

Geologischer Atlas der Schweiz

Atlas géologique de la Suisse

1:25 000

Blatt

1055 Romanshorn

Topografie: Landeskarte der Schweiz 1:25 000

(Atlasblatt 125)

Erläuterungen

verfasst von

ALFRED ZAUGG,
ALEX BLASS und MARTIN WESSELS

Mit 6 Textfiguren, 1 Tabelle und 1 Tafelbeilage

2008

Herausgegeben vom Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Publié par l'Office fédéral de topographie swisstopo

Empfehlung für die Angabe in einem Literaturverzeichnis

Karte:

ZAUGG, A. (2007): Blatt 1055 Romanshorn. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Karte I25.

Erläuterungen:

ZAUGG, A., BLASS, A. & WESSELS, M. (2008): Blatt 1055 Romanshorn. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Erläut. I25.

© 2008, Bundesamt für Landestopografie, CH-3084 Wabern. – Alle Rechte vorbehalten. Übersetzungen und analoge oder digitale Vervielfältigungen dieses Dokuments oder von Teilen davon, die nicht ausschliesslich dem privaten Eigengebrauch dienen, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers gestattet.

Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo ist ein Unternehmensbereich der armasuisse.

ISSN 1420-2913

ISBN 978-3-302-400198

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	4
Übersicht	5
Stratigraphie	8
Tertiär	8
Miozän	8
Quartär	11
Pleistozän	11
Holozän	16
Der Bodensee vom LGM bis heute	20
Typische Abfolge der spätletzteiszeitlichen und holozänen Sedimente	20
Ablagerungsräume der rezenten Sedimente	23
Seespiegelschwankungen seit der ausgehenden Letzten Eiszeit	27
Tektonik	30
Hydrogeologie	30
Felsoberfläche	31
Mineralische Rohstoffe	33
Siedlungsgeschichtliche Elemente	33
Bohrungen	34
Literaturverzeichnis	43
Geologische Karten	47

VORWORT

Blatt Nr. 125 Romanshorn des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000 umfasst die südwestliche Ecke des gleichnamigen Landeskartenblattes zwischen den Koordinaten 742.500–750.000 und 266.000–274.000. Kartiert wurde es im Oktober und November 2001 von dipl. Geol. A. Zaugg von der Firma Büchi und Müller AG, Frauenfeld (2004 fusioniert mit der Firma CSD Ingenieure und Geologen AG), der sich dabei auf Unterlagen aus den Archiven der Geologischen Informationsstelle, Wabern, des Amtes für Umwelt des Kantons Thurgau, des Amtes für Umwelt des Kantons St. Gallen sowie der eigenen Firma stützte. Bis zur Drucklegung im Oktober 2007 wurde die Karte laufend mit neuen Daten aktualisiert. Dipl. Geol. A. Zaugg zeichnet auch als Hauptautor der vorliegenden Erläuterungen. Das Kapitel «Der Bodensee vom LGM bis heute» und die Angaben zu den Sedimenten am Bodenseegrund steuerten Dr. A. Blass von der CSD AG und Dr. M. Wessels vom Institut für Seenforschung in Langenargen bei. Weitere Beiträge zur Erhebung von Blatt Romanshorn lieferten lic. Natw. E. R. Müller, Dr. M. Baumann und Dr. D. Müller, Amt für Umwelt Kt. Thurgau; Dr. R. Hipp, Amt für Raumplanung Kt. Thurgau; Dr. W. Leu, Geoform AG, Winterthur; P. Ribi, Ingenieurbüro Ribi & Blum AG, Romanshorn; R. Hofmann, Moggi Ingenieure AG, Romanshorn; C. Rohner, VWR Ingenieure AG, Romanshorn; Dr. H. Heierli †, Trogen; H. Müller, Obergärtner Gde. Romanshorn; Dr. A. Hasenfratz, Amt für Archäologie Kt. Thurgau; SEAG AG; R. Hasenfratz, P. Müller und G. Vogel, CSD AG.

Dr. R. Burkhalter von der Geologischen Landesaufnahme koordinierte Karte und Erläuterungen inhaltlich, unterzog sie einer umfassenden redaktionellen Bearbeitung und kompilierte zudem die Nebenkarte «Quartärgeologische Übersicht 1:200 000».

Im Namen der Schweizerischen Geologischen Kommission prüften Prof. Dr. F. Schlunegger und PD Dr. O. Kempf den Inhalt der Karte und der Erläuterungen. Entwürfe der Karte, teils auch der Erläuterungen, begutachteten ausserdem: Dr. M. Baumann, Dr. S. Frank, dipl. Geol. C. Haering, Prof. em. Dr. L. Hauber, Dr. R. Hipp, R. Hofmann, Dr. D. Kälin, Prof. em. Dr. O. Keller, lic. Natw. E. R. Müller, Dr. H. Naef und P. Ribi.

H.-P. Sahrhage von der GeoMap AG in Uetendorf führte die kartografischen Arbeiten aus. Die Textfiguren und die Profiltafel wurden von Dr. R. Burkhalter und R. Trüssel, der Schriftsatz von E. Steiner, Bundesamt für Landestopografie, gestaltet.

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

ÜBERSICHT

Geographie

Das Inseli bei Romanshorn ist der östlichste Felsaufschluss auf dem thurgauischen Seerrücken. Der Ausläufer des Rückens bildet den markanten Geländevorsprung («Horn») des Schlossbärgs von Romanshorn, setzt sich am Seegrund in der Luxburger Bucht fort und geht dann nahtlos in das Becken des Bodensees über. Im Süden begrenzen die Moränenwälle von Neukirch, Winzelisbärg, Olmishuuse und Steinebrunn das Kartengebiet. Dazwischen breitet sich eine sich trichterförmig gegen die untiefe Luxburger Bucht öffnende Geländesenke aus. Die Aach, der Hepbach, der Wiilerbach und der Bärgbach entwässern diese durch den Moränenrücken des Langgrüüt zweigeteilte Mulde in Richtung Bodensee.

Den tiefsten Landpunkt im Untersuchungsgebiet stellt die Bodenseeuferlinie um 396 m ü. M. dar. Die höchsten Erhebungen liegen im Romanshorne Wald auf 453 m ü. M. und südlich von Steinebrunn auf dem Moränenwall des Rechbärgs auf 481 m ü. M.

Die Flachwasserzone des Bodensees (Wysse) ist zwischen 100 und 900 m breit und seewärts durch eine Böschungskante gegen die Tiefwasserzone hin begrenzt. Die tiefste Stelle befindet sich in der nordöstlichen Kartengebietsecke auf knapp 150 m ü. M.

Geologie

Die Nebenkarte «Quartärgeologische Übersicht 1:200 000» links am unteren Kartenrand gibt einen Überblick über die weitere Umgebung des Gebiets von Blatt Romanshorn. Sie ist eine Kompilation der verfügbaren geologischen Karten in den Massstäben 1:25 000 und 1:50 000 (s. Nebenkarte «Publizierte geologische Karten» rechts am unteren Kartenrand und das Kartenverzeichnis am Schluss der Erläuterungen [S. 47]). Darüber hinaus wurden die Arbeiten von MÜLLER (1982), SCHOOP & WEGENER (1984), HIPPEL (1986) und KELLER & KRAYSS (1994) mitberücksichtigt. Zusätzliche Auskunft über die geologischen Verhältnisse vermitteln das Heft Nr. 90 von *Geologica Bavarica* (s. HABICHT 1986, SCHWERD 1986) mit einer Übersicht über die Geologie des östlichen Bodenseegebiets sowie KELLER & KRAYSS (1999) mit einer Zusammenfassung der quartären Landschaftsgeschichte des Kantons Thurgau und des Bodenseebeckens. Wichtige Tiefenaufschlüsse lieferten die Bohrung Tettngang 1 (Nr. 48, S. 42: Bohrtiefe 3253 m; s. SCHREINER 1978) und die Thermalbohrung Friedrichshafen-Fischbach (Nr. 36, S. 40: Bohrtiefe 710 m).

Ausgehend vom Inseli (ca. 398 m ü. M.) bei Romanshorn (Fig. 1), welches das grösste und am besten aufgeschlossene Molassevorkommen im Kartengebiet darstellt, findet man erst 17 km westlich bei Bürglen am Nordrand des Thurtals einen vergleichbar markanten Aufschluss auf ca. 450 m ü. M. (GEIGER 1968). Zwischen Bürglen, Sulgen und Romanshorn sind Felsaufschlüsse selten; sie finden sich oft nur punktuell in Bachläufen entlang dem Südrand des Seerückens nördlich der Aach (GEIGER 1968) und in deren Unterlauf zwischen Hatswil und Salmsach. Die meisten der spärlichen Molassevorkommen auf dem östlichen Seerücken sind solche unter geringmächtiger Quartärbedeckung. Grossflächiger aufgeschlossen ist die Molasse im Sittertal, im Steinach- und im Goldachtobel und am Rorschacherberg. Am rechten Bodenseeufer tritt die Molasse nordwestlich von Immenstaad a.B. zu Tage. Erst im 35 km entfernten Bregenz reichen wiederum Felschichten am Fusse des Pfänders bis an das Ufer des Bodensees.

Zwei auf Hügelkuppen gelegene Schottervorkommen bei Bischofszell (Felseholz und Bischofsbärg) werden mit Vorbehalt als Äquivalente der Deckenschotter angesehen (HOFMANN 1973a, HIPP 1986, vgl. KELLER & KRAYSS 1999).

In mittlerer Höhenlage über den Talböden stehen südlich und südwestlich von Amriswil (Oberau–Schocherswil, HIPP 1992), in der Umgebung von Bischofszell (Hohentannen, Bischofsbärg, HIPP 1986), nördlich von Waldkirch, südwestlich von Freidorf, bei Mörschwil und südlich von Roggwil (TG) von letzteiszeitlicher Moräne überdeckte, zum Teil verkittete Schotter an (SAXER 1964, HOFMANN 1973a, NAEF & MÜLLER 1999). Auf der deutschen Seite des Bodensees finden sich entsprechende Vorkommen zwischen Immenstaad a.B. und Kippenhausen, im Rotachtal nördlich von Friedrichshafen, bei Eisenbach östlich von Tettnang und bei Apflau im Argental. Bei diesen «älteren Schottern» handelt es sich um letzteiszeitliche oder ältere Vorstossschotter.

Vorkommen von «älterer Moräne», die einem frühen Vorstoss der Letzten oder einer vorangehenden Eiszeit zugerechnet werden, finden sich an den Hängen des Sittertales östlich von Sitterdorf, im Liegenden der Schieferkohle von Mörschwil und bei Laimnau im Argental.

Das bekannte «mittelwürmzeitliche» interstadiale (gemäss WELTEN 1982 eemzeitliche) Schieferkohlevorkommen nordöstlich von Mörschwil wurde zum Teil bergmännisch abgebaut (SAXER 1964, 1965, WELTEN 1982, HOFMANN 1997). KELLER & KRAYSS (1998) geben für die Schieferkohle ein ^{14}C -Alter zwischen 56 und 27,8 ka BP an. HIPP (1992) beschreibt aus Bohrungen südöstlich von Amriswil (Sammelkoord. 741.500/266.500, Höhenlage der Proben 475 bzw. 495 m ü. M.) Schieferkohlebruchstücke (evtl. randglazial verschwemmtes Material von Mörschwil), die aus moränenbedeckten limnischen Sedimenten stammen. Die Schieferkohle lieferte ^{14}C -Alter zwischen 31,93 und 34,48 ka BP. Die hangende Moräne wird dem Last Glacial Maximum (LGM; «hochwürmzeitlicher») Gletschervorstoss vor rund 25 ka BP zugeschrieben (KELLER & KRAYSS 1998) (^{14}C -Alter nicht kalibriert, vgl. KELLER & KRAYSS 2005b).



Fig. 1: Das Inseli bei Romanshorn (Koord. 746.245/270.715), der grösste Molasseaufschluss (Bodensee-Pfänder-Schüttung) im Gebiet von Blatt Romanshorn und der weiteren Umgebung. Foto R. Burkhalter, 2006.

Südlich einer Linie Bischofszell–Rorschach bestimmen Drumlins das Landschaftsbild. Nördlich davon zeichnen girlandenförmige Moränenwälle den Eiszerfall vor und nach dem Konstanz-Stadium nach (SCHMIDLE 1927, HOFMANN 1973a, MÜLLER 1979, HANTKE 1980, HIPPE 1986, KELLER & KRAYSS 1994, NAEF & MÜLLER 1999). Im Gebiet nördlich des Bodensees in Richtung Oberschwaben dominieren Drumlinschwärme die Moränengebiete zu beiden Seiten der Talebene von Schussen und Argen.

Auf der deutschen Seite des Bodensees bilden Rückzugsschotter der Letzten Eiszeit und Alluvionen der Schussen und der Argen eine breite Ebene zwischen Tetttnang und Friedrichshafen. Bei Langenargen reicht das Delta der Argen lobenförmig in den See. Auf schweizerischer Seite sind letzteiszeitliche Rückzugsschotter südlich von Bischofszell zu finden.

Entlang dem Bodensee zwischen Romanshorn und Frasnacht, nahe der Mündung des Alten Rheins und bei Wasserburg kamen holozäne Stillwasser- und

Verlandungssedimente zur Ablagerung. Bei den faziell ähnlichen Vorkommen abseits des Bodenseeufers handelt es sich um spätglaziale Beckentone.

Der heute kanalisierte Rhein und die Bregenzer Ach münden in einem breiten Delta in den südlichen Bodensee (HANTKE 1980: 58, 1991: 223). Hauptsächlich im zentralen Bodenseebecken wurden mächtige spät- und postglaziale limnische Sedimente abgelagert (MÜLLER & GEES 1968a, SCHRÖDER & NIESSEN 1988).

STRATIGRAPHIE

TERTIÄR

Miozän

Obere Süsswassermolasse (OSM)

m₄ **Mergel, Sandstein** (Bodensee-Pfänder-Schüttung)

Allgemeines

HOFMANN (1951) beschrieb in der Oberen Süsswassermolasse der Ostschweiz eine an Flyschmaterial reiche Schüttung (Tannenberg-Gerenberg), die sich östlich des Hörnli-Schuttfächers erstreckt. Später bezeichnete er diese Schüttung als Bodensee-Schüttung (HOFMANN 1957, s.a. HABICHT 1987). Die Linie St. Gallen-Kreuzlingen wird als ungefähre Grenze zwischen ihr und dem Hörnli-Schuttfächer angegeben (s.a. BÜCHI et al. 1976). In BÜCHI et al. (1965) sind die paläogeographischen Verhältnisse zur Zeit der OSM gestützt auf Erdölbohrungen dargestellt. SCHWERD (1986: 38) grenzt die Pfänder-Schüttung aufgrund des Geröllbestandes gegen die Hörnli-Schüttung im Westen und die Hochgrat-Schüttung im Osten ab.

Die Liefergebiete der Bodensee- und der Pfänder-Schüttung lagen beide im Flysch; beide haben somit ein vergleichbares lithologisches Spektrum, weshalb man sie meist zur Bodensee-Pfänder-Schüttung zusammenfasst (HOFMANN 1973b). Diese reicht im Norden bis in den Raum Konstanz-Kreuzlingen (BÜCHI et al. 1976). Lateral vermischt sie sich kaum mit dem westlich benachbarten Hörnli-Schuttfächer (s. WYSS & HOFMANN 1999: 30), was sich unter anderem durch das plötzliche Aussetzen des «Appenzellergranits» der Hörnli-Schüttung östlich von Abtwil manifestiert (HOFMANN 1957).

Für die OSM-Schichten der Bodensee-Pfänder-Schüttung existiert bisher keine lithostratigraphische Gliederung (vgl. SCHAAD et al. 1992). HOFMANN (1973a) betrachtete die Molasse bei Romanshorn als Äquivalent der jüngeren lithostratigraphischen Einheiten der Oberen Süsswassermolasse, der «Konglomeratstufe» beziehungsweise der Hörnli-Schichten. Ihre chronostratigraphische Einstufung in das *Serravallien* beruht auf der Parallelisierung mit Kleinsäugerfundstellen in der Region (mündl. Mitt. D. Kälin).

Das Inseli ist als bedeutender Aufschluss der Bodensee-Pfänder-Schüttung ein Geotop von kantonaler Bedeutung (Objekt Nr. 144, Amt für Raumplanung Kt. TG 2006, s.a. HOFMANN 1953).

Lithologie

Im Gebiet von Atlasblatt Romanshorn bestehen die Schichten der Bodensee-Pfänder-Schüttung überwiegend aus *Mergel*. Dieser ist ockerfarben bis gelbgrau beziehungsweise blaugrün gefleckt und illitisch (GUTZWILLER 1883, HOFMANN 1957).

