Einführung

Autor(en): **Naef, Heinrich**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **55 (1999)**

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-593874

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

1 EINFÜHRUNG

Heinrich Naef

1.1 GEOLOGIE – KREISLAUF DER GESTEINE

Die Geologie als Lehre vom Bau der Erde und ihrer Entstehungsgeschichte bedient sich sowohl naturwissenschaftlicher als auch historischer Arbeitsmethoden. Der Geologe misst die Erde aus, stellt sie in Karten und Profilschnitten dar und macht damit Ingenieurarbeit. Er nimmt von der Erde Proben, führt im Feld und im Labor Experimente durch, berechnet Prozesse und Zustände und bedient sich dabei der Gesetze von Physik und Chemie. Er ist in der Regel aber auch ein leidenschaftlicher Sammler von Gesteinsproben, erdkundlichen Kuriositäten, Versteinerungen und allerlei Launen der Natur.

Ausgehend vom einzelnen Phänomen, dem sogenannten Aufschluss und dem Handstück, wie der Geologe seine Gesteinsprobe nennt, sind die blossen Materialeigenschaften, mit denen sich der Ingenieur in der Regel begnügt, für den Geologen nur ein Mittel zum weitergehenden Ziel, nämlich die Prozesse zu verstehen, welche zum heutigen Bild der Erde geführt haben.

Die Basis der geologischen Erkenntnisse bleibt deshalb bis heute die Beschäftigung mit dem Werden und Vergehen der Oberflächenformen und vor allem der Gesteine, die im Grunde das Substrat all unserer Tätigkeiten auf dieser Erde bilden. Das Studium der Gesteine (Lithologie) ist nicht nur der Schlüssel zur geologischen Vergangenheit, sondern auch zu heute aktiven Vorgängen, die wir nicht direkt beobachten können, entweder weil sie tief im Erdinnern stattfinden oder weil ihre Entstehung den Zeitrahmen menschlichen Daseins bei weitem übersteigt.

Durch den Boden, die äusserste Schicht der Erdkruste, sind die Gesteine, insgesamt als Lithosphäre bezeichnet, mit der belebten Natur, der Biosphäre, verbunden. Dabei vermittelt das Wasser, die Hydrosphäre, als wichtiges Transportmedium zwischen den Gesteinen im Untergrund und der belebten Natur sowie zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre. Die Gesetzmässigkeiten und Prozesse, welche im Bereich der Bio-, Hydro- und Atmosphäre ablaufen, werden vom Rhythmus der Jahreszeiten und des lokalen Klimas bestimmt. In ihrer Gesamtheit erscheinen sie als zyklisches Geschehen mit wiederkehrenden Ereignissen und zahlreichen Materialkreisläufen die wir direkt beobachten und messen können (siehe auch Kapitel 5). In der Geologie spricht man von den exogenen (von aussen einwirkenden) Prozessen. Sie haben ihre Bedeutung vor allem für die Bildung der Landschaft, mit deren Analyse und Interpretation sich die physische Geographie, insbesondere die Geomorphologie beschäftigt (siehe z. B. GOUDIE 1995).

Ganz anders im Erdinnern: Hier verlaufen die meisten Prozesse um Grössenordnungen langsamer und können deshalb – im Gegensatz zu den Abläufen an der Erdoberfläche – nur ausnahmsweise, z. B. bei Erdbeben oder Vulkan-

ausbrüchen, direkt beobachtet und gemessen werden. In der Regel müssen sie aber durch detaillierte Beobachtung und Interpretation der Gesteine sowie mit Hilfe von Modellen indirekt ermittelt oder abgeschätzt werden. Diese endogenen (aus dem Erdinnern wirkenden) Prozesse sorgen für das Auftürmen von Gebirgen und die Bildung tiefer Ozeane, deren Lebensdauer im Bereich von einigen bis vielen Millionen Jahren liegt. Das Modell der Plattentektonik kann heute alle wichtigen geologischen Prozesse erklären. Nach ihm besteht die Erdkruste aus einem Mosaik von kontinentalen und ozeanischen Platten, die sich, angetrieben durch Konvektionsströme im flüssigen Erdmantel, mit Geschwindigkeiten von wenigen cm/Jahr bewegen. Durch die Kollision solcher Platten der äusseren Erdkruste werden die Gesteine deformiert, zu Gebirgen emporgehoben und so der Verwitterung und Erosion ausgesetzt. Zugleich werden aber auch Krustenteile bis tief in den Erdmantel versenkt und dort aufgeschmolzen. Als neues Magma steigen sie wieder in höhere Krustenbereiche auf. Dort erstarren sie in Form von ozeanischer Kruste, als Granitkörper oder als vulkanische Ergussgesteine. (Zu dieser Thematik geben Darstellungen im Naturmuseum des Kantons Thurgau, Frauenfeld, weitere Hinweise. Siehe auch die Lehrbücher zur allgemeinen Geologie von PRESS & SIEVER 1995, LABHART 1992).

