



Geologischer Atlas der Schweiz  
Atlas géologique de la Suisse  
Atlante geologico della Svizzera

1:25 000

# 1072 Winterthur

Erläuterungen

verfasst von  
ANDRES WILDBERGER, ROGER REY†, STEPHAN FRANK  
und MATTHIAS FREIMOSER  
mit Beiträgen von THOMAS GUBLER und PATRICK NAGY

2011



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo

140

Geologischer Atlas der Schweiz  
Atlas géologique de la Suisse  
Atlante geologico della Svizzera

1:25 000

# 1072 Winterthur

## Erläuterungen

Mit 12 Textfiguren, 3 Tabellen und 3 Tafelbeilagen

verfasst von

ANDRES WILDBERGER, ROGER REY†, STEPHAN FRANK  
und MATTHIAS FREIMOSER

mit Beiträgen von THOMAS GUBLER und PATRICK NAGY

2011



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Landestopografie swisstopo**

### **Empfehlung für die Angabe in einem Literaturverzeichnis**

#### *Karte:*

REY, R. †, WILDBERGER, A., FRANK, S. & FREIMOSER, M. (2011): Blatt 1072 Winterthur. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Karte 140.

#### *Erläuterungen:*

WILDBERGER, A., REY, R. †, FRANK, S. & FREIMOSER, M. (2011): Blatt 1072 Winterthur. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Erläut. 140.

### **Titelbilder**

#### *Umschlag:*

Baugrubenaufschluss in Oberer Süsswassermolasse (OSM). Überbauung Haltenrebenstrasse in Winterthur-Wülflingen. Unten blaugraue Mergel mit zuoberst limnischem Horizont (heller Süsswasserkalk). Darüber liegt eine Sackungsmasse (ebenfalls Obere Süsswassermolasse) aus beigefarbenen Mergeln mit einzelnen schwärzlichen Lagen. Bildbreite ca. 3 m. Foto R. Rey †, 1998.

#### *Erläuterungen:*

Fossilreicher Molassemergel (OSM) mit Schnecken, Knochenbruchstücken und kohligen Resten. Hegiberg südlich Rümikon. Foto D. Kälin, 2008.

### **Herausgeber**

© 2011, Bundesamt für Landestopografie, CH-3084 Wabern. – Alle Rechte vorbehalten. Übersetzungen und analoge oder digitale Vervielfältigungen dieses Dokuments oder von Teilen davon, die nicht ausschliesslich dem privaten Eigengebrauch dienen, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers gestattet.

Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo ist ein Unternehmensbereich der armasuisse.

ISSN 1420-2913

ISBN 978-3-302-40055-6

## INHALTSVERZEICHNIS

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Vorwort .....                 | 4  |
| Zusammenfassung .....         | 5  |
| Résumé .....                  | 6  |
| Riassunto .....               | 7  |
| Abstract .....                | 8  |
| Einleitung .....              | 10 |
| Stratigraphie .....           | 12 |
| Tertiär (Neogen) .....        | 12 |
| Untere Süßwassermolasse ..... | 12 |
| Obere Meeresmolasse .....     | 12 |
| Obere Süßwassermolasse .....  | 12 |
| Quartär .....                 | 28 |
| ? Frühes Pleistozän .....     | 28 |
| Mittleres Pleistozän .....    | 28 |
| Spätes Pleistozän .....       | 31 |
| Pleistozän – Holozän .....    | 39 |
| Holozän .....                 | 40 |
| Tektonik .....                | 46 |
| Rohstoffe .....               | 47 |
| Hydrogeologie .....           | 50 |
| Ur- und Frühgeschichte .....  | 53 |
| Bohrungen .....               | 58 |
| Literaturverzeichnis .....    | 59 |
| Kartenverzeichnis .....       | 64 |

## VORWORT

Mit dem vorliegenden Atlasblatt liegt erstmals seit der Herausgabe der Geologischen Spezialkarte Nr. 24 von WEBER (1924) wieder eine flächendeckende Karte des Gebiets von Atlasblatt Winterthur im Massstab 1: 25 000 vor.

Die Neukartierung des Atlasblattes Winterthur erfolgte in den Jahren 1997 bis 2005 durch Dr. Roger Rey † (Westteil), Dr. Stephan Frank (Nordostteil) und Dr. Andres Wildberger (Südostteil). Nach dem tragischen Unfalltod von R. Rey 2003 hat Dr. Matthias Freimoser dessen Feldkarten kompiliert und ergänzende Feldbegehungen durchgeführt. Die Kartenbearbeiter konnten sich auf zahlreiche publizierte Unterlagen stützen, wobei vor allem die «Geologische Karte von Winterthur und Umgebung» von WEBER (1924) erwähnt werden muss. Mitverwertet wurde aber auch eine Vielzahl nicht publizierter Untersuchungsergebnisse, die im Rahmen regionaler hydrogeologischer Untersuchungen oder z.B. von Baugrunduntersuchungen erarbeitet worden sind. Zahlreiche Untersuchungsergebnisse wurden verdankenswerterweise von Berufskollegen in anderen Geologiebüros zur Verfügung gestellt. Die auf Bentonitvorkommen basierende Strukturkarte (Geologisch-tektonische Übersicht) wurde von Thomas Gubler erstellt, dem auch Hinweise zu den Bentonitvorkommen, Leithorizonten und diversen Aufschlüssen zu verdanken sind. Der Abschnitt «Ur- und Frühgeschichte» stammt verdankenswerterweise von Dr. Patrick Nagy (Kantonsarchäologie des Kantons Zürich).

Im Namen der Schweizerischen Geologischen Kommission reviewten Prof. Dr. Jean-Pierre Berger, Dr. Hans Rudolf Graf, Prof. Dr. Adrian Pfiffner und Dr. Georg Wyssling Karte und Erläuterungen.

Weitere Begutachtungen, Anregungen und Beiträge stammen von Dr. Thomas Bolliger, Prof. em. Dr. Oskar Keller, Dr. Oliver Kempf, René Löpfle, Dr. Sandra Scherrer, Martin Stambach, André Taferner und Alfred Zaugg.

Dem Naturmuseum Winterthur sei für die Anfertigung der Photographien von Fossilfunden aus der Molasse von Elgg und Veltheim gedankt.

Dr. Laurent Jemelin, Alessia Vandelli und Dr. Milan Beres zeichnen für die französische, italienische bzw. englische Zusammenfassung verantwortlich.

Renato Howald, Bruno Reber, Remo Trüssel und Dr. Daniel Kälin führten die kartographischen Arbeiten aus. Der Satz wurde durch Edith Steiner gestaltet.

Die Geologische Landesaufnahme dankt allen Beteiligten für die geleistete Arbeit, für ihre Beiträge und für die Weitergabe von Informationen.

März 2011

Bundesamt für Landestopografie  
Geologische Landesaufnahme

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Gebiet des Kartenblattes Winterthur weist sowohl was den Felsuntergrund als auch was die Landschaftsgeschichte im Quartär betrifft einige Besonderheiten auf. Die in Oberflächennähe anzutreffenden Felsgesteine gehören ausschliesslich zur mittelmiozänen Oberen Süsswassermolasse; Gesteine der Oberen Meeresmolasse sind erst ausserhalb der Blattgrenze im Nordwesten entlang der Töss aufgeschlossen. Während der Südostteil des Kartengebiets zum durch Nagelfluh- und Sandsteinbänke geprägten Hörnli-Schuttfächer gehört, liegt der Nordwestteil im Bereich der damaligen beckenaxialen Glimmersandschüttung, deren Sedimente aus dem ostbayerischen Raum in die Nordschweiz verfrachtet worden sind.

Durch Flüsse und die eiszeitlichen Gletscher sind in die ursprüngliche Molassefelstafel tiefe Rinnen und Becken erodiert worden, die in der Felsisohypsenkarte z.B. als Pfungen-, Tösstal- oder Eulachrinne schön zur Geltung kommen. Die tiefsten Koten der Felsoberfläche sind unter dem heutigen Tösstal bei Pfungen ca. 275 m ü.M. bzw. im Glatttal bei Bassersdorf bei ca. 250 m ü.M. nachgewiesen, während der Molassefels am Schauenberg auf knapp 900 m ü.M. ansteht.

Als älteste quartäre Ablagerungen sind am Ostrand des Kartenblattes bei Girenbad nördlich Turbenthal Schotterrelikte zu finden, die als Deckenschotter gedeutet werden.

Die tiefe Felsrinne von Pfungen, die bis unter den Stadtbereich von Winterthur zieht, enthält eine stellenweise bis über 100 m mächtige Quartärfüllung. Diese besteht im Wesentlichen aus mittel- und spätpleistozänen Seeablagerungen, die durch eine Moränenlage voneinander getrennt sind.

Während der grössten Vergletscherung war das gesamte Gebiet des Kartenblattes von Eis bedeckt. Zur Zeit des Maximalstandes der letzteiszeitlichen Gletscher haben sich der Linth-Rhein- und der Bodensee-Rheingletscher südlich und südöstlich von Winterthur offensichtlich berührt, während die höchsten Erhebungen im Südosten, Süden, Westen sowie Nordwesten des Blattes eisfrei blieben. Durch den Zusammenstoss von Thurtal- und Glattallappen des Bodensee-Rhein- bzw. Linth-Rheingletschers wurden die randglazialen Schmelzwässer in ihrem Abfluss behindert. Im Zuge der Pendelbewegungen der Gletscherfronten während des Maximalstandes bildeten sich deshalb entlang des heutigen Tösstales stellenweise Stauschotter und randglaziale Seeablagerungen. Die heute mit Seeablagerungen und Schottern gefüllten Flusstäler der Kempt, der Töss und der Eulach entstanden beim Zurückschmelzen von diesem Maximalstand als Schmelzwasser-Abflussrinnen bzw. wurden aus älteren Anlagen umgestaltet. Die Abflussrinne von Dättlau über Rumstal bis Pfungen blieb während der Letzten Eiszeit offensichtlich nur kurze Zeit in Funktion; inwieweit sie ältere Vorläufer hatte, ist ungewiss. Im Zuge dieser Abschmelz- bzw. Erosionsphasen entstanden speziell im Eulach- und Rumstal/Schlosstal viele Felsackungen.

## RÉSUMÉ

La région de la feuille Winterthur de l'Atlas géologique de la Suisse 1:25 000 présente quelques particularités concernant aussi bien le sous-sol rocheux que l'histoire du paysage au Quaternaire. Les roches que l'on rencontre à proximité de la surface appartiennent exclusivement à la Molasse d'eau douce supérieure d'âge miocène moyen. Les roches de la Molasse marine supérieure n'affleurent le long de la Töss qu'au nord-ouest, à l'extérieur de la feuille. Alors que la partie sud-est de la région de la feuille appartient au cône de déjection du Hörnli empreint de bancs de poudingue et de grès, la partie nord-ouest relève du domaine de la «Glimmersandschüttung» d'alors, située en zone axiale du bassin, et dont les sédiments ont été transportés de la région bavaroise orientale jusqu'en Suisse septentrionale.

Les rivières et les glaciers des périodes glacières ont entaillés dans les plateaux molassiques d'alors de profonds chenaux et bassins bien mis en valeur sur la carte des isohypses, tels que les chenaux de Pfungen, de la vallée de la Töss ou de l'Eulach. Les cotes les plus basses de la surface rocheuse sont attestées à env. 275 m s.M. dans la vallée de la Töss à Pfungen, à 250 m s.M. dans la vallée de la Glatt à Bassersdorf, alors que la molasse affleure juste à 900 m s.M. au Schauenberg.

Les dépôts quaternaires les plus anciens sont des reliquats de graviers localisés à la bordure orientale de la carte à Girenbad, au nord de Turbenthal, et interprétés comme «Deckenschotter».

Le profond chenal rocheux de Pfungen, qui s'étend jusque sous la ville de Winterthur comporte un remplissage de matériel quaternaire épais par endroit de plus de 100 m. Celui-ci se compose pour l'essentiel de dépôts lacustres du Pléistocène moyen et du Pléistocène tardif séparés par une couche de moraine.

L'ensemble de la région de la carte a été couvert de glace lors de la plus grande glaciation. A l'époque du stade maximum de la dernière période glaciaire, les glaciers du Rhin-Lac de Constance et Rhin-Linth sont entrés en contact au sud et au sud-est de Winterthur alors que les plus grandes éminences au sud-est, au sud, à l'ouest comme au nord-ouest de la feuille restaient libres de glace. Suite à la collision de la langue de la vallée de la Thur du glacier du Rhin-Lac de Constance et de celle de la vallée de la Glatt du glacier Rhin-Linth, l'écoulement des eaux de fonte périglaciaires s'en est trouvé entravé. En conséquence de mouvements pendulaires des fronts glaciaires, lors de leur stade maximum, des dépôts glaciolacustres de bordure et des dépôts graveleux de retenue se sont accumulés le long de la vallée actuelle de la Töss. Les vallées fluviales actuelles de la Kempt, de la Töss et de l'Eulach, remplies de dépôts lacustres et de graviers, se sont formées comme chenaux d'écoulement des eaux de fonte de ce dernier stade glaciaire maximum, respectivement par le remodelage de réseaux plus anciens. Le chenal d'écoulement de Dättnau à Pfungen, par le Rumstal, n'a fonctionné

apparemment que pendant peu de temps, lors de la dernière période glaciaire. L'existence d'anciens chenaux précurseurs est incertaine. Beaucoup de tassements rocheux se sont produits particulièrement dans la vallée de l'Eulach et dans le «Rumstal/Schlosstal» à la suite de cette phase de fonte, respectivement d'érosion.

## RIASSUNTO

L'area del foglio Winterthur espone alcune particolarità tanto nelle rocce del sottosuolo quanto nella storia del paesaggio durante il Quaternario. Le rocce che si trovano a prossimità della superficie appartengono esclusivamente alla Molassa d'acqua dolce del Miocene medio; rocce della Molassa marina superiore sono circoscritte lungo il Töss all'infuori dei limiti del foglio, verso nord-ovest. Mentre la parte sud-est della regione della carta appartiene al cono di deiezione dell'Hörnli ed è segnata dai conglomerati e dagli strati di arenaria, la parte nord-ovest rientra nell'area dell'antico bacino assiale della «Glimmersandschüttung», i cui sedimenti sono stati trasportati dalla Baviera orientale verso il nord della Svizzera.

Attraverso i fiumi e i ghiacciai dell'era glaciale, nell'altopiano molassico originale sono strati erosi valli e bacini profondi. Questi sono ben valorizzati nella carta delle isoipse, come per esempio il canale di Pfungen, della valle del Töss o dell'Eulach. Le quote più basse della superficie della roccia consolidata sono state accertate a ca. 275 m s.l.m. nella valle del Töss presso Pfungen, rispettivamente a ca. 250 m s.l.m. nella valle del Glatt presso Bassersdorf; mentre la Molassa affiora solo a 900 m s.l.m. sulla Schauenberg.

Sul bordo orientale della carta presso Girenbad a nord della Turbenthal si trovano dei resti di depositi rappresentanti i più antichi sedimenti quaternari, i quali sono stati interpretati come detrito di falda («Deckenschotter»).

Il profondo canale ricoperto di Pfungen che si estende fino alla zona cittadina di Winterthur, contiene localmente fin oltre 100 m di riempimento quaternario. Quest'ultimo è composto essenzialmente di depositi lacustri del Pleistocene medio e del Pleistocene tardivo, separati da uno strato di morena.

L'insieme della regione della carta è stato ricoperto di ghiaccio durante la più grande glaciazione. Durante lo stadio massimo dell'ultima epoca glaciale, i ghiacciai del Bodensee-Rhein e del Linth-Rhein si sono raggiunti a sud e sud-est di Winterthur mentre le più alte eminenze a sud-est, a sud e a ovest, così come a nord-ovest del foglio sono rimaste scoperte dal ghiaccio. In seguito alla collisione della lingua della valle del Thur del ghiacciaio del Bodensee-Rhein con quella della valle del Glatt del ghiacciaio del Linth-Rhein, lo scorrimento delle acque di fusione periglaciale è rimasto ostacolato. A causa dei movimenti pendolari dei fronti glaciali, durante il loro stadio massimo, depositi glaciolacustri marginali e

depositi ghiaiosi di ritenuta si sono accumulati lungo l'attuale valle del Töss. Le odierne valli fluviali del Kempt, del Töss e dell'Eulach, riempite di depositi lacustri e di ghiaia, si sono formate come canali di scolo delle acque di scioglimento di quest'ultimo stadio glaciale massimo, rispettivamente per rifacimento di reti idriche più antiche. Apparentemente, il canale di scorrimento di Dätttau a Pfungen, attraverso la Rumstal, sarebbe stato in uso solo per un breve periodo durante l'ultima epoca glaciale. L'esistenza di antichi canali precursori è incerta. Molti scoscendimenti rocciosi si sono verificati particolarmente nella valle dell'Eulach e nella «Rumstal/Schlosstal» in seguito alle fasi di scioglimento, rispettivamente, d'erosione.

### ABSTRACT

Distinctive features of both the bedrock surface and the quaternary landscape evolution are presented in the area of the Winterthur Atlas sheet. The bedrock, encountered in the shallow subsurface, belongs exclusively to the Upper Freshwater Molasse of the Middle Miocene; rocks of the Upper Marine Molasse appear only along the Töss River beyond the Atlas sheet boundary in the north-west. While the southeastern part of the map area is part of the Hörni alluvial fan, which is characterised by conglomerate and sandstone banks, the northwestern part belongs to the area of the former basin-axial dispersal system («Glimmersandschüttung»), which transported mica-rich sand from eastern Bavaria to northern Switzerland.

Rivers and glaciers eroded the originally flat Molasse bedrock and formed deep channels and basins, which are clearly distinguished in the bedrock-surface map, e.g. the channels of Pfungen, Tösstal or Eulach. The deepest points on the bedrock surface occur below the Töss Valley near Pfungen at ca. 275 m a.s.l. and below the Glatt Valley near Bassersdorf at ca. 250 m a.s.l., while the Molasse bedrock at Schauenberg rises to nearly 900 m a.s.l.

Cemented gravel relicts interpreted as «Deckenschotter» form the oldest quaternary sediments and can be found along the eastern margin of the map area north of Turbenthal near Girenbad.

The deep bedrock channel of Pfungen, which stretches to the city of Winterthur, contains a thick quaternary infill comprising more than 100 m in some places. This infill is predominantly composed of Middle- and Late-Pleistocene lake sediments, which are separated by a moraine layer.

During the most extensive glaciation, the entire area of the Atlas sheet was covered by ice. At the time of the Last Glacial Maximum the Linth-Rhein glacier and the Bodensee-Rhein glacier apparently converged south and southeast of Winterthur, while the highest peaks in the areas to the southeast, south, west and

northwest of the Atlas sheet remained ice-free. The collision between the Thur-Valley lobe of the Bodensee-Rhein glacier and the Glatt-Valley lobe of the Linth-Rhein glacier obstructed the discharge of the glacial meltwater. Thus in the course of the fluctuation of the maximum ice extent, ice-dam outwash and glacial margin lake sediments were deposited in places along the present-day Töss Valley. The valleys of the Kempt, the Töss and the Eulach rivers are filled today with outwash and lake sediments as a result of the ice retreat, during which the meltwater discharge channels underwent modifications. During the Last Glaciation, the Dätttau discharge channel was apparently active only for a short time along the Rumstal up to Pfungen; it is uncertain to what extent it had precursory channels. Bedrock slide was common throughout these melting and erosional phases, particularly in the Eulach and the Rumstal/Schlosstal area.

## EINLEITUNG

Das Gebiet von Atlasblatt Winterthur erstreckt sich von den südöstlichen Ausläufern des Irchel-Höhenzugs im Nordwesten bis zum Gipfel des Schauenbergs im Südosten. Mit 886 m ü.M. bildet dieser zugleich den höchsten Punkt des Gebiets. Der tiefste Punkt befindet sich mit ca. 380 m ü.M. bei der Töss nordwestlich Pfungen, wo diese das Gebiet des Atlasblattes verlässt. Das südöstliche Kartengebiet wird bereits zum Zürcher Oberland gezählt, im Norden beginnt das Weinland, das sich bis Schaffhausen erstreckt.

Das Kartengebiet wird von Südosten nach Nordwesten von der tief eingeschnittenen Töss durchflossen (Fig. 1). Weitere wichtige Fliessgewässer sind die Kempt und die Eulach. Im digitalen Geländemodell (Fig. 1) kommt der markante Einschnitt der Töss von Südosten (Turbenthal) nach Nordwesten (Pfungen) sehr schön zum Ausdruck. Insbesondere ist auch erkennbar, dass der heutige Tösslauf ab der Einmündung der Kempt jünger ist als die ursprüngliche, eiszeitliche Entwässerungsrinne durch das Dättnauertal.

Im Zentrum des Kartengebiets liegt die Stadt Winterthur, die von sieben bewaldeten Hügeln umgeben ist und mit aktuell über 100 000 Einwohnern die sechstgrösste Stadt der Schweiz darstellt. Winterthur, das auf das römische «Vitudurum» zurückgeht, ist eine Gründung der Kyburger, deren gleichnamige, 1027 erstmals erwähnte Burg auf einem Felssporn südlich der Töss liegt.

Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt laut Messstation Winterthur-Seen 1039 mm im Jahr – dies sind im Vergleich mit anderen Standorten normale Werte. Die Niederschlagsmenge ist im Sommer aufgrund von konvektiven Niederschlägen höher als im Winter. Eine eigene Temperaturmessstation gibt es in Winterthur nicht, die nächstgelegene befindet sich in Kloten und weist eine Jahresmitteltemperatur von 9,75 °C in den letzten 12 Jahren auf. Der kälteste Monat ist der Februar mit 1,91 °C und der wärmste Monat ist der Juli mit 19,1 °C.

Die geologische Erforschungsgeschichte beginnt im 19. Jhd. mit den z.T. spektakulären Fossilfunden in der Molasse von Veltheim und Elgg (SCHINZ 1824 und BIEDERMANN 1862–76). Zu Beginn des 20. Jhdts sind es vor allem J. Weber, A. Weber und H. Hess, die mit ihren lokalgeologischen Arbeiten, die sie alle in den Mitteilungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Winterthur veröffentlichten, zur Erweiterung des geologischen Kenntnisstandes beitragen (A. WEBER 1930; J. WEBER 1904, 1906, 1908, 1911, 1918; HESS 1935, 1945; HESS & MADLIGER 1951). Ein weiterer Meilenstein ist die Publikation von STEFFEN & TRÜEB (1964), die sich ausführlich mit dem Untergrund der Stadt Winterthur befasst.

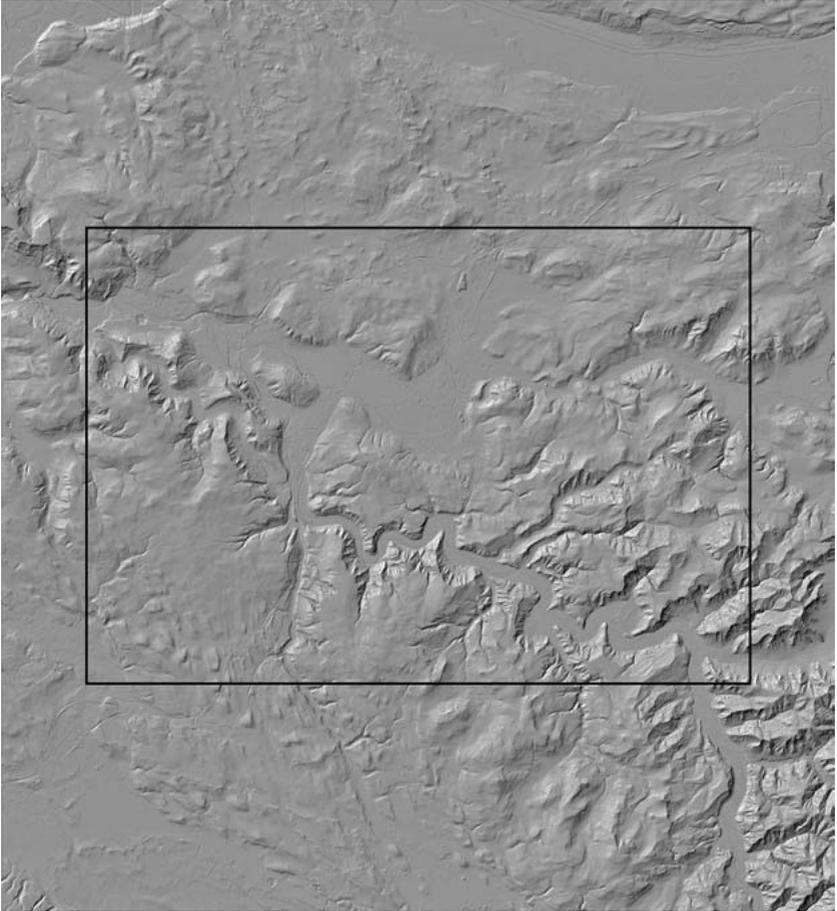


Fig. 1: Digitales Terrainmodell von Atlasblatt Winterthur und Umgebung. Massstab 1:200 000.

