

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 86 (1968)  
**Heft:** 15: Schweizer Mustermesse Basel

**Artikel:** Injektionen in nutzbaren Grundwasserströmen?  
**Autor:** Jäckli, Heinrich  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-70019>

#### **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:** 24.01.2026

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

Von PD Dr. H. Jäckli, Geologe, Zürich

Anlässlich des Kurses des Basler Ingenieur- und Architekten-Vereins vom 7. bis 9. Juni 1967 über «Aktuelle Methoden im städtischen Tiefbau» wurde auch die Verwendung von Injektionsschleieren zur Erleichterung der Wasserhaltung bei Tiefbauten im Grundwasser vorgeschlagen (vgl. Prof. G. Schnitter, Zürich: Injektionen, SBZ 1968, H. 6, vom 8. Februar 1968). Überraschenderweise wurden dabei aber die Fragen des quantitativen Grundwasserschutzes nicht behandelt, obschon Injektionsschleier wie auch sie begrenzende Bentonitschlitzwände in einem nutzbaren Grundwasserleiter höchst unerwünschte Fremdkörper darstellen.

## Funktionen des natürlichen Grundwasserleiters

Der grundwasserführende Kies unserer Talsohlen als natürlicher Grundwasserleiter erfüllt drei Funktionen:

Erstens ermöglicht er den horizontalen *Grundwasserdurchfluss*. Der Durchlässigkeitskoeffizient liegt erfahrungsgemäss in unseren schweizerischen Schottern im Mittel über die ganze vertikale Mächtigkeit in der Grössenordnung von etwa  $k = 10^{-2}$  bis  $10^{-3}$  m/s. Da nun aber die kiesigen Talfüllungen als fluviatile Sedimente eine Wechsellagerung feinkörniger, weniger durchlässiger mit grobkörnigen, durchlässigeren Schichten (eine in jeder Kiesgrubenwand zu erkennende «Blätterteig»-Struktur) aufweisen, entsteht eine sedimentationsbedingte Anisotropie mit wesentlich grösserer Durchlässigkeit in horizontaler als in vertikaler Richtung. Der Wasserdurchfluss konzentriert sich deshalb sehr stark auf ausgewählte, besonders durchlässige Schichten mit geringem Lehm-, Silt- und Sandgehalt. Genau die selben Schichten sind es aber auch, die bei Injektionen am allerhesten abgedichtet werden!

Zweitens stellt der sandige Kies einen unterirdischen *Grundwasser-Speicherraum* mit einem nutzbaren Porenvolumen von rund 25–30% dar. Er kann von Grundwasserfassungen über sehr bedeutende Distanzen als Saison- oder Jahres- oder gar Mehrjahresspeicher ausgenutzt werden.

Und schliesslich wirkt der Kies als natürlicher *Filter*, dank welchem das aus Grundwasserfassungen gepumpte Wasser in der Regel absolut klar und von einwandfreier bakteriologischer Reinheit ist.

Will man diese drei Funktionen eines Grundwasserleiters nicht beeinträchtigen, so müsste man darnach trachten, Bauten überhaupt nicht ins Grundwasser hinein zu stellen. Wo nun aber Gebiete mit hochliegendem Grundwasserspiegel als Industriezonen ausgeschieden werden und dort selbstverständlich die Tendenz besteht, das Bauland möglichst intensiv mittels tiefer Kellergeschosse auszunützen, reichen letztere fast zwangsläufig ins Grundwasser hinein.

## Wahrung des Durchflussprofils

Grössere Einbauten im Grundwasser beeinträchtigen die vorhin als erste genannte Funktion des Grundwasserleiters, indem sie das unterirdische Durchflussprofil einengen. Wenn durch solche Einbauten im Grundwasser stromaufwärts ein Rückstau entsteht, der abdrainiert werden muss, so geht solches Drainagewasser dem Grundwasserstrom verloren. Abgesehen von kurzfristigen Hochwasserspitzen muss dies als quantitative Beeinträchtigung des Grundwasserstromes betrachtet werden. Kleine einzelstehende Objekte, z. B. Brückenpfeiler, können vom Grundwasser seitlich meist ohne Schwierigkeit umflossen werden und bewirken keinen nennenswerten Rückstau; sie dürfen deshalb beliebig tief ins Grundwasser hineinreichen. Grosse Objekte dagegen, besonders wenn sie nicht einzeln stehen, sondern schon heute oder in Zukunft von ähnlichen Objekten umgeben sind, können schon bei bescheidener Eintauchtiefe ins Grundwasser in diesem einen spürbaren Rückstau verursachen. Muss dieser Rückstau nicht nur bei kurzfristigen Hochwasserspitzen, sondern schon bei Mittelwasser ständig abdrainiert werden, so bedeutet das eine für die Grundwassernutzung durchaus unerwünschte Verkleinerung der Abflussmenge des Grundwasserstromes, die durch Wiederversicken des Drainagewassers stromabwärts des stauenden Objektes kompensiert werden müsste.

