

lichen Bergwerk von Riddersk verhüttet, in der Hütte von Smejwsk wird Silber auf elektrolytischem Wege gewonnen. Das Bergwerk von Riddersk liefert 49,15 bis 57,34 kg (3 bis 3½ Pud) Blicksilber jährlich, in der Smejwischen Hütte wurden im Jahre 1902 2508 kg (153 Pud 4 ⌘ 52 Solotnik) Silber gewonnen. Der Niedergang der Silberausbeute im Altaibezirk soll teilweise durch Abnahme des Silbergehaltes der Erze, durch Entwaldung und dadurch bewirkten Brennstoffmangel, durch Abwesenheit einer Bahnverbindung für die Zufuhr von Steinkohle aus den Kusnezkschen Kohlenbecken, durch Arbeitermangel u. s. w. hervorgerufen worden sein.

Kupfer wird aus den reicheren Erzen ausgeschmolzen, aus den ärmeren in Form von Zementkupfer auf elektrolytischem Wege gewonnen. Zur Zeit bestehen im Altai drei staatliche Werke, die zusammen bis 17 670 Pud oder 289,45 t Kupfer jährlich liefern.

Zwischen dem Salairskischen und Alatau-Gebirgsrücken liegt das Kohlenbecken von Kusnezsk, dessen Flächenausdehnung etwa 40 000 Quadratwerst oder 45 520 km<sup>2</sup> beträgt. Nach Norden erstreckt sich das Becken fast bis zur Stadt Tomsk, die Südgrenze wird durch eine Linie gebildet, die etwa 70 km südlich der Stadt Kusnezsk liegt. Durch den Flusslauf des Tom wird das Becken in zwei Teile geschieden. Im südöstlichen Teil sind in der Umgebung des Dorfes Kaltanskoi Kohlenflöze bis 15 m (7 Faden) Mächtigkeit, im südwestlichen Teil bei Beresowka 18 Flöze von 0,76 bis 10,70 m (2½ Fuß bis 5 Faden), bei Kostenskoi 9 Flöze von 0,90 bis 9,60 m (3 Fuß bis 4½ Faden) Mächtigkeit nachgewiesen worden. Die stark einfallenden Flöze des nördlichen Kohlenbeckens besitzen stellenweise eine größere Mächtigkeit als die des südlichen Beckens. Dort wird in den Gruben von Koltshuginsk

der Ostsibirischen Gesellschaft und von Botschatsk des Gurgewer Eisenhüttenwerks Kohle bereits seit vielen Jahren hauptsächlich für metallurgische Zwecke abgebaut. Teils sind es echte Kokskohlen, teils Halbanthrazite. Die gesamte Steinkohlenausbeute im Kusnezkschen Becken betrug im Jahre 1900 4 625 798 Pud oder 75 776 t.

Eine Fortsetzung des Kusnezkschen Beckens bilden die Kohlenlagerstätten von Sudschenka südlich der Stadt Tomsk unweit der Eisenbahnstation Sudschenka. Steinkohle wird dort hauptsächlich für Zwecke der sibirischen Eisenbahn in einer staatlichen und zwei Privatgruben abgebaut, die im Jahre 1902 zusammen 9 109 591 Pud oder 149 226 t Kohle förderten.

Seesalz wird im Altaigebiet aus einigen im südwestlichen Teil belegenen Seen (Burlinsk- und Borowoseen) unter staatlicher Aufsicht gewonnen, aus anderen Seen ohne staatliche Aufsicht von den Anwohnern für den eigenen Bedarf ausgebeutet. Aus dem See von Burlinsk werden etwa 9830 bis 13 105 t (600 000 bis 800 000 Pud), aus den Borowoseen 3275 bis 7375 t (200 000 bis 450 000 Pud) Kochsalz im Jahr gewonnen.

Eine Entwicklung des Bergwesens und der Hüttenindustrie im Altaigebiet steht erst zu erwarten, wenn die geplante Verbindung der sibirischen Eisenbahn mit der mittelasiatischen stattgefunden haben wird und von dieser Linie Zufuhrbahnen zum Kusnezkschen Kohlenbecken und den Erzlagerstätten des Altai abzweigen werden. Erst dann wird es möglich sein, die Besiedlung der Altailändereien in die Wege zu leiten, Arbeiter für das Berg- und Hüttenwesen heranzubilden, die Aufbereitung der Erze durch geeignete Maschinen und Geräte und die Verhüttung durch Steinkohle aus dem Kusnezkschen Becken zu bewerkstelligen.

## Die Ausnützung nicht fündiger Bohrlöcher zu Mineralquellen.

Vortrag von Geh. Bergrat **Tecklenburg**, Darmstadt, gehalten auf der XX. Wanderversammlung der Bohringenieur in Nürnberg am 10. September 1906.

