

Oeffentliches Sanitätswesen.

Reines Wasser, seine Giftwirkung und sein Vorkommen in der Natur.

Von Dr. Hans Koeppe, Privatdocent in Giessen.

Die Wirkung der Mineralwässer zu erklären, lässt man bekanntlich dieselbe aus den beiden Componenten Salz- und Wasserwirkung sich zusammensetzen, in der Meinung, dass hieraus eben eine Salzwasserwirkung resultirt. Diese theoretische Scheidung beider Wirkungen wird aber nicht durchgängig festgehalten; zwar spricht man von einer „reinen Wasserwirkung“, rein im Sinne von blossen, alleinigen, meint aber dabei nicht die Wirkung des „reinen“ i. e. chemisch reinen Wassers. Und was ist in dem folgenden unter Wasserwirkung zu verstehen? „Bei manchen Mineralwässern kommt thatsächlich allein diese Wasserwirkung in Betracht, und wenn sie dem gewöhnlichen Quell- und Leitungswasser überlegen sind, so rührt dies davon her, dass sie infolge ihres Gas- und Salzgehalts vom Magen leichter ertragen werden können“. Diese Logik ist überraschend. Erst scheidet man ganz reinlich Wasserwirkung- und Salzwirkung, dann constatirt man eine reine, alleinige Wasserwirkung, die aber besser als beim reinen Wasser zutage tritt, weil das Wasser Salz enthält! Wir sehen, dass hier unter „Wasserwirkung“ entschieden nicht die „Wirkung des reinen Wassers“ gemeint sein kann, dass der Begriff Wasserwirkung kein eindeutiger ist.

Will man consequent sein, so darf man unter „Wasserwirkung“ nur die Wirkung des Wassers allein, also des „chemisch reinen Wassers“ verstehen, unter Salzwirkung die des chemisch reinen Salzes, des Salzes in Substanz. Ob nun aber dann die Wirkung einer wässerigen Salzlösung sich aus diesen beiden Wirkungen ergibt, ist noch fraglich, denn bei einer wässerigen Salzlösung handelt es sich nicht allein um die beiden Bestandtheile Wasser und Salz, sondern um noch mehr, da durch den Process des Auflörens das Salz oder vielmehr ein Theil desselben Umwandlungen erfahren hat, nämlich in seine Ionen gespalten wurde. Damit gestaltet sich die Frage der Wirkung der Mineralwässer zu einer viel complicirteren; sie setzt sich nicht aus zwei Componenten zusammen, sondern wir müssen noch eine dritte berücksichtigen, die „Wirkung der freien Ionen“, vorausgesetzt natürlich, dass diese Analyse der Wirkung der Mineralwässer überhaupt statthaft ist.

Diese Fragen sollen nicht weiter erörtert werden, es handelt sich jetzt darum festzustellen, ob man von einer Wasserwirkung in dem Sinne der Wirkung des chemisch reinen Wassers überhaupt reden kann; ob wir chemisch reines Wasser herstellen, und seinen Einfluss auf Organismen im allgemeinen und auf den menschlichen Organismus im besonderen nachweisen können; und zweitens ob diese Wirkung des absolut reinen Wassers praktisch von Belang ist, nämlich ob chemisch reines Wasser in der Natur vorkommt, und damit die Möglichkeit des Vorkommens einer nicht experimentellen reinen Wasserwirkung gegeben ist.

