**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
**Band:** 67 (1949)
**Heft:** 19

**Artikel:** Die Re 4/4-Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen
**Autor:** Meyer, E.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-84056

**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:** 15.12.2025

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

geschaltet (Halbspannungsmotoren). Für die Anfahrt sind alle vier Motoren in Serie geschaltet, und es stehen hierfür elf Widerstands-, eine Vollfeld- und eine Feldschwächestufe zur Verfügung. Mit Hilfe der Brückenschaltung, die einen ruckartigen Abfall des Drehmoments während der Umschaltung verhindert, erfolgt der Uebergang auf die Serie-Parallel-Stufen (zwei parallele Gruppen). Hier sind fünf Widerstands-, eine Vollfeld- und zwei Shuntstufen vorhanden. Die insgesamt 21 Fahrstufen, wovon fünf wirtschaftliche, gestatten eine sanfte, rucklose Anfahrt.

Für den Bremsbetrieb werden die Felder zweier Motoren zur Sicherstellung der Erregung wie allgemein üblich übers Kreuz geschaltet, d. h. der Rotorstrom des einen Motors wird auf den Stator des anderen geführt und umgekehrt. Die generatorische Bremsleistung wird in gusseisernen Widerständen in Wärme umgesetzt. Dazu sind 13 Bremsstufen vorhanden. Auf der letzten Bremsstufe tritt selbsttätig die mit Fahrleitungsstrom gespiesene elektromagnetische Schienenbremse in Tätigkeit. Die Schienenbremse kann ausserdem durch besondere Schalter von jedem Führertisch aus bedient werden. Aus Sicherheitsgründen wäre es freilich vorzuziehen, den Schienenbremsstrom der Hüpferbatterie zu entnehmen, um bei einem Spannungsunterbruch in der Fahrleitung nicht in Verlegenheit zu kommen. Die Schienenbremse sowie die Druckluftbremse des Motorwagens treten ausserdem beim Ansprechen der Sicherheitssteuerung (Totmann-Vorrichtung) selbsttätig in Funktion. Die Sicherheitsvorrichtung kann ebenfalls durch die bei den Einstiegen angebrachten Alarmhebel ausgelöst werden (Notbremse). Die Anhängewagen sind mit der elektromagnetischen Solenoidbremse, die vom Bremsstrom des Motorwagens zwangläufig erregt wird, ausgerüstet.

Die Schaltapparatur des Hauptstromkreises umfasst zwei Hüpferbatterien (Kadmium-Nickel) mit 25 Hüpfern und einen Wende- und Bremsumschalter. Der Wendeschalter besitzt eine Hilfswalze zur wahlweisen Abschaltung einer Motorgruppe.

Die Motorwagen weisen ferner die nötigen Einrichtungen (Steuerkabel und Kupplungen) für Vielfachsteuerung auf. Ist eine Motorgruppe abgeschaltet, so kann beim Betrieb mit Vielfachsteuerung nicht mehr elektrisch gebremst werden. Indessen kann nach Abschaltung aller Motoren das defekte Fahrzeug als Zugführungswagen unbeschränkt verwendet werden.

Als Spezialität der Firma Sécheron ist die automatische Anfahrvorrichtung, die versuchsweise in einen Triebwagen eingebaut worden ist, zu erwähnen. Der Wagenführer stellt die Fahrkurbel direkt auf die gewünschte Endstellung, und der ganze Schaltvorgang geht selbsttätig vor sich. Aeltere Motorwagen der SBB, die Metropolitain-Fahrzeuge in Paris und andere Triebfahrzeuge sind ebenfalls mit selbsttätigen Anfahrvorrichtungen versehen. Interessanterweise ist festzustellen, dass diese Einrichtung im Ausland wie im Inland beim täglichen Betrieb höchst selten benützt wird. Man hat richtigerweise erkannt, dass das menschliche Gefühl nicht gut durch einen Automaten ersetzbar ist, dass es besser ist, wenn das Fahrpersonal das Denken nicht verlernt.

Die Druckluft für die Bremse und die elektropneumatischen Apparate wird von einem Rotationskompressor geliefert. Die Türen werden elektropneumatisch (System Sécheron) ferngesteuert. Der Wagenführer kann wahlweise die vordere oder alle Türen der einen oder anderen Wagenseite öffnen (ebenfalls bei mehreren Fahrzeugen in Vielfachsteuerung).

Zur Beleuchtung dienen Gruppen von je vier in Serie geschalteten Lampen, die direkt von der Fahrleitung (600 Volt) gespiesen werden. Auf Vorschlag der Trambahnverwaltung ist im Nebenschluss zu jeder Lampe eine Neonröhre angebracht, die aufleuchtet, wenn eine Lampe ausgebrannt ist. Damit kann ein zeitraubendes Suchen vermieden werden. Auf der Stirnwand ist im Hinblick auf die zu bedienenden Ueberlandlinien ein Scheinwerfer mit Abblende-Vorrichtung eingebaut.

*

Die neuen gediegenen Leicht-Motorwagen der «Tramways de Neuchâtel» stehen bereits seit mehr als einem Jahr im Betrieb und erfreuen sich allgemeiner Beliebtheit. Die Erwartungen, die man in die neuen Fahrzeuge gesetzt hatte haben sich in jeder Beziehung erfüllt. Insbesondere werden von der Bahnverwaltung die Betriebsicherheit und die mehr als bescheidenen Unterhaltarbeiten gerühmt.

# Die Re 4/4-Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen

DK 621.335.2(494)

Von Ing. Dr. sc. techn. E. MEYER, Stellvertreter des Ober-Maschinen-Ingenieurs der SBB, Bern

Am 21. Januar 1946 hatte die erste betriebsbereite Re 4/4-Lokomotive die Werkstätten der Maschinenfabrik Oerlikon verlassen[1]) und Ende Dezember 1948 standen schon 26 solche Fahrzeuge im Betrieb. Diese während des Krieges in fast dreijähriger Entwicklungsarbeit von der schweizerischen Industrie (Lokomotivfabrik Winterthur, Brown Boveri, Baden, Maschinenfabrik Oerlikon und Ateliers de Sécheron, Genève) geschaffene Lokomotive weist verschiedene Neuerungen auf und leitete, zusammen mit der ein Jahr früher entstandenen Ae 4/4-Lokomotive der BLS[2]), eine neue Phase in der Entwicklung der elektrischen Lokomotive ein. Sie hat nun eine über dreijährige Betriebszeit hinter sich und die gesammelten Erfahrungen erlauben bereits ein zuverlässiges Urteil über das Verhalten und die Bewährung der angewandten Neukonstruktionen.

