

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81/82 (1923)
Heft: 5

Artikel: Der Aktionsradius der Akkumulatoren-Eisenbahnfahrzeuge
Autor: Christen, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38858>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 17.05.2025

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

der Rhone mit der Donau erwarten gewisse Interessenten Rückfrachten für die in Marseille eintreffenden Schiffe. Die deutsche Regierung hat aber dieser Tage durch eine offizielle Mitteilung an die Presse bekanntgemacht, welche Wasserstrassenprojekte voraussichtlich in absehbarer Zeit zur Ausführung kommen sollen, und dabei war die Bodensee-Donau-Verbindung *nicht* erwähnt.

Ferner hätte der Kanal vom Genfersee zum Rhein — man muss hierin dem Berichte des Bundesrates unter allen Umständen zustimmen — gar keinen Wert, wenn er nicht in der Schiffbarmachung der Rhone eine Fortsetzung des Wasserweges bis nach Marseille erhielte.¹⁾ Frankreich hat aber als *conditio sine qua non* an die Schiffbarmachung der Rhone die Bedingung geknüpft, dass

Schaden aufkommt. Im Kanton Wallis aber sagt man sich, es sei unsinnig, die Hand zu reichen zum Aufstau des Sees, der den Franzosen erlaube, die an der französischen Rhone zu gewinnenden Wasserkräfte zu vermehren und es so den Wallisern zu verunmöglichen, ihre Bergwasserkräfte auszubeuten und die gewonnene elektrische Energie nach Frankreich zu exportieren.

Wir würden es gewiss auch begrüßen, wenn der schweizerische Mittellandkanal von der Rhone zum Rhein über die Jurandseen zustande käme, aber wir stellen uns auf den Standpunkt, dass *keine vernünftige Schifffahrtspolitik getrieben werden kann, wenn nicht mit den Tatsachen und den gegebenen Grössen gerechnet wird.* (Wir unterstreichen! Red.) Die Sache ist einfach noch nicht

spruchreif und bedarf noch gründlicher Studien und ebenso gründlicher Besprechungen. Man begreift daher auch nicht, wozu jetzt, in diesem unreifen Zustande der Angelegenheit, die Genfer Meldung eingreift, wo doch eine Verwirklichung zurzeit auch dann nicht möglich wäre, wenn das Geld dafür schon beisammen wäre. Es kann sich also nur um eine Tendenzmeldung handeln, mit der bestimmte Ziele verfolgt werden.“ —

So die „Rheinquellen“. Ebenso einverstanden wird man auch mit der „N. Z. Z.“ vom 10. Januar d. J. (Nr. 40) sein, die u. a. treffend sagt:

„... Selbst dann, wenn alle Schwierigkeiten an Rhein und Rhone geordnet wären, hätten wir die Pflicht, die Offerte der französischen Baugesellschaft genau zu prüfen. Wir haben in den letzten Jahren schon wiederholt ausländische Baugesellschaften in der Schweiz am Werk gesehen. Ihnen verdanken die Mittelthurgaubahn, die Lötschbergbahn, die Furkabahn usw. das Leben, wenn man von einem Leben z. B. gerade beim letztgenannten Unternehmen sprechen kann. Wir haben unsere wohlbekannten und im ganzen auch wohlbewährten schweizerischen Finanzierungsmethoden; das Ausland hat andere, die uns nicht ohne weiteres passen können. Die Frage der Finanzierung der Rhone-Rhein-Wasserstrasse ist aber an und für sich schon eines der delikatesten Probleme, die sich stellen können, des engen Zusammenhanges wegen mit der *Frage der Rentabilität* — wir könnten schliesslich zu einer teuren Binnenschifffahrt und zu einem teuer bleibenden Bahnverkehr kommen.“ —

Der Aktionsradius der Akkumulatoren - Eisenbahnfahrzeuge.

Von Dr. sc. techn. F. Christen, Ingenieur, Bern.

(Schluss von Seite 38.)

Auf einer Fahrstrecke, deren Länge grösser ist als der bei der Ausfahrt, dem Anlauf und der Bremsung zurückgelegte Weg, ist man, um das Ziel zu erreichen, genötigt, vor dem Auslauf eine kürzere oder längere Strecke normalerweise mit der Anfahr-Endgeschwindigkeit, d. h. mit *Beharrungszustand*, zu fahren. Nachfolgend berechnen wir die massgebenden Werte für Fahrstrecken von 100, 1000, 2000 und 10000 m Länge. Wir nehmen dabei $\frac{V_1}{V_e} = \frac{2}{3}$ und den Auslauf und die Bremsung wie früher an.

