Risiken für die Wasserqualität einer Trinkwassertalsperre - was ist wirklich wichtig?

Die Trinkwassereinzugsgebietsverordnung (TrinkwEGV) schreibt ein Risikomanagement für die öffentliche Wasserversorgung vor. Ziele der Risikobewertung sind es, sowohl den Schutz der Beschaffenheit zur Trinkwasserverwendung sicherzustellen als auch den Aufwand zur Aufbereitung des Rohwassers zu verringern. Daraus ergibt sich die Erfordernis, auch Parameter und Risiken zu betrachten, die nicht primär eine gesundheitliche Relevanz haben, sondern auch solche, die den Aufbereitungsaufwand maßgeblich bestimmen. Die praktische Umsetzung der Risikobewertung kann durch Softwarelösungen, wie das beim TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser mitentwickelte RiskPlus, unterstützt werden.

Hartmut Willmitzer, Sebastian Sturm und Friederike Brauer

1 Risikobewertung nach TrinkwEGV

Die neue Trinkwassereinzugsgebietsverordnung (TrinkwEGV) [1] sowie die novellierte Trinkwasserverordnung (TrinkwV) [2] schreiben ein Risikomanagement für die öffentliche Wasserversorgung vor. Gemäß TrinkwEGV hat der Betreiber bis 12.11.2025 eine Bewertung der Einzugsgebiete durchzuführen und eine elektronische Dokumentation an die zuständige Behörde zu übermitteln. Die Dokumentation muss folgende Elemente umfassen:

- Ermittlung und Beschreibung des Einzugsgebietes.
- Gefährdungsanalyse und standortspezifische Risikoabschätzung anhand von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß der Gefährdungsereignisse.
- Vorschlag eines Untersuchungsprogramms unter Berücksichtigung von Auffälligkeiten und Trends der relevanten Gefährdungen.
- Angaben zu durchgeführten sowie optional Vorschläge für weitere Risikomanagementmaßnahmen.

Zweck der TrinkwEGV ist der Schutz der Beschaffenheit des Grundwassers und des Oberflächenwassers in Einzugsgebieten von Entnahmestellen für die Trinkwassergewinnung im Hinblick auf die Verwendung als Trinkwasser sowie der Schutz der Beschaffenheit des Rohwassers. So soll der erforderliche Aufwand der Aufbereitung von Trinkwasser verringert werden.

Kompakt

- Partikel und gelöste Stoffe bestimmen in erheblichem Maß den Aufwand zur Aufbereitung von Talsperrenwasser.
- Die Nutzungen im Einzugsgebiet beeinflussen maßgeblich die Stoffeinträge in den Talsperrenkörper.
- Prozesse im Wasserkörper einer Talsperre können vor Risiken schützen, aber auch Risiken für die Beschaffenheit des Rohwassers erhöhen.

2 Besonderheiten bei der Risikobewertung von Trinkwassertalsperren

2.1 Gewässerschutz und Stoffeinträge

Viele Trinkwassertalsperren Deutschlands liegen in den Mittelgebirgen mit forstwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten, die durch wenig Gewerbe und dünne Besiedlung geprägt sind. Diese Voraussetzung und die Umsetzung strenger Wasserschutzgebietsverordnungen sind Garanten, dass Risiken durch Schadstoffe und Krankheitserreger dort gering sind [3].

Es ist eines der Ziele der TrinkwEGV, den Aufwand zur Aufbereitung des Wassers zu verringern (§ 1). Dieser wird in ganz erheblichem Maß von der Menge partikulärer und gelöster Stoffe bestimmt, die primär keine gesundheitliche Bedeutung haben, aber nicht ins Trinkwasser gehören. Die Konzentration dieser Stoffe im Rohwasser wird vorrangig durch den Eintrag von Nährstoffen - insbesondere Phosphor - bestimmt. Da es für die Eutrophierung eines Sees entscheidend ist, mit welcher Nährstofffracht der Wasserkörper belastet wird, sind Starkregenereignisse die externen Faktoren, welche die Rohwasserbeschaffenheit prägen [4]. Deshalb müssen alle Anstrengungen des Gewässerschutzes von Talsperren (und auch Seen) darauf gerichtet sein, besonders in Zeiten hoher Zuflüsse die Nährstoffkonzentrationen gering zu halten, damit die Frachten und somit die Phosphorflächenbelastung gering bleiben.