## A. Die Grundlagen für den Entwurf der Lokomotive

Die neue Lokomotive war zunächst für die bessere und wirtschaftlichere Führung der im Jahre 1936 eingeführten und seither stark vermehrten Städteschnellzüge bestimmt. Infolge der dieser Lokomotive zugedachten besonderen Verwendung sahen sich die Konstrukteure vor einige neue und nicht leicht zu lösende Probleme gestellt. Die gleichzeitig zu erfüllenden Hauptbedingungen waren:

1. Hohe Maximal- und Durchschnittsgeschwindigkeit;
2. Einwandfreier Lauf bei hohen Geschwindigkeiten;
3. Höhere Geschwindigkeiten in den Kurven ohne erhöhte Beanspruchung des Gleises;
4. Grosses Beschleunigungsvermögen bis zu hohen Geschwindigkeiten bei der Anfahrt und nach Langsamfahrstellen.

Die Bedingung der guten Kurvenläufigkeit bei grösstmöglicher Schonung des Gleises wies den Weg zu einer Drehgestell-Lokomotive mit auf 14 t herabgesetztem statischem Achsdruck. Die Forderung nach guten Laufeigenschaften bei hohen Geschwindigkeiten liess sich nach den bereits vorliegenden Erfahrungen am besten mit einem Fahrzeug mit zwei zweiachsigen Drehgestellen erfüllen. Damit war aber die Bauart und das höchstzulässige Gewicht von 56 t schon festgelegt und die weitere Aufgabe bestand noch darin, eine möglichst grosse Antriebsleistung in das dermassen vorbestimmte Fahrzeug einzubauen. Wie weit dies gelungen ist, geht daraus hervor, dass die spezifische Stundenleistung dieser Lokomotive 44 PS/t Lokomotivgewicht beträgt, während dieser Wert bei vergleichbaren Lokomotiven älterer Bauart bei 22 PS/t (Lokomotive Ae 3/6 der SBB) und 24 PS/t (Bo'Bo'-Lokomotiven verschiedener schweizerischer Privatbahnen) liegt.

Die besonderen Eigenschaften der Re 4/4-Lokomotive machen sie natürlich ausser für die Führung der Städteschnellzüge noch für manche andere Zwecke geeignet. Wegen der guten Kurvenläufigkeit ist ihre ausgedehnte Verwendung auf kurvenreichen Strecken besonders angezeigt. Der geringe Achsdruck erlaubt ihren Einsatz auf Nebenlinien mit schwachem Unterbau. Das Fehlen jeglichen toten Gewichtes und die hohe spezifische Leistung sprechen für ihre Verwendung auf Gebirgsstrecken, soweit ihr Reibungsgewicht dafür ausreicht. Im Hinblick darauf wurde sie denn auch mit der elektrischen Rekuperationsbremse versehen. Da ein Gewicht von nur 56 t auf steigungsreichen Strecken für die Führung schwerer Züge nicht genügt, wurde auch die Möglichkeit der Vielfachsteuerung von zwei gekuppelten Lokomotiven geschaffen. Die gleiche Einrichtung gestattet auch die Fernsteuerung einer Lokomotive von einem am anderen Zugsende eingereihten Steuerwagen aus, und damit die Bildung von mit solchen Lokomotiven geführten Pendelzügen. Es wurde somit schon beim Entwurf dieses neuen Lokomotivtyps grösstes Gewicht darauf gelegt, ihn für eine möglichst vielseitige Verwendung geeignet zu machen.

[1]) SBZ Bd. 127, S. 75 (9. Februar 1946).
[2]) SBZ Bd. 127, S. 218* (4. Mai 1946).

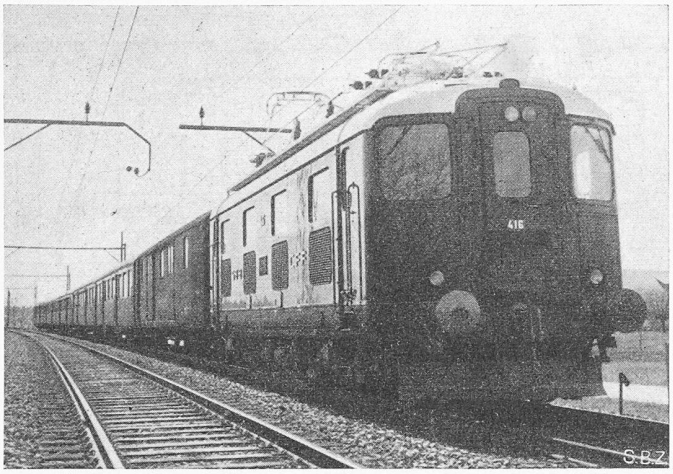

Bild 1. Lokomotive Re 4/4 der SBB mit Leichtschnellzug

**B. Die Hauptdaten der Lokomotive**

Die Hauptdaten der Re 4/4 Lokomotive sind aus Bild 3 ersichtlich und nachstehend kurz zusammengefasst:

| | |
|---|---|
| Gesamtgewicht | 56 bis 57 t |
| davon mechanischer Teil | 33 bis 34 t |
| Stundenleistung am Radumfang | 2490 PS bei 83 km/h |
| Dauerleistung am Radumfang | 2280 PS bei 87 km/h |
| Maximale Anfahrzugkraft | 14 000 kg |
| Höchstgeschwindigkeit | 125 km/h |
| Triebraddurchmesser | 1040 mm |
| Uebersetzungsverhältnis der Zahnradgetriebe | 1 : 2,85 |
| Anzahl Triebmotoren (ständig parallel geschaltet) | 4 |

Die Lokomotive ist seit ihrer Inbetriebsetzung in der technischen Literatur und in den Mitteilungen der Baufirmen wiederholt beschrieben worden, sodass hier von einer detaillierten Beschreibung abgesehen werden soll. Dies ist umso eher möglich, als die Einzelheiten des mechanischen Teils der Re 4/4 Lokomotive mit Ausnahme des Brown Boveri-Federantriebes ziemlich weitgehend übereinstimmen mit denjenigen der Ae 4/4 Lokomotive der BLS, die hier eingehend beschrieben wurde. Auch gewisse Einzelteile der elektrischen Ausrüstung, wie der Hauptschalter und der Transformator sind grundsätzlich gleich. Im Gegensatz zur BLS-Lokomotive besitzt die SBB-Maschine eine Niederspannungssteuerung mit elektropneumatischen Schützen, Bauart Sécheron, und eine Rekuperationsbremse nach dem neuesten System der Maschinenfabrik Oerlikon.

