

Studien über Grundwasserentziehung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet.

Von Dr. Th. Wegner, a. o. Professor der Geologie, Münster i. W.

Eine Summe von Fleiß und Erfahrung mancher Gutachter ruht in den Gerichtsakten über Grundwasserentziehung, und es ist sehr zu bedauern, daß dieser seit vielen Jahrzehnten ansammelnde reiche und wertvolle Beobachtungsstoff durchweg verlorengeht und nicht als Grundlage für planmäßige Untersuchungen dient. Andererseits begegnet man in zahlreichen Gutachten einer Unmenge von falschen Angaben und völlig belanglosen Ausführungen, die zu den vorliegenden Fragen in keiner irgendwie bedeutungsvollen Beziehung stehen. Es kann z. B. darüber kein Zweifel sein, daß die Grundlagen der Grundwasserentziehungsprozesse in erster Linie bergtechnischer und geologischer Natur sind. Manche Gutachter messen aber meteorologischen Erörterungen die größte Bedeutung bei, ohne sich darüber klar zu werden, daß diese zum größten Teil zweck- und haltlos sind. Nicht selten werden heute noch in Gutachten weitschweifende Berechnungen über den Grundwasserersatz eines Gebietes auf Grund der frühern Lehre aufgestellt, die sagt, daß ein Drittel der atmosphärischen Niederschläge verdunstet, ein Drittel oberflächlich abfließt und ein Drittel zur Ergänzung des Grundwassers dient, während dieser Satz seit längerer Zeit als unrichtig nachgewiesen ist und so bereits in elementaren Lehrbüchern der Geographie bezeichnet wird. Abgesehen hiervon werden derartige Berechnungen noch dazu für Grundwassergebiete vorgenommen, deren Zuzugsgebiet dem Gutachter gar nicht bekannt ist.

Über den Vorgang der Wasserentziehung selbst stehen sich die sich widersprechendsten Ansichten gegenüber. Während z. B. ein Gutachter die Ansicht vertritt, daß der Wasserdurchbruch einer Zeche den grundwasserführenden Schichten das Wasser nur teilweise entziehen könne, verteidigt ein anderer in demselben Fall mit aller Schärfe die Behauptung, daß bei einem Wasserdurchbruch das Grundwasser des Gebietes völlig und rettungslos verlorengehen müsse. Diese schroffen, unbegründeten Gegensätze in der Beurteilung der einfachsten Prozeßgrundlagen, die physikalische Vorgänge sind, zeigen, daß die heute für die Beurteilung maßgebenden Unterlagen nicht einwandfrei sein können. In der Tat finden sich bisher weder in der fachwissenschaftlichen Literatur noch in den mir bekannt gewordenen Prozeßakten die Anfänge zu einer Darlegung über die verschiedenen Formen der Grundwasserschädigungen.

Im folgenden habe ich versucht, diesen Grundlagen nachzugehen. Ich möchte vorausschicken, daß ich das Hauptgewicht auf mein weiter unten näher behandeltes

Verfahren des genauen Nachweises der wichtigsten Art der Grundwasserentziehung lege, das nicht nur zu beweisen gestattet, daß diese durch den Bergbau erfolgt, sondern meistens zugleich auch erlaubt, den Umfang und die Stärke der Grundwasserentziehung sowie ihren Urheber genau nachzuweisen.

Der bisher beschrittene Weg für die Feststellung einer Grundwasserentziehung.

In den meisten Grundwasserentziehungsprozessen verlangen in erster Linie folgende Fragen eine Entscheidung:

1. Liegt eine Wasserentziehung vor?
2. In welchem Umfang tritt sie auf?
3. Durch wen ist sie verursacht worden?

Der Gutachter hat sich mithin über die Tatsache, die Stärke und die Ursache der Wasserentziehung zu äußern.

Der Weg, den der Gutachter bei der Feststellung einer Grundwasserentziehung bei dem heutigen Verfahren durchweg¹ gehen muß, ist der Vergleich der Zeugenaussagen über die Verhältnisse einer Quelle usw. in früherer Zeit mit spätern Beobachtungen, die von Zeugen und von dem Gutachter selbst über die zeitigen Grundwasserverhältnisse gemacht werden. Diesen beiden Grundlagen haften aber gewichtige Bedenken an.

Die Zeugenaussagen.

Die Zeugenaussagen sollen ein Bild von der ursprünglichen Grundwasserhöhe und von der Eintrittzeit der Grundwasserstörungen geben. Weiterhin kann es sodann von Bedeutung sein, aus den Zeugenaussagen auf die Menge des ursprünglichen Grundwassers zu schließen.

Zeugenaussagen bilden hier im allgemeinen nur dann eine völlig einwandfreie Grundlage, wenn allgemeine Feststellungen genügen. Wenn ein einwandfreier Zeuge aussagt: »In der Zeit, als ich in dem Hause tätig war, hat der Quell oder der Brunnen stets Wasser geliefert, ist die Tränke nie versiegt, war es nie notwendig, Wasser zum Haus oder zur Weide anzufahren«, ist der Zeugenaussage voller Wert beizumessen.

Anders aber ist es, wenn in der Schadenklage Zahlen eine Rolle spielen. Am günstigsten liegen hier die Verhältnisse für die Klärung der Sachlage, wenn sich über das Jahr der Anlage, über Brunntiefe und Wasserhöhe Angaben in den Geschäftsbüchern eines vertrauens-

¹ Der Fall ist außerordentlich selten, daß sich der Sachverständige auf fachmännische Untersuchungen des Grundwassers in der frühern Zeit stützen kann, wie es z. B. bei Unna durch die Untersuchungen Huysens aus dem Jahre 1855 (Z. D. geol. Ges. Bd. 7, S. 17), der Fall ist.

würdigen¹ Brunnenbauers finden, ein Fall, der aber außerordentlich selten ist.

Zahlen über die beim Brunnenbau angetroffenen Verhältnisse werden sich sodann in erster Linie dem Besitzer und seinen nächsten Angehörigen einprägen. Neben dem tatsächlichen Nutzen führt hier der aufgewandte Kostenbetrag zu einem festen Einprägen der Zahlen. Da die Brunnenanlage durchweg meterweise bezahlt wird, ist es selbstverständlich, daß die Tiefe des Brunnens und auch seine Wasserhöhe vielfach genau nachgemessen werden. So ist es einleuchtend, daß die gewonnenen Zahlen häufig noch nach vielen Jahrzehnten bis auf einen Zentimeter genau in der Erinnerung haften. Dasselbe gilt von der Höhe des Wasserstandes. Von dieser Gedächtnistreue bin ich bei Nachprüfungen in bergbaufreien Gebieten wiederholt überrascht worden.

Aber die Angaben des Brunnenbesizers oder die seiner Angehörigen kommen als die des Klägers durchweg nicht in Frage. Hin und wieder werden dafür Pächter oder langjährige Angestellte in der Lage gewesen sein; zahlenmäßige Angaben zu erhalten. Meistens müssen aber in den Prozessen Personen als Zeugen herangezogen werden, die nur zuweilen oder nur kurze Zeit hindurch das Grundwasser beobachten konnten. Die sichersten Angaben sind von diesen noch über Quellen und in erster Linie über selbsttätige ausspringende zu gewinnen. Weit schwieriger ist es, über offene Brunnen eine sichere Aussage von derartigen Zeugen zu erhalten, und am ungünstigsten liegen die Verhältnisse bei verdeckten Brunnen und besonders bei Bohrlöchern.

Bei allen diesen Höhenangaben ist weiterhin zu berücksichtigen, daß der Grundwasserstand zeitweise Schwankungen unterworfen ist, und die Grundwasserhöhen während eines jeden Jahres nicht selten um viele Meter, ja hin und wieder einige Meterzehner schwanken. Diese Tatsache wird nahezu jedem bekannt sein, aber ich habe sie bisher kaum in Zeugenaussagen berührt gefunden. Das ist aber unerlässlich, da vereinzelt dastehende Aussagen die wirkliche Sachlage nach der einen oder der andern Richtung hin unbeabsichtigt in sehr unnatürlicher Weise verschieben können. Es würde sich daher empfehlen, daß bei Zeugenvernehmungen Grundwassersachverständige hinzugezogen werden, die nicht nur von dem Akteninhalt vorher genau Kenntnis genommen, sondern sich auch mit den geologischen Verhältnissen des Gebietes vertraut gemacht haben.

