



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,  
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Division Eaux

# Auswirkungen der Verordnung über die befristete Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken

**Resultate der kantonalen Umfrage zu den Auswirkungen der Verordnung und der Empfehlungen des Bundesrats zur Steigerung der Stromproduktion**



Publikation des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)  
Bern, 2023



# Management Summary

Der Bundesrat hat per 1. Oktober 2022 die Verordnung über die befristete Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken (SR 531.65) in Kraft gesetzt. Diese Verordnung verpflichtet Wasserkraftbetreiber, die in der Konzession festgelegten Restwassermengen auf die Mindestrestwassermenge nach Art. 31. Abs. 1 des Gewässerschutzgesetzes zu reduzieren, damit mehr Wasser für die Stromproduktion genutzt werden kann. Dank dieser Massnahme schätzte der Bundesrat eine maximal mögliche Erhöhung der Stromproduktion um 150 GWh.

Die Verordnung war auf Ende April 2023 befristet. Im Verlauf des Winters hat sich das Risiko einer Strommangellage entschärft. Der Bundesrat hat deshalb am 17. März 2023 beschlossen, die Verordnung bereits per Ende März 2023 ausser Kraft zu setzen.

Der Bundesrat hat am 30. September 2022 zudem die Kantone aufgefordert, zusätzliche Massnahmen zur Steigerung der Stromproduktion zu prüfen und wenn möglich umzusetzen, beispielsweise eine Erhöhung des gestauten Wasserspiegels (Staukote) bei Flusskraftwerken oder eine befristete Bewilligung eines optimierten Kraftwerkeinsatzes, welcher über die Konzession hinausgeht (z.B. eine befristete Erhöhung der für die Stromproduktion genutzten Wassermenge).

Insgesamt haben 44 Wasserkraftwerke in 13 Kantonen die Restwassermengen gemäss der Verordnung reduziert. Bei vier Kraftwerken wurde die Restwassermenge nur geringfügig reduziert (<5%). Bei einem Drittel der Kraftwerke wurde die Restwassermenge mässig reduziert (>5-20% Reduktion, 14 Kraftwerke). Bei einem weiteren Drittel wurde die Restwassermenge stark (>20% Reduktion, 13 Kraftwerke) bis sehr stark (>40% Reduktion, 3 Kraftwerke) reduziert. Bei 9 Kraftwerken wird die Restwassermenge gemäss Konzession dynamisch, d.h. abhängig von der Wassermenge des Zuflusses, geregelt. Bei diesen Kraftwerken kann deshalb die Reduktion des Restwassers nicht quantifiziert werden.

Zwei Kantone beurteilten die Auswirkungen der Restwasserreduktion auf die Gewässerökologie in qualitativer Hinsicht: Ein Kanton konnte aufzeigen, dass die Reduktion zu einer erheblichen Verringerung der benetzten Flächen in den ökologisch sensiblen Flachwasserbereichen führte. Beim anderen Kanton kamen die Restwassermengen aus gewässerökologischer Sicht klar unter das Minimum zu liegen, weil im gleichen Zeitraum die aus den Zwischeneinzugsgebieten zufließenden Seitenbäche wenig Wasser führten. Die anderen Kantone führten kein Monitoring zu den Auswirkungen der Massnahmen durch, weil die Frist für die Planung zu kurz war und die Ressourcen fehlten. Zudem gingen die Kantone davon aus, dass die Massnahmen einmalig wären und es daher nicht notwendig sei, die Auswirkungen zu verfolgen. Negative Auswirkungen auf die Gewässerökologie können Beeinträchtigungen der in Art. 31 Abs. 2 genannten gewässerökologischen Elemente umfassen. Aufgrund der befristeten Umsetzung der Verordnung ist davon auszugehen, dass seltene Lebensräume und -gemeinschaften betroffen sind und Einschränkungen der freien Fischwanderung und Beeinträchtigungen von Laichstätten oder Aufzuchtgebieten von Fischen auftreten können.



Um die potentiellen ökologischen Beeinträchtigungen abschätzen zu können wurde eine Risikoanalyse durchgeführt, hergeleitet aus der Kombination des ökomorphologischen Zustands der Restwasserstrecke und dem Ausmass der Reduktion der Restwassermenge, pro Kraftwerk. Für die gesamtschweizerische Beurteilung wurde dieses Risiko mit der Länge der Restwasserstrecke multipliziert. Auf diese Weise konnte abgeschätzt werden, bei welchen Kraftwerken durch die Reduktion der Restwassermenge eher geringe resp. eher hohe ökologische Auswirkungen erfolgt sind.

Bei Wasserkraftwerken, bei denen das Restwasser nur während der kurzen Periode von sechs Monaten um weniger als 20% reduziert wurde, sind die Auswirkungen auf die Gewässerökologie wahrscheinlich eher gering. Bei einigen Wasserkraftwerken in Gewässern mit Fischpopulationen von nationaler Bedeutung wurden die Restwassermengen um 50% bis 60% reduziert. Es ist davon auszugehen, dass durch diese starken Reduktionen des Restwassers das Gewässerökosystem und die darin lebenden Fischpopulationen beeinträchtigt wurde.

Die Zusammenhänge zwischen Reduktion der Wassermenge und hydraulischen und ökologischen Auswirkungen sind nicht linear. Die freie Fischwanderung kann bereits bei geringeren Reduktionen von Restwassermengen beeinträchtigt werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Reproduktion der Fische daraufhin im Frühjahr 2023 eingeschränkt war. Dazu fehlen jedoch detaillierte (Feld-)Untersuchungen. Handelt es sich bei den verordneten Massnahmen um einmalige, nicht wiederkehrende Massnahmen, werden sich die Fischbestände im Folgejahr vermutlich erholen können.

Die Erhöhung der Stromproduktion wurde für 43 Wasserkraftwerke von den 44 betroffenen Wasserkraftwerken angegeben. Die Angaben basieren teilweise auf Schätzungen, teilweise auf der tatsächlichen Produktion. Insgesamt wurde durch die Reduktion der Restwassermengen innerhalb der sechs Monate etwa 26 GWh mehr Strom produziert. Dies entspricht 0.041% der durchschnittlichen schweizerischen Stromproduktion, und 17.3% der durch die Umsetzung der Verordnung erwarteten maximalen Zusatzproduktion von 150 GWh. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten hat folgende betriebliche und abflussbedingte Gründe:

- Einige Wasserkraftwerke konnten die Verordnung nicht umsetzen, weil die technischen Voraussetzungen (teilweise grundsätzlich, teilweise aufgrund aktueller funktioneller Einschränkungen) nicht gegeben waren.
- Bei Grenzkraftwerken konnte die Verordnung nicht umgesetzt werden, da die meisten Anlagen nicht betroffen sind (keine Restwasserstrecke oder Konzession vor 1992) oder die Reduktion der Restwassermenge nicht zu einer Erhöhung der Wasserkraftproduktion führt.
- Die Erhöhung der Restwassermengen nach Art. 31. Abs. 2 und Art. 33 Abs. 2 GSchG entspricht insgesamt einem Verlust an Stromproduktion von knapp 250 GWh pro Jahr. Für die Schätzung der durch die Umsetzung der Verordnung möglichen Mehrproduktion wurde diese Strommenge linear auf die sieben Wintermonate (Oktober-April) reduziert. Die verfügbaren Restwassermengen bei den Kraftwerken sind aber im Sommer teilweise höher als im Winter. Die saisonalen Abstufungen der verfügbaren Restwassermengen pro Kraftwerk waren



zum Zeitpunkt der Schätzung nicht bekannt. Dies führte zu einer Überschätzung der möglichen Mehrproduktion.

- Bei einigen Kraftwerken wird das abgegebene Restwasser mittels einem Dotierwasserkraftwerk bereits zur Stromproduktion genutzt. In solchen Fällen führt eine Reduktion der Restwassermenge nur in geringerem Masse zu einer Mehrproduktion.
- Die Verordnung wurde über sechs, und nicht wie geplant sieben, Monate umgesetzt.

Die Empfehlungen des Bundesrates, weitere Massnahmen zur Steigerung der Stromproduktion zu prüfen, führte zu fünf zusätzlichen Massnahmen mit einer Produktionssteigerung von insgesamt 5.2 GWh:

- Beim Kraftwerk Bremgarten-Zufikon (AG) wurde die Reuss in den Wintermonaten 2022/23 um 7 cm höher gestaut, dadurch konnte die nutzbare Fallhöhe vergrössert und die Produktion erhöht werden.
- Beim Kraftwerk Schaffhausen (SH) wurde zeitlich befristet die Nutzung des Wehrüberfallwassers im Umfang von 3 m<sup>3</sup>/s bis zur vollen Ausbauwassermenge von 500 m<sup>3</sup>/s erlaubt.
- Beim Kraftwerk Ruppoldingen (SO) wurde die Staukote permanent auf der Maximalhöhe fixiert, anstatt einer variablen Höhe abhängig von Jahreszeit und Abfluss.
- Beim Kraftwerk Forces Motrices Hongrin-Léman (VD) wurde 200'000 m<sup>3</sup> Wasser für die Energieproduktion zusätzlich zur Verfügung gestellt.
- Beim Kraftwerk Zürichsee (ZH) wurde die saisonale Absenkung des Zürichsees bis Mitte Februar aufgehoben und die Zürichseeregulierung beim Platzspitzwehr angepasst.

