

**Verfasser:** Dr. Heinrich Jäckli AG, Zürich

**Herausgeber:** Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich  
Amt für Gewässerschutz und Wasserbau  
Amt für Raumplanung

**Umschlagphoto:** Flugbildarchiv DESAIR AG, 8615 Wermatswil/Uster

# **Rohstoffkarte Kies des Kantons Zürich**

## **Erläuterungen**

Ausgabe 1996

## Inhaltsverzeichnis

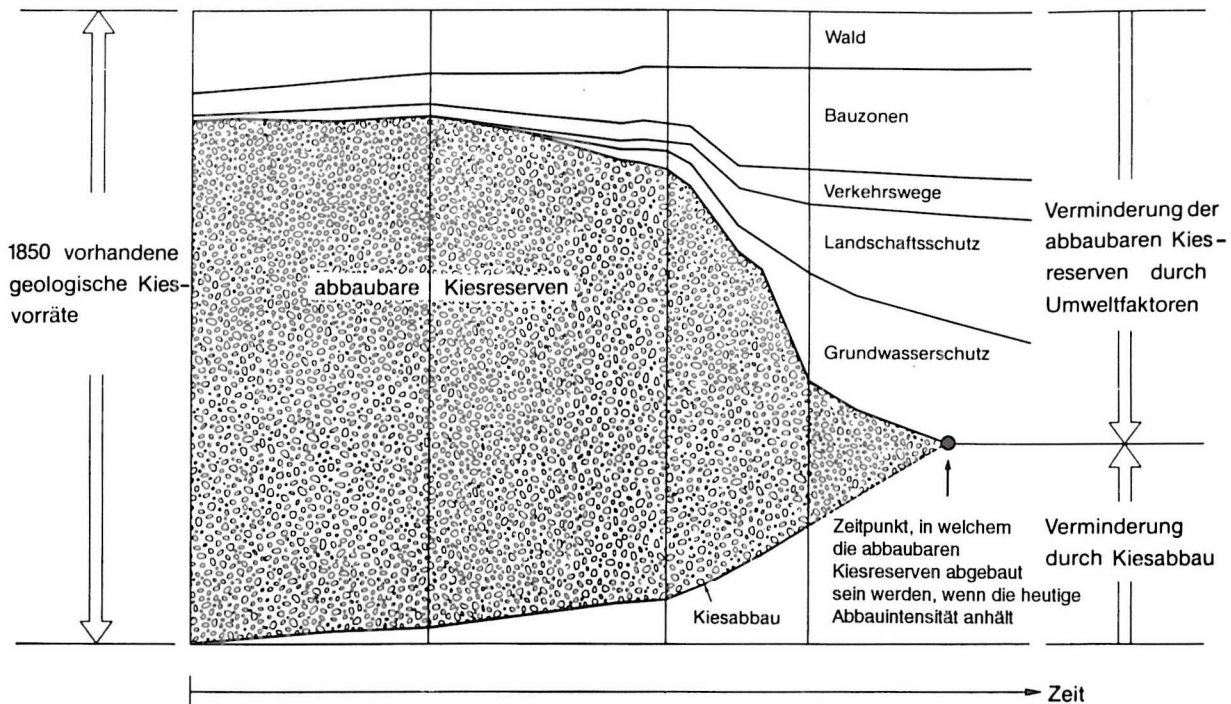
1. Einleitung	3
2. Vorgehen und Methodik	8
3. Geologische Übersicht	11
3.1 Mesozoische Gesteine	11
3.2 Molasse	11
3.3 Quartäre Ablagerungen	14
4. Geotechnische Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Materialien	19
4.1 Grundsätzliches	19
4.2 Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	20
4.3 Alluvialkiese über der Talsohle	21
4.4 Andere kiesige Lockergesteine	21
4.5 Festgesteine	22
5. Regionaler Beschrieb der Kiesvorkommen	23
5.1 Einleitung	23
5.2 Oberes und mittleres Glattal von Rüti bis Kloten	23
5.3 Zürichsee- und Limmattal	30
5.4 Knonauer Amt	36
5.5 Furttal, Wehntal, Bachsertal	38
5.6 Mittleres und unteres Glattal von Kloten bis Glattfelden	39
5.7 Windlacherfeld, nordwestlicher Kantonsteil	42
5.8 Tösstal und angrenzende Gebiete	44
5.9 Thurtal und angrenzende Gebiete	48
5.10 Rheintal und Rafzerfeld	52
5.11 Hochgelegene Schotter im nördlichen Kantonsteil	54
6. Volumen der Kiesvorkommen	57
6.1 Vorgehen bei der Volumenberechnung	57
6.2 Verfügbarkeit der Kiesvorkommen am Beispiel des Rafzerfeldes	58
Verwendete Unterlagen	63
<b>Anhang</b>	
Kiesvolumen	I–V

## 1. Einleitung

Im Kanton Zürich wurden im Zeitraum 1989–1994 jährlich zwischen 2.5 und 3.9 Mio. m<sup>3</sup> Kies (Festmass)\*) abgebaut.

Die wichtigste natürliche Bezugsquelle für diesen mineralischen Rohstoff mit seinen vorzüglichen Eigenschaften sind hochwertige Alluvialkiese, wobei die jungeszeitlichen Alluvialkiese in den Talsohlen die Hauptrolle spielen. Diese Kiesvorkommen erneuern sich nicht; ihr Abbau kommt deshalb einem Aufzehren nicht erneuerbarer Reserven gleich. Zudem gewinnen bei der Kiesbewirtschaftung einschneidende Interessenkonflikte immer mehr an Bedeutung (Bauzonen, Verkehrsanlagen, Grundwasserschutz, Natur- und Landschaftsschutz, Wald, Landwirtschaft). Durch solche Interessenkonflikte wurden in den letzten Jahrzehnten in vielen Gebieten mehr potentielle Kiesreserven der Nutzung entzogen als durch den eigentlichen Kiesabbau verschwanden. Kies wird dadurch in einzelnen Regionen zusehends zur Mangelware (Figur 1).

Figur 1: Verminderung der abbaubaren Kiesvorkommen (schematische Darstellung nach Jäckli & Schindler, 1986)



\*) Aus 1 m<sup>3</sup> Festmass entstehen rund 1.25 m<sup>3</sup> Lockermaterial.

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Rohstoff- und Materialprobleme» bearbeiteten H. Jäckli und C. Schindler von 1979 bis 1984 das Projekt «Möglichkeiten der Substitution hochwertiger Alluvialkiese durch andere mineralische Rohstoffe». Ziel dieses Projektes war, aufgrund der zusehends schwindenden Verfügbarkeit des hochwertigen Alluvialkieses Alternativmaterialien zu suchen und diese systematisch auf ihre Eignung für die verschiedenen Verwendungszwecke zu prüfen.

Aus der Studie und der bisherigen Kiesgewinnungspraxis kann für den Kanton Zürich abgeleitet werden, dass sich zur Rohstoffgewinnung in erster Linie Alluvialkiese, daneben aber auch andere kiesige Lockergesteine anbieten. Dies sind, trotz grosser Bemühungen im Bereich Bauschuttrecycling, die unerlässlichen Hauptrohstoffe der Bauwirtschaft. Es gilt daher, diese beschränkten Kiesvorkommen im Kanton planerisch zu erfassen.

Als Grundlage einer solchen Planung werden seit 1989 vom Amt für Gewässerschutz und Wasserbau bei allen Betreibern von Kiesgruben die Abbau- und Auffüllkubaturen erhoben und in den «Zahlen zur Kieswirtschaft» jährlich veröffentlicht. Zudem wurde 1990/91 ein Kieskataster erstellt (revidiert 1994). Darin werden die Abbau- und Auffüllreserven der aktuellen Gruben erfasst; dies unter Berücksichtigung der in den überkommunalen Richtplänen festgesetzten Gebiete für Materialgewinnung und Ablagerungen von Aushubmaterial. Aus den «Zahlen zur Kieswirtschaft» und dem Kieskataster ergeben sich Daten über Bedarf und Abbaureserven für die kurz- und mittelfristige Planung. Es können daraus jedoch keine Aussagen über den tatsächlichen Umfang der Kiesvorkommen im Kanton Zürich abgeleitet werden. Für die längerfristige Kiesplanung sind detailliertere Unterlagen bereitzustellen.

Bis anhin stützten sich die Planfestsetzungs- und Bewilligungsinstanzen auf mehr oder weniger lokale Kenntnisse über Kiesvorkommen, z.B. aus Unterlagen zu Abbaugesuchen. Für die sachgerechte Bewirtschaftung der Kiesvorkommen ist es aber sinnvoll, die Kiesabbaugebiete und ihre Abbau-Etappierung und Erschliessung aufgrund systematisch zu erarbeitender, vorwiegend geologischer Unterlagen festzusetzen. Das öffentliche Interesse sowie die regionale Verteilung der Kiesvorkommen bilden zusätzliche Entscheidungskriterien, welche mit berücksichtigt werden müssen.

Damit ergab sich für eine sachgerechte Bewirtschaftung der Kiesvorkommen folgende Zielsetzung:

Zum Zweck der langfristigen Sicherung der Kiesrohstoffe ist als Grundlage eine Rohstoffkarte Kies zu erstellen. Diese soll sowohl dem Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (AGW), wie auch dem Amt für Raumplanung (ARP) als Planungsinstrument für die zukünftige Kiesbewirtschaftung dienen. Sie muss zu diesem Zweck alle wichtigen Kiesvorkommen im Kanton Zürich, abgestuft nach Kiesqualität und abbaufähiger Mächtigkeit über dem Grundwasserspiegel, aufzeigen.

Die Rohstoffkarte Kies ist eine geologische Karte. Anderweitige Nutzungsansprüche und Interessenkonflikte sind bewusst nicht berücksichtigt.

Die Dr. Heinrich Jäckli AG wurde im Oktober 1992 durch die Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich mit der Bearbeitung der Rohstoffkarte Kies für den Kanton Zürich beauftragt.

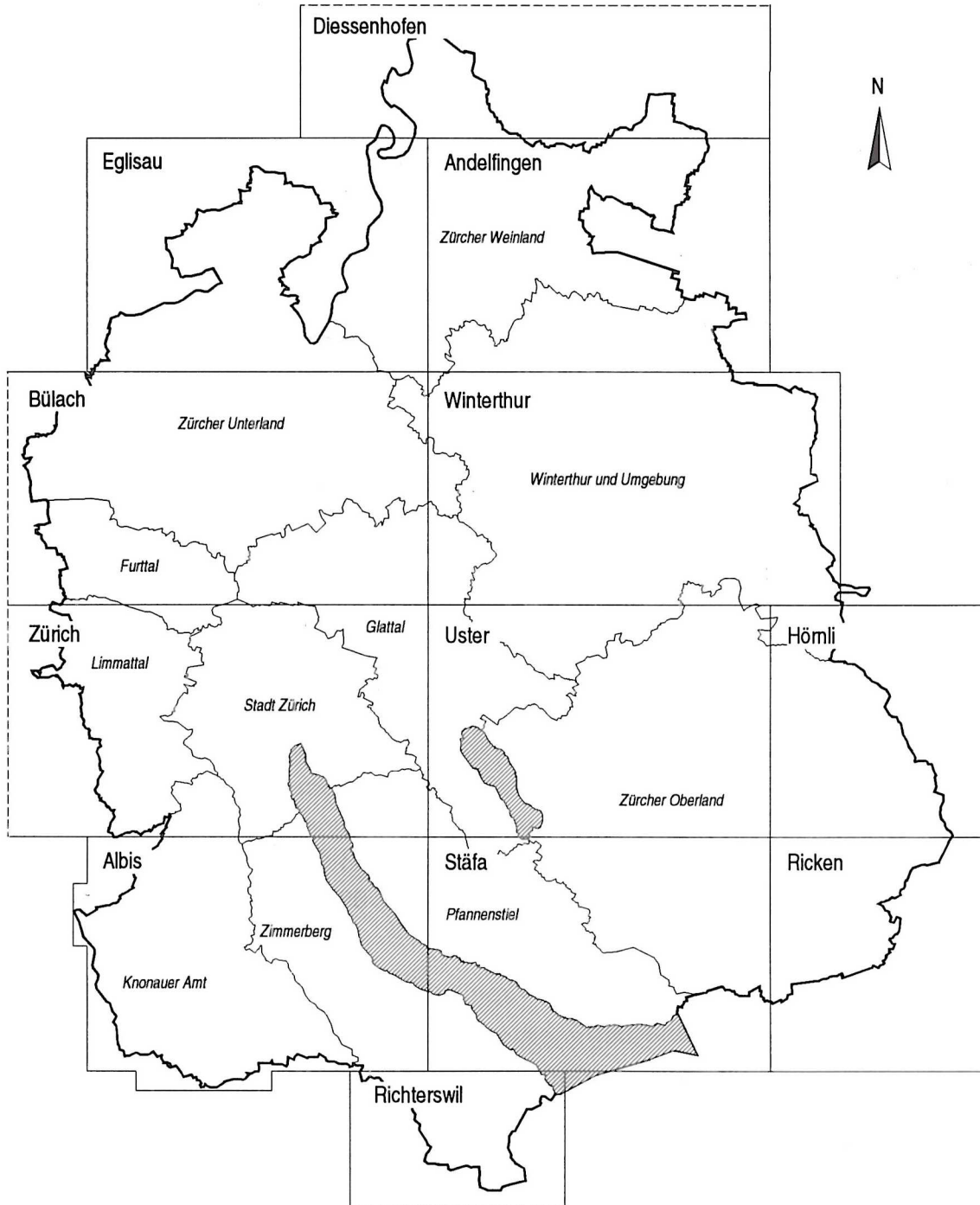
Die Karte war auf der Grundlage der Landeskarte 1:25'000 (Einteilung der Kartenblätter analog zur Grundwasserkarte des Kantons Zürich) zu erstellen (*Figur 2*).

Die Bearbeitung der Karte erfolgte auf dem Geographischen Informationssystem (GIS) ARC/INFO; anfänglich auf dem System des Kantonalen Vermessungsamtes, später auf dem firmeneigenen System des Büros Jäckli. Alle Daten wurden so verarbeitet, dass mit dem Geographischen Informationssystem ARC/INFO jederzeit eine Weiterbearbeitung möglich ist, z.B. Überlagerung anderweitiger Nutzungsansprüche etc.

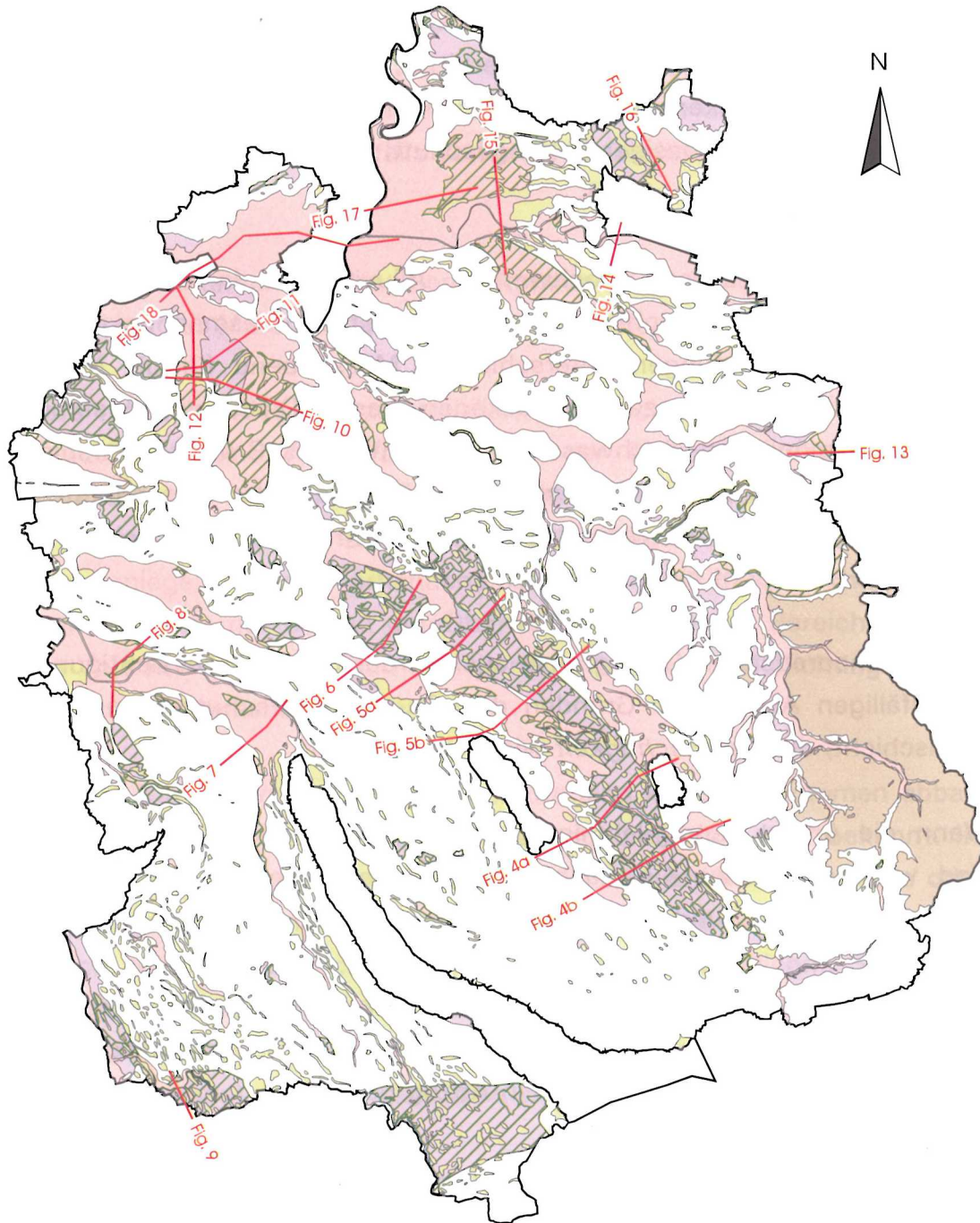
Die einzelnen Blätter der Rohstoffkarte Kies wurden zwischen 1992 und 1995 erarbeitet. Folgende Bearbeitungsreihenfolge wurde gewählt:

1992 die südlichen Kartenblätter:	Stäfa, Ricken, Richterswil und Albis,
1993 die zentralen Kartenblätter:	Zürich, Uster und Hörnli
und 1994/95 die nördlichen Kartenblätter:	Bülach, Winterthur, Eglisau, Andelfingen und Diessenhofen.







Figur 2: Blatteinteilung der Rohstoffkarte Kies mit Angaben zur raumplanerischen Regioneneinteilung



Figur 3: Die Kiesvorkommen im Kanton Zürich  
Geologische Übersichtsskizze mit Lage der Profilsuren



Legende:

-  Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle
-  Alluvialkiese über der Talsohle, oft verkittet
-  Deckschichten über dem Kies mehr als 3 m mächtig
-  Andere kiesige Lockergesteine
-  Festgesteine (Kalk, Nagelfluh)
-  Profilsur mit Figurennummer

## 2. Vorgehen und Methodik

Auf der Grundlage der Landeskarte im Massstab 1:25'000 wurden in der Reihenfolge ihrer geotechnischen Eignung (*Kapitel 4*) folgende Rohstoffe ausgeschieden:

1. Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle,
2. Alluvialkiese über der Talsohle, oft verkittet,
3. Andere kiesige Lockergesteine (kiesreiche Moränen, Wallmoränen, Drumlins, kiesiger Bachschutt, kiesiger Gehängeschutt),
4. Festgesteine (Nagelfluh, Kalk).

Innerhalb der Güteklassen «Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle» und «Alluvialkiese über der Talsohle, oft verkittet», ist die Kiesmächtigkeit mit unterschiedlichen Farbabstufungen unterschieden. Massgebend für die Mächtigkeitsermittlung ist die Untergrenze des trockenen Kiesel. Diese wird bestimmt durch den höchsten möglichen Hochwasserstand (HHW) des Grundwasserspiegels. Zu diesem Zweck wurde als Arbeitsunterlage zunächst eine Isohypsendarstellung des höchsten möglichen Hochwasserstandes (HHW) entworfen, welcher auf der Rohstoffkarte aber nicht eingetragen ist.

Von dieser theoretischen Untergrenze aus wurde, ohne Berücksichtigung der bei einem allfälligen Abbau aus Gründen des Grundwasserschutzes zu belassenden Materialschicht, die *Kiesmächtigkeit* wie folgt ermittelt:

- Wenn die (meist sandig-lehmigen) *Deckschichten weniger als 3 m mächtig* sind, wurden diese zur Kiesmächtigkeit hinzugerechnet, da man davon ausging, dass sie aufbereitet und verwendet werden können.
- Wenn die *Deckschichten über dem Kies mehr als 3 m mächtig* sind, ist dies mit einer grünen Diagonalschraffur dargestellt, und die Deckschichten wurden bei der Ermittlung der Kiesmächtigkeit in Abzug gebracht.

Die Mächtigkeit der Alluvialkiese (Pos. 1 und 2) ist in folgenden vier Abstufungen dargestellt: 0–5 m, 5–10 m, 10–20 m, > 20 m. Wenn Alluvialkiese zwar vorhanden ist, aber unter dem höchsten möglichen Hochwasserspiegel liegt, ist das entsprechende Kiesvorkommen in blassblauer Farbe dargestellt.

Bei einigen Alluvialkiesvorkommen konnte die trockene Kiesmächtigkeit nur grob abgeschätzt werden, da die regionalen Kenntnisse der Vorkommen mangelhaft

oder die Grundwasserverhältnisse oder die Mächtigkeit der Deckschichten schlecht dokumentiert sind. Solche Vorkommen sind mit horizontal gestreifter Mächtigkeitsabstufung als *vermutet* dargestellt.

Im Hinblick auf eine mögliche Substitution hochwertiger Alluvialkiese durch andere kiesige Lockergesteine sind kiesreiche Ablagerungen, wie kiesreiche Moräne, Wallmoräne, Drumlins sowie kiesiger Bach- und Gehängeschutt, als «andere kiesige Lockergesteine» je nach Mächtigkeit in *zwei Farbstufen* dargestellt. Die Lage des Grundwasserspiegels sowie allenfalls vorhandene Quellen wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Überlagern sich unterschiedliche Kiesvorkommen, so ist auf der Rohstoffkarte Kies, ungeachtet der Materialqualität, nur das oberste Vorkommen dargestellt.