# STRATIGRAPHIE

## TERTIÄR (NEOGEN)

### Miozän

#### **m<sub>1</sub> Untere Süsswassermolasse (USM), Chattien–Aquitani**

Die Untere Süsswassermolasse (USM) ist auf Blatt Winterthur nur in der Geothermiebohrung Bassersdorf (BLASER et al. 1994) und der Erdölbohrung Lindau-1 (BÜCHI et al. 1965a, b) angetroffen worden. Sie besteht aus einem oberen, silt-/tonreichen Abschnitt, der als «Oberaquitanische Mergelzone» bezeichnet wird und darunter aus einem unteren, sandreichen Abschnitt (BLASER et al. 1994). Die Gesamtmächtigkeit der nur in der Bohrung Lindau-1 vollständig durchfahrenen USM (Chattien–Aquitani) beträgt 1037 m. Nach den magnetostratigraphischen Untersuchungen des Bohrkerns Bassersdorf durch KEMPF (1998) weisen die jüngsten Anteile der USM ein Alter von ca. 19 Ma auf.

#### **m<sub>2-3</sub> Obere Meeresmolasse (OMM), Burdigalien**

Die Obere Meeresmolasse (OMM) ist auf Blatt Winterthur oberflächlich nirgends aufgeschlossen, erreicht wurde sie aber mit den Tiefbohrungen Bassersdorf und Lindau-1 sowie mehreren tieferen Bohrungen im Raum Pfungen und südlich von Winterthur bei Dättlau. Die nächstgelegenen Aufschlüsse in der OMM finden sich erst ca. 2 km ausserhalb des Kartengebiets an der Töss bei Dällikon. In den Tiefbohrungen Bassersdorf und Lindau-1 erreicht die OMM eine Mächtigkeit von 283 m (BLASER et al. 1994) bzw. 264 m (BÜCHI et al. 1965a), wobei jeweils ein geringmächtiger oberer Teil, der unter eher küstennahen Bedingungen abgelagert wurde, und ein mächtiger unterer Teil, mit vorherrschend marinen Ablagerungsbedingungen, unterschieden werden konnte.

#### **m<sub>4</sub> Obere Süsswassermolasse (OSM), Burdigalien–Serravallien**

Molassefelaufschlüsse an der Oberfläche bestehen auf dem Gebiet des Atlasblattes Winterthur nur aus Gesteinen der Oberen Süsswassermolasse (OSM).

Lithologisch lässt sich die OSM zweiteilen: In der Südosthälfte dominieren Gesteine des Hörnli-Schutfächers, die durch eine Wechsellagerung von Konglomeratbänken (Nagelfluh) mit Mergel-, Sand- und Siltsteinen geprägt sind (Konglomerat/Mergel-Assoziation gemäss BÜRGISSER 1980, Nagra 1988). Nordwestlich anschliessend folgt die nur noch teilweise vom Hörnli-Schutfächer beein-

flusste Sandstein/Mergel-Assoziation, in die in zunehmendem Masse Sandsteinbänke der damaligen ost-west-gerichteten beckenaxialen Glimmersandschüttung eingeschaltet sind. Deshalb sind im nördlichen Bereich von Profil 2 (Taf. I) kaum noch Nagelfluhbänke zu finden; die Gesteinsabfolge besteht hier aus einer dünnbankigen Wechsellagerung von Ton-, Silt- und z.T. mächtigen Sandsteinen sowie vermehrt Süswasserkalkbänkchen mit z.T. fließenden Übergängen zwischen den einzelnen Lithologien.

Im WNW-ESE-orientierten Profil 2 (Taf. I) nimmt der Nagelfluhanteil gegen Osten sukzessive zu; am Schauenberg wird der Anteil am gesamten Sedimentstapel der aufgeschlossenen OSM auf deutlich über 50% geschätzt. Einen Überblick über die Vorkommen und Verteilung der verschiedenen Lithologien im Südosten des Atlasgebiets geben die zahlreichen Profile in BÜCHI (1958, Taf. I). Profil 2 (Taf. I) zeigt ferner, dass im südöstlichen Gebiet des Atlasblattes mit ca. 670–700 m auch die grösste Mächtigkeit der OSM vorliegt, während in den Felsrinnen des nordwestlichen Atlasgebiets die OSM zum Teil vollkommen erodiert ist.

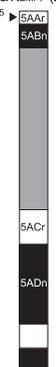
Am Schauenberg (886 m ü.M.) sind mittels Kleinsäugerzähnen und einem lithostratigraphischen Leithorizont (Höchegg-Brekzie, BOLLIGER 1998) mittlere bis jüngste Anteile der OSM nachgewiesen; es handelt sich dort um die jüngsten noch erhaltenen Sedimente der OSM im Gebiet des Atlasblattes Winterthur (BOLLIGER 1992, 1998; KÄLIN 2003; KÄLIN & KEMPF 2009; Fig. 2).

#### *Kristallin führende Kalk-Dolomit-Nagelfluh*

Die Gerölle der Nagelfluhen bestehen nach einer Kompilation von BÜRGISSER (1980) zu 86–96% aus Sedimenten (30–60% Kalke, 10–50% Dolomite und 1–4% Kieselgesteine) sowie 2–14% Kristallin (vorwiegend Granite und Meta-/Ultrasasite). Die Gerölldurchmesser erreichen im Südostteil des Atlasblattes maximal 10 bis 15 cm und nehmen gegen Nordwesten auf meistens unter 5 cm ab. Ein Aufschluss von sehr distaler Hörnli-Nagelfluh findet sich im oberen Ende des Horntobels westlich Dätttau (Koord. 693.885/259.215, Mitt. T. Gubler, s.a. HANTKE et al. 1967).

#### *Höchegg-Brekzie*

Auf der Südostseite des Schauenbergs, bei Höchegg (Koord. 770.860/ 255.750/ 825 m ü.M.), wenig ausserhalb des Gebiets von Atlasblatt Winterthur, entdeckte BOLLIGER (1998) eine matrixgestützte Brekzie, die er mit der Hörnli-Brekzie (TANNER 1944) am Chlihornli korrelierte. Es ist nicht gesichert, ob Äquivalente dieser Brekzie in den höheren Partien des Schauenbergs auf dem Gebiet des Atlasblattes Winterthur auftreten. Auf jeden Fall ermöglicht die Höchegg-Brekzie der höheren OSM des Schauenbergs eine Korrelation mit den jüngsten Schichten am Hörnli und dem dort vorliegenden magnetostratigraphischen Profil (KEMPF et al. 1997, KÄLIN & KEMPF 2009), vgl. Fig. 2.

| <b>Lithostratigraphie</b><br>T. GÜBLER, BOLLIGER (1998) und KÄLIN & KEMPF (2009)   | <b>Radiometrische und paläomagnetische Alter</b><br>[Ma]   | <b>Biostratigraphie</b><br>Säugetierfundstellen<br>Europäische Säugetier-Einheiten<br>KÄLIN & KEMPF (2009)   | <b>Magnetostratigraphie</b><br>KEMPF et al. (1997)<br>KEMPF (1998)  | <b>Chronostratigraphie</b><br>Stufen<br>GRADSTEIN et al. (2004)   |
|--|--|--|---|---|
| <p><b>Obere Süsswassermolasse (OSM)</b></p> <p>[m]</p> <p>530 <b>Top Schauenberg (ca. 890 m ü.M.)</b><br/>(jüngste erhaltene OSM im Gebiet von Atlasblatt Winterthur)</p> <p>435 <b>Höcheegg-Brekzie</b></p> <p>210 <b>Winterthurer Bentonit (W)</b></p> <p>165 <b>Glimmersandstein Niveau Wagenburg</b></p> <p>80 <b>Glimmersandstein Niveau Lindau</b></p> <p>30 <b>Urdorfer Bentonit (U)</b></p> <p>0 <b>«MEILENER KALK»</b><br/>(im Gebiet von Atlasblatt Winterthur wahrscheinlich nicht ausgebildet)</p> <p>-145 <b>Grenze OMM-OSM</b><br/>in den Tiefbohrungen Lindau-1 und Bassersdorf</p> | <p>~12,5 (extrapoliert)</p> <p>14,29 ± 0,10<sup>2</sup></p> <p>14,84 ± 0,07<sup>1</sup></p> <p>15,27 ± 0,12<sup>1</sup><br/>15,31 ± 0,05<sup>2</sup><br/>~16,0 (extrapoliert)</p> <p>~17,5 (18,0-17,3<sup>3</sup>)</p> | <p><b>MN 7 + 8</b></p> <p>Gerstel</p> <p>Schauenberg-Langriet</p> <p>Hutziker Tobel 670 m</p> <p>Telgg</p> <p>Rutzentobel 567 m</p> <p>Rutzentobel 550 m</p> <p>Rümikon</p> <p><b>MN 6</b></p> <p>Untere Wagenburg</p> <p>?Veltheim</p> <p><b>MN 5</b></p> <p><b>MN 4b</b></p> | <p>Altersangaben in Ma gemäss GPTS von CANDE &amp; KENT (1995)</p> <p>Polarität:<br/>schwarz = normal<br/>weiss = invers<br/>grau = unbestimmt</p> <p>Hörnli-Profil nach KEMPF et al. (1997) und KÄLIN &amp; KEMPF (2009)</p>  | <p><b>Serravallien</b></p> <p><b>M I O Z Ä N</b></p> <p>13,82 Ma</p> <p><b>Langhien</b></p> <p>15,97 Ma</p> <p><b>Burdigalien</b></p> |

### *Sandstein der Hörnli-Schüttung*

Die Sandsteine der Hörnli-Schüttung zeichnen sich durch einen hohen Karbonatgehalt aus (Kalzit, Kalk- und Dolomitmikrokörner). Zweithäufigste Komponente ist Quarz, während Feldspat nur in geringen Mengen vertreten ist. Charakteristisch sind ferner grüne Ophiolith-Gesteinsbruchstücke (GUBLER 1987). Schwermineralogisch sind die Sandsteine der Hörnli-Schüttung epidotreich, relativ granatarm, sehr zirkon- und rutilarm (HOFMANN 1957, 2003).

### *Glimmersandstein des beckenaxialen E-W-Entwässerungssystems*

Die Sandsteine der radialen Hörnli-Schüttung und der beckenaxialen E-W-Glimmersandschüttung lassen sich makro- und mikroskopisch leicht unterscheiden. Glimmersandstein besteht zu 70–80% aus Quarz, zu 5–8% aus Dolomit und Glimmer, während Sandsteine der Hörnli-Schüttung wesentlich quarzärmer und dolomitreicher sind. Unter den Schwermineralien dominiert beim Glimmersandstein der Granat bei weitem.

Im Bereich des projektierten Brüttener Tunnels der SBB zwischen Winterthur (Steigbrunnen-Töss) und Bassersdorf (Wanner AG 1991) sind in der OSM zwei Glimmersandsteinniveaus nachgewiesen. In der Geothermiebohrung Bassersdorf (BLASER et al. 1994) finden sich drei Glimmersandsteinniveaus, das mittlere wenig über einem Kalkhorizont, welcher möglicherweise mit dem Meilener Kalk-Leithorizont bzw. dem Appenzeller Granit-Niveau des Hörnli-Schuttflächers parallelisiert werden kann (BÜRGISSER 1980, BLASER et al. 1994). Zwei dieser Glimmersandsteinniveaus können als regionale Leithorizonte bezeichnet werden. Das untere Niveau (Glimmersandstein Lindau), befindet sich ca. 225 m über der OMM/OSM-Grenze, das obere Niveau (Glimmersandstein Wagenburg) ca. 310 m über der OMM/OSM-Grenze (Daten Bohrung Bassersdorf, BLASER et al. 1994, vgl. Fig. 2).

Ein guter Aufschluss in Glimmersandsteinen findet sich westlich Untere Wagenburg bei den Koord. 690.715/260.570.

### *Mergel*

Mergel dominieren vor allem im nordwestlichen Abschnitt des Atlasgebiets. Besonders häufig sind gelbe, gräuliche bis beigefarbene Mergel, welche z.T. auch in gefleckten, pedogen überprägten Variationen auftreten. Ihre oftmals weite Erstreckung ist ein Kennzeichen für Überschwemmungssedimente (KELLER et al. 1990). Untergeordnet treten dunkle, bräunliche bis schwarze, bituminöse Mergel-

Fig. 2: Stratigraphie der Oberen Süsswassermolasse (OSM) im Gebiet von Atlasblatt Winterthur. Kompilation nach Daten von <sup>1</sup>GUBLER et al. (1992), <sup>2</sup>CODON et al. (2008), <sup>3</sup>KÄLIN & KEMPF 2009. <sup>4</sup>Hypothetische Position des Künsbacher Bentonites, <sup>5</sup>Position der Hörnli-Brekzie. Leithorizonte des unteren Teil des Profils (ab Winterthurer Bentonit) nach T. Gubler, überwiegend Westteil des Atlasgebiets. Höherer Teil des Profils nach KÄLIN & KEMPF (2009), überwiegend Ostteil des Atlasgebiets.



Fig. 3: Fossilreicher Molassemergel mit Schneckenschalen, Knochenbruchstücken und kohligen Resten. Hegiberg südlich Rümikon, Schicht 2 aus Fig. 4. Bildbreite ca. 9 cm. Foto D. Kälin 2008.

horizonte auf, die teils fossiler Bodenbildung, teils limnischer Entstehung zuzuordnen sind. Besonders die etwas dunkleren limnischen Mergel führen häufig Fossilien (Schneckenschalen, Säugetierreste, Fischreste, Pflanzenreste, vgl. Fig. 3). Meist geringmächtige, rötliche Mergel entsprechen fossilen Bodenbildungen oder deren verschwemmten Produkten.

#### *Molassekohle*

Molassekohlen, meist von geringer Mächtigkeit und Qualität, treten auf dem Gebiet von Atlasblatt Winterthur an zahlreichen Stellen auf (vgl. LETSCH 1899). Ein nennenswerter Abbau von Molassekohle fand bei Birnenstall bei Elgg

(Fig. 11), bei Kollbrunn und bei Egghof in der Gemeinde Hagenbuch (bereits ausserhalb des Kartengebiets) statt. Der bedeutendste Kohleabbau erfolgte in Elgg zwischen 1781 und 1837. Die durchschnittliche Mächtigkeit der abbauwürdigen Kohlen lag dort bei 24–34 cm bei einer maximalen Mächtigkeit von 96 cm (LETSCH 1899).

#### *Süsswasserkalk / Krustenkalk*

Im Interferenzgebiet von Hörnli- und Glimmersandschüttung treten vermehrt Süsswasserkalklagen auf. Ein gutes Profil mit mehreren dünnen Süsswasserkalklagen findet sich am Hegiberg südlich von Rümikon (Koord. 701.310/261.775, Fig. 4). Süsswasserkalk wurde auch an der Westseite des Berenbergs (Koord. 692.085/262.390, schriftl. Mitt. T. Gubler), am Nordufer der Töss am Südhang des Taggenbergs (Koord. 693.075/263.780) und in Baugruben an der Haltenrebenstrasse nordwestlich Winterthur-Wülflingen beobachtet. Auf der Karte wurden lediglich die Vorkommen bei Rümikon und Berenberg dargestellt.

Eine dünne Lage von Krustenkalk («Wetterkalk») tritt im Bachtobel bei Unter Ricketwil auf (Koord. 702.165/260.350). Im Gegensatz zu den Süsswasserkalken, welche Seebildungen darstellen, sind Krustenkalke fossile Bodenbildungen.

#### *Bentonit*

Bentonite entsprechen den fossilen Verwitterungsprodukten vulkanischer Aschelagen. Es handelt sich um graue, schmierig-seifige Tone, die oft zu über 90% aus dem Tonmineral Montmorillonit bestehen. Charakteristisch ist ihre Eigenschaft, bei Kontakt mit Wasser rasch aufzuquellen. Bautechnisch sehr heikel ist die geringe Scherfestigkeit, die schon bei kleinsten Schichtneigungen zu Sackungen und Rutschungen führt (vgl. SCHINDLER & KELLER 1970). Die Schichtmächtigkeit der Bentonitlagen liegt meist bei wenigen Zentimetern. Aus der Zürcher Molasse sind bisher vier Bentonitlagen in unterschiedlicher stratigraphischer Position bekannt geworden: Urdorfer, Küsnachter, Aeugstertaler und Leimbacher Bentonit (PAVONI & SCHINDLER 1981; GUBLER 1987, 2009). Im Gebiet des Atlasblattes Winterthur sind zwei dieser Bentonithorizonte aufgeschlossen: der Urdorfer und Winterthurer Bentonithorizont, wobei nach T. Gubler der Winterthurer Bentonithorizont dem Aeugstertaler Bentonithorizont entsprechen könnte.

Aufgrund ihrer charakteristischen Lithologie und Datierbarkeit handelt es sich bei den Bentonitlagen um ausgezeichnete Leithorizonte innerhalb der OSM. Nachfolgend sind die wichtigsten Aufschlüsse der Bentonitvorkommen auf dem Gebiet von Atlasblatt Winterthur aufgeführt (Tab. 1, 2). Sofern nicht anders aufgeführt, sind die Bentonitvorkommen durchwegs von T. Gubler entdeckt und dokumentiert worden.

Numerische Datierungen an den Zürcher Bentoniten ergaben 1992 Alter zwischen 15,27 (Urdorf) und 14,2 (Leimbach) Ma (GUBLER et al. 1992, vgl. Fig. 2).

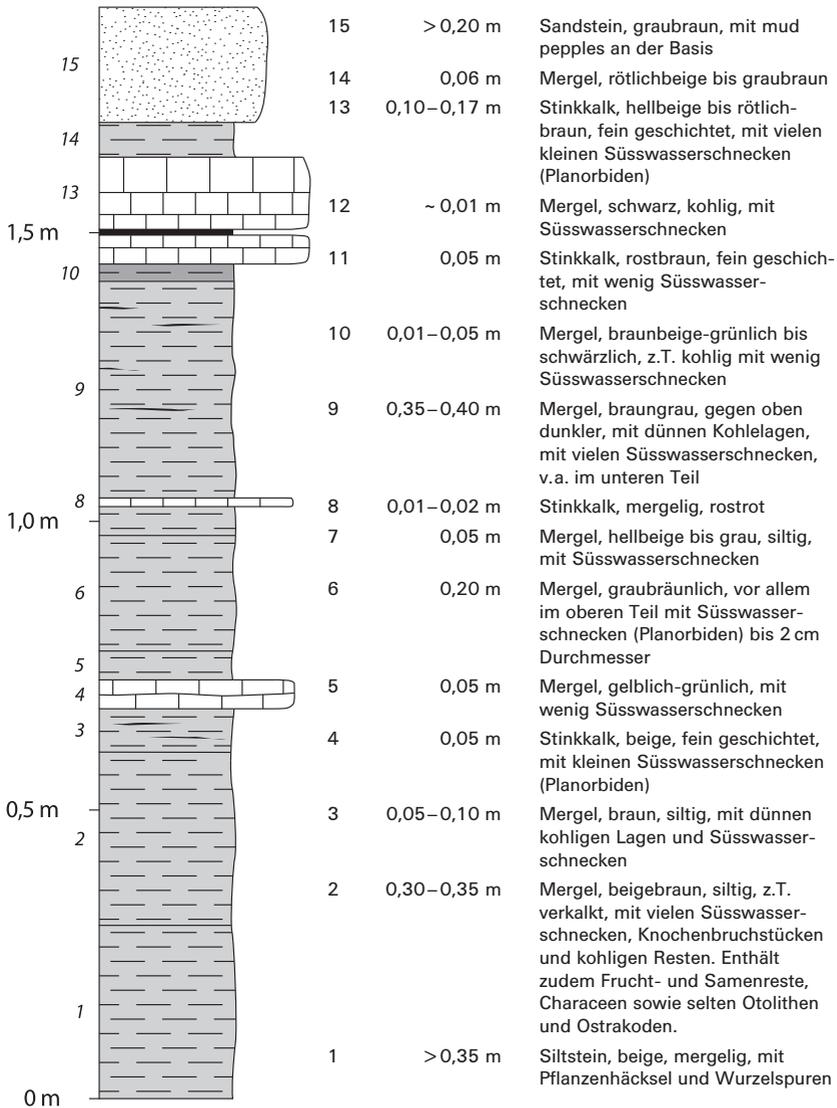


Fig. 4: Molasseprofil im ehemaligen Sandsteinbruch am Hegberg südlich Rümikon mit Süßwasserkalklagen. Koord. 701.375/261.775. Schicht 2 (vgl. auch Fig. 3) entspricht der Fundschicht der fossilen Säugetiere in Tabelle 3.

Tabelle 1: *Vorkommen des Winterthurer Bentonites.*

| Lokalität                       | Koordinaten     | m ü. M. | Bemerkungen   |
|---------------------------------|-----------------|---------|---|
| Dättnauerberg                   | 693.710/260.325 | 600     | natürlicher Aufschluss  |
| Hellbach Süd, Lindau            | 693.920/257.725 | 560     | natürlicher Aufschluss  |
| Hellbach Nord, Lindau           | 693.998/257.875 | 560     | natürlicher Aufschluss  |
| Tobel Jungholz, Brütten         | 694.338/258.775 | 570     | natürlicher Aufschluss  |
| Bachtobel Steig, Winterthur     | 695.225/257.470 | 543     | natürlicher Aufschluss<br>Alter: 14,29 ± 0,12 Ma nach CODON et al. (2008) und GUBLER (2008) |
| Breititobel, Winterthur Breiti  | 697.250/260.100 | 555     | natürlicher Aufschluss  |
| Brandrütibach, Kyburg           | 697.368/256.663 | 514     | natürlicher Aufschluss  |
| Gamser, Eschenberg              | 697.438/257.743 | 520     | natürlicher Aufschluss  |
| Mülitobel, Kyburg               | 697.925/256.920 | 513     | natürlicher Aufschluss  |
| Leisental, Winterthur           | 698.375/258.220 | 512     | natürlicher Aufschluss  |
| Brüelitobel, Kyburg             | 698.825/257.288 | 510     | natürlicher Aufschluss  |
| Waldebni, Winterthur            | 698.850/258.130 | 505     | natürlicher Aufschluss  |
| Ankenfelsen, Kollbrunn          | 699.835/257.575 | 500     | PAVONI & SCHINDLER (1981)   |
| Wissenbach, Wisental, Kollbrunn | 700.630/256.025 | 505     | natürlicher Aufschluss  |
| Attikon                         | 701.600/265.425 | 500     | temporärer Aufschluss<br>SCHINDLER & KELLER (1970)  |
| Hutziker Tobel                  | 706.625/255.925 | 578     | natürlicher Aufschluss  |
| Friedhof Turbenthal             | 706.750/255.030 | 589     | temporärer Aufschluss   |
| Chämibach, Turbenthal           | 707.200/255.250 | 589     | natürlicher Aufschluss  |

Tabelle 2: *Vorkommen des Urdorfer Bentonites.*

| Lokalität                                      | Koordinaten     | m ü. M. | Bemerkungen  |
|--|-----------------|---------|--|
| Bohrung SK7 Nürensdorf                         | 691.225/256.850 | 413     | Bohrung für Brüttner Tunnel<br>Alter: 15,34 ± 0,13 Ma nach CODON et al. (2008) und GUBLER (2008) |
| Tiefbohrung Krankenhaus Bassersdorf            | 690.350/255.025 | 383     | Spülbohrung<br>BLASER et al. (1994)  |
| Erdölbohrung Lindau-1                          | 692.815/255.098 | 351     | BÜCHI et al. (1965a)   |
| Kernbohrung SK8 Brütten                        | 693.755/258.112 | 389     | Bohrung für Brüttner Tunnel  |
| Kernbohrung SK5 Brütten                        | 694.400/258.463 | 387     | Bohrung für Brüttner Tunnel  |
| Kernbohrung SK4 Brütten                        | 694.800/258.800 | 389     | Bohrung für Brüttner Tunnel  |
| Erdsondenbohrung SB 061204 Winterthur-Dätt nau | 695.034/259.540 | 399     | Erdsondenbohrung<br>ZAUGG et al. (2008)  |
| Kernbohrung SK6 Brütten                        | 695.075/258.188 | 371     | Bohrung für Brüttner Tunnel  |
| Erdsondenbohrung Winterthur-Reutlingen         | 698.850/265.113 | 398     | Erdsondenbohrung<br>Geopano (1988)   |

Neuere, vom British Geological Survey (BGS) ebenfalls mit der U/Pb-Methode an Zirkonen vorgenommene Datierungen (CODON et al. 2008, GUBLER 2008) haben die bekannten Altersdaten einerseits bestätigt und andererseits erstmals ein Alter für den Winterthurer Bentonit geliefert (ca. 14,29 Ma, vgl. Fig. 2), welches dem Leimbacher/Aeugstertaler Bentonit entspricht.