In meinem siebenten Vortrag, welchen ich vor Ihnen zu halten die Ehre habe, möchte ich Ihre Aufmerksamkeit auf das Ausnützen der Bohrlöcher zu Mineralquellen lenken. Ich erwähne dabei absichtlich weniger das, was die Literatur bereits gebracht hat, als vielmehr Tatsächliches, was ich selbst gesehen habe. Ich gebe nur Notizen von Quellen und Bädern, die ich persönlich kennen gelernt habe. Das dürfte ja wohl auch das Interessante an einem solchen Vortrag sein, dass er Blicke in die Praxis gestattet.

Hat man in einem Bohrloch von oft bedeutender Tiefe das gewünschte Mineral nicht oder in nicht genügender Menge gefunden, dann gibt man das Bohrloch gewöhnlich auf, zieht die Röhren aus und lässt das Bohrloch offen stehen, dem eigenen Verfall anheimgegeben, oder man wirft es zu oder verlettet es nach eigener oder staatlich angeordneter Methode. Besondere Vorschriften zum Zuwerfen und Verletten der Bohrlöcher sind ja bekanntlich in Preußen, Hessen und anderen Staaten erlassen worden. Wenn in dem Bohr-

loch keine nutzbaren Mineralien gefunden wurden, dann erscheint es überflüssig, das Bohrloch regelrecht zu verfüllen, denn dann ist an der betreffenden Stelle ein Bergbau überhaupt nicht zu erwarten.

Ich möchte nun den Vorschlag machen, in solchen Bohrlöchern die Röhren vorerst ganz oder teilweise zu belassen und die Quellen anzusaugen. Es lässt sich dies ja nicht bei allen Bohrlöchern, aber bei vielen mit Erfolg ausführen. In manchen Fällen wird man wunderschöne Resultate erzielen.

Die Mineralquellen, welche auf diese Weise erschlossen werden, sind oft wertvoller als die gesuchten Lagerstätten, denn sie können viele Jahrhunderte lang den Menschen Genesung von schweren Krankheiten bringen.

Das von der Oberfläche aus durch Dungstoffe verunreinigte Wasser der jetzt Mode gewordenen Wasserleitungen mit Sammeldrainageröhren lässt sich als Trinkwasser gesundheitlich nicht mit dem Wasser vergleichen, das hunderte von Metern aus der Erde zu uns heraufsteigt.

Wasser und Erdöl sind Füllflüssigkeiten, welche sich in den Poren und Spalten der Erde heruntreiben. Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Schwefelwasserstoff sind Füllgase, die den Füllflüssigkeiten Gesellschaft leisten und sich mit ihnen mischen.

Wenn erdwarms Wasser unter großem Druck mit den Gesteinen Weltenjahre lang in Berührung bleibt, löst es von diesen auf, was es kann, und wird mineralisch. Es sättigt sich möglichst mit Gasen und hat wegen seiner höheren Temperatur und seines geringeren spezifischen Gewichtes als Gasgemisch Auftrieb nach oben. Findet es ein offenes Bohrloch, in dem ihm der Weg gebahnt wird, dann steigt es nach oben und fließt bei genügendem hydrostatischen Druck konstant aus. Wir müssen in der Tiefe besonders sich weit verbreitende soothaltige Grundwasserströme annehmen, welche von noch vorhandenen oder schon verwaschenen Salzlagern stammen. Treffen diese Soolströme mit leicht löslichen Kalkmassen zusammen, dann entwickeln sie Kohlensäure und treten, wenn sie von einem Bohrloch getroffen werden, meist als Soolsprudel zu Tag.

Kohlensäure und überhaupt Erdgase sind ja ausgezeichnete Hilfsmittel zum Heben der Quellen. Sie mischen sich mit dem Wasser, das Gemisch wird spezifisch leichter als das reine Grundwasser und muss sich im Verhältnis seines geringeren spezifischen Gewichtes dem hydrostatischen Druck entsprechend höher heben, als das gewöhnliche Grundwasser. Liegt der Wasserspiegel des Gemisches über Terrain, dann springt die Quelle.

Freier Ablauf der Quellen. Das wärmere Wasser in der Tiefe wird sich seinen Weg zu Tag aber nicht von selbst bahnen, da es in dem Bohrloch durch einen Pfropf von kaltem Wasser nach oben abgeschlossen ist. Nur wenn es mechanisch angesogen wird und der bedeckende Pfropf entfernt ist, wenn das Tiefenwasser seinen Weg nach oben angetreten hat und frei auslaufen kann, dann wird es, vorausgesetzt, dass sein Wärmegrad genügt, konstant weiter ausfließen. Der Zutritt der kälteren Tagewässer muss dann aber in den oberen Schichten durch Verrohrung abgeschnitten sein. Das Ansaugen der Quellen ist also das, was regelmäßig nicht geschieht und was ich stets empfehlen möchte. Wenigstens sollte man immer einen Versuch machen. Soviel ist das Resultat, welches vielfach erreicht werden kann, gewiss wert.

Bei dem Ausnützen eines Bohrloches für eine Mineralquelle ist es vor allem geboten, sich nach dem zunächst liegenden Wasserlauf im Taltiefsten umzusehen und seinen Wasserspiegel, sowie den ruhenden Wasserspiegel in dem Bohrloch einzunivellieren und daraus zu berechnen, ob das Wasser in dem Bohrloch noch frei nach der nicht zu entfernt liegenden tiefsten Stelle des Wasserlaufs abfließen kann.

