

# Die Sanierung des Wasserschutzgebietes Öllingen der Baumbrunnenquelle

Prof. Dr.-Ing. Frieder Haakh, Dipl.-Ing. Rainer Scheck

## Kurzfassung

Durch die Umsetzung der Maßnahmen eines Sanierungsplans gemäß SchALVO konnte im Sanierungsgebiet der von der Albwasserversorgungsgruppe XI genutzten Baumbrunnenquelle der Nitratgehalt seit 2003 von 60 auf ca. 40 mg/L gesenkt werden. Auf der Grundlage der Entwicklung der Desethylatrazinkonzentration im Quellwasser wurde die Halbwertszeit des Aquifersystems ermittelt. Rückwirkend konnte dadurch abgeschätzt werden, in welchem Umfang die Stickstoffemissionen im Einzugsgebiet reduziert werden konnten. Darüber hinaus wird in diesem Bericht auch auf die Kosten der Nitratsanierung eingegangen und die kritischen Erfolgsfaktoren werden bewertet.

## Summary

Through the implementation of the measures of the redevelopment plan in accordance with the Water Protection Zone and Compensation Ordinance (Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung), abbreviated to SchALVO, it was possible to reduce the nitrate concentration of the redevelopment area's „Baumbrunnenquelle“, which is used by the Water Supply Group „Albwasserversorgungsgruppe XI“, from its 2003 level of 60mg/L to approx. 40 mg/L. Based on the development of the desethylatrazine concentration in the spring water, the half-value period of the aquifer system was determined. By backdating, this made it possible to estimate to what extent the nitrogen emissions could be reduced in the catchment area. In addition, this report also goes into detail about the costs of clearing the nitrate and the factors critical to this being successful.

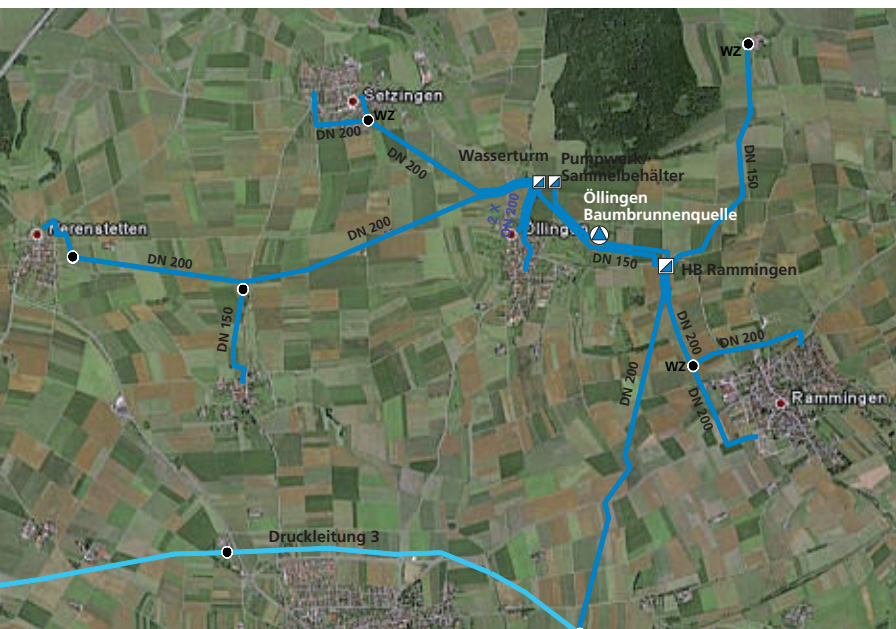


Bild 1:  
Das Versorgungssystem der  
Albgruppe XI

## 1 Einleitung

Die Baumbrunnenquelle östlich von Öllingen (48° 31' 42'' nördl. Br., 10° 9' 17'' östl. Länge) wird seit 1894 von der Albwasserversorgungsgruppe XI für die Trinkwasserversorgung genutzt. Mit einer durchschnittlichen Quellschüttung von 1,4 L/s kann etwa ein Viertel des benötigten Trinkwasserbedarfs von 170.000 m<sup>3</sup>/a durch die Quelle gedeckt werden. Der Rest wird von der Landeswasserversorgung bezogen. Die anhaltend hohen Nitratkonzentrationen über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung führten dazu, dass mit Inkrafttreten der novellierten Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) [1] im Jahr 2001 das Wasserschutzgebiet der Baumbrunnenquelle als Nitratsanierungsgebiet eingestuft wurde. Für die Nitratsanierung sieht die baden-württembergische SchALVO vor, dass auf der Grundlage einer Bestandsaufnahme der örtlichen Verhältnisse ein

Sanierungsplan erarbeitet wird, der gebietsspezifische Maßnahmen enthält, die über den Standard der SchALVO-Maßnahmen hinausgehen. Die Landeswasserversorgung wurde Anfang 2003 von der Albwasserversorgungsgruppe XI mit der Ausarbeitung des Sanierungsplans beauftragt, da sie über umfangreiche Erfahrungen und entsprechende Expertise hinsichtlich der Nitratproblematik verfügt [2, 3, 4].