#### BENTONITISOHYPSENKARTE

Für die geologisch-tektonische Übersichtskarte 1:200 000 erstellte T. Gubler eine Bentonitsohypsenkarte. Diese beruht auf den bekannten Vorkommen der beiden im Gebiet von Atlasblatt Winterthur vorkommenden Bentonitniveaus Urdorf und Winterthur sowie weiteren regionalen Leithorizonten wie z.B. den beiden Glimmersandniveaus Lindau und Wagenburg. Aus Vergleichbarkeitsgründen (Atlasblätter Zürich, Uster und Albis) wurde als Referenzniveau die Höhenlage des Küssnacher Bentonithorizontes dargestellt, obwohl dieses Bentonitniveau bisher im Gebiet von Atlasblatt Winterthur nicht aufgefunden wurde. Aufgrund der stabilen stratigraphischen Lage des Küssnacher Bentonites (ca. 80 m über dem Niveau des Urdorfer Bentonites, ca. 100 m unter dem Winterthurer Bentonit) in der stratigraphischen Abfolge lässt sich dessen Lage dennoch zuverlässig konstruieren.

#### FOSSILFUNDE

Schon relativ früh fanden Fossilfunde aus der OSM der Umgebung von Winterthur Eingang in die Literatur. Dabei sind vor allem die von BIEDERMANN (1862–76) beschriebenen Grosssäugerfunde von Veltheim und Elgg zu erwähnen. Neben der beträchtlichen Anzahl an Funden trug insbesondere die z.T. hervorragende Erhaltung dazu bei, dass die Funde in der Fachliteratur weithin bekannt wurden. Für drei Arten stellen Veltheim bzw. Elgg die Typlokalität dar.

##### *Veltheim*

Die Fossilfunde von Veltheim erfolgten beim Abbau des sog. «Veltheimer Sandsteins» auf der Ostseite des Wolfesbergs nördlich von Winterthur. Eine erste Erwähnung fanden sie in SCHINZ (1824). Besonders augenfällig ist die z.T. hervorragende Erhaltung, so liegt z.B. ein beiderseitig erhaltener Unterkiefer des Schweineartigen *Bunolistriodon latidens* vor (Fig. 5). Der heute aufgelassene Steinbruch liegt bei den Schrebergärten in Veltheim bei den Koordinaten ca. 696.125/263.400.

##### *Elgg*

Die Funde von Elgg erfolgten beim Abbau der dortigen Molassekohle (LETSCH 1899) in den Jahren 1781–1837. Der grösste Teil der Fossilfunde stammt aus der Kohleschicht selbst. Neben Wirbeltieren wurden auch viele Pflanzenreste

Tabelle 3: Verzeichnis der fossilen Säugetiere aus der Oberen Süßwassermolasse der Fundstellen Rümikon, Elgg und Veltheim. Elgg und Veltheim aktualisiert nach KELLER (1920), Rümikon nach KÄLIN & KEMPF (2009).

\* = Typus stammt von der jeweiligen Lokalität.

| Rümikon  | Elgg  | Veltheim   |
|--|---|--|
| <sup>1</sup> <i>Pliopithecus antiquus</i>                    | <sup>1</sup> <i>Pliopithecus platyodon</i>      | <sup>2</sup> <i>Hyaenailurus sulzeri</i> *                 |
| <sup>2</sup> <i>Semigenetta cf. mutata</i>                   | <sup>2</sup> <i>Amphicyon lemanensis</i>        | <sup>3</sup> <i>Bunolistriodon latidens</i>                |
| <sup>2</sup> <i>Amphicyon</i> sp.                            | <sup>2</sup> <i>Potamotherium miocenicum</i>    | <sup>5</sup> <sup>1</sup> <i>Gomphotherium angustidens</i> |
| <sup>3</sup> <i>Hyotherium soemmeringi</i>                   | <sup>3</sup> <i>Hyotherium soemmeringi</i>      | <sup>7</sup> <i>Palaeomeryx kaupi</i>                      |
| <sup>4</sup> Rhinocerotidae indet.                           | <sup>3</sup> <i>Hyotherium simorrensis</i>      | <sup>7</sup> <i>Eotragus cristatus</i> *                   |
| <sup>7</sup> <i>Dorcatherium cf. guntianum</i>               | <sup>5</sup> <i>Zygodolophodon turicensis</i> * |  |
| <sup>7</sup> <i>Dorcatherium rogeri</i>                      | <sup>6</sup> <i>Anchitherium aurelianensis</i>  |  |
| <sup>7</sup> <i>Dicrocerus elegans</i>                       | <sup>7</sup> <i>Dorcatherium</i> sp.            |  |
| <sup>7</sup> <i>Palaeomeryx bojani</i>                       | <sup>7</sup> <i>Dicrocerus furcatus</i>         |  |
| <sup>7</sup> <i>Micromeryx flourensianus</i>                 | <sup>7</sup> <i>Amphimoschus</i> sp.            |  |
| <sup>8</sup> <i>Amphiperatherium frequens</i>                | <sup>14</sup> <i>Trogontherium minutum</i>      |  |
| <sup>9</sup> <i>Galerix cf. symeonidisi</i>                  | <sup>15</sup> <i>Lagopsis verus</i>             |  |
| <sup>9</sup> <i>Mioechinus</i> cf. « <i>sansaniensis</i> »   |   |  |
| <sup>9</sup> <i>Lanthanotherium</i> aff. <i>sansaniensis</i> |   |  |
| <sup>9</sup> <i>Dinosorex</i> cf. <i>sansaniensis</i>        |   |  |
| <sup>9</sup> <i>Plesiosorex styriacus</i>                    |   |  |
| <sup>9</sup> <i>Soricidae</i> sp. I                          |   |  |
| <sup>9</sup> <i>Soricidae</i> sp. II                         |   |  |
| <sup>9</sup> <i>Plesiodimylus chantrei</i>                   |   |  |
| <sup>9</sup> <i>Mygalea</i> aff. <i>antiqua</i>              |   |  |
| <sup>10</sup> Chiroptera indet.                              |   |  |
| <sup>11</sup> <i>Microdyromys koenigswaldi</i>               |   |  |
| <sup>11</sup> <i>Microdyromys ? miocaenicus</i>              |   |  |
| <sup>11</sup> <i>Fomuscardinus sansaniensis</i>              |   | <sup>1</sup> Affenartiger                                  |
| <sup>11</sup> <i>Prodyromys satus</i>                        |   | <sup>2</sup> Raubtier                                      |
| <sup>11</sup> <i>Miodyromys aegercii</i>                     |   | <sup>3</sup> Schweineartiger                               |
| <sup>12</sup> <i>Megacricetodon minor</i>                    |   | <sup>4</sup> Nashorn                                       |
| <sup>12</sup> <i>Democricetodon cf. mutilus</i>              |   | <sup>5</sup> Elefantenartiger                              |
| <sup>12</sup> <i>Eumyarion medius</i>                        |   | <sup>6</sup> Pferdeartiger                                 |
| <sup>12</sup> <i>Cricetodon</i> aff. <i>aureus</i>           |   | <sup>7</sup> Wiederkäuer                                   |
| <sup>12</sup> « <i>Karydomys</i> » <i>wigharti</i>           |   | <sup>8</sup> Beutelratte                                   |
| <sup>13</sup> <i>Palaeosciurus fissurae</i>                  |   | <sup>9</sup> Insektenfresser                               |
| <sup>13</sup> <i>Spermophilinus bredai</i>                   |   | <sup>10</sup> Fledermaus                                   |
| <sup>13</sup> <i>Heteroxerus huerzeleri</i>                  |   | <sup>11</sup> Schläfer                                     |
| <sup>13</sup> <i>Albanensia</i> cf. <i>sansaniensis</i>      |   | <sup>12</sup> Hamsterartige                                |
| <sup>14</sup> <i>Trogontherium jaegeri</i>                   |   | <sup>13</sup> Hörnchenartige                               |
| <sup>15</sup> <i>Prolagus oeningensis</i>                    |   | <sup>14</sup> Biber  |
| <sup>15</sup> <i>Lagopsis verus</i>                          |   | <sup>15</sup> Pfeifhase                                    |

gefunden (Liste der Flora in LETSCH 1899). Als spezielle Florenelemente sind zu erwähnen: *Byttneriophyllum* sp. und *Acer giganteum* («Riesen-Ahorn»). Beide Formen deuten auf einen höheren Abschnitt innerhalb der OSM hin. Dies wird auch durch die hohe lithostratigraphische Lage 230 m über dem Künsbacher Bentonit bestätigt (vgl. Bentonitsohypsenkarte von T. Gubler).

### *Rümikon*

Eine weitere bekannte und vor allem sehr reichhaltige Fundstelle von Säugetieren (beinahe 40 verschiedene Arten) ist Rümikon, welche erstmals von STEHLIN (1914) und FISCHLI & WEBER (1916) beschrieben wurde. Im Gegensatz zu Elgg und Veltheim dominieren bei dieser Fundstelle die Kleinsäugetiere (vgl. Tab. 3). Die heute überwachsene Fundstelle liegt bei den Koordinaten 701.400/261.800 auf der Nordostseite des Hegibergs. Das Profil ist in Fig. 4 abgebildet.

Heute werden kaum noch derart spektakuläre Funde von Grosssäugetieren getätigt, da einerseits die Molasse nicht mehr in grösserem Stil abgebaut wird und andererseits der Abbau meist nur noch maschinell erfolgt. Hingegen haben die Funde von Kleinsäugetieren an Bedeutung gewonnen, da sie für die biostratigraphische Datierung der Molassesedimente Verwendung finden und mit vertretbarem Aufwand aus fossilhaltigen Mergeln der OSM waschbar sind (BOLLIGER 2003).

Weitere gut belegte Säugetierfundstellen sind: Schauenberg-Langriet (Koord. 707.075/257.050), Rutzentobel 550 m und 567 m (Koord. 702.710/257.050 bzw. 702.760/257.050) sowie Untere Wagenburg (Koord. 690.910/260.475; zusätzliche Angaben in BOLLIGER 1992 und KÄLIN & KEMPF 2009).

Eine Auswahl an sehr gut erhaltenen Säugetierfossilien aus der Molasse der Umgebung von Winterthur geben die Abbildungen in den Figuren 5–9.



Fig. 5: Säugetierfund eines Schweineartigen aus der Oberen Süßwassermolasse von Veltheim. *Bunolistriodon latidens* (BIEDERMANN, 1873). Unterkiefer mit beiden Ästen und beinahe vollständiger Bezahnung. Bildbreite ca. 29 cm. Naturmuseum Winterthur.  
oben: Foto D. Schaffner 2010, unten: Zeichnung aus BIEDERMANN (1873).

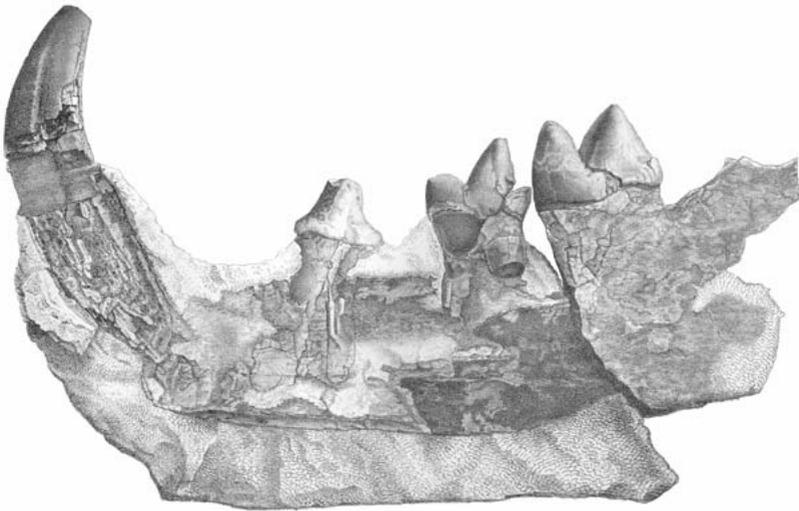


Fig. 6: Säugetierfund eines hyänenartigen Grossraubtieres aus der Oberen Süsswassermolasse von Veltheim. *Hyaenailurus sulzeri* (BIEDERMANN, 1863). Rechter Unterkiefer mit beinahe vollständiger Bezahnung. Bildbreite ca. 27 cm. Naturmuseum Winterthur.  
oben: Foto D. Schaffner 2010, unten: Zeichnung aus BIEDERMANN (1863).



Fig. 7: Säugetierfund eines Affenartigen aus der Oberen Süsswassermolasse von Elgg. *Pliopithecus platyodon* (BIEDERMANN, 1863). Leicht deformierter Oberkiefer mit beinahe vollständiger Bezahnung. Bildbreite ca. 20 cm. Naturmuseum Winterthur.  
oben: Foto D. Schaffner 2010, unten: Rekonstruktion aus HESCHELER & KUHN (1949).

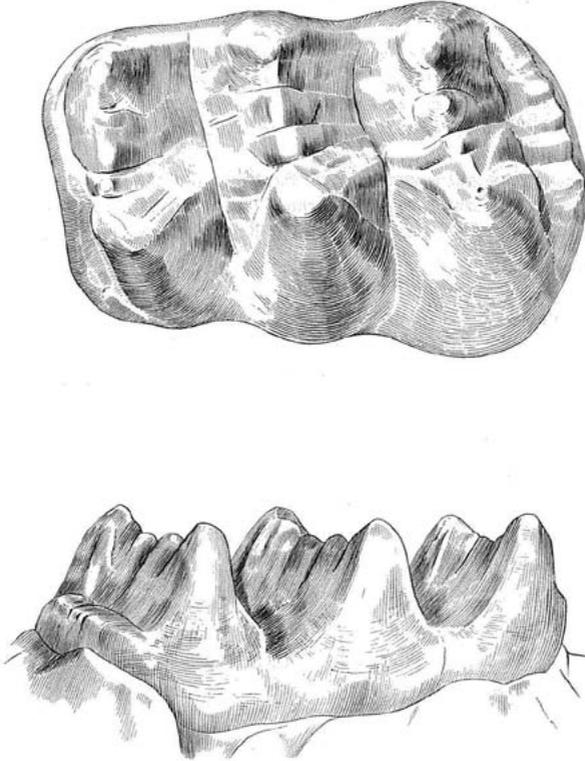


Fig. 8: Säugetierfund eines Elefantenartigen aus der Oberen Süsswassermolasse von Elgg. Zweiter unterer Backenzahn von *Zygotophodon turicensis* (SCHINZ, 1824) von Elgg. Typusexemplar. Zahnlänge ca. 11 cm. Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich.  
oben: Ansicht von oben, unten: seitlich. Abbildung aus HÜNERMANN (1983).

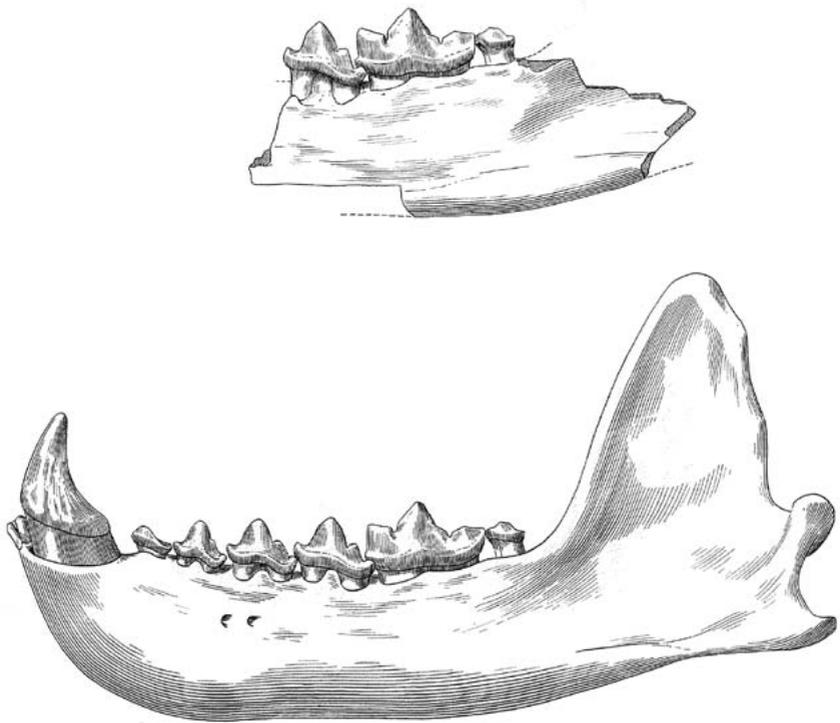


Fig. 9: Säugetierfund eines Fischotters aus der Oberen Süßwassermolasse von Elgg. Unterkieferfragment von *Potamotherium miocenicum* (PETERS, 1868). Länge des Unterkieferbruchstückes ca. 5,5 cm. Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich. oben: Originalfund, unten: Rekonstruktion. Abbildung aus HÜNERMANN (1971).

## QUARTÄR

### ? Frühes Pleistozän

#### **q<sub>DS</sub> Girenbad-Schotter (? Deckenschotter)**

Ausserhalb der Reichweite der letzteiszeitlichen Gletscher und unter «alter Moräne» (**q<sub>m</sub>**) tritt nördlich Girenbad ein isoliertes Schottervorkommen auf, welches dem Komplex der Deckenschotter zugewiesen werden könnte. Die Ablagerungen sind bei den Koordinaten ca. 706.250/257.150 in aufgelassenen kleinen Kiesgruben aufgeschlossen; die Auflagerungsfläche liegt um 760 m ü.M.

Beim Vorkommen oberhalb Girenbad handelt es sich um teilweise verkiteten, sandigen Schotter («löchrige Nagelfluh») mit Komponenten bis 20 cm Durchmesser.

### Mittleres Pleistozän

#### **q<sub>sL</sub> Stauseesedimente bei Lettenberg**

Nordwestlich des Weilers Lettenberg (östlich Zell) hat sich der Bach auf mehreren Hundert Metern Länge in die präletzzeitliche Moränendecke (**q<sub>m</sub>**) eingefressen und folgendes Profil aufgeschlossen (vom Hangenden zum Liegenden):

- Verkittete Schotter mit kantigen Blöcken bis 25 cm Durchmesser und gerundetem Kies (nur lokal, **q<sub>sT</sub>**, s.S. 35);
- lehmiger Kies («Alte Moräne», **q<sub>m</sub>**) mit Schollen von feinkörnigen Seeablagerungen sowie Erratikern, welche nach Auswaschung der feineren Komponenten im Bachbett zurückbleiben; oberer Anteil reich an aufgearbeitetem Molassemergel (OSM);
- tonige beige- bis graufarbene Silte, feingeschichtet, vereinzelt mit Sandlagen sowie Kieskomponenten (**q<sub>sL</sub>**).

Interpretiert wird die Abfolge als gletschernahe Seesedimente mit Dropstones unter alter Moräne und lokal unter gletschernahen Stauschottern der Letzten Eiszeit.

#### **q<sub>m</sub> Moräne älterer Eiszeiten ausserhalb des letzteiszeitlichen Maximalstandes, z.T. als Verwitterungsdecke ausgebildet**

Moränen älterer Eiszeiten treten in zwei unterschiedlichen Positionen auf: entweder ausser- bzw. oberhalb des letzteiszeitlichen Maximalstandes (**q<sub>m</sub>**)

oder in der Felsrinne von Pfungen ( $q_{mp}$ ), z.T. direkt dem Felsuntergrund (OMM) auflagernd.

Auf dem Kartenblatt Winterthur gibt es mehrere Gebiete, die vom letzteiszeitlichen Linth-Rhein- bzw. Bodensee-Rheingletscher und deren Schmelzwässern nicht tangiert wurden. In erster Linie ist die alte Landfläche nördlich Brütten-Oberwil und das Gebiet First/Kyburg/Brünggberg zu nennen, aber auch der Schauenberg am östlichen Blattrand und die Hänge zum Irchel in der äussersten Nordwestecke lagen ausserhalb der Letzten Vereisung.

Gemeinsam ist diesen Gebieten, dass die Lockergesteine über dem Molassefels meist nur geringmächtig und genetisch sicherlich nicht einheitlich sind. Neben echter Moräne sind auch vollkommen verwitterte Lockergesteine, also Verwitterungsschutt und sicherlich auch Sedimente vom Typ Hangschutt/Hanglehm enthalten, zu deren Aufgliederung im Kartenbild die Aufschlüsse nicht ausreichen. Oft finden sich auch fliessende Übergänge zur Felsunterlage, sodass bei der Kartierung z.T. nicht zu entscheiden war, ob nicht besser Fels unter geringer Quartärbedeckung zu zeichnen wäre.

#### $q_{SH}$      **First/Helltobel-Schotter**

Zuoberst im Helltobel bei First (Koord. 698.700/255.500) ist auf ca. 660 m ü. M in aufgelassenen kleinen Kiesgruben Schotter aufgeschlossen. Der unverkittete Schotter kann möglicherweise mit Schottern verknüpft werden, welche in einer nahen Quellgrabung (Koord. 698.400/256.050) gefunden worden sind (Mitt. G. Wyssling). Es könnte sich um Vorstossschotter handeln, welche vom die «alte Moräne» generierenden Gletscher überfahren wurden. Die stratigraphische Einordnung ist unsicher; O. Keller (schriftl. Mitt. vom 15.10.2010) betrachtet sie als letzteiszeitliche Vorstossschotter, die gerade noch innerhalb der äussersten Gletscherfront mit Moräne überdeckt wurden.

#### $q_{mP}$      **Moräne älterer Eiszeiten in der Felsrinne von Pfungen (nur in Bohrungen aufgeschlossen)**

Grundmoräne, die direkt der Molasseoberfläche aufliegt, tritt stellenweise im Liegenden der kaltzeitlichen Seesedimente in der Felsrinne von Pfungen auf (vgl. Profil 3 in Taf. II). Sie wurde im Gebiet von Atlasblatt Winterthur nur in tieferen Bohrungen angetroffen (STEFFEN & TRÜEB 1964). Weitere, moränenartige Ablagerungen wurden auch innerhalb der älteren Seesedimente in der Felsrinne von Pfungen erbohrt (z. B. Bohrung KB 32, Profil 3, Tafel II).

#### $q_{SLu}$      **Kaltzeitliche Seesedimente in der Felsrinne von Pfungen (nur in Bohrungen aufgeschlossen)**

Im Gebiet der ehemaligen Ziegelei Pfungen wurden zahlreiche Bohrungen niedergebracht (Büchi und Müller AG 1991), wobei mehrere Bohrungen Tiefen

von über 100 m erreichten und einen Einblick in die Füllung der Felsrinne von Pfungen gaben. Dabei wurde in den Kernbohrungen KB 31 und KB 32 unter letzt-eiszeitlichen Sedimenten bei Kote 355 bzw. 345 m ü.M. Moräne angetroffen, die als zum letzteiszeitlichen Maximalvorstoss des Bodensee-Rheingletschers gehörig betrachtet wird (vgl. Profil 3, Taf. II). Bei den darunter liegenden Ablagerungen handelt es sich in erster Linie um siltig-sandige, teils auch tonige und kiesige Sedimente, d.h. um eiszeitliche Seesedimente mit moränenartigen Zwischenschichten (Bohrung KB 32). Über dem OMM-Fels bei KB 31 findet sich eine 7 m mächtige Grundmoräne. Hinweise auf warmzeitliche Ablagerungen in dieser Beckenfüllung fehlen bisher. Ob und wie weit diese präletzzeitlichen Ablagerungen des Pfungener Raumes in der Felsrinne gegen Südosten ins Stadtgebiet von Winterthur hinauf ziehen, ist mangels ausreichend tiefer Kernbohrungen ungewiss. Die im Profil 1 (Taf. I) dargestellte, 106 m tiefe und in Lockergesteinen abgebrochene Spülbohrung 710 A dürfte diese älteren Sedimente ebenfalls erreicht haben; eine genauere Interpretation ist bei Spülbohrungen aber nicht möglich. Das gleiche gilt für eine 107 m tiefe Bohrung (Koord. 696.245/262.470) knapp 3 km weiter östlich im Stadtgebiet von Winterthur, wo von 41 m Tiefe an nur noch von «grauem Lehm mit einzelnen Geschieben» die Rede ist. Auch hier wird davon ausgegangen, dass ältere Lockergesteinsfüllungen der Felsrinne unerkant geblieben sind. Gegenüber den bisher publizierten Profilen (z. B. STEFFEN & TRÜEB 1964) stellt dies eine deutliche Änderung des geologischen Bildes dar.