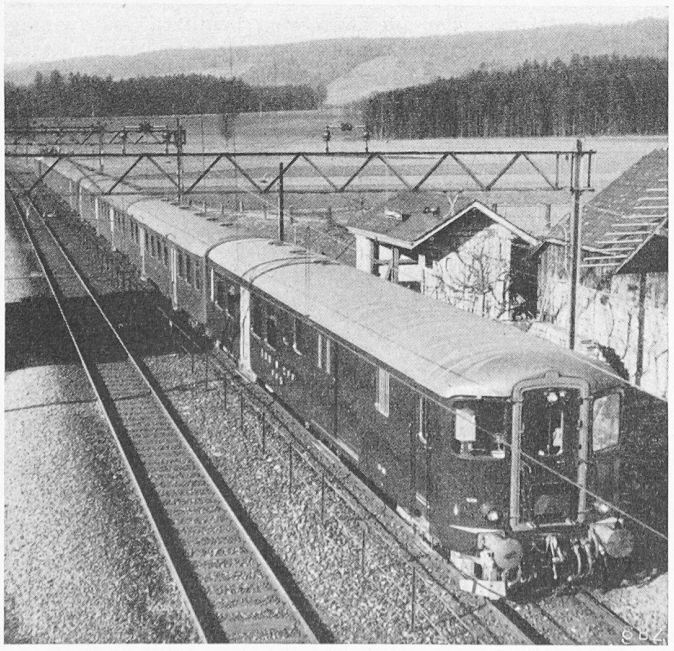

Bild 2. Leichtstahl-Pendelzug mit Steuerwagen an der Spitze und Re 4/4 - Lokomotive am Schluss

**C. Die Verwendung der Lokomotive**

Die sukzessive aus den Werkstätten der Baufirmen austretenden Lokomotiven wurden zunächst ausschliesslich für die Führung der Leichtschnellzüge eingesetzt. Dabei wurde die maximal zulässige Anhängelast beispielsweise für die Strecke Zürich-Bern-Genf auf 445 t, entsprechend 14 bis 15 Leichtstahlwagen festgesetzt. In der Gegenrichtung ist sie auf dem 18 ‰ Steigung aufweisenden Teilstück Lausanne-Palézieux auf 320 t oder elf Leichtstahlwagen zu reduzieren. Im Frühjahr 1948 war der Bestand bereits ausreichend, um alle Leichtschnellzüge mit Re 4/4 Lokomotiven zu führen. Bild 4 zeigt als Beispiel den Turnus von sechs vorwiegend im Leichtschnellzugsdienst eingesetzten Re 4/4 Lokomotiven des Depot Lausanne.

Die im Laufe des Jahres 1948 fertiggestellten Lokomotiven dieser Gattung konnten mehr und mehr auch für die Bespannung von gewöhnlichen Schnell- und Personenzügen verwendet werden. Dabei werden sie vorzugsweise dort eingesetzt, wo sich ihre besonderen Eigenschaften voll ausnützen lassen, wie etwa auf kurven- und steigungsreichen Strecken. Schliesslich wurde im Dezember 1948 der erste mit einer Re 4/4 Lokomotive bespannte Pendelzug gebildet, nachdem der dazu gehörige Steuerwagen abgeliefert worden war. Dieser in Bild 2 dargestellte Zug ist seither auf der Strecke Bern-Luzern im regelmässigen Dienst und wird demnächst zur Verbesserung der Städteverbindungen zwischen Zürich und Luzern eingesetzt. Von der Möglichkeit, mit zwei Re 4/4 Lokomotiven in Vielfachsteuerung zu fahren, wurde im regelmässigen Dienst bisher kein Gebrauch gemacht. Der Mangel an elektrischen Triebfahrzeugen zwingt dazu, auch die Re 4/4 Lokomotiven da zu verwenden, wo sie in Einfachtraktion den Anforderungen genügen. Im übrigen zeigte sich auch kein Bedürfnis für die regelmässige Doppeltraktion, da die Leistung einer Re 4/4 Lokomotive für die Führung der normalen Zugskompositionen stets ausreichte.

**D. Betriebsergebnisse**

Bis Ende 1948 haben die Re 4/4 Lokomotiven insgesamt 6,7 Mio Kilometer zurückgelegt. Unter Berücksichtigung der bis dahin aufgelaufenen Betriebszeit der einzelnen Lokomotiven entspricht dies einem Jahresdurchschnitt von 172 000 km pro Lokomotive. Die grösste Jahresleistung hatte die Lokomotive Nr. 410 im Jahre 1948 mit 255 218 km, während die höchsten Monatsleistungen zwischen 25 000 und 27 000 km liegen. Der bisher höchste regelmässige Tagesparcours wurde im Sommerfahrplan 1948 mit 1050 km erreicht. So grosse Fahrleistungen sind in der Schweiz bisher von keiner anderen Lokomotivserie erzielt worden. Vergleichshalber sei erwähnt, dass der mittlere Jahresparcours aller elektrischen Streckenlokomotiven der SBB im Jahre 1948 114 000 km pro Lokomotive betrug. Es ist allerdings zu erwarten, dass die jährlichen Fahrleistungen pro Lokomotive bei der Serie Re 4/4 zurückgehen werden, da mit der Anzahl auch der Anteil der damit geführten Züge mit kleinerer Reisegeschwindigkeit zunimmt.

