Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 15 (1922-1923)

Heft: 14

Artikel: Die elektrische Zugförderung auf dem IX. Eisenbahnkongress in Rom 1921 [Fortsetzung]

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920366

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: 15.07.2025

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

SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT

Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt ∴∴∴ Allgemeines Publikationsmittel des Nordostschweizerischen Verbandes für die Schiffahrt Rhein-Bodensee

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHRT

Gegründet von Dr. O. WETTSTEIN unter Mitwirkung von a. Prof. HILGARD in ZÜRICH und Ingenieur R. GELPKE in BASEL

Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HÄRRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in ZÜRICH 1
Telephon Selnau 3111 .·.·.·. Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich.

Alleinige Inseraten-Annahme durch:
SCHWEIZER-ANNONCEN A. G. - ZÜRICH
Bahnhofstrasse 100 — Telephon: Selnau 5506
und übrige Filialen.
Insertionspreis: Annoncen 40 Cts., Reklamen Fr. 1.—
Vorzugsseiten nach Spezialtarif

Administration und Druck in Zürich 1, Peterstrasse 10
Telephon: Selnau 224
Erscheint monatlich
Abonnementspreis Fr. 18.— jährlich und Fr. 9.— halbjährlich
für das Ausland Fr. 3.— Portozuschlag
Einzelne Nummern von der Administration zu beziehen Fr. 1.50 plus Porto.

No. 14 ZÜRICH, 25. November 1923 XV. Jahrgang

Inhaltsverzeichnis:

Die elektrische Zugsförderung auf dem IX. Eisenbahnkongress in Rom, 1921 (Fortsetzung) — Ueber Seetemperaturen — Elektrizitätsexport und Elektrizitätswirtschaft — Die neue linksseitige Zentrale des Elektrizitätswerkes Wynau A. G. — Ueber die Verwendung der Energie — Mitteilungen des Verbandes der Aare-Rheinwerke — Ausfuhr elektrischer Energie — Comité Franco-Suisse du Haut-Rhône — Wasserkraftausnutzung — Schiffahrt und Kanalbauten — Geschäftliche Mitteilungen — Wasserwirtschaftliche Literatur — Berichtigung — Kohlen- und Oelpreise.

Die elektrische Zugförderung auf dem IX. Eisenbahnkongress in Rom, 1921.

(Fortsetzung.)

Niederlande und England.

Den Bericht über elektrische Zugförderung in den Niederlanden und in England erstattete J. W. van Loenen Martinet, Chef der elektrischen Zugförderung bei den Niederländischen Staatsbahnen. Da die Antworten der befragten Staatsbahnverwaltungen über die Anlage- und Unterhaltungskosten elektrischer Eisenbahnen nur spärlich eingegangen waren, was sich aus der Unsicherheit der Preisbestimmung während der Kriegs- und Nachkriegsjahre erklären lässt, beschränkte sich der Berichterstatter darauf, die seit dem VIII. Eisenbahnkongresss in Bern erzielten Fortschritte:

1. in der Erzeugung und Uebertragung der elektrischen Arbeit zu Bahnzwecken (Strombezug),
2. die Wahl der Stromart für die Elektrisierung der Bahnen

festzustellen .

1. Die Erzeugung und Uebertragung der elektrischen Arbeit.

Bedeutende Fortschritte seien im Verlauf der letzten zehn Jahre im Bau grosser Einheiten und in der besseren Verbrennung der Kohle erzielt worden. Der Verbrauch an Kohle sei von 1,25 kg auf 0,9 bis 0,8 kg/kWh gefallen. Die überall stark gestiegenen Kohlenkosten haben eine Zentralisation der Stromerzeugung notwendig gemacht.

In England wurde der Weg zur Zentralisation der Stromerzeugung für elektrische Zugförderung zuerst 1918/19 durch die Electricity Supply Bill eröffnet. Danach befasst sich ein vom Handelsamt ernannter Ausschuss von fünf Mitgliedern mit der Förderung, Regelung und Ueberwachung der Stromverteilung sowie mit der Errichtung neuer Kraftwerke. Er berichtet hierüber dem Transportministerium in juridischem, beratendem und beaufsichtigendem Sinne, wobei er verpflichtet ist, vor der Berichterstattung die beteiligten Parteien zu hören, unter denen er eine besondere Kommission zur Beratung und zur Auswertung der Erfahrungen auswählte. Der Ausschuss befasst sich auch mit der Erlaubniserteilung an lokale Behörden und Private zur Erweiterung bestehender Kraftwerke und Hochspannungsleitungen, wobei er bezüglich Spannungen, Frequenz und Stromart seine Vorschriften erteilt. Für

grosse Anlagen, wie z. B. die zu elektrisierenden Bahnen, wird die Bewilligung zum Bau neuer Anlagen nur dann erteilt, wenn der Nachweis erbracht wird, dass der Strom zu billigeren Bedingungen erzeugt werden kann, als man ihn von einem anderen bestehenden Elektrizitätswerk beziehen kann.