#### **q<sub>sA</sub> Aathal-Schotter**

Auf dem Gemeindegebiet Bassersdorf im äussersten Südwesten des Blattes Winterthur sind – an wenigen Stellen aufgeschlossen, meist aber unter letzt-eiszeitlicher Moräne versteckt – teilweise zu Nagelfluh verkittete eiszeitliche Schotter zu finden, die im mittleren und oberen Glatttal grosse Verbreitung haben und dort als Aathal-Schotter bezeichnet werden. Lagerung, Kornverteilung und die gute Rundung der Kies- und Geröllkomponenten, speziell im basalen Teil des Schotterkomplexes, dokumentieren eine weiträumige fluviatile Schüttung. Das Geröllspektrum des im frischen Zustand grauen Aathal-Schotters zeichnet sich durch einen hohen Anteil von Gangquarzen und Kristallingeröllen sowie wenig Verrucano aus (WYSSLING 2008, S. 21). Während im Zürcher Oberland diese Schotter meist über älteren Seeablagerungen folgen (vgl. Atlasblatt Uster, WYSSLING 2007), scheinen sie im Gebiet Bassersdorf direkt dem Fels der OSM aufzuliegen.

Früher wurden die Aathal-Schotter von einigen Autoren als frühletzzeitlich eingestuft, heute hält man sie mehrheitlich für deutlich älter und ordnet sie einer der mittelpleistozänen Vereisungen zu.

### **q<sub>sk</sub> Kollbrunn-Schotter**

Bei der Mündung des Bäntals ins Tösstal (östlich Kollbrunn) zweigt von letzterem eine Rinne im Molassefels nach Norden ab, welche das Erzthal quert und über Iberg das Becken von Winterthur-Seen erreicht. Die Rinne ist im Gebiet von Kollbrunn in ihren tieferen Teilen durch sandigen, teils verkitteten Schotter mit Komponenten bis gegen 20 cm Durchmesser gefüllt (q<sub>sk</sub>). Überlagert werden diese präletzzeitlichen Schotter durch einen siltigen Ton mit Sandlagen und einzelnen Dropstones; diese Ablagerungen sind demnach als eisrandnahe Stauseeablagerungen (q<sub>ssi</sub>, s.S. 34) zu betrachten. Eine Erdsondenbohrung in Iberg zeigt mit der Felsoberfläche bei ca. Kote 480 m ü.M. die Mindesttiefe der Talsohle an; im Tösstal oberhalb Kollbrunn liegt die Felssohle um Kote 470 m ü.M. Bei dem alten Tal dürfte es sich um einen ehemaligen Tösslauf handeln, welcher abgedämmt und inaktiviert wurde. Die Töss musste sich infolgedessen einen neuen Weg durch das heutige Leisental nach Westen Richtung Winterthur-Töss suchen.

### **Schotter bei Nussberg und Ober Langenhard**

Bei Nussberg und Ober Langenhard sind unter letzteiszeitlicher Moräne geringmächtige Schotter nachgewiesen (vgl. Profil 2 in Taf. I). Bei Nussberg ist auf Kote ca. 615 m ü.M. in diesen Schottern, die einer Grundmoräne aufliegen und selbst moränenbedeckt sind, eine Trinkwasser-Stollenfassung (Kächbrunnen) erstellt worden. Die unterliegende Grundmoräne könnte durchaus alt sein (?q<sub>m</sub>), die Schotter selber werden als präletzzeitliche Schotter gedeutet; eine Einstufung als letzteiszeitliche Vorstoss-Schotter wäre jedoch auch denkbar. Die Moräne darüber wird dem Maximalstand des Bodensee-Rheingletschers zugeordnet. Gut vergleichbar ist die Situation bei der Grundwasserfassung Ober Langenhard, wo um Kote 625 m ü.M. ebenfalls moränenbedeckte Schotter über einer liegenden Grundmoräne zu finden sind. In der Karte ist aus Massstabsgründen jeweils nur die hangende letzteiszeitliche Moräne dargestellt.

## **Spätes Pleistozän**

### **q<sub>4m</sub> Moräne der Letzten Eiszeit**

#### *Moränen des Linth-Rheingletschers*

Der Südteil des Blattes Winterthur war während der Letzten Eiszeit vom Linth-Rheingletscher bedeckt (vgl. quartärgeologische Übersichtskarte).

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Erläuterungen stellen wir einleitend die Benennung der letzteiszeitlichen Gletscherstände in den für die Karte relevanten Linth-Rhein- und Bodensee-Rheingletschersystemen einander gegenüber:

| Linth-Rheingletscher     | Bodensee-Rheingletscher<br>(Benennung Blatt Winterthur) | Bezeichnung der Eisrandkomplexe<br>des Bodensee-Rheingletschers<br>(KRAYSS & KELLER 1996) |
|--------------------------|---|---|
| Killwangen ( $q_{4mk}$ ) | Schaffhausen ( $q_{4mShI}$ bis $q_{4mShIII}$ )          | W/M (1-3)   |
| Schlieren ( $q_{4ms}$ )  | Feuerthalen ( $q_{4mFI}$ und $q_{4mFII}$ )              | W/F (4-5)   |
| Zürich ( $q_{4mZ}$ )     | Stein am Rhein ( $q_{4mStI}$ bis $q_{4mStIII}$ )        | W/S (6-8)   |

Von speziellem Interesse ist die Frage, wo die äussersten Endmoränen (Stand W 1 sensu KELLER & KRAYSS 2005) entsprechend  $q_{4mk}$  auf Blatt Winterthur zu suchen sind. Die Beantwortung dieser Frage ist insofern nicht einfach, als die Seiten- und Endmoränen dieses Maximalstandes im Allgemeinen wenig ausgeprägt sind; eine Ausnahme bildet der Moränenwall bei Egg zwischen Wildberg und Turbenthal. Aufgelassene Kiesgruben im Gebiet Blätzwisen-Forbüel-Steinmüri westlich Brütten mit Höhen um 600 m ü. M. lassen dort die Reichweite des Maximalvorstosses annehmen, desgleichen im Gebiet Leisacher-Chämleten-Billikon östlich Kempttal. Nach unserer Auffassung war das Gebiet Kyburg-First-Brüggberg aufgrund der Feldbefunde vom letzteiszeitlichen Gletschereis nicht mehr bedeckt. Dies steht im Gegensatz zu KELLER & KRAYSS (2005, Abb. 1), welche die letzteiszeitliche Ausdehnung des Eises aufgrund des Eisisohypsenbildes in diesem Gebiet als grösser als auf der Karte dargestellt betrachten (schriftl. Mitt. O. Keller vom 15.10.2010).

Der auffällige Moränenwall der Egg westlich Turbenthal markiert den Maximalstand eines Lappens des Linth-Rheingletschers (Stand  $q_{4mk}$ ), seine Fortsetzung ist – wenig ausgeprägt – im Gebiet Lettenberg auf der Nordseite des Tösstaies zu vermuten (KELLER & KRAYSS 2005). Wenig westlich davon bei Langenhard haben sich der Bodensee-Rhein- und der Linth-Rheingletscher nach Umfliessen des Hörnli-Berglandes getroffen. Gletscherzungen, die im Bereich Kempttal und Weisslingen weit ins Tösstal hinunter reichten, stiessen dort wohl auf die äussersten Randlagen des Bodensee-Rheingletschers.

Seitenmoränen des Linth-Rheingletschers nach dem Rückzug vom Maximalstand sind nur im südwestlichsten Kartenbereich und bei Weisslingen vorhanden. Eine relativ markante Seitenmoräne ist am Ostrand des Quartiers Schatz von Bassersdorf zu finden, die gemäss HANTKE et al. (1967) zum Schlieren-Stadium (= Stand von Feuerthalen im Bodensee-Rheingletschersystem) gehört. Zwischen dem frühen Schlieren-Stadium mit Wällen um Kote 525 m ü. M. und den späten Halten des letzteiszeitlichen Maximums sind um Nürens Dorf typische Drumlins erhalten, deren Längsachsen Südost-Nordwest verlaufen. Im Zuge dieser Rückzugsphasen – wohl begleitet von kleineren Wiedervorstössen – wurden die ausgedehnten Schotter im Kempttal ( $q_{sRI}$ , z. B. Gebiet Golfplatz Rossberg) und zwischen Nürens Dorf und Lindau sowie in einer späteren Phase (Zürich- bzw. Stein-am-Rhein-Stadium) jene zwischen Bassersdorf und Baltenswil geschüttet.

### *Moränen des letzteiszeitlichen Bodensee-Rheingletschers*

Der Thurlappen des grossen Bodensee-Rheingletschers hat bei seiner Maximalausdehnung vor ca. 24 bis 21,5 ka (PREUSSER 2004) mehr als die Hälfte des Gebiets von Atlasblatt Winterthur bedeckt. Entgegen der Auffassung von KÄSER (1980) oder KELLER & KRAYS (2005) sind wir jedoch der Meinung, dass der Gletscher im Tössbereich nicht bis in die Gegend von Freienstein-Rorbas, sondern nur bis in das Gebiet Dättlikon-Blindensteg (LK Blatt Bülach) vorgestossen ist. Dies geht aus hydrogeologischen Untersuchungen im Embracher Tal hervor, wo Moränen unter den jüngeren Rückzugsschottern fehlen. Deshalb sind wir auch der Auffassung, dass die äusserste Nordwestecke des Gebiets von Atlasblatt Winterthur zum Irchel hinauf während des letzteiszeitlichen Maximalstandes eisfrei war. Ein markanter Seitenmoränenwall, der den Maximalstand markieren könnte, tritt bei Kote ca. 570 m ü.M. nordwestlich des Chälhofs ins Gebiet des Kartenblattes ein, ist aber in der weiteren Fortsetzung der Erosion durch den Tobelbach zum Opfer gefallen. Eventuell hat auch der Multberg südlich Pfungen (Höhe 550 m ü.M.) gerade noch aus dem Eisstrom heraus geragt; auch für die höchsten Bereiche des Berenbergs (595 m ü.M.) könnte dies gelten. Der Gletscher hat bei Aeschau-Federbuck (Höhe 575 m ü.M.) nördlich Brütten und bei Ebnet nördlich Dättlnau einigermassen sicher auf die Südwestseite des Töss- und Rumstales hinüber gereicht. Auch der Eschenberg südlich Winterthur war beim Maximalstand vom Bodensee-Rheineis bedeckt. Wo genau dort aber der Eisrand beim Höchststand war, ist unklar; die zugehörigen externen Seitenmoränen sind weitgehend der Erosion bei der Ausräumung des Tössstals zwischen Sennhof und Töss zum Opfer gefallen. Die Wälle oberhalb dem Tössrain um Kote 545 m ü.M. werden als jüngerer Stand des Killwangen-/Schaffhausen-Stadiums interpretiert.

Im Gebiet von Pfungen wurde in den Kernbohrungen KB 31 und KB 32 unter letzteiszeitlichen Sedimenten bei Kote 355 bzw. 345 m ü.M. Moräne angetroffen, die als zum letzteiszeitlichen Maximalvorstoss des Rhein-Bodenseegletschers gehörig betrachtet wird (vgl. Profil 3, Taf. II).

Die zwei relativ markanten Wälle um Kote 635–640 m ü.M. bei Ober Langenhard zeigen die maximale Front des Bodensee-Rheingletschers ( $q_{4msH}$ ) westlich des Schauenbergs; das Bodensee-Rheineis dürfte hier nicht wesentlich höher als Kote 650 m ü.M. gelegen haben. Nordwestlich des Schauenbergs, bei Unter Schlatt (zwischen Widem und Im Schäfer), markiert ein schöner Wall einen ersten Rückzugshalt ( $q_{4msHII}$ ) um Kote 700 m ü.M.; etwas höher ist dieser auch bei Steigen südlich Hofstetten erkennbar.

### **Erratische Blöcke**

Entsprechend der ehemaligen Gletscherbedeckung sind erratische Blöcke auf dem Kartenblatt Winterthur ein weitverbreitetes Phänomen (s. HESS 1956). Im Ausdehnungsgebiet des Bodensee-Rheingletschers kommen praktisch dieselben

Gesteinstypen vor wie im Gebiet des Linth-Rheinlappens, allerdings ist die Häufigkeit der verschiedenen Gesteinsarten unterschiedlich. Im Verbreitungsgebiet des Linth-Rheingletschers sind Nagelfluhblöcke der subalpinen Unteren Süswassermolasse (USM) vorherrschend, daneben sind auch Sandsteine der USM und aus Flysch-Serien häufig. Verrucano-Blöcke und alpine Kalke treten deutlich untergeordnet auf, kommen aber im ganzen Gletscherverbreitungsgebiet vor. Kristalline Blöcke (Gneise, Granite u.a.) sind im Gebiet des Linth-Rheingletschers selten, dagegen häufig beim Bodensee-Rheingletscher. Beim grössten (bekanntesten) Erratiker auf dem Kartenblatt handelt es sich um einen Nagelfluhblock mit einem Volumen von ca. 50 m<sup>3</sup> im Wald zwischen Turbenthal und Zell (Koord. ca. 705.100/255.650, bei «Rorhalden»). Untersuchungen zum Geröllbestand des Bodensee-Rheingletschers in der Umgebung von Winterthur stammen von GEIGER (1961).

**q<sub>sI</sub> Feinkörnige Stauseesedimente (bei Iberg, südlich Hofstetten, nordwestlich Elgg, südlich Bruderhaus am Eschenberg)**

Bei Elgg sind um die Koten 520–540 m ü.M. in Baugruben nördlich und südlich des heutigen Tales deutlich durch den Gletscher vorbelastete Seeablagerungen (tonige Silte mit wenigen Dropstones und partienweise mächtigen Sandlagen) aufgeschlossen worden. Sie können als Stauseeablagerungen zur Zeit des Standes von Feuerthalen (q<sub>4mFI</sub>) mit einem das Eulachtal blockierenden Eislappen aus dem Schneittal interpretiert werden. Die Vorbelastung müsste dann durch Pendelbewegungen der Gletscherfront zur Zeit der Stände von Feuerthalen (q<sub>4mFI</sub> und q<sub>4mFII</sub>) erfolgt sein. Alternativ könnte auch eine vorletzzeitliche Bildung in Betracht gezogen werden.

Ähnlich ist die Situation im Bachtobel südlich Hofstetten einzuschätzen, wo vorbelastete Seeablagerungen über Fels und unter letzzeitlicher Moräne des q<sub>4mShII</sub>-Standes vorkommen.

Bei Iberg nordöstlich Kollbrunn werden die Kollbrunn-Schotter durch einen siltigen Ton mit Sandlagen und einzelnen Dropstones überlagert; diese Ablagerungen sind demnach ebenfalls als eisrandnahe Stauseeablagerungen (q<sub>sI</sub>) zu betrachten.

Stauseeablagerungen in ähnlichem Kontext – über Schottern und unter einer Moränendecke – kommen in einem Seitengraben des Tobel Bachs östlich Weisslingen bei Neschwil (Koord. 702.680/254.190) als knapp 2 m mächtige, tonig-sandige, teils laminierte Silte vor (auf der Karte nicht dargestellt).

**q<sub>sII</sub> Stauschotter (sandiger Kies mit Sandlagen) bei Chomberg und am Eschenberg**

*Chomberg*

In diesem Gebiet wird davon ausgegangen, dass der Thurlappen des Bodensee-Rheingletschers während der letzzeitlichen Maximalausdehnung in die

Geländedepression zwischen Hoh Wülflingen und Berenberg bis in das Gebiet Federbuck-Aeschau vorgestossen ist. Der Eisrand dürfte etwa bei Kote 575 m ü. M. gelegen haben. Dadurch wurde das damalige Tobel des bei Eichhölzli entspringenden Baches abgedämmt. Im Eisrandsee wurden dann Stauschotter sedimentiert, die z.T. durchaus auch von Schmelzwässern des Linth-Rheingletschers bei Brünten stammen könnten. Die auffälligen Geländedepressionen in diesem Schotterkörper sind zwanglos als Sölle zu erklären, eine Deutung, die auch HESS & MADLIGER (1951) vertreten haben. Dies würde bedeuten, dass die Stauschotter zeitweise überfahren und von Eis bedeckt waren. Rudimentär aufgeschlossen sind die Stauschotter heute noch in der ehemals grossen, aber weitgehend zugewachsenen bzw. zu Feuchtbiotopen umgewandelten Kiesgrube am Chomberg-Südrand.

### *Eschenberg*

Im Bereich Chüeberbuck und Langenberg südwestlich von Bruderhaus auf dem Eschenberg finden sich Schotterreste, die sich als etwas jüngere (Stand  $q_{dmShil}$ ), in gletscherrandnahe Seen geschüttete Stauschotter deuten lassen. In der alten Kiesgrube auf dem Chüeberbuck (vgl. auch KÄSER 1980) sind schräg geschichtete, extrem gletschernah gebildete Deltaschotter mit flach liegenden Übergusschichten zu sehen, wobei der Stauespiegel ca. bei Kote 535 m ü. M. anzunehmen ist. Da die Schotter zumindest beim Chüeberbuck eine dünne Moränendecke tragen, dürften sie während der Vorstossphase des Gletschers entstanden sein.

Nach dem Zurückschmelzen des Eises vom letzteiszeitlichen Maximalstand trat die Dättnauer Rinne als eine Hauptabflussrinne der Schmelzwässer des Bodensee-Rheingletschers wieder in Funktion und die Erosion der Stauschotterkörper setzte rasch ein.

### **$q_{sT}$ Stauschotter (sandiger Kies mit Sandlagen) im Tösstal und dessen Seitentälern, bei Langenhard vorwiegend sandig ausgebildet**

Bei Unter Langenhard sind Schotter ohne Moränenbedeckung zu finden, die durch einen Quellhorizont (mehrere Fassungen) ca. auf Kote 605 m ü. M. angezeigt werden. Grössere Bereiche dürften gemäss den spärlichen Aufschlüssen dominant sandig ausgebildet sein; eine gut einsehbare Abbaustelle (vorbelastete Sande mit Kieslinsen und einer Verwitterungstiefe von 1–1,5 m) befand sich bei den Koord. 703.000/256.700. Mit dem Gebiet Unter Langenhard vergleichbar sind die Schottervorkommen nördlich Detttenried bei Weisslingen, die einer möglicherweise alten Moräne ( $q_m$ ) auflagern und immerhin eine Mächtigkeit bis gegen 20 m erreichen. Im gleichen Kontext sind jene im Gebiet Birch-Unterfeld nördlich Wildberg am südöstlichen Kartenrand zu sehen, die aber z.T. moränenbedeckt sind. Beide Vorkommen sind offensichtlich mit Gletscherständen während der maximalen letzteiszeitlichen Eisausdehnung im Grenzbereich Linth-Rhein- und Bodensee-Rheingletscher verknüpft.

**q<sub>SE</sub> Eisrandnaher Schotter (lokal kurzzeitig überfahren, z.B. nordöstlich Zünikon bei Elgg, nördlich von Dickbuch)**

Insbesondere im nordöstlichen Kartengebiet treten ausserhalb der wichtigen Schmelzwasserrinnen mit Moränen verknüpfte Schottervorkommen auf, so zum Beispiel in der Grube bei «Häsler» westlich Hofstetten, im Bachtobel südlich Hofstetten, bei Dickbuch und Zünikon. In der Grube Häsler sind diese Schotter charakterisiert durch einen engräumigen Wechsel zwischen saubereren, z.T. sandfreien Kiesen bis hin zu sandigen Kies-/Steinlagen mit Blöcken aus alpinen und Molasse-Gesteinen. Auffallend ist ein Block aus Grundmoräne sowie die Verzahnung der Schotter mit Grundmoräne im obersten Grubenbereich. In der Kiesgrube südlich Zünikon sind – neben von alpinem, gut gerundetem Material dominierten Schottern im unteren Teil – lokal stark kalkig zementierte, steinige Kiese mit auffallend vielen Molasseblöcken (überwiegend Knauersandsteine) im obersten Bereich aufgeschlossen. In der Nordostecke der Grube kann der direkte Kontakt zum Molasseuntergrund aus feinkörniger Nagelfluh beobachtet werden. Die übrigen auf der Karte dargestellten Schottervorkommen sind meistens nur durch alte Abbaustellen (z.T. belastete Deponiestandorte) sowie selten durch Sondierungen abgrenzbar.

**q<sub>SR1</sub> Eisrandnaher Schotter im Gletschervorfeld (älterer Rückzugsschotter) des Linth-Rhein- und des Bodensee-Rheingletschers (nach dem Maximalstand)**

Die Schmelzwässer hinterliessen im oberen Heidertal bei Wenzikon und bei Jakobstal südlich Dickbuch grössere Schottervorkommen. In der Kiesgrube Wenzikon (Koord.705.100/259.950) sind hart gelagerte, steinige Kiessande mit gut gerundeten Komponenten aufgeschlossen, die bereichsweise deutlich kalkig zementiert sind. Darin eingelagert sind zwei dicke Sandabfolgen; zudem fallen zahlreiche Komponenten aus Molassegesteinen auf. Aufgrund der Lagerungsdichte muss angenommen werden, dass diese Schotter im Zuge von Pendelbewegungen des Gletschers vorbelastet wurden. Eine abschliessende altersmässige Einstufung ist aber heute nicht möglich; ein präletzteiszeitliches Alter kann nicht ausgeschlossen werden. Mit den Schottern von Wenzikon vergleichbar sind die Vorkommen in den Flanken des Eulachtales zwischen Räterschen und Elgg, die wir als Relikte des in dieser Phase mächtigen Schmelzwasserstroms einer «Ur-Eulach» sehen. Die Kiesgrube in Ober-Schottikon ermöglicht noch gewisse Einblicke.

Im Gebiet Eich zwischen Bassersdorf und Baltenswil in der Südwestecke des Kartenblatts und nördlich Bassersdorf bei Birchwil sind geringmächtige Schotter zu finden, die in mehreren Kiesgruben abgebaut wurden. Im gleichen Kontext sehen wir die Schotter bei Grafstal, die dort oft direkt dem Fels auflagern. Alle Vorkommen sind klar mit den Rückzugsständen des Schlieren-Stadiums ver-

knüpft. Etwas älter sind die kleinen Vorkommen bei Hinter-Rikon im Tösstal einzustufen (Pkt. «560» und «Buechrain»).

### **q<sub>SLP</sub>      Tonig-siltige Sedimente («Pfungener Schichten»)**

Nach dem Rückzug des Bodensee-Rheingletschers vom letzteiszeitlichen Maximalstand auf Stände im Raum Wülflingen–Winterthur–Oberwinterthur ( $q_{4mFl}$ ) entstand von Pfungen bis in das Stadtgebiet von Winterthur ein See, der vermutlich sehr rasch mit Sediment verfüllt worden ist. Im Rahmen einer Deponeplanung im Raum Pfungen abgetiefte Bohrungen haben gezeigt, dass diese Seeablagerungen («Pfungener Schichten») extrem heterogen aufgebaut sind. Wo seitliche Gletscherbäche in den See mündeten, wie zum Beispiel am Ausgang des Dättnauer Tales, kamen kiesreiche Sedimente zur Ablagerung, während im Stillwasserbereich für die Ziegelherstellung begehrte, tonig-siltige Seeablagerungen («Pfungener Lehm») entstanden sind. Besonders gegen die Tiefe scheint auch der Typ «eiszeitliche Seeablagerung» (tonige Silte mit wechselnden Anteilen an Grobkomponenten bis hin zu Blöcken) weit verbreitet zu sein. Profil 3 der Tafel II zeigt, dass die sandig-siltig-tonigen Varietäten der Seeablagerungen gegenüber den «fetten Pfungener Lehmen» sogar dominieren dürften.