Die geologischen Prozesse werden anhand eines schematischen Kreislaufes der Gesteine beschrieben (Abb. 1.1). Die Gesteine, welche an der Erdoberfläche exponiert sind, verwittern und werden in Form von Schutt (Blöcke, Kies, Sand und Ton) durch Wasser, Wind und Eis abtransportiert und in Senken abgelagert (sedimentiert). Senkt sich der Untergrund ab, so folgt eine zunehmende Überdeckung mit nachfolgenden Sedimenten. Bei grösserer Überlagerung werden die zuerst losen Gesteins- und Mineralkörner (Lockergestein)

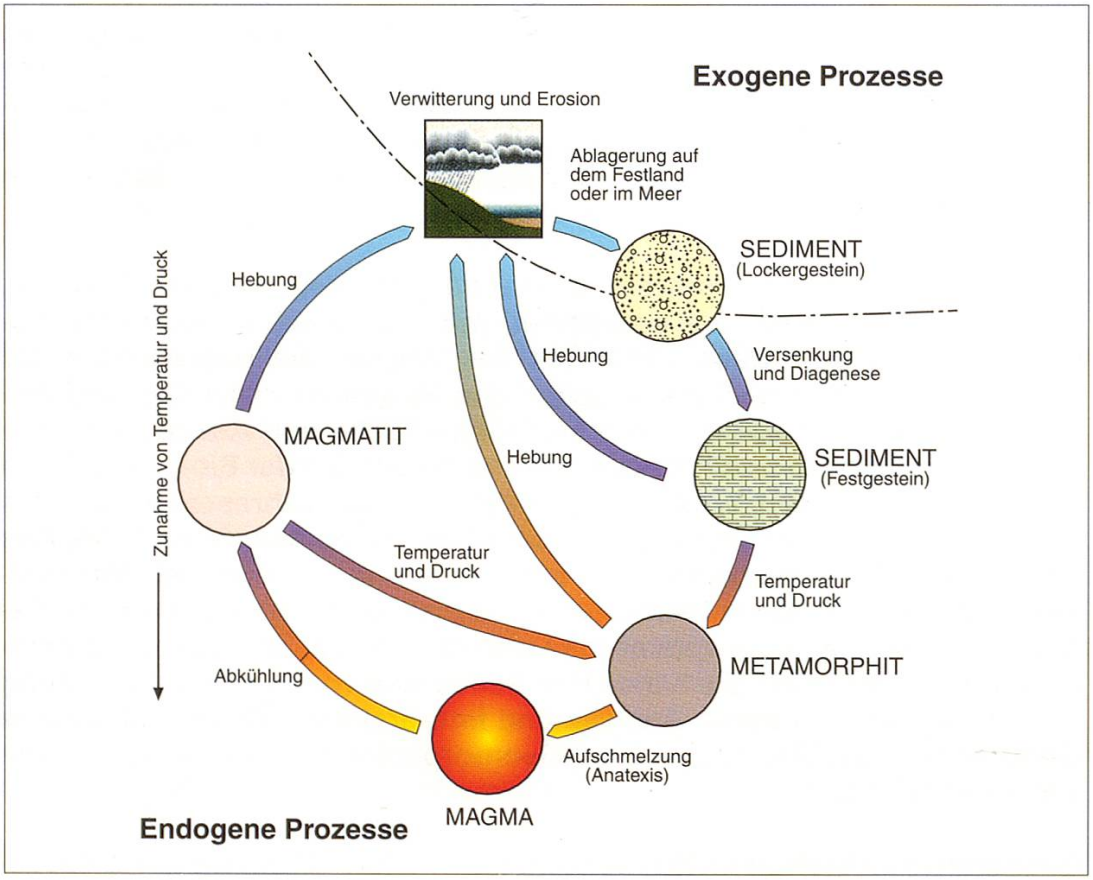

Abb. 1.1: Gesteinskreislauf

zusammengepresst und zu Sedimentgestein verfestigt. Erfolgt eine weitere Absenkung in Tiefen von mehreren Kilometern, so setzt infolge erhöhter Druck- und Temperaturbedingungen eine Umwandlung (Metamorphose) ein, die bis zur völligen Aufschmelzung des ursprünglichen Gesteins und damit zur Bildung von neuem Magma führen kann. Dieses steigt dann wieder in höhere Krustenbereiche auf, wo es abkühlt und z. B. als granitisches Gestein erstarrt oder über Vulkanschlote direkt bis an die Oberfläche gelangt.

