

Talsperrenbewirtschaftung unter veränderten gesellschaftlichen Anforderungen

Andreas Schumann

Dem Talsperrenbetrieb wird spätestens seit den großen Hochwasserereignissen in den letzten zehn Jahren besondere öffentliche Aufmerksamkeit zuteil. Eine generelle technikkritische Haltung der Bevölkerung äußert sich in Befürchtungen zu negativen Auswirkungen auf Natur und Umwelt, Kritik an zu hohen Betriebskosten in Relation zu sinkenden Bedarfswerten oder der Prüfung juristischer Konsequenzen nach Steuerungsentscheidungen im Hochwasserfall. Da die Unsicherheiten zukünftiger Entwicklungen, die sich parallel in verschiedenen Sektor vollziehen, hoch sind, stellt sich die Frage, wie unter den Aspekten der Nachhaltigkeit veränderte Anforderungen an Talsperren zu berücksichtigen wären.

Stichworte: Talsperrenbetrieb, Wasserversorgung, Hochwasserschutz,
ökologische Mindestabgaben

1 Einleitung

Talsperren sind weltweit ein unverzichtbarer Teil der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur. Sie dienen dem zeitlichen Ausgleich des stark variierenden Wasserdargebotes und sind Ausgangspunkt von oftmals großräumigen Wasserverteilungen. Das ICOLD-Register verzeichnet für Deutschland 346 Talsperren, die nach 1890 gebaut wurden. Die Nutzung von Talsperren für die Wasserbewirtschaftung hat sich in Deutschland über viele Jahrzehnte entsprechend der spezifischen regionalen Anforderungsprofile, d. h. nutzungsabhängig, entwickelt. So war der größte Kapazitätszuwachs zwischen 1947 und 1976 zu verzeichnen. In diesen 30 Jahren entstanden 47% der heutigen Speicherkapazität (Abb. 1). Dieser Zeitraum intensiven Speicherbaus war nicht nur durch einen stark steigenden Wasserbedarf sondern auch durch eine Reihe großräumiger, d. h. deutschlandweit auftretender Trockenwetterperioden gekennzeichnet. In Abb. 1 wird die Abweichung der Niederschläge von den Normalwerten an Hand der Werte des Standardized Precipitation Index (SPI) verdeutlicht.

Ein SPI-Wert von -1,5 entspricht dabei einer Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der Niederschlagssummen von 0,08 (kritisch trocken), der Wert von -2 der Wahrscheinlichkeiten von 0,02 (extrem trocken). Bestand die Aufgabe der

Betreiber zunächst in der Erschließung der Ressource „Wasser“ für wirtschaftliche Zwecke, so stand später, unter dem Druck konkurrierender Nutzer, die Bewirtschaftung, d. h. die Optimierung der Wassernutzungen auf der Grundlage ökonomischer Kriterien, im Vordergrund. Diese Sichtweise wurde in den letzten vier Jahrzehnten durch die Forderungen nach Erfüllung der Nutzungsansprüche bei gleichzeitigem Schutz der Wasserressourcen erweitert. Da über 50% der vorhandenen Speicherkapazität vor mehr als 50 Jahren in Betrieb genommen wurden, können die Lösungsansätze für derzeitige und zukünftige Aufgaben einerseits auf langjährige Erfahrungen im Betrieb wasserwirtschaftlicher Systeme aufbauen, andererseits bestehende, zwischenzeitlich frei gewordene Kapazitäten für Anpassungen an zukünftige Veränderungen nutzen.