Die Oberfläche der «Pfungener Schichten» steigt von Pfungen im Westen gegen das Stadtgebiet von Winterthur ziemlich regelmässig von ca. Kote 390 bis 430 m ü. M. an (vgl. STEFFEN & TRÜEB 1964). Nur im Bereich Winterthur-Hardholz westlich Wülflingen ist eine ca. 40 m tiefe, kiesgefüllte Depression nachgewiesen, die möglicherweise als grosses Totesloch zu deuten ist.

### **Eiszeitliche Füllung der Schmelzwasser-Abflussrinne Dättnau-Rumstal**

Mit dem Zurückschmelzen der beiden Gletscherloben des Linth-Rhein- bzw. des Bodensee-Rheingletschers vom äussersten Maximalstand wurde von Sennhof durch das Leisental und das Dättnauer Tal eine Abflussrinne für die Schmelzwässer freigegeben, was wohl zunächst mit einer enormen Tiefenerosion verbunden war. Die Rinne nahm zu dieser Zeit nämlich die Abflüsse sowohl des südlichen Bodensee-Rheingletschers wie auch jene des östlichen Linth-Rheingletscherlappens auf. Ob und in welcher Art das Dättnauer Tal bzw. Teile davon vor dieser Erosionsphase bereits vorhanden waren, muss offen bleiben; der Abschnitt Sennhof-Töss (und evtl. bis Neuburg) dürfte jedenfalls neu angelegt worden sein. Auffallend ist, dass nur im unteren (westlichen) Teil des Dättnauer Tales, zwischen Neuburg und Pfungen, an der Basis der Felsrinne Schotter nachgewiesen sind. In der Grundwasserkarte 1: 25 000 des Kantons Zürich, Blatt Winterthur, kommt dies sehr schön zum Ausdruck. Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass diese Grundwasser führenden Schotter vom eiszeitlichen Vorgänger des Zytmoosbachs, d.h. von Brütten her in die Rinne von Dättnau hinaus geschüttet worden sind. Die distalen

Anteile dieser Kiesschüttung sind nahe der Mündung des Dättnauer Tales im eiszeitlichen Pfungener See nachgewiesen. Im Abschnitt Lüchental-Neuburg des Dättnauer Tales fehlen diese Schotter.

Dieser Talabschnitt wurde relativ schnell wieder durch Rutsch-, Sackungs- und Abschwemm-Material aus den seitlichen, instabilen Molassefels-Talflanken blockiert. Voraussetzung für eine solche Blockade der Abflussrinne ist aber, dass das Schmelzwasser rasch eine andere Abflussmöglichkeit, z.B. durch das Schlosstal zwischen Brüelberg und Ebnet/Hoh Wülflingen, gefunden hat. Die nordöstlich der Abflussrinne Lüchental-Neuburg-Pfungen gelegenen Höhenzüge (Ebnet, Hoh Wülflingen, Berenberg, Multberg) waren während des Maximalvorstosses, wenn überhaupt, nur von ganz geringmächtigem Eis bedeckt.

#### **q<sub>sR11</sub> Jüngerer Rückzugsschotter des Bodensee-Rheingletschers, im Gebiet von Elgg teilweise vom Gletscher überfahren**

Die mit dem Maximalstand des Bodensee-Rhein- bzw. Linth-Rheingletschers verknüpfbaren Sanderflächen liegen ausserhalb des Gebiets von Kartenblatt Winterthur. Die entlang von Kempt, Töss, Eulach und Chrebsbach auskartierten jüngeren Rückzugsschotter sind hingegen mit jüngeren Gletscherrandlagen verknüpft. Die recht ausgedehnten und mächtigen Schotter der nördlichen Blatthälfte sind v.a. während der Feuerthalen- und Stein-am-Rhein-Stadien des Bodensee-Rheingletschers entstanden.

Die jüngeren Rückzugsschotter im Töss-, Kempt- und Eulachtal westlich der Altstadt von Winterthur sowie entlang des Chrebsbaches bzw. Näfbaches westlich von Seuzach sind dabei in ihrem unteren Teil älter einzustufen als jene zwischen Wiesendangen und Oberwinterthur sowie im Eulachtal oberhalb von Winterthur-Grüze. In Teilen des Tössstales wie auch des Eulachtales könnten reliktsch auch ältere Schotter (letzteiszeitlicher Vorstossschotter oder älter) in direktem Kontakt zu den jüngeren Rückzugsschottern stehen. Im Raum Räterschlen ist dies aufgrund von Sondierbohrungen sehr wahrscheinlich. Klassische Gletschertore mit Sanderflächen, die während des Hauptstandes von Stein am Rhein ( $q_{4mStII}$ ) aktiv waren, sind zwischen Stadel und Wiesendangen am nördlichen Kartenrand anzunehmen. In einer Baugrube in Wiesendangen (Koord. 701.650/264.750) konnte in sehr groben Schottern Imbrikation beobachtet werden, die eine Fliessrichtung gegen SSW anzeigt.

STEFFEN & TRÜEB (1964, S. 6) geben eine detaillierte Beschreibung des von ihnen «Winterthurer Schotter» genannten Schotterkörpers. Die angegebenen Mächtigkeiten schwanken zwischen 4–6 m im Gebiet Hegmatten, Oberwinterthur und 63 m am östlichen Waldrand bei Winterthur-Hardholz östlich Pfungen. Nach STEFFEN & TRÜEB (1964) spricht das auffallend häufige Vorkommen von Bündner Gesteinen im Schotter dafür, dass der grösste Teil von den Schmelzwässern des Bodensee-Rheingletschers geschüttet wurde.

Im Laufe des weiteren Gletscherrückzuges wurden die diversen Entwässerungsrinnen inaktiviert. Die glaziale Hauptentwässerung erfolgte nun über das Murg- bzw. Thurtal für den Bodensee-Rheingletscher und über das Glatt- bzw. Limmattal für den Linth-Rheingletscher.

**q<sub>st6</sub> Spätglazialer Flussschotter im Tösstal, z.T. von geringmächtigen Alluvionen bedeckt**

Grundwasseruntersuchungen bei Rikon haben das interessante Ergebnis gebracht, dass zumindest bereichsweise unter oberflächennahen Tössschottern bis mehrere Meter dicke, tonig-siltige Sumpfablagerungen mit organischen Resten bis hin zu Torflagen liegen können. Darunter folgen dann erst die eigentlichen, bis mehrere Dutzend Meter dicken, letzteiszeitlichen Rückzugsschotter der Tösstalrinne. Wie auch in den Erläuterungen zum Blatt Uster (WYSSLING 2008) beschrieben, spricht dies dafür, dass auf mehrere Phasen der Erosion zuletzt eine Wiederaufschotterung auf das heutige Niveau erfolgte. Dabei ist davon auszugehen, dass es sich – wie z.B. auch im Thurtal (NAEF & FRANK 2009) – vor allem um Materialumlagerungen und weniger um die Zufuhr neuen Materials handeln dürfte. Weil im Tösstal noch keine Datierungen der erwähnten Sumpfablagerungen vorliegen, muss die Frage, ob diese Vorgänge in das Spätglazial oder das Holozän zu stellen sind, vorerst offen bleiben; es scheint aber wahrscheinlicher, dass diese Prozesse zeitlich gleich einzustufen sind wie jene bei Neftenbach (vgl. S. 40, umgelagerte Schotter bei Riet nordöstlich von Neftenbach).

## **Pleistozän - Holozän**

**qv Spät- bis postglaziale Verlandungssedimente**

In Muldenzonen der Moränenoberfläche und in Bereichen mit geringem Talgefälle wie am Chrebsbach zwischen Seuzach und Riet bestanden See- und Sumpfbiete, die allmählich verlandeten und in denen Torf gebildet wurde. Heute sind diese Gebiete überwiegend drainiert. Ausser bei Riet gab es (unseres Wissens) keine grösseren Torfabbauareale.

**Schwemmlehm-/Auenlehm-Bedeckung**

Die jüngeren Rückzugsschotter in den Hauptentwässerungsrinnen sind – mit Ausnahme des Tössstals – spät- und nacheiszeitlich von bis mehrere Meter mächtigen Schwemmlehmen aus den steilen Talflanken überdeckt worden; dies insbesondere im Eulachtal oberhalb Rätterschen und im Heider-/Erztal zwischen Waltenstein und Kollbrunn. Bei Elgg sind beispielsweise bis zu 10 m mächtige siltige und z.T. kiesführende Sande über den jüngeren Rückzugsschottern nachgewiesen.

## Holozän

### Postglazial umgelagerte Schotter (z.B. bei Neftenbach)

KÄSER (1980) berichtet über Holz- und sonstige organische Reste in den obersten Partien der jüngeren Rückzugsschotter bei Neftenbach (knapp nördlich ausserhalb der Karte), deren Datierung zwar recht unterschiedliche, mehrheitlich aber überraschend junge Alter brachte. Für einen Eichenstamm ergab sich z.B. ein  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $4245 \pm 85$  y BP; dendrochronologisch wird ein Alter von rund 2400 J.v.Chr. angegeben. Im künstlich erstellten Bett des Chrebsbaches bei Riet fanden sich an der Schotterbasis auf Molassefels Holzreste mit  $^{14}\text{C}$ -Altern von  $4110 \pm 90$  y BP und  $3940 \pm 70$  y BP.

Diese und ähnliche Befunde im Thurtal sowie die Beobachtungen im Tösstal lassen uns zu dem Schluss kommen, dass speziell in den Talbodenbereichen grösserer Bäche und Flüsse die oberflächennahen eiszeitlichen Schotter postglazial fluviatil intensiv umgelagert und gestört worden sind. Um diese Bereiche in der Karte flächig auszuscheiden, reichen die Daten aber noch nicht aus. Einzig im Tösstal und unteren Eulachtal bei Pfungen gehen wir davon aus, dass diese Prozesse den gesamten Talbodenbereich erfassten und auch aus den Talflanken und den Seitentälchen zugeführtes Material transportiert und abgelagert wurde (vgl. Karte sowie Profile 2 und 3, Taf. I und II). Die im Raum Pfungen zu beobachtenden Erosionsterrassen sind wohl im Zusammenhang mit dem Durchbruch des Rheins bei Tössegg (ausserhalb der Karte) östlich Eglisau zu sehen, welcher sich direkt auf das Gefälle der Töss ausgewirkt haben muss.

### q<sub>L</sub> Hanglehm, Schwemmlehm in Mulden

In flachen Muldenzonen und im Hangfussbereich entstanden durch Ab- und Überschwemmungen lehmige Ablagerungen von gebietsweise mehreren Metern Mächtigkeit, so z.B. im Schneittal bei Elgg, entlang des Chatzenbaches im Bichelseetal östlich Turbenthal oder im Dättnauer Tal südöstlich von Pfungen.

Nachdem die Töss ihre definitive Abflussrinne durch das Schlosstal gefunden hatte, konnten sich im Raum Dätt nau grosse Tümpel bilden, in denen für die Ziegelindustrie interessante Lehme zur Ablagerung gelangten und der von KAISER (1973, 1979) untersuchte «Wald von Dätt nau» konserviert wurde. Mittels Dendrochronologie und  $^{14}\text{C}$ -Untersuchungen konnte die spät- bis postglaziale Entwicklung der Vegetation rekonstruiert werden, wobei sich zeigte, dass sich vor 12 280 y BP (KAISER 1993 und 1994) in rund 30 Jahren im Talbodenbereich ein Föhrenwald entwickeln konnte, während die Talhänge vermutlich noch baumfrei waren.

Insbesondere im südöstlichen Blattviertel sind die Hang- und Schwemmlehme wegen des hohen Anteils an Sandsteinen und Nagelfluh im Felsuntergrund

oft stark sandig-kiesig ausgebildet. Mit diesen nacheiszeitlichen Bildungen sind in den Gebieten mit steilen Talflanken häufig Rutsch- und Sackungsmassen eng verknüpft (vgl. nächsten Abschnitt).

### **Rutschmassen, Sackungsmassen**

Es ist unbestritten, dass die Talung Dätt nau – Neuburg – Rumstal – Pfulgen während der Letzten Eiszeit eine sehr wichtige Schmelzwasserabflussrinne war. Bei der Talung zwischen Hoh Wülflingen und Büechlibuck/Schlossberg ist dies dagegen unwahrscheinlich; speziell am Nordwestende hat diese Talung keine richtige Fortsetzung, auch die Gefällsverhältnisse sprechen klar dagegen. Die Hügel Büechlibuck/Alt Wülflingen/Schlossberg sind von Südwesten eingegleitene Grosssackungen und das Totentäli (Name auf der Karte nicht enthalten) am Westrand stellt das zugehörige Nackentälchen dar. Die Sackungsmasse ist entlang einer Südwest-Nordost streichenden Störung auseinander gerissen. Weder im nordwestlichen Büechlibuck noch im südöstlichen Schlossberg/Alt Wülflingen ist aber die Schichtlagerung, soweit aufgeschlossen, merklich gestört. Durch diese Sackungsmasse wird auch die in der Grundwasserkarte Winterthur dargestellte hydrogeologische Situation gut erklärbar. Durch sie wurde das Schlosstal zumindest kurzfristig blockiert und die Töss war gezwungen, ihre Schotterfracht vorübergehend gegen das Zentrum von Winterthur hin zu schütten. Dies spricht für einen spätglazialen Zeitpunkt der Felssackung.

Weitere grosse versackte Felspakete sind insbesondere im Eulachtal und Schneittal, nördlich Kempptal sowie im Rumstal bei Pfulgen erkennbar. Oft sind diese z.T. mehrere Hektaren grossen Gebiete von typischen, meist jedoch teilweise wieder verfüllten Nackentälchen begleitet (schön ausgebildet z.B. bei Bun westlich Mittler Schneit). Morphologisch ist die Abgrenzung zu Rutschmassen mit einzelnen Felsschollen nicht immer klar ersichtlich. Die Entstehung solcher Massenbewegungen ist v.a. im vegetationsarmen Spätglazial zu vermuten, doch kleine, aktuelle Ereignisse – wie z.B. im Juni 1995 bei Äschlihalde (Koord. 705.600/261.950) nördlich Dickbuch – zeigen, dass solche Prozesse auch heute noch ablaufen können. Bei Äschlihalde war der Übergang einer Felssackung in eine Rutschung schön sichtbar.

Grössere versackte Felspakete sind bei Baugrunduntersuchungen im Gebiet Meienriet am Taggenberg-Südfuss bei Wülflingen nachgewiesen worden und waren auch in Baugruben sichtbar; diese Bewegungen könnten mit dem Urdorfer Bentonit in Zusammenhang stehen. Dies könnte interessanterweise auch für die eingangs erwähnte Sackungsmasse bei Büechlibuck – Alt Wülflingen – Schlossberg gelten; auch dort ist dieser Bentonithorizont im Bereich der Sackungsbasis zu erwarten.

### **Kalksinter (Quelltuff)**

Die weitaus bedeutendsten und vom 17. Jhd. bis 1873 abgebauten Quelltuffablagerungen sind die über eine Hektare Fläche umfassende «Tüfels Chilen» im Bäntal südwestlich Nussberg (Koord. 702.700/257.850, Fig. 10). Das Wasser – mehrere Liter pro Sekunde – stammt aus über einem Moränenschleier bzw. dem Fels aufliegenden eisrandnahen Schottern der Letzten Eiszeit.

Westlich Burghof (südlich Elgg) bewirkt eine kleine Kluftquelle in einem Knauersandstein eine hübsche Quelltuffkaskade (Koord. 707.000/259.360) gegen das Farenbachtobel. Quelltuff ist im Übrigen in kleineren Bachläufen – besonders entlang deren Steilstrecken – weit verbreitet (in der Karte aus Masssstabsgründen oft nicht dargestellt).

### **Künstliche Auffüllung, Aufschüttung**

In zahlreichen Kies- und Lehmbaugebieten sind z.T. ausgedehnte Auffüllungen vorhanden, deren Zusammensetzung und Tiefgang bis ins Grundwasser z.T. Probleme verursachen. Eine grosse und heute sanierte Kehrrechtdeponie liegt im Moränengebiet westlich Wiesendangen («Riet», Koord. 700.000/664.500). Ebenfalls saniert ist die das Grundwasser im Tösstal gefährdende Säureharzdeponie «Tössegg» bei Wildberg (Koord. 705.300/254.900; PÖTSCHKE 2001). Kleinere Aufschüttungen sind im Zuge der Erstellung von Bauten und Strassen häufig anzutreffen. Speziell zu erwähnen sind auch die Hochwasserschutzdämme entlang der Töss, die allerdings auf der Karte nicht dargestellt wurden.

### **Felsoberfläche und Erosionsgeschichte**

Im Rahmen geologischer Abklärungen der Nagra in der Nordostschweiz wurden sämtliche verfügbaren Bohrungen der Atlasblätter Diessenhofen, Eglisau, Andelfingen, Bülach und Winterthur ausgewertet (FREIMOSER & FRANK 1993). Dieser Datensatz wurde laufend ergänzt (u. a. mit vielen neuen Erdwärmesondenbohrungen), sodass die in Tafel III enthaltene Felsisohypsenkarte ein gutes Abbild der Felsoberfläche darstellt.

#### *Tösstal, Dättnauer- bzw. Rumstal sowie Nebentäler*

Die markanteste Erosionsform im Fels stellt der eiszeitlich mehrphasig benutzte Abflusskanal des Tössstals dar. In Turbenthal sind im Talbodenbereich rund 60 m, in Rikon 40 m und bei der Einmündung des Kempttales noch 20 m Lockergesteine nachgewiesen; von oben nach unten macht sich eine rasche Aufweitung des Tales von 100 m (Bichelseetal sowie oberes Tösstal) auf rund 300 m Breite bemerkbar. Bei Steigbrunnen-Töss zweigt das ältere Dättnauer- bzw. Rumstal ab, das rund 30 bis 40 m Lockergesteine enthält und eine Breite von maximal 100 bis 200 m (unterer Abschnitt bei Neuburg) aufweist.



Fig. 10: Quelltuffablagerungen bei «Tüfels Chilen» im Bäntal südwestlich Nussberg (Koord. 702.700/257.850). Foto D. Kälin 1999.

Speziell zu erwähnen ist eine ältere Rinne zwischen Kollbrunn und Winterthur-Seen, deren Felssohle gemäss einer Erdsondenbohrung bei Iberg um Kote 480 m ü. M. liegt. Die Nebentäler (Hutzikertobel, Gartentobel, Bäntal, Erztal/Heidertal sowie die Tobel bei Wildberg, Wissenbachtobel, Kempittal und Steinbachtobel nördlich Brütten) sind als enge V-Täler auf den Talweg der wichtigen, eiszeitlichen Abflussrinne im Tösstal ausgerichtet.

#### *Oberes Eulachtal und Nebentäler*

Das Eulachtal zwischen dem Bahnhof Elgg und Rümikon stellt eine weitere wichtige Schmelzwasserrinne des Bodensee-Rheingletschers dar. Die Felssohle fällt langsam von Kote 480 auf Kote 450 m ü. M. ab; die Talbreite beträgt an der Sohle maximal ca. 200 m. Auffällig ist mitten im Talboden der kleine Felshügel des Heidenbüels bei Räterschen, der rund 35 m über die Felssohle herausragt. Ein deutlich grösseres, aber sehr ähnliches Objekt stellt der Orbüel östlich Winterthur-Grüze dar. Das früher postulierte, durch Lockergesteine verdeckte, «Ur-Eulachtal» zwischen Unter-Schottikon und Winterthur-Seen existiert aufgrund der Kartierung und Erdsondenbohrungen am Sonnenberg in Seen mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht.

Das mit Abstand wichtigste Seitental des Eulachtals, das Schneittal westlich Elgg, stellt eine wichtige Entwässerungsrinne während des Feuerthalen-Standes dar, über deren Tiefgang keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen.

#### *Eulachtal unterhalb Oberwinterthur, Tösstal von Wülflingen bis Pfungen*

Die Felsisohypsenkarte (vgl. Taf. III) zeigt eine vom Stadtgebiet Winterthur gegen Pfungen zu verfolgende Rinne im Molassefels, deren Sohlentiefe im einzelnen aber noch kaum bekannt ist, weil nur wenige der zahlreichen Bohrungen den Fels erreicht haben. In diesen Talabschnitten kumulierte sich die Erosionsleistung der Randentwässerung des Bodensee-Rheingletschers (Felssohle um Kote 425 m ü. M.); die markante Vertiefung von Winterthur-Grüze an abwärts ist jedoch auf subglaziale Schmelzwassererosion zurückzuführen (nachmaliges Becken des Pfungener Sees). Die geologischen Profile in den Tafelbeilagen zeigen die entsprechende Interpretation mit mindestens einer Zerteilung der Beckenfüllung aus eiszeitlichen Seeablagerungen und Moränen. Auffällig ist, dass solche Beckenübertiefungen – wie sie auch in anderen eiszeitlichen Tälern des schweizerischen Mittellandes vorkommen (z.B. Thurtal bei Andelfingen) – wenige Kilometer intern der maximalen letzteiszeitlichen Eisfront auftreten. Unter der Altstadt von Winterthur liegt die Felsoberfläche um Kote 325 bis 350 m ü. M. oder noch etwas tiefer. Im Niederfeld bei Wülflingen erreichte eine Bohrung den Fels auf einer Höhe von 306 m ü. M. noch nicht; die tiefste erreichte Felskote auf Atlasblatt Winterthur wurde mit einer Höhe von 273 m ü. M. (117 m unter dortigem Terrain) in der Bohrung KB 31 an der Töss nördlich des Bahnhofs Pfungen nachgewiesen (vgl. Profil 3, Taf. II). Eine weitere Bohrung (KB 32, Tiefe 111 m) beim Bahnhof

Pfungen wurde bei Kote 301 m ü.M. im Lockergestein abgebrochen (vgl. Profil 3, Taf. II). Beim Tössdurchbruch westlich Dättlikon (ausserhalb des Kartengebiets) liegt die Felsoberfläche wieder 100 m höher. Zwischen der Einmündung der Kempt und dem Zentrum von Winterthur zeigt sich ein nur schwach ausgeprägtes Felsrelief mit Koten um 430 bis 420 m ü.M. Diese Felskoten sind auch im Raum Winterthur-Seen verbreitet anzutreffen; die Töss entwässerte wahrscheinlich vor der Eintiefung des heutigen Laufs im Spätglazial via das heutige Altstadtgebiet von Winterthur. Das bei Pfungen ins Tösstal einmündende Tal des Näf- bzw. Chrebsbachs stellt ebenso eine glazifluviatil geprägte Rinne dar, deren Talweg bzw. Felsoberfläche auf ca. 370 m ü.M. liegt, was dem erwähnten Niveau der Töss westlich Dättlikon entspricht.

#### *Gebiet Baltenswil*

Die äusserste Südwestecke des Kartenblatts liegt noch im Randbereich der sog. nördlichen Felsrinne von Uster, die auf Blatt Zürich und Bülach westwärts bzw. auf Blatt Uster nach ESE zu verfolgen ist. Auf Blatt Winterthur wird eine Felsoberfläche bei Kote 350 m ü.M. erwartet. Eine wenig südwestlich des Kartenblatts abgetiefte Bohrung (Koord. 689.400/253.540) hat den Fels erst in 236 m Tiefe bei Kote 204 m ü.M. erreicht.

## TEKTONIK

Das gesamte Gebiet des Atlasblattes Winterthur gehört zur flachliegenden, tektonisch nur wenig beanspruchten mittelländischen Molasse. Aus regionalen Untersuchungen der Nagra (Sedimentstudie 1988) und aus der Lage des Urdorfer Bentonits in den Bohrungen Bassersdorf, Lindau-1 und im Bereich des Brüttener Tunnelprojekts ergibt sich ein geringes Gefälle der Schichten von wenigen Grad in südöstlicher Richtung.

Gemäss der Bentonitsohypsenkarte von T. Gubler zeichnet sich in der Fortsetzung der Uetliberg-Synklinale (Atlasblatt 90 Zürich) im Südostteil des Blattes Winterthur ebenfalls eine Muldenstruktur ab (Uetliberg-Kollbrunn-Synklinale).

Bruchstrukturen sind bisher keine bekannt geworden; das Baden-Irchel-Herdern-Lineament (NAEF et al. 1995) als östliche Fortsetzung der Lägern-Struktur liegt nördlich ausserhalb der Blattgrenze.