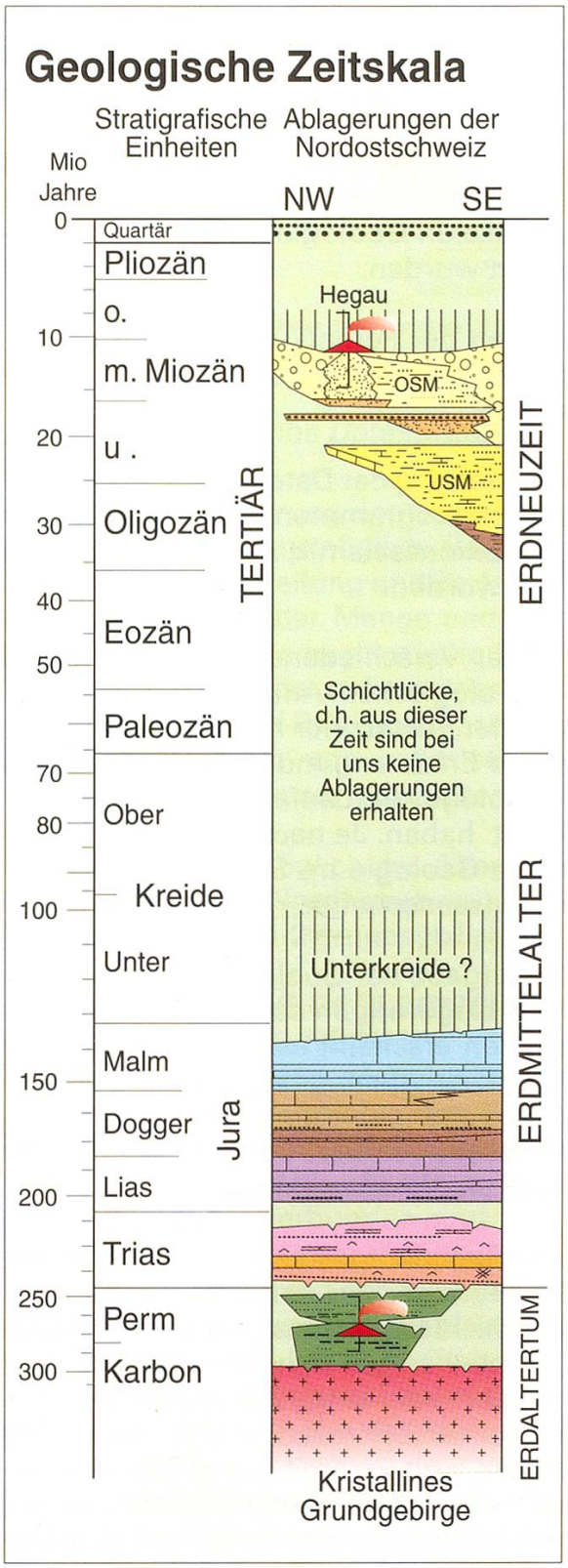

Abb. 1.2: Geologische Zeitskala

Durch regionale Hebung von Krustenteilen bei der Gebirgsbildung können Gesteine auch aus tiefsten Krustenniveaus im Laufe von Jahrmillionen bis in höchste Bergregionen emporgehoben und dort vom Geologen studiert werden.

Weil der Geologe letztlich an der Dynamik, d.h. an der Entwicklungsgeschichte der Erde interessiert ist, beschränken sich die geologischen Bezeichnungen häufig nicht nur auf eine blosse Materialbeschreibung, sondern sie machen auch Aussagen über das Alter oder die Entstehung einer Einheit. So sind z.B. die Legendeneinheiten einer geologischen Karte in erster Priorität nicht nach den Gesteinseigenschaften, der sogenannten Lithologie, sondern nach dem Alter und der Art ihrer Entstehung, gegliedert. Eine geologische Karte bezieht sich deshalb nicht in erster Linie auf die Materialeigenschaften der oberflächennahen Bodenschichten, sondern versucht vielmehr die Entstehungsgeschichte von Landschaft und Untergrund darzustellen. Die Abb. 1.2 gibt eine Übersicht über die geologischen Zeiträume, deren Abfolge und Namengebung, sowie die entsprechenden, im Raum Nordostschweiz / Süddeutschland vorkommenden Gesteinsschichten.

1.2 ARBEITSWEISE UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN DES GEOLOGEN

Wichtigste Grundlage der geologischen Analyse und Interpretation ist nach wie vor die Kenntnis der Oberflächengeologie im Feld. Man wird deshalb immer wieder den mit Feldbuch, Hammer, Kompass, Lupe und Salzsäure «bewaffneten» Geologen antreffen, wie er das Gelände abschreitet und seinen Rucksack mit Stein- und Erdproben anfüllt, die dann im Labor genauer untersucht werden sollen.

Im Rahmen hydrogeologischer und geotechnischer Untersuchungen werden, je nach Bedarf und finanziellen Möglichkeiten, Sondierungen und immer mehr auch geophysikalische Methoden angewendet, wie sie in der Rohstofferkundung, insbesondere dem Suchen nach Kohlenwasserstoffen (vergl. Kapitel 7.2.3) schon seit langem Standard sind. Ihr Einsatz wird aber erst im Detail geplant, wenn die bereits vorhandenen Unterlagen ausgewertet und die Kenntnisse der lokalen Geologie mit gezielten, projektorientierten Feldaufnahmen ergänzt wurden.

