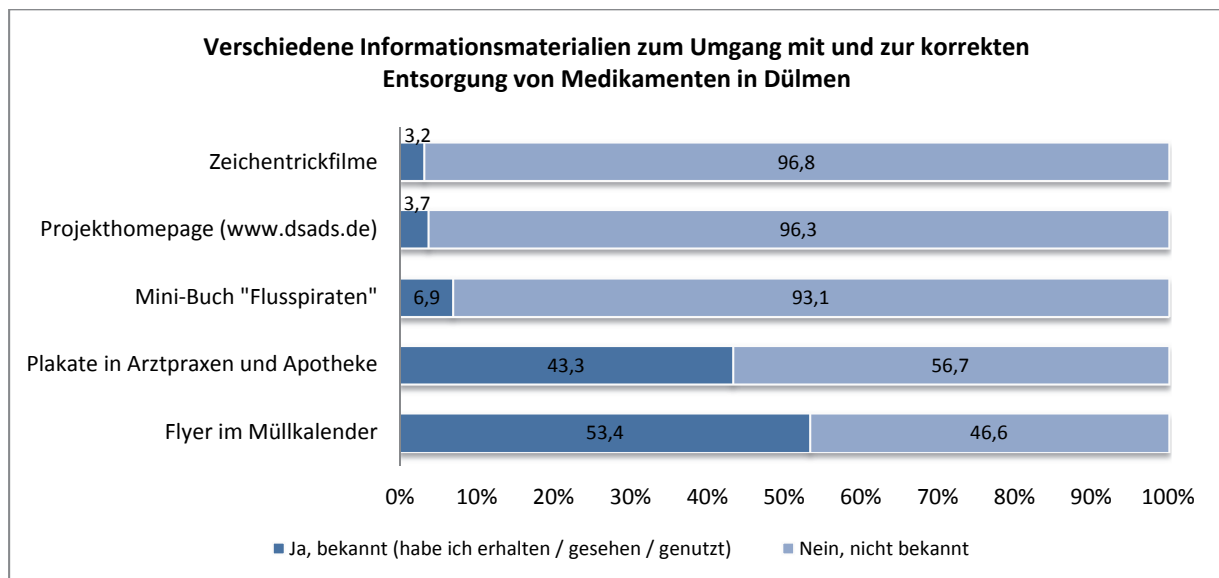


Abbildung 8-2: Angaben über Informationsmaterialien von DSADS

Ergänzend zu den Elementen der Sensibilisierungskampagne lieferten die Befragungen auch Daten zu den weiteren indirekten Transfermedien. Wie Abbildung 8-3 veranschaulicht, haben die Haushalte in Dülmen Informationen über das Thema „Spurenstoffe im Wasserkreislauf“ vor allem über die lokale Tageszeitung, das Fernsehen und das Radio erhalten. Im Vergleich zu den Ergebnissen aus der

Erstbefragung von 2013 haben die lokale Tageszeitung und das Radio an Bedeutung gewonnen. Dies lässt sich sicherlich auch auf die Zusammenarbeit des Projektes DSADS mit den beiden lokalen Medien *Dülmener Zeitung* und *Radio Kiepenkerl* zurückführen. So wurden verschiedene Artikel zum Projekt und seiner Thematik veröffentlicht sowie verschiedene Berichte und Interviews im Radioprogramm gesendet.

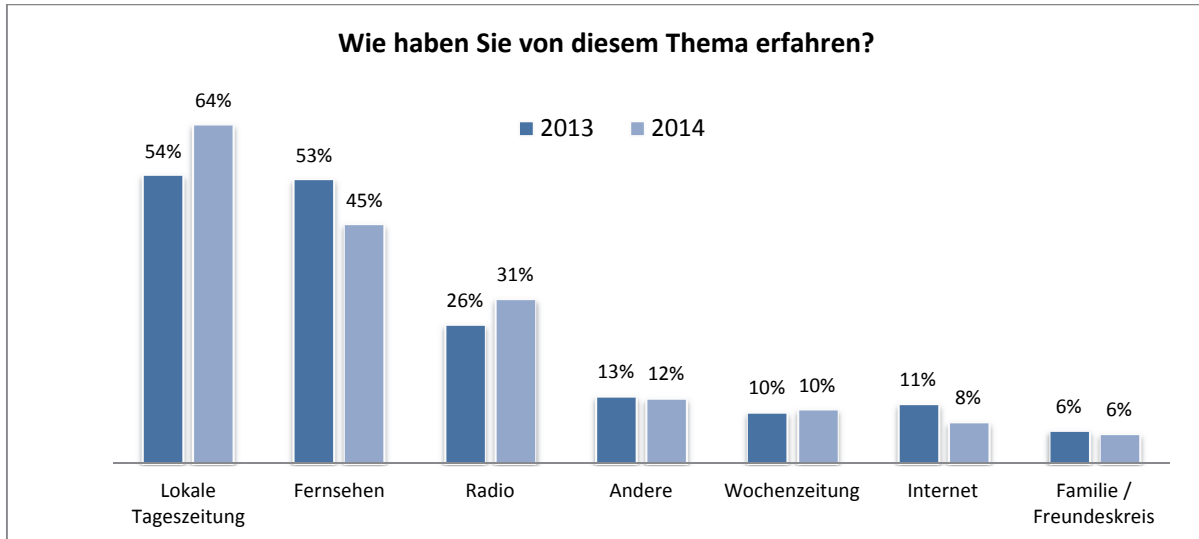


Abbildung 8-3: Informationsquellen der Bevölkerung über Medikamentenrückstände in Gewässern

Durch die Befragung können auch Aussagen über Haushalte abgeleitet werden, die durch die Sensibilisierungskampagne nicht erreicht werden konnten, denen weder Aktionen noch Informationsmaterialien des Projektes bekannt wurden. Insgesamt kennen:

- 19% der Haushalte in Dülmen keine der Aktionen,
- 30% keine der Informationsmaterialien,
- 9% ist weder das eine noch das andere bekannt.

Die Befragungsergebnisse wurden weiterführend bivariat ausgewertet. Das Ziel einer solchen Analyse war, zu identifizieren, welche Personenkreise durch die Kampagne besonders häufig nicht erreicht werden konnten. Hierfür wurden diejenigen Haushalte, denen die Sensibilisierungskampagne nicht bekannt war, im Hinblick auf sozialstatistische Merkmale wie Alter, Geschlecht, Bildungsstand und Einkommen untersucht. Die Auswertung zeigt, dass vergleichsweise besonders häufig Personen aus der Altersklasse der 46-65-Jährigen nicht erreicht werden konnten. Stellt man dieses Ergebnis den Ergebnissen der Befragung aus 2013 gegenüber, wird durchaus ein positiver Effekt der Kampagne deutlich. Die Befragung 2013 hatte gezeigt, dass besonders Personen unter 45 Jahren Medikamentenreste über Spüle oder Toilette entsorgen. Diese sind dann besonders in den Fokus der Sensibilisierungskampagne gerückt worden, offenbar mit Erfolg.

Weitere sozialstatistische Kennzeichen derjenigen, bei denen die Kampagne besonders häufig nicht bekannt war, ließen sich indes nicht ausmachen. So haben hierauf beispielweise Geschlecht, Bildung oder Einkommen keinen Einfluss. Eine mögliche weitere Erklärung wäre, dass Befragte zwar in Dülmen wohnen, aber ihren Lebensmittelpunkt außerhalb der Stadt haben; Daten hierzu liegen aber nicht vor.

Weiterführend wurde ausgewertet, ob diejenigen, denen die Kampagne nicht bekannt ist, seltener auf dem korrekten Weg Medikamentenreste entsorgen. 43,2% der Haushalte, die weder Aktionen noch Informationsveranstaltungen kennen, geben als Entsorgungsweg den Restmüll an. Dies sind 18,3% weniger im direkten Vergleich zu den Haushalten, die DSADS kennen; auch dies ist ein Indikator für die Wirksamkeit der Kampagne.

Zusammengefasst lässt sich empirisch eindeutig festhalten, dass die Sensibilisierungskampagne mit ihren Aktionen, Veranstaltungen und Informationsmaterialien einem großen Teil der Dülmener Bevölkerung bekannt ist und dies weitestgehend unabhängig von spezifischen sozialstatistischen Merkmalen. Zudem sind besonders lokale Medien als Multiplikatoren für das Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“ geeignet. Eine erste Betrachtung der Effekte der Sensibilisierungskampagne zeigt, dass durch diese häufiger eine korrekte Medikamentenentsorgung induziert wird.

8.3 Wissen und Werthaltungen

Eine zentrale Voraussetzung für die Sensibilisierungskampagne war das Wissen über die Gewässer in der Region und ihre Wertschätzung. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Erstbefragung in 2013 konnte im Rahmen der Sensibilisierungskampagne davon ausgegangen werden, dass die Gewässer für die Haushalte einen hohen Stellenwert innehaben und ein ausgeprägtes Interesse daran besteht, diese zu schützen. Die Haushaltsbefragung 2014 bestätigt dies erneut. Jeweils über 90% der befragten Haushalte geben an, dass die Gewässer für die folgenden Generationen in einem guten Zustand erhalten werden sollten. Mehr als 55% geben jeweils an, dass die Gewässer als wichtige Naherholungsorte geschätzt und genutzt werden (vgl. Abbildung 8-4)

Darüber hinaus ist die Einschätzung einer guten Wasserqualität auf einem konstanten Level (2013: 59,6%; 2014: 61,9%) geblieben und homogen mit der Einschätzung in der Vergleichsstadt Soest; dort wurden jeweils ähnliche Werte gemessen. Dieses konstante Ergebnis ist deshalb positiv zu bewerten, weil das Projekt DSADS über eine Belastung der Gewässer durch Medikamentenreste aufklären wollte, ohne die mittels verschiedener Parameter messbar gute Wasserqualität generalisierend in Frage zu stellen.

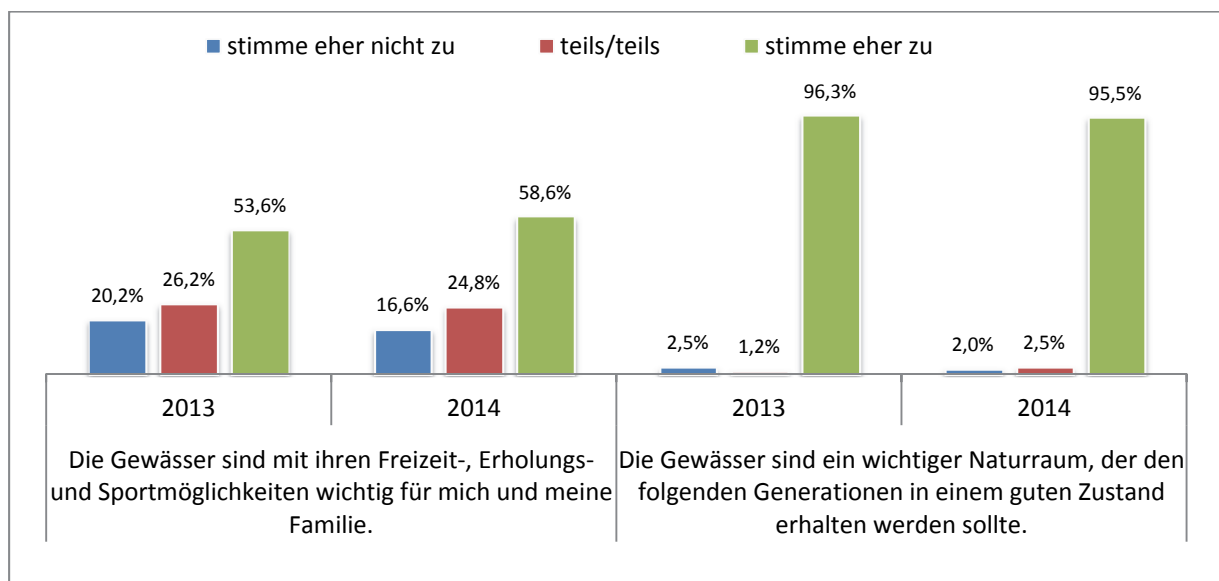


Abbildung 8-4: Bewertung der Gewässer in der Region durch die Befragten in Dülmen

Weiterführend wurde erfragt, ob die Haushalte schon einmal etwas von einer Belastung der Gewässer durch Medikamentenreste gehört haben. Die Ergebnisse (vgl. Abbildung 8-5) zeigen deutlich, dass die Sensibilisierungskampagne Spuren hinterlassen hat. Im Jahr 2013 war das Wissen über eine solche Gewässerbelastung allgemein als auch speziell für die Lippe und ihrer Nebenflüsse jeweils in Soest häufiger im Bewusstsein als in Dülmen. 2014 hat sich dies umgekehrt. 2014 gaben 83,6% der befragten Haushalte an zu wissen, dass die Gewässer durch Medikamentenreste belastet sind. Dies sind fast 20% mehr Haushalte als im Jahr 2013. Betrachtet man nur diejenigen Haushalte, denen Aktionen oder Informationsmaterialien von DSADS bekannt sind, fällt der Wert noch höher aus: 87,8% geben an, um eine Medikamentenbelastung der Gewässer zu wissen. Zudem hat fast jeder dritte Haushalt angegeben, von einer Belastung speziell der Lippe zu wissen. Dies ist ein Anstieg von mehr als 10% gegenüber 2013. In Soest hingegen hat das Wissen über eine medikamentös bedingte Gewässerbelastung im Vergleichszeitraum leicht abgenommen (Abbildung 8-5).

Zusammenfassend lässt sich im Hinblick auf die Sensibilisierungskampagne festhalten, dass das Ziel einer Steigerung des Bewusstseins über die Belastung der Gewässer durch Medikamentenreste erreicht werden konnte.

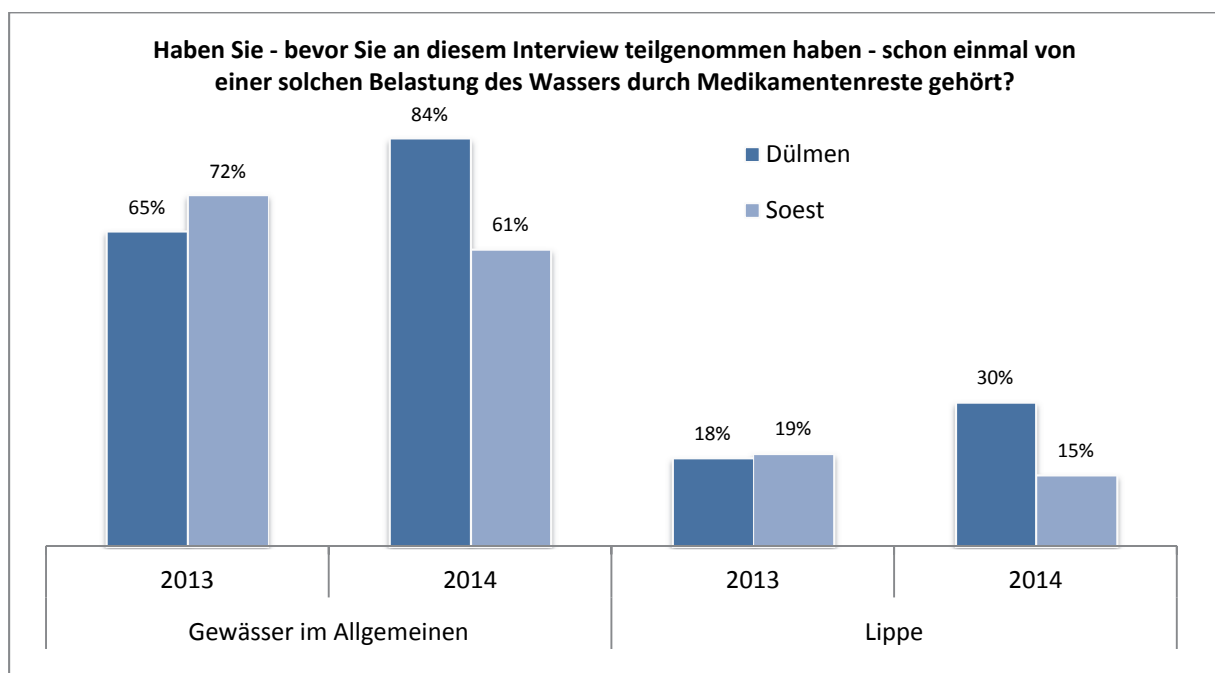


Abbildung 8-5: Wissen über die Gewässerbelastung durch Medikamentenrückstände

8.4 Entsorgungswege und Einnahmeverhalten

Zentrales Ziel der Kampagne war, dass nicht nur Wissen über die Belastung der Gewässer vermittelt wird, sondern dass auch ein entsprechender Schutz der Gewässer durch die korrekte Entsorgung von Medikamenten erfolgt. Abbildung 8-6 zeigt, dass durch die Sensibilisierungskampagne der Anteil der „korrekten“ Entsorger in Dülmen angestiegen ist, während in der Vergleichsstadt Soest nur geringe Unterschiede auf der Zeitachse auszumachen sind. In Dülmen hat sich der Anteil der Haushalte, die „immer“ auf dem korrekten Weg ihre Medikamente entsorgen, um fast ein Fünftel (18,1%) erhöht. Gleichzeitig hat sich der Anteil derjenigen, die auf diesen Wegen „nie“ entsorgen, um 16,3% verringert.

Die Entsorgung von Medikamenten über den Hausmüll (graue Tonne) ist der vom Gesetzgeber für Deutschland (mit Ausnahme einiger Kreise außerhalb NRW) vorgegebene Weg. Zudem ist es gewässerökologisch konform, Medikamente bei einer Apotheke abzugeben, so diese einen entsprechenden Service auf freiwilliger Basis anbietet. Die Medikamente werden dann von den Apotheken zur Entsorgung entsprechend gesammelt und weitergegeben. Dieses Angebot ist in den vergangenen Jahren immer seltener geworden, einem Großteil der Bevölkerung aber weiterhin präsent. So haben 2013 43,8% der befragten Dülmener angegeben, Medikamente immer in der Apotheke abzugeben (Abbildung 8-7). 2014 waren dies noch 30,3%. Noch höhere Werte ergibt die Befragung in Soest.

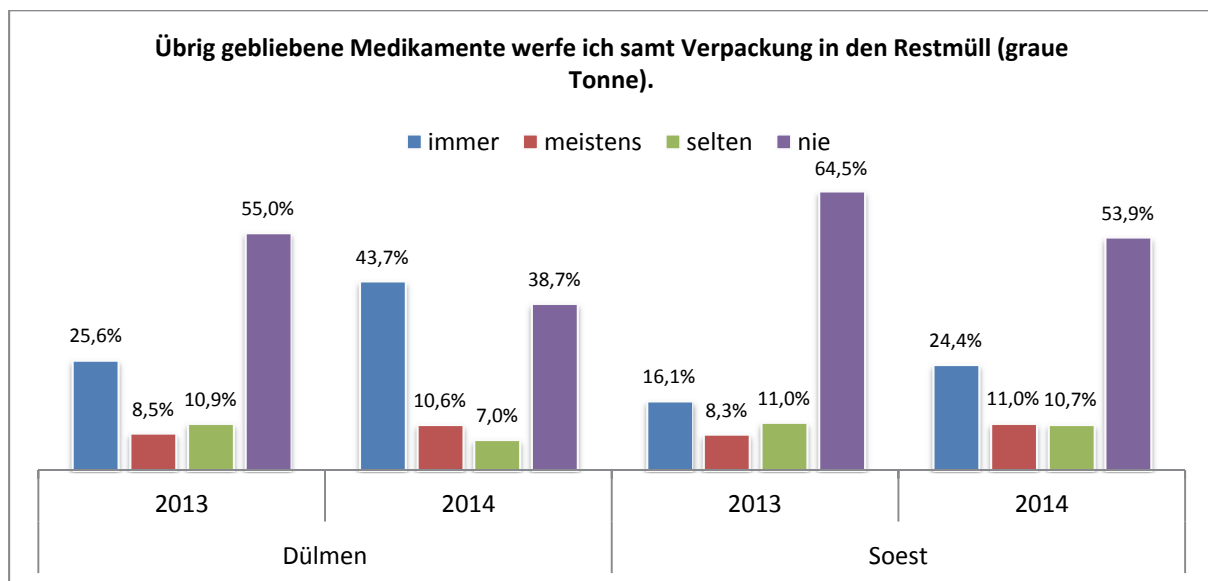


Abbildung 8-6: Vergleich der Angaben zur korrekten Entsorgung von Medikamenten

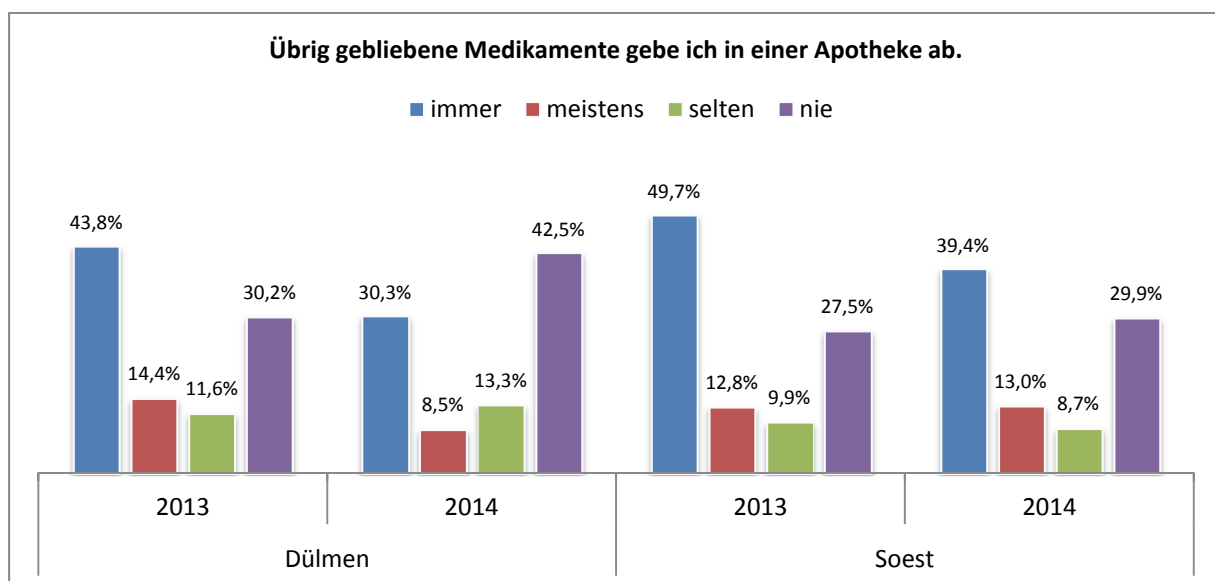


Abbildung 8-7: Angaben über die Rückgabe von Medikamenten in der Apotheke

Zugleich wurde auch erhoben, ob Medikamente über Spüle oder Toilette, also auf dem falschen Weg entsorgt worden sind. Die Betrachtung der Ergebnisse (Abbildung 8-8) zeigt, dass der Anteil der Haushalte in Dülmen, die zumindest gelegentlich ihre Medikamente über diesen Weg entsorgen, um 5,7% verringert werden konnte, während er in Soest annähernd konstant geblieben ist.

