

GEOGRAPHISCHE GESUNDHEITSFORSCHUNG
GEOGRAPHIC HEALTH RESEARCH

herausgegeben von
Thomas Kistemann und Jürgen Schweikart

Schriftenreihe des Vereins zur Förderung der
Geographischen Gesundheitsforschung e.V.

Volume 1

Andrea Rechenburg

Vorkommen von *Campylobacter* spp. in Oberflächengewässern

Eintragspfade, Nutzungskonflikte und Gesundheitsgefährdung

Umschlagabbildung:
Swistbach 2015, Swisttal. © Andrea Rechenburg

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2016

Diese Arbeit wurde unter dem Titel „Vorkommen von *Campylobacter* spp. in Oberflächengewässern – Eintragspfade, Nutzungskonflikte und Gesundheitsgefährdung –“ als Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn online publiziert: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2009/1763/1763.htm>

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier.
Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9840-1
ISSN 2191-7213

Schriftenreihe des Vereins zur Förderung der
Geographischen Gesundheitsforschung e. V.
www.ggf-ev.de

Schriftleitung
Silvia Schäffer und Dr. Nicole Ueberschär

Shaker Verlag GmbH, Aachen
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort der Herausgeber

Mit einer Arbeit zum Vorkommen des Bakteriums *Campylobacter* in Oberflächengewässern eröffnen wir die neue Schriftenreihe Geographische Gesundheitsforschung (GGF). Mit diesem ersten Band wird bereits der interdisziplinäre Anspruch der neu gegründeten GGF deutlich. Ausgehend von einer hygienisch-mikrobiologischen Untersuchung konzentriert sich Andrea Rechenburg in ihrer Dissertation nicht nur auf die Darstellung von Methodenentwicklung und Laborarbeit, sondern stellt ihre Resultate in einen weitgespannten geographischen Kontext. Sie beschäftigt sich einerseits intensiv mit den Bedingungen im Einzugsgebiet des untersuchten Gewässers, dessen Landnutzung, Niederschlags- und Abflussregime, Einrichtungen zur Abwasserbehandlung und Regenentlastung, die den Eintrag der Bakterien in das Flüsschen Swist maßgeblich bestimmen. Andererseits wird, vor dem Hintergrund der Tatsache, dass in Deutschland *Campylobacter* mit über 70.000 Fällen/Jahr nach dem Norovirus die zweithäufigste Ursache gemeldeter Durchfallerkrankungen ist, die gesundheitliche Relevanz der Befunde beleuchtet. Dazu wurden die tatsächlich stattfindenden Gewässernutzungen, die weit über das wasserrechtlich Erlaubte hinausgehen, im Feld durch Beobachtung erhoben und die sich daraus ergebenden Infektionsrisiken abgeschätzt. Die Studie beantwortet insofern eine typisch medizinisch-geographische Fragestellung aus einem ihrer ältesten Arbeitsgebiete, der Krankheitsökologie: In welchem räumlich-zeitlichen Zusammenhang stehen Krankheitsrisiken und Umweltfaktoren?

Die Medizinische Geographie/Gesundheitsgeographie fungiert seit vielen Jahren nicht nur als interdisziplinäre Schnittstelle zwischen Medizin, Public Health und Geographie, sondern auch als verbindende und vermittelnde Querschnittsdisziplin intradisziplinär zwischen Human- und Physischer Geographie. Unsere neue Schriftenreihe bietet dem Thema, das inzwischen auch im deutschsprachigen Raum stetig wachsende Beachtung erfährt, einen markanten Publikationsort. Qualitätsvolle Arbeiten aus den verschiedenen Bereichen der Medizinischen Geographie/Gesundheitsgeographie finden in der Reihe GGF zusammen. Neben krankheitsökologischen Studien werden raumbezogene

Aspekte der Gesundheitsversorgung, Gesundheit und Entwicklung, Manifestationen der kulturellen Dimensionen von Gesundheit und Krankheit, von Saluto- und Pathogenese behandelt. Als markantes Merkmal wird die Berücksichtigung der geographischen Dimension, sei es als euklidischer Raumcontainer oder als bedeutungsgeladener Ort, die zukünftigen Themen der Schriftenreihe deutlich erkennbar verbinden.