Der Ausschuss kann weiter über die Lieferung überschüssiger Elektrizität zu einem von ihm festgesetzten Preis an Dritte verfügen. Er soll das ganze Land in elektrische Bezirke einteilen, um zu erreichen, dass der Strom in diesen auf billigste und verwaltungstechnisch einfachste Weise zur Verteilung gelangt. An diesen Verhandlungen nehmen die Provinzial- und städtischen Behörden, der Stromlieferant und die Abnehmer in der Weise teil, dass sie ein Projekt aufstellen, welches der Genehmigung des Ausschusses bedarf. Einigt man sich in diesen Kreisen über ein solches nicht, so stellt der Ausschuss von sich aus ein Projekt auf. Die Entscheidung darüber fällt das Transportministerium, sie bedarf der Bestätigung durch die beiden Kammern. Die aus den Interessenten gebildete Kommission (Joint Electricity Authority) hat dann später auch die Ausführung der Elektrizitätsverteilung zu überwachen, doch stets unter Aufsicht des Ausschusses, der auch Verbesserungen in der Stromverteilung der betreffenden Bezirke vorschreiben kann.

Zur Zeit des Berichtes in Rom waren dreizehn solche Bezirke vorhanden; doch stösst die Errichtung der zugehörigen Bezirkskommissionen noch auf grosse Schwierigkeiten, was durch die verschiedenen Stromarten, Spannungen und Frequenzen der bestehenden Elektrizitätswerke erklärt wird. Einen nicht geringen Widerstand bereiten hierbei auch die Ortsbehörden. Die grösste Schwierigkeit jedoch bestand in dem Mangel des Gesetzes vom Jahre 1919 bezüglich der dem Ausschuss zur Verfügung zu stellenden Geldmittel für die Zeit des Uebergangs der Elektrizitäswerke und Kraftübertragungen an den Staat. Im April 1920 wurde deshalb ein Zusatzgesetz, das den Ausschuss zur Ausgabe von Schuldverschreibungen und Aktien für diese Zwecke, d. h. für den Erwerb bestehender Anlagen und den Bau neuer ermächtigt.

In Holland waren die Schwierigkeiten in der Vereinheitlichung der Stromverteilung erheblich geringer als in England, da hier mit wenigen Ausnahmen durchweg Drehstrom von 50 Per erzeugt und verteilt wird. Es bestehen etwa 20 Elektrizitätswerke über 400 kW, deren Mehrzahl als öffentliche Unternehmungen bewirtschaftet werden, einige mit 10 kV, andere mit 50 kV, welche letztere Spannung in Zukunft als Regel angenommen werden dürfte. Schwieriger ist die Vereinheitlichung der Stromerzeugung. Die Vereinigung der holländischen Elektrizitätwerke hat eine Kommission zum Studium dieser Frage eingesetzt (1919). Gleichzeitig ernannte die Regierung eine Kommission, die einen Entwurf für die staatliche Erzeugung und Verteilung der Elektrizität aufstellen sollte. Auf Grund dieses Entwurfes wurde 1920 ein Elektrizitätsgesetz eingebracht, laut dem eine gemischtwirtschaftliche Gesellschaft, in der der Staat den ausschlaggebenden Einfluss hätte, die Erzeugung und Verteilung von Elektrizität zu 50 kV Spannung unter Uebernahme bestehender und Bau neuer Werke übertragen werden sollte. Dieser Gesetzentwurf wurde von der Kammer als noch nicht reif abgelehnt und eine neue Kommission zur Untersuchung der Frage seitens des Ministeriums eingesetzt. Uebrigens kann die Regierung in gewissem Umfange bereits Vorkehrungen in dem gewünschten Sinne treffen und hat das in den letzten Jahren in den Fällen auch schon getan, wo beantragte Erweiterungen bestehender, nichtstaatlicher Anlagen von ihrer Genehmigung abhängig waren.

