

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 79/80 (1922)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Heizwagen mit Elektroden-Kessel für 15000 Volt der Schweizer. Bundesbahnen  
**Autor:** Christen, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-38129>

### **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:** 17.02.2026

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

Es ist fernerhin zu beachten, dass den hier gegebenen Berechnungen nicht die für diese Mauer ungünstigsten Temperaturverhältnisse, die wahrscheinlich in der Mitte des Winters eintreten, zu Grunde gelegt sind. Die ganze Darlegung soll hauptsächlich als Beispiel dienen, um zu zeigen, welche grossen Nebenspannungen solche Bogenmauern unterworfen sein können.

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich ist, war für die Kurven Nr. VI und VII die Wassertiefe im Stausee an den beiden Messungstagen (25. Juni und 27. Oktober 1915) ungefähr die gleiche. Die verschiedene Grösse der Durchbiegungen ist deshalb wohl hauptsächlich Temperatur-Unterschieden in der Mauer zuzuschreiben. Ausgeführte Berechnungen haben gezeigt, dass an jenen beiden Messungstagen in der Mauer eine durchschnittliche Temperatur-Differenz von ungefähr 10 bis 12° C an der Krone, und etwa 5 bis 6° C in der Nähe der Foundation vorkamen. Weit grössere Temperatur-Unterschiede würden zweifellos vorkommen z. B. für die Monate Februar und August, doch liegen bisher noch keine bezüglichen Messungen vor.

Auf Anregung des Verfassers sollen nun in nächster Zeit an den meisten amerikanischen Gewölbe-Staumauern systematische Beobachtungen und Messungen vorgenommen werden, um bessere Einsicht in die wirklichen Spannungs-Verhältnisse dieser Bauwerke zu verschaffen. Es ist zu hoffen, dass bei den in der Schweiz gebauten, oder für die nahe Zukunft geplanten Talsperren schon während des Baues zweckmässige Einrichtungen getroffen werden, um Spannungen, Temperaturänderungen und Durchbiegungen möglichst genau zu messen und damit den Grund zu legen zu ökonomischen und zuverlässigen Annahmen für die Berechnung künftiger derartiger Bauten.

### Heizwagen mit Elektroden-Kessel für 15000 Volt der Schweizer. Bundesbahnen.

Von F. Christen, Ing. der S. B. B. in Bern.

Bei der elektrischen Traktion erfolgt die Heizung der Züge vermittelst Dampf oder unmittelbar durch Elektrizität (Widerstands-Heizkörper). Für internationale Züge kommt aus naheliegenden Gründen bis auf weiteres ausschliesslich die bisherige Heizung mittels Dampf zur Anwendung. Dabei wurde bis anhin der Dampf in Kesseln erzeugt, die mit Kohle oder Oel geheizt werden. In neuerer Zeit werden nun auch Kessel mit elektrischer Heizung, und zwar für nieder- oder hochgespannten Strom ausgeführt. Die Wirtschaftlichkeit dieser verschiedenen Heizsysteme hängt in der Hauptsache von den örtlichen Brennstoff-bezw. Stromkosten ab.

Bei grossen Heizleistungen, wie solche für normale und schwere Züge der Schweiz. Bundesbahnen nötig sind, eignet sich für die elektrische Dampferzeugung der Ökonomie halber allein der Hochspannungskessel, wobei der Strom direkt der Fahrleitung entnommen wird. Der mit einer solchen Anlage ausgerüstete Heizwagen kann an

beliebiger Stelle des Zuges eingeschaltet werden, wodurch eine bessere, gleichmässige Heizung des ganzen Zuges erreicht und öfters die Zugbildung vereinfacht werden kann.

Zur Abklärung dieses, mit Rücksicht auf die hohe Spannung von 15000 Volt neuen Problems, erklärten sich die S. B. B. auf Ansuchen der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden und der Firma Gebrüder Sulzer A.-G. in Winterthur bereit, vorgängig der Ausführung eines Heizwagens gemeinsame Vorversuche vorzunehmen. Diese in Bern im Sommer 1920 durchgeführten Untersuchungen haben in jeder Beziehung befriedigt. Dabei wurden insbesondere die Möglichkeit des Anheizens des Kessels mit Strom von dieser hohen Spannung, die Regulierfähigkeit und das Auftreten von Knallgas untersucht.