Kritischer werden die Verhältnisse dort, wo die Einbauten bis auf eine undurchlässige Unterlage des Grundwasserstromes hinabreichen, stellen sie in solchen Fällen doch eine stauende Barriere dar, die nicht unterströmt werden kann. Ist man aus wirtschaftlichen Gründen gezwungen, die Kellerräume so tief zu erstellen, so muss der ursprüngliche natürliche Grundwasserdurchfluss dadurch ge-

währleistet werden, dass neben und unter dem Baukörper künstlich ein durchlässiger Kieskoffer eingebaut wird, der als Dächer wirkt und die Sperrwirkung des Baukörpers aufhebt. Zusammensetzung, Abmessung und Durchlässigkeit eines solchen durchlässigen, als Dächer durchströmten Filterkörpers wäre in jedem einzelnen Fall rechnerisch und allenfalls auch im Modellversuchen zu belegen.

Injektionsschleier zur Verminderung des Wasserandranges in der Baugrube vergrössern selbstverständlich die Sperrwirkung, und zwar für alle Zeiten, obschon sie nur für die relativ kurze Zeit der Wasserhaltung benötigt werden. Sie reichen rund doppelt bis dreimal so tief unter den Grundwasserspiegel wie die Baugrube, damit dank ihrem Eigengewicht und dem Gewicht der darüberliegenden, nicht injizierten Schicht Grundbruch sicher verhindert wird.

Gleiche Vorbehalte müssen auch für definitive Schlitzwände zur Baugrubenumschliessung gemacht werden, die nicht wie Spundwände jederzeit wieder gezogen werden können, sondern dauernd im Boden bleiben und dort den natürlichen Grundwasserdurchfluss hemmen.

## Schutz des Speichervolumens

Auch im Hinblick auf die Erhaltung des natürlichen unterirdischen Speichervolumens sind Einbauten in den Grundwasserleiter unerwünscht. Dabei kommt es nicht so sehr auf die Tiefe unter Grundwasserspiegel als vielmehr auf die Kubatur an, um welche durch die Einbauten der Speicherraum des Grundwasserleiters für immer vermindert wird. Injektionsschleier bewirken eine zusätzliche Verringerung des Speicherraumes, und zwar nicht etwa nur um den Betrag des Injektionsgutes, sondern auch um das gesamte Porenvolumen des darüber liegenden, nicht injizierten, aber seitlich von einer Dichtungswand begrenzten Kieses. Der bei tiefgründigen Einbauten zur Erhaltung des Durchflussprofils oben vorgeschlagene künstliche Kieskoffer mit Däkerwirkung kann ebenfalls die Funktion eines unterirdischen Speicherraumes übernehmen, wenn er anstelle von relativ undurchlässigen feinkörnigen Schichten eingebaut wird und sein Volumen mindestens jenem des Aushubs im Grundwasserleiter entspricht.

## Sicherung der Filterwirkung

Unsere natürlichen kiesigen Grundwasserleiter sind vorzügliche Filter. Lediglich zur Wahrung des unterirdischen Durchflusses könnte man vielleicht versucht sein, Drainageröhren oder sehr durchlässige grobe Steinpackungen unter der Fundamentsohle einzubauen, und so einen Rückstau zu verhindern. Ein solches System hätte aber keine filtrierende Wirkung. Der geforderte Däker muss aber unbedingt eine ähnliche Filterwirkung aufweisen wie der durch den Bau entfernte natürliche Kies, so dass oberflächliche Verunreinigungen, die kaum jemals ganz auszuschliessen sind, durch ihn zurückgehalten werden.

## Schlussfolgerungen

Alle diese Überlegungen führen zwangsläufig zum Schluss, dass während der Wasserhaltung auf einen Injektionsschleier, der den Grundwasserandrang in die Baugrube verringern soll, wie auch auf dichte Bentonitschlitzwände verzichtet werden muss. Denn diese Objekte, die lediglich zur Erleichterung der Bauausführung dienen, würden nachher als undurchlässige Fremdkörper für alle Zeiten im Grundwasserleiter drin bleiben. Ohne Spundwände wird allerdings kaum auszukommen sein; sie sind aber so zu gestalten, dass sie nach Vollendung des Baues vollständig oder wenigstens bis auf das Niveau der Fundamentsohle wieder gezogen werden können.