Die zur Bestimmung des Einflusses der mittleren Anfahrbeschleunigung und der Anfahr-Endgeschwindigkeit bei Fahrstrecken verschiedener Länge berechneten Werte sind in den Abbildungen 6a, 6b und 7 zusammengestellt.

Eine zusammenfassende Berichterstattung über die Untersuchungen von Fahrten verschiedener Länge bietet gewisse Schwierigkeiten mit Rücksicht auf die grosse Verschiedenheit der Verhältnisse. Diese sind jedoch aus den Kurvenbildern 6 und 7 hinreichend beleuchtet:

1. Es nimmt das Verhältnis $\left(\frac{SG}{GA}\right)$ und damit bei konstantem Gewichtsverhältnis $\frac{G}{GA}$ der Aktionsradius, bei ge-

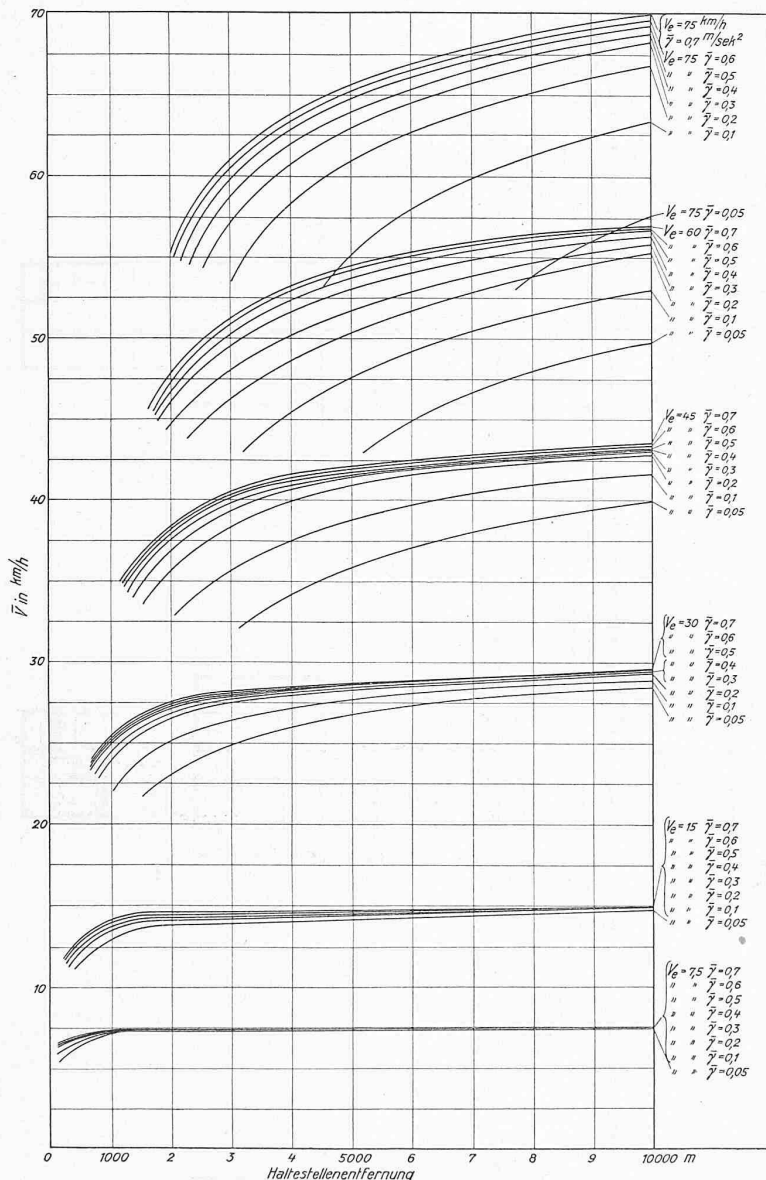


Abb. 7. Mittlere Geschwindigkeit in Funktion der Haltestellen-Entfernung für verschiedene V_e und γ .

die Schweiz in die Höherlegung des Wasserspiegels des Genfersees einwillige, was bis jetzt nicht geschehen konnte, weil in den Kantonen Waadt und Wallis diese Seespiegelerhöhung nicht durchwegs mit der Begeisterung begrüsst wird wie von den Schifffahrtsfreunden in Genf. In der Waadt sind weite Kreise dagegen, weil man in der Erhöhung des Wasserspiegels eine schwere Schädigung mancher Ufergegenden erblickt und man bis heute nicht weiss, wer für den