Bei drei dieser fünf Massnahmen wurden durch den Kanton keine Auswirkungen auf die Gewässerökologie festgestellt (AG, SH, ZH). Bei einem Kanton (SO) wurden die Auswirkungen aufgrund der kurzen Frist nicht erhoben; bei einem Kanton (VD) standen die Resultate der Erhebung zum Zeitpunkt der Umfrage noch nicht zur Verfügung.

Bei einem Einzelfall, nämlich der Festlegung der Staukote auf die Maximalhöhe am Aare-Wehr in Ruppoldingen (SO), konnte eine beachtliche Menge an zusätzlichem Strom produziert werden. Hier wurden zwar die Auswirkungen auf die Gewässerökologie nicht erhoben, doch wurde vom Kanton vermerkt: «Diese Stauhöhe wird aufgrund des variablen Stauregimes immer wieder mal erreicht, tlw. über mehrere Tage oder Wochen». Daher kann davon ausgegangen werden, dass auch hier vergleichsweise eher geringe ökologische Auswirkungen auftraten.

Der Winter 2022/2023 war durch wenig Schnee und wenig Regen geprägt. Dies wirkte sich auch auf die Abflüsse, welche im Winter auch bei durchschnittlichen Verhältnissen tief sind, aus. Im Mittelland, insbesondere bei den grösseren Flüssen wie Aare, Reuss, Limmat und Hochrhein, und im Südtessin waren die Abflüsse tiefer, als für die Jahreszeit üblich. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der hydrologischen Bedingungen die Auswirkungen der Verordnung auf die Stromproduktion geringer ausgefallen sind, als in einem Jahr mit mittleren Abflüssen zu erwarten wäre. Andersorts waren die Abflüsse im normalen Bereich. Gemäss Rückmeldungen der Kantone war die hydrologische Situation im Winter 2022/23 bei den einzelnen Kraftwer-



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,  
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Division Eaux

ken jedoch sehr unterschiedlich. Wie stark die hydrologische Situation die Stromproduktion tatsächlich beeinflusst hat, kann aufgrund der Rückmeldungen der Kantone nicht abschliessend beurteilt werden.

# Impressum

## **Autoren**

Monika Schaffner  
Emilie Person  
Lucie Lundsgaard-Hansen  
Stephan Müller

(alle Bundesamt für Umwelt, BAFU)

## **Titelbild**

Restwasserstrecke unterhalb des Kraftwerks Rupperswil-Auenstein (Kanton Aargau).  
Tabea Kropf, BAFU

## **PDF-Download**

[Restwasser \(admin.ch\)](#)

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar.

Bern, 16.11.2023

# Inhaltsverzeichnis

<b><u>Management Summary</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>Impressum</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>1 Einleitung</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>2 Rechtslage und Empfehlungen des Bundesrates</u></b>	<b><u>8</u></b>
2.1 Verordnung über die befristete Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken	8
2.2 Geltendes und ausser Kraft gesetztes Recht	8
2.3 Zusätzliche Empfehlungen des Bundesrates an die Kantone zur Erhöhung der Stromproduktion	10
<b><u>3 Ergebnisse der Umfrage zu den Auswirkungen der Verordnung</u></b>	<b><u>11</u></b>
3.1 Überblick über die eingegangenen Daten	11
3.2 Datengrundlage zur Reduktion der Restwassermengen und zur Erhöhung der Stromproduktion	14
3.3 Datengrundlage zur Gewässerökologie der Restwasserstrecken	16
<b><u>4 Auswirkungen der Verordnung auf Gewässerökologie und Stromproduktion</u></b>	<b><u>19</u></b>
4.1 Auswirkungen der Verordnung auf die Gewässerökologie	19
4.2 Auswirkungen der Verordnung auf die Stromproduktion	24
<b><u>5 Auswirkungen der zusätzlich empfohlenen Massnahmen auf Gewässerökologie und Stromproduktion</u></b>	<b><u>25</u></b>
5.1 Auswirkungen der zusätzlich umgesetzten Massnahmen auf die Gewässerökologie	26
5.2 Auswirkungen der zusätzlich empfohlenen Massnahmen auf die Stromproduktion	26
<b><u>Quellenverzeichnis</u></b>	<b><u>28</u></b>



# 1 Einleitung

Mit dem Krieg in der Ukraine und der damit verbundenen Reduktion der russischen Gasimporte nach Europa, verstärkt durch die eingeschränkte Produktion der französischen Atomkraftwerke, stieg das Risiko einer Strommangellage in der Schweiz im Winter 2022/23 deutlich. Um diesem Risiko entgegenzuwirken und die Stromversorgung in der Schweiz abzusichern, hatte der Bundesrat zeitlich befristete Massnahmen ergriffen.

Unter anderem hatte der Bundesrat die zur Stromproduktion nutzbare Wassermenge mit der «Verordnung über die befristete Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken» (SR 531.65) (im Folgenden kurz «Verordnung» genannt) erhöht. Diese Verordnung verpflichtete Wasserkraftbetreiber, die in der Konzession festgelegten Restwassermengen auf die Mindestrestwassermenge nach Art. 31. Abs. 1 des Gewässerschutzgesetzes zu reduzieren. Es wurde geschätzt, dass mit dieser Massnahme im Winter 2022/23 maximal 150 GWh mehr Strom produziert werden kann.

Weiter hatte der Bundesrat die Kantone angeregt, zusätzliche Massnahmen zur Erhöhung der Stromproduktion zu prüfen und umzusetzen.

Im Verlauf des Winters 2022/23 entschärfte sich das Risiko einer Strommangellage. Der Bundesrat hatte deshalb am 17. März 2023 beschlossen, die Verordnung auf Ende März 2023 aufzuheben. Die Massnahmen waren somit während sechs Monaten, vom 1. Oktober 2022 bis zum 31. März 2023, in Kraft.

Das Bundesamt für Umwelt hat vom 25. April bis 31. Mai 2023 mit einer Umfrage bei den Kantonen die Auswirkungen der Verordnung und der zusätzlichen Massnahmen zur Steigerung der Stromproduktion evaluiert. Der vorliegende Bericht fasst die Resultate dieser Umfrage zusammen.

Nach dem einleitenden Kapitel 1 werden im Kapitel 2 die von der Verordnung betroffenen rechtlichen Grundlagen erläutert. Kapitel 3 dokumentiert die eingegangenen Angaben der Kantone. Die Beurteilung der Auswirkungen der Verordnung auf die Gewässerökologie und die Stromproduktion erfolgt in Kapitel 4. In Kapitel 5 werden die zusätzlichen Massnahmen zur Erhöhung der Stromproduktion und deren Auswirkungen auf die Gewässerökologie und die Stromproduktion beschrieben.

## 2 Rechtslage und Empfehlungen des Bundesrates

### 2.1 Verordnung über die befristete Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken

Mit der Verordnung über die befristete Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken (SR 531.65) sollen gemäss **Art. 1** «angesichts der unmittelbar drohenden schweren Mangellage bei der Stromversorgung die Betreiber bestimmter Wasserkraftwerke verpflichtet werden, die Stromproduktion zu erhöhen».

#### **Art. 2 Erhöhung der Stromproduktion durch eine Senkung der Restwassermengen**

1. Die Betreiber von Wasserkraftwerken, bei denen die Restwassermenge gestützt auf die Artikel 31 Absatz 2 und 33 des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991 (GSchG) erhöht wurde, sind verpflichtet, unter Einhaltung der minimalen Restwassermenge nach Artikel 31 Absatz 1 GSchG ihre Stromproduktion zu erhöhen, sofern dies technisch umsetzbar ist.

#### **Art. 5 Inkrafttreten und Geltungsdauer**

1. Diese Verordnung tritt am 1. Oktober 2022 in Kraft.
2. Sie gilt bis zum 30. April 2023.

Damit wurden Art. 31 Abs. 2 und Art 33 Abs. 2 GSchG vorübergehend, für den Zeitraum vom 1. Oktober 2022 bis zum 30. April 2023 ausser Kraft gesetzt.

### 2.2 Geltendes und ausser Kraft gesetztes Recht

Das Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (GSchG; SR 814.20) verlangt, dass eine bestimmte Menge an Restwasser im Fluss verbleiben muss, wenn Wasser zum Zweck der Stromproduktion entnommen wird. Die Artikel 31 bis 33 des GSchG schreiben dazu verschiedene Regelungen vor.

Der Art. 31 Abs.1 bestimmt die Restwassermenge in Abhängigkeit der Abflussmenge des Gewässers. Diese Gesetzesbestimmung muss immer eingehalten werden und wurde von der Verordnung nicht ausser Kraft gesetzt.

