Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 36 (1979)

Heft: 10

Artikel: Die Pumpen - ihre Aufgaben in Vergangenheit und Gegenwart

Autor: Vogel, Hermann E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-782198

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: 13.12.2025

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

Die Pumpen – ihre Aufgaben in Vergangenheit und Gegenwart

Von Hermann E. Vogel, Zürich

Bereits im Altertum legte man grossen Wert auf eine gute und reichliche Wasserversorgung. Gewaltige Werke wurden aufgeführt, um das kostbare Nass oft stundenweit nach den grossen Städten zu leiten. In Mohenjo Daro, der einstigen Hauptstadt des indischen Subkontinents, hatte schon vor 6000 Jahren jedes Haus einen grossen, schönen Baderaum. Auch die alten römischen Städte erfreuten sich einer guten Wasserversorgung und luxuriöser Badeanlagen.

Rückschau

Viele Arbeiten, wie das Getreidemahlen, musste der Mensch zuerst mit eigener Körperkraft leisten. Später verstand er es, Tiere zum Antrieb von Mühlwerken zu verwenden. Ein schöpferischer Geist kam auf den Gedanken, die Kraft des vorbeifliessenden Wassers dafür dienstbar zu machen. Von nun an trieb das Wasser Mühlen und Sägewerke.

Die Erfindung von Pumpanlagen ermöglichte es, das Wasser rationeller und vor allem auch in vertikaler Richtung fortzubewegen.

Neben den Transport- und Hebegeräten sind es die hydrologischen Maschinen, die seit den ältesten Zeiten Verwendung fanden. Im alten Ägypten standen zu Bewässerungszwecken die im Niltal noch heute zu sehenden Schwimmbäume und Schöpfräder im Gebrauch, in den letzten vorchristlichen Jahrhunderten wohl auch Wasserschnecken, sogenannte archimedische Schnecken, und vereinzelte Kolbenpumpen. Die Römer benutzten Becherwerke und Wasserschnecken auch schon zur Trockenlegung von Fundamentgruben im Brücken- und Wasserbau sowie zur Wasserhaltung in den Bergwerken.

Ähnlich waren die Vorrichtungen, die für die gleichen Aufgaben im Mittelalter, in der Renaissance und vielenorts noch bis in die neuere Zeit hinein benutzt wurden. Auf einer Zeichnung des Venezianer Malers Pisanello (1395–1455) ist eine Maschine dargestellt, bei der es sich anscheinend um eine durch den Fluss angetriebene, aus Holz konstruierte Kolbenpumpe handelt.

Bernard Forest de Bélidor (1697–1761), technischer Offizier und Lehrer der Mathematik und Physik an der Artillerieschule La Fère, schildert im zweiten Band seiner «Architecture hydraulique» Theorie und Konstruktion von Saug- und Druckpumpen, mit zahlreichen Beispielen von ausgeführten Anlagen.

Die Frage der Wasserförderung, vor allem der Hebung des Grubenwassers, dessen man, je tiefer man die Schächte trieb, mit den üblichen Kraftmaschinen der Epoche nicht mehr Herr werden konnte, beschäftigte seit dem ausgehenden 17. Jahrhundert zahlreiche Köpfe: Huygens, Leibniz, Papin, Savery und Newcomen.

Leibniz, nicht nur Philosoph und Mathematiker, sondern auch auf naturwissenschaftlichem Gebiet tätig, suchte 1681 im Harze, wo die Wasserkraft nicht ausreichte, mit Hilfe einer von ihm konstruierten Windkraftmaschine die Grubenwasser zu heben.

