

Physikalische Landes-Untergundaufnahme.

Von Professor A. Born, Technische Hochschule Berlin.

Die wirtschaftliche Kraft eines Volkes ruht nicht zuletzt in seinen Lagerstätten. Der Begriff der Lagerstätte ist ein relativer, nutzbringender Abbau ist eine notwendige Ingredienz seiner Definition. Was heute Lagerstätte ist, braucht es morgen nicht mehr zu sein, aber auch umgekehrt, was heute unbeachtet bleibt, kann morgen begehrter Rohstoff sein. Jede neue Idee auf dem Gebiete der Aufbereitung, Verhüttung oder Weiterverarbeitung kann den Umschwung herbeiführen. Allein dieser Gesichtspunkt sollte jedes Land zu einer möglichst genauen Bestandaufnahme seines geologischen Untergrundes führen.

Die Frage, ob wir die geologische Zusammensetzung des Untergrundes von Deutschland auch nur in großen Zügen bis in Tiefen kennen, die bergbaulich noch erreichbar sind, muß ohne weiteres verneint werden. Es gibt weite Teile besonders Preußens und norddeutscher Bundesstaaten, deren Untergrund schon in wenigen hundert Metern uns jede Ueberraschung bieten könnte. Hier ist vor allem die von jungen Schichten des Alluviums und Diluviums bedeckte norddeutsche Tiefebene zu nennen. Das gilt aber auch von manchen Gebieten in Mittel- und Süddeutschland.

Auf Grund von Salzlinsen, „Salzhorsten“ und Tiefbohrungen usw. hat man sich geologischerseits eine Vorstellung vom geologischen Aufbau des älteren Untergrundes von Norddeutschland machen können. Es hat sich aber in neuester Zeit herausgestellt, daß die für manche Gebiete Norddeutschlands geltenden Vorstellungen von einem saxonischen Bau, wie man ihn ganz allgemein mit H. Stille bezeichnet, nicht ohne großen Vorbehalt auf ganz Norddeutschland übertragen werden dürfen.

Diese Erkenntnis ergab sich nach dem Kriege. In Deutschland hatten seit einigen Jahrzehnten die geodätischen Institute der verschiedenen Bundesstaaten, in verschiedenen außerdeutschen Ländern entsprechende Institute als rein wissenschaftliche Landesaufnahme Schweremessungen vermittels des Pendels angestellt. Diese bis zum Jahre 1914 etwa 3000 Messungen wurden erst auswertbar, als sie in der von E. Borrás auf einheitliche Potsdamer Basis umgerechneten Form publiziert wurden^{1) 2)}.

1) E. Borrás, Bericht über die relativen Messungen der Schwerkraft mit Pendelapparaten usw. Verh. 16. Allgemein. Konferenz d. internat. Erdmessg. Berlin 1911.

2) E. Borrás, Bericht über die relativen Messungen der Schwerkraft mit Pendelapparaten

Es ist das große Verdienst von F. Kossmat, Leipzig, die enorme Bedeutung dieses Materials sowohl in wissenschaftlicher wie in praktischer Hinsicht erkannt zu haben^{1) 2)}. Im Vorwärtsdrängen dieses neuen Wissensgebietes der Anwendung physikalischer Methoden auf die Erforschung des Untergrundes wird leicht die große Bedeutung dieser Erkenntnis übersehen.

Soweit bis 1923 Schwerewerte durch Pendelbeobachtungen vorlagen, wurden sie von mir³⁾ zusammengestellt und geologisch ausgewertet. Es zeigte sich, daß gerade das Gebiet Norddeutschlands besonders spärlich mit Schwerestationen versehen ist. Abgesehen von zwei Profilen im Meridian von Kolberg und von Berlin und einigen Messungen in Ostpreußen finden sich Schwerewerte in geringer Netzdichte zwischen Elbe und Weser, nach W. bis Osnabrück und Münster, nach N. in Schleswig-Holstein. Aber diese wenigen Werte gestatten schon die geologisch neue Erkenntnis, daß unter der alluvialen, diluvialen, tertiären (und z. T. kretazischen) Bedeckung Norddeutschlands ein Gebirgsbau bestehen muß, der durch eine rein saxonische Tektonik nicht hinreichend erklärt werden könne. Der hohe Schwerewert bei Neustrelitz, ähnlich hohe nördlich von Osnabrück, und vor allem die hohen Werte von Nordschleswig und Fünen, also stets in Gebieten, wo die Oberflächen-gestaltung keinerlei Erklärung für das Bestehen hoher Werte bietet, zwang zu der Auffassung, daß unter den jungen lockeren Bildungen Norddeutschlands Gesteinskerne verborgen liegen, deren Zusammensetzung von größerer Dichte war; daß hier Gesteine auftreten, die von anderer Zusammensetzung sind als jene, welche an saxonischen Faltenbau Anteil nehmen. Die Annahme altpaläozoischer oder gar „kristalliner“ Gesteine liegt nahe.