#### **Art. 31 Mindestrestwassermenge**

**Art. 31 Abs. 1:** Bei Wasserentnahmen aus Fliessgewässern mit st ndiger Wasserführung muss die Restwassermenge mindestens betragen:

bis 60 l/s Abflussmenge $Q_{347}$	50 l/s	
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge $Q_{347}$	8 l/s	
für 160 l/s Abflussmenge $Q_{347}$	130 l/s	
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge $Q_{347}$	4,4 l/s	mehr,
für 500 l/s Abflussmenge $Q_{347}$	280 l/s	



<i>und für je weitere 100 l/s Abflussmenge <math>Q_{347}</math></i>	<i>31 l/s</i>	<i>mehr,</i>
<i>für 2500 l/s Abflussmenge <math>Q_{347}</math></i>	<i>900 l/s</i>	
<i>und für je weitere 100 l/s Abflussmenge <math>Q_{347}</math></i>	<i>21,3 l/s</i>	<i>mehr,</i>
<i>für 10 000 l/s Abflussmenge <math>Q_{347}</math></i>	<i>2 500 l/s</i>	
<i>und für je weitere 1000 l/s Abflussmenge <math>Q_{347}</math></i>	<i>150 l/s</i>	<i>mehr,</i>
<i>ab 60 000 l/s Abflussmenge <math>Q_{347}</math></i>	<i>10 000 l/s</i>	

Nach Art. 31. Abs. 2 muss die Restwassermenge in bestimmten Fällen erhöht werden, um gewisse Anforderungen an die Wasserqualität, Grundwasservorkommen, Trinkwassergewinnung, Landwirtschaft und Gewässerökologie zu gewährleisten. Diese Bestimmungen wurden mit der Verordnung über die befristete Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken vorübergehend ausser Kraft gesetzt.

### **Art. 31 Abs. 2**

3. *Die nach Absatz 1 berechnete Restwassermenge muss erhöht werden, wenn folgende Anforderungen nicht erfüllt sind und nicht durch andere Massnahmen erfüllt werden können:*
- Die vorgeschriebene Wasserqualität der Oberflächengewässer muss trotz der Wasserentnahme und bestehender Abwassereinleitungen eingehalten werden.*
  - Grundwasservorkommen müssen weiterhin so gespiesen werden, dass die davon abhängige Trinkwassergewinnung im erforderlichen Ausmass möglich ist und der Wasserhaushalt landwirtschaftlich genutzter Böden nicht wesentlich beeinträchtigt wird.*
  - Seltene Lebensräume und -gemeinschaften, die direkt oder indirekt von der Art und Gr sse des Gewässers abhängen, müssen erhalten oder, wenn nicht zwingende Gründe entgegenstehen, nach Möglichkeit durch gleichwertige ersetzt werden.*
  - Die für die freie Fischwanderung erforderliche Wassertiefe muss gewährleistet sein.*
  - Bei Fliessgewässern bis 40 l/s Abflussmenge  $Q_{347}$  unterhalb von 800 m  . M., die als Laichstätten oder als Aufzuchtgebiete von Fischen dienen, müssen diese Funktionen weiterhin gewährleistet sein.*

In Art. 32 sind verschiedene Ausnahmeregelungen, in welchen Fällen die Kantone die Restwassermengen tiefer ansetzen können, festgehalten. Diese Ausnahmeregelungen sind von der Verordnung nicht betroffen.

Nach Art. 33 muss zwischen verschiedenen Interessen abgewogen werden, ob die Restwassermenge über die Mindestrestwassermengen nach Art. 31 hinaus erhöht werden muss. Im Art. 33 wurde durch die Verordnung der Absatz 3 ausser Kraft gesetzt:

### **Art. 33 Erhöhung der Mindestrestwassermenge**

#### **Art. 33 Abs. 3**

*Interessen gegen die Wasserentnahme sind namentlich:*

- die Bedeutung der Gewässer als Landschaftselement;*
- die Bedeutung der Gewässer als Lebensraum für die davon abhängige Tier- und Pflanzenwelt, samt deren Artenreichtum, namentlich auch für die Fischfauna, deren Ertragsreichtum und natürliche Fortpflanzung;*
- die Erhaltung einer Wasserführung, die ausreicht, um die Anforderungen an die Wasserqualität der Gewässer langfristig zu erfüllen;*
- die Erhaltung eines ausgeglichenen Grundwasserhaushalts, der die künftige Trinkwassergewinnung, die ortsübliche Bodennutzung und eine standortgerechte Vegetation gewährleistet;*

---

*e. die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Bewässerung.*

## **2.3 Zusätzliche Empfehlungen des Bundesrates an die Kantone zur Erhöhung der Stromproduktion**

In einem Brief an die Kantone vom 30. September 2022 [1] empfahl der Bundesrat den Kantonen zusätzlich zur Umsetzung der Verordnung die umgehende Prüfung und nach Möglichkeit die Umsetzung der folgenden Massnahmen:

- Die temporäre Erhöhung der Staukote bei Flusskraftwerken, sofern damit keine Kollateralschäden entstehen (Generierung oder Verschärfung Hochwasserdefizit, Schäden an Dritten durch Einstauung oder Veränderung der Grundwasserstände)
- Die befristete Bewilligung eines optimierten Kraftwerkeinsatzes, welcher über die Konzession hinausgeht (z.B. Erhöhung der Ausbauwassermenge).

Diese Massnahmen fallen in die Kompetenz der jeweiligen Kantone.

## 3 Ergebnisse der Umfrage zu den Auswirkungen der Verordnung

Die Umfrage zu den Auswirkungen der Umsetzung der Verordnung zur zeitlich befristeten Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken und der zusätzlichen Empfehlungen des Bundesrates wurde unter Einbezug des Bundesamts für Energie (BFE), des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (SWV) und dem World Wildlife Fund (WWF) erarbeitet und anschliessend mit der Konferenz Kantonalen Energiedirektoren (EnDK) und der Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK) abgestimmt.

Der Fragebogen zur Umfrage wurde am 25. April 2023 an die kantonalen Energie- und Gewässerschutzfachstellen verschickt. Die 13 betroffenen Kantone haben eine Rückmeldung gemacht: AG, BE, BL, FR, GR, NW, SO, SZ, TI, UR, VS, VD, ZH. Die restlichen Kantone waren von der Verordnung nicht betroffen oder konnten uns keine Daten liefern.

### 3.1 Überblick über die eingegangenen Daten

Insgesamt liegen zu 44 Kraftwerken Rückmeldungen der Kantone vor. Diese sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Umfrage wurde von den Kantonen in unterschiedlichem Detaillierungsgrad ausgefüllt. Die Aussagen beruhen teils auf Schätzungen der Kantone und teils auf effektiven Produktionsdaten. Aus den kantonalen Rückmeldungen können deshalb nur grundsätzliche Aussagen gemacht werden.

- So wurden zum Beispiel an keinem der betroffenen Restwasserstrecken die ökologischen Auswirkungen der Reduktion der Restwassermengen untersucht. Lediglich von den Kantonen UR und VS (insgesamt 7 Kraftwerke) liegt eine qualitative Beurteilung zu den ökologischen Auswirkungen vor.
- Bei 2 von 44 Kraftwerken fehlen Angaben zum Ausmass der Reduktion der Restwassermenge oder zur erzielten erhöhten Stromproduktion.
- Bei 17 der 44 Kraftwerke liegen Angaben zur Ökomorphologie der Restwasserstecke vor (Tabelle 1).
- Bei 16 Kraftwerken liegen Angaben dazu vor, aufgrund welcher rechtlichen Grundlage in der Konzession erhöhte Restwassermengen verfügt worden sind (Art. 31 Abs. 2, resp. Art. 33, Abs. 3, GSchG) (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Rückmeldungen der Kantone auf die Umfrage.** Pro Kraftwerk sind die Reduktion der Restwassermenge [%], die Erhöhung der Stromproduktion [MWh], die Angaben zur Ökomorphologie der Restwasserstrecke und zu den rechtlichen Grundlagen für die Verfügung einer erhöhten Restwassermenge angegeben.

[illegible]

GR	Molino		1)	20 <sup>2)</sup>									
GR	Tschar (WF Lumbreinerbr��cke)		1)	400 <sup>2)</sup>									
GR	Glaris	Landwasser	13%	k.A.									
NW	Buoholzbach	Buoholzbach	13%	141	ja					ja	ja		
SO	Aarau	Aare	39%	330	ja				ja		ja	ja	
SO	G��sgen	Aare	39%	3'293	ja						ja	ja	
SZ	Kleinwasserkraftwerk Steiner��a	Steiner��a	61%	902	ja				ja				
TI	Campo Vallemaggia		k.A.	15									
UR	Bristen	Ch��rstelenbach	49%	4'760	ja			ja	ja		ja	ja	
UR	Sch��chen	Sch��chen	5%	202	ja				ja		ja	ja	
UR	Realp 2	Witenwasserenreuss	13%	145	ja				ja		ja	ja	
UR	Fellitobel	Fellibach	50%	2'295	ja			ja			ja	ja	
UR	Erstfeldertal	Alpbach	2%	22	ja			ja	ja				
VD	Plan Dessous et Petite Vaux	Aubonne	22%	290								ja	
VS	Vernayaz		25%	2'300									
VS	Chippis-Rh��ne		19%	360	ja								
ZH	Dietikon	Limmat	29%	66	ja				ja			ja	
ZH	Hard	T��ss	38%	167	ja							ja	

<sup>1)</sup> Gem  ss Konzession wird die Restwassermenge in Abh  ngigkeit des Zuflusses dynamisch geregelt. Die Reduktion der Restwassermenge kann deshalb nicht quantifiziert werden.