Wenn der Wasserspiegel der Quelle nur wenig höher liegt als der Wasserspiegel der tiefsten Ablaufstelle und nicht zu entfernt davon ist, dann kann man einen Graben oder einen Stollen, eine Rösche, Kanal oder Rohrleitung von der Quelle zu der tiefsten Ablaufstelle führen und einen konstanten natürlichen Ablauf

erzielen. In manchen Fällen kann man auch dadurch noch etwas Ablaufhöhe gewinnen, dass man den vorhandenen Wasserlauf tiefer legt.

Der Auslauf braucht nicht hoch über dem Abfluss zu liegen.

Wenn man gerade noch ein Trinkglas von 200 bis 300 Gramm Inhalt unter den Auslauf halten kann, das sich in absehbarer Zeit mit dem köstlichen Nass füllt, dann ist der geduldige Badegast zufrieden. Er sieht sich einem Naturwunder gegenüber, über das er nicht raisonnieren kann.

Der Ausfluss der Quellen kann also aus hochgelegenen Röhren stattfinden, wie am Bonifaziusbrunnen in Salzschlirf, in Bad Ems u. a. O., oder aus hochgelegenen Schalen, aus denen das Wasser überfließt (Bad Nauheim) oder aus tiefliegenden Röhren oder aus am Boden angebrachten Glasschalen, aus denen man schöpfen muss, wie in Bad Homburg.

Das Ansaugen der Quellen. Zum Ansaugen einer Mineralquelle kann man eine gewöhnliche Saug- und Hubpumpe in das Bohrloch senken, ähnlich wie die Wimpfener Pumpe, die ich in meinem Buch beschrieben habe. Man wird damit in der Regel die Quelle zum Überlaufen bringen, aber oft nicht vermeiden können, dass sich auf die Quelle, während die Pumpe ruht oder ausgebaut wird, wieder ein Süßwasserpfropf setzt, der den dauernden Austritt der Quelle verhindert.

Die beste Methode, um eine Mineralquelle anzusaugen, ist die mit der Schlammbüchse. Eine schwere Schlammbüchse wird außen gegen die Futterröhrentour, die gleich weit bis zum Quellenzutrittsgebiet niedergehen muss, durch Hanf-, Leder- oder Gummiringe oder Manschetten abgedichtet und an einem sehr soliden Seil bis zur Unterkante der Futterröhrentour niedergelassen. Dann wird das Seil, bezw. die Ventilbüchse mittels Dampfhaspels so rasch wie irgend möglich in einem Zuge bis über den Bohrlochsmund in die Höhe gerissen, so dass die Ventilbüchse oben frei hängt. Dies Manöver wird mehrmals wiederholt, bis das Wasser über dem Bohrloch frei ausfließt.

Die Methode bietet den großen Vorteil, dass das Wasser aus dem unteren Teil des Bohrloches so rasch wie irgend möglich aus dem Erdreich angesogen und veranlaßt wird, ohne Unterbrechung rasch in die Höhe zu steigen und oben überzufließen. Natürlich muss die Futterröhrentour unten gegen das Gebirge abgedichtet sein, damit kein oder möglichst wenig Wasser aus den oberen Schichten durch das rapide Ansaugen mitgerissen wird.

Wenn mit verschiedenen Weiten verrohrt oder das Bohrloch auszementiert ist, dann muss man für das Ansaugen mit der Ventilbüchse eine besondere, innen glatte Röhrentour einschieben, die unten gegen das Gebirge abgedichtet wird.

Bei dieser Methode bekommt das Wasser beim Ansaugen keine Ruhepause oder gar Rückschlag, wie bei der Saug- und Hubpumpe. Auch wird durch das rasche gleichmäßige Ansaugen das Wasser mehr veranlasst, alle Hindernisse, welche ihm in den Poren und

Spalten der Erde den Zutritt verwehren, wegzuspülen und sich für seinen Einlauf in das Bohrloch Kanäle zu schaffen.

Nicht ungeeignet für das Auspumpen von Mineralquellen ist auch die Mammuthpumpe, weil sie ein gleichmäßiges Ansaugen ohne Rückschlag und Ruhepause gestattet und einen stets aufsteigenden Strom erzeugt. Auch ist wohl nicht zu fürchten, dass die Druckluft unten dem Zutritt der Quelle hinderlich ist.

Pumpbetrieb. Wenn man keinen natürlichen freien Abfluss, der das Beste auch für die Quelle ist, erzielen kann, dann muss man sich zum maschinellen Heben des Mineralwassers entschließen.

Die meisten dauernden Pumpwerke werden in der Weise angelegt, dass man einen Schacht bis zum Grundwasserspiegel abteuft und in diesen eine Saug- und Druckpumpe stellt. Das Saugrohr senkt man in das Bohrrohr. Der Wasserspiegel in dem Bohrloch darf sich dann aber beim Betrieb nicht über 8 m senken, sonst reißt die Wassersäule ab. In Salzschlirf ist z. B. der Saugkorb etwa 7 m tief in die Bohrröhre des Soolsprudels versenkt.