Vor allem seit dem Trockenjahr 2018 treten in den oft durch Fichten-Monokulturen geprägten Einzugsgebieten massive Schäden auf, so dass im ehemaligen Schutzwald Erosion und die Mobilisierung gelöster Stoffe zu hohen Nährstofffrachten führen [5]. Besonders bei Starkregenereignissen gelangen von den Schadflächen partikulär gebundener Phosphor, gelöste organi-

sche Kohlenstoffverbindungen und Nitrat bisher unbekannten Ausmaßes in die Gewässer (**Bild 1**).

In den Einzugsgebieten der Trinkwassertalsperren werden erhebliche Aufwendungen getätigt, um den Einfluss von Abwasser auf die Rohwasserqualität zu minimieren. So wird an der Talsperre Leibis/Lichte u. A. eine Abwasserdruckleitung betrieben, um die Abwässer aus dem Einzugsgebiet herauszuleiten. Reinigungsstufen zur Eliminierung von Phosphor sind Standard. Angesichts der Bedeutung der Gesamtfracht an Phosphor (Produkt aus Konzentration und Wassermenge), welche die Rohwasserbeschaffenheit bestimmt, sind die Risiken durch kommunale und gewerbliche Entwässerungssysteme im Hinblick auf die zunehmende Intensität und Häufigkeit von Starkregenereignissen zu bewerten (**Bild 2**).

2.2 Trends, Ereignisse und Klimawandel

Gemäß TrinkwEGV haben die Wasserbehörden bis 12. Mai 2027 Zeit, um Risikomanagementmaßnahmen festzulegen, die dann in einer angemessenen Frist umzusetzen sind. Planung und Realisierung solcher Anpassungsmaßnahmen sind zeitintensiv. Daraus ergibt sich das Erfordernis, zukünftige Risiken, insbesondere diejenigen, die sich aufgrund klimatischer Veränderungen abzeichnen, in die Betrachtung einzubeziehen. Die Verwendung von Prognosemodellen (Hydrologie, Meteorologie und Limnologie) kann dabei hilfreich sein. Ein pragmatisches Vorgehen ist die Ableitung von Trends aus langjährigen Zeitreihen. Dabei sind auffallende Ereignisse genauer zu betrachten, um zu prüfen, ob diese in der Zukunft an Bedeutung zunehmen. **Bild 1** zeigt zum Beispiel eine 20-jährige Zeitreihe des spektralen Absorptionskoeffizienten im Wasser eines Zuflusses einer Talsperre im Südharz. Daraus lässt sich zum einen ein langjähriger Aufwärtstrend ableiten, darüber hinaus ist eine Mobilisierung im Winter erkennbar und ein auffallendes Ereignis im August 2021 lässt sich auf starke Bodenerosion während waldbaulicher Maßnahmen in diesem Jahr zurückführen.

Auch die Prozesse im Wasserkörper von Talsperren unterliegen klimatischen Veränderungen, die sich auf die Rohwasserqualität auswirken. Die ausbleibende Winterstagnation und längere Stagnationszeiten des Wasserkörpers im Sommer üben Einfluss auf den Sauerstoffhaushalt und die Verfügbarkeit von Nährstoffen aus. Auch das kann, je nach Ausgangstrophie, die Masse des Planktons und dessen Zusammensetzung verändern. Neben den rein aufbereitungstechnischen Herausforderungen müssen gesundheitliche Aspekte in die Risikobewertung einbezogen werden, wenn z. B. toxische Cyanobakterien vorkommen oder erwartet werden, weil die Gewässerschutzmaßnahmen nicht ausreichen, um die Trophie des Stausees gering zu halten.

Im Ergebnis des Symposiums „Talsperren im Klimawandel 2024“ wurde deutlich, dass verlässliche Aussagen zur zukünftigen klimatischen Entwicklung nur zu zwei Sachverhalten getroffen werden können: Die Temperaturen steigen weiter und die Extreme nehmen mit sehr hoher Eintrittswahrscheinlichkeit zu [6]. Zur jeweiligen regionalen Ausprägung können Aussagen zu Risiken nur anhand von Trends und einer fundierten Wissensbasis über die Auswirkung bisheriger Extremereignisse abgeschätzt werden.

