Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 36 (1943)
Heft: 1

Artikel: Zur Quartärgeologie von Hurden-Rapperswil (Zürichsee)
Autor: Moos, Armin von
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-160390

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Quartärgeologie von Hurden-Rapperswil (Zürichsee).

Von **Armin von Moos**, Zürich.

Mit 4 Textfiguren.

I. Einleitung.

Der Zürichsee wird auf der Höhe von Rapperswil (St. G.)–Pfäffikon (Schwyz) durch die verlandete Molasseinsel von Rapperswil und durch die angenähert N—S sich erstreckende Halbinsel Hurden in zwei ungleiche Teile, den kleineren oberen und den grösseren unteren See geschnürt. Nachdem schon früh eine Fähre die beiden vorspringenden Ufer verband, liess Herzog Rudolf IV. 1358 eine über 1300 m lange offene Pfahlbrücke schlagen, die für Jahrhunderte die längste Brücke des Gebietes blieb und weitherum als Wunderwerk galt. Nach verschiedenen Reparaturen und Neuerstellungen (z. B. 1818) wurde sodann 1878 mit der Erstellung der Südostbahn, NW der alten Pfahlbrücke, ein Damm geschüttet, der durch zwei Durchlässe, einer davon mit Drehbrücke für die Dampfschiffahrt, unterbrochen wurde. Der steigende motorisierte Strassenverkehr der dreissiger Jahre erforderte eine Verbreiterung und Korrektion des bestehenden Strassenzuges, weshalb man sich nach längeren Verhandlungen entschloss, die Halbinsel Hurden vermittels eines Schiffahrtskanals zu queren, den Damm zu verbreitern und seine beiden Durchlässe stabil zu überbrücken.

Zur Klärung der geotechnischen Verhältnisse wurden 1938 zehn Sondierbohrungen abgeteuft. Da diese in einem in geologischen Spezialarbeiten (Escher, Zollinger, Aeppli, Herbordt, Alb. Heim, Zingg, R. Staub u. a.) und in verschiedenen geologischen Lehrbüchern mehrfach erwähnten Gebiete bemerkenswerte neue Aufschlüsse brachten, sollen sie hier in einem etwas erweiterten Zusammenhange festgehalten werden. Im folgenden werden zuerst die Halbinsel Hurden, sodann die Seestrecke Hurden–Rapperswil und anschliessend analoge Bildungen der weiteren Umgebung besprochen.

II. Die Halbinsel Hurden.

a) Bisherige und neue Beobachtungen an der Oberfläche.

Die primäre Morphologie der Halbinsel Hurden ist heute nur noch unvollkommen erkennbar. Neben dem Eisenbahn- und Strassenbau hat vor allem der seit über 60 Jahren getätigte intensive Sand- und Kiesabbau weitgehende Veränderungen (neue Seebuchten, Abtragungen und Vertiefungen) gebracht. Nur undeutlich ist deshalb der von Escher 1852 dargestellte satteldachförmige Querschnitt bei der Ortschaft Hurden und die im Hurdenerfeld ursprünglich vorhandene Verebnungsfläche noch zu beobachten.

Aus den seit Escher's Zeiten sich durch den Abbau ständig verändernden und erweiterten Aufschlüssen fallen schon diesem, besonders aber auch Zollinger

und HERBORDT die heute noch sichtbare schiefe Schichtung der vorwiegend sandigen, untergeordnet auch kiesigen Lagen auf. Während ESCHER, dem vermutlich erst kleinere Aufschlüsse auf der Oberseeseite bekannt waren, auf die z. T. gegen Osten fallenden Schichten aufmerksam macht, schreibt ZOLLINGER, dass diese einerseits in der Richtung des Zürichseetales (WNW), andererseits vom See weg gegen das Ufer fallen (SW) und HERBORDT kommt zum Schluss, dass trotz örtlichen Abweichungen die Hauptmasse aus östlicher Richtung angeschwemmt worden sei.

Über den schiefgelagerten Schichten folgen sodann horizontale Kies- und Sandlagen, die erstmals von ZOLLINGER beschrieben wurden. Die Diskordanzfläche senkt sich nach Vermessungen von HERBORDT vom Lande (Pfäffikon) von Kote 417 n. W. gegen den See bis Kote 412. Sowohl die gröberen Komponenten der schiefgelagerten, wie auch der horizontalen Lagen sind gerollt; man findet indessen am seeaufwärtigen Rand auch kantenbestossene Stücke; ferner treten einzelne gelbe Lehmschmitzen und gelegentlich grössere, meist eckige Blöcke auf. 1938 fanden sich in den Aufschlüssen gegen den Obersee, im Gebiet des heutigen Schiffahrtskanales, zwischen den Lagen gerollten Kieses ausgesprochen kantige, an Gehängeschutt erinnernde Kalktrümmer.

ZOLLINGER erwähnt sodann, dass die horizontalen Kies-Sandlagen mit Grundmoränen bedeckt sind und AEPPLI fand solche auch in den schiefen Schichten eingelagert. Vom Rücken der Halbinsel erwähnt HERBORDT sodann einen kleineren Moränenwall. Heute beobachtet man nur noch ausserhalb des Hurdenerfeldes, gegen Altdorf hin, dort wo der Sand- und Kiesabbau noch nicht eingesetzt hat, eine 1—2 m mächtige Moränendecke. Sowohl auf dieser Moräne wie gegen den See häufen sich erratische Blöcke. Auf dem Hurdenerfeld, über dem heutigen Abbau, fehlt dagegen heute die Moräne.

b) Die Bohrungen 1938.

Abgesehen von den wenig mächtigen obersten Humuslagen deutet das bei den Bohrungen 1 L und 2 L geförderte Material auf eine Wechsellagerung von sandigen und kiesigen Lagen hin (siehe Fig. 1). Dabei wiegt der Grobsand, der hin und wieder Gerölle einschliesst, vor. Der zumeist mit Sand durchsetzte Kies, dem gelegentlich grössere Gerölle eingeschlossen sind, tritt zurück. Sowohl in Bohrung 1L wie auch in 2L mussten über und unter dem heutigen Grundwasserspiegel verkittete Kieslagen durchmeisselt werden. Solche verkittete Lagen können auch in den bestehenden Gruben, besonders gegen den Obersee beobachtet werden. In 1L mehren sich ab Kote 382,98, in 2L ab 396,11 die feinkörnigen Ablagerungen. Es treten Feinsande, Schlammsande und Lehme auf, die nur gelegentlich noch Kieskomponenten einschliessen.

Unter dem Humus (0,2 m) folgen bei Bohrung 3 L in einer Mächtigkeit von 11,47 m lockere, sandig-kiesige Ablagerungen, die auf Kote 402,74 von einer verkitteten Lage unterbrochen werden.