Für diverse Projekte werden auch Daten der Fernerkundung, vom einfachen Luftbild über Satellitenaufnahmen bis zu hochkomplexen Spektralanalysen verwendet («Remote sensing»).

Die Auswertung sowie graphische Darstellung der Daten geschieht immer mehr mit Hilfe von speziellen Computerprogrammen. Die meisten geophysikalischen Methoden, wie z. B. Reflexionsseismik, sind überhaupt erst durch den Einsatz der EDV ermöglicht worden.

Abb. 1.3 zeigt das Zusammenspiel der verschiedenen Untersuchungsmethoden, die einer zeitgemässen geologischen Analyse zugrunde liegen. Für viele Methoden ist ein optimaler Einsatz nur mit einem beträchtlichen Mass an Spezialkenntnissen und Erfahrung möglich, weshalb sich auch innerhalb der Berufsgattung «Geologe» im Laufe der letzten 30 Jahre diverse Spezialrichtungen entwickelt haben. Je nach Einsatzgebiet bewegt sich die sogenannte angewandte Geologie im Spannungsfeld zwischen Techniker, Ingenieur und Naturwissenschafter.

Eine spezielle, letztlich aber zentrale Aufgabe der Geologie ist die Bestimmung des Alters von Gesteinen und Ablagerungen sowie deren Strukturen und Formen. Bei Sedimentgesteinen erscheint es naheliegend, dass Älteres unten und Jüngeres oben liegt; für Tiefengesteine, die aus dem Erdinnern aufgestiegen sind, oder in Faltengebirgen, wo die Gesteinsschichten als Decken übereinander geschoben und verfaltet wurden, ist diese stratigraphische Grundregel nicht mehr anwendbar.

Mit Hilfe des Fossilinhalts ungestörter Sedimentgesteine hat man deshalb sukzessive einen universellen Stammbaum der Tier- und Pflanzenwelt entwickelt. Er erlaubt für alle Gesteinsschichten mit bestimmbarem Fossilinhalt eine relative Altersdatierung. Dabei zeigte sich, dass es Tier- und Pflanzengattungen gibt, deren Formen über sehr lange Zeit praktisch unverändert blieben und andere, die sich in kurzer Zeit rasant und in zahlreichen Varianten entwickelt haben. Sind letztere weit verbreitet und zahlreich genug als Fossilien erhalten, so werden sie als Leitfossilien bezeichnet. Mit diesen konnte eine teilweise sehr feine relative Zeittabelle der Erdgeschichte erstellt werden. In der Thurgauer Molasse sind z. B. die gut erhaltenen Backenzähne von Kleinsäugern als wichtige Leitfossilien zu bezeichnen.

