



Niels Bleicher, Dominik Letsch, David Brönnimann, Petra Ohnsorg

# Zur Geschichte des Zürichsees

Der Zürichsee gehört zu den gut erforschten Seen der Schweiz ► **Einleitungsbild**. Hydrologie, Beckenform, Sedimentationsgeschichte, Unterwasserrutschungen, Seeuferarchäologie, diverse Aspekte der Ökologie und Wasserqualität sind akribisch untersucht worden – und die Liste ist weit davon entfernt, vollständig zu sein. Für die Archäologie ist die Rekonstruktion des Seepegels ein wichtiger Aspekt, der noch nicht erschöpfend erforscht wurde. Entsprechende Untersuchungen fanden bislang nur für begrenzte Zeiträume statt.

### Quellen zur Seepegelgeschichte

Historische Quellen zum Seepegel liegen aus dem 18. Jh. vor sowie seit 1811. Im Verlauf des 19. Jh. begann allerdings bereits die Regulierung der Limmat und damit auch des Zürichsees. Zu den Pegelständen davor benötigen wir also andere Quellen. Die Erforschung von (prä-)historischen Seepegelständen ist eine anspruchsvolle interdisziplinäre Aufgabe, die sich Geologie, Hydrologie, Paläoökologie und besonders Sedimentologie teilen, denn die hydrologischen Systeme sind meist ausgesprochen komplex und die vielfältigen Quellen entsprechend schwierig zu lesen. So wirken sich beispielsweise Pegelschwankungen im Flachwasser am stärksten aus: Im sogenannten Litoralbereich findet durch geochemische Prozesse häufig eine (jährliche) Sedimentation statt (Seekreide, Beckentone, Lehme etc.) – allerdings nur bis zu einer kritischen Höhe, ab der keine Sedimentation, sondern Erosion stattfindet. Unsere Informationsquelle (das Sediment) versiegt ab diesem Zeitpunkt also. Selbiges geschieht, wenn z.B. durch Absenken des Seepegels frühere Sedimente erodieren sowie um- und anderswo abgelagert werden. Daher ist das Sediment im Uferbereich eine prinzipiell aufschlussreiche aber schwer lesbare Informationsquelle. Weiter weg vom Ufer, im Tiefenbereich des Sees, kann man den Seepegel meist nicht im Detail erforschen, denn das flache Ufer geht häufig in eine sog. Halde über, die in einer Abbruchkante endet. Wird die Halde zu steil, rutscht das instabile Sediment

in den Tiefenbereich des Sees. Auch Sediment, das im Flachwasser erodiert wurde, wird oft über die Haldenkante in die Tiefe gespült. Was unten ankommt, ist dementsprechend eine gut aufbereitete Mischung verschiedener Areale und Tiefenbereiche.

### Das hydrologische System des Zürichsees

Am Zürichsee bietet sich mit dem Zusammenspiel von Sihl und Limmat eine hydrologisch komplexe Situation, denn die Sihl, die heute beim Hauptbahnhof in die Limmat mündet, reagiert sehr sensibel auf erhöhten Niederschlag und Unwetter und ist somit eine schwer zu berechnende Grösse im System. Unwetterbedingte Hochwasserspitzen konnten immer zu spektakulären Überschwemmungen führen ► **Abb. 1**, sind jedoch Einzelereignisse, die von langfristigen Seepegeländerungen strikt getrennt werden müssen. Nebst der Sihl und zahlreichen kleineren Zuflüssen hat der See mit der Limmat nur einen einzigen Abfluss. Dessen Kote liegt auf rund 402.5 m ü.M. in glazial vorbelasteten und somit relativ erosionsresistenten eiszeitlichen Lockergesteinen (eiszeitliche Seeablagerungen und Moräne) und ist zudem durch weitverbreitete kiesige und teils sehr grobkörnige Flussablagerungen im Limmattal (sog. Limmattal-Schotter) in seiner Schwankungsbreite nach unten begrenzt. Im Gegensatz zu anderen Seen kann sich der Pegel des Zürichsees nicht durch ein Erodieren der Ausflusssohle absenken und ebenso ist die Anhebung der Ausflusssohle durch Schotter hier kein Thema. Im Prinzip wäre dieses System relativ träge gegenüber klimatischen Veränderungen, denn aufgrund der Form der Abflussrinne würde die Abflussmenge bei steigendem Seepegel sehr schnell ansteigen und den Pegel wieder absenken. Es bräuchte für eine nennenswerte Hebung des Pegels also sehr unwahrscheinliche Steigerungen der Niederschläge. Derartiges ist allenfalls kurzfristig denkbar.