Als weitere mögliche Kies-Ersatzmaterialien sind auch abbauwürdige «Festgesteine», wie z.B. einzelne *Nagelfluhschichten* der Molasse, zusammenhängende *Nagelfluhvorkommen* im Hörnligebiet sowie *Kalke* des Juras in der Lägernfalte und am Rheinfall, mit je einer eigenen Signatur kartiert. Auch hier wurden die Lage des Grundwasserspiegels sowie vorhandene Quellen nicht berücksichtigt. Bei den Festgesteinen wurde nur der an der Oberfläche anstehende Bereich kartiert. Die jeweiligen Vorkommen setzen sich aber je nach Geometrie, Schichtlage etc. meist unter der Lockergesteinsbedeckung fort.

In den auf der Karte *nicht kolorierten Gebieten* sind *keine* Vorkommen abbauwürdiger Alluvialkiese oder Kies-Ersatzmaterialien dokumentiert oder bekannt. In diesen Gebieten liegen entweder undifferenzierte Felsschichten der Molasse oder des Juras, oder aber heterogen aufgebaute, meist feinkörnige Lockergesteine wie lehmige Moräne, lehmiger Bachschutt, Gehängelehm, Schwemmlehm, Seebodenlehm etc. vor. Kiesige Varietäten dieser Lockergesteine könnten allenfalls stellenweise für lokale Bedürfnisse Verwendung finden (z.B. zur Befestigung von Waldsträsschen, Flurwegen). Diese Vorkommen sind aber in quantitativer Hinsicht ohne Bedeutung.

Andere mögliche Rohstoffe sind auf der Karte nicht dargestellt, wie z.B. feinkörnige Sedimente (d.h. Seebodenlehm, Silt und Feinsand), ebensowenig Rohstoffe für die Ziegelei- oder Zementindustrie.

In der Rohstoffkarte Kies eingetragen sind ferner alle *Kiesgruben* gemäss Kieskataster des Kantons Zürich (Stand 1993) sowie *ehemalige Kiesgruben*, welche *heute meist aufgefüllt* sind. Grundlage für deren Kartierung war eine systematische Erhebung aller seit 1880 in den Karten der Schweizerischen Landestopographie aufgeführten Grubenstandorte mit einer Fläche von mehr als 2'000 m<sup>2</sup>. Wenn die beiden genannten Bezugsquellen Differenzen bezüglich der Begrenzungen ehemaliger Gruben aufwiesen, wurde jeweils die Umhüllende der Grubenstandorte dargestellt. In diesen Gebieten sind die in der Karte dargestellten Rohstoffe bereits abgebaut.

### 3. Geologische Übersicht

#### 3.1 Mesozoische Gesteine

Gesteine des Mesozoikums, namentlich des Juras, treten im Kanton Zürich nur an zwei Stellen an die Oberfläche: in Form einiger Aufschlüsse mit *Jurakalken* bei Laufen am Rheinfall und in der Lägernkette zwischen dem Burghorn und Dielsdorf.

Die Lägern ist der östlichste Ausläufer des Faltenjuras. Sie wurde im Laufe der Jurafaltung vor rund 10 Mio. Jahren aus den umgebenden Molassegesteinen herausgehoben, wobei diese steil aufgerichtet wurden. Sie tritt heute als aufgebroschene, in sich überschobene Faltenstruktur in Erscheinung. Im Faltenkern sind Gesteine des Unteren und Mittleren Juras (Lias, Opalinuston, Mittlerer Dogger) aufgeschlossen. Der schmale, überkippte Nordschenkel, vor allem aber der Südschenkel, welcher den markanten Grat der Hochwacht und des Städtchens Regensberg bildet, werden durch Kalkschichten des Oberen Juras (Malm) aufgebaut. Bei Dielsdorf tauchen diese Kalkschichten, durch verschiedene Verwerfungen stufenweise tiefer gesetzt, unter die Molasseschichten ab.

Die Kalkschichten des Malm der Lägern-Falte stellen einen geeigneten Rohstoff für die Gewinnung von Brechsotter dar. Sie sind auf der Rohstoffkarte Kies als geeignete *Festgesteine* dargestellt.

#### 3.2 Molasse

Praktisch im ganzen Kanton Zürich bilden Gesteine der Molasse den Felsuntergrund. Diese lassen sich stratigraphisch in folgende Formationen gliedern (von oben nach unten):

*Obere Süsswassermolasse*

*Obere Meeresmolasse*

*Untere Süsswassermolasse*

Im überwiegenden Teil des Kantonsgebietes stehen Gesteine der *Oberen Süsswassermolasse* an. Nördlich einer Linie Würenlos–Buchs–Oberglatt–Embrach–Andelfingen sind vermehrt auch die tieferliegenden, älteren Schichten der *Oberen Meeresmolasse* und schliesslich der *Unteren Süsswassermolasse* aufgeschlossen.

### ***Obere Süsswassermolasse***

Die Schichtserie der Oberen Süsswassermolasse lässt sich als Wechsellagerung von Mergeln, Siltsteinen, Sandsteinen und Nagelfluh (z.T. mit Übergängen) beschreiben. Die Formation gelangte im Miozän vor etwa 17 bis 12 Mio. Jahren in der ausgedehnten Schwemmlandebene des Alpenvorlandes in Form von flachen Seen (Mergel und Siltsteine), Deltaschüttungen und Flussmäandern (Sandsteine) oder mächtigen, kiesigen Schuttfächern (Nagelfluh) zur Ablagerung. Die Sedimentabfolge ist sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung grossen Wechsellagen unterworfen.

Bei den *Sandsteinen* können zwei Typen unterschieden werden: Einerseits treten fein- bis mittelkörnige, selten grobkörnige Sandsteine auf. Die Mächtigkeit solcher Sandsteinbänke ist variabel, da die Sandsteine die Füllung mäandrierender Flussrinnen innerhalb der Mergel darstellen. Wenn die Sandsteine gut zementiert sind, bilden sie harte Rippen und treten als solche im Gelände hervor. Die Sandsteine können aber auch schlecht zementiert und mürb sein und zu Sand zerfallen.

Andererseits kommen aber auch feinkörnige, meist harte Sandsteine mit etwas geringerer Bankmächtigkeit und grossräumiger Verbreitung vor. Diese Sedimente weisen meist eine deutliche Schichtung auf. Sehr feinkörnige und oft harte Varietäten dieser Sandsteine werden vielfach als *Siltsteine* bezeichnet, der Übergang ist fließend.

Die *Mergel*, Ablagerungen in ehemaligen ausgedehnten Seen, weisen oft eine Feinschichtung auf. Neben eher harten, feinsandigen, siltigen oder kalkigen Mergeln treten oft auch weiche, tonige Mergel auf. In Oberflächennähe sind die Mergel in der Regel zu Lehm verwittert.

In den relativ ruhigen Sedimentationsraum der oben beschriebenen Gesteinstypen wurden ungefähr zur selben Zeit von Südosten her, ungefähr aus dem Raum des Ur-Linthtals im Glarnerland, in Form von Schuttfächern mächtige Kiesmassen geschüttet. Der Kies ist heute zu Nagelfluh verkittet und baut in einer sehr mächtigen Schichtabfolge das Hörnli-Bergland auf. Ausläufer solcher Kiesschüttungen reichen in Form von einzelnen Nagelfluhschichten oder Geröllschnüren innerhalb der Molasse-Sandsteine und -Mergel im Westen bis an den Zürichsee und im Norden bis an die Thur.

Von allen hier beschriebenen Gesteinstypen der Molasse sind auf der Rohstoffkarte Kies einzig die *Nagelfluhschichten* ausgeschieden und unter der Kategorie *Festgesteine* dargestellt. Die Mergel und Sandsteine der Oberen Süsswassermolasse sind in der Regel verwitterungsanfällig und weisen eine zu geringe Druckfestigkeit auf, als dass sie sich als Rohstoff für Kies-Ersatzmaterial eignen würden. Auf der Karte wird unterschieden zwischen einzeln kartierbaren Nagelfluhschichten innerhalb der Molasse und den zusammenhängenden Nagelfluhvorkommen im Hörnli-Bergland und im Tösstal.

### ***Obere Meeresmolasse***

Die Obere Meeresmolasse, eine aus vorwiegend massigen Sandsteinen bestehende Formation, gelangte im Miozän vor etwa 21 bis 17 Mio. Jahren in einem Meeresarm des frühen Mittelmeers zur Ablagerung. Dieser drang von Südwesten her via Rhonetal in das Schweizerische Mittelland bis gegen Schaffhausen vor.

Die Sandsteine der Oberen Meeresmolasse im Kanton Zürich weisen in der Regel eine zu geringe Druckfestigkeit auf, als dass sie sich als Rohstoff für Kies-Ersatzmaterial eignen würden. Sandsteine und Muschelsandsteine spielten früher eine wesentliche Rolle als Mauersteine und Fassadenverkleidungen. Im alten Zürich waren diese Sandsteine sehr beliebte Bausteine, welche meist mit dem Schiff aus einem Sandsteinbruch bei Bäch (SZ) antransportiert wurden. In der Rohstoffkarte Kies sind die Sandsteine der Oberen Meeresmolasse nicht ausgeschieden.

### ***Untere Süsswassermolasse***

Die Untere Süsswassermolasse ist ein Schichtkomplex mit vorwiegend mergeligen Gesteinen, welche im Oligozän vor etwa 27 bis 21 Mio. Jahren in der Schwemmlandebene im Vorfeld der sich erhebenden Alpen abgelagert wurden. Die Gesteinsabfolge ist ähnlich derjenigen der Oberen Süsswassermolasse (vgl. oben). Der oberflächliche Verbreitungsbereich der Gesteine der Unteren Süsswassermolasse beschränkt sich auf den nördlichsten Kantonsteil zwischen Weiach, Rafz und Feuerthalen.

Wegen ihrer Verwitterungsanfälligkeit eignen sich die mergeligen Gesteine der Unteren Süsswassermolasse nicht als Rohstoff für die Kiesgewinnung. Sie stellen hingegen für die Ziegelei-Industrie einen sehr wichtigen Rohstoff dar. Auf der Rohstoffkarte Kies sind die Vorkommen der Unteren Süsswassermolasse nicht ausgeschieden.

### 3.3 Quartäre Ablagerungen

Das mit Ablagerungen der Oberen Süsswassermolasse bedeckte Gebiet des Kantons Zürich war vor ca. 10 Mio. bis vor ca. 2.5 Mio. Jahren unter mediterranem Klima weitgehend der fluviatilen Erosion ausgesetzt. In diesem sehr langen Zeitraum müssen die heutigen grossen Talsysteme (Reuss, Limmat, Glatt, Thur, Rhein) in Form breiter Täler mit mäandrierenden Flüssen angelegt worden sein. Die Flusssysteme entwässerten sich zunächst noch über die Ur-Aare via Wutachtal gegen Nordosten in die Donau, bevor die Vorflut gegen Westen ins Rheintal abgelenkt wurde.

Eine nachhaltige Überprägung der Landschaft erfolgte erst im Laufe der Eiszeiten des Quartärs, welche vor etwa 2.5 Mio. Jahren einsetzten und bis vor etwa 13'500 Jahren andauerten.

Die zahlreichen Gletschervorstösse während der Eiszeiten des Quartärs, welche von den Alpen bis weit ins Mittelland hineinreichten, bewirkten einerseits eine nachhaltige Erosion und Durchtalung der Molasse, andererseits lieferten sie in verschiedenen Phasen kiesige Alluvialschotter, welche heute unsere wichtigsten Kiesvorkommen darstellen.

#### **Älteste Eiszeiten** (Deckenschotter)

Im Laufe der ältesten Eiszeiten stiessen die Gletscher vorzugsweise entlang der vorgeprägten Flusstäler vor, das Relief des Mittellandes war wohl noch wenig ausgeprägt, und das Gelände lag auf einem deutlich höheren mittleren Niveau als heute. Zeugen dieser älteren Eiszeiten sind die ausgedehnten Vorkommen von *Deckenschottern*, welche im nördlichen Kantonsteil heute die Kuppen der meisten Hochplateaus bedecken, so z.B. die Deckenschotter der *Egg* nördlich *Oberweningen*, diejenigen des *Stadlerbergs*, *Laubbergs*, *Irchels*, *Cholfirsts* und des *Stammerbergs*. In den dazwischenliegenden Gebieten, wie auch im zentralen und süd-

lichen Kantonsgebiet, wurden diese flächendeckenden, alten Schottervorkommen im Laufe der späteren Eiszeiten wieder weitgehend ausgeräumt.

Die Deckenschotter sind meist auffällig grobkörnig. Verbreitet sind auch moränenartige Zwischenschichten, was auf eine gletschernahe Ablagerung der Schotter hindeutet. Die Schotter können eine beachtliche Mächtigkeit bis zu 50 m erreichen. Sie liegen meist als flächendeckende Schichtpakete vor, können aber auch alte, in der Molasse angelegte Rinnen füllen. Wegen ihres hohen Alters (z.T. wohl älter als 1 Mio. Jahre) sind die Deckenschotter in der Regel mit kalkigem Zement verkittet, die Gerölle oft korrodiert oder verwittert.

Auf der Rohstoffkarte Kies sind die Deckenschotter als *Alluvialkiese über der Talsohle, oft verkittet* dargestellt.

#### **Grösste Eiszeit** («Hochterrassen-Schotter»)

Im Laufe der zahlreichen quartären Eiszeiten wurden die früher angelegten Talssysteme durch glazialen Tiefenschurf in der Regel sukzessive tiefer ausgekerbt und lokal z.T. stark übertieft. Den stärksten Tiefenschurf, bei welchem Reusstal, Limmattal, Glattal und Thurtal vermutlich bis auf Meeresebene oder tiefer ausgehobelt wurden, hat der Gletscher der sogenannten «grössten Eiszeit» geleistet. Diese «grösste Eiszeit» ist sicher älter als die vorletzte (Riss-)Eiszeit, denn in einzelnen Erosionströgen wurden unter risseiszeitlich datierten Ablagerungen noch solche älteren Datums angetroffen. Die risseiszeitlichen Gletscher und die jüngsten Gletscher in der Würm-Eiszeit haben vergleichsweise nur noch eine geringe Tiefenerosion entwickelt, d.h. sie haben die älteren Ablagerungen häufig überfahren.

Ablagerungen der grössten Vergletscherung finden sich in Form von *Hochterrassen-Schottern* vorwiegend an den Talrändern und auf Hochplateaus im nördlichen Kantonsteil. Dazu gehören z.B. die Schotter zwischen dem *Strassberg* und *Glattfelden* sowie alte Schotterterrassen am Talrand bei *Wasterkingen*, *Weiach* und *Bachs*.

Auf der Rohstoffkarte Kies sind die Hochterrassen-Schotter der grössten Vereisung als *Alluvialkiese über der Talsohle, oft verkittet* dargestellt.

### ***Letzte Eiszeit, Würm-Eiszeit***

(Aathal-Schotter, Niederterrassen-Schotter, Rückzugsschotter)

Die Gletscher der jüngsten Vereisung sind im Laufe der letzten rund 80'000 Jahre mindestens zweimal aus den inneralpinen Tälern bis ins Mittelland vorgestossen.

Von besonderer Bedeutung für die Kiesvorkommen im Kanton Zürich ist der frühwürmeiszeitliche Eisvorstoss, der vor etwa 80'000 bis 60'000 Jahren im Glattal mindestens bis Oberglatt, im Limmattal mindestens bis Zürich-Höngg und im Thurtal mindestens bis Andelfingen vorgestossen ist. Beim Eisrückzug hinterliessen die Schmelzwässer dieser Gletscher ausserordentlich grosse Schottermassen, welche gemeinhin unter dem Begriff *Aathal-Schotter* zusammengefasst werden.

Im Glattal wurden diese älteren, würmeiszeitlichen Schotter durch den späteren Eisvorstoss nicht mehr vollständig ausgeräumt, sondern mehrheitlich überfahren, so dass sie heute über weite Gebiete von Rüti bis nach Kloten ausgedehnte Hochplateaus bilden.

Auch im Thurtal und im Weinland sind solche ältere Schotter unter hochwürmeiszeitlichen Moränen bekannt. Diese wurden durch den hochwürmeiszeitlichen Gletschervorstoss nicht ausgeräumt sondern überfahren und besitzen heute, unter einer zum Teil beträchtlichen Moränenbedeckung, eine grössere Ausdehnung. Ähnliches gilt für die ausgedehnten Schottervorkommen im südlichen Knonauer Amt und für die sehr mächtige Schotterabfolge unter dem Hirzel zwischen Richterswil und Sihlbrugg.

Alle diese älteren Schotter wurden durch den hochwürmeiszeitlichen Gletschervorstoss vor rund 28'000 bis 20'000 Jahren überfahren, z.T. vollständig erodiert, z.T. nur aufgeschürft und mit Moräne überkleistert. Dabei fällt auf, dass im Verbreitungsbereich solcher älterer Schotter besonders häufig Drumlins auftreten (vgl. unten).

Die älteren würmeiszeitlichen Schotter vom Typus Aathal-Schotter weisen einen sehr uneinheitlichen Verkittungsgrad auf. Sie sind auf der Rohstoffkarte Kies in der Regel als *Alluvialkiese über der Talsohle, oft verkittet* dargestellt.

Der grösste würmeiszeitliche Gletschervorstoss vor etwa 28'000 bis 20'000 Jahren führte zu den klassischen Endmoränenständen:

Reuss-Gletscher:	Mellingen
Linth-Gletscher Limmattal:	Killwangen
Linth-Gletscher Furttal:	Würenlos
Linth-Gletscher Glattal:	Steinmaur/Hochfelden
Thur- und Rheingletscher:	Lottstetten

Ausserhalb dieser Endmoränenwälle wurden durch die eiszeitlichen Schmelzwässer ausserordentlich mächtige sogenannte *Niederterrassen-Schotter* abgelagert, welche heute z.B. im *Rafzerfeld*, im *Windlacherfeld* und bei *Weiach* sowie im *Embrachertal* die wichtigsten Vorkommen hochwertiger Alluvialkiese bilden.

Der Zerfall der würmzeitlichen Gletscher vollzog sich rasch, unter Bildung verschiedener, alpenwärts zurückgestaffelter Wallmoränenstadien (im Limmattal: Schlieren, Zürich, Hurden). In den vom Eis freigegebenen Zungenbecken wurden zunächst feinkörnige Seeablagerungen sedimentiert. Jeweils im Vorfeld wichtiger Wallmoränenstadien wurden als jüngstes Schichtglied über den Seeablagerungen Schotterfluren mit *Rückzugs-Schottern* geschüttet.

Ihre grösste Mächtigkeit erreichen solche Rückzugs-Schotter im Mündungsgebiet der Thur in den Rhein, im Limmattal, in Winterthur und an zahlreichen Orten im mittleren und oberen Glattal.

Das Tösstal blieb während des hochwürmeiszeitlichen Gletschervorstosses eisfrei. Es wirkte als randliche Schmelzwasserrinne für abfliessende Schmelzwässer und wurde bei dieser Gelegenheit mit sehr mächtigen *alluvialen* Schottern aufgefüllt.

Auf der Rohstoffkarte Kies sind die Niederterrassen-Schotter im extramoränen Bereich und alle Rückzugs-Schotter im intramoränen Bereich als *hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle* ausgeschieden.

Sowohl beim hochwürmeiszeitlichen Maximalstand als auch bei den zahlreichen Rückzugsstadien wurden immer wieder markante Moränenwälle aufgeworfen. Solche *Wallmoränen* markieren ehemalige Gletscherrandstände und bestehen häufig aus grobkörnigem, kiesreichem Material.

Andererseits hinterliess der Gletscher nach seinem Rückzug gebietsweise, vor allem im Knonauer Amt, am Hirzel, im mittleren und oberen Glattal sowie im Weinland, ausgedehnte sogenannte Drumlin-Landschaften. Drumlins sind langgezogene Hügel mit moränenartigem Material. Sie entstanden häufig dort, wo der Gletscher eine kiesige Unterlage überfahren und dabei Kies aufgearbeitet und akkumuliert hatte. Drumlins können sehr kiesreich aufgebaut sein.

In der Rohstoffkarte Kies sind alle markanten Wallmoränen und Drumlins, bei denen eine kiesige Zusammensetzung nachgewiesen oder zu vermuten ist, unter dem Sammelbegriff *andere kiesige Lockergesteine* ausgeschieden.

### ***Postglaziale Zeit, Holozän***

Nach dem vollständigen Rückzug der Gletscher in die Alpen vor ca. 14'500 Jahren nahm die geologische Entwicklung im Kanton Zürich einen ruhigeren Verlauf; in neuerer Zeit überwiegt Erosion über Akkumulation.

Im Bereich der älteren, fluvioglazialen Schotterablagerungen modellierten die Flüsse durch Erosion verschiedene Generationen von Schotterterrassen heraus, und im Bereich von Moränen- und Molasserücken schnitten die Bäche ihren Lauf sukzessive tiefer ein, oft unter Bildung von kiesigen *Schuttfächern* in den angrenzenden Talsohlen respektive im angrenzenden Zürichsee.

Dort, wo im Erosionsgebiet kieshaltige Gesteine anstehen, weist der Bachschutt eine vorwiegend kiesige Zusammensetzung auf. Kiesige Bachschuttfächer sind auf der Rohstoffkarte Kies unter dem Sammelbegriff *andere kiesige Lockergesteine* dargestellt.

Als jüngste holozäne Sedimente gelangten in den grossen Flusstälern über den glazialen Schottern feinkörnige Überschwemmungssedimente zur Ablagerung. In den grossen Ebenen ehemaliger glazialer Zungenbecken verlandeten die Tümpel, Moore und Riede unter Bildung meist ausgedehnter Torfvorkommen. Erst die Meliorationen im Laufe der letzten 150 Jahre haben diese Gebiete für die menschliche Nutzung zugänglich gemacht. In diesen meist flachen Gebieten in der Talsohle fehlen kiesige Ablagerungen.

