

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Ebner von Eschenbach, Anna-Dorothea; Winkler, Ulf

Auswirkungen der jüngsten Trockenperioden auf die Bewirtschaftung von Talsperren

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103863>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

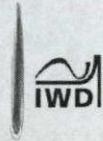
Ebner von Eschenbach, Anna-Dorothea; Winkler, Ulf (2005): Auswirkungen der jüngsten Trockenperioden auf die Bewirtschaftung von Talsperren. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Stauanlagen am Beginn des 21. Jahrhunderts. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 29. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 35-44.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





Auswirkungen der jüngsten Trockenperioden auf die Bewirtschaftung von Talsperren

Dr.-Ing. Anna-Dorothea Ebner von Eschenbach;
Dipl.-Hydrologe Ulf Winkler

Im Mai 2003 begann in den Einzugsgebieten der sächsischen Stauanlagen eine gravierende Trockenperiode, die in einigen Einzugsgebieten bis Mitte des Jahres 2004 andauerte und einen wesentlichen Einfluss auf die Stauanlagen-Bewirtschaftung hatte. Die Bewirtschaftung einer Stauanlage in einer Trockenperiode ist stark durch die regionalen Gegebenheiten, im Speziellen durch vorhandene Überleitungsmöglichkeiten zu anderen Speichereinrichtungen geprägt. Für Talsperren, die nicht im Verbund stehen, sondern als Einzelspeicher bewirtschaftet werden, sind dementsprechend andere Steuerempfehlungen zu entwickeln. Um die Auswirkungen einer Trockenperiode weniger folgenswer für die Bevölkerung und die ökologischen Systeme im Unterlauf des Speichers werden zu lassen, können bewirtschaftungsseitige Maßnahmen zur Erschließung neuer Wasserdarangebote ergriffen werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, durch veränderte Ansätze und Annahmen bei der Bilanzierung der Leistungsfähigkeit der Talsperre auftretenden Trockenperioden eine stärkere Bedeutung zu kommen zu lassen.

1 Grundlegende Aspekte der Talsperrenbewirtschaftung

Die vorliegenden Ergebnisse der Untersuchungen zu Klimaänderungen in Sachsen lassen erhebliche Auswirkungen auf den Betrieb der sächsischen Talsperren erwarten [FU Berlin (2000)]. So wird eine sich allmählich vollziehende Klimaänderung insbesondere ein häufigeres Auftreten von Wetterextremen erwartet. Dieses Phänomen bezieht sich sowohl auf vermehrt auftretende Trockenperioden als auch auf eine „Häufung“ von Hochwasserereignissen. Die sich abzeichnende Klimaänderung wird mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer weiteren Verschärfung der Nutzungsinteressen zum Beispiel zwischen der Rohwasserbereitstellung und dem Hochwasserschutz führen.

Diese beiden wasserwirtschaftlichen Hauptnutzungsarten stellen an die Stauanlagensteuerung unterschiedliche Anforderungen. So verlangt die

Trinkwasserversorgung einen ausreichend groß bemessenen Reserve- und Betriebsraum, um die Anforderungen an die Rohwasserqualität und die Mengenbewirtschaftung (ausreichende Abgabemengen mit entsprechend hohen Bereitstellungssicherheiten) erfüllen zu können. Der Hochwasserschutz für den Unterlauf erfordert einen ausreichend groß bemessenen gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum, um Hochwasserzuflüsse in der Talsperre aufnehmen und schadlos abführen zu können.

Der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum darf in Zeiten des Normalbetriebes nicht eingestaut werden und steht für eine geregelte Bewirtschaftung für Rohwasserabgaben nicht zur Verfügung. So wurden nach dem Augusthochwasser 2002 in einer Reihe von Stauanlagen Änderungen der Stauraumaufteilung vorgenommen. Unter Beachtung der Belange von Wassergüte- und Wassermengenbewirtschaftung zum Zwecke der Rohwasserbereitstellung konnten mit dem Ziel der Verbesserung der Hochwasserschutzwirkung teils deutliche Vergrößerungen der gewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume bewirkt werden.

Es zeigt sich also, dass sich die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld zwischen Trockenwetter- und Hochwasserereignissen befindet. Das bedeutet, dass bei der Bewirtschaftung der Talsperren stets beide Abflussextrême zu beachten sind. Im Mittelpunkt der folgenden Darlegung steht die Bewirtschaftung der Stauanlagen in der jüngsten Niedrigwasserperiode 2003/2004.

