

## Test Parameter für die Wasseranalyse

- Farbe, Geschmack, Geruch
  - Die Farbe des Wassers im Regenwasserbecken reicht von grün bis blau. Es hat keinen auffälligen Geruch. Da keine Menschen das Wasser trinken, wurde auch kein Geschmack festgestellt.
- Müll
  - Regenrückhaltebecken: regelmäßig beobachteter Müll
  - Standardkriterien: keine
  - Liepnitzsee: keine beobachtet
  - Es wird regelmäßig Müll im Becken gesehen. Zu den häufig anzutreffenden Abfällen gehören: Zigarettenstummel, verschiedene Kunststoffabfälle (insbesondere Verpackungen von Schokoriegeln und anderen Lebensmitteln), Tampons und Binden.
  - Müll in aquatischen Ökosystemen ist besorgniserregend, weil sich Wassertiere darin verheddern können. Mikroplastik ist ebenfalls ein wachsendes Problem. Ein Mikroplastik ist kleiner als 5 mm, ein Nanoplastik ist kleiner als 1 µm. In dieser geringen Größe schwebt Mikroplastik in der Wassersäule und wird durch die Wasseraufbereitung nicht wirksam entfernt. Die Auswirkungen von Mikroplastik sind kaum erforscht, aber es wurde bereits im Trinkwasser und in natürlichen Gewässern gefunden.
- PH Wert
  - Regenwasserbecken: pH 7,2 - 7,6
  - Standardkriterien: pH 5 bis 9
  - Liepnitzsee: 7.9
  - Natürliche Gewässer liegen in der Regel nahe am neutralen pH-Wert (7). Die EPA Water Quality Criteria for Human Health empfiehlt einen pH-Wert von 5 bis 9. Der pH-Wert des Regenbeckens liegt durchweg in diesem Bereich. Der pH-Wert liegt normalerweise zwischen 7,2 und 7,6. Es wurde eine Schwankungsbreite zwischen 6,8 und 8,1 beobachtet. Ein niedriger oder hoher pH-Wert des Wassers kann Organismen abtöten.
- Gelöster Sauerstoff
  - Regenwasserbecken: 8,1 - 10 mg/L, mit Ausnahme eines Tests mit 3 mg/L
  - Standardkriterien: 3 - 14 mg/L
  - Liepnitzsee: 9,5 - 10 mg/L
  - Gelöster Sauerstoff ist für das Leben in einem aquatischen Ökosystem unerlässlich. Der Sauerstoffgehalt ist die Menge an Sauerstoff im Wasser. In relativ kühlen und salzarmen Gewässern, wie dem Regenbecken, sollte die Sauerstoffkonzentration im Allgemeinen zwischen 3 mg/L und 14 mg/L liegen. Die Testergebnisse im Regenwasserbecken ergaben DO-Konzentrationen zwischen 8,1 und 10 mg/L, mit Ausnahme eines Testergebnisses von 3 mg/L. DO-Werte unter 3 Milligramm pro Liter (mg/L) sind besorgniserregend. Sie können als hypoxische Bedingungen betrachtet werden, bei denen nicht

genügend Sauerstoff im Wasser vorhanden ist und Wasserorganismen absterben können. 14 mg/L bedeuten volle Sauerstoffsättigung. Eine Übersättigung des Wassers mit Sauerstoff (>14 mg/L) kann durch abnorm hohe Photosyntheseraten von Algen und Pflanzen entstehen. Dieses Szenario kann durch einen Überschuss an Nährstoffen im Wasser aus anthropogenen Quellen ausgelöst werden. Dies kann zu einem hohen Gehalt an organischen Stoffen im Wasser führen, was zu einer Untersättigung des Sauerstoffs führen kann, wenn Bakterien und Tiere die organischen Stoffe und den Sauerstoff im Wasser verbrauchen. Dies kann wiederum zu hypoxischen Bedingungen führen, in denen es kein Leben mehr gibt.

- In Gewässern kommt der gelöste Sauerstoff aus dem Kontakt mit der Luft und den Wasserpflanzen. Bewegtes Wasser erhält mehr Sauerstoff aus der Luft als stehendes Wasser.