Klüfte liegen meist sehr steil oder sind praktisch saiger. Die wichtigsten Klüfte streichen West-Ost (um Azimut 265/085), weitere schneiden diese Hauptklüftung in verschiedenen Winkeln (Schwerpunktazimute 235/055, 325/145 und 350/170). Eine Koppelung mit dem rezenten Spannungsfeld im Deckgebirge der Nordostschweiz (MÜLLER et al. 2002) ist nicht ersichtlich, ebenso wenig spiegeln sich diese Kluftsysteme in der Geländetopographie wider.

## ROHSTOFFE

Im Gebiet von Atlasblatt Winterthur findet sich sowohl in der Oberen Süsswassermolasse als auch in den quartären Ablagerungen eine Vielzahl von Abbaustellen mineralischer Rohstoffe, die heute mehrheitlich aufgelassen und oft aufgefüllt bzw. zugewachsen sind.

### *Nagelfluh, Sandstein, Glimmersandstein*

Für den lokalen Gebrauch (Kiesersatz) wurden in kleinen Gruben vielerorts die Molasse-Nagelfluhen des Hörnli-Schuttfächers abgebaut. Ähnliches gilt für die Knauersandsteine der Molasse. Eine grössere Anzahl von ehemaligen Abbaustellen der Sandsteine listen FISCHLI & WEBER (1916, S. 34) auf.

Eine grössere Bedeutung als Rohstoff hatten die Glimmersandsteine der Molasse auf dem Gebiet der nördlichen Blatthälfte, weil sie als Formsande oder Formsandzusätze für die Glas- und Giesserei-Industrie von Bedeutung waren (vgl. HOFMANN 1960). Abbaustellen von oberflächlich entkalkten Glimmersandsteinen befanden sich v.a. in der Gegend von Pfungen/Neftenbach.

### *Molassekohle*

Innerhalb der OSM wurden kleine Kohlevorkommen, z.B. im Gebiet Birnenstall bei Elgg, bei Kollbrunn oder beim Egghof in der Gemeinde Hagenbuch (ausserhalb des Kartengebiets) ausgebeutet. Beschreibungen finden sich in LETSCH (1899), LETSCH & RITTER (1925), VON MOOS (1944) und MAURER-WALLER (1992). Der bedeutendste Kohleabbau fand in Elgg zwischen 1781 und 1837 statt. Die durchschnittliche Mächtigkeit der abbauwürdigen Kohlen lag bei 24–34 cm bei einer maximalen Mächtigkeit von 96 cm (LETSCH 1899).

Weitere Angaben zu Stollen und Bergwerken finden sich im Archiv der Schweizerischen Gesellschaft für Höhlenforschung (SGH, 2008).

### *Kies*

Unter den Rohstoffgewinnungsstellen in den quartären Ablagerungen sind in erster Linie die Kiesgruben in den eiszeitlichen Schottern und die Lehmgruben (s. nächster Abschnitt) in den Gebieten Pfungen und Dättnu zu nennen. Grosse, heute weitgehend aufgefüllte Kiesgruben bestanden vor allem in den jüngeren Rückzugsschottern des Eulachtals bei Winterthur, wobei die Ausbeutung z.T. bis weit unter den Grundwasserspiegel erfolgte (z.B. Hegifeld östlich Winterthur oder Sportplätze bei Veltheim). Kies wurde aber nicht nur im Talsohlenbereich gewonnen, sondern z.B. auch auf den Höhen des Eschenbergs (Chüeferbuck, Langenberg), bei Wildberg und Unter Langenhard oder im Gebiet Chomberg. Grosse, heute z.T. noch als Feuchtbiotope bzw. Deponien dienende Gruben befinden sich

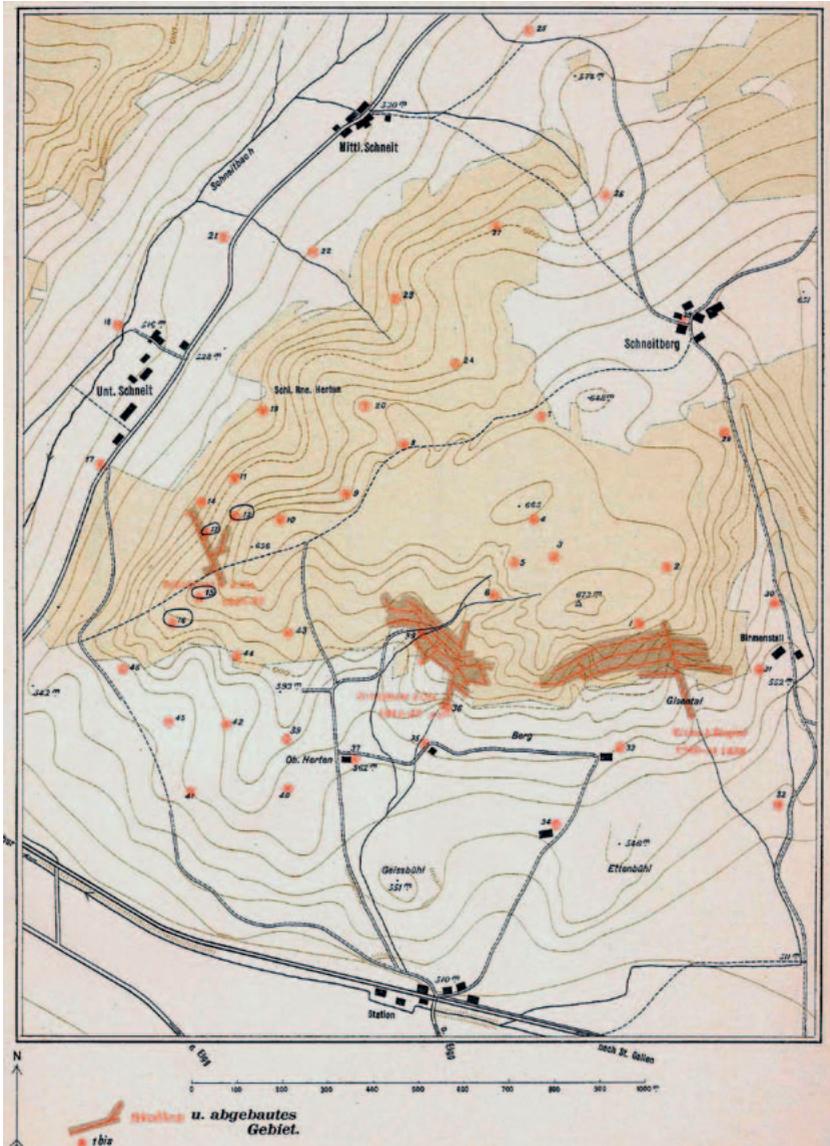


Fig. 11: Plan des ehemaligen Kohlebergwerks Elgg. Unverändert aus LETSCH (1899, Taf. 5).

im Rumstal bei Dättnau und v. a. bei Pfulgen. Kleinere Gruben bestanden auch im Gebiet zwischen Veltheim und Oberohringen.

*Ton, Lehm*

Wichtiger als der Kiesabbau war früher sicherlich die Lehmgewinnung für die Ziegeleiindustrie, vor allem im Gebiet um Pfulgen. Dort wurden die feinkörnigen Anteile der tonig-siltigen Seesedimente des spätletzteiszeitlichen Pfulgener Sees abgebaut (der sog. «Pfulgener Lehm», s. LUGEON 1907).

## HYDROGEOLOGIE

Die auf Blatt Winterthur dargestellten Grund- und Quellwasserfassungen sind aus der Grundwasserkarte des Kantons Zürich 1:25 000 übernommen ([www.gis.zh.ch](http://www.gis.zh.ch), Grundwasserkarte, Stand 2010). Dort sind auch die Grundwasservorkommen in den Lockergesteinen dargestellt und nach ihrer Mächtigkeit unterschieden. Für eine detaillierte Beschreibung der Grundwasservorkommen sei auf die Erläuterungen zur Grundwasserkarte des Kantons Zürich verwiesen (KEMPF et al. 1986).

Auf Blatt Bodensee der Hydrogeologischen Karte der Schweiz 1:100 000 (mit Erläuterungen) werden auch die Festgesteine hydrogeologisch charakterisiert. Eine Vorstellung von den Fließwegen des Gebirgswassers vermittelt die im Bericht der Nagra (1988) dargestellte Modellierung. Sie zeigt in der Oberen Süsswassermolasse abwärts gerichtete hydraulische Gradienten, während die Obere Meeremolasse darunter gewissermassen als Drainagetepich wirkt, mit Fließrichtungen gegen die Vorfluten Thur und Rhein im Nordwesten.

Im Folgenden werden die wichtigsten Quell- und Grundwasservorkommen kurz erläutert.

### *Quellen*

Kleinere und grössere Quellen sind innerhalb der Oberen Süsswassermolasse an der Basis von Sandstein- und Nagelfluhzonen häufig festzustellen. Im nord-westlichen Kartengebiet sind diese oft auch mit Glimmersandsteinen assoziiert. Wichtigere Fassungen befinden sich z.B. westlich Weisslingen (Dicki), südlich Rümikon (Höhwald-Spitzholz), östlich Zell (Oberrüti) oder nordöstlich Ober Schlatt (Funkenbühl). Westlich Burghof bei Elgg bewirkt eine kleine Kluftquelle in einem Knauer Sandstein eine hübsche Quelltuffkaskade (Koord. 707.000/259.360) gegen das Farenbachtobel.

Im Bereich der Quelltuffablagerungen «Tüfels Chilen» stammt das Wasser – mehrere Liter pro Sekunde – aus den hier über einem Moränenschleier bzw. dem Fels aufliegenden, eisrandnahen Schottern der Letzten Eiszeit ( $q_{sT}$ ). Grosse Quellen in derselben geologischen Position finden sich auch südlich Rossberg, südlich Kollbrunn (Dettenrieder Wald) und bei Unter Langenhard.

Mit den eisrandnahen, moränenbedeckten Schottern östlich Waltenstein (Gebiet Boli-Lucketen-Bömert) und bei Niderfeld-Sparrholz südlich Dickbuch sind weitere grosse Quellen verknüpft; in ähnlicher Position stehen die Quellen östlich Rikon (Riemenholz, Gde. Illnau-Effretikon).

Ausserhalb des letzteiszeitlichen Vergletscherungsgebiets sind insbesondere die Quellgruppen südlich Pfungen (Gebiet Schlossbuck: Grabi-Weitobel-Steinerholz) zu nennen, deren Einzugsgebiete in der sog. «Alten Moräne» ( $q_m$ ) liegen

und die an der Basis grösserer Glimmersandsteinkomplexe austreten. Weitere Glimmersandsteinquellen liegen östlich Neftenbach und bei Ober Schneit nördlich Elgg mit Einzugsgebieten in letzteiszeitlicher Moräne.

In den rein letzteiszeitlich geprägten Moränengebieten existiert eine Vielzahl von weiteren Quellen unterschiedlicher Schüttungsstärke, die hier nicht weiter kommentiert werden.

### *Grundwasserfassungen*

Die beiden eiszeitlichen, mit mächtigen, sehr gut durchlässigen Schottern verfüllten Haupttäler Tösstal und Eulachtal beherbergen regional sehr wichtige Grundwasserströme, in denen eine Vielzahl von Fassungen für Brauch- und Trinkwasserzwecke angelegt sind. Insbesondere im Stadtgebiet von Winterthur existieren zudem zahlreiche industrielle Brauchwasserfassungen.

Im Tösstal erreicht die nutzbare Grundwassermächtigkeit auf der gesamten Strecke zwischen Turbenthal und der Autobahn N1 mehr als 20 m, die grösste nachgewiesene Mächtigkeit liegt bei 45 m. Zwischen Steigbrunnen-Töss und Wülflingen dünnt der Grundwasserstrom auf unter 2 m aus. Bei der Einmündung des Eulachtals nimmt die Mächtigkeit wieder sprunghaft zu und erreicht im Hardholz östlich Pfungen in einer prägnanten Zone in den «Pfungener Lehmen» 24 m (Fassung Hard der Stadt Winterthur). Im Rumstal werden nur auf einer relativ kurzen Strecke über 10 m angegeben, i. Allg. beträgt die Aquifermächtigkeit nur wenige Meter.

In den erwähnten Gebieten sind folgende, für die lokale Wasserversorgung wie auch für die Stadt Winterthur sehr wichtigen Fassungen mit ihren Entnahmemengen zu nennen:

- Gmeiwerch südlich Turbenthal, konzessionierte Entnahme: 3000 l/min.
- Hornsäge östlich Rikon, Tösstal (für Stadt Winterthur), konzessionierte Entnahme: 12 200 l/min.
- Buechrain bei Rikon, Tösstal (für Stadt Winterthur), konzessionierte Entnahme: 3500 l/min.
- Hornwiden südlich Zell (für Gde. Zell), konzessionierte Entnahme: 12 000 l/min.
- Ober-Rikon (für Gde. Zell), konzessionierte Entnahme: 1930 l/min.
- Unter-Rikon (für Gde. Weisslingen), konzessionierte Entnahme: 3350 l/min.
- Kollbrunn (für Gde. Zell), konzessionierte Entnahme: 1000 l/min.
- Leisental zwischen Sennhof und Töss, konzessionierte Entnahme total: 56 000 l/min. (5 Fassungen für Stadt Winterthur: Oberes Leisental, Sennschür, Obere Au, Weiheracker, Mittlere Au; 1 Fassung für Nestle AG, ehemals Maggi AG).
- Weiertal bei Neuburg (für Stadt Winterthur), konzessionierte Entnahme: 1200 l/min.

Im Eulachtal erreicht die nutzbare Grundwassermächtigkeit auf der Strecke zwischen Elgg und Oberwinterthur-Grüze maximal 10 m; weiter stromabwärts bis zur Töss werden bis 20 m verzeichnet. Es existieren folgende, wichtige Trinkwasserfassungen:

- Schottikon (für Gde. Elsau), konzessionierte Entnahme: 1200 l/min.
- Hard westlich Wülflingen, konzessionierte Entnahme: 15 200 l/min; bedeutendste Einzelfassung auf Blatt Winterthur.

In den übrigen Gebieten mit jüngeren Rückzugsschottern bei Oberwinterthur und entlang des Chrebsbaches sind folgende Fassungen zu nennen:

- Rietacker, Wiesendangen, konzessionierte Entnahme: 1250 l/min.
- Reutlingen, konzessionierte Entnahme: 300 l/min.
- Brunnenwies/Unterohringen, Seuzach, konzessionierte Entnahme: 2400 l/min.
- Wisental, Hettlingen, konzessionierte Entnahme: 1000 l/min.
- Hofstetten, Neftenbach, konzessionierte Entnahme: 350 l/min.

Im Aathal-Schotter südöstlich Bassersdorf befindet sich folgende Fassung:

- Lattenbuck, Baltenswil, konzessionierte Entnahme: 2400 l/min.

## UR- UND FRÜHGESCHICHTE

Das Kartenblatt Winterthur ist in zahlreiche Landschaftsräume mit unterschiedlichsten topographischen, geologischen und klimatischen Charakteristika gegliedert. Im Norden öffnet sich die Landschaft gegen das Weinland, im Westen erhebt sich die Brüttemer Höhe als Riegel gegen das westwärts anschliessende Glatttal, gegen Südosten zu beginnt das stark gegliederte Tössbergland mit seinen zahlreichen Hügeln und stark verästelten Tälern. All diese Landschaftsräume werden von Südosten nach Nordwesten von der Töss durchschnitten.

Diese Vielgliedrigkeit ist einer der Gründe, weshalb sich die siedlungsgeschichtlichen Spuren der Menschen aus den vergangenen 15 000 Jahren in so variierender Dichte über diese Kulturlandschaft verteilen. Unterschiedliche Intensität der Bauaktivitäten in den vergangenen Jahrzehnten, aber auch der Forschungsdrang einzelner Lokalhistoriker haben zudem die heutige Verbreitungskarte mitgeprägt.

Das **Paläolithikum** (Altsteinzeit) beginnt mit den ersten Nachweisen von menschlichen Aktivitäten und dauert bis ca. 9000 v. Chr.

Fundstellen dieser frühen Zeitperiode sind im Kanton Zürich und auch in der Schweiz bis heute sehr selten. Mögliche Spuren früher menschlicher Besiedlung sind durch die zahlreichen Gletschervorstösse der Eiszeiten weitgehend zerstört worden. Abgesehen von Einzelfunden, etwa dem Faustkeil von Schlieren, beschränken sich die bekannten Überreste, meist Geräte aus Feuerstein (Silex) sowie Geweih- und Knochenartefakte, auf den letzten Abschnitt des Pleistozäns, als das Mittelland wieder eisfrei war.

Bedeutende Fundstellen kennt man zur Zeit erst aus der weiter entfernten Umgebung, so z. B. vom Pfäffiker- und Greifensee, dem Rafzer Feld, dem Glatt- und Furttal oder auch dem Kesslerloch bei Thayngen (Kt. SH). Bei diesen Fundstellen handelt es sich um Lagerplätze früher Jäger und Sammler aus der Zeit um ca. 11 500 bis 10 500 vor Chr.

Das **Mesolithikum** (Mittelsteinzeit) umfasst die Zeit von 9000–5000 v. Chr.

In jener Zeit war die Landschaft bereits weitgehend mit Wald bedeckt, die Folge einer allmählichen Klimaverbesserung während der vorausgegangenen Jahrtausende. Die Menschen jener Zeit lebten nach wie vor nomadisch als Jäger und Sammler in Kleingruppen. Typisch für diesen Zeitabschnitt sind kleine Feuersteingeräte von oftmals geometrischer Form (Mikrolithen).

Aus Winterthur und Umgebung kennt man aus jener Zeit bislang erst wenige Nachweise (z. B. Neftenbach-Steinmöri), während in den umliegenden Gebieten bereits zahlreiche Fundpunkte aus dem Mesolithikum überliefert sind (z. B. Seebachtal, Weinland, Glatttal).

Das **Neolithikum** (Jungsteinzeit) dauert von ca. 5000–2200 v. Chr.

Diese Epoche ist durch einen einschneidenden Wandel gekennzeichnet: Die nomadisierende Lebensweise der vorausgegangenen Perioden wurde aufgegeben, die Menschen wurden sesshaft, bauten Dörfer mit festen Häusern, legten auf geeigneten Böden Ackerflächen an und züchteten Vieh.

Aus dieser Zeit sind die ersten Bauerndörfer überliefert; sie liegen in unterschiedlichsten Landschaftszonen, wobei im Kantonsgebiet die Überreste im Bereich der Seeufer, die sog. «Pfahlbauten», dank günstiger Erhaltungsbedingungen besonders bedeutsam sind. Das Fundgut jener Zeit umfasst weiterhin Silex-, Geweih- und Knochengeräte, neu finden sich geschliffene Steinbeile sowie Gefässe aus gebranntem Ton.

Aus Winterthur und Umgebung kennt man zahlreiche Fundplätze dieser Zeit. Neben einer grossen Zahl von Einzelfunden ist ein Siedlungsnachweis aus der 2. Hälfte des 4. Jahrtausends in Oberwinterthur, Römerstrasse 229 bedeutsam, wo 1992 die Reste eines Grubenhauses der Horgener Kultur ausgegraben wurden. Ein Grubenhaus derselben Zeitstellung kennt man auch aus Neftenbach-Steinmöri.

Die **Bronzezeit** beginnt um 2200 v. Chr. und endet um 800 v. Chr.

Charakterisiert wird dieser Zeitabschnitt durch den neuen Werkstoff Bronze, aus dem man Geräte, Waffen und Schmuck herstellte. Der hierfür benötigte Rohstoff Kupfer wurde aus den Alpen, das Zinn aus noch weiter entfernten Gebieten importiert. Der neue Werkstoff hatte nicht bloss technologische Folgen, sondern auch zahlreiche gesellschaftliche Konsequenzen, denn dessen Verarbeitung erfolgte durch Spezialisten. Wegen des Rohstoffbedarfs nahm die Bedeutung des Handels in jener Zeit deutlich zu. Dessen Kontrolle ermöglichte den Reichtum Einzelner, es bildete sich allmählich eine soziale Oberschicht mit eigentlichen Machtterritorien heraus.

Aus der Bronzezeit sind aus Winterthur und Umgebung eine Vielzahl von Fundstellen bekannt. Es handelt sich um Siedlungsplätze, Gräber und Metalldepots sowie eine grosse Zahl von Einzelfunden.

Hervorzuheben sind u.a. die beiden Metalldepots, welche um 1822 in Winterthur-Wülflingen bzw. 1878 in Winterthur-Veltheim entdeckt wurden. Es handelt sich dabei vermutlich um Weihgaben an Gottheiten. Die aus unterschiedlichen Phasen der Bronzezeit stammenden Funde umfassten u. a. Beile, Nadeln, Waffen, Gusskuchen und anderes mehr.

Spuren bronzezeitlicher Landsiedlungen kennt man von zahlreichen Fundplätzen, u. a. aus Oberwinterthur, Winterthur-Seen (Tösstalstrasse), aus Neftenbach (z. B. Winterthurerstrasse), Elsau und Turbenthal.

In Neftenbach-Steinmöri wurden bei Notgrabungen in den Jahren 1988–1992 zahlreiche Brandgräber sowie Ritualgruben der beginnenden Spätbronzezeit (um 1200 v. Chr.) freigelegt. Weitere Bestattungen kamen 1991 an der Zürichstras-

se 55 zum Vorschein. Bei einem im Jahre 1895 im Eschenbergwald entdeckten Bronzeschwert oder bei den beiden feingerippten Bronzearmringen von Neftenbach-Pfarrhaus/Riedhof könnte es sich ebenfalls um Teile zerstörter Gräber handeln.

Die Anfänge der Befestigungsanlage auf dem Multberg bei Pfungen dürften aufgrund weniger Keramikreste spätbronzezeitlich datieren.

Die **Eisenzeit** dauert von 800–15 v. Chr.; sie wird unterteilt in die Hallstattzeit um 800–450 v. Chr. und in die Latènezeit um 450–15 v. Chr.

Typisch für diesen Zeitabschnitt ist die Herstellung von Geräten und Waffen aus Eisen, während der Schmuck weiterhin meist aus Bronze gefertigt wurde. Man siedelte in kleinen Gehöften (z. B. Neftenbach-Riedt, Oberwisen), daneben existierten auch grosse stadttähnliche Zentralorte, meist an topographisch-strategisch bedeutender Lage (z. B. das späteisenzeitliche Doppeloppidum von Rheinau ZH/Altenburg D).

In der Hallstattzeit wurden die Toten meist in reicher Tracht und mit vielen Beigaben unter künstlich aufgeschütteten Grabhügeln bestattet. Einen solchen kennt man aus Hettlingen-Heimistenholz. Mehrere frühhallstattzeitliche Gräber fanden sich auch in Neftenbach-Steinmöri.

Für die Latènezeit sind Flachgräber charakteristisch. Belege hierfür kennen wir u. a. aus dem Stadtgebiet von Winterthur (Wülflingen, Töss-Nägelsee, Oberwinterthur-Bäumlistrasse 39) oder Weisslingen-Burg; daneben sind aber auch Brandgräber bekannt (so in Elgg-Breiti).

Am Ende der Eisenzeit wurden erstmals Münzen geprägt. Belege hierfür kennt man u. a. aus Seuzach-Steinbüel, Neftenbach-Steinmöri oder Elgg-Breiti.

Die **Römerzeit** in der Schweiz dauert von 15 v. Chr. bis ca. 400 n. Chr.

In dieser Zeit überspannte ein dichtes Siedlungs- und Verkehrsnetz das Land. An bedeutenden Verkehrswegen befanden sich kleinere Siedlungen und grössere Zentren. Typisch für letztere sind Gebäude öffentlicher Nutzung, z. B. Foren, Thermen oder Theater.

In Oberwinterthur, dem römischen Vitudurum, entwickelte sich ab der Zeit um Christi Geburt eine bedeutende Zivilsiedlung. Ihre Blütezeit umfasst das 1. und 2. Jhdt. n. Chr.

Am Ende des 3. Jhdt. wurde der Kirchhügel noch von einer Mauer befestigt. Auch wenn bislang keine Spuren der Innenüberbauung überliefert sind, dürfte das Kastell Teil eines geplanten römischen Verteidigungssystems gewesen sein.