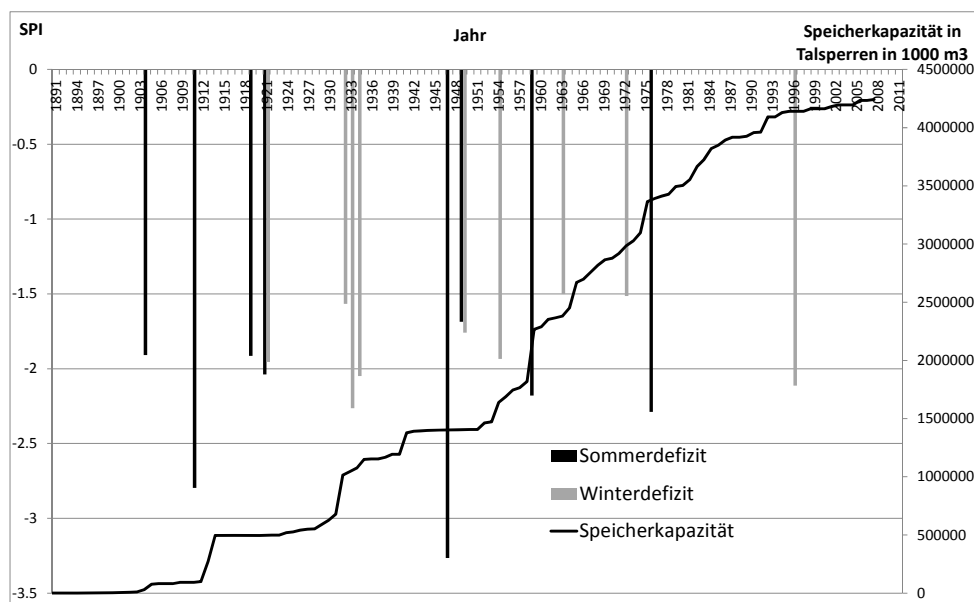


Abbildung 1: Entwicklung der Speicherkapazität in Deutschland und Zeiträume mit kritischen Niederschlagsdefiziten

Die Sichtweisen auf Talsperren sind sehr unterschiedlich. In Deutschland sind die öffentlichen Diskussionen über Veränderungen im Talsperrenbereich, unabhängig davon, ob es sich dabei Neubau oder Rückbau handelt, durch zunehmenden Ökologismus geprägt. Öffentliche Diskussionen um Nutzungen und Betriebsweisen von Talsperren zeigen dabei unterschiedliche Wahrnehmungen der Vor- und Nachteile des Talsperrenbetriebs. Eine insgesamt klimatisch eher vorteilhafte Dargebotssituation fällt in den letzten Jahrzehnten mit demographischen und ökonomischen Entwicklungen zusammen, die regional in sinkenden Wasserbedarfzahlen resultierten. Die Wasserbereitstellungsfunktion aus Talsperren hat damit zumindest vorerst an Bedeutung verloren. Andere Funktionen (Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Energiegewinnung, Freizeitnutzung), die für den Betrieb von Versorgungsspeichern bisher sekundär waren,

gewinnen damit an relativer Bedeutung. So werden z. B. mit der Wasserrahmenrichtlinie die Auswirkungen des Betriebs von Talsperren auf das Fließgewässersystem ober- und unterhalb der Stauanlage neu bewertet. Mit der Verlagerung von Nutzungsprioritäten stellt sich die Frage, inwieweit die Anpassung des Talsperrenbetriebes oder weitergehende Maßnahmen wie z. B. die Umwidmung von Trinkwassertalsperren, geeignet sind, um diesen Anforderungen zu entsprechen. Dabei muss die Erhaltung oder der Verzicht auf wasserwirtschaftliche Funktionen gegeneinander abgewogen werden. Ansätze hierzu bieten z. B. Vulnerabilitätsbetrachtungen. In Anlehnung an den „Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (*Bundesregierung, 2011*) wird der Begriff „Vulnerabilität“ wie folgt charakterisiert: Die Vulnerabilität beschreibt das Ausmaß, zu welchem ein System oder ein Akteur anfällig gegenüber nachteiligen Auswirkungen von Veränderungen oder unfähig ist, diese zu bewältigen. Die Vulnerabilität ist abhängig von der Art, dem Ausmaß, der Geschwindigkeit und der Schwankungsbreite der Änderungen, welcher das System ausgesetzt ist, sowie der Empfindlichkeit und der Anpassungskapazität des Systems oder des Akteurs. Jede Vulnerabilitätsanalyse basiert somit auf Annahmen zu Veränderungen. Die Anpassungskapazität, z. B. an den Klimawandel, stellt das wesentliche Potential für die Nachhaltigkeit der Anlagen dar. Diese Anpassungsmöglichkeiten liegen meist im Betrieb, für den deshalb ein flexibles Planungs- und Bewertungshilfsmittel benötigt wird. Nachfolgend werden die veränderten Anforderungen an Talsperren kurz charakterisiert um einen Überblick über Möglichkeiten zur Bewertung, Anpassung und Optimierung des Talsperrenbetriebes bei Differenzierung zwischen der Wasserversorgungsfunktion und sonstigen Nutzungen zu geben.