- Trübung

- Regenrückhaltebecken: 15-76 FNU
- Standardkriterien: abhängig vom Kontext; Trinkwasserkriterien: 1 NTU (~1 FTU)
- Liepnitzsee: 0,64 - 0,84 FNU
- Die Trübung ist ein Maß dafür, wie klar oder trüb das Wasser ist. Trinkwasser hat in der Regel eine sehr geringe Trübung, weniger als 1 NTU (~1 FNU). Die Trübung des Regenbeckens lag zwischen 16 und 76 FNU, während die Trübung des Liepnitzsees, eines tiefer gelegenen Gewässers in Berlin, das zum Schwimmen genutzt wird, mit 0,64 bis 0,84 FNU deutlich niedriger war.
- Die Trübung des Regenbeckens kann von Sedimenten herrühren, die mit dem Regenwasserabfluss in das Becken gelangen. Ein weiterer Faktor könnte der hohe Anteil an organischer Substanz im Becken sein; im Sediment wurde ein Kohlenstoffgehalt von 12-20 % festgestellt, was einem Anteil von 24-40 % organischer Substanz entspricht. Hochwertige landwirtschaftliche Böden enthalten in der Regel 2 % organische Stoffe.
- Bei einem Hochwasserereignis, bei dem das Wasser im Becken 1 bis 2 Meter ansteigt, ist das Wasser merklich klarer. Bei normalem Wasserstand beträgt die maximale Tiefe des Beckens 50 cm, während die maximale Tiefe des Liepnitzsees 16 Meter beträgt.
- Trübung entsteht, wenn kleine Partikel wie Ton, Schlack, organische Partikel (wie Phytoplankton und Pflanzenreste) und chemische Ausfällungen (wie Eisen und Mangan) im Wasser schweben und die Lichtdurchlässigkeit einschränken, was sich auf Unterwasserpflanzen und Wasserorganismen auswirken kann, die Licht benötigen. Hohe Trübungswerte können auch die Fähigkeit der Fischkiemen beeinträchtigen, gelösten Sauerstoff aufzunehmen. Viren oder Bakterien können sich an Schwebeteilchen festsetzen, die sie vor der UV-Entkeimung des Wassers schützen können.
- Während klare Gewässer eine geringe Trübung aufweisen, gibt es auch Gewässer mit hoher Trübung, die dennoch gesunde Ökosysteme darstellen. In Mangrovegebieten beispielsweise kann der Wert bis zu 600 NTU betragen. Diese hohe Trübung ist notwendig, um Jungfische vor Räubern zu schützen; sie ist ein wesentlicher Bestandteil des Ökosystems. Daher hängt der Grad der "gesunden" Trübung für ein Ökosystem von seinem Kontext ab.

Er hängt von den historischen Werten ab, an die sich das Ökosystem entwickelt und angepasst hat. Schnelle, ungewöhnliche Veränderungen der Trübung können für Ökosysteme, die nicht an diese Bedingungen angepasst sind, Probleme verursachen.

- Rasche Veränderungen der Trübung können ein Hinweis auf erhebliche Verschmutzungen des Oberflächen- oder Grundwassers sein (z. B. ausgelöst durch Stürme, Tauwetter, Brände oder Leckagen, die mit menschlichen Aktivitäten verbunden sein können, die den Boden stören, wie Bau, Bergbau und Landwirtschaft).
  