Unter dem Humus (0,4 m) und der künstlichen, vornehmlich aus Kies bestehenden Aufschüttung (2,4 m) wurden bei Bohrung 4L vorerst 1,85 m weicher, mit Pflanzenresten (Schilf usw.) durchsetzter Lehm durchfahren. Dieser wird von einer zweiten Lehmschicht, die u. a. eine alte Pfahlspitze enthielt, in einer Mächtigkeit von 2,57 m unterlagert. Darunter folgen vorerst 11,79 m vorwiegend wenig fest gelagert feinsandige und schlammsandige Ablagerungen, dann eine feste,

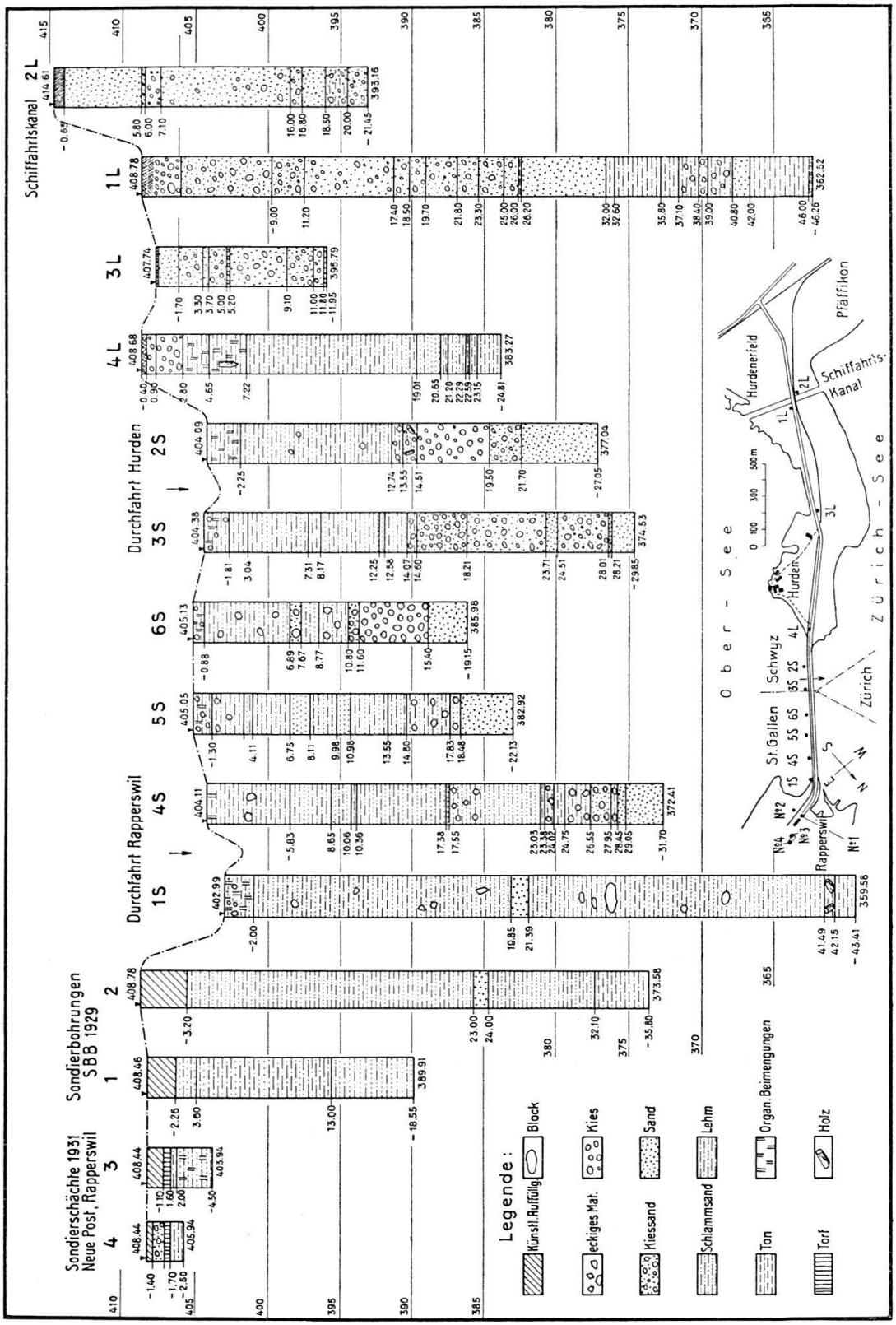

Fig. 1. *Bohrungen von Hurden–Rapperswil.*

1,64 m mächtige, vorwiegend aus Sand und Schlammsand bestehende Schicht. Darunter beginnen die Lehme zu dominieren (Kote 388,03), die von sandigen Lagen durchsetzt werden und auch kleine Steine enthalten.

c) Entstehung.

Escher beschäftigt sich hauptsächlich mit den Blöcken des Gebietes Hurden-Rapperswil und sieht in ihnen, zusammen mit der Bogenform des Blockwalles, neue Beweise für die ehemalige Anwesenheit der Gletscher. Zollinger, Aeppli und Herbordt führen die schiefe Schichtung auf deltaartige Ablagerung in einem im Vergleich zum heutigen höher gestauten Zürichsee zurück, die von horizontalen Übergusschichten überlagert wurden. Bei der Annahme, dass der Wasserspiegel ca. 1—2 m über der Diskordanzfläche lag, muss der Zürichsee damals zwischen Kote 419 und 413 n. W. geschwankt oder sich langsam abgesenkt haben. Während Heim 1891 noch von der Deltastirn der Sihl schreibt, die in der Gegend von Altenburg–Pfäffikon und somit auch in Hurden den Seegrund erhöhte, sind sich Zollinger, Aeppli und Herbordt darin einig, dass Schmelzwasserströme der Gletscher für die Hurdener Ablagerungen verantwortlich sind. Zollinger denkt an eine direkte Abschwemmung von der Oberfläche des zurückweichenden Gletschers, Herbordt an die Verschwemmung einer heute verschwundenen Moräne, Aeppli schreibt von einem Moränenwall, von welchem die schiefen Sand- und Kieslagen abgespült wurden und Heim spricht kurz vom Abschwemmdelta von Hurden.