1690 kam Huygens' Gehilfe Papin auf den Gedanken, den Zylinder durch die Kondensation von Wasserdampf zu evakuieren. Die Nöte des Bergbaues sollten durch diese Erfindung behoben werden. Die Herstellung eines exakten Zylinders, in dem sich der Kolben dicht bewegte, bereitete Papin grosse Schwierigkeiten. Er ermittelte durch Versuche, wie stark die dem Dampfdruck ausgesetzten Teile einer Dampfmaschine sein müssen. Papin, der als Hugenotte aus Frankreich hatte fliehen müssen, berichtete 1698 von Kassel aus an den Philosophen Leibniz über eine Dampfpumpe mit vom Zylinder getrenntem Kessel, bei der beim Arbeitshub der Dampf selbst den Kolben trieb.

Praktische Arbeit in den Bergwerken leisteten seit 1711 erst die von Th. Newcomen, wohl im Anschluss an Papins Versuche gebauten grossen atmosphärischen Dampfmaschinen. Sie hatten einen vom Zylinder getrennten Kessel und einen grossen «Balancier» (ein Pendel). An einem Ende hing der Kolben, am andern Ende war ein Gegengewicht befestigt, mit dem die Pumpenstange verbunden war. Diese Maschine funktionierte, und sie war in zahlreichen Bergwerken eingeführt. Doch sie war wegen ihrer grossen Energieverluste unrationell. Erst als man die Wärmeverhältnisse des Wasserdampfes genauer erkannt hatte, konnten neue Wege beschritten werden. Hier setzte die Arbeit von Watt ein.

In den letzten hundert Jahren sind verschiedene Systeme von Wasserturbinen zu leistungsfähigen Maschinen ausgebildet worden. Am verbreitetsten sind die Überdruckturbinen, welche die Wasserkraft bis zu 90 % ausnützen.

Pumpenarten

Pumpen sind Maschinen oder Geräte zum Fördern von Flüssigkeiten oder Gasen. Nach der Wirkungsweise unterscheidet man: Dampfstrahlpumpen, Kettenpumpen, Kreiselpumpen, Mischluftheber, Schneckenpumpen, Stossheber, Strahlpumpen, Verdrängerpumpen, Wasserringpumpen.

Die günstigste Pumpenbauart wird nach den Betriebsbedingungen und nach der Förderflüssigkeit gewählt. Während die Erfindung der zweistiefeligen Druckpumpe dem griechischen Mechaniker Ktesibos aus Alexandrien zugeschrieben wird, werden römische Druckpumpen aus verschiedenen Funden bezeugt; sie besitzen zum Teil ebenfalls Windkessel. Bei Kriegsingenieuren des Spätmittelalters wie Mariano Jacopo Taccola (um 1433) und Leonardo da Vinci begegnet uns zuerst die Saughebepumpe mit Ventil im Kolben.

Bei der *Dampfstrahlpumpe* tritt Dampf mit hoher Geschwindigkeit aus einer Triebdüse und mischt sich in der Fangdüse mit der durch den Saugstutzen angesaugten Förderflüssigkeit; dabei wird Energie an die Förderflüssigkeit übertragen. In einem nachgeschalteten Erweiterungsstück wird die Geschwindigkeit in Druck umgesetzt. Die Verwendung von Dampfstrahlpumpen setzt voraus, dass der Förderflüssigkeit Wasser bzw. kondensierter Dampf beigemischt werden kann. Diese Pumpenart hat keine beweglichen Teile. Sie erfordert keine Wartung und ist sehr einfach zu bedienen. Dampfstrahlpumpen werden verwendet als Injektoren bei Versorgungspumpenanlagen, zum Beispiel Kesselspeisevorrichtungen, Dampfstrahlgebläsen und als Ejektoren bei Entleerungspumpenanlagen (Lenzeinrichtungen, Luftpumpen von Dampfkondensatoren).

Kettenpumpen sind Förderanlagen für Flüssigkeiten: von einer endlosen Kette werden scheiben- oder tellerförmige Kolben durch ein kalibriertes Förderrohr gezogen; dabei wird die Flüssigkeit in den hochliegenden Behälter gefördert.