- Nährstoffgehalt
  - Regenwasserbecken: Stickstoff 1 - 1,7 mg/L, mit einem Testergebnis von 4,8 mg/L; Phosphor 0,15 - 0,66 mg/L
  - Standardkriterien: Stickstoff 0,12 - 2,2 mg/L ; Phosphor 0,075 - 0,1 mg/L
  - Liepnitzsee: Stickstoff 0,26 mg/L; Phosphor 0,061 - 0,11 mg/L
  - Erhöhte Nährstoffgehalte, insbesondere Stickstoff und Phosphor, können zu Eutrophierung führen, d. h. zu einer ungewöhnlich hohen Photosyntheserate, die wiederum zu Algenblüten führen kann, die wiederum zu Hypoxie führen und das Licht für benthische Organismen, die in der Nähe der Sedimentschicht leben, blockieren. Phosphor ist in Süßwasserökosystemen in der Regel der begrenzende Nährstoff.
  - Die natürlich vorkommenden Nitrat- und Gesamtstickstoffwerte schwanken erheblich, und statistische Analysen von Wasserqualitätsdaten legen nahe, dass geeignete Referenzwerte zwischen 0,12 und 2,2 mg/L Gesamtstickstoff liegen,
  - "Störendes Algenwachstum ist in Flüssen und Bächen unterhalb des niedrigen Referenzwertes (0,1 mg/L) für Phosphor in diesem Indikator jedoch nicht ungewöhnlich (Dodds und Welch, 2000), und statistische Analysen von Wasserqualitätsdaten deuten darauf hin, dass die angemesseneren Referenzwerte für Gesamt-P je nach Ökoregion zwischen 0,01 und 0,075 mg/L liegen (U.S. EPA, 2002). Einige Bäche der untersten Kategorie können diese empfohlenen Wasserqualitätskriterien überschreiten (U.S. EPA, 2002).
  
- Bakterien
  - Regenwasser-Becken: E. coli 165 - >2.240 cfu/100ml; Enterokokken 47 - >200 cfu/100ml
  - Standard-Kriterien: E. coli <500 - 1000 cfu/100ml; Enterokokken <200-400 cfu/100ml
  - Referenzsee - Liepnitzsee: E. coli 2 - 8 cfu/100ml; Enterokokken 0 - 33 cfu/100ml
  - E. coli Bakterien besiedeln den Darmtrakt von Warmblütern. Sie können mit den Fäkalien in die Gewässer gelangen. Es ist ein wichtiger bakterieller Indikator, da es stark mit dem Vorhandensein von erregerbedingten Krankheiten im Wasser korreliert ist. In der EU-Baderichtlinie gilt ein Gewässer mit weniger als 500 cfu/100 mL E.coli als "ausgezeichnete" Qualität zum Schwimmen, und "gut", wenn es weniger als 1000 cfu/100 mL aufweist. Im Regenwasserbecken reichten die E.coli-Werte von 165 bis zu

mehr als 2420 cfu/ml. E. coli wird häufig zur Bewertung des Gesundheitszustands von Süßwasser-Badegebieten verwendet, während Enterokokken häufig für Salzwasser-Badegebiete verwendet werden.

- In der EU-Baderichtlinie gilt ein Gewässer mit weniger als 200 cfu/100 mL Enterokokken als "ausgezeichnete" Badequalität und als "gut", wenn der Wert unter 400 cfu/100 mL liegt. Im Regenwasserbecken reichten die Enterokokkenwerte von 47 bis über 200 cfu/ml. In den Labortestergebnissen wurde nicht angegeben, wie viel höher als 200 cfu/mL.
- Die Werte waren sowohl für E. coli als auch für Enterokokken viel höher als die Werte im Liepnitzsee.
  
- **Metalle**
  - Regenwasserbecken (µg/L): Arsen 0,75, Blei 5,6, Cadmium <0,3, Nickel 1,6, Quecksilber <0,2, Zink 110, Silber <1
  - Referenzkriterien - EU-Trinkwasserrichtlinie (µg/L): Arsen 10, Blei 5, Cadmium 5, Nickel 20, Quecksilber 1
  - Referenzkriterien für aquatisches Leben - US EPA (µg/L): Arsen 150, Blei 2,5, Cadmium 0,72, Nickel 2,5, Quecksilber 0,77, Zink 120
  - Die Bleikonzentration im Wasser übersteigt den empfohlenen Wert für Trinkwasser und für Wasserlebewesen. In der EU-Badegewässerrichtlinie sind Blei und andere Metalle nicht aufgeführt. Der im Regenwasserbecken festgestellte Bleigehalt betrug 5,6 µg/L. Der empfohlene Höchstwert für Trinkwasser beträgt 5 µg/L. Für aquatische Ökosysteme liegt die empfohlene Dauerkonzentration bei 2,5 µg/L. Bei allen anderen Metallen im Wasser wurden die empfohlenen Werte nicht überschritten. Blei kann zu Entwicklungsverzögerungen, Bluthochdruck und anderen Auswirkungen bis hin zum Tod führen.
  - Einige Metalle sind giftig, andere sind wichtige Mikronährstoffe. Eisen, Zink und Mangan sind bei relativ niedrigen Konzentrationen essenzielle Nährstoffe, bei hohen Konzentrationen jedoch giftig. Blei, Quecksilber und Cadmium sind nicht essenzielle Metalle, die schon in geringen Konzentrationen giftig sind. Sie werden gemeinhin als "Schwermetalle" bezeichnet, weil sie eine hohe Dichte aufweisen. "Metalloide", wie Arsen, haben Eigenschaften, die zwischen denen von Metallen und Nichtmetallen liegen. Metalle neigen dazu, sich in Sedimenten anzusammeln. "Die Geschichte der Metallverschmutzung in einem Wassereinzugsgebiet wird im Seesediment aufgezeichnet.
  