Daneben bestanden mancherorts bisweilen sehr ausgedehnte und oftmals auch luxuriös ausgestattete Landwirtschaftsbetriebe (sog. villae rusticae). Solche Gutshöfe kennt man in grosser Zahl, u. a. aus Bertschikon-Gundetswil, Tannwisen, Neftenbach-Steinmöri, Wiesendangen-Berg/Rebhof, Lindau-Eschikon, Steinmüri/Heidenrüti oder Zell-Reformierte Kirche.

Hervorzuheben ist der römische Sakralhort, bestehend u. a. aus zahlreichen Bronzestatuetten und anderen Kleinbronzen, der im Jahre 1709 in der Flur Eichbühl im Lindbergwald bei Winterthur entdeckt wurde.

Im Jahre 1986 kam im Bereich des römischen Gutshofes von Neftenbach-Steinmori ein Schatzfund zum Vorschein. In einer Bronzekanne befanden sich 1243 Silbermünzen des 2. und 3. Jhdt. n. Chr. Weitere römische Münzhorte kennt man auch aus Nürensdorf und Zell.

Von den zahlreichen römischen Strassenverbindungen in der Region konnten verschiedenenorts Teile der Verbindung von Oberwinterthur (Vitudurum) nach Pfyn (Ad Fines) nachgewiesen werden (so z. B. in Wiesendangen-Geissacker oder Rickenbach-Attikon, Breite/Rain).

Das **Mittelalter** umfasst die Zeit von 400–1500 n. Chr.

Im Frühmittelalter bilden im vorliegendem Gebiet weiterhin Bodenfunde, v. a. Grabfunde, die wichtigste Informationsquelle. Gräber aus dem 6. und 7. Jhdt. kennt man aus Winterthur u. a. von der Marktgasse, Schmidgasse 8, Stadthausstrasse 111 oder auch Kanzleistrasse/Bühlhofstrasse. In die gleiche Zeit datiert das 213 Bestattungen umfassende Gräberfeld von Elgg-Ettenbüel. Ins 7. Jhdt. datieren fünf Gräber aus der Kirche von Hettlingen. Die Grabhügelnekropole von Illnau-Effretikon-Giessen/Studenbrunnen datiert um 700. Aus der Kirche von Elsau stammt ein Aufsehen erregendes Frauengrab des 9. Jhdt., vermutlich die Bestattung einer Wiedergängerin.

In den vergangenen Jahren gelang mancherorts auch der Nachweis entsprechend früher Siedlungsreste. Im Jahre 2005 wurden an der Eulach in Winterthur ein Werkplatz sowie Uferverbauungen aus dem 6. Jhdt. freigelegt. Aus dem 7./8. Jhdt. kennt man die ersten Gebäudereste im Altstadtgebiet (z. B. Spitalgasse 1). In Oberwinterthur-Untere Hohlgasse/Bättmur gelang kürzlich der Nachweis von Siedlungsresten des 5.–12. Jhdt.

Die ältesten Kirchenbauten der Region datieren ins 7./8. Jhdt. (in Winterthur die Stadtkirche und die Dorfkirchen von Veltheim, Wülflingen und Oberwinterthur sowie die Kirchen von Elsau und Zell).

Ab dem Hoch- und v. a. ab dem Spätmittelalter stehen umfangreichere Baureste sowie schriftliche Quellen zur Verfügung. Städte, Burgen, Kirchen und Klöster sind die auffälligsten Baudenkmäler dieser Zeit. Das hier besprochene Gebiet ist eine der eindrucklichsten Burgenlandschaften des Kantons Zürich mit zahlreichen unterschiedlich gut erhaltenen Anlagen. Am bedeutendsten ist mit Sicherheit die Kyburg. Der älteste Bau entstand hier bereits vor 1000; um 1150 datiert der Beginn der Feudalburg mit den heute noch erhaltenen Teilen. Weitere bedeutende und gut erhaltene Burgen finden sich in Winterthur (Mörsburg, Hegi) oder Wiesendangen (Schloss). Daneben kennt man zahlreiche Ruinen (z. B. Alt- und Hoh-Wülflingen, Neftenbach-Wart, Oberembrach-Wagenburg, Turbenthal-Breitenlandenbergr oder Wildberg-Tössegg).

In Winterthur-Wülflingen, Berenberg befinden sich die bedeutenden Ruinen des Klosters Mariazell. Die Anlage wurde 1318 gegründet und 1527 bereits wieder aufgehoben. Die Anlage wurde 1970–1973 sowie 2009 archäologisch untersucht und restauriert.

Spuren ländlicher Besiedlung des Mittelalters kennt man u.a. aus Elgg-Schneitwisen (13.–15. Jhdt.).

Das genaue Alter zahlreicher, in den Wäldern erhaltener, mit Gräben und Wällen befestigter Anlagen (z.B. Winterthur-Gamser) ist meistens nicht bekannt. Ein Teil der Anlagen dürfte ins Mittelalter datieren.

## BOHRUNGEN

Auf dem Gebiet des Kartenblattes Winterthur ist für verschiedenste Zwecke (hydrogeologische Untersuchungen, Baugrunduntersuchungen, Rohstofferkundungen, Erdwärmenutzungen etc.) eine Vielzahl von Bohrungen abgetieft worden. Nur eine kleine Auswahl davon ist in der Karte dargestellt. Näher eingehen möchten wir hier nur auf die zwei Tiefbohrungen Lindau-1 und Bassersdorf sowie die Erdwärmesondenbohrung Winterthur-Dätttau.

### *Lindau-1*

1964 wurde durch die SEAG die Erdölexplorationsbohrung Lindau-1 abgeteuft (Koord. 692.815/255.098, Kote 516 m ü. M.), welche mit einer Tiefe von 2377,2 m die gesamte Molasse und auch das Mesozoikum durchörtete und in ca. 2365 m Tiefe den kristallinen Untergrund erreichte (BÜCHI et al. 1965a, b).

### *Bassersdorf*

Im Winter 1992/1993 wurde die Geothermiebohrung Bassersdorf (Koord. 690.280/255.000, Kote 455,70 m ü. M.) abgeteuft, welche eine Endtiefe von 800,3 m erreichte und in der Unteren Süsswassermolasse eingestellt wurde (vgl. Profil 1, Tafel I sowie BLASER et al. 1994).

### *Winterthur-Dätttau*

In Dätttau (Winterthur) wurden 2006 für eine grössere Überbauung zahlreiche Erdwärmesondenbohrungen abgeteuft. Drei davon wurden im Auftrag der Nagra durch die Firma magma AG beprobt und ausgewertet (magma AG 2007, ZAUGG et al. 2008). Die tiefste Bohrung SB 061207 bei den Koordinaten 695.058/259.541, Kote 469 m ü. M. erreichte eine Endtiefe von 288,5 m. Die Bohrung wurde in der Oberen Meeresmolasse eingestellt.

## LITERATURVERZEICHNIS

- BIEDERMANN, W. G. A. (1862): Petrefacten aus der Umgebung von Winterthur. I: Schildkröten. – Bleuler-Hausheer, Winterthur.
- (1863): Petrefacten aus der Umgebung von Winterthur. II: Die Braunkohlen von Elgg. Anhang: Hyainailourus sulzeri. – Bleuler-Hausheer, Winterthur.
  - (1868): Petrefacten aus der Umgebung von Winterthur. III: Mastodon angustidens CUV. – Bleuler-Hausheer, Winterthur.
  - (1873a): Petrefacten aus der Umgebung von Winterthur. IV: Reste aus Veltheim: Mastodon ang. CUV., Sus latidens CUV. – Westfelling, Winterthur.
  - (1873b): Sus latidens von Veltheim. – Progr. Beil. höh. Stadtschulen in Winterthur.
  - (1876): Mastodon angustidens Cuv. – Abh. Schweiz. Paläont. Ges. 3.
- BLASER, P., GUBLER, T., KÜPPER, T., MARSCHALL, P., MATTER, A., MATYAS, J., MEIER, B. P., MÜLLER, W. H., SCHLANKE, S., SCHLUNEGGER, F., SIEBER, N. & WYSS, E. (1994): Geothermiebohrung Bassersdorf. Charakterisierung der Oberen Meeresmolasse und Unteren Süsswassermolasse. – Nagra tech. Ber. NTB 94-01.
- BOLLIGER, T. (1992): Kleinsäugerstratigraphie in der miozänen Hörnlischüttung (Ostschweiz). – Documenta naturae 75.
- (1998): Age and geographic distribution of the youngest Upper Freshwater Molasse (OSM) of eastern Switzerland. – Eclogae geol. Helv. 91/3, 321–332.
  - (2003): Kleinsäugerfossilien der miozänen Thurgauer Molasse: vom Fund zur Auswertung. – Mitt. thurg. natf. Ges. 59, 113–123.
- BÜCHI, U. P. (1958): Zur Geologie der Oberen Süsswassermolasse (OSM) zwischen Töss und Glattal. – Eclogae geol. Helv. 51/1, 73–105.
- BÜCHI, U. P., LEMCKE, K., WIENER, G. & ZIMDARS, J. (1965a): Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 32/82, 7–38.
- BÜCHI, U. P., WIENER, G. & HOFMANN, F. (1965b): Neue Erkenntnisse im Molassebecken aufgrund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 58/1, 87–108.
- Büchi und Müller AG (1991): Geologisch/hydrogeologische Abklärungen für die Errichtung einer Reststoffdeponie in der Ziegeleigrube bei Pfungen. – Unpubl. Ber. z.Hd. Baudir. Kt. Zürich.
- BÜRGISSER, H. M. (1980): Zur Mittel-Miozänen Sedimentation im nordalpinen Molassebecken: Das «Appenzellergranit»-Leitniveau des Hörnli-Schuttfächers (Obere Süsswassermolasse, Nordostschweiz). – Mitt. Geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich, N.F. 232.
- CODON, D. J., WEBER, H. P. & SCHLANKE, S. (2008): Radiometrische Altersdatierungen an Bentonitproben aus der Oberen Süsswassermolasse (OSM), Zwischenbericht mit provisorischen Daten. September 2008. – Unpubl. Nagra Int. Ber. NIB 08-07.
- FISCHLI, H. & WEBER, J. (1916): Molassepetrefakten aus Winterthurs Umgebung. – Mitt. natw. Ges. Winterthur 11, 34–44.
- FREIMOSER, M. & FRANK, S. (1993): Isohypsen der Felsoberfläche im nördlichen Teil des Kantons Zürich und angrenzenden Gebieten. – Unpubl. Nagra Int. Ber. NIB 93-95.
- GEIGER, E. (1961): Der Geröllbestand des Rheingletschergebiets im allgemeinen und im besondern um Winterthur. – Mitt. natw. Ges. Winterthur 30, 33–53.
- Geopano (1988): Geologischer Bericht Erdsonden-Spülbohrung R. Meier, Reutlingerstrasse 115 (Reutlingen). – Unpubl. Geol. Ber. 20.06.1988.

- GUBLER, T. (1987): Zur Geologie der Oberen Süsswassermolasse zwischen Zürich und Zug. – Unpubl. Diplomarb. ETH Zürich.
- (2008): Geologische Grundlagen für die Beurteilung von Standortmöglichkeiten für ein geologisches Tiefenlager in der Oberen Süsswassermolasse (OSM). – Nagra Arb. Ber. NAB 07-21.
  - (2009): Blatt 1111 Albis. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Karte 134.
- GUBLER, T., MEIER, M. & OBERLI, F. (1992): Bentonites as time markers for sedimentation of the Upper Freshwater Molasse: geological observations corroborated by high-resolution single-Zircon U-Pb ages. – Abstr. 172. Jvers. SANW Basel, 12–13.
- HANTKE, R. und Mitarbeiter (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete, 1:50 000. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2.
- HESCHELER, K. & KUHN, E. (1949): Die Tierwelt der prähistorischen Siedlungen der Schweiz. In: TSCHUMI, O. (Ed.): Urgeschichte der Schweiz 1. – Frauenfeld.
- HESS, E. (1935): Molasse-Aufschlüsse bei Winterthur. – Mitt. natw. Ges. Winterthur 20, 109–128.
- (1945): Geologische Beobachtungen in Winterthur (1–4). – Mitt. natw. Ges. Winterthur 24, 113–128.
  - (1956): Geologische Beobachtungen in Winterthur: 6. Erratische Blöcke. – Mitt. natw. Ges. Winterthur 28, 75–90.
- HESS, E. & MADLIGER K. (1951): Geologische Beobachtungen in Winterthur: 5. Sölle am Komberg. – Mitt. natw. Ges. Winterthur 26, 55–63.
- HOFMANN, F. (1957): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 50, 289–322.
- (1960): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der Oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 53/1, 1–25.
  - (2003): Rekonstruktion der Entstehungsgeschichte der Oberen Süsswassermolasse (OSM) im Kanton Thurgau mit sedimentpetrographischen Methoden – Materialherkunft, Transport und Sedimentation – Zusammenhänge mit der Entstehung der Alpen. – Mitt. thurg. natf. Ges. 59, 31–51.
- HÜNERMANN, K. A. (1971): *Potamotherium miocenicum* (PETERS) (Carnivora, Mammalia) von Elgg, Kanton Zürich. – Abh. hess. Landesamt Bodenforsch. 60, 73–82.
- (1983): Berühmte Funde fossiler Proboscidea (Mammalia) vor 150 Jahren. – Eclogae geol. Helv. 76/3, 911–918.
- KÄLIN, D. (2003): Der Wellenberg bei Frauenfeld – die jüngsten Anteile der Oberen Süsswassermolasse der Ostschweiz: Biostratigraphische Daten und tektonische Implikationen. – Mitt. thurg. natf. Ges. 59, 125–147.
- KÄLIN, D. & KEMPF, O. (2009): High-resolution stratigraphy from the continental record of the Middle Miocene Northern Alpine Foreland Basin of Switzerland. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 254/1–2, 177–235.
- KÄSER, U. J. (1980): Glazialmorphologische Untersuchungen zwischen Töss und Thur. – Diss. Univ. Zürich.
- KAISER, K. F. (1973): Ein eiszeitlicher Wald im Dätttau. – Mitt. natw. Ges. Winterthur 34, 25–42.
- (1979): Ein späteiszeitlicher Wald in Dätttau bei Winterthur/Schweiz. – Diss. Univ. Zürich. – Ziegler Druck- und Verlags-AG, Winterthur.
  - (1993): Beiträge zur Klimageschichte vom späten Hochglazial bis ins frühe Holozän, rekonstruiert mit Jahrringen und Molluskenschalen aus verschiedenen Vereisungsgebieten. Habilitationsschrift. – Ziegler Druck- und Verlags-AG, Winterthur.
  - (1994): Mit Jahrringen und Schneckenschalen dem Eiszeitklima auf der Spur. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 139/3, 113–122.

- KELLER, B., BLAESI, H.-R., PLATT, N. H., MOZLEY, P. S. & MATTER, A. (1990): Sedimentäre Architektur der distalen Unteren Süsswassermolasse und ihre Beziehung zur Diagenese und den petrophysikalischen Eigenschaften am Beispiel der Bohrung Langenthal. – *Nagra tech. Ber. NTB 90-41*.
- KELLER, O. & KRAYSS, E. (2005): Der Rhein-Linth-Gletscher im letzten Hochglazial. 1. Teil: Einleitung; Aufbau und Abschmelzen des Rhein-Linth-Gletschers im Oberen Würm. – *Vjschr. natf. Ges. Zürich 150/1-2*, 19-32.
- KELLER, R. (1920): Vorweltliche Lokalfauna und -flora von Winterhur. – *Führer durch d. paläont. Samml. Stadt Winterthur*, 144–158.
- KEMPF, O. (1998): Magnetostratigraphy and facies evolution of the Lower Freshwater Molasse (USM) of eastern Switzerland. – *Diss. Univ. Bern*.
- KEMPF, O., BOLLIGER, T., KÁLIN, D., ENGESSER, B. & MATTER, A. (1997): New magnetostratigraphic calibration of Early to Middle Miocene mammal biozones of the North Alpine foreland basin. In: AGUILAR, J.-P., LEGENDRE, S. & MICHAUX, J. (Ed.): *Actes du congrès Biochrom'97*. (p. 547–561). – *Mém. Trav. E.P.H.E., Inst. Montpellier 21*.
- KEMPF, T., FREIMOSER, M., HALDIMANN, P., LONGO, V., MÜLLER, E., SCHINDLER, C., STYGER, G. & WYSSLING, L. (1986): Die Grundwasservorkommen im Kanton Zürich. Erläuterungen zur Grundwasserkarte 1:25 000. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 69*.
- KRAYSS, E. & KELLER, O. (1996): Hydrographie des Bodenseeraums während der letzten Vorlandvereisung. – *Schriftenr. Verein Bodensee 114*.
- LETSCH, E. (1899): Die schweizerischen Molassekohlen östlich der Reuss. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 1*.
- LETSCH, E. & RITTER, E. (1925): Die schweizerischen Molassekohlen, Teil III. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 12*.
- LUGEON, M. (1907): Die Tonlager in Neftenbach und Pfungen. – In: *Die schweizerischen Tonlager*. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 4*.
- magma AG (2007): Geologische Aufnahme EWS-Bohrungen SB 8, SB 061204 und SB 061207 Dättlau, Winterthur ZH. – *Kurzbericht. Auftragsnummer 06 126. 17.1.2007. Zürich*.
- MAURER-WALLER, U. (1992): Die Bergwerke im Kanton Zürich. – *Mitt. Heimatkundl. Ver. Furtal, Mitt. 21*, 40 S.
- MÜLLER, W. H., NAEF, H. & GRAF, H. R. (2002): Geologische Entwicklung der Nordschweiz, Neotektonik und Langzeitszenarien Zürcher Weinland. – *Nagra tech. Ber. NTB 99-08*.
- NAEF, H., BIRKHÄUSER, P. & ROTH, P. (1995): Interpretation der Reflexionsseismik im Gebiet nördlich Lägeren – Zürcher Weinland. – *Nagra tech. Ber. NTB 94-14*.
- NAEF, H. & FRANK, S. M. (2009): Neue Erkenntnisse zur Entstehung und zum Aufbau des Thurtaler Grundwasserträgers zwischen Bürglen und Niederneunforn. – *Mitt. thurg. natf. Ges. 63*, 63–108.
- MOOS, A. VON (1944): Der Kohlenbergbau im Kanton Zürich. – *NZZ 272*.
- Nagra (1988): Sedimentstudie – Zwischenbericht 1988. Möglichkeiten zur Endlagerung langlebiger radioaktiver Abfälle in den Sedimenten der Schweiz. – *Nagra tech. Ber. NTB 88-25*.
- PAVONI, N. & SCHINDLER, C. (1981): Bentonitvorkommen in der Oberen Süsswassermolasse und damit zusammenhängende Probleme. – *Eclogae geol. Helv. 74/1*, 53–64.
- PÖTSCHKE, R. (2001): Sanierung der Säureharzdeponie Tössegg. – *Schweiz. Baublatt, Nr. 90*.
- PREUSSER, F. (2004): Towards a chronology of the Late Pleistocene in the northern Alpine Foreland. – *Boreas 33*, 195–210.

- SCHINDLER, C. & KELLER, M. (1970): Sicherungsmassnahmen bei einem Einschnitt. – Strasse u. Verkehr *12/1970*, 652–654.
- SCHINZ, H. R. (1824): Knochen grosser Säugethiere in den Steinkohlengruben von Käpfnach und Elgg, sowie bei Buchberg im Kt. Schaffhausen. – Verh. schweiz. natf. Ges. *10*.
- Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung [SGH] (2008): Höhlen und Stollen in der Schweiz (Pläne und Beschreibungen). – Archiv SGH, unpubl.
- STEFFEN, M. & TRÜEB, E. (1964): Quartärgeologie und Hydrologie des Winterthurer Tales. – Mitt. natw. Ges. Winterthur *31*, 3–22.
- STEHLIN, H. G. (1914): Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. – Verh. natf. Ges. Basel *25*, 179–202.
- TANNER, H. (1944): Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli. – Mitt. thurg. natf. Ges. *33*, 1–108.
- Wanner AG (1991): Schweizerische Bundesbahnen. Neubaustrecke Zürich Flughafen – Winterthur (Brüttenertunnel). – Unpubl. Geol. Ber. SBB Bauabt. Kreis III vom 28.02.1991.
- WEBER, A. (1930): Die Glazialgeologie des Tösstales und ihre Beziehungen zur Diluvialgeschichte der Nordostschweiz. – Mitt. natw. Ges. Winterthur *17/18*, 1–91.
- WEBER, J. (1904): Über die Gebilde des Eiszeitalters in den Umgebungen von Winterthur. – Verh. schweiz. natf. Ges. *1904*.
- (1906): Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Winterthur. I. Teil, Blatt 66 Wiesendangen. – Mitt. natw. Ges. Winterthur *7*, 43–63.
  - (1908): Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Winterthur. II. Teil, Blatt 68 Turbenthal. – Mitt. natw. Ges. Winterthur *6*, 228–245.
  - (1911): Gletschergrundgeschiebe und Gletscherschifffläche an der Zelglistrasse in Winterthur. – Mitt. natw. Ges. Winterthur *9*, 136–139.
  - (1918): Zur Geologie und Bergbaukunde des Tösstales. – Mitt. natw. Ges. Winterthur *12*, 153–177.
  - (1924): Geologische Karte von Winterthur und Umgebung 1:25 000. – Geol. Spez.-Karte der Schweiz Nr. 107, mit Erläuterungen Nr. 21.
- WYSSLING, G. (2007): Blatt 1092 Uster. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Karte *128*.
- (2008): Blatt 1092 Uster. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Erläut. *128*.
- ZAUGG, A., SCHLANKE, S. & ALBERT, W. (2008): EWS-Bohrungen Winterthur/Dättbau und Frauenfeld/Ostpark: Geologische, mineralogische und petrophysikalische Untersuchungen. – Nagra Arb. Ber. NAB *07-22*.

### Literatur zur Ur- und Frühgeschichte

- GRAF, M., HEDINGER, B., JAUCH, V., RENOLD, C., TIZIANI, A. & WINDLER, R. (2001): Hintergrund - Untergrund. Archäologische Entdeckungsreise durch Winterthur. - Njbl. Stadtbibl. Winterthur 331.
- SPM - Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter. SPM 1: Paläolithikum und Mesolithikum (Basel 1993); SPM 2: Neolithikum (Basel 1995); SPM 3: Bronzezeit (Basel 1998); SPM 4: Eisenzeit (Basel 1999); SPM 5: Römerzeit (Basel 2002); SPM VI: Frühmittelalter (Basel 2005).
- Archäologie im Kanton Zürich. Berichte der Kantonsarchäologie Zürich. Erschienen sind bis heute die Berichte zu den Jahren 1987 bis 2005, Band 12-18 (Zürich und Egg 1994 bis 2006). Nachfolgepublikation: Archäologie im Kanton Zürich 01 (Zürich und Egg 2009). Die Berichterstattungen für die Jahre 1958-1992 erfolgten im Rahmen der Publikationsreihe Zürcher Denkmalpflege, Berichte 1 (Zürich 1961) - 11 (Zürich und Egg 1995).
- Geschichte des Kantons Zürich. Band 1: U. RUOFF et al., Frühzeit bis Spätmittelalter (Zürich 1995). Band 2: T. WEIBEL et al., Frühe Neuzeit - 16. bis 18. Jahrhundert (Zürich 1996).
- Burgenkarte der Schweiz-Ost. - Hrsg. vom Generalsekretariat des eidgenössischen Departementes für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS (Wabern 2007).

## KARTENVERZEICHNIS

**Geologische Karte der Schweiz 1:500 000 (2005)**

**Tektonische Karte der Schweiz 1:500 000 (2005)**

**Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200 000**

Blatt 3 Zürich – Glarus, von P. CHRIST & W. NABHOLZ, 1950.

**Geologische Karte der Schweiz 1:100 000**

Blatt III Liestal – Schaffhausen (2. Auflage, ohne Grenzgebiet), von C. MOESCH, U. STUTZ & W. VOGELANG, 1867.

Blatt IV Frauenfeld – St. Gallen, mit Ausschnitt Rheineck von Blatt V, von F. SCHALCH, A. GUTZWILLER & J. SCHILL, 1879.

Blatt VIII Aarau – Luzern – Zug – Zürich, von C. MOESCH & F. J. KAUFMANN, 1871.

Blatt IX Schwyz – Glarus – Appenzell – Sargans, von A. ESCHER V. D. LINTH, A. GUTZWILLER, C. MOESCH & F. J. KAUFMANN, 1875.

**Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000**

Nr. 16 Pfyn – Märstetten – Frauenfeld – Bussnang (SA 56–59), von E. GEIGER, 1943.