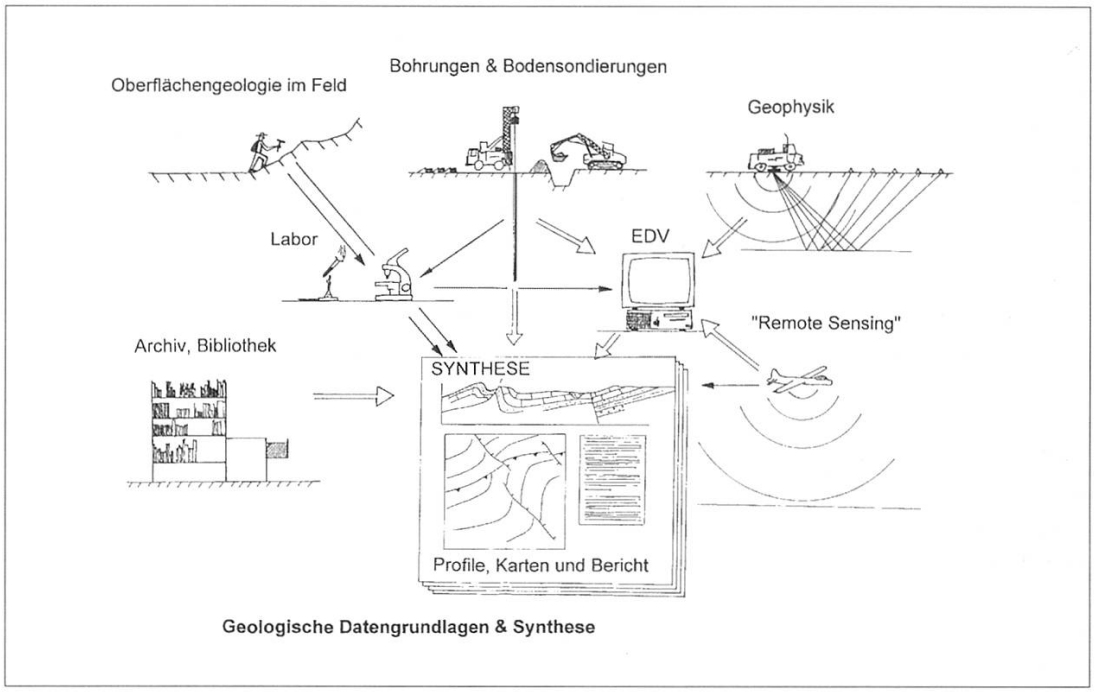

Abb. 1.3: Geologische Datengrundlagen und Synthese

Eine absolute Datierung der Gesteine ist aber nur mit den radiometrischen Altersbestimmungen möglich. Grundlage dieser Methode ist die Kenntnis der natürlichen Verteilung und Zerfallsgeschwindigkeit radioaktiver Isotope, welche in genügender Menge und Verbreitung in den Gesteinen vorkommen. Eine Vielzahl sowohl methodisch wie analytisch voneinander unabhängiger Resultate der radiometrischen Altersbestimmungen zeigt die weltweite Gültigkeit und Präzision dieser Methoden. Im Thurgau sind vor allem die ^{14}C-Datierungen von organischen Resten aus Quartärablagerungen wichtig, weil letztere nur sehr selten auch Leitfossilien enthalten.

Obwohl gerade bezüglich des Alters der Molasseschichten und Quartärablagerungen in der Nordostschweiz noch viele Fragen offen sind, kann die Zeitskala der Abb. 1.2 grundsätzlich als gesichert angenommen werden.

1.3 WARUM EINE GEOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTE FÜR DEN KANTON THURGAU?

Geologische und geomorphologische Grundlagen sind heute für zahlreiche Anliegen und Projekte der Bauwirtschaft sowie der Umwelt- und Raumplanung von grosser Bedeutung. Sie bilden das gemeinsame Substrat, über welches die einzelnen Teilgebiete der Planung und Projektierung miteinander verbunden sind.

Im Zusammenhang mit der zunehmenden Umweltbelastung hat das Interesse für grossräumige und langfristige Stoffprozesse allgemein zugenommen. Es ist deshalb wichtig, die heute vorhandenen Kenntnisse über die Geosphären zusammenzufassen und in einer auch interessierten Dritten verständlichen Form darzustellen.

Der heutige Wissensstand über die Geologie des Thurgaus ist einerseits in publizierten Karten und Fachartikeln, andererseits aber auch in zahlreichen unpublizierten Gutachten und Berichten festgehalten, deren Verfügbarkeit begrenzt ist.

In den letzten Jahren wurden verschiedene kantonale Planungsprojekte ausgeführt, wie z. B. der Teilrichtplan «Stein- und Erdmaterial» im Zusammenhang mit Kiesabbau, die Neubearbeitung der Grundwasser- und Gewässerschutzkarten oder das Geotopinventar. Dafür mussten die zwar zahlreich, aber in sehr unterschiedlicher Form und Qualität vorhandenen geologischen Daten zuerst interpretiert und für das Kantonsgebiet einheitlich dargestellt werden. Eine zeitgemässe Darstellung des Wissens sollte nicht nur für die Geologen selbst, sondern auch für die betroffenen Ingenieure und Planer der kantonalen Amtsstellen sowie privater Bau-, Planungs- und Beratungsbüros verständlich und zugänglich sein. Im Auftrag des Amtes für Raumplanung und mit Unterstützung des Amtes für Umwelt wurde deshalb 1995/96 eine digitale Geologische Übersichtskarte 1:50 000 erarbeitet und ein Verzeichnis der wichtigen geologischen Unterlagen zusammengestellt. Die zugehörigen Erläuterungen sollen den Inhalt der Karte in ihrem Zusammenhang mit der Erdgeschichte des Thurgaus verständlich machen. Um eine vertiefte Beschäftigung mit speziellen Aspekten zu erleichtern, wurde der Text mit zahlreichen Hinweisen auf das Literaturverzeichnis ergänzt. Koordinatenangaben sollen helfen, erdkundliche Phänomene in der Natur zu finden.

1.4 DATENGRUNDLAGEN UND HISTORISCHE ASPEKTE

Zumindest in ihren Anfängen erfolgte die geologische Erforschung des Thurgaus durch reisende Geographen und Geomorphologen sowie hier tätige Sekundar- und Kantonsschullehrer. Auf der Basis erster Fachpublikationen (GUTZWILLER 1880, GUTZWILLER & SCHALCH 1883, PENCK & BRÜCKNER 1909) sammelten und publizierten vor allem J. Eberli, J. Früh, H. Wegelin und E. Geiger zahlreiche Daten und Einzelbeobachtungen zur Geologie und Landschaftsgeschichte des Thurgaus.