Unter chemisch reinem Wasser versteht man allgemein das „destillirte Wasser“. Die Wirkung des destillirten Wassers ist bekannt. Es entzieht den Geweben Salze und führt zu einer Quellung der Gewebe. Isolirte lebende Organelemente, Zellen, einzellige Organismen gehen im destillirten Wasser zugrunde, sie sterben ab, da sie durch Wasseraufnahme quellen, dadurch die Fähigkeit verlieren, die zum Leben nothwendigen Salze und sonstigen löslichen Zellbestandtheile festzuhalten und dieselben deshalb in das Wasser diffundiren lassen. Das destillirte Wasser documentirt sich dadurch als ein gefährliches Protoplasmagift. Dieselbe Giftwirkung auf Zellen muss zutage treten beim Trinken von destillirtem Wasser. Schon der Geschmackssinn protestirt gegen die Zuführung des destillirten Wassers: ein versehentlich genommener Schluck destillirten Wassers wird regelmässig ausgespiesen. Im Magen er-

fahren die oberflächlichen Schichten des Epithels eine stärkere Quellung und Auslaugung, sie sterben ab und werden abgestossen. Diese lokale Giftwirkung documentirt sich klinisch in dem nach Genuss von destillirtem Wasser auftretenden Uebelsein und Erbrechen bis zum ausgesprochenen Bilde eines Magenkatarrhs. Dass diese Giftwirkung therapeutisch verworther werden kann, um durch vermehrte Abstossung des Epithels eine erhöhte Regeneration zu veranlassen, darf uns an dem Bestehen einer Giftwirkung des destillirten Wassers nicht irre machen. Die Schädlichkeit der häufigen Magenausspülungen mit destillirtem Wasser ist erwiesen, und daher wird jetzt häufig die Verwendung von „physiologischer Kochsalzlösung“, von „Wasser mit etwas Kochsalz“ und von Mineralwässern hierzu empfohlen. Die Giftwirkung des „reinen Wassers“ würde sicher schon viel eclatanter zutage getreten sein, wenn nicht durch eine Reihe von Umständen dieselbe einfach deshalb nicht in ihrer ganzen Ausdehnung auftreten kann, da nur in den seltensten Fällen leidlich reines Wasser zur Verwendung kommt, denn schon das frisch bereitete gewöhnliche käufliche destillirte Wasser ist in Wirklichkeit kein reines Wasser, geschweige dasjenige in den Laboratorien und Kliniken, welches oft lange steht, häufig in unverschlossenen Gefässen und in Räumen, wo Chemikalien aufbewahrt werden und Gase mancherlei Art Zutritt zu dem Wasser haben.

Hieraus ergibt sich, dass wir uns erst über den Begriff „reines Wasser“ Klarheit verschaffen müssen. Unsere Kenntnisse über reines Wasser basiren auf den Untersuchungen von Kohlrausch und Heydweiller.¹⁾ Auf Einzelheiten der Untersuchungsmethoden, Apparate etc. kann an dieser Stelle natürlich nicht eingegangen werden, folgende kurze Bemerkungen dürften zum Verständniss ausreichen. Kohlrausch und Heydweiller prüften die Reinheit des Wassers durch Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit desselben. Mit dem Gehalt an Unreinigkeiten, fremden Stoffen anorganischer Natur, steigt die Leitfähigkeit des Wassers. Die Werthe der Leitfähigkeit geben also ein direktes Maass für den Grad der Verunreinigung des Wassers mit Gasen, Salzen etc. an. In der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers besitzen wir eine Methode nicht nur wirklich reines Wasser zu erkennen, sondern auch Abstufungen in dem Grade der Verunreinigung festzustellen, und zwar so feine Abstufungen, wie sie durch keine andere Methode mit gleicher Sicherheit nachgewiesen werden können. (Diese Abstufungen demonstrieren unsere Tabelle am Schlusse sehr anschaulich.) Da wir in unserer Betrachtung die Zahlen nur als Vergleichszahlen benutzen, ist die Benennung derselben unterlassen, und es ist dabei zu bemerken, dass die Messungen bei 18° erfolgten, die Zahlenwerthe reciproke Ohm bedeuten und alle mit dem Factor 10¹⁰ multiplicirt sind.

Die Leitfähigkeit des absolut reinen Wassers berechneten Kohlrausch und Heydweiller zu 0,038. Dass die Leitfähigkeit absolut reinen Wassers nicht, wie zu erwarten, Null ist, hat seinen Grund darin, dass auch Wasser dissociirt, wenn auch in ungemein geringem Grade, in die Ionen H und OH.