Durch das Auslaufen oder Auspumpen von Mineralquellen aus tiefen Bohrlöchern wird der Grundwasserspiegel in der Umgebung der Quellen kaum verändert.

Weite des Bohrloches und Verrohrung. Bei der Spülbohrung sind die Bohrlöcher für den Auftrieb des Bohrmehls meist viel zu weit. Der Bohrschmant kommt vielfach in Form von feiner Schlammtrübe oder ganz feinem Sand zu Tag, weil der Spülstrom immer weniger tragfähig wird, je mehr sich sein Querschnitt nach oben vergrößert. Für Mineralquellen ist eine sich nach oben erweiternde Verrohrung vollständig ungeeignet. Am besten ist die eingeschobene Röhrentour von oben bis unten gleichweit und innen glatt. Sie darf nicht zu weit und nicht zu eng sein. Bei Sole ist Kupferrohr zu verwenden, da dieses sich in langen Jahren durch den Einfluss des Salzwassers nicht verändert. Ein lichter Durchmesser von 8 bis 12 cm ist in vielen Fällen zweckmäßig.

Verschiedene Quellen aus einem Bohrloch. Wenn man in ein Bohrloch Röhrentouren von so verschiedenen Dimensionen einschickt, dass die Zwischenräume zwischen den einzelnen Röhrenzügen ein Durchdrängen des Wassers gestatten und man dichtet die einzelnen Röhrenzüge, von welchen die inneren immer die wesentlich längeren sein müssen, gegen das Gebirge ab, dann fließen im günstigen Falle verschieden warme und verschieden zusammengesetzte Mineralquellen aus den einzelnen oben und unten abgedichteten Bohrlochstrecken gleichzeitig aus demselben Bohrloch aus. Diese Aufgabe hat der verstorbene Professor Steiner bei Bilin seinerzeit gelöst.

Die Dauer der Quellen (Ab- und Zunahme). Die Dauer der Quellen ist sehr verschieden. In der Regel schwankt die Ergiebigkeit derselben in den verschiedenen Jahreszeiten und nimmt in langen Zeiträumen ganz allmählich ab. Das anfängliche Aufsprudeln der Quellen hält oft nicht lange an. Der Wasserspiegel der Quelle ist daher längere Zeit fortgesetzt zu beob-

achten und zu messen, um festzustellen, ob die Quelle konstant bleibt.

In vielen Fällen wird sich der Ausfluss der Quellen nach deren Erschließung vermehren, da sich das zudringende Wasser seine Zuflusskanäle weiter ausspült. Es wird dies oft lange Jahre hindurch geschehen oder der Zufluss wird wenigstens konstant bleiben, bis ein Abnehmen des Wasservorrats eintritt, was um so weniger zu befürchten ist, je tiefer der Quellenzutritt unter der Erdoberfläche liegt.

Wenn man bedenkt, dass die Becken oder Hohlräume, in welchen die Mineralquellen entstehen, im Vergleich zu dem Auslauf unendlich groß sind, dann kann man das Gleichbleiben mancher Quellen in Bezug auf Quantität und Qualität während langer Zeiträume wohl verstehen.

Eine Erhöhung der Quellenergiebigkeit kann manchmal durch Nachbohren, Erweitern oder Vertiefen der Bohrlöcher erreicht werden.

Schüttung der Quellen. Die Anforderungen, welche man bezüglich der Quantität an die Trinkquellen stellt, sind nicht hoch. Wenn eine Trinkquelle  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Sek./l Mineralwasser liefert, dann kann sie bereits berühmter werden, wie der größte Gelehrte unserer Zeit. Von einer Badequelle dagegen wird mehr verlangt. Sie muss schon 10 bis 20 Sek./l abgeben können, wenn sie volle Anerkennung finden will.

Zu einem Wannenbad sind 250 bis 500 l Wasser erforderlich. Wo man noch im Vollen wirtschaftet, kommt es auf eine Anzahl Liter nicht an. Man gestattet dem Badepublikum große Badewannen, damit es sich von dem Überfluss überzeugen kann. Wo das Badewasser anfängt knapp zu werden, macht man die Badebütten kleiner und wechselt in der Form. Man hat sehr lange Bütten für große Herren und breite bauchige für etwas stärkere Damen. In Bad Nauheim werden in der Hochsaison über 3000 Bäder täglich verabfolgt.

Wenn das Wasser für die Bäder nicht genügt, sammelt man dasselbe sehr zweckmäßig des Nachts in unterirdischen Reservoirs. In Kissingen liefern der Rakoczy 15 bis 80, der Pandur 10 bis 30 und die Maxquelle 4 bis 30 Min./l Wasser. Es erscheint dies im Vergleich mit den Schüttungen der Trinkquellen in anderen Bädern ungemein viel. Der Runderbrunnen, der zu Badezwecken benützt wird, bleibt so lange gleich, wie gepumpt wird, sonst intermittiert er. Normal fließt er 14 Stunden über und bleibt ebensolange weg. Wenn er ankommt, wirft er 400 bis 500, ehe er verschwindet 300 bis 400 Min./l aus. Der Schönbornsprudel liefert 474 bis 555 Min./l Sole.

