

A groundwater clock = Une clesydre en écoulement souterrain

Autor(en): **Jussel, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **79 (1987)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940645>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Willkommen

Dieses Heft «wasser, energie, luft – eau, énergie, air» ist verschiedenen Schweizer Anlässen gewidmet, die zufällig zeitlich nahe zusammenfallen.

Vom 31. August bis zum 4. September 1987 findet an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne der 12. IAHR-Kongress der International Association for Hydraulic Research statt. Er wird ergänzt durch die vierte internationale Konferenz über die Entwässerung städtischer Gebiete bei Starkregen (Urban Storm Drainage). Wir haben in diesem Heft den Schweizerischen Institutionen, die sich mit der hydraulischen Forschung befassen, die Gelegenheit geboten, sich in englischer Sprache vorzustellen. Diese Zusammenstellung zeigt wieder einmal, dass in unserem kleinen Land doch recht vielfältige und bemerkenswerte Forschungsarbeit geleistet wird. Es freut uns, dass dieser renommierte internationale Kongress 1987 in der Schweiz stattfindet und dass wir dieses Heft – nach dem Kongress – allen Teilnehmern an die Heimadresse senden dürfen.

Der 8. Ozon-Weltkongress findet vom 15. bis 18. September 1987 in Zürich statt. Zwei Beiträge in diesem Heft sind dem Ozon-Kongress gewidmet.

Der 13. Internationalen Fachmesse für Elektronik und Elektrotechnik, Ineltec, widmen wir verschiedene Standbesprechungen unserer Inserenten. Die Ineltec wird vom 8. bis 12. September 1987 in Basel durchgeführt.

Den drei internationalen Veranstaltungen, die die Schweiz beherbergen darf, wünschen wir viel Erfolg. Mögen besonders die ausländischen Gäste schöne Erlebnisse und fachlichen Gewinn nach Hause tragen. *Georg Weber*, Redaktor

Welcome

This edition of "wasser, energie, luft – eau, énergie, air" is dedicated to three Swiss events taking place in September 1987.

From August 31 to September 4 1987 the 12th IAHR-Congress of the International Association for Hydraulic Research will be held at the Swiss Institute for Technology (EPFL) at Lausanne. Concurrently the fourth International Conference on Urban Storm Drainage will take place at Lausanne. The Swiss institutes dealing with hydraulic research have got the opportunity to present themselves in this edition. These contributions are in English (the usual languages for this periodical are German and partly French). This overview shows the broad and efficient hydraulic research growing in our small country – we are proud of it. After the IAHR-Congress we have the pleasure to send this edition to all participants of the Lausanne meeting to their home address.

The 8th Ozone World Congress takes place 15 to 18 September 1987 at Zurich. Two contributions of this edition treat with ozone.

Not only will the scientific and technological aspects of ozone in the field of drinking and sewage water treatment be dealt with, but also its utilisation in keeping exhaust air free of harmful substances and its use in medicine.

The third International Fair for Electronics and Electrotechnics, Ineltec, will take place 8 to 12 September 1987 at Basle. Swiss and foreign industries show their products.

We wish to these three international manifestations in Switzerland a great success and hope that our guests will return home satisfied. *Georg Weber*, editor

A groundwater clock

Peter Jussel

In some sessions of the forthcoming IAHR congress, the end of presentations will be timed by a kind of groundwater clock.

In spite of the modern design old principles were used to construct it; first of all the idea of measuring time by using a vessel with a uniformly sinking water level. In antiquity Egyptians tried to reach this goal by drilling a small orifice in the bottom of the vessel. With this instrument they measured intervals of several hours, but there were two problems which they were not able to solve. One of them was that the length of an hour varied with the season because a day from dawn to dusk always was divided into twelve hours. Secondly, they did not know the exact form of the vessel which would lead to a uniformly sinking water level. The first problem was eliminated in the Middle Ages, when the uniform hour was established. The second problem was solved in the seventeenth century, when *Toricelli* discovered his well known formula for the outflow from an open tank $v = \text{const.} \cdot \sqrt{h}$. A contemporary of Toricelli, the famous physicist *Edme Mariotte* invented another method for obtaining a uniformly sinking water level, the flask of Mariotte, originally constructed to demonstrate the weight of the atmosphere. The groundwater clock is in fact a special kind of Mariotte's flask.

