Zur Geologie des Küsnachter Horns

Mit der Beschaffenheit des Seegrundes vor dem Küsnachter Horn befasste sich eine Gruppe von Geologiestudenten und -studentinnen der Uni und der ETH Zürich im Frühjahr 1996. Die Untersuchung lieferte einige Erkenntnisse über Aufbau, Struktur und Entstehungsgeschichte dieses vom Tobelbach aufgeschütteten Deltas. Es gelangten dabei verschiedene, auch unkonventionelle Methoden zur Anwendung, wie z. B. die Datierung der Sedimente mit Hilfe von Hochwasserereignissen oder radioaktivem Ausfall.

An der Mündung des Küsnachter Tobelbachs gewahrt der aufmerksame Spaziergänger eine grobe Kiesbank (Fig. 1), die von der Quaimauer leicht gegen den See hin abfällt und nach einigen Metern in den dunklen Tiefen verschwindet. Sie ist der Tätigkeit des Baches zu verdanken, der bei Hochwasser die mitgeführte Fracht dort deponiert, wo seine Wut gezähmt wird: bei der Mündung in den See. So wurde über Jahrtausende ein fächerförmiger Sedimentkörper aufgeschüttet, ein Delta, welches sich von der alten Mühle beim Ortsmuseum bis zur heutigen Strandlinie ausbreitet. Die Kiesbank repräsentiert nur den jüngsten Abschnitt in der Entstehungsgeschichte des Küsnachter Horns.

Geologische Untersuchung des Seegrundes

Die Fortsetzung des Sedimentfächers unter der Wasseroberfläche des Sees ist dagegen nicht so einfach erreichbar und bleibt dem Auge des Beobachters ver-

Fig. 1: Der Tobelbach und seine herangeführte Fracht aus Kies und Sand am Küsnachter Horn.
Foto: Patrick Meister

Weitere Informationen auf www.ortsgeschichte-kuesnacht.ch

Fig.2: Apparatur zur Kernentnahme. Die angebrachten Gewichte drücken das Kunststoffrohr in das weiche Sediment. Durch ein Fallgewicht lässt sich vom Boot aus eine Klappe auslösen, die das Rohr oben fest verschliesst. Beim Herausziehen kommt dadurch ein Saugeffekt zustande, der den Schlamm aus dem Boden zieht. Erst im Labor werden die Kerne der Länge nach aufgeschnitten, und die Sedimentstrukturen treten zutage.
Foto: Patrick Meister

borgen. Dieser Bereich diente den Studentinnen und Studenten als Untersuchungsobjekt. Im Rahmen eines Praktikums studierten sie den Aufbau des Deltas und die daran beteiligten Prozesse. Dabei wurden mit dem Seeforschungs-Boot des geologischen Instituts, der Tethys, meterlange Proben aus dem Seeboden gestochen (Fig.2). Solche Proben eignen sich zum Studium des Untergrundes, weil darin der Schlamm zusammengehalten wird und seine Strukturen nicht verloren gehen.

Der See produziert seine eigenen Sedimente

Die Sedimentauffüllung des Seebeckens stammt nur teilweise aus den Zuflüssen, der Rest ist ein Produkt des Sees selbst.
Im Frühjahr, wenn die jahreszeitliche Umwälzung nährstoffreiches Wasser aus der Tiefe an die Oberfläche fördert, kommt es zu starkem Algenwachstum, wodurch sich das Wasser grün verfärbt. Die Blüte hält so lange an, bis der gelöste Sauer-