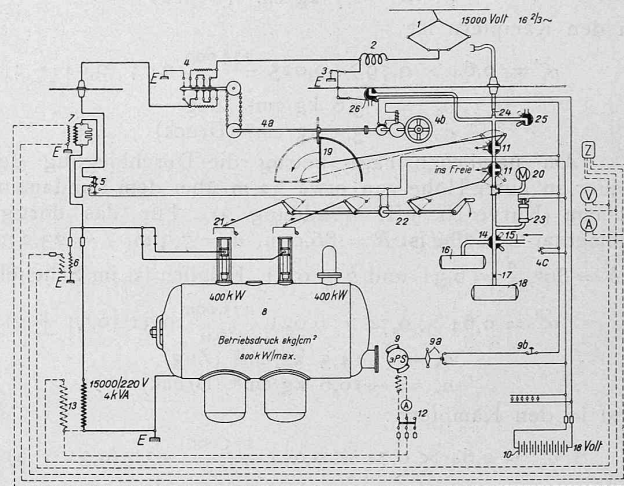


Abb. 2. Schaltungschema der elektrischen Ausrüstung des Heizwagens.

LEGENDE: 1 Stromabnehmer, 2 Drosselspule, 3 Erdschalter, 4 Oel-schalter mit Schutzwiderstand und Erdschalter, 4a Transmission mit Verriegelung zur Türe des Hochspannungsraumes, 4b Handantrieb mit Ausschalt-magnet, 4c Notauslösung, 5 Haupt-Zeitrelais mit Kontaktvorrichtung, 6 Span-nungstransformator 15000/220 Volt, 7 Messstromwandler 100/5 Amp., 8 Elektroden-Dampfkessel, 9 Motor für Wasserzirkulations-Pumpe, 9a Zentrifugalschalter (löst beim Stillstand des Motors Pos. 9 den Oel-schalter Pos. 4 aus), 9b Anlass-Druckknopf mit Fussbetätigung zum Motor Pos. 9, 10 Batterie für Zugsbeleuch-tung, 11 Dreieghahn, 12 Schalter (normalerweise geschlossen), 13 Oeltrans-formator für Hilfsstromkreis, 14 Dreieghahn für Handluftpumpe, 15 Luftzufuhr von der Handluftpumpe, 16 Luftbehälter für Stromabnehmer, 17 Rückschlag-ventil, 18 Luftbehälter für Westinghouse-Bremse, 19 Türe zum Hochspan-nungs-raum, 20 Kontaktmanometer mit Kontakt bei 2 at, 21 Dachklappe, 22 Not-ausschaltung, 23 Kontaktventil, 24 Drosselventil, 25 und 26 Zweieghahnen.

Auf Grund der Ergebnisse dieser Versuche ist den beiden vorgenannten Firmen eine Heizanlage für Einphasen-Wechselstrom von 15000 Volt bei  $16\frac{2}{3}$  Perioden, 8 at Betriebsdruck und 800 bis 1000 kW maximaler Lei-stung in Auftrag gegeben worden. Die Heizeinrichtung wurde in einen zweiachsigen Gepäckwagen eingebaut; ihre Bestandteile sind aus den nachstehenden Abbildungen 1 und 2 sowie aus dem Schaltschema Abbildung 3 ersichtlich.

Die Anlage besteht aus dem Kessel, einer in dem-selben eingebauten Pumpe, die von einem Elektromotor angetrieben wird und dem Wasserbehälter. Der Kessel, der direkt auf dem Wasserbehälter aufgebaut ist, wird durch zwei Injektoren gespiesen. Der Strom gelangt von der Fahrdrablleitung durch den Stromabnehmer, das Trenn-messer und zwei Induktionsspulen zum Hauptschalter. Von diesem führt eine Leitung unmittelbar zu den beiden Elektroden und eine andere zu einem Transformator 15000/220 Volt, der den Antriebstrom für den Pumpen-motor liefert. Die Zirkulationspumpe bewegt das Wasser durch das elektrische Feld der Elektroden mit einer solchen Geschwindigkeit, dass Ansammlungen von Dampfblasen und daherige Durchschläge verhindert werden. Gleichzeitig findet eine kontinuierliche Abkühlung der Elektroden statt. Die beiden Elektroden-systeme des Heizkessels können zur Regulierung der Dampfproduktion einzeln (mittels Trenn-messer) ein- und ausgeschaltet werden, ferner ist eine weitere Einstellung durch Verschieben der Isolier-Rohre über den Elektroden möglich. Der Stromabnehmer wird