Dabei mussten sie sich praktisch ausschliesslich mit Oberflächeninformationen begnügen. In Ausnahmefällen erlaubten Materialabbaustellen, Eisenbahn- und Strasseneinschnitte oder Wasserfassungsstollen auch einen etwas tieferen Einblick in den Untergrund. Man konzentrierte sich deshalb vorwiegend auf die Landschafts- und Glazialgeschichte, inventarisierte Findlinge (Erratiker) und versuchte, die zahlreichen Moränen und Drumlinfelder in einen entstehungsgeschichtlichen Zusammenhang zu stellen (FRÜH 1906, 1908, FALKNER 1910, SCHMIDLE 1914). Der Felsuntergrund aus Molassegesteinen wurde vorwiegend unter dem Aspekt der Fossilfundstellen sowie der insgesamt enttäuschenden zugänglichen Kohlevorkommen betrachtet (ENGELI 1892, EBERLI 1896). Diese Phase der Beschreibung und Inventarisierung der Oberflächengeologie mit reger Publikationstätigkeit, hauptsächlich in den «Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft», dauerte bis in die 30er Jahre. 1943 wurde die erste auch heute noch brauchbare geologische Karte im Massstab 1:25000, nämlich das Atlasblatt Frauenfeld mit Erläuterungen (GEIGER 1943) gedruckt, sehr spät, wenn man bedenkt, dass damals schon ein grosser Teil der Schweizer Alpen in zumindest vergleichbarer Qualität mit geologischen Karten dokumentiert war.

Die einsetzende Erdölexploration einerseits und die rege Bautätigkeit sowie die systematische Suche nach Grundwasser andererseits gaben der geologischen Erforschung des Thurgaus im Laufe der 50er Jahre neue Impulse. Ausgehend von seiner Dissertation im Raum Wil – Bischofszell – St. Gallen kartierte Franz HOFMANN (1951) in der Folge in jahrzehntelanger Freizeitarbeit einen grossen Teil des Kantonsgebietes. Die Resultate dieser Arbeit liegen heute in zahlreichen Fachartikeln sowie den geologischen Atlasblättern

Andelfingen, Bischofszell und Wil vor (siehe Literaturverzeichnis). U. P. Büchi, ein Studienkollege von Hofmann und ebenfalls ausgezeichneter Kenner der Ostschweizer Geologie, wurde zum eigentlichen geologischen Kopf der schweizerischen Erdölexploration. Unter seiner Mitarbeit wurden zwischen ca. 1960 und 1990 auch im Kanton Thurgau zahlreiche Seismiklinien erstellt und drei Erdöltiefbohrungen, nämlich bei Kreuzlingen (1961), oberhalb von Berlingen (1964) und nördlich von Herdern (1981) niedergebracht (siehe Abb. 7.3). In der Ausstellung des Naturmuseums des Kantons Thurgau, Frauenfeld, ist die Bohrung Berlingen mit Bohrkernen eindrücklich dokumentiert.

Die in den Bachtobeln zwischen Seerücken und Hörnlibergland aufgenommenen Molasseprofile wurden von Hofmann und Büchi im Zusammenhang mit den Kenntnissen der Oberen Süsswassermolasse (OSM), des Hegaus (siehe Zusammenfassung in SCHREINER 1992) und der benachbarten Zürcher sowie St. Galler Gebiete auch sedimentpetrographisch untersucht und stratigraphisch neu gegliedert (z.B. BÜCHI 1959, BÜCHI et al. 1965, HOFMANN 1960, 1982, 1988).

Daneben wirkten U. P. Büchi, E. Müller und ihre Mitarbeiter im Kanton Thurgau während Jahrzehnten als beratende Geologen und bearbeiteten zahlreiche Projekte im Bereich Grundwasser und Geotechnik. Die geologischen Resultate dieser zum grossen Teil im Auftrag der öffentlichen Hand durchgeführten Untersuchungen wurden bisher nur teilweise im Zusammenhang aufgearbeitet und konnten deshalb für die vorliegende Arbeit auch nur lückenhaft ausgewertet werden. Einige wichtige Berichte sind in der Kantonsbibliothek öffentlich zugänglich und wurden auch entsprechend berücksichtigt (siehe Literaturverzeichnis).

Neben dem Büro Büchi, ab 1984 Büchi & Müller AG, waren im Thurgau auch diverse andere Geologiebüros tätig, deren wichtigste unpublizierte Arbeiten im Literaturverzeichnis aufgeführt sind. Besonders zu erwähnen ist der Geologe A. Weber-Schellenberg, dessen Nachlass ebenfalls in der Kantonsbibliothek zugänglich ist.

Dank all dieser Daten aus privater Beratertätigkeit, Erdölexploration sowie den neuesten Forschungen der Nagra im Gebiet Hochrhein – westlicher Seerücken sind wir heute in der Lage, ein differenziertes Bild der oberflächennahen Geologie und teilweise auch des tieferen Untergrundes des Kantons Thurgau zu entwerfen.

Die Entstehung und Gliederung der Oberflächenformen, welche die heutige Thurgauer Landschaft prägen, wird seit Anfang der 80er Jahre im Lichte moderner glazialgeologischer Konzepte vor allem von Vertretern des geographischen Instituts der Universität Zürich untersucht. Wichtige Resultate und Synthesen findet man in diversen Publikationen von R. Hipp, E. Müller, E. Krayss und O. Keller (siehe Literaturverzeichnis).

