



Massenspektrometer im Rollkoffer ermöglicht Gasanalysen vor Ort

9. Mai 2017 | Martina Peyer

Themen: Schadstoffe | Trinkwasser

Gasanalysen, die bislang monatelange Laborarbeiten erforderten, lassen sich heute in kurzer Zeit direkt auf dem Feld erledigen. Eine Gruppe Eawag-Forschender hat ein mobiles Massenspektrometer entwickelt, das vor Ort Gase misst. Aus der Erfindung ist nun eine neue Firma, ein Spin-off, entstanden.

Welche Auswirkungen haben vulkanische Gase im Kivusee in Zentralafrika? Wie funktioniert das Grundwassersystem des Rheins bei Pratteln? Auf welche Weise erzeugt eine Abfalldeponie in der Nordostschweiz möglichst wenig Treibhausgas? Das neue Eawag-Gerät, das mobile Massenspektrometer «miniRuedi», erlaubt Wasser- und Gasanalysen vor Ort, um solche Fragen in kurzer Zeit zu beantworten. Beispielsweise konnten die Forscher in einer eintägigen Messkampagne in einer Deponie das Vorkommen verschiedener Gase untersuchen. Damit können Belüftungsmassnahmen des Deponiekörpers optimiert werden, um die Entstehung von Methan, einem starken Treibhausgas, zu vermindern.

Mini-Ruedi im Rollkoffer

«Unser 13 Kilogramm schweres Gerät, das in einem Rollkoffer verstaut ist, können wir über Stock und Stein überall hin mitnehmen. Am Einsatzort installiert, misst Mini-Ruedi sofort und effizient Gase aufgrund minimaler Proben; so beeinflusst er das Probeumfeld nicht», erklärt Matthias Brennwald, Umwelphysiker bei der Eawag und Entwickler des mobilen Massenspektrometers. Das Gerät misst selbständig und kontinuierlich. Alle paar Minuten liefert es neue Messwerte verschiedener Gase. So kann sofort bestimmt werden, welche Standorte und Zeitpunkte für Probeentnahmen geeignet sind. Auch umfassende Aufnahmen sind möglich. «Analysen, die früher wegen der aufwändigen,

monatelangen Laborarbeiten und daher auch aus finanziellen Gründen nicht vorstellbar gewesen wären, sind nun plötzlich möglich», so Brennwald.

Zwei Wochen statt sechs Jahre

Beispielsweise benötigte das Eawag-Team für die vollständige Analyse von Grundwasser in Australien mit Hilfe des Mini-Ruedi bloss zwei Wochen. Mit herkömmlichen Vorgehensweisen und Instrumenten hätte das Team rund sechs Jahre im Labor verbracht, schätzt Brennwald. Dennoch ist die Messgenauigkeit des neuen Gerätes für ihn verblüffend: Maximal ein bis drei Prozent betragen die Abweichungen; beim ungleich teureren, stationären Spektrometer im Labor rechnet man mit ein bis eineinhalb Prozent. Zudem würden lediglich 50 Watt Strom benötigt, also nicht mehr als für eine alte Glühbirne, und das Gerät brauche kaum Wartung, zählt Brennwald weitere Vorteile auf. Dazu gehört auch die Bedienerfreundlichkeit: «Ist man gewohnt, mit Messgeräten umzugehen, reicht ein Tag, um das Handling mit dem mobilen Gerät zu erlernen», betont der Erfinder.

Komplex und doch simpel

Das mobile Massenspektrometer erscheint auf den ersten Blick komplex. Doch es ist aus lediglich vier Grundelementen zusammengesetzt (Abb. 1): Über eine rund zehn Meter lange Kapillare wird das Gas langsam eingesaugt. Die Eawag-Mitarbeitenden sprechen vom «Rüssel» – die Assoziation bei einer Tankstelle verhalf dem mobilen Massenspektrometer zu seinem Namen Mini-Ruedi. Zwei Pumpen erzeugen in der Messkammer das nötige Vakuum. Dort werden die Zusammensetzung eines Gases sowie die Häufigkeit der verschiedenen Gasmoleküle gemessen. Das Hirn des Massenspektrometers besteht aus der Elektronik, die mit der Brennwaldschen Software gesteuert wird. Von hier gelangen die Resultate zu einem Computer. Für Untersuchungen von Gasen in Gewässern – beispielsweise einem Teich – wird das Gas vor der Analyse mit einer Membran vom Wasser getrennt. Auf diese Weise kommen die heiklen Komponenten im Mini-Ruedi nicht mit Feuchtigkeit in Kontakt.

