Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 40 (1949)

Heft: 4

Artikel: Die elektrischen Schneeschleudermaschinen der schweizerischen Bahnen

Autor: Anderegg, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056348

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: 16.12.2025

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

40e année | No 4 | Samedi, le 19 Février 1949

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Die elektrischen Schneeschleudermaschinen der schweizerischen Bahnen

Von *E. Anderegg*, Zürich

621.335.6 (494)

Nach einer kurzen Darstellung der Entwicklung der elektrischen Schneeschleudern, wird die Gotthard-Schneeschleuder der Schweizerischen Bundesbahnen ausführlich beschrieben. Über den gesamten schweizerischen Park solcher Maschinen orientiert eine tabellarische Zusammenstellung. Zum Abschluss folgen einige Angaben aus dem Betrieb.

Après un aperçu du développement des chasse-neiges électriques, le chasse-neige de la ligne du Gothard des Chemins de Fer Fédéraux est décrit en détail. Un tableau oriente sur l'ensemble du parc Suisse de ces véhicules. Pour terminer suivent quelques indications sur l'exploitation.

1. Allgemeines

Mit der Indienststellung der für die Gotthardstrecke bestimmten Schneeschleuder X rot. e Nr. 99 der Schweizerischen Bundesbahnen im März 1948 hat die Entwicklung im Bau elektrischer Schneeschleudermaschinen für Schienenbahnen im wesentlichen, vorläufig wenigstens, einen Abschluss erreicht. Sie zeichnet sich aus durch Steigerung der Leistungen, der Umfangsgeschwindigkeit der Schaufelräder und der Drehzahl der Antriebsmotoren, durch mit den Betriebserfahrungen steigende Fahrgeschwindigkeit der Maschinen, sowie durch Vereinfachung der Bedienung.

Die erste elektrische Schneeschleuder wurde 1928 bei der Wengernalpbahn in Betrieb genommen. Seither sind im ganzen 12 der verschiedensten Typen für Berg-, Neben- und Vollbahnen, für Gleich-, Dreiphasen- und Einphasenstrom gebaut worden, so dass es angezeigt erscheint, ihre Bauarten und Eigenschaften einmal kurz zusammenzufassen und auf die Probleme, die sich bei ihrem Bau und Betrieb stellen, hinzuweisen. Es wird dabei hauptsächlich die elektrische Ausrüstung besprochen und auf den mechanischen Teil nur soweit eingegangen, als zum Verständnis des Betriebes nötig ist.

2. Der Schnee und die bisherigen Hilfsmittel zu seiner Beseitigung

Dass die Schneebeschaffenheit zeitlich und örtlich ausserordentlich verschieden sein kann, ist jedem Skifahrer zur Genüge bekannt. Von soeben bei scharfer Kälte gefallenem Pulverschnee mit einem Raumgewicht von etwa 100 kg/m^3 bis zu festgesetztem, verfirntem, ja fast vergletschertem Lawinenschnee oder Naßschnee mit einem Raumgewicht bis zu 800 kg/m^3 können die verschiedensten Zwischenstufen vorkommen. Der Schnee kann sich je nach den Wind- und Geländeverhältnissen innert kurzer Zeit in Höhen von Zentimetern bis Metern ablagern. Sein Zustand ist stark von der Temperatur, den Windverhältnissen und der Liegezeit abhängig. Frischer, kalter Schnee ist staubförmig, mehlig und setzt seiner Entfernung nur geringen Widerstand entgegen. Alter Schnee in höherer Lufttemperatur ist oft mit Wasser durchtränkt und ballig und beantwortet Anstrengungen zu seiner Beseitigung, die auf Druckwirkung beruhen, mit zunehmender Festigkeit. Lawinenschnee kann allerlei Fremdkörper, Teile von Bäumen, Strauchwerk, Steine, Schutt enthalten; er kann schichtenweise stark verschiedene Festigkeitswerte aufweisen.

Aus der Erkenntnis der beschränkten Leistungsfähigkeit der eigentlichen, vor Triebfahrzeuge gebauten, von ihnen geschobenen oder selbstfahrenden Schneepflüge wurden schon früh die nötigen Schlüsse gezogen. Man erkannte den grossen Wert einer zusätzlichen, den Schnee zerteilenden Maschinerie in Form von bewegten Hackmessern und Schaufeln.

Nun lag auch nahe, die rotierende Bewegung für diese Maschinerie heranzuziehen. Man gelangte zum Schaufelrad der Schneeschleudermaschine. Die ersten solchen Maschinen waren dampfgetrieben. Entsprechend der niedrigen Drehzahl der Kolbendampfmaschine erhielt das Schaufelrad einen Durchmesser bis 3 m und mehr. Schon von den dampfgetriebenen Schneeschleudern waren nicht alle selbstfahrend. Es wäre unwirtschaftlich gewesen, insbesondere bei Bahnen, die die Schneeschleudern nur bei ausnahmsweise schweren Schneefällen einsetzen müssen, sie mit einem besonderen Fahrantrieb zu versehen, der mit dem Fahrzeug den grössten Teil des Jahres im Schuppen zubringt. Den gleichen Dienst leistete auch eine Schiebelokomotive, die ja bis zur Räumung der Strecke ohnehin zur Verfügung stand. So war die Schleudermaschine nur mit einem Antrieb für den Schleudermechanismus zu versehen und wurde dadurch zu einem verhältnismässig einfachen Fahrzeug mit erträglichen Anschaffungskosten.

