

Die Kiesfiltration in der Wasseraufbereitung

Martin Wegelin und Roland Schertenleib, Dübendorf

Zusammenfassung

Kiesfilter eignen sich zur Abtrennung von Feststoffen und stellen in Kombination mit Sandfiltern ein naturnahes Wasseraufbereitungsverfahren dar. Diese Verfahrenskombination wird in Europa für die künstliche Grundwasseranreicherung eingesetzt, während sie in Entwicklungsländern für die ländliche Trinkwasseraufbereitung verwendet wird. Die Kiesfiltertechnologie hat sich in den letzten 10 Jahren stark entwickelt, weshalb letztes Jahr in Zürich eine internationale Arbeitstagung durchgeführt wurde, um den Erfahrungsaustausch auf diesem Gebiet zu fördern. Mit ausgewählten Beiträgen und einer Zusammenfassung der praktischen Felderfahrung soll hier die Anwendung der Kiesfiltration in einem etwas erweiterten Rahmen vorgestellt werden.

Filtres à gros gravier pour le traitement de l'eau de surface – Résumé

Les filtres à gros gravier sont utilisés pour la séparation des matières solides. Semblable à la filtration lente sur sable, ils se basent sur des processus naturels de traitement de l'eau. En Europe, les filtres à gros gravier sont utilisés en combinaison avec les filtres lents à sable pour l'enrichissement artificiel de l'eau souterraine, alors que dans les pays en développement, la combinaison de ces filtres est appliquée dans des installations rurales de traitement des eaux de surface. La technologie des préfiltres s'étant fortement développée ces dix dernières années, un séminaire international fut organisé à Zurich l'année dernière afin de promouvoir l'échange d'informations. La technologie utilisant le filtre à gravier est présentée ci-après dans un contexte quelque peu élargi à l'aide de quelques articles sélectionnés et d'un résumé sur l'expérience pratique sur le terrain.

Roughing filters for water treatment – Summary

Roughing filters are used for the separation of solid particles. Similar to slow sand filters, they rely on natural water treatment processes. In Europe, roughing filters are applied in combination with slow sand filters for the artificial recharge of groundwater whereas in developing countries, the filter combination is used in rural water treatment plants. Since the roughing filter technology has been greatly developed over the last 10 years, an international workshop was held in Zurich last year to enhance the information exchange. The roughing filter technology will be presented hereafter in a somewhat larger context with a few selected papers and a summary of the practical field experience.

Einleitung

Die Kiesfiltration wird in der Wasseraufbereitung zur Abtrennung von Feststoffen eingesetzt. Als einfaches Verfahren eignet sich die Kiesfiltration besonders als Vorbehandlungsstufe in Kombination mit der Langsandsfiltration. Bedingt durch die unterschiedlichen Randbedingungen, welche nachfolgend kurz dargestellt werden, unterscheidet sich die Anwendungsart dieser Filter in Wasserversorgungen von Industrie- und Entwicklungsländern.

Situation in den Industrieländern

In Industrieländern ist das Grundwasser oft in *quantitativer* und *qualitativer* Hinsicht gefährdet. Die zunehmende Versiegelung des Bodens durch Strassen-, Wohn- und Industriebauten sowie die weitgehende Verbauung der Oberflächengewässer reduziert die natürliche Grundwasseranreicherung. Der intensive Einsatz von Kunstdüngern und Pestiziden in der *Landwirtschaft* kann zudem die gute Qualität des Grundwassers

gefährden. Schliesslich führen grosse zur Versorgung von Ballungsgebieten notwendige Grundwasserentnahmen zu einer Übernutzung des Grundwasserträgers. Um diesen zivilisatorischen Einwirkungen auf das Grundwasser zu begegnen, wird als wasserwirtschaftliches Instrument die künstliche Grundwasseranreicherung eingesetzt. Dabei wird in der Regel über Anreicherungsbecken, welche mit Sandfiltern ausgerüstet sind, aufbereitetes Oberflächenwasser in den Grundwasserleiter eingespiessen.