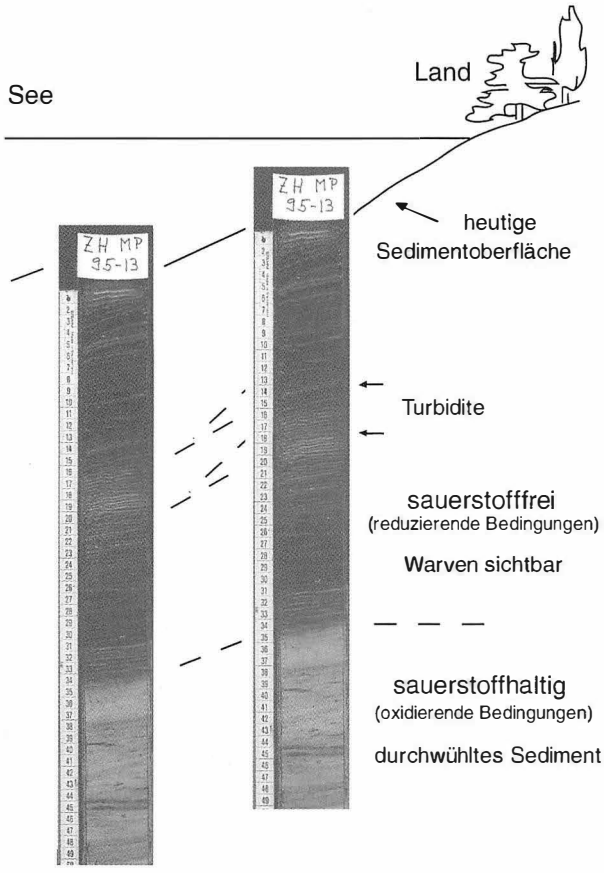

Fig.3: Carbonatwarven aus dem Zürichsee. Die hellen Sommerlagen unterscheiden sich deutlich von den dunklen Winterlagen. Homogene Hochwasserschichten (Turbidite) unterbrechen im landnahen Kern die Warvung. Weiter unten im Bild wird das Sediment heller, und die Warven sind kaum mehr zu erkennen; sie sind der Bioturbation zum Opfer gefallen.

stoff im Oberflächenwasser aufgebraucht ist. Dann sinken die mikroskopisch kleinen Schalen von Kieselalgen ab und bilden auf dem Seeboden eine wenige Millimeter mächtige helle Lage.
Im Hochsommer fallen bei warmer Witterung winzige Calcit-Kristalle aus, welche ebenfalls zu Boden sinken und zur hellen Lage beitragen.
Im Winter setzen sich dagegen nur feine Tonpartikel ab, die als Suspension durch Bäche in den See gelangt sind. Dabei entsteht eine dunkle Winterlage.
Die Abfolge einer hellen und einer dunklen Lage stellt somit die Ablagerung eines Jahres dar. Man bezeichnet sie als «Warve» (Fig.3). Die Warven können wie Jahrringe eines Baumes abgezählt werden; sie eignen sich deshalb hervorragend, um die Sedimente zu datieren.

Abbauende Prozesse

Wo der Seeboden genügend Sauerstoff enthält, sind die Warven zerstörenden Prozessen ausgesetzt. Organismen durchwühlen das Sediment. Sie ernähren sich vom anfallenden organischen Material, von den Überresten abgestorbener und abgesunkener Lebewesen. Bei diesem Abbauprozess verbrauchen sie Sauerstoff.

Weitere Informationen auf www.ortsgeschichte-kuesnacht.ch

Wird dieser nicht wieder zugeführt, so können sie nicht leben, und das Sediment bleibt ungestört, d.h. die Warven bleiben intakt. In den Sedimenten des Zürichsees liegen sauerstofffreie Bedingungen seit etwa 1890 vor. Dies wird als Folge der Industrialisierung und Besiedlung der Region und der damit herbeigeführten Überdüngung des Sees angesehen. In den letzten Jahren hat sich dank geeigneter Massnahmen die Situation stark «verbessert». Die Studierenden des geologischen Instituts beobachten seit drei bis vier Jahren eine stärkere Durchwühlung des Sediments bei ihren Praktika.

Zufuhr vom Land

Nicht nur wühlende Organismen zerstören die Warven. Im Küsnachter Delta stellte es sich im Laufe der Untersuchung heraus, dass die Warven gegen die Mündung zu undeutlichere Gestalt annehmen, da hier ständig feines Material zugeführt wird. Demgegenüber treten zwischen den Warven immer deutlicher sandige Lagen ohne erkennbare Strukturen auf (Fig.3). Sie weisen einen hohen Gehalt an Quarzsand auf, der aus dem Molasse-Sandstein des Tobels ausgewaschen wurde, und unterscheiden sich grundlegend von den feinen kalkig-tonigen Seeablagerungen. Sie sind reich an Resten von zerrissenen terrestrischen Pflanzen, die manchmal noch ihre ursprüngliche grüne Farbe zeigen, da der Bach sie mitgerissen hat.
Es handelt sich um typische Hochwassersedimente, die durch den Tobelbach erodiert, im See durch Turbiditätsströme in die Tiefe transportiert und schliesslich abgelagert wurden. Man nennt sie daher «Turbidite». Die Alter der Hochwässer sind teilweise aus Chroniken oder mündlichen Überlieferungen bekannt. Eine Datierung ist damit möglich, aber mit Unsicherheiten behaftet. Für eine Korrelation der Kerne relativ zueinander eignen sich solche Turbidite gut.