## 4. Geotechnische Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Materialien

### 4.1 Grundsätzliches

Der Begriff «hochwertige Rohstoffe» bezieht sich nicht allein auf günstige Materialeigenschaften der Produkte, welche das Kieswerk verlassen. In der Regel werden mit diesem Begriff auch günstige Abbauverhältnisse und günstige Aufbereitungsverhältnisse verbunden. Allgemein erfüllen «hochwertige Rohstoffe» folgende Bedingungen:

- Das Einzelvorkommen weist ein grosses Volumen auf (Mächtigkeit, Ausdehnung) und ist weitgehend homogen aufgebaut. Es kann im Tagbau ohne grössere Stabilitätsrisiken systematisch und wetterunabhängig abgebaut werden. Die Überdeckung mit feinkörnigem Material ist geringmächtig.
- Bei den Kies- (und Sand-) Komponenten handelt es sich um harte, unverwitterte Gesteine (mittlere und hohe Druckfestigkeit) mit geringer Porosität. Weiche, verwitterungsanfällige Komponenten treten nur in geringem Prozentsatz auf. Die Kieskomponenten sind gut gerundet und weitgehend kubisch. Die Korngrössenverteilung ist zwischen Sand und Kies gut abgestuft. Der feinkörnige Anteil und der Gehalt an Steinen und Blöcken ist gering.
- Das Material kann mit bescheidenem Aufbereitungsaufwand für Waschen und Brechen zu Produkten mit definierten Eigenschaften aufbereitet werden. Zudem ist die Korngrössenverteilung im Rohstoff so, dass von keiner Fraktion Überschüsse entstehen (z.B. Sandüberschuss). Der Anfall an Wasch-Schlamm ist bescheiden; dieser kann im Idealfall ohne Flockungsmittel sedimentiert, entwässert und deponiert werden.

Aus solchen Rohstoff-Vorkommen können daher mit ökonomisch und ökologisch geringem Aufwand die Hauptprodukte mit den geotechnisch höchsten Anforderungen hergestellt werden:

- Kiessand für Foundationsschichten. Gute Verdichtbarkeit, kleine Zusammendrückbarkeit, Verwitterungs- und Frostresistenz.
- Betonzuschlagstoff. Gute Verdichtbarkeit und gute Verarbeitbarkeit. Hohe Härte, geringe Porosität, hohe Verwitterungs- und Frostresistenz der Einzelkörner. Gute Zementhaftung.

- Zuschlagstoffe für den bituminösen Strassenbau mit Qualitäten wie Betonzuschlagstoff und guter Bitumenhaftung.

Extramorän abgelagerte Niederterrassen-Schotter erfüllten die obengenannten Bedingungen weitgehend. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass auch aus den übrigen in der Rohstoffkarte Kies aufgeführten Lockergesteinen «hochwertige» Endprodukte produziert werden können. Der Unterschied liegt im grösseren Aufwand für Abbau und Aufbereitung und im grösseren Anfall von nicht oder nur für Nebenprodukte verwendbarem Material (Wasch-Schlamm, Überschuss-Körnung).

#### 4.2 Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle

Zu den hochwertigen Alluvialkiesen gehören namentlich die *Niederterrassen-Schotter* (grosse, homogene Vorkommen) und die *Rückzugs-Schotter* (kleinere, meist weniger homogene Vorkommen) in den Talsohlen der Haupttäler.

Die beiden Schottertypen unterscheiden sich in erster Linie durch ihren Ablagerungsort vor bzw. hinter den Endmoränenständen und zeigen in ihrer materialmässigen Zusammensetzung wenig Unterschiede. Oft besitzen die eigentlichen Niederterrassen-Schotter einen höheren Anteil an groben Geröllen und einen geringeren Feinanteil. In der Regel sind beide Schottertypen lehmarmer, mehr oder weniger sandreiche, meist unverkittete, gut gerundete Kiese bis Grobkiese. Häufig wechseln kies- und sandreiche Lagen. Kiesarme Zwischenschichten aus Lehm und Silt sind nur vereinzelt vorhanden (z.B. im Embracher Tal). Die Beschaffenheit der Sand- und Kieskomponenten ist meist frisch. Sie bestehen hauptsächlich aus Kalk, Kieselkalk, alpinen Sandsteinen (Quarzit) und untergeordnet aus kristallinen Gesteinen und Molassesandstein oder -nagelfluh.

Diese Alluvialkiese, vor allem die eigentlichen Niederterrassen-Schotter, weisen in der Regel eine grosse Mächtigkeit auf und tragen meist nur eine geringmächtige Bedeckung aus feinkörnigen Überschwemmungssedimenten.

Die hochwertigen Alluvialkiese sind in jeder Hinsicht ein hochwertiger kiesiger Rohstoff (*Kapitel 4.1*). Diese Schotter sollten deshalb erstklassigen Verwendungszwecken vorbehalten bleiben und nicht für geotechnisch anspruchslose Zwecke, wie z.B. Schüttungen, Hinterfüllungen etc. verwendet werden.

### 4.3 Alluvialkiese über der Talsohle

Zu den Alluvialkiesen über der Talsohle gehören die Deckenschotter und Hochterrassen-Schotter der älteren Eiszeiten, welche grösstenteils im nördlichen Kantons-  
teil verbreitet sind, sowie die frühwürmeiszeitlichen Schotter, wie z.B. die *Aathal-Schotter* und die mächtigen Schotter im *Hirzelgebiet*.

Die Kornverteilung dieser Schotter gleicht zwar derjenigen der Niederterrassen-Schotter, d.h. es sind in der Regel sandige Kiese bis Grobkiese. Wegen der häufig vorhandenen moränenartigen Zwischenschichten und Sandlinsen besitzen diese Schotter aber meist einen erhöhten Feinanteil.

Die Kieskomponenten bestehen in der Regel aus Granit, Gneis, Kalk und Molassenagelfluh. Im Gegensatz zu den Alluvialschottern der Talsohle waren die Decken- und Hochterrassen-Schotter über lange Zeit der Verwitterung ausgesetzt. Die weniger verwitterungsresistenten Komponenten sind daher oft mürbe, weisen Lösungserscheinungen auf und besitzen eine verminderte Druckfestigkeit. Die älteren Schotter sind auch oft zonenweise verkittet. Der Zement ist in der Regel karbonatisch.

Die Verwitterung liess über den Deckenschottern in der Regel eine mächtige, verlehnte Deckschicht entstehen. Darüber hinaus liegt auf den Decken- und auf den Hochterrassen-Schottern häufig eine unterschiedlich mächtige Bedeckung mit Moräne oder Löss.

Die Alluvialkiese über den Talsohlen stellen einen relativ hochwertigen Kies-Rohstoff für praktisch alle Verwendungszwecke dar, mit der Einschränkung, dass sie wegen ihres Feinanteils und ihrer Verkittung einen erhöhten Aufbereitungsaufwand (Waschen, evtl. Brechen) erfordern. Der bei der Aufbereitung anfallende Feinanteil ist grösser als bei den Alluvialkiesen der Talsohlen und kann zu Entsorgungsproblemen führen.

### 4.4 Andere kiesige Lockergesteine

Kies-Ersatzmaterialien sind einerseits kiesreiche Moräne, wie *Wallmoräne* oder *Drumlins*, aber auch *kiesiger Bachschutt*.

*Wallmoränen* und *Drumlins* sind, neben einem erheblichen Anteil an Lehm, Silt und Sand, reich an Kies und z.T. groben Blöcken. Einzuschränken ist, dass Wallmoränen sowohl horizontal als auch vertikal eine sehr heterogene, rasch wechselnde Zusammensetzung besitzen. Kiesiges Material aus Wallmoränen und Drumlins kann mit hohem Aufwand als hochwertiges Kies-Ersatzmaterial aufbereitet werden, wobei aber erhebliche Mengen an Kies-Waschschlamm anfallen können. Sofern dieser Schlamm nicht als Ziegelei-Rohstoff verwendbar ist, kann dies zu Entsorgungsproblemen führen.

*Kiesiger Bachschutt*, wie er an verschiedenen Stellen, namentlich an den Talrändern oder in Bachdeltas in Seen vorkommt, besteht aus heterogenem, lehmreichem, aber auch kiesreichem Material. Bachschutt kann nur mit hohem Aufwand zu einem minderwertigen Kies-Ersatzmaterial, wie z.B. Massenschüttgut im Tiefbau, Fundationsmaterial etc., aufbereitet werden.

#### 4.5 Festgesteine

Abbauwürdige Kalkgesteine finden sich verbreitet im Falten- und im Tafeljura. Im Kanton Zürich sind nur in der Lägerkette bei Dielsdorf und am Rheinfall *Malmkalke* oberflächennah aufgeschlossen.

Kalksteine besitzen eine mittelhohe Gesteinsfestigkeit ( $\sigma \approx 100\text{--}150 \text{ N/mm}^2$ ) und sind, wenn sie gebrochen werden, ein Kies-Ersatzmaterial von guter Qualität. Wegen des hohen Aufwandes beim Sprengen und Brechen ist Kies-Ersatzmaterial aus gebrochenem Kalk im Vergleich zu den Alluvialkiesen heute zwar noch nicht sehr gefragt. In Zukunft könnte dieses aber an Bedeutung gewinnen.

Für andere Zwecke in der Bauindustrie, z.B. als Mauersteine, Natursteinplatten oder Fassadenverkleidungen usw., stellen Kalksteine einen hochwertigen Rohstoff dar.

Zu den abbauwürdigen Festgesteinen gehören auch die *Nagelfluhschichten* der Oberen Süsswassermolasse, welche das ganze Hörnli-Bergland aufbauen und schichtweise auch im östlichen und nordöstlichen Kantonsteil vorkommen. In kleinen Gruben abgebaut, eignet sich zu Kies aufgelockerte Nagelfluh zur Befestigung von Waldsträsschen und zur Deckung des lokalen Kiesbedarfs. Nagelfluh könnte aber auch in grösserem Stil gebrochen und aufbereitet werden und wäre dann Rohstoff für ein brauchbares Kies-Ersatzmaterial.

## 5. Regionaler Beschrieb der Kiesvorkommen

### 5.1 Einleitung

In den nachfolgenden Kapiteln werden die wichtigsten der auf der Karte dargestellten Kiesvorkommen regionenweise beschrieben und mit geologischen Profilen illustriert. Diese Beschreibung dient zur Erläuterung der Darstellungen auf der Karte. Die *Figur 3* gibt eine Übersicht über die Lage der einzelnen Profilsuren.

Die Beschreibungen erfolgen entsprechend den geomorphologisch gewachsenen Regionen, namentlich entlang den grossen Tälern, und nicht entsprechend den künstlich geschaffenen Planungsregionen. Demgegenüber werden im anschliessenden *Kapitel 6* (Kiesvorkommen) die Kiesvolumina entsprechend den in der Praxis besser nachvollziehbaren Planungsregionen (*Figur 2*) abgeschätzt.

Bei der Beschreibung der Kiesvorkommen werden für die Kiesmächtigkeit zwei Begriffe verwendet:

- *Kiesmächtigkeit generell*: Die gesamte Mächtigkeit des geologischen Körpers Kies ohne Berücksichtigung eines allfälligen Grundwasserspiegels.
- *Kiesmächtigkeit über HHW*: Die Mächtigkeit des trockenen Kieses über dem höchsten möglichen Grundwasserspiegel. Diese Kiesmächtigkeit ist auf der Karte dargestellt.

Alle im Text verwendeten Flurnamen entsprechen denjenigen auf der Landeskarte 1:25'000.

### 5.2 Oberes und mittleres Glattal von Rüti bis Kloten

#### ***Oberste Randgebiete des Glattals***

Über beiden Talflanken des Jonatals zwischen *Rüti* und *Wald* liegt direkt auf den Nagelfluhschichten der Molasse ein älterer, weitgehend verkitteter Schotter.

Auf den beiden Hochplateaus *Eichholz* (N der Jona) und *Buech* (S der Jona) erreicht der Kies Mächtigkeiten über HHW von 20 m, lokal sogar bis 30 m. Dies ist weitgehend dem Umstand zu verdanken, dass der Grundwasserspiegel erst in grösserer Tiefe knapp über der Schotterbasis liegt.

Der Schotter steht ohne nennenswerte Bedeckung durch feinkörnige Schichten direkt an der Oberfläche an. Das Vorkommen lässt sich an beiden Talrändern des Jonatals bis gegen Wald verfolgen.

Ein ähnliches Schottervorkommen mit Kiesmächtigkeiten über HHW bis zu 10 m bildet das Hochplateau *Schürli* südwestlich *Bäretswil*.

### ***Aathal-Schotter zwischen Dürnten und Kloten***

*(Figuren 4, 5 und 6)*

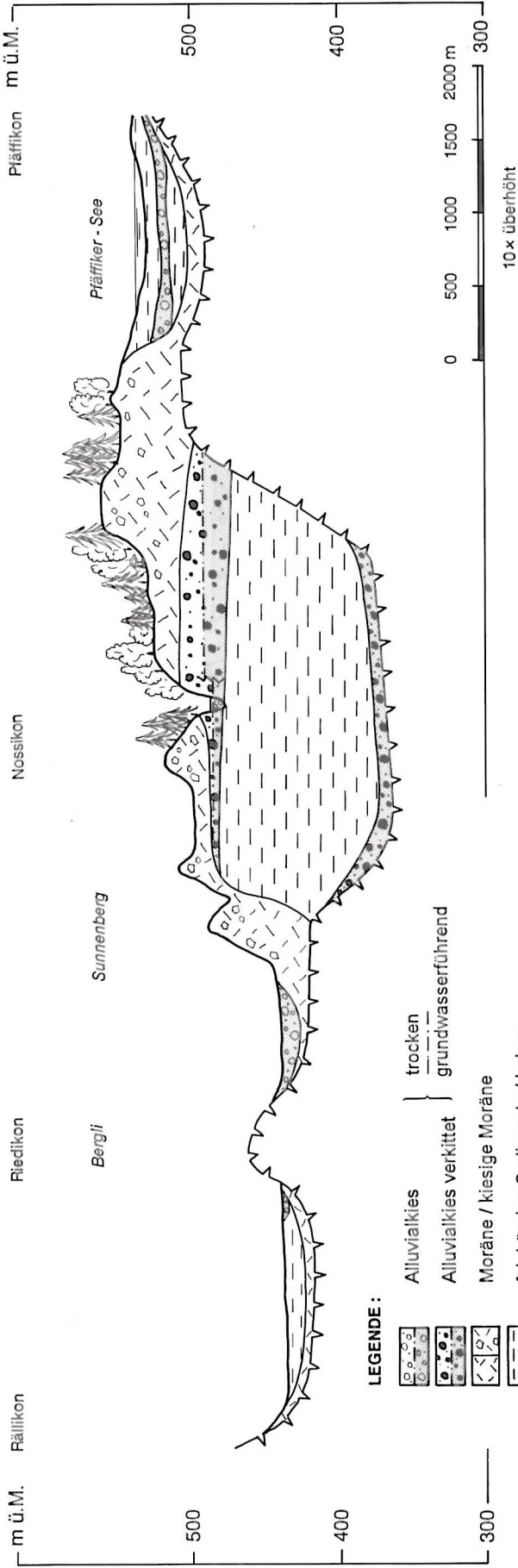
Der weitaus wichtigste Schotterkomplex im oberen und mittleren Glattal ist zweifellos der Aathal-Schotter, welcher sich von *Dürnten* über *Wermatswil–Uster*, *Volketswil*, *Wangen–Brüttisellen* und *Dietlikon* bis nach *Kloten* erstreckt.

Dieser frühwürmeiszeitliche Schotter ist zonenweise mehr oder weniger stark zu Nagelfluh verkittet, was seine Eignung als hochwertiger Alluvialkies lokal etwas vermindert.

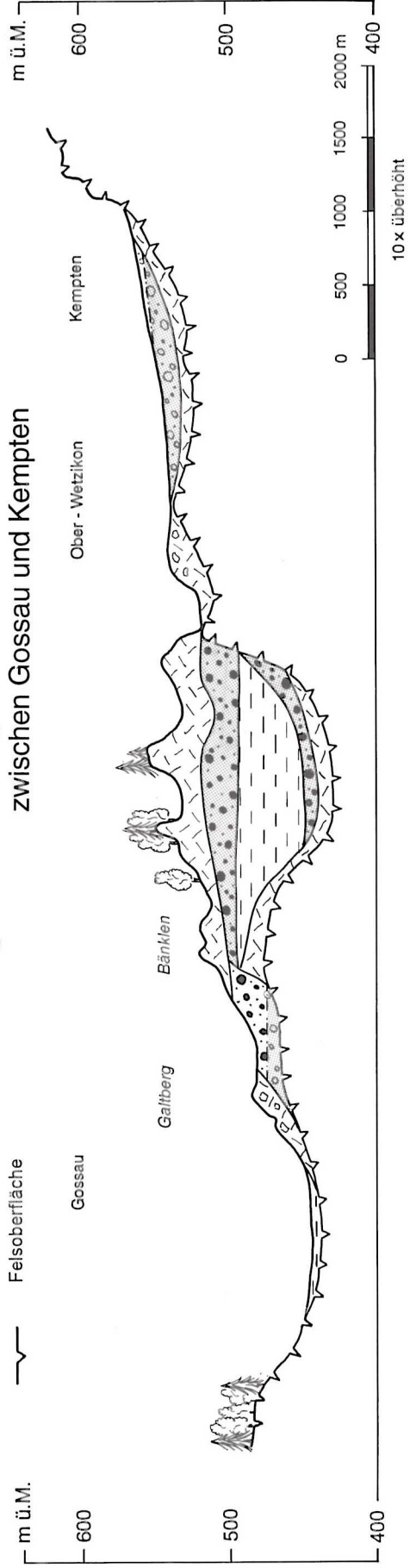
Im obersten, südöstlichsten Abschnitt ist der Aathal-Schotter in der Regel wassergesättigt, der Grundwasserspiegel liegt relativ hoch im Bereich der Moräne über dem Schotter. Erst im Gebiet von *Aathal* nimmt die Kiesmächtigkeit über HHW rasch zu, bedingt durch die Lage von Grundwasseroberfläche und Moränenuntergrund, und erreicht im Bereich des Aabach-Tals z.T. 20 m und mehr. Von *Aathal* bis *Kloten* beträgt die Kiesmächtigkeit über HHW im zentralen Teil des Aathal-Schotters zwischen 10 und 20 m, lokal auch mehr als 20 m.

Der Komplex des Aathal-Schotters tritt zwischen dem Kempttal und dem eigentlichen Glattal als langgezogenes Hochplateau in Erscheinung und ist fast durchwegs von relativ mächtiger Moräne bedeckt. Auffällig ist die Häufung von Drumlins, d.h. länglichen Hügeln aus kiesreichem Moränenmaterial, im ganzen Verbreitungsbereich des Aathal-Schotters.

SW NE  
 Figur 4a: Geologisches Profil durch das obere Glattal zwischen Rällikon und Pfäffikon

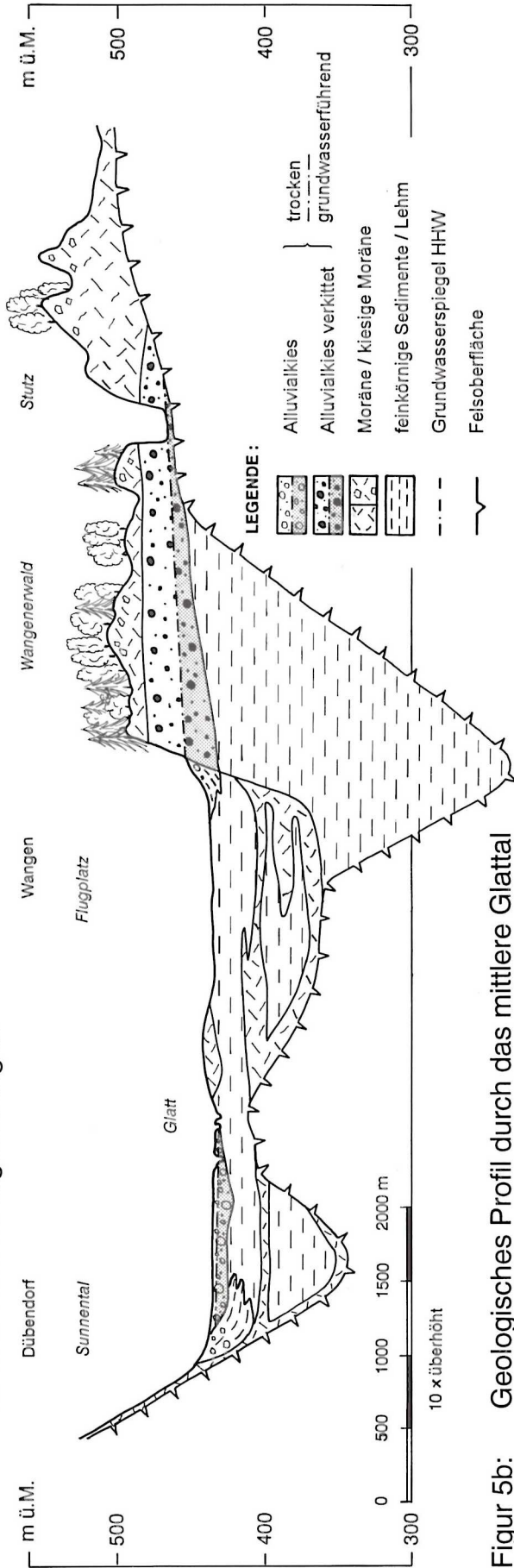


Figur 4b: Geologisches Profil durch das obere Glattal zwischen Gossau und Kempten

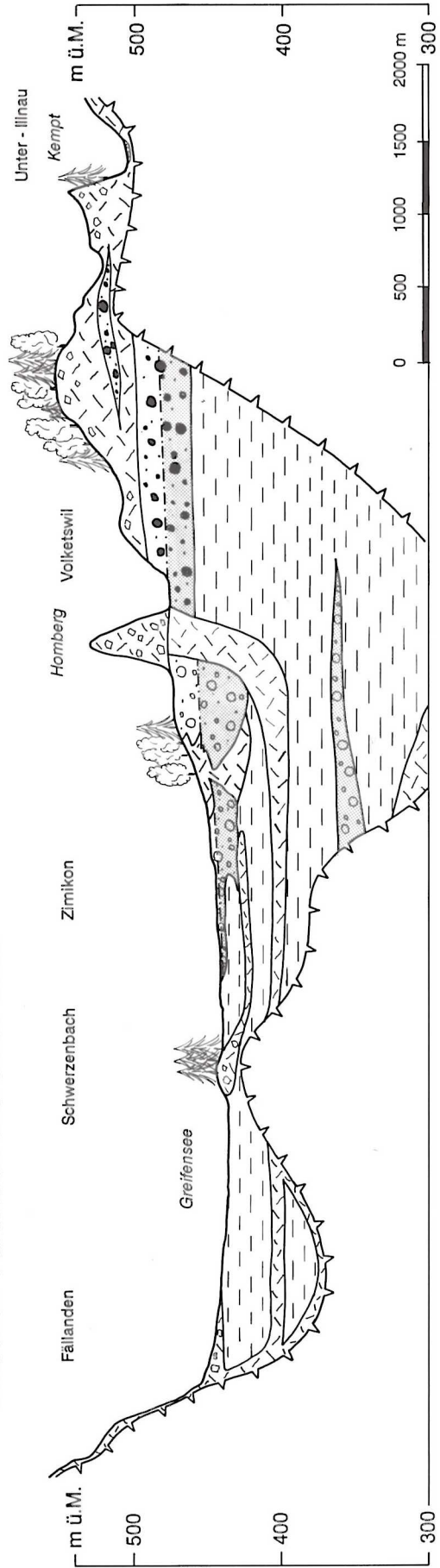


Profilkonstruktion nach L. Wyssing in Haering et al. (1994)