Durch diese Erkenntnis ist die allgemeine Annahme, daß sich die saxonische Tektonik, wie sie etwa im mittleren Hannover typisch entwickelt ist, unter der norddeutschen Tiefebene bis zur russischen Tafel fortsetzt, widerlegt. Der Untergrund Norddeutschlands ist weit mannigfaltiger gestaltet. Aeltere

für den Zeitraum 1909—1912. Verh. 17. Internat. Erdmessung. Berlin 1914.

1) F. Kossmat, Abh. d. sächs. Akad. d. Wiss. Bd. 38, 1921.

2) F. Kossmat, Geolog. Rundschau, Bd. 12, 1921, S. 105.

3) A. Born, Beziehungen zwischen Schwerezustand und geologischer Struktur Deutschlands. Leipzig 1925.

paläozoische und eventuell vorpaläozoische Gesteine liegen in einzelnen Gebieten weit höher als vermutet.

Ehe diese spezielle Erkenntnis gewonnen wurde, hatte F. Kossmat¹⁾ auf die nunmehr gegebene Möglichkeit einer Aufklärung jener Frage hingewiesen, ob ein Zusammenhang des Ruhrkohlengebietes mit dem von Oberschlesien besteht, ob also am Außenrand des varistischen Faltengebirges ein einheitlicher Kohlengürtel gebildet wurde. Die Pendelmessungen könnten hierüber eventuell Auskunft erteilen. Vermutlich durch diese Aeußerungen angeregt, sollen nach einem Vortrage von Geheimrat Kühn, Geol. Landesanst. Berlin (auf der Vers. d. Geophysikalischen Gesellschaft am 24. Sept. 1926 in Düsseldorf) in den letzten Jahren von privater Seite ostelbisch in Norddeutschland sehr zahlreiche Pendelmessungen angestellt worden sein, deren überraschende Ergebnisse unter anderem das Auftreten von relativ hohen Schwerewerten gewesen sind. Also auch hier wieder eine Bestätigung der Mannigfaltigkeit des geologischen Untergrundes von Norddeutschland. So erschließen sich hier ungeahnte neue Möglichkeiten.

Diese Erkenntnis in Norddeutschland hat bis zu einem gewissen Grade Parallelen in Mittel- und Süddeutschland, wo z. B. im Bereich von Kraichgau — Bauland — Taubergrund im Gebiet relativ ruhigen Aufbaus aus Schichten der Trias relativ hohe Schwerewerte erscheinen. Auch hier muß der Schluß gezogen werden, daß ältere, relativ dichte Gesteine eine besonders hohe Lage einnehmen.

Aus obigen Ausführungen ergibt sich, wie wenig uns der geologische Untergrund Deutschlands in großen Gebieten bekannt ist, und es ergibt sich hieraus weiter die Forderung einer Aufklärung. Diese Pflicht liegt dem Staate ob. Ebenso wie er die Verpflichtung zu einer Förderung der wirtschaftlichen Erfassungsmöglichkeit nutzbarer Gesteine und Lagerstätten durch geologische Kartierung der Oberfläche zugesteht, müßte er durch systematische Abtastung des Untergrundes vermittlels physikalischer Untersuchungsmethoden nicht ganz oberflächennahe Lagerstätten in den Kreis der Beachtung bringen. Diese Pflicht liegt vor allem dem preußischen Staate ob, da mehr als 50 % seines Gebietes dem norddeutschen Flachlande mit mehr

oder weniger unbekanntem geologischen Untergrunde angehören.

Zur Registrierung des Untergrundverhältnisses kommen die bekannten physikalischen Methoden in Frage, deren Verwendbarkeit für diese Zwecke eine sehr verschiedenartige ist. Als untersuchende Behörde für die physikalischen Messungen dürfte ein geodätisches Institut, ein magnetisches Observatorium und eine geologische Landesanstalt in Betracht kommen. Die geologisch-lagerstättenkundliche Auswertung dürfte einer geologischen Landesanstalt zufallen.

Das Folgende stellt einen Entwurf für den Gang einer derartigen untergrundlich-geologischen Landesaufnahme mit physikalischen Methoden dar, wobei vor allem die Situation in der norddeutschen Tiefebene in Betracht gezogen wird.