Die Zahlen über die Höhe des Grundwassers können von den Zeugen in folgender Weise gewonnen sein:

1. Die Höhe des Grundwassers ist von dem Zeugen selbst oder in seinem Beisein gemessen worden. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß Zahlen, an denen man kein bestimmtes Interesse hat, sich bereits nach kurzer Zeit im Gedächtnis verschieben oder mit andern vertauscht werden, eine Erscheinung, die jeder bei sich selbst leicht nachprüfen kann, wenn er die in seinem Gedächtnis haftenden Zahlen von Gefangenen, Schlachtendaten usw. aus den letzten Jahren mit der Wirklichkeit vergleicht. Infolgedessen ist große Vorsicht bei

¹ Hier wäre zu prüfen, ob im vorliegenden Fall der im Volk hin und wieder ausgesprochene Verdacht zutreffen kann, daß der Brunnenbauer aus Eigennutz größere Tiefen angibt, als wirklich vorliegen.

der Verwertung von zahlenmäßigen Angaben der Zeugen geboten, wenn sie von nicht oder nicht besonders beteiligten Personen durch Messung gewonnen worden sind.

2. Der Zeuge hat das Grundwasser entweder zur fraglichen Zeit nach der Wirklichkeit geschätzt, oder er schätzt es bei seiner Zeugenaussage nach dem ihm vorschwebenden Bilde. Im ersten Fall müssen die unter 1 genannten Bedenken auch hier gelten. Ferner ist in beiden Fällen zu berücksichtigen, daß es nur wenige Menschen gibt, die einen Brunnen- oder Bohrlochwasserspiegel auch nur einigermaßen genau nach ihrer Tiefenlage schätzen können. Nur sehr selten werden daher diese Angaben über die Wasserlage nach Schätzungen Anspruch auf Richtigkeit machen können. Betreffs der zweiten Art, Schätzungen zur Zeit der Zeugenaussage nach dem Erinnerungsbild, müssen zwei Punkte¹ zur Vorsicht mahnen: einmal der Zweifel an der Treue des Bildes, das jahrelang oder nicht selten jahrzehntelang festgehalten worden sein muß, und sodann die Fähigkeit, nach diesem Bild eine Abschätzung der Grundwasserhöhe vorzunehmen. Es ist lehrreich, darauf selbst die Probe zu machen. Ich besitze z. B. ein sehr gutes Bildgedächtnis, das von mir planmäßig geübt worden ist. Infolge meines Berufes habe ich viele Brunnen mit Aufmerksamkeit beobachtet, so daß mir deren Schacht, Wandung und Wasserspiegel in vielen Fällen klar vor Augen steht. Vergleiche ich nun die aus derartigen Bildern gewonnenen Zahlen mit der Wirklichkeit, dann ergeben sich Unterschiede, die bei tiefer liegenden Grundwasserspiegeln am stärksten auftreten und nicht selten einige Meter betragen.

Die Beobachtungen des Gutachters.

Der Gutachter hat zunächst die Tatsache der Grundwasserschädigung festzustellen. Er mißt an den betreffenden Brunnen usw. die vorliegenden Wasserhöhen. In seltenen Fällen sind Gutachter dazu übergegangen, Bohrungen oder Schurflöcher niederzubringen, um das Bild der Wasserverhältnisse zu klären. Die so gewonnenen Ergebnisse werden mit den Zeugenaussagen über die Verhältnisse der früheren Zeit verglichen. Da diese aber vielfach nicht einwandfrei und vor allem auch nicht eindeutig sind, treten nicht selten Schwankungen in der Auffassung verschiedener Gutachter auf. Mängel in der Beurteilung der Tatsache der Wasserschädigung ergeben sich dann, wenn der Gutachter seine Beobachtungen infolge der Mahnungen des Gerichtes und der Parteien auf eine zu kurze Zeit beschränkt.

Neben der Feststellung des Schadeneintritts erwächst dem Gutachter die weitere Aufgabe, festzustellen, ob dem Bergbau die Wasserentziehung zur Last fällt. Denn die Möglichkeit ist nicht ohne weiteres ausgeschlossen, daß jährliche oder über längere Zeit ausgedehnte Schwankungen des Grundwasserstandes oder natürliche Ursachen anderer Art Schuld oder Mitschuld an der Wasserminderung tragen. Vor allem ist mit den bisher bekannten Mitteln nur in seltenen Fällen der Einwand zu entkräften, daß die vorliegende Wasserentziehung auf die in den

¹ Abgesehen von einer auch unbewußten Beeinflussung durch andere Zeugen usw.

Grubengebieten vielfach vorgenommenen Flußregelungen, Kanalisationen und ähnliche Erscheinungen zurückzuführen sei. Ein Verfahren, mit dessen Hilfe diese Fragen entschieden werden könnten, ist bisher nicht bekannt. Hier sind der Beurteilung weite Schranken gesetzt.

Ist die Beweisführung, ob eine Wasserminderung überhaupt oder ob künstliche oder natürliche Wasserminderung vorliegt, mit den bisher vorhandenen Hilfsmitteln schon an und für sich unsicher, dann ist es umso begreiflicher, daß der Entscheidung der Frage, welche der in der Nähe Bergbau treibenden Gesellschaften die Schuld trägt, noch größere Schwierigkeiten entgegenstehen. Der bisherige Weg der Feststellung ist folgender: der Gutachter bestimmt, in welchem Feldesteil der Schadenort liegt¹, er äußert sich weiterhin über den Abbau, berechnet nach der Mächtigkeit der abgebauten Flöze und nach der Art des Versatzes und der Lagerung die Stärke der Senkungen und die Ausdehnung der Bodenstörungen, die von den benachbarten Zechen in dem fraglichen Gebiet ausgeübt werden; weiterhin stellt er die Mengen und den zeitlichen Eintritt der Wasserzuflüsse der in Frage kommenden Zechen in Vergleich und zieht dann z. B. den Schluß, wenn die Störungen des Grundwassers mit den Bodenstörungen der Zeche I an dem Schadenort zeitlich zusammenfallen, während Bodenstörungen der Zeche II noch nicht eingetreten sind, wenn sich weiterhin die

Grubenwasser der Zeche I vermehrt haben, die von II dagegen nicht, dann kann nur die Zeche I die Schuld tragen. Hier bedarf in den einzelnen Fällen die Frage der Klärung, ob die infolge eines Durchbruches verschwindenden Grundwassermassen sich in den Wasserhaltungsaufzeichnungen der fraglichen Zeche überhaupt widerspiegeln müssen. Ich halte es für das Gebiet des rheinisch-westfälischen Industriegebietes dann für sehr fraglich, wenn der grundwasserführende Horizont dem Diluvium angehört. Seine Wassermengen sind durchweg gering, so daß ein Versickern in tiefere Gesteinshorizonte des Deckgebirges sehr wohl möglich ist, ja, es ist die Annahme zu verteidigen, daß selbst größere Grundwassermengen in das im Abbau befindliche Steinkohlengebirge eindringen können, ohne sich in den Aufzeichnungen über die Wasserhaltung bemerkbar zu machen.

Dazu kommt weiterhin, daß es dem Gutachter bei seinen Feststellungen bisher nur möglich ist, den Schadenort als Ausgangspunkt seiner Berechnungen zu nehmen. Es ist aber ohne weiteres klar und wird weiter unten nachgewiesen werden, daß Schadenort und Durchbruch der wassertragenden Schicht weit voneinander liegen können. Die bisherige Art der Feststellung ist mithin keineswegs einwandfrei, da es nicht auf den Schadenort, sondern auf die Stelle ankommt, wo der Durchbruch stattgefunden hat.

Diese Darlegungen ergeben mithin, daß dem bisherigen Weg der Feststellung, ob Wasserentziehung

¹ Ich verstehe darunter den Brunnen usw., an dem die Grundwasserstörungen festgestellt worden sind.

durch den Bergbau und durch welchen Bergbau vorliegt, nicht nur viele Bedenken anhaften, sondern daß er in vielen Fällen notwendig zu Fehlschlüssen führen muß.

Grundwasserstörungen und ihr Nachweis.

Allgemeines über das Grundwasser.

