

Salzungsversuche mit Kalisalz

Von W. Käss (Freiburg i. Br.)

Im süddeutschen Raum verliefen die bislang unternommenen Sporentriftversuche, bei denen man bekanntlich mehrere Eingabestellen gleichzeitig beschicken kann, mit ungenügendem Erfolg. Sollten zwei Versickerungsstellen untersucht werden, griff man seither auf die bewährten Markierungsstoffe Uranin und Steinsalz zurück. Im Herbst 1964 wurde auf der östlichen Schwäbischen Alb der Versuch unternommen, neben Steinsalz (NaCl) auch Kalidüngesalz (KCl) als Markierungsmittel einzusetzen. Es ergab sich hierbei, daß Kalisalz als hydrologischer Markierungsstoff nicht nur geeignet, sondern gegenüber Steinsalz sogar einige Vorzüge besitzt (W. Käss, 1966). Vor allem sind im Vergleich zum Steinsalz wesentlich geringere Mengen erforderlich, die leichter zu lösen sind. Dadurch werden hochkonzentrierte Solen vermieden, die wegen ihrer höheren Dichte in tiefere Karstwasserräume absinken können, aus denen sie nur verzögert zum Wiederaustritt gelangen. Vor allem aber werden bedeutende Aufwendungen für den Transport und für das Beschaffen von Spülwasser eingespart. Während aber Steinsalz durch einfache Chlorid-Titration mit billigen Mitteln an den Austrittsstellen zu erkennen ist, muß die Kaliumbestimmung flammenphotometrisch vorgenommen werden. Die hierfür notwendigen Geräte sind kostspielig, jedoch gehören sie zum unentbehrlichen Bestand eines jeden Wasserlaboratoriums und sind vielseitig verwendbar. Da nur Kalium-Spuren zur Untersuchung kommen, muß die Bestimmung mit einem Flammenzusatz zu einem Spektralphotometer mit Direkt-Zerstäuber erfolgen. Ein Filter-Flammenphotometer wäre für den vorgesehenen Zweck zu unempfindlich. Bei gleichzeitiger Verwendung von Steinsalz wird am zweckmäßigsten mit derselben Gerätezusammenstellung auch auf Natrium untersucht. Die flammenphotometrische Bestimmung der Alkalimetalle besitzt mehrere Vorteile; einmal werden nur geringe Mengen der Probelösung benötigt, zum anderen geht sie rascher und genauer als die Titration vonstatten. Eine gegenseitige Störung der Markierungsstoffe tritt nur bei außergewöhnlich hohen Konzentrationen ein.

Vorstehend mitgeteilte Erfahrungen wurden, wie eingangs erwähnt, in einem Karstgebiet gesammelt. Die Überprüfung der Einsatzmöglich-

keit von Kalisalzen in einem kiesig-sandigen Grundwasserträger wurde im Herbst 1965 im Neckartal zwischen Rottenburg und Tübingen vorgenommen (Abb. 1).