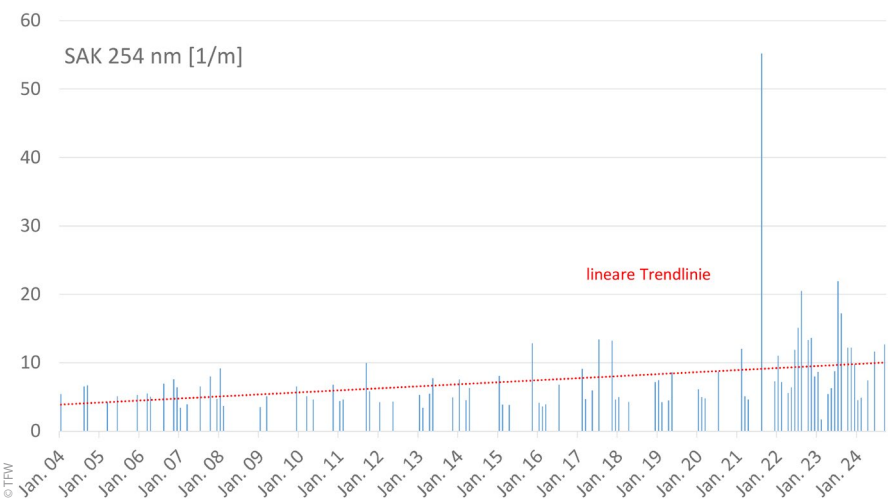

Bild 1: Spektraler Absorptionskoeffizient im Zufluss Krebsbach zur Talsperre Neustadt; beginnende Waldschäden ab 2019, Jahr der Holzentnahme 2021

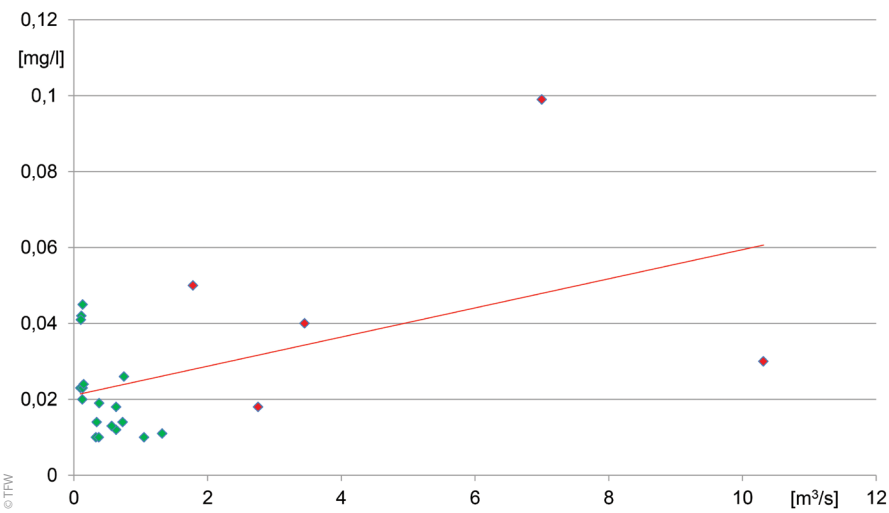

Bild 2: Phosphor im Talsperrenzufluss Lichte in Abhängigkeit vom Abfluss: Bis ca. 2 m³/s Verdünnung und Abwärtstrend (grün), ab ca. 2 m³/s Zunahme (rot) aufgrund des Einflusses kommunaler Abwässer

2.3 Maßnahmen zur Risikominimierung

Maßnahmen zur Minimierung von Risiken für die Rohwasserqualität bei der Trinkwassergewinnung aus Talsperren sind in erster Linie Klimaanpassungsmaßnahmen. Die Auswirkungen von Temperaturanstieg und Extremereignissen sind