Der *Sandstein* der Bodensee-Pfänder-Schüttung ist reich an Quarz, vergleichsweise hart und in der Regel dünnbankig ausgebildet (HOFMANN 1957). Er wittert grau bis gelblich an und ist im frischen Bruch hellgrau bis weisslich. Dünnbankiger Sandstein ist schichtweise in den Mergel der Bodensee-Pfänder-Schüttung eingelagert. Das Inseli bei Romanshorn und seine nähere Umgebung stellen eine Ausnahme dar; hier liegt ein bis 4 m mächtiger, ockerfarben verwitternder massiger und teilweise trogförmig kreuzgeschichteter Sandstein vor (Fig. 2).

Die sedimentpetrographische Zusammensetzung des Sandsteins der Bodensee-Pfänder-Schüttung hat HOFMANN (1957) ausführlich beschrieben. Demnach ist der Sandstein quarzreich, feldspatarm und weist ein kalzitisches, praktisch dolomitfreies Bindemittel auf. Sein Schwermineralgehalt ist niedrig ($< 0,5$ Gew.-%; Granat-Zirkon-Rutil-Erz-Stauroolith, oft mit viel Baryt). Ausserdem treten – zum Teil massenhaft – aufgearbeitete, detritisch eingeschwemmte Flyschforaminiferen sowie Glaukonit auf, was früher zu Fehldeutungen dieser Schichten geführt hat (s. BRÄUHÄUSER 1976: 22, HOFMANN 1951: 49).

Aufschlüsse

Aufschlüsse von Mergel finden sich entlang der Aach, im Unterlauf des Märzebachs und in Entwässerungsgräben im Romanshorner Wald. Sandstein tritt an der Aach bei Struubehus (415 m ü. M.), im westlichsten Bach des Romanshorner Waldes (436 m ü. M.), in einem Bachgraben bei Morüti (Romanshorn, 425 m ü. M.), am Bodenseeufer unterhalb von Holzestei (395 m ü. M.) sowie am Inseli bei Romanshorn und in der nördlich vorgelagerten, bei Niedrigwasser trockenfallenden Felsplatte (um 396 m ü. M.) auf. Im Einschnitt der SBB-Linie westlich des Schloss-



Fig. 2: Schrägschichtung im Sandstein der Bodensee-Pfänder-Schüttung. Bei tiefem Seespiegel auftauchende Felsplatte nördlich des Inseli bei Romanshorn. Breite des Ausschnitts (Bildmitte) ca. 1,5 m. Foto R. Burkhalter, 2006.

bärgs war beim Bau gelblicher Mergel und plattiger Sandstein aufgeschlossen (GUTZWILLER 1883).

Verbreitung

In der Umgebung von Romanshorn steht der Molassefels in folgenden Gebieten unter geringmächtiger Quartärbedeckung an oder wird untief anstehend vermutet:

- am Schlossbärg und beim Friedhof von Romanshorn
- im Uferbereich des Seebads Romanshorn
- von der Flachwasserzone vor dem Seebad bis zum Hafenbecken (Bahnhof) und vermutlich hinaus zum Leuchtturm (auf der Karte sind die bei extremem Niedrigwasser auftauchenden Vorkommen dargestellt)
- im Uferbereich unterhalb von Holzestei und entlang dem Seeweg (Fahrradweg) in Richtung Uttwil bis etwa zum Badeplatz Holzestein

- im Gebiet der Reckholdernstrasse in Romanshorn (Koord. 745.500/270.750)
- im Gebiet Feldeggstrasse–Sonnenstrasse (Romiszelg) in Romanshorn (Koord. 745.100/270.500)
- im Gebiet Arbonerstrasse (Hubzelg) – Bahnhofstrasse – Pestalozzistrasse in Romanshorn (Koord. 745.500/270.000)
- im Gebiet Kastuude (Alpsteinstrasse), Oberhofe, Hotterdinge und Hof in Romanshorn
- entlang der Aach von oberhalb der Brücke nach Salmsach (Arbonerstrasse) bis zum Weiler Aach
- in Bächen und Entwässerungsgräben im Romanshorner Wald.

In etwas tieferer Lage wurde der Fels an folgenden Stellen bei Bautätigkeiten erschlossen (diverse mündliche Angaben):

- Beim Bauernhof an der Herliszelgstrasse (zwischen Hotterdinge und Achlezelg) wurde der Fels beim Bau von Güllegruben in 3–4 m Tiefe angetroffen.
- Beim Neubau des Coop-Supermarkts (Gebiet Pestalozzistrasse–Schulstrasse–Alleestrasse) lag der Fels 4–5 m unter Gelände.
- Beim Neubau der Firma Zeller (Seeblickstrasse) lag der Fels 3–4 m unter Gelände.
- Beim Neubau der Firma Schmidhauser (Obere Neustrasse) soll der Fels 3 m unter Gelände angestanden haben.
- Beim Neubau der Firma Hydrel (Hofstrasse) lag der Fels ca. 5–6 m unter Gelände.

QUARTÄR

Pleistozän

Mittleres oder Spätes Pleistozän

In mehreren tiefen Erdwärmesondenbohrungen im Südwesten des Kartengebiets (u.a. Bohrungen Nr. 22, 24, 28, 30, s. Kap. Bohrungen [S.34ff.] u. Fig. 6) wurde unter Moräne des Hauptvorstosses der Letzten Eiszeit ein mächtiges Vorkommen von siltigem, zum Teil fettem Ton mit vereinzelt Sand- und Feinkieslagen durchteuft. Unter dieser als (glazi)limnische Sedimente interpretierten Einheit folgte stellenweise Grundmoräne. Seesedimente und untere Grundmoräne wurden in einer frühen Phase der Letzten Eiszeit oder prä-letzteiszeitlich (mittelpleistozän) gebildet.

Spätes Pleistozän

q_{4m} Moräne der Letzten Eiszeit

Die Geländemorphologie des Gebiets von Atlasblatt Romanshorn und die sie prägenden oberflächennah anstehenden pleistozänen Lockergesteine – im Wesentlichen Moräne – entstanden hauptsächlich durch die Vorgänge im Zusammenhang mit dem Zerfall des letzteiszeitlichen Bodensee-Rheingletschers. Der zwischen etwa 29 und 24 ka cal PB (kalibrierte ¹⁴C-Alter, KELLER & KRAYSS 2005a, b) zum letzteiszeitlichen Maximalstand (LGM) vorrückende Bodensee-Rheingletscher breitete sich entlang der Hauptsenke des Bodensees nach Nordwesten in Richtung Kreuzlingen aus, drang aber auch seitlich entlang der Muldenzone der Aach zungenförmig nach Westen ins Thurtal (Thurtallappen). Der Felsrücken zwischen Romanshorn und dem Romanshorner Wald wirkte gegenüber der vorrückenden Eismasse als Widerlager und wurde von ihr umflossen. Das Gebiet von Atlasblatt Romanshorn war noch vor rund 18 ka cal BP, im Konstanz-Stadium, vollständig von Gletschereis bedeckt (s. Nebenkarte «Quartärgeologische Übersicht 1:200 000»). Bereits rund 700 Jahre später war dann der gesamte Bodensee eisfrei (KELLER & KRAYSS 1994, 2005b). Die Moränenwälle im Kartengebiet markieren Stände des sich nach dem Konstanz-Stadium phasenweise abbauenden Thurtallappens. Die Verbindungsstrasse Romanshorn–Arbon folgt dem tiefsten Moränenniveau im Kartengebiet. Seeseitig der Strasse findet man auf maximal 405 m ü. M. Verlandungssedimente des Bodensees.

Grundmoräne

Mehr als 60% der Landfläche von Atlasblatt Romanshorn werden von zum Teil hart gelagerter, meist lehmiger, siltiger und feinsandiger, lokal kiesiger Grundmoräne bedeckt. In der Moräne stecken vereinzelt Findlinge, die in der Umgebung von Romanshorn gehäuft auftreten. Die Gerinne der Aach, des Hepbachs, des Wiilerbachs und des Bärgbachs verlaufen oft in kompakten Grundmoränenschichten.

Der Geländerücken von Langgrüt besteht aus Grundmoräne. Bei Steinebrunn ist im Gebiet Bärnetshof ein breiter, leicht terrassierter Hügel (Pkt. 446 m) ausgebildet. Dieser ist im Süden durch zwei mit Lehm gefüllte Geländerinnen morphologisch vom Hang abgetrennt und wird deshalb nicht als Fortsetzung des Moränenwalls vom Winzelsibärg betrachtet. Bei Baumassnahmen (z.B. Käserei) wurden in diesem Gebiet unter lehmigen Deckschichten grundwasserführender Feinsand und Silt («Schliesand») angetroffen. Es ist denkbar, dass der Rücken eine Deckschicht aus spätletzteiszeitlichen randglazialen Stausedimenten aufweist. Der gesamte Hügel ist auf der geologischen Karte als Moräne ausgewiesen. Im Gebiet von Atlasblatt Romanshorn tritt «Schliesand» öfters auch innerhalb von Grundmoräne auf. So wurden im Westen von Romanshorn im Gebiet

Gapf-Riedere bei Industriebauten bedeutende wasserführende Sandhorizonte angetroffen.

Moränenwälle

Moränenwälle finden sich im Romanshorne Wald und bei Steinebrunn und Neukirch. Sie gehören alle zu Rückzugsstapeln, die intern der Wälle des Konstanz-Stadiums liegen. Der am deutlichsten ausgeprägte Moränenwall ist der Winzelisbärg. Dieser von einer Kirche gekrönte Rücken (Pkt. 456,1 m) prägt den Moränenzug Steinebrunn-Winzelisbärg-Neukirch. Weitere Wälle finden sich bei Olmishuuse (Pkt. 457 m) und am Rechbärg (bis ca. 481 m ü. M.).

Der tiefstgelegene Moränenwall im Gebiet des Romanshorne Waldes folgt westsüdwestlich von Romanshorn der Amriswilerstrasse zwischen Oberhüesere, Spitz und Holz. Er zweigt bei Morüti von der Strasse ab, verläuft westlich des Schützenhauses, quert die Feldstandstrasse und biegt dann nach Norden um zum Eichhof, wo er im Gebiet Marteburg ausläuft. Dieser Verlauf ist typisch für die Moränenwälle im Romanshorne Wald. Sie treten alle morphologisch nur sehr schwach in Erscheinung, zeichnen aber die entsprechenden Eisrandlagen um den Felsrücken westlich von Romanshorn deutlich nach. Folgende Eisrandlagen lassen sich dokumentieren:

— Geierholz extern	max. ca. 450 m ü. M.
— Geierholz intern	max. ca. 447 m ü. M.
— Neuwald-Gesserüti	max. ca. 443 m ü. M.
— Spitz-Scheibenstand-Waldwise	max. ca. 435 m ü. M.
— Oberhüesere-Holz-Morüti-Eichhof	max. ca. 432 m ü. M.

Zwischen Steinebrunn und Neukirch fehlen entsprechende Eisrandmarken. Auffallend in diesem Gebiet ist die unterhalb von Neukirch WNW-ESE streichende breite Geländemulde von Wiilerbach-Herzogsbach-Mos-Wallwise mit einer Füllung aus spätglazialen Verlandungssedimenten und Schwemmlehm. Hier scheint sich beim weiteren spätletzteiszeitlichen Eisabbau kurzzeitig eine randglaziale Entwässerungsrinne oder ein randglazialer See gebildet zu haben. Der Moränenrücken des Langgrüti (kein Moränenwall) lenkte das von Westen anfallende Wasser des Wiilerbachs ins Gebiet Buech-Widihorn, wo es via zwei kleine Depressionen in Richtung des heutigen Bodensees floss. Dieser unterste Rücken, der landseitig den Verlauf der Luxburger Bucht nachzeichnet, könnte als tiefster Moränenrücken im Kartengebiet bezeichnet werden und einer Eisrandlage um ca. 413 m ü. M. entsprechen. Ein mögliches Indiz für einen solchen, wohl kurzzeitigen Gletscherstand sind die vergleichsweise hoch liegenden, vorwiegend lehmigen Sedimente im Gebiet Hungerbüel-Eierle zwischen Salmsach und Egnach. Hier sind Feinsand und Silt, seeseitig auch blauer Lehm auf einem Niveau zwischen 407–415 m ü. M. grossflächig verbreitet. Es handelt sich um spätglaziale

Verlandungssedimente, die, durch die Aach und den Hepbach hierher verfrachtet, in randglazialer Stellung abgelagert wurden. Dazu muss im Bereich der Kantonsstrasse Romanshorn–Arbon kurzzeitig ein Eisrand bestanden haben, der den Wasserabfluss in die Luxburger Bucht verhindert hat. Die Strasse verläuft über Salmsach und Egnach bis Frasnacht auf diesem tiefsten Moränenrücken (dieser ist auf Atlasblatt Romanshorn nicht als Wallmoräne ausgeschieden).

Drumlin

Bei Praliswinde wurde um Kote 425 m auf dem breiten Moränenrücken von Langgrüt ein Drumlin ausgeschieden.

Erratiker

Findlinge sind im Gebiet von Atlasblatt Romanshorn häufig anzutreffen. Heutzutage erschweren zugeführte Ziersteine in Gärten die Erfassung von aussagekräftigen Erratikern. Die Unterscheidung solcher Blöcke von echten Findlingen steht in ungünstigem Verhältnis zum gesamten Kartieraufwand. Fragliche Blöcke wurden entweder nicht erfasst oder vorsichtshalber als versetzte Erratiker klassiert.

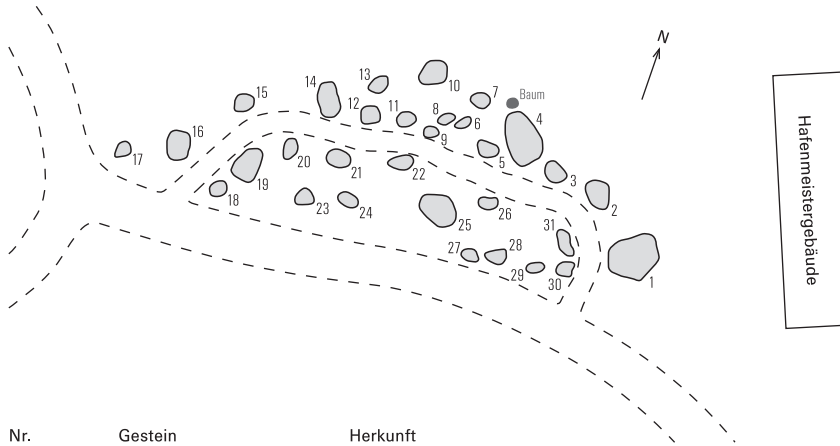
Im Gebiet von Atlasblatt Romanshorn treten Findlinge an folgenden Orten gehäuft auf:

- Holzestei (z.B. beim Alterswohnheim)
- am Ufer und in der Flachwasserzone unterhalb von Holzestei (s. a. WEGELIN 1936)
- im Gebiet von Morüti (Romanshorn)
- kleinere Blöcke und Steine im Bachtobel oberhalb der Tobelmüli zwischen Romanshorn und Uttwil.

FRÜH (1908) beschrieb einen Schalenstein (Findling) in Egnach sowie einen grösseren Nagelfluhblock in der Flachwasserzone des Bodensees zwischen Widibühl und Chratzere. Beide Blöcke sind heute nicht mehr vorhanden.

Besonders erwähnenswert sind folgende Erratiker:

- Findlingsgarten im Seepark von Romanshorn (Fig. 3; WEGELIN 1936). Die Blöcke stammen alle aus dem Raum Romanshorn; ein Teil von ihnen wurde von Alb. Heim und A. Ludwig bestimmt, H. Heierli führte 1991 eine Nachbestimmung durch. Der Findlingsgarten ist ein Geotop von lokaler Bedeutung (Amt für Raumplanung Kt. TG 2006).
- Schoopstein beim Scheibenstand (Holzwise, Romanshorne Wald, Koord. 744.120/270.110): Seelaffe (Obere Meeresmolasse); erwähnenswert sind Verkarstungserscheinungen am glaukonithaltigen, muschelschalenreichen Sandstein.



