

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 581

Wasserkraft – Maßnahmenwahl zur Reduktion der Auswirkungen von Schwall-Sunk

Dezember 2023

Entwurf

Frist zur Stellungnahme: 29. Februar 2024

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Stellungnahmen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens (Ergänzungen, Änderungen oder Einsprüche zum Entwurf einer Regelwerkspublikation, Gelbdruck) können von der DWA urheberrechtlich verwertet werden.

Mit der Abgabe einer Stellungnahme räumt die stellungnehmende Person der DWA die Nutzungsrechte an etwaigen schutzfähigen Inhalten ihrer Stellungnahme unentgeltlich zeitlich, räumlich sowie inhaltlich unbeschränkt ein. Die stellungnehmende Person wird in der Publikation nicht namentlich genannt.

VORSCHAU

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Gesetzgebung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2023

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-96862-637-6 (Print)

978-3-96862-638-3 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts darf vorbehaltlich der gesetzlich erlaubten Nutzungen ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeberin in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Bilder und Tabellen, die keine Quellenangaben aufweisen, sind im Rahmen der Merkblätterstellung als Gemeinschaftsergebnis des DWA-Fachgremiums zustande gekommen. Die Nutzungsrechte obliegen der DWA.

1 Vorwort

2 Mit der energiewirtschaftlichen Nutzung der Fließgewässer, insbesondere dem Betrieb von Speicher-
3 kraftwerken, verändern sich die hydrologischen und hydraulischen Bedingungen in den unterliegen-
4 den Fließgewässern und damit verbunden auch der Lebensraum für viele Gewässerorganismen.

5 Schwall-Sunk, d. h. unnatürliche und oft mehrmals täglich auftretende hohe Abflussschwankungen,
6 die durch den intermittierenden Betrieb von Speicherkraftwerken entstehen, ist eine von verschiede-
7 nen Beeinträchtigungen im Gewässer unterhalb einer Kraftwerksstufe. Durch anthropogen verur-
8 sachten Schwall-Sunk können Organismen direkt und indirekt geschädigt werden. Während des Ab-
9 flussanstiegs können sie beispielsweise ausgewaschen und verdriftet werden. Bei höheren Abflüssen
10 kann es zu Umlagerungen des Sediments kommen, wodurch unter anderem Laichgruben von Fischen
11 und Substratbewohnern geschädigt werden. Geht der Abfluss wieder zurück, sind die Organismen
12 durch Stranden auf Kiesinseln und -bänken sowie in der Uferzone gefährdet. In der Summe beein-
13 trächtigen solche Prozesse die Biomasse und Artenvielfalt sowie die ökologische Funktionsfähigkeit
14 der Gewässer.

15 Die Auswirkungen von Schwall-Sunk sind in der Europäischen Union (EU) gemäß der Wasserrahmen-
16 richtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) wie auch in der Schweiz gemäß dem Gewässerschutzgesetz (GSchG)
17 mit geeigneten, ökologisch wirkungsvollen Maßnahmen oder Maßnahmenkombinationen zu vermin-
18 dern. Die Beeinträchtigungen der Gewässerlebensräume können dabei je nach lokalen Gegebenheiten
19 sehr unterschiedlich sein. Entsprechend variieren auch die möglichen, respektive zielführenden Maß-
20 nahmen oder Maßnahmenkombinationen in Abhängigkeit der ökologischen Beeinträchtigung, der
21 Platzverhältnisse und allfälliger Zielkonflikte mit weiteren Nutzungen des Gewässers.

22 Aus energie- und klimapolitischer Sicht ist Strom aus Wasserkraft insbesondere aus Speicher- und
23 Pumpspeicherkraftwerken besonders wertvoll zur Sicherstellung der Stromversorgung. Strom aus
24 Wasserkraft ist erneuerbar, nahezu CO₂-frei und kann im Vergleich zu anderen Energieträgern zw-
25 schengespeichert und bedarfsorientiert produziert werden. Vor der Energiewende war es erforderlich,
26 die Stromproduktion im Wesentlichen an den stark schwankenden Bedarf anzupassen. Mit zuneh-
27 mendem Ausbau der erneuerbaren Energieträger wie Wind und Fotovoltaik ist die stark volatile
28 Stromproduktion hinzugekommen. Flexibel regelbare Wasserkraftwerke erlauben, diese massiven
29 Schwankungen auszugleichen (sog. Residuallast), was bei der Wasserrückgabe häufig zu oben ge-
30 nannten Schwall-Sunk-Effekten führt.