<sup>2)</sup> Die Mehrproduktion wurde vom Kanton aufgrund des langj  hrigen Abflussmittels gesch  tzt.

<sup>3)</sup> F  r die EICom und das GS UVEK mussten die Umfrageergebnisse am 16.6.23 zur Verf  gung gestellt werden. Bei der in der Zwischenzeit erfolgten Plausibilisierung wurde ein Fehler festgestellt und die Angabe zur «in der Konzession festgelegten Dotierwassermenge» beim KW Felsenau von 120'000 auf 12'000 l/s korrigiert werden.

## 3.2 Datengrundlage zur Reduktion der Restwassermengen und zur Erhöhung der Stromproduktion

### 3.2.1 Gruppierung der Kraftwerke anhand der Reduktion der Restwassermenge

Die Restwassermenge wurde bei den verschiedenen Kraftwerken um 2 bis 60% gegenüber der in der Konzession festgelegten Restwassermenge reduziert.

Bei 10% der Kraftwerke wurde die Restwassermenge nur geringfügig reduziert (<5% Reduktion, 4 Kraftwerke). Bei einem Drittel der Kraftwerke wurde die Restwassermenge mässig reduziert (>5-20% Reduktion, 14 Kraftwerke). Bei 16 Kraftwerken wurde die Restwassermenge stark (>20% Reduktion, 13 Kraftwerke) bis sehr stark (>40% Reduktion, 3 Kraftwerke) reduziert (Tabelle 2). Bei 9 Kraftwerken ist die Restwassermenge gemäss Konzession in Abhängigkeit des Zuflusses dynamisch geregelt. Bei diesen Kraftwerken kann deshalb die Reduktion des Restwassers nicht quantifiziert werden.

**Tabelle 2: Anzahl Kraftwerke gruppiert nach prozentualer Reduktion der Restwassermenge**

Reduktion des Restwassers	Anzahl Kraftwerke
Nicht quantifizierbar (dynamische Regelung der Restwassermenge)	9
<5%	4
>5 bis 20%	14
>20 bis 40%	13
>40 bis 60%	3

### 3.2.2 Gruppierung der Kraftwerke anhand der Erhöhung der Stromproduktion

Durch die Reduktion der Restwassermengen bei den 44 Kraftwerken konnte die Stromproduktion insgesamt um 26 GWh erhöht werden.

Beim Grossteil der Kraftwerke (82%, 36 Kraftwerke) wurde durch die Reduktion des Restwassers weniger als 1'000 MWh zusätzlichen Strom produziert. Ein Viertel der Kraftwerke (12 Kraftwerke) hat weniger als 100 MWh zusätzlichen Strom produziert. Nur bei 9% der Kraftwerke (4 Kraftwerke) wurden mehr als 2'000 MWh zusätzlicher Strom produziert (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Anzahl Kraftwerke gruppiert nach Erhöhung der Stromproduktion**

Erhöhung der Stromproduktion	Anzahl Kraftwerke
<100 MWh	12
>100-1000 MWh	24
>1000-2000 MWh	4
>2000 MWh	4

Die Gegenüberstellung der prozentualen Reduktion der Restwassermenge mit der effektiven Erhöhung der Stromproduktion zeigt, dass eine starke Reduktion der Restwassermenge nicht zwingend zu einer stark erhöhten Stromproduktion führt (Abbildung 1).

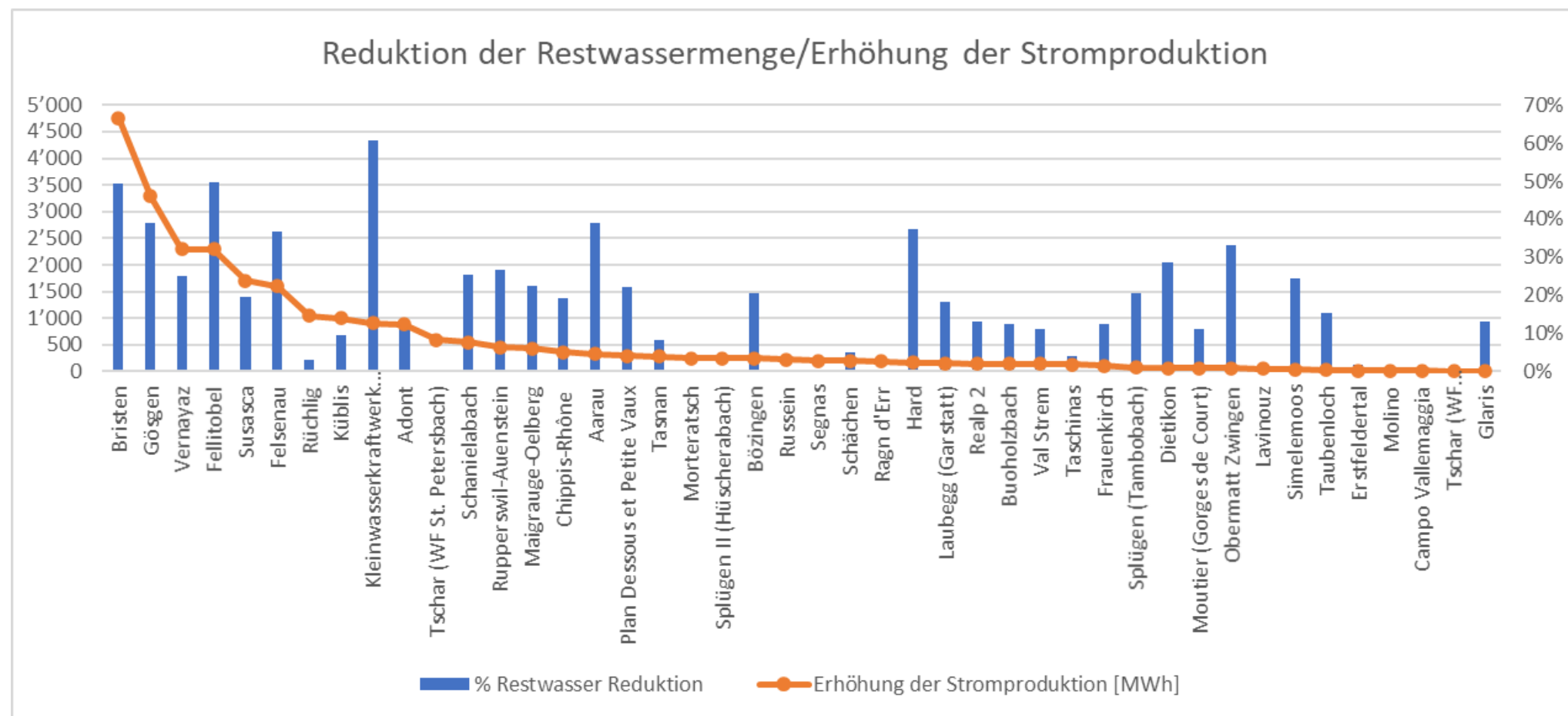


Abbildung 1: Gegenüberstellung der Reduktion der Restwassermenge (blaue Balken) mit der Erhöhung der Stromproduktion (orange Linie) pro Kraftwerk; geordnet nach Höhe der zusätzlichen Stromproduktion



### **3.3 Datengrundlage zur Gewässerökologie der Restwasserstrecken**

#### **3.3.1 Kantonale Erhebungen zur Auswirkung der Verordnung auf die Gewässerökologie**

Kein Kanton hat die ökologischen Auswirkungen der Verordnung auf die Gewässer im Detail erhoben. Die Frist für die Planung eines Monitoring war zu kurz. Zudem gingen die Kantone davon aus, dass die Massnahmen einmalig sind, und es daher nicht notwendig war, die ökologischen Auswirkungen zu verfolgen.

Nur von zwei Kantonen (UR und VS) liegt eine qualitative Einschätzung vor. Beim Kanton UR kamen die Restwassermengen klar unter das gewässerökologisch notwendige Minimum zu liegen, weil im gleichen Zeitraum die zufließenden Seitenbäche aus den Zwischeneinzugsgebieten wenig Wasser führten. Der Kanton VS konnte aufzeigen, dass die Reduktion zu einer erheblichen Verringerung der benetzten Flächen in ökologisch sensiblen Flachwasserbereichen führte.

Deshalb wurden zur Beurteilung der Auswirkung der Verordnung auf die Gewässerökologie in der Umfrage auch ökologisch relevante Informationen zu den betroffenen Kraftwerken nachgefragt: Der ökomorphologische Zustand der betroffenen Restwasserstrecke und die rechtliche Grundlage für die gemäss Konzession festgelegte Restwassermenge.