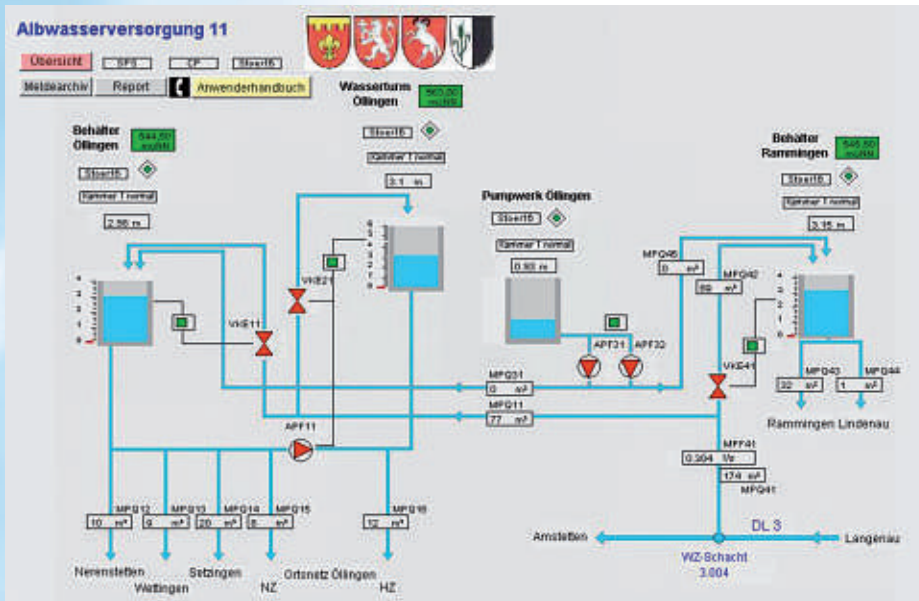


Bild 2:  
Das Leitungsnetz und das Versorgungsgebiet der Albgruppe XI

## 2 Das Wasserschutzgebiet für die Baumbrunnenquelle

Das ca. 53,5 ha große Wasserschutzgebiet liegt nordöstlich von Öllingen. Im Jahr 2002 wurde vom Landratsamt Alb-Donau-Kreis im Rahmen der Erstellung des Sanierungsplans die Zone III flurstücksgenau abgegrenzt, da durch die Rechtsverordnung aus dem Jahr 1975 bis dahin nur die Zone I und II ausgewiesen wurden.

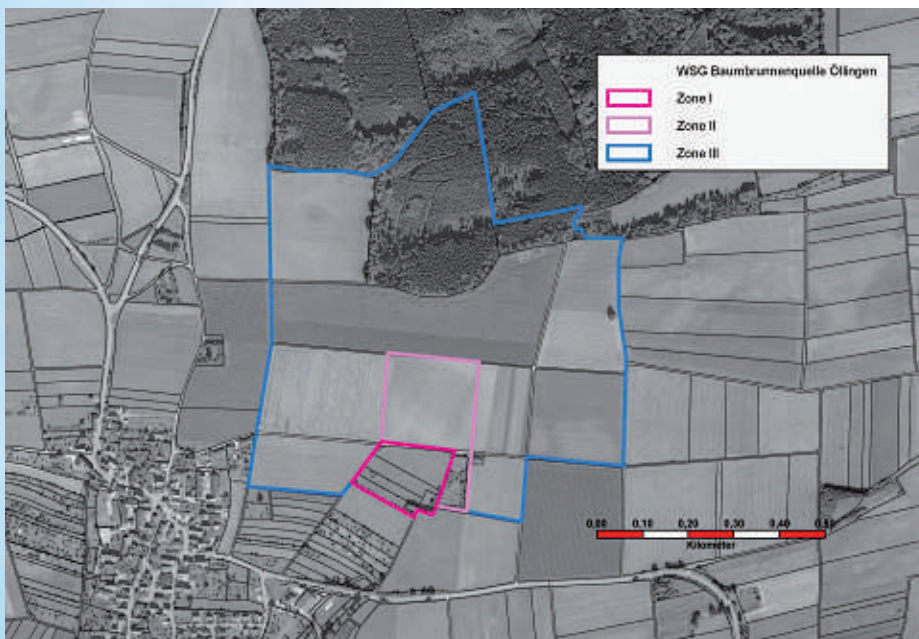


Bild 3:  
Das Wasserschutzgebiet der Baumbrunnenquelle Öllingen

Außer den Waldflächen im Norden des WSG und dem Grünland im Fassungsgebiet wird der überwiegende Anteil der Schutzgebietsfläche ackerbaulich genutzt, woraus sich bereits an dieser Stelle ein Indiz für die Nitratprobleme ergibt. Der schwebende Grundwasserleiter, der die Baumbrunnenquelle speist, liegt am Quellaustritt um ca. 70 m über dem regional bedeutsamen Karstgrundwasserleiter des Oberjura. Die Baumbrunnenquelle erschließt Grundwasser aus den maximal 10 bis 15 m mächtigen Sandschichten der Oberen Meeresmolasse. Die Aquiferbasis bilden hierbei die geringdurchlässigen Ton- und Tonmergelschichten der Unteren Süßwassermolasse. Sie wirken hier als Grundwasserstauer, wodurch es im Bereich der Baumbrunnenquelle zum Quellaustritt kommt. Im zentralen und nördlichen Bereich des Wasserschutzgebiets wird die Obere Meeresmolasse durch teilweise mehrere Meter mächtige quartäre Lehmschichten, den so genannten Alblehm, überlagert.