Die Leitfähigkeit des diesem theoretisch reinen Wasser an Reinheit nächstkommenden reinsten Wassers, welches Kohlrausch und Heydweiller auch wirklich darstellten, betrug 0,0425. Die Herstellung dieses reinsten Wassers erforderte die umfassendsten Vorsichtsmaassregeln und dasselbe zeigte sich nicht haltbar. Schon bei blossem Zutritt der Luft und mit der Zeit durch Auflösen des Glasgefässes nimmt es an Leitfähigkeit zu, ist verunreinigt. Demnach ist es nicht wahrscheinlich, dass es zu physiologischen Experimenten verwendet wird. Jedenfalls aber dürfte theoretisch gesprochen nur dieses reinsteste Wasser gemeint sein, wenn von der Wirkung des reinen Wassers gesprochen wird; und dasselbe hat jedenfalls als Maassstab zur Beurtheilung verwendeter anderer reiner Wässer zu dienen.

Bei physikalisch-chemischen Untersuchungen erlaubt Ostwald noch die Verwendung von Wasser mit der Leitfähigkeit 2,13.

Gegenüber diesen reinen Wässern wäre nun der Grad der Verunreinigung festzustellen, mit dem unser bis jetzt als reines Wasser angenommenes „destillirte Wasser“ der Laboratorien behaftet ist. Deshalb bestimmte ich die Leitfähigkeit des käuflichen destillirten Wassers. Bei meinen Untersuchungen physikalisch-chemischer Art hatte ich auf besonders reines Wasser zu achten und dasselbe vor allen zufälligen Verunreinigungen zu wahren. Daher bezog ich das destillirte Wasser stets ballonweise; dasselbe wurde gut verschlossen gehalten, in einem ungeheizten wenig betretenen Raum aufbewahrt, beim Abfüllen wurde nicht geraucht u. s. w., kurz es war ein destillirtes Wasser, von dem grobe Verunreinigungen, denen das gewöhnliche destillirte Wasser meistens ausgesetzt ist, ferngehalten waren. Trotzdem fand ich

¹⁾ Kohlrausch und Heydweiller, Ueber reines Wasser. Annalen der physikalischen Chemie N. F. 53, 1894, S. 209.

die Leitfähigkeit dieses Wassers gleich 49,2. Dieselbe entspricht etwa der eines Wassers, welches bei gewöhnlicher Temperatur und Barometerstand mit Kohlensäure gesättigt ist. Solches Wasser hatte nach Knox¹⁾ ein Leitvermögen von 43,5—44,3.

Bei Gefrierpunktsbestimmungen verwendete ich zur Bestimmung des Gefrierpunktes des reinen Wassers ein auf folgende Weise gereinigtes Wasser. Durch Auskochen wurden zunächst die im käuflichen destillierten Wasser absorbierten Gase entfernt, das so erhaltene Wasser hatte eine Leitfähigkeit 10,0—10,5. Dieses wurde nach der Nernst'schen Vorschrift durch wiederholtes theilweises Gefrieren weiter gereinigt, so dass schliesslich ein Wasser von der Leitfähigkeit 4,8 bis 5,8 zu meiner Verfügung stand.

Nach diesen Bestimmungen können wir mit Sicherheit annehmen, dass bei den Versuchen, die Wasserwirkung festzustellen, im günstigsten Falle ein Wasser verwendet wurde, dessen Reinheit in den Zahlen 10,0—49,0 zum Ausdruck kommt. Solches Wasser schon hat die oben besprochene Giftwirkung des reinen Wassers. Die Gefahr der Verwendung solchen Wassers ist nicht gross, denn abgesehen von Magenausspülungen mit demselben, deren Schädlichkeit, wie schon erwähnt, erkannt ist, wird destilliertes Wasser niemals zum Trinken gegeben, höchstens zufällig mal ein Schluck genommen.