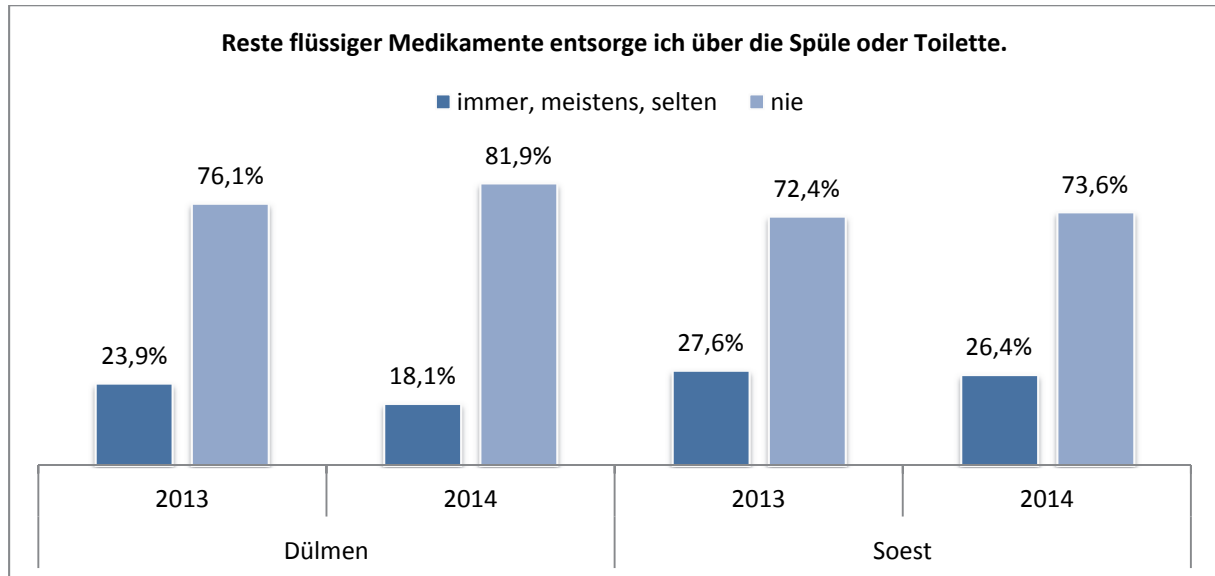


Abbildung 8-8: Vergleich der Angaben zur falschen Entsorgung von Medikamenten

Ein weiteres Ziel der Sensibilisierungskampagne war, eine Bewusstseinsveränderung für die Einnahme von Medikamenten wie z.B. Schmerzmitteln und insbesondere für die Verwendung von schmerzstillenden Salben und Gels zu schaffen, die über die Körperreinigung (z.B. Duschen) ins Abwasser gelangen. Bezüglich des Einnahmeverhaltens von Medikamenten kann in Dülmen bezogen auf die Projektlaufzeit eine Veränderung festgestellt werden (Abbildung 8-9). Im Vergleich zur Befragung im Jahr 2013 hat sich der Anteil der Haushalte, die im zurückliegenden Quartal Schmerzmittel konsumiert haben, 2014 um 10% verringert. Gleichzeitig ist der prozentuale Anteil in Soest nahezu gleich geblieben. Die Kampagne in Dülmen hat vor diesem Hintergrund ihr Teilziel erreicht, zu einem reflektierten Einnahmeverhalten beizutragen. Beide Befragungen lassen sich der gleichen jahreszeitlichen Periode zuordnen, in der mit einem erhöhten Aufkommen an Erkältungen und grippalen Infekten und somit auch mit höherem Verbrauch an schmerzstillenden Mittel zu rechnen ist.

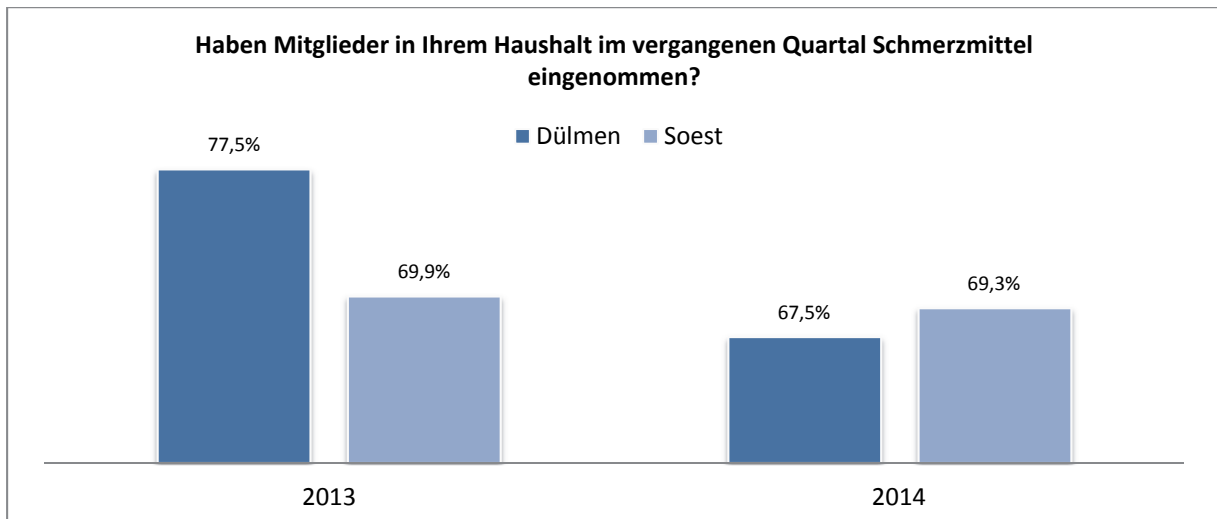


Abbildung 8-9: Angaben über die Einnahme von Schmerzmitteln im zurückliegenden Quartal

Wenngleich eine Veränderung im Einnahmeverhalten von Schmerzmitteln allgemein festgestellt werden kann, so liegen die Werte für die Behandlung von Muskel- und Gelenkschmerzen mit Diclofenac Salben und Gels im Jahr 2014 in Dülmen sogar leicht über denen in der Stadt Soest (Abbildung 8-10). Hier besteht noch weiteres Potenzial für Information und Aufklärung. Dies vor allem vor dem Hintergrund, dass Messungen der Belastungen durch Medikamentenrückstände aufzeigen, dass dieser Wirkstoff besonders häufig in Gewässern vorkommt und in den Kläranlagen nach Stand der Technik schwer zu eliminieren ist.

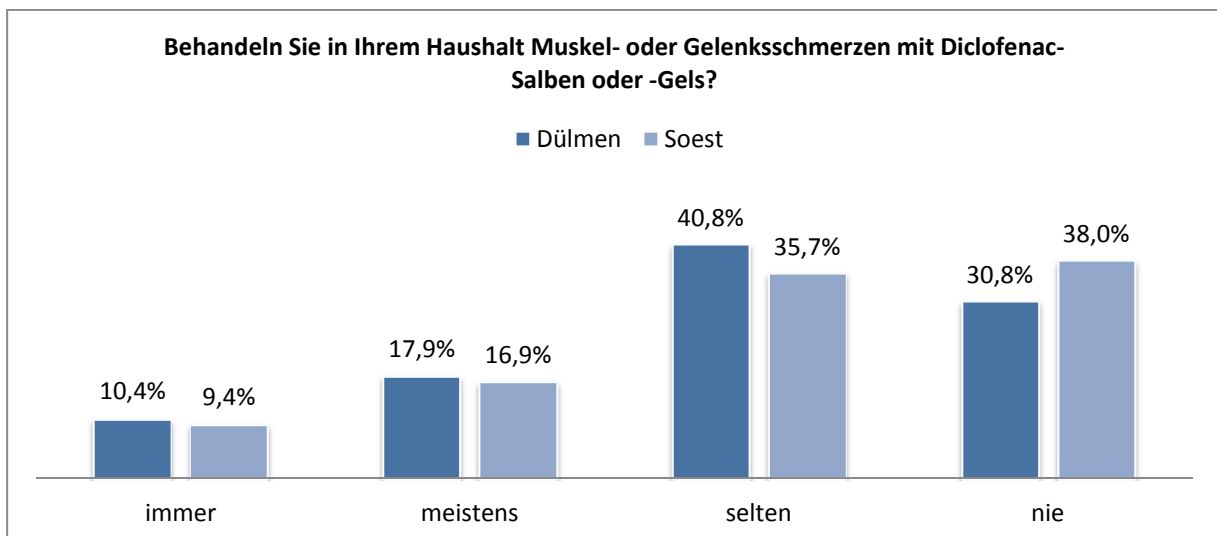


Abbildung 8-10: Angaben über die Verwendung von Diclofenac-Salben und -Gels

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Sensibilisierungskampagne Veränderungen im Entsorgungsverhalten der Dülmener Haushalte erzielen konnte. Angebracht scheint eine Langzeitbetrachtung zur Prüfung der Werte des Entsorgungsverhaltens, um die Nachhaltigkeit von Informations- und Aufklärungsprojekten bewerten zu können. Auch hinsichtlich des Einnahmeverhaltens von schmerzstillenden Mitteln hat DSADS zu einer allerdings weniger

eindeutigen Verhaltensveränderung bzw. einem bewussteren Umgang beitragen können. Weitere Potenziale im Bereich der Information konnten vor allem für die Verwendung von Salben und Gels identifiziert werden.

8.5 Patienten und Akteure der medizinischen Versorgung

Dem Projekt DSADS und der Sensibilisierungskampagne lag die Annahme zu Grunde, dass medizinische Fachkräfte eine zentrale Rolle bei der Vermittlung von Informationen hinsichtlich der korrekten Entsorgung von Medikamenten und für Verhaltensänderungen haben.

Deshalb hat DSADS die Perspektive verfolgt, speziell auch Ärzte und Apotheker für die Projektziele zu sensibilisieren und zu mobilisieren. Dies geschah, wie bereits angesprochen durch verschiedene Formate wie beispielweise durch den „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“ mit den Dülmener Apotheken oder durch die Weiterbildungsveranstaltung zum Thema „Arzneimittel im Wasser“ für Ärzte, Apotheker und Fachkräfte anderer Gesundheitsberufe in Kooperation mit der Kassenärztlichen Vereinigung Westfalen-Lippe.

Die Dülmener Haushalte wurden vor diesem Hintergrund befragt, ob sie Verlauf des Jahres auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten durch Apotheke oder Arzt hingewiesen worden sind (Abbildung 8-11). Im Vergleich zum Jahr 2013 geben die Befragten häufiger an, dass sie einen solchen Hinweis erhalten haben. Besonders im Bereich der Informationen durch Ärzte und in den Arztpraxen lässt sich ein Anstieg verzeichnen (+9%). Hierzu dürften auch die Plakate beigetragen haben.

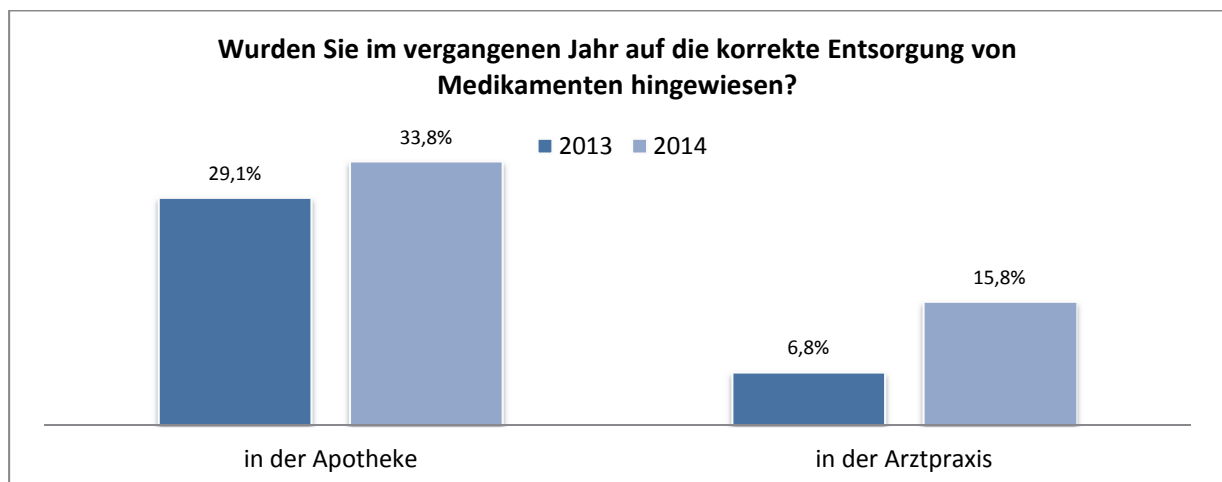


Abbildung 8-11: Angaben über Hinweise in Arztpraxen und Apotheken zur korrekten Entsorgung von Medikamenten

Weiterführend wurden die Haushalte auch nach einer Bewertung der Beratung hinsichtlich der Einnahme von Medikamenten gefragt. Hier lässt sich im Vergleich zu 2013 weder bei den Apotheken noch bei den Ärzten eine Veränderung in der Bewertung feststellen. Jeweils mehr als 90% bewerten die Beratung von Arzt und Apotheker (sehr) gut. Diese konstant guten Werte stützen neuerlich die Annahme, dass Ärzte und Apotheker als zentrale Akteure wahrgenommen werden, deren Expertise von den Patienten geschätzt wird.

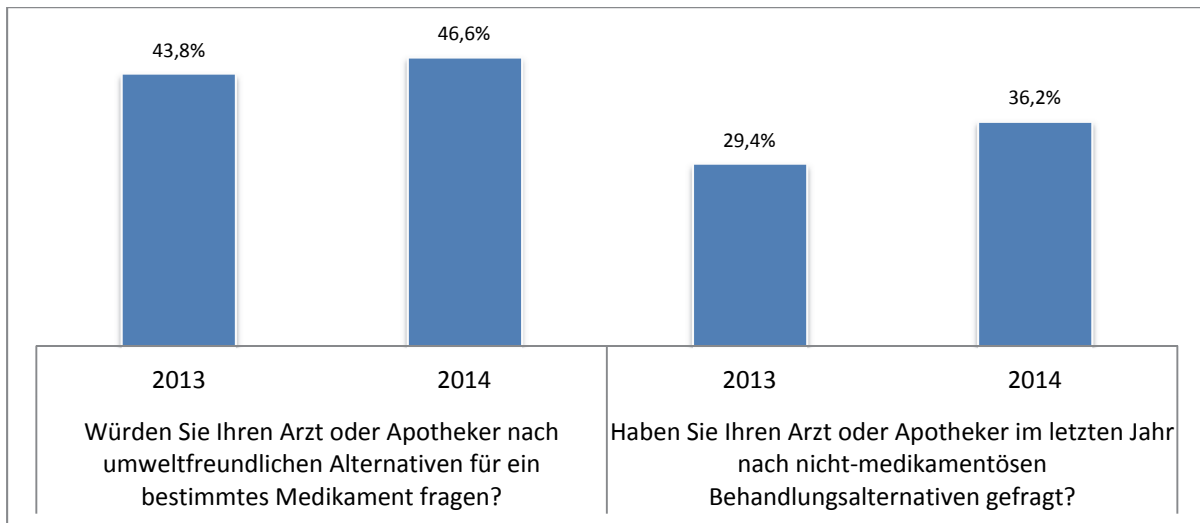


Abbildung 8-12: Angaben zu Anfragen nach „umweltfreundlichen“ Medikamenten und nicht-medikamentösen Alternativen

Eine Betrachtung umweltfreundlicher Alternativen für ein bestimmtes Medikament sowie nicht-medikamentöser Behandlungsformen zeigt, dass die Dülmener diesen jeweils aufgeschlossen gegenüber stehen (Abbildung 8-12). Fast die Hälfte der Befragten gibt an, dass sie nach einer umweltfreundlichen Alternative fragen würden. 36,2% haben ihren Arzt oder Apotheker nach eigenem Bekunden schon einmal nach einer nicht-medikamentösen Behandlungsalternative gefragt.

8.6 Handlungsoptionen und Zahlungsbereitschaft

Jenseits der Möglichkeiten Einträge von Spurenstoffen durch menschliche Verhaltensänderungen bei der Entsorgung zu reduzieren existieren auch technische Möglichkeiten im Rahmen einer Nachrüstung der Kläranlagen. Durch die Installation einer Aktivkohlestufe können z.B. Spurenstoffe aus den Gewässern besser als mit herkömmlichen Anlagen eliminiert werden. Konkret bedeutet dies, dass nach der üblichen Reinigung eine Aktivkohlebehandlung erfolgt.

Eine solche technische Nachrüstung ist für die Betreiber der Kläranlagen mit einem finanziellen Mehraufwand verbunden, der i.d.R. über erhöhte Abwassergebühren kompensiert wird. Vor diesem Hintergrund wurden die Dülmener Haushalte gefragt, wie wichtig Ihres Erachtens menschliche Verhaltensänderungen und technische Vorkehrungen sind, um Spurenstoffe aus den Gewässern zu beseitigen (Abbildung 8-13). Die Befragungen zeigen, dass den Befragten menschliche Verhaltensänderungen noch wichtiger sind als die ebenfalls bereits hoch bewerteten technischen Maßnahmen.

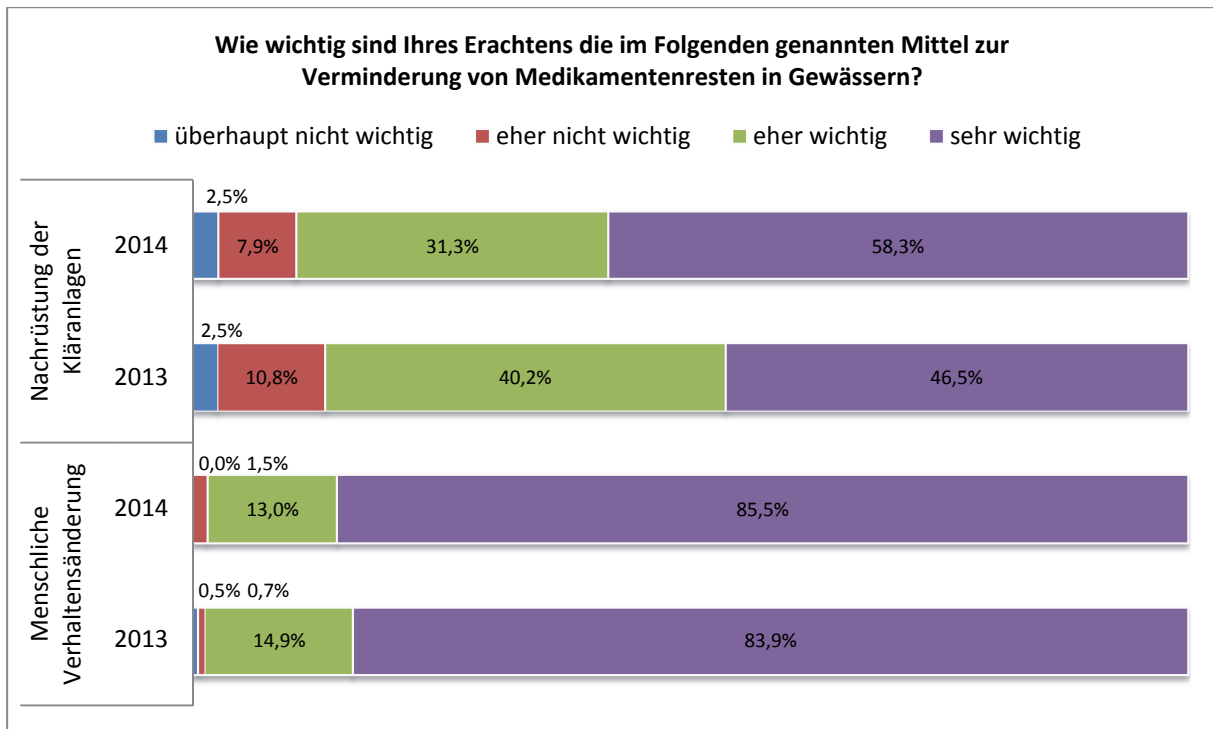


Abbildung 8-13: Angaben über Optionen zur Reduzierung der Einträge von Medikamentenrückständen in die Gewässer

Gleichzeitig ist die Zahlungsbereitschaft für eine höhere Abwassergebühr zur Beseitigung der Medikamentenreste gestiegen, welche mit einer technischen Nachrüstung einhergehen würde. 45% der befragten Haushalte ist 2014 (nach der Sensibilisierungskampagne) hierzu bereit, 7% mehr als 2013 (Abbildung 8-14). Diejenigen die zu einer solchen Steigerung der Abwassergebühr bereit wären, wurden darüber hinaus gefragt, wie hoch diese Zahlungsbereitschaft konkret aussehen würde. Der überwiegende Anteil der Befragten (71,4%) ist zu einer Steigerung der Gebühr um 10% bereit. Immerhin fast jeder Fünfte (18,0%) würde sogar eine Steigerung von 20% akzeptieren.

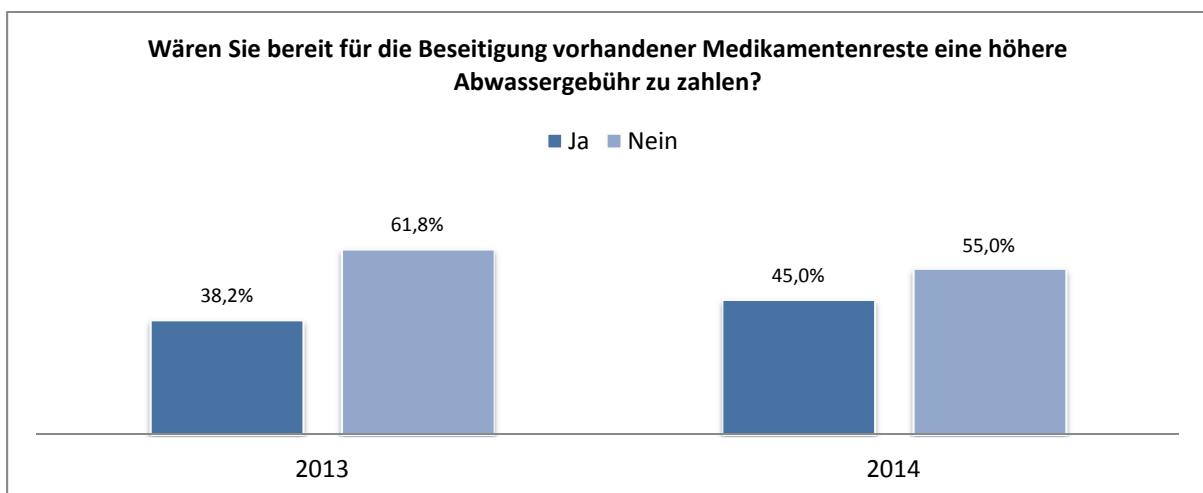


Abbildung 8-14: Angaben zur Zahlungsbereitschaft für die Reduzierung der Einträge von Medikamentenrückständen in die Gewässer

Menschliche Verhaltensveränderungen werden von der Dülmener Bevölkerung leicht präferiert. Gleichzeitig gibt es aber auch eine Aufgeschlossenheit gegenüber technischen Veränderungen wie der einer vierten Reinigungsstufe, die mit finanziellen Mehrbelastungen für die einzelnen Haushalte verbunden wäre.

8.7 Angaben zum Projekt und zu Verhaltensänderungen

Die Haushalte ziehen insgesamt über die Sensibilisierungskampagne ein positives Fazit. 76,5% der Haushalte die Aktionen und Informationsmaterialien als (sehr) informativ. Die Haushaltsbefragung 2014 ermittelte seitens der Dülmener abschließend eine Bewertung der eigenen Verhaltensänderungen.

Die Antworten auf die Frage geben keine Auskunft über tatsächliche Verhaltensänderungen. Aber sie sind zusammen mit der integrierten Wirkungsabschätzung (siehe Kap. 9) eine zentrale Bewertungsgrundlage für die Wirkung der Sensibilisierungskampagne. Wenn 33,6% der Befragten angeben, dass sich ihr Entsorgungsverhalten von Altmedikamenten verändert hat, und 16,4% weiterhin äußern, dass in ihren Haushalten bei der Einnahme von Medikamenten Veränderungen vorgenommen worden sind, dann sind dies quantitativ relevante Ergebnisse.