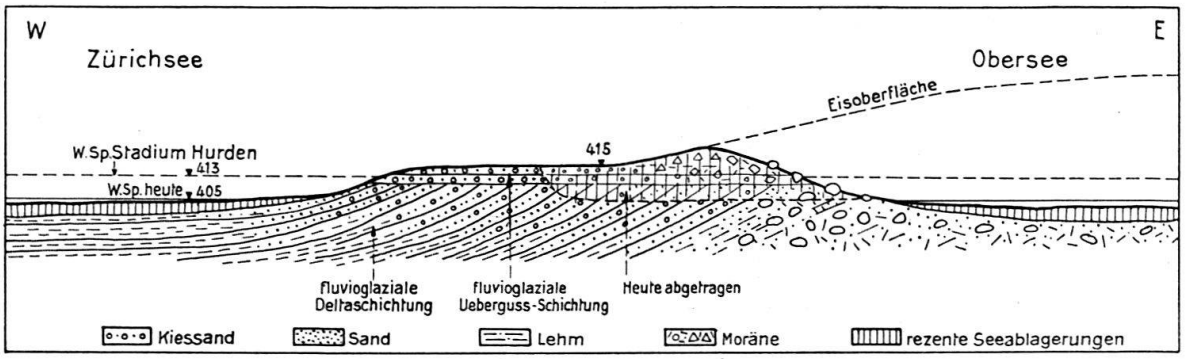

Fig. 2. *Schematische Darstellung der Bildung des Quer-Oses von Hurden.*

Die Halbinsel Hurden zeigt somit, wenn wir von den rezenten künstlichen Veränderungen und den jungen Verlandungen absehen, im Grundriss einen flachen, bogenförmigen Verlauf. Ihre eine Seite ist seeabwärts ausgebaucht, ihre Uferlinie gegen den Obersee heute wellig und scharf, gegen den Untersee durch junge Verlandung undeutlich (siehe Fig. 2). Im Querschnitt steigt die Oberfläche ziemlich steil und rasch vom Obersee auf, zeigt in Hurden dachförmigen, im Hurdenerfeld flachen, angenähert horizontalen Verlauf. Seeabwärts senkt sie sich erst langsamer, dann rascher, um im heutigen Verlandungsgebiet erneut zu verflachen. Das Querprofil zeigt im seeaufwärtigen Teile Lehme mit gekritzten Geschieben, kantigen Geröllen, grossen Blöcken, die zwischen Sanden und Kiesen eingelagert sind, volumenmässig aber untergeordnet sind. Diese Sande und Kiese zeigen bis zu einer gewissen Kote schiefe Schichtung, wobei der an und für sich dominierende Sandgehalt seeabwärts immer mehr überhand nimmt. Gegen die Tiefe gehen die Sandlagen in Schlammsande und Lehme über. Über den schief gelagerten Sanden

und Kiesen folgen im Hurdenerfeld etwa auf Kote 419—413 horizontal gelagerte Kiese und Sande.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass wir es bei den Ablagerungen von Hurden mit Schüttungen von vorwiegend gerolltem, untergeordnet auch ungerolltem, eckigem Material in einem stehenden Gewässer, offensichtlich in Gletschernähe zu tun haben. Für alpine Verhältnisse bilden solche Akkumulationen im Anschluss an Gletscher die Ausnahme. In der Regel wurden bei uns die Ausschwemmungen aus den Gletschern resp. Moränen auf dem Festland in Form von Schottern deponiert, während das sandig-tonige Material vorwiegend ausserhalb unserer Landesgrenzen zur Ablagerung kam. Solche Ablagerungen in stehenden Wässern bilden in Skandinavien und Finnland dagegen die Regel und werden nach DE GEER, SAURAMO u. a. folgendermassen erklärt und gegliedert:

Bei zurückweichender Gletscherfront entstehen in den Seen oder Meeren durch hintereinander abgelagerte Deltas der einzelnen, während dem Abschmelzen ihre Lage kaum verändernden Schmelzwasserströme, die aus Eistunneln (DE GEER) oder offenen Furchen (TANNER) treten, radiale oder Längs-Ose. Diese bilden schmale Wälle von 20—40 m Höhe, bis 30 Grad seitlich abfallende Flanken und erreichen eine Länge von 20—30 km. Ihr Material ist vorherrschend gerundet, besteht in der Os-Achse aus grossen, oft mehrere Meter mächtigen Geröllen, denen sich seitlich meist schief geschichtete Kies-Sandlagen anschliessen, die in sandige Tone übergehen. — Bei stationärer Eisrandlage dagegen entstehen an der Eisfront durch die ihre Lage im Eise wechselnde, d. h. in diesem Zustande hin und her pendelnden Schmelzwasserströme der Eisgrenze ± parallel vorgelagerte Schüttungen in die Seen. Diese werden als marginale oder Quer-Ose bezeichnet. Dabei lassen sich je nach innerem Aufbau und Morphologie entweder flache, weite Sandebenen mit geringer Erhebung über die ehemalige Seeoberfläche oder auch eigentliche Wallformen von geringer Breite, aber grösserer Erhebung unterscheiden. Diese letzteren zeigen am proximalen Ende oft Moränenreste, die in schief gelagerte Sand- und Kieslagen (Deltaschichten) übergehen und von horizontalen Übergusschichten bedeckt werden (Typus Salpausselkä).

Nach skandinavischer Terminologie ist die Halbinsel Hurden demnach als ein Quer-Os aufzufassen, das durch die Schmelzwässer des stationären Linth-Rheingletschers während der letzten Vergletscherung in den damals höher gestauten Zürichsee abgelagert wurde. Diesem Gletscher, der vermutlich unter starker Schuttbedeckung verborgen war, müssen durch Abschmelzung einerseits aus dem Inneren Grundwasser und von der Oberfläche Schmelzflüsse entsprungen sein. Da der Untergrund des Gletschers hinter der Halbinsel Hurden noch heute rückläufig ist und er lateral durch die z. T. vorspringenden Molasseflanken und -inseln (Rapperswil) eingeengt wurde, muss eine Druckzone vorgelegen haben. Deshalb fehlten klaffende Spalten und das Wasser dürfte aus ausgeschmolzenen Graben, Cañons oder Tunnels ausgetreten sein. Die Austrittsstellen dieser Cañons müssen, nach den Verhältnissen von Hurden zu beurteilen, während längerer Zeit in einem begrenzten Gebiete geschwankt haben. Während die gröberen Bestandteile unmittelbar vor der Mündung zur Ablagerung kamen, wurden die feinkörnigen Bestandteile in grösserer Entfernung von der Mündung deponiert und füllten den See in der Umgebung der Molasseinseln bis gegen Wädenswil auf.

