Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 75 (1983)
Heft: 3

Artikel: Woher stammen die Nitrate im Grundwasser des Bünztales?
Autor: Fricker, Walter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941249

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Woher stammen die Nitrate im Grundwasser des Bünztales?

Walter Fricker

Schlussbericht über die Untersuchungen

Parallel zur Industrialisierung ist im Verlaufe der vergangenen Jahrzehnte der Trinkwasserbedarf gesamtschweizerisch, aber auch im Kanton Aargau derart gestiegen, dass die Versorgung mit Quellwasser nicht mehr ausreichte und man auf das Grundwasser, in anderen Kantonen sogar auf aufbereitetes See- und Flusswasser zurückgreifen musste. Die Anzahl der Grundwasserfassungen im Aargau stieg Ende 1982 auf über 450 an.

Die hygienische Kontrolle der genutzten Trinkwasserquellen durch die Organe der Lebensmittelkontrolle umfasst neben der periodischen bakteriologischen Untersuchung auch die chemische Überwachung.

Äussere Eingriffe in die Hydrologie der Quellen und Grundwasservorkommen verändern die Qualität dieses so wichtigen Rohstoffes: Unsachgemässes Ausbringen von Jauche, Abwässer aus Siedlungen, schlechte Grundwasserfassungsanlagen.

Grundwasservorkommen können ebenfalls durch unsachgemässe Deponie von Haushalt- und Industrieabfällen sowie durch den Transport und die Lagerung von Brenn- und Treibstoffen belastet und zum Teil auf Jahre unbrauchbar gemacht werden. In den letzten 12 Jahren galt es bei rund 1500 Ölunfällen Sanierungsmassnahmen einzuleiten.

Die Trinkwasserkontrolle registrierte in den sechziger Jahren einen leichten Anstieg des Nitratgehaltes im Grundwasser verschiedener aargauischer Regionen, der sich im Laufe der Jahre 1970 bis 1975 so entwickelte, dass einzelne Fassungen dem im Lebensmittelbuch publizierten, für die Schweiz gültigen Richtwert von 40 mg Nitrat/Liter recht nahekamen oder ihn gar überschritten.

Bekämpfung der Ursachen

Die verantwortlichen Behörden sahen sich veranlasst, den Ursachen nachzugehen und entsprechende Gegenmassnahmen resp. Sanierungen in die Wege zu leiten, was allerdings nicht einfach ist, da Nitrate sehr gut wasserlöslich sind und nur schwer aus dem Trinkwasser entfernt werden können.

In der Folge wurden die Untersuchungen intensiviert und auf weitere Kantonsgebiete ausgedehnt. Da der zulässige Nitratgehalt immer häufiger überschritten wurde, beauftragte der Regierungsrat im Dezember 1975 eine interdepartementale Arbeitsgruppe mit der Durchführung eines Untersuchungsprogramms und der Abklärung der Ursachen dieser Nitratanreicherung im Bünztal.

Warum das Bünztal als Testgebiet?

Das Bünztal ist das einzige grössere Tal, das ganz im Kanton Aargau liegt und dessen Stickstoff- resp. Nitrathaushalt gänzlich durch zivilisatorische Einflüsse aus dem Aargau beeinflusst wird. Eine grobe Bilanzierung ist deshalb aus den Unterlagen der Untersuchungen der Grundwässer, der Oberflächengewässer wie Bünz und Nebenbäche, der Drainagen sowie der Abwässer möglich, und zudem konnte auch die Düngepraxis der Landwirtschaft in Erfahrung gebracht werden.

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Talebenen zwischen Othmarsingen und Muri. Die Bodenverhältnisse sind, über das ganze Gebiet betrachtet, recht verschieden. Im allgemeinen gestatten sie, zusammen mit den klimatischen Einflüssen, eine vielseitige landwirtschaftliche Nutzung, vor allem im unteren Bünztal zwischen Othmarsingen und Boswil. Das Gebiet bedeckt eine Fläche von rund 8600 Hektaren, wovon 53% landwirtschaftlich genutzt werden. Intensiver Ackerbau tritt – vor allem im unteren Gebietsteil – als Merkmal hervor. Die Nutzung hat über die Jahre 1965 bis 1975 wesentliche Änderungen erfahren. Der Zunahme der offenen Ackerfläche steht ein Verlust an verfügbarer Nutzfläche (Überbauung u. a.) und eine Abnahme bei den Naturwiesen gegenüber. Im gleichen Zeitraum haben die Tierbestände zugenommen, so dass sich der Hofdünger- resp. Stickstoffanfall pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche vergrössert hat.

