

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 93 (2001)
Heft: 1-2

Artikel: Sicherheitskonzept bezüglich Betrieb und Gewässerschutz bei
Wasserkraftanlagen
Autor: Loosli, Daniel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939869>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

- Die Konformitätserklärung ist immer notwendig, und die CE-Kennzeichnung ist praktisch ebenfalls obligatorisch.
- Normen haben unverbindlichen Charakter; nach Normen gebaut lässt aber «vermuten, dass die Anforderungen erfüllt sind».
- Der Hersteller muss eine Betriebsanleitung mitliefern, aus der hervorgeht:
 - bestimmungsgemäße Verwendung;
 - bestimmungsfremde und ausgeschlossene Verwendungsmöglichkeiten;
 - zu erfüllende Sorgfaltspflichten bei Installation und Verwendung.

- Bei der Integration der Sicherheit müssen folgende Grundsätze in der folgenden Reihenfolge angewandt werden (siehe Tabelle 1).
- Begriffserläuterungen:
 - Stand von Wissenschaft und Forschung
⇒ was theoretisch durchführbar ist, im Labor verwirklicht ist.
 - Stand der Technik
⇒ was viele Fachleute als richtig erachten und sich in der Praxis bewährt hat.
 - Regeln der Technik
⇒ was sich schon lange bewährt hat und eigentlich von allen so gehandhabt wird. Oft in Normen festgehalten.

2.4 Struktur der europäischen Normen für die Maschinensicherheit

Über allen Normen steht die EG-Maschinenrichtlinie 98/37/EG (vormals 89/392/EWG).

2.4.1 Grundnormen (A-Normen)

Grundnormen behandeln grundlegende Sicherheitsfragen sowie auf sämtliche Maschinen anwendbare Grundsätze, die nur einmal festgelegt werden müssen. Dazu gehören Normen über Grundbegriffe, Gebrauchsanleitungen, Terminologie.

2.4.2 Gruppennormen (B-Normen)

Gruppennormen sind Normen mit sicherheitstechnischen Aussagen, die nicht nur

1.	Beseitigung oder Minimierung der Gefahren (Integration des Sicherheitskonzeptes in die Entwicklung und den Bau der Maschine)	T Technik
2.	Ergreifen von notwendigen Schutzmassnahmen gegen nicht zu beseitigende Gefahren	O Organisation
3.	Unterrichtung der Benutzer über Restgefahren auf Grund der nicht vollständigen Wirksamkeit der getroffenen Schutzmassnahmen; Hinweis auf Spezialausbildung und persönliche Schutzausrüstung	P Persönlich

Tabelle 1. Sicherheitsgrundsätze.

eine einzelne Maschine betreffen, sondern in ähnlicher Weise für eine Gruppe von verschiedenen Maschinen oder Anwendungen gelten. Sie werden unterteilt in B1- und B2-Normen.

B1-Normen behandeln übergeordnete Sicherheitsaspekte, z. B. Sicherheitsabstände, ergonomische Grundsätze, Temperaturen heißer Oberflächen usw.

B2-Normen behandeln Sicherseinrichtungen, die bei verschiedenen Maschinenarten verwendet werden können, z.B. NOT-AUS-Einrichtungen, Zweihandschaltungen, Lichtschranken usw.

2.4.3 Produktenormen (C-Normen)

Produktenormen behandeln spezifische Sicherheitsanforderungen für einzelne Maschinen bzw. Maschinengruppen. Dazu gehören z.B. Normen über Nahrungsmittel-, Verpackungs-, Holzbearbeitungsmaschinen usw.

3. Relevante Grundlagen im Kraftwerksbau

Für Ingenieurarbeiten im Maschinenbereich des Kraftwerksbaus sind insbesondere folgende Grundlagen zu beachten:

- Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEG) 819.1 1996
- Verordnung über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEV) 819.11 1996

- Richtlinie 98/37/EG (Maschinenrichtlinie) 1998
- SIA 160 Einwirkungen auf Tragwerke* 1989
- SIA 161 Stahlbauten Bemessung* 1990
- DIN 18800 Stahlbauten* 1990
- DIN 1055 Lastannahmen für Bauten* 1971–1987
- Eurocode 1 Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke* 1993
- Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten* 1992
- DIN 19704 Stahlwasserbauten 1998
- EKAS Richtlinie 6508 Sicherheitskonzept für die innerbetriebliche Unfallverhütung 2000

*Die SIA 160/161, DIN 18800, Eurocode 1, 3 sind praktisch deckungsgleich

3.1 Beiträge

Forum Wasser, Rapperswil

Diese zum Teil neuen Grundlagen sind noch nicht überall in Fleisch und Blut übergegangen. Die folgenden Beiträge des Forums Wasser, Rapperswil, vom 9. November 2000 sollen dazu beitragen, die Sensibilität dafür zu fördern.