Gewisse Schwierigkeiten für diese Deutung ergibt das Auftreten von seeaufwärts gerichteter Deltaschichtung in Hurden, die man bis vor einigen Jahren am seeaufwärtigen Teil beobachten konnte, die aber heute abgetragen ist. R. STAUB hat darin Beweise gesehen für das Vorhandensein von Todteismassen im

unteren Zürichseebecken, die Schmelzwasserströme talaufwärts schickten. Man kann sich die Entstehung dieser flussaufwärts gerichteten, inversen Deltaschichtung auch folgendermassen erklären: Die Eisfront schmolz — besonders im Sommer — seitlich der Mündung der Flüsse, durch das Wasser ab. In diese neugeschaffenen, wassererfüllten Hohlräume drangen von der Mündung der Schmelzwasserströme seitlich die sand- und schlammbeladenen Fluten ein und füllten die Hohlräume z. T. bei inverser Schichtung auf.

III. Die Seestrecke zwischen Hurden und Rapperswil.

a) Bisherige Beobachtung und Bohrungen 1938.

Über den Aufbau der Seestrecke waren bis 1938 ausser der Anwesenheit der zahlreichen Blöcke, die von allen Beobachtern erwähnt wurden und von Herbordt und Zingg auch in ihre Karten eingezeichnet wurden, wenig Sicheres bekannt.

Durchlass Hurden:

Unter dem eigentlichen Seeboden, der aus weichem, mit organischem Material, Schalenresten, Strassen- und Bahnsplitt durchsetztem Lehm besteht, folgen bei Bohrung 3 S bis Kote 390,31 (— 14,07 m), bei Bohrung 2 S bis Kote 391,35 (— 12,74 m) Feinsande, weiche Schlammsande und Lehme, die gelegentlich kleine, eckige Steinchen bergen. Dann schliessen sich bei 3 S vorerst 4,14 m zumeist kantige Steine an, deren beigemengter Sand- und Lehmgehalt nach unten abnimmt. Sie werden von 11,64 m sandigem Kies unterlagert, dem gegen das Liegende hin zwei Sandlagen eingeschaltet sind. In 2 S folgt unter 0,81 m lehmigem Kies eine Sand-Kieslage, die Holzstücke enthält. Darunter wurden vorerst 4,99 m reiner Kies, dann 2,2 m Kies mit wenig Sand und zuletzt 5,9 m reiner Sand durchfahren.

Dammstrecke zwischen Durchlass Hurden und Durchlass Rapperswil:

Auch bei diesen Bohrungen folgen wiederum unter den mit organischen Resten durchsetzten lehmigen Seebodenschichten, die auch Steine enthalten, Wechsellagerungen von weichen Schlammsanden und Lehmen. In Bohrung 5 S sind drei inkohärente, festgelagerte Feinsandlagen durchstossen worden. Ab Kote 396,36 (— 8,77 m) häufen sich in 6 S die Steine im Lehm. Ab Kote 394,33 (— 10,80 m) folgen 4,6 m Kies, der im obern Teil noch Sand führt und darunter wurden 3,75 m Sand durchfahren. Bei Bohrung 5 S folgt dagegen Lehm und Kies erst ab Kote 390,25 (— 14,8 m), ab Kote 387,22 (— 17,83 m) schliessen sich 0,65 m grober Kies mit Sand und darunter 3,65 m grober Sand an.

Durchlass Rapperswil:

Bohrung 1 S zeigt eine auffallend homogen aufgebaute Schichtfolge. Unter dem rezenten Seeboden folgen gleichmässige Wechsellagerungen von Feinsand, Schlammsand (vorwiegend oben) und Lehm (vorwiegend unten), die einzelne kantige Steine und Steinchen einschliessen. Bei Kote 383,14 (— 19,85 m) musste ein grösserer, dunkler Kalksteinblock durchmeisselt werden und bei Kote 361,51 (— 41,48 m) fanden sich in Feinsand einzelne Holzstücke (Föhre).

Bohrung 4 S ergab unter dem Seeboden (0,13 m) vorerst 5,7 m Feinsand mit einigen grösseren kantigen Steinen. Anschliessend folgen bis Kote 386,55 in einer Mächtigkeit von 11,72 m wechselweise abgelagerte Feinsande, weiche Schlammsande und Lehme. Diese gehen in 10,9 m starke sandige und lehmige Lagen über,

die aber oben Kies und in ihren basalen Teilen reine, inkohärente Sand-Kieslagen bergen. Darunter folgen ab Kote 357,66 (— 28,45 m) festgelagerte, inkohärente Sandlagen.

Vergleichsweise werden auch die Resultate der Bohrungen der S.B.B. im Bahnhofareal 1929 und der Schächte der Postdirektion im Baugrund der neuen Post Rapperswil 1931 mit dargestellt. In den Sondierbohrungen der S.B.B. wurden ähnliche Ablagerungen wie in 1 S angefahren. Unter künstlichen Auffüllungen finden sich bei der Hauptbohrung ab Kote 405,58 (— 3,20 m) Wechsellagerungen von Schlammsand und Lehm. Bei 385,78 schaltete sich eine Sandlage von 1 m Mächtigkeit ein. Darunter folgen bis Kote 377,28 Schlammsand (7,5 m), die von 3,7 m Lehm unterlagert werden. In den Schächten des neuen Postgebäudes folgen unter künstlicher Auffüllung 0,4 m Torf, die im tiefern Schacht von Schlammsand und Lehm, die organische Beimengungen enthalten, unterlagert werden (2,9 m).

b) Zusammensetzung des Materials.

Wie die Bohrungen 1938 zeigen, sinken die grobkörnigen Ablagerungen (Kiese, Sande) im Untersuchungsprofil der Seestrecke unregelmässig gegen Rapperswil in die Tiefe. Während sie, von SW kommend, in Bohrung 4 L in 24,8 m Tiefe nicht mehr angefahren wurden, liessen sie sich in Bohrung 6 S auf — 11,60 m nochmals feststellen. Anschliessend müssen diese Kiese und Sande rasch eintauchen, da sie weder in Bohrung 1 S in — 43 m, noch in der Bohrung beim Bahnhof in — 38 m angefahren wurden. Sie werden dagegen von Schlammsanden, Lehmen und Tonen über- und unterlagert.

Im folgenden seien Kornverteilung, Atterbergsche Konsistenzgrenzen, Karbonatgehalt und Wassergehalt im Entnahmezustand einiger repräsentativer Proben der Bohrkerne wiedergegeben:

Bohrung Nr.	1 S	1 S	1 S	3 S	4 S
Kote ab O.K. Terrain in m	14,2—14,4	24,7—25,0	34,4—34,6	13,8	6,9
Bezeichnung	Lehm	Schlammsand Lehm	Lehm-Ton	Lehm	Feinsand inkohärent
> 0,02 mm ⌀ in % . . .	17	33	3	11	77
0,02—0,002 mm ⌀ in % .	46	40	49	51	20
< 0,002 mm ⌀ in % . . .	37	27	48	38	3
Fliessgrenze in %	30,9	22,9	32,8	35,0	—
Ausrollgrenze in % . . .	19,9	18,1	21,4	21,7	—
Plastizitätsbereich in % . .	11,0	4,8	11,4	13,3	—
Karbonatgehalt in % . . .	44	43	?	41,5	42
nat. Wassergehalt in % .	32,0	23,4	25,5	30,7	?