Die stets sehr ungleichförmige Begrenzung eines Injektionsschleiers ist nie genau bekannt. Es versteht sich, dass in erster Linie die durchlässigsten Kiespartien durch das Injektionsgut abgedichtet werden, was zwangsläufig zu einer örtlichen Verengung des Durchflussprofils und des Speichervolumens führt. Das bedeutet nichts weniger als einen Eingriff in den Bestand und damit zwangsläufig eine Beeinträchtigung und Schmälerung eines öffentlichen Gewässers, sind doch die nutzbaren Grundwasservorkommen in fast allen Kantonen als öffentlich erklärt worden. Ob eine kantonale Behörde, welcher der Schutz des Grundwassers anvertraut ist, eine Bewilligung für solche Injektionsarbeiten überhaupt erteilen darf, erscheint fraglich, da beispielsweise das zürcherische Wassergesetz in § 79 ausdrücklich verlangt: «Bewilligungen (z. B. für vorübergehende Wasserhaltungen) sind mit den notwendigen Bedingungen und Auflagen zu verbinden, die den hinreichenden Schutz des Gewässers gegen Ver-

unreinigung, Beeinträchtigung und Schmälerung dauernd gewährleisten».

*Auf Injektionen ist deshalb in nutzbaren Grundwasservorkommen prinzipiell zu verzichten!* In sehr durchlässigen Grundwasserleitern wird es dann allerdings nicht immer möglich sein, die Baugruben gleichzeitig über die ganze Grundfläche offen zu halten; man wird sie in einzelne Kammern unterteilen müssen, die von tiefen, später aber wieder zu ziehenden Spundwänden umgeben sind, um so die Wasserhaltung leichter bewerkstelligen zu können. Es ist aber eher zu ver-

antworten, dass für die Dauer einiger Monate etwas mehr Wasser aus der Baugrube gepumpt wird, als dass für alle Zukunft durch einen Injektionsschleier oder eine Bentonitschlitzwand als undurchlässige Barriere der Grundwasserstrom behindert oder völlig abgeschnitten und für die jetzige und zukünftige Grundwassernutzung wichtiger Speicherraum vernichtet wird.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. nat. Heinrich Jäckli, Geologe, 8049 Zürich, Jacob-Burckhardt-Strasse 8.

## Die Rolle der Werkzeugmaschine im Maschinenbau

DK 621.9-05

Im Gesamtbild der schweizerischen Wirtschaft nimmt der Maschinenbau eine Vorzugsstellung ein; im Export steht er sogar an der Spitze mit einem Wert von 5,1 Mrd. Fr. oder 33,5% der gesamten Ausfuhren unseres Landes im Jahre 1967. Die sprichwörtliche Zuverlässigkeit und die gehobene Qualität dieser Industrieerzeugnisse haben für die Bildung und die Festigung ihres hervorragenden Rufes ganz wesentlich beigetragen. Immer wieder kann man sich über Meldungen freuen, die von Aufträgen aus allen Ländern, von Lieferungen der schweizerischen Industrie an andere Industriestaaten berichten. Turbinen, Motoren, Generatoren, Transformatoren, Kessel, Pumpen usw. sind stolze Zeugen der Leistungsfähigkeit unserer Maschinenindustrie und vom Vertrauen, welches sie auf der ganzen Welt geniesst.

Bedenkt man aber, dass diese Riesenprojekte und die entsprechenden Maschinen und Apparaturen aus menschlicher Ingenieur-tätigkeit ohne einen hohen Entwicklungsstand auf dem Gebiet des Werkzeugmaschinenbaus nicht denkbar wären, dann rückt dieses technische Wirkfeld erst an die Stelle, die ihr vom Wesen der Sache her gebührt. Der Glanzschleier der grossen Leistungen lässt oft dieses unentbehrliche Hilfsmittel zu Unrecht in den Hintergrund treten, es wird als selbstverständlich angenommen, dass es immer vorhanden sei, wenn es gebraucht wird. Dabei erfreut sich dieser Sektor des schweizerischen Maschinenbaus in eingeweihten Kreisen eines nicht minderen Rufes. Sein eher bescheidenes Dasein drängt sich nur nicht

an die Öffentlichkeit vor; die Leistungen der auf diesem Gebiet tätigen Ingenieure, Konstrukteure und Techniker sind nur den Fachleuten bekannt, fehlen jedoch im Bewusstsein des Volkes. Sie stellen aber das Ergebnis jahrzehntelanger, zielbewusster Kleinarbeit dar; ihre grossen Verdienste sind oft unsichtbar. Man kann sie weder in Mega- oder Gigawatt, noch in Machzahlen messen; sie machen keine Schlagzeilen, denn sie sind im stillen Treiben des Betriebes immer etwas versteckt.