Adresse des Verfassers

Prof. Jürg Meier, Hochschule Rapperswil HSR. Institut für Anlagen- und Sicherheitstechnik, Postfach 1475, CH-8640 Rapperswil, jmeier@hsr.ch.

Sicherheitskonzept bezüglich Betrieb und Gewässerschutz bei Wasserkraftanlagen

■ Daniel Loosli

1. Einleitung

Bei Wasserkraftwerksbauten stehen verständlicherweise die baulichen, elektromechanischen und elektrotechnischen Aspekte im Vordergrund, d.h. die Auslegung des Maschinenhauses im Ganzen, die Turbinen, Generatoren, Transformatoren, alle Hilfsseinrich-

tungen sowie die Stromableitungen. Dabei werden überall die diversen Sicherheitsaspekte beachtet und für den Kraftwerksbetrieb lebensnotwendige Einrichtungen sogar redundant installiert. Dass das ganze zusammenwirkende komplexe System aber nur so gut ist wie das schwächste Glied im ge-

samten Prozess, wird des öfteren vergessen. So zum Beispiel die Notwendigkeit der Ableitung des Leckage-, Sicker- und Drainagewassers des gesamten Kraftwerkes, das oft als etwas Nebensächliches betrachtet und auch dementsprechend behandelt wird. Dass der Kraftwerksbetrieb aber ohne Ablei-

tung des anfallenden Leckagewassers nicht aufrechterhalten bleiben kann, wird zum Teil erst bei genauerer Betrachtung erkannt. Hinzu kommt, dass es nicht nur ab-, sondern fach- und umweltgerecht weitergeleitet werden muss.

Für die Projektierung des gesamten Drainagekonzeptes spielt es natürlich eine wesentliche Rolle, ob es sich um einen Neubau oder Umbau/Sanierung einer Anlage handelt. Bei einem Neubau werden die notwendigen Massnahmen und Installationen während der Projektierung berücksichtigt. Bei einem Umbau/Sanierung kann die Realisierung einer optimalen, wirtschaftlichen Lösung der Drainage zu einer rechten Herausforderung werden, da viele ältere Kraftwerke das gesamte anfallende Drainagewasser (evtl. verschmutztes Wasser) sowie die Restentleerungen von Einlaufspiralen und Saugrohren (sauberer Wasser) über das gleiche System abgeben. Diese Einrichtungen genügen den heutigen Anforderungen des neuen Gewässerschutzgesetzes über die fachgerechte Abgabe von Schmutzwasser im Grundsatz nicht mehr. Sie sind bei Neukonzessionierungen oder Umbauten dementsprechend anzupassen.

Neben den massgeblichen gesetzlichen Grundlagen wird am Beispiel vom Wasserkraftwerk Gösgen, welches sich momentan im Umbau befindet, das hier ausgeführte Drainagekonzept vorgestellt.

2. Massgebende gesetzliche Grundlagen

Die Gewässerschutzverordnung (GschV) vom 28. Oktober 1998 hält u.a. fest, dass der gesamte Kohlenwasserstoffgehalt (z.B. Mineralöle) bei Einleitung von Industrieabwasser in: a) ein Gewässer (Vorfluter) $\leq 10 \text{ mg/l}$; b) eine öffentliche Kanalisation $\leq 20 \text{ mg/l}$ nicht übersteigen darf. Diese Anforderung der GschV ist für den Kraftwerksbetrieb eine der massgebenden, da die Verschmutzungsgefahr des Drainagewassers mit Öl in einem Kraftwerk doch stark erhöht ist.

Über weitere Anforderungen an die Ableitung von Abwasser gemäß GschV wird hier nicht eingegangen.