¹⁾ Die Genfer Schifffahrts-Freunde scheinen hierin optimistischer, denn im im gleichen Heft Nr. 28 ihres Organs lesen wir auf Seite 233 folgenden schönen Satz: „Souhaitons que, dans un avenir prochain, la voie navigable transhelvétique, du Rhin au lac Léman permette aux chalands belges de venir, sans rupture de charge, depuis Bruxelles et Anvers jusqu'à Genève port de mer.“ — Also wohl-gemerkt: Genf, ein Nordsee-Hafen! Red.

gebener Anfahrbeschleunigung und Anfahr-Endgeschwindigkeit mit zunehmender Länge der Fahrstrecke zu, und zwar besonders rasch bei relativ kleinen Fahrstrecken. Von einer für jeden Wert der Anfahrbeschleunigung und Anfahr-Endgeschwindigkeit gegebenen Fahrstrecke, deren Wert umso grösser ist, je grösser die Anfahr-Endgeschwindigkeit wird, bleibt der Aktionsradius praktisch konstant (siehe Abb. 6).

2. Die Reisegeschwindigkeit wächst mit der Haltestellen-Entfernung und erreicht ebenfalls mit einer von der Anfahrbeschleunigung und Anfahr-Endgeschwindigkeit abhängigen Fahrstreckenlänge praktisch ein Maximum. Der Haupteinfluss auf die Reisegeschwindigkeit hat im allgemeinen die Anfahr-Endgeschwindigkeit. Bei gleichem Aktionsradius hat man die Wahl einerseits zwischen einer Fahrt mit kleinerer Anfahrbeschleunigung und grösserer Anfahr-Endgeschwindigkeit und anderseits einer solchen

für das willkürlich angenommene Gewichtsverhältnis $\frac{G}{GA} = \frac{1}{0,4}$ verglichen. Die Nachprüfung an Hand von Versuchsergebnissen ergab die Uebereinstimmung mit den durch Vorausberechnung gefundenen Werten.

2. Die Untersuchung ermöglicht, die Betriebs- und Konstruktionsgrössen der Akkumulatoren-Eisenbahnfahrzeuge korrekt zu bestimmen und mit Rücksicht auf möglichst grosse Wirtschaftlichkeit zu wählen. Für die Verwendung von Akkumulatoren-Eisenbahnfahrzeugen ist meistens die Oekonomie im Energie- und auch im Kapital-Aufwand ausschlaggebend. Diese sind abhängig von den Betriebsverhältnissen und zwar besonders von der Reisegeschwindigkeit und der benötigten maximalen Leistung.