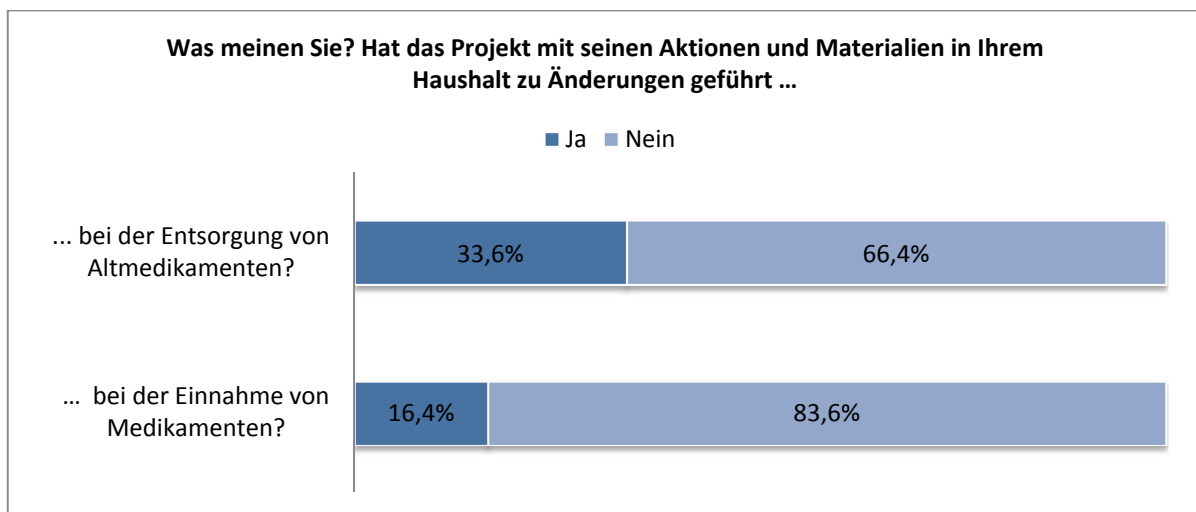


Abbildung 8-15: Angaben über Verhaltensänderungen aufgrund der Sensibilisierungskampagne in Dülmen

8.8 Zusammenfassung der Evaluation über sozial-empirische Untersuchungen

Die im November 2014 durchgeführte Wiederholungsbefragung hat einen Vergleich der Entwicklungen in den Städten Dülmen und Soest sowie die Evaluation der Effekte der zwischenzeitlich (ausschließlich) in Dülmen durchgeführten Sensibilisierungskampagne ermöglicht. Befragt wurden insgesamt 808 Haushalte, 403 in Dülmen und 405 in Soest. Die Befragung 2013 hatte in den beiden Städten weitgehend gleiche Ergebnisse aufgewiesen. Die Befragung 2014 weist einige weiterhin homogene Antworten aus, z.B. im Hinblick auf die „Wertschätzung von Gewässern“, die Einnahme von Medikamenten und die Beratungszufriedenheit mit Ärzten und Apothekern.

Es gibt aber auch wichtige Differenzierungen im Antwortverhalten, die eindeutig auf die Sensibilisierungskampagne zurückgeführt werden können. Die Dülmener wissen 2014 deutlich häufiger um die Belastung des Wassers durch Medikamentenreste als die Bevölkerung von Soest, die Differenz beträgt 22,6%, während das Wissen 2013 noch annähernd gleich war. Für die Einschätzung der Wirkungen der Sensibilisierungskampagne ist das richtige und falsche Entsorgungsverhalten der zentrale Indikator. Auch hier zeigen sich 2014 erhebliche Unterschiede zwischen Dülmen und Soest. In der Vergleichsstadt entsorgen relativ unverändert rund ein Viertel (26,4%) der Befragten Reste flüssiger Medikamente zumindest gelegentlich (falsch) über Toilette oder Spüle, in Dülmen sind dies nach der Kampagne „lediglich“ 18,1%, immerhin 5,8% weniger als 2013.

Auch für die Einnahme von Medikamenten bzw. die Verwendung von schmerzstillenden Salben und Gels kann eine Veränderung konstatiert werden. Der Anteil der Haushalte, in denen Schmerzmittel eingenommen worden sind, hat sich in Dülmen verringert, nicht so hingegen in Soest. Fast identische Werte für den Einsatz von Diclofenac-Salben und -Gels sind allerdings ein Indikator dafür, dass auf das Einnahmeverhalten von Medikamenten schwerer einzuwirken ist als auf das Entsorgungsverhalten.

Das zentrale Ergebnis ist, dass vom Projekt DSADS starke Impulse für eine Verbesserung der korrekten Medikamentenentsorgung und für eine Reduzierung von Medikamenteneinträgen ins Abwasser ausgegangen sind. Die Sensibilisierungskampagne hat in Dülmen offenkundig bei der Bevölkerung „Spuren hinterlassen“.

Die Befragung vermag auszuweisen, dass und wie im Einzelnen die Aktionen und Informationsmaterialien in der Dülmener Bevölkerung Aufmerksamkeit gefunden haben. Besonders solche Aktionen, die zum „mitmachen“ einladen, haben Augenmerk gefunden. Ähnliches gilt für die Wahrnehmung der erarbeiteten Informationsmaterialien, die alltäglich präsent sind. So vermag sich der Inhalt eines Plakats zur korrekten Medikamentenentsorgung, das vom Patienten in der Arztpraxis in der Wartezeit ohne Zeitdruck studiert werden kann, im Bewusstsein festsetzen.

Den Dülmenern Haushalten ist durch das Projekt anschaulich vermittelt worden, dass menschliche Verhaltensveränderungen zu einer Reduzierung der Medikamentenbelastung der Gewässer aktiv beitragen können. Insgesamt 33,6% bzw. 16,4% der Befragten geben an, ihr Entsorgungsverhalten von Altmedikamenten bzw. ihr Konsumverhalten verändert zu haben. Hierzu hat beigetragen, dass das Thema nicht mit erhobenem Zeigefinger transportiert worden ist, sondern in einer sachlichen Darstellung. So stoßen auch technische Nachrüstungen von Kläranlagen nicht auf Ablehnung, ein großer Teil der Haushalte wäre dazu bereit hierfür eine Steigerung der Abwassergebühr zu akzeptieren. Dies weist die Frage nach der Zahlungsbereitschaft aus. Letztlich konnten somit die Akzeptanzperspektiven für beide strategischen Ansatzpunkte des Projektes DSADS verbessert werden: für Verhaltensänderungen der Bevölkerung und für technische Nachrüstungen von Kläranlagen.

Dass das Wissen um das Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“ erfolgreich transportiert werden konnte, ist auch auf die Einbeziehung der medizinischen Akteure und der lokalen Medien zurückzuführen. Apotheker und niedergelassene Ärzte sind Säulen des Gesundheitswesens mit hoher Wertschätzung seitens der Patienten. Wenn es in gewässerökologischer Perspektive um die Reduzierung von Medikamenteneinträgen geht, spielen die Akteure der medizinischen Versorgung als Kooperationspartner eine maßgebliche Rolle. Dies sollte berücksichtigt werden, wo auch immer eine Übertragung des DSADS-Ansatzes verfolgt wird.



Die Vergleichsbefragung konnte differenziert die von der Sensibilisierungskampagne ausgehenden Veränderungseffekte dokumentieren. Sie hat sich als eines der Evaluationsinstrumente methodisch bewährt und ist ein wichtiges Instrument, um Vermeidungspotenziale gezielt ausschöpfen zu können. Um auch die mittel- bis langfristige Nachhaltigkeit der Kampagne sowie die zwischen der Zweitbefragung im November 2014 und dem Projektabschluss Mitte 2015 noch durchgeführten Maßnahmen bewerten zu können, wäre eine neuerliche Befragung in Dülmen mit einigem zeitlichen Abstand sinnvoll.

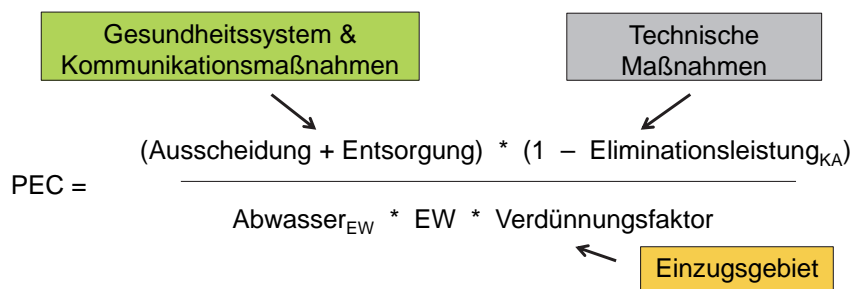
9 Integrierte Wirkungsabschätzung

Das Projekt DSADS untersucht die Implementierung kommunikativer Maßnahmen in Dülmen, um den Eintrag von pharmazeutischen Rückständen in die aquatische Umwelt zu reduzieren. Parallel wurden zu diesem Zweck auch technische Maßnahmen implementiert. In der finalen Phase des Projekts sollten die verschiedenen Maßnahmen evaluiert und auf ihre Wirkung auf den Eintrag der pharmazeutischen Wirkstoffe untersucht werden. Um die Evaluation der verschiedenen DSADS-Projektcomponenten zu unterstützen, wurde eine Wirkungsabschätzung mithilfe der Methode der Bayes'schen Netze (BN) entwickelt. Das Ziel der Analyse war es, die in DSADS gewonnenen Daten und Ergebnisse in ein BN einzubinden, um die bisher implementierten Maßnahmen zu evaluieren und ihr Potenzial für zukünftige Implementierungen in Dülmen und anderswo zu identifizieren.

9.1 Methodik der integrierten Wirkungsabschätzung

Entwicklung des BN-Modells für DSADS

Die Wirkungsabschätzung wurde mithilfe von Bayes'schen Netzen entwickelt, da diese statistische Modellierungsmethode eine hohe Einsatzflexibilität hat und die Möglichkeit besteht, verschiedene Datentypen in dasselbe Modell zu integrieren (Cain, 2001). Der Kern des Modells basiert auf der Gleichung der *Predicted Environmental Concentration* (PEC), welche die Umweltkonzentration einer chemischen Substanz im Oberflächenwasser berechnet (European Medicines Agency, 2006).



$$PEC = \frac{(Ausscheidung + Entsorgung) * (1 - Eliminationsleistung_{KA})}{Abwasser_{EW} * EW * Verdünnungsfaktor}$$

Eliminationsleistung_{KA} = Eliminationsleistung in der Kläranlage (= KA; ohne oder mit 4. Reinigungsstufe)
 Abwasser_{EW} = Abwasservolumen pro Einwohner, EW = Einwohnerzahl.

Gleichung 9-1: Gleichung der *Predicted Environmental Concentration* (PEC).

Die Gleichung 9-1 ermöglicht es, die Umweltkonzentration auf Basis der ausgeschiedenen und falsch entsorgten Menge eines Wirkstoffes sowie der Eliminationsleistung in der Abwasserbehandlung abzuschätzen. Darauf aufbauend ist es möglich, die Wirkung der im DSADS-Projekt implementierten Maßnahmen im Bereich des Gesundheitssystems (Fortbildungen) und der DSADS-Kommunikationsmaßnahmen zur Arzneimittelverschreibung und -entsorgung als auch durch die Aufrüstung der Abwasserbehandlung mit einer vierten Reinigungsstufe zu evaluieren. Eine konzeptionelle Skizze des gesamten BN-Modells findet sich in Abbildung 9-1.

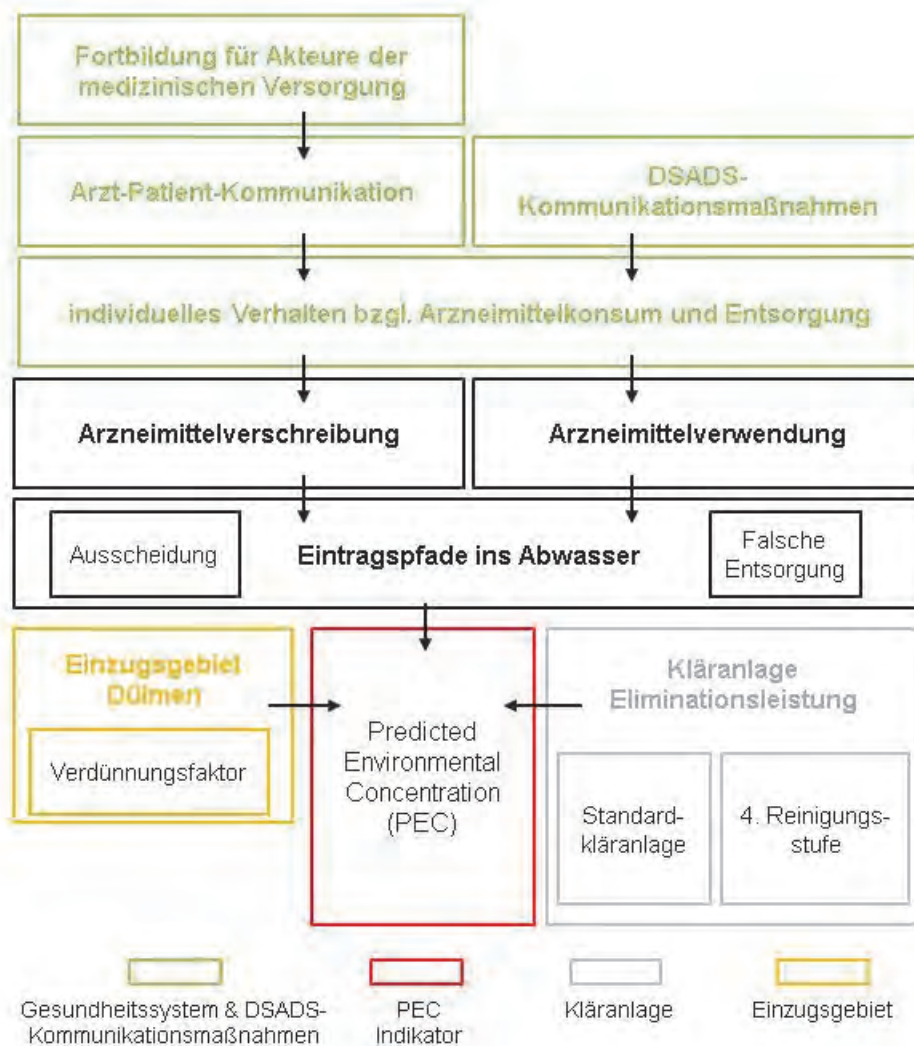


Abbildung 9-1: Konzeptionelle Skizze des BN-Modells

Drei Wirkstoffe wurden für die Analyse ausgewählt: das Antidiabetikum Metformin, der Betablocker Metoprolol und der Entzündungshemmer (und Schmerzmittel) Diclofenac. Alle drei Substanzen werden in Deutschland häufig verschrieben und weisen unterschiedliche Stoffeigenschaften zur Metabolisierung im Körper und zur Eliminationsleitung in der Kläranlage auf. Außerdem kommt im Falle von Diclofenac noch der Aspekt der freien Verkäuflichkeit ohne Rezept (over-the-counter (OTC)) hinzu. Die zentralen Eigenschaften der drei Wirkstoffe sind im Detail in Tabelle 9-1 gelistet.

Das BN wurde in Netica, Version 5.12 (Norsys Software Corp., 2014) entwickelt. Die Daten dafür wurden von den Projektpartnern aus DSADS (siehe Tabelle 9-2, Liste der BN-Variablen und Daten) zur Verfügung gestellt und in das Modell integriert. Im Detail wurden Daten aus dem DSADS-Projekt bzgl. der Verkäufe der drei Wirkstoffe, ihrer Elimination in der bestehenden Kläranlage und ihrer Detektion im (Ab)Wasser eingefügt. Außerdem wurden die zwei Bevölkerungsbefragungen aus 2013 und 2014 genutzt, um sowohl das Verhalten der Bevölkerung bzgl. des Arzneimittelkonsums und der -entsorgung einzubinden als auch um herauszufinden inwiefern ihre Einstellung durch die DSADS-Aktionen, Informationsmaterialien und, Fortbildungen für medizinisches Personal beeinflusst wurden.

Tabelle 9-1: Eigenschaften der betrachteten pharmazeutischen Wirkstoffe

Eigenschaft	Metformin	Metoprolol	Diclofenac	Quelle
Krankheitsbild	Diabetes mellitus (Typ 2)	Bluthochdruck	Antirheumatika/ Antiphlogistika; auch als OTC	Schwabe und Pfaffrath, 2012
Verschreibungsmenge in Deutschland in 2011 [DDD/a] / [t/a]	601 Mio. / 1200	901 Mio. / 135	423 Mio. / 42.3; 34% OTC	Huschek et al., 2003; Schwabe und Pfaffrath, 2012
Abbau im Körper [%]	0	85	99 (systemisch) 5 (topisch)	Siehe Tabelle 2
Eliminationsleistung in der Kläranlage	Hoch	Niedrig	Niedrig	Siehe Tabelle 2
Eliminationsleistung in der 4. Reinigungsstufe	Mittel	Hoch	Mittel-Hoch	Siehe Tabelle 2

Für die Evaluation des Gesundheitssystems und der DSADS-Kommunikationsmaßnahmen wurden die beiden Befragungen aus 2013 und 2014 parallel analysiert. Basierend auf der konzeptionellen Skizze (siehe Abbildung 9-1) wurden Elemente der Fragebögen Zielvariablen oder Einflussfaktoren identifiziert, um sie in das BN zu implementieren (die Details zu den Variablen und Verknüpfungen zwischen Zielvariablen und Einflussfaktoren werden in Abbildung 9-2 gezeigt und in Tabelle 9-2 gelistet). Drei Variablen wurden als Zielvariablen für diese Sektion des BN identifiziert (grün markiert in Abbildung 9-1 und Abbildung 9-2): die Frage nach nicht-medikamentösen Behandlungsalternativen („Patient fragt nach NM-Alternativen“) und die Entsorgung von festen oder flüssigen pharmazeutischen Substanzen („Entsorgung Tabletten/Salben“ und „Entsorgung flüssige Medikamente“). Die Einflussfaktoren wurden dann basierend auf den vorher beschriebenen Ergebnissen (siehe Ergebnisse der Bevölkerungsbefragungen (siehe Kapitel 6 und 8) und der Evaluation der Korrelationen zwischen den Variablen des Fragebogens identifiziert. Es wurde festgestellt, dass richtige Entsorgung mit einem höheren Bewusstsein bzgl. des Vorhandenseins von pharmazeutischen Rückständen im Wasser und mit erhaltenen Informationen durch das medizinische Personal (auch wenn diese Korrelation hauptsächlich in 2013 beobachtet wurde) zusammenhängt, während die Nachfrage von Patienten nach nicht-medikamentöser Behandlung mit dem Informationsumfang hierzu durch das medizinische Personal („Information NM-Alternativen“) korrelierte. Zusätzlich wurde in der Befragung von 2014 herausgefunden, dass sowohl das Bewusstsein der Bevölkerung zu Arzneimitteln in der Umwelt als auch die Nachfrage durch Patienten nach nicht-medikamentösen Alternativen größer war bei denjenigen, die an einer DSADS-Maßnahme teilgenommen oder von den DSADS-Aktionen gehört hatten („DSADS Aktionen“). Auch war Bewusstsein verknüpft mit dem Wissen um die DSADS-Informationsmaterialien („DSADS Infomaterialien“). Es muss betont werden, dass die beobachteten Korrelationen grundsätzlich schwach ausgeprägt waren. Außerdem wurden die Fragen Q17a bis Q17f und Q18a bis Q18b der Befragung in den zwei Variablen „DSADS Aktionen“ und „DSADS Infomaterialien“ zusammengeführt, da aufgrund des Fehlens einer ausreichend großen Stichprobe die verschiedenen Maßnahmen nicht individuell evaluiert werden konnten.

Nachdem die Zielvariablen und die davon abhängigen Einflussvariablen identifiziert waren, wurde dieser Bereich des Netzes mittels *Expectation Maximisation (EM) Algorithmen* aufgesetzt und durch den Train-und-Test-Ansatz geprüft. Mit letzterem konnte überprüft werden, zu welchem Grad die

Variablen korrekt vorhergesagt werden. Die Train-und-Test-Methode wurde durchgeführt, indem das BN mit 85% der Fälle, die zufällig aus den Befragungen ausgewählt wurden (2013 und 2014 getrennt voneinander), trainiert wurde. Die Vorhersagegenauigkeit wurde mit einem anderen Set von 85% zufällig ausgewählter Fälle getestet. Es muss betont werden, dass es nicht möglich war, mit nur 15% der verbliebenen Fälle zu testen aufgrund des geringen Vorkommens von nicht-korrekt Entsorgung für die Variable „Entsorgung Tabletten/Salben“ (idealerweise sollten Tests mit unabhängigen Daten durchgeführt werden). Die Vorhersagegenauigkeit der Zielvariablen wurden dann nochmals mittels einer receiver operating characteristic (ROC) Kurve (Marcot et al., 2006) evaluiert. Hierbei deutet eine Fläche unter der ROC-Kurve (AUC) von 0,5 auf eine Zufallsverteilung hin, während ein $AUC > 0,5$ eine höhere Anzahl an richtigen Positiven im Verhältnis zu den falschen Positiven belegt (desto näher der AUC 1 ist, desto besser ist die Performance des Modells). Der Train-und-Test-Ansatz wurde dreimal wiederholt (2013 und 2014 getrennt voneinander) und die daraus resultierenden durchschnittlichen AUCs dienen als Indikatoren für die Vorhersagegenauigkeit der Modelle für die Zielvariablen (für 2014: $AUC(Q13) = 0,79$, $AUC(A3) = 0,55$, $AUC(A1) = 0,54$; für 2013: $AUC(KO2) = 0,75$, $AUC(A3) = 0,61$, $AUC(A1) = 0,66$).

Zusätzlich wurden die Variablen „Fortbildung für Ärzte“ und „Fortbildung für Apotheker (Entsorgung)“ im BN-Modell für 2014 eingeführt, um die Fortbildung des medizinischen Personals einzubinden. Ihr Einfluss auf die Wahrscheinlichkeitsverteilung der entsprechend nachgelagerten Variablen wurde über die Expertenmeinungen bestimmt (siehe Tabelle 9-2).

Nachdem der Bereich des Gesundheitssystems im BN entwickelt war, wurden die verbliebenen Variablen für die Verschreibung von Arzneimitteln, die Abwasserbehandlung und die Evaluation des PEC eingeführt (siehe Gesamtnetz, welches in Abbildung 9-2 gezeigt wird).

Der genannte Verkauf von Medikamenten bezieht sich auf die Verkäufe eines Großhändlers, welcher ca. 90% Marktanteil in Dülmen hat (auch wenn er Klinikapotheken und Tageskliniken nicht beliefert; siehe Ergebnisse der Verbrauchsbilanzierung in Kapitel 5.2). Bei den (topischen und systemischen) Diclofenacverkäufen im BN wurde angenommen, dass 34% freiverkäuflich (OTC) veräußert wurden (Huschek et al., 2003).

Eliminationsleistungen während der konventionellen Abwasserbehandlung (biologische Stufe: Belebtschlammverfahren (CAS)) wurden im Falle von Metoprolol und Diclofenac den Dülmener Daten entnommen, während Literaturdaten für Metformin (Scheurer et al., 2012) und für die Eliminationsleistung während der Behandlung mit Pulveraktivkohle verwendet wurden (Margot et al., 2013).

Die Auswirkung der Zielvariablen aus dem Bereich Gesundheitssystem wurden direkt auf den PEC bezogen unter der Annahme, dass – falls Patienten nach nicht-medikamentöser Behandlung fragen – nur ein Teil davon (5, 10 oder 20%, abgebildet in der Variablen „NM-Alternativen“) tatsächlich die pharmakologische Behandlung vermeiden kann. Darüber hinaus wurde die Therapietreue basierend auf den Ergebnissen der Befragung von 2013 angesetzt und wird getrennt für verschriebene und nicht-verschriebene (OTC) Medikamente betrachtet.

Nachdem die Struktur des Netzes erstellt war, wurden die Werte der Zustände und die Gleichungen in das Modell integriert (siehe Tabelle 9-2) und die Wahrscheinlichkeitsverteilung im Bereich des Gesundheitssystems wurden mittels des Trainierens des Netzwerks mit den Befragungsdaten unter Einsatz der EM Algorithmen entwickelt.

Es wurden zwei eigenständige Netze für 2013 und 2014 entwickelt. Die PEC-Variable („PEC(Wirkstoff) Oberflächenwasser“ und die Summenvariable „PEC(Wirkstoff)“) bilden die sich ergebende wahrscheinliche Verteilung der Wirkstoffkonzentrationen im Oberflächenwasser als eine Funktion der BN-Variablen ab.

