

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 34 (1883)

Artikel: Ueber Quellenbildung
Autor: Bächtold
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-763877>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aufsätze.

Ueber Quellenbildung.

Von Bächtold.

Schon im Jahr 1878 hat Professor Dr. Otto Volger eine neue Theorie über Bildung von Quellen aufgestellt, die von Professor Dr. Friedr. Mohr kommentirt und veröffentlicht worden ist. So wichtig aber die Theorie in ihren Konsequenzen ist und so ungezwungen sie uns manchen Vorgang als selbstverständlich vor Augen führt, der uns sonst unklar oder gar unverständlich war, so wenig wurde dieselbe meines Wissens bis jetzt beachtet und erlaube ich mir, das hierauf Bezügliche hauptsächlich nach den Ausführungen Prof. Mohr's meinen verehrten Kollegen und sonstigen Lesern unserer Zeitschrift mitzutheilen, hoffend, es werde der Eint und Andre etwa Gelegenheit nehmen, die Richtigkeit der neuen Theorie an Hand von Beobachtungen zu konstatiren.

Es wird bis jetzt allgemein angenommen, dass alles Wasser auf der Erde, welches in Quellen, Bächen und Flüssen sich vorfindet und bewegt, vom Regen abstamme, dass es von diesem über die Erde verbreitet in den Boden eindringe, bis es auf eine undurchlässige Schicht komme, sich dort stauet und ansammle, oder, wo es zeitlich ausfließen könne, als Quelle hervortrete. Zwei Dinge, sagt man, sind es, welche sich der Beobachtung darbieten, der Regen und das Wasser im Erdboden, aber alles, was dazwischen liegt, ist unbekannt und dunkel. Diesen landläufigen Satz nun: „Alles Wasser, das im Erdboden ist, rührt vom Regenwasser her“, erklärt Volger als Irrthum und behauptet gerade das Gegentheil: „*Kein Wasser des Erdbodens rührt vom Regenwasser her*“.

Professor Mohr hat diese Theorie nun durch Versuche zu erhärten gesucht. Zuerst wird die jedem Gärtner bekannte Erfahrung angeführt, dass die Befeuchtung des Bodens beim stärksten

Sommerregen nicht viel tiefer als 30 *cm* dringt und dass, wenn man tiefer gräbt, sich nur trockener Boden vorfindet. Davon kann sich übrigens Jedermann überzeugen. Nach wenigen Stunden ist aber auch die grosse Menge Wasser in dieser Schicht theils durch Verdunstung, theils durch langsames Tieferdringen verschwunden. Um in dieser Richtung einen festen Anhalt zu haben, machte Mohr folgenden Versuch:

In eine zylindrische Glasröhre von 4,6 *cm* Weite, also 16,62 *cm*² Fläche, wurde lufttrockene, gesiebte Gartenerde auf 37 *cm* Höhe eingefüllt und im Ganzen 260 *cm*³ Wasser aufgegossen. Das Volumen der Erde betrug 614,94 *cm*³. Das Eindringen des Wassers in den Boden dauerte 3 Stunden. Es flossen durch den durchlöcherten Pfropf, mit dem die Röhre unten geschlossen war, wieder 12 *cm*³ Wasser ab und 248 *cm*³ blieben im Boden hängen. Diese letztern 248 *cm*³ nehmen im Zylinder eine Höhe von 14,92 *cm* ein, wenn sie unvertheilt in der Erde sind. Darnach würde ein Regen von 14,92 *cm* senkrechter Wasserhöhe nur 38—39 *cm* tief eindringen, um etwa noch einige Tropfen abfliessen zu lassen. Die ganze Menge des Wassers ist durch Adhäsion in den kapillaren Zwischenräumen des Bodens hängen geblieben. (Wie bei Blumentöpfen.) Ein sehr starker Regen bringt aber nur 1 *cm* Wasserhöhe mit und die höchste Regenmenge, welche innert 24 Stunden in einer Reihe von Jahren gefallen war, betrug 2,7 *cm*. (Bei uns haben wir allerdings schon stärkere Regen gesehen.) Die durchschnittliche Regenmenge jährlich beträgt für unsere Gegend ca. 1 *m* oder ca. 6^{1/2} mal mehr, als zum Durchtränken einer Erdschicht von 37 *cm* Dicke nothwendig war.