31 Das vorliegende Merkblatt dient als Hilfestellung bei der Wahl von geeigneten Maßnahmen zur
32 Schwall-Sunk-Reduktion. Es zeigt auf, welche Aspekte bei der Beurteilung der gewässerökologischen
33 Auswirkungen von Schwall-Sunk berücksichtigt werden sollten und welche Maßnahmentypen und
34 Maßnahmenkombinationen im Prinzip möglich sind, um die ökologische Beeinträchtigung der Gewäs-
35 ser zu mindern und den angestrebten Zielzustand zu erreichen. Es wird auch dargelegt, dass im Zuge
36 der Festlegung der geeigneten Maßnahmen/-kombinationen neben der ökologischen Wirksamkeit
37 auch weitere Interessen und Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen. Dabei sind andere
38 wesentliche Nutzungsinteressen wie zum Beispiel energie- und klimapolitisch relevanter Betrieb von
39 Speicherkraftwerken oder zusätzliche ökologische Aspekte wie Geschiebedurchgängigkeit, Flussre-
40 vitalisierung und Fischgängigkeit zu berücksichtigen.

41 Die Verfasserinnen und Verfasser bedanken sich bei den mitwirkenden Gästen für ihr Interesse, die an-
42 regenden Beiträge anlässlich der Arbeitssitzungen und die redaktionelle Unterstützung. Frau Mag.
43 Gisela Ofenböck, Ministerialrätin des Österreichischen Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tou-
44 rismus (BMNT) sowie Frau Dr. Veronika Koller-Kreimel, ehem. Ministerialrätin des BMNT danken wir
45 für ihre wertvollen Rückmeldungen bei der Abstimmung des vorliegenden Merkblatts auf die europäi-
46 schen Richtlinien.

1 In diesem Merkblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personen-
2 bezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die
3 weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht möglich,
4 wird nur eine von beiden Formen verwendet. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise
5 auf alle Geschlechter.

6 **Frühere Ausgaben**

7 Kein Vorgängerdokument

8 **DWA-Klimakennung**

9 Im Rahmen der DWA-Klimastrategie werden Arbeits- und Merkblätter mit einer Klimakennung aus-
10 gezeichnet. Über diese Klimakennung können Anwendende des DWA-Regelwerks schnell und einfach
11 erkennen, in welcher Intensität sich eine technische Regel mit dem Thema Klimaanpassung und Kli-
12 maschutz auseinandersetzt. Das vorliegende Merkblatt wurde wie folgt eingestuft:

13 **KA1** = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zur Klimaanpassung

14 **KS2** = Das Merkblatt hat direkten Bezug zu Klimaschutzparametern

15 Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimaken-
16 nung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter www.dwa.de/klimakennung verfügbar ist.

Frist zur Stellungnahme

Dieses Merkblatt wird bis zum

29. Februar 2024

zur Diskussion gestellt. Für den Zeitraum des öffentlichen Beteiligungsverfahrens
kann der Entwurf kostenfrei im DWA-Entwurfsportal (DWAdirekt):
www.dwa.de/entwurfsportal eingesehen werden.

Dort und unter www.dwa.de/Stellungnahmen-Entwurf
finden Sie eine digitale Vorlage für Ihre Stellungnahme.