BN Evaluation

Um die Wirkung der in Dülmen implementierten DSADS-Maßnahmen zu evaluieren, wurden die in 2013 (ohne Einführung einer 4. Reinigungsstufe) ermittelten PEC-Werte verglichen

- mit den Werten aus 2014 ohne vierte Reinigungsstufe (um die aktuelle Wirkung der Kommunikationsmaßnahmen „DSADS K.M.“ zu evaluieren),
- mit den Werten aus 2013 mit einer vierten Reinigungsstufe (um die Wirkung der Aufrüstung der Abwasserbehandlung „KA“ zu evaluieren)
- und mit denen aus 2014 mit einer vierten Reinigungsstufe (hier die Kombination aus Kommunikations- und technischen Maßnahmen „K.M. + KA“).

Außerdem wurde das BN-Modell für 2014 noch Sensitivitätsanalysen unterzogen. Die Sensitivität von „PEC(Wirkstoff) Oberflächenwasser“ bzgl. der Variablen im Bereich Gesundheitssystem und Aufrüstung der Abwasserbehandlung wurde über die Varianzreduktion (Marcot, 2012) evaluiert. Die normalisierte Varianzreduktion wurde benutzt, um die drei Wirkstoffe zu vergleichen. Sie wurde getrennt nach Wirkstoffen kalkuliert, indem die spezifische Varianzreduktion jeder Variablen (in %) durch die höchste Varianzreduktion einer Variablen im Set geteilt wurde. Abschließend wurde die Einflussanalyse durchgeführt, um die PEC-Werte der relativen best- und worst-case-Szenarien zu bestimmen, die sich aus Veränderungen der Variablen im Bereich Gesundheitssystem ergeben (Marcot, 2012). Es ist wichtig an dieser Stelle zu betonen, dass die präsentierten Ergebnisse der Evaluation des BN-Modells unter Berücksichtigung der gewählten Modellstruktur und der Diskretisierung zu verstehen sind.

Tabelle 9-2: Zusammenfassung der BN Variablen und Datenquellen

Bereich	Knotenpunkt	Knotenpunkt Abkürzung	mögliche Zustände des Knotenpunkts	Werte der Zustände	Jahr	Datenquelle	
Nicht-medikamentöse Behandlung	Fortbildung für Ärzte Information NM-Alternativen	T	Ja, Nein	Ja = 1; Nein = 2	2014	Expertenwissen	
		KO3	Ja, Nein	Ja = 1; Nein = 2	2013	DSADS Bevölkerungsbefragung 2013, Q23 (Würden Sie von Ihrem Arzt oder Apotheker schon einmal über nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen informiert?)	
	Information NM-Alternativen	Q14	Ja, Nein	Ja = 1; Nein = 2	2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2014, Q14 (Würden Sie von Ihrem Arzt oder Apotheker im letzten Jahr über nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen informiert?)	
		KO2	Ja, Nein	Ja = 1; Nein = 2	2013	DSADS Bevölkerungsbefragung 2013, Q22 (Haben Sie Ihren Arzt oder Apotheker im letzten Jahr nach nicht-medikamentösen Behandlungsalternativen gefragt?)	
	Patient fragt nach NM-Alternativen	Q13	Ja, Nein	Ja = 1; Nein = 2	2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2014, Q13 (Haben Sie Ihren Arzt oder Apotheker im letzten Jahr nach nicht-medikamentösen Behandlungsalternativen gefragt?)	
		NM	Niedrig, Mittel, Hoch	Niedrig = 0,95 Mittel = 0,9 Hoch = 0,8	2013 / 2014	Konstante, um abzubilden in welchem Umfang Verschreibung von Medikamenten nach erfolgter Anfrage für eine nicht-medikamentöse Behandlung reduziert werden; Annahme	
	DSADS Aktionen und Informationsmaterialien	DSADS Aktionen	Q17	Mindestens 1, Mindestens 2, Keine	2, Mindestens 2 = 1, Mindestens 1 = 2, Keine = 3	2013	Annahme: Zustand ist 100% „Keine“
			Q17	Mindestens 1, Mindestens 2, Keine	2, Mindestens 2 = 1, (bekannt oder hat teilgenommen) Mindestens 1 = 2 (bekannt oder hat teilgenommen) Keine = 3	2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2014, Q17a-f (Haben Sie von folgenden Aktionen und Veranstaltungen gehört oder haben Mitglieder Ihres Haushalts daran teilgenommen? A-Bürgerforum zur Medikamentenentsorgung in der VHS; B-Markstände / Bürgertreff C-Führungen auf der Kläranlage Dülmen D-Apothekenaktion „Ihre Hausapotheke im Frühjahrsputz“ E-Dülmener Wasserlauf am 5. September 2014 F-Bildungsprojekt von Dülmener Schulen und dem NABU) Annahme: Zustand ist 100% „Nicht bekannt“
		DSADS Infomaterialien	Q18	Bekannt, Nicht bekannt	Bekannt = 1; Nicht bekannt = 2	2013	Annahme: Zustand ist 100% „Nicht bekannt“
		DSADS Infomaterialien	Q18	Bekannt, Nicht bekannt	Bekannt = 1 (Mindestens 1 Informationsmaterial ist bekannt); Nicht bekannt = 2	2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2014, Q18a-e (Auch gab es verschiedene Informationsmaterialien zum Umgang mit und zur korrekten Entsorgung von Medikamenten in Dülmen.) A-Flyer im Müllkalender B-Plakate in Arztpraxen und Apotheken C-Mini-Buch „Flusspiraten“ D-Projekthomepage (www.dsads.de) E-Zeichentrickfilme)

Bereich	Knotenpunkt	Knotenpunkt Abkürzung	mögliche Zustände des Knotenpunkts	Werte der Zustände	Jahr	Datenquelle
Bewusstsein Bevölkerung	Bewusstsein Bevölkerung	N	Ja, Nein	Ja = 1; Nein = 2	2013	DSADS Bevölkerungsbefragung 2013, Q3 (Haben Sie – bevor Sie an diesem Interview teilgenommen haben – schon einmal von einer solchen Belastung des Wassers durch Medikamentenreste gehört?)
	Bewusstsein Bevölkerung	N	Ja, Nein	Ja = 1; Nein = 2	2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2014, Q2 (Haben Sie – bevor Sie an diesem Interview teilgenommen haben – schon einmal von einer solchen Belastung des Wassers durch Medikamentenreste gehört?)
Entsorgung	Information korrekte Entsorgung	Q1620	Ja, Nein	Ja = 1 (Info von Arzt und/oder Apotheker); Nein = 2	2013	DSADS Bevölkerungsbefragung 2013, Q16 und Q20 (Würden Sie in Ihrer Apotheke schon einmal auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten hingewiesen? Würden Sie von Ihrem Arzt im letzten Jahr auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten hingewiesen?)
	Information korrekte Entsorgung	Q911	Ja, Nein	Ja = 1 (Info von Arzt und/oder Apotheker); Nein = 2	2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2014, Q9 und Q11 (Würden Sie in Ihrer Apotheke schon einmal auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten hingewiesen? Würden Sie in Ihrer Arztpraxis im letzten Jahr auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten hingewiesen?)
	Fortbildung für Apotheker (Entsorgung)	T1	Ja, Nein		2014	Expertenwissen
	Entsorgung Tabletten/ Salben	A1	Falsch, Richtig	Falsch = 1-3 (Immer, Meistens, Selten), Richtig = 4	2013	DSADS Bevölkerungsbefragung 2013, Q6d (Die übrig gebliebenen Tabletten, Zäpfchen oder Salben entsorge ich über die Toilette oder Spüle.)
	Entsorgung Tabletten/ Salben	A1	Falsch, Richtig	Falsch = 1-3 (Immer, Meistens, Selten), Richtig = 4	2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2014, Q4d (Die übrig gebliebenen Tabletten, Zäpfchen oder Salben entsorge ich über die Toilette oder Spüle.)
	Entsorgung flüssige Medikamente	A3	Falsch, Richtig	Falsch = 1-3 (Immer, Meistens, Selten), Richtig = 4	2013	DSADS Bevölkerungsbefragung 2013, Q6b (Reste flüssiger Medikamente entsorge ich über die Spüle oder Toilette.)
Konsum	Entsorgung flüssige Medikamente	A3	Falsch, Richtig	Falsch = 1-3 (Immer, Meistens, Selten), Richtig = 4	2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2014, Q4b (Reste flüssiger Medikamente entsorge ich über die Spüle oder Toilette.)
	Konsum verordneter Medikamente	Ad1		Ad1 = 0,946	2013 / 2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2013, Q12 (Wenn in Ihrem Haushalt vom Arzt verordnete Medikamente eingenommen werden, wie oft halten Sie sich dann an die jeweilige Dosierung, die vom Arzt bzw. Apotheker angegeben wird?)
	Konsum nicht-verordneter Medikamente	Ad2		Ad2 = 0,857	2013 / 2014	DSADS Bevölkerungsbefragung 2013, Q13 (Wenn Sie selbstverordnete Medikamente einnehmen, wie oft halten Sie sich dann an die jeweilige Dosierung, die Ihnen der Apotheker empfiehlt bzw. die auf dem Beipackzettel steht?)

Bereich	Knotenpunkt	Knotenpunkt Abkürzung	mögliche Zustände des Knotenpunkts	Werte der Zustände	Jahr	Datenquelle
Arzneimittel- verschreibung	Metformin Verkauf [kg/y]			480 (kg/y)	2013 / 2014	In DSADS bilanzierte Verbrauchsdaten 2012 für Dülmen (auf Basis von Daten von 3 Apotheken, Kliniken und eines Großhändlers)
	Metoprolol Verkauf [kg/y]			32,3 (kg/y)		
	Diclofenac Verkauf systemisch [kg/y]			19,2 (kg/y)		
	Diclofenac Verkauf topisch [kg/y]			4,1 (kg/y)		
KA Behandlung	KA Behandlung	CAS, CAS und PAK			2013 / 2014	CAS = Belebtschlamm PAK = Pulveraktivkohle, Dosierung: 10-20 mg/l, Median: 12 mg/l (Margot et al., 2013)
	KA Behandlung (Metformin)	CAS, CAS und PAK	CAS = 95%, CAS und PAK= 98%			CAS Eliminationsleistung 95% (Scheurer 2012); Eliminationsleistung PAK 55% (Margot et al., 2013), insgesamt CAS+PAK= 98%.
	KA Behandlung (Metoprolol)	CAS, CAS und PAK	CAS = 25%, CAS und PAK= 96%			CAS Eliminationsleistung 25% (Messungen im Rahmen von DSADS); Eliminationsleistung PAK 95% (Margot et al., 2013), insgesamt CAS+PAK = 96%
	KA Behandlung (Diclofenac)	CAS, CAS und PAK	CAS = 28%, CAS und PAK= 78%			CAS Eliminationsleistung 28% (Messungen im Rahmen von DSADS); Eliminationsleistung PAK 69% (Margot et al., 2013), insgesamt CAS+PAK = 78%

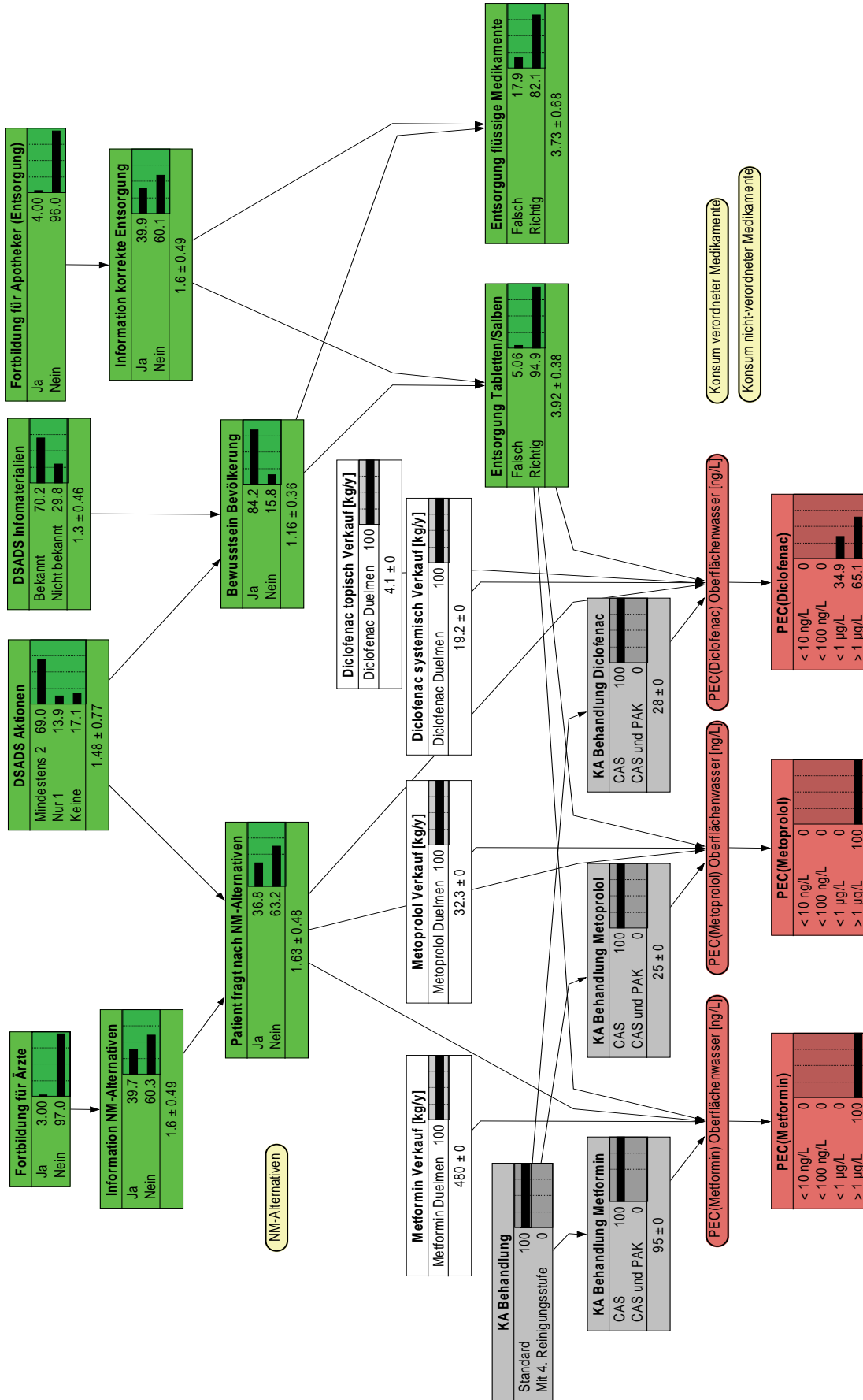


Abbildung 9-2: BN-Modell für 2014. Das Modell für 2013 ist gleich, enthält aber nicht „Fortbildung für Ärzte“ und „Fortbildung für Apotheker (Entsorgung)“

9.2 Ergebnisse der integrierten Wirkungsabschätzung und Diskussion

Das BN-Modell wurde parallel für 2013 und 2014 entwickelt (siehe Abbildung 9-2). Um die relativen Wirkungen der aktuellen DSADS-Kommunikations- und technischen Maßnahmen zu vergleichen, die zwischen der ersten und zweiten Befragung zum Einsatz kamen, wurde jeweils der durchschnittliche PEC-Wert (d.h. der Durchschnitt für „PEC(Wirkstoff) Oberflächenwasser“) im BN für 2013 und BN für 2014 (ohne und mit vierter Reinigungsstufe) berechnet. Die somit berechneten PEC-Werte liegen im Bereich der gemessenen Konzentrationen für Metoprolol und Diclofenac (Tabelle 9-3). Für Metformin konnte dies nicht überprüft werden, da keine Messdaten aus Dülmen vorliegen. Der Wert liegt jedoch in der Spannweite der Konzentrationen, wie sie in deutschen Oberflächengewässern gemessen wurden (Derksen and ter Laak, 2013; Scheurer et al., 2009; Ternes, 1998; Trautwein et al., 2014).

Tabelle 9-3: Berechnete PEC in 2014 im Vergleich zu den tatsächlich gemessenen Konzentrationen

Wirkstoffe	Durchschnittliche PEC (µg/l)			Gemessene Konzentration (µg/l)
	PEC (NM = 0,8)	PEC (NM = 0,9)	PEC (NM = 0,95)	
Metoprolol	1,25	1,33	1,33	1,24
Diclofenac	1,07	1,13	1,13	1,62
Metformin	8,17	8,19	8,53	-

Hinweise:
 NM: nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen (0,8 bedeutet, dass 20% des Wirkstoffs ersetzt werden kann; Eine Verringerung des OTC Diclofenac Verbrauchs auf 50% und 0% führt zu einer Konzentration von 0,89 µg/l und 0,77 µg/l (bei NM = 0,8)

Darüber hinaus wurde für das BN-Modell für 2014 eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Sie zeigt auf, wie sensitiv der jeweils betrachtete Knoten (hier: „PEC(Wirkstoff) Oberflächenwasser“) gegenüber Veränderungen von anderen BN-Knoten ist. In diese Analyse einbezogene Knoten waren die Variablen „KA Behandlung (Wirkstoff)“ und die Variablen des Bereichs Gesundheitssystem (grün markiert in Abbildung 9-2). Die normalisierte Varianzreduktion für die drei Substanzen ist in Tabelle 9-4 dargestellt. Unabhängig vom Anteil der nicht-medikamentösen Behandlungsalternativen (weder NM = 0,8 noch 0,95) verzeichnet die Einführung einer vierten Reinigungsstufe die stärkste Sensitivität. Die Sensitivität der richtigen Entsorgung („Entsorgung Tabletten/Salben“) variiert stark je nach Wirkstoff, wobei hoch metabolisierte Wirkstoffe wie Metoprolol und Diclofenac eine höhere Sensitivität im Vergleich zu Metformin aufweisen. Metformin ist dagegen sensitiver gegenüber den Variablen „Patient fragt nach NM-Alternativen“ und „Information NM-Alternativen“, auch wenn die Sensitivität hier abhängig ist von der gewählten NM-Konstante (d.h. 0,8; 0,9 oder 0,95).

Um das Potenzial der Beeinflussung der PEC von jeder Variablen, und damit Maßnahme, für Dülmen einzeln zu bestimmen, wurde eine Einflussanalyse durchgeführt (siehe Abbildung 9-3). Dieser Ansatz gibt Auskunft darüber, wie stark der durchschnittliche PEC der Variablen „PEC(Wirkstoff) Oberflächenwasser“ sich verändert, wenn der Zustand einer Variablen auf 100% positiv oder 100% negativ gesetzt wird. Der durchschnittliche PEC für beide Extremsituationen wird dann mit dem PEC des Status quo (also dem Ergebnis, das bei der Wahrscheinlichkeitsverteilung in der Bevölkerungsbefragung 2014 erzielt wurde) verglichen. Dabei zeigte sich, dass von den untersuchten Maßnahmen die Information über und Nachfrage nach nicht-medikamentöser Behandlung, die Fortbildung des medizinischen Personals und die korrekte Entsorgung das größte Potenzial zu Beeinflussung der PEC, positiv als auch negativ, haben.

Tabelle 9-4: Normalisierte Varianzreduktion nach Wirkstoffen und dem Anteil nicht-medikamentöser Behandlungsalternativen (NM)

Knotenpunkt	Normalisierte Varianzreduktion (NM = 0,8)		
	Metformin	Metoprolol	Diclofenac
KA Behandlung (4. Reinigungsstufe)	1,00000	1,00000	1,00000
Patient fragt nach NM-Alternativen	0,03857	0,00878	0,02832
Information NM-Alternativen	0,01317	0,00299	0,00966
Entsorgung Tabletten/Salben	0,00077	0,01024	0,03137
DSADS Aktionen	0,00026	0,00007	0,00022
Fortbildung für Ärzte	0,00016	0,00004	0,00011
Bewusstsein Bevölkerung	0,00002	0,00002	0,00006
Information korrekte Entsorgung	0,00000	0,00001	0,00005
Fortbildung für Apotheker (Entsorgung)	0,00000	0,00000	0,00000
DSADS Informationsmaterialien	0,00000	0,00000	0,00000

Knotenpunkt	Normalisierte Varianzreduktion (NM = 0,95)		
	Metformin	Metoprolol	Diclofenac
KA Behandlung (4. Reinigungsstufe)	1,00000	1,00000	1,00000
Patient fragt nach NM-Alternativen	0,00002	0,00006	0,00004
Information NM-Alternativen	0,00001	0,00002	0,00001
Entsorgung Tabletten/Salben	0,00076	0,00924	0,03163
DSADS Aktionen	0,00000	0,00000	0,00000
Fortbildung für Ärzte	0,00000	0,00000	0,00000
Bewusstsein Bevölkerung	0,00000	0,00001	0,00003
Information korrekte Entsorgung	0,00000	0,00001	0,00005
Fortbildung für Apotheker (Entsorgung)	0,00000	0,00000	0,00000
DSADS Informationsmaterialien	0,00000	0,00000	0,00000

Die Sensitivitätsanalyse wurde für NM = 0,8 und 0,95 durchgeführt, um die Wirkung der nicht-medikamentösen Behandlung auf die Sensitivität des PEC gegenüber den Variablen im Bereich Gesundheitssystem zu vergleichen. Eine normalisierte Sensitivität von 1 steht für die größtmögliche Sensitivität.

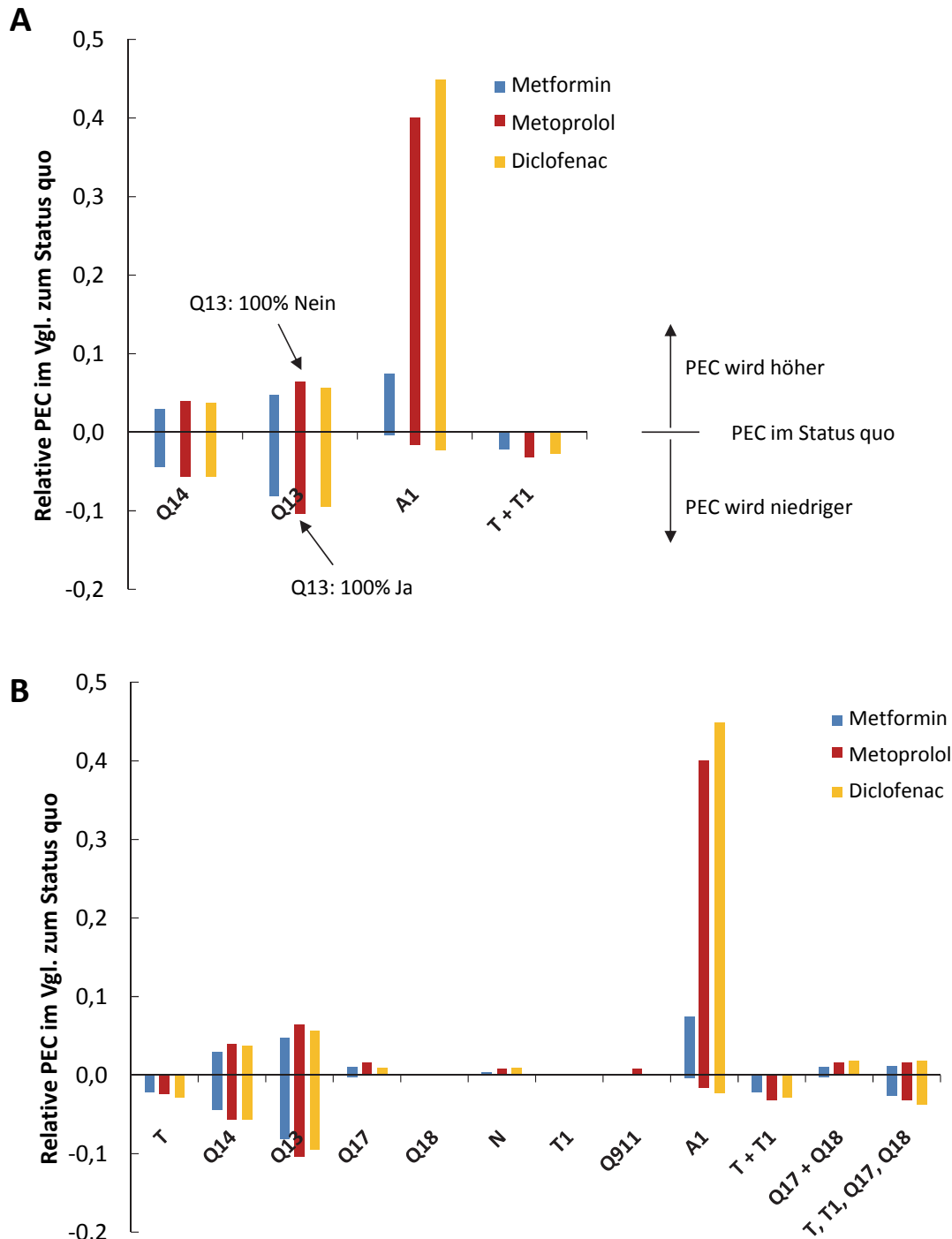
Bezüglich der Durchführung von mehr nicht-medikamentösen Behandlungen (z.B. präventive Maßnahmen wie Bewegung, Sport, Arztgespräch über Lebensstil) wurde angenommen, dass dies bei 20% der Patienten der Fall sein könnte. Im diesem Falle läge in Dülmen das abgeschätzte Reduktionspotenzial der Umweltkonzentration zwischen 8% (Metformin) und 10% (Metoprolol, Diclofenac).

