



## **Merkblatt Nr. 1.6/2**

**Stand: September 2013**

Ansprechpartner: Referat 91

### **Möglichkeiten der Nitratentfernung aus dem Trinkwasser**

#### **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>AUFBEREITUNGSTECHNIKEN</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>IONENAUSTAUSCH</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>UMKEHROSMOSE</b>	<b>3</b>
<b>2.3</b>	<b>NANOFILTRATION</b>	<b>4</b>
<b>2.4</b>	<b>BIOLOGISCHE VERFAHREN</b>	<b>4</b>
<b>2.5</b>	<b>ELEKTRODIALYSE</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>BESONDERHEITEN BEI KLEINANLAGEN ZUR EIGENVERSORGUNG</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>6</b>

## 1 EINLEITUNG

In Bayern werden über 90 % des Rohwassers für die Wasserversorgung aus dem Grundwasser gewonnen. Nach wie vor weisen jedoch einige Grundwasserkörper erhöhte bis stark erhöhte Nitratgehalte auf. Im Bericht "Grundwasser für die öffentliche Wasserversorgung: Nitrat und Pflanzenschutzmittel", welcher unter [www.lfu.bayern.de/wasser/grundwasserqualitaet/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/grundwasserqualitaet/index.htm) regelmäßig neu veröffentlicht wird, werden unter anderem die Nitratkonzentrationen im Grundwasser, welches für die öffentliche Wasserversorgung verwendet wird, dargestellt. Daraus geht hervor, dass ca. 18 % des Grundwassers in Bayern eine erhöhte Nitratkonzentration zwischen 25 und 50 mg/l und ca. 3 % eine Konzentration über 50 mg/l aufweisen (Stand 2007). Stickstoff wird verbreitet als Düngemittel in der Landwirtschaft eingesetzt. Insbesondere im Rahmen von intensiver landwirtschaftlicher Nutzung können Düngungen zu Nährstoffüberschüssen im Boden führen. Durch die gute Wasserlöslichkeit wird Nitrat aus dem Boden ausgewaschen und gelangt ins Grundwasser.

Die „Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV)“ legt in § 6 Absatz 2 den Grenzwert für Nitrat mit 50 mg/l fest. Weiterhin ist die Bemerkung in der Trinkwasserverordnung zum Grenzwert zu beachten. Diese besagt: „Die Summe der Beträge aus Nitratkonzentration in mg/l geteilt durch 50 und Nitritkonzentration in mg/l geteilt durch 3 darf nicht größer als 1 sein.“

Im Sinne einer gesunden Umwelt und eines geordneten Wasserhaushaltes sowie im Einklang mit der entsprechenden Gesetzgebung, insbesondere mit der Grundwasserverordnung und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie sollen bei überhöhten Nitratgehalten im Grundwasser Maßnahmen zur Reduzierung erfolgen. Zuerst soll also die Beseitigung der Ursachen im Vordergrund stehen, um vor allem einen Eintrag ins Trinkwasser zu minimieren. Maßnahmen im Einzugsgebiet der Wasserfassung zur Reduzierung des Nitratreintrags sind z.B. Beschränkungen des Einsatzes von Düngemitteln oder Umstellung der landwirtschaftlichen Nutzung (LfU-Merkblatt 1.2/2). Treten durch diese Maßnahmen kurz- bis mittelfristig keine nennenswerten Verbesserungen ein, sollten Alternativen zur derzeit bestehenden Wasserversorgung geprüft werden. Erst wenn diese Maßnahmen keinen Erfolg aufweisen, sollten technische Abhilfemaßnahmen erfolgen. Durch das Mischen mit geringer belastetem Grundwasser könnte ggf. die Einhaltung des Grenzwertes gewährleistet werden. Die Nitratentfernung durch eine Wasseraufbereitung sollte erst nach Prüfung der vorher genannten Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Dies gilt in gleicher Weise für die zentrale, öffentliche Wasserversorgung gemäß DIN 2000 wie für die Kleinanlagen zur Eigenversorgung gemäß DIN 2001.