Von allen Methoden physikalischer Bodenuntersuchung muß zunächst diejenige zur Anwendung gelangen, die weniger lokale als vor allem regionale Anomalien des Untergrundes registriert. In diesem Sinne am umfassendsten sind die Schweremessungen mit dem Pendel. In diesen gravimetrischen Beobachtungen, deren Genauigkeit nicht über die dritte Dezimale von g in Zentimetern hinausgeht, kommen regionale, weite Gebiete umfassende Dichteanomalien des Untergrundes zum Ausdruck. Schon wenige benachbarte Messungen gestatten allgemeine Schlüsse auf den Charakter der Anomalien.

Die noch nicht vermessenen Teile Norddeutschlands wären mit einem Beobachtungsgnetz zu überdecken, dessen Stationsabstand bei gleichmäßiger Maschenweite des Netzes nicht unter 30 km herunterzugehen brauchte. Die Stationsdichte muß schon deswegen möglichst weit angenommen werden, weil Pendelmessungen heute noch immer langwierig und personalerfordernd und deswegen kostspielig sind. Es wird für eine Pendelmessung bei Bedienung durch zwei wissenschaftliche Beobachter und drei Mann eine Zeit von etwa 2 Tagen benötigt. Im übrigen wird der Nachteil der Weitmaschigkeit durch andere Messungen zum Teil wieder ausgeglichen, wie weiter unten gezeigt wird.

Es wäre jedoch völlig verkehrt, für die Untersuchung Norddeutschlands einen starren Vermessungsplan mit konstanten Stationsabständen aufzustellen. Ueber einzelne Teile des norddeutschen Untergrundes können wir uns schon jetzt eine, wenn auch nicht ganz sichere Vorstellung machen. Hierzu berechtigten bereits vorhandene Schweremessungen, weiter Messungen anderer physikalischer Verfahren besonders magnetischer Art, ferner Tief-

1) Sächs. Akad. d. Wiss. Bd. 38, 1921.

bohrungen und an einigen Stellen bis an die Erdoberfläche aufragende Teile des älteren Gesteinsuntergrundes. Diese vorhandene Kenntnis muß in allerweitestem Maße bei der Festlegung der Stationspunkte Berücksichtigung finden. Es muß daher die Festlegung unter allen Umständen in engstem Zusammenhang mit geologischen Sachverständigen vorgenommen werden. Bei den älteren Schweremessungen in Norddeutschland ist dieser Gesichtspunkt leider gänzlich außer acht gelassen worden. Eine geschickte Auswahl der Stationspunkte kann dem Staate enorme Mittel ersparen, ohne daß das Ergebnis der Gesamtvermessung an Qualität verlore. Es wird sich so in sehr vielen Fällen ermöglichen lassen, daß die Stationsabstände größer als 30 km genommen werden können, und nur in seltenen Fällen wird man genötigt sein, unter diesen Betrag herunterzugehen.

So müßte ganz Norddeutschland mit einem Netz von Pendelstationen bedeckt werden, dessen oben skizzierte Dichte ausreichen würde, um nicht größere Anomaliekomplexe im Untergrunde zu übersehen.

Aber auch im großen darf nicht schematisch vorgegangen werden, indem man etwa Norddeutschland von W nach O fortschreitend vermüßt; vielmehr müssen „verdächtige“ Gebiete zunächst in den Bereich der Untersuchung gezogen werden.

Die zwischen den einzelnen Pendelstationen bestehenden Lücken überall dort mit relativ geringem Kostenaufwand auszufüllen, wo es erforderlich erscheint, gestattet heute die Drehwaage. Ihre Werte, Gradienten der Schwere in der Horizontalen sind mit den Schwerewerten der Pendelmessung leicht verknüpfbar und sind geeignet, das Bild der Schwereverteilung zu vervollständigen. Die Kosten derartiger Messungen sind ungleich geringer. Eine Drehwaage benötigt bei einer Bedienung durch einen wissenschaftlichen Beobachter und drei Mann für eine Messung eine Zeit von etwa acht Stunden.

Wo also die Abtastung der Tiefe vermittle des Pendels Gebiete von einem Interesse höherer Ordnung ergeben hat, ist mit der Drehwaage einzusetzen.

Es erscheint mir unbedingt erforderlich, daß die physikalische Landesvermessung im Gebiete Norddeutschlands sich nicht auf die gravimetrischen Methoden beschränkt, sondern auch noch eine magnetische Methode zur Anwendung bringt. Diese Forderung ist deswegen zu stellen, weil die gravimetrische Methode lediglich Dichteunterschiede von Ge-

steinen registriert. Es können aber Gesteine bei mehr oder weniger gleicher Dichte wesentlich verschieden voneinander sein; Verschiedenheiten könnten bestehen, die bei allein gravimetrischer Vermessung der Beobachtung entgehen würden.