Die *Langsamfiltration* stellt dank ihrer Einfachheit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit ein geeignetes Mittel zur Wasserbehandlung dar. Allerdings erlaubt die vielerorts vorherrschende Rohwasserqualität die direkte Anwendung von Sandfiltern nicht. Dabei stellen die Trüb- und Feststoffe die wichtigste Einschränkung für die Anwendung von Sandfiltern dar. Um einen wirtschaftlichen, qualitativ effizienten und betrieblich sinnvollen Einsatz der Anreicherungsbecken zu ermöglichen, ist eine Vorreinigung von feststoffhaltigem Rohwasser unerlässlich. Zur Feststoffabtrennung werden in *Grundwasseranreicherungsanlagen* vielfach horizontal durchflossene Kiesvorfilter verwendet. Die Verfahrenskombination von Kies- und Sandfiltern, der unter Umständen noch eine Absetzstufe vorgeschaltet ist, stellt ein naturnahes Aufbereitungsverfahren dar, welches sich in der Grundwasseranreicherung bewährt hat.

In Europa hat die *künstliche Grundwasseranreicherung* in den letzten 30 Jahren einen wichtigen Stellenwert zur Deckung des Trinkwasserbedarfes erreicht. Beispielsweise stammten 39% des 1982 in der Bundesrepublik Deutschland verteilten Trinkwassers aus künstlich angereichertem Grundwasser. Durch die jahreszeitliche Bewirtschaftung von Grundwasserleitern können durch eine Untergrundspeicherung von Trinkwasser die *Versorgungssicherheit* erhöht und die Versorgungsanlagen optimal genutzt werden. Allerdings wird bis heute die künstliche Grundwasseranreicherung vorwiegend nur in grösseren Stadt- und Gruppenwasserversorgungen eingesetzt (*Abb. 1*).

Situation in den Entwicklungsländern

In Entwicklungsländern sieht die Versorgungssituation ganz anders aus.

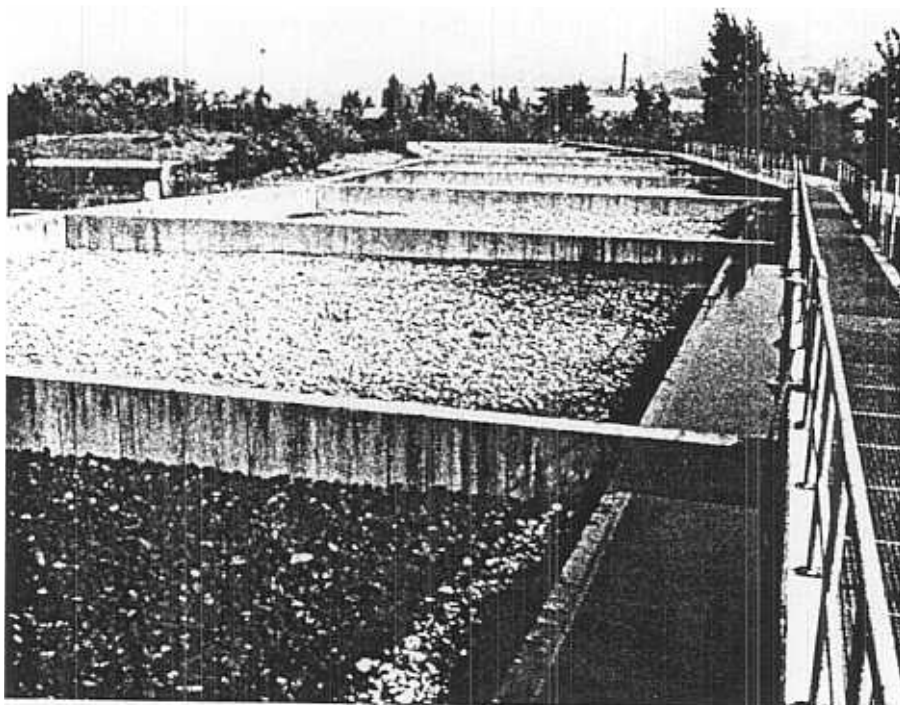


Abb. 1 Kiesfilter der Grundwasseranreicherungsanlage Aesch, Schweiz:

