

Bergbaue, Schächte, Stollen, Höhlen, Steinbrüche, Schotter-, Sand- und Tongruben, Aufschlüsse mit bedeutungsvollen Informationen). Bohrpunkte werden meist mit Nummern versehen, unter denen in den Erläuterungen dann nähere Angaben zu finden sind. Jede geologische Karte hat auf dem Kartenblatt den Maßstab und eine Legende für die verwendeten Farben, Symbole usw. aufzuweisen.

Die schon genannten Erläuterungen zur geologischen Karte sollen in einem eigenen Heft eine geraffte Darstellung der stratigraphischen, lithologischen (gesteinskundlichen), paläontologischen und tektonischen Ergebnisse zum besseren Verständnis der Karte bringen. Außerdem sollen hier wichtige Details, die in der Karte selbst aus Maßstabgründen nicht dargestellt werden können, beschrieben werden.

Jede geologische Karte und die dazugehörigen Erläuterungen stellen immer nur ein Resumé des Wissens des Autors oder der Autoren zur Zeit der Beendigung

der Arbeiten dar. So eine Karte ist daher eine zeitgebundene Interpretation, die sich ändern kann, wenn neue Beobachtungen oder neue wissenschaftliche Erkenntnisse eine neue Synthese erfordern. Ausgabejahr und Nennung der Autoren sind daher weitere wichtige Angaben auf der Karte.

Literaturauswahl für das Hauptkapitel II.2.2.:

BACHEM, H. Ch. 1981; BERNDT, P. & UGLEV, J. V. 1983; BETZ, D. K. L. & BERGER, Z. 1989; BODECHTEL, J. 1969; BUCHROITHNER, M. 1984; ELACHI, Ch. 1983; EREMIN, V. K., BRJUCHANOV, V. N., MACHIN, G. V. & MOCHAEV, B. N. 1979; FEDER, A. M. 1985; GEBHARDT, A. 1980; HALBOUTY, M. T. 1976 und 1980; HARRIS, St. E. jr. 1958; HINZE, C. et al. 1981; JASKOLLA, F. 1978; KEYDEL, W. 1988 und 1991; KRÖGER, H. 1990; KRONBERG, P. 1984 und 1985; LINTZ, J. jr. 1972; MARSCH, F. 1991; MÜHLFELD, R. et al. 1981; ÖTTL, H. 1987; RICHTER, K. et al. 1961; SOMMER, D. 1982; TOLLMANN, A. 1977; WIESENER, H. 1962; WILSON, H. 1963; WOOLSEY, R. & SHELTON, J. 1984; ZELT, F. 1979.

II.2.3. Auswertung der Kartierungsergebnisse und Sonderkarten

von Friedrich BRIX

II.2.3.1. Geologische Schnitte

Um eine bessere Vorstellung vom Tiefenbau des Kartierungsgebietes zu erhalten, konstruiert man aus der geologischen Karte geologische Schnitte. Für diese Tätigkeit ist die Kenntnis der Oberflächengeologie sehr bedeutsam. Die Mächtigkeit (Schichtdicke) und die Einfallswinkel von Schichten, der Ausstrich von Störungslinien (Brüche, Schuppen- und Dekkengrenzen) sind lage- und richtungsmäßig zu berücksichtigen. Durch solche Schnitte wird außerdem die geologische Karte auf ihre geologische und geometrische Richtigkeit überprüft.

Ein geologischer Schnitt ist eine zweidimensionale Darstellung, da er eine Längs- und eine Tiefenerstreckung hat. Denkt man sich die Erdkruste senkrecht aufge-

schnitten und auseinandergerückt, so würde man den vertikalen geologischen Aufbau derselben entlang der Schnittfläche sehen können (Abb. 122). Sprachlich nicht korrekt wird so ein Schnitt (englisch „cross-section“) oft auch als „Profil“ bezeichnet, obwohl man darunter eigentlich die Darstellung der vertikalen Abfolge von Schichten und Gesteinen versteht: Steinbruchprofil, Bohrprofil. Ein Profil ist daher eine eindimensionale Darstellung (ÖNORM G 1044).

Sollen die Ergebnisse von Bohrungen und geophysikalischen Messungen (Kapitel II.2.4., II.2.5. und II.3.2.) in einer bestimmten Richtung dargestellt werden, empfiehlt sich die Konstruktion eines oder mehrerer Schnitte. Dabei ist die Wahl des Schnittverlaufes bedeutsam. Es

ist zweckmäßig, diesen möglichst senkrecht auf das Schichtstreichen bzw. auf tektonische Störungszonen zu legen, um schwer deutbare Verzerrungen zu vermeiden. Knickungen des Schnittverlaufes sind zulässig um z. B. oben genannten Forderungen nachzukommen oder um den Schnitt von Bohrung zu Bohrung zu führen. Der Schnittverlauf wird auf der Karte angegeben.