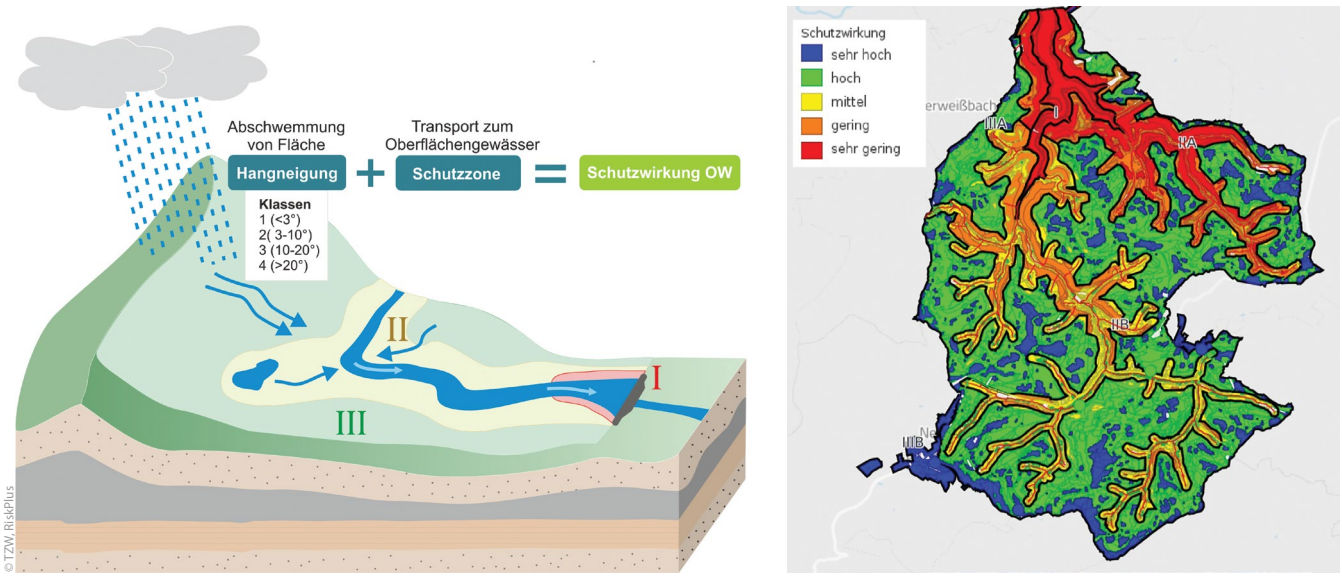

Bild 3: Schutzwirkung des Einzugsgebiets für Talsperren: links: Schema zur Berechnung; rechts: RiskPlus-Kartendarstellung am Beispiel des Einzugsgebietes der Talsperre Leibis/Lichte der TFW

gut erforscht. Da diese inzwischen zum Alltag gehören, liegt auch das nötige Wissen zu Anpassungsmaßnahmen vor. Regelwerke [7] und gesetzliche Grundlagen (Bundeswaldgesetz, Hochwasserschutzgesetz III) werden entsprechend angepasst. Die Herausforderung besteht jedoch darin, die Vorgaben in realistischen Zeiträumen mit Konsequenz in die Praxis zu überführen.

An erster Stelle stehen Schutzmaßnahmen gegen einen steigenden Nährstoffeintrag, da mit zunehmender Eutrophierung die gewässerinterne Rückkopplung des Phosphorkreislaufs das Algenwachstum weiter ankurbelt. Der Aufbau eines Wasserschutzwaldes in Ufernähe und insbesondere auf Flächen mit starker Hangneigung minimiert das Erosionsrisiko [5]. Je nach Struktur des Einzugsgebiets sind weitere Maßnahmen vor allem im Hinblick auf zunehmende Starkregenereignisse erforderlich - so z. B. die Überprüfung der Rückhaltekapazitäten von Kläranlagen und Kanalisation.

Technische Voraussetzungen, wie das Vorhandensein von Vorsperren, die Auswahl unterschiedlicher Rohwasserentnahmehorizonte oder die Möglichkeit der Ableitung großer Mengen von warmem belasteten Oberflächenwasser bei Sommerhochwässern sind Elemente, um im Ereignisfall die Rohwasserqualität in Talsperren zu sichern. Die künstliche Anreicherung des Tiefenwassers mit Sauerstoff und die Nahrungsnetzbewirtschaftung bieten sich an, um das Gewässerökosystem gegenüber Eutrophierungstendenzen resilienter zu machen.

Die Voraussetzung für wirksame Maßnahmen zur Risikominimierung ist eine gute Basis an Umweltdaten. Es zahlt sich aus, über langjährige Messreihen zu verfügen. Wenige, räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Indikatorparameter sind in aller Regel aussagekräftiger und in der Praxis brauchbarer als ein zyklisches Monitoring breiter Analysenspektren. Die Kombination von einfachen In-situ-Daten, z. B. der Sichttiefe mit Fernerkundungsdaten ist eine preiswerte Möglichkeit, den Zustand von Gewässern kontinuierlich zu dokumentieren. Kein Jahr gleicht dem anderen und deshalb sind unterbrechungsfreie Datenreihen essenziell.