Nr.	Gestein	Herkunft
1	«Muschelkalk»	OMM, Buechen/Staad
2	Sandstein	Garschella-Fm. (Helvetische Kreide), oberes St.Galler Rheintal
3	Kalkstein	Ultrahelvetischer Flysch, Liechtenstein/Vorarlberg
4	«Muschelkalk»	OMM, Buechen/Staad
5	Kalknagelfluh	USM, Appenzeller Vorderland
6	Sandstein	USM, Appenzeller Vorderland
7	Sandstein	USM, Appenzeller Vorderland
8	Muschelsandstein	OMM, Buechen/Staad
9	Sandstein	Garschella-Fm. (Helvetische Kreide), oberes St.Galler Rheintal
10	Kalkstein	Seewer Kalk (Helvetische Kreide), Hoher Kasten
11	Knollenkalk	Garschella-Fm. (Helvetische Kreide), oberes St.Galler Rheintal
12	Muschelsandstein	OMM, Buechen/Staad
13	Sandstein	USM, Appenzeller Vorderland
14	Gneis	Ostalpin, Mittelbünden
15	Verrucano	Helvetikum, Pizolgebiet
16	Muschelsandstein	Ultrahelvetischer Flysch, Liechtenstein/Vorarlberg
17	Verrucano	Helvetikum, Pizolgebiet
18	Punteglias-Granit	Autochthon, Vorderrheintal
19	Sandstein	USM, Appenzeller Vorderland
20	Muschelsandstein	OMM, Buechen/Staad
21	Muschelsandstein	OMM, Buechen/Staad
22	Verrucano	Helvetikum, Pizolgebiet
23	«Muschelkalk»	OMM, Buechen/Staad
24	Amphibolit	Penninikum, Mittelbünden
25	Kalknagelfluh	USM, Appenzeller Vorderland
26	Kalksandstein	Ultrahelvetischer Flysch, Liechtenstein/Vorarlberg
27	Punteglias-Granit	Autochthon, Vorderrheintal
28	Punteglias-Granit	Autochthon, Vorderrheintal
29	Gneis	Penninikum, Vorderrheintal
30	Kalksandstein	USM, Appenzeller Vorderland
31	Gneis	Penninikum, Vorderrheintal

Fig. 3: Der Findlingsgarten im Seepark von Romanshorn. Sammelkoord. 746.370/270.440. Nach einer Skizze von H. Heierli, Trogen, von 1991.

- Der grösste Findling im Gebiet von Atlasblatt Romanshorn, ein tertiärer Muschelsandstein, liegt in der Gartenanlage des Alterswohnheims in Holzstei (Koord. 745.070/270.975).
- Auf den Karten des Siegfriedatlas und auf älteren Landeskarten ist im Hafenareal bei Koord. 746.420/270.430 ein erratischer Block eingezeichnet («Gürtelstein», GEIGER 1966). Dieser früher frei im Wasser stehende Findling (s.a. TOBLER 1979: 76) wurde in die Ufer- und Hafengestaltung integriert und liegt heute unter der Aufschüttung des Seeparks begraben. Nach WEGELIN (1936) handelt es sich um einen 80 m³ grossen Block aus Taspinit (Augengneis aus den Schamser Decken, Alp Taspegn [Taspin] NE Andeer).

Holozän

q_L Schwemmlehm, Fliesserde, Verwitterungslehm, z.T. lokale spätglaziale Verlandungssedimente

Lehm wurde in Geländevertiefungen, Senken zwischen Moränenwällen und flachen «Eintalungen» entlang von Bachläufen kartiert. Die Mächtigkeit der Lehmdecken und Verlandungsbildungen ist in der Regel gering (≤ 3 m), ihre Auskartierung verdeutlicht jedoch auch das Geländere relief. Erschwerend wirkten die geringen Reliefunterschiede und die Wellenstrukturen der anthropogen angelegten, für diese Gegend typischen Hochäcker. Gebiete mit bedeutenden Ansammlungen von Schwemmlehm (-sand und -silt) finden sich bei Hungerbüel, entlang dem Hepbach, im Einzugsgebiet des Wiilerbachs und im Gebiet Hagebueche – Wallwise (s.a. Bohrung Nr. 24, Koord. 745.250/266.980, S. 38).

Die Ablagerung von Verlandungssedimenten reicht in spätglaziale Zeit zurück (s. Kap. Grundmoräne der Letzten Eiszeit, S. 12ff.). An der Stirn und randlich des sich in Richtung der Bodenseesenke zurückziehenden Gletschers wurden Schwemmebenen, möglicherweise auch kurzlebige Seen und Tümpel gebildet, in denen Lehm, Silt, Sand und untergeordnet auch Kies abgelagert wurden. Bei Buech und Widihorn bestanden die im Abschnitt Moränenwälle beschriebenen Bachüberläufe der 4–5 km langen randglazialen Lehm- und Verlandungszone von Wiilerbach – Wallwise. Erst als sich der Wiilerbach bei Egnach erosiv einen Weg durch den breiten Moränenrücken geschaffen hatte, wurden die beiden Überläufe inaktiv. Bei Hungerbüel und Eierle ist Feinsand und Silt verbreitet. Bei tieferen Grabarbeiten kann «Schliesand» mit entsprechenden Grundbruchproblemen auftreten. Heute dominieren erosive Prozesse in den Lehmgebieten. Die Bachläufe sind mehrheitlich in die Lehmdecke eingeschnitten, in den Gerinnen steht oft Grundmoräne und, im Falle der Aach, auch Fels an.

Sedimente am Bodenseegrund

Turbidite

Das Sediment besteht im östlichen, deltaproximalen Teil des Profundals (Schweb) aus dezimeterdicken gradierten Sandlagen (Turbidite). Gegen Nordwesten dünnen die Turbidite zunehmend aus und werden siltiger. Die mineralogische Zusammensetzung entspricht im Wesentlichen derjenigen der Suspensionsfracht des Rheins. Vor der Rheinverlegung im Jahre 1900 wurde die Sedimentation durch Trübestrome vom Delta des Alten Rheins dominiert. Seither wurde anstelle von Turbiditen laminierter Silt abgelagert. Die ursprünglich hohe Sedimentationsrate hat generell abgenommen, die Kornfraktion ist feiner geworden.

Gefleckter Seemergel

In mittlerer Entfernung vom Ufer (>1,5–2,5 km seewärts) dominiert autochthoner Seemergel. Er ist hell- bis braungrau und besteht aus tonigem Silt. Gemessen wurden an der Sedimentoberfläche 20–30 Gew.-% autigener Kalzit (STABEL 1986, STURM et al. 1982, WESSELS 1995), 5–10 Gew.-% organisches Material (WESSELS 1995) und 10–15 Gew.-% biogenes SiO_2 (Diatomeen, WESSELS et al. 1999). Typisch für diese Einheit sind die millimetergrossen, durch Eisensulfide verursachten schwarzen Flecken und Lagen. Das Sediment weist praktisch keine Schichtung auf, wobei in der Nähe des Zentralbeckens eingeschaltete Siltlagen zunehmen. Der Einfluss des Rheins und damit der detritische Schwebstoffeintrag ist in diesem Ablagerungsmilieu relativ schwach, entsprechend gering ist die Sedimentationsrate.

Seemergel mit resedimentiertem Material des Litorals

Im ufernahen Bereich findet sich tonig-siltiger Seemergel mit relativ hohem Quarzgehalt und nur ansatzweise vorhandenen Sedimentstrukturen. Es handelt sich um Ablagerungen von resuspendiertem, seewärts transportiertem mineralischem und organischem Material aus dem Litoral, welche die autochthone Sedimentation, bestehend aus Kalkausfällungen, Kieselalgen (Diatomeen) und organischen Partikeln, beeinflussen (WESSELS et al. 2007).

Flachwassersedimente

Diese Ablagerungen treten in der Flachwasserzone (Litoral, Wyse) zwischen dem Seeufer und der Böschungskante zur Beckenflanke (Halde) auf. Es handelt sich um den detritischen Eintrag von Zuflüssen, um Material, das durch Ufererosion remobilisiert wurde und um biogen ausgefällten Kalkschlamm. Das Sediment ist gut sortiert und weist ein ausgeprägtes Korngrößenverteilungsmuster von hohen Kies- und Sandanteilen im Seichtwasserbereich (<1,5 m) über siltigen Sand bis hin zu tonigem Silt im distalen Bereich auf. Eine Nettosedimentations-

rate ist im Litoral nicht bestimmbar, da Umlagerungsprozesse den Ablagerungsraum dominieren.

q_{SL} Verlandungssedimente des Bodensees

Es handelt sich hierbei um eine bis gut 15 m mächtige Abfolge von meistens warvenartig geschichtetem (tonigem) Silt und Sand. Die obersten Schichten führen oft organisches Material (Schilfreste). Hinweise auf Seekreide fehlen im Gebiet von Blatt Romanshorn weitgehend. Bautechnisch kritisch sind Feinsand und Silt, die zu hydraulischem Grundbruch neigen («Schliesand»). Die obere, das heisst landseitige Grenze der Verlandungssedimente ist unsicher. Sie wurde auf Grund von Befragungen Ortsansässiger im Raum Egnach auf Kote 405 m festgelegt. Bei Salmsach wurde sie etwas tiefer, knapp unterhalb der Strasse Romanshorn–Arbon, gezogen. Nach SCHMIDLE (1927) liegt im Gebiet Egnach–Salm-sach–Romanshorn eine alte Uferlinie auf 403 m ü. M. Nach unten und seewärts gehen die Verlandungssedimente fließend in limnische Sedimente des Bodensees über. Es ist damit zu rechnen, dass die basalen und die uferfernsten Anteile der Abfolge ein spätglaziales Alter haben.

Rutschmassen

Im Gebiet von Atlasblatt Romanshorn sind Rutschungen unbedeutend. Zwei kleine Rutschmassen an steilen Uferböschungen von Bächen wurden in Uttwil und südöstlich des Winzelisbärgs (Bärgbach) ausgeschieden.

Bachschuttkegel, Schwemmfächer

Die Aach und der Wüilerbach münden über Schwemmfächer in die Luxburger Bucht; sie führen dem Bodensee hauptsächlich Sand zu. Deltas bildeten sich keine. Eine eindeutige Abgrenzung zu den benachbarten Verlandungssedimenten des Bodensees ist nicht möglich. Der Bärgbach hat bei Steinebrunn und bei Herzogsbach zwei Bachschuttkegel gebildet. Bei Steinebrunn ist ein lokales Grundwasservorkommen an die Verbreitung des Schuttkegels gebunden. Bei Niedrigwasser versickert das Wasser des Bärgbachs auf der Höhe von Steinebrunn vollständig im Bachschutt. Im Bachschuttkegel von Herzogsbach wurden bei Grabarbeiten Kieslagen angetroffen. Zudem lagerte der am Nordrand dieses Schuttkegels verlaufende Wüilerbach zum Teil kiesige Schichten ab, die sich in der Uferböschung beobachten lassen.

Sumpf, vernässter Boden

Der Schilfgürtel am Ufer der Luxburger Bucht wurde als Sumpf auskartiert. Weitere sumpfige Stellen sind in Senken im Romanshorner Wald zu finden, aus-

serdem treten einzelne vernässte Stellen auf, die wegen ihrer geringen Ausdehnung im vorliegenden Kartenmassstab nicht dargestellt werden können.

Ehemalige Uferlinie

Im 16. Jahrhundert lag die Luxburg noch im See (WEGELIN 1915). Ein Vergleich mit dem Seeuferverlauf von 1883 (aus dem Siegfriedatlas) zeigt eine Verlandungstendenz im Bereich der Luxburger Bucht. Nach BLUST (2000) wurde im 19. Jahrhundert durch gezielten Schilfanbau zusätzlich Land für landwirtschaftliche Zwecke gewonnen. Demgegenüber waren vor dem Bau von Uferverbauungen im 19. Jahrhundert die Uferabschnitte östlich von Uttwil, vor Holzstei, beim Inseli und vor Widibüel von Erosion betroffen (WEGELIN 1915).

q_a Rezente Alluvionen

Längs der heute aktiven Bachläufe finden sich gelegentlich schmale, geringmächtige und terrassierte Alluvialablagerungen. Eine anschauliche kleine kiesige Alluvialterrasse ist entlang dem Tobelmülibach ausgebildet. Im Romanshorn Wald und unterhalb der Iisweiher (Uttwiler Weiher) wurden entlang den Bächen zum Teil Alluvionen auskartiert, ebenso entlang der Aach, dem Wiilerbach und dem Bärgbach.

Künstliche Aufschüttungen, verfüllte Gruben

Im Gebiet von Atlasblatt Romanshorn liegen zum Teil bedeutende Flächen mit künstlichen Aufschüttungen vor. Diese konzentrieren sich besonders auf das Bodenseeufer bei Romanshorn (Seebad, Seepark, Festwiese, Hafen- und Bahnhofareal) oder vor der Luxburg und beim Widibüel. Entlang den Bahnlinien wechseln Dammschüttungen mit Geländeeinschnitten ab. Alte Gerinne der Aach und des Wiilerbachs wurden zugeschüttet, und bei den Iisweiern finden sich Dammschüttungen, die zum Teil nicht mehr in dieser Funktion verwendet werden. Nicht dargestellt sind die verbauten Uferabschnitte, sofern es sich nicht um grössere Aufschüttungen handelt.

DER BODENSEE VOM LGM¹⁾ BIS HEUTE

Für dieses Kapitel wurden generell diejenigen limnogeologischen Informationen berücksichtigt, welche im Perimeter der Nebenkarte «Quartärgeologische Übersicht 1:200 000» von Blatt Romanshorn liegen.

Typische Abfolge der spätletzteiszeitlichen und holozänen Sedimente

Im Folgenden ist eine typische Sequenz beschrieben, wie sie am uferfernen Südhang des Bodensees (Obersee) im Gebiet mit überwiegend autochthoner Sedimentation anzutreffen ist (Fig. 4).

Glazigene Sedimente (> 17 ka cal BP)

Die ältesten quartären Sedimente, die im Bodensee bisher erbohrt wurden, bestehen aus einer stark deformierten und überkonsolidierten Wechsellagerung von sandigem und kiesigem Silt, tonigen Siltlagen und graugelbem Sand (WESSELS 1998b). Diese glazigenen Ablagerungen wurden am Südufer des Bodensees, ca. 4 km östlich von Romanshorn, wo die Sedimentationsrate vergleichsweise niedrig ist, bei ca. 7,5 m Sedimenttiefe erreicht (WESSELS 1998a; Bohrstandort nicht in der Karte eingetragen). Die Basis der Einheit wurde nicht gekernt, weshalb ihre Mächtigkeit nicht bekannt ist. Ursprünglich wurde sie als Rutschung interpretiert (WESSELS 1995); da sie aber inzwischen auch in anderen Bereichen des Bodensees aufgeschlossen wurde, nimmt man heute an, dass es sich um sub- und randglaziale Sedimente mit Dropstones handelt. Die Basis des darüber liegenden beigebräunten Rhythmits wurde mittels der ¹⁴C-Methode auf ca. 17 ka cal BP (Jahrtausende vor 1950) datiert (WESSELS 1998b).

Beigebräuner Rhythmit (17–15 ka cal BP)

Über den deformierten glazigenen Sedimenten folgt abrupt ein fein laminierter, beigebräuner Rhythmit. Eine Doppellage ist jeweils 0,5 bis 2 mm dick und besteht aus einer feinen gelben, tonigen Siltlage mit einzelnen sandigen Komponenten und einer dickeren braunen, gradierten tonigen Siltlage (WESSELS 1995). Der Kalzitanteil der Ablagerungen beträgt ca. 25 Gew.-%. Nach oben wird der Rhythmit immer undeutlicher und geht kontinuierlich in die hangende lithologische Einheit über. Die Mächtigkeit schwankt zwischen ca. 0,6 und 2,6 m (WESSELS 1998b).

¹⁾ LGM: Last Glacial Maximum, Maximum der Letzten Eiszeit.

Die Doppellagen wurden als Jahreslagen (Warven *sensu lato*) interpretiert, wobei die gelben Laminae als windverfrachtetes Sediment (Löss) gedeutet wurden und die braunen als im Sommer abgelagertes proglaziales Sediment (NIESSEN et al. 1992). Im Bodensee (Obersee) wurden in dieser Einheit 1760 Warven gezählt, die ^{14}C -Alter fallen zwischen ca. 17 und 15 ka cal BP (WESSELS 1998b).

Graubrauner Schlamm (15–11,6 ka cal BP)

Diese Einheit ist charakterisiert durch eine graubraune Matrix aus siltigem Ton mit 0,5–1 cm grossen beigefarbenen Flecken aus tonigem Silt. Der Übergang aus der liegenden, laminierten Einheit ist kontinuierlich. Der Kalzitanteil des Schlammes beträgt ca. 25 Gew.-%. Die Mächtigkeit des Schlammes variiert zwischen 0,5 und 0,9 m (WESSELS 1998b). Einige wenige siltig-sandige Einsprenglinge etwa in der Mitte der Einheit bewirken eine auffallende Anomalie in der Magnetisierbarkeit (magnetische Suszeptibilität). Dieser Horizont wurde beckenweit in allen Bohrkernen des Bodensees (Obersee) aufgefunden. Über der Anomalie ist die Magnetisierbarkeit generell höher als im unteren Teil der Einheit. Ein ^{14}C -Alter im Übergang vom Rhythmit zum graubraunen Schlamm ergab ein Alter von ca. 15,5 ka cal BP (WESSELS 1995).