Daraus und aus den übrigen untersuchten Bohrproben geht folgendes hervor:

Im allgemeinen fehlen extremfeine Ablagerungen, d. h. die eigentlichen Tone. Meistens tritt der Schlämmanteil (kleiner 0,002 mm) etwas zurück, während der

Grobschluffanteil (0,02—0,002 mm) dominiert und der Feinsand (0,2—0,02 mm) ebenfalls vertreten ist, so dass von eigentlichen Lehmen gesprochen werden muss. Beim Zurücktreten des Anteiles unter 0,002 mm liegen eigentliche Schlammsande und bei gleichzeitigem Zurücktreten des Grobschluffes Feinsande vor. Die Untersuchung der Konsistenzgrenzen nach Atterberg zeigt, dass die Hälfte der untersuchten kohärenten Proben eine Fliessgrenze von 30—35% (Wassergehalt bezogen auf Trockensubstanz) bei einem Plastizitätsbereich von 10—15% aufweisen. Etwa ein Viertel der Proben besitzt eine Fliessgrenze von 25—30% bei einem Plastizitätsbereich von 5—10%; ein Achtel der Proben weist eine höhere Fliessgrenze von 35—40% bei einem Plastizitätsbereich von 15—20% auf. Ein Zehntel der Proben endlich zeigt Fliessgrenzen von 20—25% bei einem Plastizitätsbereich von 1—5%. Daraus geht hervor, dass vor allem magere Lehme, etwas untergeordnet sehr magere bis inkohärente Lehm-Schlammsande und recht selten halbfette Lehme auftreten.

Der Karbonatgehalt (40—45%), das Dominieren von Quarz, Feldspäten, Hornsteinen und Glimmern und das Zurücktreten der Tonmineralien deuten auf reine Gesteinsmehle hin.

Häufig fanden sich kleinere und grössere Gesteinsfragmente eingelagert und in Bohrung 1 S musste ein grösserer Schrattenkalkblock durchmeisselt werden. Sodann wurden in Bohrung 1 S in 41,6 m Tiefe Holzresten gefunden, die nach der Bestimmung von Dr. Lüdi (Zürich), die ich auch hier bestens verdanke, der Föhre zugerechnet werden müssen; ähnliche Resten fanden sich auch in Bohrung 2 S (— 14 m).

d) Entstehung.

Während Aeppli der Ansicht ist, dass dieser Querdamm zwischen Obersee und Zürichsee eine Moräne sei, spricht Herbordt von Blöcken, die Reste des verschwemmten Moränenwalles, der Obersee und Untersee trennte, darstellen. — Eingehender befasst sich Alb. Heim in einem Gutachten aus dem Jahre 1910, das mir die Bauabteilung der Südostbahn freundlichst zur Verfügung stellte, mit dem Untergrund der Seestrecke. Daraus geht hervor, dass nach seiner Ansicht der heutige Seedamm an der Aussenseite der durch die erratischen Blöcke bezeichneten Krone der Moräne (auf dem Übergang Endmoräne–fluvioglazialer Kies) verläuft. In einem beigegebenen Profil sitzt die Moräne breit auf der unterlagernden Molasse auf, die nach W zur Lützelau ansteigt. An die Moräne schliessen sich seeabwärts fluvioglaziale Kiese an, während an der Innenseite Seeschlamm und Grundmoränenlehme folgen.

Bei der Annahme, dass subglaziale Schmelzwasserströme des stationären Gletschers in diesem Gebiete ein Quer-Os schütteten, müssen diese feinkörnigen, kohärenten und inkohärenten Ablagerungen, wie sie in der Seestrecke dominieren, die aus den Moränen resp. dem Gletscher ausgeschwemmten Gesteinsmehle der Sande und Kiese der Halbinsel Hurden, mit denen sie teilweise verknüpft sind, darstellen. Die eingeschlossenen kleineren und gröberen eckigen Gesteinsfragmente aber stammen von schmelzenden Eismassen oder von subaquatischen Rutschungen. Auch die vorgefundenen Holzreste sprechen nicht gegen die Ausschwemmung aus Gletschern, da an den eisfreien Hängen eine dürftige Vegetation geherrscht hat. Warum treten aber die grobkörnigen Ablagerungen, wie sie in Hurden so reichlich auftreten, in der untersuchten Seestrecke zurück und verschwinden gegen Rapperswil mehr und mehr, und warum setzt sich das Hurdener Os nicht in gleicher Höhe und Ausdehnung in das Deltagebiet der Jona fort? Aus Fig. 4 ist ersichtlich, dass sich der künstlich geschüttete Damm gegen Rapperswil mehr

und mehr vom alten Eisrand entfernt, wodurch er in von der Eisfront entferntere und damit feinkörnigere Ablagerungen gerät. Gleichzeitig aber muss angenommen werden, dass in Analogie zu heutigen Talgletschern, nicht eine ununterbrochene Serie von Mündungsstellen subglazialer Schmelzwasserströme auf die ganze Talbreite verteilt vorlagen, sondern dass nur wenige grosse Flüsse und damit Öffnungen bestanden. Die Halbinsel Hurden scheint das Produkt eines oder weniger linksseitiger Schmelzwasserströme darzustellen. In der Seestrecke entspricht vielleicht die Kulmination bei Bohrung S einer weiteren, aber untergeordneteren Mündungsstelle, während sonst nur lokale Schmelzwässer, Ablagerungen durch zusammenbrechende Eismassen und vor allem feinkörnige Ausspülungen in grosser Entfernung hauptsächlich des linken Hauptflusses zur Ablagerung gelangten und deshalb hier nicht die Mächtigkeit wie bei Hurden erlangte. Nur so lässt sich erklären, dass im mittleren Bereich des alten Gletscherrandes, d. h. im Gebiet der alten Pfahlbrücke, nicht diese Anhäufung von Sanden und Kiesen wie in Hurden auftreten, sondern meist geschichtete Lehme und Schlammsande, gelegentlich mit Einlagerungen von eckigem und gerundetem gröberem Material. Als weitere Ursache mag die primäre Untiefe hinter Ufenau und Lützelau für die Anlage von Hurden Veranlassung gegeben haben.