Diese Regenmenge, wenn sie hintereinander niederfiele, ohne dass etwas abfliessen würde, wäre den Boden also nur 2,4 *m* tief zu durchtränken im Stande. In Ragaz z. B. liegen aber die Brunnen, resp. das Niveau des Grundwassers mindestens 7,2 *m* unter der Erdoberfläche, so dass die Hohlräume des Boden bis zu einer Tiefe von 7,2 *m* im Stande wären, die Regenmenge von 3 Jahren aufzunehmen, ohne etwas abfliessen zu lassen. (Gute Gartenerde für die ganze Tiefe vorausgesetzt.)

Ausser der Unzulänglichkeit des Regens ist auch das Verhalten des Erdreiches dem Eindringen des Wassers sehr ungünstig. Der Widerstand, welchen die Adhäsion an die ungeheuer grossen Flächen in der fein vertheilten Erde bewirkt, wird zuletzt zu einem ab-

soluten Hinderniss der Bewegung. Wir sehen dies an den Dämmen der Flüsse. In vielen Rheingegenden, namentlich bei uns und in Holland, fließt der Rhein bis 3 *m* oder noch mehr höher, als das hinterliegende Ackerland und doch sind diese Dämme an den Aussenseiten nicht einmal feucht. An manchen Orten betreibt man Bergwerke unter dem Meeresboden, die nicht mehr Wasserandrang haben, als solche im Hochgebirge etc. Ein schönes Beispiel dieses Widerstandes gibt auch die Thatsache, dass bei schadhaft gewordenen Brunnenleitungen selbst auf ganz durchlassendem Boden das Wasser lieber an der Oberfläche senkrecht über der schadhaften Stelle zu Tage tritt, als dass es und zwar bei nur kleinen Quantitäten tiefer sickerte. Diese Thatsache hat Jeder etwa schon beobachtet.

Man hat dann aus Messungen berechnen wollen, dass die auf ein Flussgebiet fallende Regenmenge ausreichend sei, die Quellen, Bäche und Flüsse zu ernähren und daraus auf die Richtigkeit der landläufigen Quellentheorie geschlossen, dabei aber einen wesentlichen Umstand übersehen, nämlich die Verdunstung. (Auch der Wasserverbrauch der Kulturpflanzen wenigstens im Sommer fällt in Betracht.)

Nach einem in Rostock gemachten Versuche überwog nämlich die Verdunstung die Regenmenge während 5 Monaten um 33 *cm*. (54 *cm* Verdunstung und 21 *cm* Regenmenge.) Wenn diese Thatsache nun im Norden richtig ist, so kann man einen Schluss auf südliche Gegenden machen, wo es weniger regnet, resp. seltener und dagegen die Verdunstung in erhöhtem Maasse ununterbrochen fort dauert. Darnach ist es ganz unbegreiflich, woher die Flüsse ihr Wasser nehmen, wenn nicht noch eine andere Quelle des Wassers aufgefunden wird, welche nicht nur die Verdunstung, sondern auch den Lauf der Flüsse erklärt und diese *Quelle* ist von Volger in dem *Wasserdampf* oder *Gas* gefunden worden, welches seinen Gehalt an Wasser der Verdunstung des grossen Weltmeeres verdankt und durch die Winde über die ganze Erde verbreitet wird.