Spin-off Gasometrix gegründet

Seit dem ersten Projekt mit dem Mini-Ruedi vor gut zwei Jahren sind nun weitere acht Geräte im Einsatz – fünf bei der Eawag, vier an den Universitäten Genf und Tübingen sowie im Mont-Terri-Felslabor. Da unabhängig von Eawag-Projekten regelmässig Anfragen für den Kauf eines Geräts eingehen, hat sich Matthias Brennwald in Absprache mit der Eawag entschieden, einen Spin-off zu gründen. Seit April entwickelt er unter dem Firmennamen Gasometrix die mobilen Massenspektrometer. Dies sei jedoch lediglich eine Nebenbeschäftigung, um der Eawag treu zu bleiben, erzählt er. Als ersten Kunden der eigenen Firma konnte er die Universität Oxford gewinnen.

Mini-Ruedi im Einsatz rund um den Globus

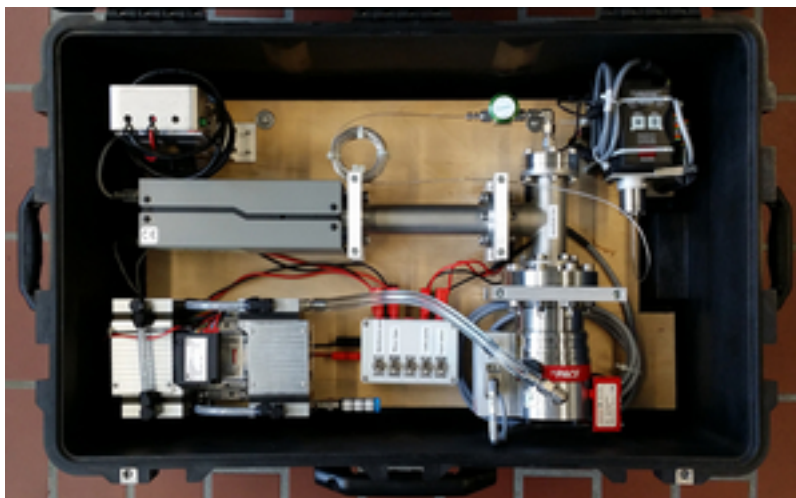
Der Mini-Ruedi kann Gase in der Umgebung quantifizieren. Aktuell Helium, Argon, Krypton, Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid und Methan – weitere kommen laufend dazu.

Aufgrund des Vorkommens eines spezifischen Gases können die Forscher Rückschlüsse ziehen, welche Prozesse zur Gasbildung geführt haben.

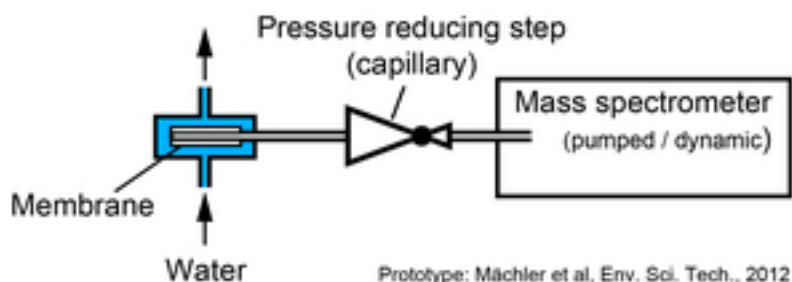
Da das mobile Gerät in weniger als einer Minute verschiedene Gase zu analysieren vermag und aufgrund seiner Handlichkeit (60cm x 40 cm x 14 cm; 13 kg) an entlegene Orte gebracht werden kann, ist er ein gefragtes Instrument: Die Eawag-Forschenden reisen damit an unterschiedliche Forschungsprojekte um die ganze Welt (siehe Karte auf:

<https://gasometrix.com/map/>). Sie nehmen Wasseranalysen vor, beispielsweise zur Beurteilung von Grundwassersystemen oder von Einflüssen der Zivilisation auf Gewässer. Oder sie nehmen Bodenproben, zum Beispiel jüngst in Tschechien, wo die Eawag die

Freisetzung von Erdgasen aus natürlichen Quellen untersucht hat. Geplant sind auch Analysen in Norwegen bei einer Erdgas- und Erdölfirma. Hier soll Mini-Ruedi die Gasflüsse überwachen. So können die Forschenden herausfinden, ob irgendwo Methan oder Kohlenstoffdioxid aus dem System lecken.