Nr. 52 Andelfingen (LK 1052), von F. HOFMANN, 1967.

Nr. 57 Hörnli (LK 1093), aufgenommen durch den geologischen Dienst der Armee, 1970.

Nr. 86 Wil (LK 1073), von F. HOFMANN, 1988.

Nr. 90 Zürich (LK 1091), von N. PAVONI, H. JÄCKLI & C. SCHINDLER, 1992.

Nr. 128 Uster (LK 1092), von G. WYSSLING, 2007.

**Geologische Spezialkarten**

Nr. 34 Die Drumlinlandschaft der Umgebung von Andelfingen (Kt. Zürich), 1:25 000, von J. HUG, 1905.

Nr. 107 Geologische Karte von Winterthur und Umgebung, 1:25 000, von J. WEBER, 1924.

Nr. 121 Geologische Karte der zentralen Nordschweiz, 1:100 000, von A. ISLER, F. PASQUIER & M. HUBER, 1984.

**Weitere geologische Karten mit topografischer Grundlage**

BW BÜHL, H. & WILDBERGER, A. (1986): Elgg – Sirnach; Geotechnische Karte der Vorkommen von Kies und dessen Alternativmaterialien, 1:50 000. In: JÄCKLI, H. & SCHINDLER, C. (1986).

E ELLENBERG, L. (1972): Geomorphologische Karte des untersten Tösstals und angrenzender Gebiete, 1:25 000. In: Zur Morphogenese der Rhein- und Tössregion im nordwestlichen Kanton Zürich. – Diss. Univ. Zürich.

Ha HANTKE, R. und Mitarbeiter (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete, 1:50 000. – In: Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2.

J<sub>1</sub> JÄCKLI, H. (1962): Geologische Karte Blatt Kloten, 1:25 000. In: Kloten. Vom Bauerndorf zur Flughafenstadt. – Orell Füssli, Zürich.

J<sub>2</sub> JÄCKLI, H. (1975): Flughafen Zürich. Geologische Karte 1:20 000. In: Flughafen Zürich, III. Ausbaustapen. – Dir. öff. Bauten Kt. Zürich.

- P PAVONI, N. & VOGT, E. (1971): Geologisch-prähistorische Übersichtskarte (Zürich und Umgebung), 1: 50 000. In: VOGT, E., MEYER, E. & PEYER, H. C.: Zürich von der Urzeit zum Mittelalter. – Berichthaus, Zürich.
- S STEIN, M. (1959): Geologische Karte der Gemeinde Dübendorf, ca. 1:14 000. In: Dübendorfs Grund und Boden. – Heimatb. Dübendorf.
- We WEBER, A. (1928): Geologische Karte des Unteren Tösstales und Unteren Glat-tales zwischen Dättlikon, Bülach und Eglisau, 1: 25 000. In: Mitt. natw. Ges. Win-terthur 17/18.
- W<sub>1</sub> WEBER, J. (1906): Geologische Karte des Blattes Wiesendangen, 1: 25 000. In: Mitt. natw. Ges. Winterthur 6.
- W<sub>2</sub> WEBER, J. (1908): Geologische Karte des Blattes Turbenthal, 1: 25 000. In: Geologi-sche Untersuchungen der Umgebung von Winterthur, II. Teil. – Mitt. natw. Ges. Winterthur 7.
- W<sub>3</sub> WEBER, A. (1928): Geologische Karte des obern Tösstales zwischen Wila und Bauma, 1: 25 000. In: Die Glazialgeologie des Tösstales und ihre Beziehungen zur Diluvialgeschichte der Nordostschweiz. – Mitt. natw. Ges. Winterthur 17/18.
- W<sub>4</sub> WETTSTEIN, A. (1885): Geologische Karte von Zürich und Umgebung, 1: 40 000. In: Geologie von Zürich und Umgebung. – Zürich.

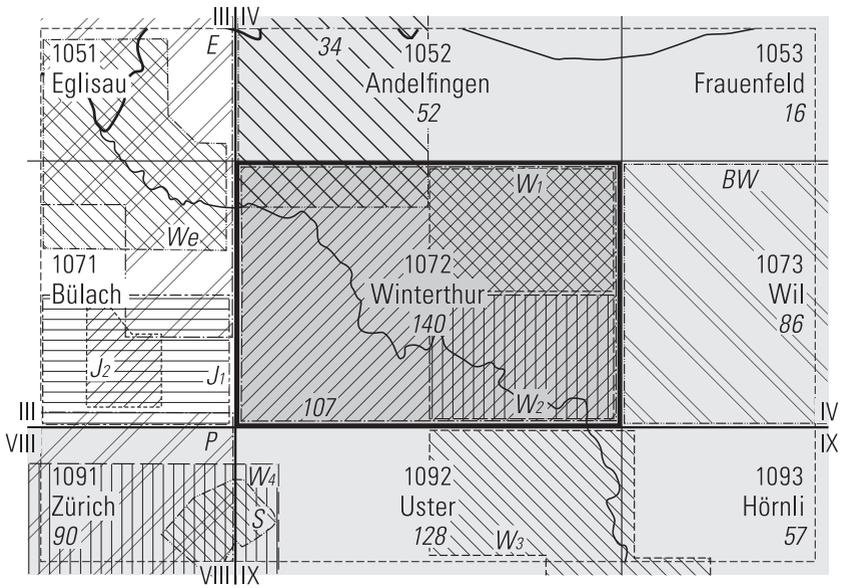


Fig. 12: Publierte geologische Karten (mit topographischer Grundlage).

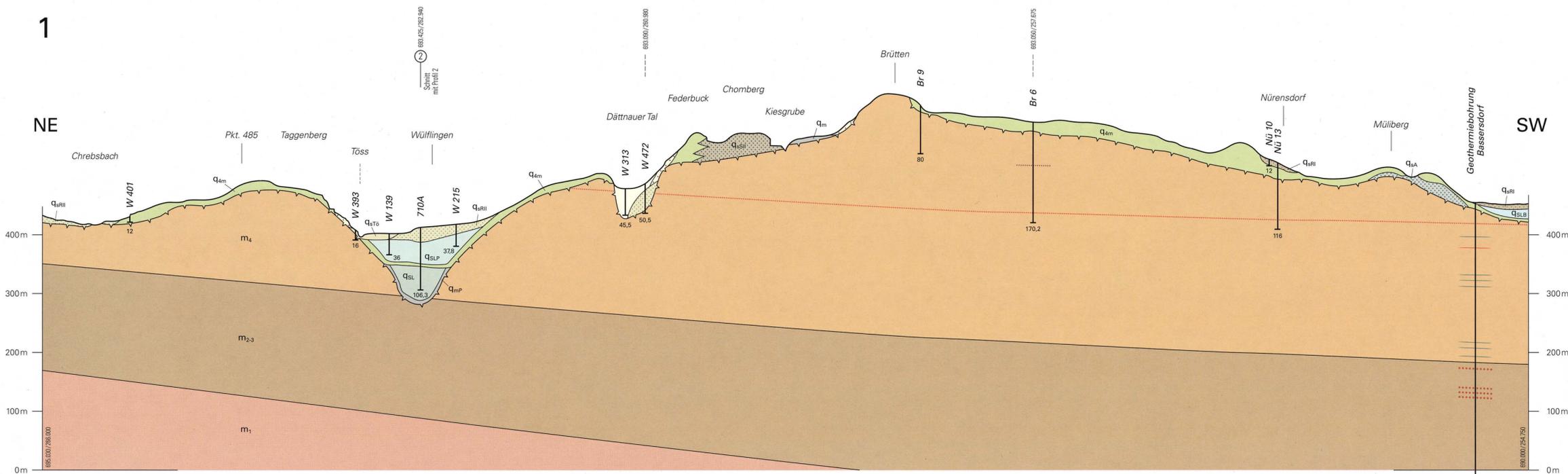


BEILAGEN

- Tafel I: Geologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Winterthur  
Tafel II: Quartärgeologisches Profil durch die Felsrinne von Pfungen  
Tafel III: Felsisohypsenkarte des Gebietes von Atlasblatt Winterthur 1: 50 000

1

NE



**Quartär**

- Holozän**
  - q<sub>L</sub>: Künstliche Auffüllung, Aufschüttung
  - q<sub>L</sub>: Verschemmtes feinkörniges Material
  - q<sub>L</sub>: Hanglehm – idem, sandig-kiesig
  - q<sub>L</sub>: Bachschuttablagerungen
  - q<sub>L</sub>: Spätglazialer Flussschotter im Tösstal
  - q<sub>L</sub>: Jüngerer Rückzugsschotter
- Spätes Pleistozän**
  - q<sub>SLP</sub>: Tonig-siltige Sedimente («Pfungener Schichten»)
  - q<sub>SLB</sub>: Älterer Rückzugsschotter
  - q<sub>SLB</sub>: Seesedimente bei Bassersdorf
  - q<sub>SLB</sub>: Stauschotter bei Chomberg
  - q<sub>SL</sub>: Moräne der Letzten Eiszeit
- Mittleres Pleistozän**
  - q<sub>SL</sub>: Nussberg-Schotter
  - q<sub>SL</sub>: Aathal-Schotter
  - q<sub>SL</sub>: Kaltzeitliche Seesedimente in der Felsrinne von Pfunzen, z.T. mit moränenartigen Lagen
  - q<sub>m</sub>: Moräne älterer Eiszeiten, z.T. als Verwitterungsdecke ausgebildet

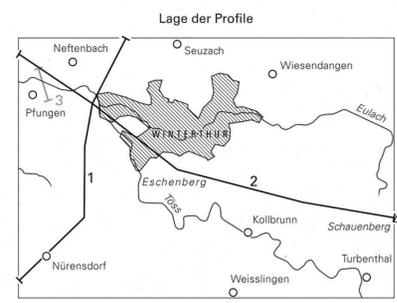
**Tertiär (Neogen)**

- Burdigalien-Serravallen**
  - m<sub>4</sub>: Obere Süswassermolasse (OSM)
  - Höchegg-Brekzie
  - Winterthurer Bentonit
  - Glimmersandstein, Niveau Wagenburg
  - Hypothetische Lage des Küssnacher Bentonites\*
  - Glimmersandstein, Niveau Lindau
  - Urdorfer Bentonit
  - Markante Kalkbank
- Aquit., Burdig.**
  - m<sub>2-3</sub>: Obere Meeresmolasse (OMM)
  - Markante Konglomeratbank
  - m<sub>1</sub>: Untere Süswassermolasse (USM)

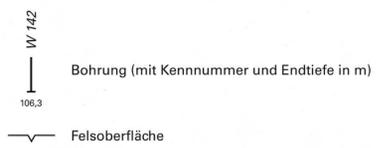
\*nach Bentonitishypsenkarte von T. Gubler (vgl. Hauptkarte)

**Geologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Winterthur**

von  
**Stephan Frank, Matthias Freimoser und Andres Wildberger**

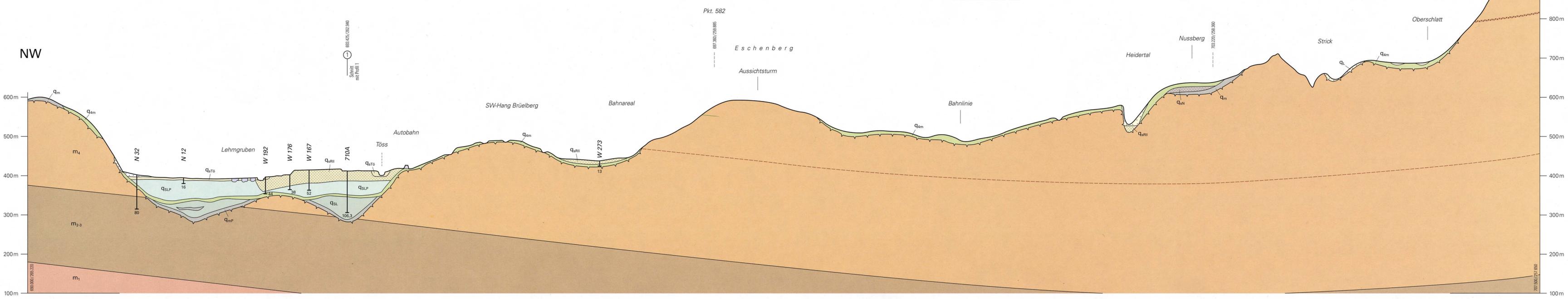


Massstab 1:25000/5000 (5-fach überhöht)

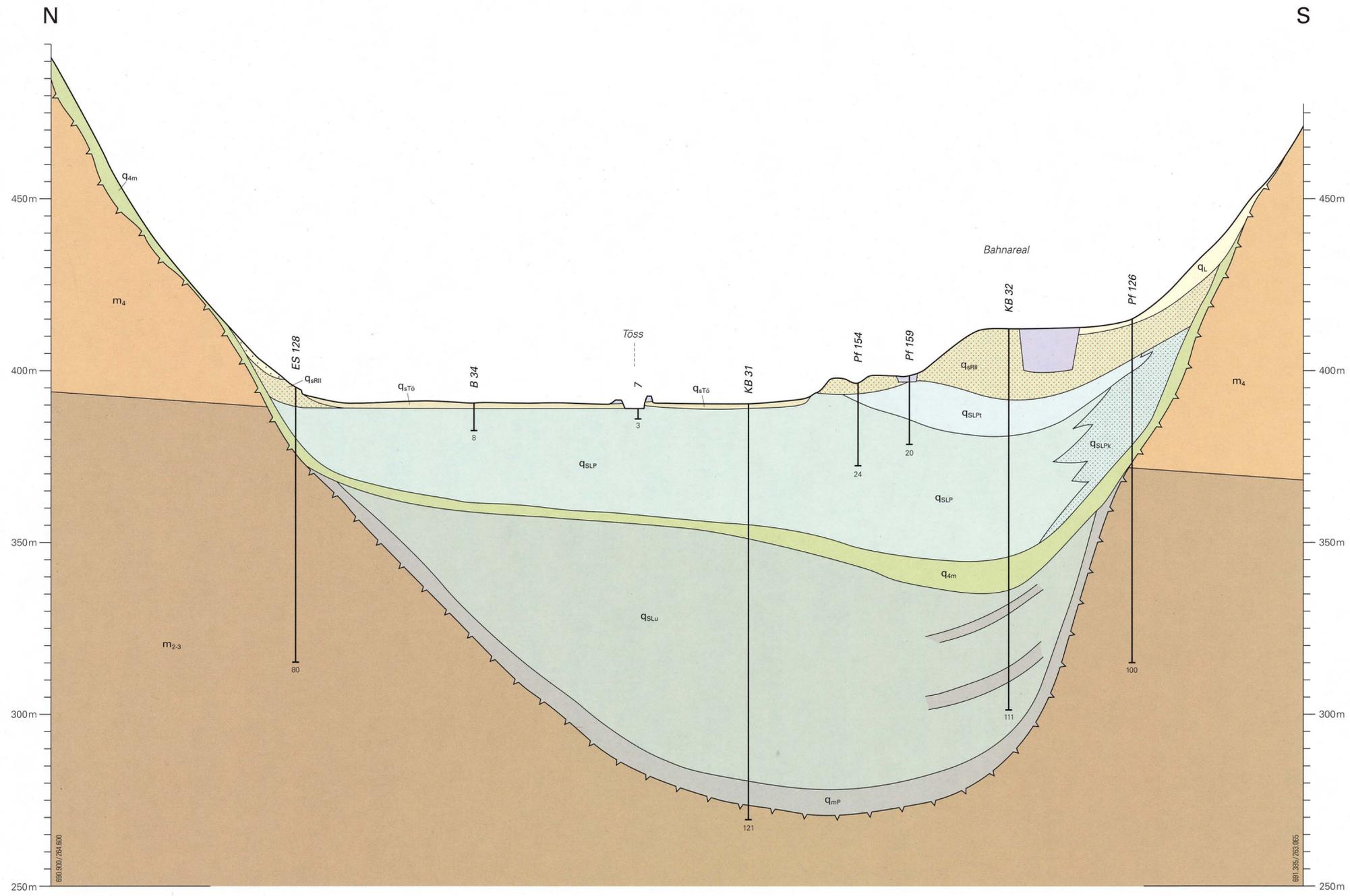


2

NW



3a

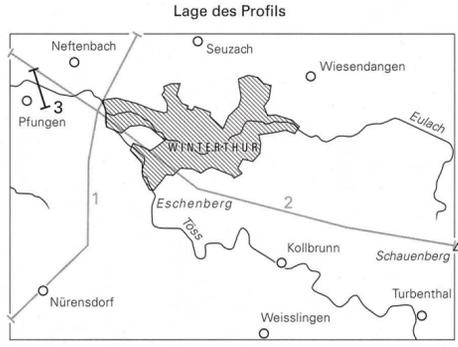


Massstab 1:5000/1000 (5-fach überhöht)  
0 100 200 300 400 500 m

**Quartärgeologisches Profil durch die Felsrinne von Pfungen**

von  
**Stephan Frank, Matthias Freimoser und Andres Wildberger**

(Grundlage: Bericht Büchi und Müller 1991)



**Quartär**

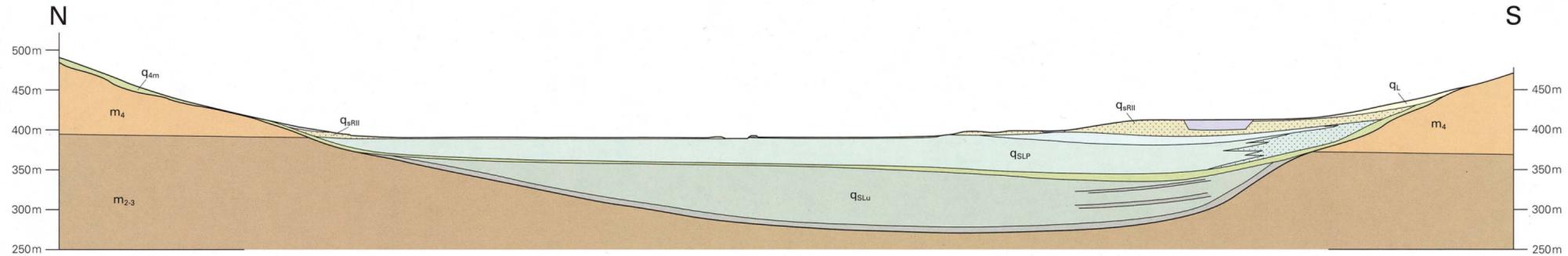
|                   |                   |  |
|-------------------|-------------------|--|
| Holozän           | q <sub>L</sub>    | Künstliche Auffüllung, Aufschüttung  |
|                   | q <sub>L</sub>    | Hanglehm – idem, sandig-kiesig   |
|                   | q <sub>sTö</sub>  | Spätglazialer Flussschotter im Tössstal, z.T. von geringmächtigen Alluvionen bedeckt   |
| Spätes Pleistozän | q <sub>sRII</sub> | Jüngerer Rückzugsschotter  |
|                   | q <sub>sLP</sub>  | Tonig-siltig-sandige Sedimente («Pfungener Schichten»)                                 |
|                   | q <sub>sLPt</sub> | Tonige Varietät («Pfungener Lehm»)   |
|                   | q <sub>sLPk</sub> | Kiesige Varietät   |
|                   | q <sub>4m</sub>   | Moräne der Letzten Eiszeit   |
| Mittl. Pleistozän | q <sub>sLu</sub>  | Kaltzeitliche Seesedimente in der Felsrinne von Pfungen, z.T. mit moränenartigen Lagen |
|                   | q <sub>mP</sub>   | Moräne älterer Eiszeiten in der Felsrinne von Pfungen                                  |

**Tertiär (Neogen)**

|                 |                  |                               |
|-----------------|------------------|-------------------------------|
| Burdig.-Serrav. | m <sub>4</sub>   | Obere Süsswassermolasse (OSM) |
|                 | m <sub>2-3</sub> | Obere Meeresmolasse (OMM)     |

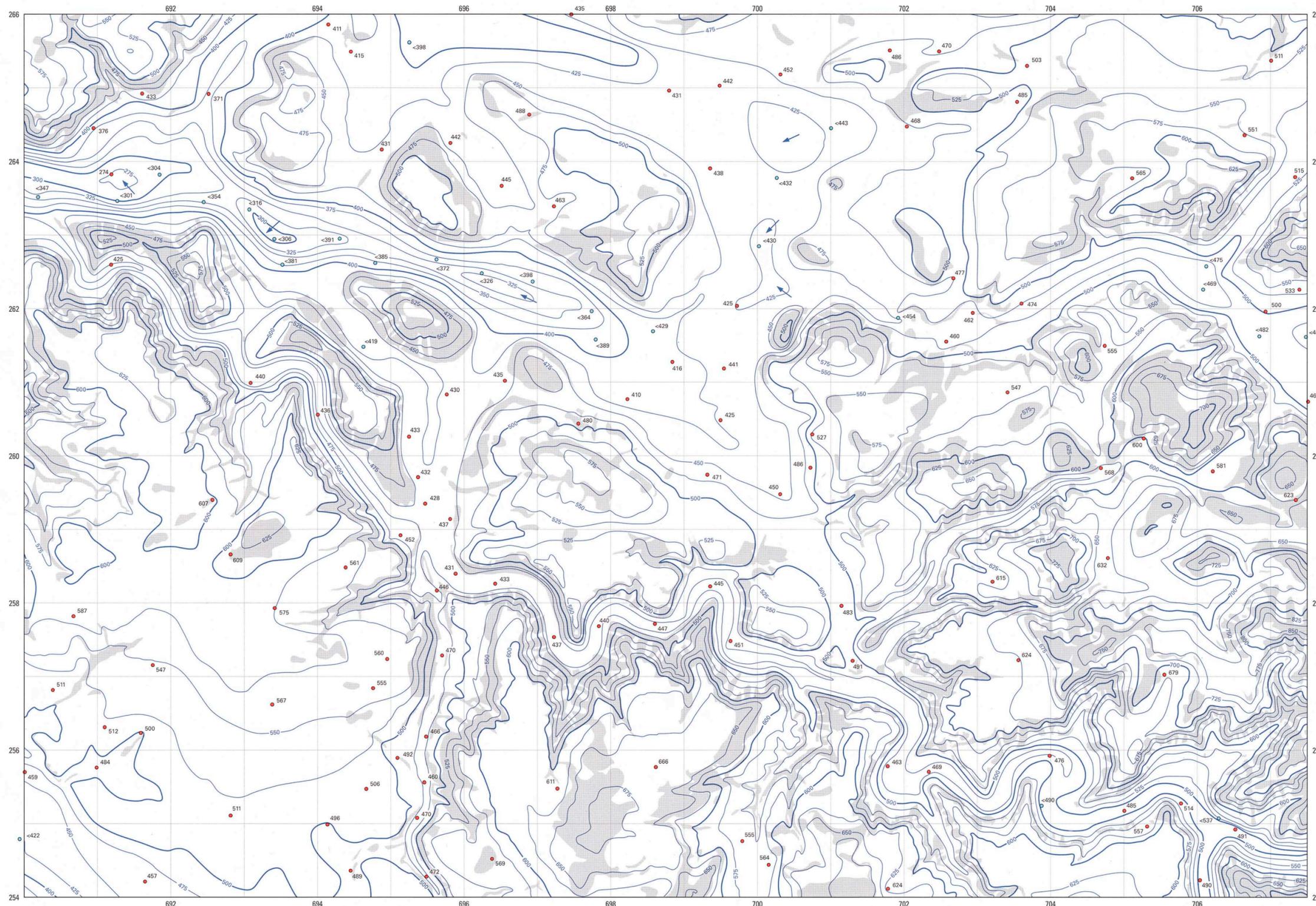
W 142  
106,3  
Bohrung (mit Kennnummer und Endtiefe in m)  
Felsoberfläche

3b



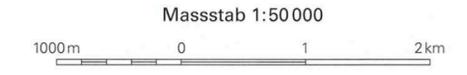
Massstab 1:5000  
0 100 200 300 400 500 m





### Felsisohypsenkarte des Gebietes von Atlasblatt Winterthur

von  
**Stephan Frank, Matthias Freimoser  
und Andres Wildberger**



Fels (Molasse), anstehend oder unter geringmächtiger Quartärbedeckung

533 Bohrung, Fels erreicht mit Kote Fels in m ü.M.

<482 Bohrung, Fels nicht erreicht mit Endtiefe in m ü.M.

625 Felsisohypse, mit Angabe m ü.M. (Äquidistanz 25m)

Senke