Die mit Wasserdampf beladene Luft dringt in die Zwischenräume des Bodens ein und hier findet die Störung des Gleichgewichts zwischen Luft und Wassergas statt. Diese Erscheinung würde unbegreiflich sein, wenn nicht schon andere Thatsachen der *Diffusion* genügend ermittelt und festgestellt wären. Zwischen je zwei Luftmengen nämlich, welche eine verschiedene chemische Mischung haben, findet eine ununterbrochene Bewegung und Aus-

gleichung der Mischung statt, bis Gleichheit erfolgt ist. In einem Raume, wo viele Gaslichter brennen und noch dazu Tausende von Menschen athmen, wie in einem gefüllten Theater, zeigt sich der Gehalt an Kohlensäure nur unmerklich grösser, als in freier Luft. Selbst durch die Wände hindurch geht die Ausgleichung zu unserm grössten Glücke beständig vor sich. Wenn man in einem geschlossenen Zimmer auf chemischem Wege grosse Mengen von Kohlensäure erzeugt, findet sich nach sehr kurzer Zeit nur noch ein unbedeutender Theil von dem, was da sein sollte. Im Kreuzbrunnen zu Marienbad sind von Prof. Pettenkofer Versuche angestellt worden, die dargethan haben, dass die sich dort ununterbrochen reichlich entwickelnde Kohlensäure so schnell verduftet, dass man schon 60 *cm* über dem Wasserspiegel fast keinen Mehrgehalt an Kohlensäure als in der atmosphärischen Luft vorfinde. Alle diese Thatsachen sprechen dafür, dass, wenn die feuchte Luft im Boden einen Theil ihres Gehalts an Wasser durch Niederschlag verloren hat, dieselbe augenblicklich gegen feuchte von oben ausgetauscht wird oder diffundirt, wie man also diesen Austausch nennt. Nun geht dieser Tauschprozess im Boden ununterbrochen vor sich und gestattet keinen Vergleich gegen die kurze Zeit des Regens. Der eigentliche Kern dieser neuen Theorie besteht also darin, dass das Wasser der Quellen, Bäche und Flüsse nicht tropfbar flüssig, sondern *dampfförmig* in die Erde gekommen ist und dort verdichtet wurde. Es soll damit nicht gesagt sein, dass die Erscheinungen eines Platzregens oder Wolkenbruches, wo man das Wasser vom Himmel bis in den Bach verfolgen kann, ebenfalls dahin zu stellen sind, im Gegentheil, die trübe oberirdische Flut ist *unzweifelhaft* als Wasser und nicht als Dampf auf die Erde gelangt, allein davon schwillt höchstens ein Bach, weniger ein Fluss an und die Hochflut ist in wenigen Stunden verronnen; während der ruhige Bach immer hell weiter fliesst. Wenn nun in der That das Wasser nicht als flüssiges in den Boden kommen kann, so bleibt denn keine andere Möglichkeit übrig, als dass es als Dampf hineingelange, weil ein Drittes nicht existirt, da das Wasser als Schnee und Eis noch weniger den Weg in den Boden finden kann.

Von den Flüssen, welche Deutschland durchfliessen, ist der Rhein der einzige, welcher aus Gletschern entspringt, denn die Donau hat nur Gletscherzuflüsse durch den Inn. Aber selbst das aus den Gletschern abfliessende Wasser ist nur zum Theil

geschmolzener Schnee und Eis. Die über dem Mittelmeer mit Wasserdampf beladene Luft wird durch die Gletscher unter den Thaupunkt abgekühlt und gibt den grössten Theil des aufgelösten Wassers an das auf dem Nullpunkt stehende Wasser von geschmolzenen Eis und Schnee ab.

So fliesst also aus den Gletschern eine weit grössere Menge Wasser ab, als ihrem Verlust an Eis entsprechen würde. Nur so kann man es sich erklären, wie so eine ungeheure Menge Wasser aus den Gletschern ausfliessen kann, ohne dass man eine entsprechende Abnahme derselben wahrnimmt. Der Bach des Rhonegletschers könnte sogleich schiffbar sein, wenn er ruhiger fliessen würde, das Wasser hätte er dazu. Der hohe Theil des bis zu 1800 *m* ansteigenden Mittelgebirges auf der Insel Cypren ist von reichlichen Bächen und Waldströmen durchflossen. Da nun hier kein Schnee liegt und Regen nur selten fällt, so ist all' dieses Wasser aus der Luft verdichtetes. Die Höhen wirken, durch Ausstrahlung abgekühlt, kondensirend auf den Wasserdampf der Luft und, da beide Bedingungen das ganze Jahr hindurch wirksam sind, so ist ersichtlich, dass auch ohne Regenfall die Waldbäche fliessen müssen. Aber auch die Grösse der Verdunstung zeigt sich dadurch, dass nur ein kleiner Theil von diesem vielen Wasser in das Meer gelangt und das meiste in den fast trocken liegenden Flussbetten der Niederungen versinkt und verdunstet.