1.5 DIE GEOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTE 1:50 000

Die Abgrenzung des dargestellten Kartenperimeters sollte mindestens das gesamte Kantonsgebiet umfassen, ansonsten aber zusammen mit der Legende, der tektonischen Übersicht und dem Querprofil ein graphisch ansprechendes Bild ergeben.

Die vorhandenen und für unsere Karte verwendeten Kartierungen, die vor

allem im Massstab 1:25 000, lokal auch 1:10 000 und im Bereich der Landeskartenblätter Steckborn und Kreuzlingen 1:50 000 vorliegen sind nachfolgend aufgeführt. Für das Gebiet von Blatt Romanshorn fehlt bis heute eine publizierte Geologische Karte. Das Grundgerüst beruht auf den publizierten Blättern des Geologischen Atlas der Schweiz, welche ca. 90% des Kantonsgebietes abdecken.

Das Blatt Frauenfeld wurde als ältestes Thurgauer Atlasblatt in den 30er Jahren noch auf der topographischen Grundlage der Siegfriedkarten Pfyn – Märstetten – Frauenfeld – Bussnang aufgenommen (GEIGER 1943). Die Geologie ist mit einer einfachen Legende übersichtlich dargestellt und in einem Erläuterungsheft ausführlich beschrieben (v. a. die Molasse).

Als nächstjüngeres Atlasblatt wurde 1961 das Blatt Diessenhofen publiziert (HÜBSCHER 1961), dessen Quartär (Moränen, Lehme) recht kursorisch dargestellt ist; Erläuterungen zum Blatt Diessenhofen, welche vor allem zur Oberen Meeresmolasse (OMM) einige wichtige Informationen enthalten, wurden 1964 von HOFMANN & HANTKE vorgelegt.

Die SE-Ecke des Thurgaus liegt auf dem Blatt Rorschach, welches 1964 als geologisches Atlasblatt erschien (SAXER 1964); auch hier ist die Geologie – zumindest im Bereich des Thurgaus – sehr einfach dargestellt und das dünne Erläuterungsheft konzentriert sich auf die im südlichen Blattteil ausserhalb unseres Kartengebietes anstehende Molasse.

Recht bescheiden ist auch der Informationsgehalt vom Atlasblatt Weinfelden (GEIGER 1968), welches mit gerade noch zehn lithologischen Einheiten, sieben Übersignaturen und elf Zeichen auskommt; ein separates Erläuterungsbändchen ist nicht vorhanden.

Die bisher erwähnten geologischen Karten wurden von Geologen der «Vorkriegsgeneration» aufgenommen, deren Interesse sich auf die Beschreibung der verschiedenen Lithologien und die ökonomische Nutzbarkeit der Gesteine konzentrierte.

Die Blätter Andelfingen (1967), Bischofszell (1973) und Wil (1988) wurden von HOFMANN kartiert. Seine sehr guten Kenntnisse sowohl der Molasse wie auch des Quartärs führten zu einem teilweise recht differenzierten Kartenbild, welches einen gewissen Kontrast zu den älteren Atlasblättern bildet und so einige Korrelationsschwierigkeiten zwischen den einzelnen Karten verursachte.

Das Atlasblatt Hörnli, in welchem der südlichste Teil des Thurgaus liegt, wurde von 20 Geologen während eines Terrainkurses vom Geologischen Dienst der Armee erstellt und zeigt im Bereich des Kantons Thurgau praktisch nur Molassegesteine. Erläuterungen dazu: HOTTINGER et al. 1970.

Das Gebiet der Landeskarten-Blätter Steckborn und Kreuzlingen wird durch die geologische Karte «Hegau und westlicher Bodensee 1:50 000» (ERB 1967, revidiert SCHREINER 1989) abgedeckt; deren Informationsdichte ist zwar deutlich bescheidener als diejenige der Schweizer Atlasblätter, reicht aber für die Kompilation 1:50 000 aus. Die Erläuterungen zu dieser Karte sind sehr umfangreich und enthalten viele wichtige Informationen, welche auch für das Verständnis der Geologie des Thurgaus von Bedeutung sind (Neuauflage: SCHREINER 1992). Eine geologische Kartierung der Kartenblätter Steckborn und Kreuzlingen und deren Druck als Atlasblatt 1:25'000 ist in Vorbereitung.

Letztlich erfasst auch die «Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete 1:50 000» von HANTKE und Mitarbeitern (1967) einen grossen Teil des Thurgaus. Sie weist im Detail grössere, z. T. recht plausible Unterschiede zu den älteren Geologischen Atlasblättern auf, weshalb sie als Vergleich beigezogen wurde. Die Würmmoränen werden auf dieser Karte erstmals sehr detailliert dargestellt und auch in ihrem entstehungsgeschichtlichen Zusammenhang interpretiert.

Für eine grossmassstäbliche, übersichtliche Darstellung der Thurgauer Geologie dienen auch die hydrogeologischen Karten 1:100 000, Blätter Bodensee (KEMPF 1980) und Toggenburg (HÄRING et al. 1993), deren Erläuterungen eine moderne Darstellung der regionalen Grundwasserverhältnisse und Quartärgeologie enthalten (JÄCKLI & KEMPF 1980).