Die *Kreiselpumpe,* die wichtigste und verbreitetste Pumpenart, ist eine Strömungsmaschine. Die mechanische Energie wird hier an die Förderflüssigkeit im rotierenden Laufrad übertragen, die Bewegungsenergie zum Teil im Laufrad, zum Teil im Druckgehäuse oder im nachgeschalteten Leitrad in Druckenergie umgewandelt.
Vorzüge der Kreiselpumpe sind eine gleichförmige Förderung, das Fehlen von Ventilen, die hohen Drehzahlen, die eine direkte Kuppelung mit elektrischen Motoren gestattet, sodann eine kleine Abmessung. Als Nachteil ist die Unmöglichkeit der Selbstentlüftung zu betrachten.
Je nach Austrittsrichtung der Flüssigkeit unterscheidet man radiale, halbaxiale oder axiale Laufräder und Leiträder.
Die Kreiselpumpen werden einstufig oder mehrstufig, mit hintereinander geschalteten Laufrädern, gebaut. Bei grossen Förderströmen werden mehrstufige Kreiselpumpen verwendet. Sie werden für Förderhöhen bis über 4000 m, für Förderströme bis über 50 000 m³/h, für Antriebsleistungen bis über 250 000 kW und für Drehzahlen bis über 50 000 Umdrehungen pro Minute ausgeführt oder projektiert. Es können Wirkungsgrade bis zu 92 % erzielt werden.
Mischluftheber sind Pumpen zur Förderung von sand- und schlammhaltigem Wasser, die den Unterschied der spezifischen Gewichte der Förderflüssigkeit und des Flüssigkeit-Luft-Gemisches nutzen. Die durch Düsen im Steigrohr eingeblasene Luft mischt sich mit der im Rohr befindlichen Flüssigkeit.
Schneckenpumpen gehören zu den ältesten, heute noch in Kläranlagen gebräuchlichen Pumpenbauarten. Der gegen die Horizontale bis etwa 30 ° geneigte, in einem offenen, halb zylindrischen Trog mit geringem Spiel langsam rotierende Läufer besteht aus einer breiten Wendelfläche aus Blech, mit Durchmesser bis 6 m. Das untere Läuferende taucht in die Flüssigkeit im saugseitigen Behälter ein, das obere Ende reicht über den druckseitigen Flüssigkeitsspiegel; bei jeder Umdrehung wird die jeweils zwischen zwei benachbarten Wendelgängen befindliche Flüssigkeitsmenge um eine Wendelsteigung im Trog fortbewegt und schliesslich in den druckseitigen Behälter ausgegossen.
Ein *Stossheber* ist eine Pumpe, die zur Förderung die Drucksteigerung ausnutzt, die beim plötzlichen Abbremsen der in der Triebwasserleitung fliessenden Wassermenge entsteht. Stossheber werden in einem sich auf- und abbewegenden Stossventil oder in einem rotierenden Schaltrad betrieben. Sie werden heute bei der Wasserversorgung von einzelstehenden Höfen in den Alpenländern angetroffen. Der Stossheber wurde 1796 von J.-M. Montgolfier erfunden.
Verdrängerpumpen sind Flüssigkeitspumpen, die durch abwechselndes Vergrössern und Verkleinern des Arbeitsraumes fördern. Die Förderflüssigkeit wird in den Arbeitsraum angesaugt und anschliessend in die Druckleitung gedrückt; an die Flüssigkeit wird vorwiegend Druckenergie übertragen. Verdrängerpumpen werden ausgeführt als Kolbenpumpen, Flügelpumpen und Rotationspumpen.
Bei den *Kolbenpumpen* bewegt sich der Kolben in einem Zylinder hin und her; beim Saughub wird der Arbeitsraum grösser und Flüssigkeit angesaugt; beim Druckhub verkleinert sich der Arbeitsraum, das Saugventil schliesst sich, und die Flüssigkeit wird aus dem Zylinder durch das Druckventil in die Druckleitung gedrückt. Um die Ungleichförmigkeit der Förderung abzuschwächen, arbeiten mehrere parallel geschaltete, gegeneinander phasenverschobene Kolben zusammen. Kolbenpumpen werden mit einfach wirkenden Tauchkolben oder mit zweifach wirkenden Scheibenkolben ausgeführt. Bei grossen Förderhöhen finden sich Stufenkolben, sogenannte Differentialkolben, die beim Ansaugen einfach, beim Drücken doppeltwirkend arbeiten. Bei verunreinigten oder aggressiven Flüssigkeiten werden stopfbuchslose Verdrängerpumpen mit einem Membrankolben, sogenannte Diaphragmapumpen, verwendet.
Sonderarten sind Hubkolbenpumpen, Dampfpumpen, Pulsometer.
Bei der *Flügelpumpe* schwingt ein Plattenkolben in einem zylindrischen, durch eine radiale Rippe in zwei Arbeitsräume geteilten Gehäuse. Die Druckventile sitzen im Plattenkolben, die Saugventile im Gehäuse.
Bei der *Rotationspumpe* läuft der Arbeitsraum mit dem rotierenden Teil der Pumpe mit um und ändert dabei periodisch sein Volumen. Die Gestalt und die Abdichtung des Arbeitsraumes ist sehr verschieden, die Zahl der verschiedenen Bauarten sehr gross.