Die von den Re 4/4 Lokomotiven beförderte Anhängelast betrug bis Ende 1948 1631 Mio Tonnenkilometer. Sie stellte sich im Durchschnitt somit auf 244 t oder das 4,3 fache des Lokomotivgewichtes. Dieses Verhältnis, das bis zu einem gewissen Grad ein Mass für die Wirtschaftlichkeit des Triebfahrzeugtyps darstellt, muss als sehr günstig bezeichnet werden. Es betrug bei den vergleichbaren Ae 3/6 Lokomotiven der SBB in der gleichen Zeit nur 1,9 (175 t mittleres Anhängegewicht bei 92 t Lokomotivgewicht) und bei den zahlenmässig am stärksten verbreiteten Ae 4/7 Lokomotiven der SBB 2,4 (290 : 120 t). Die wesentlich über dem Durchschnitt liegenden jährlichen Fahrleistungen und die im Verhältnis zum Lokomotivgewicht grosse durchschnittliche Anhängelast zeigen eindeutig, dass die Re 4/4 Lokomotiven im Betrieb stärker beansprucht werden als die übrigen Bauarten.

Die Re 4/4 Lokomotive hat auch unter diesen erschwerten Bedingungen die in sie gesetzten Erwartungen im allgemeinen erfüllt. Ihr Lauf ist auch bei den höchsten Geschwindigkeiten bemerkenswert ruhig und stabil und ebenso gut wie der eines Leichtstahlwagens. Die Kurvenläufigkeit ist den Erwartungen entsprechend auch bei den erhöhten Geschwindigkeiten einwandfrei. Obschon diese Lokomotiven auf sehr kurvenreichen Strecken verwendet werden und der Raddurchmesser nur

1040 mm beträgt, ist die Radreifen- und Spurkranzabnützung gering. Eine Nachbehandlung der Radreifen war bis jetzt erst nach einer Fahrleistung von etwa 300 000 km erforderlich; vereinzelt wurden indessen auch schon höhere Leistungen erreicht. Durch die Einführung einer verbesserten Spurkranz-Schmierung wird dieses Intervall noch vergrössert werden können. Besonders geschätzt wird an dieser Lokomotive die einfache Bedienung und die äusserst geringe Störungsanfälligkeit. Die Bestrebungen, die Ausrüstungen der elektrischen Lokomotiven wieder so weit als möglich zu vereinfachen, haben damit bereits ihre Früchte getragen.

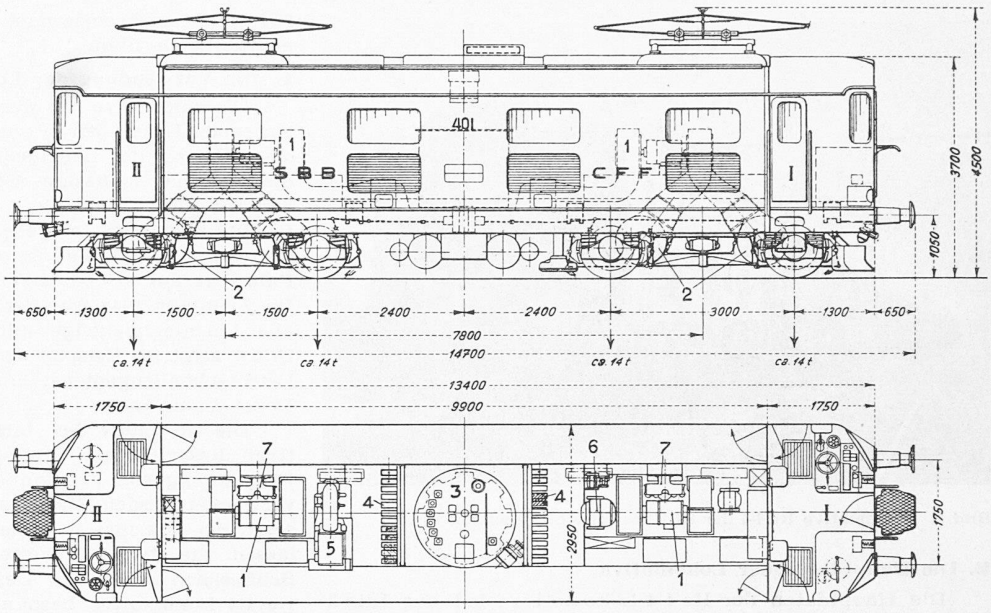


Bild 3. Typenbild der Re 4/4 - Lokomotive, Masstab 1 : 120

1 Ventilatorgruppen
2 Triebmotoren
3 Transformator
4 Schützen
5 Kompressorgruppe
6 Bremsdrosselspule
7 Wendeschalter

Der Verbrauch an elektrischer Energie wird auf den Lokomotiven der SBB nicht laufend gemessen. Man weiss aber, dass er für eine bestimmte Zugsgattung weitgehend proportional der tonnenkilometrischen Leistung ist. So beträgt er ab Fahrleitung auf den Strecken des Mittellandes bei Schnellzügen 25 bis 30 Wh/tkm und bei Personenzügen je nach den Abständen der Haltepunkte 30 bis 60 Wh/tkm. Die Einsparung an elektrischer Energie durch den Einsatz von Re 4/4 Lokomotiven anstelle der älteren Ae 3/6 kann im gemischten Schnell- und Personenzugdienst auf etwa 1,3 kWh pro Lokomotivkilometer veranschlagt werden. Das ergibt bei der ermittelten durchschnittlichen Jahresleistung einen Minderverbrauch von rd. 225 000 kWh pro Jahr und Lokomotive am Fahrdraht oder etwa 260 000 kWh im Kraftwerk. Kostenmässig entspricht dies einer Einsparung von rd. 7000 Fr. pro Jahr und Lokomotive.

Der Verbrauch an Schmiermaterial ist bei dieser neuen Lokomotive gegenüber den älteren Bauarten stark zurückgegangen. Er betrug im Jahre 1948 3,9 gr/km gegenüber einem Durchschnitt von 16,4 gr/km für alle elektrischen Lokomotiven der SBB. Dies rührt zur Hauptsache davon her, dass bei der Re 4/4 sowohl die Achslager wie die Lager der Trieb- und Hilfsbetriebsmotoren mit Rollenlagern ausgerüstet sind, die überdies zum grössten Teil mit Fett geschmiert werden.