2 Bewertung der Nutzungen nach Sektoren

2.1 Die Wasserversorgungsfunktion

In der Vergangenheit waren in erster Linie drei Gründe für den Bau von Talsperren für die Wasserversorgung maßgeblich: Lücken zwischen lokalen Wasserbedarfsschwerpunkten und mangelndem natürlichem Dargebot waren zu schließen, Wassernutzungen sollten ermöglicht werden, die durch Kontaminationen lokaler Ressourcen gefährdet waren, und Zeiträumen mit hohem Bedarf und geringem nutzbarem Dargebot, d. h. zeitweilige Wasserdefizitsituationen, waren zu überbrücken.

Bei der Beurteilung der Veränderungen der Bedarfssituation ist zwischen Brauch- und Trinkwassertalsperren zu unterscheiden. Eine Reihe von Brauchwassertalsperren wurde für regionalspezifische Anforderungen der Industrie oder der Landwirtschaft gebaut, die heute nicht mehr oder mit veränderten Bedarfsstrukturen existieren. Damit haben sich die Betriebsziele verändert (z. B. bei den Saaletalsperren). Betriebswirtschaftlich resultieren daraus jedoch Probleme, da wirtschaftlich begründete Abgabeziele mit eindeutig Bevorteilten und damit Möglichkeiten zur Anlastung von Kosten nicht mehr gegeben sind.

Die Wasserversorgungsfunktion von Trinkwassertalsperren wird in verschiedenen Regionen durch einen sinkenden Pro-Kopf-Bedarfs und abnehmende Bevölkerungszahlen in Frage gestellt, da scheinbare Überkapazitäten nicht durch höhere spezifische Wasserpreise aufgefangen werden können. Was bei derartigen Betrachtungen außer Acht gelassen wird, ist der Nutzen dieser Anlagen in Zeiträumen mit kritischen wasserwirtschaftlichen Verhältnissen. Meteorologische Ursachen hierfür sind in den letzten Jahren deutschlandweit vergleichsweise selten geworden. Eine Betrachtung der klimatologischen Jahreszeiten (Tab. 1, jeweils 3 Monate) zeigt, dass die letzten 30 Jahre insgesamt ausgesprochen günstige Niederschlagsverhältnisse aufwiesen.

Tabelle 1 Die deutschlandweiten Anteile der Jahreszeiten mit Niederschlägen unter dem Normalwert (Median) zwischen 1982 bis 2011, bezogen auf die Reihe des Niederschlages seit 1881

Frühling (MAM)	Sommer (JJA)	Herbst (SON)	Winter (DJF)
10 33%	19 63%	15 50%	7 23%

Gegenüber dem Erwartungswert (50%) waren niedrige Niederschlagssummen im Winter und Frühling deutlich seltener, im Sommer etwas häufiger. Da langfristige klimatische Zyklen wissenschaftlich nachgewiesen sind (z. B. *Koutsoyiannis, 2011*) sollte diese Entwicklung allerdings nicht extrapoliert werden. So trat eine extrem Trockenheit z. B. im Sommer 2003 sowie im Frühjahr und im November 2011 auf.

Kritische wasserwirtschaftliche Verhältnisse treten auch auf, wenn lokale Wassergüteprobleme auftreten oder einzelne Komponenten der Verbundsysteme der Wasserversorgung versagen oder erneuert werden müssen. Der Nutzen redundanter wasserwirtschaftlicher Systeme ist schwer abschätzbar, da er sich aus dem Versagensrisiko der einzelnen technischen und nichttechnischen Komponenten der Systeme (Anlagen, Fließ- und Standgewässer, Aquifere) in Abhängigkeit von den hydro-meteorologischen Bedingungen ableitet. Durch den feh-

lenden Wassermarkt kann der erhöhte Nutzen einer Wasserbereitstellung in kritischen Situationen (bei Verknappung des Angebotes und steigendem Bedarf) nicht berücksichtigt werden. Eine Inwertsetzung der Versorgungssicherheit fällt in Deutschland schwer, wogegen in anderen Ländern, in denen Wassermangelsituationen häufiger auftreten, hierzu bereits Erfahrungen (z. B. durch Verkauf von Optionen für Wassernutzungen als Instrument der Finanzierung des Talsperrenbetriebs) bestehen (*Cheng et al., 2011*).