Grundwasserpumpwerke

In alarmierendem Ausmass sind die Oberflächengewässer mit häuslichen und industriellen Abwässern belastet, auch führen sie in Abhängigkeit der verschiedensten Umgebungs- und Witterungsbedingungen Erosionsprodukte, Mikroorganismen und manchmal auch Fäulniserreger mit sich und sind somit in den meisten Fällen nicht unmittelbar geniessbar. Demgegenüber wird das Grundwasser auf seinem Weg zur Trägerschicht nicht nur filtriert, sondern es löst gleichzeitig Salze aus dem Boden, die es für den Genuss schmackhafter, oft auch wertvoller machen, doch müssen öfter übermässiger Eisen- und Mangangehalt sowie eine zu hohe Härte auf ein entsprechendes Mass reduziert werden.
In der Schweiz bilden immer noch die Grundwasservorkommen die Hauptquelle zur Entnahme von Trinkwasser für die Versorgung von Städten, Ortschaften und Industrien.
Bei der Ausbeute von Grundwasser spielt der Einsatz folgender vier Arten maschineller Einrichtungen eine wesentliche Rolle:

- Brunnen mit direkter Entnahme durch die Netzpumpen. Auf einfachste Art wird hier Grundwasser, sofern es qualitativ einwandfrei ist, zum Verbraucher gefördert.
- Mit Heberleitungen parallelgeschaltete Brunnen: Von mehreren Brunnen wird das Grundwasser über Heberleitungen in einen Sammelschacht oder Sammelbrunnen geleitet, aus dem Pumpen es entnehmen und zum Verbraucher fördern.
- Mit Saugleitungen parallelgeschaltete Brunnen; hier fördern die in einem zentralen Pumpwerk installierten Maschinen direkt aus den von mehreren Brunnen zu einem Sammelkollektor vereinigten Saugleitungen.
- Mit Zubringerpumpe parallelgeschaltete Brunnen; aus den einzelnen Brunnen müssen infolge tiefliegenden Grundwasserspiegels Zubringerpumpen den Sammelschacht oder den Saugkollektor des zentralen Hauptpumpwerkes speisen.

Grosse Industrien gehen immer mehr dazu über, ihren Brauchwasserbedarf mit filtriertem Oberflächenwasser zu decken. Auch kommunale Wasserwerke sind in vermehrtem Masse darauf angewiesen, aus Oberflächenwasser Trinkwasser aufzubereiten. Trotzdem wird die Bedeutung des Grundwassers als Entnahmequelle nicht nur beibehalten, sondern noch akzentuiert.
Aufgabe von Forschung und Entwicklung sowie der ausführenden Technik wird es sein, auf dem Gebiet der Wasserversorgung eine ausgedehnte Verbundwirtschaft aufzubauen.