Another idea from antiquity is to build clocks which give an acoustic signal after a certain interval of time. *Plato*, who lived in the fourth century B.C., is known to have construc-

Une clepsydre en écoulement souterrain

Peter Jussel

Lors de certaines sessions du prochain congrès de l'AIHR, la fin des exposés sera indiquée à l'aide d'une espèce de pendule en écoulement souterrain.

Malgré le design moderne, on retrouve de très vieux principes à la base de l'élaboration de cette pendule; l'idée du récipient qui se vide uniformément est à l'origine de celle-ci. Dans l'antiquité, les Egyptiens essayèrent d'atteindre ce but en perçant un petit orifice dans le fond d'un vase. Ils furent alors capable de mesurer des intervalles de plusieurs heures à l'aide de cet appareillage.

Néanmoins, deux problèmes demeurèrent insolubles à leurs yeux: le premier était le fait que la durée de l'heure varierait selon les saisons, puisque la longueur des jours de l'aube au crépuscule était continuellement divisée en douze périodes égales; le second problème était la forme à donner au récipient afin que l'écoulement de l'eau soit uniforme et régulier. Le premier problème fut éliminé au moyen âge lors de l'invention de l'heure uniforme. Quant au second, il fut résolu au XVIIe siècle lorsque *Toricelli* découvrit sa formule bien connue sur l'écoulement d'un fluide hors d'un récipient ouvert $v = \text{const.} \cdot \sqrt{h}$. Son non-moins fameux contemporain *Edme Mariotte* inventa une autre méthode pour obtenir un écoulement uniforme: la bouteille de Mariotte originellement construite pour démontrer le poids de l'atmosphère. La clepsydre en écoulement souterrain est une bouteille de Mariotte spéciale.

ted a water clock connected to a water organ. In the morning, the melody of the water organ gave the sign to get up – one of the first radio alarm clocks. The acoustic sign of the groundwater clock is not an entire melody, but it should be music in the ear of every hydraulic or at least groundwater specialist. It is the sound of a well whistle which is normally used as an instrument to measure the water level in a groundwater observation well. In the clock, the whistle can be heard when the water surface reaches a certain level. Then the float opens a valve and the reduced pressure in the upper part of the flask of Mariotte again increases to the atmospheric level. Simultaneously, the water level in the inlet tube rises and blows the air out of the tube, the upper end of which is in fact the whistle.

There are several possibilities of controlling the flow rate. The method used here is to let the water seep through a porous medium, which gave the clock its name. The sinking velocity of the water level can be calculated from *Darcy's* law. To vary the time interval, the outflow level (i.e. the hydraulic gradient) can be adjusted. A remarkable property of the clock is that it can be used for a very wide range of times by changing the sandpacking (i.e. its conductivity, K) as well. It is possible to measure intervals of a few minutes, as in the version built for the congress, but it could also be used to measure intervals of several weeks with silt ($K = 10^{-6}$ m/s) as a packing. The sand actually used has a conductivity of about $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, which is a typical value for aquifers in Switzerland. As in nature, the sand has been deposited inhomogeneously.

Except this apparatus, a number of other experiments designed by Dr. A. Gyr from our Institute will be shown in a small exposition during the congress.

Finally, I want to thank everybody who had ideas of improving the groundwater clock, especially *J. Hintermann* for actually building it.

Literature

- *Ballweg, M.*: Bruckmann's Uhren-Lexikon. Bruckmann München (1975).
- *Borchardt, L.*: Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren. Vereinigung wissenschaftlicher Verleger (1920).
- *Lübke, A.*: Das grosse Uhrenbuch. Verlag Anton Schroll & Co, Wien (1977).
- *Rouse, H. and Ince, S.*: History of Hydraulics. Dover Publications, Inc., New York (1957).

Une autre idée provenant de l'antiquité est de construire une pendule qui émet un son après un certain intervalle de temps. *Platon*, qui vécut au IV^e siècle av. J.-C. est reconnu pour avoir construit une clepsydre reliée à un orgue à l'eau. Le matin, la mélodie de l'orgue donnait le signal du réveil – un des premiers radio-réveil-matin du monde. Le signal acoustique de notre pendule n'est pas exactement une mélodie, mais devrait néanmoins atteindre l'oreille de chaque spécialiste en hydraulique ou tout au moins celle des spécialistes en écoulement souterrain. Le son du sifflet de fontaine est généralement utilisé pour mesurer le niveau d'eau dans un puit. Dans la pendule, un sifflement est émis lorsque l'eau atteint un certain niveau. Le flotteur étant dépassé par le niveau d'eau, celui-ci ouvre une valve et la basse pression engendrée dans la partie supérieure de la bouteille augmente jusqu'au niveau atmosphérique. Simultanément, le niveau d'eau dans le tube interne monte et rejette l'air hors de la bouteille ce qui actionne le sifflet.