Nicht der Grundwasserschutz oder die optimale Bewirtschaftung eines Grundwasserleiters, sondern die tägliche, oft mühsame und unzureichende Wasserbeschaffung von vielfach zweifelhafter Qualität steht hier im Vordergrund. Mindestens ein Drittel der Bevölkerung in Entwicklungsländern hat keinen Zugang zu genügend sicherem Trinkwasser. In ländlichen Gebieten sind rund eine Milliarde, in städtischen Gebieten über 250 Millionen Leute betroffen. Die Weltgesundheitsorganisation WHO schätzt, dass 80 % aller Krankheiten in Entwicklungsländern im Zusammenhang stehen mit dem Mangel an genügender Wasserversorgung bzw. Hygieneeinrichtungen. An oberster Stelle stehen Durchfallerkrankungen mit 875 Millionen Krankheitsfällen und 4,6 Millionen Sterbefällen pro Jahr, wobei vor allem Kleinkinder bis zum fünften Lebensjahr betroffen sind.

Die Verbesserung der Wasserqualität allein ändert oft wenig an der Gesundheitssituation der betroffenen Bevölkerung. Vielmehr sind die Übertragungswege für wasserbezogene Infektionskrankheiten durch eine geordnete Entsorgung der Fäkalien zu unterbrechen und die mengenmäßige Verfügbarkeit von Wasser zu erhöhen. Die grossen Unterschiede bezüglich wirtschaftlicher und natürlicher Ressourcen zwingen die einzelnen Länder, ihre Massstäbe für eine ausreichende Trink-

wasserversorgung von genügender Qualität verschieden hoch anzusetzen. In den Industrieländern wird die Bevölkerung über Hausanschlüsse mit 200–300 l

hygienisch einwandfreiem Wasser pro Kopf und Tag versorgt, während vielerorts in den Entwicklungsländern pro Einwohner eine tägliche Wassermenge von bestenfalls 20–30 l an einer bis zu 300–500 m entfernten öffentlichen Zapfstelle zur Verfügung steht, was aber als ausreichende Versorgung betrachtet wird.

In den *Entwicklungsländern* wird eine ländliche Wasserversorgung nur dann Bestand haben, wenn die Bevölkerung in die Planung, den Bau und den Betrieb der Versorgungsanlagen einbezogen wird und einfache Technologien verwendet werden, welche mit lokalen Ressourcen betrieben werden können. Aus qualitativen Gründen ist die Nutzung von Grund- und Quellwasser sowie von Regenwasser dem Oberflächenwasser vorzuziehen. Die *Wasseraufbereitung* stellt die anspruchsvollste Komponente einer Wasserversorgung dar und sollte deshalb wenn immer möglich vermieden werden, weil sie relativ hohe Investitionen und geschultes Personal für den Betrieb der Anlagen verlangt.

Die Verbesserung der bakteriologischen Wasserqualität ist das primäre Ziel einer Wasseraufbereitung, besonders gilt dies für ländliche Anlagen in Entwicklungs-