Grundwasser nennt man das innerhalb der Erdrinde befindliche flüssige Wasser natürlichen Ursprungs. Die Vorbedingung für das Auftreten des Grundwassers ist eine wasserundurchlässige Schicht oder Schichtengruppe (Ton, Schiefer-ton, gewisse Mergel), die sich unter wasserundurchlässigen Ablagerungen (Sanden, Kiesen, zerklüfteten Gesteinen) hinzieht und das in diese eingedrungene Regenwasser oder den in ihnen kondensierten Wasserdampf der Luft auffängt und zur Ansammlung bringt. Diese wasserundurchlässige Schicht wird Wasserträger genannt. Das Grundwasser befindet sich über ihr in der wasserführenden Schicht entweder in den Zwischenräumen zwischen den Bestandteilen lockerer Ablagerungen, wie Sandkörnchen und Kiesen, oder auf Klüften, die feste Gesteine, wie Kalksteine, Sandsteine usw., in mehr oder minder großer Zahl durchziehen. Die Oberfläche des Grundwassers nennt man Grundwasserspiegel. Ist die Oberfläche des Grundwasserträgers söglich, so liegt das Grundwasser gleichmäßig mit wagerechtem Grundwasserspiegel über ihm. Senkt sich der Grundwasser-

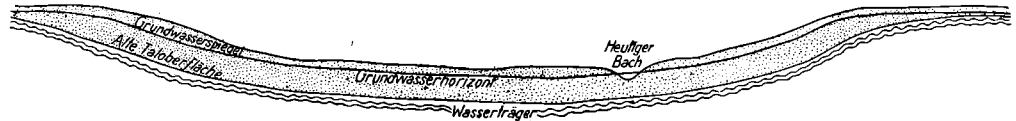


Abb. 1. Darstellung eines Grundwasservorkommens.

träger hingegen nach einer Richtung hin, so fließt auch das Grundwasser nach dieser Richtung ab, und der Grundwasserspiegel ist dorthin mehr oder weniger geneigt.

Zur Erläuterung ist in Abb. 1 ein Querschnitt durch ein altes und ein junges Flußbett wiedergegeben. Die Wandungen des erstern werden von wasserundurchlässigen Schichten gebildet. Das Flußtal und seine Wandungen werden von Sanden bedeckt, in denen sich das Grundwasser befindet. Dieses hat bei söglich liegendem Grundwasserträger einen wagerechten, bei geneigtem Träger einen geneigten Spiegel.

Im rheinisch-westfälischen Kohlengebiet stehen die meisten Brunnen in lockern, oberflächlichen Ablagerungen der Diluvial- und Alluvialzeit, in sandigen und kiesigen Schichten. Diese Ablagerungen ziehen sich hier in ähnlicher Weise, wie es in Abb. 1 schematisch dargestellt ist, von den die Flußtäler und Nebentäler trennenden Höhen in die Täler hinein und füllen deren Sohle aus. In diesen Ablagerungen bewegt sich das Grundwasser von den trennenden Talriegeln in die Täler und in den Tälern selbst abwärts, entsprechend dem darin fließenden Bach oder Fluß. Der Grundwasserspiegel geht dabei meistens in den Flußspiegel, schwach zu diesem einfallend, über.

Abgesehen von diesen lockern Ablagerungen findet sich das Grundwasser in dem genannten Bezirk in manchen zerklüfteten Gesteinen des Steinkohlengebirges und vor allem der Kreide. Diese Wasserführung der zer-

klüfteten Gesteine ist nicht minder wichtig als die der lockern Ablagerungen, da die Wassermengen durchweg weit größer sind. Aus diesen Grundwasserhorizonten nehmen die großen Betriebe, z. B. die Brauereien von Dortmund usw. sowie einige Wasserwerke, ihr Wasser. Auch in diesen Schichten verhält sich das Grundwasser wie Oberflächenwasser, nur mit dem Unterschied, daß die vermehrten Reibungswiderstände auch hier alle Erscheinungen, wenn auch nicht so stark wie in porösen Schichten, verlangsamen.

Die Arten der durch den Bergbau verursachten Grundwasserstörungen.

Die Störungen der normalen Grundwasserverhältnisse durch den Bergbau werden dadurch hervorgerufen, daß die wassertragende Schicht infolge des Abbaues der Flöze und des Zubruchgehens der ausgekohlten Räume entweder eine andere Lage einnimmt, d. h. tiefer gelegt wird, oder, statt wie bisher etwa sählig, nunmehr eine Neigung nach einer oder mehreren Richtungen erhält oder aber von Rissen durchzogen wird, so daß sie ihre wassertragende Eigenschaft verliert und das Wasser in tiefere Schichten durchsickern läßt. Der Bergbau verursacht in den angeführten Fällen entweder eine Grundwasserverschiebung oder eine Grundwasserentziehung oder beide Erscheinungen gleichzeitig.

Grundwasserverschiebung. Grundwasserverschiebungen werden durch ungleichmäßige Senkungen eines Gebietes herbeigeführt. Im allgemeinen sind sie positiv, vor allem dann, wenn die durch den Bergbau hervorgerufene Senkung gleichmäßig ein größeres Gebiet betrifft. Bei ungleichmäßigen Senkungen ist aber auch eine örtliche Wasserminderung möglich, die sich zur praktisch völligen Wasserentziehung steigern kann.

Ich erörtere zunächst den Fall, daß das Deckgebirge auf weite Erstreckung gleichmäßig in die ausgekohlten Räume des Flözes einsinkt. Wie oben angedeutet wurde, ist in den vorliegenden Fällen der Grundwasserspiegel durchweg von dem Spiegel des nächsten Flusses abhängig und dacht sich nach ihm ab. Seine Wasser gehen in den Fluß über. Wenn ein Schichtenkomplex und der in ihm liegende Wasserträger sinkt, ist der Grundwasserspiegel bestrebt, seine alte Höhe über N. N. möglichst beizubehalten. Sinkt der wasserführende Schichtenkomplex, dann nähert sich infolgedessen der Grundwasserspiegel der Oberfläche. Sinkt dabei die Oberfläche des Bodens unter die ursprüngliche Grundwasserhöhe, so kann das Grundwasser über die Oberfläche des Gebietes aufsteigen, und es bildet sich ein ausgedehnter Oberflächengrundwassersee, Erscheinungen, wie sie im Ruhrgebiet in Gestalt versumpfter Wiesen

und Wasseransammlungen hier und da auftreten. Hierbei ist aber wohl zu beachten: Sinken des Geländes und Steigen des Grundwasserspiegels halten nicht gleichen Schritt; dieses ist mehr oder weniger geringer als jenes, Erscheinungen, die dadurch bedingt sein können, daß das Grundwasser mit der Annäherung an die Erdoberfläche einer stärkern Verdunstung ausgesetzt ist, oder daß die ebenfalls tiefer gelegten Bäche und Entwässerungsgräben das Grundwasser in verstärktem Maße abführen.

Bei gleichmäßigen Senkungen größerer Gebiete tritt mithin eine senkrechte positive Grundwasserverschiebung ein.

Selten wird sich der weitere Fall einstellen, daß durch Senkungen eine negative Grundwasserverschiebung örtlich verursacht wird. Das Gelände behält über nicht abgebauten Markscheiden und Grubenfeldteilen seine ursprüngliche Höhe bei. Wenn das Gelände seitlich von diesen Gebietsstreifen und Gebietsflecken sinkt, so tritt ein Abfluß des Grundwassers von ihnen zu den niedriger liegenden Gebieten ein. Auf den höher liegenden, d. h. stehengebliebenen Teilen muß sich so eine Grundwasserminderung geltend machen, die dann vor allem in die Erscheinung tritt, wenn der erhöhte Grundwasserstand der gesunkenen Gebiete durch Entwässerungsgräben gesenkt wird. Bei ungleichmäßigen Senkungen kleinerer Gebiete kann mithin eine wagerechte negative Grundwasserverschiebung eintreten.

Zur Erläuterung diene folgender Fall (s. Abb. 2): Das Gebiet über einer Markscheide und dem nicht abgebauten Sicherheitspfeiler hat infolge seines Stehenbleibens die ursprüngliche Höhe behalten, während beiderseits davon über dem in Abbau begriffenen Grubenfeld eine Senkung des Geländes eingetreten ist. Der ursprünglich wagerecht liegende Grundwasserspiegel zeigt dieselben Erscheinungen. Infolgedessen kann sich das Grundwasser über der Markscheide ganz oder nahezu ganz verziehen.