Das mobile Massenspektrometer im Rollkoffer. In der Mitte oben der aufgerollte „Rüssel“, durch den das Gas gezogen wird.



Das Prinzip der Gasprobenahme aus Wasser über eine vorgeschaltete Membran.



Mit dem Mini-Ruedi unterwegs in



Soppensee (LU).

Australien, Oman und auf dem



Fachartikel

A Portable and Autonomous Mass Spectrometric System for On-Site Environmental Gas Analysis. Matthias S. Brennwald et al. Environ. Sci. Technol., 2016, 50 (24) ; <http://doi.org/10.1021/acs.est.6b03669>

Interview mit Matthias Brennwald

Aus einer Doktorarbeit entstanden



Wie haben Sie an der Erfindung des mobilen Massenspektrometers mitgearbeitet?

Ein Vorgängergerät ist aus einer Doktorarbeit entstanden, die ich mitbetreut habe. Ziel der Arbeit war es, eine Alternative zu den aufwendigen Gasanalysen in unserem grossen Labor zu schaffen. Also ein Instrument, das vor Ort einsetzbar ist und dort nicht nur wenige, sondern kontinuierlich Messwerte von Gasen aufzeichnet. Es hat mich fasziniert, wie der damalige Doktorand Lars Mächler einen bestehenden Atmosphärenanalysator modifiziert und auf eine Schubkarre montiert hat. Als leidenschaftlicher Tüftler war ich motiviert, das Gerät zu optimieren – hinsichtlich benötigter Probemenge, Grösse, Gewicht und Stromverbrauch.

Wer hat sie dabei unterstützt?

Mein Kollege Rolf Kipfer hat als Leiter der Doktorarbeit von Lars Mächler einen tiefen Einblick in die Analytik und deren Anwendungen. Zudem konnte ich auf meine Kollegen an der ETH und deren Know-how in Vakuumtechnologie und Softwareentwicklung zählen.

Was waren die grössten Herausforderungen?

Kommerziell verfügbare Geräte benötigen für eine Analyse relativ viel Gas. Ihre Pumpen, die das Vakuum erzeugen, sind mit einem Ministaubsauger vergleichbar. Sie ziehen pro Minute 20 bis 50 Milliliter Gas durch den Schlauch, was die Probe verändert. Für uns bestand also die Herausforderung darin, für die Messung so wenig Gas zu verwenden, dass die Proben danach praktisch gleichviel Gas enthalten wie davor. Der Mini-Ruedi benötigt pro Minute lediglich noch einen Zehntel Milliliter Gas. Für den Betrieb benötigte ich zudem eine eigene

Software. Denn schon vorhandene Programme liessen sich nicht zufriedenstellend anpassen. Daher habe ich von Grund auf eine neue Software geschrieben, die nun als open-source verfügbar ist.

Wie erklären Sie einem Laien das mobile Massenspektrometer?

Einfach gesagt, ist es ein Gasschnüffler, der mit seinem Rüssel an einer Gas- oder Wasserprobe schnüffelt und untersucht, welche Gase sich darin befinden und in welcher Konzentration diese vorliegen. Wir müssen also nicht mehr irgendwo im Feld Proben holen, von denen wir im Labor mit viel Arbeit und mit grossen Kosten erst Monate später Resultate erhalten. Mit dem Mini-Ruedi «sehen» wir die Gasvorkommen direkt vor Ort.

Dokumente

[Diese Medieninformation als pdf](#) [pdf, 107 KB]

Kontakt



Matthias Brennwald

Tel. +41 58 765 5305

matthias.brennwald@eawag.ch



Andri Bryner

Medienverantwortlicher

Tel. +41 58 765 5104

andri.bryner@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/de/info/portal/aktuelles/newsarchiv/archiv-detail/massenspektrometer-im-rollkoffer-ermoeglicht-gasanalysen-vor-ort>