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Stellungnahmen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens (Ergänzungen, Änderungen oder Ein-
sprüche zum Entwurf einer Regelwerkspublikation, Gelbdruck) können von der DWA urheber-
rechtlich verwertet werden. Mit der Abgabe einer Stellungnahme räumt die stellungnehmende
Person der DWA die Nutzungsrechte an etwaigen schutzfähigen Inhalten ihrer Stellungnahme
unentgeltlich zeitlich, räumlich sowie inhaltlich unbeschränkt ein. Die stellungnehmende Person
wird in der Publikation nicht namentlich genannt.

Stellungnahmen sind zu richten – vorzugsweise per E-Mail – an:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef
soelter@dwa.de

1 Verfasserinnen und Verfasser

2 Dieses Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe WW-5.5 „Schwall-Sunk“ im Auftrag des DWA-
3 Hauptausschusses „Wasserbau und Wasserkraft“ (HA WW) im DWA-Fachausschuss WW-5 „Wasser-
4 kraft“ erarbeitet.

5 Der DWA-Arbeitsgruppe WW-5.5 „Schwall-Sunk“ gehören folgende Mitglieder an:

MÜLLER, Michael	Dr. sc. nat., M. Sc., IUB Engineering AG, Bern (Sprecher)
CADUFF, Ursin	M. Sc., Axpo Power AG, Baden
ERNST, Hans-Peter	Dipl.-Ing., Uniper Kraftwerke GmbH, Landshut
GÖKLER, Gottfried	Dipl.-Ing., Illwerke vkw AG, Vandans
HAUER, Christoph	PD Dr.-Ing., Universität für Bodenkultur, Wien
KOLLER-KREIMEL, Veronika	Ministerialrätin i. R., Dr. Wien
LUNDGAARD-HANSEN, Lucie	M. Sc., Bundesamt für Umwelt, Bern
MATT, Peter	Dipl.-Ing., Illwerke vkw AG, Vandans
PFLEGER, Markus	Dipl.-Ing., Verbund Hydro Power GmbH, Wien
SCHWEIZER, Steffen	Dr. sc., Dipl.-Geoökologe, KWO Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen
SEMADENI WICKI, Nadia	Dipl.-Ing., Axpo Power AG, Baden
THEOBALD, Stephan	Prof. Dr.-Ing., Universität Kassel, Kassel

Als Gäste haben mitgewirkt:

GREIMEL, Franz	Dr. Dipl.-Ing., Wien
HIRSCHI, Joëlle	M. Sc., Zürich
HUBER, Jill	B. Sc., Zürich
LADINIG, Gernot ^(†)	Dipl.-Ing., Vandans
SCHNEIDER, Matthias	Dr.-Ing., Stuttgart

Dem DWA-Fachausschuss WW-5 „Wasserkraft“ gehören folgende Mitglieder an:

HAIMERL, Gerhard	Prof. Dr.-Ing., Hochschule Biberach (Obmann)
ERNST, Hans-Peter	Dipl.-Ing., Uniper Kraftwerke GmbH, Landshut (stellv. Obmann)
FLEISCHMANN, Ino	Dr., Bern
JENSEN, Jürgen	Univ. Prof. Dr.-Ing., Universität Siegen, Siegen
KEMNITZER, Andreas	Dr.-Ing., Uniper Kraftwerke GmbH, Landshut
METZGER, Jens	Dr.-Ing., Obernbürg
MÜLLER, Gerald	Dr., Southampton (GB)
MÜLLER, Michael	Dr. sc. nat., M. Sc., IUB Engineering AG, Bern
SAENGER, Nicole	Prof. Dr.-Ing., Hochschule Darmstadt, Darmstadt
SCHMIDT, Andreas	Dipl.-Ing., Schluchseewerk AG, Laufenburg
SCHNEIDER, Claus Till	M. Sc., RWE Generation SE, Essen
SCHNEIDER, Klaus	Dr.-Ing., Wehr
SEIDEL, Christian	Dipl.-Ing., Technische Universität Braunschweig, Braunschweig
THEOBALD, Stephan	Prof. Dr.-Ing., Universität Kassel, Kassel
ZUCKET, Joachim	Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., RWE Generation SE, Essen

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BREUER, Lutz	M. Sc., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	--