Sollen die wahren Schichtmächtigkeiten und Einfallswinkel eines Gebietes dargestellt werden, darf der geologische Schnitt nicht überhöht werden, d. h. Vertikal- und Horizontalmaßstab müssen gleich sein. Will man aber in sehr wenig gestörten Gebieten mit sehr flacher Schichtlage bestimmte Baueigenheiten hervorheben, so kann der Vertikalmaßstab, z. B. 1 : 5000, um ein Mehrfaches größer sein, als der Horizontalmaßstab, z. B. 1 : 25 000. Man spricht in so einem Fall von fünffacher Überhöhung. Überhöhte Schnitte in tektonisch stark gestörten Gebieten führen zu erheblichen Verzerrungen der Einfallswinkel von Schichten, Bruchflächen und Überschiebungsflächen.

Die Eintragung von Bohrprofilen in einen Schnitt setzt voraus: genaue Lage des Bohrpunktes an der Erdoberfläche bzw. im Schnittverlauf, geologisches Profil der Bohrung mit stratigraphischen und tektonischen Grenzen, Abweichung der Bohrung von der Vertikalen. Diese Abweichung kann besonders bei tiefen Bohrungen sehr beträchtlich sein, was eine Verkürzung der wahren, vertikalen Mächtigkeit bedeutet. Geophysikalische Abweichungs- und Schichtneigungsmessungen von Bohrungen sind bei der Konstruktion von geologischen Schnitten sehr hilfreich (Kapitel II.3.3.).

II.2.3.2. Sonderkarten

Geologische oder verwandte Karten, die von der im Kapitel II.2.2.5., geschilderten Normalausführung abweichen, werden hier als „Sonderkarten“ beschrieben.

Abgedeckte Karten: das sind solche geologische Karten, bei denen bestimmte oberflächennahen Schichten, wie z. B. die Quartärsedimente, nicht darge-

stellt werden. Die Karten werden so gezeichnet, als ob das Quartär weggenommen (abgedeckt) worden wäre. Sie dienen oft als Grundlage für kleinmaßstäbliche, geologische Übersichtskarten.

Paläogeographische Karten: solche Karten geben vorwiegend die Verteilung von Land und Meer für bestimmte geologische Zeitabschnitte wieder. Werden außerdem die ursprünglichen Verbreitungsgebiete gleich alter Fazieszonen (z. B. Küsten-, Lagunen-, Riff-, Hochseefazies) dargestellt, so spricht man von Fazieskarten. Es sei bemerkt, daß durch die Tiefbohrungen der Ölgesellschaften die Konstruktion solcher Karten oft erst möglich wurde.

Lithologische Karten: diese zeigen die Verbreitung unterscheidbarer Gesteinsarten an der Erdoberfläche an, wobei die stratigraphische Zuordnung zurücktritt. Solche Karten dienen vor allem der Rohstoffsuche, dem Rohstoffabbau und baueologischen Zwecken. Sie sind auch für den Rohrleitungsbau (Pipelines) sehr wichtig.

Grundwasserkarten: diese geben Hinweise auf die Tiefenlage, Form und Bewegungsrichtung des Grundwassers sowie Daten über den Grundwasserträger und den Grundwasserstauer. Diese Angaben können für technische Anlagen im Gelände (z. B. Wasserversorgung für Bohrungen) sehr nützlich sein, ebenso wie für seismische Geländearbeiten.

Bodenkarten: solche „pedologischen“ Karten geben die Bodentypen und deren Verteilung an der Erdoberfläche an, dienen daher vorwiegend landwirtschaftlichen und fiskalischen Zwecken. Diese Karten sind für die Erdölindustrie deshalb von Bedeutung, weil sie als Grundlagen für die Rekultivierung dienen können (Bohr- und Sondenplätze, Pipelines).

Geochemische Karten: diese können sehr verschiedenartige Parameter zur Darstellung bringen, wie z. B. den Maturitätsgrad von Muttergesteinen (Kapitel II.1.1.), die Ergebnisse einer geochemischen Prospektion (Kapitel II.2.6.), den Gehalt an organischer Substanz (Kapitel II.1.3. und II.1.6.), die Verteilung der Salini-

tät (z. B. Gehalt des Porenwassers eines Speichergesteines oder einer Gruppe davon an NaCl [Steinsalz] oder Chlor, flächenhaft ermittelt durch eine entsprechende Anzahl Bohrungen; siehe auch Kapitel II.1., II.3.5. und V.5.).