Sieht man von den Flüssen ab, welche von Gletschern gespeist werden, so findet man, dass z. B. die Mosel, der Main, der Nekar etc. immer wasserreicher werden bis zu ihrem Ausfluss und dass die grössern Zuflüsse der Mosel, wie die Meurthe, die Saar, die Sauer, so wasserreich sie sind, gar keine oberirdischen Zuflüsse haben. Wir finden nun, dass die Flüsse und Bäche unter ihrem Niveau von zufließendem Grundwasser der umgebenden Länder genährt werden. Dieses Grundwasser steht natürlich höher als der Fluss, weil dieser das tiefste Gerinne des Landes ist und da sich beständig Wasser im Boden verdichtet, so muss es auch abfliessen und dies geschieht im ganzen Flussgebiet erst in die Nebengerinne, dann mit dem Hauptfluss in's Meer. Mohr erzählt, im Jahre 1846 war in einem sehr heissen Sommer während vier Monaten kein Regen gefallen und dennoch flossen alle Flüsse, wenn auch seicht, weiter; von oberirdischem Zufluss konnte keine Rede sein. Die Bäche führten natürlich nur Bodenwasser und der Fluss nahm die Bäche

auf und das Grundwasser, welches ihm auf seinem ganzen Laufe von beiden Seiten zufließt. Eine Ortschaft kann ihre Brunnen (natürlich Senkbrunnen) in gewöhnlicher Tiefe haben, wenn sie schon mehrere hundert Meter über dem Hauptfluss liegt. So stehen die Brunnen im ganzen Rheinthale höher als das Niveau des Rheines und fließen demselben zu, was durch genaue Messungen bestätigt wurde. Die Wasserleitung des Bonner Wasserwerkes hat ihren Brunnen nur 30 *m* vom Rhein angelegt, schöpft aber trotzdem kein Rheinwasser, sondern Landwasser, welches soviel Kalk enthält, wie die Brunnen in Bonn selbst, während der Rhein nur kleine Mengen zeigt. Es fließt also Wasser vom Brunnen unterirdisch in den Rhein und nicht von diesem in den Brunnen, was auch schon deswegen unmöglich ist, weil es in diesem Falle steigen müsste. Bei allfälligem Hinterwasser ist aber gerade das Umgekehrte der Fall. Mohr führt eine ganze Menge von Seen und Weirern an, welche alle keine sichtbaren oberirdischen Zuflüsse haben, wohl aber und mitunter ziemlich bedeutende Ausflüsse, wie der Lacher-See, die Maare in der Eifel, der Moosbrucher Weier, der Aachensee u. A. m., welchen wir für unsere Gegend noch den Voralpsee auf der Grabser Alp, die Seen auf der Oberterzer Alp, die Murgseen und noch viele Andere anreihen können, die alle keine oder doch nicht nennenswerthe sichtbare Zuflüsse zeigen, wohl aber mitunter bedeutende Abflüsse. (Murgbach.) Viele Quellen und Flüsse im Bezirk Sargans flossen im Winter 1880/81 entweder gar nicht oder doch äusserst spärlich und im Sommer darauf, trotz des Regenmangels sowie Schneemangels, sehr reichlich. Sodann wusste man schon lange, dass bei unsern Schweizerseen, trotz der grossen Verdunstung, die Ausflüsse bedeutender seien wie die Einflüsse, nun weiss man aber auch, dass es von dem auf der ganzen Länge zufließenden Grundwasser herrührt. (Diese Zuflüsse konnte man im Winter 1881/82 am Wallensee bei dem überaus kleinen Wasserstand desselben prächtig beobachten und zwar auf grosse Strecken hin und trotzdem bis in die höchsten Gipfel der Churfürsten kein Schnee lag, der etwa das Wasser geliefert hätte.)