3. Die elektrischen Schneeschleudermaschinen

Mit der Elektrifizierung der Bergbahnen war auch der Übergang zur elektrischen Schneeschleudermaschine gegeben. Diese konnte namhafte Bauelemente von der Dampfschleuder übernehmen. In der Natur des elektrischen Antriebs lag aber ein Zug zur Weiterentwicklung. Der schnelldrehende Elektromotor erlaubte bei ungefähr gleichbleibender Umfangsgeschwindigkeit bedeutende Durchmesserverminderung der Schleuderräder, die nun zu zweit nebeneinander angebracht wurden. Die erhöhte Drehzahl gewährleistet bedeutend bessere Verarbeitung des Schnees und führt unmittelbar zu verminderten Gewichten.

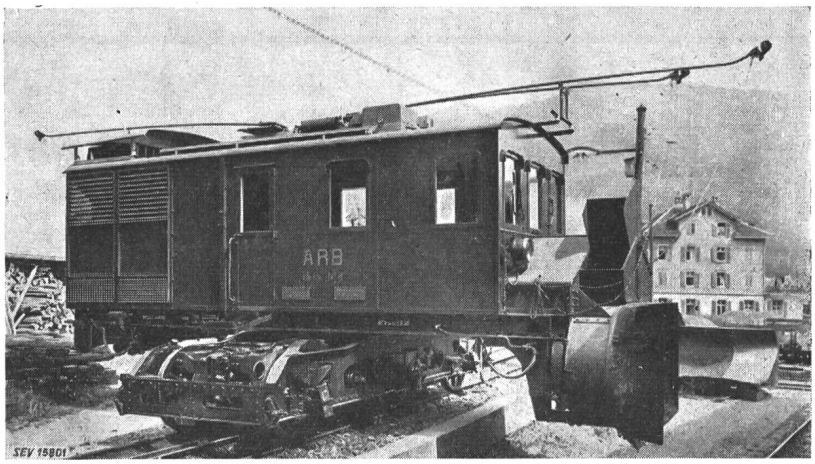

Fig. 1
Die Schneeschleudermaschine He 2/3 der Arth—Rigi-Bahn
Das Bild zeigt den Kasten in rechtwinklig zum Fahrgestell abgedrehtem Zustand

Die Gewichtsreduktion war so bedeutend, dass der Kasten mit dem ganzen Schleuderantrieb unter Zwischenschaltung einer Art Drehscheibe auf das Fahrgestell der Schneeschleudermaschine gesetzt werden konnte (Fig. 1). Die Maschine wurde, wie die elektrische Lokomotive, in beiden Fahrrichtungen betriebsfähig und vom Vorhandensein ortsfester Drehscheiben oder deren Freilegung unabhängig. Der entscheidende Schritt zur Vereinfachung wurde dann noch getan durch Speisung des elektrischen Teils der Schneeschleuder von der Schiebelokomotive aus.

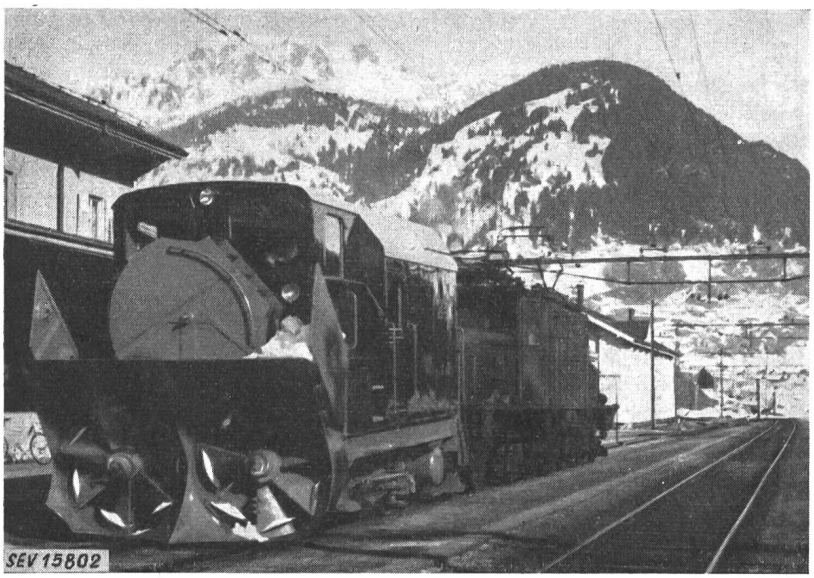

Fig. 2
Die Gotthard-Schneeschleuder der Schweizerischen Bundesbahnen mit Schiebelokomotive Ce 6/8 im Bahnhof Airolo
Die Maschine befindet sich in Schleuderstellung. Der Kasten ist nach vorn geneigt, wodurch der Abstand des Trichters von der Schienenoberkante bis auf 70 mm vermindert wird

a) Die Schneeschleudermaschine X rot. e Nr. 99 der Schweizerischen Bundesbahnen (Fig. 2 und 3).