3. Drainagekonzept Wasserkraftwerk Gösgen

Eine wichtige Auflage für den Umbau des KW Gösgen ist die hohe Verfügbarkeit der Stromproduktion und somit der Gesamtanlage. Dementsprechend wurde auch das ganze Drainagekonzept für das Wasserkraftwerk Gösgen so ausgelegt, dass es nicht das eingangs erwähnte schwache Glied im ganzen Kraftwerksprozess darstellt.

3.1 Anlagenteile mit Gefahrenstoffen und vorsorgliche Schutzmassnahmen

In einem ersten Schritt werden die Anlagenteile analysiert, die Gefahrenstoffe aufweisen und für welche Schutzmassnahmen zu treffen sind. Dies sind beim Wasserkraftwerk in erster Linie verschiedene Öle (siehe Tabelle unten).

3.2 Abzuleitendes Drainagewasser

Das gesamthaft abzuleitende Drainagewasser des KW Gösgen setzt sich aus den diversen Leckage- (7 l/s), den Kondens- (1 l/s) und den allgemeinen Sickerwassermengen (3 l/s) zusammen und beläuft sich theoretisch auf 11 l/s . Da bei diesem abzuleitenden Wasser damit gerechnet werden muss, dass es kontaminiert, das heißt mit Öl verschmutzt sein kann (siehe 3.1), muss es über einen Ölabscheider abgeführt werden. Nun ist zu entscheiden, ob dieses Abwasser in den Vorfluter oder in die öffentliche Kanalisation abgegeben werden soll. Wird es in die öffentliche Kanalisation abgegeben (gebührenpflichtig), genügt das Anordnen eines Schwerkraftölabscheidens (Konzentration Kohlenwasserstoff $\leq 20 \text{ mg/l}$), wird es jedoch in den Vorfluter abgegeben, muss das Abwasser noch zusätzlich über einen Koaleszenzfilter geleitet werden, um die Anforderungen der Konzentration an Kohlenwasserstoff ($\leq 10 \text{ mg/l}$) gemäß GschV zu erfüllen. Aus wirtschaftlichen Gründen hat sich der Bauherr des Wasserkraftwerkes Gösgen, die Aare Tessin AG für Elektrizität in Olten, entschieden, das Drainagewasser über Koaleszenzfilter in den Vorfluter abzugeben. Die üblichen Abwasser von Sanitäranlagen im Kraftwerk werden separat in das öffentliche Kanalsystem abgeleitet.

Anlagenteile	Massnahmen
Transformatoren	isierte Auffangwannen (autonom)
Turbinen-Reguliereinrichtungen	isierte Auffangwannen
Turbinenlaufradnabe	aus der Erfahrung bei dieser Konstruktion keine Massnahmen notwendig
Turbineleckagewasser	fachgerechtes Ableiten über Ölabscheideranlage
Turbinen- und Generatorlageröl	fachgerechtes Ableiten bei Havarie über Ölabscheideranlage
Öleinigungsanlage	isierte Auffangwannen (autonom)
Batterien	wartungsfreie Batterien, isolierte Auffangwanne (autonom)
Montageplatz im Maschinenhaus	separate Ablaufrinne mit Auffangwanne (autonom)

3.3 Angenommenes Störfallszenario

Für die Dimensionierung der Ölabscheideranlage wurden Störfallszenarien angenommen, bei welchen ermittelt wurde, wie viel Öl im Maximum gleichzeitig auslaufen könnte. Dies bei der Annahme, dass nicht mehrere Störfälle gleichzeitig auftreten und nur die Havarien berücksichtigt werden, bei welchen das auslaufende Öl Auswirkungen auf das Drainagewasser hat, also nicht autonom in Auffangwannen aufgefangen werden kann. Die Ermittlungen ergaben ein maximales Ölvolume für den massgebenden Störfall von ca. $5,2 \text{ m}^3$.