Die nächste Gruppe von Karten wird als „Strukturkarten“ im weiteren Sinne zusammengefaßt.

Unterkantenkarten von Deckenkörpern: darunter versteht man Karten der Unterflächen von tektonisch fernverfrachteten Gesteinskörpern (Decken). Das Ziel ist es, Form, Tiefenlage und Ausdehnung dieser unteren Begrenzungsflächen durch Isohypsen (Höhenschichtenlinien, hier meist unter dem Meeresspiegel liegend) darzustellen. In unseren Alpen ist die Prospektion nach Erdöl und Erdgas deshalb schwierig, weil diese fernverfrachteten Decken mit oft großer Mächtigkeit (etwa 500 m bis über 2000 m) einen Blick in den Tiefbau des Gebirges häufig verwehren. G. WESSELY hat schon Ende der siebziger Jahre den Vorschlag gemacht, solche Karten herzustellen. Nötig ist das Vorhandensein guter und moderner geologischer Karten für das Untersuchungsgebiet. Im Gelände wird nun eine Vielzahl relativ eng benachbarter geologischer Querschnitte (Kapitel II.2.3.1.) gelegt, wobei fehlende Daten ergänzt werden. Diese quer zum Streichen der Schichten gelegten Schnitte werden durch Längsschnitte, die parallel zum Schichtstreichen verlaufen, auf die geologische Plausibilität (Glaubwürdigkeit) geprüft. In die Karte wird nun die Verschneidungslinie zwischen der Deckenunterkante und der Erdoberfläche möglichst genau eingetragen und auch an entsprechenden Aufschlüssen der Einfallswinkel der Deckenunterkante ermittelt. Die Mächtigkeit der die betreffende Decke zusammensetzenden Schichten wird ebenfalls im Gelände überprüft. Die Kombination all dieser Daten mit den geologischen Quer- und Längsschnitten, die bis zur Deckenunterkante konstruiert werden, ergibt die räumliche Lage dieser Deckenunterkante in Gestalt einer Isohypsenkarte. Wenn auch bei diesem Verfahren vorwiegend tektonische „Trends“ als Ergebnis

zu erwarten sind, so bilden solche Karten gute Anhaltspunkte bei der Planung von seismischen Reflexions- und von Gravimetremessungen. Die wesentliche Aussage, die erwartet wird, ist die Möglichkeit des „Durchpausens“ tiefer liegender Strukturelemente, z. B. der überschobenen Molassezone, des autochthonen Mesozoikums oder des kristallinen Grundgebirges, als Hinweis für zu prüfende Prospektionsziele.

Tektonische Karten: diese sollen die tektonischen Hauptelemente eines Gebietes übersichtlich aufzeigen, sodaß zusammenhängende Großeinheiten, ihre Untergliederung, Störungs- und Kluftsysteme, Bewegungstendenzen, Faltenbau usw. klar erkennbar werden. Luft- und Satellitenbilder sind für die Konstruktion solcher Karten sehr nützlich.

Geologische Blockbilder: es sind perspektivische, quasi-dreidimensionale Darstellungen des Tiefbaues bestimmter Gebiete. Geologische Karten sowie aufeinander meist senkrecht stehende Längs- und Querschnitte werden zur Konstruktion verwendet. Es ist dies eine auch für Laien sehr instruktive Form, geologische Gegebenheiten zu präsentieren (Abb. 115).

Schichtlagerungskarten: diese Strukturkarten werden immer auf die Ober- und Unterfläche einer bestimmten, geologisch gut definierten Schicht bezogen. Es sind tektonische Karten, die zeigen, wie die betreffende Schicht im Raume liegt (Abb. 163). Da hier die möglichst genaue Darstellung der Lagerungsverhältnisse notwendig ist, kann das bei den Unterkantenkarten geschilderte Verfahren nicht angewendet werden, da die Schichtfläche, auf die sich die Karte bezieht, zumeist nirgends an die Erdoberfläche kommt. Außerdem handelt es sich häufig um Gebiete im Flach- oder Hügelland mit entsprechend wenig Obertagsaufschlüssen. So eine Karte kann daher nur dann gezeichnet werden, wo eine genügende Anzahl von Bohrungen die betreffende Schichtfläche durchörtert haben. Es werden Schichtenlinienkarten gezeichnet, wobei die Konstruktion der Isohypsen durch Interpolation (Bestimmung von Zwischenwerten) der Daten jeweils be-

nachbarter Bohrungen erfolgt. Als Bezugsebene der Isohypsen wird zumeist der Meeresspiegel gewählt. Die Schichtlagerungskarten werden u. a. sowohl für die Erweiterung von Bohrgebieten, wie bei der Produktionsgeologie und der Lagerstättentechnik verwendet (Kapitel II.3.6. und II.4.3.).