Allerdings kommt nun die Sihl mit ins Spiel, denn sie war immer ein launisches Gewässer, das bei Starkniederschlägen kurzfristig extrem anschwellen und dabei sehr grosse

## Vorstellung der von Anno



D. Redinger sc.

Oben ausgefetzten Jahrs den 30sten Herbstmonat, um den Mittag, ist allhier bey Zürich; das, dieser Stadt und anderen darbey liegenden Orten sonst sehr nutzliche Wald-Wasser, die Sil: Mit grosser Ungestühme und sehr starcker Ergiessung eingelassen. Jedermanns Verwunderung über diesen ausserordentlichen und gar wilden Anlauff ware groß; weil sich wenige dergleichen gesehen zu haben besinnen könnten: Darum dann auch selbigen ganzen Nachmittag Alte und Junge hinaus gelassen, die wütende Sil zu beschauen. Nicht weniger groß aber ware auch der Schaden, den diese Sil-Fluth auf ihrem Weg an ihren Schrancken und Grenz-Städten verübet: Indem sie selbige nicht nur hoch überstiegen, sondern mehrentheils auch weggerissen und samt Erden, Stein und Sand von Feldern, Wiesen und Gebäuden mitgeführt: Wie dann viel lange und dicke Bäume, ganze Stege und unterschiedliche andere vordrey fahrende Sachen von den Zuschauern beobachtet, einiges auch von den benachbarten Sil-Fischeren aufgefangen worden. In der Stadt selbst hat die Sil; Weilen sie wegen ihres allzustrengen Lauffs, den Eingang des Canals, der sie in die Stadt führet, verfehlet; nicht sonderlichen Schaden gethan: Doch liesse selbige auch da spühren ihren Wuth. Aber aussert der Stadt über der Sil ist den Gebäuden die zunächst an selbiger stehen wohl einiger Schaden widerfahren: (Wie aus gegenwärtigem Riß, welcher

Zürich, gedruckt bey Marx Rordorff, und zu finden

1732. starck angeloffenen Sil.