Wo liegen die Stickstoff- resp. Nitratquellen?

Aus dem Luftstickstoff entstehen durch elektrische Entladungen (Blitze) Stickoxide und schliesslich Nitrate, die durch Regen ausgewaschen werden. Die Nitratwerte im Regenwasser bleiben meistens unter 1 mg/l.

Ein Einwohner produziert durch seine Lebensweise im Durchschnitt 12 g Stickstoff über seine Abgänge im Tag. Er liegt in Form von Ammonium, etwas Nitrat, aber vorwiegend in organisch gebundener Form vor. Beim theoretischen Abbau und der Oxidation dieses Stickstoffes können 53 g Nitrate pro Einwohner und Tag entstehen.

Die landwirtschaftliche Verwertung von Stalljauche und Mist (Hofdünger) führt zu einer gewissen Auswaschung von Stickstoff- resp. Nitratmengen über Drainagen oder bei Abschwemmung direkt in die oberirdischen Gewässer (Bäche, Flüsse).

Die Bünzuntersuchungen zeigten, dass zum Beispiel die Nitratwerte nur selten an die Richtwerte für Trinkwasser von 40 mg/l herankommen. Dagegen weisen verschiedene Drainagen zeitweise recht hohe Konzentrationen an Nitraten auf, die auch über 100 mg/l ansteigen. Sie werden aber bei der Einmündung in ein Oberflächengewässer derart verdünnt, dass keine unzulässige Mischkonzentration entsteht. Sämtliche aargauischen Oberflächengewässer wie Bäche und Flüsse und Hallwilersee enthalten ganzjährig Nitratmengen von meistens unter 10 bis 20 mg/l.

In den zusammengefassten Abwässern aus Siedlungen und Industrien fliessen grössere Stickstoffmengen zusammen. Sie werden in den Abwasserreinigungsanlagen teilweise biologisch abgebaut und zum kleinen Teil in Nitrate umgewandelt. Die Anlagen entfernen über die Bildung von Klärschlamm rund 30% des Stickstoffes aus dem Abwasser. Der Rest von 70% fliesst in Form von Ammonium und Nitraten in die Bäche und Flüsse, wo sie sehr stark verdünnt werden, das heisst auf unter 10 bis 20 mg/l Oberflächenwasser absinken.

Der im Klärschlamm investierte Stickstoff, der in die landwirtschaftliche Verwertung geht, erreicht ca. 5% der Gesamtmenge an Stickstoff, die in der Landwirtschaft verbraucht wird.

Nitratkonzentration

Bünz bei Möriken	16 – 57,8	mg/l
Kläranlage Muri	0,1– 82	mg/l
Kläranlage Wohlen	38 –257	mg/l
Drainagen: sehr unterschiedlich		
je nach Einzugsgebiet	10 –100	mg/l
vereinzelt bis	250	mg/l

Landwirtschaft und Nitratfragen

Aus dem Auftrag des Regierungsrates ergaben sich für

den Teilbereich Landwirtschaft folgende Aufgaben:

- Grobermittlung der Stickstoffzufuhren und Stickstoffentzüge bzw. der Stickstoffverluste (Auswaschung, oberflächliche Abschwemmung) im landwirtschaftlich genutzten Boden des Bünztales.
- Detailerhebung über die Bodennutzung und Stickstoffdünger-Anwendung (Hofdünger, Mineraldünger, Klärschlamm) im Einzugsgebiet von Wasserprobe-Entnahmestellen (Grundwasserwerke, Quellen, Drainageleitungen).
- Ausarbeitung von Empfehlungen für eine nutzungs- und umweltgerechte Stickstoff-Düngeranwendung in der Landwirtschaft.

Der Hofdünger stellt die bedeutendste Stickstoffquelle dar. Als weitere Quellen sind die Zufuhr mineralischer Dünger, die Einwaschung aus der Atmosphäre, im Boden frei lebende Bakterien, symbiotisch (mit Pflanzen) lebende Bakterien, Vorgänge beim Humusabbau sowie das Ausbringen von Klärschlamm zu nennen.

Mit einer *Stickstoffbilanz* wurde versucht, den Unterschied zwischen Stickstoffzufuhr und -entzug durch die Pflanzen zu ermitteln. Aus den Berechnungen ist eine positive Bilanz (= Zufuhr grösser als Entzug) hervorgegangen, welche als Indiz für eine mögliche Stickstoffauswaschung betrachtet werden kann. Es ist jedoch zu beachten, dass die Bilanzberechnungen lediglich auf Durchschnittswerten und Schätzungen beruhen und dass für die effektive Auswaschung weitere Faktoren wie Witterungsverlauf, Pflanzendecke u. a. entscheidend sind.