Bild 4:  
Geologische Verhältnisse im Bereich  
des Wasserschutzgebietes Öllingen

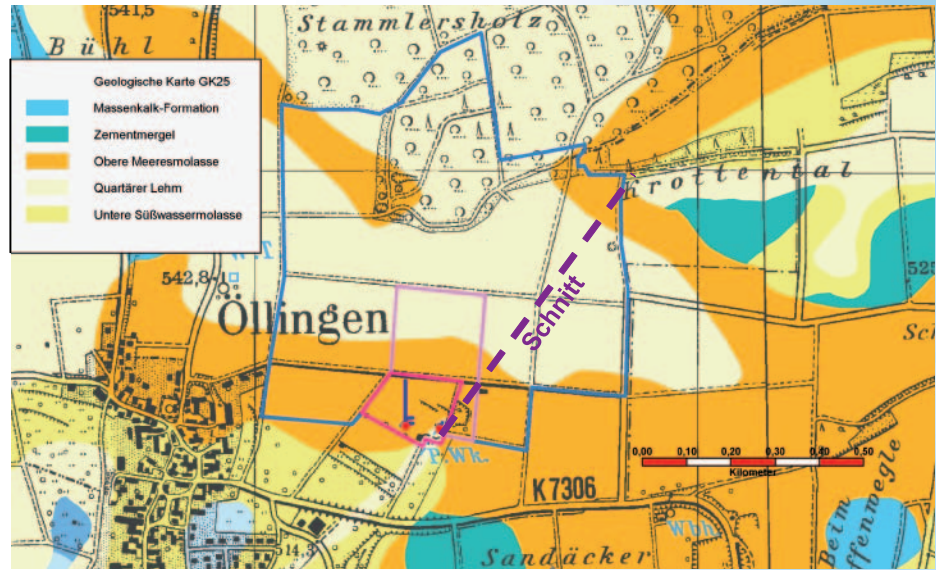
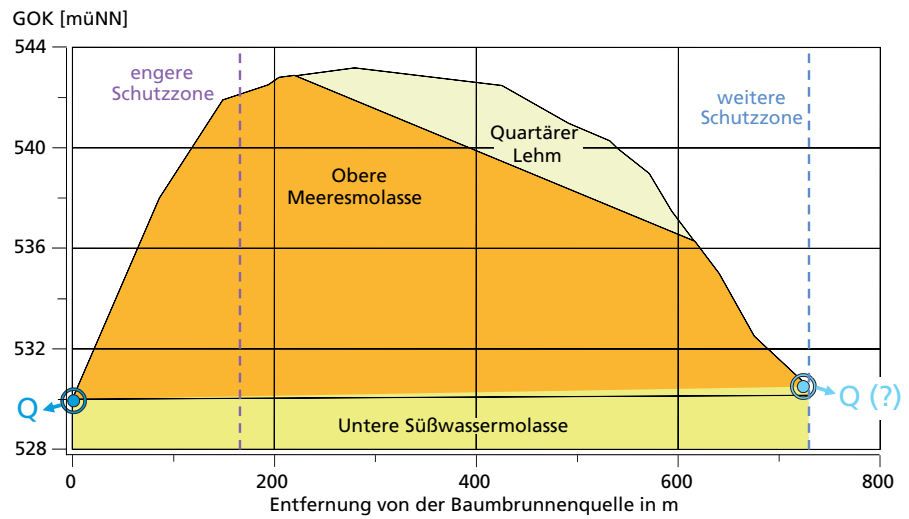
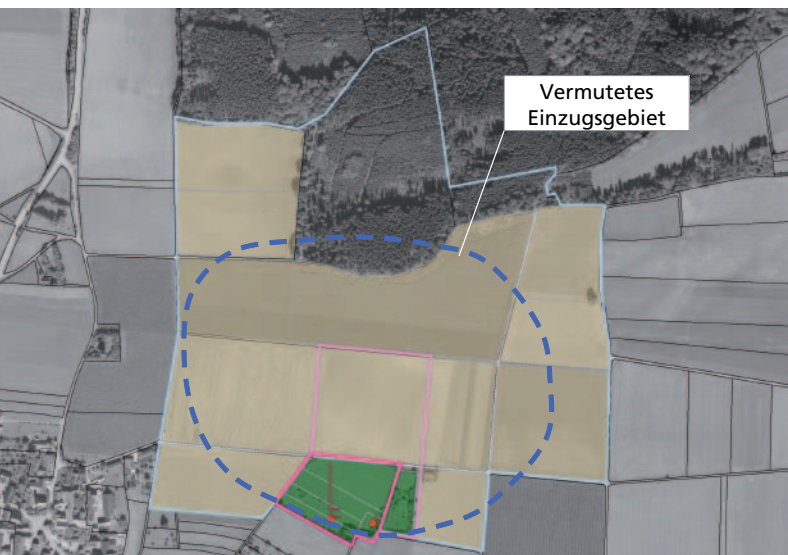