Der Berichterstatter hat dieser Frage des Strombezuges einen breiten Raum gewidmet, weil es wichtig ist, dass die Eisenbahnverwaltungen, wenn sie zur Elektrisierung ihrer Linien kommen, in der Lage sein müssen, den benötigten Strom aus einem allgemeinen Stromverteilungsnetz zu beziehen. Die Lage in den beiden Ländern ist zurzeit so, dass in England nur ein Teil der Bahnen den Strom von fremden Werken bezieht, die andern über bahneigene Kraftwerke verfügen; in Holland steht für die Linie Rotterdam—Haag—Scheveningen gleichfalls ein solches zur Verfügung. Die Elektrizitätswerke waren hier für eine Versorgung der elektrischen Eisenbahnen zu klein und der Strompreis demnach zu hoch.

Im allgemeinen lieben es, wie der Bericht ausführt, die Eisenbahnen, ihre Angelegenheiten selbst zu betreiben. Man müsse sich fragen, ob in dieser Beziehung Grund vorliege, von diesem Prinzip abzuweichen. Der Strombezug aus einem allgemeinen Verteilungsnetz sei nach zwei Richtungen hin zu betrachten, und zwar von seiten der Bahn, ob man den Strom aus dem allgemeinen Verteilungsnetz zu gleichen Preisen beziehen könne als aus bahneigenen Werken, und dieser Anschluss die gleiche Sicherheit biete — von seiten der öffentlichen Werke, ob die gesamte Strommenge billiger mit einem einzigen oder mit zwei von einander unabhängigen Verteilungsnetzen abgegeben werden könne.

In Holland hat die Vereinigung der Elektrizitätswerksdirektoren in ihrem eben erwähnten Bericht über die letztgenannte Frage sich dahin geäussert, dass bei Betrachtung des in seiner Ge-

samtheit elektrisierten Eisenbahnnetzes und der vollendeten allgemeinen Elektrizitätsversorgung des Landes die Kraftwerke ohne weiteres in der Lage sein werden, auch für die Eisenbahnen den Strom zu liefern, sowie dass die Vorteile dieser gemeinsamen Stromversorgung dann erreicht sein werden, wenn die Umformerwerke der Bahnen zugunsten des Leistungsfaktors des allgemeinen Verteilungsnetzes mit Synchronometern arbeiten.

Auf der andern Seite hatte das Ministerium gelegentlich der Erörterung des oben erwähnten Elektrizitätsgesetzes die Kommission für die Elektrisierung der Eisenbahnen um ein Gutachten über die Frage des Strombezuges ersucht. Dieses Gutachten ist in vielen Punkten beachtenswert. Die Kommission stellt darin zunächst den vermutlichen Gesamtbedarf des Landes auf 1400 Mill. kWh fest, wovon 400 Mill. kWh auf die elektrisierten Eisenbahnen entfallen würden. Dieser Elektrizitätsbedarf würde nach Ansicht der Kommission billiger in gemeinsamen als in getrennten Kraftwerken erzeugt werden. Wenn die Kraftwerke für die allgemeine Versorgung infolge ihrer Grösse den Strom mit den kleinstmöglichen Kosten erzeugen würden, so sei das bei Bahnkraftwerken nicht der Fall, weil diese sich langsam entwickeln und im allgemeinen mit kleineren Einheiten arbeiten. Man könne nun daraus schliessen, dass der Zusammenschluss der Elektrizitätserzeugung für die Bahnen vorteilhaft sei, für die allgemeine Elektrizitätsversorgung dagegen weniger Interesse biete. Man müsse indessen beachten, dass ein Elektrizitätswerk um so billiger arbeite, je mannigfacher seine Verwendung sei, d. h. je mehr der Strombezug seiner einzelnen Abnehmer über 24 Stunden verteilt würde. Die Bahnen würden nun den grössten Stromverbrauch in den Stunden aufweisen, wo die Allgemeinheit ihn nicht habe, und überdies in den Nachtstunden noch viel Strom erfordern.

Die Elektrifizierung der Eisenbahnen würde naturgemäss zuerst auf den verkehrsreichsten Linien einsetzen und, um die Vorteile des elektrischen Betriebes voll auszunutzen, so weit als möglich den nächtlichen Güterverkehr ins Auge zu fassen haben. Die gemeinsame Stromerzeugung würde also für beide Teile, die allgemeine Stromversorgung und die Bahnen, vorteilhaft sein und übrigens nach Ansicht der Kommission nur unter Aufsicht einer Behörde praktisch durchführbar sein. Das ergäbe für die Eisenbahnen auch die einfachere Verwaltung, sei es als Staats- oder als gemischtwirtschaftliches Unternehmen mit staatlichem Uebergewicht.

