

# Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenperioden und Hochwasserereignissen

Dipl.-Hydrol. Ulf Winkler, LTV

## 1 Einführung

Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Bewirtschaftung der Talsperren in Sachsen wurden bereits im Jahr 2001 beispielhaft für das Talsperrensystem Klingenberg/Lehnmühle im Osterzgebirge durchgeführt. Die Betrachtungen bezogen sich dabei auf die Leistungsfähigkeit der beiden Stauanlagen für Rohwasserabgaben zur Trinkwasserversorgung. Die erzielten Ergebnisse sind nachfolgend im Abschnitt „Simulation der Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Bewirtschaftung des Talsperrensystems Klingenberg/Lehnmühle, Wilde Weißeritz im Osterzgebirge“ dargestellt.

Mit der prognostizierten Klimaänderung in den kommenden Jahrzehnten werden gravierende Auswirkungen auf die Bewirtschaftung der Talsperren in Sachsen erwartet.

So wird u.a. von einer Abnahme der Jahressumme des Niederschlages, einer Zunahme der mittleren Jahrestemperatur und der Verdunstung und daraus resultierend schließlich von einer Reduzierung der mittleren Talsperrenzuflüsse bis hin zur Minderung der Leistungsfähigkeit für Rohwasserabgaben der Talsperren ausgegangen.



Abb. 1: Schwergewichtsstaumauer der Talsperre Klingenberg



Abb. 2: Schwergewichtsstaumauer mit Dammanschluss der TS Lehnmühle

Die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, die für Planung, Bau, Betrieb und Unterhaltung der landeseigenen Stauanlagen zuständig ist, wird sich bei der Fortführung dieser Untersuchungen am aktuellen Forschungsstand der Klimaforschung in Sachsen orientieren. Nach Vorliegen aktualisierter Ergebnisse sächsischer Klimaszenarien, insbesondere für meteorologische Extremereignisse (ausgeprägte Trockenperioden und Starkniederschlagsereignisse) werden die nachfolgend dargestellten Untersuchungen aus dem Jahre 2001, die sich auf ein mittleres Systemverhalten beziehen, weiter ausgebaut.

## 2 Das Talsperren-System Klingenberg/Lehnmühle

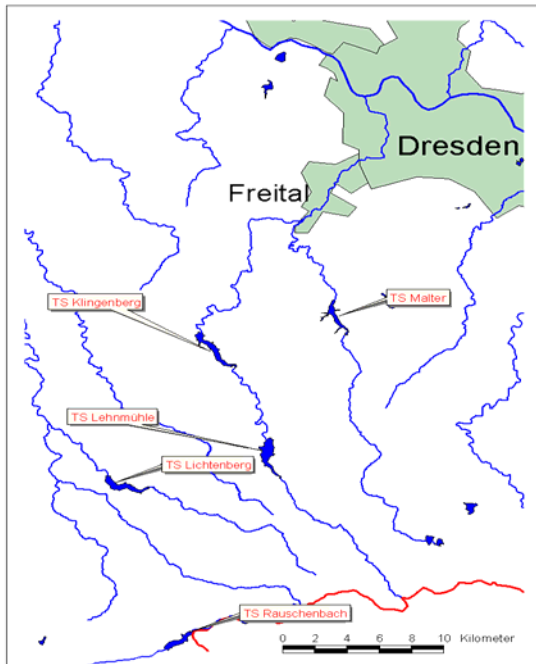


Abb. 3: Lage des Talsperren-Systems Klingenberg / Lehnmühle einschließlich der "Beileitungs-Talsperre" Rauschenbach

Die Talsperren Lehnmühle und Klingenberg liegen hintereinander in der Wilden Weißeritz (vergl. Abb. 3). Beide Talsperren stellen im Verbundbetrieb Rohwasser für die Trinkwasserversorgung der Stadt Dresden und umliegender Versorgungsgebiete bereit. Das Talsperrensystem kann durch Beileitungen von Rohwasser aus der Talsperre Rauschenbach (und ggf. auch aus der Talsperre Lichtenberg) im mittleren Erzgebirge gestützt werden. Hierzu wurde in den letzten Jahren ein umfangreiches Überleitungssystem mit der Streckenführung „TS Rauschenbach – Revierwasserlaufanstalt – Oberer Großhartmannsdorfer Teich – TS Lichtenberg – TS Klingenberg“ geschaffen. Die wichtigsten, aktuellen Kenndaten zu den Talsperren Klingenberg, Lehnmühle und Rauschenbach können der Tabelle 1 entnommen werden. Die nach dem Augusthochwasser 2002 vorgenommenen