### Versuche vom 6. und 8. März 1921 im Depot Bern.

| Zeit  | Amp. Kessel | Volt Kessel | Druck Kessel at | Druck Pumpe at | Amp. Motor | Elektroden-Stellg. | Bemerkungen   |
|-------|-------------|-------------|-----------------|----------------|------------|--------------------|---|
| 14.50 | 12          | 15000       | 0,0             | 0,6            | 19         | 36                 | Wassertemperatur etwa 95° C<br>Eine Elektrode (Nr. 1) eingeschaltet |
| 15.05 | 16          | 14000       | 0,8             | 1,4            | 17         | 20                 |   |
| 15.15 | 24          | 14200       | 1,8             | 2,3            | 17         | 10                 |   |
| 15.25 | 33          | 13700       | 3,6             | 4,0            | 17         | 0                  |   |
| 15.35 | 31          | 15000       | 6,1             | 6,6            | 18         | 5                  |   |
| 15.40 | 31          | 14500       | 8,0             | 8,6            | 20         | 5                  |   |
| 9.08  | 20          | 14500       | 0               | 0,6            | 18         | 36                 | Wassertemperatur etwa 95° C.  |
| 9.15  | 22          | 14500       | 0,1             | 0,8            | 18         | 36                 |   |
| 9.20  | 42          | 14000       | 1,0             | 1,6            | 17         | 5                  | Beide Elektroden eingeschaltet                                      |
| 9.30  | 54          | 14000       | 4,0             | 4,6            | 16         | 5                  |   |
| 9.40  | 30          | 14000       | 8,4             | 9,00           | 15         | 36                 |   |

Heizwagen mit Elektroden-Kessel für 15 000 Volt Wechselstrom der Schweizerischen Bundesbahnen.