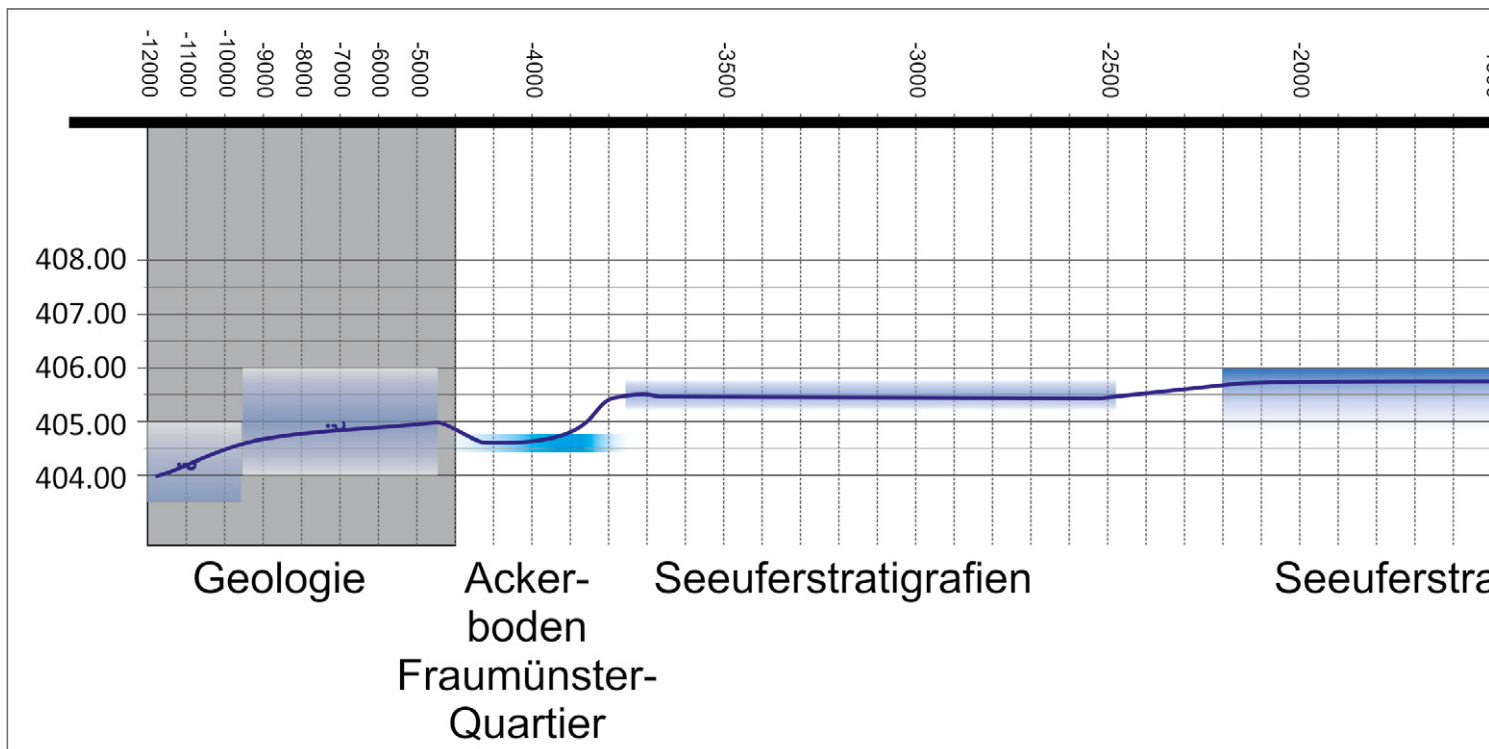


zugleich auch den Prospect aussert der Sil-Bruck vorstelllet, zu ersehen: ) Dann selbige, besonder das kleine Häusli d) genannt das Sil-Eck, in ihren Kellern und unteren Böden über drey Schuh hoch mit Wasser angefüllt, und selbige ganze Gegend bis an St. Jacobs-Haus halben Manns-tieff unter Wasser gesetzt worden, so daß die Leut aus Wiedikon, die in der Stadt arbeiteten, als selbige nach Haus wolten zusehen: Ob vielleicht ihre Wohnungen Wassers-Noth leiden, im Schiff e) von einem Pferd müsten heim geföhret werden. Auf gleiche Weiß wurden auch die Feuer-Läuffer b) aus bemeltem Dorff der Ziegel-Hütten a) zugeföhret, weilten daselbst von dem einlaufenden Wasser der Kalch sich geschwellet, und daher Feuers-Noth entstanden. Der gröste Schaden aber ist an der Bruck geschehen: Dann das scharffe unterfressende Wasser hat das erste Joch c) samt seiner aufhabenden Last schier um drey Schuh tieff gesencket, und die überaus starck anschlagende Wellen und anpüttschende sehr grosse Bäume haben die Bruck und untenherligende Wubr so verderbet, daß alles ohne grosse Mühe und Kösten nicht wieder herzustellen. Sonsten hat diese Überschwemmung noch hin und wieder Zeichen hinterlassen, welche, wie auch die eigentliche Ursach dieses Anlauffs vielleicht ins künftigt von Natur-Verständigen noch wird beschreiben werden.

1 bey David Redinger an der Augustiner-Gaß.



2



3

Geschiebemengen mit sich führen und lokal auch erosive Kraft entfalten kann. Entsprechend gross war die Dynamik in der Sihlebene, die dieser kleine Fluss während des frühen Holozäns aufschüttete indem er dort grosse Schottermengen ablagerte. Im Verlauf des Holozäns änderte die Sihl wiederholt ihr Bett. Dabei könnte die Sihl gelegentlich grosse Geschiebemengen in die Limmat gebracht und diese kurzfristig gestaut haben, was wiederum zu höheren Pegeln geführt haben könnte. Im Spätglazial mündete die Sihl nicht in die Limmat, sondern direkt in den See, und aus römischer Zeit ist ein in den See fliessender Sihlarm bekannt. Im Detail allerdings ist die Rolle der Sihl in der Vorgeschichte allein deswegen schon schwer zu rekonstruieren, weil wir nur ihr aktuelles Verhalten messen können. Heute ist sie von einem entwaldeten Einzugsgebiet voller versiegelter Böden geprägt. Früher aber floss sie durch Auen und naturnahe Wälder und war daher wahrscheinlich weniger dynamisch.

Der letzte Faktor im hydrologischen System ist ab einem unbekanntem Zeitpunkt und in unbekanntem Ausmass der Mensch. Er hat auf verschiedene Arten ins System eingegriffen: Durch Entwaldung der Ufer und Hänge verdunstete weniger Niederschlag, sondern floss als Oberflächenwasser direkt in die Bäche und Flüsse, die deshalb mehr Wasser und Geschiebe führten. Der Eingriff des Menschen veränderte ein ganzes System und somit möglicherweise auch den Zürichsee.

◀◀ **Einleitungsbild**

Zürichsee mit Blick gegen Südosten.