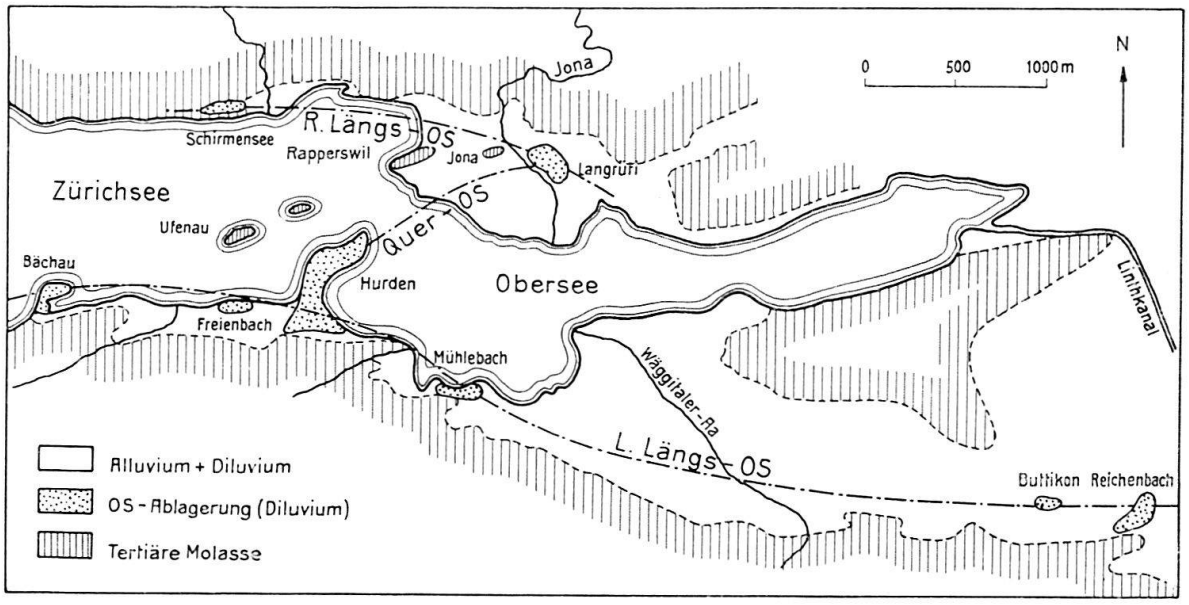

Fig. 3. *Die Reste des Quer- und der Längs-Ose bei Hurden–Rapperswil.*

Gegen die Ansicht, dass die Seestrecke aus jüngeren Ablagerungen etwa der Jona bestehe, sprechen eindeutig die aufgelagerten grossen Erratiker. Sie sind auf den schon bei Hurden erwähnten Gletschervorstoss zurückzuführen, waren vermutlich in einem kleineren Moränenwall, der den Os-Ausschwemmungen aufsass, eingehüllt, und wurden durch Wellenschlag und Strömung freigelegt. Seit dem letzten Eisvorstoss ist die Sedimentation im Gebiet der Seestrecke, trotz der Nähe der Jonamündung, sehr klein (unter 1 m) geblieben. Im Untersuchungsgebiete, d. h. auf der Dammstrecke fehlt, wohl wegen der Strömung, die Seekreide. Sie wurde dagegen in der Kempraterbucht, nördlich dem Schloss Rapperswil, bei Bohrungen für die neue Badanstalt von Rapperswil 1937 in einer Mächtigkeit von 3—6 m nachgewiesen.

IV. Analoge Bildungen in der Umgebung.

Bei der Annahme eines zeitweise stationären Gletschers in der Gegend von Hurden und der Schüttung eines Quer-Oses durch einen linksseitigen Schmelzwasserstrom ist man versucht, auch im Gebiete der rechten Gletscherseite, bei Busskirch–Jona –Kloster Wurmsbach, äquivalente Ablagerungen zu suchen. Tatsächlich stösst man in der Verlängerung der Eisrandlage gegen NE und nach Querung des Jonadeltas in der Nähe von Langrüti Pkt. 417 a.W. (706,5/231,6) auf zwei Gruben, in denen erneut schiefe, vorwiegend aus Sand, und nur untergeordnet aus gerolltem Kies bestehende talauswärts geneigte Schichten vorliegen. Sie werden überlagert von lehmigem Kies mit z. T. grösseren geschrammten Blöcken (Moräne). Stellenweise treten im Sand-Kies auch verkittete Partien auf. Sie stehen in einem auffallenden Gegensatze zu einigen tiefer liegenden, durch einen jungen Erosionsrand von den oben besprochenen getrennten Gruben (706,3/231,6), die horizontal geschichtete, sandarme, gleichmässiger gekörnte Kiesmassen aufweisen und dem jungen Jonadelta zugerechnet werden müssen. Im Gegensatz zu Zingg, der beide Vorkommen zum Jonadelta zählt und dadurch zu einer teilweise schon glazialen Entstehung der Jonaschüttung kommt, sehen wir in den erstgenannten Gruben die rechtsseitigen Os-Ablagerungen des stationären Stadiums von Hurden. Es handelt sich vermutlich um dasselbe Vorkommen, das Heim als fluvioglaziale Kiese bei Jona, Pkt. 425, beschrieb. Die Verbindung der beiden Quer-Ose ist durch die Gewässer der Jona zerstört worden, ihre tieferen Reste sind unter dem neugeschütteten flachen Jonadelta verborgen.

Suchen wir nach den entsprechenden feinkörnigen Ablagerungen, so erschweren das Jonadelta und die fehlenden Aufschlüsse den sicheren Nachweis. Doch zeigen die Bohrungen im Areal der S.B.B. und der Post, dass dort, in Fortsetzung der Ablagerungen der Seestrecke, die Lehme und Schlammsande immer noch dominieren. Wahrscheinlich wurden in der alten Ziegelei, bei der heutigen Gasfabrik Rapperswil, ebenfalls ausgeschwemmte Lehme abgebaut und nicht Grundmoränen, wie von Herbordt und Lugeon angenommen wurde. — In den Hanfländern bei Pkt. 409,7 (708,3/230,8) fanden sich nach Hilpertshauser bei Sondierbohrungen erst 0,9 m kieshaltiger Lehm, dann 4 m Sand und darunter Schlammsand und Lehm, somit wieder analoge Bildungen wie bei der Seestrecke. Die Grundwasserbohrung der Gemeinde Rapperswil in den Busskirchäckern (705,75/230,95) dagegen schloss bis auf 20,30 m Kies und Sand auf, darunter folgte Lehm mit Kies. In ähnlicher Weise wurde bei der Grundwasserfassung der Gemeinde Jona (607,1/231,3) erst 18 m Kies, dann 2 m Schlammsand, dann 2 m Kies durchfahren. Ob es sich bei diesen grobkörnigen Ablagerungen um Jonaablagerungen handelt, was wahrscheinlich ist, oder um Osablagerungen, kann nicht eindeutig entschieden werden.