Merkwürdigerweise aber kommt in der Natur Wasser vor, welches an Reinheit das gewöhnliche destillierte Wasser übertrifft und thatsächlich häufig zu Trinkzwecken regelmässig benutzt werden kann.

Um die Stellung dieser „natürlichen reinen Wässer“ besser zu charakterisiren, führe ich vorher die Leitvermögen des gewöhnlichen Trink- und Quellwassers, einzelner Mineralwässer, sowie einiger Kochsalzlösungen an (vergl. auch die Tabelle am Schlusse).

Die Leitfähigkeit des Giessener Leitungswassers (Quellwasser aus dem Vogelsberg) beträgt nach meinen Bestimmungen 296,0, nach denen v. Waltenhofen's²⁾ das des Wiener Hochquellenleitungswassers 220—239,0.

Von Brunnenwasser untersuchte ich das von drei Giessener Brunnen. Der eine Brunnen, dessen Wasser, durch Turbine gehoben, zur Bewässerung eines Gartens dient, liefert ein Wasser mit der Leitfähigkeit 344,0, der zweite, ein ca. 100 Fuss tief in den Felsen gehauener Brunnen mit eiskaltem Wasser, ein solches von der Leitfähigkeit 654,0, der dritte, ein Laufbrunnen an der Strasse, ein Wasser mit der Leitfähigkeit 701,0.

Natürliches Selterswasser (Selterssprudel Augusta Victoria), bei dem durch den Geschmack ein deutlicher Salzgehalt nicht erkennbar ist, hatte eine Leitfähigkeit 5700,0, Kochsalzwasser (Homburg) mit deutlichem Salzgeschmack bis 15566,0, 18700,0 u. s. w. Eine 1,46 %ige Kochsalzlösung hat eine Leitfähigkeit 21150,0, eine 0,73 %ige Kochsalzlösung, bei welcher man eben noch oder eben erst den Salzgehalt schmeckt, die Leitfähigkeit 11050,0.

Das reinste in der Natur vorkommende Wasser dürfte das gewesen sein, welches Kohlrausch und Heydweiller (l. c. S. 212/213) durch Schmelzen von gewöhnlichem Natureis erhalten hatten, dasselbe hatte eine Leitfähigkeit 2,13.

Durch Schmelzen einiger Stücke von klarem Natureis, welches ich von dem ins Haus gelieferten Eis aus dem Eisschrank nahm und an der Luft zergehen liess, erhielt ich Schmelzwasser, welches die Leitfähigkeit 8,0 besass, also reiner war als mein durch Kochen gereinigtes destilliertes Wasser. Wir sehen, dass in der gleichen Weise, wie wir das destillierte Wasser reinigen, in der Natur der gleiche Erfolg erzielt wird, obgleich als Ausgangsmaterial oft ein ganz unreines Wasser zur Verwendung kommt.

Vergegenwärtigen wir uns diesen Vorgang: es ist derselbe wie im Laboratorium, nur ins ungeheuer Grosse übersetzt und auf eine viel längere Zeit vertheilt, daher auch von viel besserem Erfolge begleitet. Unbewegt liegen die Eisteiche da, eine durchdringende Kälte bringt die oberflächliche Wasserschicht zum Gefrieren, indem erst kleine Eiskrystalle entstehen, die sich nach und nach zu fester Decke zusammenschliessen. Diese Krystalle sind nothwendigerweise als solche chemisch reines Wasser, und wenn nun der Gefrierprozess langsam vor sich geht, haben die im Wasser gelösten Stoffe, Salze sowohl wie Gase (gar nicht zu reden von körperlichen Verunreinigungen), Zeit, sich vorher auszuschleiden, zu Boden zu sinken, resp. in dem Wasser unter dem Eise gelöst zu bleiben. So entsteht das wunderbar klare, durchsichtige Eis, dem das Kunsteis nie oder nur selten und dann auch nur theilweise gleichkommt, weil bei der Herstellung von Kunsteis das Wasser als Ganzes gefriert und daher Salze und Luft in sich einschliesst, wodurch dasselbe das milchige oder schneeartige Aussehen erhält.