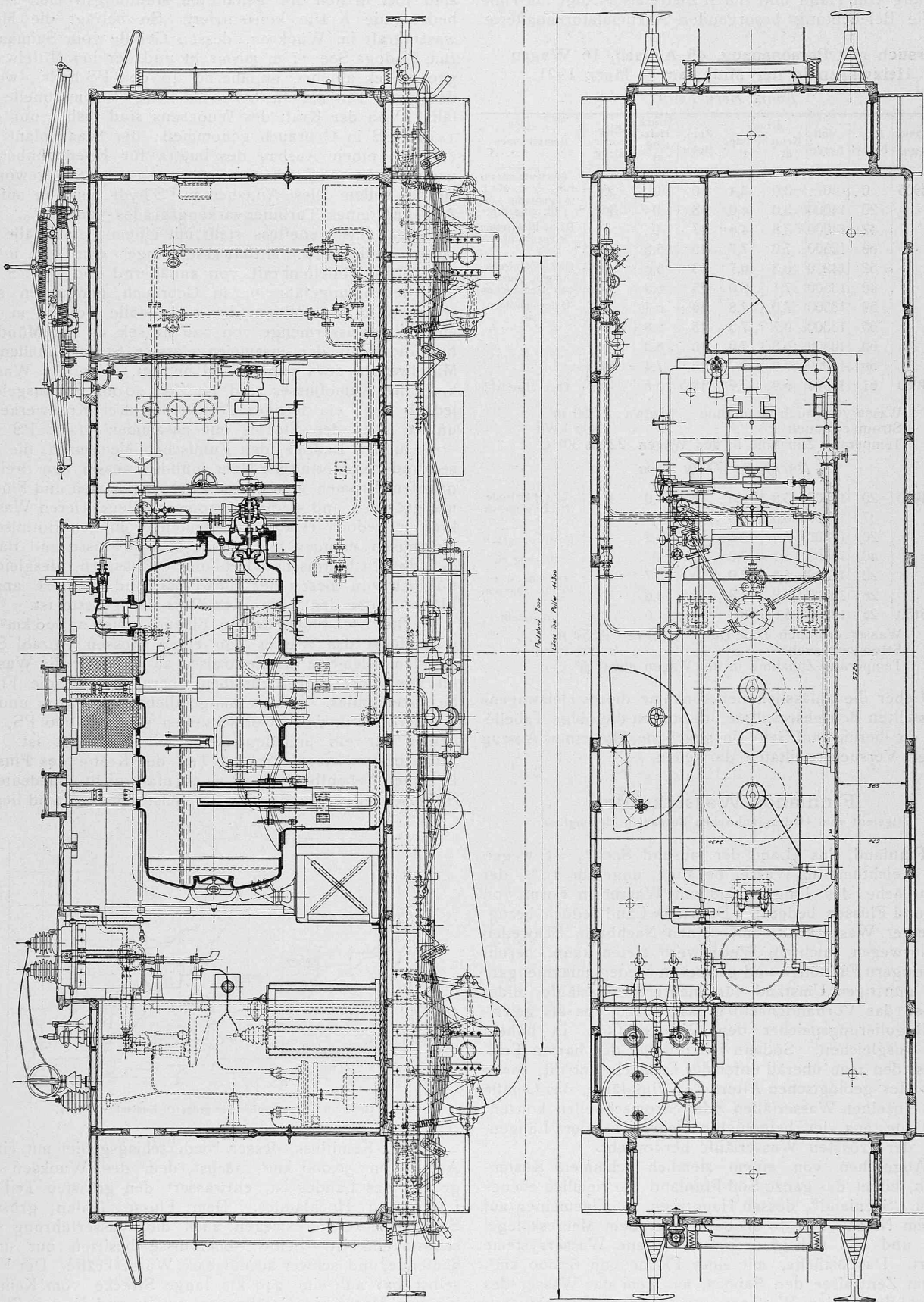


Abb. 1 und 2. Längsschnitt und Grundriss des Heizwagens. — Masstab 1 : 45. — Die elektrische Ausrüstung stammt von der Firma Brown, Boveri &amp; Cie., Baden.

pneumatisch betätigt. Mit der bezüglichlichen Luftleitung ist die Verriegelung der Türe zum Hochspannungsraum verbunden. Der Stromabnehmer wird auch automatisch gesenkt beim Öffnen der Dachklappen über den Elektroden. Durch diese Öffnungen, die für den Ausbau der Elektroden vor-

gesehen wurden, kann bei allfällig vorkommender Beschädigung der Stromeinführungen der dem Kessel entströmende Dampf ins Freie abgelassen werden. Die Druckluft wird der Westinghousebremsleitung entnommen, für den Notfall ist noch eine Handluftpumpe angebracht. Die Not-



auslösung von Hand und durch Zeitrelais erfolgt mit Hilfe der die Beleuchtung besorgenden Akkumulatorenbatterie.

**Versuch mit Personenzug, 45 Achsen, 16 Wagen,  
Heizwagen in der Mitte, am 9. März 1921.**

*Fahrt Bern-Thun.*

| Zeit | Zähler kWh | Amp. Kessel | Volt Kessel | Druck Kessel at | Pumpe at | Amp. Motor | Druck Heizleitg. at | Elektroden-Stellg. | Bemerkungen  |
|------|------------|-------------|-------------|-----------------|----------|------------|---------------------|--------------------|--|
| 6.55 | 3905       | 0           | 0           | 3,0             | 3,4      | 0          | 0                   | 36                 | Ausstemperatur — 5° C. Mitl. Wagentemp. — 6° 1 El. eingesch. |
| 7.02 |            | 20          | 14000       | 3,0             | 4,0      | 18         | 0                   | 36                 | Beide Elektroden eingeschaltet.                              |
| 7.05 |            | 42          | 14000       | 3,8             | 4,6      | 17         | 0                   | 7                  |  |
| 7.10 |            | 66          | 12500       | 7,0             | 7,7      | 15         | 5,6                 | 5                  |  |
| 7.19 |            | 52          | 14200       | 6,3             | 6,7      | 13         | 5,6                 | 0                  | Halt in Ostermündgen, Ausw. von Schläuchen                   |
| 7.29 |            | 40          | 13500       | 7,1             | 8,0      | 15         | 6,5                 | 35                 | Ostermündigen ab   |
| 7.31 |            | 59          | 13500       | 7,0             | 7,8      | 16         | 6,4                 | 5                  |  |
| 7.42 |            | 65          | 13300       | 6,7             | 7,3      | 15         | 5,8                 | 5                  |  |
| 8.00 |            | 60          | 13500       | 6,8             | 7,6      | 15         | 6,3                 | 6                  |  |
| 8.10 |            | 56          | 14000       | 7,9             | 8,7      | 15         | 7,4                 | 10                 |  |
| 8.14 | 4900       | 61          | 13000       | 6,9             | 7,9      | 14,5       | 6,6                 | 10                 | Thun abgestellt  |

Wasserverbrauch Bern-Thun etwa 1,350 m<sup>3</sup>  
Stromverbrauch 995 kWh  
Temperatur-Zunahme in den Wagen 22 bis 30° C.

