

## Allgemeininformation - Problemlösungen zur Wasseraufbereitung

Viele Brunnenwässer sind mehr oder weniger nitrathaltig. Dabei werden häufig die Grenzwerte der TVO (Trinkwasserverordnung vom 01. Januar 2003, 50mg/l) um das Mehrfache überschritten. Oftmals haben diese Brunnenwässer auch einen niedrigen pH-Wert und sind deswegen aggressiv. - Bei Brunnenwässer aus tieferen Schichten werden mit zunehmender Tiefe auf natürlichem Wege Schadstoffe abgebaut. Diese Wässer können jedoch eisen- und manganhaltig sein. Aus hygienischer und gesundheitlicher Sicht sind Brunnenwässer aus tieferen Schichten den oberflächennahen Grundwässern in der Regel jedoch stets vorzuziehen!

Zur Lösung der einzelnen Probleme gibt es nun mehrere Möglichkeiten mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen, die hier nachfolgend erläutert werden:

### **Nitrat:**

#### **- Der Anionenaustauscher:**

Dabei werden Nitrationen gegen Chloridionen getauscht und der Nitratwert deutlich reduziert. Deswegen ist der Chloridwert zu beachten, damit dieser nicht die Grenze der TVO überschreitet. Auch der pH-Wert kann reduziert werden, was ggf. eine weitere Wasseraufbereitung erforderlich macht.

#### Vorteile:

- relativ geringe Anschaffungskosten, wenn nur eine Entnitrationsanlage genügt.
- einfache Handhabung.

#### Nachteile:

- Folgekosten durch Wartung und Salzverbrauch sowie Rückspülwasser.
- Umweltbelastung, in der Regel der eigenen Umwelt, durch die erhöhte Salzbelastung. **Dies kann insbesondere bei biologischen Kleinkläranlagen zu Problemen führen.**
- Verringerung des pH-Wertes und Erhöhung der Chloridwertes.
- Neigung zur Verkeimung.

Es gibt zeit- und mengengesteuerte Anionenaustauscher. Mengengesteuerte Anlagen haben den Vorteil, dass weniger Salz verbraucht wird. Nachteilig ist jedoch die erhöhte Neigung zur Verkeimung. Bei zeitgesteuerten Anlagen ist die Verkeimungsgefahr aufgrund der regelmäßigen Regeneration geringer; dafür ist jedoch der Salzverbrauch entsprechend höher.

#### **- Die Umkehrosmose:**

Gem. der neuen TVO muss das gesamte im Haus genutzte Wasser (Trinkwasser, zur Körperreinigung sowie zur Reinigung von Gegenständen, die mit dem Körper in Berührung kommen) der TVO entsprechen. Somit kommt in der Regel eine Aufbereitung mit einer Umkehr-Osmose-Anlage aus wirtschaftlicher Sicht kaum noch in Betracht.

#### Vorteile:

- hoher Rückhaltegrad

#### Nachteile:

- sehr hohe Investitions- und Folgekosten

#### **- Ein neuer, tieferer Brunnen:**

In der Regel hilft auch oftmals ein neuer, tieferer Brunnen, um aus tieferen Schichten nitratarmes Wasser zu fördern. Dies ist jedoch geogen bedingt nicht immer möglich.

#### Vorteile:

- Aus gesundheitlicher Sicht sind diese Wässer aus tieferen Schichten in der Regel den nitrathaltigen oberflächennahen Grundwässern stets vorzuziehen! - Man will doch sicher nicht aus einer Pfütze trinken.
- In vielen Fällen ist das Wasser ohne weitere aufbereitungstechnische Maßnahmen als Trinkwasser nutzbar, wodurch dann weitere Folgekosten vermieden werden.

#### Nachteile:

- Ggf. etwas höhere Investitionen, die sich in der Regel jedoch langfristig rechnen.
  - Geogen bedingt können Wässer aus tieferen Schichten jedoch eisen- / manganhaltig sein, was eine entsprechende Aufbereitung erfordert.
-

## **Saures, aggressives Wasser:**

### **- Aufmineralisierung:**

Saures Wasser entsteht in der Regel, wenn freie Kohlensäure nicht durch Carbonate gebunden wird. Hier eignet sich dann eine entsprechende Aufmineralisierung, in der das Wasser mit Mineralien angereichert wird.

