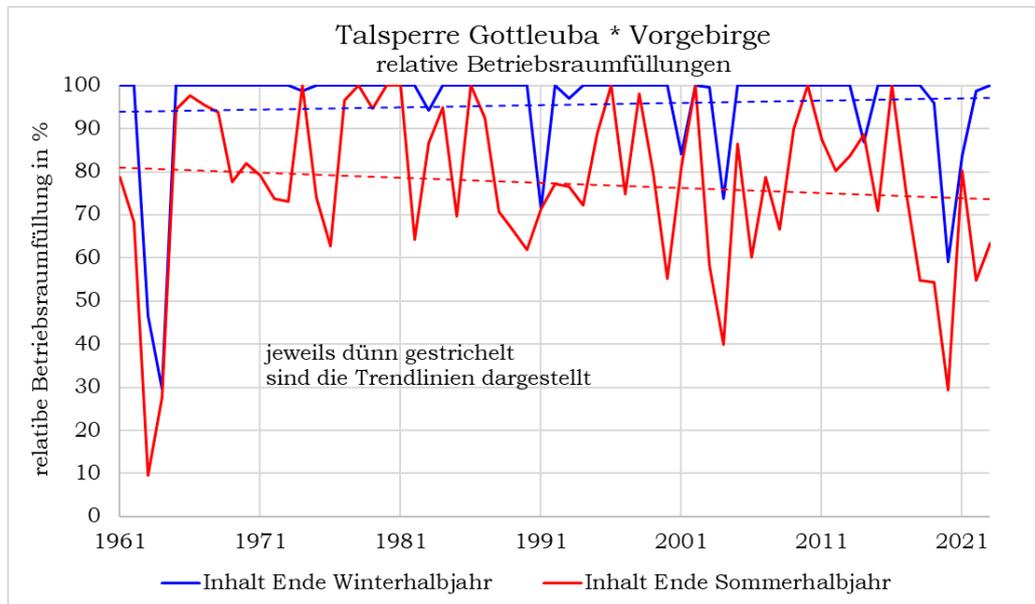


## Klimafolgenmonitoring

I-Ww-5 Betriebsraumfüllstände an Talsperrenspeichern

### Basisinformationen

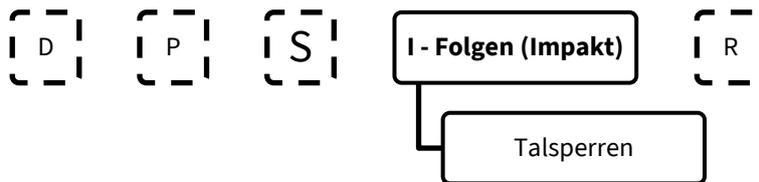
Inhalt	Entwicklung der relativen Betriebsraumfüllungen in sächsischen Talsperren
Klimawirkung	Talsperren stellen eine wirksame Anpassungsmaßnahme an die natürlichen hydrologischen Gegebenheiten einer Region dar. Sie dienen der Wasserbereitstellung für Brauch- und Trinkwasser, der Niedrigwasseraufhöhung und dem Hochwasserschutz. 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. Zunehmend spürbare Auswirkungen des Klimawandels stellen Trockenwetterepisoden und durch Starkregen und/oder Schneeschmelze verursachte hohe Oberflächenabflüsse (Hochwasser) dar.



**Abbildung 1: Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Gottleuba im Naturraum sächsisches Vorgebirge von 1961 – 2023**

Inhaltsbeschreibung	Es wird die relative Betriebsraumfüllung in % an ausgewählten Talsperren im Zeitraum 1961 – 2023 basierend auf einer theoretischen Speicherbewirtschaftung nach dem Verfahren der Summendifferenzenlinie (SDL) ermittelt. Gewählt wurden für die sächsischen Klimaräume repräsentative Standorte.
Befund	Im Mittel ist in den Talsperren insgesamt mit niedrigeren Füllständen infolge des Klimawandels zu rechnen. Mit einer Reihe kurzfristiger und langfristiger Anpassungsmaßnahmen wirkt die LTV dem effektiv entgegen.
Inhaltlicher Rahmen	Sächsisches Klimafolgenmonitoring ( <a href="http://Klimaentwicklung.in.Sachsen.de">Klimaentwicklung in Sachsen - Klima - sachsen.de</a> )
Weitere Indikatoren im Handlungsfeld	I-Ww-1 Standardisierter Grundwasserindex, I-Ww-2 Grundwasserneubildung, I-Ww-3 Niedrigwasser, I-Ww-4 Hochwasser, I-Ww-6 Jahreszeitliches Schichtungsverhalten