Diese Maschine soll die aus dem Jahre 1896 stammende Dampfschneeschleuder am Gotthard ersetzen. Sie ist gebaut für Geschwindigkeiten (bei ausgeschaltetem Schleuderantrieb) bis 50 km/h und wird im Wechselstromteil aus der Zugsheizungskupplung der Schiebelokomotive gespeist. Es kann daher zu ihren Dienstfahrten jede beliebige elektrische Lokomotive verwendet werden, sofern sie über die nötige Schubkraft verfügt.

Mechanischer Teil

Über einem zweiachsigen Fahrgestell sitzt eine Drehscheibe, auf der der ganze Kasten mitsamt den Schleuderrädern auf Rollen gedreht werden kann. Ausser dem Vorgang der Drehung (mittels einsteckbarer Stangen) ist der Kasten fest auf den Rahmen des Laufwerkes abgestützt, wobei die Rollen abgehoben sind. Der Kasten wird dabei beim Schleuderbetrieb in eine nach vorn geneigte Lage gebracht, die das Schleuderwerk der Schienenoberkante nähert. Das Aufsetzen der Rollen zum Drehen geschieht pneumatisch; zu diesem Zweck erhielt die Schneeschleuder eine Druckluftkupplung zur Schiebelokomotive. Die normale Hakenkupplung zur Lokomotive ist nur auf einer Stirnseite angebracht; vorn befinden sich die beiden Schleuderräder, mittels Zwischenrädern mechanisch gekuppelt und gegenläufig arbeitend, das linke von vorne gesehen gegen, das rechte im Uhrzeigersinn.

Die teilweise mit Zackenmessern versehenen, scharfkantigen Schaufeln schaffen den infolge der Vorwärtsbewegung aufgenommenen Schnee in die Lenkschaufel, von wo er je nach ihrer Stellung auf die eine oder andere Seite der Fahrbahn geschleu-

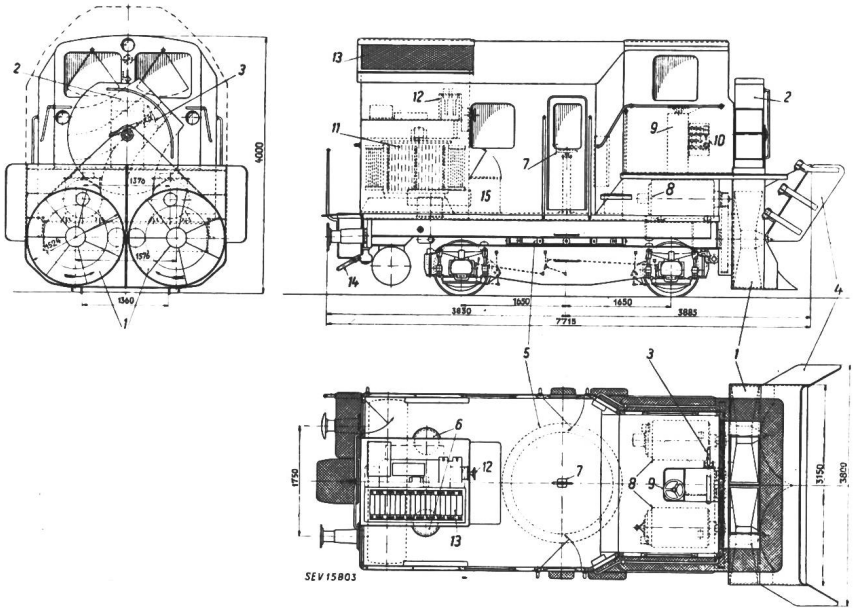

Fig. 3
Die Gotthard-Schneeschleuder X rot. e 99 der Schweizerischen Bundesbahnen

Die Vorderansicht zeigt die Schleuderstellung (nach vorn geneigten Kasten), die Seitenansicht die Drehstellung

1 Schleuderrad
2 Lenkschaufel
3 Kurbel für Lenkschaufelverstellung
4 Schwenkbare Seitenschaufel
5 Drehscheibe für Wagenkasten und Schleuderwerk
6 Hebezylinder
7 Handbremse
8 Schleudermotoren
9 Regulierkontroller
10 Schalttafel
11 Stufentransformator
12 Hauptschalter
13 Widerstand
14 Stromzuführung zur Schneeschleuder (Heizkupplung)
15 Batterie

dert wird. Die auszuschleudernde Fahrbahnbreite ist durch verstellbare seitliche Räumbleche festgelegt; das sekundlich geförderte Schneegewicht bestimmt sich nach folgender Formel:

$$G = \gamma\, b\, h\, \frac{v}{3{,}6} \quad \text{kg/s}$$

wo γ das Raumgewicht des zu schleudernden Schnees in kg/m³,
b die zu räumende Fahrbahnbreite in m,
h die Schneehöhe in m,
v die Fahrgeschwindigkeit der Schleuder in km/h

höher gesetzt worden als der Kastenboden, über die Schleudermotoren. Der übrige Kastenraum enthält genügend Platz für die Begleitmannschaft.