## 2 AUFBEREITUNGSTECHNIKEN

Folgende Techniken für die Aufbereitung nitrathaltigen Wassers stehen grundsätzlich zur Verfügung:

- Ionenaustausch
- Umkehrosmose
- Nanofiltration
- Biologische Verfahren
- Elektrodialyse

Diese werden in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

Für die öffentliche Wasserversorgung wurde von den grundsätzlich zur Verfügung stehenden Techniken die Elektrodialyse als Aufbereitungsverfahren zur Nitratverminderung derzeit nicht verwirklicht. Für Kleinanlagen zur Eigenversorgung sind Ionenaustausch, Umkehrosmose oder Nanofiltration geeignet.

Bei der Planung von Aufbereitungsanlagen ist unter anderem die ordnungsgemäße Entsorgung anfallenden Abwassers und Abfalls und mögliche Vor- und Nachbehandlung des Wassers je nach Aufbereitungsverfahren und der Wasserbeschaffenheit zu berücksichtigen. Weiterhin sollte überlegt werden, ob eine Vollstrom- oder Teilstrombehandlung sinnvoll ist. Dies hängt insbesondere von der jeweiligen Wasserbeschaffenheit ab.

## 2.1 IONENAUSTAUSCH

In verschiedenen Abwandlungen werden Ionenaustauscher zur Enthärtung oder auch zur Uranentfernung in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzt.

Die Austauscherharze werden je nach Art ihrer funktionellen Gruppen als Kationen-Austauscher zur Entfernung z.B. der Härtebildner Calcium und Magnesium sowie als Anionen-Austauscher zur Entfernung z.B. von Sulfat oder Nitrat eingesetzt. Sie müssen, nachdem sie „beladen“ sind, durch eine Regeneration wieder funktionsfähig gemacht werden.

Im Haushalts- bzw. im Kleinanlagenbereich werden Anionenaustauscher zur Nitratentfernung eingesetzt, welche den Regelungen der DIN EN 15219 entsprechen müssen. Weiterhin müssen die im Trinkwasserbereich eingesetzten Austauscherharze in die Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren nach §11 der Trinkwasserverordnung aufgenommen sein.

### CARIX® Verfahren

Das CARIX® -Verfahren (Carbon Dioxide Regenerated Ion Exchangers) wird derzeit nur in der öffentlichen Wasserversorgung zur Entfernung von Härtebildnern, Sulfat, Chlorid und Nitrat eingesetzt. Dieses Verfahren kombiniert einen schwach sauren Kationenaustauscher und einen stark basischen Anionenaustauscher. Somit werden in dem Kationenaustauscher z.B. Magnesium oder Calcium gegen Wasserstoff-Ionen und in dem Anionenaustauscher z.B. Sulfat, Nitrat und Chlorid (Austausch in dieser Reihenfolge) gegen Hydrogencarbonat-Ionen ausgetauscht. Aus dem abgegebenen Hydrogencarbonat entsteht Kohlendioxid, welches zurückgewonnen und für die Regeneration genutzt werden kann. Das Abwasser enthält nur die zu entfernenden Ionen. Das Verfahren wird vorzugsweise bei der Nitratentfernung von gleichzeitig chlorid- und sulfathaltigen Muschelkalk- und Gipskeuperwässern eingesetzt. Bei hohen Sulfatkonzentrationen muss jedoch darauf geachtet werden, dass eine ausreichende Nitratentfernung erfolgt. Für das CARIX Verfahren ist das DVGW Arbeitsblatt W 235-3 zu beachten.

## 2.2 UMKEHROSMOSE

Bei der Umkehrosмосe wird das salz-(nitrat)-haltige Wasser durch eine semipermeable Membran gepresst und dabei in ein salzarmes Reinwasser sowie in ein stark salzhaltiges Abwasser aufgetrennt. Durch die dichte Membran werden weitgehend alle Wasserinhaltsstoffe entfernt. Das Haupteinsatzgebiet der Umkehrosмосe ist die Meer- und Brackwasserentsalzung. In der Wasseraufbereitung wird dieses Verfahren z.B. zur Enthärtung, Nitrat- oder Sulfatentfernung eingesetzt. Die Umkehrosмосe ist besonders dann geeignet, wenn neben der Nitratentfernung z.B. auch eine Härte- und/oder Sulfatreduzierung erreicht werden soll. Für den Einsatz zur Nitratentfernung empfiehlt sich auch aus korrosionschemischen Gründen in der Regel die Aufbereitung eines Teilstromes und anschließende Verschnidung mit dem Rohwasser.