3.4 Gesamtes Entwässerungskonzept

Das anfallende Drainagewasser und die mögliche Ölmenge werden im Freispiegel (Bereich A) oder über die redundanten Drainagepumpen im Pumpensumpf des Kraftwerks (Bereich B) und deren Leitungen der Ölabscheideranlage zugeführt und auf Ölrückstände behandelt. Die Ölabscheideranlage besteht aus einem Schwerkraftölabscheider und

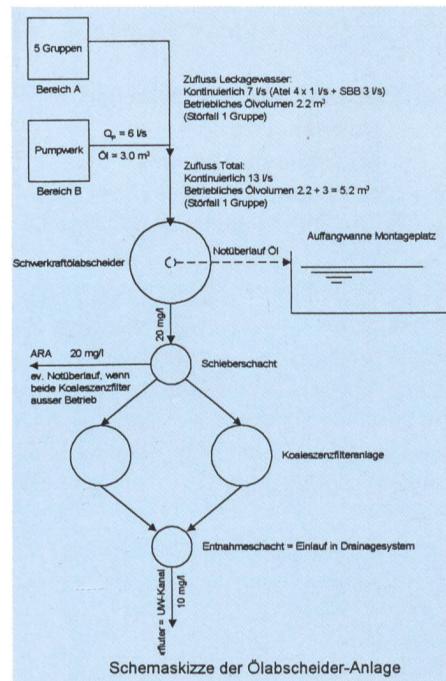


Bild 1. Schemaskizze der Ölabscheider-anlage.

zwei Koaleszenzfilteranlagen sowie einem Notüberlauf in eine Auffangwanne (siehe Bild 1).

Das zu behandelnde Abwasser gelangt von der Drainagesammelleitung vorerst in den Schwerkraftölabscheider. Das vom Schwerkraftölabscheider an den anschließenden Schieberschacht weitergegebene Abwasser weist dann noch einen Kohlenwasserstoffgehalt von $\leq 20 \text{ mg/l}$ auf. Es könnte im Notfall, das heißt, wenn beide Koaleszenzfil-

teranlagen ausser Betrieb sind, auch in die Kanalisation geleitet werden. Vom Schieber schacht gelangt das verschmutzte Drainage wasser in einen der beiden Koaleszenzfilter (redundant), wo der Kohlenwasserstoffgehalt mittels spezieller Filter auf $\leq 10 \text{ mg/l}$ reduziert wird.

Über einen Entnahmeschacht, in welchem die noch vorhandene Belastung des Abwassers gemessen werden kann, gelangt es in eine Drainageleitung, welche in den Vorfluter mündet. Bei einer Havarie, bei der eine grössere Menge Öl auslaufen könnte, würde

das Öl vom Schwerkraftölabscheider über einen Notüberlauf in eine Auffangwanne geleitet. Die Auffangwanne muss in diesem Fall mittels mobiler Pumpen geleert und das Öl via Lkw fachgerecht entsorgt werden.

Alle Steuerungs-(Klappen) und Überwachungselemente (Ölfühler, Schwimmer usw.) des ganzen Drainagesystems (Pumpen, Drainageleitung, Ölabscheideranlage) sind an der unterbrechungsfreien Stromversorgung angeschlossen, sodass die Funktionstüchtigkeit auch bei Stromausfall bestehen bleibt und somit die hohe Verfügbarkeit

des Gesamtsystems, wie es in Gösgen verlangt wird, gewährleistet ist.

Vortrag des Verfassers anlässlich des Forums Wasser, Rapperswil, der HSR und des Linth-Limmatverbandes vom 10. November 2000 an der Hochschule Rapperswil.

Adresse des Verfassers

Daniel Loosli, dipl. Ing. ETH, Colenco Power Engineering AG, Mellingerstrasse 207, CH-5405 Baden.

Sicherheitsaspekte bei hydraulischen Anlagen

■ Arnold Habermann

1. Einleitung

Die neue DIN 19704 kann auch unter dem Aspekt der aktuellen rechtlichen Grundlagen als sehr praxistauglich bezeichnet werden. Sie besteht aus drei Teilen:

- Teil 1: Stahlwasserbauten, Berechnungsgrundlagen
- Teil 2: Stahlwasserbauten, Bauliche Durchbildung und Herstellung
- Teil 3: Stahlwasserbauten, Elektrische Ausstattung

Die DIN 19704 stellt die fachspezifischen Grundlagen für die Bemessung (Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit) zur Verfügung.

Am Beispiel der hydraulischen Antriebe können die Auswirkungen der neuen Regelwerke gut dargestellt werden. Damit wird eine erhebliche Verbesserung des Sicherheitsstandards bei vernünftigem Aufwand erreicht.