Der Unterhalt der Re 4/4 Lokomotiven wird durch die übersichtliche und gut zugängliche Anordnung der Apparatur sehr erleichtert. Der Kleinunterhalt wird in den Depots in gleicher Weise durchgeführt wie bei den übrigen elektrischen Lokomotiven, wobei natürlich auf die hohen Tagesleistungen Rücksicht zu nehmen ist. In Anbetracht der hohen Ausnützung und um über das Verhalten der einzelnen Teile einen Ueberblick zu gewinnen, wurden die zuerst gelieferten Lokomotiven schon im Jahre 1948, also nach gut zweijährigem Dienst, einer Hauptrevision unterzogen. Jede Lokomotive hatte bis dahin eine zwischen 350 000 und 530 000 km liegende Fahrstrecke zurückgelegt. Es hat sich bei dieser Gelegenheit gezeigt, dass die Fahrleistungen zwischen zwei Hauptrevisionen bei dieser Serie unbedenklich auf 500 bis 600 000 km gesteigert werden können, während sie bei den älteren Lokomotiven je nach Bauart 300 bis 500 000 km betragen. Die Unterhaltkosten pro gefahrenen Kilometer stellten sich bei den Re 4/4 Lokomotiven im Jahre 1947 (ohne Hauptrevisionen) auf 10,7 Rp. und im Jahre 1948 auf 10,3 Rp. ohne und 16,1 Rp. mit den Hauptrevisionen. Demgegenüber war der Durchschnitt aller elektrischen Lokomotiven der SBB im Jahre 1947 24,9 Rp. pro km inklusive Hauptrevisionen. Dieser Vergleich zeigt, dass die neuzeitliche Bauart dieser Lokomotiven eine merkliche Senkung der Unterhaltkosten bringt und dass diese für schnellfahrende Lokomotiven bei geeigneter Konstruktion keineswegs höher sind als für langsamer laufende Lokomotiven.

### E. Erfahrungen und Lehren

Der strenge Dienst, den die Re 4/4 Lokomotiven gleich von Anfang an zu leisten hatten, war geeignet, allfällige Kinderkrankheiten sehr bald in Erscheinung treten zu lassen. Dass solche zum Vorschein gekommen sind, wird niemanden verwundern, der sich Rechenschaft zu geben vermag über die zahlreichen Neuerungen, die diese Lokomotivserie in konstruktiver und betrieblicher Hinsicht aufweist.

Die Neuerungen baulicher Natur waren verursacht durch den Zwang zu äusserster Gewichtseinsparung sowohl beim mechanischen wie beim elektrischen Teil. Andere waren auf die während der Bauperiode immer noch herrschende kriegsbedingte Mangelwirtschaft zurückzuführen. Auch im Betrieb hatten diese Lokomotiven verschiedenen neuen Anforderungen zu genügen. So war die Höchstgeschwindigkeit von früher 100 auf 125 km/h gesteigert worden. Von noch grösserer Bedeutung ist, dass der am häufigsten benützte Geschwindigkeitsbereich bei den im Leichtschnellzugsdienst eingesetzten Re 4/4 Lokomotiven zwischen 85 und 110 km/h liegt gegenüber 60 bis 90 km/h bei den übrigen Lokomotiven. Der bereits erwähnte Umstand, dass bei dieser Bauart die Anhängelast im Verhältnis zum Lokomotivgewicht sehr hoch ist, hat überdies zur Folge, dass auch die effektiv beanspruchte Leistung der Nominalleistung viel näher kommt als bei den übrigen Lokomotiven.

Allgemein kann auf Grund der nunmehr vorliegenden über dreijährigen Betriebserfahrungen festgestellt werden, dass sich an den Re 4/4 Lokomotiven keine Mängel grund-

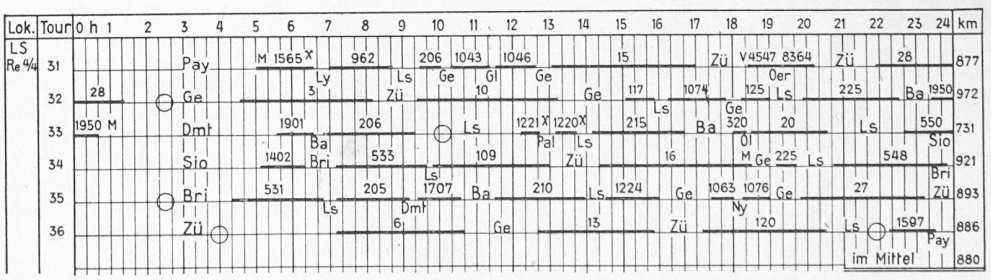


Bild 4. Turnus von sechs Re 4/4 - Lokomotiven des Depot Lausanne. Die Ziffern über den Horizontalstrichen bedeuten die Zugsnummern. M Rangierdienst, O Lokomotivkontrolle, Pay Payerne, L Lyss, Ls Lausanne, Ge Genève, Gl Gland, Zü Zürich, Oer Oerlikon, Ba Basel, Dmt Délémont, Pal Palézieux, Ol Olten, Sio Sion, Bri Brig, Ny Nyon

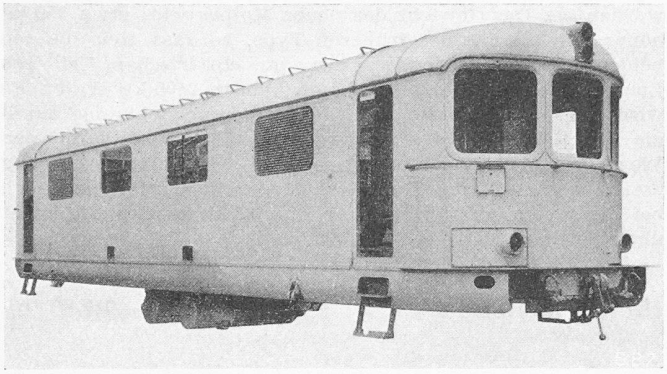

Bild 5. Re 4/4 - Lokomotive Nr. 427 u. f. (zweite Ausführung)

sätzlicher Natur gezeigt haben. Anfänglich aufgetretene Unvollkommenheiten liessen sich mit verhältnismässig einfachen Mitteln und meistens innert kurzer Zeit beseitigen. Auf einige Anfangsschwierigkeiten sei hier immerhin kurz eingetreten, weil die Lehren, die daraus gezogen werden können, auch in Zukunft beim Bau von leichten, schnellen und stark beanspruchten elektrischen Lokomotiven von Nutzen sein werden.