Folgendes sollte beachtet werden:

- Umkehrosmosemembranen sind nicht spülbar (s. dazu DVGW-Wasserinformation Nr. 72), daher wird gegebenenfalls eine Vorbehandlung (z.B. Trübstoffentfernung) des aufzubereitenden Wassers nötig.
- Dieses Verfahren ist nicht nitratselektiv. Daher muss überprüft werden, ob das Wasser anschließend ausreichend korrosionsstabil ist oder ob zusätzlich entsäuert werden muss bzw. eine Aufhärtung notwendig wird.
- Verfahrensbedingt fällt ein verhältnismäßig hoher Anteil als salzreiches Abwasser an.

### 2.3 NANOFILTRATION

Die Nanofiltration kann für die Enthärtung, Nitrat-, Sulfat- oder DOC-Entfernung verwendet werden. Die Funktionsweise ist ähnlich der Umkehrosmose, aber mit geringerem Druck aufgrund größerer Durchlässigkeiten. Mit dieser Technik können auch Viren, Bakterien, mehrwertige Ionen und hochmolekulare organische Substanzen entfernt werden. Einwertige Ionen oder niedermolekulare organische Substanzen (z.B. einige Pestizide) werden nicht ausreichend entfernt (s. dazu DVGW-Wasserinformation Nr. 72).

Folgendes sollte beachtet werden:

- Nanofiltration- und Umkehrosmosemembranen sind nicht spülbar (s. dazu DVGW-Wasserinformation Nr. 72), daher wird gegebenenfalls eine Vorbehandlung des aufzubereitenden Wassers nötig.
- Dieses Verfahren ist nicht nitratselektiv. Daher muss überprüft werden, ob das Wasser anschließend ausreichend korrosionsstabil ist oder ob zusätzlich entsäuert werden muss bzw. eine Aufhärtung notwendig wird.

### 2.4 BIOLOGISCHE VERFAHREN

Bei biologischen Verfahren wandeln denitrifizierende Bakterien im Zuge ihres Stoffwechselprozesses Nitrat zu elementarem Stickstoff um. Diese Aufbereitungstechnik zur Nitratreduzierung ist im Betrieb oftmals schwierig zu handhaben und wurde daher selten verwirklicht.

### 2.5 ELEKTRODIALYSE

Bei diesem Verfahren werden mit Hilfe eines elektrischen Feldes Ionen aus dem Wasser entfernt. Dies stellt momentan jedoch keine gängige Technologie zur Nitratentfernung dar.

## 3 BESONDERHEITEN BEI KLEINANLAGEN ZUR EIGENVERSORGUNG

Grundsätzlich ist die Versorgung durch die öffentliche Trinkwasserversorgung anzustreben. Sollten hygienisch-technische Gründe (hohe Stagnation durch lange Rohrleitungen) oder ein „unangemessen hoher Aufwand“ (DIN 2001-1) gegen einen Anschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung sprechen, können im Einzelfall Aufbereitungsmaßnahmen im Haushalt notwendig werden. Zur Nitratentfernung für Kleinanlagen zur Eigenversorgung kommen die Techniken Anionenaustausch, Umkehrosmose oder Nanofiltration in Betracht. Welches Verfahren geeignet ist und welche weiteren Aufbereitungsschritte notwendig sind, sollte von einem Fachunternehmen geprüft werden.