## Einordnung und Systematik



DPSIR-Schema

Präambel	Es besteht die Möglichkeit von inhaltlichen und methodischen Abweichungen der Indikatoren im sächsischen Klimafolgenmonitoring von denen anderer Monitoringsysteme. Grund dafür sind unter anderem die Indikatorherleitung und die verwendete Datengrundlage. Entsprechende Indikatoren sind dadurch nur bedingt mit denen anderer Monitoringsysteme vergleichbar.
Bund	<u>WW-I-7 Wasserstand von Seen (Monitoring der deutschen Anpassungsstrategie (DAS))</u> Länderinitiative Kernindikatoren → kein Indikator
Andere Bundesländer	<u>I-WW-5 Zufluss der Trinkwassertalsperren (Zweiter Monitoringbericht Thüringen LUBN)</u>
Sachsen	Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021 Maßnahmeplan zur Umsetzung des EKP 2021, Nummer 9.03 Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)
Thematischer Bezug	LTV Jahresberichte Wasserversorgung im Klimawandel (LTV)

## Materialien und Methoden

Indikator	Es wird die relative Betriebsraumfüllung in % an ausgewählten Talsperren im Zeitraum 1961 – 2023 basierend auf einer theoretischen Speicherbewirtschaftung nach dem Verfahren der Summendifferenzlinie (SDL) ermittelt. 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	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.  $I_{BR\ i+1} = \max(0; \min(I_{BR}; I_{BR\ i} - 2,628 * (Gesamtabgabe\ i - Zufluss\ i)))$ 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>  Über die oben angegebene Formel wird fortlaufend die Betriebsraumfüllung in Millionen Kubikmeter (m <sup>3</sup> ) ermittelt. Die Speicherberechnung von 1961 bis 2023 wird mit den bekannten Gesamtzuflussreihen zur Stauanlagensperrstelle vollzogen und schließlich die relative Betriebsraumfüllung für jedes Jahr jeweils zum

## Klimafolgenmonitoring

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.

### Einschränkungen in der Interpretierbarkeit

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 Summendifferenzlinie (SDL) mit stets konstanten speicherwirtschaftlichen Randbedingungen praktisch ausgeschlossen. Die wirklich beobachteten Inhalte weichen damit aber auch von der hier gewählten theoretischen Darstellung ab.

### Datengrundlage

Pegelmessnetz Oberflächenwasser der Landestalsperrenverwaltung (LTV) für entsprechende Talsperreneinzugsgebiete von Brauch- und Trinkwassertalsperren in Sachsen; hier 6 Beispiele, jeweils 2 davon für 3 verschiedene Naturräume

### Zeitliche Auflösung

Auswertungen Halbjährlich (WHJ, SHJ) nach Speicherrechnungen mit Monatswerten des Zuflusses

### Datenverfügbarkeit

Ausgabe der Daten auf Anfrage

### Ausblick

Aktuell ist die LTV mit erweiterten Machbarkeitsstudien zu Planungsvorbereitungen von dargebotserhöhenden Maßnahmen an besonders hoch ausgelasteten Trinkwassertalsperren befasst

## Auswertung und Darstellung

### Befund

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.

### Ergebnisbeschreibung

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. 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.

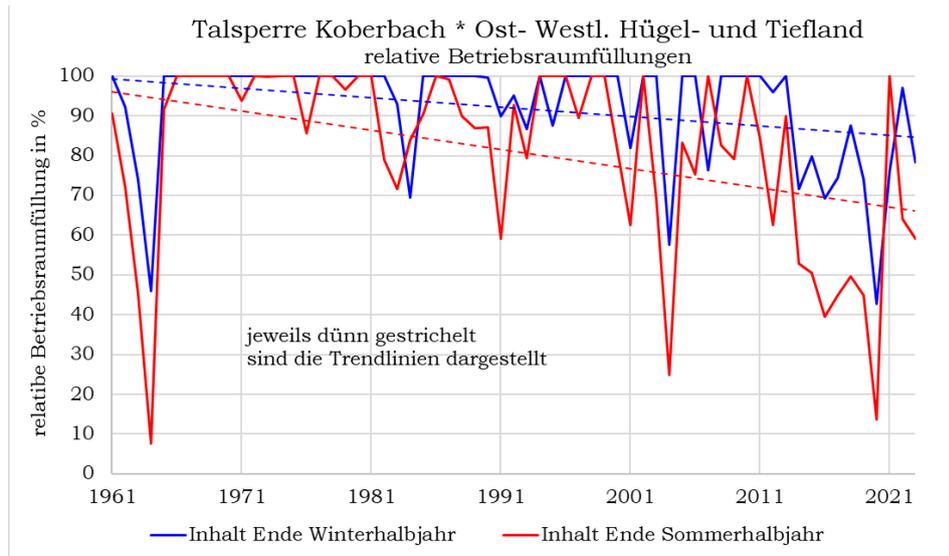
Die hier untersuchten Talsperren sind für den jeweiligen Naturraum als repräsentativ anzusehen (TS Quitzdorf und Koberbach für das Ost- Westl. Hügel- und Tiefland, TS Gottleuba und Stollberg für das Vorgebirge und die TS Lehmühle und Muldenberg für das Bergland).