2 Charakterisierung der hydrologischen und meteorologischen Situation im Kalenderjahr 2003

2.1 Niederschlag

Die langjährige mittlere Jahresniederschlagsmenge an den Talsperren und Speichern der Landestalsperrenverwaltung beträgt gemäß der Jahresreihe von 1961 bis 2000 zirka 775 mm. Die mittlere Niederschlagssumme im Kalenderjahr 2003 beträgt 540 mm und somit nur 70% des Normalwertes. Damit wird das Kalenderjahr 2003 als niederschlagsarm eingeschätzt. Die Abbildung 1 zeigt die Niederschlagssummen im Jahr 2003 an den einzelnen Stauanlagen und gibt einen Vergleich zu langjährigen Mittelwerten der sächsischen Naturräume. Die Jahressummen 2003 der Niederschläge an den Stauanlagen lagen zwischen 326 mm an der Talsperre Bautzen, Spree in der

Lausitz und 853 mm an der Talsperre Carlsfeld, Wilzsch im Westerzgebirge [Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (2004)].

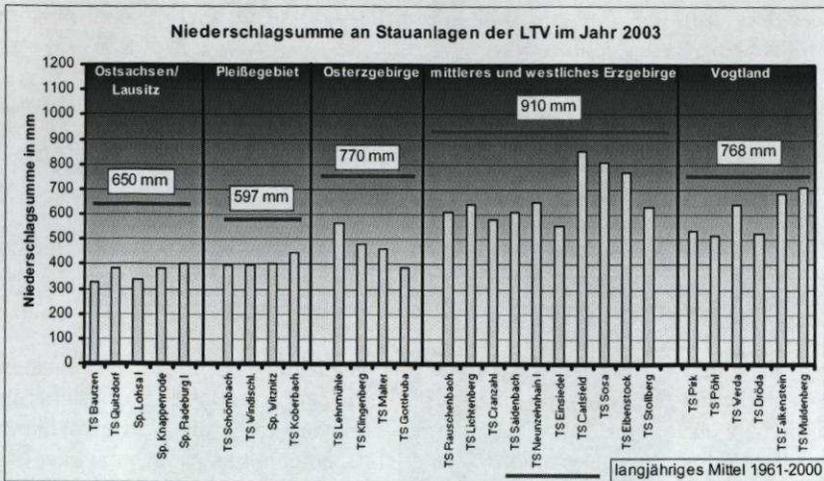


Abbildung 1: Niederschlagssummen an den Stauanlagen der LTV im Jahr 2003

2.2 Zuflüsse zu den Stauanlagen

Das Jahr 2003 brachte für die Mehrheit der Stauanlagen unterdurchschnittliche Zuflüsse. In der Abbildung 2 sind die relativen Talsperrenzuflüsse in Abhängigkeit vom langjährigen Mittel dargestellt.

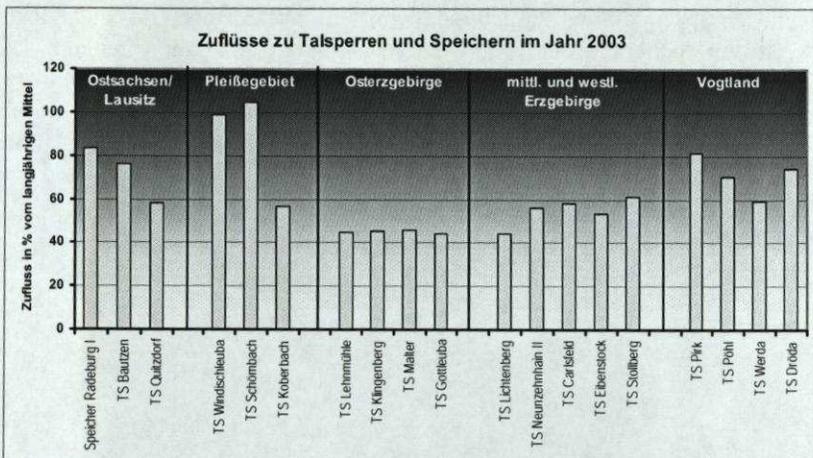


Abbildung 2: Zuflüsse zu den Stauanlagen im Jahr 2003

Besonders auffällig sind die sehr geringen Zuflüsse im Gebirgsbereich vom Ost- bis zum Westerzgebirge.