1	Inhalt	
2	Vorwort	3
3	Verfasserinnen und Verfasser	5
4	Bilderverzeichnis	9
5	Tabellenverzeichnis	10
6	Hinweis für die Benutzung	11
7	Einleitung	11
8	1 Anwendungsbereich	13
9	2 Begriffe	14
10	2.1 Definitionen	14
11	2.2 Abkürzungen und Formelzeichen	19
12	3 Zur Problematik von Schwall-Sunk	22
13	4 Rechtliche Rahmenbedingungen	23
14	5 Fachliche Grundlagen zu Schwall-Sunk und seinen ökologischen Auswirkungen	24
15	5.1 Allgemeines	24
16	5.2 Hydrologie	24
17	5.2.1 Vorbemerkungen	24
18	5.2.2 Eigenschaften von kurzfristigen Abflussschwankungen	24
19	5.2.3 Schwallretention	27
20	5.3 Auswirkungen von Schwall-Sunk auf die Gewässerorganismen und Habitate	28
21	5.3.1 Vorbemerkungen	28
22	5.3.2 Sunkabfluss	29
23	5.3.3 Abflussanstieg	30
24	5.3.4 Schwallabfluss	30
25	5.3.5 Abflussrückgang	31
26	5.3.6 Frequenz und Intensität	33
27	5.3.7 Änderungen der Sohleneigenschaften (Kolmation, Abpflasterung)	34
28	5.3.8 Langfristige Wirkungen durch wiederholte Schwall-Sunk-Zyklen (inkl. Wassertemperatur)	35
29		
30	5.4 Wirkungsbeeinflussung durch zusätzliche Stressoren	35
31	5.4.1 Vorbemerkungen	35
32	5.4.2 Morphologie	36
33	5.4.3 Vernetzung	37
34	5.4.4 Geschiebehaushalt und Sedimente	37
35	5.4.5 Weitere Stressoren	38
36	5.5 Untersuchung der gewässerökologischen Auswirkungen	39
37	5.5.1 Relevante Organismengruppen	39
38	5.5.2 Untersuchungsstelle/Probenahmestelle	39
39	5.5.3 Untersuchungszeitpunkt	39

1	6	Grundlagen Energiewirtschaft und Nutzung der Wasserkraft	40
2	6.1	Grundlagen der Stromwirtschaft und aktuelle Daten zur Wasserkraft	
3		im Alpenraum	40
4	6.2	Strommarkt	42
5	6.3	Energiewirtschaftliche Bedeutung dynamischer Wasserkraft	45
6	6.4	Europäische Dimension von Speicherung und Flexibilität im Stromsystem	45
7	6.5	Auswirkungen der Kraftwerksbewirtschaftung auf die Wasserrückgabe	47
8	7	Weitere Nutzungen und Interessen, die von Schwall-Sunk betroffen	
9		sein können	48
10	7.1	Einleitende Bemerkungen	48
11	7.2	Hochwasser-Rückhaltepotenzial	48
12	7.3	Tourismus und Freizeitnutzung	49
13	7.4	Fischereiliche Nutzung	49
14	7.5	Landschaft- und Naturschutz	49
15	7.6	Klimaschutz	49
16	7.7	Flächennutzungen (Landwirtschaft, Forst, Siedlungen, Industrie etc.)	49
17	7.8	Schifffahrt	49
18	8	Maßnahmen/-Kombinationen und ihre ökologische Wirkung	50
19	8.1	Übersicht	50
20	8.2	Direkte Maßnahmen	51
21	8.2.1	Allgemeines	51
22	8.2.2	Bauliche Maßnahmen	51
23	8.2.2.1	Vorbemerkung	51
24	8.2.2.2	Bereitstellen von Retentionsvolumen	51
25	8.2.2.3	Schwallausleitung	53
26	8.2.3	Betriebliche Maßnahmen – Einschränkungen im Kraftwerkeinsatz	55
27	8.3	Indirekte Maßnahmen	55
28	8.3.1	Allgemeines	55
29	8.3.2	Morphologische Maßnahmen	55
30	8.3.2.1	Vorbemerkungen	55
31	8.3.2.2	Anbinden von Seitengewässern	56
32	8.3.2.3	Aufweitung des Gewässers	56
33	8.3.2.4	Aufwertung im Gewässer/„Instream“-Maßnahmen	57
34	8.3.2.5	Künstlicher Lebensraum – Ersatzgerinne mit möglichst natürlichem Abfluss	58
35	8.4	Maßnahmenkombinationen	58
36	8.5	Ökologische Auswirkungen der direkten und indirekten Maßnahmen	59
37	9	Auswirkungen der Maßnahmen auf bestehende Nutzungen und Interessen	61
38	9.1	Einleitende Bemerkungen	61
39	9.2	Nutzungsspezifische Kriterien zur Bewertung der Auswirkungen von	
40		Schwall-Sunk-Maßnahmen	63
41	9.2.1	Allgemeines	63
42	9.2.2	Energiewirtschaftliche Nutzung (siehe Tabelle 6)	63
43	9.2.3	Beispielhafte Studienergebnisse zu den Auswirkungen der Maßnahmen	
44		auf bestehende Nutzungen und Interessen	65
45	9.2.4	Andere Nutzungen	68