Der in äusserster Leichtkonstruktion erstellte mechanische Teil hat sich im allgemeinen sehr gut gehalten mit Ausnahme der Kastentragfedern, die etwas knapp dimensioniert und anfänglich wegen Beschaffungsschwierigkeiten nicht von einwandfreier Qualität waren. Obschon jetzt wieder erstklassiger Federstahl erhältlich ist, werden diese Federn um ein Blatt verstärkt und gleichzeitig um 150 mm verkürzt. Die Kastenabfederung wird dadurch etwas härter, was aber den Lauf nicht in ungünstigem Sinne beeinflusst. Der Brown Boveri-Federantrieb hatte zwar schon seit mehr als zehn Jahren auf SBB-Fahrzeugen (Schnelltriebwagen, Diesel- und Gasturbinenlokomotiven) Anwendung gefunden und gute Ergebnisse gezeitigt. Immerhin wurde er bei der Re 4/4 zum ersten Mal für eine Leistung von etwa 600 PS pro Achse ausgeführt. Er hat sich auch bei dieser höheren Beanspruchung bis jetzt bestens bewährt. Die festgestellten Abnützungen sind minim und die Unterhaltkosten gering.

Beim elektrischen Teil machen die Triebmotoren gewisse Schwierigkeiten. Die auch andernorts gemachte Feststellung, dass sich die in den letzten Jahren gebauten sechs- und achtpoligen Einphasen-Bahnmotoren bezüglich Kommutation und Kollektorzustand weniger gut verhalten als die älteren Konstruktionen mit grösserer Polzahl, wird auch hier bestätigt. Durch die Verwendung von Schichtbürsten konnten die Verhältnisse im Laufe der Zeit etwas verbessert und die Laufleistungen zwischen zwei Kollektorbehandlungen verdoppelt werden. Mit 100 000 bis 200 000 km betragen sie aber erst die Hälfte derjenigen der besten Motoren älterer Bauart.

Die mit radial geblechtem Eisenkörper gebauten Transformatoren haben sich gut bewährt, weniger gut die in die Transformatoren hinein gebauten Ueberschaltdrosselspulen. Bei diesen treten beim Ueberschalten bekanntlich kurzzeitige Strom- und Spannungsspitzen auf, denen die kriegsbedingt aus Aluminium hergestellten Wicklungen nicht gewachsen waren. Sie wurden daher in der Folge wieder aus Kupfer verfertigt und besser verkeilt. Gleichzeitig wurde die anfänglich etwas zu hoch gewählte Sättigung im Eisenkern herabgesetzt. Diese Massnahmen haben den erwarteten Erfolg gezeitigt.

Bei den Re 4/4 Lokomotiven wurde auch der von Brown Boveri für Triebfahrzeuge besonders entwickelte Druckluft-Schnellschalter zum ersten Mal in grösserer Anzahl eingebaut. Es haben sich auch hier noch einige Möglichkeiten für eine gewisse Weiterentwicklung und für Verbesserungen gezeigt. Diese sind nun zum grössten Teil durchgeführt und es hat den Anschein, dass damit die Anfangsschwierigkeiten überwunden sind.

Eine ganze Reihe von Unzukömmlichkeiten brachte die bei den höheren Geschwindigkeiten zu beobachtende Verschlechterung der Stromabnahme. Obwohl die Bauart der Stromabnehmer den hohen Geschwindigkeiten weitgehend angepasst ist, nimmt die Zahl der Stromunterbrüche durch Abspringen der Stromabnehmer mit der Steigerung der Geschwindigkeit über 110 km/h hinaus auffallend stark zu. Zur Verbesserung dieser Verhältnisse bedarf sowohl die Bauart der Stromabnehmer wie auch diejenige der Fahrleitung einer neuen Ueberprüfung. Auch wenn sich die noch zu treffenden Massnahmen einmal auswirken, muss bei diesen hohen Geschwindigkeiten doch in vermehrtem Masse mit gelegentlichen kurzzeitigen Stromunterbrüchen gerechnet werden. Diese Abschaltungen und kurz darauf folgenden Wiedereinschaltungen sind den Maschinen und Apparaten nicht gerade zuträglich. Es können dabei die Spitzenwerte des Primärstromes im Transformator so gross werden, dass das durch sie erzeugte Streufeld in den Magneten der automatischen Zugsicherung einen Strom induziert, der genügt, um diese Einrichtung zum Ansprechen zu bringen. Es ist noch nicht gelungen, dieser Erscheinung in allen Fällen wirksam entgegen zu treten.

Die momentanen Stromunterbrüche erzeugen auch besonders bei den oberen Fahrstufen Ueberspannungen an den Motoren, die zu Ueberschlägen führen. Durch kleine konstruktive Aenderungen und durch Begrenzung der Triebmotorenspannung konnte diesem Uebelstand grösstenteils begegnet werden. Die weitestgehenden Folgen hatten diese Unterbrüche jedoch bei Fahrt mit Rekuperation, indem die dadurch hervorgerufenen Stromstösse und Ueberspannungen nicht nur Hauptschalterauslösungen, sondern auch Motor- und Hauptschalterüberschläge verursachten, so dass bei hohen Geschwindigkeiten an einen störungsfreien Rekuperationsbetrieb gar nicht zu denken war. Hier half nur eine radikale Aenderung der Schaltung. Bei der nach zahlreichen Versuchen nunmehr gefundenen Lösung sind diese Unstabilitäten restlos verschwunden, wobei man allerdings eine gewisse, nicht wesentliche Verschlechterung des Leistungsfaktors in den Kauf nehmen musste.