3 Auswirkungen der jüngsten Trockenperiode auf die Bewirtschaftung ausgewählter sächsischer Trinkwasser- und Brauchwasserspeicher

Die im Mai 2003 beginnende Trockenperiode, die in den Einzugsgebieten einiger Talsperren bis Mitte des Jahres 2004 andauerte, hatte auf die Stauanlagenbewirtschaftung einen wesentlichen Einfluss.

In Abhängigkeit der örtlichen Lage der Stauanlagen und den regionalen Besonderheiten ergeben sich für die Landestalsperrenverwaltung verschiedene Möglichkeiten, um die Auswirkungen der Trockenperiode für die Bevölkerung und die ökologischen Systeme im Unterlauf weniger folgenschwer wirken zu lassen. Signifikante Unterschiede im Bewirtschaftungsbetrieb ergeben sich bei Talsperren, die als Einzelspeicher oder im Verbundsystem bewirtschaftet werden.

3.1 Bewirtschaftung der Trinkwassertalsperre Saidenbach im Talsperrenverbundsystem Mittleres Erzgebirge

Sehr stark von der Trockenperiode 2003/ 2004 war die Trinkwassertalsperre Saidenbach im mittleren Erzgebirge betroffen. Diese Talsperre dient unter anderem zur Sicherung der Trinkwasserversorgung der Stadt Chemnitz. Die Talsperre Saidenbach ist eine Talsperre im Talsperrenverbundsystem Mittleres Erzgebirge. Sie kann neben dem Einzugsgebiet von 60,67 km² mit Wasser aus der Talsperre Rauschenbach über den Dörnthalen und über den Obersaidauer Teich (Revierwasserlaufanstalt) versorgt werden. In Abbildung 3 sind das Talsperrenverbundsystem Mittleres Erzgebirge sowie die Überleitungsmöglichkeiten dargestellt.

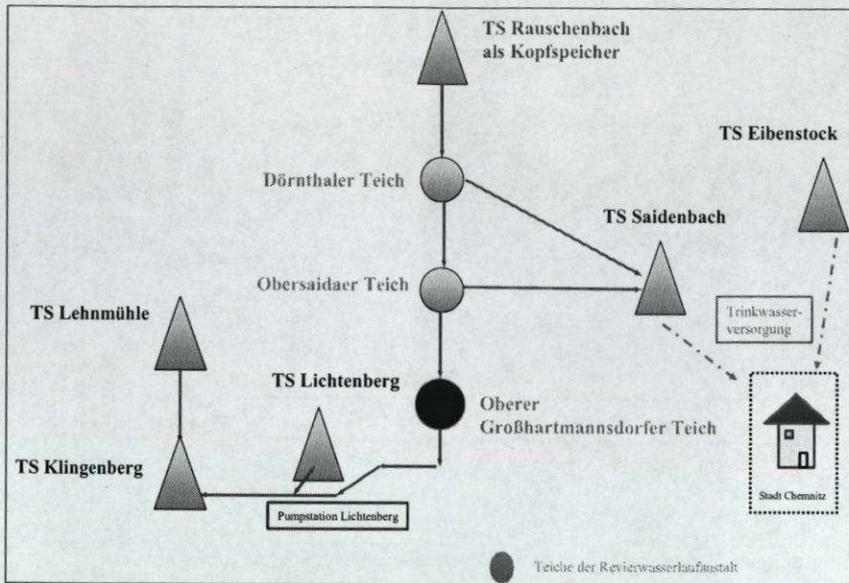


Abbildung 3: Talsperrenverbundsystem Mittleres Erzgebirge

Um auch in der intensiven Trockenperiode 2003/ 2004 die Trinkwasserversorgung der Stadt Chemnitz und der umliegenden Versorgungsgebiete durch die Abgaben aus der Talsperre Saidenbach sichern zu können, wurde ab dem 15. März 2004 konstant eine Menge von 200 l/s aus der Talsperre Rauschenbach nach Saidenbach übergeleitet. Am 10. Mai wurde diese Überleitungs menge nochmals um 400 l/s auf 600 l/s gesteigert.