Tabelle I

v	2,5	5	10	20	km/h
γ	800	800	500	200	kg/m³
h	1,5	0 8	0,5	0,5	m
G	2600	2800	2200	1750	kg/s

für b = 3,15 m

Elektrischer Teil (Fig. 4)

Die Schneeschleuder besitzt eine normale SBB-Heizkupplung, kann also mit einer beliebigen Lo-

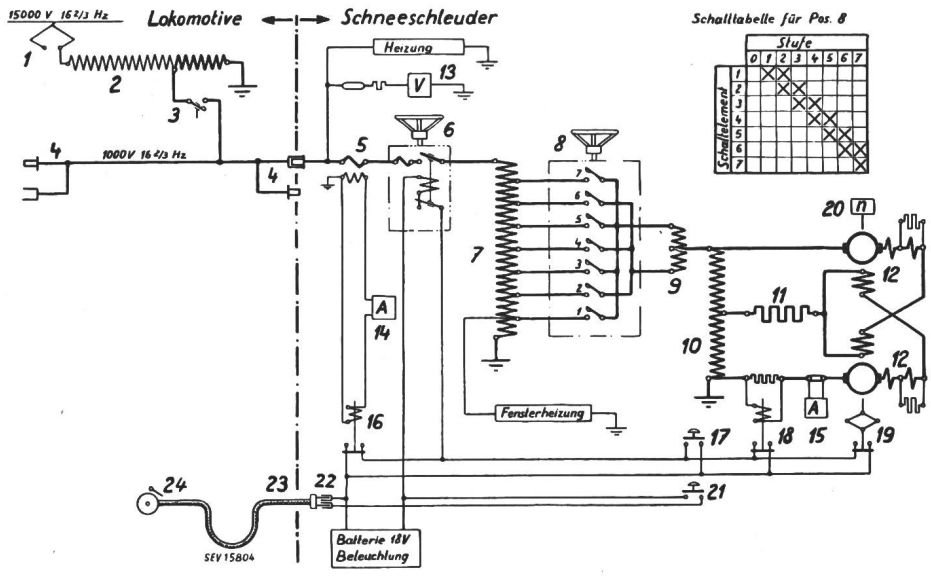

Fig. 4
Schema der wichtigsten Stromkreise der Gotthard-Schneeschleuder

1 Stromabnehmer
2 Stufentransformator der Schiebelokomotive
3 Heizhüpfer
4 Zugheizungskupplung
5 Stromwandler für Schleuder-Primärstrom
6 Hauptschalter
7 Stufentransformator der Schleuder
8 Kontroller
9 Überschaltspule
10 Spannungsteiler
11 Widerstand
12 Schleudermotoren
13 Voltmeter
14 Ampèremeter für Schleuder-Primärstrom
15 Ampèremeter für Schleudermotorstrom
16 Auslöserelais für Primärstrom
17 Auslösedruckknopf
18 Thermisches Relais
19 Zentrifugalschalter
20 Tachometer
21 Druckknopf für Läutesignale
22 Kupplung für Signalleitung
23 Fliegendes Signalkabel
24 Signalglocke

bedeuten. Aus Tabelle I ergeben sich z. T. sehr grosse sekundlich geförderte Schneegewichte, die die Leistung der Antriebsmotoren von 2 × 220 kW als vollauf berechtigt erscheinen lassen.

Zur Erzielung guter Sicht aus dem Führerhaus auf die Fahrbahn ist dieses erstmals um 0,65 m

komotive gekuppelt werden, wobei zur Speisung der Schleudermotoren mindestens die normale Heizleistung des Lokomotivtransformators von rund 400 kW bei 1000 V, 16²/₃ Hz, zur Verfügung steht. Der als Spartransformator gebaute Stufentransformator der Schneeschleuder liefert an 7 Anzapfun-

gen Sekundärspannungen von 195...920 V zur Speisung der beiden in Reihe geschalteten Schleudermotoren, deren Charakteristik in Fig. 5 gezeigt ist. Die Spannungsregulierung vollzieht sich mittels 7stufigem Nockenkontroller über eine Überschaltspule.

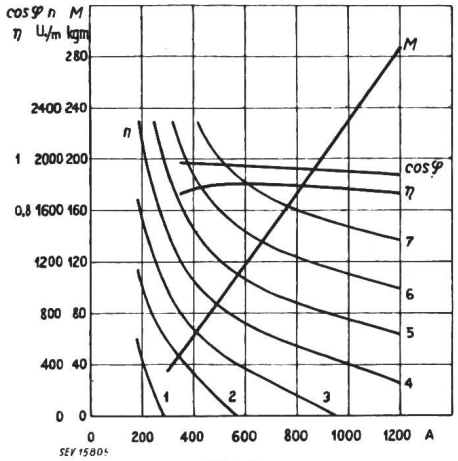

Fig. 5
Charakteristik der Schleudermotoren der Gotthard-Schneeschleuder

Der handbetätigte Schalter im Primärstromkreis wird ausgelöst:

a) durch eingebaute Maximalstromauslösung im Primärkreis

b) elektromagnetisch durch
Maximalstromrelais im Primärstromkreis
Druckknopf auf dem Führertisch
Thermisches Relais im Motorstromkreis
Zentrifugalschalter an einem Schleudermotor

Eine weitere Abschaltmöglichkeit besteht noch von der Schiebelokomotive aus durch den Heizhüpfer (Zugheizungsmaximalrelais oder Steuerschalter des Heizhüpfers) bzw. den Hauptschalter der Lokomotive.

