

| | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zeitschrift: | Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène |
| Herausgeber: | Bundesamt für Gesundheit |
| Band: | 24 (1933) |
| Heft: | 3 |
| Artikel: | Kropf und Trinkwasser in der Schweiz |
| Autor: | Fellenberg, Th. von / Werder, J. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-983825 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

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

MITTEILUNGEN
AUS DEM GEBIETE DER
LEBENSMITTELUNTERRSUCHUNG UND HYGIEINE

VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE
ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE A BERNE

ABONNEMENT:

Schweiz Fr. 10.—; für Mitglieder des Schweiz. Vereins analytischer Chemiker Fr. 5.— per Jahrgang
Suisse fr. 10.—; pour les membres de la Société suisse des Chimistes analystes fr. 5.— par année.
Preis einzelner Hefte Fr. 1.80. — Prix des fascicules fr. 1.80.

BAND XXIV

1933

HEFT 3

Kropf und Trinkwasser in der Schweiz.

Von Dr. Th. von FELLENBERG.

(Mitteilung aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes,
Vorstand: Prof. Dr. J. Werder.)

Durch die vorliegenden Untersuchungen sollte die Frage geprüft werden, ob sich bei uns in der Schweiz ein Zusammenhang zwischen der Kropfhäufigkeit der Bewohner und der Zusammensetzung des von ihnen benützten Trinkwassers, speziell bezüglich seines Jodgehalts, nachweisen liesse.

Ueber den Jodgehalt schweizerischer Trinkwässer liegen bis jetzt nur ganz wenige, vereinzelte Untersuchungen vor. So hatte ich¹⁾ seinerzeit bei Wässern einiger kropfarmen Gegenden einen höhern Jodgehalt des Wassers gefunden, als bei solchen kropfreicher Gegenden. Ob aber solche Beziehungen in der Regel oder auch nur häufig bei uns anzutreffen seien, war bisher nicht untersucht worden.

Der Jodgehalt des Trinkwassers von Effingen (Aargauer Jura) beträgt 2—3 γ im Liter, derjenige des Wassers von Rothenbrunnen (Graubünden) 12—59 γ. Beide Orte sind praktisch kropffrei. In allen Städten und grössern Ortschaften der Schweiz ist aber eine grosse Zahl von kropf-behafteten Einwohnern zu finden, so 9,7—84% äusserlich nachweisbarer Kropf bei Rekruten. Es war daher wichtig, zu erfahren, ob es in unserm Lande auch grössere Ortschaften gebe, die trotz hoher Kropfzahl ein jodreiches Leitungswasser besitzen.

¹⁾ Diese Mitt., 14, 161, 1923; 15, 258, 1924; Biochem. Ztschr., 139, 871, 1923;
152, 141, 1924.

Von ausländischen Untersuchungen sind besonders die von *Mc Clendon* und *Hathaway*²⁾ zu erwähnen. *Mc Clendon* teilte seine Wässer in jodarme ($0-0,22 \gamma$ im Liter) und in jodreiche ($0,22-7,7 \gamma$ im Liter) ein und fand, dass die jodarmen Wässer vorwiegend in Kropfgegenden, die jodreichen vorwiegend in von Kropf verschonten Gegenden anzutreffen seien. Für Holland hat *J. F. Reith*³⁾ neun Gemeinden mit einem Jodgehalt des Leitungswassers von $10-20 \gamma$ und 11 Städte und Ortschaften mit $20-90 \gamma$ Jod im Liter festgestellt. In den letztern Orten war der Kropf bei Rekruten sehr selten, weniger als 0,2%, oder er fehlte ganz.

Meine Untersuchungen wurden vor allem ermöglicht durch die wertvolle Mithilfe der schweizerischen Kantonschemiker und ihrer Organe, welche mir das nötige Material, 10 L von jedem Wasser, zukommen liessen. Die Wässer von Herisau und von Stein (Appenzell) erhielt ich durch die freundliche Vermittlung von Herrn Dr. *H. Eggenberger*, welchem ich auch den äussern Anstoss verdanke, diese eigentlich längst geplante Untersuchung gerade in diesem Zeitpunkt in Angriff zu nehmen.

Herrn Dr. *Eggenberger* danke ich noch besonders für die Durchsicht des Manuskripts und wertvolle Anregungen.

Es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass alle Gewähr für die sachgemässe Entnahme jeder einzelnen Probe besteht.

Um dies wertvolle Material möglichst gut auszunützen, nahm ich neben der Jodbestimmung noch einige andere Gehaltsbestimmungen vor. Es wurden bestimmt der Trockenrückstand, der Glührückstand, die Alkalität in französischen Härtegraden und die organische Substanz. Da viele Trinkwässer heutzutage gechlort sind, wurden auch die Chloride wenigstens approximativ geschätzt, um zu erfahren, ob etwa durch das Chlorieren so viel Salzsäure in das Wasser gelange, dass dadurch die Alkalität wesentlich erniedrigt werde.

Die Untersuchungen wurden in der Zeit vom 10. Januar bis Ende des Monats durchgeführt. Da der ganze Winter, besonders auch der Monat Januar recht niederschlagsarm war, lagen sehr gleichmässige Verhältnisse vor.

Die angewendeten Untersuchungsmethoden waren folgende:

Jodbestimmung. 5 L Wasser werden mit jodfreier Pottasche gegen Lakmus stark alkalisch gemacht; in der Regel genügen $3-5 \text{ cm}^3$ gesättigter Pottaschelösung. Man dampft das Wasser nun in Glaskolben auf ein kleines Volumen ein. Wenn die Flüssigkeiten stossen, giesst man sie in andere Kölben über. Wenn das Volumen auf etwa 100 cm^3 reduziert ist, wenn nötig schon früher, wird durch ein kleines Filterchen filtriert und das Filter zwei mal nachgewaschen. Man dampft nun in

²⁾ The Journ. of the American Medical Ass. 1923.

³⁾ Het Kropvraagstuck in Nederland, uitgegeven door den Voorzitter van den Gezondheidsraad 1932.

einem weiteren Kolben weiter ein, bis ein dicker Salzbrei übrigbleibt und schüttelt diesen 4 mal mit je 10 cm^3 95%igem Alkohol aus. Sollte sich der Rückstand in Krusten festgesetzt haben, so müsste verdünnterer, z. B. 85%iger Alkohol verwendet werden.

Die alkoholische Lösung wird, falls 2 Bestimmungen ausgeführt werden sollen, halbiert, andernfalls wird die ganze Lösung weiter verarbeitet. Man bringt sie in ein kleines Platinschälchen, setzt 1 Tropfen Pottaschelösung zu, zündet den Alkohol an und lässt ihn abbrennen. Der Rückstand wird mit einigen Tropfen Wasser versetzt, um ihn auf dem Boden der Schale gut zu verteilen und vorsichtig über kleiner Flamme getrocknet. Nun zieht man das Schälchen derart durch die schwach leuchtende Flamme eines Bunsenbrenners, dass sie nie länger als eine Sekunde in der Flamme ist und ja nicht ins Glühen kommt und prüft andauernd den Geruch. Nach 15—20-maligem Durchziehen ist in der Regel jeder Geruch nach organischer Substanz verschwunden. Man lässt abkühlen und verreibt den Rückstand 4 mal mit ungefähr 1 cm^3 Alkohol, das erste Mal mit 85%igem, die übrigen Male mit 95%igem. Die alkoholischen Auszüge werden in ein zweites Schälchen gegossen und ebenfalls verbrannt, diesmal ohne Zusatz von Pottasche. Das Schälchen wird wieder bis zum Verschwinden des Geruchs durch die leuchtende Flamme gezogen und der Rückstand mit ca. 8 cm^3 Wasser in ein 50 cm^3 -Erlenmeyerkölbchen gespült und nach Zusatz von 1 Tropfen 3 n- H_2SO_4 , 3—4 Tropfen Bromwasser und einigen Bimssteingranula auf ca. 1 cm^3 abgekocht. Die entstandene Jodsäure wird nach dem Erkalten der Lösung mit einem winzigen Körnchen Kaliumjodid versetzt und das ausgeschiedene Jod mit $\frac{n}{250}\text{-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -lösung unter Zusatz von Stärke titriert unter Benützung einer $0,1 \text{ cm}^3$ fassenden, in Tausendstel cm^3 eingeteilten Pipette. Zur Titerstellung wird eine entsprechend verdünnte Kaliumjodidlösung ($13,06 \text{ mg KJ} = 10 \text{ mg J in } 100 \text{ cm}^3$) in gleicher Weise titriert und zwar muss dafür eine Jodmenge verwendet werden, welche der des Versuchs möglichst entspricht.

Das Eindampfen der Wasserproben erfolgte sehr rasch, da bis 18 Flammen zugleich im Laboratorium benutzt werden konnten. Täglich wurden 6—8 Proben von 5 Liter abgedampft. Rasches Arbeiten ist erwünscht, um Jodaufnahme aus der Luft zu vermeiden. Aus diesem Grunde wurden auch nie in Arbeit stehende Proben über Nacht offen stehen gelassen.

Zur Bestimmung des *Trockenrückstandes* wurde nicht bei $103\text{--}105^\circ$ getrocknet, wie es die 3. Auflage des Schweizerischen Lebensmittelbuchs vorschreibt, sondern nach dem Vorschlag von *Paul Huber*⁴⁾ bei 180° , also gleich, wie beim Glührückstand.

⁴⁾ Mitt., 19, 156, 1928.