Die gleichen Ueberlegungen führten zu gemeinsamen Kraftübertragungsanlagen, die in Anlage- und Betriebskosten sich billiger stellen als getrennte Leitungen und Unterwerke.

Die der Eisenbahnverwaltung nahestehenden Mitglieder der Kommission hegten zwar anfangs Zweifel an der Zweckmässigkeit dieser Anordnung, da die Stromabnahme aus gemeinsamen Anlagen vielleicht die Sicherheit des fortlaufenden Strombezuges gefährde. Diese Zweifel wurden indessen durch das Urteil massgebender Fachleute und den Besuch mehrerer Kraftübertragungsanlagen zerstreut, und die Kommission vertritt jetzt ungeteilt den Standpunkt, dass der Strombezug aus gemeinsamen Anlagen für die Eisenbahnen das Richtige sei. Sie formulierte ihre Meinung in folgender Weise: Unabhängig von der für die Elektrisierung der Eisenbahnen zu wählenden Stromart ist es sowohl für die allgemeine Elektrizitätsversorgung des Landes als auch für die Eisenbahnen ein Vorteil, wenn der Strom in gemeinsamen Kraftwerken erzeugt und in gemeinsamen Kraftübertragungsanlagen und Unterwerken verteilt wird, die alle einer einzigen öffentlichen Behörde unterstellt werden.

In England äusserte sich der Beratungsausschuss für die Elektrisierung der Eisenbahnen in seinem Bericht vom Juli 1920 gleichfalls über diese Frage.

Aus diesen beiden Berichten könne man, ohne weiter in Einzelheiten zu dringen, die Ansichten über den Strombezug in Holland und England wie folgt zusammenfassen: Gegenwärtig besteht weder in Holland, noch in England eine allgemeine Landesversorgung mit Elektrizität, also fehlen auch geeignete Unterwerke zur Versorgung der Eisenbahnen. Es lässt sich in beiden Ländern eine Neigung zur einheitlichen Elektrizitätserzeugung feststellen, und es lässt sich annehmen, dass die Eisenbahnen hieraus den Strom zu einem niedrigeren Preis beziehen werden, als sie ihn sich selbst erzeugen können. Solange eine einheitliche Elektrizitätserzeugung nicht besteht, werden sich die Bahnen den Strom wirtschaftlicher selbst erzeugen, als ihn von kleineren Kraftwerken beziehen. Anstatt die bestehenden Elektrizitätswerke zu vergrössern, wird es in manchen Fällen vorzuziehen sein, eine Eisenbahn ein neues eigenes Werk erbauen zu lassen, was die spätere allgemeine Landeselektrisierung gegebenenfalls erleichtert. Wenn die Speisung der elektrisierten Eisenbahnen mit der allgemeinen Elektrizitätsversorgung des Landes in der vorgeschlagenen Weise verbunden ist, bestehen weder in Holland noch in England irgend-

welche Gründe für die Anwendung einphasigen Wechselstroms.

2. Die Wahl der Stromart.

Holland und England haben sich für den hochgespannten Gleichstrom entschieden. In beiden Ländern sind grössere Einphasenbahnen in Betrieb und zwar in Holland die Linie Rotterdam—Haag—Scheveningen, in England u. a. die London-, Brighton und Southcoast-Bahn. Die Gründe für den endgültigen Uebergang zu hochgespanntem Gleichstrom sind in den Berichten der Kommissionen für die Elektrisierung der Eisenbahnen jedes Landes klar festgelegt worden. Derjenige der holländischen Kommission wird in dem vorliegenden Referat von van Loenen Martinet in einem Anhang ausführlich wiedergegeben, und es lohnt sich, die Hauptpunkte daraus zu entnehmen. Der Bericht stammt aus dem Februar 1921. Der Inhalt der Denkschrift ist etwa folgender:

Unter der Annahme bahneigener Kraftwerke, Leitungen und Unterwerke bestünden hinsichtlich der Leistungen und der Anlage- sowie Betriebskosten der Bahn zwischen Gleichstrom und Wechselstrom keine grossen Unterschiede. In dem Masse, als die Verkehrsdichte ab- und die Streckenlänge zunehmen, gewinnen der Wechselstrom, für grössere Verkehrsleistungen und weniger ausgedehnte Streckenlängen aber der Gleichstrom das Uebergewicht. Hierbei seien die Kosten für die Verhütung von Schwachstromstörungen bezw. elektrolytische Einwirkungen noch nicht in Betracht gezogen.