Salzschlirf, wo ich in diesem Sommer eine sehr erfolgreiche Kur gebrauchte, hat 72 Badewannen von 300 bis 500 l Inhalt. Rechnet man als Maximum zehn Füllungen pro Tag, dann würde man allerhöchstens einen Verbrauch von 360 m<sup>3</sup> Badewasser pro Tag haben. Salzschlirf verabfolgte in dem letzten Jahre 55.560 Bäder gegen 32.380 in 1900. Der Solsprudel daselbst liefert 3 Sek./l, der Bonifazius 13 Sek./l Wasser.

(Schluss folgt.)

des Nachstürzens flüssiger Stahlmassen in jene Hohlräume, welche in dem Gussstück durch Gasaustritt und Schwindung entstanden sind. In Verfolgung dieser Erkenntnis war man bestrebt, ein Mittel zu finden, welches den Stahl in den Aufguss- und Steigtrichtern länger als sonst flüssig erhält und hat neuester Zeit das Thermitverfahren in die Praxis eingeführt. Thermit ist eine Mischung von fein verteiltem Aluminium und Eisenoxyd, welches einmal angezündet, mit hoher Reaktionstemperatur brennt, ohne dass eine Zuführung von Gasen erforderlich ist und ohne dass gasförmige Verbrennungsprodukte entstehen; es findet hierbei eine metallische Ausscheidung des Eisens aus dem Eisenoxyd statt, während das Aluminium in Form von  $Al_2O_3$  mit der Ausfütterung des Guss-trichters als Silicat, als Schlacke, unbeschadet an der Oberfläche schwimmt. Das Thermitverfahren wurde auch noch insofern ausgedehnt, als man demselben auch Titan in der Absicht beimengte, die Blasen derart zu vermindern, dass der Stickstoffgehalt der atmosphärischen Luft als Cyanitan gebunden wird. Es ist ein altes Bestreben, die Lunkerhohlräumbildung in Gussstücken durch Warmhalten des oberen Teiles derselben zu bekämpfen; entweder durch direkt wirkende Gasfeuerung oder durch Heizung doppelwandiger Aufguss-trichter, oder durch Aufgießen von überhitzter Schlacke auf den Oberteil, um denselben so lange flüssig zu halten, bis der ganze Block erstarrt ist; hierbei hat man das Bestreben, Temperaturen zu erzielen, welche über den Schmelzpunkt des Stahls und Eisens hinausragen. Daran schließt sich das Pressverfahren an, welchem gemäß der frisch gegossene Ingot durch Anwendung hydraulischer Kraft in der entsprechend armierten Koquille gepresst und gestaucht wird; nach dem Harmetverfahren wird der Druck erst von unten gegen die konischen Koquillenwandungen zu ausgeübt und dann von oben eingestaucht. Die Sache ist für kurrente Betriebe zu umständlich und findet stellenweise Anwendung zur Beseitigung von Lunkern bei schweren Schmiedestücken.

e) Ein weiteres Bekämpfungsmittel der Blasen-ausscheidung ist das „Spanverfahren“. Während die vorige Methode bestrebt ist, den Stahl in den Aufguss-

und Steigtrichtern möglichst lange flüssig zu erhalten, beabsichtigt dieses Verfahren eine plötzliche aber nicht rationelle Abkühlung in der Gussform, um den Guss zu beruhigen; nicht rationell, weil diese Abkühlung in der Weise hervorgerufen wird, dass Späne oder Eisenabfälle vor oder während des Gießens in die Form eingeworfen werden, oft ungeschmolzen bleiben und den Zusammenhang des Gussstückes unterbrechen. Sie mindern in nicht kontrollierbarer Weise die Reaktionsgase und irritieren die Gruppierung der Blasenräume überhaupt durch deren Ablenkung von der Mittelachse eines Gussblockes in radialer Richtung gegen den Umfang zu. Den Gasen der Absorptionstheorie ist hierdurch der Weg zum Austritt ins Freie vorzeitig abgesperrt, ebenso den Feuchtigkeitseinschlüssen, herrührend aus nicht getrockneten oder nicht gewärmten Formen, und der größte Teil jener mit dem Pfannenstrahl in die Gussform mechanisch mitgerissenen Gase atmosphärischer Luft bleibt im Gussstück eingeschlossen.

f) Die Methodenach „Kurzwehnhardt-Bertrand“, nach dem österreichischen Patente Nr. 34 157, ist ein Privilegium auf die Fabrikation von Ingots kleinerer Querschnitte, zirka 90 bis 140  $mm^2$ , durch die Anwendung eines Hauptingots, an welchem zahlreiche, 30 bis 60 Neben- oder kleine Ingots hängen; es ist im Prinzip nichts anderes als das im Punkte (d) erörterte Verfahren vom Gassammler und flüssigen Stahlmagazin; natürlich muss der Hauptingot auf das Minimum seines Gewichtes reduziert werden, da er infolge seines Blasenreichtums nur ein Abfallprodukt abgibt.