Bild 5:  
Geologischer Schnitt durch das WSG  
der Baumbrunnenquelle (vgl. Bild 4)



Der topographische Scheitel verläuft in Ost-West-Richtung und liegt ungefähr am nördlichen Rand der Zone II und damit etwa in der Mitte des Schutzgebiets. Von dort fällt das Gelände sowohl in südlicher Richtung zur Baumbrunnenquelle als auch in nordöstlicher und nordwestlicher Richtung. Im südlichen Teil beträgt das Gefälle des Geländes bis zu 3 %.

Bild 6:  
Vermutetes unterirdisches Einzugsgebiet der Baumbrunnenquelle



Das unterirdische Quelleinzugsgebiet kann näherungsweise über die mittlere Quellschüttung von 1,4 L/s ( $\approx 45.000 \text{ m}^3/\text{a}$ ) und die durchschnittliche Grundwasserneubildungsrate von ca. 200 bis 300 mm pro Jahr ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Topographie, der Lage der Quellhorizonte und einer zu vermutenden „Wasserabgabe“ an den Karstgrundwasserleiter kann die Größe des unterirdischen Quelleinzugsgebiets auf ca. 25 bis 30 ha abgeschätzt werden [5].

### 3 Die Baumbrunnenquelle und die Wasserqualität

Über die Quellschüttung der Baumbrunnenquelle liegen seit 1978 Messwerte der Monatssummen vor. Der Mittelwert liegt bei 3.661 m<sup>3</sup>/Monat entsprechend ca. 1,41 L/s. Die Schüttung weist deutliche, z. T. sehr kurzfristige Schwankungen auf und erreicht im Maximum bis zu 7.078 m<sup>3</sup>/Monat entsprechend ca. 2,7 L/s.

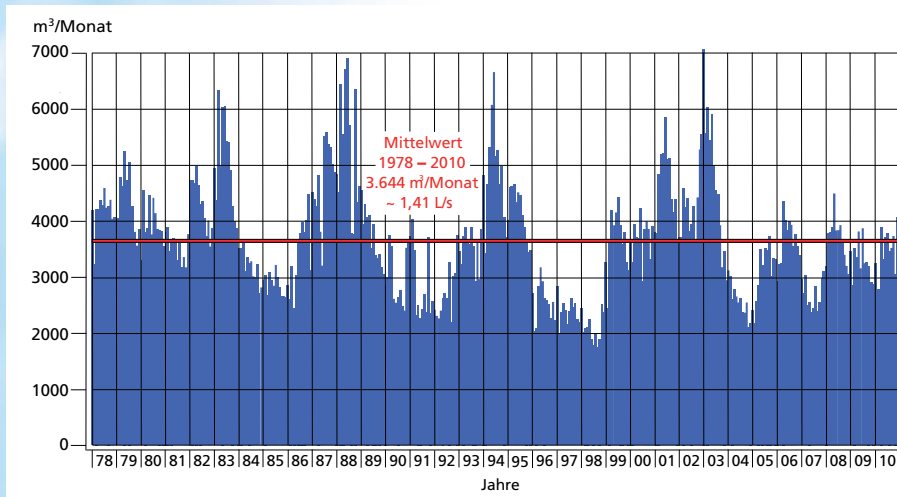


Bild 7:  
Monatliche Schüttung der  
Baumbrunnenquelle

Der Grund für die Sanierungsmaßnahmen lag in den anhaltend hohen Nitratkonzentrationen, die mit über 60 mg/L den Trinkwassergrenzwert deutlich überschritten. Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen den kurzfristigen Schüttungsanstiegen und damit verbundenen Verdünnungseffekten, die sich in einem gegenläufigen Rückgang der Nitratkonzentration bemerkbar machen (vgl. Bild 8).