Solches Kunsteis lieferte mir Schmelzwasser mit der Leitfähigkeit 137,0.

Mit Absicht hatte ich beim Schmelzen des Natureises jede Vorsichtsmaassregel ausser Acht gelassen, um zu erfahren, was für Wasser das Eis liefert, welches in der üblichen Weise für Patienten zum Schlucken hergerichtet wird. Das Eis war ins Haus gebracht und im Eisschrank aufbewahrt worden; dass hierbei mit besonderer Reinlichkeit verfahren wird, kann niemand behaupten (ist, wie wir sehen, auch nicht nöthig). Das Eis wurde mit den Händen aus dem Behälter genommen, mit dem Hammer zerkleinert und als alleinige Maassnahme das erste Schmelzwasser weggegossen, wie ja auch am Krankenbette die Eisstückchen bald im Wasser schwimmen, das öfter weggegossen wird. Trotz alledem war das Schmelzwasser des Eises reiner als selbst abgekochtes destilliertes Wasser. Dieses klare, durchsichtige Eis verabreichen wir aber mit Vorliebe unseren Patienten, und bedenken wir nun, dass sicher in gar nicht wenigen Fällen das Schmelzwasser aus solchem Eis, wie bei Kohlrausch und Heydweiller, wirklich reines Wasser und in vielleicht den meisten Fällen ein Wasser ist, welches reiner als destilliertes Wasser ist, so wird manches Erbrechen beim Eisschlucken, mancher „schwache Magen“ oder „Magenkatarrh“ nach längerem Schlucken von Eispillen auf Rechnung der Giftwirkung des reinen Wassers zu setzen sein. Und dies umsomehr, als vor dieser Giftwirkung der Geschmack uns nicht schützen kann, weil durch die Kälte die Geschmacksempfindung herabgesetzt oder gar aufgehoben ist. Diese Erklärung erscheint besonders zutreffend bei Patienten mit vorher vollkommen gesundem Magen, welche nach Operationen aus irgend einem Grunde Eisstückchen zu schlucken bekommen, hierauf mit Erbrechen reagiren und nicht so selten einen Magenkatarrh davontragen. Diese Nachtheile des Eisschluckens sind ja bekannt, doch wurde der Grund hierfür in dem Bacteriengehalt des Eises gesucht, freilich aber zeigte sich das Eis als solches bacterienfrei, dagegen öfter durch äusserliche Verunreinigungen bacterienhaltig. Vorsichtige Kliniker rathen daher, nur Kunsteis aus destilliertem Wasser zu verwenden. Es ist wohl möglich, dass Kunsteis besser vertragen wird, aber nicht weil es reiner als Natureis ist, sondern umgekehrt, weil sein Schmelzwasser unserem Trinkwasser näher kommt.

Dieser sicher beachtenswerthe Punkt in der Krankenpflege findet ein Analogon in der täglichen Erfahrung auf Reisen im Hochgebirge. Die Reisehandbücher warnen vor dem Genuss von Schnee und Gletscherwasser, sowie des Wassers der klaren Gebirgsbäche, und es ist ja auch allbekannt, dass Schnee und Eis den Durst nicht löschen, dagegen erhebliches Unbehagen verursachen. Mit der allergrössten Wahrscheinlichkeit können wir jetzt annehmen, dass Schnee und Gletscherwasser Wässer von besonderer Reinheit sind, dem destillierten Wasser nahekommen, es wohl eher noch an Reinheit übertreffen. Einen Beweis hierfür erbringt die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers der Gasteiner Ache durch v. Waltenhofen; dieselbe betrug 31,8, also weniger als die von gewöhnlichem destilliertem Wasser. Ebenso gering erwies sich die Leitfähigkeit des Wassers aus dem Hausbrunnen im Kurhaus Provençères in Gastein mit 36,1.