Tabelle 1: Kenndaten zu den Talsperren Klingenberg, Lehnmühle und Rauschenbach

	TS Klingenberg	TS Lehnmühle	TS Rauschenbach
	1908/1914	1927/1931	1960/1968
<b>BAUJAHR</b>			
<b>FLIEßGEWÄSSER</b>	Wilde Weißeritz		Flöha
<b>NUTZUNGEN IM VERBUND</b>	1. Rohwasserbereitstellung zur Trinkwasserversorgung 2. Hochwasserschutz 3. Energieerzeugung 4. "sanfter" Tourismus		
<b>HOCHWASSERSCHUTZ</b>	insbesondere für Dresden und Freital		Neuhausen, Olbernhau
<b>LEISTUNGSFÄHIGKEIT IM VERBUND</b>	Q <sub>99%BSS</sub> = 1000 l/s		
<b>INHALTSAUFTEILUNGEN</b>			
Totraum (Mio. m <sup>3</sup> )	0,00	0,00	0,00
Reserveraum (Mio. m <sup>3</sup> )	2,00	2,50	2,30
Betriebsraum (Mio. m <sup>3</sup> )	12,38	12,42	8,90
gew. Hochwasserrückhalteraum (Mio. m <sup>3</sup> )	2,00	7,00	4,00
Stauraum (Mio. m <sup>3</sup> )	16,38	21,92	15,20
<b>AUSBAUGRADE</b>			
für Eigeneinzugsgebiet (%)	146 (ohne TS Lehnmühle)	63	81 (ohne TS Flaje)
für Gesamteinzugsgebiet (%)	35 (mit TS Lehnmühle)	entfällt	36 (mit TS Flaje)
<b>BEI VOLLSTAU</b>			
Seefläche (ha)	116	135	98
mittlere Tiefe (m)	14	16	15
<b>EINZUGSGEBIETE</b>			
Eigeneinzugsgebiet (km <sup>2</sup> )	29 (ohne TS Lehnmühle)	60,4	26,9 (ohne TS Flaje)
Gesamteinzugsgebiet (km <sup>2</sup> )	89,4 (mit TS Lehnmühle)	entfällt	70,5 (mit TS Flaje)
<b>ZUFÜSSE</b>			
aus Eigeneinzugsgebiet (m <sup>3</sup> /s-Mio. m <sup>3</sup> /a)	0,350 m <sup>3</sup> /s = 11,0 Mio. m <sup>3</sup> /a	1,10 m <sup>3</sup> /s = 34,7 Mio. m <sup>3</sup> /a	0,600 m <sup>3</sup> /s = 18,9 Mio. m <sup>3</sup> /a
aus Gesamteinzugsgebiet (m <sup>3</sup> /s-Mio. m <sup>3</sup> /a)	1,45 m <sup>3</sup> /s = 45,7 Mio. m <sup>3</sup> /a		1,34 m <sup>3</sup> /s = 42,2 Mio. m <sup>3</sup> /a
<b>VORHANDENE PEGELANLAGEN</b>			
Zuflusspegel	Beerwalde	Ammelsdorf	Deutschgeorghenthal 1, 2 und Neuwendorf
Abgabepegel	Klingenberg UP	Lehnmühle UP	Rauschenbach 1
<b>HISTORISCHE ZUFUSSREIHE</b>	für die 3 Talsperren jeweils von 1921/2003		



## Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

Die sich abzeichnende Klimaänderung kann aber zu einer weiteren Verschärfung der Nutzungsinteressen u.a. zwischen Rohwasserbereitstellung und Hochwasserschutz führen. Die Registrierung und Auswertung zukünftiger Trockenperioden wird an die Bemessung und die Größe des Betriebsraumes  $I_{BR}$  zum Zwecke der Rohwasserbereitstellung unter Umständen erhöhte Anforderungen stellen. Vergleichbare Schlüsse können auch zukünftige Hochwasserereignisse zulassen. Hier können ebenso erhöhte Anforderungen an die Bemessung und die Größe des gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume  $I_{GHR}$  entstehen. Dabei wird auch zukünftig zur Lösung der zahlreichen Bewirtschaftungsaufgaben nur ein begrenzter Stauraum zur Verfügung stehen. Eine der vordringlichsten Aufgaben der Stauanlagenbewirtschaftung besteht deshalb in den kommenden Jahren und Jahrzehnten in der Entwicklung geeigneter Steuerverfahren und Konzeptionen, um den veränderten Bewirtschaftungsbedingungen begegnen zu können.

Speziell für das Talsperrensystem Klingenberg/Lehmühle beschreibt die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen folgenden Weg. Für die Talsperren Klingenberg, Lehmühle und Rauschenbach sind Vergrößerungen der gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume beantragt worden. Die Anträge wurden im Jahr 2003 durch die zuständigen Regierungspräsidien in Dresden (für die Talsperren Klingenberg und Lehmühle) und Chemnitz (für die Talsperre Rauschenbach) bewilligt. So konnten die in der Abbildung 5 dargestellten

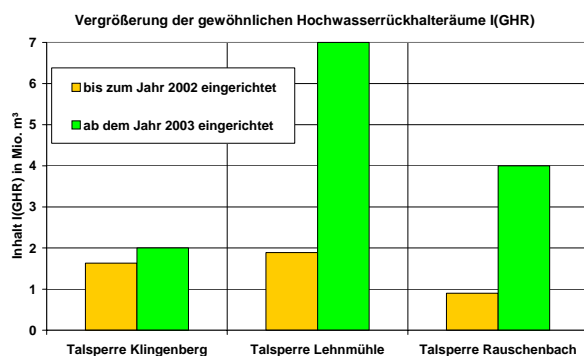


Abb. 5: Vorgenommene Vergrößerung der gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume in den Talsperren Klingenberg, Lehmühle und Rauschenbach

Vergrößerungen der gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume in die Bewirtschaftung der Talsperren eingeführt werden. Diesen wichtigen, im Interesse des Hochwasserschutzes vorgenommenen Bewirtschaftungsschritten gingen wassergüte- sowie wassermengenwirtschaftliche Machbarkeitsstudien voraus. Seit Ende des Jahres 2003 ist es möglich, mittels Rohwasserbeleitungen aus der TS Rauschenbach bis zur TS Klingenberg zur Stabilisierung der Systembewirtschaftung beizutragen.

## 4 Vorliegende Beobachtungen und deren Bewertung

Die Beobachtung, Registrierung und Auswertung der Zuflussreihen zu den Talsperren ist unbedingte Voraussetzung für eine zuverlässige und plausible Bewirtschaftung und Bemessung der Stauanlagen.

Lange Reihen von im Regelfall Monatsmittelwerten sind notwendig, um zuverlässige Zuflussgenerierungen über mehrere 1000 Jahre und damit Speicherrechnungen zur Leistungsfähigkeitsbemessung für Rohwasserabgaben vornehmen zu können. Dabei ist sowohl die Erfassung von beobachteten Trockenperioden als auch die Simulation von denkbaren, möglichen Trockenperioden und deren Auswertung zur Leistungsbemessung besonders wichtig.

## Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

Die Beobachtung und Registrierung von Hochwasserereignissen ist unbedingte Voraussetzung der Hochwasserbemessung von Stauanlagen. Hier wird zwischen verschiedenen Hochwasserbemessungsfällen unterschieden. Mit fast jeder Stauanlage wird Hochwasserschutz für den Unterlauf des gestauten Fließgewässers gewährleistet. Dieser Hochwasserschutz ist zu bemessen und nachzuweisen. Darüber hinaus ist die Stauanlagensicherheit selbst für sehr große und zugleich seltene Hochwasserereignisse zu bemessen und zu gewährleisten. Nicht zuletzt spielt die Erarbeitung eines umfassenden Hochwassersteuerplanes eine wichtige Rolle.



Abb. 6: Die TS Lehmühle bei deutlich abgesenktem Stauspiegel (508 mü.NN). Ein Betriebsfall der Regelbewirtschaftung, d.h. im Rahmen der Rohwasserabgabe für Trinkwasser.

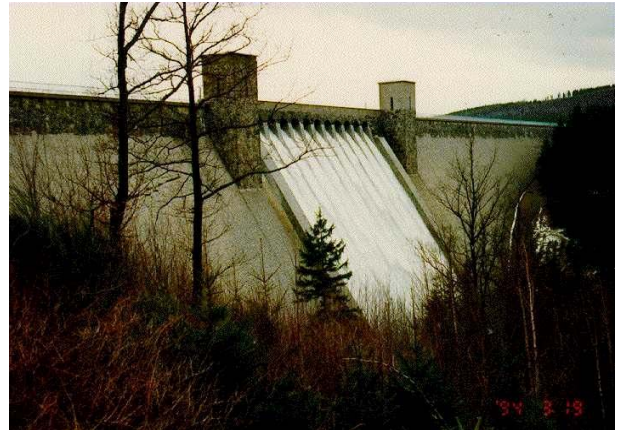


Abb. 7: Die Hochwasserentlastungsanlage der Talsperre Lehmühle bei einem Stauspiegel über 524 mü.NN in Betrieb. Ein Betriebsfall im Rahmen der Hochwassersteuerung.

In den vergangenen Jahren wurden im mittleren Zufluss zum Talsperrensystem Klingenberg/Lehmühle Veränderungen beobachtet, die erste Anzeichen einer Klimaänderung erkennen lassen. Mit der Verschiebung des mittleren Zuflusses ging eine Häufung von Extremereignissen, sowohl von Niedrigwasser- als auch von Hochwasserereignissen einher.

### **4.1 Verschiebung des mittleren Zuflusses**

Aus den Beobachtungen des Talsperrenzuflusses zum System Klingenberg/Lehmühle lässt sich seit Beginn der 90-er Jahre eine innerjährliche Verschiebung des Zuflusses ableiten, die jetzt bereits 15 Jahre anhält und eine gewisse Stabilität erlangt hat. So sind die Wintermonate vom November bis März abflussreicher geworden. In den letzten Jahren war über diesen Zeitraum seltener eine geschlossene Schneedecke bei anhaltendem Frost zu verzeichnen. Vielmehr traten oftmals Tauperioden mit Niederschlägen auf, die in den letzten Jahren zu hohen Winterzuflüssen geführt haben. Der früher in den Kammlagen des Erzgebirges zuflussreichste Monat April ist heute vergleichbar mit den trockeneren Frühlingsmonaten. Die Sommer- und Herbstmonate haben eine deutliche Reduzierung des Zuflusses erfahren (vergl. Abb. 8). Trotz der deutlich sichtbaren, innerjährlichen Verschiebung des Abflusses zum Talsperrensystem Klingenberg/Lehmühle sind Reduzierungen der Jahressumme des Talsperrenzuflusses wie auch Veränderungen des Zuflusses vieler Einzelmonate bis zum heutigen Tage noch nicht signifikant nachweisbar. Auswirkungen der sich bereits abzeichnenden Klimaänderung auf die Wassermengenbewirtschaftung der Talsperren konnten bisher nicht nachgewiesen werden. Die Landestalsperrenverwaltung verfolgt die Entwicklung des Zuflusses zu den Stau-

## Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

anlagen ständig und wird rechtzeitig erforderliche Anpassungsmaßnahmen in den Wasserwirtschaftsplänen der Stauanlagen vornehmen.