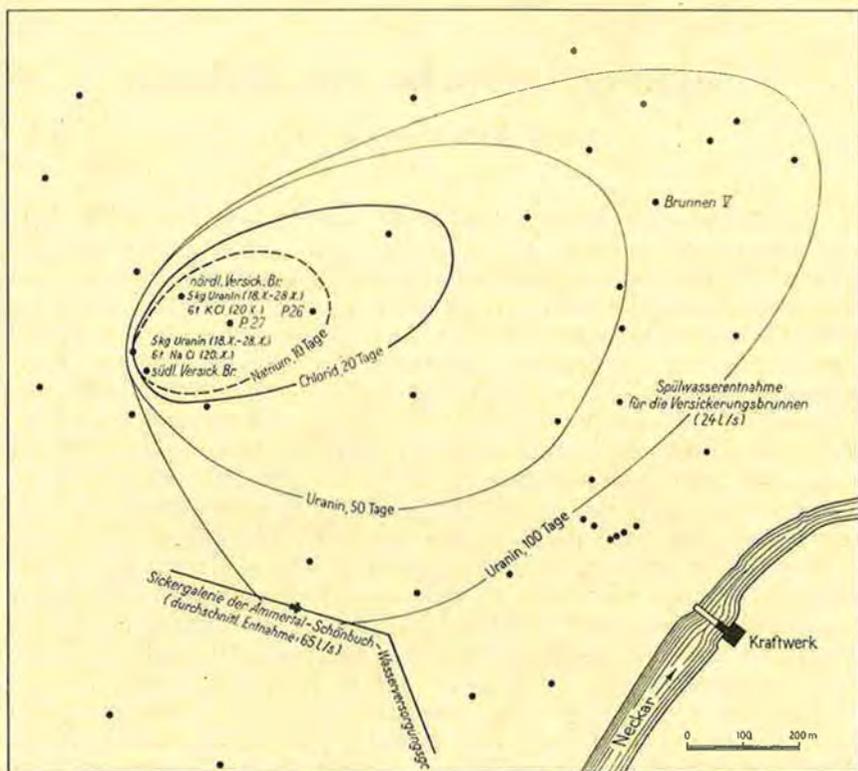


Abb. 1

Die dortige Neckartalaue besteht im wesentlichen aus Kiesen und Sanden, sie enthält jedoch auch Schlufflagen mit Lehm. In zwei Schluckbrunnen wurden seit Ende September jeweils zwölf Sekundensliter Wasser zur Versickerung gebracht, das rd. 800 m weiter talab aus demselben Grundwasserkörper gefördert wurde. Bei der Überprüfung der Zusammensetzung der Wässer im Pegelfeld zeigten sich in bezug auf die in Aussicht genommenen Markierungsstoffe Chlorid, Natrium und Kalium sehr unterschiedliche Werte. In dem rd. 1 qkm großen Versuchsgelände schwankten bereits vor dem Versuch die Konzentrationen in folgenden Grenzen:

	mva/l	mg/l
Chlorid	0,14 — 0,97	9,5 — 34,5
Natrium	0,213 — 1,037	4,9 — 23,8
Kalium	0,057 — 0,485	2,2 — 18,6

Der angegebene Kalium-Höchstwert aus dem weit unterhalb den Eingabestellen liegenden Brunnen V stieg während der Versuchszeit bis über 1 mva/l, am 16. Dezember sogar auf einen Maximalwert von 1,3 mva/l an. Eine Beeinflussung von der Kalium-Eingabestelle her ist jedoch sehr unwahrscheinlich. Möglicherweise rühren die hohen Konzentrationen von der Düngung des landwirtschaftlich genutzten Versuchsgebietes her.

Wegen der vorgefundenen großen Streubreite der Blindwerte wählte man große Mengen Markierungsstoffe. Es kamen zum Einsatz:

Kalidüngesalz mit 61,3% K_2O : 6000 kg am 20. Oktober im nördlichen Schluckbrunnen

Grubensalz mit 97,26% $NaCl$: 6000 kg am 20. Oktober im südlichen Schluckbrunnen

Uranin: 10 kg vom 18. bis 27. Oktober fortlaufend im nördlichen und südlichen Schluckbrunnen (jeweils 5 kg).

Die Untersuchung auf die Alkalimetalle erfolgte flammenphotometrisch, und zwar auf Natrium mit dem Flammenphotometer PF 5, auf Kalium wegen der größeren Genauigkeitsanforderung mit dem Flammenzusatz zum ZEISS-Spektralphotometer. Chlorid wurde titrimetrisch, Uranin fluoreszenzphotometrisch bestimmt.

Abb. 2 zeigt den Gang der Markierungsstoffe in zwei den Eingabestellen benachbarten Beobachtungspegeln. Es ist daraus zu ersehen, daß von den beiden eingegebenen Alkalimetallen nur Natrium sich wiederfindet. Eine Erhöhung des Kaliumgehaltes ist nicht festzustellen. Auffallend ist, daß die Zunahme der Chloridäquivalente rascher und höher erfolgt als für das Natrium. Diese Erscheinung läßt sich nur mit Adsorption und Ionenumtausch erklären. Es bleibe dahingestellt, ob das Überwiegen der Chloridäquivalente auf eine gewisse Adsorption des Natriums oder auf den völligen Eintausch des Kaliums zurückzuführen ist. Wahrscheinlich gehen beide Vorgänge nebeneinander her. Ein Eintausch der Alkalien müßte sich dann auch in einer Erhöhung der Härtebildner ausdrücken; dies wurde jedoch nicht nachgeprüft.

Der Salzeinfluß ist in beiden Pegeln erstmals am 26. Oktober feststellbar. Die bereits zwei Tage früher begonnene Farbeingabe machte sich auch in beiden Beobachtungsstellen vor dem Salz bemerkbar. Die bereits um den 20. Oktober zu verzeichnende geringe Chloriderhöhung dürfte auf die hohe Chloridführung des Spülwassers zurückzuführen sein.