Wir sind sehr zuversichtlich, dass sich die GGF rasch zu einem von ambitionierten Autoren ebenso wie von einer aufmerksamen und engagierten Leserschaft beachteten und geschätzten Printmedium innerhalb und außerhalb der Gesundheitsgeographie entwickeln kann. Silvia Schäffer und Dr. Nicole Ueberschär danken wir sehr herzlich für die Übernahme der Schriftleitung für die GGF.

Thomas Kistemann, Bonn

Jürgen Schweikart, Berlin

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XIII
Abkürzungsverzeichnis	XV
1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	3
2 Bedeutung von Campylobacter als humanpathogener Mikroorganismus	7
2.1 Biologie der Campylobacter.....	7
2.2 Pathogenese und Krankheitsbilder	8
2.2.1 Pathogenese.....	9
2.2.2 Krankheitsbilder	10
2.2.3 Folgekrankheiten.....	11
2.3 Vorkommen in der Umwelt	11
2.3.1 Überlebensfähigkeit	12
2.4 Übertragungswege.....	13
2.5 Internationale Bedeutung der wasserbedingten Campylo- bacteriose	15
2.6 Bedeutung der Campylobacteriose in Deutschland	17
3 Die untersuchten Einzugsgebiete und Kläranlagen	21
3.1 Überblick über die vier Einzugsgebiete.....	22
3.1.1 Nauholzbach.....	22
3.1.2 Kall	26
3.1.3 Wahnbach.....	33
3.1.4 Swist.....	39
3.2 Kläranlagen	47
3.3 Probenahmestellen.....	54
3.3.1 Pegelprobenahmestellen	54
3.3.2 Probenahmestellen in den Einzugsgebieten	55
3.3.3 Probenahmestellen an den Kläranlagen	58
3.3.4 Ausgewählte Regenentlastungsanlagen	59

4	Material und Methoden	63
4.1	Probenahme	63
4.2	Probenahmeregime.....	63
4.2.1	Zeitliches Probenahmeregime für Regelproben in den Einzugs- gebieten Nauholzbach, Kall, Wahnbach und Swist.....	63
4.2.2	Kriterien für niederschlags- und abflussbezogene Probenahmen in den Einzugsgebieten Nauholzbach, Wahnbach und Kall.....	65
4.2.3	Kriterien für niederschlagsbezogene Probenahmen am Regenüberlaufbecken Flerzheim und dem Stauraumkanal Loch.....	66
4.2.4	Technik zur Realisierung automatischer Beprobungen im Entlastungsfall.....	67
4.2.5	Vor Ort bestimmte Parameter	69
4.2.6	Abflussmessung nach FISCHER (Fließgewässer)	69
4.2.7	Dokumentation der Probenahme	70
4.3	Physikalische und chemische Wasseruntersuchungen.....	71
4.4	Bakteriologische Wasseruntersuchungen	72
4.4.1	<i>Campylobacter</i> spp.....	72
4.4.2	Indikatorparameter.....	73
4.5	Datenauswertung.....	76
4.5.1	Korrelationsberechnungen.....	77
5	Ergebnisse	79
5.1	Vorkommen von <i>Campylobacter</i> unter Trockenwetterbedingungen.....	79
5.1.1	<i>Campylobacter</i> konzentrationen in Fließgewässern.....	79
5.1.2	<i>Campylobacter</i> konzentrationen im Abwasser	84
5.2	Vorkommen hygienisch-mikrobiologischer Indikatorparameter unter Trockenwetterbedingungen.....	86
5.2.1	Indikatorparameter in Fließgewässern	86
5.2.2	Indikatorparameter im Abwasser	95
5.3	Reduktionsleistung für <i>Campylobacter</i> spp. der Kläranlagen	101
5.4	<i>Campylobacter</i> konzentrationen in Gewässern und Kläranlagen- abflüssen bei Starkregenereignissen.....	105
5.4.1	Fließgewässer ohne Kläranlagenbeeinflussung.....	105
5.4.2	Abschlagsereignisse an Kläranlagen.....	108