Geschichtsbücher der Natur

Sedimente sind Geschichtsbücher der Natur. Um sie lesen zu können, muss man ihre Sprache verstehen. Ihre Wörter bestehen aus den Spuren von Ereignissen in der Vergangenheit. Diese lassen eine Datierung und Korrelation von einzelnen Ablagerungshorizonten zu, was als «Ereignisstratigraphie» bezeichnet wird. Neben Hochwässern gibt es eine Reihe weiterer für die Stratigraphie bedeutsamer Ereignisse:
Im Jahre 1980 kam es zu einer Blüte der Kieselalge *Melosira islandica helvetica.* Das massenweise Auftreten hinterliess im ganzen See einen grünen Streifen in der Warve dieses Jahres.
Der Reaktorunfall von Tschernobyl im Jahre 1986, welcher auch bei uns zu verstärktem radioaktivem Ausfall führte, erzeugte gemäss einer Studie der EAWAG in verschiedenen Schweizer Seen deutliche Leithorizonte. Misst man die Radioaktivität, so weisen diese Lagen erhöhte Werte auf. Eine Zunahme der Radioaktivität lässt sich auch in den Ablagerungen um 1963 nachweisen. Letztere geht auf die oberirdischen Atombombentests zurück, welche bis 1963 intensiviert und nachher verboten wurden.

Anhand der homogenen sandigen Horizonte und der Pflanzenreste gelang es, die Warven in den verschiedenen Kernen relativ miteinander zu korrelieren. Die Korrelation mit landfernen Proben, wo die Warven gut erhalten sind und abgezählt werden können, erlaubt eine absolute Datierung. Die Korrelation konnte mit der Radioaktivität verglichen und bestätigt werden.
Auf diese Weise lässt sich ein Querschnitt durch das Küsnachter Delta anlegen (Fig.4). Daraus ergeben sich wiederum einige grundlegende Aussagen über den Aufbau des Küsnachter Deltas:

Das Delta am Übergang von bach- zu seedominierter Ablagerung

Die Aufschüttung des Küsnachter Tobelbaches weist an der Mündung eine fächerartige Form auf. Die Gesamtmächtigkeit nimmt mit zunehmender Entfernung von der Mündung ab. Besonders die Hochwasserablagerungen dünnen gegen den