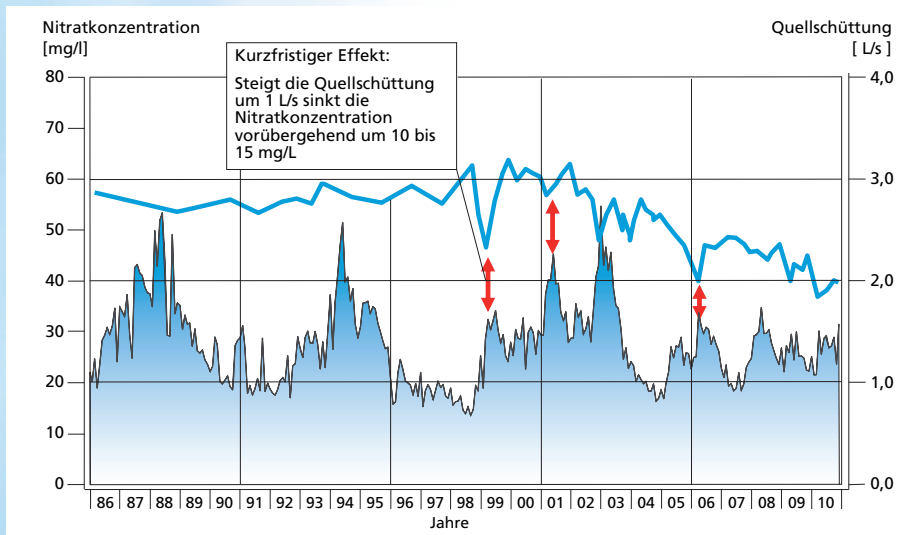
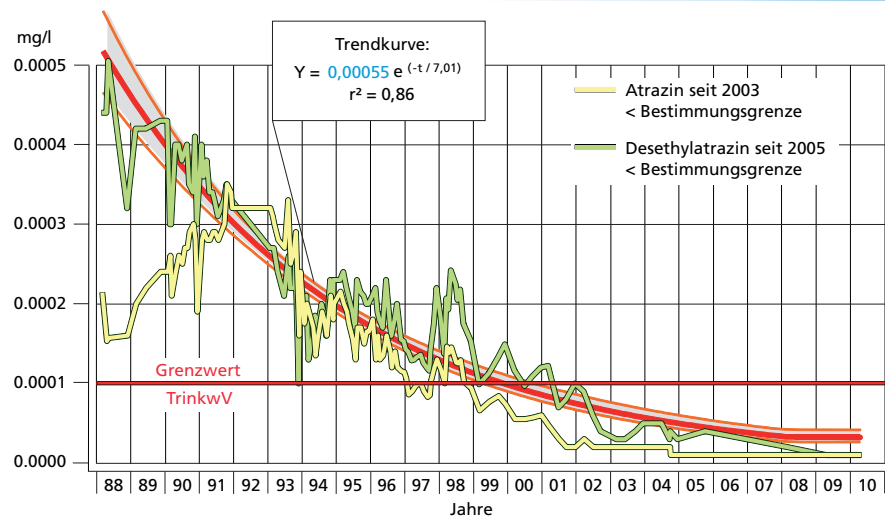


Bild 8:  
Nitratgehalt des Baumbrunnen-  
quellwassers sowie Quellschüttung

Das Ziel eines Sanierungsplanes gemäß SchALVO ist es, eine „schnellstmögliche Sanierung nitratbelasteter Grundwasservorkommen durch grundwasserentlastende Bewirtschaftungsmaßnahmen“ zu erreichen. Für eine realistische Zieldefinition ist es notwendig, zunächst eine möglichst zuverlässige Abschätzung der Zeitspanne durchzuführen, in der die entsprechenden Maßnahmen überhaupt eine Wirkung zeigen können. Eine geeignete Methode besteht darin, die Halbwertszeit des Aquifersystems abzuschätzen. Hierzu wurde die Abklingkurve der Desethylatrazinkonzentration der Baumbrunnenquelle herangezogen. Es wurde die Annahme getroffen, dass mit dem Anwendungsverbot seit 1988 kein Atrazin mehr ausgebracht wurde und sich somit auch kein Desethylatrazin mehr gebildet hat. Der Rückgang der Konzentration des persistenten Metaboliten Desethylatrazin im Grundwasser resultiert dann aus dem Verdünnungseffekt durch den Zufluss von neugebildetem und unbelastetem Grundwasser.

Bild 9:  
Atrazin- und Desethylatrazinkonzentration im Baumbrunnenquellwasser sowie Fit-Funktion



Mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate ergibt sich die Fit-Funktion für die Desethylatrazinkonzentration zu:

$$C(t) = 0,00055 e^{\left(-\frac{t}{7,01}\right)} \quad [\text{mg/L}] \quad (1)$$