Detailuntersuchungen in einzelnen ausgewählten Gebieten sollten Anhaltspunkte über die Beziehung zwischen Düngungspraxis und Nitratgehalt im Grundwasser ergeben. Die Grösse der Grundwassereinzugsgebiete und die Schwierigkeit, diese abzugrenzen, erlaubten jedoch nicht, die Nitratmenge landwirtschaftlicher Herkunft genau zu quantifizieren. Mit Anbau- und Düngungserhebungen im Bereiche von Drainagen (Entwässerungsanlagen im Boden) und durch die Analyse der entsprechenden Drainagegewässer sind Rückschlüsse auf die Ursache der Nitratanreicherung gemacht worden. Es haben sich jedoch keine signifikanten Gesetzmässigkeiten und Abhängigkeiten zwischen den in den Drainagen ermittelten Nitratfrachten und den Stickstoffbilanzen bzw. der Düngungspraxis der zugehörigen Nutzflächen erkennen und ableiten lassen.

Schlussfolgerungen

Das Bünzwasser weist geringe Nitratkonzentrationen auf. Dort wo es ins Grundwasser versickern kann (Othmarsingen bis Wildegg) resultiert daher keine Nitratanreicherung. Die Drainagen führen oft Nitratkonzentrationen von weit über 40 mg/l. Sie werden dort erstellt, wo das Niederschlagswasser ungenügend versickert. So kann durch Drainagewasser keine Nitratanreicherung im Grundwasser entstehen.

Der weitaus grösste Teil der Siedlungs- und Industrieabwässer ist kanalisationstechnisch erfasst und wird mechanisch-biologisch gereinigt. Die gereinigten Abwässer versickern nicht, sondern werden in die Oberflächengewässer (Bäche, Flüsse) eingeleitet. Dort werden selten Werte von annähernd 40 mg/l in der Mischung erreicht.

Die verbleibenden vereinzelten Abwasserversickerungen können zu keiner derartigen Grundwasser-Nitratanreicherung führen, wie sie in den letzten Jahren beobachtet wurde.

Undichte Stall-Jauchegruben, ungesicherte Stallmist- und Futtersilo-Anlagen dürften zu keiner signifikanten Nitratanreicherung im Grundwasser führen.

Im Kulturboden ist der natürliche Stickstoffvorrat einerseits zu ungefähr 99% in wasserunlöslicher Form als organisch gebundener Stickstoff sowie als fixiertes Ammonium und anderseits lediglich zu rund 1% als wasserlösliches Nitrat vorhanden.

Pro Hektare landwirtschaftlicher Nutzfläche des schweizerischen Mittellandes werden nach Schätzungen jährlich ca. 430 kg Stickstoff zugeführt bzw. umgesetzt.

Die Hälfte der Stickstoffzufuhr entfällt dabei auf die direkte Düngung; das heisst rund 73,8% auf die Hofdünger, 23,8% auf Mineraldünger und ca. 2,4% auf Klärschlamm, wobei die Mengenanteile lokal und regional stark wechseln.

Vom zugeführten bzw. umgesetzten Stickstoff können in der wasserlöslichen Form als Nitrat ungefähr 2,3% der Auswaschung unterliegen. Von grösster Bedeutung ist dabei, dass der Boden möglichst durchgehend von einer Pflanzendecke bedeckt ist und die Stickstoffdüngung nicht zur Unzeit im Übermass erfolgt.

Erhöhte Nitratauswaschung ist zu erwarten,

- in Perioden mit hohem Brachlandanteil,
- bei der Stickstoffdüngung von Brachland während der vegetationslosen Zeit,
- bei nicht zeit- und pflanzengerecht ausgebrachter Düngung.

Kurzfristige Massnahmen

Die landwirtschaftlichen Beratungsstellen informieren auf allen Ebenen die Landwirte über das Problem und veranlassen, dass einer angepassten Düngung und den zweckmässigen Anbaumethoden vermehrte Beachtung geschenkt wird. Die Informationen über den Unterricht an den landwirtschaftlichen Schulen, Betriebsleiterkurse und Vorträge sind zu intensivieren und allgemeinverständliche Merkblätter an die Praxis abzugeben.

In Grundwasser-Schutzzonen müssen Nutzungsbeschränkungen, verbunden mit restriktiver Düngeranwendung, verfügt werden. Auf den Anbau von düngungsintensiven Ackerkulturen ist zu verzichten.