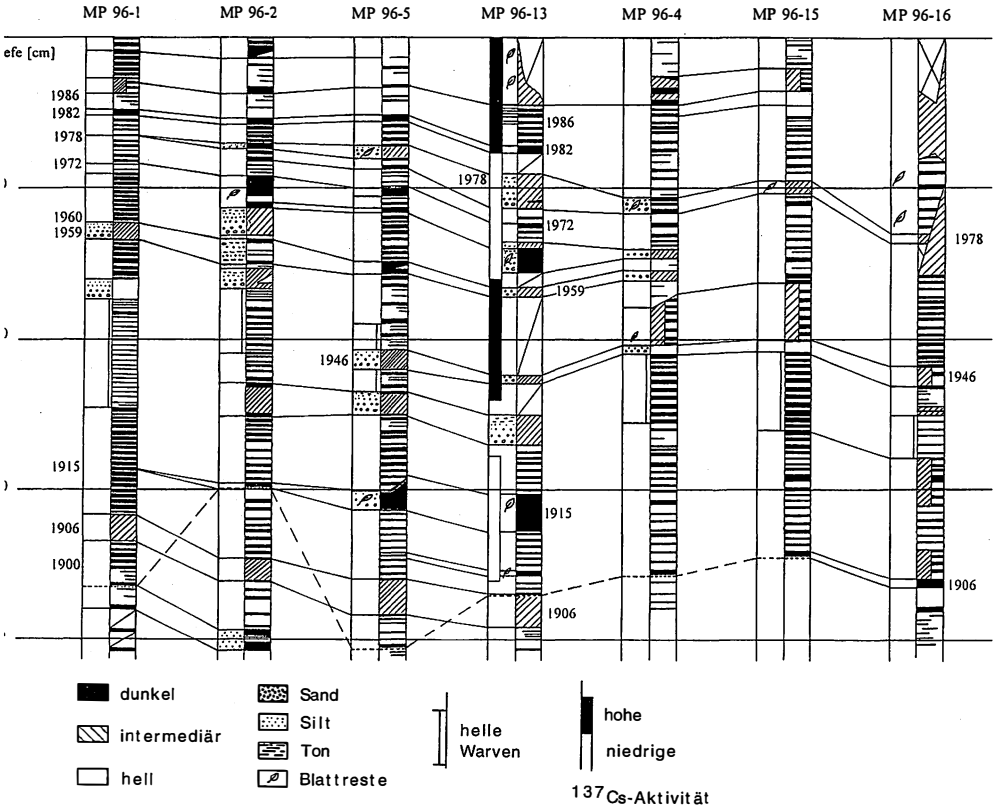

Fig.4: Korrelation der Sedimentkerne aus dem Küsnachter Delta. Die Proben sind so angeordnet, dass die Entfernung zum Delta gegen rechts abnimmt.
Auf den Profilen ist jeweils in der rechten Spalte das Hell/Dunkel-Muster, auf der linken die Zusammensetzung eingetragen. Die Korrelation basiert auf Hell/Dunkel-Wechseln sowie sandigen und blattreichen Lagen. Die Datierung durch Warvenabzählung in Kern Nr. 1 und die Korrelation anhand von Hochwasserablagerungen wird durch die grob auflösenden Radioaktivitätsmessungen (Tschernobyl, 1986; Atombombenversuche bis 1963) in Kern Nr. 13 unterstützt.

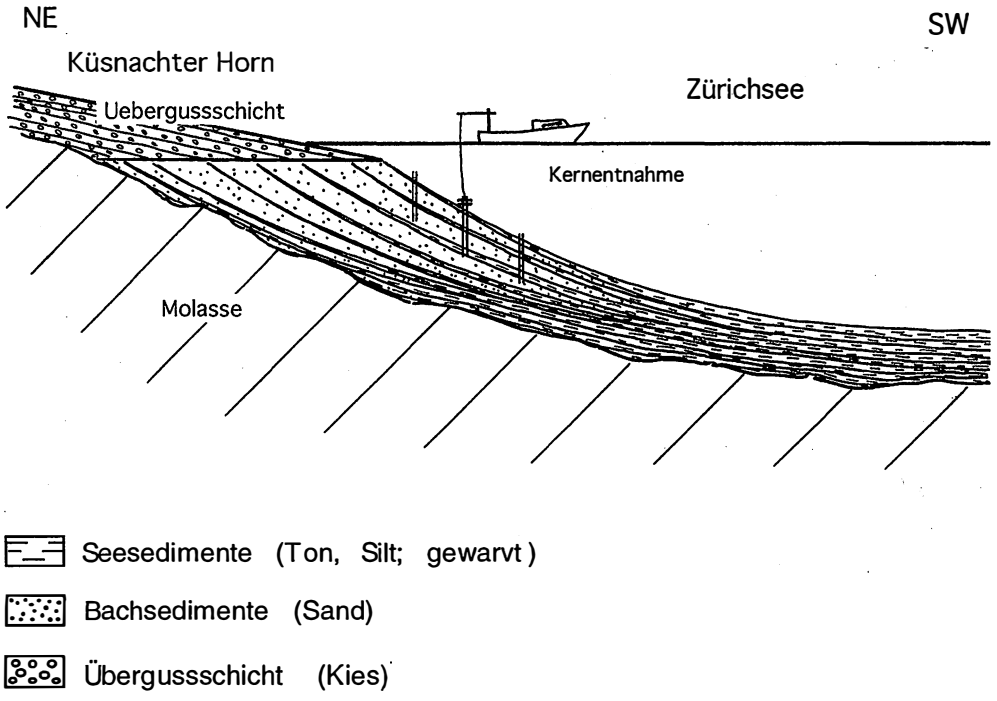

Fig.5: Schematischer Querschnitt durch das rechte Seeufer im Bereich des Küsnachter Horns. Unterhalb der Übergussschicht ist der Übergang von bach- zu seedominierter Ablagerung erkennbar. Die Abbildung zeigt ferner die Probenentnahme vom Schiff aus.

See aus, während die gewarvten Seesedimente an Deutlichkeit zulegen. Das Profil (Fig.5) zeigt die Verzahnung von gröberen Bach- und feineren Seeablagerungen. Das angetroffene Muster passt zur typischen Geometrie eines vorwandernden Deltas. Dabei ist zu bemerken, dass ein Delta immer ein dreidimensionales Gebilde darstellt. Die Horizonte, insbesondere die Hochwasserhorizonte, verändern ihre Mächtigkeit nicht nur land-/seewärts, sondern auch parallel zum Ufer. Sedimentschüttungen erfolgen kanalartig manchmal in die eine, dann wieder in die andere Richtung.

Die Sedimente werden allgemein gegen das Ufer hin grobkörniger. Schliesslich gelingt es unmittelbar vor der Mündung nicht mehr, Kerne zu entnehmen. Hier deckt eine sogenannte Übergussschicht den Delta-Fächer zu. Eine solche Schicht von grobem Kies wird hier deponiert, weil im See die Wasserenergie nicht ausreicht, um Partikel dieser Grösse zu transportieren. Sie reicht bis über den Wasserspiegel und bildet dort die oben genannte Kiesbank, das Küsnachter Horn.

Patrick Meister