◀◀ 1

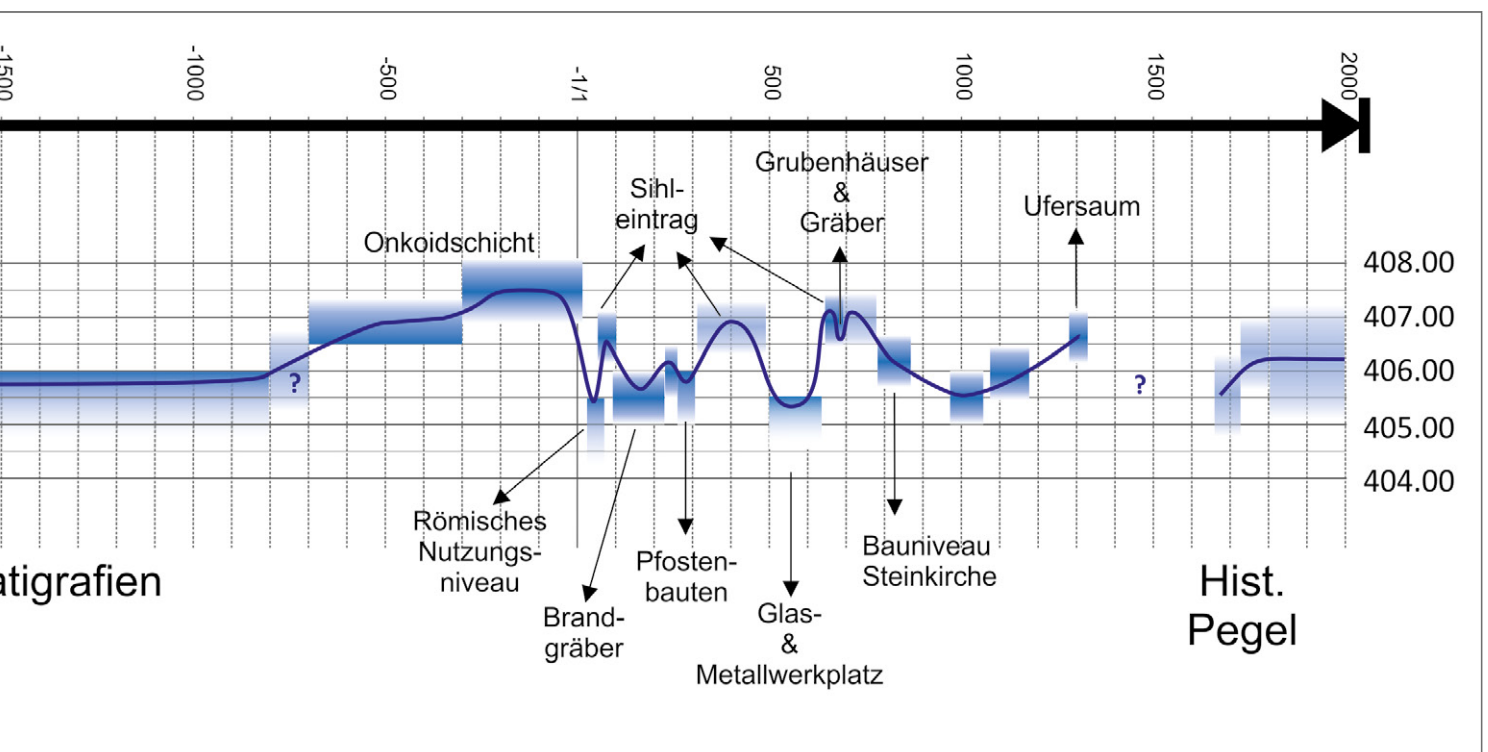
Das Hochwasser von 1732 bei St. Jakob an der Sihl in der Darstellung von David Redinger 1732.

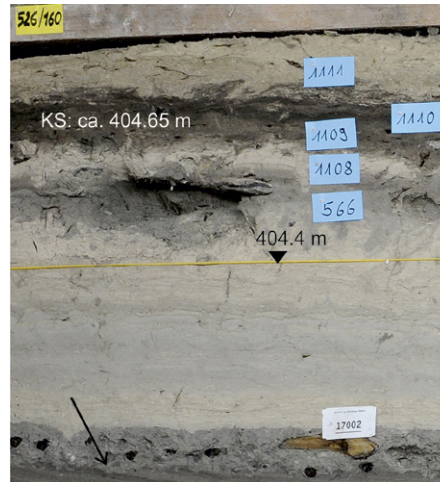
◀ 2

Der Murer-Plan von Zürich aus dem Jahr 1576 zeigt viele Wassermühlen in der Limmat.

◀ 3

Synthese des bisherigen Kenntnisstandes zum holozänen Seepiegel des Zürichsees.



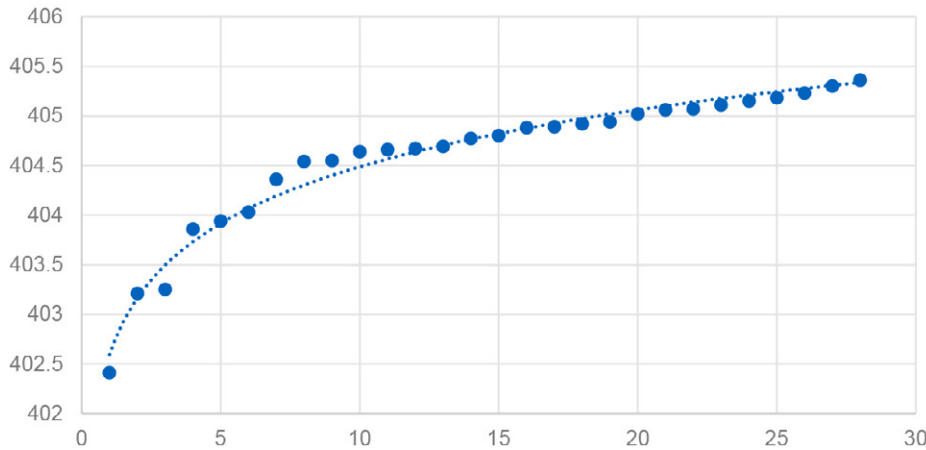


4 Stratigraphien von Zürich-Parkhaus Opéra. Die frühholozänen Sandschichten zeigen eine klare Erosionskante (links). Die See- kreideschichten darüber hingegen sind in- takt und zeigen keine Anzeichen von Boden- bildung bis mindestens 404.65 m ü.M. (rechts).