Im Vergleich zum Rhythmit im Liegenden war die Sedimentationsrate des graubraunen Schlammes deutlich niedriger (NIESSEN et al. 1992). WESSELS (1998b) deutete dies als Reaktion auf die zunehmende Vegetationsdecke und den daher abnehmenden Lösseintrag am Übergang von der Älteren Dryas zur Bölling-/Allerød-Warmphase. Zudem wird vermutet, dass mehrere, heute nicht mehr existierende Seen im Rheintal (bei Chur und Landquart) das Gros der Sedimentfracht aus den Alpen abfingen (KELLER 2005). Die Anomalie in der Magnetik wird durch eine dünne Lage mit dunklen Silt- und Sandpartikeln und glasigen Bestandteilen verursacht, die als Laachersee-Tephra (12,2 ka cal BP, HAJDAS et al. 1995) interpretiert werden. Die generell höhere magnetische Suszeptibilität über der Laachersee-Tephra können durch erhöhte Erosion im Einzugsgebiet während des Rückfalls in eiszeitliche klimatische Bedingungen in der Jüngeren Dryas erklärt werden (WESSELS 1998a).

Schwarz gefleckter Seemergel (11,6 ka–50 a cal BP)

Diese Einheit unterscheidet sich durch die abrupte Zunahme des Kalzitgehalts deutlich vom Liegenden. Der Gehalt verdoppelt sich von ca. 25 auf 50–60 Gew.-%, sinkt nach oben jedoch graduell wieder bis auf ca. 30% ab. Das Sediment besteht aus tonigem Silt, welcher abschnittsweise fein laminiert und durch den hohen Kalkanteil hell- bis braungrau gefärbt ist. Typisch für diese Einheit sind die millimetergrossen schwarzen Flecken und Lagen aus Eisensulfiden, die vor allem im oberen Teil vermehrt vorkommen (WESSELS 1995). Ebenfalls im oberen Ab-

schnitt treten zwischengeschaltete braune bis graue Schichten auf, die nach oben tendenziell dicker werden und sich beckenweit korrelieren lassen (WESSELS 1998b). Der schwarz gefleckte Seemergel erreicht eine Mächtigkeit von 5 bis 7 m (WESSELS 1995).

Mit dem klimatischen Umschwung zu deutlich wärmeren Temperaturen am Ende der Jüngeren Dryas setzte wahrscheinlich die autochthone Kalzitausfällung im See verstärkt ein. Die höheren Kalzitanteile könnten allenfalls auch durch eine bessere Erhaltung verursacht worden sein (WESSELS 1995). Die generelle Abnahme des Kalzitgehalts im oberen Teil der Einheit erklärt WESSELS (1998a) unter anderem mit der Zunahme von detritischem Material, das durch den Rhein zugeführt wurde. Vermutlich waren die vorgeschalteten Seen im Rheintal um ca. 7–8 ka cal BP zugeschüttet (KELLER 1994), wodurch die Sedimentfracht des Rheins zum Bodensee kontinuierlich zunahm. Vor ca. 4 ka dürfte sich das Rheindelta schon über Lustenau, ca. 10 km hinter der heutigen Uferlinie, vorgeschoben haben (KELLER 2005). Mit der fortschreitenden Progradation des Deltas kam der heutige Bodensee zunehmend in den Einfluss von allochthonem Sediment (WESSELS 1998b). Deutlich mehr Hochwasserablagerungen (braune bis graue Lagen) wurden im obersten Teil der Einheit festgestellt. Sie wurden während der Kleinen Eiszeit (ca. 1350 – ca. 1880), der jüngsten Kaltphase des Holozäns, gebildet (WESSELS 1995, 1998a).

Schwarzer Karbonatlaminit (50 a cal BP [1900] – heute)

Merkmal der jüngsten Sedimente im Bodensee ist die intensive Schwarzfärbung durch Eisensulfide, welche die obersten 0,1–0,3 m umfasst; nach unten ist die Einheit nicht klar begrenzt. Die Schwarzfärbung ist seeweit anzutreffen; am deutlichsten tritt sie in Bereichen mit niedrigen Sedimentationsraten in Erscheinung. Der Wassergehalt des Sediments beträgt >70 Gew.-%, der Anteil an organischem Material ist deutlich höher als in den übrigen Ablagerungen der letzten 17 ka (WESSELS 1995). Das Alter wurde mit ^{137}Cs und ^{210}Pb bestimmt; es umfasst die letzten rund 100 Jahre. Am Nordufer des Bodensees (Obersee) wurden mehrere Sedimentlagen von historischen Rheinhochwassern (1890, 1922, 1927, 1954 und 1987) zur präzisen Datierung verwendet (s. WESSELS 1995, WESSELS et al. 1999).

Eine Schwarzfärbung des Oberflächensediments tritt in den meisten Schweizer Seen auf (z.B. Zürichsee, HSÜ & KELTS 1984). Sie ist eine Folge der Zunahme der in die Seen eingeleiteten häuslichen Abwässer und der diffusen Einträge aus der Landwirtschaft in den letzten 100 Jahren, was zu einer Erhöhung des Nährstoffangebots für Algen geführt hat. Die Zunahme der Algenproduktion bewirkte eine verstärkte Akkumulation von organischem Material am Seegrund und damit eine erhöhte Sauerstoffzehrung im Sediment. Im anaeroben Milieu des Sediments bilden sich Eisensulfide, welche die intensive Schwarzfärbung verursachen

(z.B. WESSELS 1995). Eine Veränderung der Diatomeenvergesellschaftung hin zu Arten mit Ansprüchen an einen höheren Phosphorgehalt im Wasser setzte in den 1940er Jahren im Bodensee ein. In den 1970er und 1980er Jahren erreichte die Eutrophierung ihr Maximum (WAGNER et al. 1998). Mit dem Bau von Kläranlagen und zunehmenden Anstrengungen für eine gute Wasserqualität wurden ab Mitte der 1990er Jahre wieder Diatomeen mit niedrigeren Nährstoffansprüchen gefunden (WESSELS et al. 1999). Ebenfalls wieder zugenommen hat die Mächtigkeit des oxidierten Sediments an der Sediment/Wasser-Grenze (WESSELS et al. 2007). Dadurch wurde die Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment zurück in die Wassersäule reduziert (WAGNER et al. 1998); mittlerweile gelangt im Bodensee kaum mehr Phosphor vom Sediment zurück in die Wassersäule (WESSELS et al. 2007).

Ablagerungsräume der rezenten Sedimente

Charakteristische Fazies der Oberflächensedimente

Die Abgrenzung der verschiedenen Fazies der Ablagerungen am Bodensee-Grund (Fig. 4) basiert auf seeweiten seismischen Daten und rund 100 Sedimentkernen. Sie wurde aus WESSELS (1998b) und dem Bericht über den Zustand der Oberflächensedimente der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) übernommen (WESSELS et al. 2007).

Flachwassersedimente und vom Litoral beeinflusster Seemergel

Das gesamte Ufer des Bodensees wurde systematisch ökologisch und morphologisch erfasst (IGKB 2006). Weite Strecken nordwestlich von Romanshorn und zwischen Arbon und Rorschach sind mit Uferverbauungen bewehrt. Vor Egnach und Salmsach sind natürliche und naturnahe Uferbereiche anzutreffen.

Markant ist die bis zu 900 m breite Flachwasserzone (Litoral; auch Uferbank bzw. Wyse genannt), welche seewärts durch die Böschungskante zur Halde (Haldenkante) begrenzt wird und bei Normalwasserstand eine maximale Wassertiefe von etwa 5 m aufweist. Der Verlauf der ausgeprägten Haldenkante wurde aus der Seebodenkarte 1:50 000 der Internationalen Bodenseetiefenvermessung von 1990 (BRAUN & SCHÄRPF 1994) übernommen; er folgt etwa der 390-m-Höhenkurve.

In der Flachwasserzone unmittelbar vor Romanshorn dürfte der Fels wenig unter Seegrund liegen und lokal im Bereich der Haldenkante anstehen. Auch zwischen Romanshorn und dem Uferbereich bei Holzstei befindet sich der Fels vermutlich nicht weit unter der Oberfläche der Uferbank. Der grösste Teil der Uferbank ist durch Sedimentumlagerung gebildet worden (FRIES et al. 1987 u. darin erwähnte Referenzen). Zum einen wird durch Ufererosion (Wellenschlag durch

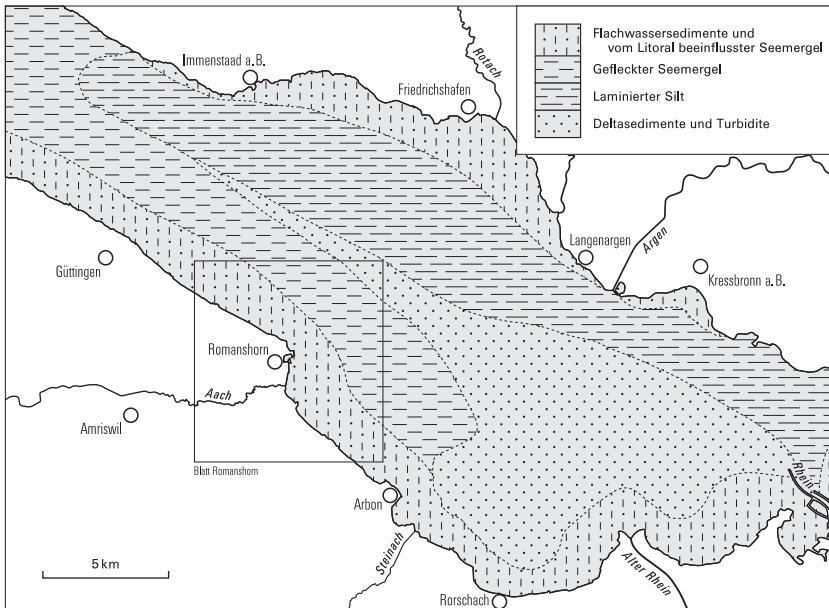


Fig. 4: Fazies der Oberflächensedimente im Bodensee (Obersee). Nach WESSELS et al. (2007).

Starkwind, z.T. auch durch Schiffsverkehr) Sediment umgelagert, zum andern der detritische Eintrag der Zuflüsse durch uferparallele Strömungen verfrachtet (WESSELS 1999). Das Sediment ist durch den ständigen Transport oft gut sortiert. Bei auflandigem stärkerem Wind nimmt das Wasser des Litorals eine weissliche Farbe an, woher der Name Wyse rührt. Dabei wird Sediment resuspendiert und sowohl uferparallel verfrachtet als auch in geringem Umfang seewärts transportiert (WESSELS 1999). Bei den Korngrössen tritt im Allgemeinen ein deutliches Verteilungsmuster von hohen Kies- und Sandanteilen im Seichtwasserbereich (<1,5 m) über siltigen Sand bis hin zu tonigem Silt im distalen Bereich auf (ZEH 1986, FRIES et al. 1987). Einen wichtigen Bestandteil der Ablagerungen des Litorals bildet auch biogen ausgefällter Kalkschlamm (s. FRIES et al. 1987).

An die Wyse schliesst 1,5–2,5 km seewärts ein Bereich an, welcher durch Umlagerungsprozesse im Litoral beeinflusst ist. Hier wird neben seebürtigem, das heisst autochthonem Sediment (Seemergel) resuspendiertes mineralisches und organisches Material aus der Flachwasserzone abgelagert (WESSELS et al. 2007).

Gefleckter Seemergel

Das Verbreitungsgebiet des durch Eisensulfid schwarz gefleckten Seemergels erstreckt sich entlang dem Südhang des Bodensees (Obersee) (Fig. 4). Das Milieu zeichnet sich durch eine eher geringe Sedimentationsrate aus (4–12 m holozäne Sedimente, SCHRÖDER & NIESSEN 1988) und wird durch autochthone Sedimentation, das heisst vor allem durch ausgefällten Kalzit, organisches Material (Algenreste) und Kieselalgenschalen, dominiert. Das Sediment weist praktisch keine Schichtung auf, wobei in der Nähe des Zentralbeckens eingeschaltete Siltlagen zunehmen. Der Einfluss des Rheins und damit der detritische Schwebstoffeintrag ist hier relativ gering. Die Lithologie ist auf Seite 21f. im Detail beschrieben.

Laminierter Silt

Am Nordhang des Bodensees wird hellbrauner bis dunkelgrauer, deutlich laminierter toniger Silt abgelagert. Die einzelnen Laminae weisen eine Dicke von wenigen Zehntelmillimetern bis zu mehreren Zentimetern auf, wobei die feinen Lagen hellbraun und z.T. weisslich, die dicken Lagen grau sind (WESSELS 1995). Die dickeren Laminae stammen hauptsächlich aus Schwebstoffströmen, die sich bei Rheinhochwasser in der Wassersäule einschichten und die Suspensionsfracht langsam ablagern. Die feinen Lagen repräsentieren einzelne Jahre ohne ausgeprägtes Hochwasser oder Einzelereignisse, wie zum Beispiel Kalzitfällungen (weisse Lagen). Die Mündung sowohl des Alten Rheins als auch des Rheins sind nach Norden ausgerichtet; zusätzlich wird der Transport durch Strömungen nach Norden begünstigt (BÄUERLE et al. 1993), so dass die meiste Schwebstofffracht entlang dem Nordufer abgelagert wird. In der Bucht von Friedrichshafen beträgt die Sedimentationsrate im Mittel mehrere Millimeter pro Jahr (WESSELS 1998b).

Deltasedimente und Turbidite

Der Rhein liefert ungefähr 90% ($\text{ca. } 3 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$) des allochthonen Gesamteintrags in den Bodensee (MÜLLER 1966, MARKOWSKI 1992, WESSELS 1998a). Die mineralogische Zusammensetzung der allochthonen Sedimente im Bodensee (Obersee) ist daher, abgesehen von Deltasedimenten kleinerer Zuflüsse, kaum verschieden von der Mineralogie der Schwebstofffracht des Rheins (ZEH 1986).

Im Deltabereich des Rheins sind die Sedimentationsraten mit mehreren Zentimetern pro Jahr in der Bucht von Rorschach bis hin zu einigen Dezimetern bis Metern pro Jahr an der Mündung entsprechend hoch (BÄUERLE et al. 1993, WESSELS 1998b). Ablagerungen mit erheblichem Anteil ($> 20\%$) an Sandfraktion reichen von der Rheinmündung 2 km weit in den Bodensee hinein (ZEH 1986), einzelne Ereignislagen sogar über 5 km (SCHRÖDER et al. 1998, WESSELS et al. 2007). Oft werden im Deltabereich eingeschwemmte Äste, Blätter und anderes terrestrisches organisches Material eingebettet. Vor der Rheinverlegung im Jahre 1900, dem

so genannten Rheinschnitt, gelangten die Trübeströme über eine bis 60 m tiefe Erosionsrinne in der Front des Alten Rheindeltas in ein flacheres, mäandrierendes Rinnensystem im Profundal (SCHRÖDER 1992, SCHRÖDER et al. 1998). Seit dem Rheinschnitt mündet der Rhein weiter westlich im Bereich der Fussacher Bucht. Mit der Flussverlegung drohten die Fussacher Bucht und später auch die gesamte Bregenzer Bucht durch den gesteigerten Sedimenteintrag auf längere Sicht vom Bodensee abgetrennt zu werden und zu verlanden. Dem wurde mittels wasserbaulicher Massnahmen entgegengewirkt, indem der Rhein und seine Sedimentfracht nach Nordwesten in tieferes Wasser umgelenkt wurden (so genannte Rheinverbreiterung, Etappen um 1924, 1973 und seit 1979; BÄUERLE et al. 1993).

Im Zentralbecken, dem tiefsten, in der Längsachse verlaufenden Teil des Bodensees, wurde die Sedimentation vor 1900 durch Trübeströme vom Delta des Alten Rheins dominiert (Fig. 4). Noch in 15 km Entfernung vom alten Delta wurde während des Holozäns über 70 m Sediment akkumuliert (MÜLLER & GEES 1970). Es besteht im östlichen, deltaproximalen Teil des Profundals aus dezimeterdicken sandigen Turbiditen. Gegen Nordwesten dünnen die Turbidite aus und werden zunehmend siltig (WESSELS 1998b). Seit der Rheinverlegung wurden in diesem Bereich keine Turbidite mehr abgelagert; es dominiert laminierter Silt wie am Nordhang des Bodensees (Obersee). Die Sedimentationsrate hat hier generell abgenommen, die Kornfraktion ist feiner geworden (SCHRÖDER 1992).

Sedimentmächtigkeit

Die Mächtigkeit der quartären Lockergesteine im Bodensee wurde anhand von seeweiten seismischen Daten (MÜLLER & GEES 1968b, 1970, SCHOOP & WEGENER 1984, SCHRÖDER & NIESSEN 1988) und mittels Sedimentkernen (WESSELS 1995, 1998b) ermittelt.