mit  $t$  in Jahren und  $C(t)$  in mg/L bei  $r^2 = 0,86$

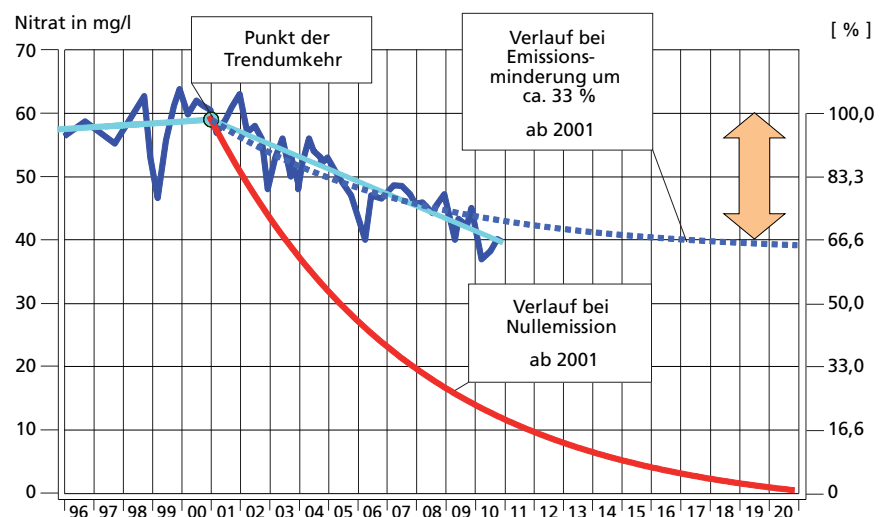
Wird Gleichung (1) als Lösung der Differenzialgleichung des Rührkesselmodells verstanden, so entspricht der Nenner des Exponenten der mittleren Verweilzeit  $\lambda$ .

Für die Halbwertszeit folgt daraus:

$$T_{0,5} = \ln(2) \cdot \lambda = 0,693 \cdot 7,01 = 4,86 \text{ a} \quad (2)$$

Daraus folgt für die Baumbrunnenquelle, dass sich bei einem vollständigen Eintragsstopp die Ausgangskonzentration nach knapp 5 Jahren halbieren würde. Damit konnten belastbare Angaben über den Zeitraum getroffen werden, ab wann die Sanierungsmaßnahmen im Quellwasser „greifen“ und messbar würden. Umgekehrt kann damit anhand des Ganglinienverlaufs auch abgeschätzt werden, in welchem Umfang es mit den Sanierungsmaßnahmen gelungen ist, die Emissionen zu senken. Das Bild 10 zeigt die entsprechenden Auswertungen.

Bild 10:  
Nitratgehalt der Baumbrunnenquelle, Abklingkurve bei Nullemission und bei einer Emissionsminderung um 33 %



## 4 Der Sanierungsplan

Ziel der Maßnahmen im Sanierungsplan war die möglichst weitgehende Reduzierung des  $N_{\min}$ -Auswaschungspotenzials vor Beginn der Grundwasserneubildungsphase im hydrologischen Winterhalbjahr. Im Einzugsgebiet ist aufgrund des geringen Flächenanteils von Grünland und Wald – und damit des Ausbleibens eines Verdünnungseffekts – der Einfluss der Ackerfläche auf den Nitratgehalt überproportional groß. Hier musste der Sanierungsplan ansetzen. Die Abschätzung ergab, dass zur Sanierung mindestens ein mittlerer Ziel- $N_{\min}$ -Wert von 35 kg N/ha für das Gesamtprofil von 0 – 90 cm unterschritten werden muss. Damit würde es gelingen, innerhalb von 6 – 8 Jahren den Nitratgehalt dauerhaft auf unter 45 mg/L zu senken. Um dieses Ziel zu erreichen, orientierten sich die Maßnahmen an folgenden 4 Grundsätzen:

- bedarfsgerechte und reduzierte Stickstoffdüngung
- reduzierte Bodenbearbeitung
- ganzjährige Begrünung (System „Immergrün“)
- Verzicht auf kritische Fruchtfolgen

Das System „Immergrün“ wurde von der Landeswasserversorgung zusammen mit dem Technologiezentrum Wasser (TZW) in Karlsruhe entwickelt [4] und ermöglicht im Vergleich zu herkömmlichen Fruchtfolgen um bis zu 50 % verminderte Stickstoffüberschüsse. In Zusammenarbeit mit dem Fachdienst Landwirtschaft des Landratsamtes Alb-Donau-Kreis wurde ein gebietsspezifischer Maßnahmenkatalog für das Sanierungsgebiet Öllingen erarbeitet. Anschließend wurde versucht, diese Maßnahmen auf freiwilliger Basis durch öffentlich-rechtliche Verträge zwischen den betroffenen Landwirten und dem Landratsamt Alb-Donau-Kreis umzusetzen. Die Tabelle 1 zeigt ausgewählte Maßnahmen, die von den Landwirten im Sanierungsgebiet umgesetzt wurden.

Maßnahme	Flächenanteil in ha im Mittel der Jahre 2006 bis 2008	Jährlicher Ausgleich im Mittel der Jahre 2006 bis 2008
03 - max. N - Einzelgabe 50 kgN/ha zur Hauptfrucht	27,2	446,- €
04 - Reduzierung der N - Düngung um 20%	12,5	925,- €
14 - Zwischenfruchtanbau nach Getreide	2,9	439,- €
52 - Anbau von Wintergerste nach Silomais	4,3	497,- €
91 - Mulch/Direktsaat nach Begrünungen bei Sommerung	8,9	535,- €

Tabelle 1:  
Maßnahmen des Sanierungsplans  
mit Flächenanteil sowie mittleren  
jährlichen Ausgleichszahlungen