5 Höhenkoten von organisch erhaltenen Kul- turschichten prähistorischer Ufersiedlungen am Zürichsee.

4

Oberste Höhen mit organischer Kulturschicht diverser Stationen am Zürichsee (Datenstand 2017)



5

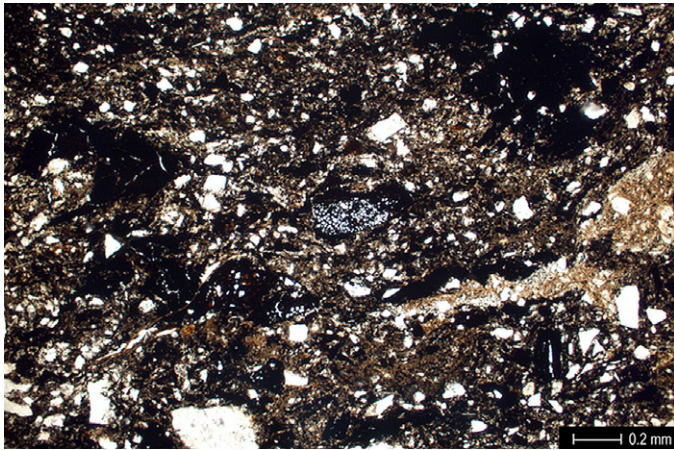
Punktuell griff er unbeabsichtigt sogar sehr direkt ein: Im 18. Jh. fiel den frühen Protokollanten des Seepiegels auf, dass der See regelmässig sonntags einige Zentimeter anstieg. Der Grund war schnell gefunden. Die vielen Wassermühlen, die man in die Limmat gebaut hatte, standen sonntags still – und verwandelten sich dabei in ein Abflusshindernis ► **Abb.2.**

Das gesamte System besteht also aus einem klimatisch gesteuerten Zufluss durch Niederschläge und Schmelzwasser im Einzugsbereich, einem dämpfenden Faktor durch die Grösse des Sees und schliesslich den zwei schwer zu beziffernden Faktoren Sihl und Mensch. Kompliziert genug, dass man ohne Informationen aus dem Sediment des Sees keine Aussagen über die holozäne Geschichte des Seepiegels treffen kann ► **Abb.3.**

**Die Erforschung des Zürichseepiegels**

Einen Meilenstein der geologischen Betrachtung zum Thema lieferte Conrad Schindler in den späten 1960er- und