Dort sind sie aber allgegenwärtig; vom kleinen Einmannbetrieb bis zum Riesenunternehmen, alle sind von der Werkzeugmaschine abhängig. «Als Vervielfacherin der Lebensmöglichkeiten ist sie ein vom Menschen geschaffenes Hilfsmittel, welches ihm seine grossen Leistungen erst ermöglicht. Dieses, wie die Technik schlechthin in der rechten Weise zu gebrauchen, ihr nicht zu verfallen, sondern ihr in jedem Augenblick Herr zu sein, bleibt weiterhin die Aufgabe des Menschen. Die Ingenieure sollten sie im besonderen erkennen und in Gelassenheit die Menschen mit ihren Werken vertraut machen»<sup>1)</sup>.

Diesem Aufruf möchten wir folgen. Es freut uns besonders, anlässlich der diesjährigen Mustermesse in Basel unserem Leserkreis eine Werkzeugmaschine vorstellen zu können, die von der erwähnten, stillen aber zielbewussten Kleinarbeit zeugt.

Redaktion

<sup>1)</sup> Nach Prof. Dr.-Ing. M. Pfender: Mit der Maschine in die Zukunft. «Draht» 18, Heft 8, S. 511-513.

## Programmgesteuerte, kurvenlose Revolver-Drehmaschine

DK 621.941.234 + 621.941.237

Von Max Künzler, Masch.-Ing., Zürich

### 1. Einleitung

Von der modernen Werkzeugmaschine erwartet der Benutzer eine hohe und über die Stückzahl und die Zeit gleichbleibende Qualität der Erzeugnisse. Zugleich müssen aber die Herstellungs-kosten dieser Produkte weitgehend beschränkt werden. Diese Forderungen widersprechen sich zum Teil, so dass der Maschinenbauer gezwungen ist, die massgeblichen Einflussparameter systematisch zu verbessern unter gleichzeitiger Abwägung der Bedürf-

nisse des Benutzers im Hinblick auf das optimale Verhältnis zwischen der erzielbaren Qualität und dem Anschaffungspreis der Anlage.

In erster Näherung können die Produktionskosten durch Verkürzung der Bearbeitungszeiten gesenkt werden, d. h. durch die Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit und/oder durch gleichzeitiges Durchführen zweier oder mehrerer Arbeitsgänge. Dieser Weg hat, wenn man von Sonderfällen absieht, den Nachteil, dass er mit

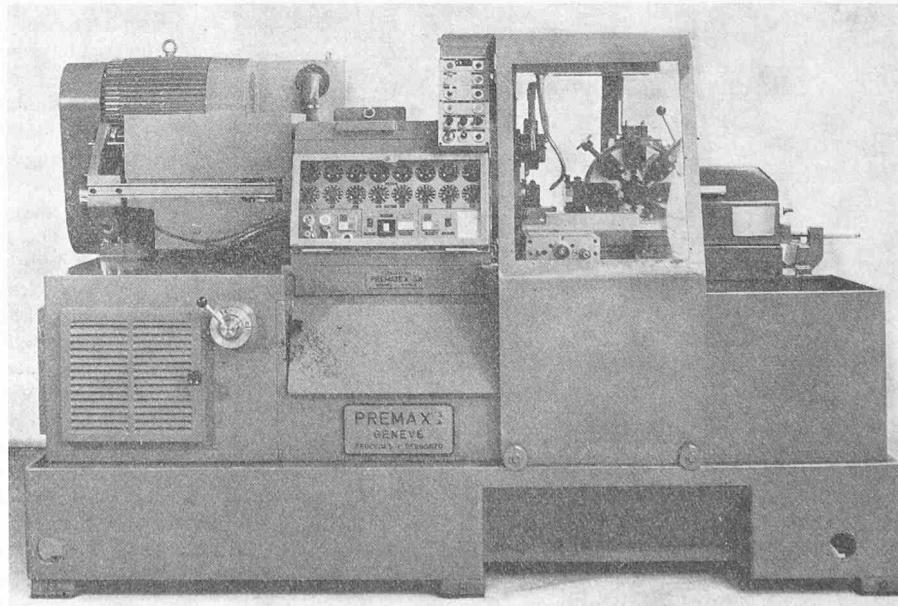


Bild 1. Ansicht des Premax-Drehautomaten Typ PB 90