Sehr aufschlussreich sind sodann die geologischen Verhältnisse, wie sie beim Bau der rechtsufrigen Zürichseebahn zwischen den beiden Jonenbrücken angetroffen wurden. Nach R. Moser fanden sich unter 2,5 m Sand und Kies, 1 m gelber, sandiger Lehm, dann 2 m feste blaue, undurchlässige Moräne mit einzelnen Findlingen und schliesslich wurden 15 m weicher „Moränenlehm" erschlossen. Beim Aushub des Einschnittes quollen die weichen Massen heraus, die Ränder lösten sich und stürzten nahezu in die Tiefe, wobei förmliche Wellenbewegungen beobachtet werden konnten. Auch hier scheint unter Jonadeltamaterial erst Grundmoräne, die derjenigen von Hurden entsprechen zu folgen. Sie wird von feinkörnigen warwigen Ablagerungen unterlagert, die denjenigen der Seestrecke gleichen.

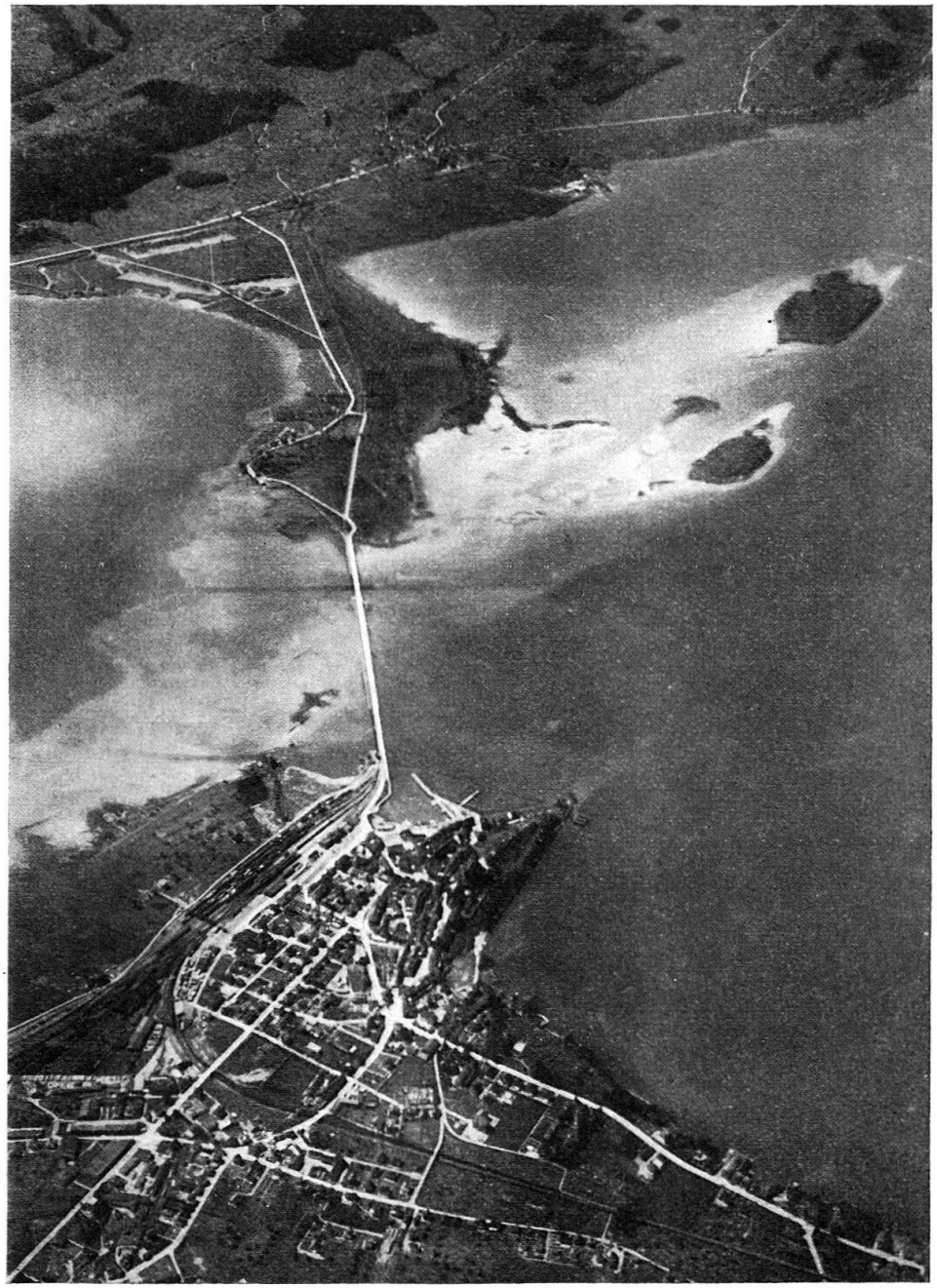

Fig. 4. *Das Quer-Os von Hurden-Rapperswil.*

Mitte oben Halbinsel Hurden mit Kiesgruben im Quer-Os, das unterseeisch, mit deutlicher Eisrandlage gegen den linken, unteren Bildrand zieht. Rechts über Mitte Lützelau und Ufenau (Molasse); gegen Hurden nahezu verlandetes Gebiet z. T. mit Strandplatten. Mitte unten verlandete Molasseinsel von Rapperswil. Links unten Jonadelta. Am oberen Bildrand Molasserippen.

Aufnahme aus 2500 m Höhe von NE, Sommer 1930, Swissair-Photo A.G., Zürich.

Nr. 6026 BRB 3. X. 1939.

Am Schlusse muss man sich sodann fragen, ob die schiefgelagerten Sand-Kiesschichten der Bächau, die z. T. landeinwärts und seeaufwärts fallen, diejenigen von Freienbach, Mühlebach, Reichenburg (OBERHOLZER) (Kote 426,7 m über den heutigen Talalluvionen) und Buttikon 422 a.W. (OBERHOLZER) mit dem Vorkommen von Hurden nicht alle hintereinander abgelagerte Deltas des linken Schmelzwasserstromes (entsprechend rascheren Abschmelzperioden) bilden und somit die unzusammenhängenden Glieder eines Radial- oder Längs-Oses darstellen.

Äquivalente Reste des rechtsseitigen Oses resp. der Schmelzwasserströme, Typus Langrüti, fanden sich 1942 in einer neueröffneten Kiesgrube bei Schirmensee, nördlich der Staatsstrasse (ZINGG vermerkt Molasse). Die Grubenwand zeigt schief seewärts geschichtete Kiessandlagen, die von einer undeutlich horizontal geschichteten Kiessandlage überdeckt waren. Nebenbei sei erwähnt, dass in einer sandarmen Kiesschicht reichlich schwarze, sammtartige Wadausscheidungen auftraten, die von einer gelbbraunen Limonitschicht unterlagert wurden.