2.2 Die Hochwasserschutzfunktion

Die Hochwasserschutzfunktion einer Talsperre erfordert im Gegensatz zu allen anderen Nutzungen einer Talsperre einen möglichst leeren Stauraum. Damit steht diese Nutzung in Konflikt zu den anderen Bewirtschaftungszielen. Der volkswirtschaftliche Nutzen des Hochwasserschutzes entspricht den vermiedenen Hochwasserschäden. Die Problematik einer derartigen Bewertung ergibt sich in zweifacher Weise aus dem Zufallscharakter der Hochwasserereignisse. Einerseits treten extreme Hochwasser langfristig ungleichmäßig verteilt auf, wodurch der Nutzen der Hochwasserrückhalteräume langfristigen Schwankungen unterliegt. Beispielsweise überschritten am Pegel Wechselburg/ Zwickauer Mulde die Jahres-HQ- Werte zwischen 1923 und 1932 fünfmal die Schwelle des HQ(5), wovon 3 Ereignisse größer als ein HQ(10) waren. Ähnliche Häufungen waren in den Jahren 1954-63 zu verzeichnen, in denen viermal der HQ(5)- Wert und dabei zweimal der HQ(10)- Wert überschritten wurde. Andererseits gibt es eine große Variabilität der Hochwasserentstehungsbedingungen, die durch die Erfahrungen der Vergangenheit nur eingeschränkt repräsentiert werden. Das Hochwasserschutzversprechen durch Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken, das dem bisherigen Sicherheitsdenken entspricht, beruht stets auf bestimmten Prämissen, die sowohl die hydrologische Belastung als auch die Funktionsweise der Anlagen betreffen. Die Wirksamkeit des technischen Hochwasserrückhalts kann z. B. in Folge der räumlichen Niederschlagsverteilung im Flussgebiet oder durch die Form einer Hochwasserwelle, die den Bemessungsansätzen nicht entspricht, beschränkt sein. Die gebräuchliche Bemessungspraxis über Jährlichkeiten ist damit nicht zielführend ist, da ein Hochwasser nur durch die Jährlichkeit seines Scheitels statistisch bewertet wird. Für die Hochwasserrückhaltung maßgebend sind jedoch Scheitel, Fülle und Form der Welle. Die beiden letztgenannten Größen werden nicht statisch bewertet. Somit kann es sein, dass eine Anlage die gewünschte Hochwasserschutzfunktion bei einem Ereignis großer Jährlichkeit erfüllt, bei einem Ereignis mit kleinerem Scheitel jedoch versagt. Um diese Unsicherheiten zu berücksichtigen können probabilistische Ansätze für hydrologische Belastungen von Hochwasserrück-

haltesystemen mit Monte-Carlo-Simulationen des Speicherbetriebes gekoppelt werden (*Schumann et al., 2009*). Im Ergebnis kann gezeigt werden, welche Kombinationen von Anfangs- und Randbedingungen zu einer eingeschränkten Wirksamkeit der Hochwasserrückhaltesysteme führen, es werden aber auch Sicherheitsreserven erkennbar.

Bei der Bewertung der Hochwasserrückhaltefunktion von Talsperren besteht ein generelles Kommunikationsproblem des Talsperrenbetreibers mit der Öffentlichkeit. Eine ideale Steuerung wird auf Grund fehlender Möglichkeiten zur Hochwasservorhersage in kleinen und mittleren Einzugsgebieten des Mittelgebirges nicht in jedem Fall möglich sein, da der Vorhersagehorizont kürzer ist als der Zeitraum, in denen Steuerungsentscheidungen wirksam sind. Ursächlich hierfür sind fehlende belastbare Aussagen zum zukünftigen Niederschlagsverlauf in der erforderlichen räumlichen Detaillierung, aber auch unsichere Niederschlags- Abflussmodelle. Im Nachgang zu einem Hochwasserereignis sind die Zuflüsse zu einer Talsperre und der Abflussverlauf unterhalb des Einzugsgebietes bekannt. Auf dieser Grundlage ist es rückwirkend möglich, Kritik an fehlenden Vor- und Parallelentlastungen, aus denen sich eine bessere Hochwasserschutzwirkung ergeben hätte, zu üben. Der Betreiber findet sich hier kommunikativ grundsätzlich in der Defensive, da er auf seine, zum Zeitpunkt der Steuerung beschränkte Informationsbasis verweisen muss.