Von den Kantonen wurden nur für 16 Kraftwerke Angaben dazu gemacht, aufgrund welcher rechtlichen Grundlage in der Konzession die Restwassermenge festgelegt worden war. Bei 15 dieser Kraftwerke wurden zudem Rückmeldungen zum ökomorphologischen Zustand der Restwasserstrecke gemacht (Tabelle 1). Für diese 16 resp. 15 Kraftwerke konnte das BAFU eine Beurteilung der Auswirkungen der Verordnung auf die Gewässerökologie vornehmen.

#### **3.3.2 Angaben zum ökomorphologischen Zustand der betroffenen Restwasserstrecken**

Der ökomorphologische Zustand der Restwasserstrecken wurde erhoben, um die ökologische Qualität der betroffenen Gewässerstrecke zu beurteilen. Abbildung 2 illustriert für die 15 Kraftwerke mit Angaben zum ökomorphologischen Zustand, den Anteil der Restwasserstrecken je ökomorphologische Zustandsklasse. Bei Restwasserstrecken, die sich über mehrere Zustandsklassen erstrecken, wurde die über die gesamte Strecke vorherrschende Klasse berücksichtigt. Die Auswertung zeigt, dass von den Kraftwerken mit vollständigem Datensatz mehr als drei Viertel der betroffenen Restwasserstrecken aktuell in einem ökomorphologisch natürlichen oder wenig beeinträchtigten Zustand sind. Damit gelten sie als besonders wertvolle Gewässerabschnitte.

Die restlichen 24% der Restwasserstrecken befinden sich vorherrschend in einem ökologisch stark beeinträchtigten oder naturfremden Zustand. Bei diesen Strecken können folgende Gründe eine Erhöhung der Restwassermenge dennoch erfordern: Auch ein stark beeinträchtigtes (z.B. kanalisierte) Restwasserstrecke kann für die Fischwanderung wichtig sein; damit die Fische wandern können, muss das Gewässer tief genug sein und entsprechend genügend Restwasser führen (Art. 31 Abs. 2 Bst. d). Neben der ökomorphologischen Qualität der Gewässerstrecke sind laut Art. 31 Abs. 2 Bst. a und b) auch die Sicherstellung der Grundwasserspeisung oder der Trinkwasserversorgung wichtige Gründe, um die Restwassermenge zu erhöhen.

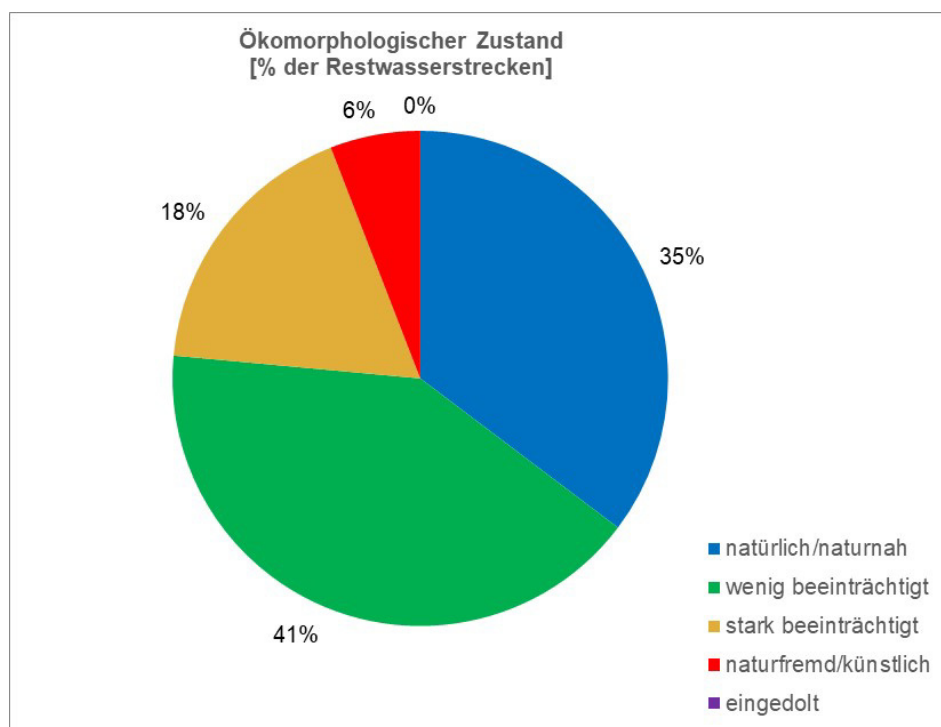


Abbildung 2:  komorphologischer Zustand der Restwasserstrecken (15 Kraftwerke), gruppiert nach den  komorphologischen Zustandsklassen (erstreckt sich eine Restwasserstrecke über mehreren Zustandsklassen, wurde die vorherrschende Klasse berücksichtigt)

### 3.3.3 Angaben zu den rechtlichen Grundlagen der verfügten Restwassermenge

Für alle 16 Kraftwerke, zu denen Angaben zu den rechtlichen Grundlagen der verfügten Restwassermenge vorliegen, wurde die Erhöhung der Restwassermenge entweder nach Art 31 Abs. 2 Bst. d (Notwendige Gewässertiefe für die **freie Fischwanderung**) oder nach Art. 33 Abs. 3 Bst. b (Bedeutung der **Gewässer als Lebensraum**) verfügt. Für manche der Kraftwerke wurde nach weiteren Buchstaben der Art. 31 Abs. 2 und Art. 33 Abs. 3 eine darüberhinausgehende Erhöhung der Restwassermenge verfügt (Tabelle 1).

### Sicherstellung der wichtigsten Funktionen der Gewässer (Art. 31 Abs. 2)

Bei 12 der 16 untersuchten Kraftwerke wurde in der Konzession eine Erhöhung der Restwassermenge nach Art. 31 Abs. 2 Bst. a-e verfügt, um die wichtigsten Funktionen des Gewässers sicherzustellen:

- zur Einhaltung der vorgeschriebenen **Wasserqualität** (Bst. a): bei 8 % der Kraftwerke, insgesamt 9 km Restwasserstrecke;
- zur Sicherung der **Grundwasserspeisung** und des **Wasserhaushaltes landwirtschaftlicher Böden** (Bst. b): bei keinem der Kraftwerke;
- zur **Erhaltung seltener Lebensräume und -gemeinschaften**, die direkt oder indirekt von der Art und Gr sse des Gewässers abhängen (Bst. c): bei 25% der Kraftwerke, 4.2 km Restwasserstrecke;
- zur Gewährleistung der für die **freie Fischwanderung** erforderlichen Wassertiefe (Bst. d): bei 83 % der Kraftwerke, 19.84 km Restwasserstrecke;
- zur **Sicherung von Laichstätten oder Aufzuchtgebieten von Fischen** (Bst. e): bei keinem der Kraftwerke.

### Interessensabwägung: Interessen gegen eine Wasserentnahme (Art 33 Abs. 3)

Bei 13 der 16 untersuchten Kraftwerke wurde in der Konzession eine Erhöhung der Restwassermenge verfügt, weil wichtige Interessen gegen eine Wasserentnahme sprechen (Art. 33 Abs. 3):

- **Bedeutung der Gewässer als Landschaftselement** (Bst. a): 69% der Kraftwerke, 26.5 km Restwasserstrecke.
- **Bedeutung der Gewässer als Lebensraum** für die davon abhängige Tier- und Pflanzenwelt, samt deren Artenreichtum, namentlich auch für die Fischfauna, deren Ertragsreichtum und natürliche Fortpflanzung (Bst. b): 100 % der Kraftwerke, 37.4 km Restwasserstrecke.

### 3.3.4 Angaben zu betroffenen Bundesinventaren und national prioritären Arten

In der Umfrage wurde ebenfalls erhoben, ob die betroffenen Restwasserstrecken in einem Bundesinventar des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG) liegen, oder ob in der Restwasserstrecke national prioritäre Arten der Kategorie 1 oder 2 vorkommen. Bei 8 der 44 Kraftwerke wurden hierzu Angaben gemacht (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Betroffene Bundesinventare gemäss Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) und national prioritäre Arten Kategorie 1 und 2** (Angaben gemäss Umfrage)

Kanton	Kraftwerk	Betroffene Bundesinventare gemäss NHG, national prioritäre Arten Kat. 1 und 2	Reduktion der Restwassermenge [%]
AG	R�chlig	Auenschutzpark (Auengebiet von nationaler Bedeutung)	3%
AG	Rupperswil-Auenstein	Auenschutzpark (Auengebiet von nationaler Bedeutung)	27%
BE	Felsenau	Nasen- und �schenpopulation von nationaler Bedeutung <sup>1)</sup>	37%
BL	Obermatt Zwingen	Keine	33%
FR	Maigrange-Oelberg	Zones de fray�res, tronçon de priorit� de revitalisation et atteinte grave au niveau charriage	23%
UR	Bristen	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN)	49%
UR	Fellitobel	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN)	50%

<sup>1)</sup> Gemäss gültigem Stand der Inventarisierung (2004). Eine Aktualisierung des Inventars ist in Arbeit, aber noch nicht publiziert.