Die pleistozänen Ablagerungen füllen hauptsächlich das in den Fels eingetiefte Zentralbecken aus (s.a. Fig. 5, 6, Taf. I). Ihre Mächtigkeit beträgt rund 80 m im südöstlichen Teil des Zentralbeckens auf der Höhe von Langenargen und nimmt bis auf die Höhe von Meersburg, im nordwestlichen Teil, auf etwa 50 m ab (MÜLLER & GEES 1970). Im deltaproximalen Bereich kann die Mächtigkeit des Pleistozäns mittels Seismik nicht mehr ermittelt werden; es bestehen in diesem Gebiet nur noch Angaben über die Gesamtmächtigkeit des Quartärs (Fig. 5b). Auch im Bereich der Halde des Nord- und Südufers lässt sich aus der Seismik keine Information über die pleistozänen Ablagerungen und ihre Mächtigkeit gewinnen. Auf der südlichen Halde wurden jedoch auf der Höhe von Frasnacht und Altnau zwei Sedimentkerne gezogen, in denen mehrere Meter glazigenes Sediment identifiziert wurde (WESSELS 1998b).

Die Mächtigkeit der holozänen Ablagerungen (Fig. 5a) ist primär durch den Eintrag des Rheins bestimmt. Dies zeigt sich insbesondere an der starken Mächtigkeitszunahme des gesamten Quartärs nahe der Mündung des Alten Rheins und

des Rheins (Fig. 5b), welches hier hauptsächlich aus holozänen Sedimenten besteht. In diesem Gebiet werden heute mehrere Dezimeter bis Meter pro Jahr akkumuliert, wie aus Sedimentkernen und Vermessungsprofilen bekannt ist (z.B. MARKOWSKI 1992, WESSELS 1998b). In distaleren Bereichen, wie der Rorschacher Bucht, beträgt die Akkumulationsrate nach der Rheinverlegung noch mehrere Millimeter bis mehrere Zentimeter pro Jahr (SCHRÖDER & NIESSEN 1988, WESSELS 1998b). Zwischen dem Rheindelta und dem Zentralbecken wurden durch die Trübestrome bis zur Rheinverlegung um 1900 im Mittel mehrere Zentimeter pro Jahr abgelagert, während im Zentralbecken weiter gegen Nordwesten nur noch wenige Millimeter pro Jahr sedimentiert wurden (SCHRÖDER & NIESSEN 1988). Seit der Rheinverlegung entlädt sich die Sedimentfracht in Richtung von Lindau, der Bregenzer Bucht und der Bucht von Friedrichshafen (BÄUERLE et al. 1993). Das Nordufer des Bodensees (Obersee) steht im Gegensatz zum Südufer deutlich stärker unter dem Einfluss der Schwebstoffe des Rheins. In der Bucht von Friedrichshafen werden jährlich mehrere Millimeter abgelagert, während das Südufer zwischen Arbon und Romanshorn nur etwa 0,5 mm Sediment pro Jahr erhält (SCHRÖDER & NIESSEN 1988).

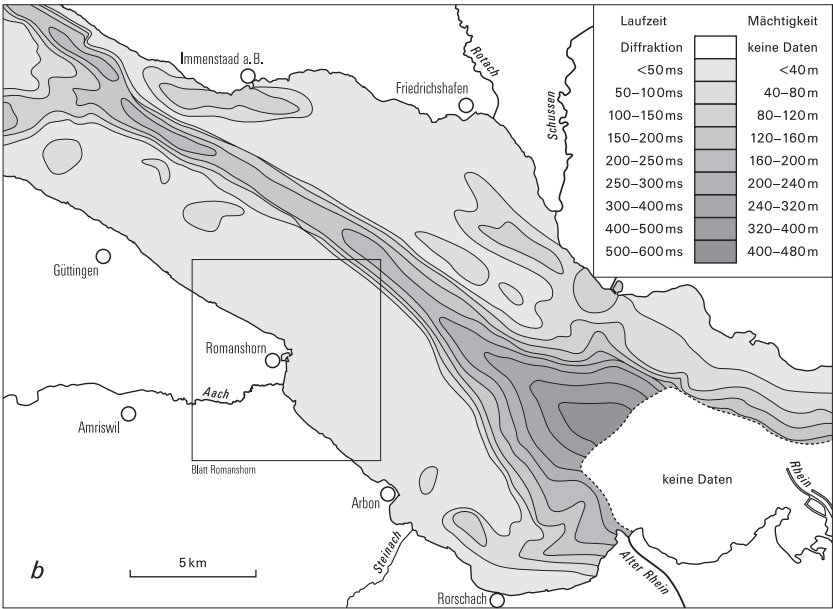
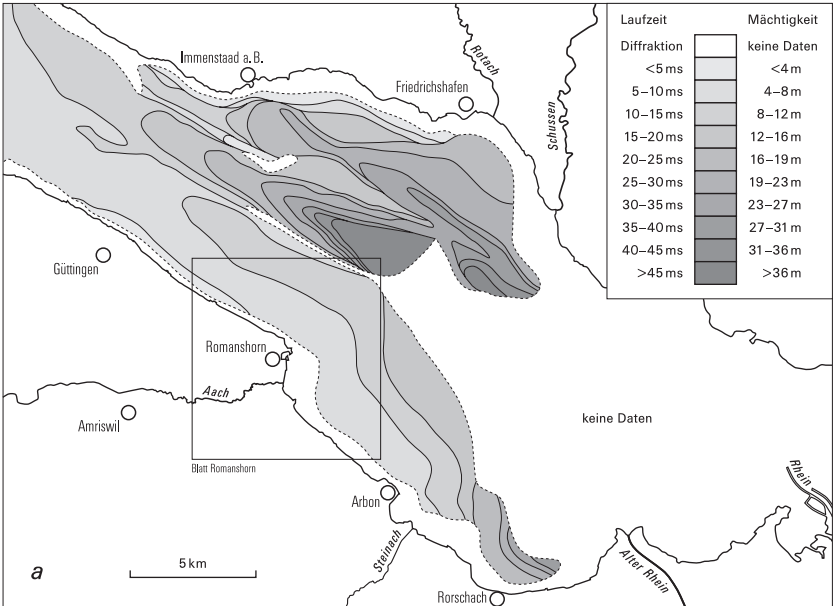
Strukturen in den Oberflächensedimenten

SCHRÖDER (1992) beschreibt grossräumige Oberflächenstrukturen (Bruchkan- ten, s. BRAUN & SCHÄRPF 1994) in den rezenten Sedimenten, welche mit ungefähr 120° WNW-ESE streichen, und vermutet einen Zusammenhang mit der Bruch- tektonik im Bodenseeraum (s. HEIERLI 1986 u. Kap. Tektonik, S.30). Diese Struk- turen sind beispielsweise in der Bucht von Friedrichshafen und vor Langenargen deutlich ausgeprägt (SCHRÖDER et al. 1998); sie sind auch in der Seebodenkarte 1:50000 der Internationalen Bodenseetiefenvermessung von 1990 gut erkennbar (BRAUN & SCHÄRPF 1994).

Eine weitere Besonderheit sind Trichterstrukturen, welche zum Beispiel nordöstlich der Mündung des Alten Rheins auftreten. Sie messen zwischen eini- gen Dezimetern bis zu maximal 16 m im Durchmesser und sind zum Teil ket- tenförmig angeordnet. Vermutlich werden sie durch austretende Gase gebildet (SCHRÖDER et al. 1998).

Seespiegelschwankungen seit der ausgehenden Letzten Eiszeit

Die Kenntnis der Seespiegelstände des Bodensees in den letzten 15,5 ka (Tab. 1) ist noch lückenhaft. Ältere mittlere Wasserstände des Bodensees lassen sich wegen der hohen jahreszeitlichen Schwankungen (im Mittel 1,5 m) nur schwer eingrenzen (WESSELS 1999). Eine kontinuierliche Seespiegelrekonstruktion für



mitteleuropäische Seen im Verlauf der letzten 3,5 ka findet sich in HOLZHAUSER et al. (2005), eine über die letzten 12 ka in MAGNY (2004). Neuere Daten über Seespiegelstände des Bodensees (Obersee) stammen aus der Grabung Arbon-Bleiche (s. Tab. 1, MAGNY et al. 2006).

Tabelle 1: *Spät- und postglaziale Stände des Bodensees.*

Zeit	Seespiegel [m ü. M.]	Bemerkungen
ca. 15,5 ka cal BP	407	Zuerst nur Überlinger- und Untersee, dann auch Obersee nach Konstanz-Stadium
ca. 12 ka cal BP	405	Torfmoore bei Nonnenhorn (Allerød-Interstadial)
Wende Pleistozän/Holozän	402–403	Weit verbreitete Strandlinie am Bodensee
ca. 8,5 ka cal BP	400–401	Argendelta, ^{14}C -Alter an Hölzern bestimmt (Boreal)
ca. 5,6 ka cal BP		
ca. 5,5 ka cal BP		
ca. 5,3 ka cal BP	> 396	Grabung Arbon-Bleiche, ^{14}C -Alter an Holz und Kohle bestimmt (MAGNY et al. 2006)
ca. 5,15 ka cal BP	> 397–398	NE Lindau ^{14}C -Alter an Holz bestimmt (jüngeres Atlantikum)
Mesolithikum	398–399	Weit verbreitete Strandlinie, Artefakte im westlichen Bodenseegebiet
Älteres Mesolithikum	397	Nach R. Hantke in SCHWED (1986)
Jüngeres Mesolithikum	394	dito
Bronzezeit	393	dito
Römerzeit	397	dito
Heute	395,6	Mittlerer Pegel 1930–1999 (VISCHER & KALT 2005)
Schadensgrenze Obersee	397,14	(VISCHER & KALT 2005)
Höchststand 1999	397,9	

Angaben aus SCHMIDLE (1927, 1942), SCHWED (1986) und darin erwähnten Referenzen, VISCHER & KALT (2005) und MAGNY et al. (2006).

Fig. 5: Lockergesteinsmächtigkeiten im Bodensee (Obersee); a) holozäne Sedimente (SCHRÖDER & NIESSEN 1988); b) quartäre Sedimente (SCHOOP & WEGENER 1984). Die Mächtigkeit der pleistozänen Sedimente konnte nur im Zentralbecken und bis auf die Höhe von Langenargen ermittelt werden und ist hier nicht dargestellt.

TEKTONIK

Im Rahmen der Kartierarbeit für das Atlasblatt Romanshorn konnten wegen der Kleinheit des Arbeitsgebiets und der bescheidenen Aufschlussverhältnisse keine neuen Erkenntnisse über die Tektonik gewonnen werden. Daher wird auf eine eingehende Beschreibung verzichtet (s.a. Taf. I) und auf ältere Publikationen verwiesen: SCHMIDLE (1922), HOFMANN (1951, 1953), SCHUPPLI (1952), HANTKE (1991: 100) sowie BOLLIGER (1998). Eine auf Befunden aus reflexionsseismischen Profilen basierende Darstellung der tektonischen Verhältnisse im Raum Romanshorn findet sich in der geologischen Übersichtskarte des Kantons Thurgau (NAEF & MÜLLER 1999: tektonische Übersicht).

Erdbebensituation

Die Bodenseegegend liegt nach PAVONI (1977) in der seismisch aktiven Zone III der östlichen Schweiz. PAVONI (1977) wertete zwei kleinere Beben vom 2. und 26. März 1976 im Untergrund des Bodensees aus. Die Hypozentren lagen bei Koord. 750/272 beziehungsweise wenige Kilometer östlich davon in einer Tiefe von 10 km. Der Herdlösungsmechanismus ergab eine dextrale Horizontalverschiebung an einer vertikal stehenden, WNW-ESE streichenden Bruchfläche und eine sinistrale Verschiebung an einer Vertikalebene, die NNE-SSW streicht. Die Streichrichtung der ersten Bruchfläche verläuft parallel zur Trogachse des Bodensees, die Achse der grössten Hauptspannung liegt horizontal und streicht NNW-SSE. Die Lage der Beben deckt sich mit der auffälligen, WNW-ESE streichenden Steilzone des Seegrundes, wo bereits frühere Autoren eine Bruchzone vermutet haben (s. S. 27).

Im Untergrund der Uferzone entlang der Luxburger Bucht lagern nicht konsolidierte, strukturempfindliche Böden zum Teil direkt auf Fels. Im Falle eines stärkeren Erdbebens dürfte diese Zone besonders empfindlich auf dynamische Belastungen reagieren (vgl. SCHINDLER et al. 1996).

HYDROGEOLOGIE

Gemäss ENGELI (1913) existierte im Kartengebiet früher eine grosse Zahl von Sodbrunnen, von denen heute jedoch nur noch wenige bestehen beziehungsweise nur noch als Zierbrunnen dienen. Bei Steinebrunn gibt es zwei Fassungen zur Er-

schliessung des lokalen Grundwasservorkommens im Schuttkegel des Bärgbachs sowie einige Quellschächte. Die Trinkwasserversorgung der Region erfolgt durch aufbereitetes Seewasser.

In Friedrichshafen wurde in einer Tiefbohrung das Thermalwasservorkommen der Oberen Meeresmolasse zwischen 470 und 685 m unter Gelände erschlossen (s. Bohrung Nr. 36, S. 40). Nach der Mineralwasserkarte der Schweiz und ihrer angrenzenden Gebiete (WEGMÜLLER 2001) trat früher nahe des Schlosses Luxburg eine «erdige Stahlquelle» zu Tage, die gemäss alten Analysen feste Bestandteile von 0,763 g/l aufwies, deutlich nach Schwefelwasserstoff roch und viel Ocker ausschied. Sie enthielt Eisen, Natriumchlorid, Kalk und Kohlensäure. Es dürfte sich dabei um untief zirkulierendes Grundwasser aus den Verlandungssedimenten des Bodensees gehandelt haben.

FELSOBERFLÄCHE

Die Gestalt der Felsoberfläche ist in Figur 6 dargestellt. Markant ist die relativ schmale, geradlinig in der Längsachse des Bodensees verlaufende Sohle des Bodenseetrog, deren tiefster Punkt sich im östlichen Teil des Sees mehr als 100 m unter dem Meeresniveau befindet. Mittels Seismikdaten (SEAG-Archiv, vgl. MÜLLER & GEES 1968a, SCHOOP & WEGENER 1984, WILDI 1984) und Bohrungen (s. Kap. Bohrungen, S. 34ff.) wurde eine bedeutende Felsübertiefung nachgewiesen, die bei Rorschach in Richtung Westnordwesten aus dem Bodenseetrog abzweigt (KELLER & KRAYSS 1999) und sich südöstlich von Amriswil aufgabelt. Der südwestliche Ast verläuft vom Sittertal über Hauptwil-Gottshaus ins mittlere Thurtal, der westliche vermutlich südlich von Amriswil in Richtung unteres Thurtal bei Sulgen. Zwischen der südlichen Felshochlage der aufgerichteten Molasse bei Rorschach und der nördlichen des thurgauischen Seerückens befindet sich somit eine glazial ausgeräumte Beckenzone. Romanshorn liegt am Südostende des Seerückens im Bereich einer Felshochlage. Im Untergrund von Egnach steht der Fels mit über 390 m ü. M. immer noch relativ hoch an. Somit ist zwischen Romanshorn, Salmsach, Egnach und vermutlich bis in den Bereich von Widihorn oder Frasnacht von hochliegendem Fels auszugehen (s. 390-m-Felsisohypse in Fig. 6). Gegen Süden taucht der Fels steil auf unter 200 m ü. M. ab. Der Nordrand dieses Felssteges verläuft im Gebiet von Atlasblatt Romanshorn entlang einer Linie Neukirch–Hagebueche–Neuhof (vgl. Bohrungen Nr. 28, 24 u. 30, s. a. Taf. I).