2.3 Ökologische Aspekte des Talsperrenbetriebs

Talsperren fallen aus dem üblichen ökologischen Bewertungsschema der größtmöglichen Naturnähe heraus, da vergleichbare natürlichen Referenzgewässer fehlen. Die Beurteilungskriterien für Seen oder Fließgewässer können nicht auf sie angewendet werden. Sie gleichen Standgewässern mehr als Fließgewässern und unterscheiden sich zugleich grundlegend in hydrologischer, hydromorphologischer und limnologischer Hinsicht von natürlichen Seen (*ATT, 2011*). Die Notwendigkeiten zur Bewertung und Berücksichtigung der limnologischen Verhältnisse im Talsperrenbetrieb ergaben sich in der Vergangenheit primär aus den Trinkwassernutzungen. Die hierbei entwickelten Methoden, Wege und Standards können im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie zur Verbesserung des ökologischen Potenzials im Freiwasser von Talsperren dienen (*Willmitzer, 2006*). Zu beachten ist jedoch, dass sich Leitbilder für die ökologische Bewertung in Folge des Talsperrenbetriebes (Absenkungen, Temperaturschichtung, schwankende Abgabemengen) nicht aus natürlichen Standgewässern ableiten lassen. So hängt z. B. die Energiebilanz des Wasserkörpers einer Talsperre von den schwankenden Relationen zwischen Wasserfläche, Zulauf und Volumen ab. An-

sätze zur Berücksichtigung gütewirtschaftlicher Gesichtspunkte mit Hilfe von Gütemodellen zeigen z. B. *Kerachian & Karamouz (2006)*.

Die ökologischen Auswirkungen von Talsperren auf die unterliegenden Fließgewässer sind in erster Linie durch die Änderungen der Abflussverhältnisse geprägt. Diese Veränderungen können nur vor dem Hintergrund der natürlichen Variabilität des Abflusses bewertet (*Richter et al. 1998*) und in ihren ökologischen Auswirkungen minimiert werden (*Willmitzer 2002*). Nach dem „Leitfaden zur Analyse von Belastungen und ihren Auswirkungen in Übereinstimmung mit der Wasserrahmenrichtlinie“ (*EU, 2003*) sind Abflussregulierungen als mengenmäßige Belastungen zu erfassen und in der Bestandsaufnahme auszuweisen. Im Fall von Abflussreduzierungen werden in diesem Leitfaden folgende Auswirkungen angemerkt: „Verringerte Verdünnung von Chemikalien, Verringerung des Grundwasserspeichers, Veränderte Abfluss- und ökologische Systeme, Versalzung, Veränderung d. abhängigen Landökosystems“. Abflusserhöhungen werden dagegen mit den Auswirkungen „Veränderung des Temperaturhaushalts, des Abflussregimes und des ökologischen Systems“ charakterisiert. Damit wäre nur das natürliche Abflussregime ohne negative Folgen. Allerdings haben Talsperren oftmals die Aufgabe der Niedrigwasseraufhöhung, die auch ökologische Vorteile bedingt. Beispielsweise hat die Wuppertalsperre in Nordrhein-Westfalen laut eines ehemaligen Bewirtschaftungsplanes für die „Untere Wupper“ einen, nach dem Immissionsprinzip festgelegten Mindestabfluss in der Wupper zu gewährleisten (*Brechtel, 1988*). Es ergibt sich somit die Notwendigkeit der Abwägung zwischen der Verbesserung der Abflussverhältnisse in Niedrigwasserperioden und den Auswirkungen der Abgaben auf das ökologische System. Die gewässerspezifischen Voraussetzungen für derartige Entscheidungen unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen. So wird eine Temperaturänderung des unterliegenden Fließgewässers unter Annahme der schlechtesten möglichen Kombination des kalten Tiefenwassers mit einem stark erwärmten Fließgewässer im Jahrgang eine geringere Häufigkeit aufweisen. In Einzelfällen bestünde in derartigen Fällen die Möglichkeit, kritische Temperaturverhältnisse, die z. B. durch Hitzeperioden bedingt sein können, zu beeinflussen.

2.4 Der Nutzen von Freizeit und Erholung an Talsperren

Im Zusammenhang mit Umwidmungen von Trinkwassertalsperren oder der Nachnutzung von Brauchwassertalsperren besteht eine hohe Nachfrage nach der Freizeitnutzung dieser Anlagen. Wenn eine Umwidmung von Trinkwassertalsperren erfolgt, wird die volkswirtschaftliche Wertschöpfung überschätzt, da die Umwidmung irreversibel mit der Aufgabe der Trinkwasserressourcen verbunden

ist, deren etwaiger Ersatz mit höheren Kosten verbunden sein dürfte. Die jeweiligen Gemeinden und Kreise erwarten sich wirtschaftliche Vorteile aus dem regionalen Einkommenstransfer. Maßgebend hierfür ist der Anteil der getätigten Ausgaben, der als Einkommenszuwachs in der Zielregion wirksam wird. Dies ist im Wesentlichen der Wertschöpfungsanteil der Begleitausgaben der Besucher. Er hängt somit davon ab, wie viele Besucher kommen und welche Ausgaben sie tätigen. Die Besucher haben einen Individualnutzen, der über das volkswirtschaftliche Konstrukt der Konsumentenrente geschätzt werden kann. Diese stellt hier den geldwerten, individuellen Vorteil dar, den der Einzelne daraus zieht, dass er die Gelegenheit zur Ausübung wasserbezogener Erholung günstiger bekommt, als er zu zahlen bereit wäre (*Schumann et al., 2000*). Die Wertschätzung der Freizeitnutzung kann somit durch die Aufwendungen, die Besucher zu deren Wahrnehmung in Kauf nehmen, geschätzt werden. Damit sind allerdings keine realen Zahlungsströme verbunden. Die Besucherzahlen sind nach *Tiedt (1992)* durch ein Modell abzuschätzen, in dem die Bevölkerungszahlen der Umgebung, die Reiseentfernungen und die Anzahl und Attraktivität konkurrierender Ziele mit vergleichbaren Angeboten berücksichtigt werden. Die Attraktivität einer Talsperre hängt dabei u. A. von der Größe der Wasserfläche, der Länge der Uferlinie, den Flächen in der Wasserwechselzone und damit von den Stauinhaltschwankungen und der Betriebsweise ab. Zu beachten ist, dass die besonders attraktive Badenutzung nach der EU- Badegewässerrichtlinie an einen wassergütewirtschaftlichen Zustand gebunden ist, der sich in der Kombination aus Nutzung, Betriebsweise und Beschaffenheit der Zuflüsse ergibt.

2.5 Energiewirtschaftliche Nutzung von Talsperren

Die Energieerzeugung spielt bei den meisten Talsperren eine eher untergeordnete Rolle. Allerdings sollten zwei Gesichtspunkte stärker berücksichtigt werden. Einerseits wurden im Zusammenhang mit der Förderung erneuerbarer Energie auch an kleineren Fließgewässern wieder Wasserkraftnutzungen eingerichtet. Diese Anlagen können von einer Niedrigwasseraufhöhung aus Talsperren profitieren, werden aber betriebswirtschaftlich meist nicht in der Lage sein, zur Finanzierung des Talsperrenbetriebes beizutragen. Eine neue Möglichkeit zur Mehrfachnutzung stellen Pumpspeicherkraftwerke dar, bei denen vorhandene Talsperren als Unterbecken dienen. In Hinblick auf den Ausbau der Windenergie steigt der Bedarf für derartige Anlagen stark. Entsprechende Planungen und Vorstudien werden insbesondere Thüringen und NRW vorangetrieben. Konflikte mit anderen Nutzungen, z. B. in Folge schwankender Wasserstände oder Veränderungen der Schichtungen sind hierbei zu prüfen.