Ähnliche, z. T. sehr detaillierte Angaben zur Hydro- und Quartärgeologie im Grenzbereich zum Kanton Zürich enthalten die Grundwasserkarten des Kantons Zürich (AGW 1983) und die dazugehörigen Erläuterungen (KEMPF et al. 1986).

Karten zur Vereisung der Nordostschweiz und besonders des Bodenseeraumes finden sich bei KELLER & KRAYSS, 1980, 1994 und bei KRAYSS & KELLER 1996.

Daneben gibt es eine Vielzahl unpublizierter, meist lokaler geologischer Kartierungen, die zwar – soweit bekannt – für Vergleiche und die Korrektur offensichtlicher Fehler herangezogen, aber nicht systematisch verarbeitet wurden.

Speziell zu erwähnen sind die geomorphologischen Diplomkartierungen von HIPP (1979), BOLZ (1984), WINZELER (1989) und KADEN (1990), deren detaillierte Darstellung des Quartärs teilweise weit über diejenige der geologischen Atlasblätter hinausgeht; sie waren deshalb für die Abgrenzung der Glazialmorphologie von Bedeutung.

Die darzustellenden Legendeneinheiten der neuen Karte hatten sozusagen vom kleinsten gemeinsamen Nenner aller verwendeten Unterlagen auszugehen, um ein über den ganzen Kanton einigermassen einheitliches Kartenbild zu erhalten. Dies bedeutet, dass – neben der ohnehin notwendigen Abstraktion für die Darstellung im Massstab 1:50 000 – viele Details der modernen Atlasblätter nicht übernommen werden konnten. Generelles Ziel blieb eine leicht abstrahierte Darstellung der Oberflächengeologie, wie sie den Planer, Geotechniker aber auch den geneigten Naturfreund interessiert. Obwohl für lokale Informationen zusätzlich die verwendeten Unterlagen konsultiert werden können, sollte die Übersichtskarte auch für die Orientierung im Gelände und das Auffinden der dargestellten Details dienen.

Die Legendeneinheiten sind ihrem Alter gemäss in drei Abteilungen mit insgesamt ca. 45 lithostratigraphischen Einheiten und Zeichen aufgeteilt:

A **Anthropogenes**, wichtige Informationen über die vom Menschen verursachte Umgestaltung und Nutzung der Geosphäre,

B **Quartär: Lockergesteine und Landschaftsformen des Eiszeitalters** (Pleistozän) **und der Nacheiszeit** (Holozän),

C **Tertiär: Festgesteine der Molasse** mit Angaben zur Schichtlage, den wenigen Verwerfungen und wichtigen Fossilfundstellen.

Grundsätzlich wurden nur geologische Einheiten berücksichtigt, die sowohl eine Ausdehnung von mindestes ein Hektar wie auch eine minimale Mächtigkeit von ca. zwei Meter haben oder von übergeordneter Bedeutung, d. h. etwas Besonderes sind und dann auch nicht massstäblich sondern übertrieben dargestellt werden konnten.

Die quartären Lockergesteine (B) liegen häufig in geringer Mächtigkeit von bis zu wenigen Metern aber in grosser Ausdehnung über dem Felsuntergrund oder älteren eiszeitlichen Ablagerungen. Es kann auch sein, dass sie gegenüber ihrem Liegenden nur schematisch abgrenzbar sind. In solchen Bereichen werden senkrecht schraffierte Mischsignaturen aus Liegendem und Hangendem verwendet.

Die Gesteinsabfolge der Oberen Süsswassermolasse (OSM) wurde von den kartierenden Geologen (nach Vorschlag von Büchi und Hofmann) in vier lithostratigraphische Einheiten – «Basiszone», «Mittlerer Komplex», «Öhningerzone» und «Konglomeratstufe» – gegliedert; deren klare Abgrenzung ist aber kontrovers und wird nur auf den geologischen Karten von HOFMANN (1973, 1988) konsequent kartiert, kann also nicht im ganzen Kartengebiet nachvollzogen werden.

Die wechselhafte Gesteinsabfolge der OSM wird deshalb mit einer einheitlichen Formationsfarbe dargestellt. Wo es sich mit den verwendeten Vorlagen machen lässt, werden die nagelfluhreichen Gebiete im Süden und auf den Hochzonen sowie die zusammenhängenden Vorkommen mit Glimmersand am Hochrhein-Seerücken mit Übersignaturen gekennzeichnet.

Auffüllgebiete sind nachhaltige Veränderungen der natürlichen Verhältnisse. Nur die bedeutendsten konnten in der Karte dargestellt werden.

Die einzelnen Legendeneinheiten werden in den Kapiteln drei und vier dieser Erläuterungen mit Bezug auf ihre Verbreitung und wichtigen Vorkommen auf der Karte beschrieben und in einen genetischen Zusammenhang gebracht.