Figur 5a: Geologisches Profil durch das mittlere Glattal zwischen Dübendorf und Tagelswangen



Figur 5b: Geologisches Profil durch das mittlere Glattal zwischen Fällanden und Unter-Illnau

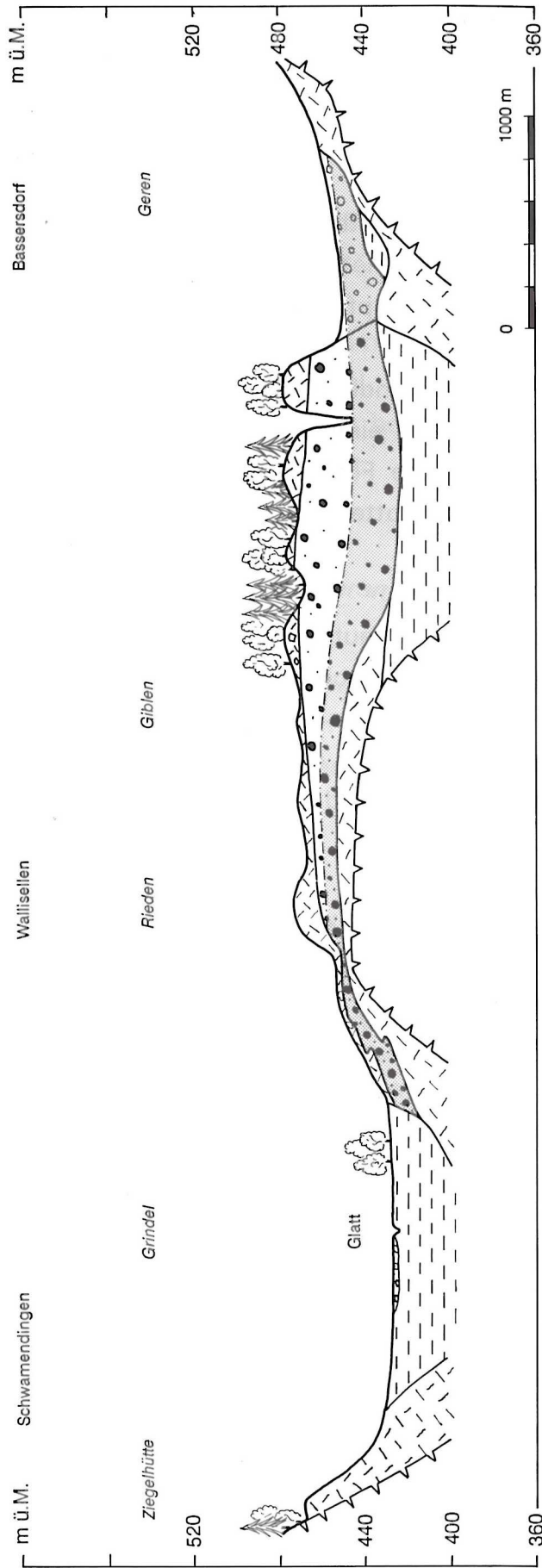


Profilkonstruktion nach L. Wyssling in Haering et al. (1994)







Figur 6: Geologisches Profil durch das mittlere Glattal zwischen Schwamendingen und Bassersdorf

SW

NE



LEGENDE:

-  Alluvialkies
  -  Alluvialkies verkittet
  -  Moräne / kiesige Moräne
  -  feinkörnige Sedimente / Lehm
  -  Grundwasserspiegel HHW
  -  Felsoberfläche
- } trocken  
} grundwasserführend

10x überhöht

Profilkonstruktion nach T. Kempf et al. (1986)

Der Aathal-Schotter zeichnet sich aus durch eine ausserordentlich grosse Kiesmächtigkeit von meist mehr als 30 m. Der Schotter ist aber auch der wichtigste Grundwasserleiter des oberen und mittleren Glattals, so dass die Kiesmächtigkeit über HHW durch das Grundwasser stark reduziert wird.

Das Hochplateau des Aathal-Schotters wird zwischen *Brüttisellen*, *Bassersdorf* und *Dietlikon* unterbrochen, der Schotter ist hier beim hochwürmeiszeitlichen Gletschervorstoss der Erosion zum Opfer gefallen.

Hingegen sprechen zahlreiche Indizien dafür, dass der Schotter sich vom *Wangerwald* über *Baltenswil* unter einer relativ mächtigen Moränendecke bis gegen *Nürensdorf* fortsetzt. Da diese Fortsetzung durch Bohrungen noch nicht hinreichend belegt ist, ist das Schottervorkommen bei Nürensdorf auf der Karte als «vermutet» dargestellt.

Zwischen *Dietlikon* und *Kloten* baut der Aathal-Schotter das isolierte Hochplateau des Hard auf, welches allseitig durch Erosionsränder begrenzt wird und sehr weitgehend mit Moräne bedeckt ist. Im Gebiet *Hagenholz* wird der Schotterkomplex durch eine Wallmoräne unterteilt in einen SE- und einen NW-Abschnitt. Erosionsrelikte des gleichen Schotters sind die Hügel *Jörenhölzli* und *Geisschropf* bei *Kloten*.

Letzte Ausläufer resp. Erosionsrelikte des Aathal-Schotters erstrecken sich am rechten Talrand des Glattals bis nach *Oberrüti*, am linken Talrand bis nach *Rümlang*, wo der Schotter auskeilt.

Auch die *Buhn* in *Zürich-Seebach* und deren westliche Fortsetzung zum *Hürstholz* unter einer mächtigen Moränendecke sind Erosionsrelikte und zeugen von der ehemaligen Ausdehnung dieser mächtigen, frühwürmeiszeitlichen Schotterflur. In den dazwischen liegenden Talsohlen, z.B. im Bereich des Flughafens Zürich oder im *Oberhuser Ried*, ist der Schotter durch Glazialerosion ausgeräumt worden.

### ***Junge Schotter im Kempttal***

In der Talsohle des Kempttals liegen verbreitet junge Alluvialkiese. Deren Mächtigkeit ist in der Regel relativ bescheiden, der Grundwasserspiegel liegt meist hoch. Nur in der Ebene zwischen *Pfäffikon* und *Fehraltdorf* ist die Kiesmächtigkeit über HHW lokal grösser als 5 m.

Im eigentlichen, schmalen Kempttal liegt der Grundwasserspiegel in der Regel nahe der Terrainoberfläche; die Kiesmächtigkeit über HHW ist kleiner als 5 m, oder der Kies liegt ganz unter dem Grundwasserspiegel.

Ähnliche junge Alluvialkiese wie im Kempttal finden sich auch bei *Wetzikon* und zwischen *Hinwil* und *Wetzikon*, die Kiesmächtigkeit über HHW ist aber durchwegs sehr bescheiden (< 5 m) oder der Kies liegt ganz unter dem Grundwasserspiegel.

Das Gesagte gilt auch für die lokalen Vorkommen mit Alluvialkies in den Hochtälern zwischen dem Glattal und dem Tösstal, so z.B. bei *Hittnau*, *Gündisau*, *Madetswil* oder *Weisslingen*, wo aber der meist hochliegende Grundwasserspiegel die Kiesmächtigkeit über HHW stark einschränkt.

### ***Hochwertige Alluvialkiese im oberen und mittleren Glattal***

*(Figuren 4, 5)*

Ein wichtiges Vorkommen ist dasjenige nordwestlich von *Gossau*, wo junge Alluvialkiese eine Terrasse mit Kiesmächtigkeiten über HHW bis 20 m aufbauen. Der Kies ist zwar teilweise moränenbedeckt, was aber seine Abbauwürdigkeit kaum einschränkt.

Weitere Vorkommen dieser Art erstrecken sich am Südwestrand des Aathal-Schotterkomplexes zwischen *Wermatswil* und *Nänikon*, besonders zwischen *Freudwil*, *Gutenswil* und *Volketswil*. Hier wurden in der ausgehenden Würmeiszeit Alluvialkiese in grösserer Mächtigkeit akkumuliert. Die Geometrie der Geländeoberfläche und der relativ tiefliegende Grundwasserspiegel bewirken hier, dass die Kiesmächtigkeiten über HHW jeweils von NW gegen SE von mehr als 5 m bis zu 20 m zunehmen.

In den eigentlichen Talsohlen des mittleren Glattals zwischen *Uster* und *Dübendorf* liegt der Grundwasserspiegel in geringer Tiefe, die Kiesmächtigkeit über HHW nimmt auf weniger als 5 m ab, oder der Kies liegt ganz unter dem Grundwasserspiegel.

Ein weiteres erwähnenswertes Kiesvorkommen ist dasjenige von *Niederuster*, wo, bedingt durch die Geometrie der Terrainoberfläche und Lage des Grundwasserspiegels, über dem HHW Kiesmächtigkeiten von 5–10 m resultieren.

Einschränkend ist zu bemerken, dass die geologischen Verhältnisse im mittleren Glattal, namentlich die Zusammenhänge zwischen Aathal-Schotter und jüngeren Rückzugsschottern, ausserordentlich kompliziert und im einzelnen nicht überall bekannt sind.

### ***Andere kiesige Lockergesteine***

Das obere und mittlere Glattal ist ausgesprochen reich an Drumlins. Deren Verbreitung deckt sich im allgemeinen mit derjenigen des Aathal-Schotters.

Theoretisch ist das kiesreiche Material der Drumlins ein geeignetes Kies-Ersatzmaterial. In der Praxis sind aber die meisten Drumlinlandschaften geschützt, so dass ein Abbau in der Regel durch andere Nutzungsansprüche erschwert oder verunmöglicht wird.

Verschiedenenorts steht im oberen und mittleren Glattal Gehänge- und Bachschutt an, so z.B. in *Dürnten*, *Hinwil* sowie am Hangfuss des Pfannenstiels zwischen *Maur* und *Dübendorf*.

## **5.3 Zürichsee- und Limmattal**

### ***Zürichseebecken***

Im eigentlichen Zürichseebecken sind Schottervorkommen sehr selten. Einzige Ausnahme ist die Halbinsel *Au*, welche ganz durch ältere, verkittete Schotter aufgebaut ist. Die Kiesmächtigkeit über HHW erreicht hier mehr als 20 m. Weitere kiesige Ablagerungen beschränken sich auf lokale Bachschuttfächer und Deltas im Zürichsee, so z.B. die Deltas von *Feldbach*, *Meilen*, *Küsnacht* und *Zürichhorn*. Am linken Seeufer sind praktisch keine kiesreichen Deltaablagerungen entwickelt.

### ***Pfannenstiel***

Am Pfannenstiel sind mit Ausnahme einiger geringmächtiger und meist grundwassergesättigter kiesiger Beckenfüllungen (z.B. *Tambel* oberhalb *Herrliberg*) oder der verkitteten Schotter auf dem *Küsnachterberg*, deren genaue Ausdehnung und Mächtigkeit noch schlecht bekannt ist, keine Schotterablagerungen entwickelt. Die kiesigen Vorkommen beschränken sich auf lokale Wallmoränen (namentlich oberhalb *Küsnacht*, *Erlenbach* und *Herrliberg*) sowie auch einzelne Nagelfluhschichten

der Molasse, namentlich auf den höheren Partien des Pfannenstiels sowie im Gebiet zwischen *Oetwil*, *Hombrechtikon* und *Bubikon*.

### ***Hirzel***

Unter dem *Hirzel* – zwischen *Richterswil* und dem *Sihltal* – erstreckt sich ein ausserordentlich mächtiger Schotterkomplex mit frühwürmeiszeitlichen, verkitteten Alluvialkiesen über der Talsohle. Dessen genaue Zusammensetzung und Ausdehnung ist im einzelnen noch sehr schlecht bekannt, weshalb das Vorkommen auf der Karte über weite Gebiete nur als vermutet dargestellt ist. Aufgeschlossen ist der Schotter oberhalb Richterswil und Wädenswil sowie entlang beiden Flanken des Sihltals. Der Schotter setzt sich in westlicher Richtung über *Menzingen* bis gegen *Baar* (Kanton Zug) fort und wird dort auch im grossen Stil abgebaut.

Der Schotter füllt hier eine sehr alte, in die Molasse eingekerbte Rinne, deren Achse ungefähr von *Richterswil* in WSW-Richtung gegen *Menzingen* zieht und ungefähr dem Streichen der Schichtköpfe der subalpinen Molasse folgt.

Der Schotterkomplex des Hirzel ist vermutlich, analog wie im Kanton Zug, durch Moränenschichten und feinkörnige Ablagerungen in verschiedene horizontale Komplexe unterteilt, und es ist auch damit zu rechnen, dass auf verschiedenen Horizonten sogenannte «schwebende» Grundwässer vorkommen. Der eigentliche Grundwasserspiegel resp. der wassergesättigte Schotter ist aber erst in grösserer Tiefe zu erwarten. Unter Vernachlässigung allfälliger «schwebender» Grundwässer ist zu erwarten, dass die Kiesmächtigkeit über HHW im ganzen Gebiet z.T. wesentlich mehr als 20 m beträgt.

Einschränkend ist zu bemerken, dass der Schotterkomplex durch eine ausserordentlich mächtige Moräne bedeckt ist, deren Schichtdicke im einzelnen nicht bekannt ist. Über der Moränendecke sind eine grosse Anzahl von Drumlins entwickelt, welche ebenfalls als Rohstoffquelle für kiesiges Lockergestein in Betracht zu ziehen sind.

### ***Sihltal***

Im Sihltal, einer relativ jungen eiszeitlichen Schmelzwasserrinne, sind in der Talsohle die sogenannten Sihl-Schotter, ein ausgesprochen grobkörniger Alluvialkies, entwickelt. Der Grundwasserspiegel liegt allerdings in der Regel hoch. Erst im Norden, bei *Adliswil* und nördlich davon, fällt der Grundwasserspiegel steiler als das Terrain ab, und die Kiesmächtigkeit über HHW nimmt auf wenige Meter bis maximal 5 m zu.

Der Rücken zwischen Zürichsee- und Sihltal besitzt einen Kern aus Oberer Süsswassermolasse und eine Bedeckung mit Moräne und z.T. markanten Moränenwällen. Namentlich entlang der N3 oberhalb *Horgen* und *Thalwil* sowie zwischen *Kilchberg*, *Wollishofen* und *Zürich-Enge* besitzen diese Wallmoränen eine grössere Mächtigkeit und stellen an sich einen abbauwürdigen kiesigen Rohstoff dar.

### ***Albiskette, Uetliberg***

Auf der Kuppe der Albiskette oberhalb *Hausen am Albis* ist ein Vorkommen mit Deckenschotter entwickelt, ebenso auf einem Hochplateau an der Albispassstrasse bei *Oberalbis*. Die Kiesmächtigkeiten über HHW dürften hier etwa 5 m betragen.

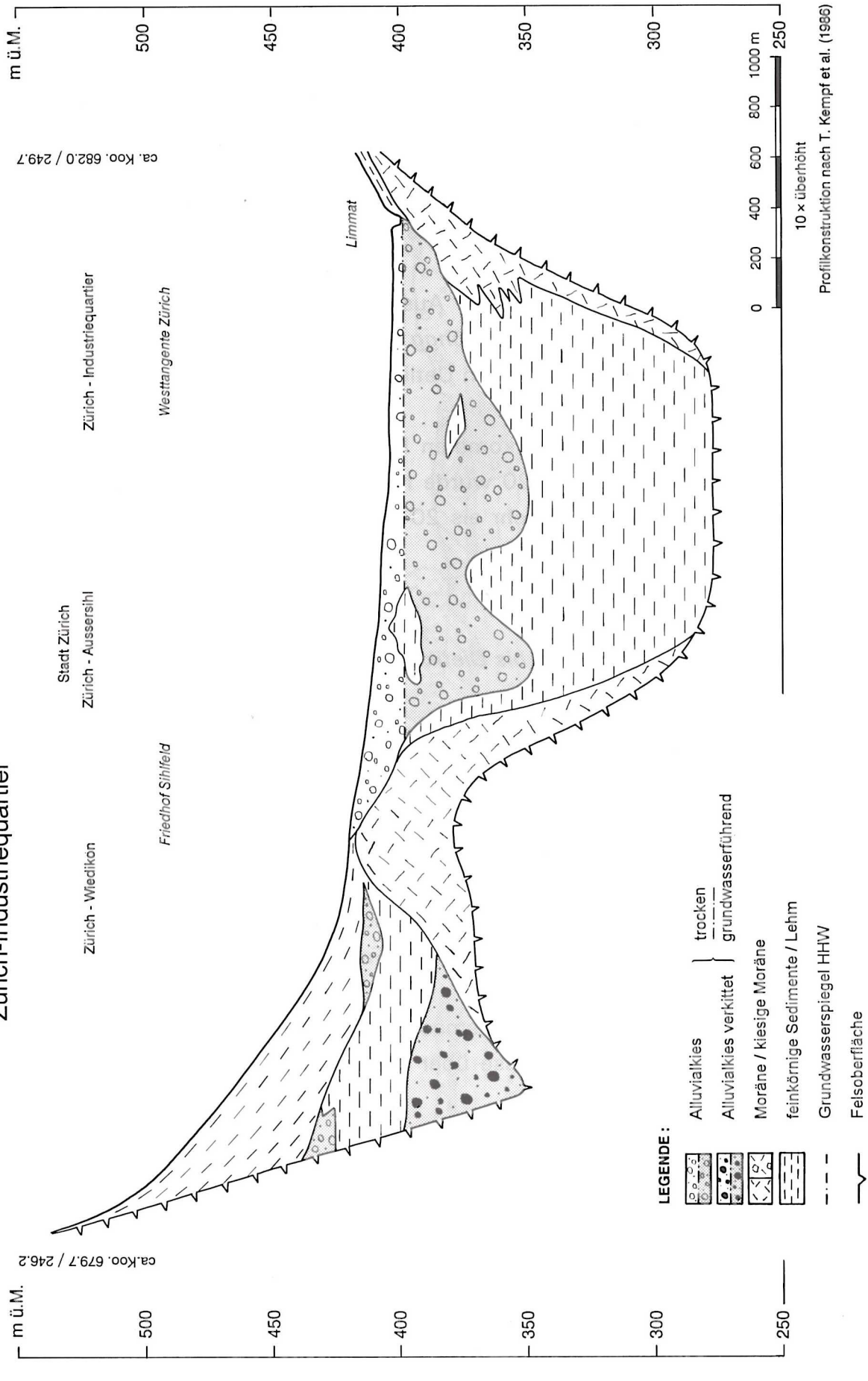
Im weiteren ist entlang der Albiskuppe bis zum Uetliberg ein Nagelfluhhorizont entwickelt, welcher gewisse Kiesreserven zur Deckung des lokalen Bedarfs beherbergt.

### ***Limmattal zwischen Zürich und Unterengstringen***

*(Figur 7)*

In der Talsohle des Limmattals ist der Limmattal-Schotter ein hochwertiger Alluvialkies. Seine grösste Mächtigkeit besitzt er im Gebiet *Aussersihl* in der *Stadt Zürich*, wo durch die Sihl ein flacher, kiesiger Schutfächer geschüttet worden ist. Entsprechend der Form dieses Fächers besitzt der Kies im Gebiet *Aussersihl* eine Mächtigkeit über HHW von 5–10 m, im südlichen Abschnitt sogar mehr als 10 m.

Figur 7: Geologisches Profil durch das obere Limmattal zwischen Zürich-Wiedikon und Zürich-Industriequartier



Entlang dem Südrand des Limmattals zwischen *Altstetten* und *Schlieren* beträgt die Kiesmächtigkeit über HHW durchwegs bis maximal 5 m, gegen den Nordrand des Tals, in Flussnähe, liegt der Grundwasserspiegel hoch, und der Kies ist vollständig wassergesättigt.

Ein lokales Kiesvorkommen bescheidener Mächtigkeit liegt über dem linken Talhang zwischen *Altstetten* und *Schlieren*. Es ist gebietsweise moränenbedeckt.

Weitere kiesige Rohstoffe von geringer Ausdehnung und Mächtigkeit sind die verkitteten Schotter am Talrand bei *Höngg* und *Oberengstringen* sowie einzelne Wallmoränen am *Hönggerberg* und am Uetliberghang oberhalb *Altstetten*.

Ein relativ mächtiges Schottervorkommen bilden die Deckenschotter des *Gubrist*. Beim Lüftungsschacht für die N20 wurde hier rinnenfüllender Deckenschotter mit Mächtigkeiten über HHW von mehr als 20 m angetroffen, welcher allerdings vollständig von Moräne bedeckt ist.