1	9.3	Direkte Maßnahmen	72
2	9.3.1	Bauliche Maßnahmen	72
3	9.3.1.1	Bereitstellen von Retentionsvolumen	72
4	9.3.1.2	Schwallausleitung	74
5	9.3.2	Betriebliche Maßnahmen	75
6	9.4	Indirekte Maßnahmen	76
7	9.4.1	Allgemeines	76
8	9.4.2	Morphologische Maßnahmen	76
9	9.4.2.1	Vorbemerkungen	76
10	9.4.2.2	Anbinden von Seitengewässern	76
11	9.4.2.3	Aufweitung des Gewässers	77
12	9.4.2.4	Aufwertung des Gewässers/„Instream“-Maßnahmen.....	77
13	9.4.3	Seitengerinne mit möglichst konstanterem Abfluss	78
14	9.5	Maßnahmenkombinationen.....	78
15	10	Vorgehensweise zur Maßnahmenfestlegung für konkrete	
16		Schwall-Sunk-Strecken	79
17	10.1	Grundsätzliches	79
18	10.2	Machbarkeitsstudie	80
19	10.3	Behördenentscheid – Abwägung und Verhältnismäßigkeitsprüfung.....	93
20	10.4	Aktualisierung der Festlegungen.....	94
21	11	Maßnahmenevaluierung	95
22	12	Fallbeispiele	96
23	12.1	Kraftwerke Linth-Limmern (Schweiz).....	96
24	12.2	Ausgleichs- und Regulierbecken Innertkirchen (Schweiz).....	98
25	12.3	Gemeinschaftskraftwerk Inn (Österreich).....	101
26	12.4	Schwallausgleichsbecken Sitz (Österreich)	103
27	12.5	Rhone (Schweiz).....	104
28	Anhang A	Rechtliche Grundlagen in Bezug auf Schwall-Sunk	106
29	A.1	Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG)	106
30	A.2	Gesetzliche Grundlagen in Deutschland	107
31	A.3	Gesetzliche Grundlagen in Österreich	108
32	A.4	Gesetzliche Grundlagen in der Schweiz	111
33	A.5	Weitere Rechtsgrundsätze, welche bei der Beurteilung von	
34		Schwall-Sunk-Maßnahmen relevant sein können.....	113
35	A.5.1	Energiegesetzgebungen	113
36	A.5.1.1	Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EE-RL, 2009/28/EG)	113
37	A.5.1.2	Energieeffizienz-Richtlinie (EED, 2012/27/EU)	113
38	A.5.2	Hochwasserschutz.....	114
39	A.5.2.1	Hochwasser-Risikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL, 2007/60/EG)	114
40	A.5.2.2	Wasserbaugesetz Schweiz (WBG)	114
41	Anhang B	Beispiel Österreich	115
42		Quellen und Literaturhinweise	121

