

Basisinformation	
Ansprechpartner	LfULG Ref.55, Fachzentrum Klima <a href="mailto:FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de">FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de</a>  <a href="mailto:Referat24@ltv.sachsen.de">Referat24@ltv.sachsen.de</a>
Letzte Aktualisierung:	Juli 2024
Fortschreibungszyklus:	Zweijahresrhythmus beginnend ab 2024
Interne Nummer: I-WW5	Entwicklung der relativen Betriebsraumfüllungen in sächsischen Talsperren
Kurzbeschreibung und Einheit:	Es wird die relative Betriebsraumfüllung in % an ausgewählten Talsperren im Zeitraum 1961 – 2023 basierend auf einer theoretischen Speicherbewirtschaftung nach dem Verfahren der Summendifferenzlinie (SDL), jeweils zum Ende des hydrologischen Winterhalbjahres (WHJ) und Sommerhalbjahres (SHJ) grafisch dargestellt. Die ermittelten Ergebnisse wurden mit stets konstanten speicherwirtschaftlichen Randbedingungen durchgeführt. Einflüsse von unterschiedlich hohen Rohwasser- bzw. Wildbettabgaben oder Stauanlagensanierungen mit Stauspiegelabsenkungen werden somit ausgeschlossen. Deshalb sind die Ergebnisse über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg von 1961 bis 2023 auch vergleichbar und lassen eine Beurteilung des Trendverhaltens für die relative Betriebsraumfüllung von jeder der 6 Beispiel-Talsperren zu.
Berechnungsvorschrift:	<p>Speicherbewirtschaftung mittels Monatszuflusswerten und einer stets konstanten Gesamtabgabe (Summe aus Rohwasserabgabe und der Wildbettmindestabgabe), die einmal im Zeitraum von 1961/2023 zum Leerlauf des Betriebsraumes führt.</p> $I_{BRi+1} = \max(0; \min(I_{BR}, I_{BRi} - 2,628 * (Gesamtabgabe_i - Zufluss_i)))$ <p>Gesamtabgabe unter Beachtung der Seeverdunstung und Zufluss in m<sup>3</sup>/s  I<sub>BR</sub> für das maximal mögliche Betriebsraumvolumen in Mio. m<sup>3</sup>  I<sub>BRi</sub> für das Betriebsraumvolumen im Monat i in Mio. m<sup>3</sup></p> <p>Über die oben angegebene Formel wird fortlaufend die Betriebsraumfüllung in Mio. m<sup>3</sup> ermittelt. Die Speicherberechnung von 1961 bis 2023 wird mit den bekannten Gesamt-Zuflussreihen zur Stauanlagensperre vollzogen und schließlich die relative Betriebsraumfüllung für jedes Jahr jeweils zum Ende des hydrologischen Winterhalbjahres (WHJ) und Sommerhalbjahres (SHJ) errechnet und grafisch dargestellt. Die gewählte Vorgehensweise hat den Vorteil, dass praktisch von einer stets konstanten Speicherbewirtschaftung ausgegangen werden kann. Aus betriebswirtschaftlichen Belangen erforderliche Beeinflussungen auf die Stauanlagenbewirtschaftung (u.a. verschiedene Abgabehöhen, Stauspiegelabsenkungen infolge von Sanierungen, ...) fanden hierbei keine Berücksichtigung.</p>