5.5	Vorkommen hygienisch-mikrobiologischer Indikatorparameter in Gewässern und Kläranlagenabflüssen bei Regenereignissen	111
5.5.1	Fließgewässer ohne Kläranlagenbeeinflussung.....	111
5.5.2	Abschlagsereignisse an Kläranlagen.....	113
5.6	Korrelationen zwischen Campylobacter und Indikatorparametern in den Fließgewässern	117
5.6.1	Korrelationen von Campylobacter mit hygienisch-mikrobiologischen Indikatorparametern	117
5.6.2	Korrelationen von Campylobacter mit chemisch-physikalischen Parametern.....	118
6	Diskussion	123
6.1	Natürliche Eintragspfade von Campylobacter in Gewässer	125
6.2	Anthropogen bedingte Einträge von Campylobacter in Gewässer ...	127
6.2.1	Diffuse Quellen	127
6.2.2	Punktquellen	133
6.3	Risiko für Campylobacterinfektionen aufgrund verschiedener Wassernutzung.....	143
6.3.1	Hygienische Gewässergüte	144
6.3.2	Trinkwassergewinnung.....	147
6.3.3	Badegewässer	152
6.3.4	Weitere wassergebundene Freizeitnutzungen	159
6.3.5	Nutzung der Gewässer für landwirtschaftliche Zwecke.....	161
6.4	Reduzierung von Campylobacter in Gewässern	165
7	Fazit.....	171
	Literatur.....	175
	Quellenverzeichnis.....	195

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	<i>Campylobacter jejuni</i> ; Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme	7
Abb. 2:	Übertragungswege von <i>Campylobacter</i>	14
Abb. 3:	Einzugsgebiet des Nauholzbaches	23
Abb. 4:	Einzugsgebiet der Kall	29
Abb. 5:	Geplantes Wasserschutzgebiet Kalltalsperre.....	31
Abb. 6:	Einzugsgebiet des Wahnbaches	34
Abb. 7:	Wasserschutzzonen im Einzugsgebiet der Wahnbachtalsperre	36
Abb. 8:	Einzugsgebiet der Swist und Ihrer Nebengewässer	40
Abb. 9:	Entwässerungsgebiete der Kläranlagen im Einzugsgebiet der Swist	44
Abb. 10:	Vereinfachtes Fließschema der Kläranlagen Florzheim und Rheinbach.....	49
Abb. 11:	Vereinfachtes Fließschema der Kläranlagen Heimerzheim und Miel.....	51
Abb. 12:	Vereinfachtes Fließschema der Kläranlagen Hilberath, Hillesheim und Loch	53
Abb. 13:	Die Einzugsgebiete der Kläranlagen (A_{red} Flächen) und deren Entwässerungssystem	60
Abb. 14:	Hydrologische Eckdaten der ausgewählten Anlagen.....	59
Abb. 15:	Prinzipskizze der automatisierten Probenahme am GWK Florzheim.....	68
Abb. 16:	Formel und Erläuterungsskizze zur Abflussmessung nach Fischer	70
Abb. 17:	Beispiel für Boxplots, die mit SPSS erstellt wurden	76
Abb. 18:	Verteilung bestimmter <i>Campylobacter</i> konzentrationen an den Pegeln der Einzugsgebiete Nauholzbach, Kall und Wahnbach.....	80
Abb. 19:	Anzahl Proben mit bestimmten <i>Campylobacter</i> konzentrationen an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Kall	80
Abb. 20:	Anzahl der Proben mit bestimmten <i>Campylobacter</i> konzentrationen an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Swist	82
Abb. 21:	Häufigkeiten von <i>Campylobacter</i> konzentrationen im Zulauf und Ablauf der Kläranlagen Florzheim und Rheinbach.....	85