### ***Limmattal von Unterengstringen bis Dietikon***

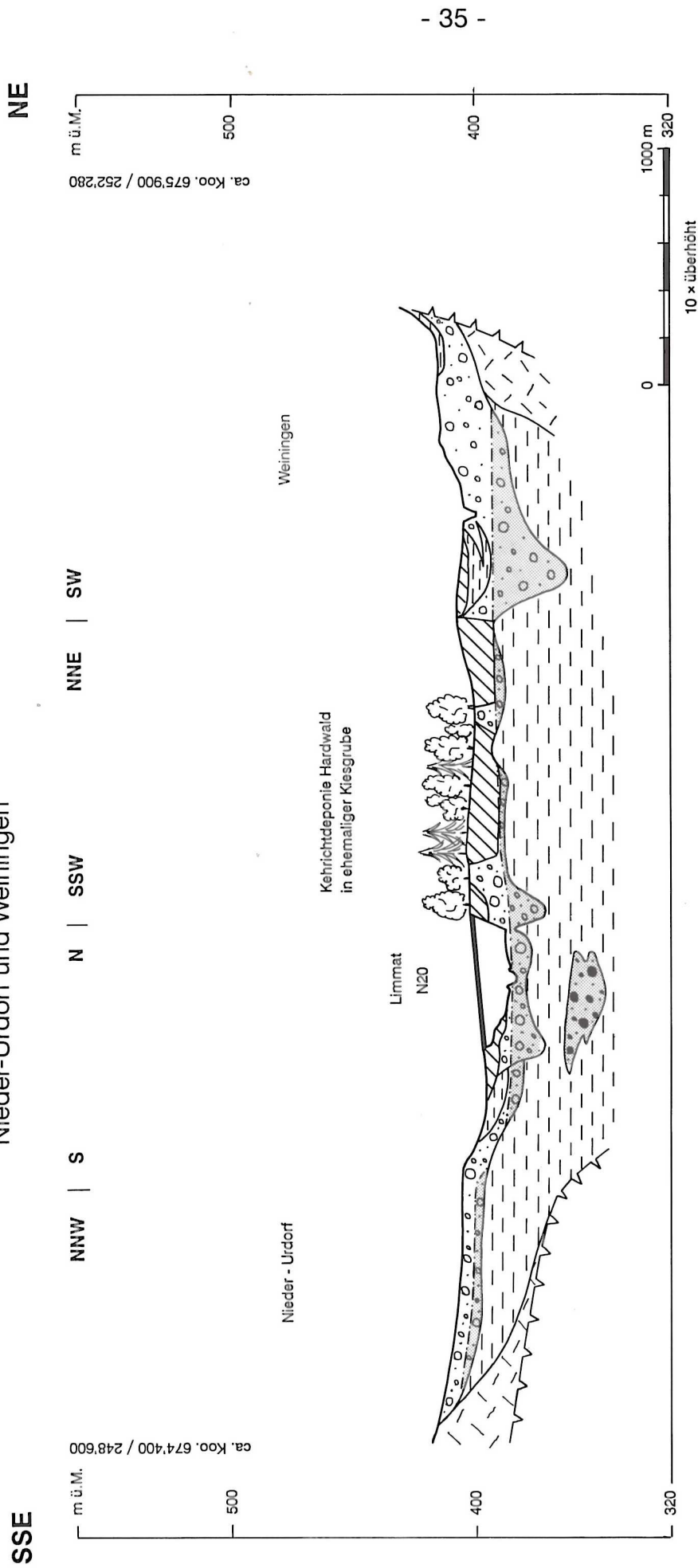
*(Figur 8)*

Zwischen Unterengstringen und Schlieren erstreckt sich der markante Moränenwall des Schlieren-Stadiums. In Verbindung mit dieser Moräne ist hier eine Terrasse mit sehr mächtigen würmzeitlichen Rückzugs-Schottern entwickelt. Diese besitzen im Vorfeld der Moräne und zum Teil verzahnt mit dieser im Gebiet zwischen *Weiningen*, *Unterengstringen* und *Dietikon* eine Mächtigkeit bis zu 20 m. Entsprechend dem gegen Westen abfallenden Gelände nimmt auch die Kiesmächtigkeit bis auf 5–10 m, in den Gebieten *Brunau* und *Fahrweid* auf weniger als 5 m ab.

Ähnliche Rückzugs-Schotter mit Kiesmächtigkeiten über HHW von bis zu 20 m finden sich in einer Erosionsterrasse über dem rechten Limmatufer bei *Oetwil an der Limmat*.

Auch am südlichen Talrand zwischen *Schlieren*, *Dietikon* und *Spreitenbach* ist eine Schotterterrasse mit Kiesmächtigkeiten bis über 10 m entwickelt. Im Stadtgebiet von *Dietikon* selbst erstreckt sich ein Bachschuttfächer der Reppisch, dessen Zusammensetzung als vorwiegend sandig-kiesig bezeichnet werden darf. In den Flussauen beidseits der Limmat steht zwar ebenfalls junger Rückzugsschotter an, der Grundwasserspiegel liegt aber etwa auf dem Niveau des Limmatwasserspiegels; der Kies ist hier wassergesättigt.

Figur 8: Geologisches Profil durch das mittlere Limmattal zwischen Nieder-Urdorf und Weiningen



LEGENDE:

- Alluvialkies
- Alluvialkies verkittet
- Moräne / kiesige Moräne
- feinkörnige Sedimente / Lehm
- Grundwasserspiegel HHW
- Felsoberfläche
- trocken
- grundwasserführend

### ***Tal von Urdorf***

Im Tal von *Urdorf*, welches sich nach Norden ins Limmattal öffnet, ist unter einer grösseren Moränenbedeckung ein älterer Schotter entwickelt. Der Grundwasserspiegel liegt allerdings über der Schotterobergrenze im Tiefenbereich der Moräne, der Kies ist wassergesättigt. Nördlich des Dorfkerns von *Urdorf* öffnet sich das Tal, der Grundwasserspiegel sinkt rascher als die Terrainoberfläche gegen das Limmattal ab, und die Mächtigkeit des trockenen Kieses über HHW nimmt gegen Norden auf 5–10 m zu.

### **5.4 Knonauer Amt**

*(Figur 9)*

Die wichtigsten Kiesvorkommen im Knonauer Amt konzentrieren sich auf das südlichste und westlichste Gebiet zwischen *Obfelden*, *Maschwanden* und *Knonau*.

Am Talrand des Reusstals ist frühwürmeiszeitlicher Mittelterrassen-Schotter, ein hochwertiger Alluvialkies, in grösserer Mächtigkeit erhalten geblieben. Der Schotter wurde durch den würmeiszeitlichen Gletscher überfahren und ist schichtweise verkittet. Er besitzt über weite Strecken eine Bedeckung mit Moräne und z.T. mit Drumlins.

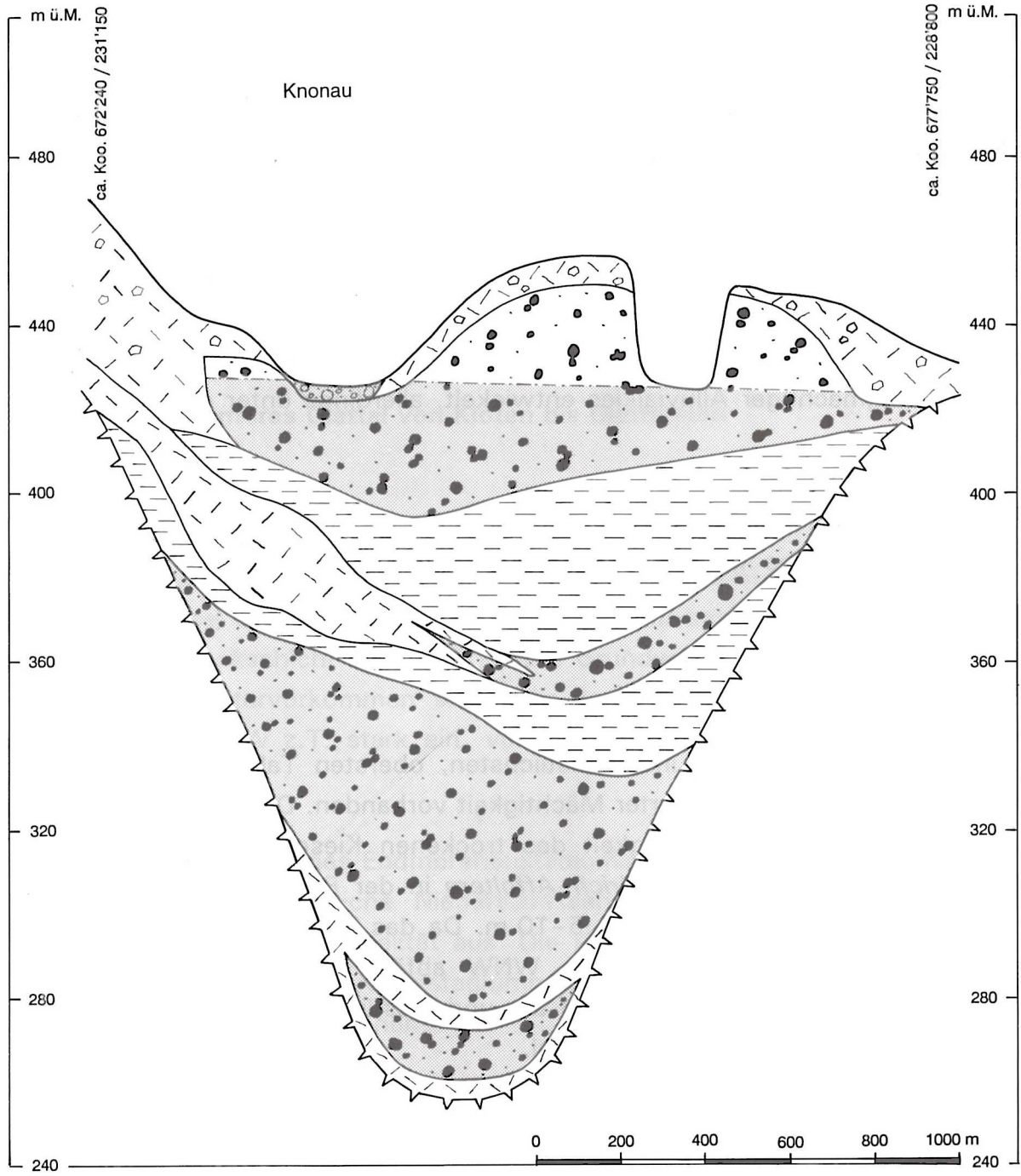
Ebenfalls als frühwürmeiszeitlich ist der Schotter im Gebiet von *Knonau* zu deuten. Er füllt hier eine alte eiszeitliche Rinne, die sogenannte Knonauerrinne, welche aber vollständig aufgefüllt ist und heute morphologisch nicht mehr in Erscheinung tritt. Der Schotter, ein schichtweise verkitteter Alluvialkies, ist durchwegs von mächtiger Moräne und zahlreichen Drumlins bedeckt. Östlich *Knonau* ist der Schotter als «vermutet» dargestellt, da weder das eingezeichnete Vorkommen noch die angegebene Mächtigkeit von 5–10 m mit Bohrungen belegt sind.

Ein weiteres Vorkommen frühwürmeiszeitlichen Schotters liegt auf den Terrassen über der Talsohle in der Umgebung von *Birmensdorf*. Der Schotter, ein relativ hochwertiger Alluvialkies, ist durch den würmeiszeitlichen Gletscher überfahren worden und trägt eine Moränenbedeckung. Am östlichen *Ättenberg* ist eine Kiesmächtigkeit von mehr als 20 m nachgewiesen, und aus Analogiegründen darf für das ganze Plateau des *Ättenbergs* dieselbe grosse Kiesmächtigkeit vermutet werden. Auf den Schotterterrassen nördlich *Birmensdorf* ist die Kiesmächtigkeit deutlich geringer.

NNW

Figur 9: Geologisches Profil durch die Knonauer Rinne bei Knonau







SSE



10 x überhöht

Profilkonstruktion nach Moser (1977)

LEGENDE :

- |   |                              |                                   |
|---|------------------------------|-----------------------------------|
|  | Alluvialkies                 | } trocken<br>} grundwasserführend |
|  | Alluvialkies verkittet       |                                   |
|  | Moräne / kiesige Moräne      |                                   |
|  | feinkörnige Sedimente / Lehm |                                   |
|  | Grundwasserspiegel HHW       |                                   |
|  | Felsoberfläche               |                                   |

Darüber hinaus sind Kiesvorkommen im Knonauer Amt eher selten. Hinzuweisen ist auf lokale Vorkommen mit Deckenschottern am Albiskamm und am Albispass sowie auf zahlreiche Vorkommen junger Alluvialkiese in den Talsohlen, z.B. bei *Rifferswil*, in *Affoltern* und in der Talsohle des Reusstals. Diese jungen Alluvialkiese beherbergen Grundwasserströme oder lokale Grundwasservorkommen, der Kies liegt in der Regel unter dem Grundwasserspiegel.

Erstaunlicherweise fehlen im Reppischtal, einem eiszeitlichen Schmelzwassertal, Kiesvorkommen von nennenswerter Mächtigkeit. Die Talfüllung besteht weitgehend aus Schwemmlern, welcher von den beidseitigen Hängen aus Molassegesteinen verfrachtet worden ist. Einzig im Gebiet von *Birmensdorf* ist in der Talsohle ein geringmächtiger Alluvialkies entwickelt, allerdings unter dem Grundwasserspiegel.

Beachtlich ist der Reichtum des Knonauer Amtes an Moränenwällen und Drumlins. Dieses oft kiesreiche Material ist ein brauchbarer Kiesersatz.

### **5.5 Furttal, Wehntal, Bachsertal**

Im *Furttal* sind vor allem im südöstlichsten, obersten Talabschnitt hochwertige Alluvialkiese von nennenswerter Mächtigkeit vorhanden. Der Kies wirkt als Grundwasserleiter, und die Mächtigkeit des trockenen Kieses über HHW beträgt im Gebiet von *Regensdorf* und *Zürich-Affoltern* in der Regel nur 0–5 m, höchstens am südöstlichsten Talrand gegen 5–10 m. Da das Terrain in der Talachse steiler als der Grundwasserspiegel gegen WNW abfällt, nimmt die Mächtigkeit des trockenen Kieses in dieser Richtung ab, und westlich *Regensdorf* liegt aller Alluvialkies unter dem Grundwasserspiegel.

Ähnlich sind die Verhältnisse in der Talsohle des *Wehntals* und im *Bachsertal*, einem schmalen, eiszeitlichen Schmelzwassertal. Hier sind jeweils im Vorfeld der Endmoränenwälle relativ mächtige, hochwertige Alluvialkiese anzutreffen. Die Mächtigkeit des trockenen Kieses über HHW beträgt aber im südöstlichsten Talabschnitt, in der Nähe der Moränenwälle, jeweils nur ca. 5 m und nimmt, bedingt durch das steiler als der Grundwasserspiegel abtauchende Gelände, in WNW Richtung ab. Über weite Strecken liegt der Kies unter dem Grundwasserspiegel.

In den westlichsten Randgebieten des *Glattals* zwischen Furttal und Wehntal liegen verschiedenorts junge Alluvialkiese in der Talsohle, die aber stets nur eine

geringe Ausdehnung und Mächtigkeit besitzen: so ein lokaler kiesiger Schuttfächer in *Dielsdorf*, wo aber praktisch aller Kies unter dem Grundwasserspiegel liegt, sowie ein lokales Kiesvorkommen bei *Niederhasli*, wo nur im östlichsten Abschnitt trockener Kies von 0–5 m Mächtigkeit vorliegt. Über weite Gebiete erstrecken sich hier in den Talsohlen feinkörnige Seeablagerungen mit Torf- und Riedbildungen.

Hinzuweisen ist auf die Wallmoränen im Gebiet *Steinmaur*, *Schöfflisdorf* und *Bachs*, welche gebietsweise eine sehr grosse Mächtigkeit und oft auch eine kiesige Beschaffenheit aufweisen und sich als Kies-Ersatzmaterial anbieten.

## 5.6 Mittleres und unteres Glattal von Kloten bis Glattfelden

(Figuren 10, 11)

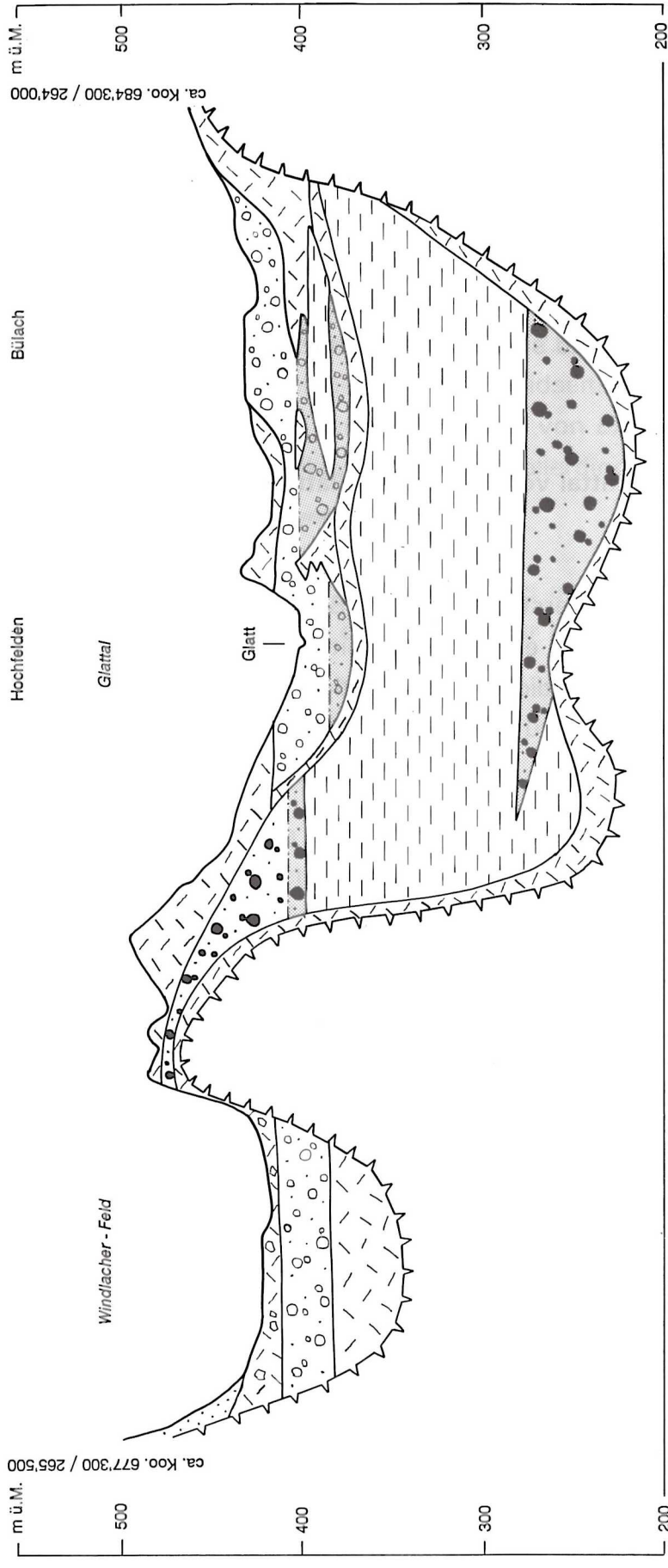
Zwischen *Oberglatt* und *Bülach* erstreckt sich im Bereich des Endmoränenstadiums des würmeiszeitlichen Gletschers ein grosses, mit Moräne bedecktes Vorkommen junger Alluvialkiese. Die uneinheitliche Kiesmächtigkeit beträgt maximal 35 m, die Mächtigkeit der Deckschicht bis zu 10 m. Die Grundwasserverhältnisse in diesem inhomogenen Schottervorkommen sind sehr komplex und schränken die Kiesmächtigkeit über HHW z.T. stark ein, vor allem in der näheren Umgebung von *Bülach*.

In den Talsohlen nördlich des Endmoränenstadiums Richtung *Glattfelden* und *Eglisau* erstrecken sich eigentliche Niederterrassen-Schotter. Diese zeichnen sich durch eine hochwertige Kiesqualität aus. Die Kiesmächtigkeit beträgt hier bis zu 50 m. In der Nähe des Endmoränenstadiums ist mit einem erhöhten Feinanteil und mit groben Kiesgeröllen zu rechnen.

Im unteren Glattal bei *Glattfelden* sind grosse Teile dieses Schotterkomplexes durch die Glatt erodiert worden, und die Kiesmächtigkeit nimmt gegen die Glatt hin stufenweise ab (*Figur 11*). Die Kiesmächtigkeit des Schotters, welcher sich Richtung Norden bis nach *Eglisau* erstreckt, wird durch die Lage der Felsoberfläche und die abfallende Topographie bestimmt und beträgt maximal ca. 20 m.