Diese Gefahr wenigstens zum Teil zu beseitigen, ist eine magnetische Methode, d. h. die Registrierung magnetischer Anomalien durchaus in der Lage. Die magnetische Methode wäre also einem zweiten Filter vergleichbar. Es ist natürlich denkbar, daß dieses Doppel-filter (gravimetrische und magnetische Registrierung) auch noch nicht geeignet ist, gewisse Gesteinsdifferenzen aufzudecken, indem Gesteine in der Tiefe nebeneinander lagern, die bei gleicher Dichte und gleichen magnetischen Eigenschaften doch sehr verschiedene petrographische Eigenschaften besitzen. Aber die Möglichkeit eines Uebersehenwerdens ist bereits stark vermindert. Eine Universalmethode gibt es im übrigen nicht.

Die magnetische Aufnahme müßte umfassen: Erstens eine Revision der vorhandenen Vermessung I. Ordnung, welche Gelegenheit durch ein magnetisches Observatorium auszuführen wäre. An dieses Netz I. Ordnung wären zweitens Messungen mit dem Variometer anzuschließen. Dank der relativ einfachen Handhabung dieses Instrumentes (die Zeit für eine Messung bei Bedienung durch einen Wissenschaftler und einen Mann beträgt 15 Minuten) könnten diese Variometermessungen von einer geologischen Landesanstalt ausgeführt werden, was um so wesentlicher ist, da bei der durchaus möglichen sofortigen annähernden Auswertung der Meßergebnisse das Resultat für das Ansetzen weiterer Meßpunkte maßgebend sein soll.

Die gravimetrischen und magnetischen Methoden genügen im allgemeinen für eine Gesamtaufnahme des norddeutschen Flachlandes. Ihre Ergebnisse sind gemeinsam in Tabellen und in Linien gleicher Anomalien kartographisch darzustellen. Da es sich bei dieser Untergundaufnahme um eine allgemeine Orientierung handelt, so dürfte eine Darstellung im Maßstab 1 : 500 000 genügen. Die Benutzung der Flachlandsblätter der Lepsius'schen geologischen Karte des Deutschen Reiches würden die geologische Auswertung wesentlich erleichtern. Es kämen auf ein Blatt dieser Karte 42 Pendelstationen zu liegen. Bei komplizierten Verhältnissen müßte ebenso wie bei der geologischen Oberflächenkartierung eines Landes eine subtilere Sonderdarstellung erfolgen. Desgleichen ist eine Uebersichtsdarstellung des Gesamtgebietes in etwa 1 : 2 500 000 notwendig.

Schließlich wäre es erforderlich, daß auch von Staats wegen in durch die genannten Methoden als besonders wichtig erkannten Gebieten die seismische Methode angewendet würde, weil sie allein in der Lage ist, eine einigermaßen richtige Beurteilung der Tiefenlage der störenden Massen zu gestatten.

Eine derartige Tiefenaufnahme im Flachlande genügt, um eventuell *private* Interesse Veranlassung zu geben, sich mit einzelnen Gebieten näher zu befassen. Es kommt dann für Sondergebiete die Zeit der speziellen physikalischen Untersuchung durch elastische elektrische, radioaktive, Wärme- und andere Messungen. Sie alle sind, jede in ihrer Art, befähigt, die lokalen Verhältnisse klären zu helfen. Es ist hierüber in letzter Zeit mehr als genug — allerdings auch nicht immer das Richtige — gesagt worden. An diese Zeit der lokalen physikalischen Untersuchung würde sich erst die Periode der Tiefbohrungen anschließen.

Die Aufgabe, die sich also aus dem Fortschritt der Untersuchungsmethoden ergibt, ist hiermit gekennzeichnet. Es ist eine Aufgabe, die dem Staate dort erwächst, wo die oberflächengeologische Kartierung keinen genügenden Aufschluß über den Aufbau einer bergbaulich noch erreichbaren Tiefe bringt.

Ein Staat wie Preußen, in dem mehr als 50% seines Gebietes aus Flachland besteht, kann es sich heute nicht mehr erlauben, über den Aufbau des bergbaulich noch erreichbaren Untergrundes eines solchen Gebietes so gut wie ganz im unklaren zu sein. Heute, wo die Möglichkeit der Erforschung gegeben ist, kann niemand die Verantwortung auf sich nehmen, dies finanziell relativ wenig umfangreiche Projekt abzulehnen.