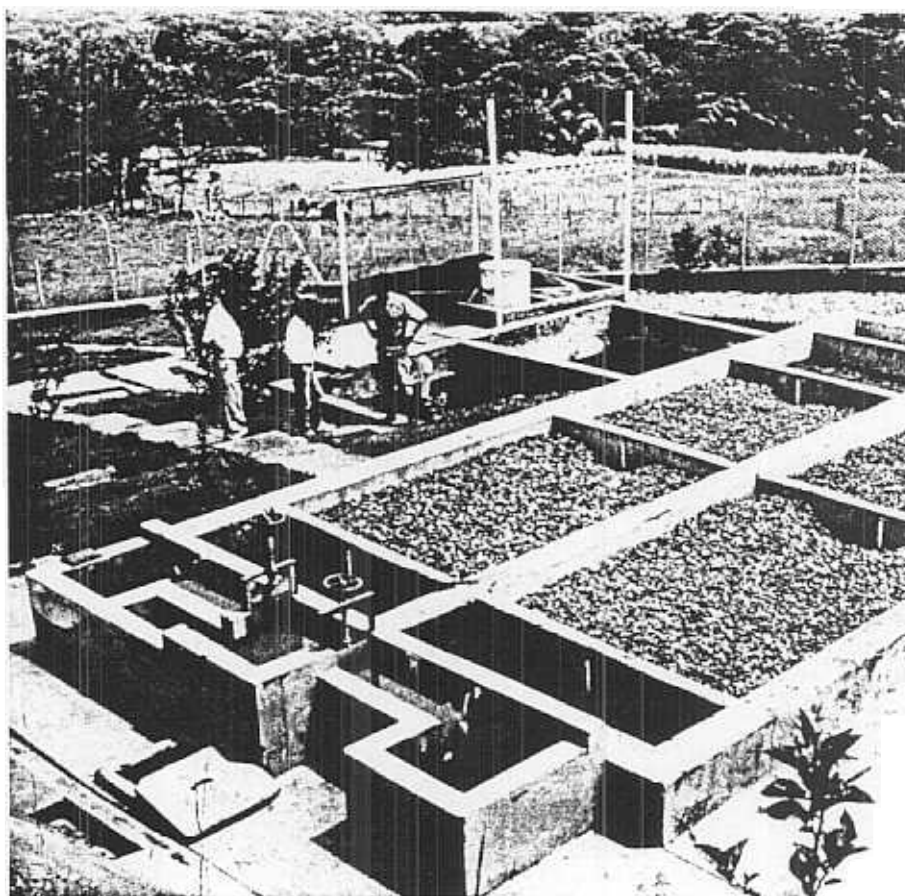


Abb. 2 Kiesfilter für die ländliche Wasserversorgung von Restrepo, Kolumbien

ländern. Dank einfachem Betrieb und Unterhalt wird die Langsamsandfiltration als angepasstes Aufbereitungsverfahren betrachtet. Allerdings wurden mit Sandfiltern in Drittweltländern vielerorts schlechte Betriebserfahrungen gemacht, welche grösstenteils durch eine unzureichende Rohwasserqualität verursacht worden sind. Tropische Oberflächengewässer weisen zu Regenzeiten oft extrem hohe Trübungsspitzen und Feststoffkonzentrationen auf. Unter solchen Bedingungen können Sandfilter nur in Verbindung mit effizienten und zuverlässigen Vorbehandlungsstufen eingesetzt werden. Die Kiesfiltration stellt ein solches Aufbereitungsverfahren dar. Die Kombination von *Kies- und Sandfiltern* eignet sich vorzüglich für die ländliche Trinkwasseraufbereitung in Entwicklungsländern und ist ein einfaches und natürliches Verfahren, um Oberflächenwasser zu Trinkwasser aufzubereiten (Abb. 2).

Internationaler Erfahrungsaustausch

Um den Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der Kiesfiltration zu fördern, fand Ende Juni 1992 in Zürich eine internationale *Arbeitstagung* über die Anwendung dieser Technologie in der Wasseraufbereitung statt. In einer Veranstaltungsrückschau wurden im letzten Jahr die verschiedenen Referate in dieser Zeitschrift kurz zusammengefasst (gwa, Heft 11/92).