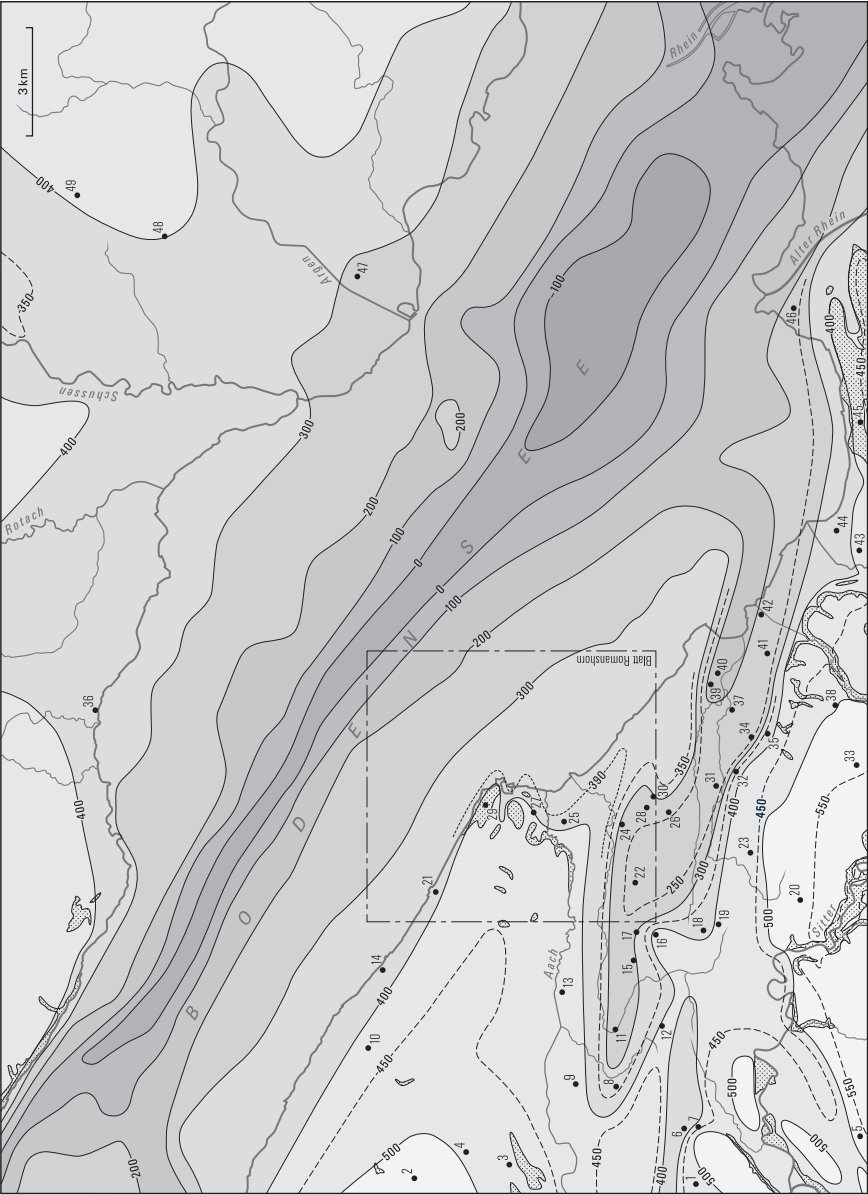


Fig. 6: Isohypsen der Felsoberfläche [m ü. M.]. Dargestellt sind ausserdem die wichtigsten für die Konstruktion mitverwendeten Bohrungen (s. Kap. Bohrungen, S. 34ff.) und der an der Erdoberfläche anstehende Fels (gepunktete Flächen). Figur basierend auf SCHOOP & WEGENER (1984), WILDI (1984), HIPF (1986) und KELLER & KRAYSS (1999; Fig. 4.8).

MINERALISCHE ROHSTOFFE

Auf dem gesamten Gebiet von Atlasblatt Romanshorn werden heute keine mineralischen Rohstoffe mehr gewonnen.

Bausteine

Der Sandstein beim Inseli (Romanshorn) wurde Mitte des 19. Jahrhunderts als Mauerstein abgebaut und für den Bau der alten Hafenanlage und der katholischen Schule verwendet (mündl. Mitt. J. Müller, Romanshorn).

Lehm, Ton

Nach LETSCH (1907) erfolgten beim Bahnhof von Egnach kurze Probebohrungen sowie Schürfungen auf Ziegeleilehm in den Verlandungssedimenten des Bodensees. Ein Abbau fand jedoch nicht statt. Im Mos südlich von Egnach soll am Nordrand des Lehmgebiets bei Huebägete eine kleine Grube bestanden haben, aus der zu Töpfereizwecken geringe Mengen Schwemmlehm gewonnen wurden.

Kies

Bei Steinebrunn bestand nordwestlich von Pkt. 446 m eine Abbaustelle von Kies aus Moräne. Die abflusslose Senke östlich der neuen Grundwasserfassung Steinebrunn könnte möglicherweise ebenfalls auf eine ehemalige Kiesabbaustelle (aus Bachschutt) zurückzuführen sein.

SIEDLUNGSGESCHICHTLICHE ELEMENTE

Nach den Angaben des Amtes für Archäologie des Kantons Thurgau fehlen auf dem Gebiet von Atlasblatt Romanshorn archäologische Funde weitgehend. Erwähnenswert ist die mittelalterliche Luxburg, welche vermutlich auf einer Insel vor der Mündung des Wilerbachs errichtet wurde (BLUST 2000, vgl. S. 19).

BOHRUNGEN

Die hier beschriebenen Bohrungen wurden für die Konstruktion der Fels-isohypsenkarte (Fig. 6) mitverwendet, wobei zur besseren Lesbarkeit der Figur auf die Darstellung eines Teils der Bohrstandorte verzichtet wurde. Die Beschreibung der Lithologie in den Schichtenverzeichnissen wurde mit nur geringfügigen redaktionellen Anpassungen den jeweiligen Bohrprotokollen entnommen.

Erläuterungen zu den Schichtenverzeichnissen:

23	<i>Referenznummer (s. Fig. 6)</i>
10114, Winden	<i>Identifikation und Standort der Bohrung</i>
744.420/263.502/170	<i>Lage: schweizerische Landeskoordinaten [x, y; in km] Höhe OKT [z; in m ü. M.]</i>
ET 116	<i>Endtiefe der Bohrung [m]</i>
Grundag AG (2001)	<i>Quelle, Jahrgang und weitere Angaben</i>

Die Tiefenangaben der Schichten beziehen sich auf die Basis der betreffenden Formation [in m unter OKT].

1	A 8502, Heldswil-Hohentannen	3	9626, Kümmertshausen
735.250/264.925/548; ET 102		735.925/270.063/487; ET 150	
21	tonig-siltiger Kies	4	siltiger Sand mit Kies (fluvio-glaziale Ablagerung)
48	toniger Silt	28	Mergel, rot, beige, weiss (OSM)
75	Ton (Seeton) mit Mergel (evtl. verrutscht)	64	Mergel-Siltstein-Wechsellagerung
102	Mergel (OSM)	68	graugrüner Mergel mit Schneckenresten («Tortonien», bis 150 m)
Frey P., Geologische Beratung, Zug (1985): Bohrpunkt A 8502 W, SEAG, Heldswil, Profil Nr. 501.		76	Mergel-Siltstein-Wechsellagerung
2	E 5139, Langrickenbach	110	bunter Mergel
735.425/272.775/540; ET 110		114	beiger Mergel mit Kohlelage
0,5	Sand	150	Mergel
110	Sandstein-Mergel-Wechsellagerung	Progeo GmbH, Wil (1999): Erdwärmesondenbohrung Hauptstrasse 21, Kümmertshausen.	
Grundag AG, Gossau (1998): Bohrprotokoll, Baustelle Belzstadel, Langrickenbach. Hammerbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.			

4	E 5386, Egethof	7	4511-07, Zihlschlacht
736.160/271.360/515; ET 150		736.885/264.890/524; ET 150	
21	kiesige Ablagerung (Moränenmaterial)	98	Moräne, Kies, Ton
25	Sandsteinblock	104	Nagelfluh (OSM)
27	Kies	150	Mergel, Sandstein
30	Moräne		Hastag AG, St. Gallen (2007): Erdwärmesondenbohrung Breitestrasse 3, Zihlschlacht. Aufnahme durch Bohrmeister.
150	Sandstein-Mergel-Wechsel-lagerung (OSM)		
Grundtag AG, Gossau (1999): Bohrprotokoll, Baustelle Hauptstrasse 138, Egethof. Spül-/Hammerbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.		8	4461-19, Schocherswil (Amriswil)
5	SB 1, Hauptwil	737.970/267.040/500; ET 140	
736.750/260.290/544; ET 140		60	Kies (mit Findling)
4	toniger Silt mit Kies (Grundmoräne)	140	Seeton mit feinem Sand
40	Nagelfluh-Sandstein-Wechsel-lagerung (OSM)		Hoppler Tiefbohrungen GmbH, Rottenschwil (2006): Erdwärmesondenbohrung Lochershaus 24, Schocherswil. Aufnahme durch Bohrmeister.
50	Mergel-Sandstein-Wechsel-lagerung	9	4461-20, Amriswil
84	leicht tonige Nagelfluh	738.035/268.269/451; ET 150	
88	Mergel	4	Lehm
140	Nagelfluh	29	Sand, Kies
		150	Mergel, Sandstein (OSM)
Schneider & Matousek AG, Baden (1994): Erdwärmesondenbohrung Anlage Gross, Hauptwil.			Hastag AG, St. Gallen (2007): Erdwärmesondenbohrung Kreuzlingerstrasse 65, Amriswil.
6	3038, Zihlschlacht	10	E 5333, Güttingen
736.818/265.176/539; ET 150		739.060/273.950/431; ET 125	
16	toniger Silt mit wenig Feinkies (?Seeablagerungen)	12	lockerer Sandstein (Interpretation Geologe: verschwemmte Moräne)
44	Fein- und Mittelkies mit Silt und Ton (verschwemmte Moräne)	125	Sandstein-Nagelfluh-Wechsel-lagerung(?) (Fels: OSM)
84	toniger Silt, z.T. mit wenig Feinkies (Seeablagerungen)		Grundtag AG, Gossau (1999): Bohrprotokoll, Baustelle in Güttingen. Hammerbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.
104	Fein- und Mittelkies mit Silt und wenig Ton (verschwemmte Moräne)	11	4461-16, Amriswil
124	toniger Silt mit wenig Feinkies (Seeablagerungen)	739.550/267.200/456; ET 150	
150	Fein- und Mittelkies mit wenig Silt (verschwemmte Moräne)	6	tonig-siltiger Sand
		16	toniger Silt
Progeo GmbH, Wil (2003): Erdwärmesondenbohrung Untere Hubwiesenstrasse 6, Zihlschlacht.		22	siltiger Ton
		82	siltiger Ton mit wenig Sand
		150	stark toniger, siltiger Sand mit mässig Kies und Steinen
			Hastag AG, St. Gallen (2005): Erdwärmesondenbohrung Gizehus, Amriswil. Aufnahme durch Bohrmeister.

12 A 8504, Hagenwil (Amriswil)
739.775/265.725/529; ET 132

- 6 tonig-siltiger Kies (Moräne)
- 12 toniger Silt (Moräne)
- 27 feinsandig-siltiger Ton (Seeablagerungen)
- 87 siltiger Ton (Seeablagerungen)
- 105 schwach toniger Kies (Moräne)
- 132 Mergel, Sandstein, Konglomerat (OSM)

Frey P., Geologische Beratung, Zug (1985): Bohrpunkt A 8504, SEAG, Hagenwil, Profil Nr. 8501 X 8404.

13 9928, Amriswil
740.586/268.651/434; ET 185

- 18 siltig-sandige Ablagerungen, z.T. mit Kies (Moräne)
- 24 Feinsandstein, locker (OSM)
- 48 Mergel
- 54 Siltstein
- 74 Mergel, z.T. nicht verfestigt, mit vereinzelt Siltsteinbänken
- 80 Mergel mit Süsswasserschnecken
- 108 Mergel
- 118 Feinsandstein
- 130 Mergel
- 132 Feinsandstein, schlecht verfestigt
- 185 Mergel, z.T. mit Siltstein

Progeo GmbH, Wil (1999): Erdwärmesondenbohrung auf Grundstück Nr. 1220, Amriswil.

14 —, Kesswil
741.130/273.725/398; ET 135

- 19 tonig-siltiger Kies
- 135 Sandstein und Mergel (OSM)

Grundag AG, Gossau (2000): Bohrprotokoll 6.11.2000, Baustelle in Kesswil. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.

— 4486-05, St. Pelagiberg
741.330/261.530/572; ET 180

- 24 siltiger Ton mit Sand und Feinkies (Moräne)
- 148 Siltstein, Mergel, wenig Feinsandstein (OSM)
- 158 Kalknagelfluh, wenig Feinsandstein und Mergel
- 180 Mergel mit vereinzelt Nagelfluhlagen

Progeo GmbH, Wil (2007): Erdwärmesondenbohrung Thürlewang 40, St. Pelagiberg.

15 SB 5/90, Deponie Hau, Amriswil
741.445/266.655/481; ET 163

- 3,3 Humus, stark siltiger bis stark toniger Sand, wenig Kies (Deckschicht)
- 8 toniger Silt, mit wenig Kies und Steinen, halbfest
- 71 toniger Silt, unten mit Feinsandschichten, halbfest
- 77 toniger Silt mit wenig Kies und Feinsandschichten, halbfest
- 110 toniger Silt und stark siltiger Feinsand, halbfest
- 131 stark siltiger bis stark toniger Feinsand mit wenig Kies, sehr dicht
- 163 stark siltiger Sand, sehr dicht, unten mit einzelnen Steinen, locker (8–163 m: glaziale Seeablagerungen)

Büchi und Müller AG, Frauenfeld (1990): Klarwasser-Spülbohrung, AFU TG, Schichtprofil.

16 AM 8409, Almischbärg
742.150/266.050/484; ET 63

- 3 Hangschutt
- 15 Moräne
- 45 siltiger Ton, Silt (Seeablagerungen)
- 48 ?Grundmoräne
- 63 Mergel (OSM)

SEAG-Archiv Nr. 8403.

17	A 8505, Almischbärg
742.200/266.525/461; ET 195	
6	künstliche Aufschüttung
12	siltiger Ton mit Kies (Moräne)
57	toniger Silt mit wenig Kies (Moräne)
90	schwach siltiger Ton, laminiert (Seeablagerungen)
111	stark siltiger Ton mit Kies (Seeablagerungen)
162	toniger Silt, z.T. feinsandig mit Kies und Molassefragmenten (Moräne?)
195	toniger Silt mit Sand, Mergel, Sandstein, Konglomerat? (OSM?, stark beansprucht)
Frey P., Geologische Beratung, Zug (1985): Bohrpunkt A 8502 W, SEAG, Heldswil, Profil Nr. 8501.	
18	—, Muolen
742.250/264.700/486; ET 104	
42	toniger Silt, Ton mit Kies, z.T. sandig, einzelne Steine (Stillwasserablagerungen)
48	Mittel- bis Grobkies, wenig Ton (Flussablagerungen); Arteser: 240 l/min
86	Ton, beige-grau, einzelne Steine und Kiesschnüre (Stillwasserablagerungen)
96	grauer Kies mit viel Ton und Silt (Grundmoräne)
104	beiger Mergel mit graubeigen Siltsteinbänken, stark verwittert (OSM)
Progeo GmbH, Wil (1999): Erdwärmesondenbohrung auf Grundstück Nr. 887p, Muolen.	
19	AM 8412, Muolen-Chesswil
742.450/264.250/506; ET 99	
3	Hangschutt
6	Seeablagerungen
12	Moräne
51	Seeablagerungen
66	Grundmoräne
99	Mergel, 84–87 m Konglomerat (OSM)
SEAG-Archiv Nr. 8403.	

—	98-14, Steinebrunn
742.739/266.780/439; ET 97	
1	Deckschicht
15	toniger Silt bis siltiger Sand (Schwemmsilt und -sand)
32	stark siltig-toniger Kies (Moränenmaterial, verschwemmt)
76	fetter Ton, wenig Silt (Seeablagerungen)
97	toniger Feinkies mit wenig Silt und Sand (Grundmoräne)
H. Naef, Büro für angewandte Geologie, Frauenfeld (1999): Grundwasserbohrung Müller, Steinebrunn.	
20	E 1740, Häggenschwil
743.350/262.075/572; ET 60	
17	Silt mit wenig Kies und Sand, hart gelagert
33	siltiger Sand, ab 23,4 m mit einzelnen Steinen
35	schwach siltiger Kies, hart gelagert
44	siltiger Sand mit einzelnen Steinen
47,5	schwach siltiger Kies mit Sand, hart gelagert
60	Mergel mit etwas Feinsand, hart gelagert (evtl. Fels, OSM?)
Grundag AG, Gossau (1987): Bohrprotokoll, Baustelle EFH Signer, Häggenschwil. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	
21	9632, Uttwil
743.400/272.175/401; ET 250	
10	toniger Silt mit Kies (Moräne)
14	Sandstein-Siltstein-Wechselagerung (OSM)
238	Mergel-Siltstein-Wechselagerung (reine Mergelserien mit vereinzelt Sandsteinlagen bis 250 m)
250	schwarzer Mergel
Progeo GmbH, Wil (1996): Erdwärmesondenbohrung Sticklebergstrasse, Uttwil.	