Abb. 22: Häufigkeiten von Campylobacterkonzentrationen im Zulauf und Ablauf der Kläranlagen Heimerzheim, Miel, Hilberath und Loch.....	85
Abb. 23: Konzentrationen bakteriologischer Parameter an den Pegelprobenahmestellen Nauholzbach, Kall und Wahnbach.....	88
Abb. 24: Konzentrationen dreier Fäkalindikatoren im Einzugsgebiet der Kall (K1–7) und des Keltzerbaches (K8–K10)	89
Abb. 25: Konzentrationen von Clostridien und allgemeiner Koloniezahl (KBE) bei 20 °C und 36 °C im Einzugsgebiet der Kall (K1–K7) und des Keltzerbaches (K8–K10).....	91
Abb. 26: Konzentrationen von Fäkalstreptokokken, coliformen Bakterien und <i>E. coli</i> im Einzugsgebiet der Swist (S1–S12)	92
Abb. 27: Konzentrationen von Clostridien und allgemeiner Koloniezahl bei 20 °C und 36 °C im Einzugsgebiet der Swist (S1–S12)	94
Abb. 28: <i>E. coli</i> und coliforme Bakterien im Zulauf (Wertepaar links) und Ablauf (Wertepaar rechts) der untersuchten Kläranlagen	97
Abb. 29: Allgemeine Koloniezahl bei 20 °C und 36 °C im Zulauf (Wertepaar links) und Ablauf (Wertepaar rechts) der untersuchten Kläranlagen.....	99
Abb. 30: Fäkalstreptokokken und Clostridien im Zulauf (Wertepaar links) und Ablauf (Wertepaar rechts) der untersuchten Kläranlagen	99
Abb. 31: Reduktion von Campylobacter in der Kläranlage Flerzheim und Rheinbach während des Untersuchungszeitraums.....	102
Abb. 32: Reduktion von Campylobacter in der Kläranlage Heimerzheim und Miel während des Untersuchungszeitraums	103
Abb. 33: Reduktion von Campylobacter in der Kläranlage Hilberath und Loch während des Untersuchungszeitraums	104
Abb. 34: Abfluss, Campylobacter und <i>E. coli</i> im Verlauf der Starkregenereignisse am Nauholzbach	106
Abb. 35: Abfluss, Campylobacter und <i>E. coli</i> im Verlauf der Starkregenereignisse an der Kall.....	107
Abb. 36: Anzahl Proben mit bestimmten Campylobacterkonzentrationen im Einzugsgebiet der Swist während Abschlagsereignissen an den RÜB Flerzheim und Loch und im Gewässer oberhalb und unterhalb der Einleitung	109

Abb. 37: Konzentrationen verschiedener bakterieller Parameter während vier Regenereignissen am Pegel Kall (12.2. und 19.3.) und Pegel Nauholzbach (9.10. und 12.12.)	112
Abb. 38: Bakterienkonzentrationen in der Swist vor und nach Einleitung des Abschlages aus den Regenüberlaufbecken (RÜB1, RÜB2) der Kläranlage Flerzheim	114
Abb. 39: Bakterienkonzentrationen in der Swist oberhalb und unterhalb der Einleitung des Abschlages aus dem Stauraumkanal der Kläranlage Loch	116
Abb. 40: Eintragspfade von Campylobacter in Oberflächengewässer und Nutzungsarten, die beeinträchtigt werden können	123
Abb. 41: Damwild nahe der Kläranlage Loch	125
Abb. 42: Gülleausbringung an der Swist	128
Abb. 43: Vergleich der Flächennutzung in den vier untersuchten Einzugsgebieten	129
Abb. 44: Kompaktkläranlage Hilberath	133
Abb. 45: Vergleich der Abflussmengen des Swistbaches und der untersuchten Kläranlagen	134
Abb. 46: Anteil diffuser Quellen und der Kläranlagen an der Campylobacterfracht unter Trockenwetterbedingungen (links) und Anteil diffuser Quellen und des Mischwasserabschlages aus Kläranlagen an der Campylobacterfracht bei Regenwetter (rechts)	142
Abb. 47: Häufigkeit des Auftretens von verschiedenen Campylobacterkonzentrationen (KBE/100 mL) bei unterschiedlicher Gewässergüte in den vier Einzugsgebieten Nauholzbach, Kall, Wahnbach und Swist	146
Abb. 48: Wahnbachtalsperre	147
Abb. 49: Badende Kinder	152
Abb. 50: Brücke über die Swist	159
Abb. 51: Viehtränke Jungbach	161