Auch bei der Bestimmung der *Oxydierbarkeit* bzw. der *organischen Substanz* wandte ich eine Modifikation von *Paul Huber* (l. c. S. 153) an. Sie besteht darin, dass durch einen Blindversuch mit destilliertem Wasser die Selbstreduktion des Permanganats bestimmt und vom Hauptversuch abgezogen wird. Die Differenz ohne und mit Berücksichtigung des Blindversuchs beträgt unter Benutzung von reinstem Kaliumpermanganat pro analysi Merk meist 3—4 mg organische Substanz. *Huber* fand seinerzeit bedeutend höhere Differenzen. Er hatte ein technisches Permanganat zur Verfügung, welches in unserm Laboratorium viele Jahre lang benutzt worden war und welches eine stärkere Selbstreduktion aufweist, als das reine. Ich gebe die organische Substanz nach Lebensmittelbuch und nach der Modifikation von *Paul Huber* an.

Chlorbestimmung. Der Gehalt an Chloriden wurde folgendermassen abgeschätzt. 10 cm³ des betreffenden Wassers werden mit 1 Tropfen 10%iger Salpetersäure und 1 Tropfen $\frac{n}{10}$ -Silbernitratlösung versetzt, umgeschwenkt und die entstehende Opalescenz oder Trübung von AgCl verglichen mit Typen, die mit je 10 cm³ destilliertem Wasser unter Zusatz steigender Mengen $\frac{n}{100}$ -NaCl-lösung in gleich weiten Reagensgläsern hergestellt sind. Man verwendet z. B. 0, 0,02, 0,04 etc. bis 0,25 cm³ $\frac{n}{100}$ -NaCl-lösung. Je 0,01 cm³ entsprechen 0,355 mg Cl im Liter.

Die Versuche müssen alle möglichst gleichzeitig angesetzt und nach einigen Minuten verglichen werden.

Die Resultate sind nicht absolut genau; sie genügen aber für den vorliegenden Zweck vollständig.

Es wurden Wässer von den meisten schweizerischen Ortschaften von über 10000 Einwohnern untersucht. Dass auch einige kleinere Ortschaften mit einbezogen wurden, hängt damit zusammen, dass alle Kantonschemiker gebeten wurden, auch von ihrem Wohnort Proben einzusenden. Einige weitere Proben stammen von kleinern Ortschaften am Bodensee. Sie wurden mir von Dr. *Philippe* zugestellt, da es von Interesse schien, Bodenseewasser von verschiedenen Stellen des Sees miteinander zu vergleichen. Eine dieser Ortschaften, Horn, verwendet das Bodenseewasser nur zu Industriezwecken. Hier haben wir also keinen Vergleich zwischen der Kropfhäufigkeit und der Beschaffenheit des Wassers zu ziehen, ebensowenig bei den beiden Wasserproben von Stein, da dies Wasser erst im Oktober 1932 in Gebrauch genommen wurde.

Das Wasser von Stein ist eisenhaltig. Das Rohwasser enthält nach Dr. *Rehsteiner* 0,78 mg Eisen im Liter. Vor dem Konsum wird der Eisengehalt durch Belüftung auf 0,028 mg heruntergebracht.

Es war interessant, festzustellen, ob und in welchem Grad sich der Jodgehalt bei der Enteisenung verringert.

Da diese Frage mit dem eigentlichen Zweck der Arbeit in keinem näheren Zusammenhang steht, möge sie kurz vorweggenommen werden.

Durch die Enteisenung, die in einer gründlichen Durchlüftung des Wassers besteht, ist der Judgehalt von 0,7 auf 0,1 γ heruntergegangen. Es fand eine Entionisierung des Jods statt, ähnlich, wie dies durch Einwirkung von eisenhaltiger Erde auf Jodid in Gegenwart von Luftsauerstoff eintritt, wie an anderem Ort gezeigt worden ist. Das elementare Jod aber entweicht in die Atmosphäre.

Ausser den letztgenannten zwei Ortschaften, Horn und Stein, wurde das Trinkwasser von rund 1091000 Einwohnern der Schweiz untersucht; das macht bei einer Gesamteinwohnerzahl von 4066000 nahezu 27% aus.

Als Grundlage für die Beurteilung der Kropfhäufigkeit diente die schweizerische Militärstatistik des Jahres 1924. In einigen Fällen (bei Bern, Lausanne, Biel, Freiburg, Montreux, Thun) wurden die Zahlen von 1925 benutzt, da diejenigen von 1924 aus äussern Gründen zur Zeit nicht greifbar waren. Wir gingen damit auf einen Zeitpunkt zurück, wo die Kochsalzprophylaxe noch nicht zur Geltung gekommen war. Es sind dies dieselben Jahrgänge, welche *O. Stiner*⁵⁾ für seine Kropfkarte der Schweiz verwendet hat. Diese Kropfkarte war direkt nicht zu verwenden, da sie sich auf Bezirke, nicht auf Ortschaften bezieht.

Wenn wir uns nun nach dem Grad der Zuverlässigkeit der von uns benutzten Kropfzahlen fragen, so müssen wir uns klar werden, dass auch, falls an allen Orten mit grosser Gleichmässigkeit nach genau demselben Schema untersucht worden ist, doch Unsicherheiten vorliegen können bei Orten, wo die Zahl der Stellungspflichtigen sehr klein wird. Fällt sie auf 25—50 herunter, so übt schon jeder einzelne Fall auf die Prozentzahl einen grossen Einfluss aus und da doch Grenzfälle auftreten müssen, in welchem man in der einen oder andern Richtung entscheiden kann, so ist es klar, dass die Sicherheit bei den kleineren Ortschaften geringer wird. Aus diesem Grunde sind in der Tabelle neben den Prozentzahlen auch die Anzahl der untersuchten Rekruten und die Anzahl der mit Kropf behafteten zahlenmässig angeführt.

Unsere Tabelle bringt die einzelnen Ortschaften nach steigender Kropfhäufigkeit der Stellungspflichtigen geordnet. Die Angabe der geologischen Verhältnisse ist möglicherweise nicht in allen Fällen ganz fehlerfrei. Bei den meisten Wässern erhielt ich Angaben über die geographische, in manchen Fällen auch über die geologische Herkunft. Wo letztere Angaben fehlten, suchte ich mir dann die Verhältnisse an Hand der geologischen Karte der Schweiz zurechtzulegen, wobei aber ohne genaue Kenntnis der Wasserläufe und der Tiefe, aus welcher sie entspringen, leicht Irrtümer entstehen könnten. Ich führe deshalb die mir zugekommenen Angaben genau an, damit zwischen ihnen und den eigenen Bestimmungen genau unterschieden werden kann.

⁵⁾ *O. Stiner*, Zur Verbreitung des endemischen Kropfes in der Schweiz, Ber. über die Internat. Kropfkonf. in Bern, 1927, S. 403.

| Nr. | Ortschaft | Einwohnerzahl | Herkunft des Wassers | Geologische Verhältnisse |
|-----|-------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1 | Bellinzona . . . | 11 000 | Grundwasser, Bohrloch 20 m tief | Alluvium aus Gneis und Bündnerschiefer . . . |
| 2 | La Chaux-de-Fds . . . | 35 000 | Quellwasser, Gorges de l'Areuse | Jura, Kreide, Quartär . . |
| 3 | Brunnen-Ingenbohl . . . | 4 000 | { Quellw. vom Bühlerberg a. Rigi { Grundw., Pumpwerk b Brunnen | Flysch } Alluvium } |
| 4 | Lugano . . . | 15 000 | Quellwasser von Cusello (Monte Tamaro) | Glimmerschiefer |
| 5 | " . . . | | Grundwasser Ebene v. Vedeggio, Bohrloch 38 m tief | Alluvium |
| 6 | Neuenburg . . . | 23 000 | Quellwasser, Gorges de l'Areuse | Jura, Kreide, Quartär . . |
| 7 | Basel . . . | 148 000 | Grundw. Erlen, a. d. Schwarzwald | Kristalline Schiefer, Quartär |
| 8 | " . . . | | Quellwasser Grellingen | Jura |
| 9 | Bern . . . | 112 000 | Quellwasser aus dem Emmental | Polygene und myocäne Nagelfluß |
| 10 | " . . . | | Quellw., Quellgebiet Schwarzenburg | Meeresmolasse |
| 11 | " . . . | | Quellw., Quellgebiet Gasel | Meeresmolasse |
| 12 | " . . . | | Quellw., Quellgeb. Scherlital | Meeresmolasse |
| 13 | Locarno . . . | 11 000 | Quellw. v. Remo, Monte Ghiridone | Paragneis mit etwas Marmor und Diorit . . . |
| 14 | Zürich . . . | 250 000 | Seewasser aus dem Zürichsee . . | — |
| 15 | " . . . | | Quellwasser aus dem Lorzental . . | Quartär |
| 16 | Glarus . . . | 5 000 | Quellwasser, Sackquelle vom Vorderglärnisch, 3300 Min.-L. . | Jura |
| 17 | " . . . | | Quellwasser, Löntschbordquelle vom Sackberg, 2000 Min.-L. . | Jura |
| 18 | Winterthur . . | 54 000 | Grundwasser vom Tösstal . . | Zwischen Molasse und glazialem Schotter . . . |
| 19 | Lausanne . . . | 76 000 | Grundw. von Pont de Pierre, Jorat | Marine Molasse |
| 20 | " . . . | | Quellwasser vom Pays d'Enhaut | Jura (Kreide, Flysch ?) . . |
| 21 | Baden . . . | 21 000 | Grundwasser aus dem Limmattal | Quartär |
| 22 | Luzern . . . | 47 000 | Quellw. Eigental, Pilatuskette . | Quartär, Flysch, Kreide . |
| 23 | " . . . | | Quellwasser von Thorenberg . | Fluvioglaciale Schotter der Emme |
| 24 | Montreux . . | 19 000 | Quellwasser von Les Avants, 3000 Min.-L. | Lias |
| 25 | " . . . | | Quellw. v. Bouveret, 3500 Min.-L. . | Jura, etwas Kreide . . . |
| 26 | Zug . . . | 11 000 | Quellwasser vom Menzingerberg | Moräne d. Linthgletschers |
| 27 | Genf . . . | 143 000 | Seewasser aus dem Genfersee . . | Quartär |
| 28 | " . . . | | Grundwasser der Société des Eaux de l'Arve | Quartär |
| 29 | " . . . | | Grundwasser von Carouge . . . | Quartär |
| 30 | Romanshorn . . | 6 000 | Seewasser aus dem Bodensee . . | — |

