

# Mischwasser – ein Problem?

Dr. Wolfgang MÖLLER, Luisenthal

Die **Versorgung** mit Mischwasser ist an sehr viele Randbedingungen geknüpft. Neben der **Wasserqualität** sind die **Kosten** für die Umstellung zu beachten.

## Kriterien der Verwendung von Mischwasser

Zur Deckung des Trinkwasserbedarfs in ausreichender Menge und Qualität war es seit Beginn der öffentlichen Wasserversorgung oft erforderlich, das Wasser verschiedener Gewinnungsanlagen gemeinsam in ein Verteilungsnetz einzuspeisen. Die Verteilung erfolgt unter Berücksichtigung des Bedarfs an Trinkwasser und der Kapazität der verwendeten Gewinnungsanlagen. Die Mischung wird meistens im Rohrnetz vorgenommen. Werden Tiefbrunnen und Quellen gemeinsam für ein Versorgungsgebiet genutzt, kommt es unter Umständen in Abhängigkeit von der Quellschüttung zu jahreszeitlich stark unterschiedlichen Mischwasserzusammensetzungen. Auch zur Sicherung der Trinkwasserqualität wird in einigen Gebieten mit geogenen Grenzwertüberschreitungen (z. B. Arsen, Sulfat) Mischwasser genutzt.

Das Problem „Mischwasser“ wird bei der gegenwärtigen Diskussion in Thüringen ausschließlich auf eine Mischung aus weichem Talsperrenwasser mit örtlichen harten Grundwasservorkommen reduziert. Praktiziert wird diese Mischung allerdings im großen Maßstab noch nicht.

Die Entscheidung über die Verwendung von Mischwasser in einem Versorgungsgebiet sollte folgende Kriterien in der angegebenen Reihenfolge berücksichtigen:

- Trinkwasserqualität
- Versorgungssicherheit
- Kosten für die Mischwasserbereitung und -verteilung
- Nachhaltigkeit der Wasserversorgung.

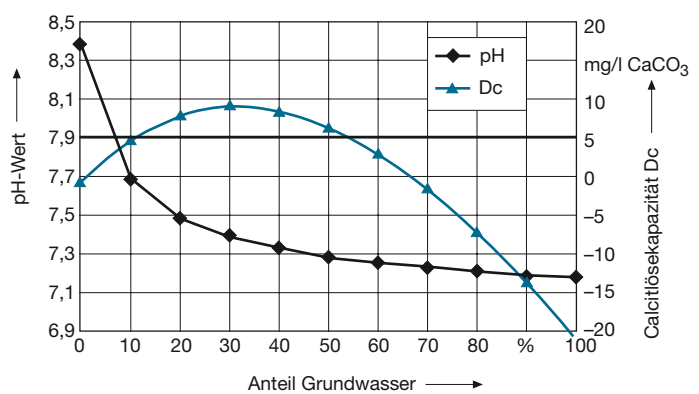
## Sicherung der Trinkwasserqualität

Die Trinkwasserqualität wird im Wesentlichen durch das Verteilungsnetz beeinflusst. In Thüringen gibt es keine größeren Trinkwassergewinnungsanlagen, die Trinkwasser für die Öffentlichkeit in nicht ausreichender Qualität zur Verfügung stellen. Kritische Qualitätsbeeinträchtigungen wie Erhöhung der Koloniezahl, der Trübung und des Eisengehalts werden bei der Trinkwasserverteilung erzeugt. Deshalb sind zur Sicherung der Trinkwasserqualität bei Verwendung von Mischwasser folgende Punkte zu beachten:

- Mischbarkeit der einzelnen Wässer unter Berücksichtigung des DVGW-Arbeitsblatts W 216 und der Calcitlösekapazität
- Zentrale Mischung zur Sicherung einer konstanten Mischwasserzusammensetzung (Wasser gleicher Beschaffenheit) im gesamten Versorgungsgebiet
- Prüfung des Zustands des Rohrnetzes
- Prüfung der Notwendigkeit des Einsatzes von Korrosionsinhibitoren noch vor der Umstellung auf Mischwasser.