### 3.3.5 Angaben zur hydrologischen Repräsentativität des Winters 2022/23

Der Winter 2022/2023 war durch wenig Schnee und wenig Regen geprägt. Dies wirkte sich auch auf die Abflüsse, welche im Winter auch bei durchschnittlichen Verhältnissen tief sind, aus. Im Mittelland, insbesondere bei den grösseren Flüssen wie Aare, Reuss, Limmat und Hochrhein, und im Südtessin waren die Abflüsse tiefer, als für die Jahreszeit üblich. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der hydrologischen Bedingungen die Auswirkungen der Verordnung auf die Stromproduktion geringer ausgefallen sind, als in einem Jahr mit mittleren Abflüssen zu erwarten wäre. Andersorts waren die Abflüsse im normalen Bereich. Gemäss Rückmeldungen der Kantone war die hydrologische Situation im Winter 2022/23 bei den einzelnen Kraftwerken jedoch sehr unterschiedlich. Wie stark die hydrologische Situation die Stromproduktion tatsächlich beeinflusst hat, kann aufgrund der Rückmeldungen der Kantone nicht abschliessend beurteilt werden.

## 4 Auswirkungen der Verordnung auf Gewässerökologie und Stromproduktion

Im Folgenden werden anhand der Ergebnisse aus der Umfrage (Kapitel 3) die Auswirkungen der Verordnung über die befristete Erhöhung der Stromproduktion bei Wasserkraftwerken auf die Gewässerökologie und Stromproduktion abgeschätzt.

### 4.1 Auswirkungen der Verordnung auf die Gewässerökologie

Da die Kantone keine Erhebungen zu den effektiven Auswirkungen der Verordnung auf die Gewässerökologie durchgeführt hatten, wird das Risiko von Auswirkungen anhand der in der Umfrage erhobenen Daten abgeschätzt.

Mögliche negative Auswirkungen auf die Gewässer umfassen Beeinträchtigungen der in Art. 31 Abs. 2 genannten Elemente: Beeinträchtigungen von Trink- und Grundwasser, von seltenen Lebensräumen und -gemeinschaften, Einschränkungen der freien Fischwanderung und Beeinträchtigungen von Laichstätten oder Aufzuchtgebieten von Fischen.

#### 4.1.1 Risikoabschätzung zur ökologischen Beeinträchtigung der Restwasserstrecke

Die folgende Beurteilung des Risikos der ökologischen Beeinträchtigung erfolgte mittels einer Risikoabschätzung: Der ökomorphologische Zustand der Restwasserstrecke wurde mit dem Ausmass der Reduktion der Restwassermenge pro Kraftwerk verglichen. Für die gesamtschweizerische Beurteilung wurde dieses Risiko mit der Länge der Restwasserstrecke multipliziert. Auf diese Weise konnte abgeschätzt werden, bei welchen Kraftwerken durch die Reduktion der Restwassermenge eher geringe resp. eher hohe ökologische Auswirkungen erfolgt sind.

Das Risiko einer ökologischen Beeinträchtigung der von der Verordnung betroffenen Restwasserstrecke lässt sich anhand der folgenden Kriterien abschätzen:

- Prozentuale Reduktion des Restwassers,
- Ökologischer Zustand (ökologische Qualität) der Restwasserstrecke,
- Rechtliche Grundlage für die in der Konzession verfügte Erhöhung der Restwassermenge
- Länge der Restwasserstrecke.

Für 15 der 44 Kraftwerke liegen Angaben zu diesen Kriterien vor. Für diese 15 vollständigen Datensätze wird im Folgenden das Risiko einer Beeinträchtigung der Gewässerökologie abgeschätzt.

#### 4.1.2 Auswirkungen der Verordnung auf die Ökologie der einzelnen Restwasserstrecken

Das Risiko einer ökologischen Beeinträchtigung an den einzelnen Restwasserstrecken wird anhand einer 2-dimensionalen Risikomatrix beurteilt (Abbildung 3). Auf der Y-Achse ist die «Reduktion des Restwassers» in vier Klassen dargestellt, auf der X-Achse ist die « kologische Qualität» ebenfalls in vier Klassen dargestellt. Jeder Restwasserstrecke kann auf diese Weise ein numerischer **Risikofaktor** als Produkt der beiden Faktoren «Reduktion der Restwassermenge» und « kologische Gewässerqualität» zugeordnet werden.

Reduktion Restwasser	4				
	3				
	2				
	1				
		1	2	3	4
	ökologische Qualität				

Abbildung 3: Risikomatrix aus der Kombination der beiden Faktoren «Reduktion der Restwassermenge» und « kologische Qualität» der Restwasserstrecke

Bei einer geringen Restwasserreduktion auf einer naturfremden, bereits stark beeinträchtigten Restwasserstrecke (geringe ökologische Qualität) ist wahrscheinlich die zusätzliche ökologische Beeinträchtigung durch die Reduktion der Restwassermenge gering (tiefer Risikofaktor). Dagegen ist bei einer hohen Restwasserreduktion auf einer Gewässerstrecke mit hoher ökologischer Qualität die ökologische Beeinträchtigung wahrscheinlich sehr hoch (hoher Risikofaktor). Zwischen diesen Extremen liegen mittlere ökologische Beeinträchtigungen.

Die ökologischen Auswirkungen der Reduktion der Restwassermenge auf die Restwasserstrecke können folglich in **drei Risikostufen** eingeteilt werden:

- Stufe **grün**; geringes Risiko, vermutlich kein negativer Effekt, Risikofaktor maximal 3
- Stufe **orange**, mittleres Risiko, vermutlich mässiger negativer Effekt, Risikofaktor 4 -8
- Stufe **rot**, hohes Risiko, vermutlich starker negativer Effekt, Risikofaktor 9 und grösser.

Für die 15 Kraftwerke mit vollständigem Datensatz lässt sich die Reduktion der Restwassermenge nach Tabelle 2 in vier Kategorien einteilen (Tabelle 5). Kategorie 1 stellt eine geringe Reduktion und Kategorie 4 eine starke Reduktion des Restwassers dar.

**Tabelle 5: Anzahl Kraftwerke gruppiert nach der prozentualen Reduktion der Restwassermenge** (für die 15 Kraftwerke mit vollständigem Datensatz)

Kategorie	Reduktion der Restwassermenge	Anzahl Kraftwerke mit vollständigem Datensatz
1	<5%	3
2	>5 bis 20%	2
3	>20 bis 40%	7
4	>40 bis 60 %	3

Ebenso lässt sich die ökologische Qualität der Restwasserstrecke anhand des ökologischen Zustands (siehe Abbildung 2) in vier Kategorien einteilen, von Kategorie 1 «naturfremd/künstlich» bis hin zu Kategorie 4 «natürlich/naturnah» (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Anzahl Kraftwerke gruppiert nach dem ökologischen Zustand der Restwasserstrecke** (für die 15 Kraftwerke mit vollständigem Datensatz)

Kategorie	ökologischer Zustand der Restwasserstrecke	Anzahl Kraftwerke mit vollständigem Datensatz
1	Naturfremd/künstlich	1
2	Stark beeinträchtigt	2
3	Wenig beeinträchtigt	6
4	Natürlich/nat�rnah	6

Da Gewässer, Kraftwerke und die örtliche ökologische Situation sehr individuell sind, ist es nicht möglich, die Auswirkungen einer Reduktion der Restwassermenge auf die betroffene Restwasserstrecke pauschal abzuschätzen. Eine Einzelfallbetrachtung ist hier sinnvoll: Die hier vorgestellte Risikoabschätzung ermöglicht es, die Auswirkungen der Reduktion der Restwassermenge an jedem Kraftwerk individuell zu bewerten.

Von den 15 beurteilten Kraftwerken haben die Kraftwerke Steinersee (SZ), Bristen (UR) und Felitobel (UR) das höchste Risiko einer ökologischen Beeinträchtigung der Restwasserstrecke durch die Reduktion der Restwassers erfahren (je Risikofaktor 16) (Tabelle 7). Bei allen drei Kraftwerken betrug die Reduktion der Restwassermenge 40% oder mehr, und die Restwasserstrecke ist  komorphologisch natürlich/nat rnah. Damit ist bei diesen drei Kraftwerken mit **sehr hoher Wahrscheinlichkeit** durch die starke Reduktion des Restwassers eine ** kologische Beeinträchtigung** auf die Restwasserstrecke erfolgt.

Bei den Kraftwerken Felsenau (BE), Gösgen (SO), Aarau (SO), Ruppertswil-Auenstein (AG) und Obermatt Zwingen (BL) ist durch die Kombination aus einem guten  komorphologischen Zustand der Restwasserstrecke und einer starken Reduktion der Restwassermenge mit **hoher Wahrscheinlichkeit** eine ** kologische Beeinträchtigung** der Restwasserstrecke erfolgt (bei allen Kraftwerken Risikofaktor 9, siehe Tabelle 7).