Grundwasserentziehung. Von weit größerer Bedeutung sind die Störungen des Grundwassers, die durch die Zerreißung der wassertragenden Schicht hervorgerufen werden. Eine derartige Zerreißung kann vor allem dann stattfinden, wenn lebhafter Bergbau unter der grundwasserführenden Schicht umgeht, weiterhin dann, wenn der Bergbau nicht gleichmäßig betrieben wird oder die ausgekohlten Flözzräume nicht oder nur teilweise durch Versatz ausgefüllt werden. Diese Erscheinungen bedingen ein unregelmäßiges Sinken des Deckgebirges und damit des Wasserträgers. Einige Teile behalten infolgedessen ganz oder nahezu ganz ihre ursprüngliche Lage bei, während Abschnitte zwischen oder seitlich von ihnen

beträchtliche Senkungen erfahren. An den Grenzstellen brechen alsdann vielfach seitlich von den stehengebliebenen Gebietsteilen die sinkenden Gebiete an Rissen ein, die unmittelbar über den ausgekohlten Räumen am stärksten sind, die sich aber weit in die hangenden Schichten bis zur Oberfläche hindurch fortsetzen und hierbei eine

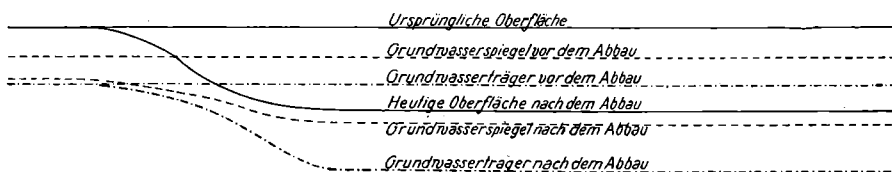


Abb. 2. Veränderungen des Grundwasserspiegels bei teilweise eingetretene Gebietssenkungen.

Zerreißung der wassertragenden Schicht herbeiführen können.

Es ist aber zu betonen, daß bei weitem nicht jede kräftige Senkung eine Zerreißung der wassertragenden Schicht mit sich bringt. Auch wenn sich beim Zubruchgehen des Gebirges unmittelbar über den abgebauten Flözen Risse bilden, verlieren diese sich nach oben hin mehr und mehr und können auf die wassertragende Schicht ganz ohne Einfluß bleiben. Man kann weiterhin beobachten, daß sich die aus plastischem Gestein bestehenden wassertragenden Schichten, ohne Risse zu erhalten, ausdehnen. Daher muß man sich immer vergegenwärtigen, daß unter günstigen Bedingungen auch in einem Gebiet mit regem Bergbau der Grundwasserspiegel ohne nennenswerte derartige Störungen bleiben kann.

Andererseits ist bei kleinen Rissen ihre Verstopfung und ein schnelles Aufhören der Schädigungen möglich. Da es sich bei den wassertragenden Schichten nicht selten um plastische Gesteine handelt, ist eine durch Wasseraufnahme an den Wandungen der Öffnung bedingte Volumenzunahme ihr Verquellen, nicht ausgeschlossen. Manche Gutachter haben behauptet, daß diese Erscheinung im Emscher offene Spalten gar nicht aufkommen lasse. Diese Verallgemeinerung ist zweifellos unrichtig; das beweist einmal die Tatsache, daß der Emscher selbst Wasser führen kann, wie es z. B. bei Unna und vor allem bei Wanne sicher der Fall ist, das beweist weiterhin das unten näher mitgeteilte Verhalten des Grundwassers in der Umgebung von Bochum und das Stehenbleiben unverrohrter Bohrlöcher im Emscher.

Ein Verschuß im Wasserträger entstandener Risse kann sodann durch an den Rissen abbrckelnde Gesteinpartien oder durch feinere mechanische Absätze des durchfließenden Wassers herbeigeführt werden. Chemische Absätze können sich hingegen nur in seltenen Fällen bilden.

Zerreißungen der wassertragenden Schichten werden an solchen Stellen leichter eintreten; an denen die Schichten bereits durch Verschiebungen geologischer Natur, die sog. Verwerfungen — eine mit Bewegung der Gebirgstteile verbunden gewesene ursprüngliche Trennung durch sich weit fortsetzende Klüfte —, erfahren haben. Kommt der Bergbau an eine derartige alte Verwerfung, so sinken an ihr die hangenden Gebirgstteile leicht und plötzlich in das ausgekohlte Flöz; dieses Zubruchgehen kann sich in der Richtung dieses alten Risses im Steinkohlengebirge bis in das Deckgebirge hinein fortsetzen.

Vor allem werden sich Zerreißungen der wassertragenden Schichten in solchen Gebieten einstellen, in denen nicht nur das Steinkohlengebirge schon von früher her von Verwerfungen durchschnitten ist, sondern sich auch derartige natürliche Schichtenzerreiungen vom Steinkohlengebirge her in das Kreidegebirge hinein fortsetzen. Das sind die alten Verwerfungen des Steinkohlengebirges, die nach der Ablagerung der Kreide erneut aufrissen, und an denen dann mehr oder weniger starke, neue Verschiebungen stattfanden, die sowohl das Steinkohlengebirge als auch das Kreidegebirge mit seinen wassertragenden Schichten betrafen.

Das Verhalten des Grundwassers nach der Zerreißung der wassertragenden Schicht ist in erster Linie von der Größe der Risse abhängig. Sind die entstandenen Risse sehr fein, so ist es selbst bei erheblichem Druck möglich, daß das Wasser überhaupt nicht durch die wasserführende Schicht hindurchtritt. Ein Topf kann von zahlreichen Rissen durchzogen sein, ohne einen Tropfen seines Inhalts abzugeben; sind die Risse aber weit genug, so tritt das Wasser nach und nach tropfenweise hervor, und der Inhalt schwindet auf diese Weise mehr und mehr; bringt man eine größere Öffnung im Boden an, so fließt das Wasser mit Macht ab, und auf der Oberfläche des Topfinhalts bildet sich hierbei eine trichterförmige Vertiefung, ein »Strudel«, wie man ihn in einem ähnlichen Fall täglich beobachten kann, wenn der im Boden befindliche Stopfen eines Waschbeckens aufgezogen ist.

Die Gefäßwandung ist beim Grundwasser die grundwassertragende Schicht. Ist sie von Rissen durchzogen, die außerordentlich fein sind, dann bleibt das Wasser unbeeinflusst in dem Gefäß; lassen die Risse das Wasser aber in geringem Maße durchtreten, dann verschwindet ein Teil des Wassers unter gleichmäßiger Senkung der Oberfläche.

Bemerkenswert ist das Verhalten des Grundwassers aber vor allem in den Fällen, in denen die Risse weit genug klaffen, um größere Mengen von Wasser durchzulassen. Die Form dieser Art Wasserentziehung bedarf vor allem der Aufklärung, da sie die stärksten Störungen hervorruft, und der Versuch, sie darzustellen, noch nie gemacht worden ist. Man erhält Aufschluß über sie, wenn man die Erscheinungen verfolgt, die seit langem als die Wirkungen einer andern Art künstlicher Wasserentziehung, der Entnahme durch große Brunnenanlagen, bekannt sind.

Jeder stark in Betrieb genommene Brunnen und jedes stark benutzte Bohrloch entnehmen dem Boden stetig Grundwasser in erheblichem Maße und rufen eine mehr oder weniger starke künstliche Wasserentziehung hervor. Die Art, in der bei derartigen Entnahmen das Grundwasser dem Boden entzogen wird, ist sehr genau durch die Beobachtungen bekannt, die ständig in der Umgebung der großen Wasserwerke unserer Städte vorgenommen werden, und die ferner gelegentlich bei Gründungsarbeiten gemacht worden sind. Theoretisch bleibt es sich gleich, ob die Wasser durch ein Bohrloch oder einen Brunnen, deren Sohlen bis zum Wasserträger reichen, nach oben, oder ob sie durch ein Loch oder einen Riß in die tiefen Erdschichten nach unten gelangen. Hier wie dort müssen dieselben allgemeinen Erscheinungen auftreten, abgesehen von den Folgen, die dadurch bedingt werden, daß die Wasserentnahme bei einem Brunnen an einem Punkt, bei einer Zerreißung der wassertragenden Schicht hingegen an einer Linie stattfindet. Von dieser Gedankenfolge bin ich bei meinen Untersuchungen ausgegangen und habe sie durch die praktischen Beobachtungen und Erfahrungen in jeder Weise bestätigt gefunden.

