



Kanton Zürich  
Baudirektion  
**Amt für  
Abfall, Wasser, Energie und Luft**  
Wasserbau

Brigitta Gander  
Aufsicht Stauanlagensicherheit

# Hochwassersicherheit bei Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III

## Merkblatt

7. Februar 2020 (Version 1.1)

Anpassung Bemessungs- und Sicherheitshochwasser gemäss der Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil C2: Hochwassersicherheit und Stauseeabsenkung, Kapitel 2.7.1 des Bundesamtes für Energie vom 15. Februar 2017

# 1. Einleitung

Das AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich, Abteilung Wasserbau, ist zuständig für die Aufsicht aller der Stauanlagengesetzgebung unterstellten Stauanlagen im Kanton Zürich, die nicht unter der direkten Aufsicht des Bundes stehen.

In der Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil C2: Hochwassersicherheit und Stauseeabsenkung des Bundesamtes für Energie (BFE) vom 15. Februar 2017, steht unter Kapitel 2.7.1 «Besondere Situationen - Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III»:

*«Bei Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III kann die Aufsichtsbehörde*

- *die aussergewöhnliche Situation anpassen. So können beispielsweise die Anforderungen bezüglich des Bemessungshochwassers oder des erforderlichen Sicherheitsfreibordes verringert werden.*
- *auf einen Nachweis der extremen Situation verzichten, falls die entsprechenden Anforderungen zum Schutz der Bevölkerung vor Naturgefahren für den Überlastfall gemäss der Wegleitung Hochwasserschutz an Fließgewässern des Bundesamtes für Wasser und Geologie von 2001 erfüllt werden.»*

Die Aufsichtsbehörde kann bei Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III demnach die Anforderungen bezüglich der Hochwassersicherheit anpassen.

## 2. Gesetzliche Grundlagen

### 2.1. Gesetzgebung Schweiz

Als Vollzugshilfe zur Stauanlagengesetzgebung hat das BFE eine Richtlinie über die Sicherheit von Stauanlagen herausgegeben, welche in Teil C2: Hochwassersicherheit und Staueeabsenkung die Anforderungen an den Nachweis der Hochwassersicherheit von Stauanlagen regelt. Die Anforderungen für die im Rahmen des vorliegenden Dokuments massgebende Stauanlagenklasse III sind nachfolgend aufgeführt.

Ebenso werden die Anforderungen für Dämme an Fliessgewässern, die hinsichtlich Grösse erfahrungsgemäss mit der Stauanlagenklasse III vergleichbar sind, aufgeführt. Hierfür gelten die in der Wegleitung Hochwasserschutz an Fliessgewässern des Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG) von 2001 definierten Hochwasserwiederkehrperioden sowie die KOHS-Empfehlungen für die Freibordbemessung (Kommission für Hochwasserschutz, KOHS, 2013: Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen).

In Tabelle 1 sind die Anforderungen für Stauanlagen der Klasse III sowie für Dämme an Fliessgewässern zusammengefasst.

Klassierung	Stauanlage Klasse III	Fliessgewässer
Stauvolumen und Stauhöhe	$H_R < 10 \text{ m}$ und $V_R \leq 500'000 \text{ m}^3$ $H_R < 15 \text{ m}$ und $V_R \leq 100'000 \text{ m}^3$ $H_R < 25 \text{ m}$ und $V_R \leq 50'000 \text{ m}^3$	
Freibord	Mauern: $f = 0.50 \text{ m}$ Dämme: $f = 1.00 \text{ m}$	$f_{\min} = 0.30 \text{ m}$ $f_{\max} = 1.50 \text{ m}$
Bemessungshochwasser mit Wiederkehrperiode	HQ1000	HQ100
Sicherheitshochwasser mit Wiederkehrperiode	PMF oder $1.5 \times \text{HQ1000}$	EHQ bzw. $1.3 - 1.5 \times \text{HQ100}$
Initiale Staukote	Bemessungshochwasser: Stauziel Sicherheitshochwasser: Becken leer	-
Entlastungsmöglichkeit	Annahme: Grundablass/Durchlass verstopft	-

Tabelle 1: Gesetzgebung Schweiz – Hochwassersicherheit

## 2.2. Gesetzgebung Nachbarländer

Die geltenden Anforderungen an die Hochwassersicherheit von kleinen Rückhaltebecken in den Nachbarländern sowie an die kleinen Stauanlagen gemäss Bulletin N°157, Small Dams, Design, Surveillance and Rehabilitation des ICOLD (International Commission on Large Dams) von 2016 sind in Tabelle 2 angegeben.

In Frankreich wie auch beim ICOLD werden die Stauanlagen in Abhängigkeit der Stauhöhe und des Stauraumvolumens entsprechend der Formel  $H^2\sqrt{V}$  klassifiziert. Ein Vergleich mit den Stauanlagenklassen der Schweiz (BFE) ist in Abbildung 1 gezeigt.