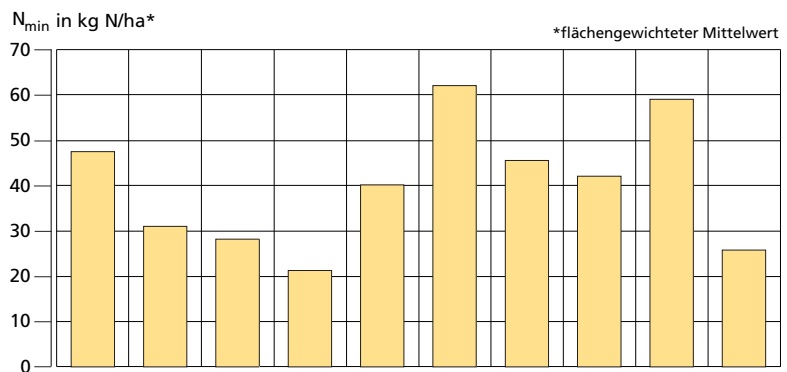
## 5 Ökonomische Betrachtung der Sanierungskosten

Das Wasserschutzgebiet umfasst in der engeren und weiteren Schutzzone ca. 40 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche, die fast vollständig ackerbaulich genutzt wird. Die SchALVO gewährt für Sanierungsgebiete einen Pauschalausgleich von 180 €/ha. Daraus ergeben sich jährliche Kosten von rund 7.200 €. Berücksichtigt man noch die Zahlungen aus den freiwilligen Sanierungsverträgen von im Mittel 3.000 € pro Jahr, so ergeben sich jährliche Ausgleichsbeträge von etwa 10.000 bis 11.000 €/a. Werden diese Kosten auf die Quellschüttung von 45.000 m<sup>3</sup>/a bezogen, so ergeben sich spezifische Sanierungskosten in Höhe von 22 – 24 Cent je Kubikmeter. Für die Albwasserversorgungsgruppe XI spielen diese Kosten jedoch keine Rolle, da sie über das zentrale baden-württembergische Modell nur das Wasserentnahmeentgelt in Höhe von 5,1 Cent/m<sup>3</sup> entrichten muss.

## 6 Kritische Erfolgsfaktoren der Sanierung und Resümee

Anhand der  $N_{\min}$ -Werte im Wasserschutzgebiet lässt sich die positive Entwicklung im Grundwasser nicht ableiten (Bild 11). Das Ziel bei der Erstellung des Sanierungsplans, die Reduzierung des mittleren  $N_{\min}$ -Werts der Ackerflächen auf einen Gesamtprofilwert von unter 35 kg N/ha, wurde nicht erreicht. Hierfür lassen sich verschiedene Gründe finden. Unter anderem wurde seit der Novellierung der SchALVO im Jahr 2001 der Beprobungszeitraum um 2 Wochen vorverlegt. Darüber hinaus kommt es aufgrund der geringen Flächenanzahl fruchtfolgebedingt zu großen Schwankungen bei den Anteilen der verschiedenen Nutzungen an der Gesamtfläche in den einzelnen Jahren. Ein weiterer wichtiger Grund ist, dass die  $N_{\min}$ -Einzelwerte aufgrund einer Vielzahl von Einflussfaktoren eine hohe Variabilität aufweisen und daher als Kontrollinstrument für eine N-Emissionskontrolle nicht geeignet sind [3].

Bild 11:  
N<sub>min</sub>-Werte im WSG für die Baumbrunnenquelle



Anzahl der Flächen	10	9	11	8	14	13	12	5	5	6
Fläche in ha	14.0	27.4	24.4	26.2	37.0	30.6	29.6	14.6	14.0	17.2
in % der Ackerflächen	36	70	62	67	94	78	76	37	36	44

Dennoch ist es gelungen, das Grundwasservorkommen der Baumbrunnenquelle innerhalb weniger Jahre so weit zu sanieren, dass das Wasserschutzgebiet seit 2009 nur noch als Problemgebiet eingestuft ist. Die wesentlichen Produkte, die zum Sanierungserfolg beigetragen haben, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- eine engagierte, intensive und kontinuierliche Beratung der Landwirte durch die Wasserschutzgebietsberater des Fachbereichs Landwirtschaft,
- ein „überschaubares“ Sanierungsgebiet mit nur 3 betroffenen Landwirten und einer Beteiligungsquote an den Sanierungsverträgen von 100 %,
- eine hohe Erwartungshaltung des Wasserversorgers und vor allem der Bevölkerung („unser Wasser“) und die damit verbundene „soziale Kontrolle“ der Landwirte,
- ein hoher Wirkungsgrad der ackerbaurelevanten Maßnahmen wegen des hohen Ackeranteils an der Schutzgebietsfläche,
- das Problembewusstsein und die Kooperationsbereitschaft der Landwirte,
- die weitgehende Akzeptanz der Maßnahmen des Sanierungsplans bei den Landwirten.