Diese Betrachtung führt uns nothwendig auf die Drainage oder Tieferlegung des Bodenwassers durch locker aneinander geschobene Thonröhren.

Die Höhe des Grundwassers hängt von der Tiefe und Entfernung eines tiefern Thaales ab. Ist das Thal zu weit entfernt,

so wird der Widerstand des Abflusses so gross, dass das Grundwasser hoch steigen kann. Ragen die Wurzeln der Kulturpflanzen in das Grundwasser, so faulen viele und der Ackerbau ist nicht lohnend. Ohne natürlichen Abfluss hat die Drainage keinen Sinn. Man vermindert also durch die offenen Röhren das Hinderniss des Abflusses des Grundwassers und man hat schon vielfach die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass die Drainröhren eine Zeit lang vor dem Regen anfangen zu fliessen. Auch diese Thatsache wird durch die neue Theorie erklärt, indem vor dem Regen die Luft die grösste Feuchtigkeit zeigt. Unter Umständen kann das Grundwasser bis über die Oberfläche des Bodens steigen und sind solche Fälle mehrfach beobachtet worden.

Wahrscheinlich gehört hieher auch die zeitweise Versumpfung der Sarganserau und Melserau, welche man fälschlich dem Einfluss der Colmatage am Rhein zuschrieb. Es wird natürlich colmatirt, wenn der Rhein hoch geht und viel Schlammgehalt hat, wodann die Wasser des Rheines den Abfluss der Saar und mithin auch den der Giessen verhindern, wodurch das Grundwasser gestaut wird. Aus den genannten Sarganser und Melser Auen fliessen nämlich eine Anzahl Bäche, sogenannte Giessen, in den Rhein ab, resp. in die Saar, welche vom reinsten Grundwasser gespeist werden. Es wäre nun interessant, die Beimischungen des Colmatagewassers und des Giessenwassers chemisch prüfen zu lassen.

Mohr spricht dann im Weitern seine Meinung dahin aus, dass das Grundwasser im Boden kein Niveau hat, sondern an einem Orte höher und daneben tiefer liegen kann, dass die Feuchtigkeit im Boden immer zunimmt nach unten und dass eine ebene Wasseroberfläche erst dann entsteht, wenn man ein Loch gräbt; was freilich schwer zu beweisen ist, denn, wenn man ein Loch gräbt oder bohrt, so hat man auch schon den ersten Zustand aufgehoben. Immerhin wird von den Brunnengräbern bemerkt, dass, wenn sie nahe an der wassergebenden Schicht sind und schnell den Grund wegheben, die Wassersammlung erst nach einiger Zeit eintritt und dann noch eine Zeit lang zunimmt. Die angeführten Thatsachen bestätigen also Volger's neue Theorie, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen und nicht gerade unmittelbar nach einem Regen, unsere Bäche, Flüsse und Quellen nicht einen Tropfen Regenwasser enthalten, sondern nur solches Wasser, welches als Gas in den lockern Boden eingedrungen und dort durch die Wirkung fein vertheilter fester

Stoffe zu flüssigem Wasser verdichtet worden und in diesem Zustand dem Gesetz der Schwere folgend, den Weg nach der Tiefe sucht und findet.