Ich hoffe hiermit einen Beitrag zu den Erscheinungs- und Entstehungsursachen der Blasen und Lunker im Flusseisen und Flusstahl geliefert zu haben, unter Namhaftmachung der Mittel zur Beseitigung derselben, nämlich:

1. Durch Bekämpfung des Kohlenoxydes als Haupterreger der Reaktionsblasen,
2. durch trockene und gut angewärmte Gussformen zur Abwehr von Luft und Feuchtigkeitseinschlüssen, und
3. durch rasches Nachfüllen, resp. brachiales Einstauchen der entstandenen lunkerigen Hohlräume bei Gussstücken resp. Blöcken.

## Die Ausnützung nicht fündiger Bohrlöcher zu Mineralquellen.

Vortrag von Geh. Bergrat Tecklenburg, Darmstadt, gehalten auf der XX. Wanderversammlung der Bohringenieur in Nürnberg am 10. September 1906.

(Schluss von S. 602.)

Tiefe der Quellen. Die Tiefen, aus welchen die Quellen aufsteigen, sind bei den einzelnen Quellen eines Badeortes verschieden. So ist in Salzschlirf der Schwefelbrunnen 4  $m$ , der Tempelbrunnen 10  $m$ , der Kinderbrunnen 16  $m$ , der Bonifacius 40  $m$  und die Solquelle 310  $m$  tief.

In Bad Kissingen ist die Rakoczyquelle 2,5  $m$ , die Pandurquelle 3,30  $m$ , der Maxbrunnen zirka 10  $m$ , der Rundebunnen 94  $m$ , der Schönbornbrunnen 412  $m$  tief.

Die Badequellen in Bad Nauheim und Soden kommen aus Tiefen von ungefähr 200  $m$ , die Offenbacher Trinkquelle aus 270  $m$ , die Solquelle zu Orb aus etwa 300  $m$  Tiefe.

Das Kochbrunnenwasser in Wiesbaden ist 64° C warm, wenn es zu Tag tritt. Man kann also annehmen, dass es aus 2000  $m$  Tiefe durch Spalten aufsteigt.

Gebirge, aus welchen die Quellen stammen. Die Mineralquellen entstehen vielfach nicht in den

Schichten, in welchen sie angetroffen werden (Bad Nauheim, Salzschlirf, Vilbel). Die Mineralwässer haben sich in den angebohrten durchlässigen Schichten nur angesammelt. Ihre Entstehungsherde liegen oft viel tiefer oder auch seitlich.

Die Mineralquellen finden sich im Granit selten (Wildbad), im Silur und Devon sehr häufig (Wiesbaden, Ems, Soden, Nauheim, Kiedrich und viele andere), im Karbon wenig, in der Dyas mehr (Offenbach). In der Trias treten häufig Solquellen auf (Salzschlirf). Jura und Kreide sind nicht reich an Mineralquellen, dagegen sind in Tertiär, Diluvium und Alluvium oft zahlreiche Mineralquellen zu finden, weil sich die aus der Tiefe aufsteigenden mineralischen Wasser in den losen Schichten dieser Formationen ausbreiten.

Gegenseitige Beeinflussung der Quellen. Sehr interessant ist es, den Einfluss der Bohrquellen aufeinander zu bestimmen. Er hängt ab von: 1. dem Gestein im Untergrund und seiner Durchlässigkeit, 2. der Tiefe der Bohrlöcher, 3. der Entfernung der Bohrlöcher voneinander, 4. dem Auftrieb der Quellen, 5. dem Widerstand, welchen die Quellen in den Bohrlöchern finden, wie Verschlammung, Nachfall, sonstige Fremdkörper, Ockersatz u. dgl., 6. der innen glatten Verrohrung von genügender Tiefe, 7. dem Abschluss der Verrohrung gegen das Gestein, 8. dem Zutritt von Süßwasser und anderen.

Ich habe in der Praxis gefunden, dass zwei Sprudel, deren Entfernung dreimal so groß ist, wie ihre Gesamttiefe, im Buntsandsteingebiet ungedrosselt sehr gut nebeneinander bestehen können.

Zwei Quellen, welche nicht so weit voneinander entfernt sind, wie ihre Gesamttiefe beträgt, werden sich im Buntsandsteingebiet in ihrer Existenz gefährden.

In Gebirgen von gleicher Durchlässigkeit wie die des Buntsandsteins, werden also ähnliche Verhältnisse bezüglich der Quellenbeeinflussung anzunehmen sein. In dichterem Gebirge können die Quellen näher, in durchlässigerem weiter voneinander entfernt liegen.