Bei einer von der Kommission im Dezember 1921 befürworteten, oben schon besprochenen Vereinigung der Stromerzeugung und Uebertragung der allgemeinen Elektrizitätsversorgung des Landes und der Bahnen seien bei Wechselstrom in den Unterwerken Phasenumformer aufzustellen; diese seien nebenbei teurer als die Umformer für Gleichstrom. Die Wechselstrombahnen würden also bei diesem Anschluss an das allgemeine Stromnetz einen wesentlichen Vorteil ihrer Eigenart, bestehend in der Einfachheit der reinen Einphasen-Unterwerke, preisgeben, sofern diese letzteren tatsächlich ohne Personalbesetzung belassen werden. Die Gleichstrombahnen ihrerseits würden bei der gemeinsamen Stromversorgung gewinnen, da sich in den Unterwerken das vorhandene Bedienungspersonal für ihre Umformer verwenden liesse.

Diese Benachteiligung der Wechselstrombahnen liesse sich zwar dadurch umgehen, dass man in den Kraftwerken eigene Einphasengeneratoren für die Bahnfrequenz aufstelle; diese würden aber teurer werden und einen höheren Dampfverbrauch aufweisen als die Drehstromturbodynamos der allgemeinen Elektrizitätserzeugung, womit ein Vorteil der teilweise gemeinsamen Kraftwerke verloren ginge. Die Vorteile der gemeinsamen Stromerzeugung und Stromfortleitung kämen also bei Gleichstrombahnen mehr zur Geltung als bei Einphasenwechselstrombahnen.

Was nun die Schwachstromstörungen bei Wechselstrombahnen betrifft, so weist der holländische Bericht darauf hin, dass die Massnahmen zu deren Verhütung sehr verwickelt und teuer seien. In gewissen Fällen liesse sich Abhilfe schaffen durch Verlegung der Schwachstromleitungen auf grössere Entfernungen von den Bahnleitungen, was man bei der Riksgränsenbahn in Schweden und in der Schweiz gemacht habe. In einem Lande aber, wie Holland, mit dichter Bevölkerung sei dieses Hilfsmittel nicht durchführbar. Eine sehr teure Massnahme bestehe in der Verkabelung der Schwachstromleitungen, die nicht einmal die Störungen der Betriebe völlig beseitige. Besonders schwierig sei es, die Störungen infolge der aus den Geleisen austretenden Ströme zu beseitigen, da deren Stromweg im voraus nicht bestimmt werden könne. Bei Wechselstrombahnen sei es alles in allem heute noch nicht möglich, unter gegebenen Verhältnissen vorher die Mindestkosten der Abwehrmassnahmen zu bestimmen, die eine sichere Wirkung gewährleisten.

Bei Gleichstrombahnen würde es aus einem Grunde nötig sein, die Schwachstromleitungen wie bei Wechselstrombahnen weiter abzulegen, nämlich, um im Falle eines Leitungsbruches ihre Berührung mit den Starkstromleitungen zu verhindern. Dazu genüge aber schon die weniger als bei Wechselstromleitungen kostspielige Verlegung innerhalb des Bahnplanums. Dagegen seien bei Gleichstrombahnen infolge der stärkeren Gleisströme Vorkehrungen gegen Korrosionen erforderlich. Diese Gefahren würden indes nicht erheblich, da die Eisenbahnen nur selten, und dann meist auf Dämmen und Ueberführungen bebaute Stadtteile durchschnitten. Diese Massnahmen liessen sich im übrigen leicht vorher berechnen. Die Kommission fasst ihre Ansicht dahin zusammen, dass, soweit Holland in Betracht komme, bei Wechselstrombahnen infolge der breiten Einflusszone der Leitungen die Massnahmen gegen störende Einwirkungen verwickelter und teurer seien als bei Gleichstrombahnen.