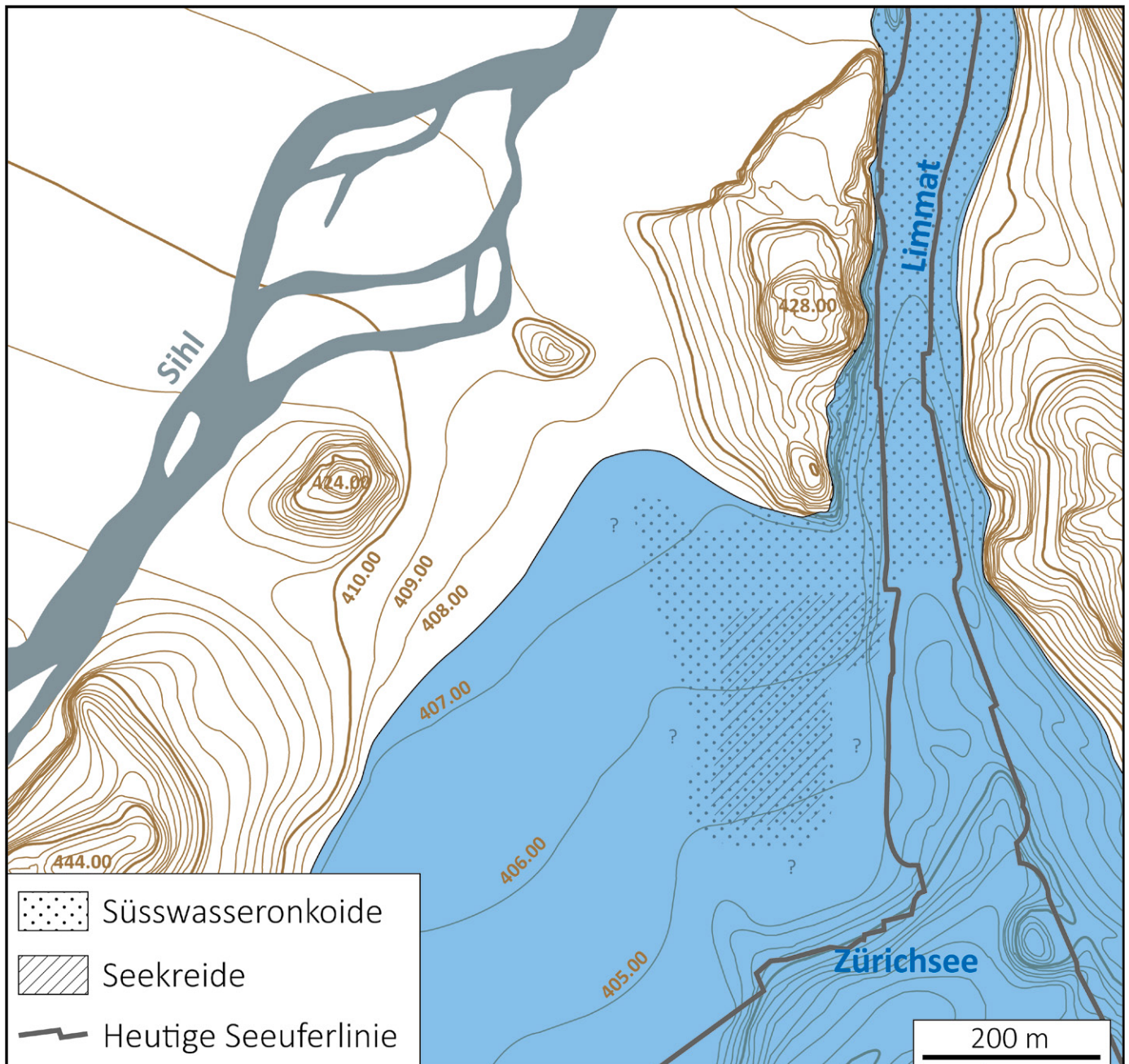
frühen 1970er-Jahren. Anhand der Höhenkoten verschiedener Sedimente und quartärgeologischer Beobachtungen wie der Richtung von Schrägschichtungen in Schuttkegeln an verschiedenen Stellen im Stadtgebiet, konnte er eine erste Geschichte des Seepiegels vorlegen. Dabei kam er zur Überzeugung, dass der Pegel schon seit Zeiten vor der neolithischen Besiedlung der Seeufer kaum unter 404.5 m ü.M. gesunken sein kann. Allerdings verwirrten ihn die Aussagen der damaligen Archäologen, die von ebenerdigen Siedlungen und folglich sehr niedrigen Seepiegeln ausgingen, was Schindler sich nicht erklären konnte. Heute wissen wir, dass die Argumente seitens der Archäologie einer kritischen Betrachtung nicht standhalten. Zu den Kronzeugen, die Schindler in einer Schichtenfolge untersuchte, die vom Jungneolithikum bis ins Frühmittelalter reichte, gehörten spezielle Kalkablagerungen (Onkoide) und organische Schichten, die bei archäologischen Grabungen auf dem heutigen Münsterhof gefunden wurden. Sie wiesen auf teils sehr hohe Seepiegel hin. Später wurde



6

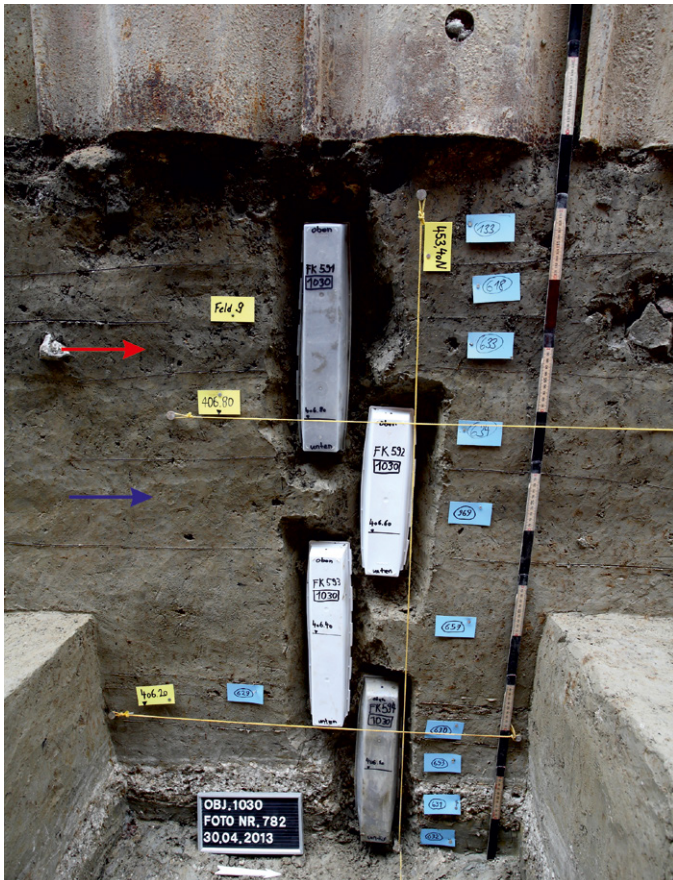
6  
Mikroskop-Foto des neolithischen «Ackerbodens». Nebst reichlich Holzkohle (schwarz) ist deutlich zu erkennen, wie durch die Bodenbearbeitung verschiedene Bodensubstrate miteinander vermischt wurden (hell- und dunkelbraune Zonen). 50-fache Vergrößerung, Normallicht.