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Natürliche und anthropogene Faktoren, die die Wasserqualität beeinflussen	3
Tab. 2:	Auswahl international verzeichneter, durch Campylobacter ausgelöste wasserbedingte Epidemien	16
Tab. 3:	Gemeldete Campylobactererkrankungen in Deutschland von 2001–07	17
Tab. 4:	Campylobacterinzidenzen nach Altersgruppen und Geschlecht in Deutschland im Jahresverlauf 2007	18
Tab. 5:	Campylobacterinzidenzen (Fälle/100.000 Einwohner) für Männer und Frauen in Deutschland im Jahresverlauf 2007	20
Tab. 6:	Technische Daten Obernautalsperre und hydrologische Kenndaten des Einzugsgebietes	24
Tab. 7:	Technische und hydrologische Daten der Kalltalsperre und der Wahnachtalsperre	32
Tab. 8:	Technische Kenndaten der untersuchten Kläranlagen im Einzugsgebiet der Swist	47
Tab. 9:	Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Kall	56
Tab. 10:	Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Swist	57
Tab. 11:	Probenahmestellen an den Kläranlagen	58
Tab. 12:	Kennwerte der ausgewählten Regenüberlaufbecken	61
Tab. 13:	Probenanzahl im Einzugsgebiet der Swist und an den Kläranlagen	64
Tab. 14:	Zeitregime und Probenanzahl der Regelprobenahmen an Kall, Nauholzbach und Wahnbach	64
Tab. 15:	Grenzwerte für Ereignisprobenahmen an den Pegeln der Talsperren	66
Tab. 16:	Campylobacterkonzentrationen an den Pegeln der drei Talsperreneinzugsgebiete Nauholzbach, Kall und Wahnbach	79
Tab. 17:	Anzahl der Campylobacternachweise und Konzentrationen im Einzugsgebiet der Kall	81

Tab. 18: Anzahl der Campylobacternachweise und Konzentrationen im Einzugsgebiet der Swist Proben S1–S9 liegen entlang der Swist, Proben S9–S12 am Jungbach.....	83
Tab. 19: Reduktionsleistung (Log-Stufen) der Kläranlagen im Einzugsgebiet der Swist für Campylobacter	101
Tab. 20: Campylobacterkonzentrationen während Starkregenereignissen an den Pegeln Kall und Nauholzbach	105
Tab. 21: Korrelationskoeffizienten von Campylobacter mit hygienisch-mikrobiologischen Indikatorparametern in verschiedenen Gewässern.....	120
Tab. 22: Korrelation von Campylobacter in den Gewässern mit chemisch-physikalischen Parametern.....	121
Tab. 23: Jahresfracht an Campylobacter und anfallende Abflüsse am Pegel des Nauholzbaches, der Kall und des Wahnbaches	131
Tab. 24: Vergleich der Campylobacterkonzentrationen und der Abflusspende in den Einzugsgebieten.....	133
Tab. 25: Reduktion von Campylobacter und <i>E. coli</i> in den untersuchten Kläranlagen im Einzugsgebiet der Swist dargestellt als Log10-Stufen	137
Tab. 26: Jahresfracht an Campylobacter in der Swist im Mittel und unter Trockenwetterbedingungen, sowie die Einträge aus den untersuchten Kläranlagen im Einzugsgebiet.....	139
Tab. 27: Zuordnung der „Allgemeinen Koloniezahl“ zu den Wassergüte-Klassen von Fließgewässern	145
Tab. 28: Mikrobiologische Richt- und Grenzwerte nach der Badegewässerrichtlinie Nordrhein-Westfalens.....	154
Tab. 29: Einhaltung, bzw. Überschreitung, der EU-Badegewässerrichtlinie in den untersuchten Einzugsgebieten und nachgewiesene Campylobacterkonzentrationen.....	155
Tab. 30: Campylobacternachweis in der Swist in Abhängigkeit von der <i>E. coli</i> -Konzentration während der Sommermonate (Mai – September).....	162