Ich gebe zunächst diejenigen Beobachtungen kurz wieder, die die Grundwassermessungen bei großen Wasserwerkenanlagen gezeitigt haben. In einem Gestein

mit gleichmäßiger Grundwasser-
verteilung, z. B. in Sand und
Kies, bildet sich um die Wasser-
entnahmestelle stets ein sog. Zu-
lauftrichter. Während sich in Ge-
bieten mit ungestörtem Grundwasser
der Grundwasserspiegel wagrecht
ausbreitet oder einseitig abdacht,
ist rings um eine derartige künstliche
Entnahmestelle eine trichterförmige
Wasserleere in dem früher gleich-
mäßigen Grundwasserniveau in ganz
ähnlicher Art vorhanden, wie sie
vorhin von dem Wasserbecken
erwähnt wurde. Der Grundwasserspiegel
senkt sich auf allen Seiten nach der
Wasserentnahmestelle zu in einem
Trichter ab, dessen Form und Größe
von der Stärke der Wasserentnahme
und der Durchlässigkeit der wasser-
führenden Schichten abhängig sind.
Die Grundwasseroberfläche fällt aber
von dem außen liegenden normalen
Grundwasserspiegel nicht gleich-
mäßig, sondern zunächst allmählich
und dann in der Nähe der Brunnen-
achse immer steiler ein¹. Die Größe
dieses Trichters läßt sich berechnen,
wenn die Stärke der Wasserentnahme
und die Porosität des grundwasser-
führenden Gesteins bekannt sind.
Die Größe des entstandenen Zulauf-
trichters bleibt konstant bei konstanter
Wasserentnahme, abgesehen von den
Schwankungen, die durch verstärkte
Zufuhr bei stärkern Niederschlägen
bzw. stärkere Entnahme infolge von
Verdunstung hervorgerufen werden.

Sehr beachtenswert sind im Verfolg
des soeben Gesagten für die vorlie-
genden Fragen vor allem die Ver-
änderungen, die sich an Brunnen im
Gebiet von Zulauftrichtern einstellen
(s. Abb. 3). Ihr Verhalten wechselt
mit ihrer Lage zur Trichterachse.
Dem Brunnen *a* im Zulauftrichter *I*
kann, solange bei *A* die Wasserent-
nahme eines Wasserwerkes stattfindet,
das Wasser vollständig entzogen wer-
den. Bei dem Brunnen *b* dagegen, der
am Rande des Zulauftrichters liegt,
wird der Grundwasserspiegel nur her-
abgezogen, außerhalb des Zulauf-
trichters bei dem Brunnen *c* sind
keine Einwirkungen zu beobachten,
hier bleibt der Wasserspiegel normal.
Bei einer derartigen künstlichen
Wasserentziehung durch Wasser-
werke können demnach, ebenso wie
bei Wasserdurchbrüchen, an den
Brunnen² der Umgebung je nach ihrer
Lage zur Trichterachse und je nach
der Stärke der Wasserentnahme
folgende Erscheinungen auftreten:

1. vollständige Wasserentziehung in
denjenigen Brunnen³, die im Zulauf-
trichterinnern liegen. Die zeitweiligen
Grundwasserschwankungen bleiben
entweder ganz ohne Einfluß oder
bringen bei starkem Steigen des
Grundwassers das Grundwasser
jährlich einmal auf kurze Zeit
wieder (Brunnen *a*).
2. Teilweise Wasserentziehung in
den Brunnen, die in den randlichen
Teilen des Zulauftrichters liegen.

¹ Es erübrigt sich, hier auf weitere Einzelheiten dieser
Feststellungen einzugehen. Ausführliches darüber findet
sich bei O. Lueger: Die Wasserversorgung der Städte. 1. Abt.,
S. 447, und bei Kyrieleiß: Über Grundwasserabsenkungen
bei Fundierungsarbeiten, 1911.

² Dasselbe gilt für Bohrlöcher, Viehtränken usw.

³ Tiefer hinab gehende Brunnen können nur die unter
2 genannten Erscheinungen zeigen.

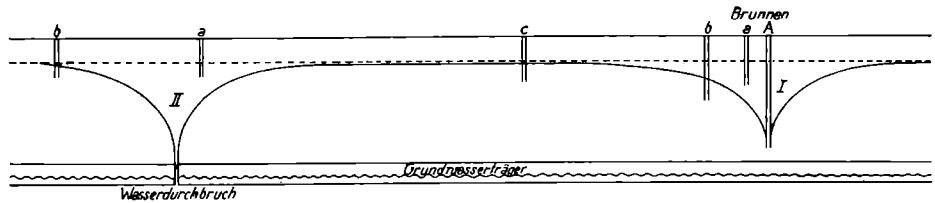


Abb. 3. Schematischer Querschnitt durch einen Grundwasserhorizont, in dem sich durch eine Zerreißung der wassertragenden Schicht und durch Brunnenbetrieb zwei Zulauftrichter gebildet haben.

Die zeitweiligen Grundwasserschwankungen zeigen ihren Einfluß (Brunnen *b*).

3. Gleichmig bleibende Höhenlage des Grundwasserspiegels in den Brunnen außerhalb des Zulauftrichters (Brunnen *c*).

Die regelmige Kreisform des Zulauftrichters, wie sie in Abb. 3 wiedergegeben ist, findet sich nur in gleichmig porösem oder gleichmig zerklüftetem Gestein. Wechselt aber die Porosität oder die Zerklüftung des Gesteins mit den Richtungen, dann muß der Zulauf zu der Wasserentnahmestelle aus dem am stärksten porösem oder zerklüfteten Gestein am stärksten sein; die Wasserleere wird sich infolgedessen in das Gebiet ihrer Verbreitung am kräftigsten hineinziehen und die dichtern Gesteine meiden. So muß aus der kreisförmigen Wasserleere ein Zulauftrichter von starkklappigem Umriß werden.

Der Nachweis der durch den Bergbau hervorgerufenen Grundwasserstörungen.

Im vorstehenden ist nur ein Teil der erheblichen Schwierigkeiten berührt worden, die sich der Erkenntnis des Verhaltens von Grundwasser infolge bergbaulicher Störungen entgegenstellen. Nur die wichtigsten allgemeinen Erscheinungen¹ konnten angeführt werden. Infolgedessen und infolge der vielfachen Verschiedenheiten je nach dem geologischen Aufbau des Gebietes lassen sich hier auch nur die wichtigsten Angaben über den Nachweis dieser Störungen machen.

Nach den im letzten Abschnitt angegebenen Möglichkeiten sind entweder Steigen oder Minderung des Grundwassers die Folgen des Bergbaus.

Der Nachweis des Grundwassersteigens. Die auftretenden Erscheinungen sind durchweg so augenfällig, daß sie heute nur sehr selten ihrer Tatsächlichkeit nach Gegenstand der Klage bilden. Auch betreffs des Verursachers dieser Schäden können, soweit ich es zur Zeit übersehe, keine Verwicklungen besondere Schwierigkeiten bereiten. Die Feststellung erfolgt durch den Vergleich der Zeugenaussagen mit den Untersuchungen und Beobachtungen, die vielfach botanischer Art sind. Geologische Untersuchungen können nicht selten als unnötig fortfallen, dagegen sind bergtechnische vielfach von Bedeutung.

¹ Ich habe vor allem nur das von der Luft berührte Grundwasser berücksichtigt. Infolge der vielen Durchbrechungen des Emschers durch Schachtbauten usw. wird man hier auch wohl nur von einem solchen sprechen können. Vor allem bedürfen noch weiterer Klärung die Allgemeinerscheinungen, die das Grundwasser in festem Gestein bei Durchbrüchen zeigt.

Der Nachweis der Grundwasserminderung Kommt Grundwasserverminderung in Betracht, so ist es auf jeden Fall zunächst von Wichtigkeit, ein klares Bild der geologischen Verhältnisse des Gebietes zu erhalten. Sodann sind, wenn möglich, die Lageveränderungen der wassertragenden Schicht nicht nur am Schadenort, sondern auch in der weitem Umgebung festzustellen. Dieses Verhalten ist, wenn sich der Grundwasserträger unmittelbar über dem Steinkohlengebirge befindet, soweit es angeht, an dem Verhalten des Steinkohlengebirges zu erforschen. Liegt anderseits in dem zweiten, hier vielfach in Frage kommenden Fall der Grundwasserträger nahe der Oberfläche, so sind seine Bewegungen ähnlich denen der Erdoberfläche und können daher an zu verschiedenen Zeiten markscheiderisch aufgenommenen Nivellements der Oberfläche festgestellt werden. Diese Bewegungen sind zwar für den Beweis ohne Belang, ihre Kenntnis bietet aber dem Gutachter für den Gang der Untersuchung großen Vorteil. In das Gutachten gehören diese Beobachtungen aber durchweg nicht, weil sie, wie schon erwähnt wurde, nicht beweisend sind, und weil die Kenntnis der Einzelheiten, die man durchweg den Zechenverwaltungen verdanken wird, durch ihre Bekanntgabe nur Unheil anrichten können.