Gleichzeitig mit der Stützung der Talsperre Saidenbach über die Talsperre Rauschenbach wurde - zum einen zur weiteren Entlastung der Talsperre Saidenbach und zum anderen zur Sicherung der Trinkwasserversorgung der Stadt Chemnitz - die Abgabe aus der Trinkwassertalsperre Eibenstock um zirka 200 l/s in das Chemnitzer Versorgungsgebiet erhöht.

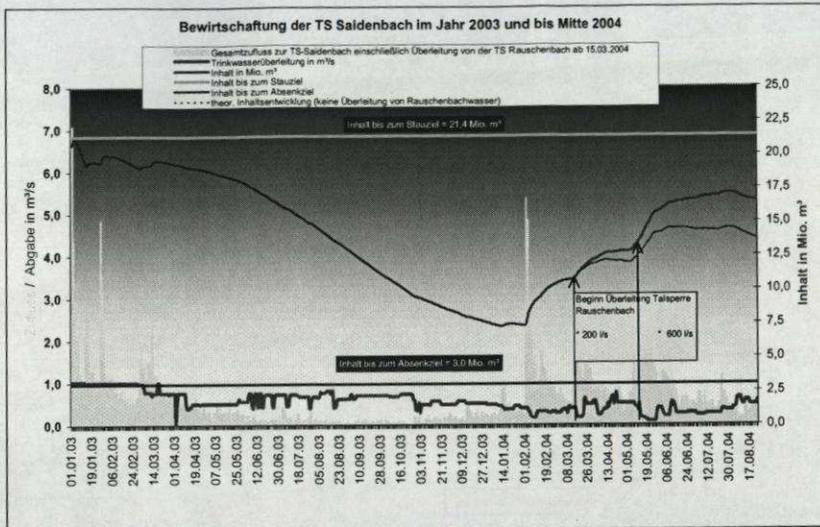


Abbildung 4: Bewirtschaftung der Talsperre Saidenbach im Zeitraum 2003/2004

Die Trinkwassertalsperren in Sachsen bilden ein engmaschiges Versorgungsnetz, das auch bilanzseitige Ausgleichsmaßnahmen mittels mehrerer Talsperren für Versorgungsgebiete ermöglicht.

3.2 Bewirtschaftung der Brauchwassertalsperre Quitzdorf als Einzelspeicher in der Lausitz

Für Talsperren, die als Einzelspeicher bewirtschaftet werden, d.h. nicht im Verbund stehen, mussten andere Lösungen gefunden werden.

Die Lausitzer Brauchwassertalsperre Quitzdorf hat neben der Funktion des Hochwasserschutzes und der Naherholung, Abgaben zur Bedarfsdeckung der ortsansässigen Binnenfischereien sowie zur Niedrigwasseraufhöhung der Spree in Berlin und Brandenburg zu tätigen. Vertraglich festgelegt zur Niedrigwasseraufhöhung der Spree ist eine Vorhaltung von 20 Mio. m³/a (in der Talsperre Quitzdorf 4 Mio. m³/a und in der Talsperre Bautzen 16 Mio. m³/a).

Ein Zeichen für die angespannte hydrologische Situation im Einzugsgebiet der Talsperre Quitzdorf zeigt die Ermittlung der Unterschreitungswahrscheinlichkeit der mittleren Talsperrenzuflüsse.

Bei Betrachtung der vergangenen neun Monate wird im Monat November 2004 an der Talsperre Quitzdorf eine Unterschreitungswahrscheinlichkeit des mittleren Talsperrenzuflusses von unter 2% ausgewiesen [Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Ref. 21 (2004a)].

Im Rahmen dieser Untersuchung zur hydrologischen Situation im Einzugsgebiet der Talsperre Quitzdorf wurde die bisher zur Anwendung kommende Zuflussreihe vom Pegel Jänkendorf/ Schwarzer Schöps von November 1955 bis Oktober 2004 erweitert und hinsichtlich einer Veränderung der bisher gültigen maßgebenden Trockenperiode (Mai 1990 bis November 1991 mit einer Bruttoabgabe von 536 l/s) untersucht [Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Ref. 21 (2004b)].

Als maßgebende Trockenperiode wird die Aufeinanderfolge von Talsperrenzuflüssen bezeichnet, die bei Vorgabe des Ausbaugrades der Talsperre und einer bestimmten Abgaberegeln durch die Dauer und durch minimale Zuflüsse den ungünstigsten Speicherzustand (Leerlauf bis zum Absenkeziel z_A) hervorruft.