Das Intermittieren der Quellen. Es gibt häufig Mineralquellen und besonders Solsprudel, welche intermittieren. Wenn also eine angepumpte, frei austretende Quelle einmal wegbleibt, braucht man keine Sorge wegen ihrer Dauer zu haben. Sie kommt entweder nach einiger Zeit, wenn sich die Kohlensäure in dem Wasser bis zu einem gewissen Grad angereichert hat, von selbst wieder oder sie kann leicht wieder aufgepumpt werden. Das Intermittieren hängt bei kohlenensäurehaltigen Quellen mit der wechselnden lebendigen Kraft des aufsteigenden, bald stark, bald schwach mit Kohlensäure gesättigten Sprudels zusammen. Bei gasfreien Quellen sind die bekannten Heberverhältnisse die Ursache des Intermittierens.

Gehalt der Quellen. Die Trinkquellen sind fast ausnahmslos Mischwasser. Die konzentrierteren Lösungen steigen aus der Tiefe auf und werden durch die in oberen Schichten zirkulierenden Süßwasser verdünnt. Der Gehalt an Mineralstoffen hängt sehr von der Tiefe

ab, aus welcher die Quelle aufsteigt. Jede Quelle hat ihre eigenartige Zusammensetzung.

Es muss also, wenn eine Quelle erschlossen ist, zunächst eine zuverlässige Analyse gemacht und verglichen werden, mit welcher bereits bekannten Heilquelle die Zusammensetzung der Quelle am meisten übereinstimmt.

Zu den Solbädern braucht man Sole von 2 bis 5% Salzgehalt. Man darf also, wenn man eine recht brauchbare Solquelle erschließen will, nicht zu tief bohren.

Die Temperatur und künstliche Erwärmung. Man nimmt ganz allgemein an, dass die Erdtemperatur auf 30 m Tiefe um 1° C zunimmt. Die Temperatur des Grundwassers in der Höhe des Grundwasserspiegels ist etwa 10° C, so dass die Temperatur des Wassers in 600 m Tiefe zum Beispiel zu 30° C anzunehmen sein würde. Natürlich gibt es je nach Gegend und geologischen Sonderverhältnissen eine große Zahl Ausnahmen, bei welchen diese allgemeine Norm nicht anzuwenden ist. In Kissingen beträgt die Temperatur der Hundeturmsole 18° C, der Schönbornsole 20° C.

Die Bäder werden gewöhnlich 30 bis 36° C warm gemacht. Wenn man eine Mineralquelle aus der Tiefe herausholen kann, welche 36° C hat oder noch wärmer ist, dann spart man die künstliche Erwärmung und kann um so lukrativer wirtschaften. Eine Wassertemperatur von 36° C würde aber normal bei etwa 780 m Tiefe zu erwarten sein.

Für die künstliche Erwärmung hat man Dampfheizungen entweder mit Heizkörper in der Zelle wie in Vilbel oder mit Heizröhren wie in Salzschlirf eingerichtet, bei denen die Kohlensäure in keiner Weise verloren geht, oder man erhitzt einen Teil der Sole und mischt warmes und kaltes Wasser in der Badewanne, wie in Bad Elmen.

Verwertung der Quellen. Für das allgemeine Wohl opfert sich selten jemand. Der Bohrunternehmer, bezw. der Besitzer des Bohrloches und der Quelle will in erster Linie seinen Verdienst bei dem Erbohren einer Mineralquelle vor sich sehen. Er schafft Werte und gibt sie dann am besten an leistungsfähige Finanzkräfte zur Ausbeutung ab.

Die Verwertung der Mineralwasserquellen kann nun dadurch geschehen, dass man 1. das Schöpfen und Füllen an Ort und Stelle gegen eine Vergütung gestattet, wie früher in Offenbach, Schwalheim und anderen Orten,

2. das Wasser in Flaschen oder Krüge füllt und versendet,

3. das Wasser verdampft, Pastillen herstellt und diese vertreibt,

4. ein oder mehrere Badehäuser, im Anfang möglichst einfach, baut und Bäder verabfolgt,

5. in der Umgebung der Quelle möglichst viel Terrain zu billigen Preisen ankauft und, wenn die Quelle anerkannt ist, zu wesentlich höheren Preisen zu Bauplätzen abgibt.

Zum Vertrieb des Wassers (2) ist nun vor allem eine ehrliche, geschickt eingeleitete Reklame erforderlich. Mit den rheinischen Heilquellen Selters, Apollinaris und vielen anderen erzielt man oft enorme Einnahmen.

Als Muster eines Anfangsbetriebes (4) kann ich Vilbel nennen. Dort sind nur wenige Badewannen aufgestellt und wurden im Jahre 1900 200, im Jahre 1905 bereits 5000 Bäder verabfolgt. Dass sich ein derartiges Unternehmen fast unbegrenzt erweitern lässt und dementsprechend eine hohe Rente abwerfen kann, ist in dem raschen Emporblühen einer Anzahl unserer Heilbäder vorbildlich gezeigt.