Interpretation des Indikatorwertes:	<p>Die relative Betriebsraumfüllung jeweils zum Ende des hydrologischen Sommers und Winters zeigt die theoretische Auslastung des Betriebsraumes im entsprechenden Jahresabschnitt an.</p> <p>Die Gesamtzuflüsse in den Halbjahren (WHJ, SHJ) bewirken das entsprechende Inhaltsverhalten der Talsperren und zeigen die Abhängigkeit von der hydrologischen Gesamtsituation sowie das entsprechende Trendverhalten für die ausgewählte Jahresreihe von 1961 bis 2023 d.h. kleine Zuflüsse bzw. Zuflüsse mit fallendem Trend bei gleichzeitig konstanter Bewirtschaftung führen zu reduzierten Betriebsraumfüllungen bzw. fallendem Trend der Betriebsraumfüllungen.</p>
<b>Einordnung</b>	
DPSIR	Impact
Handlungsfeld:	Wasserwirtschaft
Themenfeld:	Talsperren
Klimawirkung:	<p>Talsperren stellen eine wirksame Anpassungsmaßnahme an die natürlichen hydrologischen Gegebenheiten einer Region dar und dienen mit den Hauptnutzungen der sicheren Rohwasserbereitstellung für Trink- als auch für Brauchwasser, der Niedrigwasseraufhöhung und dem Hochwasserschutz dem Ausgleich bzw. der Vergleichmäßigung des natürlichen Wasserdargebotes.</p> <p>Dies gilt insbesondere auch für die zunehmend spürbaren Auswirkungen des sich einstellenden Klimawandels mit Trockenwetterepisoden und durch Starkregen und/oder Schneeschmelze verursachte hohe Oberflächenabflüsse (Hochwasser). Die Abhängigkeit der Talsperrenbewirtschaftung von den klimatischen Bedingungen zeigt sich vor allem in den Zuflüssen und damit unter anderem in den relativen Füllungen der Betriebsräume, die der Rohwasserbereitstellung dienen. Als klimasensitiver Indikator eignet sich die relative Betriebsraumfüllung aus Langzeitbeobachtungen bzw. Berechnungen am Ende des hydrologischen WHJ und SHJ zur Darstellung der Folgen des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit in den Talsperren.</p> <p>Im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels hat die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV) bereits entsprechende Bewirtschaftungsmaßnahmen in den Praxisbetrieb eingeführt, um den bereits aktuell beobachteten und künftigen Auswirkungen des Klimawandels entgegenzuwirken. Dabei handelt es sich u.a. um die Handhabung der Bereitstellungsstufenregelungen für alle Trinkwasser-Talsperren, die Anwendung des sog. Qmin-Erlasses für die Mindestabgaben an das jeweilige Wildbett nach entsprechenden Anträgen und Genehmigungen durch die Landesdirektion und die Handhabung eines temporären Höherstaus in ausgewählten Trinkwasser-Talsperren in festgelegten Zeiträumen. Zur Maßnahme des temporären Höherstaus liegen der LTV bereits Genehmigungen der Landesdirektion für 5 Jahre vor. Aktuell ist die LTV mit erweiterten Machbarkeitsstudien zu Planungsvorbereitungen von dargebots erhöhenden Maßnahmen an besonders hoch ausgelasteten Trinkwasser-Talsperren befasst.</p>
Schwächen:	Einflüsse auf die Talsperrenbewirtschaftung, die eine „unbeeinflusste“ Gesamtschau von 1961 – 2023 verfälschen, wie sanierungsbedingte Stauspiegelreduzierungen, Nutzungsumwidmungen, deutliche