3. Während für die Reisegeschwindigkeit, besonders bei grösserer Haltestellen-Entfernung, die Anfahr-End-

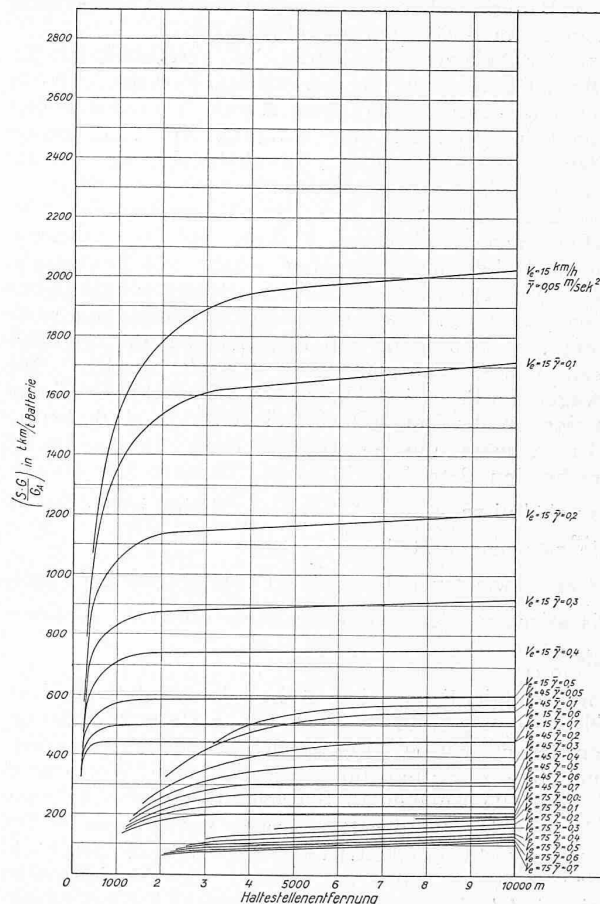
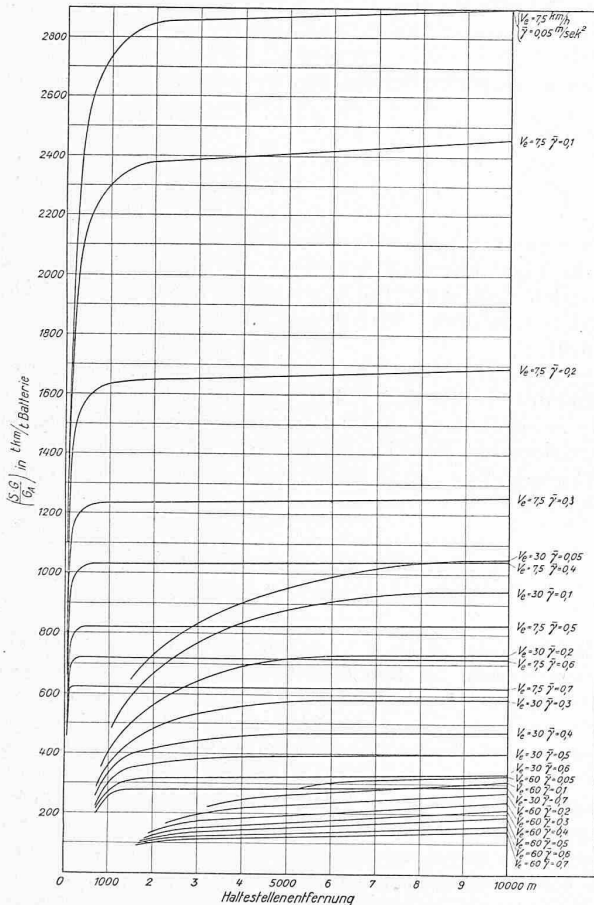


Abb. 6a und 6b. Das Verhältnis der „Kennziffer“ in Abhängigkeit von Haltestellen-Entfernungen von 0 bis 10000 m bei $V_1 : V_e = 2 : 3$ und $G : GA = 1 : 0,4$ für verschiedene V_e und γ .

mit einer grösseren Anfahrbeschleunigung und einer kleineren Anfahr-Endgeschwindigkeit (siehe Abbildung 7).

Im allgemeinen wird es mit Rücksicht auf eine grosse Reisegeschwindigkeit und eine kleine maximale Leistung vorteilhafter sein, bei der Konstruktion eines Akkumulatoren-Eisenbahnfahrzeuges die Anfahrbeschleunigung klein und die Anfahr-Endgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Haltestellentfernung entsprechend gross zu wählen, weil dabei $\left(\frac{SG}{GA}\right)$ grösser wird.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen, sowie Projektierungsregeln.

1. Mit Hilfe zum Teil neu aufgestellter Gleichungen werden die Betriebsverhältnisse für mit Bleizellen ausgerüstete Akkumulatoren-Eisenbahnfahrzeuge auf analytischem Wege bestimmt und auf Grund der Leistungsfähigkeit in Tonnenkilometer pro Tonne Batteriegewicht $\left(\frac{SG}{GA}\right)$ zunächst

geschwindigkeit massgebend ist, wird die maximale Leistung in erhöhtem Masse von der Anfahrbeschleunigung bestimmt. Die Vergrösserung der maximalen Leistung bedingt die Verwendung schwererer Fahrzeuge, wodurch die Wirtschaftlichkeit schwächer wird. — Sowohl die Reisegeschwindigkeit als auch die maximale Leistung sind vom Verhältnis zwischen Anlasser- und Anfahr-Endgeschwindigkeit abhängig. Mit zunehmendem Werte dieses Verhältnisses nimmt die Reisegeschwindigkeit ab und die maximale Leistung zu, und zwar erstere umso mehr, je kleiner die Beschleunigung und je grösser die Anfahr-Endgeschwindigkeit ist, und letztere, je grösser diese sind. Eine bestimmte Reisegeschwindigkeit kann bei gegebener Haltestellen-Entfernung und Anzahl der Tonnenkilometer pro Tonne Batterie entweder mit einer grösseren Anfahrbeschleunigung und kleineren Anfahr-Endgeschwindigkeit oder umgekehrt mit einer geringeren Anfahrbeschleunigung und grösseren Anfahr-Endgeschwindigkeit erreicht werden. Um die benötigte

maximale Leistung möglichst niedrig zu halten, ist die zweite Lösung zu wählen. — Die beste Oekonomie ergibt sich für möglichst kleine Anfahrbeschleunigung und Anfahr-Endgeschwindigkeit. Bei gegebener Anfahrbeschleunigung und Anfahr-Endgeschwindigkeit wächst die Wirtschaftlichkeit mit der Haltestellen-Entfernung.