Da der Umgang mit topischen Anwendungen nicht explizit sozial-empirisch abgefragt wurde und auch keine Daten darüber vorliegen ob es ein Bewusstsein der Bevölkerung über die Problematik der in der Dusche abgewaschenen Wirkstoffe von schmerzstillenden Salben gibt, wurden hier eigene Annahmen getroffen: Es wird davon ausgegangen, dass durch entsprechende Information und Kommunikation eine Halbierung des OTC-Verbrauchs von Diclofenac d.h. rd. 17% des Gesamtverbrauchs dieses Wirkstoffs erreicht werden kann (vgl. Hinweise in Tabelle 9-3). Zusätzliche Daten sind hier nötig. Die Forschungen aus DSADS weisen jedoch darauf hin, dass bezüglich des Verkaufs von Salben in Dülmen eine besondere Situation vorliegt, die nicht unmittelbar mit den deutschen Durchschnittswerten vergleichbar ist.

Fortbildungen für Ärzte und Apotheker für eine umweltfreundliche Beratung und Verschreibung (bei Ärzten) bieten zusätzlich 5% Reduktionspotenzial.

Weiterhin zeigt die Potenzialanalyse, dass die Erhaltung des hohen Grades der korrekten Entsorgung wie er in Dülmen vorliegt, einen großen Einfluss auf die PEC im Gewässer hat. Im Falle von Metformin liegt das Gesamtpotenzial einer negativen Beeinflussung der Gewässerkonzentration durch eine potentielle Fehlentsorgung im Extremfall bei 8%, bei Metoprolol bei 40% und Diclofenac sogar bei über 47%. Anhand dieses Aspektes werden auch die Unterschiede in den Eigenschaften zwischen den

Wirkstoffen in den Ergebnissen sehr deutlich. Der Grund für die großen Unterschiede in diesem Fall ist, dass Metformin im Körper nicht metabolisiert wird.



A) Darstellung der Variablen mit dem größten Potenzial; B) ausführliche Darstellung des Potenzials aller Variablen im Bereich des Gesundheitssystems im Kontext von DSADS. Die relative PEC im Vgl. zum Status quo wird ausgerechnet als $[\text{PEC (100\% positiver oder negativer Zustand)} - \text{PEC (Status quo)}] / \text{PEC (Status quo)}$. Negative Werte auf der y-Achse bedeuten eine Reduktion der durchschnittlichen PEC, während positive Werte auf eine höhere PEC als im Falle des Status quo hinweisen.

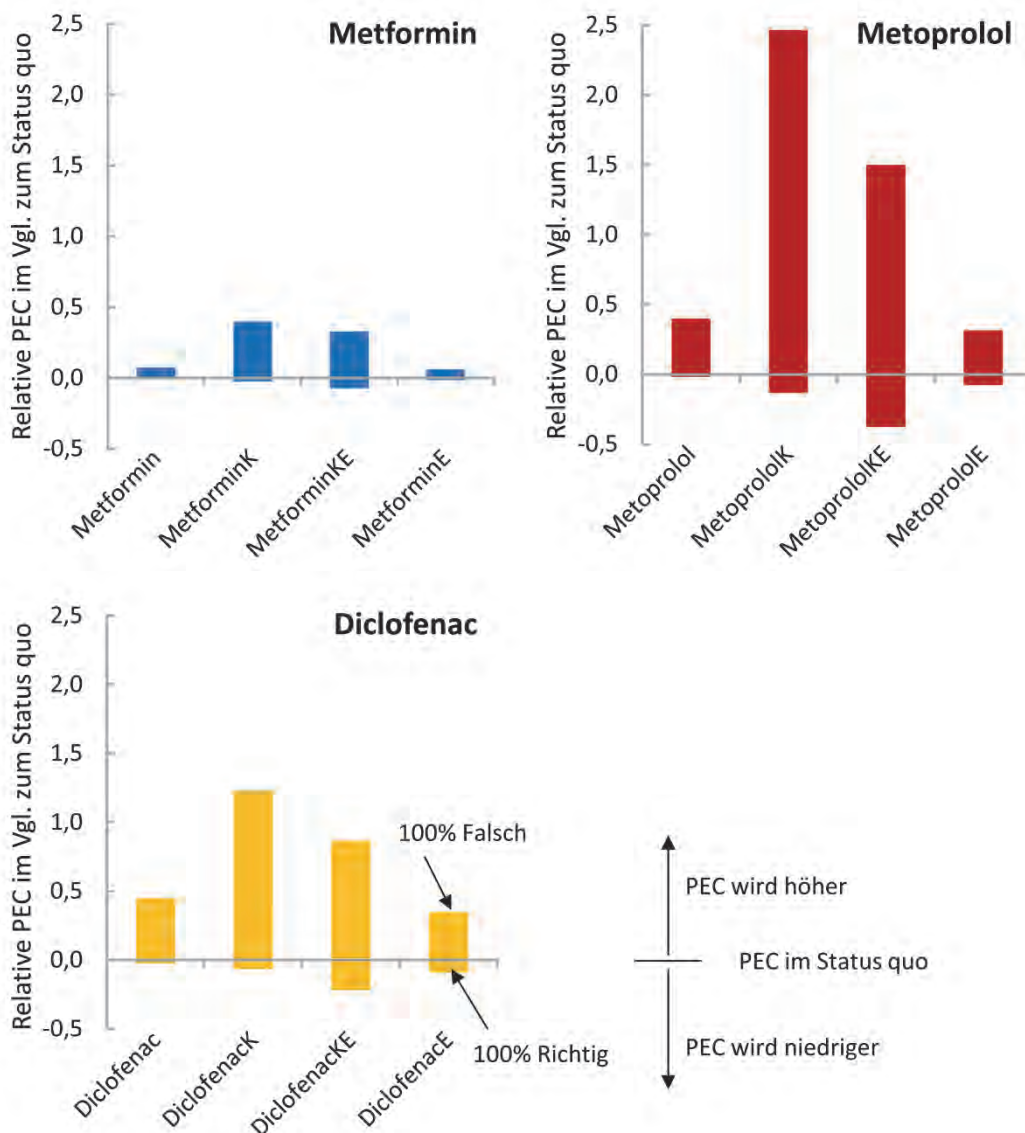
T: Fortbildung für Ärzte	Q17: DSADS-Aktionen	T1: Fortbildung für Apotheker
Q14: Information zu NM-Alternativen	Q18: DSADS-Informationsmaterialien	Q911: Information korrekte Entsorgung
Q13: Patient fragt nach NM-Alternativen	N: Bewusstsein Bevölkerung	A1: Entsorgung Tabletten/Salben

Abbildung 9-3: Analyse der möglichen Einflüsse in Dülmen in 2014 (für NM = 0,8).

Mit Blick auf die real, im Rahmen der Projektlaufzeit erreichten Wirkungen haben die technischen Maßnahmen einen substanziellen Einfluss auf die PEC, wobei diese Wirkung stark von der jeweiligen Eliminationsleistung der Wirkstoffe durch den Einsatz von Pulveraktivkohle auf der Kläranlage abhängig ist. Die Wirkung der eingesetzten Kommunikationsmaßnahmen ist – wie nicht anders zu erwarten - im Vergleich dazu geringer. Dafür gibt es beispielsweise folgende Gründe:

- Dülmen ist in der positiv zu bewertenden Situation, dass ein hoher Grad an richtiger Entsorgung bereits besteht. Beispielsweise geben bundesweit 43,4% Prozent an, flüssige Arzneimittel zumindest gelegentlich (Addition der Kategorien immer/selten/manchmal) falsch zu entsorgen (Vgl. dazu Walz et Götz, 2014) in Dülmen aber nur 23,9%.
- Auch die Therapietreue, abgebildet über den „Konsum“, ist in Dülmen mit 95% (vgl. Stemplewski et al., 2014) überdurchschnittlich hoch. Üblicherweise ist sie in Deutschland niedriger. So liegt sie etwa bei einer Metformin-Monotherapie bei 70% (Melikian et al., 2002). Auch das trägt dazu bei, dass Verbesserungen im Entsorgungsverhalten in Dülmen zu einer geringeren PEC-Reduktion führen.
- Die Befragung hat ergeben, dass die Jüngeren einen höheren Fehlentsorgungsgrad haben als die Älteren. Das könnte ein Lebensphasen- oder ein Kohorteneffekt sein. Wäre letzteres - basierend aus den Erfahrungen der Umweltbewusstseinsforschung - der Fall, könnte sich das Entsorgungsverhalten verschlechtern, weil die traditionellen auf Abfall bezogenen Umweltorientierungen der Älteren immer weniger wirksam wären. Das könnte eine negative Wirkung auf die PEC haben und maximal zu einer deutlichen Zunahme der Umweltkonzentration Diclofenac führen.
- Zudem müssen gewisse Unschärfen in den Ergebnissen darauf zurückgeführt werden, dass zu Beginn des Projekts eine Berechnung von Effekten über BN nicht vorgesehen und die sozial-empirische Untersuchung nicht darauf ausgerichtet war. Die sozial-empirische Untersuchung hatte ihren Schwerpunkt in der Wahrnehmung und Wirkung der Sensibilisierungskampagne bezogen auf das Bewusstsein der Befragten und nicht primär in einer validen Untersuchung von Verhaltensveränderungen – dazu wäre eine Panelbefragung sinnvoller gewesen. Um Effekte der sozialen Erwünschtheit auszuschließen, war aber eine solche Vorher-Nachher-Befragung der gleichen Personen nicht ratsam.

Um eine stärkere Verallgemeinerbarkeit möglich zu machen, wurde im Rahmen der Potenzialanalyse auch untersucht, wie sich die gewählten Maßnahmen im Falle eines bundesdeutschen durchschnittlichen Verhaltens bzgl. Entsorgung und Therapietreue auswirken würden. So konnte eine Analyse der erwartungsgemäßen Wirkung im bundesdeutschen Durchschnitt erfolgen (siehe Abbildung 9-4). Der neue Status quo, der sich aus einer geringeren Therapietreue und Entsorgungsrate ergibt, wurde dann verglichen mit der PEC, die sich aus den Setzungen für „100% richtige Entsorgung“ oder „100% falsche Entsorgung“ ergeben (siehe Abbildung 9-4). In diesem Falle haben Veränderungen im Entsorgungsverhalten einen stärkeren Einfluss und ein größeres Reduktionspotenzial der PEC. Unter Annahme, dass der bundesdeutsche Durchschnitt jeweils mit der Säule „Wirkstoffname KE“ in Abbildung 9-4 abgebildet ist, wird deutlich, dass das Befördern der richtigen Entsorgung ein Potenzial zwischen ca. 7% (Metformin), 22% (Diclofenac) und 37% (Metoprolol) hat, den Eintrag dieser Wirkstoffe über das kommunale Abwasser in die Gewässer zu reduzieren.



Die relative PEC im Vgl. zum Status quo wird ausgerechnet als $[\text{PEC (100\% positiver oder negativer Zustand)} - \text{PEC (Status quo)}] / \text{PEC (Status quo)}$; *Wirkstoffname* = Konsum und Entsorgung wie in Dülmen 2014; *Wirkstoffname K* = Konsum von verordneten und nicht-verordneten Medikamenten ist 70% (und richtige Entsorgung wie in Dülmen); *Wirkstoffname KE* = Konsum ist 70% und richtige Entsorgung ist 80% bundesdeutscher Durchschnitt); *Wirkstoffname E* = richtige Entsorgung ist 80% (und Konsum wie in Dülmen).

Abbildung 9-4: Relative PEC in 2014 im Vgl. zum Status quo bei 100% falscher Entsorgung oder 100% richtiger Entsorgung bei Annahmen wie in einer „deutschen Durchschnittsstadt“

Grenzen des BN-Modells

Das hier vorgestellte BN-Modell ist ein möglicher Ansatz, um die im Rahmen des DSADS-Projekts gewonnenen Daten zusammenzuführen, und sollte als nützliches Instrument hierfür angesehen werden, welches aber auch seine Grenzen hat.

Zunächst einmal ist das BN-Modell nicht in der Lage, basierend auf den Daten der zweiten Bevölkerungsbefragung, die einzelnen DSADS-Aktionen und -Infomaterialien zu evaluieren. Dafür hätte ein sehr viel größeres Sample befragt werden müssen was wiederum den forschungsökonomischen Rahmen gesprengt hätte.

Um den Einfluss von OTC-Konsum, das mit Veränderung des Patientenverhaltens gut beeinflussbar erscheint fundierter betrachten zu können, sind zusätzliche Daten zu den tatsächlichen verkauften OTC-Mengen und der Nutzung dieser freiverkäuflichen Medikamente erforderlich. Genauso sollte der Beitrag, der von nicht-medikamentösen Behandlungsalternativen für eine Reduktion des Arzneimittelkonsums ausgeht, noch mehr im Detail untersucht werden.

Um den Einfluss von OTC-Konsum, der mit Veränderung des Patientenverhaltens gut beeinflussbar erscheint, fundierter betrachten zu können, sind zusätzliche Informationen zu den tatsächlich verkauften OTC-Mengen und der Nutzung dieser freiverkäuflichen Medikamente erforderlich. Genauso sollte der Beitrag, der von nicht-medikamentösen Behandlungsalternativen für eine Reduktion des Arzneimittelkonsums ausgeht, noch mehr im Detail untersucht werden.

Es ist auch darauf hinzuweisen, dass Metabolite und Transformationsprodukte der drei untersuchten Substanzen nicht mit dem BN-Modell weiter betrachtet wurden. Dieser Aspekt ist jedoch für eine umfassende Analyse des Arzneimitteleintrags in die aquatische Umwelt wichtig und sollte in weiteren Diskussionen bezüglich passender Kommunikations- und technischer Maßnahmen berücksichtigt werden.

9.3 Zusammenfassung der integrierten Wirkungsabschätzung

Das vorgestellte BN-Modell stellt ein mögliches Instrument dar, um die Evaluation von Sensibilisierungsmaßnahmen zu unterstützen.

Gemäß der Analyse mit dem BN-Modell haben, mit Blick auf die im Rahmen der Projektlaufzeit erreichten Wirkungen, die technischen Maßnahmen einen substanziellen Einfluss auf die Gewässerkonzentrationen, wobei diese Wirkung stark von der jeweiligen Eliminationsleistung der Wirkstoffe durch den Einsatz von Pulveraktivkohle auf der Kläranlage abhängig ist. Die Wirkung der eingesetzten Kommunikationsmaßnahmen ist im Vergleich dazu nicht so stark wie erwartet. Dies muss allerdings vor dem Hintergrund der spezifischen Situation in Dülmen gesehen werden: Sowohl die Therapietreue als auch das Entsorgungsverhalten war schon zu Beginn des Projekts weit besser als bundesweit.

Deshalb hat in Dülmen auch die Maßnahme „Übergang zu einem höheren Grad nicht-medikamentöser Behandlung (z.B. präventive Maßnahmen wie Bewegung, Sport, Arztgespräch über Lebensstil) mit 8% (Metformin) und 10% (Metoprolol, Diclofenac) ein höheres Potenzial zur Reduktion der Gewässerkonzentrationen bezgl. der ausgewählten Wirkstoffe als die Einflussnahme auf den eher geringen Grad falscher Entsorgung. Angesichts der Tatsache, dass die sozial-empirischen Befragungen zeigen, dass eher die Jüngere falsch entsorgen, dass also die Fehlentsorgung durch die jüngere Generation eher zunehmen könnte, muss hier gegen gerechnet werden, zu welchen Werten eine Zunahme eines falschen Entsorgungsverhaltens führen könnte. Dies könnte maximal zu einer Zunahme der Umweltkonzentration von bis zu 45% (Diclofenac) führen, so dass eine Unterstützung des aktuellen Entsorgungsverhaltens der Bevölkerung wichtig ist.

Da sozial-empirische Daten zum OTC-Reduktionspotential nicht vorliegen, gehen wir davon aus, dass die Verbrauchsmenge durch Kommunikation halbiert werden kann: den meisten Nutzerinnen und Nutzern von Salben und Gels ist sicherlich nicht bekannt, dass ein sehr hoher Anteil in der Dusche abgewaschen wird und die Salbe daher sehr dünn aufgetragen werden müsste weil ansonsten das Gewässer belastet wird. Eine Reduktion von OTC-Varianten um 50% würde den Gesamtverbrauch

von Diclofenac (also in fester und in Salbenform) um rd. 17% reduzieren (bezogen auf die Werte von Huscheck et al. 2003).

Fortbildungen für Ärzte und Apotheker für eine gute Beratungs- und Verschreibungspraxis unter Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten bieten ca. 5% Reduktionspotenzial. Der Wert könnte aber erhöht werden, wenn die medizinischen Akteure gute Grundlagen und Empfehlungen (z.B. Umweltklassifikationen der Wirkstoffe und softwarebasierte Entscheidungshilfen) zur Verfügung hätten.

Die Analysen zeigten ebenfalls, dass im diesem Falle eines Entsorgungsverhaltens wie im bundesdeutschen Durchschnitt das Befördern der richtigen Entsorgung ein Potenzial zwischen ca. 7% (Metformin), 22% (Diclofenac) und 37% (Metoprolol) hat, den Eintrag dieser Wirkstoffe über das kommunale Abwasser in die Gewässer zu reduzieren.

Abschnitt V – Schlussfolgerungen und Empfehlungen

10 Zentrale Ergebnisse und Empfehlungen

Im Projekt DSADS wurden die Verwendung und der Eintrag von Humanarzneimitteln ins Abwasser sowie deren Elimination in der Kläranlage und Emission ins Gewässer untersucht. Ebenfalls wurden der ökologische Zustand des Gewässers und weitere Gewässerstressoren als Referenz für die Evaluation der auf der Kläranlage errichteten Pulveraktivkohlestufe ermittelt. Darüber hinaus wurden Konsum- und Entsorgungsverhalten der Bevölkerung und der medizinischen Akteure untersucht. Auf dieser Grundlage wurden verschiedene Sensibilisierungskampagnen mit dem Ziel durchgeführt, das Verhalten von Bürgern und medizinischen Akteuren für einen wasserschonenden Umgang mit Medikamenten zu beeinflussen. Diese Kampagnen und die eingesetzten Kommunikationsinstrumente wurden evaluiert. Die zentralen Ergebnisse des Projektes, Empfehlungen für künftige Anwendungen und der weitere Untersuchungsbedarf sind nachfolgend dargestellt.

10.1 Arzneimittelverbrauch und -eintrag ins Abwasser und Gewässer

Bilanzierung des Arzneimittelverbrauchs

Aus logistischen Gründen wurde die Analyse des Arzneimittelverbrauchs in Dülmen auf eine repräsentative Auswahl von 76 Wirkstoffen eingegrenzt. Die Daten von drei freien Apotheken und der Klinikapotheke wurden auf Dülmen hochgerechnet und mit Schätzungen aus deutschlandweit erhältlichen Verbrauchszahlen (Arzneiverordnungs-Report) sowie entsprechenden Angaben eines Arzneimittelgroßhändlers verglichen.

Das Ergebnis der Arzneimittelverbrauchsanalyse für die zur Verfügung gestellten Datensätze der drei Dülmener Apotheken und der Klinikapotheke für das Jahr 2012 zeigt, dass entsprechend des Anatomisch-Therapeutisch-Chemischen Klassifikationssystems (ATC) Wirkstoffe der ATC- Gruppe „Alimentäres System“ (wie Laxativum Macrogol und Antidiabetikum Metformin) zu den am meisten verbrauchten Wirkstoffen in 2012 gehörten, gefolgt von der Gruppe „Nervensystem“ (wie Schmerzmittel Metamizol) und der Gruppe „Muskel- und Skelettsystem“ (Gichtmittel Allopurinol oder Schmerzmittel wie Paracetamol, Ibuprofen und Diclofenac). Dabei sind die Verbrauchsmuster in Dülmen (TOP20 der 76 Wirkstoffe) mit denen in Deutschland vergleichbar.

Aus der Verbrauchsanalyse auf der Grundlage der verwendeten Daten wurde der Verbrauch an selbstverordneten Medikamenten (Over The Counter - OTC) auf ca. 16% am Gesamtverbrauch der privaten Apotheken geschätzt. Die Analyse ergab ferner, dass die Größenordnung der Verbrauchsmengen in Dülmen über die Daten eines Arzneimittelgroßhändlers überschlägig abgeschätzt werden können, der nach eigener Angabe rd. 90% der Apotheken in Dülmen beliefert. Basierend auf dessen Daten liegt der Anteil von verkauften topischen Präparaten (wie Salben, Gel oder Pflaster) bei rd. 18% (bei Diclofenac) bzw. <1% (bei Ibuprofen).

Die angewendete Methode der Bilanzierung des Arzneimittelverbrauches nach Art und Menge ist trotz der damit verbundenen Unschärfe ein hilfreiches Instrument für die Abschätzung von zu erwartenden Arzneistoffeinträgen ins Abwasser. Damit können, anstelle von teuren Messungen, durch Vergleich von Daten aus verschiedenen Jahren Emissionstrends ermittelt werden.

Für die Validierung der Methodik bei künftigen Anwendungen wird ein Vergleich der bilanzierten Verbrauchsdaten mit Messwerten aus dem gleichen Zeitraum empfohlen. Eine einheitliche Erhebung und Veröffentlichung von Verbrauchszahlen von allen gesetzlichen und privaten Krankenkassen würde die Anwendung erleichtern. Es ist weiterhin zu untersuchen, wie eine Bilanzierung auf Grundlage von Angaben von Großhändlern optimiert werden kann.

Arzneimittleintrag ins Abwasser und Gewässer

Um die vorhandene Belastungssituation der Kläranlage Dülmen und des Gewässers mit Arzneistoffen vor der Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe zu erfassen, wurde eine breite Palette an Spurenstoffen an der Kläranlage in Dülmen und im Gewässer untersucht (darunter Arzneistoffe, Pflanzenschutzmittel, Industriechemikalien, etc.).

Die Messergebnisse decken sich teilweise mit der Verbrauchsanalyse. Die vergleichsweise höchsten Konzentrationen im Zulauf der Kläranlage wurden neben Röntgenkontrastmitteln für Schmerzmittel, Betablocker und antimikrobielle Substanzen gemessen. Über den Messzeitraum konnte eine hohe Reduzierung der Gesamtfracht der gemessenen Spurenstoffe durch die konventionelle Abwasserreinigung in der Kläranlage Dülmen ermittelt werden.

Die mittleren Konzentrationen im Gewässer unterhalb der Kläranlage lagen für die meisten Arzneistoffe unter 0,3 µg/L, aber für einige andere tlw. weit darüber (wie Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Clarithromycin, Sulfapyridin und Carbamazepin). Einzelne Röntgenkontrastmittel wie Iopamidol konnten im Gewässer unterhalb der Kläranlage mit Konzentrationen weit über 1,0 µg/L gemessen werden. Neben Pflanzenschutzmitteln wurden auch einige Arzneistoffe und Röntgenkontrastmittel ebenfalls im Gewässer oberhalb der Kläranlage nachgewiesen. Diese Tatsache ist neben diffusen Einträgen auch auf Einleitungen aus Mischwasserüberläufen zurückzuführen.