2. Berechnungsgrundlage

2.1 Die verschiedenen Betriebsfälle nach alter DIN

In der alten DIN 19704 von 1976 gab es die folgenden Betriebsfälle zur Berechnung und Auslegung der Antriebe:

Normaler Betriebsfall	NB
Besonderer Betriebsfall	BB
Aussergewöhnlicher Lastfall	AL

Untersuchungen haben ergeben, dass bei ca. 80% aller ausgeführten Anlagen der Betriebsfall «BB» für die Berechnung und Auslegung der Antriebe massgebend war. Daher sieht die neue DIN-Norm 19704-1 für den Antrieb nur noch einen Betriebsfall «Bewegen» und bei aussergewöhnlichen Einwirkungen einen im Betriebsfall 2 «statisch» vor.

Die Unterschiede der alten und der neuen Norm lassen sich deshalb etwa wie folgt darstellen:

Alte DIN

Normaler Betriebsfall	NB = 220 bar
Besonderer Betriebsfall	BB = 250 bar
Aussergewöhnl. Lastfall	AL = 300 bar

Neue DIN

Betriebsfall 1 Bewegen	= 250 bar
Betriebsfall 2 Statisch	= 300 bar

2.2 Antriebskräfte

Die fachspezifischen Grundlagen für die Erstellung der Gefährdungsbilder sind in der Norm festgehalten. Die Antriebskräfte werden über Teilsicherheitsbeiwerte γF und Kombinationsbeiwerte Ψ für Stahlkonstruktion ermittelt.

3. Bauliche Durchbildung und Herstellung am Beispiel Hydraulikzylinder

Wegen ihrer Funktionen müssen Stahlwasserbauten konstruktiv einfach, robust und funktionssicher sein. Für den Stahlbau beträgt die Nutzungsdauer 70 Jahre. Für den Maschinenbau, einschliesslich der Elektronik, 35 Jahre. Diese Angaben beziehen sich nicht auf die Verschleisssteile. Am Beispiel eines Hydraulikzylinders werden einige Konstruktionsmerkmale erläutert. Es werden folgende Anforderungen gestellt:

- An der Lastseite des Zylinders ist der Steuerblock mit Druckabsicherung und Bremsventil direkt anzuflanschen.
- Der Boden- und Kopfflansch des Zylinders ist geflanscht auszuführen.
- Der Zylinder soll mit einem Schmutz- und Eisabstreifer ausgeführt sein (Bild 1).

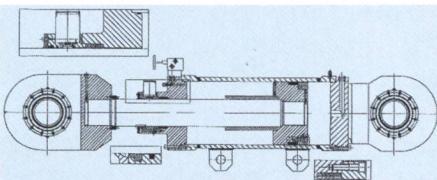


Bild 1. Übersicht über den Hydraulikzylinder.

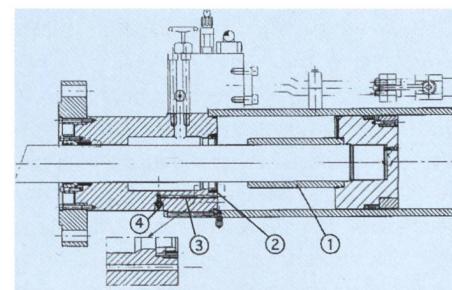


Bild 2. Detailansicht der Dämpfung mit ① Dämpfungsbuchse, ② Düsenring, ③ Bypassbohrung, ④ Drosselventil für die Einstellung der Dämpfungsgeschwindigkeit.

Bei Sicherheitsverschlüssen in Wasserkraftanlagen und Talsperren (z.B. Turbineneinlaufschütze, Absperrklappen) sowie Sicherheitstoren in Schifffahrtskanälen erfolgt die Abbremsung des Verschlusskörpers rein hydraulisch. Bei Hydraulikzylindern erfolgt die Abbremsung durch eine Endlagendämpfung derart, dass ein Ringquerschnitt auf den letzten Teil des Hubweges verkleinert wird (Bild 2).

Für Gelenkaugen ist eine mögliche Ausführung in Bild 3 dargestellt.

Als Stangendichtungen haben sich Dachmanschetten durchgesetzt (Bild 4). Diese sind begrenzt einstellbar.