| Kropf der Rekruten | | | γ Jod im L | | Trockenrückstand | | Glüh-rück-stand mg i. L. | | Härte als mg CaCO ₃ | | Cl mg im L. | Organische Substanz | | |
|--------------------|---------------|----------|-------------------|---------------------|------------------|------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------------|------|--|
| Anzahl Rekruten | Anzahl Kröpfe | % Kröpfe | Einzel-wasser mg | Durch-schnitt i. L. | Einzel-wasser mg | Durch-schnitt mg i. L. | i. L. | Einzel-wasser mg | Durch-schnitt mg i. L. | nach Lebensmittelbuch mg i. L. | Einzel-wasser mg | Durch-schnitt mg i. L. | | |
| 62 | 6 | 9,7 | 0,39 | — | 145 | — | 128 | 75 | — | 0,7 | 11,0 | 8,3 | — | |
| 300 | 36 | 12,0 | 1,56 | — | 222 | — | 219 | 190 | — | 1,8 | 10,9 | 7,3 | — | |
| 25 | 3 | 12,0 | 0,42 | — | 165 | — | 165 | 126 | — | 0,4 | 11,0 | 7,4 | — | |
| 63 | 8 | 12,7 | 0,29 | 0,29 | 75 | 58 | 70 | 43 | 29 | 0,4 | 11,2 | 9,4 | 7,4 | |
| — | — | — | 0,29 | — | 40 | — | 38 | 15 | — | 2,1 | 7,4 | 5,3 | — | |
| 189 | 31 | 16,4 | 1,56 | — | 231 | — | 228 | 215 | — | 1,4 | 11,1 | 7,5 | — | |
| 1173 | 197 | 16,8 | 0,24 | 0,40 | 179 | 258 | 162 | 108 | 177 | 4,3 | 9,7 | 6,9 | 11,0 | |
| — | — | — | 0,55 | — | 337 | — | 228 | 245 | — | 0,7 | 17,9 | 15,2 | — | |
| 1002 | 234 | 23,4 | 0,30 | 0,36 | 209 | 269 | 195 | 176 | 221 | 1,4 | 12,5 | 8,9 | 8,2 | |
| — | — | — | 0,37 | — | 331 | — | 306 | 244 | — | — | 7,2 | 4,8 | — | |
| — | — | — | 0,50 | — | 332 | — | 330 | 283 | — | — | 14,8 | 12,4 | — | |
| — | — | — | 0,39 | — | 326 | — | 324 | 275 | — | — | 7,8 | 5,5 | — | |
| 24 | 6 | 25,0 | 0,16 | — | 71 | — | 60 | 50 | — | 0,4 | 9,5 | 6,7 | — | |
| 2186 | 575 | 26,7 | 0,72 | 0,49 | 155 | 211 | 155 | 122 | 180 | 0,4 | 17,9 | 15,6 | 10,0 | |
| — | — | — | 0,26 | — | 267 | — | 267 | 238 | — | 2,1 | 6,7 | 4,4 | — | |
| 48 | 13 | 27,0 | 0,23 | 0,24 | 142 | 142 | 140 | 110 | 110 | 0 | 7,5 | 3,9 | 3,2 | |
| — | — | — | 0,25 | — | 141 | — | 138 | 110 | — | 0 | 5,9 | 2,4 | — | |
| 629 | 184 | 29,3 | 0,75 | — | 340 | — | 316 | 301 | — | 1,8 | 8,3 | 4,7 | — | |
| 676 | 203 | 30,1 | 0,46 | 0,34 | 338 | 257 | 332 | 170 | 137 | 0,4 | 6,5 | 5,0 | 6,7 | |
| — | — | — | 0,22 | — | 176 | — | 172 | 103 | — | 1,1 | 9,8 | 8,3 | — | |
| 82 | 25 | 30,9 | 1,55 | — | 376 | — | 311 | 300 | — | 10,6 | 6,8 | 4,7 | — | |
| 370 | 116 | 31,4 | 0,75 | 0,66 | 175 | 225 | 166 | 131 | 194 | 0 | 14,7 | 11,1 | 7,9 | |
| — | — | — | 0,56 | — | 274 | — | 266 | 257 | — | 2,5 | 8,3 | 4,7 | — | |
| 113 | 39 | 34,5 | 0,61 | 0,43 | 5,72 | 390 | 561 | 175 | 149 | 0,7 | 8,3 | 6,3 | 7,4 | |
| — | — | — | 0,22 | — | 175 | — | 175 | 117 | — | 0,4 | 10,6 | 8,6 | — | |
| 71 | 25 | 35,3 | 0,32 | — | 255 | — | 255 | 249 | — | 2,1 | 8,6 | 5,0 | — | |
| 959 | 347 | 36,2 | 0,49 | 0,43 | 168 | 263 | 151 | 92 | 162 | 2,5 | 10,4 | 6,1 | 5,5 | |
| — | — | — | 0,40 | — | 252 | — | 232 | 142 | — | 3,9 | 9,5 | 5,9 | — | |
| — | — | — | 0,40 | — | 370 | — | 329 | 252 | — | 8,2 | 7,9 | 4,4 | — | |
| 41 | 15 | 36,6 | 0,45 | — | 167 | — | 167 | 115 | — | 0,7 | 28,5 | 25,8 | — | |

| Nr. | Ortschaft | Einwohnerzahl | Herkunft des Wassers | Geologische Verhältnisse |
|-----|------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 31 | Schaffhausen . . | 21 000 | $\frac{4}{5}$ Grundw. vom alten Rheinbett $\frac{1}{5}$ Grundw. vom Merishausertal | Quartär Jura |
| 32 | Solothurn . . | 14 000 | Quellw., Reservoir Steingruben | Quartär |
| 33 | " . . | | Quellwasser, Reservoir Bielstrasse | Quartär |
| 34 | " . . | | Grundwasser, Pumpwerk Aarmatt | Quartär |
| 35 | Chur | 16 000 | Quellwasser von östlich Parpan und Valbella | Bündnerschiefer, nebst Kreide, Trias, Urgestein |
| 36 | St. Gallen . . | 64 000 | $\frac{9}{10}$ Seewasser aus dem Bodensee | — |
| 37 | " . . | | $\frac{1}{10}$ Quellwasser, Hundwilerleit. | Süsswassermolasse und Moränen |
| 38 | Biel | 38 000 | Quellwass., Marlinquelle (Hauptquelle) | Malm und Kreide |
| 39 | " | | Quellwasser, Leugenerquelle bei Bözingen | Jura |
| 40 | Kreuzlingen . . | 6 000 | Seewasser aus dem Bodensee | — |
| 41 | Freiburg . . | 22 000 | Flusswasser, Saane | Flysch, Jura, Kreide, Molasse |
| 42 | Sitten | 7 000 | Quellwasser, Source de la fille (Hauptquelle) | Jura, weiter oben Kreide |
| 43 | " | | Quellwasser, Sources des Mayens | Aeltere Eruptivgest., Porphyrr, kalk- und gips-haltige Einlagerungen |
| 44 | Herisau . . . | 14 000 | $\frac{3}{4}$ Quellwasser $\frac{1}{4}$ Grundwasser, Nähe Herisau | Süsswassermolasse Moräne, Mergel, Nagelfluh |
| 45 | Ermatingen . . | 2 000 | Seewasser aus dem Untersee | — |
| 46 | Rorschach . . | 11 000 | Quellwasser | Marine, Molasse |
| 47 | Aarau | 12 000 | Grundwasser aus dem Suhrental | Diluviale Schotter |
| 48 | Thun | 17 000 | Quellwasser Goldiwil | Polygene Nagelfluh |
| 49 | " | | Quellwasser Homberg | Polygene Nagelfluh |
| 50 | " | | Quellwasser Kohlerenschlucht | Polygene Nagelfluh |
| 51 | " | | Grundwasser Seefeld | Alluvium |
| 52 | " | | Grundwasser Elektrizitätsfeld | Alluvium |
| 53 | Frauenfeld . . | 5 000 | Quellwasser | Quartär- und Süsswassermolasse (?) |
| 54 | " | | Grundwasser aus Wyden | Alluvium und Quartär |
| 55 | " | | Grundwasser Murkart | Alluvium und Quartär |
| 56 | Horn | — | Seewasser vom Bodensee, nur zu Industriezwecken | — |
| 57 | Stein (Appenz.) | — | Grundwasser von Sonder, erst seit Oktober 1932 benutzt | — |
| 58 | " | — | Dasselbe enteisent | — |