Zusammenfassend gilt für die Kleinanlagen:

- Die DIN 2001-1 „Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen – Teil 1: Kleinanlagen – Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Anlagen, Technische Regel des DVGW“ ist einzuhalten.
- Für Planung, Einbau und Wartung sollten immer das Gesundheitsamt und ein Fachunternehmen mit Erfahrungen auf dem Gebiet von Kleinanlagen einbezogen werden. Die Wahl des geeigneten Verfahrens setzt Kenntnis der Wasserbeschaffenheit voraus.
- Beratung und Kauf von Nitrataufbereitungsanlagen sollten grundsätzlich nur über den Fachhandel erfolgen. Wenn vorhanden, sollten diese Geräte zur Sicherstellung der Funktions- und Betriebssicherheit das DVGW-Prüfzeichen besitzen. Unter [www.dvgw-cert.com](http://www.dvgw-cert.com) können die zertifizierten Geräte eingesehen werden.
- Weiterhin ist zu klären, ob eine Voll- bzw. eine Teilstrombehandlung notwendig ist. Dies hängt ebenfalls von der Wasserbeschaffenheit ab, z.B. ob neben Nitrat weitere Stoffe entfernt werden müssen.
- Geräte mit automatischer Regeneration oder Reinigung sind anderen vorzuziehen.
- Je nach Wasserbeschaffenheit muss ggf. eine Vorbehandlung (z.B. Trübstoffentfernung) vorgeschaltet werden. Weiterhin ist nach der Aufbereitung sicherzustellen, dass das Wasser aus korrosionschemischer und hygienischer Sicht einwandfrei ist. Dafür könnte ggf. eine Nachbehandlung zur Einstellung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts, Aufhärtung oder Desinfektion nötig sein.
- Ein Wartungsvertrag mit einer Fachfirma sollte abgeschlossen werden. Wird das Trinkwasser aus einer Kleinanlage gewerblich genutzt oder an Dritte abgegeben, muss ein Wartungsvertrag abgeschlossen werden (s. dazu DIN 2001-1, Kapitel 7.6.1).

Speziell beim Einsatz der Ionenaustauscher, welche mit Salzlösungen regeneriert werden, sind folgende Kriterien zu beachten:

- Nitrat wird im Ionenaustauscher gegen Chlorid ausgetauscht. Daher ist der Grenzwert der Trinkwasserverordnung für Chlorid von 250 mg/l zu beachten. Weiterhin begünstigt Chlorid nach DIN 12502 Teil 2 und 3 vorrangig Mulden- und Lochkorrosion. Die Erhöhung der Chloridkonzentration kann also örtlich die Korrosion fördern. Auswirkungen auf die Hausinstallation sind demnach zu beachten.
- Mangelhafte Wartung bzw. nicht sachgerechter Betrieb der Anlagen können zu einer gesundheitlichen Gefährdung durch Keimvermehrung und zu Korrosionsschäden in Installationsleitungen führen.

## 4 LITERATUR

DVGW Wasserinformation Nr. 72 (Ausgabe 04/09): Nanofiltration und Umkehrosmose

DVGW Wasserinformation Nr. 10 (Ausgabe 08/87): Erklärung des DVGW zum Einsatz von Geräten zur Nitratentfernung in der Trinkwasser-Hausinstallation

DIN EN 15219 (Ausgabe 11/07): Anlagen zur Behandlung von Trinkwasser innerhalb von Gebäuden – Nitratentfernungsanlagen – Anforderungen an Ausführung, Sicherheit und Prüfung

DIN 12502 Teil 2 und 3 (Ausgabe 12/04): Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe – Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und speichersystemen

Teil 2: Einflussfaktoren für Kupfer und Kupferlegierungen

Teil 3: Einflussfaktoren für schmelztauchverzinkte Eisenwerkstoffe

DIN 2001 Teil 1 (Ausgabe 05/07): Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen – Teil 1: Kleinanlagen – Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Anlagen, Technische Regel des DVGW

DIN 2000 (Ausgabe 10/00): Zentrale Trinkwasserversorgung – Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Versorgungsanlagen, Technische Regel des DVGW

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung- TrinkwV 2001) vom 03. Mai 2011

Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV) vom 09. November 2010

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 (Wasser-rahmenrichtlinie)

LfU-Merkblatt 1.2/2 (Ausgabe 08/01): Vermeidung und Sanierung von Nitratkontaminationen im Grund- und Trinkwasser

---

### Impressum:

Herausgeber:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0  
Telefax: 0821 9071-5556  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Postanschrift:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
86177 Augsburg

Bearbeitung:  
Ref. 91

Bildnachweis:

Stand:  
September 2013