3 Praktische Umsetzung der Risikobewertung

Die praktische Umsetzung der Risikobewertung kann durch Softwarelösungen, wie das von TZW und Disy Informationssysteme entwickelte Programm RiskPlus unterstützt werden. Aus den hinterlegten Daten des ATKIS-Basis-DLM generiert RiskPlus eine Kartierung der Flächennutzung als Grundlage für die Bewertung der Einzugsgebiete, die durch eigene Daten (z. B. zu Altlasten, Waldschadflächen oder Industriebetrieben) ergänzt werden kann. Den erfassten Flächennutzungen können u. a. aus Vorschlagslisten Gefährdungsereignisse zugeordnet werden. Diesen wird ein Ausgangsrisiko zugewiesen, das auf Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit basiert. Die Schutzwirkung des Einzugsgebiets einer Talsperre wird aus Hangneigung und der Lage in den Schutzzonen abgeleitet (**Bild 3**). Mit steigender Hangneigung nimmt die Wahrscheinlichkeit einer raschen Abschwemmung und eines Eintrags in Oberflächengewässer zu. Sofern der Eintrag direkt in das Oberflächengewässer erfolgt (z. B. Einleitung eines Kläranlagenablaufs), bleibt die Hangneigung bei der Berechnung unberücksichtigt. Durch die Kombination von Ausgangsrisiko und Schutzwirkung ergibt sich ein Risiko für das Rohwasser, das sowohl von der Flächennutzung als auch von der Lage im Einzugsgebiet abhängt.

Bild 4 zeigt, wie RiskPlus für Talsperreinzugsgebiete erfolgreich eingesetzt werden kann. Zur Validierung der Ergebnisse konnte auf die bereits 2023 bei der TFW erstellte Risikoanalyse zur Vorbereitung einer „Risikobewertungsbasierten Probennahmeplanung“ (RAP) nach TrinkwV zurückgegriffen werden. In der vergleichenden Betrachtung wurde an diesem konkreten Fall deutlich, dass der Einsatz von RiskPlus die Bearbeitung gegenüber der herkömmlichen Bearbeitung mittels GIS und Tabellen massiv beschleunigt und die Dokumentation erleichtert. Das integrierte WebGIS erlaubt räumlich differenzierte Risikobewertungen und Geodatenverarbeitungsprozesse, was z. B. die Bewertung von Risiken aufgrund geschädigter Waldflächen in Talsperreneinzugsgebieten erleichtert.