Bei den restlichen sieben Kraftwerken ist das Risiko einer ökologischen Beeinträchtigung, abgeschätzt mit der beschriebenen Methode, der Restwasserstrecke als mässig bis gering einzustufen (Risikofaktor <9).

Gemäss den Angaben in Kapitel 3.3.3 wurden die Restwassermengen nach Art. 31. Abs. 2 überwiegend aufgrund der Gewährleistung der freien Fischg ngigkeit sowie dem Erhalt von seltenen Lebensräumen und -gemeinschaften erhöht. Die hier beschriebene Methode vermag das Risiko einer ökologischen Beeinträchtigung nur grob einzuschätzen. Beispielsweise kann bereits eine geringe Reduktion der Restwassermenge zu einer Beeinträchtigung der freien Fischwanderung führen oder die Naturverl chung einer roten Liste – Art nicht mehr gewährleistet sein.

**Tabelle 7: Abschätzung der ökologischen Auswirkung und der Bedeutung der beeinträchtigten Restwasserstrecken für die gewässerökologische Situation der Schweiz (für 15 Kraftwerke mit vollständiger Rückmeldung)**

<i>Gewässer</i>	<i>Kraftwerk</i>	<i>Zustand gemäss Ökomorphologie</i>	<i>Restwasser Reduktion</i>	<i>Restwasserstrecke (km) (L)</i>	<i>�kologische Kategorie (A)</i>	<i>Restwasser Kategorie (B)</i>	<i>Risikofaktor AxB</i>	<i>Bedeutung (AxBxL)</i>
<i>Aare</i>	Felsenau	naturnah/natürlich; wenig beeinträchtigt; beeinträchtigt; künstlich	37	9	3	3	9	81
<i>Aare</i>	Gösgen	je nach Abschnitt von natürlich/naturnah bis stark beeinträchtigt	39	8.5	3	3	9	77
<i>Steineraa</i>	KKW Steineraa	grösstenteils natürlich, naturnah	61	2	4	4	16	32
<i>Ch�rs-telenbach</i>	Bristen	natürlich/naturnah mehrheitlich natürlich/wenig beeinträchtigt	49	2	4	4	16	32
<i>Aare</i>	Aarau	je nach Abschnitt von natürlich/naturnah bis stark beeinträchtigt	39	3	3	3	9	27
<i>Aare</i>	Rupperswil-Auenstein	stark (angrenzend an Wehr, ca. 200 m) bis wenig beeinträchtigt	27	3	3	3	9	27
<i>Buoholzbach</i>	Buoholzbach	mehrheitlich natürlich/wenig beeinträchtigt; der aktuell verbaute M�ndungsabschnitt (ca. 600 m) wird im Rahmen eines HWS Projektes aufgewertet werden	13	2.55	4	2	8	20
<i>Fellibach</i>	Fellitobel	natürlich/naturnah	50	1.2	4	4	16	19
<i>Birs</i>	Obermatt Zwingen	wenig beeinträchtigt	33	1.4	3	3	9	13
<i>Witenwasserreuss</i>	Realp 2	natürlich/naturnah	13	1.3	4	2	8	10
<i>Aare</i>	R�chlig	stark (angrenzend an Wehr, ca. 600 m) bis wenig beeinträchtigt	3	2.15	3	1	3	6
<i>Limmat</i>	Dietikon	stark beeinträchtigt 1050 m; wenig beeinträchtigt 140 m	29	1.19	2	2	4	5
<i>Töss</i>	Hard	610m stark beeinträchtigt, 140m wenig beeinträchtigt	38	0.75	2	3	6	5
<i>Alpbach</i>	Erstfelder-tal	natürlich/naturnah	2	1	4	1	4	4
<i>Schächen</i>	Schächen	Künstlich/naturfremd	5	2.8	1	1	1	3



#### 4.1.3 Auswirkung der Verordnung auf die Gewässerökologie gemessen an der Länge der Restwasserstrecke

Um die Bedeutung der Auswirkung der Verordnung im gesamtschweizerischen Vergleich zu beurteilen, kann der Risikofaktor (Kapitel 4.1.2 und zweitletzte Spalte in Tabelle 7) mit der Länge der betroffenen Restwasserstrecken (Tabelle 7) multipliziert werden. Diese Risikoabschätzung wird für die 15 Kraftwerke mit vollständigem Datensatz beispielhaft durchgeführt (letzte Spalte in Tabelle 7). Aus der Perspektive der Länge der betroffenen Restwasserstrecke betrachtet, muss davon ausgegangen werden, dass sich die Reduktion des Restwassers an den Kraftwerken Felsenau (BE) und Gösgen (SO) **am stärksten negativ auf die Gewässerökologie auswirkt**. Hier hat im Vergleich mit den anderen 13 Kraftwerken zwar nicht die höchste Reduktion des Restwassers stattgefunden (37% resp. 39%), und der Gewässerabschnitt hat ein mittelhohes Risiko einer negativen Beeinträchtigung (Risikofaktor 9). Hier schlägt aber vor allem die Länge des ökologisch negativ beeinflussten Lebensraums von 9 und 8.5 km zu Buche (Tabelle 7).

Darauf folgen ausschliesslich Kraftwerke, die einen **hohen bis sehr hohen Risikofaktor** der negativen ökologischen Beeinträchtigung haben (Risikofaktor 8-16, Tabelle 7). Diese haben meist natürliche bis mehrheitlich naturnahe Restwasserstrecken mittlerer Länge, die eine mittlere bis starke Restwasserreduktion erfahren haben. Bei diesen Gewässern ist von einer hohen ökologischen Beeinträchtigung der Restwasserstrecke durch die Reduktion des Restwassers auszugehen.

Die **geringste negative Auswirkung** der Restwasserreduktion ist bei kurzen, künstlichen Restwasserstrecken zu erwarten, wo die Restwassermenge nur geringfügig reduziert wurde, wie zum Beispiel beim Kraftwerk Schächen (UR), wo eine künstliche und naturfremde Restwasserstrecke mittlerer Länge (2800m) von einer geringen Restwasserreduktion (5%) betroffen war (Tabelle 7).

#### 4.1.4 Auswirkung der Verordnung auf Grundwasser und Trinkwasserversorgung

Die Reduktion der Restwassermengen kann lokal die Grundwasserstände und damit die Trinkwasserversorgung beeinträchtigen. Wenn sich Schadstoffe in den betroffenen Gewässern befinden, würde die Senkung der Restwassermengen zu einer Erhöhung der Konzentrationen dieser Schadstoffe führen. Da Veränderungen des Grundwasserspiegels nur langsam erfolgen, ist bei einer vorübergehenden Reduktion der Restwassermengen von nur geringen Auswirkungen auszugehen. Diese Effekte wurden im Rahmen der Umfrage nicht detaillierter untersucht.

#### 4.1.5 Auswirkung der Verordnung auf Bundesinventare und national prioritäre Arten

Von den 8 Restwasserstrecken, zu denen Angaben zu Bundesinventaren gemäss NHG (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler, Biotopinventare) oder national prioritären Arten Kategorie 1 und 2 vorliegen (siehe Tabelle 4, Kapitel 3.3.3), sind drei Strecken von einer starken Reduktion des Restwassers von 20-40% betroffen: Ruppertswil-Auenstein (AG), Felsenau (BE) und Maigrange-Oelberg (FR). Zwei Restwasserstrecken sind von einer sehr starken Reduktion des Restwassers von mehr als 40% betroffen: Bristen (UR) und Fellitobel (UR).

Bei diesen Kraftwerken ist eine ökologische Beeinträchtigung der Landschaften und Auengebiete von nationaler Bedeutung oder von prioritären Arten (z.B. Nasen- und  schenpopulation von nationaler Bedeutung) in der Restwasserstrecke wahrscheinlich.

## 4.2 Auswirkungen der Verordnung auf die Stromproduktion

Durch die Reduktion der Restwassermengen konnte die Stromproduktion bei den 44 Kraftwerken während der Dauer der Umsetzung der Verordnung insgesamt um 26 GWh erhöht werden. Dies entspricht 0.041 % der gesamten schweizerischen Stromproduktion von 63'500 GWh im Jahr 2022 [2]. Die zusätzliche Stromproduktion der einzelnen Kraftwerke ist in Abbildung 1 dargestellt.