### F. Die künftige Ausführung der Re 4/4-Lokomotiven

Als gegen Ende 1947 weitere 24 Stück Re 4/4 Lokomotiven in Auftrag gegeben wurden, lagen die vorerwähnten Betriebserfahrungen grösstenteils bereits vor und konnten daher berücksichtigt werden. Man entschloss sich ferner, hier die Einrichtung für die elektrische Bremse nicht mehr einzubauen, da ein Bestand von 26 solchen Lokomotiven für den Dienst auf Strecken mit grossen Gefällen vorläufig genügt. Auch für die Verwendung in Doppeltraktion und in Pendelzügen ist der vorhandene Bestand auf absehbare Zeit hinaus mehr als ausreichend, so dass bei den weiteren Lokomotiven auch auf die Vielfachsteuerung verzichtet werden kann.

Diese Aenderungen ermöglichen nicht nur eine weitere Vereinfachung der elektrischen Ausrüstung, sondern haben auch einen gewissen Einfluss auf die äussere Gestaltung der Lokomotive. So können dank des Verzichtes auf die Vielfachsteuerung die beiden stirnseitigen Türen und der vom Maschinenraum vollständig abgetrennte Seitengang entfallen. Die Jalousien für den Lufteintritt in den Maschinenraum werden daher auf beiden Längsseiten und neben statt unter den Fenstern angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass die Luft weiter oben in den Maschinenraum angesaugt wird, und damit weniger Staub und Schnee mit sich führt. Durch diese Aenderungen wird die Lokomotive vollkommen symmetrisch und gewinnt in ästhetischer Hinsicht, was auch das Bild 5 des ersten, in der Lokomotivfabrik soeben fertig gestellten Lokomotivkastens erkennen lässt.

Wie beim mechanischen Teil, so sind auch die am elektrischen Teil der neuen Re 4/4 Lokomotiven vorgesehenen Aenderungen nicht grundsätzlicher Natur, sondern betreffen lediglich Einzelheiten gewisser Maschinen und Apparate. So werden beispielsweise inskünftig alle Transformatorwicklungen aus Kupfer hergestellt, nachdem schon bei den Transformatoren der Lokomotiven Nr. 417 u. f. nur noch die Unterspannungswicklung in Aluminium ausgeführt worden war. Ferner werden die Ueberschaltdrosselspulen nicht mehr in den Transformator hinein-, sondern an diesen angebaut, mit separaten Eisenkörpern versehen und im gleichen Oelkasten untergebracht. Bei der früher gewählten Verschachtelung von Transformator und Drosselspulen hat sich u. a. der Nachteil gezeigt, dass bei einem Defekt der Drosselspulen in der Regel auch der Transformator in Mitleidenschaft gezogen wird. Durch diese verschiedenen Aenderungen erfährt das Gewicht des Transformators einschliesslich Drosselspulen und Oel allerdings eine Erhöhung auf 6870 kg gegenüber einem

solchen von 5900 kg der ersten Ausführung mit Aluminiumwicklungen. Dafür sinken aber die Transformierungsverluste beträchtlich.

Eine weitere wichtige Aenderung betrifft die Triebmotoren. Anstelle der nicht restlos befriedigenden achtpoligen Motoren wurden solche mit zehn Polen vorgesehen unter Beibehaltung des schon früher vorgeschriebenen Leistungsprogramms. Die Abnahmeversuche werden zeigen, um wie viel die Nennleistung dieser wesentlich reichlicher dimensionierten Motoren höher ist als diejenige der früheren Bauart, deren Leistung pro Gewichtseinheit von 0,342 PS/kg (einstündig) bisher von keinem anderen Bahn-Kollektormotor erreicht worden ist. Das Gewicht des neuen Motors wird etwa 350 kg höher sein als das des früheren Typs, so dass sich aus den beiden genannten Aenderungen am elektrischen Teil pro Lokomotive ein Mehrgewicht von nahezu 2400 kg ergibt. Es wird z. T. kompensiert durch das Mindergewicht, das durch die Vereinfachung des mechanischen Teils und durch den Wegfall der elektrischen Bremse und der Vielfachsteuerung erzielt werden kann. Das Gesamtgewicht wird daher auch bei der neuen Ausführung der Re 4/4 Lokomotive 57 t nicht überschreiten.

## Die Entwicklung der Sprossenprofile für Oberlichtkonstruktionen

DK 628.928

Von ALBERT HUNZIKER, dipl. Schlossermeister, i. Fa. Buss A.-G., Basel

Glasdächer aller Art, wie Vordächer oder Oberlichter sind wohl die am meisten der Witterung und den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzten Teile eines Gebäudes; ihre Herstellung erfordert daher besondere Aufmerksamkeit und Erfahrung. Die Bauelemente der Glasdächer sind: 1. die Sprossen, 2. das Glas, 3. die Dichtungsbleche, 4. die Befestigungs- und Zubehörteile. Neben dem Glas sind die Sprossen das wichtigste Element der Oberlichter. Sie bilden das Auflager für das Glas, dessen Längsfugen über den Sprossen liegen.

Anfänglich sind als Sprossenprofile normale T-Eisen zur Verwendung gekommen, die später durch spezielle Walzprofile mit zweckmässigerem Querschnitt und mit zusätzlichen Flanschen für den Schwitzwasserablauf ergänzt wurden (Bild 1). Von dieser früher allgemein üblichen Auflagerung der Glastafeln und ihrer Befestigung mit Kitt ist man aber recht bald abgekommen, weil diese Konstruktionsart weder gegen das Undichtwerden des Daches, noch gegen den Bruch der Scheiben, noch gegen das Heruntertropfen von Schwitzwasser genügende Sicherheit bot. Die gerade für Dachflächen oft sehr plötzlichen Temperaturschwankungen verlangen vor allem eine Auflagerung, die es der Glasfläche gestattet, sich unabhängig von den Bewegungen der Eisensprosse auszudehnen und zusammenzuziehen, und es soll bei Durchbiegungen der Dachkonstruktion infolge Schnee oder Windbelastungen keine ungünstige Einwirkung auf das Glas möglich sein.