#### Vorteile:

- relativ geringe Investitionskosten.
- geringe Folgekosten, weil sich die mineralische Füllung nur sehr langsam (abhängig vom Wasser und Verbrauch) verbraucht.
- eine natürliche Aufbereitung durch Mineralien.
- nahezu wartungsfrei

#### Nachteile:

- Je nach Material Verbackung der Filterfüllung möglich.
- Rückspülwasser

### **- Dosieranlagen:**

Dabei wird in der Regel proportional zum Wasserverbrauch (Durchfluss) eine Lauge zudosiert.

#### Vorteile:

- relativ geringe Investitionskosten.

#### Nachteile:

- Folgekosten durch Wartung und Nachkauf der Dosierlösung.

### **- Ein neuer, tieferer Brunnen:**

- siehe oben -

## **Verkeimtes Wasser:**

In der Regel genügt eine fachgerechte Chlorung, nach einer eventuellen Sanierung der Trinkwasserversorgungsanlage. Sollte dies nicht möglich sein, ist ein neuer Brunnen zu empfehlen - vorausgesetzt die Ursache liegt im Brunnen. Erst wenn dies ebenfalls nicht möglich ist, muss das Wasser mit entsprechenden Anlagen (UV-Bestrahlung oder Chlordosierung) behandelt werden. - Siehe auch "Was man zum Chlorieren wissen sollte"

### **- Chloren:**

Dabei werden alle Komponenten vom Brunnen bis zum Zapfhahn mit Chlor gereinigt. Dies muss fachgerecht erfolgen. Ggf. sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich.

#### Vorteile:

- kostengünstig

#### Nachteile:

- Folgekosten durch Chlor

### **- Ein neuer, tieferer Brunnen:**

- siehe oben -

### **- UV-Behandlung**

Durch eine intensive UV-Bestrahlung werden Keime abgetötet (vergl. abgekochtes Wasser). Das Wasser muss dazu schmutzfrei, d.h. frei von Schwebstoffen sein.

#### Vorteile:

- keine chemische Behandlung

#### Nachteile:

- Folgekosten durch regelmäßigen Austausch der Brenner.

### **- Chlordosierung:**

Dabei wird mengenproportional Chlor dem Rohwasser zugeführt. - Vergl. Dosieranlagen, oben.

---

## **Eisen / Mangan:**

Eisen- und / oder manganhaltige Wässer können mit verschiedenen Verfahren aufbereitet werden:

### **- Unterirdische Wasseraufbereitung:**

Dieses Verfahren löst zunehmend die klassische Wasseraufbereitung ab. Die Grundzüge sind jetzt im DVGW-Arbeitsblatt W 223, Teil 3 festgeschrieben. Dabei wird eine Teilwassermenge mit Sauerstoff aus der Umgebungsluft angereichert und über den Brunnen dem Grundwasserleiter zugeführt. Somit wird der natürliche Aufbereitungsprozess im gewachsenen Boden bereits vor der Förderung aktiviert.

#### Vorteile:

- Sehr hoher Wirkungsgrad
- keine Rückspülung und kein Rückspülwasser
- nahezu wartungsfrei
- hohe Verfügbarkeit und lange Lebensdauer
- verlängerte Lebensdauer des Brunnens
- geringe Betriebskosten
- pH-Wertanhebung durch Teilentsäuerung
- hohe Verfügbarkeit durch lange Lebensdauer

#### Nachteile:

- Keine Splittung des Brunnenwassers möglich, z. B. Garten und Haus; es kann nur das gesamte Brunnenwasser aufbereitet werden.

### **- Kiesbettfilteranlagen:**

Bei Kiesbettfilteranlagen unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Anlagen. Aus hygienischer Sicht sind die geschlossenen Anlagen den offenen vorzuziehen.