—	2232, Steinebrunn
743.520/266.650/440; ET 162	
3	Deckschicht
21	Kies und Ton mit wenig Feinsand (Moräne)
162	Ton mit wenig Kieslagen und Sandlinsen (Stillwasserablagerungen)
Progeo GmbH, Wil (2002): Erdwärmesondenbohrung Ringstrasse 5, Steinebrunn.	
22	4411-12/5059, Steinebrunn
743.590/266.670/440; ET 190	
4	leicht toniger Silt mit viel Feinsand und reichlich Feinkies (Deckschicht)
12	siltig-toniger Kies
32	siltiger Ton mit Grobsand, Fein- und Mittelkies
40	siltiger Feinkies mit Mittelkies und Grobsand (4–40 m: Stillwasserablagerungen und verschwemmte Moräne)
190	siltiger Ton, abschnittsweise mit Sand und Feinkies (Stillwasserablagerungen)
Progeo GmbH, Wil (2005): Erdwärmesondenbohrung Ringstrasse 10, Steinebrunn.	
23	10114, Winden
744.420/263.430/502; ET 170	
2,6	Aufschüttung
56	Moräne
78	Ton
170	Mergel mit Sandstein (OSM)
Grundag AG, Gossau (2001): Spül-/Hammerbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	
—	E 5355, Romanshorn
745.168/270.885/414; ET 100	
100	Mergel und Sandstein (OSM)
Grundag AG, Gossau (1999): Erdwärmesondenbohrung Obstgartenstrasse 2c, Romanshorn. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	

24	4083, Egnach-Hagebueche
745.250/266.980/413; ET 170	
8	Ton (Stillwasserablagerungen)
36	sandreicher Ton mit Fein- bis Mittelkies
108	Ton, zäh und plastisch, mit Lagen von Dropstones (Stillwasserablagerungen)
126	Fein- bis Grobkies mit viel Sand und Ton
170	Mergel, unten mit Siltstein (OSM)
Progeo GmbH, Wil (2004): Erdwärmesondenbohrung Forster, Hagebueche.	
—	B 1, Romanshorn
745.370/271.030/405; ET 100	
2	Moräne
37	Mergel
100	Mergel-Sandstein-Wechselagerung (OSM)
Wellauer, Frauenfeld (1998): Bohrprotokoll, Baustelle in Romanshorn. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	
25	E 5451, Salmsach
745.375/268.600/402; ET 110	
9	toniges Material mit wenig Kies
110	Mergel-Sandstein-Wechselagerung (OSM)
Grundag AG, Gossau (2000): Bohrprotokoll, Baustelle Waldhofstrasse 2, Salmsach. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	
26	4411-13/5150, Neukirch
745.560/265.710/458; ET 175	
70	Ton mit wenig Kies, Sand (Seeton)
80	siltig-toniger Kies mit Sand
120	toniger Kies mit Blöcken und Sand
175	siltiger Ton mit Kies und Blöcken (70–175 m: hart gelagerte Moräne)
Progeo GmbH, Wil (2004): Erdwärmesondenbohrung Gristenbühl, Neukirch. Keine Bohrerproben; Pofilaufnahme aufgrund des Bohrprotokolls und einer benachbarten Bohrung vorgenommen.	

27	E 5211, Romanshorn	32	SEAG AM 229, Bumishus
745.660/269.490/404; ET 150		746.700/263.800/440; ET 54	
4	Lehm, sandig-steinig	49	Geschiebelehm
150	bunter Mergel mit Sandstein-schichten (OSM)	54	Molassesandstein (OSM)
Grundag AG, Gossau (1999): Bohrprotokoll, Baustelle Neuhofstrasse, Romanshorn. Hammerbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.		SEAG-Archiv (1977): Profil R 760030.	
28	E 5493, Neukirch	33	SEAG A 8509, Wilen SW Freidorf
745.690/266.260/439; ET 150		746.975/260.450/574; ET 84	
150	siltig-sandiger Ton mit Kies	3	toniger Silt mit Kies
Grundag AG, Gossau (2000): Bohrprotokoll, Baustelle in Egnach. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.		12	tonig-siltiger Kies
29	E 5643/1, Romanshorn	24	schwach tonig-siltiger Kies
745.740/270.810/403; ET 130		27	Silt
130	Mergel und Sandstein (OSM)	36	Nagelfluh-Mergel-Wechsel-lagerung (OSM)
Grundag AG, Gossau (2000): Bohrprotokoll, Baustelle in Romanshorn. Hammerbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.		84	Mergel
30	E 4730, Neukirch	Frey P., Geologische Beratung, Zug (1985): Bohrung SEAG in Freidorf, Profil Nr. 8503.	
745.975/266.050/441; ET 125		34	4431-05, Roggwil
31	siltiger Ton mit Kies	747.595/263.430/426; ET 194	
33	Kies	2	Deckschicht
52	siltiger Ton mit Kies	20	toniger Silt mit Sand und Kies (Moräne, z.T. verschwemmt)
68	sandiger Kies, sauberer Sand	194	siltiger Ton bis toniger Silt, Drop-stones (Stillwasserablagerungen)
125	tonig-siltiger Kies	Progeo GmbH, Wil (2007): Erdwärmesonden-bohrung Neukircherstrasse 15, Roggwil.	
Grundag AG, Gossau (1997): Bohrprotokoll, Baustelle in Neukirch. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.		35	E 5394, Roggwil
31	E 5585, Burketsuelishus	747.650/263.025/428; ET 135	
746.210/264.350/437; ET 135		5	Moräne, Lehm
1,8	siltiger Kies mit Blöcken	7	Kies
87	Seeton	42	kiesiger Ton
114	Feinkies	135	Sandstein-Mergel-Wechsel-lagerung
117	Grobkies	Grundag AG, Gossau (1999): Bohrprotokoll, Baustelle Poststrasse 6, Roggwil TG. Spül-/Hammerbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	
135	siltiger Ton mit Kies		
Grundag AG, Gossau (2000): Bohrprotokoll, Baustelle in Neukirch. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.			

—	E 5376, Stachen
748.330/263.830/413; ET 150	
6	Silt
34	Seeton
59	Grobkies
78	Seeton
132	Moränenmaterial mit Blöcken
150	Ton mit Kies
Grundtag AG, Gossau (1999): Bohrprotokoll, Baustelle in Stachen. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	
36	Thermalbohrung Friedrichshafen-Fischbach
748.390/281.600/399; ET 710,3	
25	Quartär
470	Obere Süsswassermolasse
505	Baltringer Schichten (OMM)
666	Sandschiefer (OMM)
685	Basissandstein (OMM)
710,3	Untere Süsswassermolasse
Hydrodata (2000): Thermalbohrung Friedrichshafen, Obere Meeresmolasse, Projekt Nr. 88045/99015/434, Bad Urach.	
Grundwasssertemperatur: 31 °C (Baltringer Schichten [Ba]), 33 °C (Basissandstein [Bs]); artesischer Ruhedruck (Wassersäule über Gelände): 81 m (Ba), 74 m (Bs); Fördermenge: 2,5 l/s (Ba), 0,8 l/s (Bs); Absenkung in Meter unter Gelände: 144 m (Ba), 120 m (Bs).	
37	4151, Stachen
748.390/263.930/411; ET 160	
4	siltiger Ton mit eckigem Fein- und Grobkies (Moräne)
40	Ton (Seeton)
60	siltig-toniger Fein- bis Grobkies, z.T. Sand (Schotter)
84	siltig-sandiger Ton mit wenig Grobsand und Feinkies (Stillwasserablagerungen)
112	siltig-sandiger Ton mit reichlich Sand und Kies (dito, mit glazialem Einfluss)
160	siltiger Ton mit sehr wenig Grobsand und Feinkies (Stillwasserablagerungen)
Progeo GmbH, Wil (2004): Erdwärmesondenbohrung Lehgasse 12, Stachen.	

—	E 5136, Stachen
748.590/263.860/410; ET 120	
5	Silt
33	Seeton
67	Kies
98	Moränenmaterial
120	Seeton
Grundtag AG, Gossau (1998): Bohrprotokoll, Baustelle Lehngasse, Stachen. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	
38	—, Berg
748.750/261.250/494; ET 180	
18	Deckschicht und Moräne
180	vorwiegend graubeiger Siltstein und Mergel (OSM)
Progeo GmbH, Wil (1996): Erdwärmesondenbohrung Heuberger, 9305 Berg.	
39	S 9, Arbon
749.058/264.482/410; ET 257	
46	Ton, oben siltig, mit wenig Sand und Kies
49	siltig-toniger Kies mit wenig Sand
79	siltiger bis sauberer Kies mit wenig Sand, Gerölle z.T. gekritzelt
97	siltig-toniger Kies mit Sand
135	siltiger Ton mit wenig Sand und Kies
217	siltig-toniger Kies mit reichlich Sand
250	sauberer Kies mit Sand, unten konglomeratähnlich
255	Konglomerat (OSM)
257	Mergel
Geol. Büro Dr. U. Schärli, Zürich (2002): Erdwärmesondenbohrung Rebenstrasse, Arbon.	
—	E 5261, Arbon
749.125/264.500/410; ET 100	
12	siltiger Sand
33	Ton mit wenig Kies
80	toniger Kies
86	leicht toniger Kies
100	toniger Silt mit wenig Kies
Grundtag AG, Gossau (1999): Bohrprotokoll, Baustelle Rebenstrasse, Arbon. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.	

40 E 5638, Arbon
749.345/264.345/404; ET 165

- 4,9 Silt mit Kies
- 63 Seeton
- 69 Feinkies
- 81 Seeton
- 165 sandiger Ton mit Kies

Grundag AG, Gossau (2000): Bohrprotokoll, Blumenhaldenstrasse 14, Arbon. Spülbohrung, Aufnahme durch Bohrmeister.

41 A 8506 W, Steinach
749.925/262.925/400; ET > 210

- 6 toniger Silt, organisches Material (Verlandungssediment)
- 24 toniger Silt, geschichtet (Seeablagerungen)
- 42 siltiger Ton (Seeablagerungen)
- 60 tonig-siltiger Feinsand mit wenig Kies (Seeablagerungen)
- 78 toniger Silt, feingeschichtet, z.T. feinsandig (Seebodenlehm)
- 150 toniger Silt, z.T. feinsandig mit Molassebruchstücken (Mergel, Feinsandstein)
- >210 Feinsandstein-Mergel-Wechsel-lagerung, evtl. Konglomerate (OSM ab 150 m/ OMM?), toniger Silt?

Frey P., Geologische Beratung, Zug (1985): Bohrpunkt A 8506 W, SEAG, Steinach, Profil Nr. 8503.

42 —, Steinach
751.000/263.200/400; ET 120

- 6 Fein- bis Mittelkies mit viel Silt, feinsandig (fluviatile Ablagerungen)
- 14 Silt, feinsandig mit viel Fein- bis Mittelkies, mit Holzresten (fluviatile Ablagerungen)
- 120 Ton, siltig, z.T. Silt, ab 54 m mit Kieseinschaltungen (Seeablagerungen).

Geotest (1992): Erdwärmesondenbohrung, Steinach, Auftrag Nr. S9258.

43 —, Goldach
752.850/260.530/435; ET 150

- 14 Terrassenschotter
- 150 vorwiegend olivbeiger Mergel, Sandsteinintervalle 38–42 m, 64–74 m, 78–92 m (OSM)

Geotest (1993): Erdwärmesondenbohrung Oberstufenschulhaus, Goldach.

44 1670, Goldach Rietberg
753.300/261.000/421; ET 523

- 47 Schotter
- 51 Moräne
- 55 Seeablagerungen
- 59 Moräne
- 62 Molasse, verwittert, aufgearbeitet
- 354 Mergel (z.T. kohlig, Fossilien führend), Mergelsandstein, Sandstein (OSM)
- 523 Nagelfluh, Plattensandstein, Mergel (OMM)

Dr. U. P. Büchi (1986): Bericht Nr. 1670, Geothermie-Prospektion z.H. Amt f. Wasser- u. Energiewirtschaft SG.

45 —, Rorschacherberg
756.475/260.475/421; ET 150

- 2 Deckschicht
- 150 vorwiegend mittelkörniger Sandstein, grau (OMM; Seelaffe 68–70 m); ca. 30 m unter Terrain artesisch gespanntes Grundwasser

Matousek, Baumann & Niggli (1995): Erdwärmesondenbohrung Lüchinger, Rorschacherberg.

46 —, Altenrhein
759.600/262.200/397; ET 150

- 3 Deckschicht
- 18 toniger Silt mit Sand und Feinkies (Verlandungssedimente)
- 24 (Grob)Sand und Feinkies, mit wenig Silt (Ablagerungen des Rheins)
- 39 toniger Silt mit wenig Sand und Feinkies (Verlandungssedimente)
- 150 toniger Silt mit wenig Feinsand, Holzschmitzen; bei 136 m Kiefer-nadeln (Seeablagerungen)

Geotest (2000): Erdwärmesondenbohrung Keller, Altenrhein, Auftrag Nr. S0002.

47	Gohren 1, Kressbronn
760.425/274.300/405; ET 117	
1	Lehm
11	Kies mit Sand (Argen-Kies)
42	siltiger Feinsand (Seeablagerungen)
45	toniger Silt mit Sand u. Steinen
58	Silt und Feinsand, gebändert (Seeablagerungen)
62	toniger Silt mit Kies (Geschiebemergel?)
66	Silt und Feinsand, gebändert (Seeablagerungen)
115	toniger Silt mit Sand und Kies (Geschiebemergel)
117	Ton, hellgrau gefleckt (OSM)
Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1978): Erläuterungen zu Blatt 8332 Tettang, Geologische Karte 1:25 000 von Baden-Württemberg, Stuttgart.	
48	Tettang 1, Tettang
761.540/279.660/468; ET 3253	
3	Humus, Lehm
67	Grobkies mit Blöcken, ab 28 m tonig-mergelig (Pleistozän)
638	Tonmergelstein, grau, grün, schwarz und gelbbraun, z.T. sandig und siltig (OSM)
908	Sandstein, fein bis grob, z.T. glaukonitreich und mit Mergel-lagen (OMM)
1785	Tonmergelstein, bunt, z.T. sandig und siltig (USM, Aquitanien)
1880	Tonmergelstein, grau, grün bis schwarz (USM, Aquitanien, Chattien)
2592	Tonmergelstein, bunt, z.T. sandig (USM, Chattien)
2598	Tonmergelstein, grau bis bunt, mit Sandstein (untere Cyrenen-schichten, USM od. UMM)
2619	Sandstein, grau, fein bis mittel, feinschichtig (Bausteinschichten, UMM)
2830	Kalkstein und Mergelkalkstein, geschichtet, Muschel- und Ammonitenreste, klüftig (oberer Quintner Kalk, Malm)
2850	Mergelband (Malm)

2920	Kalkstein, geschichtet, klüftig (unterer Quintner Kalk, Malm)
3068	Kalkstein-Mergelstein, Muscheln, Crinoiden, Ammoniten, Glaukonithorizont («Überschiltschichten» u. Schilt-Schichten, Malm)
3067	Tonmergel mit Mergelkalkstein, Ooide, Rhynchonellen (Ornatenton, Dogger)
3074	Kalk- und Tonmergelstein, Ooide (Varians-Schichten, Dogger)
3081	Kalk- und Tonmergelstein (Parkinsoni-Oolith und Ton, Dogger)
3129	Mergelkalk- und Tonstein (Ostreenkalk u. Humphriesi-Oolith bis Sowerbyi-Oolith, Dogger)
3129	Flasersandstein mit Eisenoolithbänken (Donzdorfer Sandstein, Dogger)
3233	Tonstein (Opalinus-Ton, Dogger)
3241	Tonstein u. Tonmergelstein (Lias)
3249	Kalksteinbänke mit Crinoiden, mit Tonmergelstein und Flasersandstein (Lias)
3253	Kalkoolithe mit Tonfasern (Lias)

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1978): Erläuterungen zu Blatt 8332 Tettang, Geologische Karte 1:25 000 von Baden-Württemberg, Stuttgart.

49	Wasserbohrung Tettang 1936, Tettang
762.670/282.050/516; ET 53	
1	Humus und sandiger Mergel
46,8	Ton, grau, mit Kies, trocken (Geschiebemergel)
53,2	Ton, blau, trocken (Beckenton)

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1978): Erläuterungen zu Blatt 8332 Tettang, Geologische Karte 1:25 000 von Baden-Württemberg, Stuttgart.