Die Nitratreduktion des Trinkwassers durch Ionenaustausch oder Umkehrosmose ist dort durchzuführen, wo auf andere Weise kein nitratärmeres Wasser zu beschaffen ist.

Mittelfristige Massnahmen

Nitratreiches Grundwasser aus Pumpanlagen kann mit nitratarmem Wasser aus benachbarten Grundwasservorkommen vermischt und damit verdünnt werden.

In Grundwassergebieten mit hohem Nitratgehalt sind nur Kulturen anzubauen, die eine reduzierte Auswaschung von Nitrat mit sich bringen. Im Extremfall ist der Ackerbau vollständig durch Graswirtschaft zu ersetzen, um eine ganzjährige Bodenbedeckung zu gewährleisten. Die Gemeinden sind für entsprechende Bewirtschaftungspläne verantwortlich.

Auf Gesetzes- resp. Verordnungsstufe sind die nötigen Grundlagen zu schaffen, um eine restriktive Bewirtschaftung durchsetzen zu können.

Langfristige Massnahmen

Die landwirtschaftlichen Forschungsanstalten haben Richtlinien für den Einsatz von landwirtschaftlichen Hilfsstoffen aller Art für die verschiedenen Kulturen, die verschiedenen Bodenarten und Klimagebiete zu erarbeiten, die von den zuständigen Behörden verbindlich erklärt werden können. Die zu bezeichnenden Behörden überwachen den Einsatz der Dünger.

In «empfindlichen Nitratgebieten» sind die Tierbestände den vorhandenen Rauhfutterflächen anzupassen.
Bringen Hofdünger und Klärschlamm in einem Grundwassergebiet zu hohe Nitratmengen, dann soll der Klärschlamm nicht mehr landwirtschaftlich verwertet, sondern entwässert und deponiert werden.

Schlussbetrachtung

Die Lösung der Nitratprobleme stellt nicht nur eine Aufgabe des Gewässerschutzes dar, sie ist vielmehr zum Grundproblem unserer Gesellschaft geworden. Unsere heutige Lebenshaltung wird geprägt durch ein starres Konsumverhalten, ein kurzfristiges Wirtschaftlichkeitsdenken. Der Forderung nach noch wirtschaftlicherer Produktion folgt der Ruf nach einer umfassenderen Rationalisierung. Die Erzeugung der landwirtschaftlichen Güter hat auf immer kleinerem Areal zu erfolgen; die Reduktion der Zahl der Grossvieheinheiten wird durch höhere Milchleistungen wettgemacht. Die Folge ist der ungeheure Druck auf unsere Landwirte, durch Strukturänderungen Ausfälle zu kompensieren, den Minimalverdienst sicherzustellen. Letztlich wird die Lösung nur über die Änderung unserer Landwirtschaftspolitik möglich werden, eine Landwirtschaftspolitik, die dem Bauern die Möglichkeiten bietet, sein Auskommen ohne diese Belastung der Umwelt zu finden. Ein Umdenken in unserer Gesellschaft wird aber wohl erst dann eintreten, wenn ein Grossteil unserer Bevölkerung die komplexe Situation erfasst hat, wenn sie bereit ist, für gesündere landwirtschaftliche Produkte einen existenzsichernden Preis zu bezahlen.

Adresse der Verfassers: *Walter Fricker,* Informations- und Dokumentationsdienst, Kanton Aargau, 5001 Aarau.

Das Regenklärbecken auf der Werdinsel als Ergänzung der Kläranlage Werdhölzli

Mit der Weisung des Stadtrates von Zürich an den Gemeinderat vom 8. Dezember 1982 wird der Bau eines Regenklärbeckens auf der Werdinsel mit Zu- und Ablaufkanälen beantragt und dafür um einen Kredit von 41,14 Mio Franken ersucht.