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.

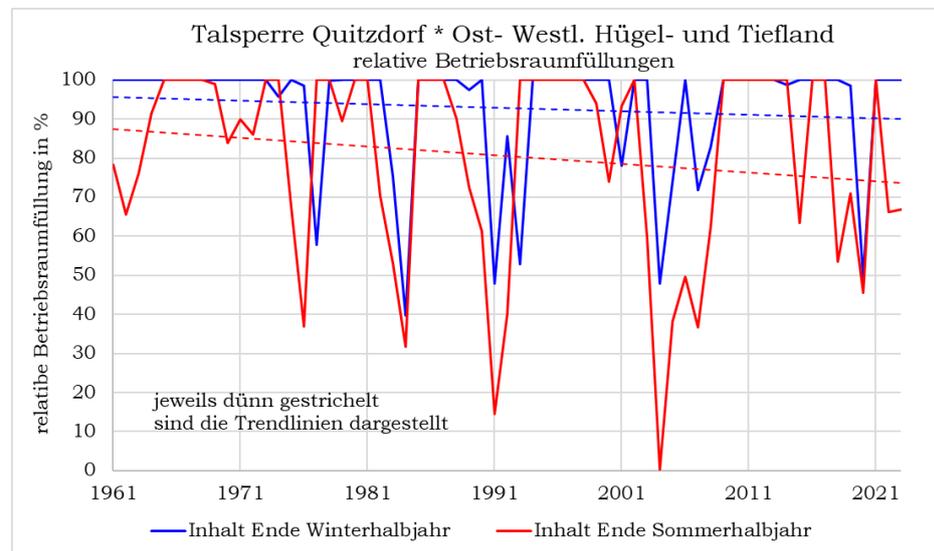
Im Zeitraum von 1961 bis 2023 zeigen auch die Betriebsraumfüllungen der Talsperren Quitzdorf und Koberbach im hydrologischen Winterhalbjahr (Abbildungen 1 und 2) eine fallende Tendenz auf. Dieser Umstand ist durch eine Kombination aus teilweise niedrigen Winterzuflüssen mit über das vorhergehende hydrologische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

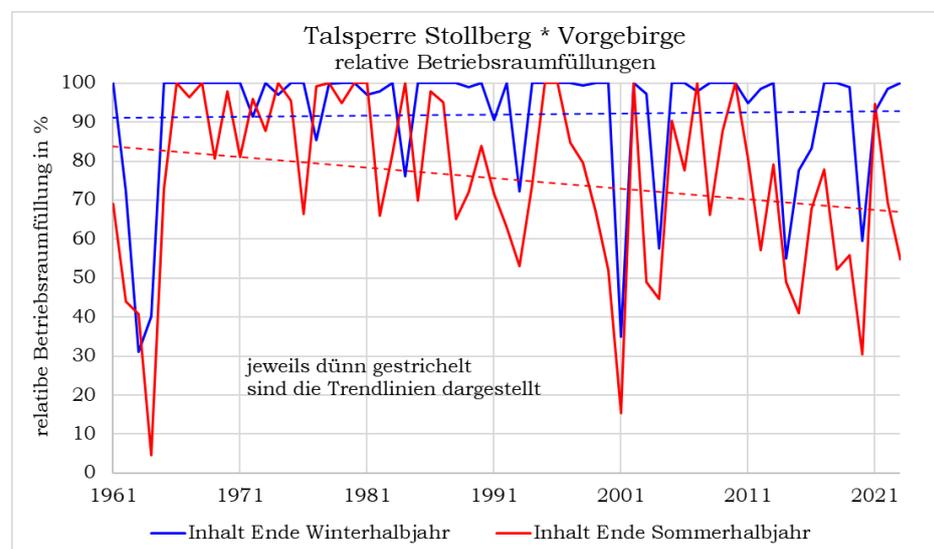
Im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels hat die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV) bereits entsprechende Bewirtschaftungsmaßnahmen in den Praxisbetrieb eingeführt, um den bereits aktuell beobachteten und künftigen Auswirkungen des Klimawandels entgegenzuwirken. Dabei handelt 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.