Am Beispiel des Sanierungsgebietes der Baumbrunnenquelle Öllingen ist deutlich geworden, dass eine Sanierung nitratbelasteter Grundwasservorkommen bei guter Datengrundlage, einem hohen Maß an Übereinstimmung der Ziele vor Ort – d. h. Übereinstimmung zwischen Wasserversorger, Landwirten, WSG-Beratung und Öffentlichkeit – und einer konsequenten Umsetzung der Maßnahmen auch in vergleichsweise kurzen Zeiträumen und damit kostengünstig gelingen kann. Für die Zukunft bleibt die Hoffnung, dass dieser Sanierungserfolg durch entsprechendes Verständnis und die Sensibilität der Landwirte auch ohne Sanierungsplan dauerhaft gesichert werden kann.

## Öllinger Wasser wieder besser

Schutzmaßnahmen senken Nitratgehalt

Der Nitratgehalt des Trinkwassers aus der Öllinger Baumbrunnenquelle ist von 60 auf 40 Milligramm pro Liter gesunken und liegt unter dem Grenzwert.

KURT FAHRNER

Öllingen. Inmitten der Dörfergruppe XI, der 2000 Menschen in Öllingen, Setzingen, Emsmüngen, Neuenstein und Wellingen mit Trinkwasser versorgt, gegen Grundwasserbelastungen bei Nitrat, Atrazin und Desethylatrazin. Das Nass aus der verhandlungsreifen Baumbrunnenquelle musste mit Wasser der Landeswasserversorgung (LW) gemischt werden. Bei der Verhandlungsversammlung der Gruppe XI im Öllinger Rathaus sagte Vorsitzender Karl-Friedrich Häber, dass Untersuchungen der LW einen Rückgang des Nitrats im Wasser aus der Baumbrunnenquelle von 60 auf weniger als 40 Milligramm pro Liter ergeben haben – der Grenzwert liegt bei 50 Milligramm. Nach Festlegung von Frieder Haack, technischer Geschäftsführer der LW, ein Sprung, der im Land einmalig ist. Haack über die Reduzierung auf die nun abge-

schlossene Sanierung des Wasserschutzgebietes in Öllingen zurück. In einem Brief dankte Haack den drei betroffenen Landwirten für ihre Mitwirkung. Eine eigene Schutzzone war eingerichtet worden. In einer weiteren Zone beachten die Bauern weniger Dünger und Spritzmittel aus.

Der technische Geschäftsführer des Zweckverbands, Frieder Haack, betonte in der Sitzung, dass auch die Ergebnisse der physikalisch-chemischen Untersuchungen des Baumbrunnen-Wassers keine Gesundheitsbedrohungen bei Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln wie Atrazin und Desethylatrazin ergeben haben. Aus der Quelle wurden im vergangenen Jahr 41.300 Kubikmeter Wasser gefördert. 125.000 Kubikmeter wurden von der LW bezogen. Geschäftsführer Theodor Nusser legte die Betriebskostenzählung 2010 vor. Für Emsmüngen die LW-Faustregelermittelt wurde ein Bezugspreis von 25,3 Cent pro Kubikmeter errechnet. In Öllingen, Setzingen und Neuenstein mit Wellingen von 29,3 Cent. Entsprechend gelieferter Volumina wurde die Geldsumme in den Rechnungen zurück. Für 2011 prognostiziert Nusser für Emsmüngen einen Bezugspreis von 24 Cent und für die übrigen Gemeinden von 20 Cent.

Bild 12:  
Der Sanierungserfolg in der Wahrnehmung der Presse (aus Südwest-Presse, 24.3.2011)

## Literatur

- [ 1 ] Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten (Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung – SchALVO) vom 20.02.2001, zuletzt geändert am 23.06.2010
- [ 2 ] Haakh, F. und G. Schmid: Abschlussbericht des PWAB-Forschungsvorhabens PW 91 107 „Untersuchungen zur Prognose der Entwicklung der Nitrat- und Pestizidkonzentrationen in Grundwässern, dargestellt am Grundwasservorkommen im Donauried“, erschienen als LW-Bericht 1996-8
- [ 3 ] Scheck, R.: Endbericht des DVGW-Forschungsvorhabens „Vergleichende Untersuchung von Hoftorbilanzen und Nmin-Werten zur Verbesserung der Nitrat-Emissionskontrollen in Wasserschutzgebieten“ (Kurztitel: N-Salden), erschienen als LW-Bericht 2008-2
- [ 4 ] Kaatz, C., Eichinger, E. und Haakh, F.: Endbericht des Forschungsvorhabens „Reduzierung der Mineralisierung bei stickstoffreichen ackergenutzten organogenen Böden in Wasserschutzgebieten zur Minimierung der Nitratbelastung des Grundwassers“ (Kurztitel: Optimierte Ackernutzung), erschienen als LW-Bericht 2003-5
- [ 5 ] Scheck, R.: Grundlagenermittlung zu den Quellfassungen und zum Wasserschutzgebiet der Baumbrunnenquelle Öllingen des Zweckverbandes Albwasserversorgungsgruppe XI, Stuttgart 2010