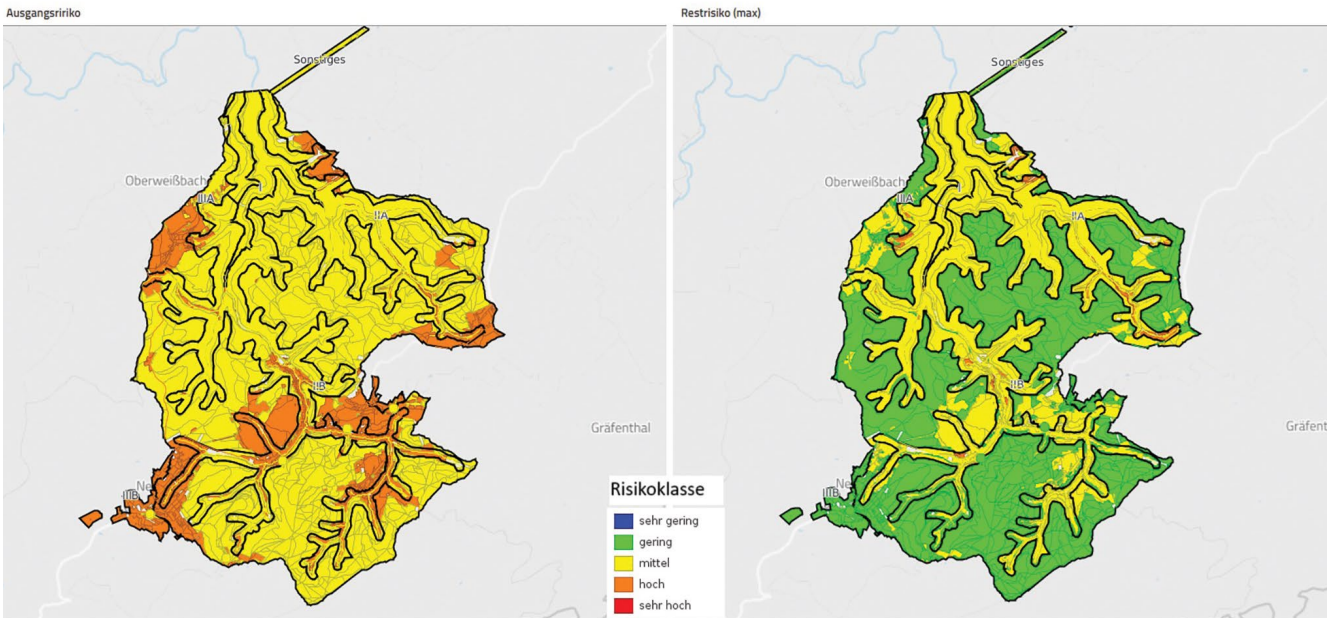

Bild 4: Darstellung von Ausgangsrisiko (links) und Rohwasserrisiko (rechts) für das Einzugsgebiet der Talsperre Leibis/Lichte in RiskPlus

4 Fazit

Bei der Risikobewertung von Talsperren nach TrinkwEGV müssen insbesondere Risiken berücksichtigt werden, die zu hohen Nährstofffrachten führen. Das sind sowohl diffuse Quellen, wie die Erosion geschädigter Waldflächen, als auch punktuelle Hotspots, beispielsweise die Rückhaltekapazitäten von Kläranlagen. Den starken Abflussereignissen muss dabei das Hauptaugenmerk dienen. Angesichts starker Veränderungen meteorologischer und hydrologischer Faktoren im Zuge des Klimawandels sind Aussagen zu Trends und Ereignissen zur Beurteilung von Risiken von großer Bedeutung.

Bei den Maßnahmen zur Risikobeherrschung ist in aller Regel kein technisches oder wissenschaftliches Neuland zu betreten. Vielmehr sind etablierte und bekannte Strategien mit höherer Konsequenz zur Anwendung zu bringen. Dabei unterstützen neue Werkzeuge vor allem bei der Erhebung und Auswertung von Umweltdaten. Die Umsetzung des risikobasierten Ansatzes eröffnet die Möglichkeit, auch bislang nicht mit Nachdruck verfolgte Sanierungsziele der Einzugsgebiete deutlich zu artikulieren.

Hartmut Willmitzer, Sebastian Sturm and Friederike Brauer

Risks to the water quality of a drinking water reservoir - what is really important?

The Drinking Water Catchment Area Ordinance (TrinkwEGV) prescribes risk management for public water supplies. The aim of the risk assessment is to ensure that the quality of the water is protected for drinking water use and to reduce the effort required to treat the raw water. This results in the need to consider parameters and risks that are not primarily relevant to health, but also those that significantly determine the amount of treatment required. The practical implementation of the risk assessment can be supported by software solutions such as RiskPlus developed by the TZW (German Water Centre).

Autoren

Dipl.-Biol. Hartmut Willmitzer
Thüringer Fernwasserversorgung - AöR (TFW)
Haarbergstr. 37
99097 Erfurt
hartmut.willmitzer@thueringer-fernwasser.de

Dipl.-Geoökol. Friederike Brauer
Dipl.-Geoökol. Sebastian Sturm
TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser
Karlsruher Straße 84
76139 Karlsruhe
friederike.brauer@tzw.de
sebastian.sturm@tzw.de

Literatur

[1] Verordnung über Einzugsgebiete von Entnahmestellen für die Trinkwassergewinnung (Trinkwassereinzugsgebieteverordnung; TrinkwEGV) vom 04.12.2023. In: BGBl., Teil I, Nr. 346.
[2] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung; TrinkwV) vom 20.06.2023. In: BGBl., Teil I, Nr. 159, S. 2.
[3] Thüringer Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Trinkwassertalsperre Leibis/Lichte (Thüringer Wasserschutzgebietsverordnung Talsperre Leibis/Lichte; VO WSG Leibis) vom 09.02.2011. In: Thüringer Staatsanzeiger (2011), Nr. 10, S. 389.
[4] Vollenweider, R. A.; Kerekes, J.: Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. In: OECD Publications (1982), 42.077.
[5] DVGW (Hrsg.): Waldbewirtschaftung und Gewässerschutz. In: DVWG-Merkblätter (2016), W 105:
[6] DVGW (Hrsg.): Trinkwasser-Talsperren im Klimawandel. 2024. (https://energie-wasser-praxis.de/dossier-trinkwasser-talsperren-im-klimawandel/; Abruf: 11.09.2024).
[7] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): Normenreihe DIN 19 700 Stauanlagen - Teile 10-15. Berlin: Beuth-Verlag, 2004/2019.

DOI dieses Beitrags: http://doi.org/10.1007/s35147-025-2468-3