4. Von grosser Wichtigkeit für die Wirtschaftlichkeit ist ferner, besonders für kurze Haltestellen-Entfernung, das Verhältnis der Nutzlast zum toten Gewicht. Es ist daher nicht nur der bauliche Teil der Fahrzeuge sehr leicht zu halten (Verwendung von Triebwagen), sondern es muss, wie bereits erwähnt, auch das Gewicht der Ausrüstung möglichst klein bemessen werden. — Das Batteriegewicht ist den Betriebsverhältnissen und den Ladezeiten und deren zeitlicher Verteilung anzupassen, wobei, soweit mit Rücksicht auf den Akkumulatoren-Wirkungsgrad tunlich, kleines Batteriegewicht angestrebt werden soll. Das zur Vermeidung von Batterie-Ueberanstrengungen übliche Uebergewicht derselben ist möglichst einzuschränken.

5. Der Akkumulatorenbetrieb ist, verglichen mit andern Betriebsarten, nur für schwächern Verkehr, d. h. für die Leistung einer beschränkten Anzahl Tonnenkilometer wirtschaftlich. Weil mit der Steigung die Nutzleistung stark fällt, sind Akkumulatoren-Eisenbahnfahrzeuge nur auf Fahrstrecken ohne grössere Steigungen zu verwenden. — Im Streckendienst eignet sich der Akkumulatorenbetrieb vor allem aus für leichten Verkehr auf Nebenbahnen. Es kommt insbesondere Personenverkehr mit Triebwagen in Frage. Auf Hauptbahnen muss die Reisegeschwindigkeit und damit die Anfahr-Endgeschwindigkeit und allfällig auch die Anfahrbeschleunigung mit Rücksicht auf die für diese Strecken dichten Fahrpläne hoch gewählt werden. (Die Triebwagen der Preussisch-Hessischen Staatsbahnverwaltung haben eine Anfahr-Endgeschwindigkeit von 50 bis 60 km/h.)

Die gemäss unserer Untersuchung diesem Dienst entsprechenden Betriebsverhältnisse, bezogen auf die Gewichtsverhältnisse $\frac{G}{G_A} = \frac{1}{0,4}$ und $\frac{1}{0,25}$ ¹⁾ sind in der untern Tabelle zusammengestellt.

Das Gewichtsverhältnis $\frac{G}{G_A}$ der Triebwagen der Preussisch-Hessischen Staatsbahnverwaltung schwankt zwischen $\frac{1}{0,27}$ bis $\frac{1}{0,34}$.

Im Rangierdienst sind Akkumulatoren-Lokomotiven oder Plattformwagen nur bei relativ kleiner Belastung oder bei grossen Betriebspausen wirtschaftlich. Somit fällt ihre Verwendung in erster Linie für kleine Stationen, Werkstätten und industrielle Anlagen in Betracht. Unter gewöhnlichen Verhältnissen beträgt der Rangierweg 100 bis 200 m. Die Anfahr-Endgeschwindigkeit ist daher im allgemeinen höchstens zu 10 bis 20 km/h zu wählen. Für das Abstossen wird eine Anfahr-Endgeschwindigkeit von 20 km/h genügen. Weil, auch zur Erreichung einer grossen Zugkraft, die normale Anfahr-Endgeschwindigkeit möglichst klein zu wählen ist, werden zweckmässig Shuntstufen verwendet.