10.2 Zustand des Gewässers

Die Bestandsaufnahme des Tiberbachs oberhalb der Kläranlage Dülmen mit einem Meter Gewässerbite und geringer Wasserführung ergab eine unbefriedigende ökologische Zustandsklasse (Qualitätskomponente Makrozoobenthos). Gründe für diese Bewertung können das zeitweise Austrocknen des Gewässers, die unbefriedigende Gewässerstruktur (z.B. kein als Puffer wirkender Uferstrandstreifen vorhanden), Mischwasserentlastungen und diffuse Belastungen aus dem Einzugsgebiet der Probenstelle sein. Unterhalb der Kläranlage Dülmen verbreitert sich der Bach auf ca. drei Meter bei einer Tiefe von 30 cm. Der Hauptanteil des Wassers im Bach wird nun durch den Kläranlagenablauf bestimmt. Anhand der biologischen Untersuchung konnte unterhalb der Kläranlage nur noch ein schlechter ökologischer Zustand bezüglich der Qualitätskomponente Makrozoobenthos ermittelt werden.

Die Kläranlage hat einen deutlich negativen Einfluss auf die Lebensgemeinschaft, wobei der negative Einfluss auf das Modul „Allgemeine Degradation“ stärker ist (Klassensprung von „unbefriedigend“ auf „schlecht“) als auf die Saprobie (kein Klassensprung). Auf den direkten Einfluss der Kläranlage weisen teilweise schwarze Steinunterseiten hin, welche zeitweise organische Belastungen bzw. geringe Sauerstoffkonzentrationen im Gewässer indizieren. Beispielsweise konnte gezeigt werden, dass *G. pulex* im Tiberbach durch die Kläranlage Dülmen einer vermutlich sublethalen Stressbelastung ausgesetzt ist.

Durch die starke Sonneneinstrahlung und die bis an den Gewässerrand intensiv genutzte landwirtschaftliche Fläche konnte im Gewässer oberhalb und unterhalb der Kläranlage eine

Algenbildung beobachtet werden. Diese kann die Lebensgemeinschaft eines Gewässers durch stark schwankende Sauerstoffgehalte und erhöhte Zersetzungsprozesse belasten.

Die biologischen Ergebnisse nach WRRL zeigen somit, dass die Lebensgemeinschaft der bodenbewohnenden Wirbellosen (Insekten, Schnecken, Muscheln, Würmer u.a.) im Tiberbach an den beiden untersuchten Probenahmestellen von mehreren Belastungsfaktoren negativ beeinflusst werden.

Der Betrieb der neuen Pulveraktivkohlestufe mit Abscheidung der Aktivkohle in einem Flockungsfilter wird sicherlich zu einer Reduzierung der organischen und Nährstoffbelastung durch die Kläranlage führen. Damit kann aber auch ein geringer Anteil der eingesetzten Pulveraktivkohlepartikel ins Gewässer eingetragen werden und zu einer unspezifischen Stressreaktion führen, wie im Laborversuch mit der Dreikantmuschel nachgewiesen wurde. Im Zelltoxizitätstest wurde in einem Konzentrationsbereich höher 0,35 mg Pulveraktivkohle/L sogar eine akut toxische Reaktion für Dreikantmuscheln nachgewiesen. Der genaue Mechanismus zu dieser toxischen Reaktion ist noch zu klären. Toxizitätstests mit Daphnien und mit *C. elegans* zeigten, dass diese Organismen gar nicht oder erst bei sehr hohen Konzentrationen an Pulveraktivkohle mit den untersuchten Effekten reagieren.

Nach Inbetriebnahme der Pulveraktivkohlestufe sollten in einem nächsten Schritt die Freilanduntersuchungen sowie die Toxizitätstests von mit Spurenstoffen beladener Pulveraktivkohle wiederholt werden, da einige Organismen offensichtlich Pulveraktivkohle aufnehmen und somit auch den daran gebundenen Schadstoffen ausgesetzt wären.

10.3 Ausgangspunkt – Wahrnehmung des Themas, Konsum- und Entsorgungsverhalten

Zu Beginn des Projektes wurden in 2013 repräsentative Haushaltsbefragungen in den Städten Dülmen und dem statistisch vergleichbaren Soest durchgeführt, um verschiedene Kenntnisse und Standpunkte der Bürger im Zusammenhang mit dem Thema Arzneistoffe im Wasser als Ausgangspunkt für die Sensibilisierungsaktivitäten zu ermitteln. Auch wurden Sichtweisen und Einstellungen der Akteure der medizinischen Versorgung zu diesem Zweck erfasst.

Diese Haushaltsbefragungen ergaben in den beiden Städten weitgehend ähnliche Ergebnisse im Hinblick auf die Wertschätzung von Gewässern, die Einnahme von Medikamenten, das Entsorgungsverhalten und die Beratungszufriedenheit mit Ärzten und Apothekern.

Die Befragungsergebnisse zeigten, dass die Bürger den Gewässern der Region mitsamt ihrer biologischen Vielfalt einen hohen Vermächtniswert für zukünftige Generationen beimessen (96% der Befragten in Dülmen). Obgleich ein hoher Anteil der befragten Haushalte (65%) von der generellen Gewässerbelastung durch Medikamentenreste gehört hatte, war der Anteil derjenigen deutlich geringer (18%), die Wissen über eine entsprechende Belastung auch der Lippe und ihrer Nebenflüsse hatten.

Laut der Haushaltsbefragung nutzen rund drei Viertel der Haushalte einen der korrekten Entsorgungswege für Alt- bzw. nicht mehr benötigte Medikamente. Etwa ein Viertel der Befragten entsorgten zumindest gelegentlich Medikamentenreste über das Abwasser. Bei denjenigen, die in der Apotheke bereits einmal über korrekte Entsorgung informiert wurden, war der Anteil derjenigen deutlich geringer, die falsch entsorgen.

Zwar wurden Schmerzmittel, von denen ein großer Teil selbstverordnet ist, von der Mehrheit der Befragten als die am meisten verbrauchten Medikamente erwähnt (80% der befragten Haushalte). Gleichzeitig wurden leichte Erkrankungen nur selten mit Medikamenten behandelt. Auch nicht-

medikamentöse Behandlungsalternativen werden bereits von einem Teil der Befragten pro-aktiv beim Arzt nachgefragt, wobei ebenfalls die Mehrzahl der Ärzte und Apotheker (53%) von sich aus die Patienten über solche Behandlungsalternativen informiert.

Die Bürger fühlen sich gut bzw. sehr gut von ihrem Arzt und Apotheker beraten, halten es jedoch in der Mehrheit (87%) für durchaus wünschenswert, wenn Apotheker die Kunden auf die korrekte Entsorgung von Medikamenten ansprechen.

46,5% der Befragten erachten Nachrüstungen der Kläranlagen als Handlungsoptionen zur Reduzierung der Gewässerbelastung durch Arzneistoffe als „sehr wichtig“. Ein deutlich größerer Teil (83,9%) sieht die Änderung des Konsum- und Entsorgungsverhaltens als „sehr wichtig“ an.

Die Ergebnisse lassen auf eine Offenheit der Bürger für eine Sensibilisierung schließen, die Medikamenteneinträge durch eine Verhaltensänderung zu reduzieren. Dabei ist das große Vertrauen in die medizinischen Akteure förderlich. Diese sind maßgebliche Partner im Hinblick auf die Information und Beratung von Patienten zum Konsum- und Entsorgungsverhalten. Die Mehrheit von ihnen war bereit, die Sensibilisierungsaktivitäten für eine Änderung des Konsum- und Entsorgungsverhaltens der Kunden bzw. Patienten zu unterstützen, und sogar das Thema Umweltverträglichkeit von Medikamenten bei Vorlage von entsprechenden Informationen (z.B. Klassifikation der Umweltwirkungen) beim Kunden- bzw. Patientenkontakt aufzugreifen.

Zusammenfassend bedeutet dies für die Sensibilisierungskampagne eine Bestätigung der Annahme, dass den Ärzten und Apothekern eine zentrale Rolle bei der Vermittlung von Informationen zukommt und bei ihnen eine hohe Bereitschaft besteht, umweltfreundliche Medikationsalternativen zukünftig stärker in Betracht zu ziehen. Die Befragungsergebnisse zeigen, dass sowohl bei den medizinischen Akteuren als auch bei Kunden und Patienten eine unterschiedlich ausgeprägte Wahrnehmung besteht, welche praktische Bedeutung umweltfreundliche Medikamente und nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen bereits heute in der Patientenkommunikation haben. Hier bestehen noch erhebliche Potenziale, die aber nicht zuletzt auch davon bestimmt werden, welcher Raum dem Patienten- und Beratungsgespräch im Gesundheitswesen prinzipiell zur Verfügung steht.

10.4 Sensibilisierungsaktivitäten und Kommunikationsinstrumente

Ein Hauptziel des Projektes war es, das Bewusstsein von Bevölkerung und medizinischen Akteuren über das Thema Arzneistoffe im Wasserkreislauf zu stärken sowie sie für eine Reduzierung von Arzneimittelrückständen in Abwasser und Gewässer durch eine Änderung des eigenen Verhaltens zu sensibilisieren. Dafür wurden viele Sensibilisierungsaktivitäten entwickelt und mit verschiedenen Kommunikationsinstrumenten durchgeführt.

Insgesamt konnte das Thema den Zielgruppen gut vermittelt und in der Stadt Dülmen wirksam verankert werden.

Die Erfahrungen in DSADS zeigen, dass eine Aktivierung von Schlüsselakteuren (wie Ärzte, Apotheker, Lehrkräfte) für diesen Zweck möglich ist. Die Einbindung von Stadtspitze und Vertretern der Stadtverwaltung ist dabei positiv zu bewerten.

Auch bei den Schulen konnte Interesse für das Projekt geweckt und die meisten für die Unterstützung der Projektaktivitäten aktiviert werden. Alle beteiligten Schüler und Pädagogen waren mit vollem Einsatz dabei und von Ihrem Tun überzeugt.

Von den Sensibilisierungsaktivitäten erwiesen sich Informationsstände auf Marktplätzen als eine gute Möglichkeit, um mit einem angemessenen Aufwand die Bevölkerung direkt anzusprechen und zu informieren. Ebenso zeigten Informationsveranstaltungen mit Führungen über die Kläranlage ein hohes Potenzial für die Sensibilisierung von Bürgern im Allgemeinen aber auch von Schülern über das Thema. Mit großen publikumswirksamen Veranstaltungen können zwar zahlreiche Menschen erreicht und informiert werden, aufgrund des Aufwands ist es jedoch sinnvoll, entsprechende Informationsaktivitäten an bereits etablierte Veranstaltungen anzudocken.

Sehr effektiv für die Erreichung der Ziele war die Einbindung von medizinischen Akteuren wie Ärzten und Apothekern, die zur aktiven Übernahme der Sensibilisierungsrolle gewonnen werden konnten. Es hat sich vor allem als zielführend erwiesen, ihnen keine fertigen Lösungsvorschläge vorzulegen. Sie sollten vielmehr die für sie möglichen Handlungsoptionen selbst formulieren. In diesem Zusammenhang waren Fortbildungsseminare wichtig, weil das Thema vielen medizinischen Akteuren überhaupt nicht oder nur wenig bekannt war. Diese Seminare sollten zusammen mit den zuständigen Kammern der Ärzte und Apotheker als Trägern der berufsständischen Selbstverwaltung veranstaltet, zertifiziert und mit Fortbildungspunkten ausgestattet werden.

Mit einfachen Aktionen von diesen medizinischen Akteuren (wie die Aktion „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“ der Apotheken zur Sammlung von Altmedikamenten sowie die Ärzteaktion „Ein Flyer zum Rezept“ zur Beratung der Patienten über einen wasserschonenden Umgang mit Medikamenten) konnten Patienten sehr wirksam informiert und sensibilisiert werden. Der Aufwand für Konzeption und Durchführung besteht insbesondere darin, die Akteure anzusprechen und für die Zusammenarbeit zu aktivieren. Dieser Aufwand kann reduziert werden, wenn die Ansprache über ihre zuständigen Berufskammern geschieht. Ferner kann der Aufwand für die Sammlung von Altmedikamenten reduziert werden, wenn auf bestehende Strukturen zurückgegriffen werden kann (z.B. Verwendung vorhandener Restmülltonnen der Apotheken und Entleerung der Tonnen durch den örtlichen Entsorgungsbetrieb).

Es hat sich als zielführend erwiesen, Schüler als Multiplikatoren für die Sensibilisierung innerhalb und außerhalb der Schulmauern einzubinden. Neben dem Vorteil, die Sensibilisierung bereits in frühen Jahren anzusetzen, können auch die Schulen davon durch eine attraktive Gestaltung des Unterrichts profitieren. Für eine optimale Ausnutzung des Potenzials für die Sensibilisierung sollte das Thema im Curriculum der Schulen sowie in der Ausbildung und Weiterbildung von medizinischen Akteuren verankert werden. Für das Aufgreifen des Themas in den Schulen liegt nun eine Vielzahl an Unterrichtsmaterialien auf dem Bildungsportal <http://spurenstoffe.e glv.de/vor>, das interessierte Lehrkräfte dabei unterstützt, unterrichtserprobte Materialien in verschiedenen Schulfächern einsetzen zu können.

Klassische Kommunikationsmedien, wie beispielsweise lokale Zeitungen, lokales Radio und das Regionalfernsehen waren für eine effektive Verbreitung der Botschaften und Werbemaßnahmen für Sensibilisierungskampagnen wirksam. Insbesondere einfache, aber professionell gestaltete Poster und Plakate in Apotheken, Arztpraxen und Kliniken, die sich deutlich von den üblicherweise dort vorhandenen Informationsmaterialien abheben, haben sich als wichtige Kommunikationsinstrumente für die Patienten erwiesen. Das gleiche gilt für Flyer und Broschüren zum Thema als Beilage in öffentlichen Informationsblättern wie Müllkalender und Lokalzeitungen. Für zukünftige Projekte ist die zusätzliche Einbindung einer Social Media Kampagne zu empfehlen.

Viele Aktivitäten im Rahmen von DSADS sind mit vergleichsweise geringen finanziellen Mitteln auch in anderen Städten durchführbar (wie Fachgespräche bzw. Fortbildungsmaßnahmen für Ärzte und

Apotheker, Projekte an Schulen, usw.). Die Unterstützung von relevanten Akteuren ist essentiell für die Umsetzung von vielen wirksamen Aktivitäten. Eine vorherige Stakeholder-Analyse ist daher sinnvoll, um diese Akteure zu ermitteln und ihre Beteiligung am Prozess zu organisieren. Diese Analyse kann auch dazu dienen, bestehende Aktivitäten zu identifizieren, an die Sensibilisierungskampagnen kosten- und ressourceneffizient angedockt werden können.

10.5 Evaluation der Sensibilisierung

Während die repräsentativen Haushaltsbefragungen in Dülmen und Soest in 2013 weitgehend ähnliche Ergebnisse im aufwies, zeigten die Wiederholungsbefragungen etwa anderthalb Jahre später in 2014 neben einigen weiterhin homogenen Resultaten auch wichtigen Differenzierungen im Antwortverhalten, die eindeutig auf die Sensibilisierungskampagne zurückzuführen sind:

Die Dülmener wussten 2014 deutlich häufiger um die Belastung des Wassers durch Medikamentenreste als die Bevölkerung von Soest. Für die Einschätzung der Wirkung der Sensibilisierungskampagne ist das richtige und falsche Entsorgungsverhalten der zentrale Indikator. Auch hier zeigten sich 2014 erhebliche Unterschiede zwischen Dülmen und Soest. Insgesamt konnten in Dülmen mit den Sensibilisierungskampagnen Impulse für eine Verbesserung der korrekten Medikamentenentsorgung zur Reduzierung von Medikamenteneinträgen ins Abwasser gegeben werden. In Soest entsorgten relativ unverändert rund ein Viertel der Befragten Reste flüssiger Medikamente zumindest gelegentlich (falsch) über Toilette oder Spüle, in Dülmen waren dies nach der Kampagne „lediglich“ 18,1%, also 5,8% weniger als 2013.

Auch für die Einnahme von Medikamenten bzw. die Verwendung von schmerzstillenden Salben und Gels konnte eine Veränderung ermittelt werden. Der Anteil der Haushalte, in denen Schmerzmittel verwendet worden sind, hat sich in Dülmen verringert, nicht so hingegen in Soest.

Die Sensibilisierungskampagne hat in Dülmen offenkundig bei der Bevölkerung Spuren hinterlassen. Den Haushalten konnte anschaulich vermittelt werden, dass menschliche Verhaltensveränderungen zu einer Reduzierung der Medikamentenbelastung der Gewässer beitragen. 33,6% der Befragten haben ihr Entsorgungsverhalten bei Altmedikamenten und 16,4% haben ihr Medikamentenkonsumverhalten verändert. Hierzu hat beigetragen, dass das Thema nicht mit erhobenem Zeigefinger transportiert worden ist, sondern in einer sachlichen Darstellung. So stoßen auch technische Nachrüstungen von Kläranlagen nicht auf Ablehnung; ein großer Teil der Haushalte wäre bereit, hierfür eine Steigerung der Abwassergebühr zu akzeptieren. Letztlich konnten somit die Akzeptanzperspektiven für beide Ansatzpunkte verbessert werden: für Verhaltensänderungen der Bevölkerung und für technische Nachrüstungen von Kläranlagen.

Dass das Wissen um das Thema Arzneistoffe im Wasserkreislauf erfolgreich transportiert werden konnte, ist auch auf die Einbeziehung der medizinischen Akteure und der lokalen Medien zurückzuführen.

Die Vergleichsbefragung (Soest und Dülmen; 2013 und 2014) konnte differenziert die von der Sensibilisierungskampagne ausgehenden Veränderungseffekte dokumentieren und hat sich als Evaluationsinstrument methodisch bewährt. Um auch die mittel- bis langfristigen Effekte der Sensibilisierung mit diesem Instrument bewerten zu können, sind weitere Befragungen mit einigem zeitlichen Abstand erforderlich.

10.6 Sensibilisierungspotenzial zur Reduzierung von Medikamenteneinträgen

Eine Evaluation der Sensibilisierungseffekte war mittels der im Projekt durchgeführten Messungen von Wirkstoffen im Abwasser nicht möglich.

Das im Projekt eingeführte Bayes'sche Netze Modell stellt ein Instrument dar, um die Entwicklung von Sensibilisierungsmaßnahmen zur Reduzierung des Eintrags von Arzneistoffen in die Gewässer zu unterstützen. Für einen wirkungsvollen Einsatz von Ressourcen kann damit das Potenzial, das von verschiedenen Maßnahmenbereichen in einer mittel- bis langfristigen Perspektive entfaltet wird, evaluiert werden. Bei Vorlage von belastbaren Daten kann damit ebenfalls die Wirkung von einzelnen Sensibilisierungsaktivitäten fundiert ermittelt werden.

Bei den implementierten Sensibilisierungsmaßnahmen in Dülmen wurde insbesondere das Potenzial einer korrekten Entsorgung von Medikamentenresten und Altmedikamenten sowie den Einsatz von nicht-medikamentösen Behandlungsalternativen analysiert, um die Konzentrationen von drei ausgewählten Wirkstoffen im Gewässer (hier berechnet als PEC) zu reduzieren.

Basierend auf der Datengrundlage des Projektes haben in Dülmen perspektivisch Formen der nicht-medikamentöse Behandlung (Prävention, Bewegung, Sport, Gespräch über Lebensstilveränderung) mit einer PEC-Reduktion von 8-10% das vielversprechendere Potential.

In Dülmen werden – im Vergleich zu Gesamt-Deutschland - bereits jetzt Tabletten und Salben weitgehend richtig entsorgt. Deshalb gibt es ein geringeres PEC-Reduktionspotential in diesem Bereich. Beachtet man allerdings, dass die Fehlentsorgung – laut Befragung – stärker von den Jungen praktiziert wird, besteht die Gefahr, dass die Fehlentsorgung in Zukunft zunimmt. Eine solche Zunahme eines falschen Entsorgungsverhaltens könnte im Extremfall zu einer Zunahme der Umweltkonzentration von bis zu 45% (Diclofenac) führen. Eine Erhaltung des aktuellen Entsorgungsverhaltens der Bevölkerung auch durch kommunikative Maßnahmen, ist somit weiterhin geboten.

Sollen verallgemeinernde Schlüsse gezogen werden, müssen die bundesweiten Fehlentsorgungswerte angenommen werden (vgl. Walz et Götz 2014) Hier hätte eine Verbesserungen des Entsorgungsverhaltens ein größeres Potenzial für eine PEC-Reduktion von 7% (Metformin), 22% (Diclofenac) und 37% (Metoprolol). Entsprechende Maßnahmen sind daher weiterhin sinnvoll: In Dülmen zur Erhaltung des gegenwärtigen positiven Entsorgungsverhaltens, bundesweit zur Erreichung eines geringeren Grades von Fehlentsorgung.

Zwar wurde auch die Wirkung einer Reduzierung des OTC-Verbrauchs basierend auf den erfassten Randbedingungen in Dülmen mit einem hohem Potenzial zur PEC-Reduktion abgeschätzt, hierzu sind jedoch zusätzliche Daten zur Menge des OTC-Verbrauchs und zum Umgang und Informationsstand der Verbraucherinnen und Verbraucher nötig, um diese Zusammenhänge fundierter betrachten zu können. Diese Informationen sollten bei künftigen Projekten über empirische Befragungen ermittelt werden.

Es sind perspektivisch noch weitreichendere Maßnahmenoptionen zur Reduzierung der Umwelteinträge durch die entsprechenden Rahmensetzungen in der Gesundheits- und Umweltpolitik denkbar (wie Verbesserung der Gesundheitsvorsorge, Einführung von Anreizen für eine umweltfreundlichere Verschreibungs- und Beratungspraxis, usw.) Diese konnten vom Projekt DSADS mit seinem kleinräumigen Ansatz in Dülmen jedoch nicht fokussiert werden, sie besitzen gleichwohl aber zusätzliches Potenzial zur Minimierung der Gewässereinträge an der Quelle.

10.7 Absichtserklärung der Akteure zur Fortführung der Sensibilisierungsaktivitäten

Ein weiteres zentrales Ergebnis des Projektes ist, dass die relevanten Akteure für die weitere Besetzung des Themas in Dülmen mobilisiert werden konnten. Ergebnis ist die „gemeinsame Absichtserklärung zur weiteren Sensibilisierung der Bevölkerung für einen wasserschonenden Umgang mit Spurenstoffen“, die von allen relevanten Akteuren (Stadt Dülmen, Schulen in Dülmen, Apotheken in Dülmen, Arztpraxen in Dülmen, Volkshochschule Dülmen, Stadtwerke Dülmen GmbH, Stadtsportring e.V. als Koordinationsstelle der Sportvereine in Dülmen, TSG Dülmen e.V., S.V. Grün-Weiß Hausdülmen 1928 e.V., Heilig-Geist-Stiftung) unterzeichnet wurde. Denn der Abschluss von DSADS soll keinesfalls bedeuten, dass es nun mit der Aufklärung zum Thema Spurenstoffe vorbei ist. Als Mitunterzeichnende haben sich ebenfalls der Lippeverband und das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen bereit erklärt, diese Initiative weiter zu unterstützen.