	Veränderungen der Rohwasserabgabemengen, werden durch das hier genutzte Verfahren der Summendifferenzenlinie (SDL) mit stets konstanten speicherwirtschaftlichen Randbedingungen praktisch ausgeschlossen. Die wirklich beobachteten Inhalte weichen damit aber auch von der hier gewählten theoretischen Darstellung ab.
<b>Bezüge</b>	
Referenz auf andere Indikatoren-system	<a href="#">Bewirtschaftung staatlicher Wasserspeicher</a> (LfU Bayern) <a href="#">Wasserstand von Seen (UBA DAS-Monitoring)</a>
Fachpolitischer Bezug (z.B. EKP)	Energie und Klimaprogramm Sachsen 2021 Kapitel 7.1 Handlungsprogramm „Zukunft Wasser für Sachsen“ 2024 <a href="#">Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)</a>
Inhaltlicher Bezug:	<a href="#">LTV Jahresberichte</a> <a href="#">Wasserversorgung im Klimawandel (LTV)</a>
<b>Technische Informationen</b>	
Datenquelle:	LTV Pegelmessnetz Oberflächenwasser, Landesmessnetz Oberflächenwasser
Räumliche Auflösung:	Entsprechend Talsperreneinzugsgebiet Brauch- und Trinkwassertalsperren
Geographische Abdeckung:	Sachsen, hier 6 Beispiele, jeweils 2 davon für 3 verschiedene Naturräume
Zeitliche Auflösung:	Auswertungen Halbjährlich (WHJ, SHJ) nach Speicherrechnungen mit Monatswerten des Zuflusses
Beschränkungen, Datenkosten:	keine
Weiterentwicklung/Ausblick:	Künftig Einbezug neuester Ergebnisse aus laufenden Studien
<b>Auswertung und Darstellung</b>	
Kernaussage/Schlüsselsatz:	Im Mittel ist in den Talsperren insgesamt mit niedrigeren Füllständen infolge des Klimawandels zu rechnen. Mögliche Leistungsverluste bzw. reduzierte Bereitstellungssicherheiten bezüglich der Rohwasserabgaben werden mittels Speicherrechnungen mit aktuellen Zuflussreihen, insbesondere nach ausgeprägten Trockenwetterepisoden (vergl. u.a. die Trockenjahre 2018 bis 2020), eingeschätzt und überprüft.
Ausführliche Beschreibung der Ergebnisse:	Die hier untersuchten Talsperren sind für den jeweiligen Naturraum als repräsentativ anzusehen (TS Quitzdorf und Koberbach für das Ost- Westl. Hügel- und Tiefland, TS Gottleuba und Stollberg für das Vorgebirge und die TS Lehmühle und Muldenberg für das Bergland).  Die Abbildungen 1-6 unten zeigen die Entwicklung der relativen Füllstände im jeweiligen Betriebsraum. Die Zeitreihen der relativen Betriebsraumfüllungen weisen insbesondere zum Ende der hydrologischen Sommerhalbjahre eine fallende Tendenz auf. Dies ist in den fallenden Zuflüssen im hydrologischen Sommerhalbjahr begründet. Sehr niedrige Zuflüsse und damit auch relativ geringe und abnehmende Betriebsraumfüllungen zeigen sich deutlich seit dem Juni-Hochwasser 2013. Ein ähnlicher Umstand lag in einem vergleichsweise geringen Ausmaß bereits seit Ende der 1980-er Jahre vor. Dieser Zeitraum vom Ende der 1980-er Jahre bis 2013 war besonders durch eine innerjährliche Umverteilung der Stauanlagenzuflüsse gekennzeichnet. Die Winter nach 1988 wurden deutlich zuflussreicher, der darauffolgende Sommer und Herbst dagegen trockener. Die mittleren Jahreszuflüsse blieben aber im

Zeitraum von 1988 – 2013 im Vergleich zu den Vorjahren noch relativ konstant. Dies war nach 2013/14 mit deutlich reduzierten, mittleren Jahreszuflüssen nicht mehr der Fall.

Im Zeitraum von 1961 bis 2023 zeigen auch die Betriebsraumfüllungen der Talsperren Quitzdorf und Koberbach im hydrologischen Winterhalbjahr (Abbildungen 1 und 2) eine fallende Tendenz auf. Dieser Umstand ist durch eine Kombination aus teilweise niedrigen Winterzuflüssen mit über das vorhergehende hydrologische Sommerhalbjahr zunehmend reduzierten Betriebsraumfüllungen begründet.

Die Trockenjahre 1962 – 1964 sind bis heute maßgebend in der hydrologischen Auswertung für die Talsperrenbewirtschaftung und außergewöhnlich in ihrem Ausmaß. Dies trifft auf die überwiegende Mehrheit der Talsperreneinzugsgebiete in Sachsen zu. Die Auswirkungen der Trockenperiode 2018 – 2020 fallen gegenüber 1962 – 1964 geringer aus. Die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV) konnte nach aktuell durchgeführten Speicherrechnungen mit Zuflussreihen bis zum Jahr 2020 für die Rohwasserabgabeleistungen der Trinkwasser-Talsperren, keine nennenswerten Leistungsverluste, Reduzierungen der vertraglich mit Rohwasserkunden gebundenen Abgabemengen oder Reduzierungen von Bereitstellungssicherheiten ermitteln. Eine Ausnahme bildete hierbei zunächst die Talsperre Cranzahl. Die LTV hat in diesem speziellen Fall zur Kompensation der Auswirkungen des Klimawandels Baumaßnahmen vollzogen, die bei Bedarf Überleitungen von Nachbareinzugsgebieten zur Stabilisierung/Erhöhung des Zuflusssdargebotes ermöglichen.