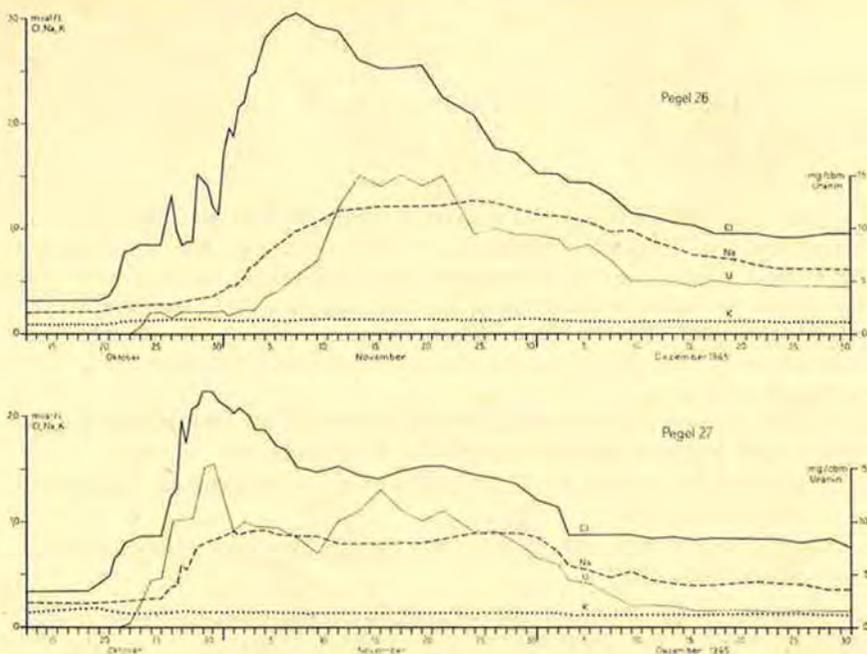


Abb. 2

Die nach 50 und 100 Tagen festgestellten Ausbreitungsgrenzen sind in der Abb. 1 durch Linien dargestellt. Das Chlorid erreichte nach 20, das Natrium schon nach 10 Tagen seine maximale Ausbreitung. Es geht aus der Darstellung hervor, daß es nur mit Hilfe des altbewährten Markierungstoffes Uranin möglich ist, durch seine hohe Nachweisempfindlichkeit hygienisch nicht zu beanstandende Einzugsgebiete abzugrenzen.

Literatur

Käss, W.: Kalisalz als Markierungstoff zur Verfolgung unterirdischer Gewässer, Kali und Steinsalz, 4, Essen 1966, pp. 223—228.

Summary

In cases where the use of uranine for tracing subterranean waters should, for certain reasons, be avoided or where there are two feeding stations to be served simultaneously, the time-honoured rock-salt has been used again and again.

During an experiment in the karst area of the Schwäbische Alb, potassium chloride was used besides sodium chloride. Potassium chloride turned out to have, at least in karst areas, considerable advantages over sodium chloride. Moreover, its prime cost is lower, its sensitivity greater.

Experiments on the usability of potassium outside the karst areas are being carried out.

Résumé

Dans les cas où, pour certaines raisons on ne veut pas utiliser l'Uranine comme traceur d'eaux souterraines ou bien si deux lieux d'approvisionnement doivent être servis en même temps on recourait toujours au bon vieux sel gemme.

Au cours d'un essai effectué dans la région karstique de la Schwäbische Alb, on s'est servi de chlorure de sodium et de chlorure de potassium. Il se révéla que par rapport au chlorure de sodium le chlorure de potassium offre des avantages considérables, au moins dans la région karstique. De plus, les frais de revient sont plus bas et la sensibilité est plus élevée.

Des essais sur l'utilité pratique du potassium en dehors des régions karstiques sont en cours.

Diskussion

J. ZÖTL: Könnten Sie den Mißerfolg mit den Kalisalzen noch näher erklären? Aus Mißerfolgen lernt man ja am meisten, daher meine Frage.

W. KÄSS: Ich habe kurz erwähnt, daß die Neckartalauen oberhalb von Tübingen aus Kiessanden mit Schlufflagen und einem nicht geringen Tonanteil aufgebaut sind. Ich erkläre mir den Mißerfolg so, daß eine Adsorption an diesen verhältnismäßig großen Oberflächen eintritt. Vielleicht hätten wir Erfolg gehabt, wenn wir einen groben Schotter als Untergrund gehabt hätten. Es ist in diesem Zusammenhang noch darauf hinzuweisen, daß dieses Grundwasservorkommen, in dem der Versuch gemacht wurde, an sich natürliche Kaligehalte in schwankender Menge von 5 bis 50 mg je Liter enthält und daß eben aus diesen natürlichen Schwankungen in einer beachtlichen Höhe eine Kaliführung nicht ohne weiteres zu erkennen ist.

J. ZÖTL: Interessant war ja auch die verschiedene Ausbreitung des Urans und Natriumchlorids, könnten Sie auch dazu nochmals Stellung nehmen?

W. KÄSS: In meinem Vortrag über Uranin habe ich ausgeführt, daß wir Nachweisgrenzen im Gewichtsverhältnis von mindestens 1 : 5000 für Uranin zu Natriumchlorid haben. Hier verwendeten wir dieselben Markierungsstoffe, und zwar im Verhältnis 1 : 1000. Sie können aus der Kartenskizze ersehen, daß das Uranin etwa die fünffache Fläche eingenommen hat. Ich möchte mit Bestimmtheit annehmen, daß dies eben in der geringeren Nachweismöglichkeit des Natriums liegt.