3 Schlussfolgerungen für die Betriebsplanung von Talsperren

Verschiedene aktuelle Fragen der Mehrfachnutzung von Talsperren wurden sektoriell betrachtet. Der Betreiber ist mit dem Problem konfrontiert das sich Änderungen gleichzeitig in verschiedenen Bereich vollziehen bzw. Planungsentscheidungen mit Unsicherheiten in allen Annahmen verbunden sind. Generell hat sich die Komplexität des Betriebs u. A. auf Grund veränderter gesetzlicher Vorgaben, Änderungen des Anforderungsprofils durch stärkere Öffentlichkeitsbeteiligung und sozio-ökonomischer Änderungen erhöht. Diese Komplexität setzt sich im Bereich der Hydrologie fort. Auch hier wird die Annahme stationärer Bedingungen vor dem Hintergrund langfristiger Variabilitäten, die aus längeren Beobachtungsreihen ersichtlich werden, in Frage gestellt. Stand in der Vergangenheit bei der Optimierung des Talsperrenbetriebes die Sicherheit der Erreichung vorgegebener Betriebsziele im Vordergrund, so sind heute diese Zielgrößen variabel. Bei der Beurteilung des Betriebs ersetzen Risikobetrachtungen das bisherige Sicherheitsdenken. Dabei sind breite Spektren gekoppelter Belastungsannahmen zu berücksichtigen was nur mit Hilfe probabilistischer Verfahren möglich ist. Auch die Zielgrößen des Betriebes werden zunehmend komplexer. Beispielsweise beinhalten Ansätze zur Beurteilung der hydrologischen Güte bis zu 38 Kennwerte, die zu dem vor dem Hintergrund der natürlichen Variabilität zu beschreiben sind (*Richter et al., 1998*). Diese Komplexität kann nur mit Hilfe deterministischer Modelle berücksichtigt werden, womit zukünftig verstärkt gekoppelte stochastisch-deterministische Ansätze benötigt werden. Die Fortschritte in der Simulationstechnik erlauben zwar die Behandlung komplexer Fragestellungen und die Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen, die Gewichtung der entscheidungsrelevanten Kriterien bleibt aber Aufgabe des Anwenders. Die vergleichende Wertung der oben sektoriell betrachteten Gesichtspunkte sollte für Talsperren als Teile der Kulturlandschaft auch umweltökonomische Aspekte beinhalten, die unter dem Begriff „Optionswert“ zusammengefasst werden. Dieser beinhaltet die Differenz zwischen der Zahlungsbereitschaft von Individuen für die Erhaltung der Ressource und dem Erwartungswert der zukünftigen Nutzung. Selbst wenn die erste Komponente derzeit niedrig anzusetzen ist sollte der zweite Aspekt nicht unterschätzt werden.

4 Literatur

ATT (2011): Position der ATT zur EU-Wasserrahmenrichtlinie
www.aggervverband.de/att/www/.../EU_WRRL_Positionspapier.pdf.

- Brechtel, H. (1988): Erste Erfahrungen beim Umgang mit dem Instrumentarium Bewirtschaftungsplan am Beispiel der Unteren Wupper. In: DVWK Schriften 85, Verlag Paul Parey, S. 285-302
- Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen, www.bmu.de/files/.../aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf
- Cheng et al. (2011): Optimization of European call options considering physical delivery network and reservoir operation rules, *Water Resources Research*, Vol. 47, W10501
- EU (2003): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document No. 3, Analysis of Pressures and Impacts Produced by Working Group 2.1 – IMPRESS, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- Kerachian, R. & Karamouz, M.: Optimal reservoir operation considering the water quality issues: A stochastic conflict resolution approach, *Water Resources Research*, Vol. 42, W12401
- Koutsoyiannis, D. (2011): Hurst-Kolmogorov Dynamics and Uncertainty, *Journal of American Water Resources Association* Vol. 47, No.3
- Richter, B.D. et al. (1998): A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network, *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 14: 329- 340 (1998)
- Schumann et.al. (2009): Integrative Nutzung des technischen Hochwasserrückhalts in Poldern und Talsperren am Beispiel des Flussgebiets der Unstrut, *Schriftenreihe Hydrologie/ Wasserwirtschaft Ruhr- Universität Bochum*, Heft 23, 2009
- Schumann, A.H.; Tiedt, M.; Schultz, G. A. (2000): Sanierung oder Abriß ? - Beurteilung des Nutzens einer Talsperre für Freizeit und Erholung, *Wasserwirtschaft*, 1, 2000
- Tiedt, M.: Freizeitnutzung als Komponente der Wasserwirtschaftlichen Projektbewertung. Bochum, *Schriftenreihe Hydrologie/Wasserwirtschaft* Nr. 9, Ruhr-Universität Bochum, 1992
- Willmitzer, H. et al. (2002): Minimierung der Auswirkungen von Trinkwassertalsperren auf das Ökosystem des Unterlaufs durch optimierte Bewirtschaftungsweise. – *GWF Wasser, Abwasser* 143, H. 11
- Willmitzer, H. (2006): Ökologie und Talsperrenbetrieb: Sind Nutzungsziele und Anforderungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie vereinbar? In: *Thüringer Wasser-Journal* 7, FH Erfurt, Fachbereich Bauingenieurwesen, 39 - 52.

Autor:

Prof. Dr. Andreas Schumann

Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik
Ruhr- Universität Bochum
Universitätsstraße 150
44780 Bochum