Abkürzungsverzeichnis

μS	Mikrosiemens
A_{red}	Abflusswirksame Flächen
ABw	Abschlagsbauwerk
A. dest.	destilliertes Wasser
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
ATV-DVWK	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
AWWA	American Water Works Association
AWWARF	AWWA Research Foundation
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BezReg. Köln	Bezirksregierung Köln
BGA	Bundesgesundheitsamt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELF	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
CDC	Centre for Disease Control and Prevention
<i>C. jejuni/coli</i>	<i>Campylobacter jejuni/coli</i>
DALY	Disability Adjusted Life Year
DBw	Drosselbauwerk
DIN	Deutsche Industrienorm
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
DüV	Düngeverordnung
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
EHEC	Entero-hämorrhagischer <i>E. coli</i>
EN	Europäische Norm
EPA	Environmental Protection Agency
EU	Europäische Union

EV	Erftverband
EW	Einwohner
FNU	Formazine Nephelometric Unit
GIS	Geographisches Informationssystem
GWK	Gruppenklärwerk
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
IfSG	Infektionsschutzgesetz
ISO	International Standart Operationprocedure
IWA	International Water Association
KA	Kläranlage
KAA-Agar	Kanamycin-Aesculin-Azid-Agar
kB	Kilobasen
KBE	Kolonien bildende Einheiten
KSR	Kanalstauraum
LAWA	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LDS	Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen
LÖBF	Landesanstalt für Ökologie und Forsten des Landes NRW
Log-Stufe	10er Potenz
LUA	Landesumweltamt
LWG	Landeswassergesetz
LWA-FLUT	Simulationsprogramm
LWK	Landwirtschaftskammer Rheinland
mCCD-Bouillon	Modifizierte Aktivkohle(charcoal)-Cefaperazon-Desoxycholsäure-Bouillon
MK	Mischkanalisation
MPN	Most-Probable-Number
MUG	Methylumbelliferyl-glucuronid; Substrat gekoppelter Farbstoff
MUNLV	Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

NKB	Nachklärbecken
NN	Normal Null
NRW	Nordrhein-Westfalen
PNS	Probenahmestelle
QRA	Quantitative Risikoabschätzung
REBEKA	Amtliches Regenbeckenkataster
rpm	rotations per minute
RRB	Regenrückhaltebecken
RÜB	Regenüberlaufbecken
SeKa	Sedimentationskammer
SGD Nord	Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
sp.	Spezies
spp.	Zusatz hinter dem Gattungsnamen, für mehrere nicht im Einzelnen zu nennende Spezies
StUA	Staatliches Umweltamt
SÜ	Schwellenüberlauf
TK	Trennkanalisation
TOC	Total organic carbon
TrinkwV oder TVO	Trinkwasserverordnung
TSC-Agar	Tryptose-Sulfit-Cycloserin-Agar
UN	United Nations
UV	Ultraviolett
VwV	Verwaltungsvorschrift
WHO	World Health Organisation
WRRL	Wasserrahmen-Richtlinie
WSG	Wasserschutzgebiet
WSH	Wasserhaushaltsgesetz
WSP	Wassersicherheitsplan (engl. Water Safety Plan)