Bezüglich der Motoren seien alle Mitglieder der holländischen Kommission der Ansicht, dass der Gleichstrommotor eine einfachere Bauart und grössere Betriebssicherheit habe als der Einphasenwechselstrommotor, insbesondere, wenn man die Spannungen nicht zu hoch annehme. Diese Ansicht sei durch die Besichtigung mehrerer elektrisierter Bahnen verstärkt worden, ob-

wohl man bei Einphasenbahnen zahlreiche, in den letzten Jahren durchgeführte Verbesserungen bemerkt habe. Ueber die Unterhaltungskosten seien genaue Vergleichszahlen zwischen beiden Motorarten noch nicht zusammengestellt, doch sei die Kommission entgegen der von kompetenter Seite geäusserten Meinung, dass in einigen Jahren beide Motoren gleichwertig sein würden, der Ansicht, dass der Einphasenwechselstrommotor stets komplizierter bleibe und seine Unterhaltungskosten deshalb höher sein würden. Man müsse diese Ueberlegenheit des Gleichstrommotors und die schwerwiegenden Einwirkungen des Wechselstromes auf Schwachstromleitungen den oben erwähnten Vorteilen des Wechselstroms bezüglich der Stromübertragung bei reinen Wechselstrombahnbetrieben gegenüberhalten, welche Vorteile bei gemeinsamer Stromversorgung des Landes und der Bahnen indessen an Bedeutung einbüssten. Die Kommission habe hierin einen für den Wechselstrombetrieb verbleibenden Vorteil nicht erkennen können. Eine Berechnung solcher Vorteile müsse sich auf eine Menge von Hypothesen aufbauen, für die heute die Unterlagen fehlten. Die Kommission habe die Ueberzeugung gewonnen, dass für die Elektrisierung ganzer Eisenbahnnetze ein erheblicher Unterschied zwischen den Bau- und Betriebskosten bei Wechselstrom und Gleichstrom bestehen müsse, um die Annahme des Wechselstromsystems trotz seiner Unzuträglichkeiten zu rechtfertigen. Diese Ueberlegung sei um so schlusskräftiger, als die Elektrisierung der Bahnen mit den verkehrsreichen Strecken beginne, d. h. mit Strecken, für die nach obigen Ausführungen gerade der Gleichstrom markante Vorzüge biete.

Nach der endgültigen Annahme des Gleichstroms mit Oberleitung hat nun die Kommission dessen günstigste Spannung zwischen den Grenzen 1500 und 3000 V aufgesucht. Die Unterschiede in den Anlagekosten seien in diesen Grenzen nicht erheblich: mit zunehmender Spannung nähmen diejenigen für die Kraftübertragung ab, dagegen die für die Fahrzeuge und Ausrüstung der Unterwerke zu. Bei 1500 V liess der Betrieb der Lokomotiven und Triebwagen nichts zu wünschen. Mit höherer Spannung sei die Unterbringung der Hilfseinrichtungen im Innern der Fahrzeuge unbequemer. Mit der Wahl der Fahrdrahtspannung von 1500 V befinde man sich in Uebereinstimmung mit den Vorschägen der Kommissionen für die Elektrisierung der Eisenbahnen in England, Frankreich und Belgien. Eine Spannung von 3000 V sei bei den verhältnismässig kurzen Fahrstrecken und kleinen Zuggewichten der holländischen Eisenbahnen zu hoch. Die Zahl der Unterwerke und die Kosten etwaiger Massnahmen gegen Korrosion seien bei 1500 V zwar höher, doch höben die Vorzüge der Fahrdrahtspannung von 1500 Volt, die bei zahlreichen Elektrisierungen allen Anforderungen des Eisenbahnbetriebes entsprochen habe, diese Unterschiede in einer Weise auf, dass sich eine Fahrdrahtspannung von 1500 V vollkommen rechtfertige.

In England, das sich ebenfalls für Gleichstrom mit 1500 V Arbeitspannung entschlossen hat, lägen bezüglich der Fahrleitung die Verhältnisse