Die Entstehung des Grundwassers ist auf diesem Wege für das Menschengeschlecht von ungemeinem Nutzen, denn ohne dieselbe würden viele Gegenden der Erde, insbesondere des Südens, wo es im Laufe des Jahres nur wenige Tage regnet, aus Mangel an Trinkwasser ganz unbewohnbar sein. Tiefwurzelnde Pflanzen, die Palmen und Hochstämme, leben von der Feuchtigkeit des Bodens, welche in jenen regenarmen Gegenden nur aus der Luft stammen kann. Einjährige flachwurzelnde Pflanzen, wie Cerealien, können dort durch Ausbleiben des Regens und daheriger Ueberschwemmungen, wie beim Nil, verkümmern und Hungersnoth veranlassen. Selbst bei uns kommen Erscheinungen vor, die man sich ohne die neue Theorie Volger's nicht zurechtlegen kann, wenn nach anhaltend regenleerer, warmer Witterung, wie im Sommer 1881, die Pflanzen des Feldes noch kräftig wachsen und strotzend stehn. Die Weinrebe, mit ihren tiefgehenden Wurzeln, leidet am wenigsten durch anhaltende Dürre und nur auf steilen Abhängen, wo Grundwasser nicht möglich ist, leidet sie durch zu lange Trockenheit dauernden Schaden. Wahrscheinlich entziehen die Wurzeln der feuchten zirkulirenden Luft ihren nothwendigen Wassergebrauch. Man erfuhr nämlich durch Zufall, dass die Wurzeln und mit ihnen natürlich die Bäume ohne Zufuhr von frischer Luft nicht gedeihen, was in Wien und seither noch manchenorts durch Absterben der Bäume einer vielbegangenen Allee, welches durch Festtreten des Bodens veranlasst wurde und wobei einzelne Bäume durch Lockerung des Bodens noch gerettet wurden, erwiesen worden ist. Dadurch findet auch das schlechte Wachsthum der Vegetation auf bindigem Boden seine Erklärung und wird ein Hauptgrundsatz der Landwirtschaft, nämlich die Bodenlockerung, auf schönste Weise bestätigt.

Einer der gewöhnlichen Einwände gegen die neue Theorie geht dahin, dass bei anhaltendem Regen Bäche und Flüsse schwellen und der Wasserspiegel in den Brunnen steigt. Die Thatsache ist unbestreitbar und wir sehen die trübe oberirdische Fluth in das Wassergerinne einlaufen, aber bei alledem kommt doch kein Tropfen Wasser in die 7—14 *m* tief liegenden Brunnen. Wenn die obere Erdschicht vom Regen durchfeuchtet ist, gelangt auch die in den

Boden eindringende Luft gesättigter, oder was noch mehr ist, ganz mit Wasserdampf gesättigt in die Tiefe und setzt mehr Wasser ab. Da sich das Grundwasser nur in die Flüsse entleeren kann, so muss es sich im Boden stauen, wenn die Flüsse steigen und ebenso muss es sinken, wenn die Flüsse durch anhaltende Trockenheit schwächer werden. In den mehrberührten Sarganser- und Melserauen, wo das Grundwasser ohnedem hoch steht, kann dieser Vorgang ganz gut beobachtet werden. Bei andauernder Lufttrockenheit kann nur wenig Wasser im Boden verdichtet werden und die Flüsse sinken, weil die Wasserzufuhr unter dem Wasserspiegel abnimmt. Daher kommt das Ausbleiben von Quellen und Flüssen erst im Winter und bei grosser langdauernder Kälte, wenn die Luft am trockensten ist.

Diese Betrachtungen lehren uns auch, dass das Grundwasser des Bodens nicht durch Filtration durch die ganze Erdschichte mit allen ihren todtten und lebenden Wesen hindurch gedrungen ist, sondern, dass es wie destillirtes Wasser betrachtet werden muss, welches nur von den unorganischen Bestandtheilen des Bodens einen gewissen Antheil aufgenommen hat. Es wäre sonst kaum begreiflich, sagt Mohr, wie Städte, welche schon lange bewohnt sind, noch trinkbares Wasser haben könnten. Die Stadt Köln, welche schon seit den Zeiten der Römer, also über 1800 Jahre bewohnt ist und wegen ihrer Lage auf ebenem Boden keine natürlichen Abflüsse hat, sondern ihr Schmutzwasser in sogenannte Schlinggruben abfliessen lässt und wo man erst in neuerer Zeit auf eine theilweise Kanalisation bedacht war, hat noch Brunnen mit sehr gutem Trinkwasser. Das aus dem Boden durch Pumpen gehobene Wasser hat meist einen ansehnlichen Gehalt an Kohlensäure, die es gerade zum Genusse tauglich macht, und dadurch unterscheidet es sich wesentlich von den Tagewässern, welche die Kohlensäure verloren und durch allerlei organische Substanzen beschmutzt worden sind, oder es wenigstens werden oder sein können. Sodann ist die Temperatur des Bodenwassers fast immer dieselbe, während die Tagewasser die Temperatur stark wechseln und in der That hält man auch *landläufig* die für die besten Brunnen, deren Wasser Sommer wie Winter fast dieselbe Temperatur zeigt.