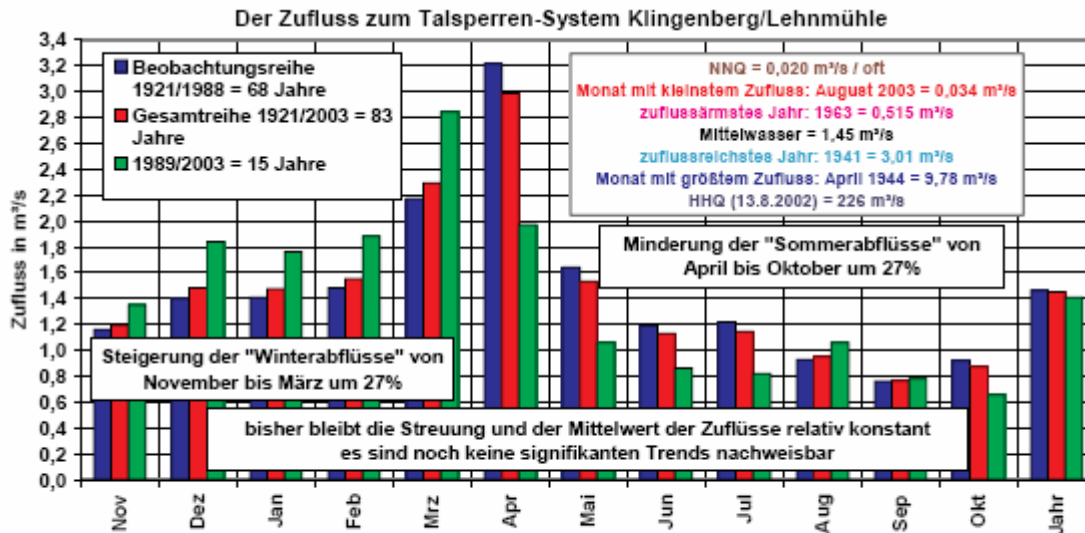


Abb. 8: mittlere Zuflüsse zum Talsperren-System Klingenberg/Lehnmühle

### 4.2 Niedrigwasserzuflüsse

Die Jahre 2000/2001 und 2003/2004 waren u.a. von sehr intensiven, aber verhältnismäßig kurzen Trockenperioden geprägt. So konnte im Zeitraum vom Mai 2000 bis Januar 2001 ein mittlerer Zufluss zum Talsperrensystem Klingenberg/Lehnmühle über 9 Monate in Höhe von 255 l/s beobachtet werden. Die Trockenperiode ab Mai 2003 erbrachte über 9 Monate bis Ende Januar 2004 einen mittleren Zufluss von 220 l/s, was nur 15% des langjährigen Mittelwasserzuflusses zur Talsperre Klingenberg entspricht. Damit wurde der trockenste, jemals beobachtete, zusammenhängende Zeitraum über die Dauer von 9 Monaten im Zufluss zum Talsperrensystem Klingenberg/Lehnmühle registriert. Allerdings gab es bereits mehrere vergleichbare, trockene Zeiträume. Neben den Jahren 2000/2001 brachte auch die Periode von Juni 1962 bis Februar 1963 bei einem mittleren Zufluss von 230 l/s sehr geringe Wassermengen. Die Trockenperiode 2003/2004 kann damit nicht allein als Nachweis einer Klimaänderung herangezogen werden.

Trotz der Trockenheit 2003/ 2004 bleibt für die Bemessung der Leistungsfähigkeit für Rohwasserabgaben zur Trinkwasserversorgung nach wie vor der Zeitraum von Juni 1962 bis März 1964 als bislang längster Zeitraum maßgebend. Diese Periode zeichnete sich bei einem mittleren Talsperrenzufluss von 455 l/s, was zirka 30% des langjährigen Mittelwasserzuflusses zur Talsperre Klingenberg entspricht, besonders durch die Länge der Trockenheit aus.

## Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

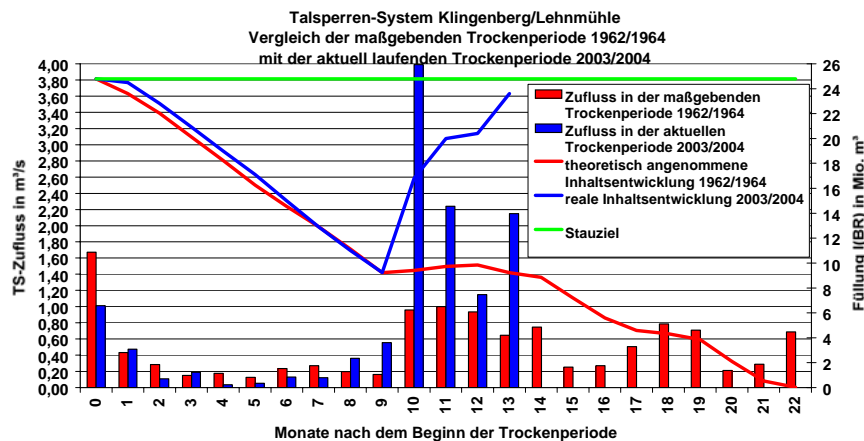


Abb. 9: Vergleich der beiden Trockenperioden 1962/1964 und 2003/2004 im Zufluss zum Talsperren-System Klingenberg/Lehnmühle

Die Abbildung 9 vergleicht den Verlauf der maßgebenden Trockenperiode von 1962/64 mit dem Verlauf der aktuellen Trockenperiode von 2003/04. Dargestellt sind sowohl die Zuflüsse zur Talsperre Klingenberg als auch die Entwicklung des Betriebsinhaltes des TS-Systems Klingenberg/Lehnmühle.

<u>Dauer</u>	<u>Historisch</u>	<u>Aktuell</u>
über 6 Monate	09 / 1953 - 02 / 1954 MQ = 170 l/s	05 / 2003 - 10 / 2003 MQ = 130 l/s = - 24%
über 9 Monate	06 / 1962 - 02 / 1963 MQ = 230 l/s	05 / 2003 - 01 / 2004 MQ = 220 l/s = - 4%
über 12 Monate = 1 Jahr	06 / 1962 bis 05 / 1963 MQ = 410 l/s	02 / 2003 - 01 / 2004 MQ = 460 l/s = + 12%
über 24 Monate = 2 Jahre	08 / 1962 - 07 / 1964 MQ = 610 l/s	05 / 2000 - 04 / 2002 MQ = 1140 l/s = + 87%

Abb. 10: Vergleich der Intensität historischer und aktueller Trockenperioden im Zufluss zur Talsperre Klingenberg [MQ = mittlerer Zufluss]

Die Abbildung 10 zeigt einen Vergleich der Talsperrenzuflüsse in historischen und in aktuellen Trockenperioden ab dem Jahr 2000. Deutlich werden die absoluten "Minusrekorde" der Trockenperiode 2003/04 für die relativ kurze Dauer von 6 bzw. 9 Monaten. Die Trockenheitsrekorde aus den Jahren 1962 bis 1964 über die längere Dauer von 12 bzw. 24 Monaten, die für die Bemessung der Talsperren-Leistungsfähigkeit im Erzgebirge maßgebend sind, bleiben bisher bestehen.