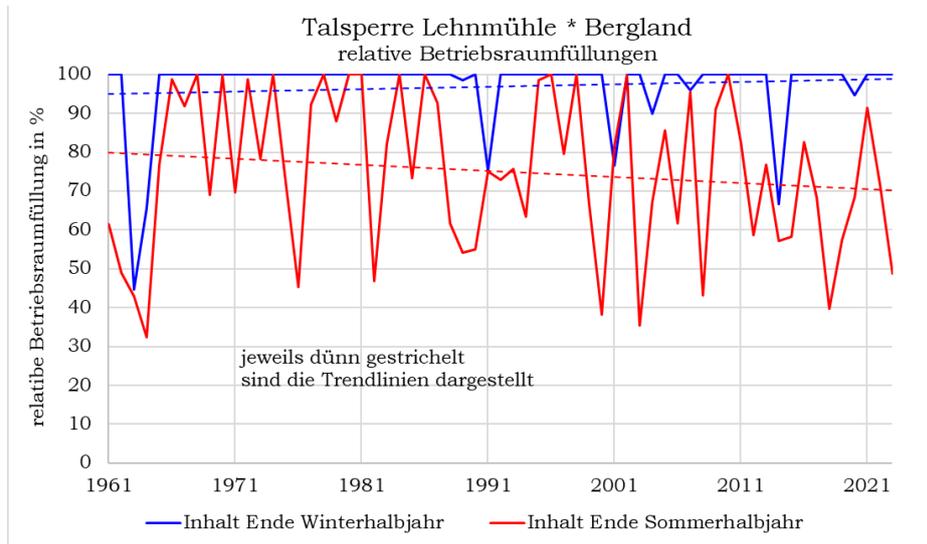
**Abbildung 2: Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Koberbach im Naturraum Ost- Westl. Hügel- und Tiefland, von 1961 – 2023**



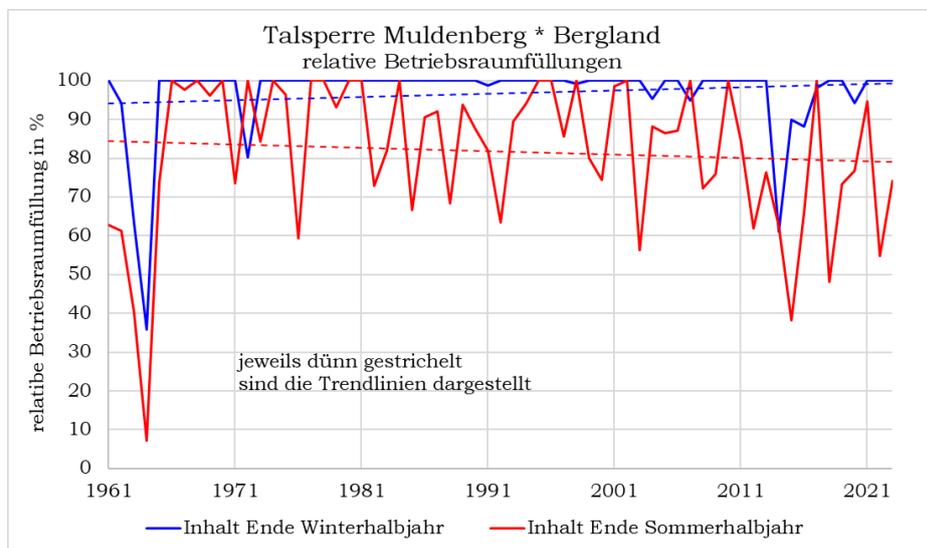
**Abbildung 3: Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Quitzdorf im Naturraum Ost- Westl. Hügel- und Tiefland, von 1961 – 2023**



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



**Abbildung 5: Relative Betriebsraumfüllstände der Talsperre Lehmühle im Naturraum sächsisches Bergland, von 1961 – 2023**



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

## Entwicklung

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

## Klimafolgenmonitoring

trockeneren Monate März und April zum Ende des hydrologischen Winterhalbjahres besonders auf die hier dargestellten relativen Betriebsraumfüllungen der Talsperren aus.

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. 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.

### Literaturverzeichnis

1. GEWÄSSER IN DEUTSCHLAND: ZUSTAND UND BEWERTUNG (UMWELTBUNDESAMT.DE)
2. TALSPERRE GOTTLLEUBA (LTV SACHSEN)
3. TALSPERRE KOBERBACH (LTV SACHSEN)
4. TALSPERRE LEHNMÜHLE (LTV SACHSEN)
5. TALSPERRE MULDENBERG (LTV SACHSEN)
6. TALSPERRE QUITZDORF (LTV SACHSEN)
7. TALSPERRE STOLLBERG (LTV SACHSEN)
8. Titel Klimawandel (sachsen.de)

Glossar                      Hydrologisches Winterhalbjahr (hydr. WHJ) = 1. November bis 30. April  
                                    Hydrologisches Sommerhalbjahr (hydr. SHJ) = 1. Mai bis 31. Oktober

Autor: Ulf Winkler; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Landestalsperrenverwaltung  
Abteilung 2; Referat 24; Telefon: 03501-796 375; E-Mail: Referat24@ltv.sachsen.de, FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de; Redaktionsschluss: 30.01.2025; www.lfulg.sachsen.de