| Kropf der Rekruten | | | γ Jod im L | | Trockenrückstand | | Glüh- rück- stand mg i. L. | Härte als mg CaCO_3 | | Cl mg im L. | Organische Substanz | | |
|-------------------------|------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Anzahl Re- kruten | Anzahl Kröpfe | % Kröpfe | Einzel- wasser | Durch- schnitt | Einzel- wasser mg i. L. | Durch- schnitt mg i. L. | | Einzel- wasser mg i. L. | Durch- schnitt mg i. L. | | nach Le- bensmit- telbuch mg i. L. | Einzel- wasser mg i. L. | Durch- schnitt mg i. L. |
| {186 | 66 | 39,3 | 0,51 | — | 328 | — | 322 | 277 | — | 4,6 | 6,6 | 5,3 | — |
| 100 | 40 | 40,0 | 0,40 | 0,79 | 318 | 319 | 311 | 267 | 266 | 8,9 | 5,3 | 3,2 | 5,1 |
| — | — | — | 0,84 | — | 345 | — | 322 | 270 | — | 3,5 | 6,4 | 4,5 | — |
| — | — | — | 1,14 | — | 295 | — | 284 | 260 | — | 4,3 | 9,5 | 7,5 | — |
| 122 | 49 | 40,2 | 0,17 | — | 179 | — | 178 | 145 | — | 0 | 7,8 | 4,2 | — |
| 412 | 166 | 40,4 | 0,61 | 0,58 | 204 | 207 | 180 | 120 | 136 | 2,1 | 27,5 | 23,9 | 22,0 |
| — | — | — | 0,26 | — | 231 | — | 215 | 280 | — | 0,7 | 8,1 | 4,5 | — |
| 371 | 155 | 41,8 | 0,77 | 0,87 | 208 | 229 | 206 | 200 | 222 | 0,7 | 6,9 | 3,3 | 3,5 |
| — | — | — | 1,06 | — | 270 | — | 270 | 266 | — | 1,1 | 7,5 | 3,9 | — |
| 48 | 22 | 45,8 | 0,56 | — | 164 | — | 164 | 118 | — | 0,7 | 26,5 | 23,9 | — |
| 279 | 129 | 46,2 | 0,26 | — | 288 | — | 276 | 184 | — | 1,8 | 12,7 | 10,0 | — |
| 49 | 23 | 46,8 | 0,28 | 0,35 | 220 | 247 | 212 | 160 | 183 | 0 | 7,2 | 5,2 | 5,4 |
| — | — | — | 0,49 | — | 302 | — | 302 | 230 | — | 0,7 | 8,9 | 6,9 | — |
| { 93 | 46 | 49,3 | 0,41 | — | 297 | — | 297 | 276 | — | 1,8 | 7,8 | 4,2 | — |
| 11 | 6 | 54,5 | 0,33 | — | 177 | — | 168 | 120 | — | 0,7 | 30,8 | 28,2 | — |
| 82 | 45 | 54,9 | 0,30 | — | 306 | — | 290 | 330 | — | 1,1 | 20,7 | 17,1 | — |
| 86 | 54 | 62,7 | 0,45 | — | 277 | — | 266 | 250 | — | 5,3 | 14,3 | 12,2 | — |
| 187 | 131 | 70,0 | 0,26 | 0,42 | 239 | 223 | 221 | 184 | 177 | 2,1 | 10,8 | 7,2 | 5,9 |
| — | — | — | 0,52 | — | 248 | — | 229 | 188 | — | 2,8 | 10,5 | 6,9 | — |
| — | — | — | 0,55 | — | 254 | — | 241 | 200 | — | 2,5 | 10,7 | 7,1 | — |
| — | — | — | 0,44 | — | 190 | — | 181 | 188 | — | 1,4 | 7,7 | 4,1 | — |
| — | — | — | 0,33 | — | 184 | — | 164 | 124 | — | 1,1 | 5,8 | 2,2 | — |
| 82 | 96 | 84,1 | 0,67 | 0,55 | 367 | 337 | 338 | 330 | 295 | 4,6 | 8,1 | 5,5 | 7,2 |
| — | — | — | 0,30 | — | 323 | — | 308 | 250 | — | 3,2 | 8,8 | 6,1 | — |
| — | — | — | 0,68 | — | 380 | — | 360 | 306 | — | 3,9 | 12,6 | 10,0 | — |
| — | — | — | 0,61 | — | 180 | — | 178 | 121 | — | 0,7 | 34,1 | 31,4 | — |
| — | — | — | 0,70 | — | 360 | — | 358 | 352 | — | 2,1 | 10,2 | 8,2 | — |
| — | — | — | 0,10 | — | 379 | — | 369 | 325 | — | 2,1 | 11,8 | 9,7 | — |

Angaben über örtliche und geologische Verhältnisse der Trinkwässer.

Bellinzona. Grundwasser aus ca. 20 m Tiefe. Alluvium, Sande aus Gneis und Bündnerschiefer. A. Verda, Kantonschemiker.

La Chaux-de-Fonds und *Neuenburg* haben dasselbe Wasser des hydrologischen Einzugsgebietes der Gorges de l'Areuse; Quellen aus Gla- ciär, Kreide und Oxfordkalk. J. Jeanprêtre, Kantonschemiker.

Brunnen. Mischung von Quellwasser und Grundwasser. Quellen am Nord- abhang des Rigi im Bühlerberg oberhalb der Insel Schwanau. J. Bürgi, Kantonschemiker.

Lugano. 1. Quellwasser von Cusello, Monte Tamaro; Glimmerschiefer. 2. Grundwasser von der Ebene von Vedeggio, Bohrloch 38 m tief; sandiges Alluvium. Die Schicht befindet sich zwischen zwei Lehm- schichten. A. Verda, Kantonschemiker.

Basel. 1. Grundwasser vom Erlenpumpwerk, aus dem Schwarzwald, fliest auf blauen Letten. 2. Grellinger Quellen aus dem Jura. R. Viollier, Kantonschemiker.

Locarno. Quellen von Remo, vom Monte Ghiridone; Paragneis mit etwas Marmor und Diorit. A. Verda, Kantonschemiker.

Glarus. 1. Sackquelle, 3300 Min. L., entspringt im Gehängeschutt des Vorderglärnisch. 2. Lötschbordquelle, 2000 Min. L., entspringt im Bergsturzgebiet des Sackberges. H. Vogel, Kantonschemiker.

Winterthur. Grundwasser des Tösstals, fliest in einer Rinne auf Molasse- untergrund, 20—45 m tief, die von glazialem Schotter ausgefüllt ist. Städt. Wasserversorgung.

Montreux. 1. Quellwasser vom Bouveret, etwas unterhalb des Lac Tanay gefasst, 3500 Minutenliter. 2. Wasser von Les Avants, in Les Avants gefasst und mit Quellen von Granschamps, Corgollion und Véroz gemischt. 3000 Minutenliter. Ch. Arragon, Kantonschemiker.

Luzern. 1. Eigenthalerwasser, 16 Quellen, teils Grundquellen aus den Schottern des Rümligbachs in der Talsohle, teils Felsquellen vom rechten Berghang der Pilatuskette. Kreide, Flysch, quartäre Ablagerungen. 2. Grundwasser von Thorenberg, aus fluvioglazialen Schottern des untern Emmelaufes, Ablagerungen des Reussgletschers. L. Meier, Kantonschemiker.

Zug. Quellwasser vom Menzingerberg, feinkörniger Sand, Moräne des Linthgletschers. J. Hux, Kantonschemiker.

Schaffhausen. Grundwasser. $\frac{1}{5}$ liefert ein Grundwasserstrom im Merishauser Tal, $\frac{4}{5}$ ein Grundwasserstrom, der den Rhein entlang im alten Rheinbett fliest. E. Müller, Kantonschemiker.

Solothurn. 1. Grundwasser, Pumpwerk Aarmatt, Schotter. 2. Quellwasser, Reservoir Steingrube, Moräne und Schotter. 3. Quellwasser, Pumpwerk Bielstrasse, Moräne und Schotter. W. Bissegger.

Chur. Quellwasser von östlich Parpan und Valbella. Nach Uebersichtskarte Bündnerschiefer, vermutlich auch Bergsturzmassen. Die Gipfelregion enthält Kreide, Trias, Urgestein. Högl, Kantonschemiker.

St. Gallen. 1. Bodenseewasser, 90% der Wasserversorgung. 2. Quellwasser der Hundwilerleitung; Untere Süsswassermolasse, etwas Gletscherablagerungen (Moränen). H. Rehsteiner, Kantonschemiker.

Biel. 1. Merlinquelle (Hauptquelle), entspringt nach beigelegter Skizze aus Sequan, Kimmeridge, Valangien und Portland. 2. Leugenquelle. A. Farine, Lebensmittel-Inspektor.

Freiburg. Wasser der Saane, in 8 m Tiefe entnommen, somit aus Flysch, Jura, Kreide, Molasse. A. Evéquoz, Kantonschemiker.

Sitten. 1. Source de la fille (Hauptquelle); zwischen Savièse und Arbaz. Kalkgebiet, hauptsächlich Jura, weiter oben Kreide. 2. Sources des Mayens, verschiedene Quellen aus dem Gebiet der Mayens; schiefrige, ältere Eruptivgesteine, Porphyr. B. Zurbriggen, Kantonschemiker.

Herisau. 75% sind Quellwasser aus der Süsswassermolasse von Schwellbrunn und Dietenberg wie Herisau. 25% sind Grundwasser aus dem Pumpwerk Schwänberg, W und NW Herisau; Moränengebiet, Mergel, Nagelfluh. H. Eggenberger, Chefarzt am Bezirksspital.

Aarau. Grundwasser aus dem Suhrental. K. Wiss, Kantonschemiker.

Baden. Grundwasser aus dem Limmattal, Pumpwerk Hinterhofwald, möglicherweise etwas Quellwasser. K. Wiss, Kantonschemiker.

Thun. 3 Quellgebiete: Goldiwil, Homberg, Kohlerenschlucht, laut beigelegter Karte alles polygene Nagelfluh; 2. Grundwasseranlagen: Pumpenschacht Seefeld und Elektrizitätswerk, laut Karte beides Alluvium. Direktion der Licht- und Wasserwerke Thun.

Beziehungen zwischen Kropfhäufigkeit und Judgehalt des Trinkwassers.