### 4.3 Hochwasserzuflüsse

Im Zufluss zur Talsperre Lehnmühle, der seit 73 Jahren beobachtet wird, ereignete sich im März 2000 das bis dahin höchste Hochwasser. Das Augusthochwasser 2002 hat wiederum das Ereignis des Jahres 2000 weit übertroffen. Einen Vergleich beider Ereignisse zeigt die Abbildung 11. Die Abbildung 12 gibt einen Hinweis zur statistischen Einordnung des Augusthochwassers 2002 im Zufluss zur Talsperre Lehnmühle. Das zufällige Auftreten eines außergewöhnlich großen Hochwasserereignisses im August 2002 kann allein nicht als Nachweis einer Klimaänderung herangezogen werden. Vielmehr fällt die Häufung von Extremereignissen in den letzten Jahren auf, die erste Anzeichen einer Klimaänderung erkennen lässt. Diesen Umstand illustrieren die Abbildungen 13 und 14. Dabei zeichnen sich große, seltene Hochwasser durch einen schnellen Verlauf ab. Ein solches Ereignis läuft innerhalb weniger Tage ab. Trockenperioden im Sinne der Talsperrenbewirtschaftung erstrecken sich im Gegensatz zum Hochwasser über viele Monate bis hin zu mehreren Jahren.

Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

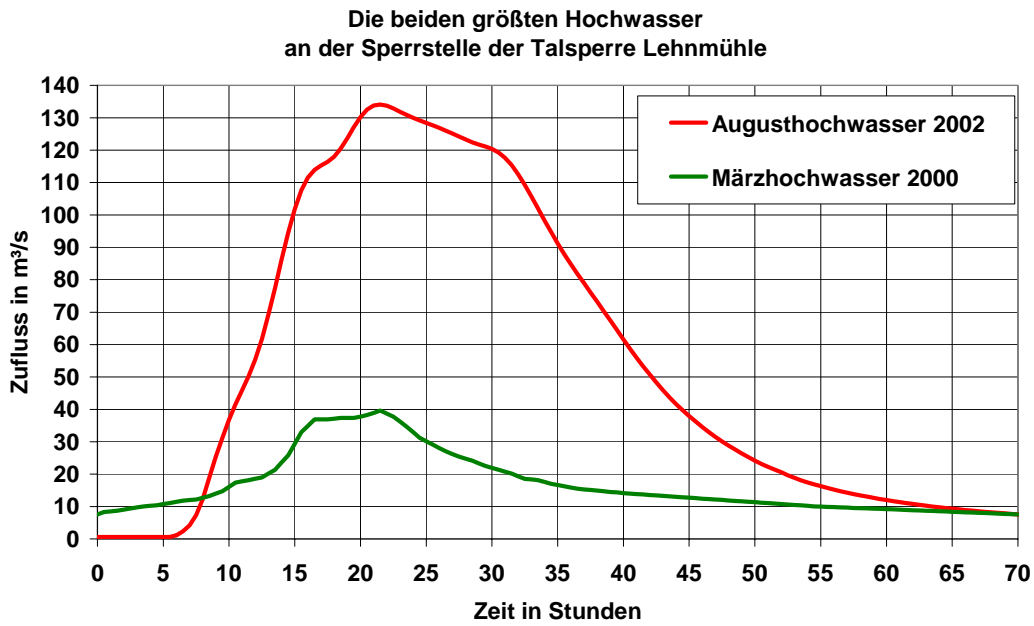


Abb. 11: Darstellung der beiden größten Hochwasser im Zufluss zur Sperrstelle der TS Lehmühle

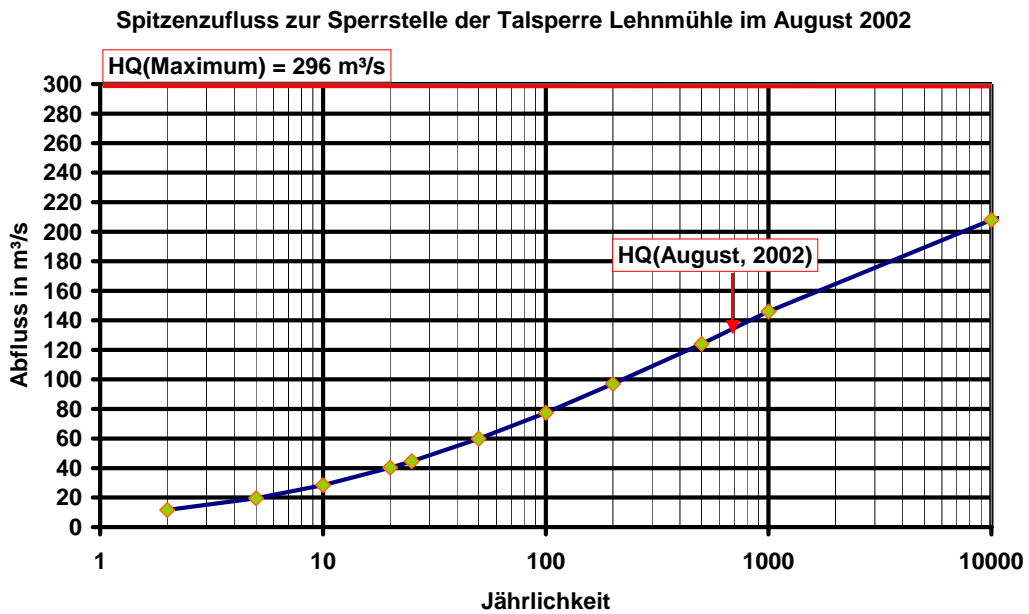


Abb. 12: Statistische Einordnung des Augusthochwassers 2002 im Zufluss der TS Lehmühle im Vergleich zum maximal möglichen Hochwasser an diesem Querschnitt

## Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

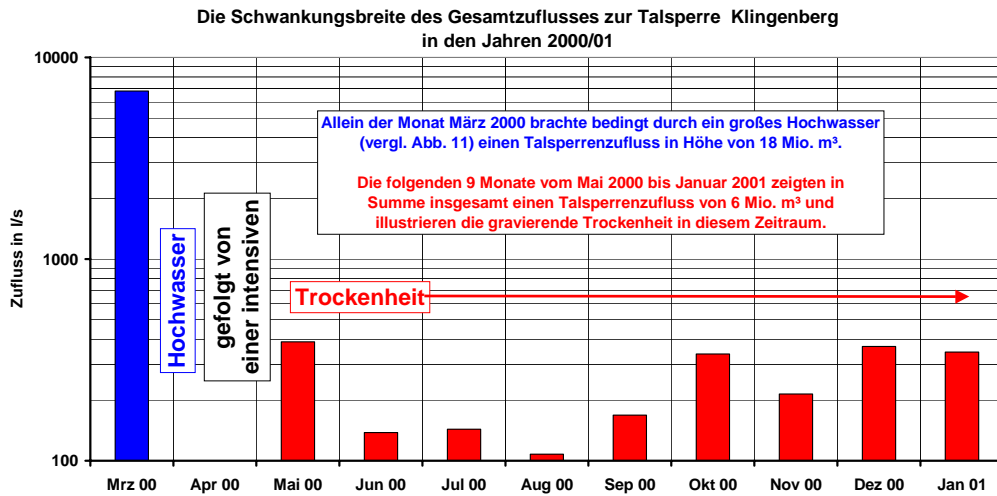


Abb. 13: Das Märzhochwasser 2000 gefolgt von einer 9 Monate andauernden, intensiven Trockenheit an der Sperrstelle der TS Klingenberg

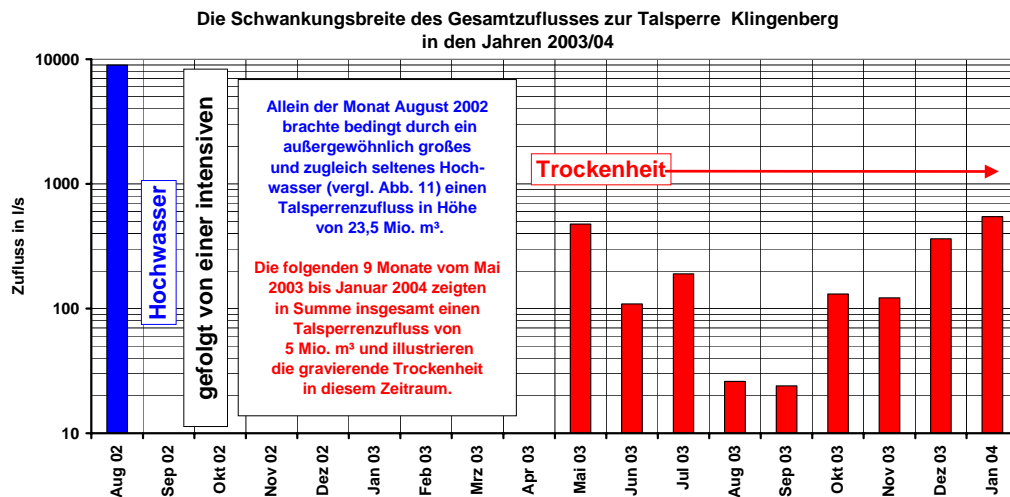


Abb. 14: Das Auguthochwasser 2002 gefolgt von einer 9 Monate andauernden, intensiven Trockenheit an der Sperrstelle der TS Klingenberg

## 5 Simulation der Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Bewirtschaftung des Talsperrensystems Klingenberg/Lehnmühle, Wilde Weißeritz im Osterzgebirge

### 5.1 Grundlagen der Untersuchungen

Die Untersuchungen wurden im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen durch die Firma Dr. Dittrich & Partner Hydro-Consult GmbH durchgeführt.

Zur Wasserhaushaltsmodellierung wurde das Modell AKWA-M genutzt. Dieses Modell berechnet die Komponenten des Wasserhaushaltes von Gewässereinzugsgebieten. Eingangsgrößen sind Niederschlag und Energieeintrag bzw. potentielle Verdunstung (berechnet aus Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte und Sonnenscheindauer). In der Wechselwirkung dieser Eingangsgrößen mit den morphologischen, geologischen und pedologischen Bedingungen sowie mit der Landnutzung (berücksichtigt wurden Forst-, Grünland-, Gewässer- und versiegelte Flächen in ihrer jahreszeitlichen Entwicklung) entsteht eine bestimmte Aufteilung des Niederschlages in Abfluss und Verdunstung. Der Abfluss setzt sich aus den Komponenten Direktabfluss, schneller Basisabfluss (Zwischenabfluss) und langsamer Basisabfluss (Grundwasserneubildung) zusammen. Um die Unterschiede dieser Bedingungen in dem relativ großen, unterschiedlich genutzten und stark höhenabhängig gegliederten Einzugsgebiet berücksichtigen zu können, wurde eine Differenzierung in 42 hydrologisch ähnlich reagierende Teilflächen vorgenommen.

Die Eingangsgrößen in das genutzte Wasserhaushaltsmodell AKWA-M, waren homogene, konsistente Reihen der Klimaelemente Niederschlagssumme, Summe der Sonnenscheindauer, mittlere Lufttemperatur und mittlere relative Luftfeuchte. Diese Werte stehen für den Feuchte- und Energieeintrag, welcher die im Einzugsgebiet ablaufenden Verdunstungs-, Speicher- und Abflussprozesse steuert. Darüber hinaus wurden die Messungen der meteorologischen Stationen Zinnwald-Georgenfeld, Geisingberg (repräsentativ für die Kammlagen des Einzugsgebietes), Tharandt-Grillenburg (repräsentativ für die Tallagen des Einzugsgebietes) und Dresden-Klotzsche herangezogen. Weiterhin fanden die an den Talsperren Klingenberg und Lehmühle gemessenen Niederschläge Verwendung.