Mit Hilfe des Verfahrens der Summendifferenzlinienlinie wurde anhand der Zuflussreihe zur Talsperre Quitzdorf von 1956 bis 2004 eine neue maßgebende Trockenperiode ermittelt. Diese erstreckt sich von Mai 2003 bis Oktober 2004 und umfasst somit einen Zeitraum von 18 Monaten. Für einen Betriebsraum von 9,427 Mio. m³ ergibt sich eine Bruttoleistung von 487 l/s (Nettoleistung 209 l/s). Für die aktuelle Trockenperiode ergibt sich eine Auftretenswahrscheinlichkeit von 10^{-2} .

Auf Grund der angespannten hydrologischen Situation konnten durch die Talsperre Quitzdorf bis zum Erreichen des Absenkezieles nur 2 Mio. m³ anstatt geplanter 4 Mio. m³ im Jahr 2003 zur Aufhöhung der Spree abgegeben werden. Die fehlenden 18 Mio. m³ zur Vertragserfüllung wurden durch die Talsperre Bautzen im Zeitraum vom 12.06.2003 bis 28.08.2003 bereitgestellt.

3.3 Anpassung der theoretischen Ansätze in der Speicherbilanzierung auf die im Rahmen von Klimaprognosen getätigten Aussagen zum verstärkten Auftreten von Niedrigwasserperioden

Die Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Stauanlagen erfolgt mit der Methode nach Monte-Carlo. Die Basis ist eine langjährig beobachtete Zuflussreihe, die künstlich über 10.000 Jahre generiert wird.

Ausgehend von dem heutigen Kenntnisstand in der Klimaforschung ist es nicht zu empfehlen, eine signifikante Änderung im Zuflussregime vorzunehmen. Trotzdem sollten die im Rahmen von Klimaprognosen getätigten Aussagen zum verstärkten Auftreten von Niedrigwasserperioden in der Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Stauanlagen Beachtung finden [FU Berlin (2000)].

Die Generierung der langjährig beobachteten Zuflussreihe über 10.000 Jahre erfolgt unter Berücksichtigung einer Charakteristik des Einzugsgebietes, die als Persistenz bezeichnet wird. Es beschreibt die Neigung eines Systems, in einem bestimmten Zustand zu verharren. Für Niedrigwasserperioden kann das bedeuten, dass aufeinander folgende Ereignisse, nicht unabhängig voneinander sind, sondern, nachfolgende Ereignisse charakteristische Informationen vorangegangener Ereignisse beinhalten [Demuth, S. (1998)]. Diese Eigenschaft wird auch als „Gedächtnis des Einzugsgebietes“ bezeichnet.

Die bisherigen Betrachtungen zur Generierung der Zuflussreihen basierten auf einem Einzugsgebietsgedächtnis von 3 Monaten. Um nun verstärkt auftretenden Niedrigwasserperioden bei der Generierung eine höhere Bedeutung zu kommen zu lassen, wurde dieser Wert auf 12 Monate erhöht.

Der Einfluss dieser Veränderung bei der Generierung der Zuflussreihe auf die Leistungsfähigkeit soll beispielhaft anhand des Trinkwassertalsperren-Systems Lehmühle/ Klingenberg dargestellt werden. Die Steuerung der Rohwasserabgabe einer Trinkwassertalsperre erfolgt über Bereitstellungsstufen BSS. Diese beinhalten keine konstante Abgabe, sondern ermöglichen eine Reduzierung der Regelabgabe in Abhängigkeit von Inhalt und Zeit.

Für das Talsperrensystem Lehmühle/ Klingenberg gilt somit für die maßgebende Bewirtschaftungsvariante folgende Staffelung der Abgaben:

Tabelle 1: Leistungsfähigkeit des TS-Systems Lehmühle/ Klingenberg nach der Monte-Carlo-Methode über 10.000 Jahre

Bilanzabgabe	EZG Gedächtnis = 3 Monate	Gedächtnis EZG = 12 Monate
QA99% BSS = $Q_{A99\% \text{ BSS I}}$	1060 l/s	990 l/s
BSS II = $Q_{A99\% \text{ BSS II}}$	980 l/s	915 l/s
BSS III = $Q_{A99\% \text{ BSS III}}$	900 l/s	840 l/s

Durch die Erhöhung des Gedächtnisses des Einzugsgebietes bei der Generierung der Zuflussreihe von bisher 3 Monate auf 12 Monate ergibt sich eine Leistungsreduktion von ungefähr 10%.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Seit dem Frühsommer 2003 ist in den Einzugsgebieten der sächsischen Stauanlagen eine tiefe Trockenperiode zu beobachten, die bis Ende Januar 2004 andauerte. Ab Anfang Februar 2004 änderte sich die Bewirtschaftungssituation grundlegend. Die Talsperrenzuflüsse lagen im Zeitraum Februar bis Mai 2004 fast einheitlich im Bereich des 2-fachen, langjährigen Mittelwasserzuflusses.