¹⁾ Die Grösse $\left(\frac{SG}{G_A}\right)$ ändert sich wie abgeleitet mit dem Verhältnis $\frac{G}{G_A}$ gemäss der Beziehung $\left(\frac{SG}{G_A}\right) = \text{Konst.} \times \left(\frac{G_A}{G}\right)^n$

Für den Rangierdienst kommen folgende Zahlenwerte dieser Untersuchung in Frage:

Länge der einzelnen Fahrt in m	100			200			300		
Anfahrbeschleunigung γ in m/sek ²	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2
mittl. Geschwindigkeit V in km/h	— ²⁾	6,0	6,2	5,4	6,2	6,4	— ²⁾	11	11,5
Anfahr-Endgeschwindigkeit V_e in km/h		7,5			7,5			15	
max. Leistung in PS/t	0,2	0,35	0,7	0,2	0,35	0,7	0,4	0,7	2,5
$\frac{SG}{G_A}$ in tkm/t Batterie									
für $\frac{G}{G_A} = \frac{1}{0,4}$	—	1380	1090	2000	1900	1480	—	780	600
$\frac{SG}{G_A}$ in tkm/t Batterie									
für $\frac{G}{G_A} = \frac{1}{0,05}$	—	600	473	870	826	642	—	340	261

Im allgemeinen beträgt das Gewichtsverhältnis $\frac{G}{G_A}$ für Rangierlokomotiven $\frac{1}{0,02}$ bis $\frac{1}{0,07}$.

6. Weil bei den zuerst gebauten Akkumulatoren-Fahrzeugen die vorerwähnten Bedingungen nicht berücksichtigt wurden, ferner die transportablen Akkumulatoren damals technisch noch ungenügend ausgebildet waren und die Fahrzeuge überdies für den ungeeigneten Strassenbahnbetrieb und sogar für gemischten Betrieb (Fahrdrat und Akkumulatoren) verwendet wurden, bewährten sie sich nicht.

7. Für die zukünftige Entwicklungsmöglichkeit der Akkumulatoren-Eisenbahnfahrzeuge ist massgebend die weitere Ausgestaltung der Oekonomie, wodurch die Anzahl Tonnenkilometer pro Tonne Batteriegewicht vergrössert, der Aktionsradius und die Aufnahmefähigkeit erweitert werden.

Die Stellung des Bewerbers bei Wasserrechtsverleihung.

In Nr. 3 (vom 20. Jan. d. J.) hatten wir Veranlassung, auf die im „Kreisschreiben des Bundesrates an die Kantonsregierungen vom 28. März 1918“ ³⁾ erlassene *Wegleitung zur Handhabung des Eidg. Wasserrechtsgesetzes* vom 22. Dezember 1916 („W. R. G.“, in Kraft getreten am 1. Jan. 1918) hinsichtlich des Vorgehens bei Konzessionserteilungen hinzuweisen. Die in unserer Erwiderung in Nr. 3 als Folge allzu eingehender bautechnischer Prüfung der Projekte bemängelte Verzögerung in der Erledigung von Konzessionsgesuchen kann aber auch formal-rechtliche, und zwar triftige Gründe haben, die in der Verschiedenheit der Rechtsauffassung liegen. Darüber finden sich in der neuesten Nr. 1/2 des „Schweiz. Zentralblattes für Staats- und Gemeindeverwaltung“ ⁴⁾ unter obigem Titel sehr beachtenswerte Ausführungen von Dr. jur. *Hans Trümpler*, juristischer Adjunkt des Amtes für Wasserwirtschaft. Mit Rücksicht auf die Kompetenz des Autors sei auf seine aufklärenden Darstellungen, für die kompetenz des Ingenieur (schon angesichts der da und dort geübten

³⁾ Im Wortlaut abgedruckt in Bd. 72, Seite 54 (vom 10. Aug. 1918).

⁴⁾ Siehe unter Literatur auf Seite 59 dieser Nummer.

Haltestellen-Entfernung in km	1				2				5				10			
Anfahrbeschleunigung γ in m/sek ²	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1
mittlere Geschwindigkeit V in km/h	13	13,5	— ²⁾	22	13,75	14	23	25	35,75	38,75	42	48	40	41,5	50	53
Anfahr-Endgeschwindigkeit V_e in km/h	15		30		15		30		45		60		45		60	
max. Leistung in PS/t	0,4	0,7	0,8	1,5	0,4	0,7	0,8	1,5	1,3	2,3	2,0	3,2	1,3	2,3	2,0	3,2
$\frac{SG}{G_A}$ in tkm/t Batterie für $\frac{G}{G_A} = \frac{1}{0,4}$	1530	1350	—	480	1780	1540	730	670	540	510	280	270	570	540	330	310
$\frac{SG}{G_A}$ in tkm/t Batterie für $\frac{G}{G_A} = \frac{1}{0,25}$	1260	1120	—	398	1470	1275	605	560	445	420	230	225	470	450	275	255

²⁾ Die Fahrstrecke ist für die in dieser Untersuchung betrachtete normale Fahrt zu kurz.