Die Vorträge sind bei den Tagungsteilnehmern auf grosses Interesse gestossen. Einerseits hatten verschiedene Betreiber von Grundwasseranreicherungsanlagen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz die Gelegenheit, ihre diesbezüglichen Erfahrungen an der Arbeitstagung vorzustellen und untereinander einen intensiven Gedankenaustausch zu pflegen. Andererseits haben verschiedene Referate und Diskussionsbeiträge von Vertretern aus Entwicklungsländern gezeigt, dass in diesen Ländern in den letzten 10 Jahren die Technologie der Kiesfiltration wesentlich erweitert worden ist. Aus dieser Entwicklung könnten auch die Industrieländer Nutzen ziehen, sei dies durch eine Anwendung von neu entwickelten Kiesvorfiltern in der Grundwasseranreicherung oder durch eine Verwendung dieser einfachen Technologie in ländlichen Wasserversorgungen. Die Aufbereitung von qualitativ nicht einwandfreiem

Quellwasser oder von Oberflächenwasser oberhalb des Versorgungsgebietes durch Kies- und Sandfilter könnte die Versorgungssicherheit erhöhen und bei steigenden Energiepreisen auf längere Sicht wirtschaftlich und ökologisch interessant werden.

Mit den drei nachfolgenden *Beiträgen* sollen Theorie und Anwendung der Kiesfiltration näher vorgestellt werden.

- *«Filtrationsmechanismen in Kiesfiltern»*. In seinem Artikel behandelt Dr. M. Boller die Elemente der Feststoffabtrennung in der Filtration, vergleicht die Abtrennwirkung von vertikal und horizontal betriebenen Kiesfiltern und stellt dann die Filtereffizienz horizontaler Kiesfilter vor.
- *«Die Bedeutung der künstlichen Grundwasseranreicherung und die Entwicklung von Kiesvorfiltern»*. Prof. Dr. h.c. E. Trüeb stellt in seinem Beitrag vor allem die verschiedenen technischen Möglichkeiten vor, wie Oberflächenwasser in den Grundwasserleiter eingespiesen werden kann. In einem kurzen geschichtlichen Rückblick wird gezeigt, dass horizontal durchflossene Kiesvorfilter keine neue Erfindung sind, diese aber in den letzten 30 Jahren für die Grundwasseranreicherung wieder neu entdeckt wurden.
- *«Praktische Erfahrung mit Kiesfiltern»*. In diesem Artikel werden die an der Arbeitstagung vorgestellten Fallbeispiele zusammengefasst. Bis vor kurzem sind vorwiegend horizontal durchflossene Kiesvorfilter in der künstlichen Grundwasseranrei-

cherung und bei der ländlichen Trinkwasseraufbereitung in Entwicklungsländern eingesetzt worden. Ein Ausblick auf neuere Entwicklungen in der Kiesfiltertechnologie dient dazu, weitere Anwendungsmöglichkeiten der Kiesfiltration vorzustellen.

Verdankung

An dieser Stelle möchten wir den mitbeteiligten Organisatoren der Arbeitstagung für die gute Zusammenarbeit danken. Vor allem die Wasserversorgung Zürich hat mit ihren Mitarbeitern wesentlich zum Erfolg der Tagung beigetragen. Herr Prof. Trüeb war uns ein langjähriger Berater in der Kiesfiltration. Die finanzielle Unterstützung der Arbeitstagung durch den Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfachs, die Gebrüder Sulzer AG, Winterthur, und durch das Kantonale Amt für Umweltschutz und Energie, Liestal, ist hier ebenfalls verdankt. Schliesslich möchten wir der Direktion für Entwicklungszusammenarbeit und humanitäre Hilfe in Bern danken, welche die Entwicklung und Verbreitung der Kiesfiltration in den Entwicklungsländern wesentlich mitfinanziert hat.

Adresse der Autoren:



M. Wegelin, dipl. Ing. ETH



R. Schertenleib, dipl. Ing. ETH

IRCWD, c/o Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), 8600 Dübendorf