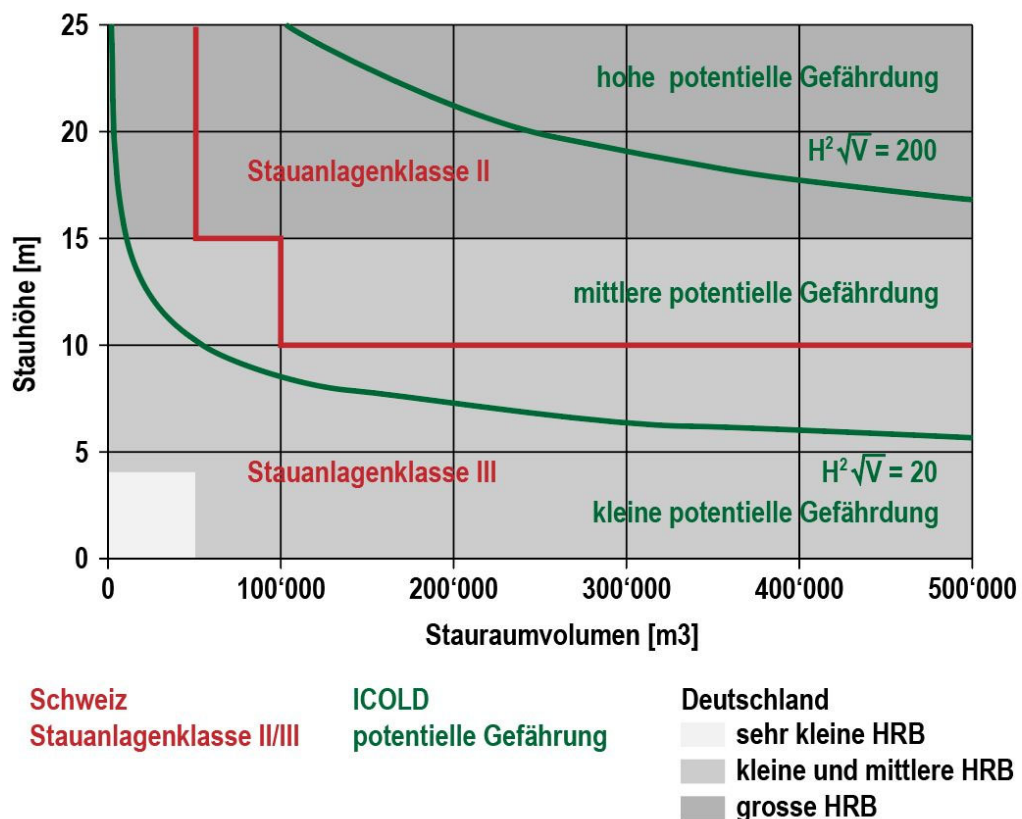


Abbildung 1: Vergleich Stauanlagenklassen der Schweiz, des ICOLD und Deutschlands. Einteilung in die Gefährdungsklassen gemäss Tabelle 2.

Da Rückhaltebecken ausschliesslich oberhalb von Siedlungsgebieten zu deren Schutz gebaut werden und somit bei Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III die Anzahl betroffenen Personen immer  $> 0$  ist, fallen die Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III (gemäss den Richtlinien des Bundesamtes für Energie BFE) nach der Klassifizierung gemäss ICOLD in die Klassen mit mittlerem oder hohem Gefährdungspotenzial.

Klassierung	ICOLD			Deutschland		Frankreich	
	Potentielle Gefährdung			Sehr kleine HRB	Kleine und mittlere HRB		
	Klein (I)	Mittel (II)	Hoch (III)				
Stauvolumen	$H^2\sqrt{V} < 20$	$20 < H^2\sqrt{V} < 200$	$H^2\sqrt{V} \geq 200$	$\leq 50'000 \text{ m}^3$	$> 50'000$ bis $1'000'000 \text{ m}^3$	$H^2\sqrt{V} < 5$	$H^2\sqrt{V} < 5 - 30$
Stauhöhe				$\leq 4 \text{ m}$	$> 4$ bis $15 \text{ m}$		
Gefährdungspotenzial (Anzahl betroffene Personen)	$\sim 0$	$< 10$	$\geq 10$				
Freibord	$f_{\min} = 0.4 - 0.6 \text{ m}$	$f_{\min} = 0.6 - 1.0 \text{ m}$	$f_{\min} = 1.0 \text{ m}$	$f = 0.40 \text{ m}-0.70 \text{ m}$ (in Abhängigkeit der Böschungsneigung)	$f = 0.50 \text{ m}-0.80 \text{ m}$ (in Abhängigkeit der Böschungsneigung)	$f_{\min} = 0.40 \text{ m}$	$f_{\min} = 0.60 \text{ m}$
Bemessungshochwasser mit Wiederkehrperiode	HQ20	HQ100	HQ200	HQ200	HQ500	HQ100	HQ500
Sicherheitshochwasser mit Wiederkehrperiode	HQ50	HQ200	HQ1000	HQ1000	HQ5000		
Initiale Staukote				Becken leer			
Entlastungsmöglichkeit				Bemessungshochwasser: Falls bewegliche Verschlüsse: n-1 Regel Sicherheitshochwasser: alles offen			

Tabelle 2: Gesetzgebung ICOLD und Nachbarländer – Hochwassersicherheit

## 3. Anforderungen

### 3.1. Kriterien als Voraussetzung zur Anpassung der Hochwassersicherheit

In Tabelle 3 sind die Kriterien aufgeführt, welche als Voraussetzung erfüllt sein müssen, damit die Anforderungen an die Hochwassersicherheit von Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III angepasst werden können. Diese basieren hauptsächlich auf den erforderlichen Nachweisen und konstruktiven Anforderungen der Richtlinien des BFE.