Mächtigkeitkarten: will man die räumlichen Änderungen darstellen, die ein bestimmtes Schichtglied oder eine Schichtgruppe in bezug auf die Schichtdicke (Mächtigkeit) aufweist, so konstruiert man aus den Schichtlagerungskarten für die Ober- und Unterfläche durch Differenzbildung die Mächtigkeitkarte. Linien gleicher Schichtdicke werden Isopachen genannt (Isopachenkarte). Eine sehr wichtige Sonderform sind die Sandmächtigkeitskarten, bei denen die Isopachen für eine bestimmte Sand- oder Sandsteinschicht bzw. eine Gruppe von Sandlagen konstruiert werden. Bei allen Mächtigkeitkarten sind zahlreiche Bohrungen mit bohrlochgeophysikalischen Messungen (Kapitel II.3.3.) nötig. Solche Karten sind für die Festlegung von weiteren Bohrpunkten sehr vorteilhaft.

Sandschüttungskarten: hier spielen vor allem die sedimentologischen Eigenschaften einer Sandschicht eine Rolle. Zu- oder Abnahme der Korngrößen und des Abrollungsgrades der Sandkörner, Vorkommen gradierter Schichtung (Verringerung der Korngröße gegen das Hangende der Schicht, also gegen den obo-

ren, jüngeren Teil), Mächtigkeitsänderungen (siehe Isopachenkarte), Änderungen der Schüttungsrichtung und Art sowie Änderungen der Gesteinszusammensetzung sind Daten, die Informationen über das Liefergebiet, die Transportrichtung und die Bildungsart des Sandkörpers geben können. Damit werden Hinweise gewonnen, welcher Teil dieses Sandkörpers die günstigsten Speichereigenschaften aufweisen wird.

Geophysikalische Karten: werden in den Kapiteln II.2.4. und II.2.5. näher beschrieben. Es wird nur darauf hingewiesen, daß jede derartige Karte, die für Prospektionszwecke erstellt wird, durch Einbindung in den geologischen Rahmen leichter geologisch deutbar wird. Was diese Karten aussagen sollen, zielt auf die praktische Nutzung zur Aufsuchung von Lagerstätten, also auf die Tiefenlage, Form und z. T. auf die Art von geologischen Körpern. Auch hier gilt, daß die geologische Interpretation geophysikalischer Meßergebnisse wesentlich effizienter ist, wenn Tiefbohrungen im betreffenden Gebiet vorhanden sind und gute geologische Oberflächenkarten zur Verfügung stehen.

Literaturauswahl für das Hauptkapitel II.2.3.:

BLASCHKE, R., DITTMANN, G., NEUMANN-MAHLKAU, P. & VOWINCKEL, I. 1977; KÖLBL, L. 1957a; MENZ, J. 1981; STOYAN, D. 1975; WAGENBRETH, O. 1958.

II.2.4. Geophysikalische Prospektionsmethoden

II.2.4.1. Einleitung

von Franz WEBER und Ernst STRÖBL

Geophysikalische Prospektionsmethoden nehmen seit 1920 einen festen Platz bei der Suche und beim Aufschluß von Kohlenwasserstoffvorkommen ein. Die Rolle der Geophysik ist zwar konjunkturbedingten Schwankungen unterworfen, längerfristig betrachtet ergibt sich jedoch eine positive Grundtendenz hinsichtlich des Einsatzes von geophysikalischen Pro-

spektionsmethoden. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, daß immer tiefere Stockwerke in den einzelnen Erdölprovinzen untersucht werden müssen, was eine besonders sorgfältige Auswahl der Bohrlokationen notwendig macht. Zum anderen ergeben sich aus den großen Fortschritten der Datenerfassung und Datenverarbeitung – vor allem in der Reflexionsseismik – ein viel besseres Auflösungsvermögen und eine gute Anpassung auch an komplizierte geologische Verhältnisse, so-