Sehen wir nun, welchen Antheil der Wald einer Gegend an der Wasservertheilung hat. Schon seit lange hat man erkannt,

dass die Waldungen absolut nothwendig sind als Regulatoren des Wasserabflusses in den Flüssen sowohl, als auch der Quellen. Wir haben es hier nur mit dieser Richtung des Nutzens eines Waldes zu thun, ohne die Wirkung desselben auf die Temperaturverhältnisse, auf Verhütung von Hagelschlägen, auf die Fruchtbarkeit und Bewohnbarkeit eines Landes in's Auge zu fassen.

Es wird allgemein als richtig anerkannt, dass die Waldungen einen günstigen Einfluss auf die regelmässigeren Vertheilung des Regenfalles oder überhaupt der Niederschläge während der einzelnen Jahreszeiten ausüben. Die Regen sind häufiger, aber weniger heftig und verderblich. Im Ganzen ist, was durch längere Versuche nachgewiesen wurde, die Niederschlagsmenge auf bewaldetem Terrain grösser, als auf freiem Felde. Im Gebirge ist die Regenmenge eine grössere, als im Thale, einerseits, weil oben die mit Wasserdampf gesättigten Luftschichten mehr abgekühlt werden, anderseits aber, weil die Waldungen den über sie hinstreichenden Wolken und Luftschichten in vermehrtem Maasse auf mechanischem Wege Wasser zu entziehen vermögen, indem sie diesen einen Theil ihrer Geschwindigkeit entziehen und sie aufhalten, wobei durch stärkere Abkühlung vermehrter Regenfall erfolgt, oder im umgekehrten Falle den dahin streichenden Luftmassen mehr Feuchtigkeit aus dem Walde zugeführt wird. Der Wald wirkt hier ähnlich, wie ein Gebirgszug, der quer vor der Richtung eines Gewitters liegt und dasselbe gewissermassen aufstaut. (Calanda.)

Von den im Sommer, resp. während der Vegetationsperiode fallenden Regen hat man schon früher gewusst, dass sie durch die Verdunstung und den Bedarf der Vegetation in Anspruch genommen werden und hat man deshalb behauptet, der im Herbst und im Winter fallende Regen (resp. Schnee) sei es, der hauptsächlich die Quellen speise. Nun hat man aber gefunden, dass auch während der Wintermonate noch etwas mehr Feuchtigkeit verdunstet, als die Niederschläge ergeben. Man musste sich deshalb nach andern Erklärungen der vorhandenen Thatfachen umsehen und haben dann auch die neuern forstlichen Schriftsteller dem Waldboden in einem gewissen Grade die Fähigkeit zugesprochen, den Wasserdampf der Luft zu kondensiren und in tropfbares Wasser zu verwandeln. Indessen wurde diese Wirkung nur als nebensächlich behandelt.

Erst seit Volger seine neue Theorie über Quellenbildung aufgestellt hat, haben sich viele bis jetzt beobachtete Thatsachen mühelos erklären lassen. Wie wir schon weiter oben angegeben, wäre ohne die Diffusion (oder die Absorbtionsfähigkeit des Bodens, wie man's früher hiess) vegetabilisches Leben und wahrscheinlich auch animalisches, nur in wenigen kürzern Perioden möglich und denkbar. Die Eigenschaft, Wasserdampf kondensiren zu können oder vielmehr die feuchte Luft diffundiren zu lassen, besitzen die Erdarten in verschiedenem Grade, wobei, wie wir schon oben gesehen, es namentlich auf den Lockerheitszustand des Bodens ankommt, was nun wieder den wohlthätigen Einfluss des Bodenlockerns während der heissesten Periode erklärt, welcher Einfluss sich als besser erweist, als derjenige des Begiessens. Man hat früher schon dem Kulturland zugeschrieben, es könne der Luft Feuchtigkeit entziehen; noch mehr aber muss nach der neuen Theorie der Waldboden in seinem natürlichen Zustand, wo er nicht durch Streuerechen, oder allzustarke Lichtstellungen, wie sie in schlechtem Nieder- und Mittelwald so häufig sind, hart geworden ist und wie er auch durch Viehtratt werden kann, ich sage, es muss dieser Waldboden die Diffusion begünstigen. Die Bodenlockerung, als eine wesentliche Vorbedingung, wird im Walde durch den Frost bewirkt und im Sommer durch fortwährende Beschattung die Verhinderung der Verdunstung, wodurch der Boden merklich abgekühlt bleiben muss.