Kriterien	Beschreibung
Stauvolumen und Stauhöhe der Stauanlagenklasse III	Rückhaltebecken mit: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stauhöhe &lt; 10 m und Stauvolumen <math>\leq 500'000 \text{ m}^3</math></li> <li>• Stauhöhe &lt; 15 m und Stauvolumen <math>\leq 100'000 \text{ m}^3</math></li> <li>• Stauhöhe &lt; 25 m und Stauvolumen <math>\leq 50'000 \text{ m}^3</math></li> </ul>
Belastbare Hydrologie vorhanden	Zur Anwendung kommende Abschätzmethoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Methoden basierend auf Zuflussmessreihen (M1)</li> <li>• Statistische Methoden basierend auf Niederschlagsmessreihen + synthetische Ganglinie oder Niederschlags-Abfluss-Modell (M2 + SG oder + NAM)</li> </ul>
Verhinderung Verklauungsrisiko durch geeignete Entlastungsvorrichtungen	Zur Verhinderung von Verklauung müssen sämtliche folgende konstruktive Anforderungen erfüllt werden: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Verminderung des Treibguteintrags im Einzugsgebiet</li> <li>b) Durch- und Weiterleiten des Treibguts durch geeignete Ausbildung der Entlastungsvorrichtungen</li> <li>c) Rückhalt des Treibguts im Stauraum</li> </ol>
Auswirkung Überlastfall überprüfen	Überprüfung des Überlastfalls: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Konsequenzen im Überlastfall</li> <li>• Kurzzeitiges Überströmen des Dammes mit kleinem spezifischen Abfluss erlaubt (z.B. maximale Fließgeschwindigkeit in der gleichen Grössenordnung wie ein Böschungsrasen standhalten kann)</li> </ul>

Tabelle 3: Kriterien als Voraussetzung zur Anpassung der Hochwassersicherheit bei Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III

## 3.2. Anforderungen an den Hochwassersicherheitsnachweis

In Tabelle 4 werden die reduzierten Anforderungen an den Hochwassersicherheitsnachweis definiert. Als Vergleich dazu sind die Anforderungen an die Hochwassersicherheit der Stauanlagenklasse III gemäss den Richtlinien des BFE [1] aufgeführt, welche bei einer Nichterfüllung der Kriterien zur Anpassung der Hochwassersicherheit massgebend sind.

<b>Anforderungen Hochwassersicherheitsnachweis</b>		
	<i>Reduzierte Anforderungen für Rückhaltebecken Stauanlagenklasse III</i>	<i>Anforderungen für Stauanlagenklasse III gemäss BFE</i>
Initiale Staukote	Bemessungshochwasser: Stauziel Überlastfall: Becken leer	Bemessungshochwasser: Stauziel Sicherheitshochwasser: Becken leer
Entlastungsmöglichkeit	Annahme: Grundablass/ Durchlass verstopft	Annahme: Grundablass/ Durchlass verstopft
Bemessungshochwasser mit Wiederkehrperiode	≥ HQ300 (HQ200)* und ≥ Schutzziel  *Eine relativ niedrige Wiederkehrperiode wird vorgeschlagen, damit die statistischen Methoden zur Bestimmung der Hydrologie möglichst aussagekräftig bleiben. In der Schweiz ist im Hochwasserschutz HQ300 geläufig und es wird empfohlen, dieses zu verwenden. Bei bestehenden Anlagen ohne Ausbauprojekte kann in Absprache mit der Aufsichtsbehörde ein Bemessungshochwasser HQ200 gewählt werden, in Anlehnung an die Empfehlungen des ICOLD sowie den Anforderungen in Deutschland.	HQ1000
Sicherheitshochwasser mit Wiederkehrperiode	Überprüfung des Überlastfalls (siehe Kriterium Überlastfall in Tabelle 3) für ein Sicherheitshochwasser von entweder: 2 x HQ200, 1.5 x HQ300 oder HQ1000.	PMF oder 1.5 x HQ1000
Freibord	Freibordberechnung: f = Wellenauflauf + Windstau + rutscherzeugte Impulswellen  falls f ≥ 1.0 m (Dämme) respektive f ≥ 0.5 m (Mauern), kann auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden.	Mauern: f = 0.50 m Dämme: f = 1.00 m

Tabelle 4: Anforderungen Hochwassersicherheitsnachweis