Vor dem Inkrafttreten der Verordnung wurde geschätzt, dass durch eine Reduktion der Restwassermengen zwischen 1. Oktober 2022 und 30. April 2023 die Stromproduktion um maximal 150 GWh erhöht werden kann. Die effektiv durch die Verordnung erzielte Mehrproduktion liegt nun bei 26 GWh (17.3%). Diese geringere Mehrproduktion ist auf folgende Gründe zurückzuführen:

- Einige Wasserkraftwerke konnten die Verordnung nicht umsetzen, weil die technischen Voraussetzungen (teilweise grundsätzlich, teilweise aufgrund aktueller funktioneller Einschränkungen) nicht gegeben waren.
- Bei den Grenzkraftwerken konnte die Verordnung nicht umgesetzt werden, da die meisten Anlagen nicht betroffen sind (keine Restwasserstrecke oder Konzession vor 1992) oder die Reduktion der Restwassermenge nicht zu einer Erhöhung der Wasserkraftproduktion führt.
- Die Erhöhung der Restwassermengen nach Art. 31. Abs. 2 und Art. 33 Abs. 2 GSchG entspricht insgesamt einem Verlust an Stromproduktion von knapp 250 GWh pro Jahr. Für die Schätzung der durch die Umsetzung der Verordnung möglichen Mehrproduktion wurde diese Strommenge linear auf die sieben Wintermonate (Oktober-April) reduziert. Die verfügbaren Restwassermengen bei den Kraftwerken sind aber im Sommer teilweise höher als im Winter. Die saisonalen Abstufungen der verfügbaren Restwassermengen pro Kraftwerk waren zum Zeitpunkt der Schätzung nicht bekannt. Dies führte zu einer Überschätzung der möglichen Mehrproduktion.
- In einigen Kraftwerken wird das abgegebene Restwasser mittels einem Dotierwasserkraftwerk bereits zur Stromproduktion genutzt. In solchen Fällen führt eine Reduktion der Restwassermenge nur in geringerem Masse zu einer Mehrproduktion.
- Die Verordnung wurde über sechs, und nicht wie geplant sieben, Monate umgesetzt.

# 5 Auswirkungen der zusätzlich empfohlenen Massnahmen auf Gewässerökologie und Stromproduktion

Aufgrund der Empfehlungen des Bundesrats (Kapitel 2.3) haben sieben Kantone zeitlich befristete Massnahmen zur Erhöhung der Stromproduktion geprüft. Die Kantone AG, SH, SO, VD und ZH setzten schliesslich je eine Massnahme um (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Liste und Beschreibung der durch die Kantone zusätzlich geprüft und umgesetzten Massnahmen**

Kanton	Kraftwerk	Beschreibung der Massnahme	Bemerkungen
<b>Umgesetzte Massnahmen</b>			
AG	Bremgarten-Zufikon	H�herstau um 7 cm in den Wintermonaten 2022/23	
SH	Schaffhausen	Gemäss Art. 13 Abs. 5 der Konzession ist die KWS AG verpflichtet, « jederzeit eine Wassermenge von mindestens 3 m3/sec über das Stauwehr, möglichst gleichmässig über alle Sch�tzen verteilt, abfliessen zu lassen. Auf Gesuch der KWS hat das BFE mit separater Verfügung vom 17. Oktober 2022 die befristete Nutzung des Wehr�berfallwassers im Umfang von 3 m3/s bis zur vollen Ausbauwassermenge von 500 m3/s erlaubt.	
SO	Ruppoldingen	Anstelle variabler Staukote (zwischen 397.20 und 398.40 m.�.M.) gemäss Konzession, abhängig von Jahreszeit und Aareabfluss, wurde die Staukote permanent auf der Maximalhöhe von 398.40 m.�.M. fixiert.	
VD	Forces Motrices Hongrin-Léman (FMHL)	Report de crue artificielle sur l'Hongrin. Mise � disponibilit� de 200'000 m3 d'eau pour production dans la période critique. Ce volume est report� � l'automne 2023 sous réserve d'un approvisionnement en électricité s�r.	
ZH	Zürichsee	Saisonale Absenkung des Zürichsees bis Mitte Februar aufgeschoben; angepasste Z�richseeregulierung beim Platzspitzwehr	Die geschaffene Reserve im Zürichsee (durch Verzicht auf die saisonale Absenkung) wurde nicht aktiviert, da keine Mangellage eingetreten ist. Mitte Februar bis Ende März 2023 fand in 3 Etappen ein Übergang ins Reglement statt.
<b>Massnahme geprüft, jedoch nicht umgesetzt</b>			
OW	Unteraa (Lungerersee)	Rechtliche Erhöhung der zugelassenen maximalen Staukote von 688.74 m auf 689.00 m.	Die Massnahme wurde vom Betreiber nicht umgesetzt.
SG	Schils	Art. 32 Bst. d GSchG (SR 814.20): Reduktion der Mindestrestwassermengen bei eintreffender Mangellage.	Die Massnahme wurde nicht umgesetzt.
SG	Stofel	Anwendung von Art. 32 Bst. d GSchG (SR 814.20); siehe KW Schils	Die Massnahme wurde nicht umgesetzt.

## 5.1 Auswirkungen der zus  tzlich umgesetzten Massnahmen auf die Gew  sser  kologie

Bei drei der f  nf umgesetzten Massnahmen (Tabelle 8) wurden durch den Kanton keine Auswirkungen auf die Gew  sser  kologie erwartet oder festgestellt:

- Bremgarten Zufikon (AG)
- Schaffhausen (SH)
- Z  richsee (ZH)

Am Kraftwerk Ruppoldingen (SO) wurden die Auswirkungen der Massnahme nicht erhoben, weil «Erlass und Umsetzung der Verordnung   usserst kurzfristig» waren «und aus Ressourcengr  nden auf eine Erhebung verzichtet» werden musste. Zudem wurde vom Kanton Folgendes vermerkt «Diese Stauh  he wird aufgrund des variablen Stauregimes immer wieder mal erreicht, tlw.   ber mehrere Tage oder Wochen. Somit w  re eine Auswertung kaum m  glich.» Daher kann davon ausgegangen werden, dass auch hier vergleichsweise eher wenig   kologische Auswirkungen erfolgten.

Bei der Massnahme der Forces Motrices Hongrin-L  man (FMHL, VD) standen die Resultate der Erhebung zum Zeitpunkt der Umfrage noch nicht zur Verf  gung.

## 5.2 Auswirkungen der zus  tzlich empfohlenen Massnahmen auf die Stromproduktion

Die f  nf Massnahmen f  hrten zu einer Erh  hung der Stromproduktion um rund 5.5 GWh (Abbildung 6). Dies entspricht 0.008 % der durchschnittlichen schweizerischen Stromproduktion.

Von den f  nf umgesetzten Massnahmen haben zwei Massnahmen mehr als 1'000 MWh zus  tzlichen Strom produziert und die Festlegung der Staukote auf die Maximalh  he am Aare-Wehr in Ruppoldingen, sogar mehr als 3'000 MWh (3'121 MWh) (Abbildung 6). Durch den H  herstau des Z  richsees wurde die Stromproduktion beim Kraftwerk Letten erh  ht. Die Berechnung von ewz f  r die Mehrproduktion ergab rund 250 MWh Mit der saisonalen Absenkung des Z  richsees bis Mitte Februar 2023 (Kanton ZH, Kraftwerk Z  richsee; Tabelle 8) wurde gem  ss Angaben des Kantons keine Erh  hung der Stromproduktion erzielt.

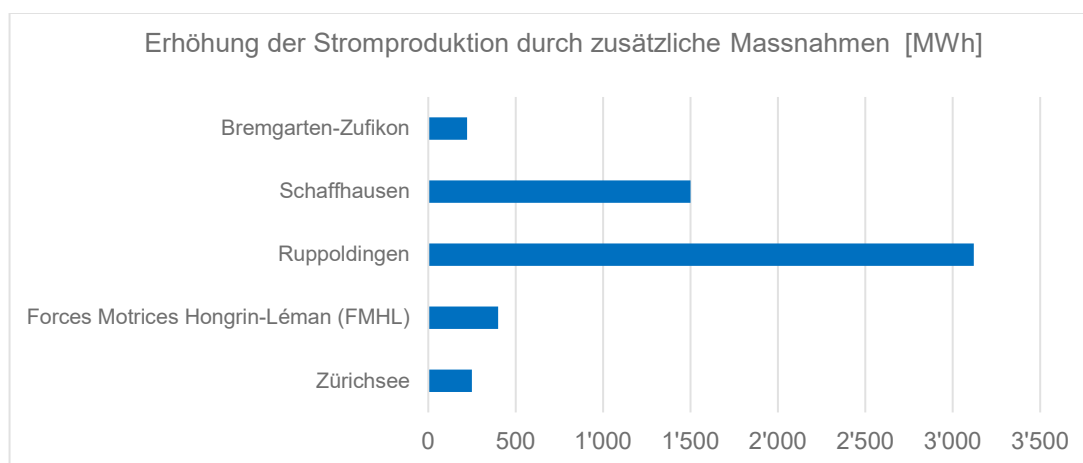


Abbildung 4: Erh  hung der Stromproduktion aufgrund der zus  tzlich vom Bundesrat empfohlenen Massnahmen

---

Aufgrund dieser geringen Anzahl an zusätzlich umgesetzten Massnahmen zur Produktionserhöhung von Strom kann keine abschliessende Beurteilung zu den Auswirkungen der zusätzlichen Massnahmen auf die Gewässerökologie gemacht werden.

---

# Quellenverzeichnis

[1] <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/73340.pdf>

[2] [Microsoft Word - Beilage 03 Erläuterungen DE zu BRA UVEK \(admin.ch\)](#)

[3] [Stromverbrauch 2022 um 1,9% gesunken \(admin.ch\)](#).