Damit das lästige Ausschalten der Triebmotoren infolge Ansprechens des Zentrifugalschalters bei Drehzahlerhöhung durch Entlastung, was bei wechselnder Schneebeschaffenheit ziemlich oft vorkommen kann, auf ein Minimum beschränkt bleibt, wurde durch eine besondere Schaltung der Reihenschlussmotoren eine Drehzahlbegrenzung nach oben auf elektrischem Wege erreicht, so dass der Zentrifugalschalter nur noch als Sicherheitsschalter arbeitet. Wie aus dem Schema Fig. 4 ersichtlich ist, ist der Mittelpunkt der Motorschaltung über einen Widerstand am Mittelpunkt eines an der Motorspannung liegenden Spannungsteilers angeschlossen. Die Schaltung der beiden Motorfelder ist so, dass in bezug auf diesen Widerstand eine Bremsschaltung mit gekreuzten Feldern besteht, wie die, welche bei Strassenbahnen üblich ist. Die Grösse des Widerstandes wird so gewählt, dass sich die Motoren etwas unterhalb der Ansprechdrehzahl des Zentrifugalschalters mit Gleichstrom erregen, wobei diese Drehzahl nicht mehr überschritten wird und die überschüssige Wechselstromleistung im Widerstand umgesetzt wird. Es ist dies ein Fall, bei dem die Selbsterregung des Wechselstromkommutatormotors nutzbringend verwertet ist.

An kleinen Apparaten sind auf der Schleuder vorhanden:

1 Voltmeter für Primärstrom
1 Ampèremeter für Primärstrom
1 Ampèremeter für Triebmotorstrom
1 Tachometer für die Drehzahl der Schleudermotoren
1 Voltmeter für 18-V-Batterie
4 Heizkörper für 1000 W, 250 V
2 Fensterheizkörper

Die Gleichstromausrüstung (Beleuchtung, Signale, Auslösestromkreis) wird durch zwei wechselweise anschaltbare normale SBB-Batterien von 100 Ah, 18 V, gespeist.

Zur Signalisierung nach der Lokomotive kann ein fliegendes Kabel mit Signalglocke in den Führerstand der Schiebelokomotive verlegt werden. Die Glocke wird nach folgendem Schema mittels Druckknopf vom Schneeschleuder-Führertisch aus betätigt:

Im Stillstand	. Vorwärts
	.. Rückwärts
In Fahrt	. Schneller
	.. Langsamer
	... Halt normal
	— Halt-Notbremsung

Zu Versuchszwecken ist eine Steckdose für Anschluss eines Brown-Boveri-Kurzwellensenders an die Batterie zur Verständigung der Lokomotiv- und der Schneeschleudermannschaft vorhanden.

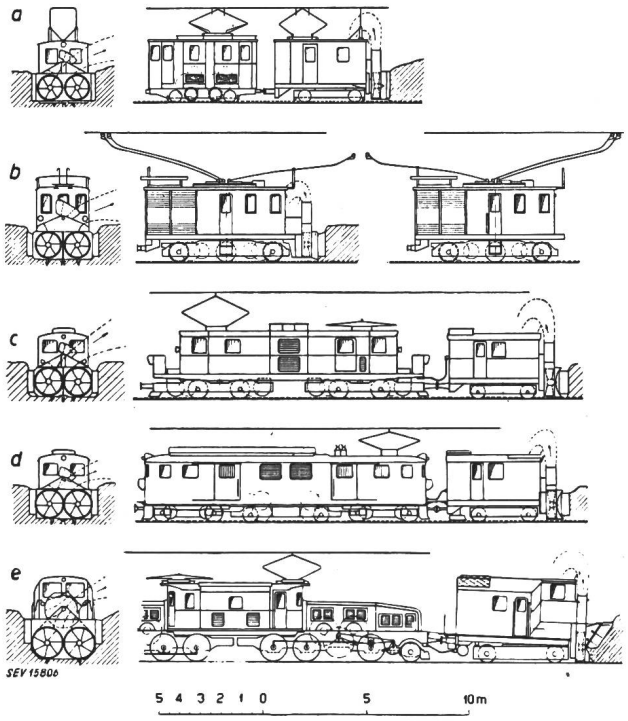

Fig. 6
Typenbilder von Schleuderzügen

a Wengernalpbahn: He + X rot. e 12

Die Schneeschleuder ist zum Freimachen der Fahrleitung noch mit einem dem Stromabnehmer vorgebauten Eiskratzer ausgerüstet. Die Schleuderzüge der Jungfrau- und der Gornergratbahn sehen ähnlich aus und sind deshalb nicht besonders gezeichnet.

b Arth—Rigi-Bahn: He 2/3 Nr. 8

Links ist die Maschine als Schneeschleuder, rechts als Lokomotive mit ausgebautem Schleuderwerk dargestellt.

c Furka-Oberalpbahn: HGe 4/4 + X rot. e 1021

d Schweizerische Bundesbahnen, Brünig: Fhe 4/6 + X rot. e 51

e Schweizerische Bundesbahnen, Gotthard: Ce 6/8 + X rot. e 99

Schneeschleuder in Arbeitsstellung.

