

# «Buckelpisten» im Schlamm des Genfersees

**Vor 50 Jahren zeigte sich bei den Tauchgängen mit dem U-Boot «Auguste Piccard» an der «Expo64», dass der Grund des Genfersees von kissenartigen Strukturen bedeckt ist. Noch heute rätselt man darüber, wie diese Formen entstanden sein könnten.**

Vor 50 Jahren bot sich im Rahmen der Landesausstellung «Expo64» die einzigartige Gelegenheit, die Tiefen des Genfersees an Bord des ersten touristischen U-Boots «Auguste Piccard» mit eigenen Augen zu beobachten und zu fotografieren. In über 1000 Tauchgängen reisten 33 000 Personen zum Grund des Genfersees. Zur grossen Überraschung war die Sedimentoberfläche nicht wie erwartet flach, sondern sie zeigte buckel- oder kissenartige Strukturen, die einer Steppdecke gleichen (Vernet, 1966): Sanfte Erhebungen mit einem Durchmesser von etwa 50 cm sind durch kleine, 10 bis 20 cm tiefe Gräben abgetrennt. Man schätzt, dass sich diese über eine Fläche von mehreren Dutzend Quadratkilometern ausbreiten (Brandl et al., 1993).

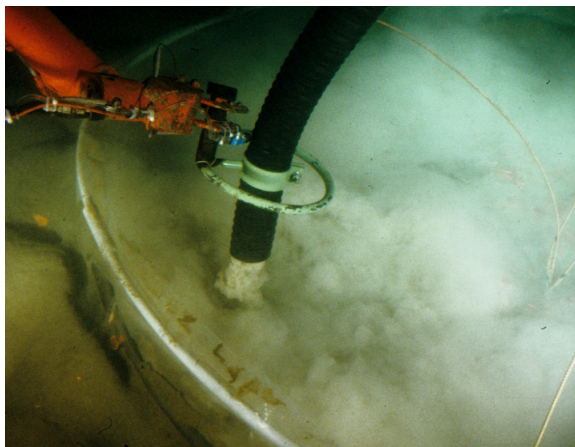
## Mikroben im Sediment

In den 1980er-Jahren erlaubte der Einsatz der «F.A. Forel», ein vom Schweizer Ozeanographen und Ingenieur Jacques Piccard konstruiertes Forschungs-U-Boot, genauere Untersuchungen der Kissenstrukturen. Dabei zeigten sich unerwartet grosse Unterschiede zwischen den Buckeln und den Gräben bezüglich der biogeochemischen Prozesse (Brandl et al., 1993). In den Sedimentkissen war die Aktivität der Mikroben im Sediment etwa zwei- bis dreimal höher als in den Gräben. Es ist aber völlig unbekannt, ob diese anaeroben Mikroben – der Sauerstoff wird in den obersten 5 mm des Sediments vollständig verbraucht! – einen Beitrag zur Entstehung und Erhaltung der Buckelstrukturen leisten. Untersucht man das im Porenwasser gelöste Sulfat und Methan, er-

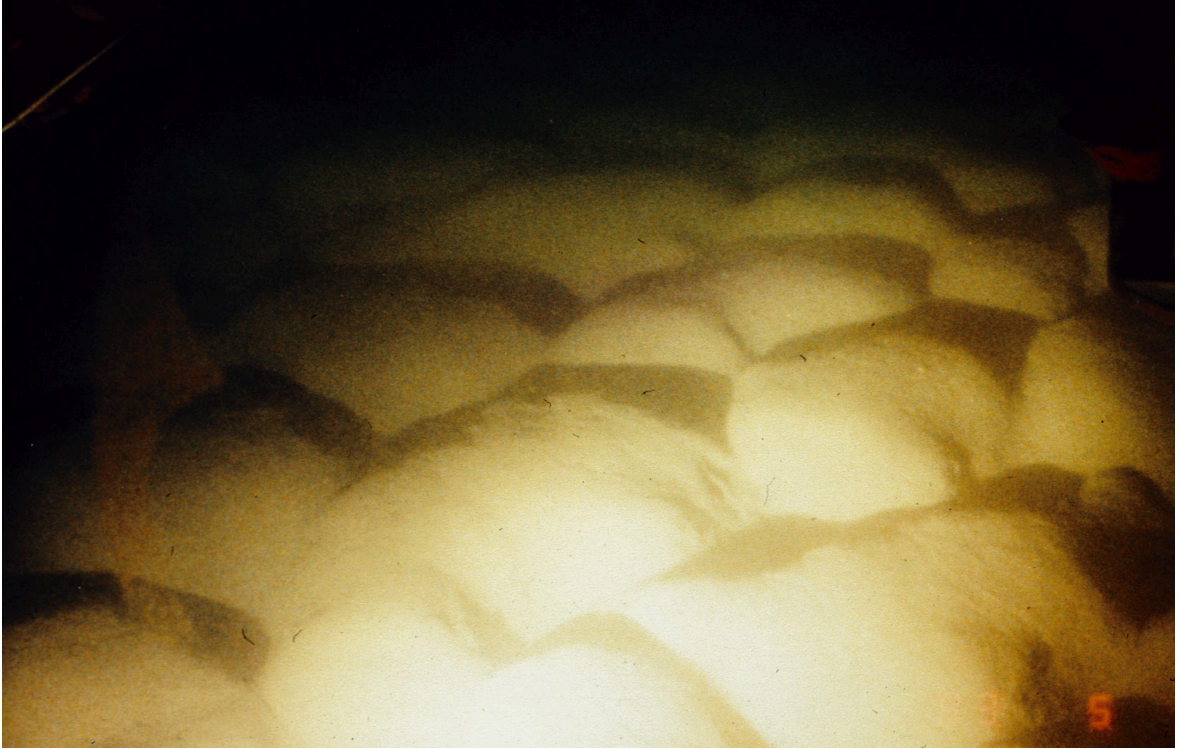
kennt man deutliche Unterschiede. Die Analysen ermöglichten die Berechnung der Diffusionsflüsse von Stoffen ins Sediment hinein oder aus dem Sediment heraus. Die Unterschiede zwischen den Gräben und den Kissen haben schwerwiegende Konsequenzen bei der Berechnung und Modellierung der Nährstoffflüsse sowie bei der Datierung von Sedimenten. Bei einer «blinden» Probenentnahme von einem Schiff an der Oberfläche hat man keine Informationen darüber, welche Art von Sedimentoberfläche man beprobt hat. Nur die präzise Lokalisierung des Probenahmeortes erlaubt eindeutige Resultate und Rückschlüsse.