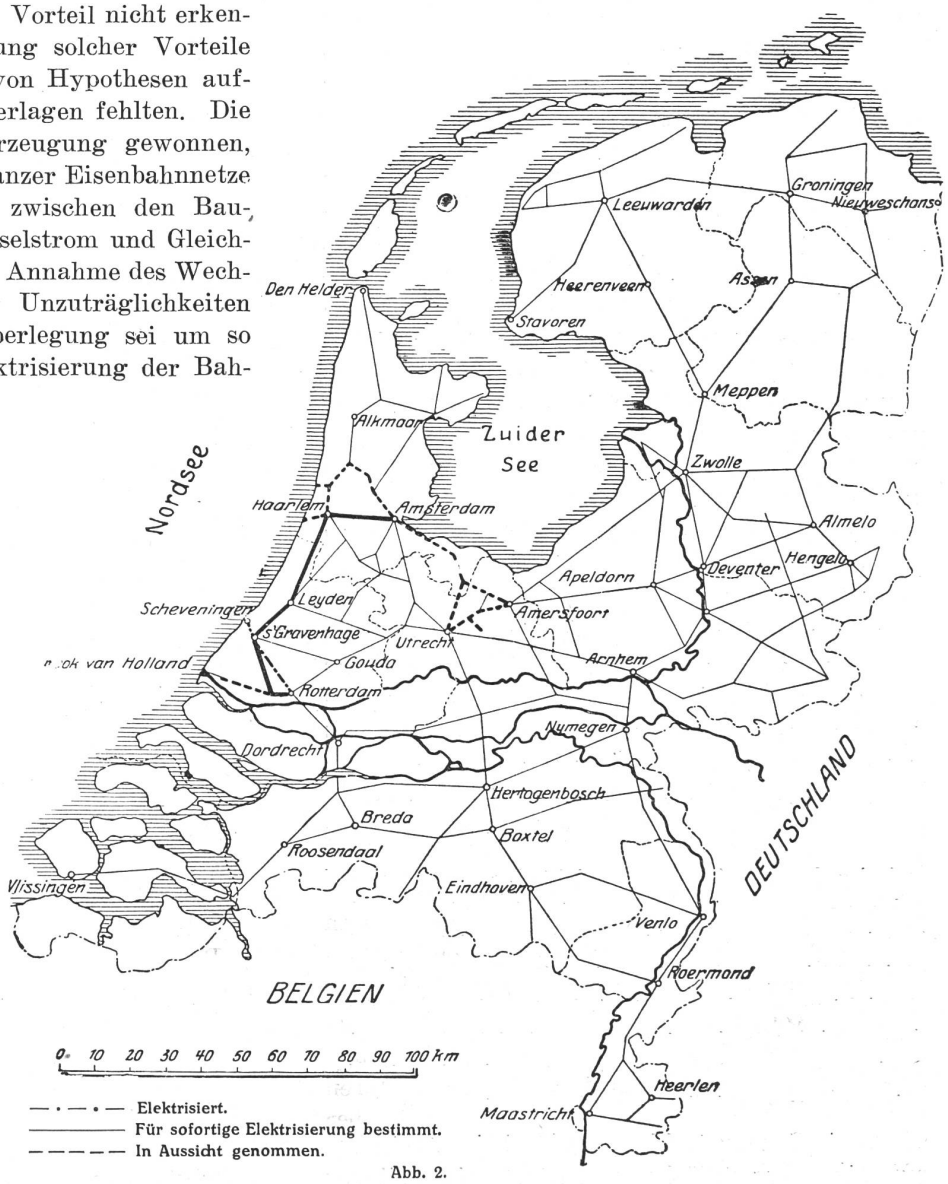

Abb. 2.

etwas anders als in Holland. Hier habe man seit Beginn des elektrischen Bahnbetriebes die dritte Schiene bevorzugt, die sich bei den beschränkten Umgrenzungsprofilen bequemer als Hochleitung verlegen lasse. Ausser den Linien London—Brighton, Heysham und Newport—Childon haben alle elektrischen Eisenbahnen in England die dritte Schiene, was den Entschluss zu deren endgültiger Annahme sehr beeinflusst habe. In Holland habe diese Leitungsart nie Anhänger gefunden, und zwar hauptsächlich wegen der zahlreichen Bahnübergänge und des schlechten Untergrundes, der häufige Ausbesserungen an den Geleisen nötig mache.

Der Bericht van Loenen-Martinets enthält dann noch einen kurzen Abschnitt über einige Ausführungsteile, hauptsächlich an Fahrleitungen; der im Anhange 3 dieses Berichts beigegebene Bericht der holländischen Kommission für die Elektrisierung der Eisenbahnen, der vorstehend in seinen Hauptteilen wiedergegeben worden ist, bringt noch verschiedene Angaben über die Elektrisierung der holländischen Eisenbahnen, insbesondere der Linie Rotterdam—Amsterdam (Abb. 2).

(Schluss folgt.)

Ueber Seetemperaturen.

Von Emil Bachmann, dipl. Ingenieur, Bern.