Il y a plusieurs possibilités de contrôler le débit d'eau de la pendule. La méthode utilisée ici est de laisser l'eau s'écouler à travers un milieu poreux, ce qui donne son nom à cette pendule. La vitesse de l'écoulement peut être calculée à l'aide de la loi de *Darcy*. L'intervalle de temps peut être modifié en ajustant la hauteur du robinet externe (c.-à-d. le gradient hydraulique). Le domaine très étendu des possibilités de réglage est une propriété remarquable de la pendule. Des intervalles de temps différents sont obtenus en modifiant simplement le milieu poreux (c.-à-d. sa conductivité, K). Il est possible de mesurer des intervalles de quelques minutes, comme c'est le cas dans la version construite pour le congrès, mais aussi des intervalles de plusieurs semaines avec du silt ($K = 10^{-6}$ m/s) comme matériel. Le sable utilisé actuellement offre une conductivité de $2 \cdot 10^{-3}$ m/s qui est une valeur typique rencontrée en Suisse dans les nappes phréatiques. Le mélange de sable est réparti de façon inhomogène ce qui correspond aux conditions rencontrées dans la nature.

Il faut encore mentionner que bon nombre d'autres expériences faites par M. le Docteur A. Gyr de notre Institut, seront démontrées pendant le congrès dans le cadre d'une petite exposition.

Finalement, je voudrais remercier toutes les personnes qui ont apporté des idées lors de l'élaboration de cette clepsydre en écoulement souterrain et spécialement M. J. *Hintermann* qui l'a construite.

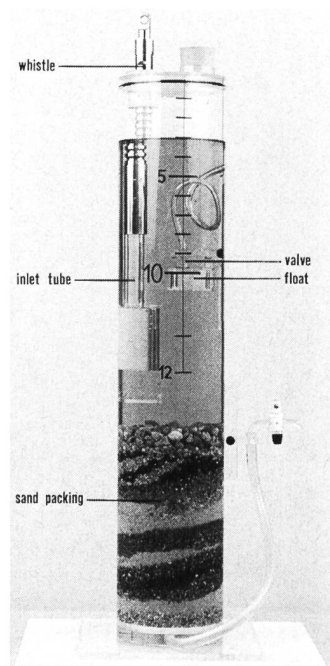
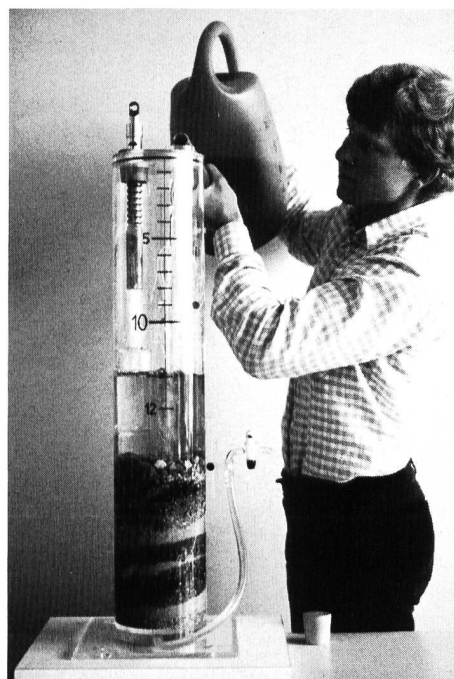


Figure 1, left. The groundwater clock.

Figure 1, à gauche. La clepsydre en écoulement souterrain.

Figure 2, right. The filling procedure.

Figure 2, à droite. Le remplissage de la clepsydre en écoulement souterrain.



Author's address: *Peter Jussel*, dipl. Ing. ETHZ, Institute of Hydromechanics and Water Resources Management, Federal Institute of Technology Zurich, CH-8093 Zurich.