Durch Terrainspekulation sind oft große Summen verdient worden. Als ich 1877 die Badeverwaltung von Bad Nauheim hatte, konnte man den Morgen Land zu 600 bis 1000 Mark kaufen. Heute kostet er in guter Lage 60.000 Mark. Zu Salzschlirf sind die Bauplätze auch schon teurer geworden. In der Nähe des Badehauses kostet der Quadratmeter schon 22 Mark.

Mineralquellen sind überall in der Nähe der großen Städte anfänglich besser zu verwerten als auf dem Lande. Aber auch hier lässt sich je nach der Schönheit und gesunden Lage der Gegend mit einer Mineralquelle ein gutes Geschäft machen.

Auch wenn eine Mineralquelle keine Veranlassung zur Schaffung eines Weltbades gibt, wenn sie nur still in ihrer Umgebung heilkräftig wirkt, so dass sie Anerkennung findet, auch dann stiftet sie schon Segen genug. Wie viele Menschen sind nicht in der Lage, in Heilbäder zu reisen. Sie müssen also andere Heilmittel aufsuchen und wenn diese nicht genügen, ihre Leiden lebenslang ertragen, sofern nicht die Heilquelle zu ihnen kommt.

Der Wert einer Mineralquelle steigt sehr mit einem hohen Kohlensäuregehalt, der bei Gewittern und niederem Atmosphärendruck zunimmt. Aber auch Mineralquellen mit ganz geringer Kohlensäure sind zu verwerten, z. B. die Stahlquelle in König im Oldenwald.

Es empfiehlt sich im Anfang sehr, einfache billige Badehäuser mit recht vielen Zellen zu bauen, damit der Betrieb sich gleich rentiert und mit dem wachsenden Verdienst vergrößert werden kann. Ganz zu verwerfen ist es, von vornherein gleich Paläste zu bauen, welche nachher nur unrentabel bewirtschaftet werden können und dadurch das ganze Bad in Misskredit bringen.

Für die Entwicklung eines Bades ist in erster Linie eine ehrliche kräftige Reklame erforderlich. Alles andere macht sich von selbst. Der Heilapparat ist am besten von den Quellenbesitzern auszubilden und zu verwerten. Für das Unterkommen der Gäste kann im wesentlichen die Privatindustrie sorgen.

Als Vorbilder für die Verwertung der Quellen durch Abgabe von Bädern können Salzschlirf und Kissingen, für den Kurbetrieb durch Trinken an der Quelle Wiesbaden, für den Versand des Wassers Groß-Karben, Offenbach, für den Versand von Pastillen Ems und Soden und für die Spekulation in Terrain Bad Nauheim, Orb und viele andere genannt werden.

Man würde manchmal ein gutes Geschäft machen, wenn man ein tiefes Bohrloch abteufte, nur um warmes Wasser zu gewinnen. Für manche Industrie ist warmes Wasser von großer Bedeutung. Wenn das Bohrbrunnwasser auch nur wenige Grade wärmer ist als das Tagwasser, dann spart man doch regelmäßig und dauernd das Brennmaterial, um das Wasser auf die entsprechende Temperatur zu bringen.

Quellenschutz. Der Quellenschutz ist für den Verkauf der Quellen und deren Betrieb von der allergrößten Bedeutung. Es wäre zu wünschen, dass ein Gesetz über den Quellenschutz zustande käme. Ich bin durchaus nicht gegen die Festlegung von Schutzgebieten. Ich bin aber dafür, dass eine Feldessteuer, zum Teil etwa an den Staat und zum Teil an die Gemeinde zu zahlen wäre, damit die Schutzbezirke keine größere Ausdehnung bekommen und nicht auf längere Dauer genommen werden, als nötig ist.

Schluss. Wir Menschen können nicht genug Heilquellen haben. Auch sollten wir bedenken, dass unsere Haustiere und besonders die Pferde und das Rindvieh manchmal durch den Genuss von Heilquellen ihre Gesundheit wieder bekommen könnten, während für sie heute jedes noch so unreine Wasser als geeignet erachtet wird.

Der Verbrauch von Mineralwasser nimmt jedes Jahr wesentlich zu, trotzdem die Preise vielfach in die Höhe gehen. Ebenso wächst die Frequenz der Bäder in Deutschland in stark aufsteigendem Verhältnis. Wenn aber auch noch viele Badeorte entstehen, wird die Existenz der bereits bestehenden kaum gefährdet. Dagegen wird bei der jetzt vorherrschend günstigen Stimmung für Bäder der Zuzug von Fremden bedeutend vermehrt werden.

Es können in Deutschland z. B. längs des Taunusrandes und auch in anderen Ländern noch unendlich viele Mineralquellen erbohrt werden.

Das Geld, welches jetzt in unserem deutschen Vaterlande reichlicher denn je fließt, sollte man zu einem großen Teil für gesundheitsfördernde Mineralquellen und Bäder verwenden, damit es rentabel angelegt würde. Gesundheitszuwachs ist gleich Kapitalvermehrung.

Von größter wirtschaftlicher Bedeutung wäre es, wenn Deutschland den Ruf als das „Land der Heilquellen“ bekommen würde, wozu es vorwiegend geeignet erscheint.