Zunächst möge nun der Judgehalt der Wässer mit der Kropfhäufigkeit verglichen werden. In den Fällen, wo mehrere Trinkwässer derselben Ortschaft dienen, sind wir genötigt, für den Judgehalt einen Durchschnittswert anzunehmen. Da wo Angaben darüber vorliegen, in welchem Verhältnis die Ergiebigkeit der Quellen zueinander steht (bei Glarus, Montreux, St. Gallen), lässt sich der Durchschnitt leicht berechnen, in den übrigen Fällen sind wir auf Schätzung angewiesen. Wo nichts weiter bemerkt wird, nehme ich an, die betreffenden Wasserversorgungen stünden im gleichen Verhältnis zueinander. So wurde bei Basel, Zürich, Lausanne, Luzern, Genf, Solothurn, Thun, Frauenfeld der Durchschnitt aus den Einzelwässern berechnet. Bei Bern wurden die beiden Hauptnetze, das Emmentalerwasser und das Könizbergwasser, gleich gesetzt, während die drei Quellgebiete des Könizbergnetzes unter sich als gleich mächtig angenommen wurden. Bei Biel und bei Sitten ist die eine Quelle

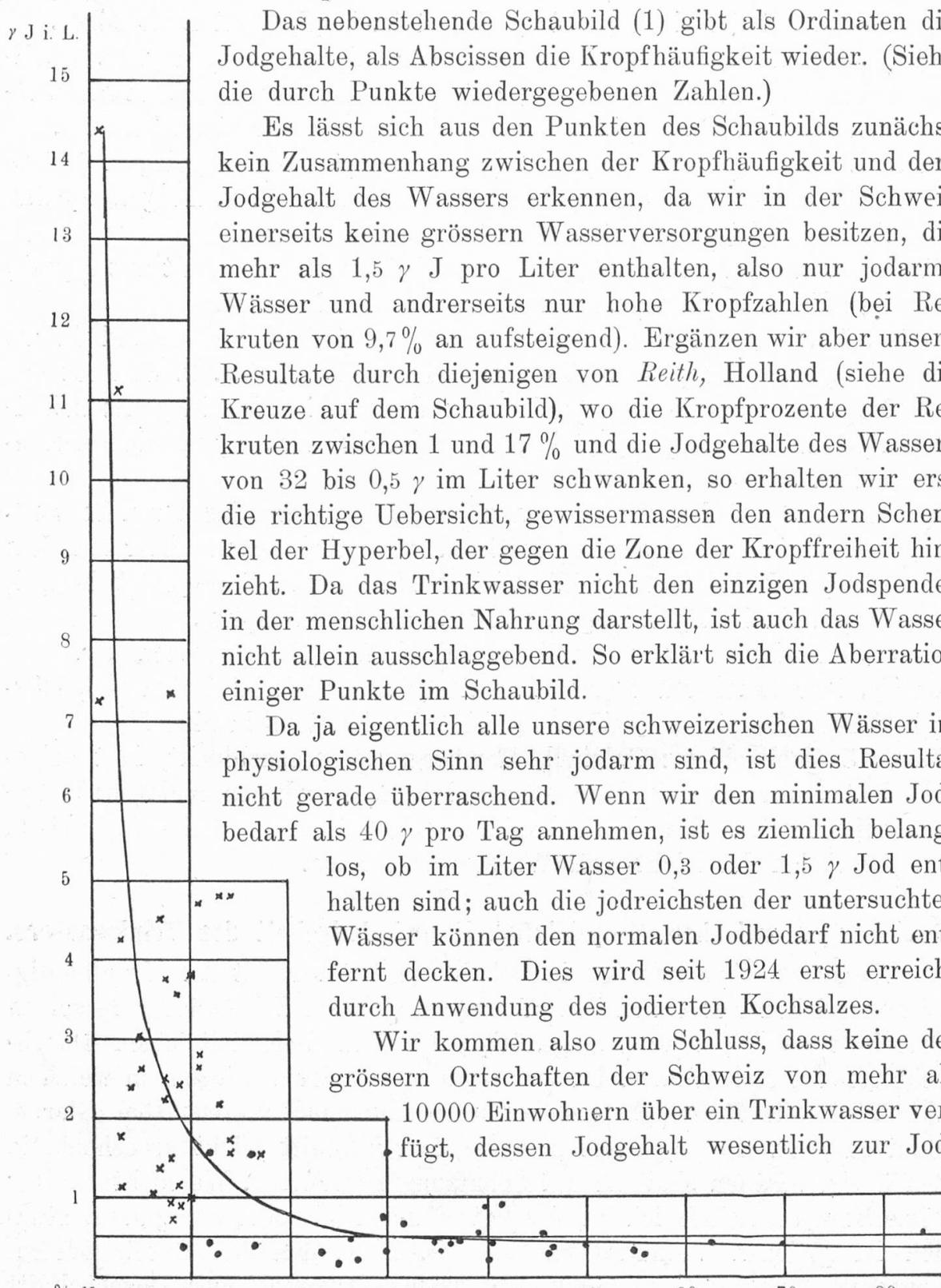
als Hauptquelle bezeichnet. Hier wird angenommen, sie liefere $\frac{2}{3}$ des Wassers und die Nebenquelle das letzte Drittel.

Das nebenstehende Schaubild (1) gibt als Ordinaten die Jodgehalte, als Abscissen die Kropfhäufigkeit wieder. (Siehe die durch Punkte wiedergegebenen Zahlen.)

Es lässt sich aus den Punkten des Schaubilds zunächst kein Zusammenhang zwischen der Kropfhäufigkeit und dem Jodgehalt des Wassers erkennen, da wir in der Schweiz einerseits keine grössern Wasserversorgungen besitzen, die mehr als $1,5 \gamma$ J pro Liter enthalten, also nur jodarme Wässer und anderseits nur hohe Kropfzahlen (bei Rekruten von 9,7 % an aufsteigend). Ergänzen wir aber unsere Resultate durch diejenigen von *Reith*, Holland (siehe die Kreuze auf dem Schaubild), wo die Kropfprozente der Rekruten zwischen 1 und 17 % und die Jodgehalte des Wassers von 32 bis 0,5 γ im Liter schwanken, so erhalten wir erst die richtige Uebersicht, gewissermassen den andern Schenkel der Hyperbel, der gegen die Zone der Kropffreiheit hinzieht. Da das Trinkwasser nicht den einzigen Jodspender in der menschlichen Nahrung darstellt, ist auch das Wasser nicht allein ausschlaggebend. So erklärt sich die Aberration einiger Punkte im Schaubild.

Da ja eigentlich alle unsere schweizerischen Wässer im physiologischen Sinn sehr jodarm sind, ist dies Resultat nicht gerade überraschend. Wenn wir den minimalen Jodbedarf als 40 γ pro Tag annehmen, ist es ziemlich belanglos, ob im Liter Wasser 0,3 oder 1,5 γ Jod enthalten sind; auch die jodreichsten der untersuchten Wässer können den normalen Jodbedarf nicht entfernt decken. Dies wird seit 1924 erst erreicht durch Anwendung des jodierten Kochsalzes.

Wir kommen also zum Schluss, dass keine der grössern Ortschaften der Schweiz von mehr als 10 000 Einwohnern über ein Trinkwasser verfügt, dessen Jodgehalt wesentlich zur Jod-



1. Kropf und Jodgehalt des Wassers.

Die Punkte bezeichnen die Wässer der Schweiz, die Kreuzchen diejenigen von Holland.

versorgung der Bevölkerung beiträgt. Ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Jodgehalt des Trinkwassers und der Kropfhäufigkeit der Einwohner

ist nur in dem Sinn nachweisbar, dass wir nirgends jodreiches Trinkwasser finden, aber bis zum Jahre 1924/25 noch überall hohe Kropfzahlen feststellen mussten.

Ursprünglich bezweckte ich eigentlich mit meinen Untersuchungen nicht mehr, als die soeben besprochene Vergleichung zwischen Jodgehalt des Wassers und Kropfhäufigkeit. Da nun aber noch weiteres Analysenmaterial gesammelt war, lag die Versuchung nahe, auch noch die andern analytischen Werte mit in die Betrachtung einzubeziehen. Ueberraschenderweise wurden dabei einige Feststellungen gemacht, welche verdienten, noch weiter ausgebaut und auf ihre eigentlichen Ursachen hin geprüft zu werden.

Es ist ein alter Volksglaube, dass der Kropf durch den Kalkgehalt des Wassers verursacht werde. Es war nun interessant, zu untersuchen, ob unsere Zahlen für oder gegen einen solchen Zusammenhang sprechen. Wir berücksichtigen dabei einerseits den gesamten Trockenrückstand, andererseits die Summe von Calcium und Magnesium, die als Bicarbonate im Wasser gelöst sind. Sie werden bei der Bestimmung der französischen Härtegrade in mg Calciumcarbonat pro Liter Wasser angegeben. Da, wo der Trockenrückstand erheblich mehr, als das berechnete Calciumcarbonat ausmacht, besteht die Differenz grösstenteils aus Gips. Nur ein einziges ausgesprochen gipsreiches Wasser ist in unserer Tabelle enthalten, dasjenige von Les Avants, No. 24. Wir haben auch einen Fall, wo der berechnete Gehalt an Calciumcarbonat den Trockenrückstand etwas übertrifft, das Wasser von Rorschach, No. 45. Der Grund liegt offenbar in einem hohen Gehalt an Magnesiumbicarbonat. Da Magnesium ein niedrigeres Aequivalentgewicht als Calcium besitzt, fällt der berechnete Wert in dem Masse zu hoch aus, als Magnesium anwesend ist.

Beziehungen zwischen Kropfhäufigkeit und Trockenrückstand und Härte des Wassers.