Figur 10: Geologisches Profil durch das Windlacher-Feld und das untere Glattal

E



Profilkonstruktion nach Freimoser und Locher (1990)

LEGENDE :

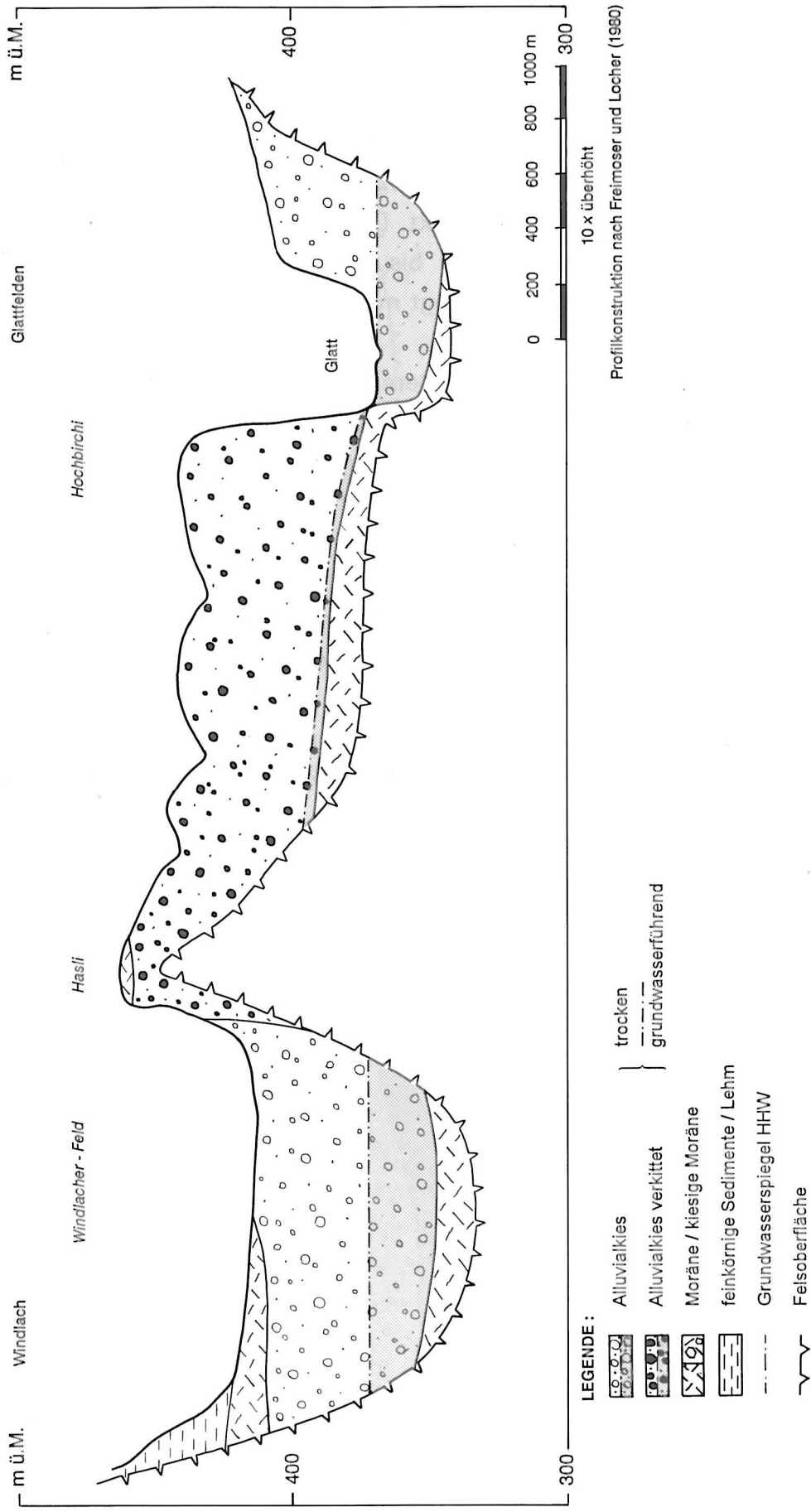
- Alluvialkies
  - Alluvialkies verkittet
  - Moräne / Kiesige Moräne
  - feinkörnige Sedimente / Lehm
  - Grundwasserspiegel HHW
  - Felsoberfläche
- trocken  
 grundwasserführend

W

Figur 11: Geologisches Profil durch das Windlacher-Feld und das untere Glattal zwischen Windlach und Glattfelden

E | SW

NE



## 5.7 Windlacherfeld, nordwestlicher Kantonsteil

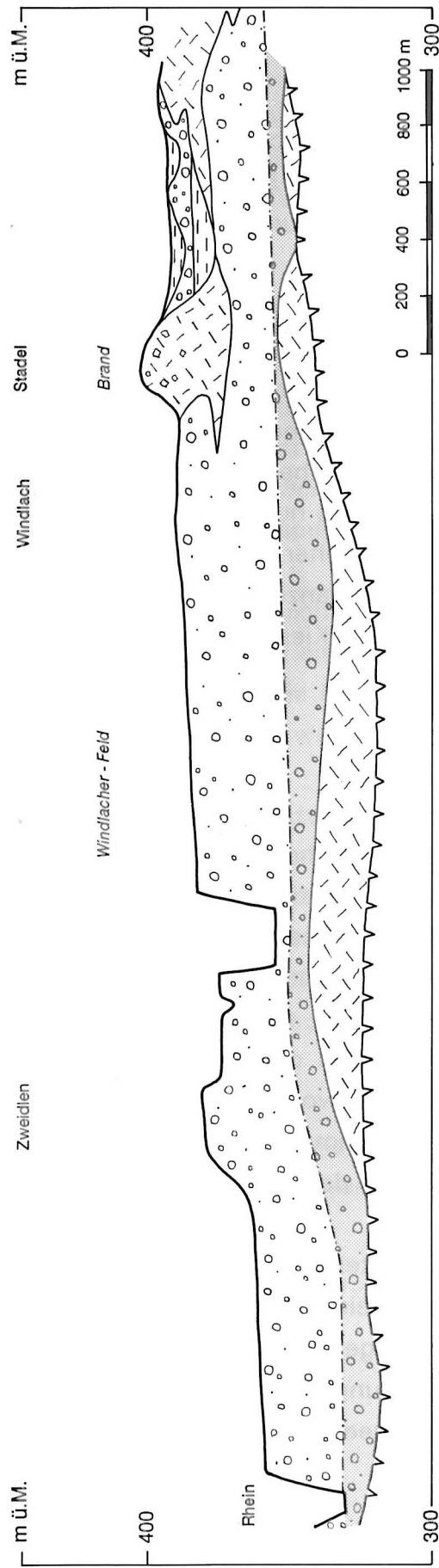
(Figur 12)

Ähnlich dem Schotter zwischen *Bülach* und *Glattfelden* wird der Niederterrassen-Schotter im südlichen Teil des *Windlacherfeldes* durch die Endmoräne des würm-eiszeitlichen Gletschers bedeckt. Die Kiesmächtigkeit über HHW ist in diesem Teil unterschiedlich, kann jedoch bis zu 30 m betragen. Auch die Mächtigkeit der Deckschicht variiert und beträgt maximal 20 m.






Nördlich der Endmoräne, im Bereich des *Windlacherfeldes*, nimmt der Feinanteil des Schotters ab und die generelle Kiesmächtigkeit beträgt hier bis zu 60 m. Bedingt durch die Lage von Grundwasserspiegel und Terrainoberfläche nimmt die Kiesmächtigkeit über HHW von Süden gegen Norden zum Rhein von ca. 40 m auf ca. 20 m ab.

Bei *Weiach* beträgt die generelle Kiesmächtigkeit im Bereich der Schotterterrasse maximal 60 m, die Kiesmächtigkeit über HHW etwa 40 m. Reste älterer, verkitte-ter Schottervorkommen sind vereinzelt am Talrand anzutreffen. Die Schotter sind reich an Block- und Gerölleinlagerungen. Gegen das Rheinbord sind sie oft auch schichtweise verkittet. Die Kiesmächtigkeit über HHW beträgt maximal ca. 40 m.

Figur 12: Geologisches Profil durch das Windlacher-Feld zwischen Zweidlen und Stadel



LEGENDE :

-  Alluvialkies
  -  Moräne / kiesige Moräne
  -  feinkörnige Sedimente / Lehm
  -  Grundwasserspiegel HHW
  -  Felsoberfläche
- } trocken  
} grundwasserführend

Profilkonstruktion nach Freimoser und Locher (1980)

## 5.8 Tösstal und angrenzende Gebiete

### *Tösstal von Steg bis Winterthur*

Das *Tösstal* ist eine eiszeitliche Schmelzwasserrinne mit einem ausgesprochen kiesreichen Einzugsgebiet im Hörnli-Bergland. Aus diesem Grund ist auch die Talsohle von Steg bis nach Winterthur mit ausserordentlich mächtigem, hochwertigem Alluvialkies aufgefüllt worden.

Dank seiner Durchlässigkeit ist dieser Kies aber auch ein Grundwasserleiter von erstrangiger Güte; im Tösstal erstreckt sich ein sehr mächtiger und ergiebiger Grundwasserstrom (vgl. auch Grundwasserkarte 1:25'000). Die Mächtigkeit des trockenen Kieses über HHW ist über das ganze Tal-Längsprofil relativ bescheiden und beträgt praktisch durchwegs nur 0–5 m. Auf einzelnen Terrassen am Talrand kann die Mächtigkeit etwas höher sein, gebietsweise, z.B. auf den niedersten Talauen, kann aber auch der ganze Kies wassergesättigt sein. In einzelnen Abschnitten am Talrand kann der Kies durch mächtigere Schwemmlehm-Ablagerungen bedeckt sein.

### *Hörnli-Bergland*

Das ganze Hörnli-Bergland zwischen *Schnebelhorn*, *Bachtel* und *Turbenthal* wird durch eine ausserordentlich mächtige Abfolge aus praktisch horizontal gelagerten Nagelfluhschichten der Oberen Süsswassermolasse gebildet. Die einzelnen Nagelfluhschichten werden zwar oft durch Mergel- oder Sandsteinschichten unterteilt, dominieren aber bei weitem über das ganze Schichtprofil. Auf der Rohstoffkarte Kies sind die Nagelfluhschichten des Hörnli-Berglandes als zusammenhängendes Vorkommen kartiert. Nur dort, wo eindeutig mergelige Schichten dominieren oder wo am Hangfuss Schwemmlehmablagerungen von grösserer Mächtigkeit entwickelt sind, wurde kein Rohstoff dargestellt.

In den angrenzenden Gebieten, d.h. bis gegen das *Kempttal* und gegen das *Eulachtal*, sind in den Sandstein- und Mergelschichten der Oberen Süsswassermolasse häufig mehr oder weniger mächtige Nagelfluhschichten eingeschaltet. Diese Nagelfluh stellt für die Deckung des lokalen Bedarfs, z.B. für die Befestigung von Waldsträsschen etc., einen geeigneten Rohstoff dar.

### ***Eulachtal von Aadorf über Winterthur bis Pfungen***

*(Figur 13)*

Auch das *Eulachtal* ist ein eiszeitliches Schmelzwassertal, in welchem in der ausgehenden Würm-Eiszeit sehr mächtige Alluvialkiese zur Ablagerung gelangten. Die Mächtigkeit des trockenen Kiesel über HHW wird im wesentlichen durch die Grundwasserverhältnisse bestimmt.

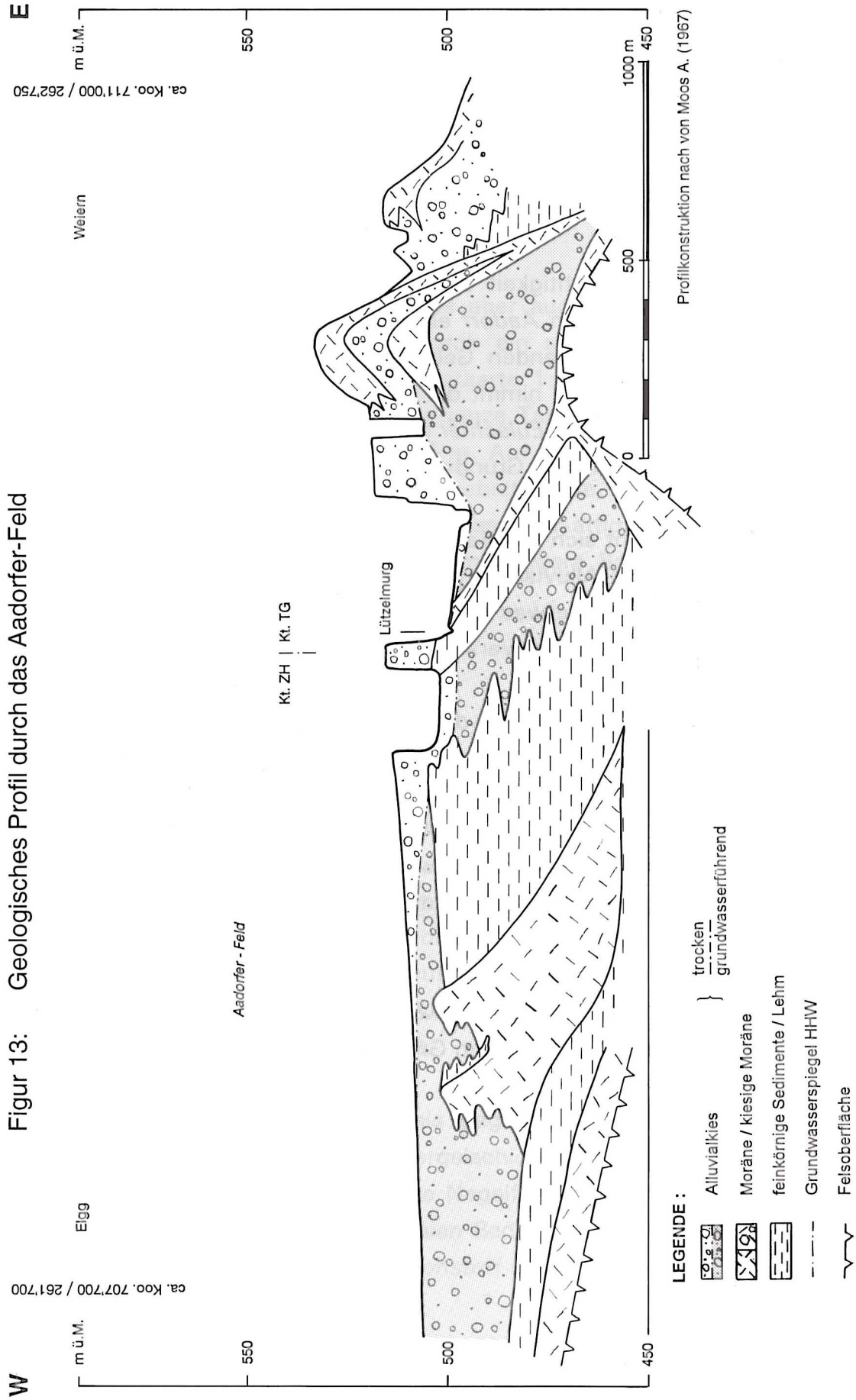
Eine besonders grosse Mächtigkeit trockenen Kiesel über HHW ist in der Nähe des Endmoränenstadiums von *Aadorf* entwickelt, wo im Vorfeld der Moräne entlang einem Nord-Süd verlaufenden Gebietsstreifen bis zu 20 m Kies über HHW vorhanden ist. Gegen Westen nimmt die Mächtigkeit des trockenen Kiesel relativ rasch ab, und im eigentlichen *Eulachtal* bis *Oberwinterthur* liegt der ganze, relativ mächtige Alluvialkies unter dem Grundwasserspiegel.

In *Oberwinterthur* vereint sich das Tal der Eulach mit demjenigen von *Wiesendangen*, ebenfalls einem mit Alluvialkies gefüllten eiszeitlichen Schmelzwassertal. Die Schottermächtigkeit ist hier etwas geringer, die Mächtigkeit des trockenen Kiesel über HHW kann mit etwa 0–5 m veranschlagt werden.

Im Stadtgebiet von *Winterthur* fällt der Grundwasserspiegel steiler in westlicher Richtung ab als die Terrainoberfläche und stellt sich auf das Vorflutniveau der *Töss* bei *Pfungen* ein. Dadurch nimmt die Mächtigkeit des trockenen Kiesel über HHW im Stadtgebiet auf 15–20 m zu und beträgt auch im Gebiet von *Wülflingen* immer noch 5–10 m. Am südlichen Talrand bei *Pfungen* sind auf höher gelegenen Schotterterrassen sogar Mächtigkeiten des trockenen Kiesel bis zu 20 m zu erwarten.

In der Talsohle zwischen *Pfungen* und *Dättlikon* liegt der Grundwasserspiegel sehr hoch. Aller Alluvialkies liegt unter dem Grundwasserspiegel.

Figur 13: Geologisches Profil durch das Aadorfer-Feld



### ***Tal von Seuzach-Neftenbach***

In der Talsohle zwischen *Seuzach*, *Hettlingen* und *Neftenbach* erstrecken sich relativ geringmächtige, grundwasserführende Alluvialkiese. Wegen des hochliegenden Grundwasserspiegels ist der Kies über weite Strecken wassergesättigt, nur in Randgebieten sind teilweise Kiesmächtigkeiten über HHW bis 5 m vorhanden. Bei *Neftenbach* taucht der Grundwasserspiegel steiler als das Terrain ab und stellt sich auf das Vorflutniveau der Töss ein, so dass hier entsprechend den topographischen Verhältnissen trockener Kies in Mächtigkeiten von 0–5 m, gebietsweise auch 5–10 m ansteht.

### ***Embrachertal und unterstes Tösstal***

Das *Embrachertal* war während der letzten Eiszeit eisfrei. Durch die Täler von Oberembrach und Lufingen verfrachteten eiszeitliche Schmelzwässer grosse Kiesmengen ins Embrachertal, welche hier eine bis zu 20 m mächtige Schotterflur aufbauen.

Die Mächtigkeit des trockenen Kiesel wird durch die Lage des Grundwasserspiegels bestimmt. So finden sich heute die grössten Kiesmächtigkeiten über HHW bei *Oberembrach* und im östlichen Bereich des *Embracher Hards*, wogegen in den dazwischenliegenden Gebieten je nach Topographie die Kiesmächtigkeit über HHW auf 0 m abnehmen kann.

Analoge Schotter wie im Embrachertal wurden auch im *untersten Tösstal* zwischen *Rorbas* und *Teufen* abgelagert. In jüngster Zeit hat sich die Töss unter Bildung markanter Terrassen in diese Schotter eingeschnitten. Die grössten Mächtigkeiten trockenen Kiesel sind auf den nördlichen Terrassen zwischen *Freienstein* und *Teufen* vorhanden, wo die Mächtigkeit des trockenen Kiesel stellenweise bis zu 20 m und knapp mehr beträgt. In den tieferen Talauen des Tösstals ist die Mächtigkeit des Schotter bescheiden und überschreitet kaum 5 m.

## 5.9 Thurtal und angrenzende Gebiete

### ***Talsole des Thurtals***

*(Figur 14)*

Durch verschiedene Gletschervorstösse wurde der Felsuntergrund im Thurtal lokal stark übertieft und grösstenteils mit Seesedimenten aufgefüllt. Die Kiesvorkommen im Thurtal beschränken sich auf geringmächtige, relikartige Schotterkomplexe entlang dem Talrand sowie auf junge Thur-Schotter in der Talsole, welche aber in der Regel unter dem Grundwasserspiegel liegen.

### ***Randgebiete des Thurtals südlich Andelfingen***

*(Figur 15)*

Kiesreiche Moränenwälle grenzen das Thurtal bei Andelfingen auf beiden Seiten markant ab. Bei *Adlikon* und *Oberwil* wurde unter einer sehr mächtigen, z.T. kiesreichen Moränenbedeckung ein ca. 15 m mächtiger Kieskomplex erbohrt, welcher bei *Andelfingen* am Talrand z.T. aufgeschlossen ist. Solche moränenbedeckten Schotter, welche im nördlichsten Teil des Kantons Zürich bereits an verschiedenen Orten erbohrt worden sind, beherbergen meist bedeutende Grundwasservorkommen. So ist auch der Schotterkomplex südöstlich Andelfingen über weite Strecken wassergesättigt. Der Schotter dürfte sich nach Süden hin bis gegen *Rutschwil* erstrecken.

Die Kiesvorkommen von *Dinhard* und *Sulz* sind geringmächtig und weisen eine sehr heterogene, vor allem sandige Zusammensetzung auf. Die geringmächtigen Kiesvorkommen von *Niederwil* und *Berg* stellen die Füllung alter Schmelzwasserinnen dar. Sie sind aufgrund ihrer Mächtigkeit und heterogenen Zusammensetzung für die Kiesgewinnung eher uninteressant.

### ***Randgebiete des Thurtals nördlich Andelfingen (Weinland)***

*(Figur 15, 16 und 17)*

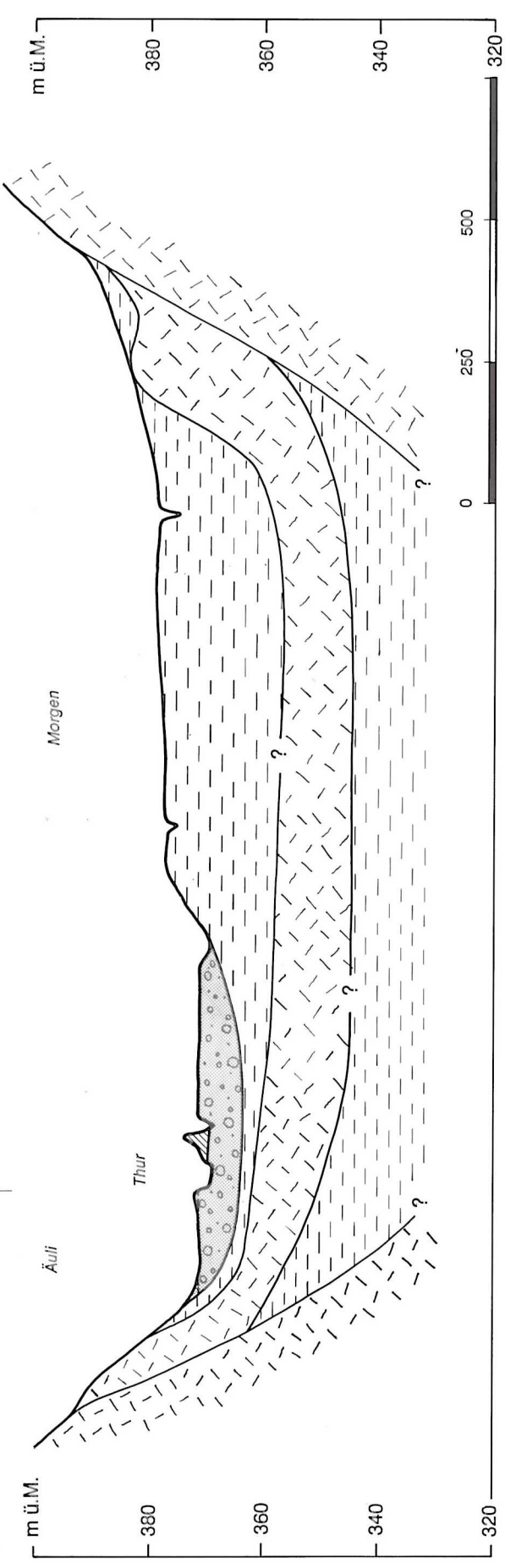
Ältere bedeutende Schottervorkommen wurden auch nördlich *Andelfingen* unter z.T. mächtiger Moränenüberdeckung erbohrt (Gebiet von *Oerlingen* und *westlich des Stammheimertals*). Deren Ausdehnung ist nicht genau bekannt, wurden sie doch durch jüngere Gletschervorstösse grösstenteils erodiert und mit Moräne bedeckt. Die im Gebiet von *Oerlingen* unter einer 10–20 m mächtigen Deckschicht erbohrten Kiese erstrecken sich Richtung Rheintal und sind durch Moränenwälle