Neben den erwähnten Os-Ablagerungen im Gebiete des Zürichsee sind mir nur wenige ähnliche Bildungen in der Schweiz persönlich bekannt geworden. Ein typisches Quer-Os findet sich im Gebiet des Reussgletschers bei Bonnstetten (Kt. Zürich), wo schiefgelagerte Sand-Kiesschichten von einer horizontal geschichteten Übergusschicht, sowie von Moränen überlagert werden und die Existenz eines Sees gesichert ist. Unsere Vermutung, dass auch der Damm von Melide im Luganersee (Kt. Tessin) auf einem Quer-Os und nicht auf einer Moräne ruhe, hat sich nach Mitteilungen von Dr. H. Knecht in Zürich, der dort zahlreiche Bohrungen und Rammsondierungen durchführte, bestätigt. Vermutlich lassen sich auch noch andere, bisher als Abschwemmfächer von Moränen gedeutete Ablagerungen als Ose erkennen.

V. Zusammenfassung.

Die im Jahre 1938 im Gebiete der Halbinsel Hurden und des verbindenden Seedammes nach Rapperswil niedergebrachten Sondierbohrungen, die im Zusammenhang mit der Strassenkorrektion und Dammerweiterung stehen, ergaben folgende Resultate und wurden wie folgt gedeutet:

Im Gebiet der Halbinsel wurden bis in 32 m Tiefe (Kote 376,78) nur Sand und untergeordnet Kieslagen durchfahren; darunter folgen Schlammsande und Lehme. Die in den bestehenden Aufschlüssen zu beobachtende deltaartige Schichtung der Sand- und Kieslagen, die hangenden horizontalen Übergusschichten, die gelegentlichen Einschaltungen von Moränen, Gletscherschutt und Blöcken am oberen Ende, die bogenförmige Anordnung und die ursprüngliche Morphologie lassen den Schluss zu, dass wir es mit einem Quer-Os, wie solche aus Fennoskandinavien bekannt sind, zu tun haben. Dieses Os wurde an der Front des stationären Linth-Rheingletschers durch einen linksseitigen vermutlich subglazialen Schmelzwasserfluss geschüttet. Die heute nur noch an wenigen Stellen sichtbare dünne Moränenbedeckung stammt von einem nachträglichen Gletschervorstoss.

Im Gebiet des Seedammes tauchen die grobkörnigen Ablagerungen nach einer Sekundärkulmination rasch in die Tiefe und konnten in den Bohrungen bei Rapperswil in 43,4 m Tiefe (Kote 359,85) nicht mehr nachgewiesen werden. Darüber und darunter wurden teilweise feingeschichtete Schlammsande und Lehme, die gelegentlich eckige Gesteinsreste, sogar Blöcke und vereinzelt Reste von Föhre enthalten, nachgewiesen werden. Moränen, wie sie von HEIM vermutet wurden,

fehlen. Es handelt sich um feinkörnige Abschwemmungen an der Eisfront und von den Mündungszentren der grossen Schmelzwasserströme (namentlich des linksseitigen). Die eingelagerten Gesteinsresten und Blöcke sind auf Rutschungen oder Abschmelzprodukte von Eisbergen zurückzuführen. Die den feinkörnigen Ablagerungen aufgelagerten Erratiker, die vom Damm aus sichtbar sind, stammen von dem oben erwähnten späteren Eisvorstoss. Jüngere Ablagerungen, etwa der Jona, sind sehr untergeordnet (max. 1 m) beteiligt, Seekreiden fehlen.

Aufschlüsse in der Umgebung von Langrüti östlich Rapperswil zeigen die entsprechenden Osablagerungen vermutlich desselben Eisstandes eines rechtsseitigen Schmelzwasserflusses. Die Verbindung mit Rapperswil–Hurden ist durch die Jona zerstört worden (Jonadelta). Zu den feinkörnigen Abschwemmungen, die der Seestrecke entsprechen, gehören vermutlich die Lehme der Ziegelei Rapperswil und die Lehme an der Strasse Rapperswil Jona, die beim Bau der rechtsufrigen Zürichseebahn zu grossen Schwierigkeiten Veranlassung gegeben haben. Es wird vermutet, dass die schiefgelagerten Sande und Kiese von Bächau und Reichenburg–Buttikon zusammen mit dem Vorkommen von Hurden die Reste eines linksseitigen Längs-Oses darstellen, während analoge Ablagerungen eines rechtsseitigen Schmelzwasserstromes ausser bei Langrüti auch bei Schirmensee aufgefunden wurden.

VI. Literaturverzeichnis.

AEPPLI, A. Erosionsterrassen und Glazialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N.F. 4, 1894 (S. 112).

ESCHER V. D. LINTH, A. Über die Bildungsweise der Landzunge von Hurden im Zürichsee. Mitt. Natf. Ges. Zürich 1852 (S. 506).

HEIM, ALB. Geologie der Schweiz, Bd. I, 1919 (S. 250).

HERBORDT, O. Geologische Aufnahme von Rapperswil-Pfäffikon. Diss. Univ. Zürich 1907.

HILPERTSHAUSER, O. Das neue Grundwasser-Pumpwerk der Stadt Rapperswil. Monatsbull. Schweiz. Ver. Gas- und Wasserfachmänner, 1936.

LUGEON, M. Die Schweiz. Tonlager. Beitr. Geol. d. Schweiz. Geotechn. Serie, IV. Lief., 1907.

VON MOOS, A. Geotechnische Bestimmungsmethoden und Eigenschaften der Lockergesteine. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 111, 1938.

VON MOOS, A. Geotechnik in Finnland. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 112, 1938.

MOSER, R. Die sog. Rutschungen von Rapperswil. Schweiz. Bauzeitung, Band 24, 1894.

OBERHOLZER, J. Geologische Karte des Kts. Glarus. Geol. Spez.-Karte No. 117, 1942.

SAURAMO, M. The quaternary geology of Finnland. Bull. Comm. Géol. Finlande, No. 86, 1929 (S. 27).

STAUB, R. Prinzipielles zur Entstehung der alpinen Randseen. Eclogae geol. Helv., Vol. 31, 1939.

ZINGG, TH. Geologischer Atlas der Schweiz 1: 25000. Blatt No. 7, 1934.

ZOLLINGER, E. Zwei Flussverschiebungen im Berneroberland. Diss. Univ. Zürich 1892 (S. 28).

Manuskript eingegangen den 10. September 1943.