7  
Die wahrscheinlich grösste Ausdehnung erreichte der See vermutlich im späten 1. Jahrtausend v.Chr.



7





8

der damalige Leiter der Stadtarchäologie, Dölf Wild, auf archäologische Hinweise zu historischen Pegelständen aufmerksam und sammelte fortan während vieler Jahre im Zuge zahlreicher Ausgrabungen weitere Hinweise auf die Geschichte des Zürichsees.

### Prähistorische Siedlungen als Informationsquelle

Derweil erlauben Ausgrabungen in Seeufersiedlungen und besonders von Parkhaus Opéra, sich von einer völlig anderen Seite – gewissermassen von unten – der Thematik zu nähern. Längerfristige niedrige Seepegelstände bleiben nämlich nicht ohne Folgen für höhergelegene Sedimente. Seekreide ist relativ leicht erodierbar und neigt zum kräftigen Schwinden und rissigen Trocknen, wenn sie über dem Wasserpegel liegt. Ausserdem zeigen Studien an trocken gelegten Strandplatten in Frankreich, wie schnell diese bewachsen werden. Krautige Pflanzen beginnen sofort mit der Kolonisierung und innert weniger Jahrzehnte herrscht eine mehrere Meter hohe Gebüschvegetation vor. Wenn der Seepegel also einst tiefer als eine im Profil beobachtete Seekreideschicht gefallen sein sollte, müsste man Erosionskanten in der Seekreide sehen wie auch Trocknungsrisse und vor allem Wurzelstockhorizonte ehemaliger Gebüsche sowie Anzeichen einer Bodenbildung. Nichts

von alledem wurde bisher beobachtet – und zwar bis auf eine Höhe von 404.5 m ▶ **Abb.4**. Betrachtet man ausserdem die Höhenkoten von Kulturschichten mit organischer Erhaltung verschiedener Siedlungen am ganzen Zürichsee, dann fällt auf, dass diese gegen oben hin gegen 405.5 m ü.M. konvergieren ▶ **Abb.5**. Wäre der Seepegel also einst jahrzehntelang nennenswert unter 405.5 m gefallen, wären diese Schichten höchstens wegen der Kapillarwirkung der Seekreide noch feucht und organisch erhalten geblieben. Erosion und Bewuchs hätten dort dennoch stattfinden müssen.

Interessanterweise wurde nur wenig höher im Fraumünsterquartier (Münsterhof) ein Befund dokumentiert, bei dem es sich um einen ehemaligen Ackerboden handeln dürfte ▶ **Abb.6**. Dieser lag auf 405.7 m ü.M. und gehört zu den ältesten Siedlungsspuren in Zürich. Da der historische Seepegel etwa 1 bis 1.5 m saisonal schwankte, können wir als Arbeitshypothese davon ausgehen, dass der sommerliche Pegel (das ist am Zürichsee der jährliche Höchststand) zur Zeit dieses Ackerbaus kaum über 405.2 bis 405.5 m ü.M. gelegen haben kann, weil der Acker sonst alle paar Jahre überflutet worden wäre. Es scheint unwahrscheinlich, dass die Siedler bei ihrer Hauptnahrungsquelle dieses Risiko ohne Not eingingen. Das verweist den mittleren Seepegel auf maximal 404.5 m ü.M. Sollte der prähistorische See eine geringere saisonale Schwankung gehabt haben, könnte der Seepegel auch bei etwa 405 m gelegen haben. Bodenkundliche Daten aus zahlreichen Profilen im Fraumünsterquartier lassen vermuten, dass der Pegel im mittleren Holozän (ungefähr 8.–5. Jahrtausend v. Chr.) meist unter 406.00, aber nicht deutlich unter 405.50 lag, denn andernfalls hätte sich auf dem Sihldelta auch an tieferen Stellen Boden gebildet, was aber nicht der Fall ist. Für das Jungneolithikum, also die Zeit der frühen Pfahlbauer, ist folglich ein etwas niedrigerer Seepegel möglich, als es die Stratigraphien für das Spätneolithikum nahelegen.