11 Literatur

- Alexy, R., Sommer, A., Lange, F.T., Kümmerer, K., 2006. Local use of antibiotics and their input and fate in a small sewage treatment plant – significance of balancing and analysis on a local scale vs. nationwide scale. *Acta Hydroch. Hydrob.* 34, 587-592.
- Altenburger, R., Walter, H., Grote, M., 2004. What contributes to the combined effect of a complex mixture? *Environmental Science & Technology* 38 (23), 6353-6362.
- Bergmann, A., Fohrmann, R., Weber, F.-A., 2011. Zusammenstellung von Monitoringdaten zu Umweltkonzentrationen von Arzneimitteln. Umweltbundesamt, Texte 66/2011
- Bergmann, A.; Mälzer, H.-J.; Pinnekamp, J., 2009. Möglichkeiten zur Senkung des Anteils organischer Spurenstoffe durch zusätzliche Behandlungsstufen auf kommunalen Kläranlagen am Beispiel der Ruhr. *Gewässerschutz - Wasser - Abwasser* 217, 10/1-10/11
- BIO Intelligence Service, 2013. Study on the environmental risks of medicinal products, Final Report prepared for Executive Agency for Health and Consumers
- BLAC (Bund/Länderausschuss für Chemikaliensicherheit), 2003. Arzneimittel in der Umwelt. Auswertung der Untersuchungsergebnisse. Hamburg: Institut für Hygiene und Umwelt.
- Borgstedt S., Christ T., Reusswig F., 2010. Repräsentativumfrage zu Umweltbewusstsein und Umweltverhalten im Jahr 2010. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Förderkennzeichen 3709 17 154. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.)
- Bull, R. J.; Crook, J.; Whittaker, M.; Cotruvo, J. A., 2011. Therapeutic dose as the point of departure in assessing Potential health hazards from drugs in drinking water and recycled municipal wastewater. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 60, 1–19
- Cain J. Planning improvements in natural resources management. Guidelines for using Bayesian networks to support the planning and management of development programmes in the water sector and beyond. Wallingford, UK: Center for Ecology & Hydrology; 2001.
- Daughton, C.G., Ternes, T.A., 1999. Pharmaceuticals and personal care products in the environment: agents of subtle change? *Environ. Health Perspect.* 107, 907–938.
- Daughton, C.G., Ternes, T.A., 1999. Pharmaceuticals and personal care products in the environment: agents of subtle change? *Environ. Health Perspect.* 107, 907–938.
- DESTATIS - Statistisches Bundesamt
- DIMDI (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2014, <http://www.dimdi.de/static/de/index.html>
- EU-Kommission, 2015. Durchführungsbeschluss 2015/495 der EU-Kommission zur Erstellung einer Beobachtungsliste von Stoffen für eine unionsweite Überwachung im Bereich der Wasserpolitik gemäß der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. *Amtsblatt der Europäischen Union* L 78/40 vom 24.03.2015
- EC European Commission. Proposal for a directive of the European parliament and of the council amending directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy. COM(2011) 876 final. 2012

- European Commission, 2010. Common implementation strategy for the water framework directive (2000 / 60 / EC), Guidance document No. 25 on chemical monitoring of sediment and biota under the water framework directive. *Framework*, 82.
- European Medicines Agency. Guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use. London; 2006; Doc. Ref. EMEA/CHMP/SWP/4447/00.
- Fick, J., Lindberg, R.H., Kaj, L., Brorström-Lunden, E. 2010. Results from the Swedish National Screening Programme 2010, Subreport. 3, Pharmaceuticals. Swedish Environmental Research Institute. Heberer, T., 2002. Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicology Letters* 131 (2002) 5–17
- Gabler S., Häder S. (1997): Überlegungen zu einem Stichprobendesign für Deutschland. *ZUMA-Nachrichten* 41, 7-18
- Gälli R., Ort C., Schärer M., 2009. Mikroverunreinigungen in den Gewässern. Bewertung und Reduktion der Schadstoffbelastung aus der Siedlungsentwässerung. *Umwelt-Wissen* Nr. 0917. Bundesamt für Umwelt, Bern
- Götz K., Benzing C., Deffner J., Keil F., 2011. Handbuch Kommunikationsstrategien zur Schärfung des Umweltbewusstseins im Umgang mit Arzneimitteln. Forschungsvorhaben 37 08 61 400 des Umweltbundesamtes. ISOE-Studientexte Nr. 16, ISSN 0947-6083 Download: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/3708_61_400_arznei_bf.pdf
- Heberer, T., 2002. Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicology Letters* 131 (2002) 5–17
- Hui X, Hewitt PG, Poblete N, Maibach HI, Shainhouse JZ, Wester RC., 1998. In vivo bioavailability and metabolism of topical diclofenac lotion in human volunteers. *Pharm Res.* 15(10):1589-95.
- Huschek G, Kregel D, Maurer HH. Mengenermittlung und Systematisierung von Arzneimittelwirkstoffen im Rahmen der Umweltprüfung von Human- und Tierarzneimitteln gemäß § 28 AMG. Umweltbundesamt, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – Chemikaliensicherheit, Umweltprüfung 2003.
- IKSR, 2010. Auswertungsbericht Humanarzneimittel. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) (Hrsg.). Bericht Nr. 181
- IKSR, 2010a. Strategie Mikroverunreinigungen - Strategie für die Siedlungs- und Industrieabwässer. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) (Hrsg.). Bericht Nr. 181
- ISOE (Hrsg.), 2008. Humanarzneimittelstoffe: Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung von Gewässerbelastungen. Eine Handreichung für die Praxis. Frankfurt/M.: Institut für sozialökologische Forschung (ISOE).
- Jekel, M.; Dott, W., 2013. Leitfaden - Polare organische Spurenstoffe als Indikatoren im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf. Ergebnisse des Querschnittsthemas „Indikatorsubstanzen“ im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahmen RiSKWa. *gwf-Wasser /Abwasser*, Dez. 2013, 1334-1346
- Joss, A., Siegrist, H., Ternes, T.A., 2008. Are we about to upgrade wastewater treatment for removing organic micropollutants? *Water Science and Technology* 57 (2), 251-255.
- Kallaos J., Wheeler K., Wong C., Zahller M. (2007): Pharmaceuticals in Wastewater Streams - Disposal Practices and Policy Options in Santa Barbara. A Master's Project for the Donald Bren School of

- Environmental Science and Management. Download:
<http://www.bren.ucsb.edu/research/documents/PharmaceuticalsFinalReport.pdf>
- Keil F., 2009. Humanarzneimittelwirkstoffe: Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung von Gewässerbelastungen. *Gewässerschutz - Wasser - Abwasser* 217, 7/1-7/15
- Kidd K.A., Blanchfield P.J., Mills K.H., Palace V.P., Evans R.E., Lazorchak J.M. and R.W. Flick, 2007. Collapse of a fish population after exposure to synthetic oestrogen. *Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS*, May 22, 2007, Vol. 104, No. 21, pp. 8897-8901
- Koenig W., Jagemann P., Hurck R, Nafu I. Frehmann T. (2007): Organische Spurenstoffe – Ein zentrales Bewirtschaftungsthema. Tagungsband zur 40. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft vom 14.-16.03.2007, Aachen, Band 207, S. 12/1 -12/15
- Kümmerer K, Henninger A., 2003. Promoting resistance by the emission of antibiotics from hospitals and households into effluent. *Clin Microbiol Infec*;9(12):1203–14.
- Kümmerer, K. (ed.), 2008. *Pharmaceuticals in the Environment. Sources. Fate, Effects and Risk.* 3rd edition, Springer Publisher, Berlin Heidelberg New York.
- Kümmerer, K., 2001. Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources - a review. *Chemosphere*, 45(6-7), 957-969.
- Kümmerer, K., 2010. Pharmaceuticals in the environment. *Annual Review of Environment and Resources* 35, 57-75.
- Langford KH, Thomas KV, 2009. Determination of pharmaceutical compounds in hospital effluents and their contribution to wastewater treatment works. *Environment International*;35(5):766–70.
- LANUV NRW, 2007. Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt - Literaturstudie. In: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein Westfalen (MUNLV NRW), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen (LANUV NRW)
- LAWA, 1998. Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland – Chemische Gewässergüteklassifikation. Technischer Report, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser.
- Le Corre KS, Ort C, Kateley D, Allen B, Escher BI, Keller J., 2012. Consumption-based approach for assessing the contribution of hospitals towards the load of pharmaceutical residues in municipal wastewater. *Environment International*;45:99–111.
- Lenz, K., Mahnik, S.N., Weissenbacher, N., Mader, R.M., Krenn, P., Hann, S., Koellensperger, G., Uhl, M., Knasmüller, S., Ferk, F., Bursch, W., Fuerhacker, M., 2007. Monitoring, removal and risk assessment of cytostatic drugs in hospital wastewater. *Water Sci. & Technol.*, 56 (12), 141-149
- Lienert, J., Bürki, T., Escher, B.I., 2007. Reducing micropollutants with source control: Substance flow analysis of 212 pharmaceuticals in faeces and urine. *Water Sci. Technol.* 55 (5), 87–96.
- Lienert, J., Bürki, T., Escher, B.I., 2007. Reducing micropollutants with source control: substance flow analysis of 212 pharmaceuticals in faeces and urine. *Water Sci. Technol.* 55 (5), 87–96.

- Marcot B, Steventon J, Sutherland G, McCann R, 2006. Guidelines for developing and updating Bayesian belief networks applied to ecological modeling and conservation. *Canadian Journal of Forest Resources* 2006; 36: 3064–3074.
- Marcot B, 2012. Metrics for evaluating performance and uncertainty of Bayesian network models. *Ecol Model* 2012; 230: 50–62.
- Margot J, Kienle C, Magnet A, Weil M, Rossi L, de Alencastro LF, Abegglen C, Thonney D, Chevre N, Schaerer M, Barry DA, 2013. Treatment of micropollutants in municipal wastewater: ozone or powdered activated carbon? *Sci Total Environ* 2013; 461–462: 480–498.
- Melikian C, White TJ, Vanderplas A, Dezii CM, Chang E, 2002. Adherence to oral antidiabetic therapy in a managed care organization: a comparison of monotherapy, combination therapy, and fixed-dose combination therapy. *Clinical Therapeutics* 2002; 24: 460–467.
- Neugebauer B, 2004. Die Erfassung von Umweltbewusstsein und Umweltverhalten, ZUMA-Methodenbericht Nr. 2004/07, Mannheim, http://www.gesis.org/fileadmin/upload/forschung/publikationen/gesis_reihen/gesis_methodenberichte/2004/0407_Neugebauer.pdf
- Norsys Software Corp. Netica Version 5.12. www.norsys.com (11.3.2014).
- Oaks, J.L., Gilbert, M., Virani, M., Watson, R.T., Meteyer, C.U., Rideout, B.A., Shivaprasad, H.L., Ahmed, S., Chaudry, M.J.I., Khan, A.A., 2004. Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan. *Nature* 427, 630-633.
- Ort C., Siegrist H., Hosbach H., Morf L., Scheringer M., Studer C., 2007. Mikroverunreinigungen – Nationales Stoffflussmodell. *Gas, Wasser, Abwasser*. 11: p. 853–859.
- Ort, C., Lawrence, M.G., Reungoat, J., Eaglesham, G., Carter, S., Keller, J., 2010. Determining the fraction of pharmaceutical residues in wastewater originating from a hospital. *Water Research* 44 (2), 605-615.
- Pinnekamp, J., Beier, S., Cramer, C., Schröder, H. Fr., Mauer, C., Selke, D., 2009. Eliminierung von Spurenstoffen aus Krankenhausabwässern mit Membrantechnik und weitergehenden Behandlungsverfahren – Pilotprojekt Kreiskrankenhaus Waldbröl (Abschlussbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Förderkennzeichen IV – 9 – 042 1B4 0020).
- Rote Liste, 2013. Arzneimittelverzeichnis für Deutschland (einschließlich EU-Zulassungen und bestimmter Medizinprodukte). Rote Liste Service GmbH
- Scheurer M, Michel A, Brauch H-J, Ruck W, Sacher F, 2012. Occurrence and fate of the antidiabetic drug metformin and its metabolite guanylurea in the environment and during drinking water treatment. *Water Res* 2012; 46: 4790–4802.
- Schuster A, Hädrich C, Kümmerer K., 2008. Flows of Active Pharmaceutical Ingredients Originating from Health Care Practices on a Local, Regional, and Nationwide Level in Germany—Is Hospital Effluent Treatment an Effective Approach for Risk Reduction? *Water Air Soil Pollut: Focus*;8(5-6):457–71.
- Schwabe U, Pfaffrath D. *Arzneiverordnungs-Report 2012*. Berlin/Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2012.

- Schwabe, U. und Paffrath, D., 2013. Arzneiverordnungs-Report 2012. Aktuelle Daten, Kosten, Trends und Kommentare. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schwaiger, J.; Ferling, H.; Mallow, U.; Wintermayr, H.; Negele, R. D. (2004): Toxic effects of the non-steroidal anti-inflammatory drug diclofenac. Part I: histopathological alterations and bio-accumulation in rainbow trout. *Aquatic Toxicology* 68, 141-150.
- Schwartz, T., Kohnen, W., 2007. Antibiotikaresistenzen in Abwasser: Nachweis und Vermeidung der Verbreitung. *GWf Wasser, Abwasser*, 148, Nr.12, 886-891
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen), 2007. Arzneimittel in der Umwelt. Aktuelle Stellungnahme.
- Steger-Hartmann, T., Kümmerer, K., Hartmann, A., 1997. Biological degradation of cyclophosphamide and its occurrence in sewage water. *Ecotox. Environ. Safety* 36, 174–179.
- Stemplewski J., Pfeiffer E., Nafu I., Liesenfeld J., Müller R., Stachowiak J., 2014. Herausforderung Spurenstoffe im Wasser. Empirische Befunde zum Umgang mit Medikamenten. In: *Korrespondenz Abwasser Abfall*. 61. Jahrgang. Nr. 10. S. 886-893.
- Ternes, T.A., Joss, A., 2006. Human Pharmaceuticals, Hormones and Fragrances. The Challenge of Micropollutants in Urban Water Management, IWA Publishing
- Turekian KK, Wedepohl KH, 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth crust. *Geological Society of America. Bulletin*, 72(2), 175-191.
- UBA, 2010. Handlungsmöglichkeiten zur Minderung des Eintrags von Humanarzneimitteln und ihren Rückständen in das Roh- und Trinkwasser. Statusbeschreibung und Empfehlungen aus einem Fachgespräch, das Umweltbundesamt (UBA) und Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) am 21./22. Januar 2010 in Berlin auf Anregung des Bundesministeriums für Gesundheit (Ref 324)
- UBA, 2015. Liste nach GOW bewerteten Stoffe.
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste_der_nach_gow_bewerteten_stoffe_0.pdf
- Walz A, Götz K, 2014. Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf. *ISOE-Materialien Soziale Ökologie* 2014; 36. Frankfurt am Main.
- www.Fass.se. Läkemedelsindustriföreningens Service AB, LIF. Fass-verksamheten.
<http://www.fass.se/LIF/startpage>

12 Liste der Vorträge, Veröffentlichungen und Pressemitteilungen

Vorträge

- Nafo I. (2015): Optionen zur Verminderung der Einträge von Mikroschadstoffen an der Quelle. Fachtagung Mikroschadstoffe aus Abwasseranlagen in Rheinland-Pfalz. 25. November 2015, Kaiserslautern
- Nafo I. (2015): Projekt noPILLS / DSADS Zu Medikamentenrückständen im Wasserkreislauf. KGNV 20.08.2015
- Nafo I., Stuhr K. (2015): Influencing stakeholder's behaviour regarding pharmaceutical substances in the environment - Outcomes of the noPILLS case study in Dülmen. Final conference of the EU Interreg IV B project *noPILLS*
- Stemplewski J., Nafo I. (2015): Mikroschadstoffe – Maßnahmen zur Vermeidung an der Quelle. 48. Essener Tagung am 17.04.2015 in Aachen
- Nafo I. (2015): Einträge von Spurenstoffen an der Quelle vermindern: Das noPills-Projekt. BDEW-Jahrestagung am 29.04.2015 in Hamburg
- Nafo I. (2015): DSADS – Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen - Sensibilisierung von Bevölkerung und medizinischen Akteuren zu Arzneirückstände im Wasser. BWK-Landeskongress, 23.04.2015, Schwerte
- Stemplewski J. (2015): Arzneimittel im Wasserkreislauf - neue Herausforderungen für die Wasserwirtschaft. Workshop bei der Kassenärztlichen Vereinigung Westfalen-Lippe am 26. Februar 2015 in Dortmund
- Nafo I. (2014): noPILLS / DSADS Sensibilisierung von Bevölkerung und medizinischen Akteuren zum Thema Arzneimittelrückstände im Wasser. 2. Workshop Arzneimittelwirkstoffe in Gewässern am 20. November 2014 im Umweltministerium in Stuttgart
- Nafo I., Pfeiffer E., Stemplewski J. (2014): noPILLS/DSADS - Sensibilisierung von Bevölkerung und medizinischen Akteuren zum Thema Arzneimittelrückstände im Wasser. 32. Bochumer Workshop Siedlungswasserwirtschaft, 18. September 2014
- Stemplewski J., Nafo I. (2014): Den Spurenstoffen auf der Spur. 23. Osnabrücker Fachtagung am 02.04.2014 in Osnabrück
- Nafo I. (2014): Aktivitäten von EG/LV zum Thema Spurenstoffe. 9. Sitzung des VKU-Arbeitskreises Umwelt am 27. März 2014 in Berlin

Veröffentlichungen

- Emschergenossenschaft (2015, ed.): noPILLS final report. http://www.no-pills.eu/conference/BS_NoPills_Final%20Report_long_EN.pdf
- Nafo I., Pfeiffer E. (2015): Optionen zur Verminderung der Einträge von Mikroschadstoffen an der Quelle. Schriftenreihe Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft der TU Kaiserslautern, Band 39, S. 108-124
- Stemplewski J., Pfeiffer E., Nafo I. (2015): Mikroschadstoffe – Maßnahmen zur Vermeidung an der Quelle. In GWA - Gewässerschutz, Wasser & Abwasser, Ges. z. Förderung d. Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen e.V., Band 236, S. 11/1-11/10
- Stemplewski J., Pfeiffer E., Nafo E., Liesenfeld J., Müller R., Stachowiak J. (2014): Herausforderung Spurenstoffe im Wasser. Empirische Befunde zum Umgang mit Medikamenten. In: Korrespondenz Abwasser Abfall. 61. Jahrgang. Nr. 10. S. 886-893.

Nafo I., Pfeiffer E., Stemplewski J. (2014): noPILLS/DSADS - Sensibilisierung von Bevölkerung und medizinischen Akteuren zum Thema Arzneimittelrückstände im Wasser. In: Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft SIWAWI der Gesellschaft zur Förderung des Lehrstuhls für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik an der Ruhr-Universität Bochum e. V., Band 67

Nafo I. (2013): Projekt „Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen - DSADS“. Artikel in *Abwasserreport* der Kommunal Agentur NRW GmbH, Ausgabe 3/2013, S. 4-6

Stemplewski J., Nafo E. (2013): Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen – DSADS. *Klar!* des DWA-Landesverbandes NRW, Ausgabe 27/2013, S. 20-22

Broschüre, Buch, Banner, Flyer, Werbematerial

Unterwegs mit den Flusspiraten – Den Spurenstoffen auf der Spur, Minibuch Heft 13, in 8 Sprachen

Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen, Broschüre, 20 Seiten

Keine Medikamentenreste ins Abwasser! Wie Sie als medizinische Akteure dazu beitragen können, Broschüre, 19 Seiten

Neben der Spur – Ein Dülmen-Thriller, Buch 107, Seiten

DSADS Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen, 7 Banner

- Befragung der Dülmenerinnen und Dülmener
- Medikamentenverbrauch und Stoffkonzentrationen
- Neue Klärtechniken für die Abwasserreinigung
- DSADS in den Schulen, Banner
- Das Engagement der Akteure in Dülmen,
- Wie geht es weiter?

Arzneistoffe im Wasserkreislauf, Flyer, 3 Seiten aufklappbar

Stofftasche, Luftballon, Einkauf-Chips, Fruchtgummis mit Aufschrift *ALLES KLAR. Damit unser Wasser ohne Nebenwirkungen bleibt*

Pressemitteilungen und -berichte

- Siehe auch www.dsads.de/news und www.no-pills.eu/?page_id=19&lang=de
- Über 30 Presseberichte in Zeitungen und Internet

19.10.2015 DSADS-Abschlussergebnisse auf Postern erschienen

02.09.2015 Wissensportal freigeschaltet: Den Spurenstoffen auf der Spur

01.09.2015 DSADS in der ARD-Sendung "W wie Wissen" am 22.08.2015

19.08.2015 Zweiter Dülmener Wasserlauf ein voller Erfolg

19.08.2015 Absichtserklärung für Dülmen auf der DSADS Abschlussveranstaltung unterzeichnet

11.08.2015 DSADS feiert am 14. August 2015 seine Abschlussveranstaltung in Dülmen

23.07.2015 2. Dülmener Wasserlauf findet statt

22.07.2015 Spurenstoff-Krimi im Buchhandel erhältlich

13.04.2015 Aktion „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“ wird wiederholt

06.03.2015 Abschlussveranstaltung des DSADS-Schulprojekts

02.03.2015 Großes Kino gegen Pillen im Wasser

- 28.01.2015 Dülmener Schüler drehen Kinospot über Medikamentenrückstände
- 28.01.2015 Schüler schreiben einen Krimi über Spurenstoffe
- 15.01.2015 Kassenärztliche Vereinigung Westfalen-Lippe veranstaltet Workshop zum Thema Arzneimittel im Wasser
- 15.01.2015 Ärzte-Aktion in Dülmen: das Fachmagazin der kassenärztlichen Vereinigung Westfalen-Lippe informiert
- 12.12.2014 Ärzte: Gewässerschutz in der Praxis
- 12.12.2014 Aktivkohlestufe auf Kläranlage Dülmen kann viel, aber nicht alles
- 03.12.2014 Ärzte informieren ihre Patienten zum bewussten Umgang mit Arzneimitteln
- 04.11.2014 Dülmener werden erneut zum Gewässerschutz befragt
- 21.10.2014 Arzneimittel-Spuren im Wasser werden Thema in der Sprechstunde
- 01.10.2014 DSADS wieder beim Bürgertreff in Dülmen
- 11.09.2014 Mit Laufschuhen den Spurenstoffen auf der Spur
- 05.08.2014 Dülmener Gymnasiastinnen legen Facharbeit zu Medikamentenrückständen im Wasser vor
- 03.07.2014 Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Ergebnisse auf dem Dülmener Wochenmarkt
- 11.06.2014 Alte Medikamente werden immer noch falsch entsorgt
- 13.05.2014 DSADS-Fortbildungsveranstaltung für Ärztinnen und Ärzte am 20. Mai 2014
- 24.04.2014 Die Flusspiraten sind den Spurenstoffen auf der Spur
- 14.04.2014 Dülmener Schülerinnen stellen ihre Facharbeit zu Spurenstoffen vor
- 07.04.2014 Newsletter "Fließend lernen" mit DSADS-Schwerpunkt erschienen
- 03.04.2014 „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“: Aktion bis zum 12. April verlängert
- 25.03.2014 Neuer Animationsfilm zum Thema "Pillen im Wasserkreislauf: Was wir dagegen tun können"
- 21.03.2014 „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“
- 29.01.2014 Dülmener Abfuhrkalender informiert über die richtige Entsorgung von Altmedikamenten
- 21.01.2014 Mitarbeiterzeitschrift informiert über DSADS-Ziele
- 07.01.2014 Dülmener Schüler sind den Spurenstoffen auf der Spur
- 04.12.2013 Dülmener Ärzte und Apotheker engagieren sich für den Gewässerschutz
- 20.11.2013 Angehende Ärztinnen und Ärzte lernen, was sie gegen Arzneimittelrückstände im Wasser tun können
- 24.10.2013 Animationsfilm zum Thema "Arzneimittelrückstände in der Umwelt"
- 18.10.2013 Weitere Führung über die Kläranlage Dülmen
- 15.10.2013 DSADS sucht das Gespräch – mit Dülmener Ärzten, Apothekern und Bürgern