1	Bilderverzeichnis	
2	Bild 1: Übersicht des Strukturaufbaus des Merkblatts.....	12
3	Bild 2: Die schwallbeeinflusste Strecke am Vorderrhein bei Castrisch (Schweiz)	
4	zeigt deutliche Abflussschwankungen, wenn man den Sunkabfluss mit dem	
5	Schwallabfluss vergleicht.....	24
6	Bild 3: Unterschiedliche Typen von kurzfristigen Abflussschwankungen	25
7	Bild 4: Beispiel eines empirischen Retentionsmodells (dQ/dt) – Retention der	
8	maximalen Sunkrate unterschiedlicher Szenarien (B-F) im Längsverlauf	
9	eines (fiktiven) Gewässers	28
10	Bild 5: Beispiel eines hydrodynamischen Retentionsmodells (dW/dt) – Retention der	
11	vertikalen Pegelrückgangsrates unterschiedlicher Szenarien im Längsverlauf	
12	der Drau für eine winterliche Basiswasserführung.....	28
13	Bild 6: Sensitivitätsanalyse für die Änderung der benetzten Breite in Abhängigkeit des	
14	Durchflusses für unterschiedliche, repräsentativer Querprofile ausgewählter	
15	Schwallstrecken in Österreich	36
16	Bild 7: Lebenszyklus-THG (Treibhausgas-)Emissionen („Global Warming Potential 100“)	
17	der Stromerzeugung auf Basis unterschiedlicher Energieträger/Technologien.....	40
18	Bild 8: Erntefaktor EROI verschiedener Stromerzeugungsarten.....	41
19	Bild 9: Last und die Erzeugung der nicht steuerbaren Erneuerbaren, die sich	
20	ergebende Residuallast für eine Woche im Dezember 2018.....	43
21	Bild 10: Einsatz des österreichischen Kraftwerksparks für eine Woche im	
22	Dezember 2018	43
23	Bild 11: Prognose und tatsächliche Erzeugung von Wind und PV, Prognosefehler	44
24	Bild 12: Für Österreich notwendiger Abruf von Regelleistung, Zeitraum 17. – 24.12.2018 ...	44
25	Bild 13: Durchfluss Q eines Speicherkraftwerks über zwei Tage hinweg; die Werte	
26	sind dargestellt als Prozentsatz des Ausbaudurchflusses Q_A des	
27	Speicherkraftwerks	47
28	Bild 14: Potenzielle Maßnahmen zur Reduktion der negativen Auswirkungen	
29	von Schwall-Sunk	50
30	Bild 15: Typische hydromorphologische Veränderungen, die einen ökologischen	
31	Impakt auf Wasserspeicher haben.....	52
32	Bild 16: Mögliche Veränderung der Abgabe in den Vorfluter durch ein Becken.	
33	Der Durchfluss (Q) ist dargestellt in Prozent des Maximaldurchflusses (Q_A)	
34	des Speicherkraftwerks.....	52
35	Bild 17: Drei verschieden Typen von Ausleitungskraftwerken	54
36	Bild 18: Veranschaulichung des Effekts einer Ausleitung. Der Durchfluss (Q) ist dargestellt	
37	in Prozent des Maximaldurchflusses (Q_A) des Speicherkraftwerks	54
38	Bild 19: Zusammenhang der verbesserten Gewässererstrecke (in %) und der	
39	Schwallausleitung (Ergebniss aus der Gesamtheit der im Projekt untersuchten	
40	Strecken – ca. 50 % der österreichischen schwallbeeinflussten Gewässer	
41	bzw. 50 % der österreichischen Speicherkraftwerksleistung)	60
42	Bild 20: Ergebnisse der SuREmMa-Studie – Einfluss unterschiedlicher Maßnahmen auf	
43	die Leistung von Kraftwerken sowie auf die verhinderte Substitution von CO_2	67
44	Bild 21: Schema zur Auswahl der geeigneten und umzusetzenden Maßnahmen zur	
45	Reduktion der negativen ökologischen Auswirkungen durch Schwall/Sunk	80
46	Bild 22: Schema des GKI.....	102
47	Bild 23: Schwallausgleichsbecken Silz.....	103
48	Bild 24: Projektperimeter der Schwall-Sunk-Sanierung an der Rhone mit	
49	eingezeichneten Untersuchungsabschnitten und Kraftwerken	104