Die Wasserbeschaffenheit hängt von den geologischen und biologischen Gegebenheiten des Einzugsgebiets und der Art des Wasservorkommens (Tiefbrunnen, Quelle, Uferfiltrat oder Talsperre) ab. Wichtige Qualitätsparameter zur Charakterisierung der Wasserbeschaffenheit sind:

- Temperatur
- pH-Wert
- Säurekapazität  $K_{S4,3}$
- Calcium und Magnesium
- Calcitlösekapazität
- Chlorid, Sulfat und Nitrat
- Phosphat
- Sauerstoff
- gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)



**BILD 1 PH-WERT UND CALCITLÖSEKAPAZITÄT DC eines Mischwassers aus Fernwasser und hartem Grundwasser**

- assimilierbarer organisch gebundener Kohlenstoff (AOC)
- mikrobiologische Beschaffenheit.

## Chemische und biologische Eigenschaften der Ausgangswässer beachten

Werden die chemischen und biologischen Eigenschaften der Ausgangswässer nicht beachtet, so kann es bei Verteilung eines unkontrollierten Mischwassers zur Korrosion bei metallischen Installationsmaterialien und Rohrleitungen und zur Auflösung von Inkrustationen oder Deckschichten kommen. Unter Umständen ist auch eine Wiederverkeimung möglich. Durch unterschiedliches Nährstoffange-

## Mischkomponente

**Tab. 1 Anforderungen an Trinkwasser zur Mischung mit Fernwasser ohne Begrenzung des Mischungsverhältnisses**

	Parameter	Einheit	Reinwasser	Mischwasserkomponente
1	pH-Wert		8,5	>8,1
2	Säurekapazität $K_{S4,3}$	mmol/l	1,3	<2,8
3	Sulfat	mg/l	15	<70
4	Chlorid	mg/l	11	<80
5	Sauerstoff	mg/l	10	>3,5
6	DOC	mg/l	0,8	<2,5

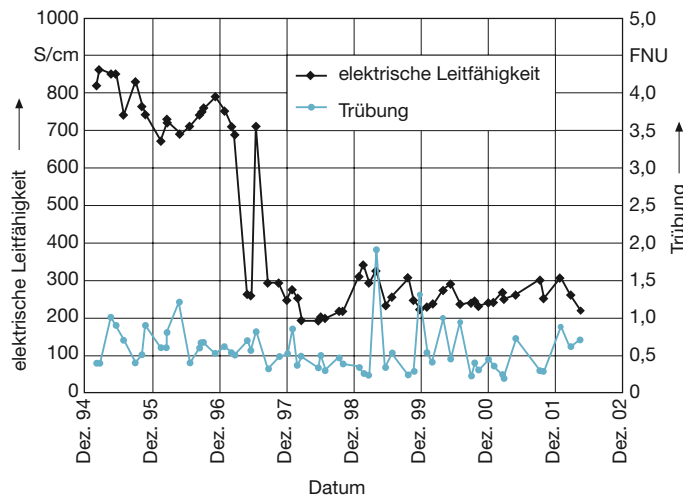
bot kann eine Vermehrung der im Wasser oder Biofilmen vorhandenen Mikroorganismen stattfinden.

Nach DVGW-Arbeitsblatt W 216 werden mögliche Qualitätsbeeinträchtigungen minimiert, wenn die Ausgangswässer für eine Mischung Wässer mit gleicher Beschaffenheit sind. Die Charakterisierung von Wässern mit gleicher Beschaffenheit erfolgt über eine vorgegebene Bereichsbreite **b** ausgewählter chemischer Parameter. Für eine Mischung mit Trinkwasser aus der Odra-Talsperre im gesamten Konzentrationsbereich sollte die andere Mischkomponente Parameter laut Tabelle 1 einhalten.

Der pH-Wert und die Säurekapazität  $K_{S4,3}$  sind die am stärksten limitierenden Faktoren. Praktisch ist nur eine „wilde“ Mischung mit entsäuerten weichen Trinkwässern vertretbar. Eine Mischung mit hartem Wasser ist in der Regel nur in einem bestimmten Konzentrationsbereich und oft nur nach Entsäuerung des Mischwassers möglich.

Ein entscheidender Mischwasserparameter ist die Calcitlösekapazität. Die ab 2003 gültige Trinkwasserverordnung erlaubt nach Aufbereitung eine Calcitlösekapazität von max. 5 mg/l  $CaCO_3$ . Auch wenn beide Ausgangswässer kalkabscheidend sind (Calcitlösekapazität  $<0$ ), können kalkaggressive Mischungen auftreten (Bild 1).