- **Sediment Analyse (Matsch)**
  - Regenwasserbecken: Arsen 6.7 - 7.1, Blei 125 - 161, Cadmium 1,4 - 1,7, Chrom 58 - 62, Kupfer 212 - 265, Nickel 32 - 35, Quecksilber 0,16 - 0,18, Zink 2000 - 2490 mg/kg
  - Standardkriterien für Böden in Parks und Freizeitanlagen: Arsen 125, Blei 1000, Cadmium 50, Chrom 1000, Nickel 350, Quecksilber 50
  - Standardkriterien für Kinderspielplätze: Arsen 25, Blei 200, Cadmium 10, Chrom 200, Nickel 70, Quecksilber 10 mg/kg.
  - Referenzsee - Liepnitzsee: nicht getestet

- Da die Kontaminationsgeschichte im Sediment aufgezeichnet ist, haben wir das Sediment des Beckens untersucht. Es wurden keine Metalle festgestellt, die über den Grenzwerten der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) für Kinderspielplätze und Park- und Freizeitanlagen liegen.
  - Der pH-Wert des Sediments ist nahezu neutral (6,6 - 6,9). In diesem Bereich sind die Nährstoffe für Pflanzen am besten bioverfügbar.
  - Das Sediment ist reich an organischen Stoffen (25-40 %). Es hat daher einen hohen Kohlenstoffgehalt (12-20 % organischer Gesamtkohlenstoff).
  - Das Sediment wird aufgrund seiner Korngrößenverteilung (Sand, Schluff, Ton) als Schlufflehm oder feiner sandiger Lehm eingestuft. Das bedeutet, dass es mehr Sand und Schluff als Ton enthält. Daher gibt er Nähr- und Giftstoffe ab, anstatt sie wie ein Ton zu binden.
  - In den Sedimenten wurden keine Pestizide nachgewiesen.
  - Die Sedimentschicht liegt unter dem Wasser und auf dem Betonboden des Beckens. Die Sedimentschicht hat sich aus Sedimenten, organischem Material und anderen Stoffen gebildet, die aus dem Becken einfließen, seit es vom US Army Corps of Engineers während der Besetzung des Flughafens Tempelhof durch die USA nach dem Zweiten Weltkrieg zubetoniert wurde.
- Beton Analyse
    - Regenwasserbecken: Arsen 1,7, Blei 2,4, Cadmium <0,10, Chrom 8,5, Kupfer 4,1, Nickel 5,3, Quecksilber <0,10, Zink 12 mg/kg. Es wurden keine Asbest- oder Chemiefasern (MMMF) nachgewiesen.
    - Standardkriterien für Böden in Parks und Freizeitgebieten: Arsen 125, Blei 1000, Cadmium 50, Chrom 1000, Nickel 350, Quecksilber 50
    - Standardkriterien für Kinderspielplätze: Arsen 25, Blei 200, Kadmium 10, Chrom 200, Nickel 70, Quecksilber 10 mg/kg.
    - Die Metallwerte im Beton sind weitaus geringer als die Metallwerte im Sediment. Im Beton wurden keine Asbest- oder Kunstfasern (MMMF) nachgewiesen. Das bedeutet, dass bei einer Entfernung des Betons keine Gefahr besteht, dass Giftstoffe aus dem Beton freigesetzt werden.
- Pflanzenanalyse (Schilf)
    - Regenwasserbecken: Arsen <1,0, Blei 4,3, Cadmium <0,10, Chrom 16, Kupfer 26, Nickel 7,9, Quecksilber <0,10, Zink 111 mg/kg.
    - Standardkriterien für Pflanzen in einem Grünland: Arsen 50, Blei 1200, Cadmium 20, Kupfer 1300, Nickel 1900, Quecksilber 2
    - Standardkriterien für Pflanzen im Ackerland: Arsen 0,4, Kupfer 1, Nickel 1,5, Zink 2
    - Da die Geschichte der Verschmutzung in den Sedimenten aufgezeichnet wird und die Verschmutzung in den Sedimenten sich in den Pflanzen bioakkumulieren kann, haben wir Proben aus dem Schilf im Einzugsgebiet genommen.
    - Die Menge der Metalle im Schilf lag weit unter den Grenzwerten der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) für Grünland. Sie lagen jedoch über den Kriterien für Pflanzen, die auf Ackerflächen angebaut werden. Daher sollten auf den Sedimenten im Becken keine Lebensmittel angebaut werden.