LITERATURVERZEICHNIS

- Amt für Raumplanung Kanton Thurgau (2006): Geotop-Inventar Kanton Thurgau. – Frauenfeld.
- BÄUERLE, E., HOLLAN, E., BABENERD, B., GÜDE, H., MÜLLER, H., SCHRÖDER, H.G. & WAGNER, G. (1993): Seenphysikalische und limnologische Dokumentation zur Vorstreckung des Alpenrheins in den Bodensee – eine Literaturstudie. – Ber.int. Gewässerschutzkomm. Bodensee 42.
- BLUST, R. (2000): Egnacher Heimatbuch, Band I. Um die Luxburg. – Eigenverlag Autor, Egnach.
- BOLLIGER, T. (1998): Age and geographic distribution of the youngest Upper Freshwater Molasse (OSM) of eastern Switzerland. – *Eclogae geol. Helv.* 91/3, 321–332.
- BRÄUHÄUSER, M. (1976): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8322 Friedrichshafen (3. Aufl.), Erläuterungen. – Landesamt Geol., Rohst., Bergbau, Freiburg i.Br.
- BRAUN, E. & SCHÄRPF, K. (1994): Internationale Bodenseetiefenvermessung 1990: eine Dokumentation über die von 1985 bis 1990 durchgeführte Tiefenvermessung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee. – Landesvermessungsamt Bad.-Württemb., Stuttgart.
- BÜCHI, U.P., SCHLANKE, S. & MÜLLER, E. (1976): Zur Geologie der Thermalwasserbohrung Konstanz und ihre sedimentpetrographische Korrelation mit der Erdölbohrung Kreuzlingen. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 42/103, 25–33.
- BÜCHI, U.P., WIENER, G. & HOFMANN, F. (1965): Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz. – *Eclogae geol. Helv.* 58/1, 87–108.
- ENGEL, J. (1913): Die Quellen des Kantons Thurgau. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 20, 3–120.
- FRIES, H., HOLLAN, E., ILLERT, S., MÜLLER, H., OSTERKORN, F., OTT, R., SANZIN, W., WAGNER, B. & STEINBERG, C. (1987): Zur Bedeutung der Flachwasserzone des Bodensees. – *Ber. int. Gewässerschutzkomm. Bodensee* 35.
- FRÜH, J. (1908): Erratische Blöcke und deren Erhaltung im Thurgau. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 18, 3–17.
- GEIGER, E. (1966): Die erratischen Blöcke im Thurgau. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 39, 29–37.
– (1968): Blatt 1054 Weinfelden. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25 000, Karte 54.
- GUTZWILLER, A. (1883): Molasse und jüngere Ablagerungen. In: GUTZWILLER, A. & SCHALCH, F.: Geologische Beschreibung der Kantone St. Gallen, Thurgau und Schaffhausen. – *Beitr. geol. Karte Schweiz* 19.
- HABICHT, H. (1986): Die geologische Schichtfolge im Untergrund der Messtischblätter 8423 Kressbronn am Bodensee und 8424 Lindau (Bodensee). – *Geol. bavarica* 90, 5–15.
- HABICHT, J.K.A. (1987): Internationales stratigraphisches Lexikon, Bd.I: Europa, Fasz. 7 Schweiz, 7b Schweizerisches Mittelland (Molasse). – *Schweiz. geol. Komm. und Landeshydrol. u. -geol.*
- HAJDAS, I., ZOLITSCHKA, B., IVY-OCHS, S.D., BEER, J., BONANI, G., LEROY, S.A.G., NEGENDANK, J.W., RAMRATH, M. & SUTER, M. (1995): AMS radiocarbon dating of annually laminated sediments from Lake Holzmaar, Germany. – *Quaternary Sci. Rev.* 14, 137–143.
- HANTKE, R. (1980): Eiszeitalter (Bd. 2). – Ott, Thun.
– (1991): Landschaftsgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. – Ott, Thun.
- HEIERLI, H. (1986): Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. – *Schriftenr. Ver. Gesch. Bodensee* 104, 163–175.

- HIPP, R.A. (1986): Zur Landschaftsgeschichte der Region Bischofszell. Eine glazialmorphologische Arbeit. – *Phys. Geogr.* 21, 1–125.
- (1992): Geologie und Landschaftsgeschichte des Hudelmooses und seiner näheren Umgebung. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 51, 9–27.
- HOFMANN, F. (1951): Zur Stratigraphie und Tektonik des st.gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süsswassermolasse) und zur Bodenseegeologie. – Diss. Univ. Zürich, Zollikofer & Co., St. Gallen.
- (1953): Die strukturellen Verhältnisse der Molasse im ostschweizerischen Bodenseegebiet. In: *Arbeiten der Bodenseekonferenz II.* – Dtsch. geod. Komm., bayer. Akad. Wiss. (B), angew. Geod., Veröff. 8/II.
- (1957): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. – *Eclogae geol. Helv.* 50/2, 289–322.
- (1973a): Blatt 1074 Bischofszell. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25 000, Karte 65.
- (1973b): Blatt 1074 Bischofszell. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25 000, Erläut. 65.
- (1997): Mineralische Rohstoffe und historischer Bergbau rund um den Bodensee. – *Schr. Ver. Gesch. d. Bodensees u. s. Umgebung* 115, 169–191.
- HOLZHAUSER, H., MAGNY, M. & ZUMBÜHL, H.J. (2005): Glacier and lake-level variations in west-central Europe over the last 3500 years. – *The Holocene* 15, 789–801.
- HSÜ, K.J. & KELTS, K.R. (1984): Quaternary geology of Lake Zurich: an interdisciplinary investigation by deep-lake drilling. – *Cont. Sedimentol.* 13.
- IGKB (2006): Bodensee-Uferbewertung. – *Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee.*
- KELLER, O. (1994): Entstehung und Entwicklung des Bodensees – ein geologischer Lebenslauf. In: MAURER, H. (Hrsg.): *Umweltwandel am Bodensee* (S. 33–92). – UVK, St. Gallen.
- (2005): Letzte Eiszeit und Landschaftsformung am Hochrhein und am Alpenrhein. – *Njbl. natf. Ges. Zürich* 208, 54–74.
- KELLER, O. & KRAYSS, E. (1994): Die Bodensee-Vorlandvereisung des Rheingletschers im Konstanz-Stadium der letzten Eiszeit. – *Ber. st.gall. natw. Ges.* 87, 31–40.
- (1998): Datenlage und Modell einer Rhein-Linth-Vorlandvergletscherung zwischen Eem-Interglazial und Hochwürm. – *GeoArchaeoRhein* 2, 121–138.
- (1999): Geologie des Kantons Thurgau. Quartär und Landschaftsgeschichte. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 55, 39–67.
- (2005a): Der Rhein-Linth-Gletscher im letzten Hochglazial. 1. Teil: Einleitung; Aufbau und Abschmelzen des Rhein-Linth-Gletschers im Oberen Würm. – *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 150/1–2, 19–32.
- (2005b): Der Rhein-Linth-Gletscher im letzten Hochglazial. 2. Teil: Datierung und Modelle der Rhein-Linth-Vergletscherung. Klima-Rekonstruktion. – *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 150/3–4, 69–85.
- LETSCH, E. (1907): Die schweizerischen Tonlager. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser.* 4.
- MAGNY, M. (2004): Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. – *Quaternary int.* 113, 65–79.
- MAGNY, M., LEUZINGER, U., BORTENSCHLAGER, S. & HAAS, J.N. (2006): Tripartite climate reversal in Central Europe 5600–5300 years ago. – *Quaternary Res.* 65, 3–19.
- MARKOWSKI, U. (1992): Seegrundvermessungen zwischen 1911 und 1979. In: BERGMEISTER, U. (Red.): *Der Alpenrhein und seine Regulierung.* – *Int. Rheinregulierung Rorschach*, Buchs Druck, Buchs SG.
- MÜLLER, E.R. (1979): Die Vergletscherung des Kantons Thurgau während der wichtigsten Phasen der letzten Eiszeit. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 43, 47–72.
- (1982): Eisaufbauprozess des würmeiszeitlichen Rheingletschers in der Ostschweiz. – *Phys. Geogr.* 1, 221–236.

- MÜLLER, G. (1966): The new Rhine delta in Lake Constance. In: SHIRLEY, R. (Ed.): Deltas in their geologic framework (p. 107–124). – Houston geol. Soc., Houston.
- MÜLLER, G. & GEES, R. A. (1968a): Erste Ergebnisse reflexionsseismischer Untersuchungen des Bodensee-Untergrundes. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1968/1, 364–369.
- (1968b): Origin of the Lake Constance basin. – *Nature* 217, 836–837.
- (1970): Distribution and thickness of Quaternary sediments in Lake Constance basin. – *Sediment. Geol.* 4, 81–87.
- NAEF, H. & MÜLLER, D. W. (1999): Geologische Übersichtskarte des Kantons Thurgau 1:50 000. – Mitt. thurg. natf. Ges. 55, Beil.
- NIESSEN, F., LISTER, G. & GIOVANOLI, F. (1992): Dust transport and paleoclimate during the Oldest Dryas in central Europe – implications from varves (Lake Constance). – *Climate Dyn.* 8, 71–81.
- PAVONI, N. (1977): Erdbeben im Gebiet der Schweiz. – *Eclogae geol. Helv.* 70/2, 351–370.
- SAXER, F. (1964): Blatt 1075 Rorschach. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25 000, Karte. 45.
- (1965): Blatt 1075 Rorschach. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25 000, Erläut. 45.
- SCHAAD, W., KELLER, B. & MATTER, A. (1992): Die Obere Meeresmolasse (OMM) am Pfänder: Beispiel eines Gilbert-Deltakomplexes. – *Eclogae geol. Helv.* 85/1, 145–168.
- SCHINDLER, C., BEER, C., MAYER-ROSA, D., RÜTTENER, E., WAGNER, J.-J., JAQUET, J.-M. & FRISCHKNECHT, C. (1996): Integrierte Auswertung von seismischen und bodenspezifischen Parametern: Gefährdungskarten im Kanton Obwalden. – *Geol. Ber. Landeshydrol. u. -geol.* 19.
- SCHMIDLE, W. (1922): Die Geologie des Bodenseebeckens. – *Schr. Ver. Gesch. d. Bodensees u. s. Umgebung* 50, 38–55.
- (1927): Der Konstanzer Gletscher im östlichen Thurgau. – *Schr. Ver. Gesch. d. Bodensees u. s. Umgebung* 55, 253–265.
- (1942): Postglaziale Spiegelhöhen des Bodensees und der Vorstoss des Konstanzer Gletschers. – *Schr. Ver. Gesch. d. Bodensees u. s. Umgebung* 68, 109–142.
- SCHOOP, R. W. & WEGENER, H. (1984): Einige Ergebnisse der seismischen Untersuchungen auf dem Bodensee. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 50/118, 55–61.
- SCHREINER, A. (1978): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8323 Tettnang, Erläuterungen. – Landesamt Geol., Rohst., Bergbau, Freiburg i. Br.
- SCHRÖDER, H. G. (1992): Sedimentoberflächen im östlichen Bodensee-Obersee, Sidescan-Untersuchungen im Zusammenhang mit den Auswirkungen der Vorstreckung des Alpenrheins. – *Ber. int. Gewässerschutzkomm. Bodensee* 43.
- SCHRÖDER, H. G. & NIESSEN, F. (1988): Strukturelle Sedimentologie des Bodensees. Ergebnisse einer flächendeckenden 3,5-kHz-Sedimentechographie. – *Ber. Landesanst. f. Umweltschutz (LfU) Bad.-Württemb., Inst. f. Seenforsch., Langenargen.*
- SCHRÖDER, H. G., WESELS, M. & NIESSEN, F. (1998): Acoustic facies and depositional structures of Lake Constance. – *Arch. Hydrobiol.* 53, 351–368.
- SCHUPPLI, H. M. (1952): Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz, IV. Teil. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser.* 26.
- SCHWERD, K. (1986): Geologie des deutschen Staatsgebietes der Blätter 8423 Kressbronn am Bodensee und 8424 Lindau (Bodensee). – *Geologica bavar.* 90, 17–90.
- STABEL, H.-H. (1986): Calcite precipitation in Lake Constance – chemical equilibrium, sedimentation, and nucleation by algae. – *Limnol. and Oceanogr.* 31, 1081–1093.
- STURM, M., ZEH, U., MÜLLER, J., SIGG, L. & STABEL, H.-H. (1982): Schwebstoffuntersuchungen im Bodensee mit Intervall-Sedimentationsfallen. – *Eclogae geol. Helv.* 75/3, 579–588.

- TOBLER, M. (1979): 1200 Jahre Romanshorn. – Wolfau-Druck, Weinfelden.
- VISCHER, D. & KALT, L. (2005): Hydrotechnische Entwicklung. – *Njbl. natf. Ges. Zürich* 208, 303–330.
- WAGNER, B., SCHRÖDER, H. G., GÜDE, H., SANZIN, W., ENGLER, U. & STURM, M. (1998): Zustand des Seebodens 1992–1994. Sedimentinventare – Phosphor – Oligochaeten. – *Ber. int. Gewässerschutzkomm. Bodensee* 47.
- WEGELIN, H. (1915): Veränderung der Erdoberfläche innerhalb des Kantons Thurgau in den letzten 200 Jahren. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 21, 3–170.
- (1936): Erratische Blöcke im Thurgau: 2. die Blöcke von Romanshorn. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 30, 42–46.
- WEGMÜLLER, M. C. (2001): Mineralwasserkarte der Schweiz und ihrer angrenzenden Gebiete. Karte in: WEGMÜLLER, M. C. (2001): Einflüsse des Bergwassers auf Tiefbau/Tunnelbau. – Stäubli, Zürich.
- WELTEN, M. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. – *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.]* 162.
- WESSELS, M. (1995): Bodensee-Sedimente als Abbild von Umweltveränderungen im Spät- und Postglazial. – *Diss. Univ. Göttingen, Göttinger Arb. Geol. Paläont. (GAGP)* 66.
- (1998a): Natural environmental changes indicated by late glacial and Holocene sediments from Lake Constance, Germany. – *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 140, 421–432.
- (1998b): Late-glacial and postglacial sediments in Lake Constance (Germany) and their paleolimnological implications. – *Arch. Hydrobiol.* 53, 411–449.
- (1999): Kleinskalige Variabilität von Wasserbewegungen in der Flachwasserzone am Südufer des Bodensees. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 214/1, 319–352.
- WESSELS, M., MOHAUPT, K., KÜMMERLIN, R. & LENHARD, A. (1999): Reconstructing past eutrophication trends from diatoms and biogenic silica in the sediment and the pelagic zone of Lake Constance, Germany. – *J. Paleolimnol.* 21, 171–192.
- WESSELS, M., SCHRÖDER, H. G., HETZENAUER, H., GÜDE, H., STICH, H. B. & ROSSKNECHT, H. (2007): Bodensee-Untersuchung-Seeboden (BUS). Abschlussbericht für die Projektträger. – Landesanst. f. Umwelt, Messungen u. Naturschutz Bad.-Württemb. (LUBW), int. Gewässerschutzkomm. Bodensee (IGKB), Interreg IIIA Alpenrhein–Bodensee–Hochrhein.
- WILDI, W. (1984): Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz, mit kurzen Erläuterungen. – *Eclogae geol. Helv.* 77/3, 541–551.
- WYSS, R. & HOFMANN, F. (1999): Molasse im Thurgau. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 55, 27–37.
- ZEH, U. (1986): Sedimentologische Untersuchung der Oberflächensedimente der Bregenzer Bucht (Bodensee). – *Geologica bavar.* 90, 91–112.

GEOLOGISCHE KARTEN

Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200 000

- Blatt 3 Zürich–Glarus, von A. BUXTORF, P. CHRIST & W. NABHOLZ, 1950.
 Blatt 4 St. Gallen–Chur, von P. CHRIST & W. NABHOLZ, 1959.

Geologische Karte der Schweiz 1:100 000

- Blatt IV Frauenfeld–St. Gallen (3. Aufl.), von F. SCHALCH, A. GUTZWILLER & J. SCHILL, 1879.
 Blatt V Rheineck, von A. GUTZWILLER, 1850.

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000

- Nr. 45 Rorschach (LK 1075), von F. SAXER, 1964.
 Nr. 54 Weinfelden (LK 1054), von E. GEIGER, 1968.
 Nr. 65 Bischofszell (LK 1074), von F. HOFMANN, 1973.
 Nr. 108 St. Margrethen–Diepoldsau (LK 1076/1096), von R. HANTKE, 2003.

Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000

- CC8718 Konstanz, von A. SCHREINER, A. ZITZMANN, G. OTT & R. OBERHAUSER, 1991.

Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000

- 8321 Konstanz-Ost, von W. SCHMIDLE, 1916. Unveränderter Nachdruck 1986.
 8322 Friedrichshafen, von M. BRÄUHÄUSER, 1913. Angepasster Nachdruck 1976.
 8323 Tettnang, von A. SCHMIDT & M. MÜNST, unter Mitarbeit von M. SCHMIDT, 1911.
 3. Auflage 1978, mit Nachträgen von A. SCHREINER.
 8324 Wangen im Allgäu-West, von M. SCHMIDT & M. BRÄUHÄUSER, 1913. Unveränderter Nachdruck 1985.

Geologische Karte von Bayern 1:25 000

- 8423 Kressbronn am Bodensee, von K. SCHWERD, 1986.
 8424 Lindau (Bodensee), von K. SCHWERD & U. ZEH, 1986.

Geologische Karte der Republik Österreich 1:25 000

- 110/111N St. Gallen Nord und Dornbirn Nord, mit Anteilen von 81 Bodensee und 82 Brezgenz, von R. OBERHAUSER, 1994.

Geologische Karte auf offizieller topographischer Grundlage

- TG NAEF, H. & MÜLLER, D.W. (1999): Geologische Übersichtskarte des Kantons Thurgau 1:50 000. – Mitt. thurg. natf. Ges. 55, Beil.

BEILAGE

Tafel I: Geologisches Profil durch das Gebiet von Atlasblatt Romanshorn

Geologisches Profil
durch das Gebiet
von Atlasblatt Romanshorn

von
Alfred Zaugg

Quartär

- q_{SL} Spätletzzeitliche und postglaziale limnische Sedimente
- q_m Letztzeitliche glazigene und (glazi)limnische Sedimente; z. T. älter

Tertiär

- m_4 Obere Süsswassermolasse (OSM)
- m_{2-3} Obere Meeresmolasse (OMM)
- o_3-m_1 Untere Süsswassermolasse (USM)

Lage des Profils