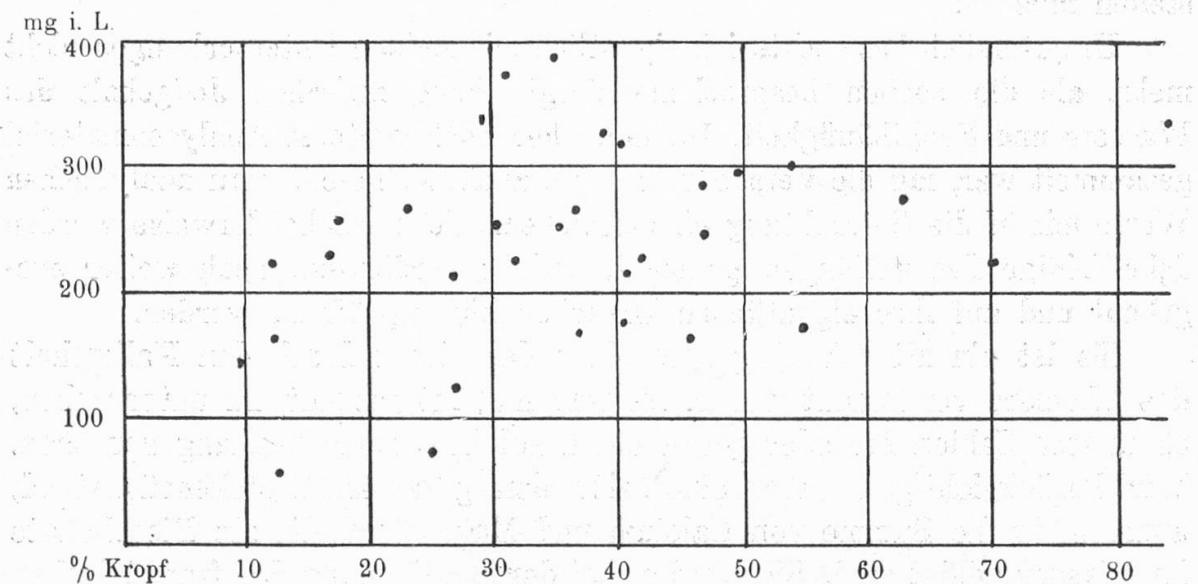
In den beiden folgenden Schaubildern ist die Kropfhäufigkeit mit dem Trockenrückstand und mit der Härte des Wassers in Beziehung gebracht.

Das Schaubild 2 zeigt ein gewisses, wenn schon unregelmässiges Ansteigen des Trockenrückstandes mit der Kropfhäufigkeit. Die höchsten Gehalte finden sich allerdings nicht bei den höchsten Kropfzahlen, sondern bei 30—40% Kropf.

Das Schaubild 3 zeigt ein etwas regelmässigeres Ansteigen der Härte mit steigender Kropfhäufigkeit. Wir können hier eine schräg aufwärts gerichtete Linie ziehen, um welche sich die Werte gruppieren.

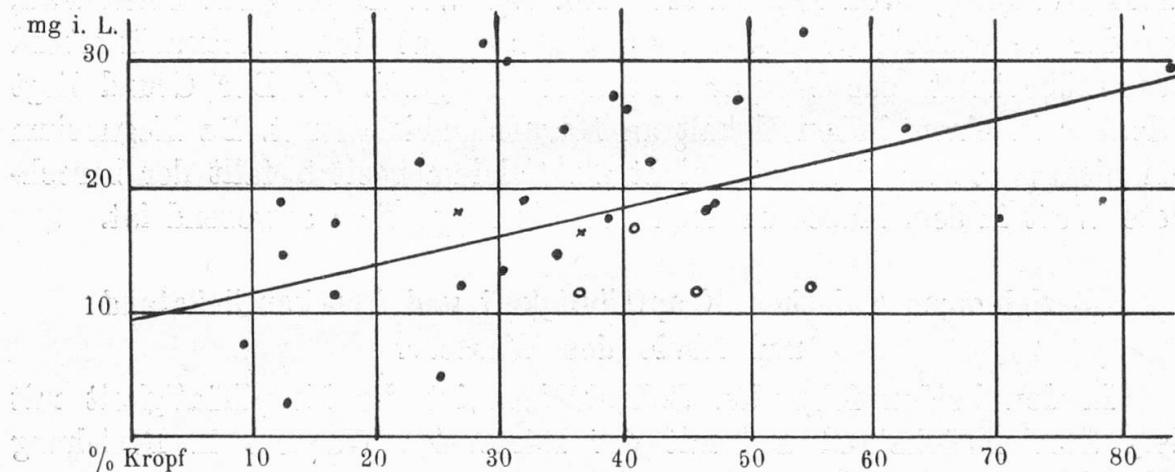
Dieses Resultat würde also mit der Ansicht übereinstimmen, dass die Kropfkrankheit durch den Kalkgehalt des Wassers verursacht werde. Wenn wir aber die einzelnen Zahlen näher betrachten, so liegen doch auch manche hohe Werte bei Ortschaften mit geringer Kropfhäufig-

keit und einige Wässer von Ortschaften mit hohen Kropfziffern weisen nicht gerade einen grossen Härtegrad auf. Drei dieser Fälle werden spä-



2. Kropf und Trockensubstanz des Wassers.

ter besprochen werden. Die Beziehungen zwischen den beiden Grössen stimmen also nicht durchweg, sind aber doch im ganzen gut angedeutet.

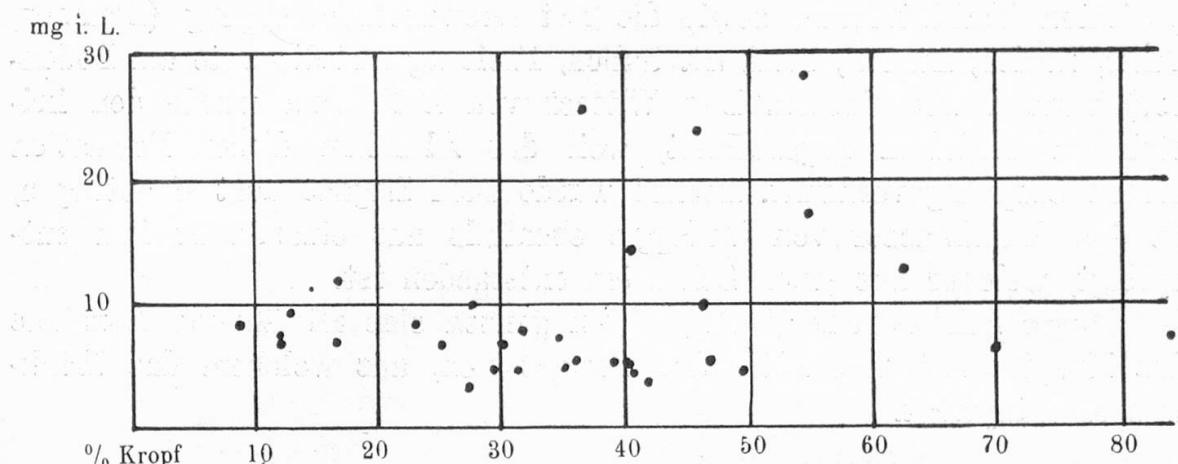


3. Kropf und Härte des Wassers.

Beziehungen zwischen Kropfhäufigkeit und der organischen Substanz des Wassers.

Wenn wir die organische Substanz in den Bereich unserer Betrachtung ziehen, müssen wir uns bewusst sein, dass sich unsere Kropfstatistik auf die Jahre 1924/25 bezieht und dass sich seither die Menge der oxydierbaren Stoffe, sei es durch weitergehende Reinigung des Wassers, sei es durch Chlorierung da und dort verringert haben mag, während auch eine Zunahme durch Verunreinigung des Einzugsgebietes vielleicht nicht überall ausser dem Bereich der Möglichkeit liegt.

Aus unserm Schaubild 4 lässt sich keine deutliche Beeinflussung der Kropfhäufigkeit durch die Verschmutzung des Wassers erkennen.

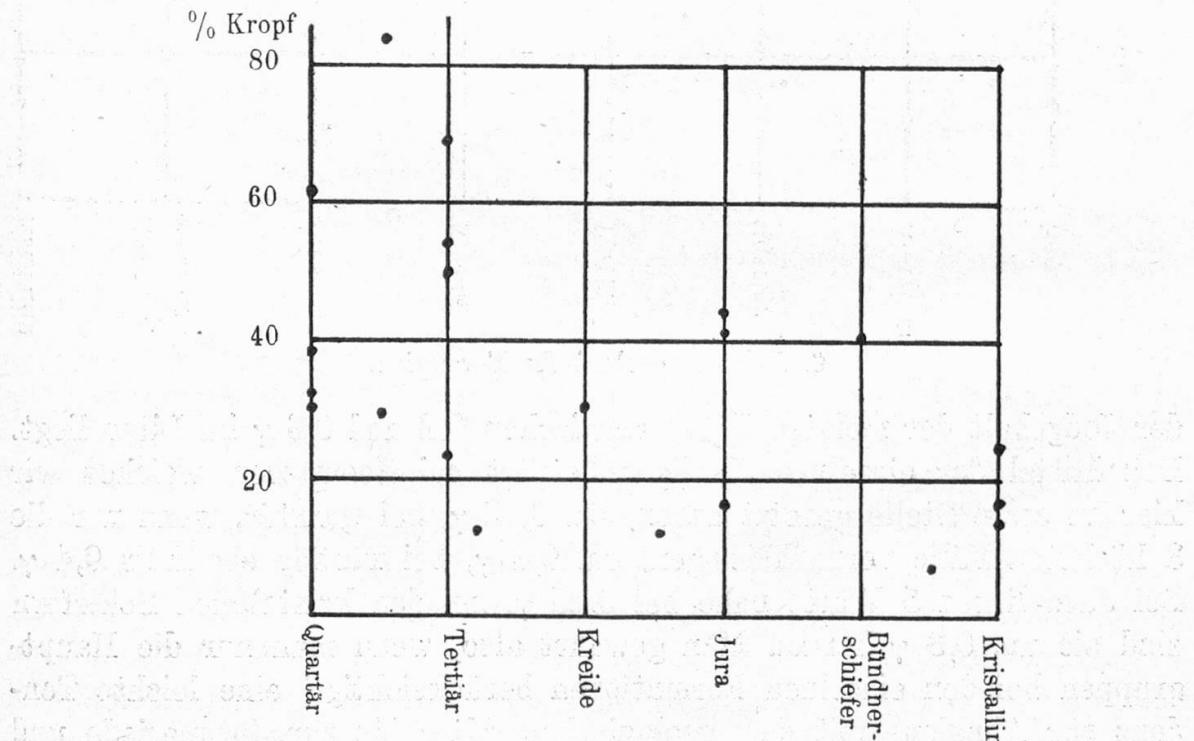


4. Kropf und organische Substanz des Wassers.

Immerhin können wir aber feststellen, dass die stark verschmutzten Bodenseewässer Romanshorn, St. Gallen, Kreuzlingen und Ermatingen (No. 30, 36, 39 und 44) zu der stärker verkropften Hälfte unserer Ortschaften gehören.