In Bild 1 sind die Calcitlösekapazität und der pH-Wert eines Mischwassers aus Fernwasser (TWA Luisenthal) und eines für den nordthüringer Raum typischen



**BILD 2 TRÜBUNG UND ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT in einem Ortsnetz vor und nach der Umstellung auf weiches Wasser**

Grundwasservorkommens dargestellt. Im Mischungsbereich mit einem Anteil von 10 bis 55 % Grundwasser liegt die Calcitlösekapazität über 5 mg/l  $CaCO_3$ . Das Mischwasser muss in diesem Bereich entsäuert werden.

Weitere Mischwasserparameter sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Aus Qualitätsgründen sind bei diesem Mischwasser neben der Calcitlösekapazität noch die Gesamthärte, der Sulfatgehalt und der Korrosionskoeffizient nach DIN 50930 zu beachten.  $S_1$  ist das molare Konzentrationsverhältnis aus Sulfat und Chlorid zu

Hydrogencarbonat. Die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber metallischen Materialien ist bei Werten  $<1$  gering. Bei Werten über 2 kommt es in ungeschützten Guss- und Stahlrohren neben einer erhöhten Korrosionsneigung zusätzlich zur Bildung instabiler Deckschichten aus *gamma*- $FeOOH$  (Lepidokrokit). Das 3-wertige Eisen im

Lepidokrokit wird bei Sauerstoffmangel (z. B. bei Stagnation und in Endsträngen) leicht zum 2-wertigen Eisen reduziert. Das Rostwasserbildungspotenzial steigt dann stark an.

Die Gesamthärte des Mischwassers sollte aus Rücksicht auf den Verbraucher nicht den Härtebereich 3 übersteigen. Bei dem aufgeführten Beispiel können auch mit Entsäuerung des Mischwassers nur maximal 40 % Grundwasser zugemischt werden.

**Wann bildet sich Rostwasser im Rohrnetz?**

Bei der Verteilung von weicherem Wasser (Mischwasser oder Talsperrenwasser pur) in einem Rohrnetz, das über Jahre mit hartem Wasser betrieben wurde, ist die

**Übersicht**

**Tab. 2 Berechnete chemisch-physikalische Parameter eines Mischwassers aus Fernwasser und hartem Grundwasser**

Parameter	Einheit											
Fernwasser	%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Grundwasser	%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
pH		8,38	7,69	7,49	7,40	7,34	7,29	7,26	7,24	7,22	7,20	7,19
$K_{S4,3}$	mmol/l	1,30	1,77	2,24	2,71	3,18	3,65	4,12	4,59	5,06	5,53	6,00
Chlorid	mg/l	11,0	28,5	46,0	63,5	81,0	98,5	116,0	133,5	151,0	168,5	186,0
Sulfat	mg/l	16,0	44,5	73,0	101,5	130,0	158,5	187,0	215,5	<b>244,0</b>	<b>272,5</b>	<b>301,0</b>
Ca	mg/l	27,1	44,5	61,9	79,3	96,7	114,0	131,4	148,8	166,2	183,6	201,0
Mg	mg/l	1,4	7,3	13,2	19,2	25,1	31,0	36,9	42,8	48,7	54,7	60,6
Gesamthärte	°dH	4,1	7,9	11,7	15,5	19,3	<b>23,1</b>	<b>26,9</b>	<b>30,7</b>	<b>34,5</b>	<b>38,3</b>	<b>42,1</b>
Korrosionsfaktor $S_1$		0,49	0,98	<b>1,26</b>	<b>1,44</b>	<b>1,57</b>	<b>1,66</b>	<b>1,74</b>	<b>1,80</b>	<b>1,84</b>	<b>1,88</b>	<b>1,92</b>
$PH_{Calcitsättig}$		8,32	7,96	7,74	7,59	7,47	7,37	7,29	7,23	7,17	7,12	7,07
Calcitlösvermögen	mg/l	-0,5	4,8	<b>8,0</b>	<b>9,2</b>	<b>8,6</b>	<b>6,5</b>	3,1	-1,4	-7,0	-13,5	-20,6