Figur 14: Geologisches Profil durch das Thurtal bei Thalheim

N





Kt. TG | Kt. ZH

S

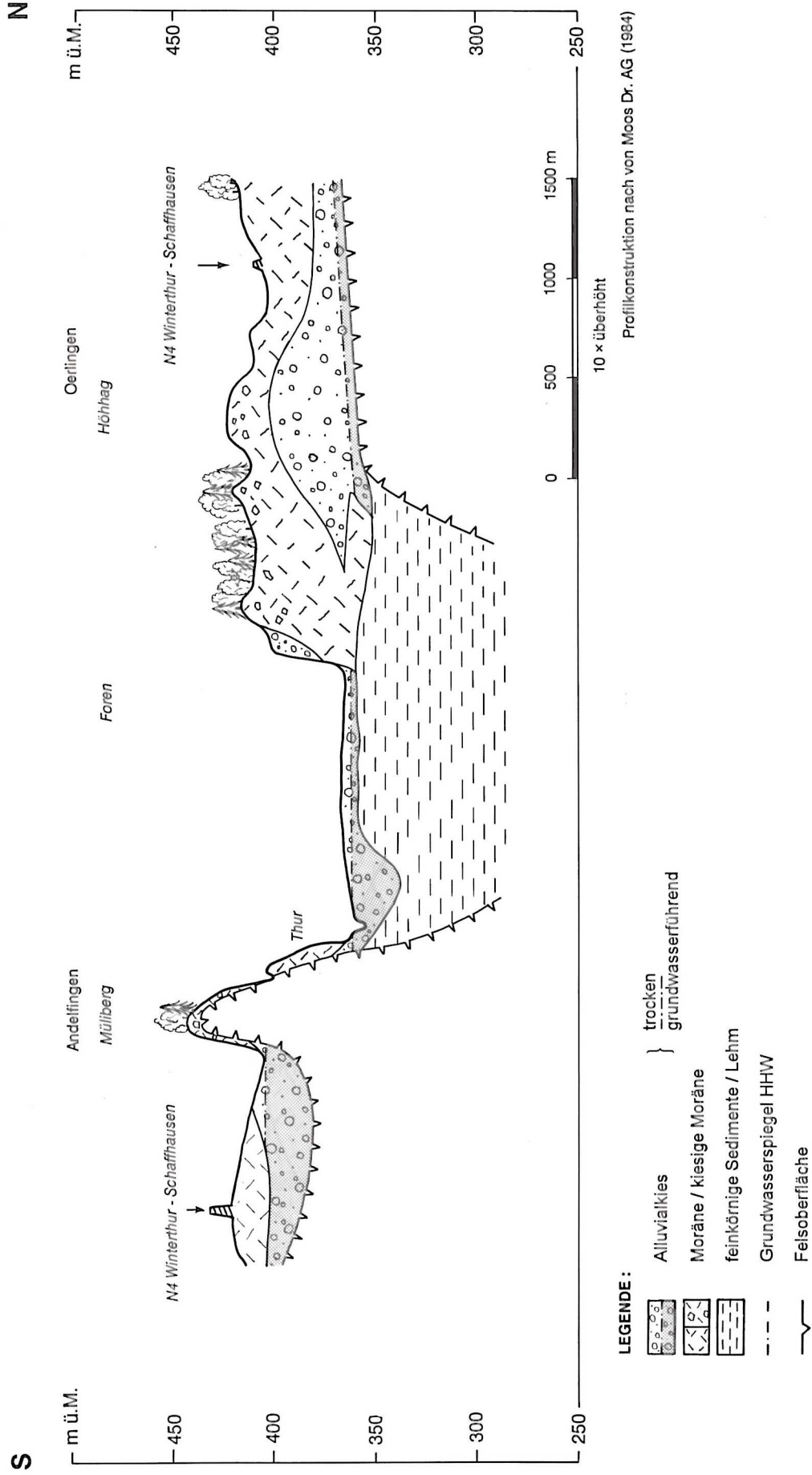


10x überhöht  
Profilkonstruktion nach von Moos Dr.-AG (1979)

LEGENDE :

-  Alluvialkies
  -  Moräne / Kiesige Moräne
  -  feinkörnige Sedimente / Lehm
  -  Grundwasserspiegel HHW
- } trocken  
} grundwasserführend

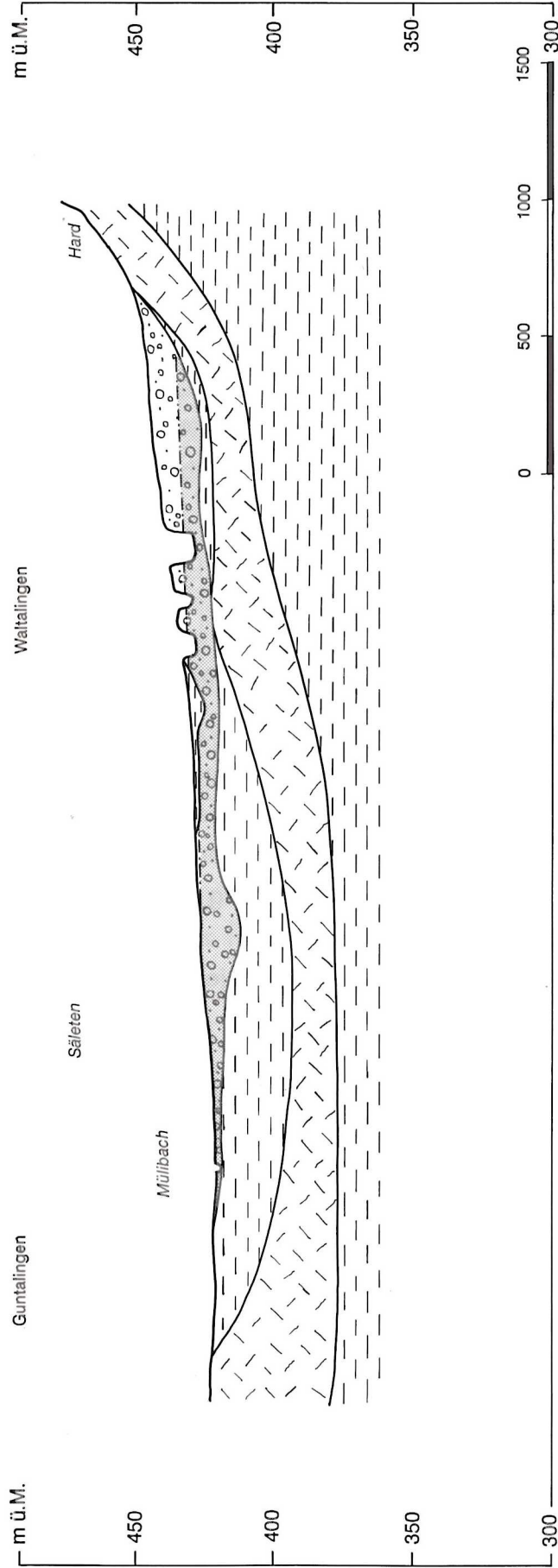
Figur 15: Geologisches Profil durch das Thurtal bei Andelfingen



Figur 16: Geologisches Profil im Stammheimertal zwischen Guntalingen und Waitalingen

NNW

SSE



LEGENDE :

-  Alluvialkies
  -  Moräne / kiesige Moräne
  -  feinkörnige Sedimente / Lehm
  -  Grundwasserspiegel HHW
- } trocken  
} grundwasserführend

10 x überhöht

Profilkonstruktion nach Sieber, Cassina, Moser (1982)

vom eigentlichen Thurtal getrennt. Die generelle Kiesmächtigkeit beträgt max. 50 m, die Mächtigkeit über HHW rund 40 m. Die Qualität dieser Kiese ist unsicher, sie wurden jedoch auf der Karte als hochwertige Alluvialkiese eingestuft. Westlich des *Stammheimertals* wurden ebenfalls unter einer 10–20 m mächtigen Deckschicht Schotter erbohrt, welche weiter nördlich am *Buechberg (TG)* anstehen. Die generelle Kiesmächtigkeit beträgt auf dem Gebiet des Kantons Zürich maximal 30 m, die Mächtigkeit über HHW max. 25 m.

Im *Stammheimertal* erstreckt sich ein hochwertiger Alluvialkies, der im Süden durch kiesreiche Moränenwälle begrenzt wird. Die generelle Kiesmächtigkeit ist im Süden am grössten und beträgt 20 m, die Mächtigkeit über HHW rund 15 m. Gegen Norden nimmt die Kiesmächtigkeit mit abfallender Topographie ab.

## 5.10 Rheintal und Rafzerfeld

### ***Rheintal-Schotter zwischen Feuerthalen und Rheinau***

Oberhalb des Rheinfalls, auf zürcherischem Boden, ist die in Malmkalke eingetiefte Rheinrinne mit jungem Alluvialkies gefüllt. Der Schotter ist grundwassergesättigt, die generelle Kiesmächtigkeit beträgt im zentralen Teil der Rinne aber bis zu 50 m. Der Rheintal-Schotter wird bei *Feuerthalen* randlich durch geringmächtige Moräne und jüngere Rückzugs-Schotter terrassenartig bedeckt. Weiter südlich verläuft die mit Schotter gefüllte Rinne grösstenteils auf zürcherischem Boden. Die Kiesmächtigkeit beträgt hier generell bis ca. 45 m, diejenige über HHW bis zu 25 m.

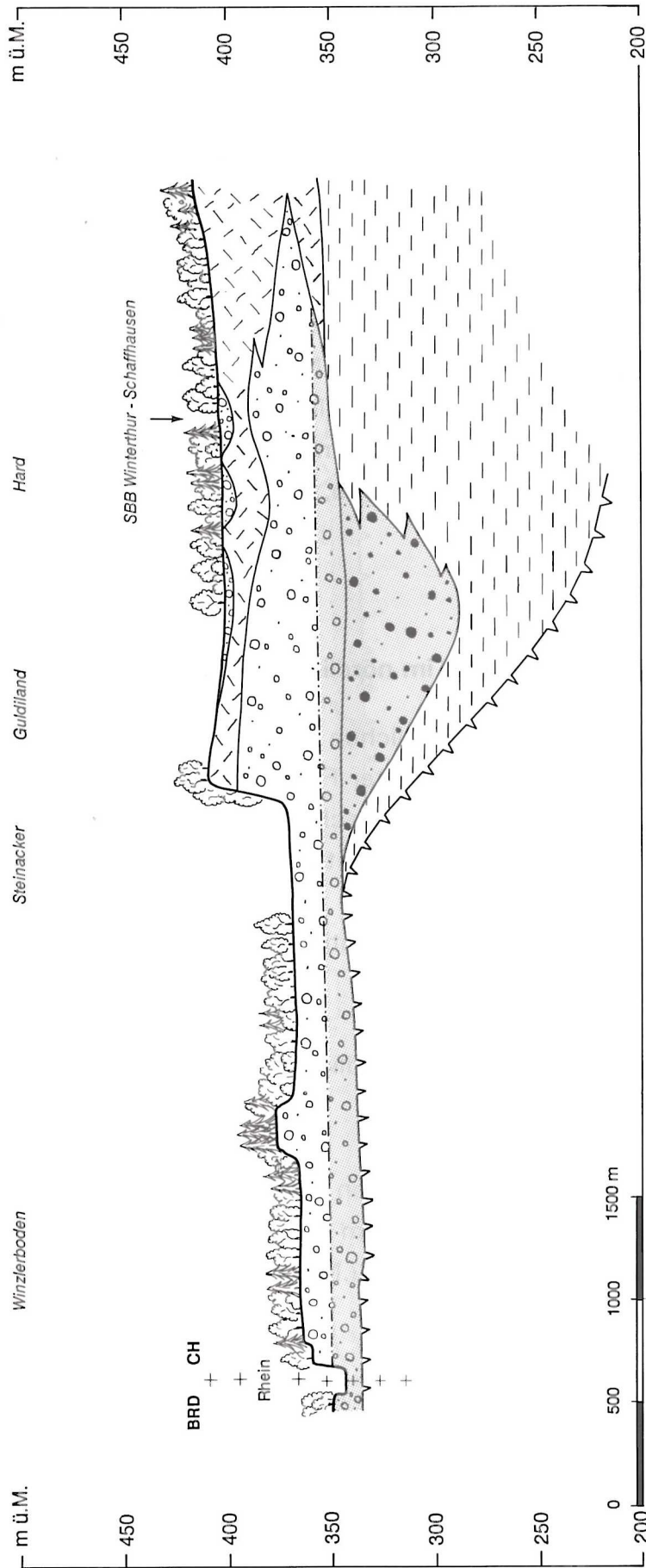
### ***Rheintal-Schotter zwischen Rheinau und Rüdlingen***

*(Figur 17)*

Die mit Schotter gefüllte Rheinrinne wird im Bereich der *Halbinsel Schwaben* zunehmend breiter und erstreckt sich Richtung Süden bis ins *Flaacherfeld*, wo der Schotter in verschiedenen Erosionsterrassen ansteht. Die generelle Kiesmächtigkeit beträgt bis fast 70 m. Moränenartige Einschaltungen innerhalb des Kieskomplexes sind vor allem im Gebiet südlich *Neurheinau* nachgewiesen. Im Schotter erstreckt sich ein ausgedehntes Grundwasservorkommen, der Grundwasserspiegel liegt wenig höher als der Rhein. Die Kiesmächtigkeit über HHW variiert je nach Höhenlage der verschiedenen Erosionsterrassen zwischen 10 m und 40 m.

Figur 17: Geologisches Profil durch das Niederholz zwischen Marthalen und Ellikon am Rhein

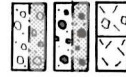
W



10 x überhöht

Profilkonstruktion nach von Moos Dr. AG (1994)

LEGENDE :



Alluvialkies } trocken  
 Alluvialkies verkittet } grundwasserführend  
 Moräne / Kiesige Moräne



feinkörnige Sedimente / Lehm



Grundwasserspiegel HHW



Felsoberfläche

E

### **Rafzerfeld**

(Figur 18)

Der mächtigste und wirtschaftlich bedeutendste Schotterkomplex im Kanton Zürich erstreckt sich im *Rafzerfeld* von *Rüdlingen* (Kt. Schaffhausen) über *Wil*, *Hüntwangen* bis nach *Herdern* (Deutschland). Dabei handelt es sich um Niederterrasen-Schotter, also hochwertigen Alluvialkies. Die generelle Kiesmächtigkeit beträgt im östlichen Rafzerfeld rund 70–90 m, im westlichen Rafzerfeld 50–60 m und nimmt mit ansteigender Felskote gegen die Ränder des Rafzerfeldes rasch ab. Im östlichsten Teil ist der Schotter mit Moräne bedeckt. Der Schotter im Rafzerfeld ist auch ein bedeutender Grundwasserleiter. Die Mächtigkeit des trockenen Kieses über HHW beträgt im Osten ca. 70 m, nimmt gegen Westen ab und beträgt im Bereich des Kieswerkes Wil ca. 50 m, im Bereich der Kiesgrube Hüntwangen ca. 40 m.

### **5.11 Hochgelegene Schotter im nördlichen Kantonsteil**

Auf den Kartenblättern des nördlichen Kantonsteils (Diessenhofen, Eglisau, Andelfingen und Bülach) sind mit violetter Farbe zahlreiche hochgelegene Schotter ausgeschieden. Es handelt sich um nach Alter und Genese recht unterschiedliche Schotter, die oft zu Nagelfluh verkittet sind und an den Rändern der Hochplateaus verbreitet wandbildend auftreten. Die Schottervorkommen enthalten oft moränenartige Ablagerungen und grosse Erratiker. Die Unterlage dieser Schotter bildet in der Regel der Molassefels.

Die hochgelegenen Schotter im nördlichen Kantonsteil werden gemäss der klassischen Gliederung unterteilt in:

**Ältere Deckenschotter:** Vorkommen auf dem *Irchel* (Auflagerungsfläche ca. 670 m ü.M. im Südosten und 630 m ü.M. im Nordwesten), Vorkommen auf dem *Stadlerberg* (Basis bei ca. 580 m ü.M.) und auf der *Egg* nördlich des Surbtals (Basis bei ca. 570–600 m ü.M.).

**Jüngere Deckenschotter:** Vorkommen auf dem *Stammerberg* (Basisfläche ca. 590 m ü.M.), auf dem *Cholfirst* (Basis ca. 530 m ü.M. im Südosten und 480 m ü.M. im Nordwesten), auf dem *Rhinsberg*, *Laubberg* und *Sanzenberg*.

Figur 18: Geologisches Profil durch das Ratzer-Feld

ca. Koo. 677.0 / 269.0

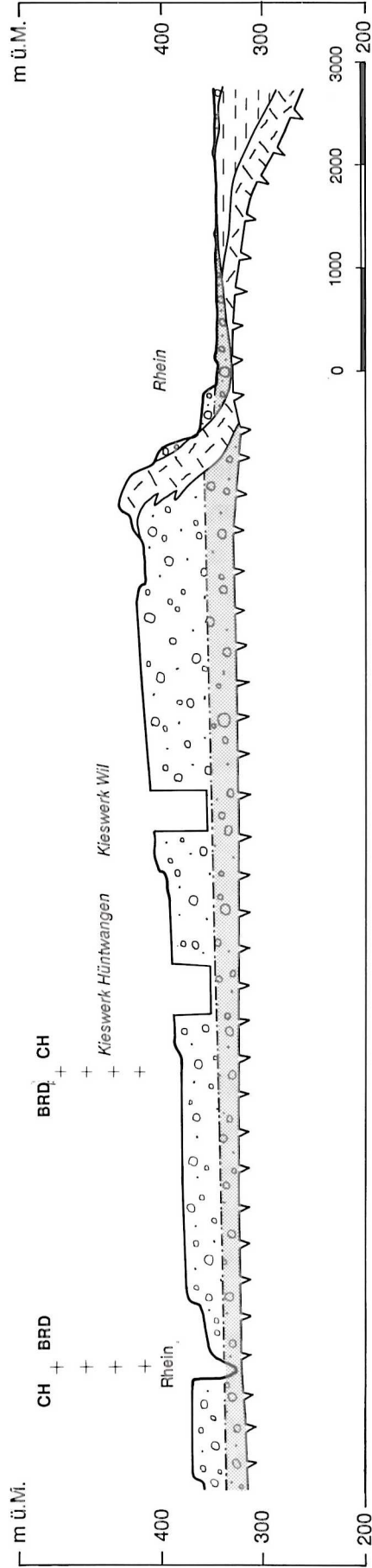
ca. Koo. 689.0 / 271.7

WSW






Ratzer - Feld

Flaacher - Feld

ENE



LEGENDE :

-  Alluvialkies
  -  Moräne / kiesige Moräne
  -  feinkörnige Sedimente / Lehm
  -  Grundwasserspiegel HHW
  -  Felsoberfläche
- } trocken  
} grundwasserführend

10 x überhöht

Profilkonstruktion nach Freimoser und Locher (1980)

**Hochterrassen-Schotter:** Schottervorkommen entlang den Talflanken des *Rafzerfeldes*, *Windlacherfeldes*, im *unteren Glattal*, bei *Weiach*. Besonders bei den hochgelegenen, als «Tafelberge» rundum isolierten Deckenschottern kommt es an der Schotterbasis zu ausgeprägten Quellhorizonten. Wegen der vorherrschenden Neigung der Schotterbasis in nördlicher bis nordwestlicher Richtung treten solche Quellhorizonte meist an den Nord-Rändern der Schotterplateaus auf.

Die generelle Kiesmächtigkeit dieser Schottervorkommen ist, bedingt durch die Lage der Felsoberfläche und die Topographie, z.T. sehr beträchtlich (*Egg* bis 60 m, *Stadlerberg* bis 35 m, *Altberg* bis 40 m, *Sanzenberg* bis 50 m, *Rhinsberg* bis 50 m). Unter der Annahme, dass der Grundwasserspiegel entsprechend dem obengenannten Quellhorizont nahe der Schotterbasis liegt, dürfte die Kiesmächtigkeit über HHW nur geringfügig kleiner sein als die generelle Kiesmächtigkeit.

## 6. Volumen der Kiesvorkommen

### 6.1 Vorgehen bei der Volumenberechnung

Die mit einem Geographischen Informationssystem GIS erstellte Rohstoffkarte Kies erlaubt es, anhand der dargestellten Kiesmächtigkeiten und -flächen die *Kubaturen* für die unterschiedlichen Kiesqualitäten rechnerisch zu ermitteln.

In den *Tabellen I–XI* im Anhang sind die Ergebnisse dieser Volumenberechnungen aufgeführt, und zwar gegliedert nach Planungsregionen und geordnet nach den auf der Kieskarte dargestellten Rohstoffqualitäten.

In den Tabellen wird unterschieden zwischen *Kiesvolumen generell*, d.h. dem gesamthaft vorhandenen Materialvolumen *ohne* Berücksichtigung der Grundwasserführung, und *Kiesvolumen über HHW*, d.h. dem Kiesvolumen über dem Grundwasserspiegel bei Höchst-Hochwasserstand.

Das *Kiesvolumen über HHW* wurde entsprechend den auf der Kieskarte dargestellten, nachgewiesenen und vermuteten Kiesmächtigkeiten mit dem GIS berechnet. Gestützt auf die berechneten Volumina und unter Verwendung aller vorhandenen Angaben über die gesamte Kiesmächtigkeit (Sondierbohrungen, Profilkonstruktionen etc.) wurde anschliessend das *Kiesvolumen generell* grob abgeschätzt.

Wie bereits bei der Darstellung auf der Karte wurden bei den Volumenberechnungen weder allfällige geringmächtige Deckschichten noch eine schützende Materialschicht über dem Grundwasserspiegel (in der Regel 2 m) in Abzug gebracht, sondern beides wurde zum Kiesvolumen geschlagen. Es wurden auch keine raumplanerisch einschränkenden Faktoren wie Siedlungen, Wald, Grundwasserschutz etc. berücksichtigt. Die angegebenen Volumina sind also auf keinen Fall den tatsächlich abbaubaren Kiesvolumina gleichzusetzen, sie geben aber doch für planerische Belange ein nachvollziehbares Mass an.

Die *Tabelle 1* zeigt als Auswahl und Zusammenfassung der umfangreichen Tabellen des Anhangs die Volumina der wichtigsten Rohstoffvorkommen des Kantons Zürich, der *Alluvialkiese* über dem HHW. Sie verdeutlicht unter anderem auch die sehr unterschiedliche regionale Verteilung der Alluvialkiese im Kanton Zürich.