Die Steuerausrüstung ist übersichtlich auf einem Schaltpult im Führerhaus angeordnet, neben dem sich auch die Betätigungskurbel der Lenkschaufel und ein Notbremshahn befinden.

Die 1000-V-Ausrüstung mit dem Stufentransformator ist in einer abgeschlossenen Kabine im hintern Teil des Kastens montiert und wirkt als teilweiser Gewichtsausgleich zur Schleudermaschinerie.

b) Die Schneeschleudermaschinen der übrigen Schweizer Bahnen

Der Übersichtlichkeit halber sind die wichtigsten Daten der bisher für die Schweizer Bahnen gebauten elektrischen Schneeschleudern in Tabelle II und Fig. 6 enthalten.

Einzelne Schneeschleudern weisen folgende Besonderheiten auf:

Nr. 1, 2, 4, 6, 7 Besondere Stromabnehmer für die Schleudermotoren

Nr. 5, 8, 9, 10 Speisung der Schleudermotoren von der Schiebelokomotive aus.

Nr. 1 Fahrgeschwindigkeit beim Schleudern (auf Steigung 250 ‰) etwa 2 km/h.

Nr. 2 Schleudermotoren als Compoundmotoren zur Begrenzung der Drehzahl bei Entlastung gebaut. Servomotor (0,75 kW) für Anheben des Kastens zum Wenden.

Nr. 3 Selbstfahrend. 2 Triebmotoren mit folgenden Daten:

	dauernd	1 h
Motorspannung V	1500	1500
Leistung kW a. W.	2 × 158	2 × 225
Geschwindigkeit km/h	16,3	14,3
Zugkraft kg a. R.	2 × 3400	2 × 5500

Triebzahnraddurchmesser 955 mm
Getriebeübersetzung 1 : 14,75

Motorgruppierung Serie oder Parallel. Fahr- und Widerstandsbremsstufenzahl 16. Das Schleuderwerk samt seinen Antriebsmotoren wird im Sommer ausgebaut und das Fahrzeug dient dann als gewöhnliche Lokomotive, wobei die grösste Länge auf 7,85 m und das Gewicht auf 24,4 t vermindert sind.

Elektrische Schneeschleudermaschinen der schweizerischen Bahnen Tabelle II

Laufende Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bahn		Wengernalpbahn		Arth-Rigi-Bahn	Rhätische Bahn Bernina	Martigny-Châtelard	Jungfraubahn	Gornergratbahn	Furka-Oberalpbahn	Schweizerische Bundesbahnen Brünig	Gotthard
Bezeichnung		Xrot. e 11	Xrot. e 12	He $^2/_3$ 8	Xrot. e	Xrot. e 202	Xrot. e 51	Xrot. e 51	Xrot. e 1021-23	Xrot. e 50	Xrot. e 99
Anzahl		1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
Inbetriebsetzung		1928	1945	1930	1940	1942	1937	1944	1941/43 1945	1944	1948
Abbildung			6a	1, 6b				7	6c, 8	6d, 9	2, 3, 6e
Spurweite	m	0,800		1,435	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,435
Totaler Achsstand	m	2,40	2,40	4,45			2,40	2,40	2,40	2,40	3,30
Grösste Länge	m	5,69	5,91	8,45			5,66	5,888	5,888	5,918	7,715
Gewicht	t	13,5	14,3	30,4			13,9	15,0	15,3	15,5	30,0
Stromsystem		Gleichstrom					Drehstrom		Einphasenstrom		
Frequenz	Hz	—					40	50	$16^2/_3$		
Speisespannung d. Schleuder	V	1500	1500	1500	1000	750	650	725	750	1500	1000
Bauart der Schleudermotoren		Seriemotor	Compoundmotor	Seriemotor		Compoundmotor	Asynchronmotor Doppelkäfiganker		Seriemotor	Seriemotor	Seriemotor
Motorspannung normal	V	1500/2	1500/2	1500/2			650	725	564/2	540/2	740/2
Leistung an der Welle 1 h	kW	2×90	2×150	2×90		2×75	2×110	2×135	2×155	2×110	2×220
Drehzahl 1 h	U./m	1250	1620	1250			1170	1460	1500	1500	1500
Entsprechende Drehzahl der Schleuderräder	U./m	344	340	330			320	316,5	305	332	320
Stufenzahl des Kontrollers		10	10	10		12	5	5	5	5	7
Schleuderraddurchmesser	m	1,20	1,27	1,25			1,30	1,36	1,36	1,30	1,524
Totale Höhe des Trichters	[1]) m	1,38	1,45	1,48			1,50	1,50	1,50	1,47	2,00
Totale Breite des Trichters	m	2,70	2,75	2,90			2,85	2,80	2,80	2,70	3,15
Grösste Breite des Trichters	[2]) m	3,10	3,10	3,45			3,60	3,40	3,40	3,30	3,80
Leistung pro m² Schleuderradfläche	kW/m²	80	118	73			83	93	107	83	121

[1]) über Schienen-Oberkante
[2]) seitliche Räumbleche maximal ausgeschwenkt

Nr. 6, 7 Kaskadenschaltung der Lokomotivmotoren zur Verminderung der Fahrgeschwindigkeit beim Schleudern.