*Rückfahrt Thun-Bern.*

|      |      |    |       |     |     |    |     |    |                                  |
|------|------|----|-------|-----|-----|----|-----|----|----------------------------------|
| 8.50 | 4900 | 20 | 14300 | 5,8 | 6,8 | 16 | 0,0 | 35 | Eine Elektrode (Nr. 2) eingesch. |
| 8.53 |      | 37 | 14000 | 6,5 | 7,5 | 15 | 4,4 | 5  |                                  |
| 8.55 |      | 20 | 12800 | 5,4 | 5,6 | 8  | 4,2 | 3  | Pumpe abgesch.                   |
| 9.05 |      | 40 | 13500 | 6,1 | 7,0 | 15 | 0   | 2  | Heizung zu                       |
| 9.12 |      | 23 | 12500 | 6,8 | 7,0 | 10 | 5,7 | 2  | Heizung offen                    |
| 9.17 |      | 26 | 13800 | 6,2 | 6,8 | 15 | 4,6 | 2  | Pumpe abgesch.                   |
| 9.25 | 5150 | 26 | 13800 | 5,6 | 6,3 | 15 | 4,6 | 2  | abgestellt                       |

Wasserverbrauch Thun-Bern etwa 0,350 m<sup>3</sup>  
Stromverbrauch 250 kWh  
Temperatur-Zunahme in den Wagen etwa 5° C.

Ueber die anlässlich der Abnahme dieses Heizwagens festgestellten Betriebsergebnisse orientieren die obige Tabelle, sowie die bereits auf Seite 60 gegebene, die einen Auszug aus den Versuchsergebnissen darstellen.

**Finnlands Wasserkräfte.**

Mitgeteilt vom Hydrographischen Bureau in Helsingfors.

Finnland, das „Land der tausend Seen“, ist wegen seines Reichtums an Wasser bekannt; ungefähr 10% der Gesamtfläche des Landes sind mit Wasser in Form von Seen und Flüssen bedeckt. Dass das Land jedoch bezüglich seiner Wasserkräfte mit seinen Nachbarn, Schweden und Norwegen, nicht in Wettbewerb treten kann, beruht auf geringern Fallhöhen und geringern Niederschlagsmengen. Einen günstigen Umstand für mehrere Flussläufe bildet indessen das Vorhandensein grosser Seen, die als gewaltige Regulierungspeicher den Wasserabfluss in hohem Masse ausgleichen. Sodann ist infolge des harten Felsbodens, den man überall unter der Erdoberfläche antrifft, sowie infolge des geologischen Alters der Flussläufe, das Gefälle oft in einzelnen Wasserfällen oder Stromschnellen konzentriert, wie aus der beigefügten Uebersicht der Längensprofile der grössten Wasserläufe hervorgeht.

Abgesehen von einem ziemlich schmalen Küstenstreifen, bildet das ganze Süd-Finnland ein ziemlich ebenes Plateau, „Seenland“, dessen Hauptseen im allgemeinen auf gleichem Niveau von 70 bis 80 m über dem Meeresspiegel liegen und das sich in drei verschiedene Wassersysteme gliedert. Das östliche, mit einer Fläche von 67 000 km<sup>2</sup>, hat zum Zentralsee den Saimaa, aus dem das Wasser des Systems durch den Vuoksen zum Ladoga-See abfließt. Das mittlere umfasst 37 000 km<sup>2</sup> und entwässert durch den Kymmenefluss zum Finnischen Meerbusen, während das westliche, 27 000 km<sup>2</sup> umfassende Wassersystem sein Wasser durch den Kumofluss zum Bottnischen Meerbusen abführt.