Nur in wenigen Fällen werden die vorhandenen Grundwasseraufschlüsse für die Untersuchung genügen. Daher ist ihre Feststellung die weitere Aufgabe, die man zweckmäßig mit der geologischen Prüfung vereinigt. Auch wenn die vorhandenen Grundwasseraufschlüsse für die weitere Arbeit nicht genügen, ist ihre Beobachtung wichtig, weil sie wenigstens Anhaltspunkte für die vorliegenden Verhältnisse und für die Ansatzpunkte der nach Möglichkeit vorzunehmenden Bohrungen ergeben. Diese werden durchweg nur in lockern Ablagerungen in Frage kommen. Es wird zweckmäßig sein, die Bohrlöcher in gleichen Abständen voneinander anzusetzen. Aus geologischen Gründen kann es aber auch vorteilhaft sein, sie scheinbar regellos niederzubringen. Die Bohrlöcher werden am besten stets verrohrt.

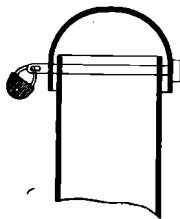


Abb. 4. Bohrlochverschluss.

Durch einen Markscheider ist sodann an allen Bohrlochern die Höhenlage der Rohroberkante des Bohrloches oder eines Brunnenpunktes, von dem aus man den Wasserspiegel bequem messen kann, auf N. N. einzunivellieren. Das Bohrloch wird, um mutwillige Verunreinigungen und Verstopfungen zu verhüten, mit einer eisernen Kappe¹ verschlossen (s. Abb. 4), die durch einen Bolzen mit dem Rohr verbunden und daran angeschlossen wird.

Die Wasserstände werden von der Rohroberkante oder von der einnivellierten Marke ab gemessen und die erhaltenen Zahlen von der Höhe der Rohroberkante über N. N. in Abzug gebracht. Die so gewonnene Zahl

¹ Hölzerne Bolzen an Stelle der eisernen Kappe sind nicht zweckmäßig, weil sie, wie die Erfahrung gezeigt hat, durch die Sonnenbestrahlung oder durch Menschen leicht zerstört werden können.

ergibt die Höhe des Grundwassers über N. N. an jedem Bohrloch.

Werden die Grundwasserhöhen miteinander verglichen, so können folgende Fälle vorliegen:

1. Der Vergleich der vorliegenden Verhältnisse mit denen der frühern Zeit auf Grund der Zeugenaussagen ergibt, daß der Grundwasserspiegel gleichmäßig gesunken ist. Die Ursache kann zweierlei Art sein. Sie kann beruhen:

a. In einer negativen Grundwasserverschiebung. Dem Verhalten des Grundwasserträgers ist nachzugehen. Ist über einer Markscheide, über nicht abgebauten Feldesteilen usw. das Gebirge stehengeblieben und seitlich davon gesunken und ist gleichzeitig das Grundwasser der gesunkenen Gebiete gestiegen, dann muß man auf negative Grundwasserverschiebung schließen, wie sie auf S. 4 dargestellt ist.

b. In einer Grundwasserentziehung mäßiger Art. Der Grundwasserträger muß stärkern oder ungleichmäßigen Bodenbewegungen ausgesetzt gewesen sein und in ihm müssen sich feinere Spalten gebildet haben, die das Wasser in beschränktem Maße durchlassen. Ein praktischer das Grundwasser betreffende Fall ist mir nicht bekannt geworden und wird jedenfalls auch sehr selten sein. Dagegen habe ich die Erscheinung bei Oberflächenteichen festgestellt, die nach ergiebiger Bodenbewegung von einem bestimmten Jahr ab eine unverhältnismäßig hohe künstliche Wasserzugabe verlangten. Während den Teichen vor 1910 jährlich im Durchschnitt rd. 5500 cbm Wasser aus der Wasserleitung zugesetzt werden mußten, betrug die künstliche Zufuhr nach 1910 jährlich rd. 16 800 cbm. Das zeitlich plötzliche Auftreten wird bei der Untersuchung eine Rolle spielen. Bei langsamen Steigerungen von geringerer Stärke wäre an den Mehrverbrauch durch das Wachstum der umstehenden Bäume zu denken.

2. Die positive Beobachtung ergibt, daß in der Grundwasser Oberfläche, die vorher wagerecht lag oder sich nach einer Richtung hin abdachte, ein Zulauftrichter vorliegt. Damit ist der Beweis erbracht, daß eine starke, nicht natürliche Wasserentnahme in dem Zentrum des Trichters stattfindet. Dieses Zentrum ist den Umständen nach mehr oder weniger genau durch geeignete Bohrungen festzulegen. Fällt die Achse des Trichters nicht mit einer starken künstlichen Wasserentnahme¹ durch Brunnen usw. zusammen, so kann der Zulauftrichter nur durch Zerreißen des Grundwasserträgers hervorgerufen worden sein. Bei den im rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge vorliegenden geologischen Verhältnissen wird der Fall kaum möglich sein, daß der Grundwasserträger durch eine Bohrung durchstoßen worden ist und durch dieses Bohrloch ein Abfluß der Grundwasser aus einem höhern Grundwasserhorizont zu einem tiefern stattfindet. Gegebenenfalls wäre dieser Vorgang zu prüfen². Liegt er nicht vor, dann kann der Bruch des Grundwasserträgers nur auf die Zerreißen durch Berg-

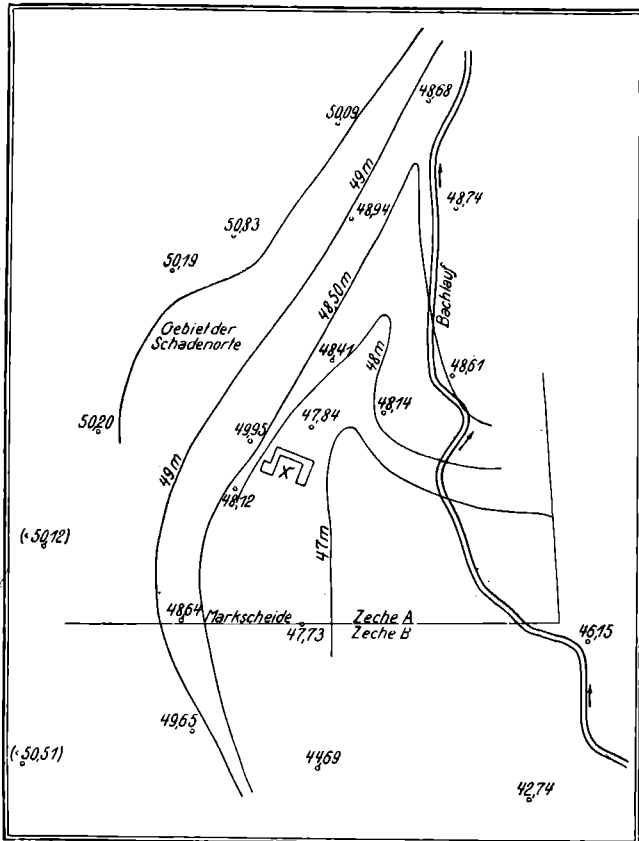
¹ Das zeitliche Zutagetreten des Schadens im Vergleich zu dem Ansetzen dieser künstlichen Wasserentnahme gibt die ersten Anhaltspunkte für die Beurteilung.

² Das zeitliche Zusammentreffen der Bohrung und des Schadens wäre nachzuprüfen.

bau beruhen. Damit ist dann die Tatsache der Grundwasserentziehung einwandfrei nachgewiesen.

Den Umfang der Grundwasserentziehung festzustellen, wird nur in seltenen Fällen notwendig sein. Diese Feststellung kann in einem Prozeß verlangt werden, wenn es sich um landwirtschaftliche Schäden (Rückgang des Waldwuchses usw.) handelt. Alsdann ist es notwendig, die Grenzen des Zulauftrichters mit mehr oder minder großer Genauigkeit festzulegen. Ein praktischer Fall ist mir bisher nicht bekannt. Um die kostspieligen Bohrungen einzuschränken, könnte man den Fall zunächst so auffassen, daß man die Grenzen des vorliegenden Schadens durch einen landwirtschaftlichen Sachverständigen feststellen läßt und dann erst durch Bohrungen den Sachverhalt prüft.