#### **- Offene Kiesbettfilteranlagen:**

Dabei wird das Wasser im oberen Bereich verdüst und mit Sauerstoff gesättigt, so dass Eisen / Mangan oxidiert und anschließend mechanisch gefiltert wird.

#### Vorteile:

- hoher Wirkungsgrad
- pH-Wertanhebung durch Entsäuerung

#### Nachteile:

- erhebliche Mengen Rückspülwasser
- wartungsintensiv
- verkeimungsanfälliger durch offene Anlage
- größerer Energieaufwand durch zweite Druckerhöhungspumpe

### **- Kiesbettfilteranlagen:**

Bei Kiesbettfilteranlagen unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Anlagen. Aus hygienischer Sicht sind die geschlossenen Anlagen den offenen vorzuziehen.

#### **- Offene Kiesbettfilteranlagen:**

Dabei wird das Wasser im oberen Bereich verdüst und mit Sauerstoff gesättigt, so dass Eisen / Mangan oxidiert und anschließend mechanisch gefiltert wird.

#### Vorteile:

- hoher Wirkungsgrad
- pH-Wertanhebung durch Entsäuerung

#### Nachteile:

- erhebliche Mengen Rückspülwasser
  - wartungsintensiv
  - verkeimungsanfälliger durch offene Anlage
  - größerer Energieaufwand durch zweite Druckerhöhungspumpe
-

- **Birm- und Greensandfilteranlagen:**

Diese Filteranlagen sind geschlossene Filteranlagen zur Reduzierung von Eisen und ggf. Mangan. Zur Entmanganung ist in der Regel als Oxidationsmittel Kaliumpermanganat erforderlich. Dazu ist vom Gesetzgeber vorgeschrieben, dass von den jeweiligen Händlern und Kunden eine Verbleibserklärung unterzeichnet wird.

Vorteile:

- relativ geringe Investitionskosten

Nachteile:

- geringer Rückhaltegrad, insbesondere bei Mangan
- problematisch bei manganhaltigen Wässern
- erhebliche Mengen Rückspülwasser
- Unterzeichnung einer Verbleibserklärung bei Abgabe / Annahme von Kaliumpermanganat
- halbjährliche, kostenpflichtige Registrierung bei Einsatz von Kaliumpermanganat gem. Grundstoffüberwachungsgesetz (überwachungspflichtiger Grundstoff)

- **Enteisungs- / Entmanganungs- und Enthärtungsanlagen mit Cristal Clear:**

Auch diese Filteranlagen sind geschlossene Anlagen, ähnlich wie Birm- oder Greensandanlagen. Als Regenerationsmittel dient Salz.

Vorteile:

- relativ geringe Investitionskosten
- einfache Handhabung.

Nachteile:

- Folgekosten durch Wartung und Salzverbrauch sowie Rückspülwasser.
- problematisch bei manganhaltigen Wässern
- Umweltbelastung, in der Regel der eigenen Umwelt, durch die erhöhte Salzbelastung. **Dies kann insbesondere bei biologischen Kleinkläranlagen zu Problemen führen.**
- erhebliche Mengen Rückspülwasser

Weitere sachliche Informationen können bei uns sowie entsprechenden Fachfirmen eingeholt werden.

---

## **Auszüge aus der TVO (Trinkwasserverordnung vom 03. Mai 2011)**

Es ist nicht Ziel hier die TVO wiederzugeben. Es sollen aus der TVO auszugsweise nur einige wesentliche Grenzwerte genannt werden.

Die TVO ist Bestandteil des Bundesgesetzes.

Gem. Abschnitt1, §1 gilt: "Das Trinkwasser für den menschlichen Gebrauch muß genußtauglich und rein nach Maßgabe der Vorschriften der TVO sein."