Abbildung des Indikators im Monitoringbericht

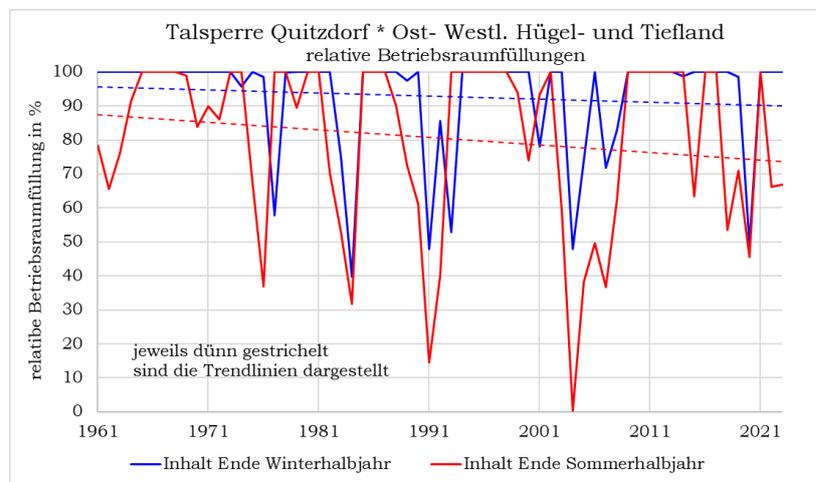


Abbildung 1 Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Quitzdorf im Naturraum Ost- Westl. Hügel- und Tiefland, von 1961 – 2023

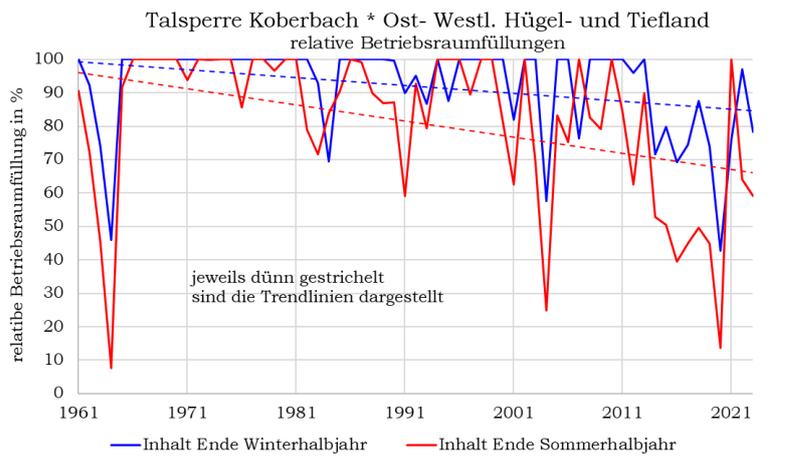


Abbildung 2 Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Koberbach im Naturraum Ost- Westl. Hügel- und Tiefland, von 1961 – 2023