Die Feststellung des Zulauftrichterzentrums ist dann von besonderer Wichtigkeit, wenn mehrere Zechen in seiner Nähe Bergbau treiben. Ist der Zulauftrichter genau festgestellt, dann ergibt sich als zweite Forderung die Feststellung des Abbaues der markscheidenden Zechen. Besonders ist hierbei festzustellen, in welcher Stärke und wie weit über die Markscheide hinaus der Abbau der Zechen auf das Deckgebirge zur Zeit des Schadeneintritts hat einwirken müssen. Die Lage der Zulauftrichterachse zu diesen Störungsgebieten unter Berücksichtigung der Zeit des Eintritts beider sind die Beweispunkte dafür, ob die eine oder die andere Zeche



Die Punkte geben die Lage der Bohrlöcher, die Zahlen die Höhe des Grundwassers über N. N. an.
Abb. 5. Lageplan unter Kennzeichnung der Bohrlöcher und des Zulauftrichters.

für den Schaden verantwortlich ist. Bei Erwägung aller Gesichtspunkte wird eine einwandfreie Beweisführung der Frage in vielen Fällen leicht, aber auch bei sehr schwierigen Verhältnissen durchweg, wenigstens bei Grundwasser in lockern Ablagerungen, möglich sein.

Zu welchen überraschenden Ergebnissen die Anwendung dieses Verfahrens führen kann, zeigen die folgenden Mitteilungen über zwei derartige Untersuchungen, die von mir in Gemeinschaft mit höhern Bergbeamten als Sachverständigen vorgenommen worden sind.

1. Ein Grundwasserentziehungstrichter in diluvialen Ablagerungen (s. die Abb. 5 und 6). Der Hof des Gutsbesitzers X liegt in dem Felde der Zeche A 200–400 m von ihrer südlichen Markscheide entfernt. X klagt gegen die Zeche A wegen Wasserentziehung in seinen Brunnen und in der Tränke, wegen Absterbens der Obstbäume usw. Von X sind 7 Prozesse gegen A angestrengt worden. Die Schäden haben sich von 1894 ab bemerkbar gemacht.

Bei Beginn der Untersuchungen lagen bereits mehrere Gutachten vor, die zu keinem übereinstimmenden Urteil geführt hatten. Zu Messungszwecken waren bereits 9 Bohrlöcher gestoßen worden, von denen zwei sowie die beiden fraglichen Brunnen nicht mehr bestanden. Die frühern Gutachter waren im allgemeinen zu dem Ergebnis gekommen, daß keine Wasserentziehung durch den Bergbau vorliege, die vorhandenen Erscheinungen vielmehr auf die Emscherregelung als Ursache hinzuweisen schienen.

Zunächst wurden 7 weitere Bohrlöcher angesetzt, die zweifellos ergaben, daß sich das Grundwasser nicht, wie es die geologischen Verhältnisse gefordert hätten, entsprechend dem das Gebiet durchfließenden Bach nach Norden, sondern nach Süden abdachte, also bergaufwärts floß. Wie die 14 vorhandenen Bohrlöcher bereits erkennen ließen, mußte ein Zulauftrichter vorliegen, dessen Zentrum südlich von dem Gutshof, mithin nach der Markscheide der Grube A zur Grube B hin lag. Da keine künstliche Wasserentnahme durch regen Pumpenbetrieb im Gebiet vorlag, kam als Ursache des Grundwassertrichters nur der Wasserdurchbruch in eine der beiden Zechen in Frage. Infolgedessen wurden zwei Reihen Bohrlöcher quer zu dem im Tal elliptisch verlaufenden, nach Süden offenen Zulauftrichteranfang getrieben, die zeigten, daß sich der Trichter noch über die südliche Bohrlochreihe hinaus nach Süden ausdehnte. Das Zulauftrichterzentrum lag mithin noch rd. 250 m südlich von der Markscheide zwischen den Zechen A und B. Die Nachprüfung des Abbaues der Zeche A ergab, daß er zur Zeit der Entstehung des Schadens höchstens 30 m südlich von der Markscheide einwirken konnte. Mithin war es ausgeschlossen, daß die beklagte Zeche A den Schaden verursacht hatte. Er war vielmehr von der Zeche B hervorgerufen worden. Es zeigte sich, daß in der Nähe von starken, von der Zeche B verursachten Tagesbrüchen das Diluvium völlig abgetrocknet war.

2. Ein Grundwasserentziehungstrichter im festen Gestein. Zum Verständnis dieses Falles ist zu-

nächst ein kurzer geologischer Überblick über den westlichen Haarstrang an Hand der Abb. 7 notwendig. Zwischen Emscher und Cenomangrünsand liegen Kalke, die dem Cenoman und vor allem dem Turon angehören. Diese Kalke werden von Klüften durchzogen und führen auf den Klüften Wasser. Da diese nicht nach allen Richtungen gleichmäßig verlaufen, so muß sich, wenn ihnen das Wasser durch einen Wasserdurchbruch oder starke Brunnentätigkeit entnommen wird, ein Zulauftrichter bilden, der sich nach der Richtung ausdehnt, in der die Klüfte am weitesten sind und die Wasserzuflüsse demnach am schnellsten erfolgen können. Die Wasserentziehung muß sich hier mithin in einem schmalen Gebiet über dieser Kluft oder diesem Kluftsystem am stärksten bemerkbar machen. Seitlich von dieser Kluft wird sich der Zulauftrichter dort ausdehnen, wo die Kluft von andern wasserführenden Klüften durchschnitten wird.

In einem derartigen Falle wird ein Wasserdurchbruch über der Hauptkluft das Wasser entziehen und sich je nach seiner Größe auch auf die seitlichen Klüfte ausdehnen. Mithin wird ein Zulauftrichter entstehen, der in erster Linie der Hauptkluft und in zweiter Linie den kreuzenden Nebenklüften folgt. Außerhalb dieses Zulauftrichters bleiben die Grundwasserhältnisse normal, und zwar je nach den Umständen an Stellen, die außerordentlich dicht neben der Linie oder dem Streifen liegen, in dem sich die Grundwasserentziehung sehr stark bemerkbar macht.

Im vorliegenden Fall war es wegen der sehr erheblichen Kosten ausgeschlossen, der Frage durch Bohrungen näherzutreten. Es konnten nur die Beobachtungen verwertet werden, die seit zwei Jahrzehnten in dem Gebiet an zahlreichen Springen gemacht worden waren. Man hat hier unter Springen artesische Quellen zu verstehen, die dadurch erschroten werden, daß man Bohrlöcher durch den Emscher bis in das wasserführende Kalkgebirge treibt. Das Wasser springt unter dem Druck des von Süden her zuzitenden Wassers unter normalen Verhältnissen in wechselnder Höhe aus.

Die folgenden Beobachtungen waren für die Beurteilung der Verhältnisse von Bedeutung.

a. Im September 1892 erfolgte auf der unter dem Gebiet bzw. in der Nähe bauenden Zeche C in einem Flöz ein Wasserdurchbruch. Ich gebe im folgenden die Ausführungen des Sachverständigen, die in gleichem Sinne schon vorher von mehreren andern gemacht worden waren. Zur Zeit des Wasserdurchbruches war das Flöz 1

über der Wettersohle bis unter den Mergelsicherheitspfeiler ohne Bergeversatz in einer flachen Höhe von etwa 120 m abgebaut worden. Noch ehe die Pfeiler gänzlich verhaun waren, brach an der östlichen Baugrenze, wo eine Verwerfungskluft durchsetzte, Wasser durch. Der Durchbruch brachte anfangs 3 cbm Süßwasser in der Minute. Dieser Vorgang ist nur so zu erklären, daß an der das Karbon durchsetzenden Verwerfung das Steinkohlengebirge zusammenbrach und damit der wassertragende Cenomangrünsand in der Richtung dieser Verwerfung zerrissen wurde; infolgedessen senkte sich gleichzeitig mit dem Karbon, auch das Kreidegebirge über den ausgekohlten Räumen ein.