Nr. 9 Die Schleuder besitzt keinen Hauptschalter; zur Abschaltung dient der Heizhüpfer des Triebwagens, der von der Schleuder aus ferngesteuert wird.

Die Schneeschleudern der Berninabahn und für Martigny-Châtelard wurden von diesen Bahngesellschaften aus vorhandenem Material selbst erstellt.
Erbauer der übrigen 10 Schleudern sind:

Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur (Mechanischer Teil)

Maschinenfabrik Örlikon (Elektrischer Teil)

4. Aus dem Betrieb der Schneeschleudern (Fig. 7—9)

Zum Betrieb der Schleudern gehört weitgehend Übung und Erfahrung sowie eine ins kleinste gehende Streckenkenntnis. Wenn die Führer der Schiebelokomotive und der Schleuder gut aufeinander eingespielt sind, so sind trotz ihrer räumlichen Trennung kaum Missverständnisse zu befürchten. Einrichtungen zur Steuerung oder wenigstens Ausschaltung der Schiebelokomotive vom Führerstand der Schleuder aus haben sich bisher

Fig. 7
Die Schneeschleuder der Gornergratbahn räumt den Zugang zum Gornergrat
Der Schneestrahl und die auf dem Schaufelwerk abgelagerten Schneemassen lassen nur kleine Teile der Stirnfenster für die Streckenbeobachtung frei. Im Hintergrund die Eismassen des Breithorngletschers.

als nicht nötig erwiesen. Die wenigen einfachen angegebenen Signale sowie ein Notbremshahn genügen für die Verständigung des Lokomotivführers. Der im Schleuderbetrieb geübte Lokomotivführer fühlt die Vorgänge an den Schleuderrädern so gut, dass er auf Grund der Instrumente und Geräusche weitgehend ohne die Läutesignale von der Schleuder her richtig schaltet. Die Leitung des Zuges liegt in den Händen des Führers der Schleuder. Dieser bedarf dazu natürlich möglichster Übersicht über die Strecke und guter Geistesgegenwart. Zur Erhöhung der Streckenübersicht trägt der erhöhte

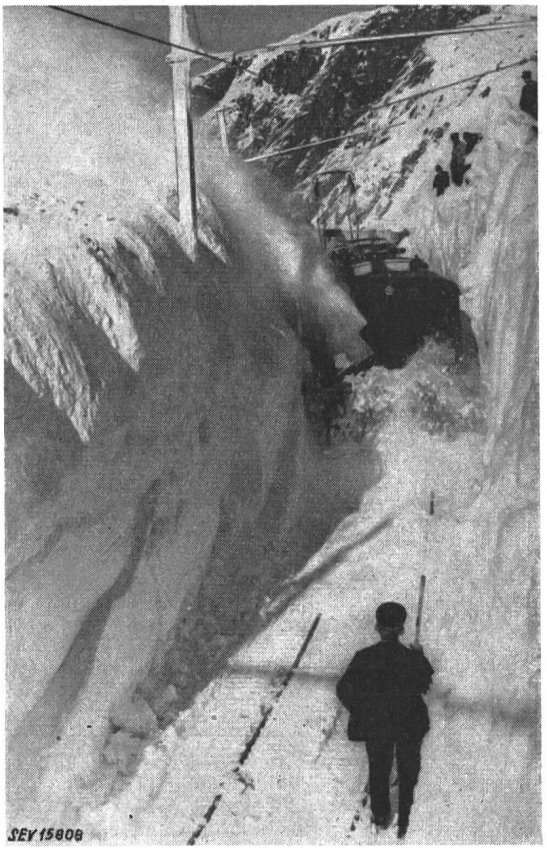

Fig. 8
Furka-Oberalpbahn: Räumung einer Lawine auf dem Oberalppass
Bei solchen Schneemassen (Schneehöhe 5—6 Meter) muss die Durchfahrt der Schleudermaschine zuerst durch Einsatz von dieselelektrischen Strassen-Schneeschleudern vorbereitet werden. Nachdem diese den Schnee auf etwa 2 m Höhe abgetragen haben, räumt der Schleuderzug die Fahrbahn noch vollends aus.

Führerstand der SBB-Gotthard-Schleuder wesentlich bei; auch so noch wird die Sicht bei hohem, schwerem Schnee oft genug prekär sein.

Frisch gefallener oder hingewehter Pulverschnee nicht allzu grosser Höhe kann bei verhältnismässig hohen Fahrgeschwindigkeiten, die sich den normalen Zugsgeschwindigkeiten nähern, geschleudert werden. Die zulässige Fahrgeschwindigkeit hängt von den Streckenverhältnissen ab; sie beträgt heute z. B. bei der Furka-Oberalpbahn bis 20 km/h. Sehr vorteilhaft wirken sich dabei die Schneegeländekenntnisse des Fahrpersonals aus. Die Strecke wird wenn irgend möglich unmittelbar vor einem fahrplanmässigen Zug mit dem Schleuderzug befahren, so dass die Schleuder in einer Fahrt möglichst viel Schnee wegräumen kann und der nachfolgende Zug nahezu freie Bahn vorfindet. Diese Betriebsweise bewährt sich am besten bei Bahnen, die den ganzen Winter über offen gehalten werden, denn bei

diesen sind die lawinengefährdeten Strecken ohnehin in Galerien verlegt.