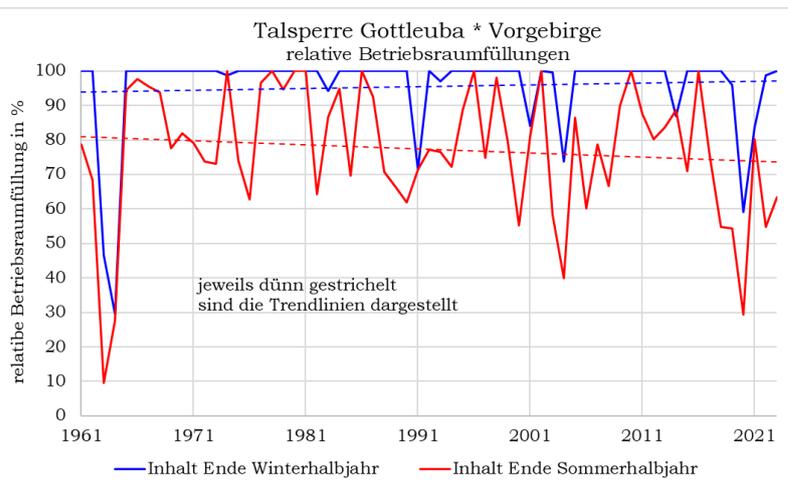


Abbildung 3 Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Gottleuba im Naturraum sächsisches Vorgebirge, von 1961 – 2023

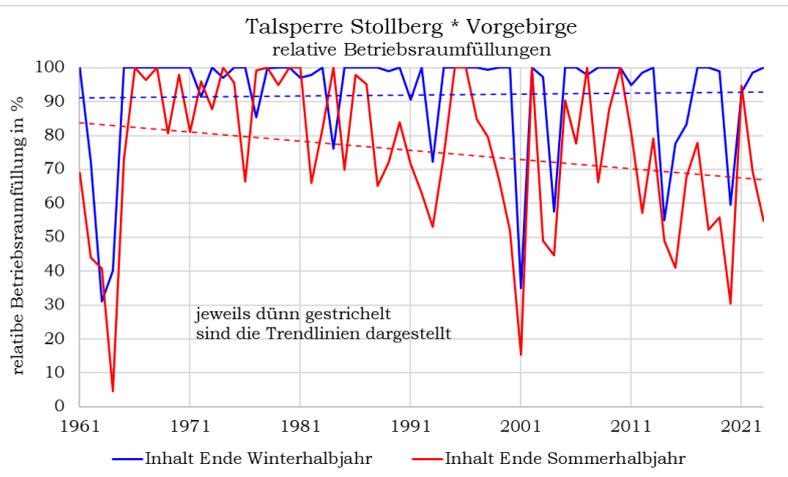


Abbildung 4 Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Stollberg im Naturraum sächsisches Vorgebirge, von 1961 – 2023

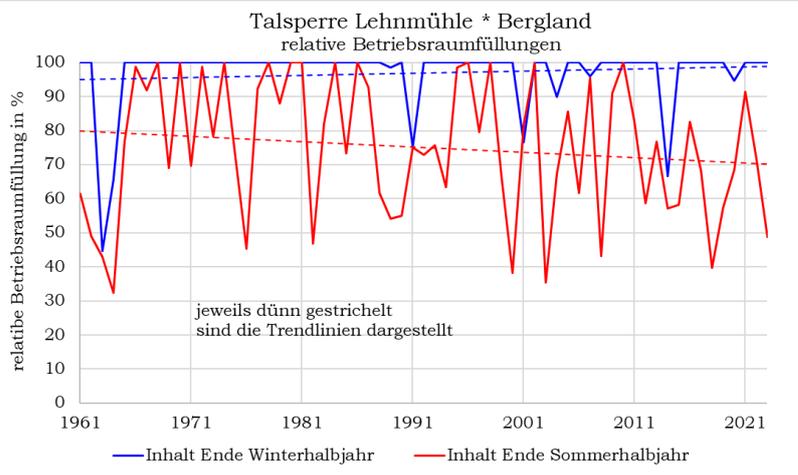


Abbildung 5 Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Lehnmühle im Naturraum sächsisches Bergland, von 1961 – 2023