Die Schädlichkeit des Gletscherwassers wie auch der kalten reinen Gebirgsbäche (die meist Gletschern entstammen) hat also seinen Grund darin, dass diese besonders reine Wässer sind, nach deren Genuss, gerade wie beim Genuss von destilliertem Wasser, Vergiftungserscheinungen auftreten. Die Annahme, dass die Kälte des Wassers die Krankheitserscheinungen bedingt, ist nicht stichhaltig: die Kälte des Wassers ist vielmehr der Grund, dass seine Schädlichkeit nicht erkannt wird, indem gerade wie beim Eisschlucken die Geschmacksempfindung gelähmt wird.

Gleichsam das Schlussglied in der Kette unserer Ueberlegungen bietet der Befund eines anderen Gasteiner Brunnens. Das Wasser desselben hat eine elektrische Leitfähigkeit von 31,9, übertrifft demnach gewöhnliches destilliertes Wasser an Reinheit, und sein Genuss müsste daher nach unseren Ansichten von der Giftwirkung des reinen Wassers der Gesundheit schädlich sein. Merkwürdigerweise heisst dieser Brunnen seit Jahrhunderten „Giftbrunnen“, sein Wasser wird nicht getrunken, es gilt als giftig, obgleich keine chemische Untersuchung über die Natur des Giftes Aufschluss geben kann, da keins der bekannten Gifte in demselben nachzuweisen ist. Die Giftigkeit des Brunnens gerade in der Reinheit seines Wassers zu suchen, daran konnte im Ernst niemand denken, und doch entbehrt diese Annahme physiologisch vollkommen alles Wunderbaren, steht vielmehr in bestem Einklang mit den Thatsachen.

Elektrische Leitfähigkeit verschiedener Wässer.

Absolut reines Wasser (berechnet von Kohlrausch und Heydweiller)	0,038
Reinstes Wasser (dargestellt von Kohlrausch und Heydweiller)	0,0425

¹⁾ Knox, Leitungsvermögen wässriger Kohlensäure. Annalen der Physik und Chemie N. F. 54, 1895.

²⁾ v. Waltenhofen, Die Thermen von Gastein. Wiener akademische Berichte 1885, Bd. XCII.

Reines Wasser mittlerer Güte, nach Ostwald für Untersuchungen noch zulässig	2,13
Wasser aus geschmolzenem Natureis (Kohlrausch und Heyd- weyller)	2,13
Wasser, gereinigt nach Nernst (Koeppe)	4,8
Wasser aus geschmolzenem Natureis (Koeppe)	8,0
Gewöhnliches destilliertes Wasser, gekocht (Koeppe)	10,0
Wasser der Gasteiner Ache (v. Waltenhofen)	31,8
Wasser vom Gasteiner Giftbrunnen (v. Waltenhofen)	31,9
Wasser vom Hausbrunnen Kurhaus in Gastein (v. Waltenhofen)	36,1
Destilliertes Wasser bei gewöhnlicher Temperatur mit Kohlensäure gesättigt (Knox)	43,5
Käufliches gewöhnliches destilliertes Wasser (Koeppe)	49,2
<hr/>	
Schmelzwasser aus Kunsteis (Koeppe)	137,0
Wasser der Wiener Hochquellenleitung (v. Waltenhofen)	220—239,0
Wasser der Giessener Wasserleitung, Vogelsberger Quellwasser (Koeppe)	296,0
Wasser aus Giessener Brunnen No. 1 (Koeppe)	344,0
" 2 "	654,0
" 3 "	701,0
<hr/>	
Natürliches Selterswasser (Koeppe)	5 700,0
0,73%ige Kochsalzlösung (Ostwald)	11 050,0
1,46%ige Kochsalzlösung (Ostwald)	20 038,0