Beziehungen zwischen Kropfhäufigkeit und der geologischen Formation der Muttergesteine der Trinkwässer.

Bei Schaubild 5 sind die geologischen Formationen nach zunehmendem Alter als Ordinaten und die Kropzfiffern als Abscissen eingetragen. Wenn ein Wasser aus mehreren geologischen Formationen entspringt und



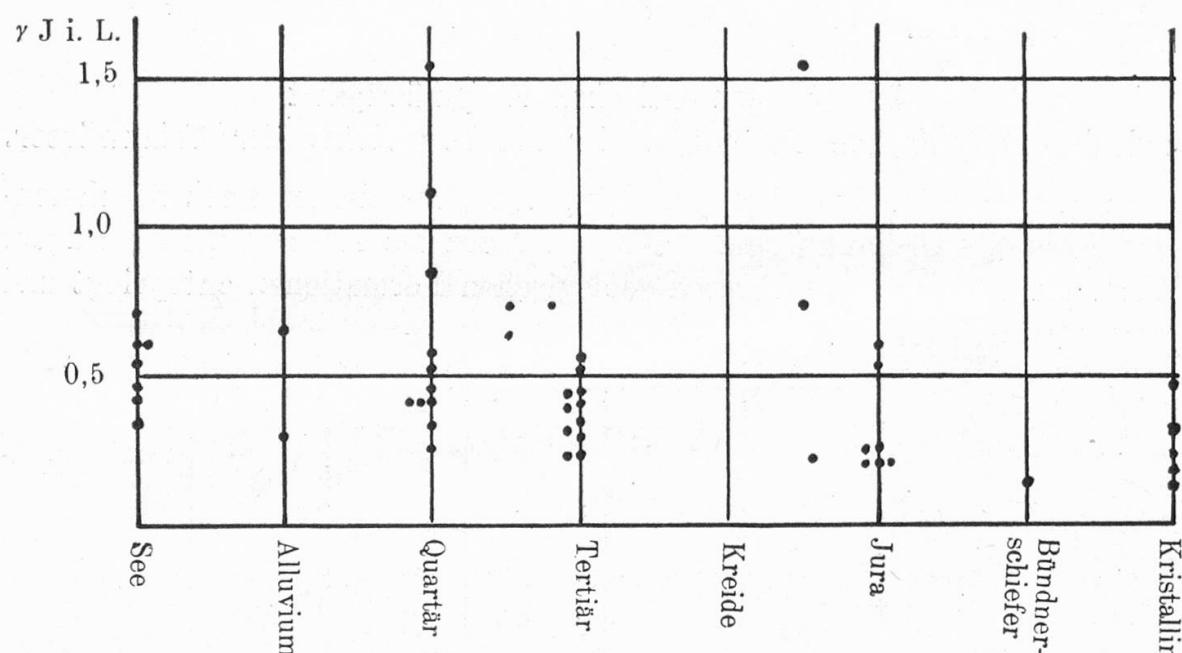
5. Kropf und geologische Formation.

diese aufeinanderfolgen, sind die Werte nach der Hauptformation oder zwischen den Hauptformationen eingetragen. Ortschaften mit zu komplizierten Verhältnissen, sowie die mit Seewasserversorgung (Brunnen, Basel, Zürich, Luzern, Genf, St. Gallen, Freiburg und die Orte am Bodensee) wurden weggelassen. Das Wasser von Bellinzona wurde den kristallinen Schiefern zugerechnet, weil das Alluvium dieser Formation seinen Ursprung verdankt. Ebenso wurde auch Lugano dort eingetragen, da das Grundwasser von Vedeggio ebenfalls aus einem Alluvium entspringt, welches aus jenen Schichten entstanden ist.

Unser Schaubild zeigt im grossen ganzen eine allmähliche Abnahme des Kropfes mit dem Alter der Formationen, aus welchem das Trinkwasser entspringt.

Beziehungen zwischen geologischer Formation und Jodgehalt des Wassers.

Wie das Schaubild 6 zeigt, hält sich der Jodgehalt unserer Wässer in der Regel bei den einzelnen Formationen in ziemlich engen Grenzen, abgesehen von einigen stark abweichenden Fällen, wie denn überhaupt



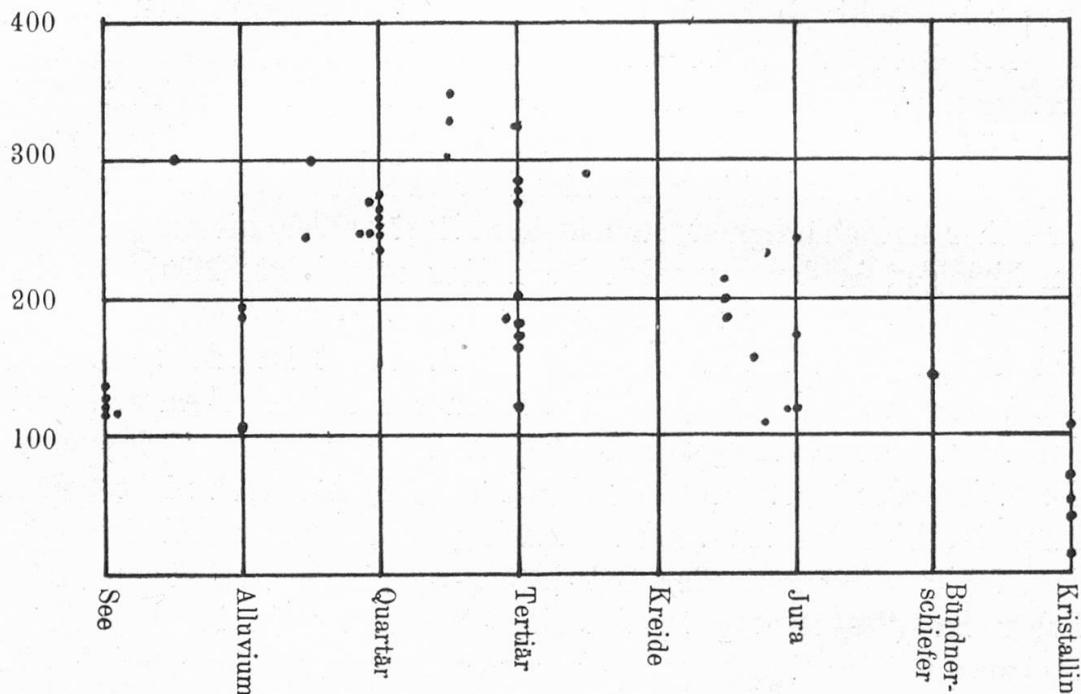
6. Jod und geologische Formation.

der Jodgehalt der meisten Wässer zwischen 0,2 und 0,6 γ im Liter liegt. Das Mittel der einzelnen Gruppen beträgt bei Seewasser, welches wir hier an erste Stelle gesetzt haben, ca. 0,52 γ, bei Quartär, wenn wir die 3 höchsten Fälle vernachlässigen, ca. 0,4 γ, bei Tertiär ebenfalls 0,4 γ. Bei Jura liegen 5 Werte nahe bei 0,25 γ, bei den kristallinen Schiefern sind sie um 0,3 γ herum. Man gewahrt also, wenn man nur die Hauptgruppen bei den einzelnen Formationen berücksichtigt, eine leichte Tendenz zur Abnahme mit dem geologischen Alter bis zur Juraperiode und dann bei den kristallinen Schiefern wieder eine leichte Zunahme.

Beziehungen zwischen geologischer Formation und Härte des Wassers.

Wie wir gesehen haben, findet ein leichtes Ansteigen der Kropfhäufigkeit mit der Härte des Wassers und eine Abnahme mit dem geologischen Alter des Muttergestein statt. Das Schaubild 7 setzt nun die beiden letztern Faktoren, das geologische Alter und die Härte des Wassers miteinander in Beziehung.

mg CaCO₃ i. L.



7. Geologische Formation und französische Härtegrade.

Wir sehen von der Quartärformation an ein Abfallen der Härte mit zunehmendem Alter der Formation. Wie der Kropf mit dem geologischen Alter etwas abnimmt, so nimmt auch die Härte des Wassers ab. Falls nun ein kropferzeugendes Agens im Trinkwasser enthalten sein sollte, so liesse sich aus unsren Feststellungen nicht ohne weiteres ersehen, ob dieses im geologischen Alter der Gesteine oder im Kalk- bzw. Kalk- und Magnesiagehalt des Trinkwassers zu suchen wäre.