Wahrscheinlichkeit einer Rostwasserbildung relativ hoch, auch wenn alle korrosionschemischen Vorgaben ( $\text{pH} > 8$ ,  $\text{Dc} < 0$  und  $\text{S}_1 < 1$ ) eingehalten werden. Entscheidend sind die geänderten Konzentrationsverhältnisse der Wasserinhaltsstoffe an der Phasengrenze Wasser-Rohrleitungsmaterial (Deckschicht) und der Zustand der mit hartem Wasser gebildeten Deckschichten. Instabile Deckschichten liegen meistens vor, wenn das harte Wasser einen hohen Sulfatanteil hatte ( $\text{S}_1 > 2$ ), das Netz mit zeitlich wechselnder Wasserbeschaffenheit betrieben wurde (Umbildung von Deckschichten) und die Fließgeschwindigkeit oder sogar die Fließrichtung sich öfters geändert hat. Vor dem Wasserwechsel ist deshalb eine Zustandserfassung des Rohrnetzes anzuraten. Wird ein erhöhtes „Rostwasserbildungspotenzial“ ermittelt, dann hilft neben einer Sanierung des Verteilungsnetzes nur noch die Dosierung von Inhibitoren. Mit der Dosierung muss aber bereits vor der Wasserumstellung (etwa 3 bis 6 Monate) begonnen werden. Am wirksamsten haben sich Inhibitoren aus einem Gemisch von Silikat- und Phosphatverbindungen erwiesen. Die optimale Zusammensetzung und Anwendungsmenge kann über Vorversuche ermittelt werden.

Es gibt aber auch genügend Beispiele, wo die Umstellung auf weiches Wasser problemlos vorgenommen wurde. Die Behauptung, dass weiches Wasser zwangsläufig zu erhöhten Trübungs- und Eisen-

werten nach der Umstellung eines mit hartem Wasser betriebenen Rohrnetzes führt, ist falsch. In Bild 2 sind die elektrische Leitfähigkeit und die Trübung in einem Versorgungsgebiet vor und nach der Wasserumstellung zu sehen.

Die Umstellung auf weiches Wasser Mitte 1996 ist in Bild 2 deutlich an dem Abfall der elektrischen Leitfähigkeit von etwa 750 auf 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  zu erkennen. Die Trübung im Ortsnetz lag vor der Umstellung zwischen 0,5 und 1 FNU. Nach dem Wasserwechsel ist keine signifikante Trübungserhöhung festzustellen. Rostwasserprobleme sind nicht aufgetreten. Bei dem weicheren Wasser handelt es sich um eine Mischung mit ständig wechselnder Zusammensetzung aus sehr weichem Quellwasser, entsäuertem Talsperrenwasser und mittelhartem Grundwasser. Da diese „wilde Mischerei“ bisher zu keinerlei Qualitätsproblemen führte, zeigt dies die enorme Bedeutung des Zustands und der Fahrweise des Versorgungsnetzes.

### Fazit

Die Versorgung mit Mischwasser ist an sehr viele Randbedingungen geknüpft. Qualitätsprobleme können auftreten, sind aber nicht in jedem Fall vorhersehbar. Vor- und Nachteile sind genau abzuwägen. Ist in einem Versorgungsgebiet ein Wasserwechsel aus Qualitätsgründen notwendig (z. B. zu hohe Härte und Sulfatgehalt) ist zu entscheiden, ob reines Fernwasser (aufbereitetes Talsperren-

wasser) oder ein Mischwasser mit dem örtlichen Vorkommen verteilt werden soll. Neben der Wasserqualität sind die Kosten für die Wasserumstellung zu betrachten. Hierbei fallen nicht nur Kosten für den „Fremdwasserbezug“ an, sondern es sind auch Kosten für eine Wasseraufbereitung (Entsäuerung, Dosierung von Inhibitoren), für die Speicherung und zentrale Verteilung zu berücksichtigen. Fragen der Versorgungssicherheit in Zeiten, in denen auch die Gefahr terroristischer Aktivitäten besteht, sollten ebenso bedacht werden, wie eine Nachhaltigkeit der Wasserversorgung durch Sicherung der örtlichen Grundwasservorkommen.

Mischwasser kann qualitativ hochwertig sein und ist in Bezug auf Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit der Wasserversorgung als außerordentlich wichtig für größere Versorgungsgebiete und Städte zu werten.

Mischwasser ist kein Problem, wenn der Einsatz wissenschaftlich vorbereitet und fachmännisch umgesetzt wird.

### KONTAKT

Dr. Wolfgang MÖLLER  
 Institut für Wasser- und Umweltanalytik  
 GmbH  
 An der Ohratalsperre  
 99885 Luisenthal  
 Tel.: 036257/430  
 Fax: 036257/43129  
 E-Mail: w.-moeller@iwu-luisenthal.de