Ganz anders wird die Betriebsweise der Schleuder, wenn es gilt, eine über den Winter stillgelegte Strecke im Frühling möglichst frühzeitig zu räumen, wie dies auf der Strecke Oberwald-Realp der Furka-Oberalpbahn der Fall ist, oder die Strecke nach ausserordentlichen, schweren Schneefällen freizumachen. Unter diesen Umständen wechseln apere und leichte Strecken mit schwer lawinenbedeckten ab. Besonders hier zeigt sich der Vorteil der elektrischen Schleudern, die die Schneemassen gleichsam spielend wegräumen und deren Motoren durch den Führer in kürzester Zeit auf die vorauszusehende Last geschaltet werden können, wobei die Abstufung des Kontrollers der Rauheit des Betriebes entsprechend ebenfalls ziemlich grob gewählt ist. Tritt bei schlechter Sicht nach schwerer Last plötzliche Entlastung ein, so sorgen die beschriebenen Schaltungen und Auslösungen dafür, dass die Motoren und mit ihnen die Schleuderräder keine zu hohen Drehzahlen annehmen. Anderseits werden die Motoren, wenn die Schleuderräder sich in zu hartem Schnee festfressen, durch die Überstromauslösung ausgeschaltet, bevor sie Schaden nehmen können.

Fig. 9
Die Schneeschleuder der Brünigbahn in Tätigkeit auf der Station Brünig-Hasleberg

Wie die Tabelle II zeigt, sind die meisten schweizerischen, in Berggegenden verkehrenden Bahnen nun mit elektrischen Schneeschleudern versehen, so dass auch bei ausserordentlich ungünstigen Witterungsverhältnissen der durchgehende Betrieb auf den dazu vorgesehenen Strecken kaum noch einen längeren Unterbruch erleiden wird.

Adresse des Autors:
E. Anderegg, dipl. Ing., Regensbergstrasse 150, Zürich 50.

Lignes aériennes triphasées à capacité de transport renforcée

Rapport relatif au projet du réseau d'interconnexion européen

Par *G. Markt*, Innsbruck

621.315.1.025.3

L'aménagement de nouvelles sources d'énergie et la construction d'installations puissantes pour le transport d'énergie, travaux reconnus nécessaires pour la reconstruction de l'Europe, nécessiteront une augmentation jusqu'à 400 kV et plus de la tension de transmission des lignes de courant triphasé. Les travaux pour développer ces installations sont en cours dans tous les Etats. En employant des faisceaux de conducteurs à la place des conducteurs simples en usage jusqu'à ce jour, il devient possible d'augmenter la capacité de transport des systèmes triphasés, en diminuant en même temps les pertes par effet couronne. Ces avantages deviennent d'autant plus grands que la tension est plus élevée. L'augmentation de la capacité de transport de lignes existantes à 220 kV par l'utilisation de faisceaux de conducteurs est prouvée à l'aide de chiffres comparatifs. Il est fait mention de rapports sur des installations à haute tension avec faisceaux de conducteurs dans les Etats de l'Europe, et d'installations d'essai en USA.

Der für den Wiederaufbau Europas allgemein als nötig erkannte Ausbau neuer Energiequellen und leistungsfähiger Übertragungsanlagen führt zur Erhöhung der Übertragungsspannung von Drehstromleitungen bis 400 kV und darüber. Entwicklungsarbeiten hiefür sind in allen Staaten im Gange. Durch Verwendung von Bündelleitern an Stelle der bisherigen Einfachleiter wird es möglich, die Übertragungsfähigkeit von Drehstromhöchstspannungsleitungen bei gleicher Betriebsspannung zu erhöhen und gleichzeitig die Koronaverluste zu verringern. Diese Vorteile werden um so grösser, je höher die Übertragungsspannung ist. Es wird die Steigerung der Übertragungsfähigkeit bestehender 220-kV-Netze durch Bündelleiterleitungen an Hand von Vergleichszahlen nachgewiesen. Durch die bei Anwendung dieser Leiterbauart erreichte Leistungssteigerung werden in vielen Fällen die Kosten für die Erhöhung der Betriebsspannung erspart werden können. Berichte über Hochspannungsanlagen mit Bündelleitern im europäischen Ausland und Versuchsanlagen in Amerika werden angegeben.

(Traduction)

Les conférences de la *Commission Economique pour l'Europe* ont mis en évidence la pénurie d'énergie et l'impérieuse nécessité d'aménager de grandes usines électriques et installations de transport et de distribution d'énergie électrique en Europe centrale.

L'augmentation constante des quantités d'énergie à transporter à des distances de plus en plus grandes a eu pour conséquence une élévation progressive de la tension des lignes de transport. En Europe, l'industrie électrique est actuellement capable de construire des transformateurs, appareils et lignes aériennes pour des tensions jusqu'à 250 kV et elle étudie des constructions destinées à des tensions de l'ordre de 400 kV.

Les systèmes de transport de courant triphasé à 220 kV ont pris une extension considérable en Amérique et dans de nombreux pays européens. Leur interconnexion est déjà réalisée dans plusieurs pays. Certaines lignes de ce genre, notamment celle qui relie le Vorarlberg à la Rhénanie, sont même déjà chargées jusqu'à la limite de leur capacité de transport.