**Tabelle 1:** Zusammenstellung der berechneten Volumina der Alluvialkiese über HHW

<i>Planungsregionen</i>	<i>Hochwertiger Alluvialkies in der Talsohle Volumen über HHW (Mio. m<sup>3</sup> fest)</i>	<i>Alluvialkies über der Talsohle Volumen über HHW (Mio. m<sup>3</sup> fest)</i>
Furttal	10.4	23.4
Glattal	40.3	308.9
Limmattal	68.1	20.8
Knonauer Amt	0	92.0
Zimmerberg	2.7	1'143.0
Pfannenstiel	0	2.0
Winterthur und Umgebung	216.4	109.9
Zürcher Oberland	89.0	238.7
Zürcher Unterland	1'324.4	643.2
Zürcher Weinland	618.3	329.2
Stadt Zürich	63.5	8.5
Gesamtvolumen	2'433.1	2'919.6

## 6.2 Verfügbarkeit der Kiesvorkommen am Beispiel des Rafzerfeldes

Unterschiedliche Nutzungsansprüche schränken die Verfügbarkeit des vorhandenen Kiesvolumens für einen Kiesabbau heute und in der Zukunft stark ein (*Figur 1*).

Im folgenden wird am Beispiel des Rafzerfeldes, dem bedeutendsten Kiesvorkommen im Kanton Zürich, aufgezeigt, wie stark die unterschiedlichen Nutzungsansprüche die für einen Kiesabbau tatsächlich verfügbaren Kiesvolumina einschränken (*Tabelle 2, Figur 19*).

Zuerst wurde mit Hilfe der Rohstoffkarte die Fläche des Alluvialkiesvorkommens im Rafzerfeld mit dem GIS ermittelt. In einem zweiten Schritt wurde auf der Grundlage des kantonalen Richtplans aus dem Jahr 1995 sowie des «Gesamtkonzepts zum Kiesabbau und zur Gestaltung des Rafzerfeldes» aus dem Jahr 1992 der Flächenbedarf der unterschiedlichen Nutzungsansprüche ermittelt. Überlagerungen von Nutzungsansprüchen, wie Landschafts- und Naturschutz, Wald und

Grundwasserschutz, wurden dabei nicht speziell beachtet. Die Berücksichtigung der Nutzungsansprüche erfolgte in der gemäss *Tabelle 2* aufgeführten Reihenfolge.

In einem dritten Schritt wurden die Kiesvolumina unter den durch die Nutzungsansprüche belegten Flächen entsprechend den jeweiligen Kiesmächtigkeiten berechnet (in m<sup>3</sup> und in %). Hierfür wurde auf bestehende Daten aus Bohrungen zurückgegriffen. Bei der Bestimmung der Kiesmächtigkeit wurden generell eine 2 m mächtige Schutzschicht über dem höchsten möglichen Grundwasserspiegel (unter Berücksichtigung des zukünftigen Grundwasseranreicherungskonzepts, Bericht Dr. Th. Locher 1989) sowie eine rund 1 m mächtige, nicht verwertbare Deckschicht in Abzug gebracht.

Im wesentlichen wurden folgende Nutzungsansprüche berücksichtigt:

- **bestehende Kiesgruben und rekultivierte Gebiete** gemäss Kieskataster des Kantons Zürich, Stand 1993 (*Wasterkingen/Hüntwangen, Wil I, Ghürst, Eglisau, Rafz*)
- **Siedlungen und siedlungsnahe Gebiete** (*Wasterkingen, Hüntwangen, Wil, Eglisau, Rafz, Gebiete östlich des Dorfes Rafz*)
- **Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) und kantonale Naturschutzgebiete** (*Chüesetzi, Böschung Wiler Hard, Rheinbord*)
- **Wald** (*Wiler Hard, Stadtforen, Brand*)
- **Grundwasserschutz** (*Grundwasserschutzareal Rafzerfeld*)
- **Verkehr** (Schätzung)

Im weiteren wurden gewisse randliche, siedlungsnahe Gebiete ausgeschieden, in denen zwar kein primärer Nutzungsanspruch vorliegt, ein Abbau nach heutigen Kriterien jedoch nicht sinnvoll ist. In diesen Gebieten wäre aber ein Abbau längerfristig nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Es handelt sich um folgende Gebiete:

*Gebiet westlich des Grubenstandorts Wasterkingen/Hüntwangen; Gebiete nördlich der Badener Landstrasse; Gebiet Bartlen/Chuehalden in Eglisau und Gebiet Brand/Gentner südlich der Umfahrung Rafz.*

In den verbleibenden Gebieten ohne primären Nutzungsanspruch schränken Wald-, Gewässer-, Strassen- und Grenzabstände den Kiesabbau weiter ein, ebenso müssen die Böschungsstabilitäten gewährleistet bleiben. In *Tabelle 2* sind diese Kubaturen separat ausgewiesen.

Nach Berücksichtigung all dieser einschränkenden Faktoren verbleiben im Rafzerfeld noch die Gebiete, in denen ein Kiesabbau nach heutigen Kriterien vertretbar ist, nämlich die im kantonalen Richtplan festgesetzten bzw. für die Festsetzung vorgesehenen Materialgewinnungsgebiete *Wil I, Reineten-Ghürst, Wil II, Chüesetzi, Wald, Dreieck, Erweiterung Gentner und Rafz*.

*Tabelle 2:* Kiesvolumen Rafzerfeld, unterteilt nach Nutzungsansprüchen

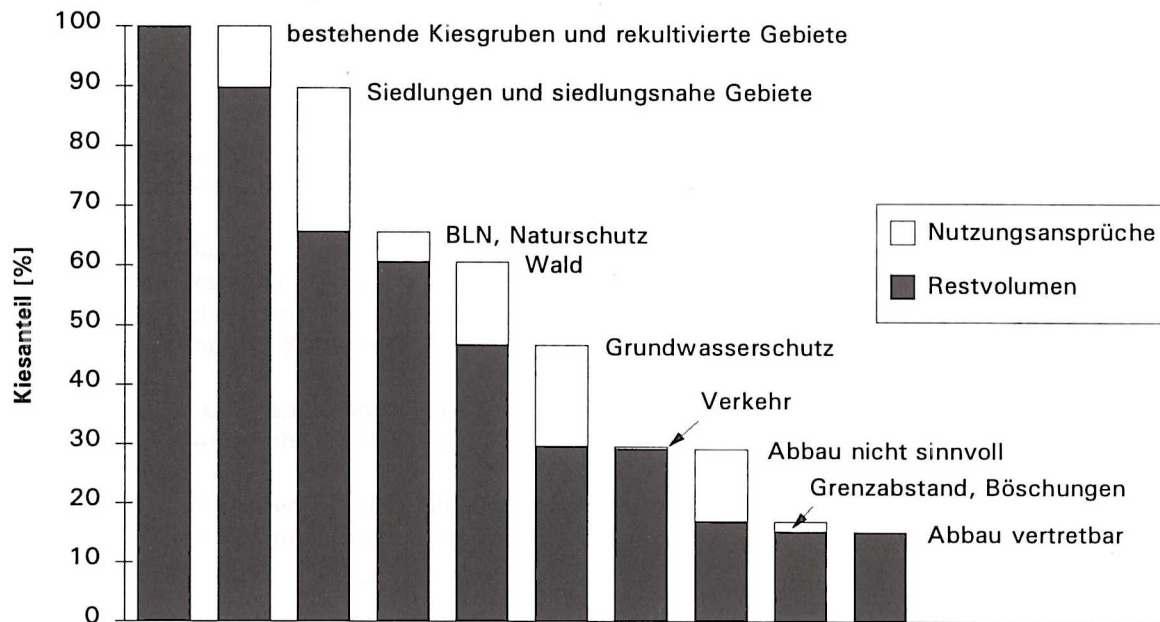
<i>Nutzungsansprüche</i>	<i>Fläche (ha)</i>	<i>Kiesvolumen (Mio. m<sup>3</sup> fest)</i>	<i>Anteil des Kies- volumens (%)</i>
Alluvialkiesvorkommen Rafzerfeld	1'458	590	100
Bestehende Kiesgruben und rekultivierte Gebiete <sup>c)</sup>	152	61	10.3
Siedlungen und siedlungsnahе Gebiete	431	142	24.1
BLN, Naturschutz <sup>a)b)c)</sup>	60	29	5.0
Wald <sup>b)c)</sup>	148	83	14.0
Grundwasserschutz <sup>c)</sup>	181	100	17.0
Verkehr	10	3	0.5
Kein primärer Nutzungsanspruch, Abbau nach heutigen Kriterien jedoch nicht sinnvoll	238	72	12.2
Abbau nach heutigen Kriterien aus technischen Gründen nicht realisierbar (Grenzabstände, Böschungsstabilität)	33	10	1.7
Abbau nach heutigen Kriterien vertretbar	205	90	15.2

a) Grösstenteils handelt es sich dabei um bewaldete Gebiete.

b) Das ganze Gebiet ist Bestandteil des Grundwasserschutzareals.

c) Strassen und Eisenbahnen (Verkehr) wurden nicht separat ausgeschieden.

Figur 19: Verminderung des abbaubaren Kiesvolumens im Rafzerfeld durch gegebene Nutzungsansprüche, Stand 1995



Wie das Beispiel des Rafzerfeldes zeigt, wird das heute vorhandene Kiesvolumen durch gegebene Nutzungsansprüche wie Siedlung, Landschafts- und Naturschutz, Wald, Grundwasserschutz und Verkehr sehr stark eingeschränkt.

Damit soll veranschaulicht werden, dass die in *Tabelle 1* und im Anhang präsentierten Kiesvolumina im Hinblick auf die effektive Verfügbarkeit des Kieses stark relativiert werden müssen. Beim Entscheid über die Festsetzung geeigneter Materialgewinnungsgebiete im Richtplan des Kantons Zürich (Voraussetzung für den Kiesabbau) werden diese Nutzungsansprüche neben weiteren Randbedingungen, wie etwa regionale Verteilung oder Bedarf etc., von entscheidender Bedeutung sein.



## Verwendete Unterlagen

### Literatur:

(Von den unveröffentlichten Berichten sind nur massgebende grössere Berichte zitiert)

*Amt für Raumplanung des Kantons Zürich (1995):* Kantonaler Richtplan.

*Arbeitsgruppe Gestaltung Rafzerfeld (1992):* Gesamtkonzept zum Kiesabbau und zur Gestaltung des Rafzerfeldes. Bericht im Auftrag der Baudirektion des Kantons Zürich.

*Büchi und Müller AG (1993):* Grundwasseruntersuchung im Gebiet Thur-Rhein/Cholfirst-See-rücken. Untersuchungsphase 3A: Buchbergschotter. Unveröff. Bericht im Auftrag des Amtes für Umweltschutz und Wasserwirtschaft des Kt. Thurgau und des Amtes für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich.

*Frei, R. (1912):* Untersuchungen über den Schweizerischen Deckenschotter. Beitr. geol. Karte Schweiz. NF 37.

*Freimoser, M. & Locher, Th. (1980):* Gedanken zur pleistozänen Landschaftsgeschichte im nördlichen Teil des Kantons Zürich aufgrund hydrogeologischer Untersuchungen. Eclogae geol. Helv., 73/1.

*Graf, H.R. (1993):* Die Deckenschotter der zentralen Nordschweiz. Diss. ETH Zürich, Nr. 10205.

*Haering, Ch. et al. (1994):* Erläuterungen zur Hydrogeol. Karte der Schweiz 1:100'000, Blatt Toggenburg (Nr. 5). Schweiz. Geotech. Komm.

*Haldimann, P. (1977):* Quartärgeologische Entwicklung des mittleren Glattals (Kt. Zürich). Eclogae geol. Helv., 71/2.

*Hantke, R. (1980):* Eiszeitalter. Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. 3 Bände, Ott Verlag, Thun.

*Hofmann, F. und Hantke, R. (1964):* Erläuterungen zu Bl. 1032: Diessenhofen. Geol. Atlas der Schweiz 1:25'000. Schweiz. Geol. Komm.

*Hug, J. & Beilick, A. (1934):* Die Grundwasserverhältnisse des Kantons Zürich. Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. Hydrol. 1.

*Jäckli, H. (1964):* Geologie von Kloten mit einer geologischen Karte 1:25'000. In: Kloten, vom Bauerndorf zur Flughafenstadt. Orell Füssli, Zürich.

*Jäckli, H. (1969):* Die Grundwasserverhältnisse des Limmattales von Zürich bis Dietikon. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.

*Jäckli, H. et al. (1972):* Erläuterungen zur Hydrogeologischen Karte der Schweiz 1:100'000, Blatt Bözberg-Beromünster. Schweiz. Geotech. Komm. und Schweiz. Geol. Komm.

*Jäckli, H. (1973):* Die Grundwasserverhältnisse bei Nieder-Urdorf bis Schönenwerd, Gemeinden Urdorf, Dietikon und Schlieren. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.

*Jäckli, H. (1974):* Grundwasseruntersuchungen im oberen Furttal bei Regensdorf. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.

*Jäckli, H. (1977):* Grundwasseruntersuchungen mittleres Glattal. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.

- Jäckli, H. (1980):* Die Grundwasserverhältnisse im Embracher- und Freiensteiner-Grundwasserstrom. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Jäckli, H. et al. (1980):* Erläuterungen zur Hydrogeologischen Karte der Schweiz 1:100'00. Blatt Bodensee (Nr. 2). Schweiz. Geotech. Komm.
- Jäckli, H. (1981):* Die Grundwasserverhältnisse im unteren Furttal. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Jäckli, H. und Schindler, C. (1986):* Möglichkeiten der Substitution hochwertiger Alluvialkiese durch andere mineralische Rohstoffe. Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 68.
- Jäckli, H. (1989):* Geologie von Zürich. Orell Füssli, Zürich.
- Käser, U. (1980):* Glazialmorphologische Untersuchungen zwischen Töss und Thur. Inaugural-Dissertation, Philosophische Fakultät II, Universität Zürich.
- Kempf, Th. et al. (1986):* Die Grundwasservorkommen im Kanton Zürich, Erläuterungsband zur Grundwasserkarte 1:25'000. Beitr. geol. Karte Schweiz, geotech. Ser. 69.
- Landolt + Stucky (1993):* Kieskataster Kanton Zürich. Unveröff. Kataster im Auftrag der Direktion der öffentlichen Bauten des Kanton Zürich.
- Locher, T. (1989):* Grundwassergebiet Rafzerfeld. Kiesabbau. Ermittlung der maximal möglichen Abbaukoten über dem Grundwasser. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Moser, R. (1977):* Grundwassergebiet Knonau–Maschwanden unter Einbezug der nördlichen zugerischen Reussebene. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Von Moos, A. (1967):* Aadorferfeld–oberes Eulachtal. Geologisch-hydrogeologische Untersuchungen 1964–1967. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Von Moos Dr. AG (1973):* Untersuchung des Grundwasservorkommens im Abschnitt Rüdlingen, Rafzerfeld-Weiach. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Von Moos, A. (1976):* Die Grundwasserverhältnisse im unteren Glattal und Windlacherfeld. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Von Moos Dr. AG (1979):* Thurkorrektur. Linkes Flussufer Thalheim–Frauenfeld, Zürcher Thur-Hinterland/Thalheim-Feld. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Von Moos Dr. AG (1984):* Die Grundwasserverhältnisse im unteren Thurtal. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Von Moos Dr. AG (1985):* Hydrogeologische Untersuchungen im unteren und im oberen Grundwasserstrom von Pfäffikon sowie im Kempttal-Grundwasserstrom. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Von Moos Dr. AG (1990):* Isohypsen der Felsoberfläche im nördlichen Teil des Kantons Zürich und angrenzenden Gebiete. Unveröff. Bericht im Auftrag der Nagra.
- Von Moos Dr. AG (1992):* Hydrogeologische Untersuchungen im unteren Thurtal. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.
- Pavoni, N. (1957):* Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albiskamm und Pfannenstiel. Vjschr. Natf. Ges. Zürich, 102/5.
- De Quervain, F. und Frey, D. (1963):* Erläuterungen zur Geotechnischen Karte der Schweiz 1:200'000, Blatt 2: Luzern–Zürich–St. Gallen–Chur, 2. Aufl. Schweiz. Geotech. Komm.

*De Quervain, F. (1969):* Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. Schweiz. Geotech. Komm.

*Sieber, Cassina, Moser (1982):* Grundwasserstrom des Stammheimertales. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.

*Styger, G. (1963):* Grundwasserverhältnisse im Gebiet Winterthur-Töss. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.

*Welten, M. (1982):* Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF 156. Schweiz. Geol. Komm.

*Wyssling, L. (1980):* Die Grundwasserverhältnisse im oberen Glattal/ZH. Unveröff. Bericht im Auftrag des AGW.

*Wyssling, L. (1983):* Die Grundwasserverhältnisse im Gebiet Reppischtal-Urdorf.

Zusätzlich wurden sehr zahlreiche weitere unveröffentlichte Berichte aus den Archiven der Dr. Heinrich Jäckli AG und des AGW konsultiert.

**Geologische Karten:**

- Aeppli, A. (1894):* Geologische Karte des Gebietes zwischen Zürichsee und Zugersee. Beitr. geol. Karte der Schweiz; Geol. Spez.-Karte (Nr. 15). Schweiz. Geol. Komm.
- Haering, Ch. et al. (1993):* Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100'000, Blatt Toggenburg. Schweiz. Geotech. Komm.
- Hantke, R. und Mitarbeiter (1967):* Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete 1:50'000, mit Erläuterungen. Vjschr. Natf. Ges. Zürich, 112/2.
- Hofmann, F. (1967):* Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt Andelfingen (Nr. 52). Schweiz. Geol. Komm.
- Hofmann, F. (1981):* Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt Neunkirch (Nr. 74). Schweiz. Geol. Komm.
- Hübscher, J. (1961):* Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt Diessenhofen (Nr. 38). Schweiz. Geol. Komm.
- Hug, J. (1905a):* Die Drumlinlandschaft der Umgebung von Andelfingen (Kt. Zürich), 1:25'000. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 15; Geol. Spez.-Karte, (Nr. 34). Schweiz. Geol. Komm.
- Hug, J. (1905b):* Geologische Karte des Rheinlaufes unterhalb Schaffhausen, 1:25'000, Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 15; Geol. Spez.-Karte, (Nr. 35). Schweiz. Geol. Komm.
- Jäckli, H. et al. (1972):* Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100'000, Blatt Bözberg–Beromünster. Schweiz. Geotech. Komm. und Schweiz. Geol. Komm.
- Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (1986, 1994):* Grundwasserkarte des Kantons Zürich 1:25'000.
- Kempf, Th. et al. (1980):* Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100'000, Blatt Bodensee. Schweiz. Geotech. Komm.
- Mühlberg, F. (1901):* Geologische Karte der Lägernekette, 1:25'000. Geol. Spez.-Karte (Nr. 25). Schweiz. Geol. Komm.
- Pavoni, N., Jäckli, H. und Schindler, C. et al. (1992):* Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt Zürich (Nr. 90). Schweiz. Geol. Komm.
- De Quervain, F., Frey, D., Hofmänner, F. und Jenny, V. (1963):* Geotechnische Karte der Schweiz, 1:200'000, Blatt 2: Luzern–Zürich–St.Gallen–Chur, 2. Aufl. Schweiz. Geotech. Komm.
- Schindler, C. (1982):* Baugrundkarte Schaffhausen 1:10'000. Blatt 1. Dr. Von Moos AG, Geotechnisches Büro, Zürich.
- Weber, A. (1928a):* Geologische Karte des oberen Tösstales zwischen Wila und Bauma, 1:25'000. Mitt. Naturw. Ges. Winterthur, 17/18.
- Weber, A. (1928b):* Geologische Karte des unteren Töss- und unteren Glattales zwischen Dättlikon, Bülach und Eglisau, 1:25'000. Mitt. Naturw. Ges. Winterthur, 17/18.
- Weber, J. (1924):* Geologische Karte von Winterthur und Umgebung. Geol. Spez. Karte (Nr. 107) mit Erläuterungen. Schweiz. Geol. Komm.
- Zingg, Th. (1934):* Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt Stäfa (Nr. 7). Schweiz. Geol. Komm.

Anhang

*Kiesvolumina*

**Tabelle I: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Furttal**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	10.4	25
Alluvialkiese über der Talsohle	23.4	27
Andere kiesige Lockergesteine	–	7
<b>Total</b>	<b>33.8</b>	<b>59</b>

**Tabelle II: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Glattal**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	40.3	160
Alluvialkiese über der Talsohle	308.9	650
Andere kiesige Lockergesteine	–	72
<b>Total</b>	<b>349.2</b>	<b>882</b>

**Tabelle III: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Limmattal**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	68.1	170
Alluvialkiese über der Talsohle	20.8	24
Andere kiesige Lockergesteine	–	25
<b>Total</b>	<b>88.9</b>	<b>219</b>

**Table IV: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Knonauer Amt**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	0	25
Alluvialkiese über der Talsohle	92.0	190
Andere kiesige Lockergesteine	-	72
<b>Total</b>	<b>92.0</b>	<b>287</b>

**Table V: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Zimmerberg**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	2.7	8
Alluvialkiese über der Talsohle	1'143.0	1'340
Andere kiesige Lockergesteine	-	66
<b>Total</b>	<b>1'145.7</b>	<b>1'414</b>

**Table VI: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Pfannenstiel**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	0	0
Alluvialkiese über der Talsohle	2.0	4
Andere kiesige Lockergesteine	-	23
<b>Total</b>	<b>2.0</b>	<b>27</b>

**Table VII: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Winterthur und Umgebung**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	216.4	470
Alluvialkiese über der Talsohle	109.9	140
Andere kiesige Lockergesteine	–	84
<b>Total</b>	<b>326.3</b>	<b>694</b>

**Table VIII: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Zürcher Oberland**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	89.0	170
Alluvialkiese über der Talsohle	238.7	590
Andere kiesige Lockergesteine	–	97
<b>Total</b>	<b>327.7</b>	<b>857</b>

**Table IX: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Zürcher Unterland**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	1'324.4	1'770
Alluvialkiese über der Talsohle	643.2	690
Andere kiesige Lockergesteine	–	33
<b>Total</b>	<b>1'967.6</b>	<b>2'493</b>

**Table X: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Zürcher Weinland**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	618.3	900
Alluvialkiese über der Talsohle	329.2	360
Andere kiesige Lockergesteine	–	83
<b>Total</b>	<b>947.5</b>	<b>1'343</b>

**Table XI: Volumen der Kiesvorkommen, Planungsregion Stadt Zürich**

Kiestyp	Kiesvolumen über HHW Vorkommen (Mio. m <sup>3</sup> fest) (berechnet aus Kieskarte)	Kiesvolumen generell (Mio. m <sup>3</sup> fest) (Schätzung)
Hochwertige Alluvialkiese in der Talsohle	63.5	200
Alluvialkiese über der Talsohle	8.5	13
Andere kiesige Lockergesteine	–	28
<b>Total</b>	<b>72.0</b>	<b>241</b>