Ueber diese Frage könnten vielleicht die Analysenresultate unserer Seewässer Auskunft geben. In stehendem Wasser fällt bekanntlich ein grosser Teil des gelösten Calcium- und Magnesiumbicarbonates infolge Kohlensäureverlusts als normales Carbonat aus. Wenn nun der Gehalt an alkalischen Erden den Kropf verursacht, so muss sich mit ihrem Ausfallen auch die Kropfnoxe im gleichen Verhältnis verringern. Die Wässer müssen sich somit dem normalen Schema auf Schaubild 3 so einordnen, wie es nach ihrem Härtegrad zu erwarten ist. Sollte aber die Kropfhäufigkeit grösser sein, als nach der Härte zu erwarten wäre, so müsste man annehmen, dass der Härte kein entscheidender Einfluss zukommt.

Wir haben 3 reine Trinkwasserversorgungen mit Seewasser in unserer Tabelle; es sind dies Romanshorn mit 115 mg CaCO₃ im Liter Wasser und 36,6% Kropf, Kreuzlingen mit 118 mg CaCO₃ und 45,8% Kropf und Ermatingen mit 120 mg CaCO₃ im Liter und 54,5% Kropf. Dazu kommt St. Gallen mit 90%iger Seewasserversorgung mit 136 mg CaCO₃ und 40,4% Kropf. Bei Zürich und Genf komplizieren sich die Verhältnisse durch gleichzeitigen Gebrauch andern Wassers und Horn fällt ausser Betracht, weil sein Bodenseewasser nicht getrunken wird.

Die CaCO₃-Werte von Romanshorn, St. Gallen, Kreuzlingen und Ermatingen sind auf dem Schaubild 3 mit Ringen bezeichnet, diejenigen von Zürich und Genf mit Kreuzen. Die Werte für Kreuzlingen und Ermatingen liegen nun tatsächlich niedriger als bei andern Ortschaften mit ähnlicher Kropfhäufigkeit, Romanshorn liegt an der untern Grenze, St. Gallen hingegen in der normalen Zone. Der erniedrigte Härtegrad hat sich bei den 3 Orten mit reiner Seewasserversorgung nicht im Sinne einer Verringerung der Kropfnoxe ausgewirkt. Somit ist nicht der Härtegrad des Wassers für die Kropfhäufigkeit massgebend, sondern es könnte eher das Alter des Muttergesteins sein oder besser gesagt, irgend ein mit dem Alter der Gesteine wechselnder Faktor, der noch nicht bekannt ist. Zwar ist hier der Einwand zu machen, dass gerade bei den genannten drei Bodenseewässern der Gehalt an organischer Substanz ein überaus hoher ist (24—28 mg im Liter). Obschon wir ja im allgemeinen mit steigendem Gehalt an organischer Substanz keine Zunahme des Kropfes feststellen konnten (siehe Schaubild 4), so sind doch von anderer Seite (Galli-Valerio u. a.) schwerwiegende Argumente für die Möglichkeit der Entstehung des Kropfes durch Verschmutzung des Wassers beigebracht worden. Es könnte also sein, dass sich die 3 genannten Ortschaften deshalb dem Schaubild 3 nicht gut einordnen, weil die Kropfnoxe durch die organische Substanz des Wassers erhöht worden ist. In diesem Falle müssten aber auch Zürich und St. Gallen, die ebenfalls erhebliche Mengen organischer Substanz aufweisen, im Mittel ca. 10,0 und 22,0 mg, wenigstens einigermassen aus der Reihe fallen. Sie ordnen sich aber im Schaubild 4 ebenso wie Genf in seinem sauberen Seewasser gut in die mittlere Zone ein. Wir können also konstatieren, dass nach den vorliegenden Untersuchungen ein Einfluss der organischen Substanz des Wassers auf die Kropfhäufigkeit nicht nachweisbar ist. Daraus ergibt sich also mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, dass nicht der Härte des Wassers, auch nicht dem Gehalt an organischer Substanz, wohl aber dem geologischen Alter, bezw. gewissen, noch unbekannten Einflüssen, die mit dem geologischen Alter der Gesteine, aus welchen das Wasser entspringt, ein Einfluss auf die Entstehung des Kropfes zukommt.

Vergleichen wir nun unsere Bodenseewässer hinsichtlich ihres Jodgehaltes und der Kropfhäufigkeit bei den Rekruten miteinander. Wir

ordnen sie nach der Entfernung ihrer Entnahme vom Einfluss des Rheins in den See. Es ergibt sich Folgendes:

| | Entfernung vom Einfluss des Rheins km | Kropf- häufigkeit % | γ Jod i. L. | Organische Substanz mg i. L. |
|---------------------|---------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Horn | 16 | — | 0,61 | 31,4 |
| St. Gallen | 17 | 40,4 | 0,61 | 23,9 |
| Romanshorn | 18 | 36,6 | 0,45 | 25,8 |
| Kreuzlingen | 40 | 45,8 | 0,56 | 23,9 |
| Ermatingen | 48 | 54,5 | 0,33 | 28,2 |

Wir sehen, dass bei den drei letzten Ortschaften die Kropfziffer mit der Entfernung vom Einfluss des Rheins zunimmt und auch St. Gallen fügt sich dem Schema nahezu ein. Horn können wir aus weiter oben erörterten Gründen nicht mitberücksichtigen. Der Judgehalt nimmt mit zunehmender Distanz im allgemeinen ab, aber nicht ganz regelmässig. Die organische Substanz können wir nicht in Betracht ziehen, weil die Wasserreinigung nicht überall dieselbe ist. Das zeigt sich durch Vergleichung von Horn und St. Gallen, deren Wasser ziemlich nahe beieinander entnommen wird.

Die Abnahme des Judgehalts um nahezu die Hälfte kann zwei Ursachen haben, erstens ein Entweichen von Jod in die Luft und zweitens eine Aufnahme von Jod durch die Wasserpflanzen, speziell durch das Phytoplankton. Welche Ursache überwiegt, müsste durch besondere Untersuchungen festgestellt werden.

Zusammenfassung.

Es wurden 57 der hauptsächlichsten Leitungswässer untersucht, welche mehr als einem Viertel der Bevölkerung der Schweiz als Trinkwasser dienen und nach Zusammenhängen zwischen ihrer Zusammensetzung und der Kropfhäufigkeit der Bevölkerung an Hand der eidgenössischen Rekrutenstatistik von 1924 und 1925 gesucht. Es ergab sich dabei Folgendes:

1. Zusammenhänge zwischen Kropfhäufigkeit und Judgehalt des Trinkwassers liessen sich nicht auffinden. Alle grossen Leitungswässer der Schweiz sind so jodarm, dass ihr Gehalt von 0,2—1,5 γ pro Liter in der täglichen Jodversorgung der Bevölkerung nicht in Betracht fällt. Im Gebiete dieser Trinkwasserversorgung war bis 1924 noch überall eine starke Verkropfung der Rekruten von 9,7—84% feststellbar.

2. Zusammenhänge zwischen Kropfhäufigkeit und dem Gehalt des Wassers an organischer Substanz liessen sich nicht nachweisen.

3. Der Kropf nimmt im allgemeinen, nicht aber ausnahmslos, mit steigendem Gehalt des Wassers an Trockensubstanz, deutlicher an Härte (französische Härtegrade) zu.

4. Die Kropfhäufigkeit nimmt im allgemeinen, aber nicht ausnahmslos, mit dem Alter der geologischen Formation, aus welchem das Wasser stammt, ab. Im gleichen Sinne nimmt auch meistens die Härte des Wassers ab.

5. Da Ortschaften mit Seewasserversorgung trotz relativ niedriger Härte ihres Trinkwassers stark vom Kropf befallen sind, ergibt sich mit Wahrscheinlichkeit, dass nicht die Härte des Wassers an sich kropfvermehrend wirkt, sondern andere Faktoren, welche zum Teil mit dem geologischen Alter der Gesteine, aus welchen die Wässer entspringen, abnehmen.

6. Die Vergleichung verschiedener Ortschaften mit Bodenseewasserversorgung zeigt im allgemeinen eine Zunahme des Kropfes mit der Entfernung vom Einfluss des Rheins in den See und im allgemeinen eine Abnahme des Jodgehalts des Wassers mit der Entfernung.

7. Ein eisenhaltiges Leitungswasser verlor bei der durch Entlüftung vorgenommenen Enteisenung den grössten Teil seines Jods.

Citronensäurebestimmung in Wein.

Von Dr. Th. von FELLENBERG.

(Aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes, Vorstand: Prof. Dr. J. Werder.)

Da nach der eidgenössischen Lebensmittelverordnung ein Zusatz von Citronensäure bis zu 0,5 g pro Liter Wein und bis zu 2 g pro Liter Obstwein gestattet, ein höherer Zusatz hingegen verboten ist, sehen wir uns vor die Notwendigkeit gesetzt, in die neue Auflage des Schweizerischen Lebensmittelbuches eine Vorschrift zur Bestimmung der Citronensäure aufzunehmen. Eine befriedigende Methode haben wir in der Literatur nicht gefunden. Die letzte Methode, die veröffentlicht wurde, diejenige von *W. Bartels*¹⁾ ist derart kompliziert, dass sie wohl schon deshalb für unsere Zwecke kaum in Betracht fallen dürfte. Sie beruht darauf, dass die Bariumsalze gefällt, in Essigsäure gelöst und unter genau vorgeschriebenen Bedingungen einer oxydierenden Destillation unterworfen werden, die mehrere Stunden dauert, worauf der durch Nebenreaktion gebildete Acetaldehyd mit Permanganat verbrannt und das aus der Citronensäure entstandene Aceton jodometrisch bestimmt wird.

Ich versuchte auf verschiedene Weise zum Ziel zu gelangen. Zuerst hoffte ich, eine Trennung der Säuren durch wiederholte Aetherextraktion²⁾ vornehmen zu können, wobei sich die Citronensäure wegen ihrer Schwerlöslichkeit in diesem Lösungsmittel in den letzten Fraktionen

¹⁾ Z. U. L., 65, 30, 1933.

²⁾ Vergl. Th. v. Fellenberg, diese Mitt., 13, 1, 1922.