Die jüngste Niedrigwasserperiode hatte auf die Bewirtschaftung der sächsischen Talsperren einen wesentlichen Einfluss. Die Auswirkungen dieser Trockenperiode auf die Bewirtschaftung der Talsperren werden beispielhaft anhand der Talsperren Saidenbach (Talsperrenverbundsystem) und Quitzdorf (Einzelanlage) beschrieben. Neben der Vorstellung von bewirtschaftungsseitigen Maßnahmen zur Erschließung neuer Wasserdarangebote werden die durch die Talsperrenverwaltung vorgenommenen aktuellen Veränderungen der Annahmen bei der Bilanzierung der Leistungsfähigkeit der Talsperre aufgezeigt. Dadurch ergibt sich aus unserer Sicht die Möglichkeit, auftretenden Trockenperioden bei der Generierung der Zuflussreihe eine stärkere Bedeutung zu kommen zu lassen.

Trotzdem die Trockenperiode einen großen Einfluss auf die Bewirtschaftung der Talsperren im Kalenderjahr 2003 hatte, muss festgestellt werden, dass diese Trockenperiode kein so außergewöhnlich seltenes Ereignis darstellt. Betrachtet man zum Beispiel den Gesamtzufluss zum Talsperrensystem Klingenberg/Lehmühle im Zeitraum von 1921 bis 2004, so zeigt sich folgendes Ergebnis:

Tabelle 2: Gesamtzufluss zum Talsperrensystem Lehmühle/ Klingenberg in verschiedenen Trockenperioden

Beobachtungszeitraum (jeweils 9 Monate)	Q_{zu} zum Talsperrensystem
Juni 1962 bis Februar 1963 (Teil der	230 l/s
Mai 2000 bis Januar 2001	255 l/s
Mai 2003 bis Januar 2004	220 l/s

Diese Trockenperioden über die relativ kurze Dauer von jeweils 9 Monaten sind demnach im Beobachtungszeitraum von 83 Jahren 3 Mal aufgetreten, sodass auch für die aktuelle Trockenperiode 2003/ 2004 der Schluss auf ein Wiederkehrintervall < 100 Jahre nahe liegt.

5 Literatur

- Demuth, S. (1998): Hydrologische Extreme – Gedanken zum raum-zeitlichen Verhalten von Niedrigwasserperioden, in BfG-Mitteilung Nr. 16, Seite 141-145, 1998.
- FU Berlin (2000): Regionalisierung von Klimamodell-Ergebnissen mittels statistischen Verfahrens der Wetterlagen-Klassifikation und nachgeordneter multipler Regressionsanalyse für Sachsen, Institut für Meteorologie, 2000.
- Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (2004): Geschäftsbericht 2003 Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, August 2004.
- Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Ref. 21 (2004a): Monatsbericht November 2004, interne Mitteilung, Dezember 2004.
- Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Ref. 21 (2004b) Auswertung der Zuflussreihe zur Talsperre Quitzdorf im Zeitraum November 1955 bis Oktober 2004 hinsichtlich einer Veränderung der maßgebenden Trockenperiode, interne Mitteilung, November 2004.

Autoren:

Dr.-Ing. Anna-Dorothea Ebner von Eschenbach

Dipl.-Hydrologe Ulf Winkler
(Referatsleiter)

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen
Fachbereich Technik, Referat Wassermengenbewirtschaftung
Postfach 100 234
D 01782 Pirna

Tel.: ++49 – 3501 – 796 317

Tel.: ++49 – 3501 – 796 375

Fax: ++49 – 3501 – 796 101

Fax: ++49 – 3501 – 796 101

Email: anna-dorothea.ebner-von-eschenbach
@ltv.smul.sachsen.de

Email: ulf.winkler
@ltv.smul.sachsen.de