### **Eine wesentliche Änderung ist in §3 enthalten:**

"Trinkwasser" ist alles Wasser, welches zur

- Zubereitung von Speisen und Getränken sowie auch zur
- zur Körperpflege und -reinigung (Waschbecken, Dusche, Wanne),
- zur Reinigung von Gegenständen die mit Lebensmitteln in Berührung kommen (Spülmaschine) und
- zur Reinigung von Gegenständen die mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen (Waschmaschine).

Folglich muss das gesamte Wasser, für den menschlichen Gebrauch, genutzte Wasser der TVO entsprechen

Des weiteren wird zwischen "Trinkwasser" und "Wasser für Lebensmittelbetriebe" differenziert. Für letztere gelten in einigen Bereichen, insbesondere für die Mikrobiologie, strengere Auflagen, die zu beachten sind.

### **Bakteriologische Untersuchungen:**

Diese Erfordernis gilt als nicht erfüllt, wenn Trinkwasser in 100 ml Escherichia coli enthält (Grenzwert). Gleiches gilt für Enterokokken und coliforme Bakterien.

In Trinkwasser soll die Koloniezahl den Richtwert von 100 je ml bei einer Bebrütungstemperatur von  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  und 1.000 je ml bei einer Bebrütungstemperatur von  $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  nicht überschreiten.

Bei Trinkwasser aus Eigen- und Einzelversorgungsanlagen, aus denen nicht mehr als  $1.000 \text{ m}^3/\text{a}$  entnommen werden, soll die Koloniezahl den Richtwert von

1.000 je ml bei  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  und

100 je ml bei  $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

nicht überschreiten.

---

Chemische Untersuchungen:

Die Untersuchungen sind hier und da unterschiedlich. Nachfolgend nennen wir nur die wesentlichen Stoffe und deren Grenzwerte:

Einige Grenzwerte chemischer Stoffe:

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ):	50	mg/l <sup>1)</sup>
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ):	0,5	mg/l <sup>1)</sup>
( $\text{NO}_3^-$ :50) + ( $\text{NO}_2^-$ :3):	1	mg/l <sup>1)</sup>
Eisen (Fe):	0,2	mg/l
Mangan (Mn):	0,05	mg/l
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch:	20	mg/l
Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ):	0,5	mg/l
Kupfer (Cu):	2	mg/l
Nickel: (Ni):	0,02	mg/l
Blei (Pb):	0,01	mg/l
Aluminium (Al):	0,2	mg/l
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ):	250	mg/l
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):	240	mg/l

<sup>1)</sup> Die Summe aus (Nitrat : 50mg/l) + (Nitrit : 3mg/l) muss  $\leq 1$  sein.

Einige Grenzwerte zur Beschaffenheit des Trinkwassers:

pH-Wert:	6,5 - 9,5	
Leitfähigkeit:	2.500	$\mu\text{S/cm}$ (bei 20°C)
Oxidierbarkeit:	5	mg/l bezogen auf Sauerstoff O <sub>2</sub>
Oxidierbarkeit:	20	mg/l bez. auf Kaliumpermanganat KMnO <sub>2</sub>

Organisch-chemische Stoffe:

zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung, einschl. ihrer toxischen Hauptabbauprodukte:

einzel:	0,0001 mg/l
insgesamt:	0,0005 mg/l

**Umrechnung von Analyseergebnissen****früher übliche Angaben****jetzt gültige Angaben**

elektrische Leitfähigkeit	1 $\mu\text{S}/\text{cm}$		0,1 mS/m	elektrische Leitfähigkeit	bei 20°C
m-Wert	-	1 mval/l	1 $\text{mol}/\text{m}^3$	Säurekapazität bei pH 4,3 x 2,8 ergibt die Karbonathärte	bei 25°C
p-Werte	-	1 mval/l	1 $\text{mol}/\text{m}^3$	Säurekapazität bei pH 8,2	bei 25°C
freie Kohlensäure (CO <sub>2</sub> ) (als Basekapazität gemessen)	1 mg/l	-	22,7 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Basekapazität bei pH 8,2	bei 25°C
Karbonathärte	1 °dH	0,357 mval/l	357 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Säurekapazität bis pH 4,3	bei 25°C
Calcium	1 mg/l	0,05 mval/l	25,0 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Calcium	(Ca <sup>2+</sup> )
Magnesium	1 mg/l	0,082 mval/l	41,2 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Magnesium	(Mg <sup>2+</sup> )
Gesamthärte	1 °dH	0,357 mval/l	179 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Summe Erdalkalien	(Härte)
Natrium	1 mg/l	0,043 mval/l	43,5 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Natrium	(Na <sup>+</sup> )
Kalium	1 mg/l	0,025 mval/l	25,6 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Kalium	(K <sup>+</sup> )
Eisen, gesamt	1 mg/l	0,035 mval/l	17,9 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Eisen, gesamt	(Fe)
Mangan, gesamt	1 mg/l	0,036 mval/l	18,2 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Mangan, gesamt	(Mn)
Zink	1 mg/l	0,031 mval/l	15,3 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Zink	(Zn)
Kupfer	1 mg/l	0,031 mval/l	15,7 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Kupfer	(Cu)
Ammonium	1 mg/l	0,056 mval/l	55,5 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Ammonium	(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
Hydrazin	1 mg/l	-	31,2 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Hydrazin	(N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )
Nitrit	1 mg/l	0,022 mval/l	21,7 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Nitrit	(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )
Nitrat	1 mg/l	0,016 mval/l	16,1 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Nitrat	(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Chlorid	1 mg/l	0,028 mval/l	28,2 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Chlorid	(Cl <sup>-</sup> )
Sulfat	1 mg/l	0,02 mval/l	10,4 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Sulfat	(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )
Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	1 mg/l	0,042 mval/l	7,1 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Phosphat	(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )
Kieselsäure (SiO <sub>2</sub> )	1 mg/l	0,016 mval/l	16,6 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Silizium, gesamt	(Si)
Kaliumpermanganatverbrauch	1 mg/l	-	7,9 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Oxidierbarkeit, Mn VII -> II	(als O <sub>2</sub> )
Chlor, frei (Cl <sub>2</sub> )	1 mg/l	0,028 mval/l	14,1 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Chlor, oxidierend, frei	( als Cl <sub>2</sub> )
Chlor, gesamt (Cl <sub>2</sub> )	1 mg/l	0,028 mval/l	14,1 $\text{mmol}/\text{m}^3$	Chlor, oxidierend, gesamt	( als Cl <sub>2</sub> )

## **Literaturhinweise**

Karl Höll: "Wasser", Verlag de Gruyter, Berlin, New York 1986

Katalyse: "Das Wasserbuch", Verlag Kiepenheuer & Witsch, Köln 1993

Endress + Hauser: "Abwasser", Druckerei Plüss, Dormagen 1992

Ministerium für Arbeit und Soziales des Landes NRW: "Möglichkeiten der Sanierung von Einzeltrinkwasserversorgungsanlagen mit aufbereitungstechnischen Maßnahmen", 1991

Karin Linssen (Dissertation): "Vergleichende Untersuchung von Anlagen zur Herabsetzung von Nitrat und anderen Störstoffen im Trinkwasser von Eigen- und Einzelwasserversorgungsanlagen, IWW Mühlheim, 1990.

Bundesgesetzblatt: "Bekanntmachung der Neufassung der Trinkwasserverordnung (TVO) vom 5.12.1990", Bonn.

Rainer Schüle, Martin Ufheil: "Thermische Solaranlagen", Öko-Institut Freiburg, 1995

Franz Alt: "Die Sonne stellt uns keine Rechnung", Verlag: Piper, München, Zürich 1994

Freiburger Solarenergie-Führer, Umweltschutzamt Stadt Freiburg im Breisgau, 1995

Klaus W. König: "Regenwassernutzung von A-Z", Herausgeber: MALLBETON GmbH, DS-Pföhren, 1994

Redaktion: Dipl.-Biologin Michaela Nolte: "BINE"

Thermische Solaranlagen, Öko-Institut e.V.

Hausgeräte-, Beleuchtungs- und Klimatechnik, Vogel Buchverlag Würzburg

---