1	Bild A.1: Kernschritte des Referenzansatzes und des Minderungsmaßnahmenansatzes	
2	zur Definition des guten ökologischen Potenzials	111

3 Tabellenverzeichnis

4	Tabelle 1: Im Merkblatt verwendete Kurzzeichen.....	19
5	Tabelle 2: Definitionen und Einheiten der hydrologischen Kenngrößen zur Quantifizierung	
6	von Schwall- und Sunk-Ereignissen basierend auf Abflussganglinien	26
7	Tabelle 3: Relevante Faktoren für das Strandrungsrisiko von Fischen	32
8	Tabelle 4: Wasserkraftwerke (ab 5 MW) im Alpenraum.....	41
9	Tabelle 5: Allgemeiner Überblick über mögliche Auswirkungen von Sanierungs-	
10	maßnahmen auf die wichtigsten Nutzungen sowie allfällige Kriterien	
11	zur Beurteilung des Ausmaßes der Auswirkung (offene Liste)	62
12	Tabelle 6: Übersicht über die energiewirtschaftliche Nutzung	66
13	Tabelle 7: Übersicht anderer Nutzungen	69
14	Tabellen aus dem „Leitfaden zur Ableitung und Bewertung des ökologischen Potentials	
15	bei erheblich veränderten Wasserkörpern – Abschnitt 5: Bewertung und Auswahl der	
16	ökologisch wirksamsten Maßnahmen für die Fischfauna“ (BMLRT 2020)	
17	Tabelle 7: Biologische Wirkung der Maßnahmen.....	116
18	Tabelle 8: Bewertungsmodus für die Wirkung von Maßnahmenkombinationen.....	116
19	Tabelle 16: Erreichbare Verbesserungen bei Schwall	118
20	Tabelle 17: Erreichbare Verbesserungen bei Schwall bei hohem Handlungsspielraum	
21	(Schwallydämpfungsbecken und Gestaltungsmaßnahmen).....	119
22	Tabelle 18: Erreichbare Verbesserungen bei Schwall bei geringem Handlungsspielraum,	
23	aber Vernetzung mit mittelgroßen intakten Zuflüssen	120

1

Hinweis für die Benutzung

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für ein Merkblatt besteht eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen Regeln der DWA gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.

2 Einleitung

3 Gewässer stellen eine Vielzahl von Funktionen zur Verfügung. Sie sind Lebensraum für etliche Tier-
4 und Pflanzenarten, dienen dem Menschen zur Naherholung, werden auch zur Stromproduktion ge-
5 nutzt und vieles mehr. Mit der Nutzung der Wasserkraft kann erneuerbare und klimafreundliche Ener-
6 gie hergestellt werden. Gleichzeitig werden die Gewässer durch die Nutzung jedoch stark ver-ändert.
7 Dadurch werden die ökologischen Funktionen der Gewässer eingeschränkt, wodurch auch die Arten-
8 vielfalt in und an den betroffenen Gewässern gefährdet wird.

9 Im Rahmen der Energiewende sollten die nicht erneuerbaren Energieträger wie Kohle und Atom mit
10 erneuerbaren und klimafreundlichen Energieträgern (Sonne, Wind, Wasser, etc.) ersetzt werden. Dies
11 führt dazu, dass der Druck auf die Gewässer durch die noch intensivere Nutzung der Ressource Was-
12 ser weiter zunehmen wird.

13 Der große Vorteil der Ressource Wasser gegenüber Wind und Sonne ist, dass Wasser in Seen ge-
14 speichert werden kann. Somit ist es möglich unter Ausnutzung der Fallhöhen Strom je nach Bedarf
15 flexibel zu produzieren. Hingegen kann aus Wind und Sonne nur dann Strom produziert werden, wenn
16 diese auch zur Verfügung stehen. Der flexible Einsatz von Speicher- oder Pumpspeicherkraft-werken
17 zur Produktion von Strom aus Wasser führt in den Fließgewässern nach der Wasserrückgabe zu mehr
18 oder weniger regelmäßigen, meist stündlichen bis täglichen Abflussschwankungen. Sie beeinträchti-
19 gen die Gewässerorganismen, die Biodiversität sowie die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewäs-
20 ser und werden im vorliegenden Merkblatt „Schwall-Sunk“ genannt.

21 Der umfassende Schutz der Gewässer und ihrer vielfältigen Funktionen sowie die nachhaltige Nut-
22 zung der Gewässer sind sowohl in der Wasserrahmenrichtlinie der EU als auch im Gewässerschutz-
23 gesetz der Schweiz gesetzlich festgehalten. Sie beinhalten auch die Verpflichtung geeignete Maß-
24 nahmen zur Minderung der gewässerökologischen Auswirkungen von Schwall-Sunk zu setzen.

25 Schwall-Sunk stellt ein außerordentlich komplexes Themengebiet dar. Um geeignete Maßnahmen zur
26 Reduktion der Auswirkungen auf die Gewässerökologie zu finden, sind zahlreiche Fachgebiete vor al-
27 lem Ökologie, Hydrologie, Morphologie, Feststoffhaushalt, Hydraulik einzubinden und unter-schiedli-
28 che Nutzungsinteressen wie Energiewirtschaft, Hochwasserschutz, Siedlungs- und Infra-struktur,
29 Tourismus, Fischerei und Wassersport zu berücksichtigen. Bei der Sanierung der Auswirkungen von

VORSCHAU

Das vorliegende Merkblatt dient als Hilfestellung bei der Wahl von geeigneten Maßnahmen zur Schwall-Sunk-Reduktion bei Wasserkraftwerken. Es zeigt auf, welche Aspekte bei der Beurteilung der gewässerökologischen Auswirkungen von Schwall-Sunk berücksichtigt werden sollten und welche Maßnahmentypen und Maßnahmenkombinationen möglich sind, um die ökologische Beeinträchtigung der Gewässer bei Nutzung von Wasserkraft zu mindern und den angestrebten Zielzustand gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland und Österreich bzw. dem Gewässerschutzgesetz in der Schweiz zu erreichen.

„Schwall-Sunk“ tritt auf, wenn Wasserkraftwerke zum Beispiel auf Lastschwankungen im Stromnetz reagieren und dabei den Turbinendurchfluss rasch ändern. Die Durchflussveränderungen verursachen bei einer direkten Abgabe eine schnelle Abflussänderung im Vorfluter, die in einer freien Fließstrecke zu einer Wasserstandsänderung und in den meisten Fällen zu einer raschen Änderung der benetzten Breite führt.

Das Ausmaß der durch Schwall-Sunk bedingten Effekte ist nicht vom Ausbaudurchfluss bzw. der Leistung des schwallverursachenden Kraftwerks abhängig, sondern wird bedingt von der Größenordnung der in den Vorfluter eingeleiteten künstlichen Abflussschwankungen im Verhältnis zur Flussbreite, den jeweiligen Abflussverhältnissen im Gewässer, der Entfernung zur Einleitungsstelle sowie den morphologischen/hydraulischen Gegebenheiten.

Dieses Merkblatt richtet sich an alle für die Planung zuständigen Fachleute, Kraftwerksbetreiber, die aufgrund gesetzlicher Vorgaben mit der Problematik Schwall-Sunk konfrontiert sind, und zuständige Behörden, die eine Entscheidung zur Festlegung des Umweltziels und der für die Sanierung tatsächlich umzusetzenden Maßnahmen zu treffen haben.

VORSCHAU

ISBN: 978-3-96862-637-6 (Print)
978-3-96862-638-3 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333 · info@dwa.de · www.dwa.de