Daher ist man vor Jahrzehnten schon zum Bau kittloser Glasdächer übergegangen, und auch diese haben schon einen langen Weg der Entwicklung hinter sich. Allen Systemen ist die elastische Auflagerung des Glases und seine Befestigung durch über die Stosstellen gespannte, meist federnde Deckschienen gemeinsam. Zur Ableitung des zwischen den Glasplatten etwa eindringenden Wassers und des sich unter dem Glas sammelnden Schwitzwassers sind die Sprossen gleichzeitig als Rinnen ausgebildet worden. Die Rinnensprossen wurden zuerst aus verschiedenen Walzprofilen zusammengesetzt mit Verwendung von Normal- und Spezialprofilen (Bild 2). Parallel mit der Verbesserung der Walzeisenerzeugung sind besonders im Ausland eine Menge Rinnenprofile von walztechnisch recht komplizierten, aber baulich zweckmässigen Querschnitten entwickelt worden, von deren grosser Zahl in den Bildern 3 bis 6 nur einige wenige gezeigt sind. Auch aus Blechstreifen hergestellte Profile mit ähnlichem Querschnitt fanden Eingang, Bilder 7 und 8. Rinnensprossen haben den Vorteil guter Wasserführung und ein statisch günstiges Profil. Die Erfahrung zeigt aber, dass alle Rinnenprofile in erster Linie von innen, also von der unzugänglichen Seite her vom Rost angegriffen und zerstört werden, weil sich mit den Jahren hauptsächlich im untern Teil der Sprossen in deren Hohlraum Staub und Schmutz aller Art sammelt, der dann das unter den Deckschienen etwa eindringende Wasser schwammartig zurückhält und mit dieser dauernden Feuchtigkeit bewirkt, dass der Rostschutz und nachher das Eisen selbst in verhältnismässig kurzer Zeit angegriffen wird.

Um dem entgegenzutreten, sind die sog. Einstegprofile geschaffen worden, von denen in den Bildern 9 bis 11 einige beispielsweise gezeigt sind. Die Stegsprossen haben den Vorzug, dass sie keinen so grossen Hohlraum haben und dass sie, mit Ausnahme der obern Glasauflageseite, jederzeit ohne Abnehmen des Glases überall nachgestrichen werden können. Meistens ist der untere Flansch als breite, stets zugängliche Schwitzwasserrinne ausgebildet. Beim Profil nach Bild 11 liegt diese Rinne, weniger vorteilhaft, oben.

Eine weitere Kategorie von Oberlichtsprossen sind solche, bei denen das tragende Element ein eisernes Normalprofil oder auch Holz- oder Betonprofil ist, auf die dann als dichtendes Element ein Bleiband oder Leichtmetallprofil gelegt wird (Bilder 12 bis 14).

Wirtschaftlich wird auch in Zukunft das Walzeisen wegen seiner Tragfähigkeit und Preiswürdigkeit das geeignetste Material für Glasdachsprossen bleiben. Bei besonderen Industrien und Verhältnissen werden aber auch ganz aus Leichtmetall hergestellte Oberlichtsprossen vorteilhaft zur Anwendung kommen, die ebenfalls in mannigfacher Art auf den Markt gebracht werden und von denen die Bilder 15, 16 und 17 einige wenige veranschaulichen.

Die in der Schweiz mit dem ges. gesch. Namen «P e r f e k t a» auf dem Markt befindliche Spezialsprosse ist ein statisch vorteilhaftes Walzprofil (Bild 18). Im Gegensatz zu allen vorstehend beschriebenen Konstruktionen, bei denen das Glas durchgehend auf der ganzen Sprossenlänge aufliegt, ist bei diesem System das Glas nur punktweise gelagert; die Gründe hiefür seien nachfolgend erläutert.

Die direkte Verbindung der Glastafeln mit den Sprossen verursacht besonders im Winter eine Ueberleitung der Kälte, sodass sich die Feuchtigkeit der Innenluft an den kalten Sprossen niederschlägt. Durch das Wechseln der Temperaturen aussen wie innen, sowie durch die sich mit der Feuchtigkeit niederschlagenden Säuredämpfe wird die Farbe oder die Verzinkung zerstört, wodurch eine vorzeitige Verrostung der Sprossen eintritt. Es konnte in den letzten Jahren immer wieder nachgewiesen werden, dass bei Sprossenauswechslungen oder Reparaturen an alten Glasdächern Unterkonstruktionsteile, wie Winkeleisen, Laschen und dergleichen, die die gleiche Eisenstärke wie das Sprossenmaterial aufweisen, noch belassen bleiben konnten, da sie durch den Abstand von der Glashaut und die dadurch bedingte Trockenlage noch sehr gut erhalten waren, wogegen die Sprossen selbst ein trauriges Bild der Zersetzung zeigten und eine Auswechslung nötig machten. Da bei Rinnensprossen mit U-förmigem Querschnitt der Rostfrass, wie schon erwähnt, meistens mehr von innen heraus erfolgt, ist die Gefahr umso grösser, als sie nicht rechtzeitig erkannt werden kann. Um diesem Uebel entgegen-

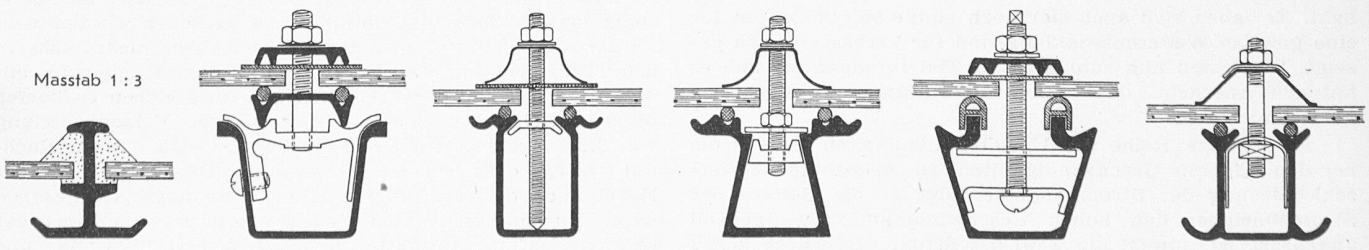


Bild 1 Bild 2 „Antipluvius" Bild 3 „Wema" Bild 4 „Fortuna" Bild 5 „Ideal" Bild 6 „4759"