Der Wasserinhalt jeder Seewanne vollführt, abgesehen von der durch Zu- und Abflüsse bewirkten fortschreitenden Bewegung, auch in vertikaler Richtung einen, jährlich sich wiederholenden Kreislauf, hervorgerufen hauptsächlich durch die wechselnde Einwirkung der Sonnenwärme im Wandel der Jahreszeiten. Diese Erscheinung ist vornehmlich auf zwei Naturgesetze zurückzuführen, nämlich:

1. Zwischen der Temperatur des reinen Wassers und seiner Dichte (d. h. Schwere) besteht ein funktioneller Zusammenhang höherer Ordnung, der erstmals vom Physiker Hallström durch nachstehende Formel näher präzisiert wurde:

$$s = 1 + 0{,}000052939\,t - 0{,}0000065322\,t^2 + 0{,}00000001445\,t^3$$

wobei s das spezifische Gewicht des Wassers und t dessen zugehörige Temperatur in Celsiusgraden bezeichnet ($s = 1$ für $t = 0^0$ C). Es ist natürlich gleichgültig, was für eine Einheit dem spezifischen Gewicht zugrunde gelegt wird. Aus der vorstehenden Beziehung findet man, lediglich durch eine Rechnungsoperation, die größte Dichtigkeit des reinen Wassers bei einer Temperatur von 4^0 C.

2. Die Sonnenstrahlen werden beim Auftreffen auf eine Wasserfläche gespalten; ein Teil von ihnen dringt in abgelenkter Richtung hinein und wird mit fortschreitender Tiefe allmählich absorbiert, der andere Teil wird ebenfalls in bestimmter abgelenkter Richtung wieder in die Atmosphäre zurückgeworfen. Das Verhältnis der Intensität beider Teile wird bestimmt durch den Einfallswinkel.

Der Umstand, daß unsere Flüsse und Seen nicht reines Wasser enthalten, sondern Fremdstoffe, sowohl in chemisch gebundener Form (hauptsächlich $CaC\,0_3$) als auch in mechanischer Vermengung, die sie als Suspendiertes mit sich führen, verändert die genannte charakteristische Temperatur nicht wesentlich. Beim Meerwasser dagegen, wo der Salzgehalt alle andern gelösten Bestandteile bei weitem überwiegt, stimmt das nicht mehr. Zum Beispiel enthält das Mittelmeerwasser nach Dr. Albert Heim bis zu 4,7 % Kochsalz, der russische Eltonsee bis zu 29 % mit einem spezifischen Gewicht der Lösung bis zu 1,7. Dementsprechend gefriert Mittelmeerwasser bei einer Temperatur von —2,55° C. und es entspricht auch seine maximale Dichte einer Temperatur, die wesentlich unter 4^0 C. liegt.

Ueber die Abnahme der Lichtintensität im Wasser mit fortschreitender Tiefe sind einige Angaben vorhanden; sie sind natürlich von Fall zu Fall abhängig von Quantität und Art der im Wasser enthaltenen Fremdstoffe. Als ihre Träger kommen nicht nur die Seezuflüsse, sondern auch teilweise die staubführenden, über die Seefläche streichenden Winde in Betracht.

Mit der Intensität der Sonnenbestrahlung geht selbstredend die Erwärmung des Seewassers bis zu gewisser Tiefe Hand in Hand, aber es wirken noch andere Faktoren bestimmend mit: Die klimatische Lage, die Wassertemperaturen der Zuflüsse im Verein mit ihrer relativen Quantität gegenüber dem Seevolumen, die Berührung der Wasseroberfläche mit warmer Luft etc.

Infolge des eingangs erwähnten ersten Naturgesetzes ergeben sich nun hinsichtlich der Temperaturen zwei Schichtungen des Seewassers, nämlich:

a) Schichtung mit von der Oberfläche nach der Tiefe abnehmender Temperatur. (Sommerschichtung, Oberflächentemperatur $> 4^0$ C.)
b) Schichtung mit von der Oberfläche nach der Tiefe zunehmender Temperatur. (Winterschichtung, Oberflächentemperatur $< 4^0$ C.)

Als Uebergang zwischen den zwei Stadien sind die im Frühling und Herbst immer nur kurzfristig auftretenden Zeiten der Temperaturgleiche nach der Tiefe zu erwähnen.

Herr Prof. Dr. Forel unterscheidet in seinem Werke: „Handbuch der Seenkunde“ folgende drei