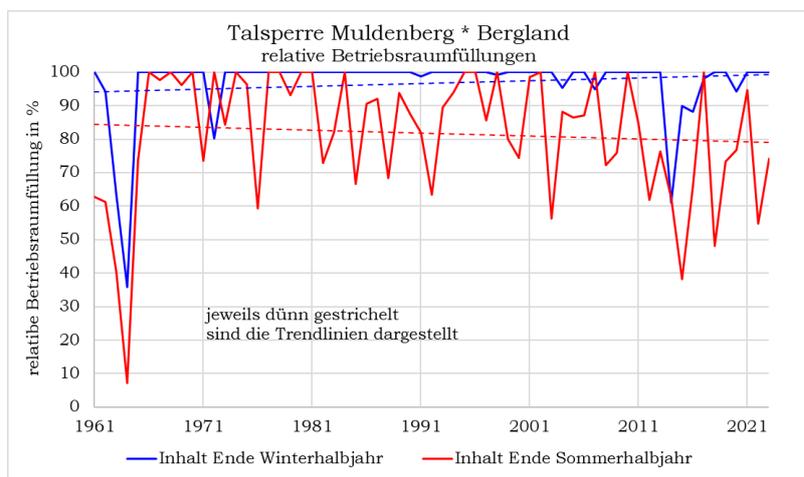


Abbildung 6 Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Muldenberg im Naturraum sächsisches Bergland, von 1961 – 2023

Trendauswertung:

Alle 6 Talsperren (repräsentativ für ihre Naturräume) weisen jeweils zum Ende des hydrologischen Sommerhalbjahres (am 31. Oktober) im Beobachtungszeitraum 1961 bis 2023 einen deutlichen negativen Trend der relativen Betriebsraumfüllungen auf.

Dieser negative Trend liegt auch bereits heute für die Talsperren Koberbach und Quitzdorf (Ost- Westl. Hügel- und Tiefland) zum Ende des hydrologischen Winterhalbjahres (am 30. April) vor. Die Gründe hierfür sind dem Punkt „Ausführliche Beschreibung der Ergebnisse“ zu entnehmen.

Für das hydrologische Winterhalbjahr konnte ein gleichbleibendes bis leicht steigendes Trendverhalten für die Talsperren im Vorgebirge und Bergland ermittelt werden. Wird allerdings in diesen Fällen der Zeitraum von 1962 bis 1964, der noch heute für viele Talsperren insbesondere im Erzgebirge die speicherwirtschaftlich maßgebende Trockenperiode mit teilweise sehr geringen relativen Betriebsraumfüllungen darstellt, in den Trendbetrachtungen ausgeklammert, so weisen auch alle 4 Talsperren des Vorgebirges und Berglandes zum Winterende ein negatives Trendverhalten auf. Dieser Umstand resultiert aus den in den letzten Jahren kleiner gewordenen Winterzuflüssen und wirkt sich insbesondere durch die deutlich trockeneren Monate März und April zum Ende des

	<p>hydrologischen Winterhalbjahres besonders auf die hier dargestellten relativen Betriebsraumfüllungen der Talsperren aus.</p> <p>Bei fortschreitendem aktuellen Trend zu niedrigeren Talsperrenzuflüssen ist im Mittel in den Talsperren insgesamt mit niedrigeren Füllständen infolge des Klimawandels zu rechnen. Zu den dabei bereits vorgenommenen und zukünftig noch geplanten/erforderlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen der LTV wurde im Punkt „Klimawirkungen“ bereits ausgeführt.</p>
Zusatz-Informationen	
Weiterführende Informationen / Literatur:	<p><a href="#">Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung (umweltbundesamt.de)</a></p> <p><a href="#">Talsperre Gottleuba (LTV Sachsen)</a></p> <p><a href="#">Talsperre Koberbach (LTV Sachsen)</a></p> <p><a href="#">Talsperre Lehmühle (LTV Sachsen)</a></p> <p><a href="#">Talsperre Muldenberg (LTV Sachsen)</a></p> <p><a href="#">Talsperre Quitzdorf (LTV Sachsen)</a></p> <p><a href="#">Talsperre Stollberg (LTV Sachsen)</a></p> <p><a href="#">Titel Klimawandel (sachsen.de)</a></p>
Glossar:	<p>Hydrologisches Winterhalbjahr (hydr. WHJ) = 1. November bis 30. April</p> <p>Hydrologisches Sommerhalbjahr (hydr. SHJ) = 1. Mai bis 31. Oktober</p>