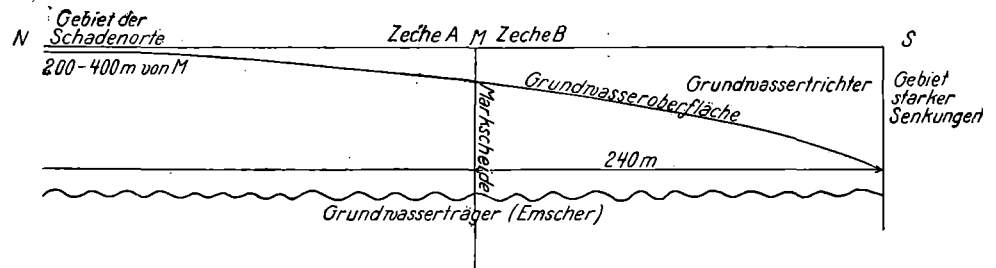


Abb. 6. Schnitt durch das in Betracht kommende Gebiet mit dem Grundwassertrichter im Diluvium.

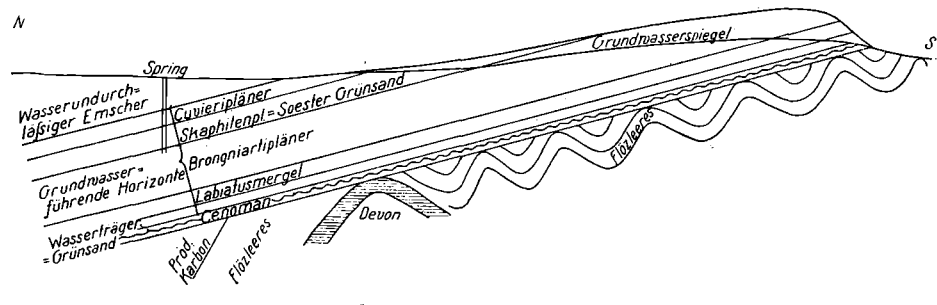


Abb. 7. Querschnitt durch den westlichen Teil des Haarstrangs.

b. Im unmittelbaren zeitlichen Anschluß an diesen Wasserdurchbruch der Zeche C verschwand in einem der oben beschriebenen Bohrlöcher, und zwar 1½ km von der Wasserdurchbruchsstelle entfernt, der Spring so vollständig, daß nicht nur das freie Ausspringen aufhörte, sondern auch das Bohrloch bis zur Sohle abtrocknete. Das zeitliche Zusammentreffen ist nur so zu deuten, daß das diesem Bohrloch zuzitende Wasser durch eine Kluft oder ein Kluftsystem in engstem Zusammenhang mit den Wassern stand, die auf der Grube durchgebrochen waren, bzw. daß es mit ihnen identisch war.

c. In der Folgezeit fanden auf der Zeche C noch mehrere Wasserdurchbrüche statt, so daß ihre Zuflüsse in den folgenden Jahren von 3 auf mehr als 7 cbm/min stiegen. Eine verstärkte Wasserentziehung war mithin zu erwarten.

d. Vom Jahre 1893 ab bis 1903 ging das Wasser an mindestens 19 Springen des südlich liegenden Gebietes zurück. Dieses Zurückgehen äußerte sich darin, daß die Springe überhaupt nicht mehr aussprangen oder zu

gewissen Zeiten des Jahres aussetzten, während sie früher das ganze Jahr hindurch tätig gewesen waren, und daß die Wasser zur Zeit des Auspringens nicht mehr in derselben Höhe aussprangen, daß demnach der Druck und die Menge in wechselndem Grade nachgelassen hatten.

e. Die erwähnten 19 Springe liegen nicht unregelmäßig verteilt, sondern in zwei bestimmten Richtungen. Die eine davon bildet die Verlängerung der Verbindung des Wasserdurchbruchpunktes 1892 und des Bohrloches, das im Anschluß an jenen sein Wasser bereits in diesem Jahr verloren hatte. Die zweite Richtung verläuft nahezu senkrecht zur ersten nach Südosten.

f. In dem Gebiet zwischen den beiden Richtungen machte sich hingegen keine Wasserentziehung bemerkbar.

Die vorstehenden Beobachtungen ergeben, daß sich infolge der Wasserdurchbrüche von 1892 ab ein Zulauftrichter gebildet hat, der sich über ein großes nordöstlich und ein zweites südöstlich verlaufendes Kluftsystem hinzieht. Durch die spätern neuen Wasserdurchbrüche ist der Zulauftrichter und damit das Gebiet der Wasserentziehung größer geworden.

Weitere Wege für Untersuchungen bei Grundwasserdurchbrüchen in die Grubenbaue.

Bohrungen können durchweg nur vorgenommen werden, wenn sich das Grundwasser in lockern Ablagerungen befindet. Da immerhin eine größere Anzahl notwendig ist, würden Bohrungen in festem Gebirge im allgemeinen zu kostspielig sein. Hier muß man versuchen, andere Wege einzuschlagen. Sie sind bis jetzt aber noch nicht begangen worden. Mögliche Versuche, mit denen ich in einigen Fällen bereits begonnen habe, will ich hier kurz andeuten.

Zur Feststellung, ob die in der Grube vorliegenden Wasser dem Karbon entstammen oder aus dem Kreidegebirge in jenes durchgebrochen sind, habe ich mich in einem Fall der Temperatur des Wassers bedient. Sie wurde an den Stellen gemessen, an denen das Wasser in der Grube aus dem Gestein hervorbrach. Mit Hilfe der geothermischen Tiefenstufe läßt sich im großen feststellen, welche Mindesttemperatur das Gestein und damit das dem Steinkohlengebirge entstammende Wasser haben müßten. Zur genauen Feststellung der Temperatur könnte man gegebenenfalls durch Gesteintemperaturmessungen gelangen. Zeigt sich ein größerer Gegensatz zwischen dieser Zahl und der Messung nach unten hin, dann kann das Grubenwasser nur höhern Schichten des Deckgebirges entstammen.

Abgesehen von der Temperatur des einbrechenden Wassers könnte bei den Untersuchungen seine chemische Analyse von Bedeutung sein. Auch in dieser Richtung habe ich Versuche angestellt, kann aber über das Ergebnis noch nichts mitteilen.

Endlich könnten in dazu geeigneten Fällen Färberversuche des entweichenden Wassers, etwa mit Fluoreszeïn, und die Prüfung, wo es zum Vorschein kommt, von Wichtigkeit sein.

Zusammenfassung.

Gegenüber dem bisher üblichen Verfahren bei den gutachterlichen Feststellungen in Grundwasserschädigungsprozessen, das auf einem Vergleich der Zeugenaussagen und der Gutachterbeobachtungen beruht, sind tunlichst objektive Beobachtungsunterlagen beizubringen. Grundwasserschädigungen treten in positiver Art bei gleichmäßigen Bodensenkungen größern Umfanges auf (positive Grundwasserverschiebung) und stellen sich in negativer Form bei ungleichmäßigen Bodensenkungen (negative Grundwasserverschiebung) und vor allem beim Bruch der wassertragenden Schicht (Grundwasserentziehung) ein. Positive Grundwasserverschiebungen sind durchweg so leicht festzustellen, daß sie nur selten Gegenstand der Klage bilden. Negative Grundwasserverschiebungen gehören zu den Seltenheiten. Ihre Feststellung ist einwandfrei durch Bohrungen möglich. Grundwasserentziehung infolge Verletzung der wassertragenden Schicht kann sich einmal in einer gleichmäßigen Herabziehung des Grundwasserspiegels äußern. Diese bei sehr schwacher Verletzung der wassertragenden Schicht auftretenden Erscheinungen bedürfen noch der Aufklärung; sie sind aber jedenfalls selten. Bei der zweiten Art der Grundwasserentziehung, wie sie gewöhnlich vorliegt, müssen sich über der Wasserdurchbruchstelle Zulauftrichter in ganz ähnlicher Weise bilden, wie sie bei starker Wasserentnahme an den Bohrlöchern und Brunnen der Wasserwerke auftreten und hier seit langem beobachtet worden sind. Zur Feststellung der Tatsache dieser häufigsten und wichtigsten Art der Grundwasserentziehung durch den Bergbau ist mithin der Zulauftrichter des Durchbruches festzulegen. Die Lage des Zulauftrichters ist vor allem dann von Bedeutung, wenn mehrere Zechen als Ursache der Grundwasserentziehung in Frage kommen. Bei solchen Grundwasserentziehungen in festem Gestein, bei denen infolge der zu erheblichen Bohrkosten der Nachweis des Zulauftrichters unterbleiben muß, sind möglichst Grundwasserfärbungen, -analysen und -temperaturmessungen heranzuziehen.