23.09.2013 Kläranlagenführungen beim Lippeverband in Dülmen

07.08.2013 Lippeverband bietet Führungen über die Kläranlage Dülmen an

22.07.2013 Einladung zum Fachgespräch in Dülmen

16.07.2013 Drei Arzneimittelrückstände unter EU-Beobachtung

26.06.2013 Spurenstoffe im Tiberbach nachgewiesen

15.04.2013 Kann bewusster Umgang mit Arznei „Nebenwirkungen“ von Medikamenten im Gewässer senken?

10.04.2013 Arzneimittel-Rückstände in Gewässern

10.04.2013 Am 22. März ist "Tag des Wassers"

13 Anlagen

Anlage 1: Liste der gemessenen Parameter im Projekt DSADS

Parametergruppe	Parameter	Verfahren
Alkylphenole und -ethoxylate	4-tert-Octylphenol	Hausmethode Alkylphenole und –ethoxylate
Alkylphenole und -ethoxylate	Technisches Nonylphenol	Hausmethode Alkylphenole und –ethoxylate
Alkylphenole und -ethoxylate	4-Octylphenol	Hausmethode Alkylphenole und –ethoxylate
Alkylphenole und -ethoxylate	4-Octylphenol-1-ethoxylat	Hausmethode Alkylphenole und –ethoxylate
Alkylphenole und -ethoxylate	4-Nonylphenol-1-ethoxylat	Hausmethode Alkylphenole und –ethoxylate
Alkylphenole und -ethoxylate	4-Octylphenol-2-ethoxylat	Hausmethode Alkylphenole und –ethoxylate
Alkylphenole und -ethoxylate	4-Nonylphenol-2-ethoxylat	Hausmethode Alkylphenole und –ethoxylate
Arzneimittelwirkstoffe	Atenolol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Bezafibrat	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Carbamazepin	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Clenbuterol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Diclofenac	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Paracetamol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Ritalinsäure	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	N4-Acetyl-Sulfamethoxazol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Metoprolol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Nadolol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Propranolol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Salbutamol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Sotalol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Sulfamethoxazol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	Timolol	Hausmethode RKM
Arzneimittelwirkstoffe	2,4,6-Tribromphenol	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	2-Phenylphenol	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	5-Bromsalicylsäure	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	5-Chlorsalicylsäure	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Benzylparaben	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Bromchlorophen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Butylparaben	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Carprofen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Clofibrinsäure	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Fenoprofen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Flurbiprofen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Gemfibrocil	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Hexachlorphen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Ibuprofen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Indometazin	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Indoprofen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Ketoprofen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Methylparaben	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Naproxen	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Niclosamid	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	o-Hydroxyhippursäure	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Propylparaben	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Salicylsäure	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Tetrabromo-o-cresol	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Tolbutamid	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Tolfenamensäure	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Triclosan	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Ethylparaben	Hausmethode Arzneimittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe	Azithromycin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Cefazolin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Cefixim	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Cefotaxim	Hausmethode Antibiotika HPLC

Arzneimittelwirkstoffe	Ceftazidim	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Chlortetracyclin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Clarithromycin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Clindamycin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	dh-Erythromycin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Doxycyclin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Erythromycin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Flucloxacillin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Methicillin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Nafcillin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Oxacillin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Oxytetracyclin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	PenicillinV	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Piperacillin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Roxithromycin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Sulfadiazin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Sulfadimethoxin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Sulfamethazin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Sulfapyridin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Tetracyclin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Trimethoprim	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Vancomycin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Ampicillin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Cefalexin	Hausmethode Antibiotika HPLC
Arzneimittelwirkstoffe	Ciprofloxacin	Hausmethode Antibiotika Fluorchinolone
Arzneimittelwirkstoffe	Norfloxacin	Hausmethode Antibiotika Fluorchinolone
Arzneimittelwirkstoffe	Ofloxacin	Hausmethode Antibiotika Fluorchinolone
Chlorparaffine	Chlorparaffine	E ISO 12010
Flammschutzmittel, bromierte	BDE 28	DIN EN ISO 22032
Flammschutzmittel, bromierte	BDE 47	DIN EN ISO 22032
Flammschutzmittel, bromierte	BDE 99	DIN EN ISO 22032
Flammschutzmittel, bromierte	BDE 100	DIN EN ISO 22032
Flammschutzmittel, bromierte	BDE 153	DIN EN ISO 22032
Flammschutzmittel, bromierte	BDE 154	DIN EN ISO 22032
Flammschutzmittel, bromierte	BDE 183	DIN EN ISO 22032
Flammschutzmittel, phosphororganische	Tributylphosphat	Hausmethode FSM P-organische
Flammschutzmittel, phosphororganische	Triethylphosphat	Hausmethode FSM P-organische
Flammschutzmittel, phosphororganische	Triphenylphosphat	Hausmethode FSM P-organische
Flammschutzmittel, phosphororganische	Tripropylphosphat	Hausmethode FSM P-organische
Flammschutzmittel, phosphororganische	Tris(butoxyethyl)	Hausmethode FSM P-organische
Flammschutzmittel, phosphororganische	Tris(chlorethyl)	Hausmethode FSM P-organische
Flammschutzmittel, phosphororganische	Tris(chlorisopropyl)	Hausmethode FSM P-organische
Flammschutzmittel, phosphororganische	Tris(dichlorisopropyl)	Hausmethode FSM P-organische
Flammschutzmittel, phosphororganische	Tritolylphosphat	Hausmethode FSM P-organische
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	16a-Hydroxyestron	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	17a-Ethinylestradiol	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	17β-Estradiol	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Androstanolon	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Androsteron	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Bisphenol A	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Dehydroepiandrosteron	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Epitestosteron	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Estriol	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Estron	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Mestranol	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	β-Estradiol-17-valerat	Hausmethode Bisphenol A
Hormone und endokrin wirksame Stoffe	Testosteron	Hausmethode Bisphenol A
Komplexbildner	Beta-Alanindiessigsäure	DIN EN 16588-P 10 in Anl.
Komplexbildner	t-1,2-Dinitrilocyclohexan-N,N,N',N' - tetraessigsäure , H2O	DIN EN 16588-P 10 in Anl.

Komplexbildner	Diethylentrinitrilpentaessigsäure	DIN EN 16588-P 10 in Anl.
Komplexbildner	Ethylendinitrilo	DIN EN 16588-P 10 in Anl.
Komplexbildner	Ethylenglycol-bis(2-aminoethyl)-N,N,N',N'-tetraessigsäure	DIN EN 16588-P 10 in Anl.
Komplexbildner	Nitrilotriessigsäure	DIN EN 16588-P 10 in Anl.
Komplexbildner	1,3-Propylendinitrilotetraessigsäure	DIN EN 16588-P 10 in Anl.
Organische Einzelsubstanzen	Tetramethyldecindiol	Hausmethode TMDD
Perfluorierte Tenside	Perfluorpentansäure	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluorhexansulfonsäure	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluorheptansäure	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluoroctansäure	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluorononansäure	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluordecansäure	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluorbutansulfonsäure	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluorhexansäure	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluoroctansulfonsäure-	DIN 38407-F 42
Perfluorierte Tenside	Perfluoroctansulfonsäure	DIN 38407-F 42
Pflanzenschutzmittel	2,6-Dichlorbenzamid	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Acetamiprid	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Aclonifen	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Alachlor	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Atrazin	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Boscalid	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Bromazil	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Chlorfenvinphos	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Chloridazon	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Chlorpyrifos-ethyl	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Chlortoluron	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Cybutryn	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Desethylatrazin	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Desethylterbutylazin	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Desisopropylatrazin	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Desphenylchloridazon	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Dichlorvos	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Diuron	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Ethofumesat	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Isoproturon	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Lenacil	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Metaxyl	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Metamitron	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Metazachlor	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Methyldesphenyl	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Metolachlor	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Metribuzin	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Pendimethalin	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Quinoxifen	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Simazin	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Terbutryn	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel	Terbutylazin	E DIN 38407-F36
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	2,4,5-T	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	2,4,5-TP	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	2,4-D	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	2,4-DB	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	2,4-DP	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Bentazon	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Bromoxynil	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Clodinafop-säure	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Dinoterb	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	DNOC	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Fluazifop	DIN 38407-F 35

Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Fluroxypyr	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Haloxypop	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	loxynil	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	MCPA	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	MCPB	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Mecoprop (MCP)	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Mesortrion	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Nicosulfuron	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Quinmerac	DIN 38407-F 35
Pflanzenschutzmittel Phenoxycarbonsäuren	Sulcotrion	DIN 38407-F 35
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Acenaphthen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Anthracen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzo(b)fluoranthen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzo(ghi)perylen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzo(k)fluoranthen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Chrysen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Dibenz(ah)anthracen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Fluoranthen	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Fluoren	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Naphthalin	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Phenanthren	DIN EN ISO 17993-F 18
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Pyren	DIN EN ISO 17993-F 18
Röntgenkontrastmittel	Amidotrizoesäure	Hausmethode RKM
Röntgenkontrastmittel	Iohexol	Hausmethode RKM
Röntgenkontrastmittel	Iomeprol	Hausmethode RKM
Röntgenkontrastmittel	Iopamidol	Hausmethode RKM
Röntgenkontrastmittel	Iopromid	Hausmethode RKM
Röntgenkontrastmittel	Ioversol	Hausmethode RKM
Süßstoffe	Aspartam	Hausmethode Süßstoffe
Süßstoffe	Cyclamat	Hausmethode Süßstoffe
Süßstoffe	Neohesperidin	Hausmethode Süßstoffe
Süßstoffe	Neotam	Hausmethode Süßstoffe
Süßstoffe	Saccharin	Hausmethode Süßstoffe
Süßstoffe	Sucralose	Hausmethode Süßstoffe
Süßstoffe	Acesulfam	Hausmethode Süßstoffe

Anlage 2: Probenahmestellen für die biologischen Untersuchungen (Makrozoobenthos)



Tiberbach, RÜB Dülmen-Tiberbach uh., oh. KA Dülmen, 29.04.2013



Tiberbach, RÜB Dülmen-Tiberbach uh., oh. KA Dülmen, 29.04.2013

Anlage 3: Anhänge zu den ökotoxikologischen Voruntersuchungen

Anhang 1

Geologische Hintergrundkonzentrationen (Quelle: Turekian & Wedepohl 1961)

Metall	Geologischer Hintergrundwert (µg/g)
Cd	0,3
Co	19
Cr	90
Cu	45
Fe	47.200
Mn	850
Ni	68
Pb	20
V	130
Zn	95

Anhang 2

Bewertungsschema für Sedimente nach LAWA 1998, Konzentrationsangaben sind in mg/kg für Sedimentkorngrößen im Ton/Schluffbereich.

	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	V
	unpolluted	very low conta- mination	modest conta- mination	considerable conta- mination	increased conta- mination	high conta- mination	very high conta- mination
Cd	<0,3	<0,6	<1,2	<2,4	<4,8	<9,6	>9,6
Cr	<80	<90	<100	<200	<400	<800	>800
Cu	<20	<40	<60	<120	<240	<480	>480
Ni	<30	<40	<50	<100	<200	<400	>400
Pb	<25	<50	<100	<200	<400	<800	>800
Zn	<100	<150	<200	<400	<800	<1600	>1600

Anlage 4: Gemeinsame Absichtserklärung zur Sensibilisierung der Bevölkerung für einen wasserschonenden Umgang mit Spurenstoffen



Initiative Den Spurenstoffen auf der Spur

Gemeinsame Absichtserklärung zur Sensibilisierung der Bevölkerung für einen wasserschonenden Umgang mit Spurenstoffen



Beteiligte Akteure:

- **Stadt Dülmen**
vertreten durch Frau Lisa Stremlau,
Bürgermeisterin der Stadt Dülmen
- **Schulen in Dülmen**
vertreten durch Herrn Martin Flügel,
Leiter der Kardinal von Galen-Schule Merfeld
- **Apotheken in Dülmen**
vertreten durch Frau Jutta Reher, Bärenapotheke /
Frau Barbara Schmitt, Marktapotheke
- **Arztpraxen in Dülmen**
vertreten durch Herrn Dr. med. Martin Olbrich
- **Volkshochschule Dülmen**
vertreten durch Frau Tanja Steinhaus,
Leiterin
- **Stadtwerke Dülmen GmbH**
vertreten durch Herrn Johannes Röken,
Geschäftsführer
- **Stadtsportring Dülmen e.V.**
vertreten durch Herrn Andreas Metelski,
1. Vorsitzender
- **TSG Dülmen e.V.**
vertreten durch Herrn Stephan Gerdemann,
stellv. Abteilungsleiter Leichtathletik
- **S.V. Grün-Weiß Hausdülmen 1928 e.V.**
vertreten durch Herrn Felix Pastor,
2. Vorsitzender
- **Heilig-Geist-Stiftung**
vertreten durch Herrn Hubert Deipenbrock,
Geschäftsführer
- **LIPPEVERBAND**
vertreten durch Herrn Raimund Echterhoff,
Vorstandsmitglied für Personelle und
Soziale Services
- **Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucher-
schutz des Landes Nordrhein-Westfalen**
vertreten durch Herrn Gerhard Odenkirchen,
Abteilungsleiter Abfallwirtschaft, Bodenschutz,
Wasserwirtschaft



Initiative

Den Spurenstoffen auf der Spur

Sauberes Wasser und lebendige Gewässer sind lebenswichtige Grundlagen für uns alle. Unsere Wasserressourcen zu schützen, ist daher eine wichtige Aufgabe der Daseinsvorsorge, auch in Dülmen. Um dieses Ziel zu erreichen, gilt es, die Bevölkerung und alle relevanten Akteure für einen wasserschonenden Umgang mit Spurenstoffen – wie Medikamentenrückstände – zu sensibilisieren.

Wir, die Stadt Dülmen und die beteiligten Akteure in Dülmen, bekennen uns gemeinsam mit dem Lippeverband dazu, Verantwortung für einen nachhaltigen Schutz unserer Wasserressourcen zu übernehmen.

Mit dem Pilotprojekt „DSADS – Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen“ sind wir einen ersten großen Schritt auf dem gemeinsamen Weg gegangen. Dabei konnten wir verschiedene Aktivitäten zur Sensibilisierung der Bevölkerung in Dülmen entwickeln und erfolgreich durchführen. Diesen eingeschlagenen Weg wollen die Unterzeichner mit der Initiative

„Den Spurenstoffen auf der Spur“

fortsetzen und ausbauen. Deshalb bekennen wir uns zu einem gemeinsamen Engagement mit diesen Leitbildern:

- Wir wollen die Bedeutung des Themas Spurenstoffe im Wasserkreislauf nachhaltig besetzen und kommunizieren.
- Wir wollen mit regelmäßig wiederkehrenden Aktivitäten auf das Thema aufmerksam machen, um die Bevölkerung dauerhaft für einen wasserschonenden Umgang mit Medikamenten und anderen Spurenstoffen zu sensibilisieren.
- Wir wollen die im Rahmen des Projektes entstandenen sowie bestehenden Strukturen nutzen, um das Thema bei unseren Aktivitäten zu berücksichtigen und einzubinden.
- Wir ermöglichen eine Kultur des Dialogs und der Bürgerbeteiligung in unseren Aktivitäten zu diesem Thema, um die Identifikation und die Verbundenheit mit der Region weiterhin zu stärken.

Mit der Unterzeichnung dieser Absichtserklärung wollen wir, die Stadt Dülmen, die beteiligten Akteure in Dülmen sowie der Lippeverband, die Weichen für eine weitere nachhaltige Zusammenarbeit stellen.

Als Stadt Dülmen wollen wir die Leitbilder dieser Absichtserklärung in unseren Kommunikationsaktivitäten verankern, die Schulen bei ihren Bildungsprojekten zum Thema und die weiteren Akteure in Dülmen bei ihren Sensibilisierungsaktivitäten im Rahmen der Initiative unterstützen.

Als Ärzte in Dülmen wollen wir jährlich eine zweiwöchige Aktion „Ein Flyer zum Rezept“ zur Sensibilisierung unserer Patienten für einen wasserschonenden Umgang mit Medikamenten durchführen und regelmäßig über das Thema in unserem Ärztezirkel diskutieren.

Als Apotheken in Dülmen wollen wir jährlich eine zweiwöchige Aktion „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“ durchführen und unsere Kunden über die richtige Entsorgung von Medikamentenresten beraten.

Als Volkshochschule wollen wir die Thematik jedes Jahr im Rahmen des VHS-Programmes aufgreifen und die Bevölkerung über Vorträge oder andere Veranstaltungen auch in der Kooperation mit unseren Partnereinrichtungen sensibilisieren.

Als Sportvereine wollen wir die Laufveranstaltung „Dülmener Wasserlauf“ jährlich durchführen.

Als weitere beteiligte Akteure in Dülmen wollen wir die Leitbilder dieser Absichtserklärung in unseren Kommunikationsaktivitäten verankern und Aktivitäten von anderen Institutionen zu diesem Thema mit Plakaten und weiteren Maßnahmen unterstützen.

Als LIPPEVERBAND wollen wir die Aktivitäten der beteiligten Akteure mit fachlichen Informationen und weiteren Mitteln unterstützen.

Als Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen wollen wir die Aktivitäten der beteiligten Akteure fachlich und mit weiteren Mitteln auch weiterhin unterstützen.

Gemeinsame Absichtserklärung zur Sensibilisierung der Bevölkerung für einen wasserschonenden Umgang mit Spurenstoffen

Lisa Stremblau
 Stadt Dülmen


Markus Fijal
 Vertreter der Schulen in Dülmen


Barbara Klink
 Vertreter der Apotheken in Dülmen


Dr. med. M. J.
 Vertreter der Ärzte in Dülmen


Taufe-Stein
 Volkshochschule Dülmen



Johannes Peter
 Stadtwerke Dülmen GmbH


Stadtsportring Dülmen e.V.
 Stadtsportring Dülmen e.V.


TSG Dülmen e.V.
 TSG Dülmen e.V.


F. Pader
 S.V. Grün-Weiß Hausdülmen 1928 e.V.


Heilig-Geist-Stiftung
 Heilig-Geist-Stiftung


P. Edlerhoff
 LIPPE VERBAND


Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
 Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen




Initiative Den Spurenstoffen auf der Spur

Gemeinsame Absichtserklärung zur Sensibilisierung
der Bevölkerung für einen wasserschonenden
Umgang mit Spurenstoffen



Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Anlage 5: Konzept für die Sensibilisierung von Bevölkerung und medizinischen Akteure zum Thema Arzneirückstände in der aquatischen Umwelt

Vorbereitung

- Titel bzw. Slogan für die Kampagne formulieren
- Gute Fürsprecher für die Kampagne aus der Stadtverwaltung (z.B. Bürgermeister), aus den Akteur-Gruppen sowie Verbraucher- und Naturschutzgruppen gewinnen und für die Kampagnen einbinden
- Kick-off-Veranstaltung zu Beginn der Kampagnen organisieren
- Lokale Zeitungen und Radio in die PR-Maßnahmen einbinden

Ziele und Zielgruppen

Zielgruppen der Kampagne sind:

- Bevölkerung
- Schulen
- Apotheker
- Ärzte sowie medizinisches Personal von Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen sowie Träger der Einrichtungen.

Lokale Informations- und Kommunikationskampagne bei den Zielgruppen sollen Verhaltensänderungen bewirken, die zu einer Reduzierung von Arzneimitteleinträgen in das Abwasser an der Quelle führen:

- Sensibilisieren: durch Informationen/Beratung über den problematischen Zusammenhang von Arzneimittelrückständen im Wasser
- Aktivieren: Menschen zur Beteiligung an Maßnahmen animieren, mit denen sich Medikamenteneinträge ins Wasser reduzieren lassen
- Verstärken: durch Kaskadierung und Wiederholung verschiedener Kampagnenelemente, die in einen kontinuierlichen Informationsfluss auf verschiedenen Kanälen eingebunden sind (Print, Radio, usw.)

Minimalziele, z.B.:

- Wissensvermittlung und Sensibilisierung
- Reduzierung der umweltschädlichen Entsorgung von Arzneimitteln

Maximalziele, z.B.:

- Wissensvermittlung und Sensibilisierung
- Reduzierung der umweltschädlichen Entsorgung von Arzneimitteln
- nachhaltige Veränderung der Entsorgungspraxis
- Bewussterer Umgang mit Arzneimitteln
- Änderung der Beratungs- und Verschreibungspraxis von Apothekern bzw. Ärzten
- Etablierung verbesserter Entsorgungslogistik, z.B. Unterstützung durch lokale Entsorger

Mögliche Zwischenziele:

- Aufmerksamkeit für die Themenrelevanz erzeugen
- Mobilisierung der einzelnen Zielgruppen zur Unterstützung und aktiven Beteiligung
- Verantwortung des Einzelnen betonen, Handlungsspielräume aufzeigen und praktikable Lösungswege im Bewusstsein der Zielgruppen verankern
- Beteiligungsmotivation durch öffentliche Sichtbarkeit stärken

Grundgedanken der Kampagnen

Die Kampagnen sollen über das Verhältnis von Arzneimittelkonsum und Wasserqualität informieren und dazu einladen, sich aktiv an der Erhaltung der guten Wasserqualität vor Ort zu beteiligen. Dazu sollen im Rahmen verschiedener Kampagnenbausteine zielgruppenspezifische Lösungsvorschläge aufgezeigt sowie konkrete Handlungsfelder für die praktische Umsetzung dieser Lösungswege eröffnet werden. Dabei sorgen verschiedene, zeitlich aufeinander folgende Kampagnenbausteine für eine durchgängig hohe Aufmerksamkeit.

Da die Zielgruppen u.U. nur unzureichend darüber informiert sind, dass sie eine aktive Rolle übernehmen können, sollte die Kampagne mit einer Kick-off-Veranstaltung medial etabliert werden. PR-Maßnahmen sollen die Zielgruppen zu einer aktiven Unterstützung einladen.

Folgende Grundgedanken sollen bei den Kampagnen vermittelt werden:

- Bürgersinn stärken; Stadt als lokale Gemeinschaft ansprechen, die sich gemeinsam und aktiv dafür einsetzt, die gute Wasserqualität vor Ort langfristig zu bewahren
- Vermitteln, dass es sich lohnt, bereits heute eine Sache anzupacken, die vielleicht erst morgen zu einem richtigen Problem wird
- Gestaltungsspielräume und deren Relevanz für die Gemeinschaft herausstellen.
- Wichtige Botschaft: Jeder kann am Erfolg des Projekts mitwirken, weil auch der kleinste Beitrag hilft
- Keine parteipolitischen Fokussierungen oder Vereinnahmungen werden begünstigt, allen demokratischen Akteuren gegenüber wird gleich agiert, es geht allein um die Inhalte
- Zeichen setzen, Unterstützer sichtbar machen (z.B. durch Badges, Luftballons, Plakate usw.)
- Hysterie vermeiden, Spaß an und die Sinnhaftigkeit einer Teilnahme bzw. Unterstützung betonen
- Alle Aktivitäten werden über die Pressearbeit verknüpft; besonders öffentlichkeitswirksame Events sollten im Rahmen von Medienkooperationen mit Radio und Zeitungen erfolgen

Informationsmaterialien wie Flyer und Plakate sollten bei den Kampagnen zur Verfügung gestellt werden. Als sehr effektiv erwiesen sich Plakate in Arztpraxen und Apotheken sowie mit dem Müllkalender verschickte Flyer mit Informationen über die „richtige“ Entsorgung von Medikamentenresten.

Mögliche Kampagnenbausteine

Zielgruppe	Maßnahmen
Alle Zielgruppen	Medienarbeit zum Kampagnen-Kick-off Gezielt Information und „Aktivierung“ der Bürger z.B. Berichte bzw. Interviews in Zeitungen, Radio, WDR
Alle Zielgruppen	Kläranlagenführungen Fachbezogene Führungen mit dem Ziel, die technologischen Grenzen der Elimination von Medikamentenrückständen aufzuzeigen.
Bevölkerung	Auftritt auf Märkte / Bürgertreff
Schüler	Projekte mit Schulen und (Jugend-) Betreuungseinrichtungen Thema in die Schulen einbringen (AGs, Bio-Unterricht, ...)
Medizinische Akteure	(Zertifiziertes) Fortbildungsseminar Akteure informieren über (wissenschaftliche) Erkenntnisse zum Thema und Lösungsmöglichkeiten; Kooperation mit entsprechenden Institutionen (Ärzttekammern, Ärztliche Vereinigungen, usw.)
Ärzte und Apotheker, medizinische Akteure	Arbeitsgespräch mit Ärzten, Apothekern und medizinischem Personal Akteure als Multiplikatoren und aktive Unterstützer gewinnen; eigene Möglichkeiten ausloten
Ärzte	Info-Plakat und Broschüren zum Aushang/zur Auslage im Wartezimmer
Apotheker/ Bevölkerung	„Hausapotheke im Check“ oder „Frühjahrsputz in der Hausapotheke“ Kooperation mit Apotheken: Bürger bringen ihre Hausapotheke bzw. ihre Arzneimittel zu ihrer (bzw. einer teilnehmenden) Apotheke



Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



LIPPEVERBAND

Dr. Issa Nafo
Kronprinzenstrasse 24
45128 Essen, Deutschland
E-mail: nafo.issa@deglv.de

Februar 2016