Nebst der Beschattung verhindert auch die Bodendecke, namentlich Moos, die Verdunstung und damit die schnelle Erwärmung des Bodens, wodurch ebenso die Diffusion in erheblichem Maasse gesteigert wird, wie durch die Anwesenheit von viel feuchter Luft im Walde. Durch all' das ist nachgewiesen, dass die Waldungen auch unter der Herrschaft der neuen Theorie nicht nur nicht entbehrlich sind, sondern dass denselben ein noch viel grösserer Einfluss auf die Quellenbildung und Vermehrung des Grundwassers zugeschrieben werden muss, abgesehen von der Regelung des Wasserablaufes auf mechanischem Wege, indem in geschlossenen Beständen nicht viel über 60% der Niederschläge auf den Boden gelangen, von denen wieder ein Theil durch die Bodendecke und den Boden selbst aufgenommen werden, so dass nur ein verhältnissmässig kleiner Theil sofort abfliesst. Dieser zurückgehaltene Theil des Wassers liefert dann durch langsame Verdunstung jene

feuchte Luft im Walde, welche auf die Diffusion und somit auf die Bildung von Quellen von so grossem Einfluss ist. So sehen wir denn auch hier, dass der Regen, oder überhaupt die Niederschläge, nicht direkt, sondern nur indirekt durch die Diffusion der Quellbildung dienstbar gemacht werden.

Lasset uns daher, die Nützlichkeit und hohe Aufgabe der Waldungen erkennend, auf's Neue einstimmen in den Ruf: „Es lebe der schöne grüne Wald!“

Areal-, Eigenthums- und Ertragsverhältnisse der Waldungen in der Schweiz.

Seit der Veröffentlichung des Berichtes über die Untersuchung der Gebirgswaldungen, dem eine tabellarische Zusammenstellung des Waldareals, der Eigenthumsverhältnisse und des Ertrages sämtlicher schweizerischer Waldungen, sowie des Holzverbrauchs und der Holz-Ein- und Ausfuhr beigegeben war, wurde von den kantonalen Forstbehörden die Forststatistik wesentlich gefördert. In einzelnen Kantonen wurden umfassende statistische Arbeiten publizirt und in andern — namentlich seit anno 1876 — Erhebungen über die Areal- und Eigenthumsverhältnisse gemacht. In den Gebirgskantonen begann man mit der Aufstellung von Wirthschaftsplänen und in der Ebene und den Vorbergen wurde diese Arbeit kräftig gefördert. Durch alle diese Arbeiten ist das statistische Material nicht nur vermehrt, sondern auch berichtigt worden, es schien daher an der Zeit, dasselbe wieder einmal zu sammeln und zusammenzustellen. Die Landesausstellung, an der auch die Forstwirthschaft vertreten ist, machte es wünschbar, auch in statistischer Richtung das Neueste und Beste zu bieten, der Unterzeichnete ersuchte daher die kantonalen Forstämter um Einsendung des für eine Areal-, Eigenthums- und Ertrags-Statistik gesammelten Materials und stellte dasselbe in den beiden hier folgenden Tabellen zusammen. Gerne benutze ich diese Gelegenheit, um meinen Kollegen für ihre Bereitwilligkeit und ihr freundliches Entgegenkommen bestens zu danken.

Aus den beiden Tabellen ergibt sich, dass das Waldareal 781,984 *ha* umfasst und 19,30% des Gesamtflächeninhalts des Landes oder 27,21% alles produktiven Bodens einnimmt.