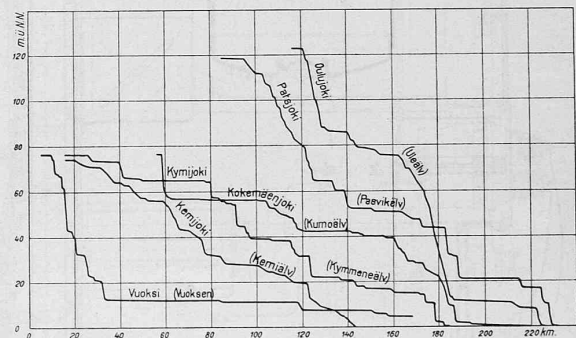
Innerhalb des Seenlandes gibt es infolge relativ kleiner Höhenunterschiede ziemlich wenig Wasserkräfte, dagegen

sind aber in den drei genannten Mündungsströmen relativ bedeutende Kräfte konzentriert. So beträgt die Mittelwasserkraft im Vuoksen, dessen Gefälle vom Saimaa bis zum Ladoga-See 71 m ausmacht und der bei Mittelwasser 570 m<sup>3</sup>/sek abführt, annähernd 400 000 PS hydr., wovon der vierte Teil auf die bekannte Imatra-Stromschnelle entfällt. Von der Kraft des Vuoksens sind bisher nur etwa 14 000 PS in Gebrauch genommen; der Staat plant aber zur Zeit einen Ausbau des Imatra für Eisenbahnbetrieb, wodurch zu Anfang etwas über 100 000 PS gewonnen werden sollen. Diese Angaben in PS hydr. beruhen auf der Annahme eines Turbinenwirkungsgrades von 75%.

Der Kymmenefluss stellt mit einem Totalgefälle von 72 m und einer Mittelwassermenge von 300 m<sup>3</sup>/sek eine Stromschnellenkraft von annähernd 200 000 PS dar, von denen ungefähr 1/8 in Gebrauch genommen sind, während im Kumofluss, der ein Gefälle von 78 m und eine Mittelwassermenge von 220 m<sup>3</sup>/sek an der Mündung hat, die Kraft der zusammengefassten Stromschnellen bei Mittelwasser etwa 120 000 PS beträgt. Von der Wasserkraft des Kumoflusses sind zur Zeit 20 000 PS ausgebaut; jedoch liegt ein fertiges Projekt für drei Kraftwerke im unteren Teil des Flusses mit zusammen 57 000 PS vor.

In den Ladoga, den Finnischen Meerbusen, die Ostsee und das Bottnische Meer münden ausser den drei genannten Strömen eine grosse Zahl von Bächen und Flüssen mit grösseren und kleineren Stromschnellen. Deren Wasserkraft ist jedoch relativ unbedeutend. In den Bottnischen Meerbusen münden ferner eine Menge Flüsse und Bäche, die das Ostbottnische Flachland entwässern, desgleichen nördlich von diesen der Ulea-Fluss und mehrere andere Flüsse, unter denen der Kemifluss der grösste ist.

Der Ulea-Fluss, dessen Einzugsgebiet 23 000 km<sup>2</sup> beträgt, führt das Wasser von einer grossen Anzahl Seen mit dem Ulea-See als Zentralsee ab und hat, die Wasserführung betreffend, denselben Charakter wie die Flüsse des Seenlandes. Sein Gesamtgefälle beträgt 122 m und die Wasserkraft in den Stromschnellen etwa 275 000 PS, von denen nur ein unbedeutender Teil ausgebaut ist. Der Staat besitzt einen grossen Teil der Kräfte des Flusses. In seinen Nebenflüssen gibt es ebenfalls nicht unbedeutende Stromschnellen, wenn schon die meisten im Oedland liegen.



Generelle Längensprofile der grössten finnischen Flüsse.

Der Kemifluss, dessen Niederschlagsgebiet mit einem Areal von 50 000 km<sup>2</sup> nächst dem des Vuoksens das grösste des Landes ist, entwässert den grössten Teil des Lappischen Hochlandes. Dem Flusse fehlen grössere Speicherbecken, weswegen auch die Wasserführung sehr schwankend ist. Seine Nebenflüsse besitzen nur unbedeutende und schwer ausnützbare Wasserkräfte. Der Fluss selbst hat auf eine 240 km lange Strecke vom Kemisee bis zum Meere ein Gefälle von 147 m und in den Stromschnellen bei Mittelwasser eine Kraft von 460 000 PS, die bis auf weiteres unausgenutzt ist. Der Staat ist Besitzer einiger Stromschnellen. Infolge ihrer Nähe zur Eisenbahn wird die Ausnützung der Stromschnellen erleichtert, wenn auch Eis und grosse Wassermengenschwankungen viele wassertechnische Schwierigkeiten bereiten.