### Neue Erkenntnisse dank der Verbindung von Geologie und Archäologie

In den letzten Jahren und mit der entsprechenden Sensibilisierung konnten in archäologischen Grabungen auch für die jüngeren Epochen, insbesondere von der römischen Zeit bis ins Spätmittelalter, viele Hinweise zur Geschichte des Zürichsees gesammelt werden. Die geoarchäologischen Quellen wurden bei der Aufarbeitung der Ausgrabungen im Fraumünsterquartier durch David Brönnimann auf den neusten Stand gebracht und danach mit den archäologischen Befunden wie z.B. Resten von Uferbauten oder Drainageanlagen verglichen. Da das flache Gelände des Fraumünsterquartiers, das im Übergangsbereich von See und Limmat liegt, sehr schnell von Verän-

derungen des Seepiegels betroffen ist, bietet es sich zur Erforschung dessen Geschichte geradezu an: Bis ins Frühmittelalter zeigt sich dort eine grosse Dynamik – längere Perioden mit sehr hohen und tiefen Pegelständen lösen sich ab.

Eine mittels  $^{14}\text{C}$  und stratigraphischen Befunden datierte Schicht von Seekreide, die meistens um ca. 406.00–406.50 m ü.M. anzutreffen ist, und Kalkknollenablagerungen (Süsswasseronkoide), die stellenweise auf bis zu 407.10 m ü.M. dokumentiert wurden, zeugt von einem eisenzeitlichen Seehochstand. Dies, weil die Seekreide nur in Flachwasser von mindestens einem Meter Wassertiefe gebildet worden sein kann, die Kalkknollen allerdings nur wenige Zentimeter Wasserüberdeckung benötigen ► **Abb. 7**. Der Pegel lag folglich auf ca. 407 m ü.M. und dürfte allmählich sogar bis maximal 408.00 m ü.M. angestiegen sein.

Ab der römischen Zeit mündete bis ins frühe Mittelalter zeitweise ein Sihlarm direkt in den See und brachte seine Sedimentfracht mit. Die Feinfraktion dieser Sedimentfracht verteilte sich als Schwebefracht, die der See im Uferbereich sedimentierte. Während die Sihl diese Schwebefracht in den See führte, muss dessen Pegel zwischen ca. 406.00 und 407.00 m ü.M. gelegen haben, also höher als heute. Allerdings war das Sihldelta in römischer und frühmittelalterlicher Zeit während länger andauernden tiefen Pegelständen auch besiedelt; davon zeugen u.a. ein Brandgräberfeld des späten 1. Jh. und ein Glas- und Metallwerkplatz des frühen 7. Jh. Zu diesen Zeiten muss der Pegel unter 406 m ü.M. gelegen haben. Diese Siedlungsreste liegen folglich auf der genannten Schwebefracht, werden aber auch von jüngerer Schwebefracht überdeckt, was die mehrfach steigenden und sinkenden Pegel im 1. Jahrtausend n. Chr. belegt. Das Wechselspiel von Auf und Ab führte nicht nur zu einer zeitweise vollständigen Überdeckung der Siedlungsplätze, sondern auch zu Erosionen, so dass die Siedlungsreste heute meist nur in Form von Reduktionshorizonten fassbar sind ► **Abb. 8**. Erst seit dem 8. oder spätestens frühen 9. Jh. reduzieren sich die mittleren Schwankungen auf einen Bereich, der das ehemalige Sihldelta nicht mehr längerfristig «versinken» lässt. Vielleicht ist es kein Zufall, dass dieser Zeitpunkt mit der Entstehung eines Klosters zusammenfällt, das um 853 sogar unter die Obhut einer Tochter von König Ludwig dem Deutschen fällt. Vielleicht ist es u.a. auf menschlichen Einfluss zurückzuführen, dass der mittlere Pegel, den wir aufgrund von Uferverbauungen oder ufernahen Gehniveaus fürs späte Früh- und bis ins Hochmittelalter fassen, um 406.20 m ü.M. lag und somit dieses königliche Kloster am «Einfallstor» zur Stadt nicht mehr gefährdete.

Im Detail bleiben noch viele offene Fragen. Auch für die vorgeschichtlichen Epochen sind hauptsächlich Mindesthöhen bekannt, aber noch keine absoluten Höhenkoten.

Ausserdem ist bis heute unklar, welche Faktoren (Klima, Sihl, Mensch) zu welcher Zeit und in welchem Mass den Pegel des Zürichsees beeinflussten. Dennoch dürfte der Zürichsee eines der weltweit wenigen Gewässer sein, wo die Masse an Informationen zur Pegelgeschichte aus verschiedenen Disziplinen der Archäologie stammen. Von der Zusammenarbeit profitieren hier alle.

#### ◀ 8

Profil aus dem Fraumünsterquartier. Ganz unten (weiss) die Onkoidschicht. Darüber das über 1 m mächtige und aus mehreren Lagen bestehende ockergraue Sediment, das von der Sihl als Schwebefracht in den See eingebracht wurde. Darin befinden sich ein römischer (Pos. 969) und ein frühmittelalterlicher (Pos. 633) Reduktionshorizont.