Die Abwasser der Stadt Zürich werden grösstenteils im Mischsystem gesammelt und den Kläranlagen zugeleitet. Bei starkem Regen fällt bis zu 100 mal mehr Wasser in den Kanalisationen an als bei Trockenheit. Das Kanalnetz wird aus technischen und finanziellen Überlegungen nicht auf die extremen Hochwasserspitzen ausgelegt. An geeigneten Stellen werden Entlastungsbauwerke angeordnet, die das durch Regenwasser verdünnte Schmutzwasser direkt in den Vorfluter überlaufen lassen, wenn die Schluckfähigkeit der Kanäle erschöpft ist.
Gemäss allgemeiner Praxis werden die Kläranlagen auf den doppelten Trockenwetteranfall bemessen, das heisst schwache Regen führen noch zu keinem Anspringen dieser Regenentlastungen, bei mittleren und starken Regen kann jedoch ein Überlaufen von mit Schmutzwasser vermischtem Regenwasser in den Vorfluter nicht verhindert werden. Gemäss dem eidgenössischen Gewässerschutzgesetz und den darauf basierenden Vorschriften sind in solchen Fällen Regenbecken anzuordnen.
Im Einzugsgebiet der Kläranlage Werdhölzli gibt es drei grosse Regenwasserentlastungen, nämlich bei der Pfingstweidstrasse, der Hardturmstrasse und der Europabrücke, welche die Abwassermengen vor der Kläranlage soweit reduzieren müssen, dass diese bewältigt werden können. Die aus der Entlastung überlaufenden Wassermengen fliessen heute ohne weitere Behandlung via Entlastungskanal Pfingstweid-/Hardturmstrasse/Europabrücke in die Limmat. Nach Inbetriebnahme der erweiterten Kläranlage Werdhölzli würde die Schmutzbelastung der Limmat aus diesen Entlastungen im Jahresmittel die gleiche Grössenordnung aufweisen wie aus dem Kläranlagenablauf. Im Gegensatz zum Ablauf aus der Kläranlage bewirken die Hochwasserentlastungen jedoch schockartige Belastungen. Die Belastung der Limmat aus den drei erwähnten Entlastungen ist heute grösser als aus sämtlichen übrigen Regenentlastungen im Einzugsgebiet der Kläranlage Werdhölzli.
In erster Dringlichkeit werden diese Entlastungswassermengen, welche bereits in einem Entlastungskanal gesammelt werden, einem Regenbecken zugeführt. Erstens können damit beträchtliche Anteile dieses Überlaufwassers im Becken gespeichert und nach Abklingen des Regens in den Kläranlagenzulauf zurückgeführt werden. Zweitens werden die Wassermengen, welche nach Füllung des Regenbeckens allenfalls doch noch in den Vorfluter überlaufen, mindestens durch das Absetzen von Schmutzstoffen gereinigt.
Die Bewilligung für das Einleiten des aus dem Entlastungskanal Pfingstweid-/Hardturmstrasse/Europabrücke anfallenden Abwassers in die Limmat wurde von den kantonalen Gewässerschutzbehörden nur befristet und im Hinblick auf die Erstellung eines Regenbeckens erteilt.

Der Standort

Die Werdinsel bot sich geradezu als Standort an, da das Becken unterirdisch angeordnet werden kann und die Oberfläche weiterhin nutzbar bleibt. Als die Industriellen Betriebe der Stadt Zürich das Hönggerwehr erneuerten, ergab sich die finanziell günstige Gelegenheit, gleichzeitig mit diesem Bauvorhaben die Limmat-Unterquerung für den Zulaufkanal zum vorgesehenen Regenbecken vorzeitig zu erstellen.

Das Projekt

Das Projekt besteht aus dem Zulaufkanal, dem eigentlichen Regenbecken, dem Ablaufkanal für das Entlastungswasser in die Limmat und dem Entleerungskanal, über den das im Becken gespeicherte Abwasser zurück in den Kläranlageneinlauf fliesst.

Der Zulaufkanal

Ab dem erstellten Teilstück unter der Limmat muss ein 420 m langer Zulaufkanal mit einem Querschnitt von 5,4 × 5 m erstellt werden. Das im bereits erstellten und noch zu erstellenden Teilstück des Zulaufkanals sich ergebende Volumen von rund 20 000 m³ kann wie das Regenbecken selbst als Speichervolumen genutz werden.

Das Regenbecken mit Entleerungspumpwerk

Um die Überlauffracht entscheidend zu reduzieren, ist ein Speichervolumen von rund 40 000 m³ erforderlich. Da die Hälfte dieses Wertes bereits im Zulaufkanal aufgenommen werden kann, muss das Becken selbst noch ein Nutzvolumen von ebenfalls rund 20 000 m³ aufweisen. Beim gewählten Nutzvolumen werden später nur noch 5 bis 10 Überläufe jährlich in die Limmat stattfinden, während dies heute rund 60- bis 80mal der Fall ist.
Das Regenbecken wird unterirdisch erstellt. Es sind acht Kammern vorgesehen. Die Abmessungen des benötigten Baukörpers betragen rund 85 × 60 m bei einer maximalen