## Harsche Lebensbedingungen

Trotz den aus unserer Sicht harschen Bedingungen in den Tiefen des Genfersees (die Wassertemperatur ist das ganze Jahr über zwischen 4 und 5 Grad, es herrscht völlige Dunkelheit und ein hydrostatischer Druck von bis zu 30 bar) lässt sich in den Sedimentbuckeln eine hohe mikrobielle Aktivität feststellen. Eine Serie von organischen Materialien wurde mit der «F.A. Forel» in einer Tiefe von 250 Metern in den Sedimentbuckeln vergraben und nach 13 Monaten wieder zurückgeholt. Der Gewichtsverlust wurde als Mass für die Abbaubarkeit der Materialien gewertet. Fisch (als Ersatz für Proteine) verlor 97,3 Prozent des Gewichts, Heu (Hemicellulose) 68,4 Prozent, Haferflocken (hauptsächlich Stärke) 65,3 Prozent, Papiertücher (Cellulose) 50,1 Prozent und Speckschwarte (Fett) 8,9 Prozent.



→ Ausbringen von gemahlenem Gipsgestein auf die Sedimentoberfläche in einer Wassertiefe von 253 Metern. Ein Plastikreifen mit einem Durchmesser von 2,5 Metern verhindert die Ausbreitung der Suspension und hält das Gestein an Ort.



Buckelstrukturen in einer Wassertiefe von 247 Metern, aufgenommen während einer Tauchfahrt mit der «F.A. Forel» vor Ouchy (VD). Die Buckel haben einen Durchmesser von etwa einem halben Meter.

### Versuche in den Tiefen des Genfersees

Süsswassersedimente werden normalerweise – anders als im Meer – aufgrund der limitierten Verfügbarkeit von Sulfat durch die Aktivität von methanbildenden Mikroben charakterisiert. Mit Hilfe der «F.A. Forel» wurde durch das Ausbringen von 70 kg Gipsstein auf der Sedimentoberfläche in 250 Metern Tiefe ein methanogenes Habitat in ein sulfidisches System umgewandelt. Nach vier Monaten verringerte sich die Methanproduktion um die Hälfte, was entweder auf eine kompetitive Hemmung der Methanbakterien durch sulfatreduzierende Mikroben hindeutet oder auf anaerobe bakterielle Oxidation von Methan mit Hilfe von Sulfat (Brandl et al., 1990).

Erst kürzlich gelang es im Sommer 2011 durch der Einsatz der zwei bemannten russischen U-Boote «MIR-1» und «MIR-2» mit Hilfe von stereografischen Videoaufnahmen und digitaler Bildverarbeitung mindestens vier verschiedene Strukturformen zu identifizieren, die als «pillow-hollows», «quilted-cover», «sediment waves» und «trenches» bezeichnet wurden (Le Dantec, 2013). Die Tauchgänge lassen sich unter [www.elemo.ch/mir](http://www.elemo.ch/mir) verfolgen und geben einen Eindruck über die Kissenstruktur der Sedimente.

Dennoch ist bis heute – trotz verschiedener Erklärungsversuche wie Strömungen oder interne Wellen – nicht bekannt, wie die Sedimentstrukturen entstanden sind. Man weiss nur, dass sich Grundfische wie die Trüsche (*Lota lota*) in den Gräben aufhalten und durch ihr Schwänzeln Sediment aus den Gräbchen aufwirbeln, auf die Buckel verfrachten und damit zur Erhaltung der Sedimentkissen beitragen. Der eigentliche Ursprung dieser Buckel- oder Kissenstrukturen bleibt aber ein ungelöstes Rätsel.

Helmut Brandl

### LITERATUR

Eine Literaturliste zum Thema sowie Links zu Videos mit Filmaufnahmen, die während verschiedener Tauchgänge gemacht wurden, finden sich als Zusatzmaterial auf der Homepage der NGZH: [www.ngzh.ch](http://www.ngzh.ch)