Die historischen, beobachteten Zuflussdaten zum Talsperren-System wurden vom Pegel Ammeldorf, Wilde Weißeritz genutzt. Sowohl die Klima- als auch die Abflussdaten wurden in der Auflösung von einem Monat zusammengestellt.

Die entsprechenden Klimaszenarien wurden vom LfUG bereitgestellt (LfUG, 2000).

Nach der Eichung des Modells AKWA-M für den Referenzzeitraum 1948 bis 1995 konnte aus den gewonnenen Modellergebnissen für diesen Zeitraum mit Hilfe statistischer Methoden eine 2000 Jahre lange „Normalreihe bzw. Ausgangsreihe“ des Talsperrenzuflusses generiert werden. Mit dieser Reihe wurde eine Speicherbewirtschaftung des Talsperrensystems Klingenberg/Lehmühle vollzogen. In einem nächsten Schritt wurde das geeichte Modell AKWA-M mit den Daten zweier Klimaszenarien (robustes Szenario 1; lokal differenziertes Szenario 2) gespeist. Hier entstand jeweils eine Talsperren-Zuflussreihe, die den geänderten klimatischen Bedingungen Rechnung trägt. Diese beiden veränderten Reihen stellen die Grundlage für eine jeweils 2000 Jahre lange, generierte Reihe dar und sind schließlich Ausgangsbasis für Speicherrechnungen, die etwa um das Jahr 2050 Relevanz erlangen könnten.

## **5.2 Die Modellergebnisse**

Die zusammengefassten Projektergebnisse in Form einer „Gewinn- und Verlustrechnung“ für die Speicherbewirtschaftung zeigen die Abbildungen 15 und 16. So stellt die Abbildung 15 die Entwicklung des Niederschlagsdargebotes und daraus folgend des Abflusses (gleichbe-

## Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

deutend mit dem Gesamtzufluss zur Talsperre Klingenberg) für die Referenzperiode, Klimaszenario 1 und 2 dar. Die Abbildung 16 geht auf die Verdunstungshöhen ein.

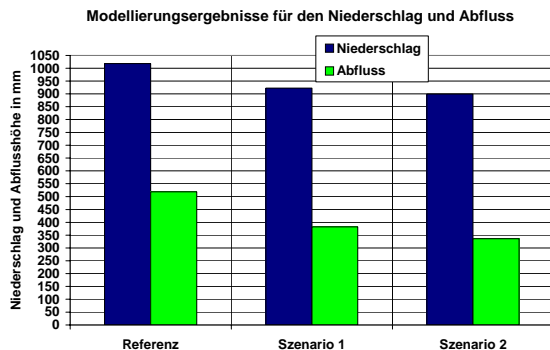


Abb. 15: Modellierungsergebnisse für den Niederschlag und den Abfluss (=Talsperrenzufluss)

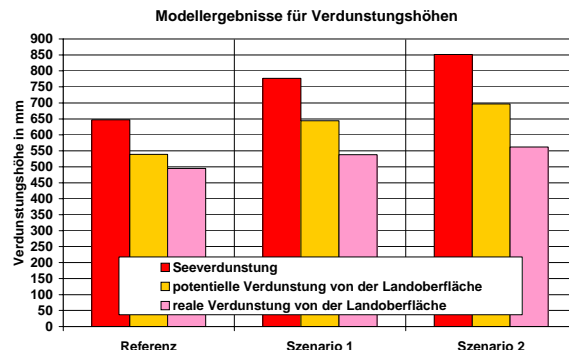


Abb. 16: Vergleich der Verdunstungshöhen

So ist gegenüber der Referenzperiode von einer Niederschlagsreduzierung um 9% im Klimaszenario 1 bzw. 12% im Szenario 2 auszugehen. Der Gebietsabfluss, der praktisch als Gesamtzufluss zur Talsperre Klingenberg aufzufassen ist, reduziert sich noch stärker. Im Szenario 1 erfährt diese Bewirtschaftungsgröße gegenüber der Referenzperiode eine Abminderung um 26%, im Szenario 2 sogar um 35%. Im Gegensatz hierzu nehmen die Verlustgrößen aus der Verdunstung deutlich zu (vergl. Abb. 16).

Die innerjährliche Verteilung der Zuflüsse im Vergleich der Referenzperiode 1921/2001 zu den Klimaszenarien 1 und 2 zeigt die Abbildung 17. Mit Ausnahme der Wintermonate wird über den gesamten restlichen Zeitraum des Jahres die gravierende Abnahme des Talsperrenzuflusses deutlich. Nach den durchgeführten Speicherrechnungen mit den nach Szenario 1 und 2 veränderten Zuflussreihen ist abschließend die Veränderung bzw. Reduzierung der Leistungsfähigkeit des Talsperrensystems für Rohwasserabgaben zur Trinkwasserversorgung von Interesse. Dieses Ergebnis kann Abbildung 18 entnommen werden. Die Leistungsfähigkeit des Speichersystems Klingenberg/Lehnmühle für Rohwasserabgaben zur Trinkwasserversorgung beträgt ohne die Stützung durch die Talsperre Rauschenbach für die Referenzperiode, d.h. für den Ist-Zustand = 920 l/s. Diesem Wert liegt eine Bereitstellungssicherheit nach der Häufigkeit (bezogen auf die Bereitstellungsjahre) von  $P_H = 99\%$  bei konstanter Abgabe ( $P_{H99\%const.}$ ) zugrunde. Im Szenario 1 wird diese Leistungsfähigkeit auf 73,5% gegenüber dem Ist-Stand reduziert. Szenario 2 bringt sogar eine Reduzierung auf 64,3% (vgl. Abb. 18). Unter Zugrundelegung der gegenwärtigen Zuflusssituation ist es mittels der Beileitungen von Rohwasser der Talsperre Rauschenbach bis zur Talsperre Klingenberg möglich, eine Leistungsfähigkeit von 1000 l/s aus dem Talsperrensystem zu garantieren. Diese Abgabeleistung zur Trinkwasserbereitstellung ist seit Jahren vertraglich mit den Rohwasserabnehmern gebunden.

## Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

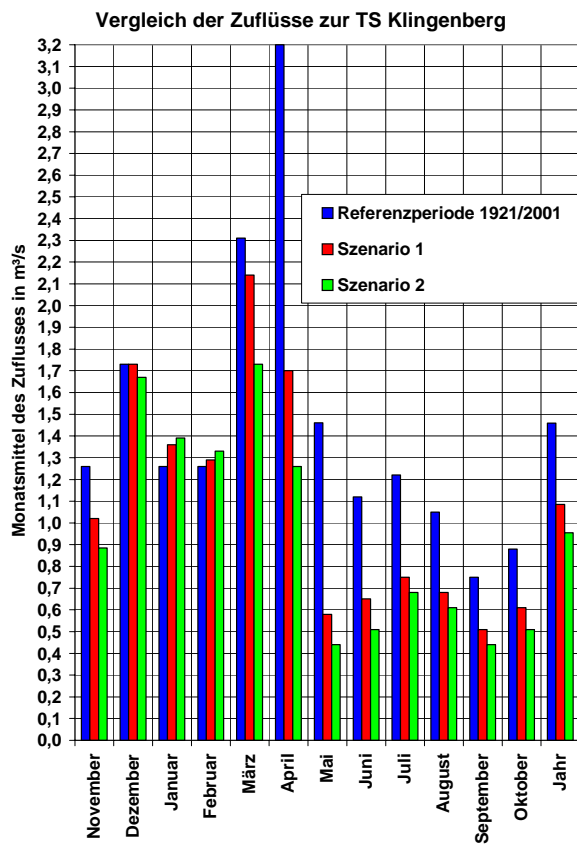


Abb. 17:  
Veränderung des innerjährlichen Zuflussregimes sowie des Gesamtzuflusses nach Klimaszenario 1 bzw. 2 im Vergleich zum Referenzzeitraum

In den Klimaszenarien 1 und 2 wäre es selbst bei Ausnutzung der vollen Beileitungsmöglichkeiten über die Talsperre Rauschenbach bis zur Talsperre Klingenberg nicht mehr möglich, diese 1000 l/s zu garantieren. Die Abnahme der Talsperren-Leistung ist in den Klimaszenarien 1 bzw. 2 so beträchtlich, dass zum Abschluss der angestellten Untersuchungen noch eine kurze Betrachtung zu möglichen bewirtschaftungsseitigen Reaktionen auf Klimaänderungen erfolgt.

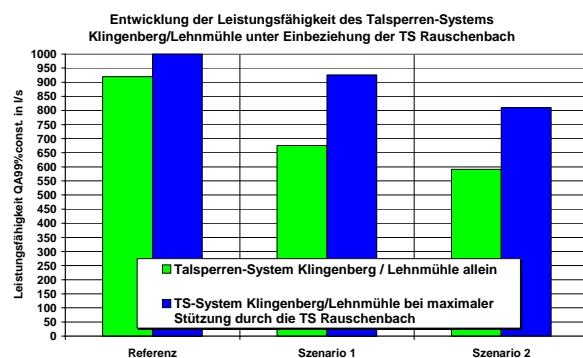


Abb. 18:  
Veränderung der Leistungsfähigkeit des TS-Systems Klingenberg/Lehnmühle unter Beachtung der TS Rauschenbach gemäß der Klimaszenarien 1 und 2 im Vergleich zum IST-Zustand = Referenz

Folgende bewirtschaftungsseitige Maßnahmen an Talsperren sind als Reaktion auf mögliche Klimaänderungen denkbar:

- Eine höhere bzw. vollständige Auslastung der zur Zeit vorhandenen Kapazitäten.
- Verbundbewirtschaftung der zur Verfügung stehenden Kapazitäten
  - im Rahmen eines Kapazitätsausgleichs zwischen Talsperren.
  - zur Erhöhung der Talsperren-Leistungsfähigkeit.
- Anpassung der bestehenden speicherwirtschaftlichen Randbedingungen durch Flexibilisierung der Bewirtschaftung.
- Erschließung neuer Wasserdarangebote durch
  - Anschluss von Einzugsgebieten an bestehende Talsperren durch Beileitungen.
  - Neubau von Talsperren.

## 6 Literatur

Dr. Dittrich & Partner Hydro-Consult GmbH Bannewitz:

Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Bewirtschaftung des Talsperrensystems Klingenberg/Lehnmühle, Wilde Weißeritz im Osterzgebirge, Untersuchungen im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Bannewitz, Juni 2001

Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenwetter- und Hochwasserereignissen

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen / Winkler, U.:

Prognostische Einschätzungen zur Entwicklung der Talsperrenabgabeleistungen unter Berücksichtigung extremer Dargebotssituationen und des Klimawandels am Beispiel des Talsperren-Systems Klingenberg/Lehnmühle, Vortragssammlung zum Fachkolloquium anlässlich 10 Jahre Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna, Februar 2002

Landesamt für Umwelt und Geologie, Freie Universität Berlin-Institut für Meteorologie: Regionalisierung von Klimamodell-Ergebnissen mittels des statistischen Verfahrens der Wetterlagenklassifikation und nachgeordneter multipler Regressionsanalyse für Sachsen (REKLISA), Dresden und Berlin, 2000

Autor:

Dipl.-Hydrologe Ulf Winkler  
Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen  
Bahnhofstr. 14  
D – 01796 Pirna

Tel.: ++49 – 3501 – 796375

Fax: ++49 – 3501 – 796101

E-Mail: [Ulf.Winkler@ltv.smul.sachsen.de](mailto:Ulf.Winkler@ltv.smul.sachsen.de)