- Die Menge der Metalle in den Pflanzen war geringer als die Menge der Metalle im Sediment.

## Referenzen:

Anisfeld, S. C. (2010, Chapter 2). *Water resources*. Washington: Island Press.

European Union. (2006). *Bathing Water Directive Directive 2006/7/EC*. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/7/2014-01-01>

European Union. (2020). *Drinking Water Directive 2020/2184*. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj>

European Union. (1991). *Nitrates Directive 91/676/EEC*. Retrieved from <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/676/2008-12-11>

Guide Values for Contaminated Sites in Baden-Württemberg, Germany (UM & SM BW, 1993). Retrieved from: <https://www.agilent.com/cs/library/applications/5990-8414EN.pdf>

German Federal Ministry of Justice and Consumer Protection [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz]. (1998). *German Federal Soil Protection Act [Bundes-Bodenschutzgesetz] (BBodSchV)*. Last amended by Art. 7 G v. 25.2.2021 I 306. Retrieved from: <http://www.gesetze-im-internet.de/bbodschg/index.html>

German Federal Ministry of Justice and Consumer Protection [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz]. (2001). *German Federal Drinking Water Ordinance [Trinkwasserverordnung] (TrinkwV)*. Last amended by Art. 1 V v. September 22nd, 2021 I 4343. Retrieved from: [https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv\\_2001/BJNR095910001.html](https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html)

Moebius-Clune, B.N., D.J. Moebius-Clune, B.K. Gugino, O.J. Idowu, R.R. Schindelbeck, A.J. Ristow, H.M. van Es, J.E. Thies, H.A. Shayler, M.B. McBride, K.S.M Kurtz, D.W. Wolfe, and G.S. Abawi, (2016). *Comprehensive Assessment of Soil Health – The Cornell Framework*, Edition 3.2, Cornell University, Geneva, NY.

U.S. Geological Survey (n.d.). *Metals and Other Trace Elements*. Retrieved from: [https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/metals-and-other-trace-elements?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/metals-and-other-trace-elements?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)

US Environmental Protection Agency. (n.d.). Report on the Environment: Nitrogen and Phosphorus in Agricultural Streams. Retrieved from [https://cfpub.epa.gov/roe/indicator\\_pdf.cfm?i=31](https://cfpub.epa.gov/roe/indicator_pdf.cfm?i=31)

US Environmental Protection Agency. (n.d.). *Water Quality Criteria for Human Health*. Retrieved from <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-table>

US Environmental Protection Agency. (n.d.). *Water Quality Criteria for Aquatic Life*. Retrieved from <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>

US Environmental Protection Agency, National Aquatic Resource Surveys. (n.d.). Indicators: Dissolved Oxygen. Retrieved from <https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-dissolved-oxygen>

World Health Organization. (2017). *Water quality and health - review of turbidity: information for regulators and water suppliers*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254631>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO