Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81/82 (1923)
Heft: 23

Artikel: Die Dampfturbine als Lokomotivantrieb
Autor: Ruegger, U.R.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-39023

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: 11.08.2025

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

dass die Hausanlage selbst noch dürftig ist. Es fehlt ein grosszügiger Raum, der die Treppe seinerseits aufnimmt, um die Verbindung des ganzen Bauinnern mit dem Garten vollständig zu machen." . . .

„Was in Soglio in Ansätzen verblieb, gedieh im *Palazzo zu Bondo* zur Erfüllung. Die Durchdringung des Bauganzen mit einer einheitlichen Idee, dort als Ziel von weitem kenntlich, ist hier erreicht (Seite 297 und Tafel 6). Der Salis'sche Palast von Bondo, der drei Monate im winterlichen Bergschatten liegt, ist ein Sommersitz. Das Bestimmende ist also sein Verhältnis zur Natur. Am Rand des Dorfes liegend, blickt sein Gesicht über den Park das Tal hinab gegen Südwesten. Was dem Rokoko Neigung war, die Gartenseite anmutiger zu gestalten, ist hier noch Gebot der Situation und der Bestimmung. Hier gegen den Park zu schmückt die Freitreppe ein zierliches Geländer mit flankierenden Flammenvasen. Im übrigen ist der Bau ein nüchterner Block, von strenger Symmetrie natürlich, mit drei Fensteraxen in der Mitte (durch Eckquadern risalitartig abgetrennt) und drei zu jeder Seite, von Gurten horizontal gegliedert im Sinne einer nach oben abklingenden Kadenz. Auf der Strassenseite für die Fassade etwas Besonderes aufzuwenden, lohnte sich umsoweniger, als die dichte Angliederung an das Dorf nicht gestattete, eine Anfahrt im rechten Winkel gegen das Haus zu führen. Man kommt seitlich durch einen Torbogen heran und hat deshalb keinen umfassenden Blick über den Bau. Etwas Nah-Plastik, Wappen und kräftige Verdachung mit Voluten über der Türe musste genügen. Das Treppenhaus liegt — die elliptischen Fenster zeigen das schon von aussen — auf der Dorfseite, nicht gegen den Garten zu wie beim „Antonio" in Soglio. Auch hier klare, ganz tektonische Gliederung quadratische Pfeiler tragen Rundbogen, die Treppe umwandelt in einfachem Anstieg den Schacht, begleitet von Kalksteinbalustern mit ganz flacher Bildhauerei. Die Decke ist flach mit Kehle angesetzt. Perspektivisch sich verjüngende Pilaster in Malerei versuchen hier eine Raumtäuschung, eine Durchbrechung der Decke, die indes nicht suggestiv wirkt, sondern schematisch und unempfunden. Ueberhaupt ist dieser Raum — gemessen an den Phantasien des deutschen Barock — von einer etwas trockenen, kühlen Eleganz, wenig schwungvoll und unfrei; aber nur solange man ihn für sich betrachtet. Oeffnet sich die Türe zum Gartensalon, der die Axe des ersten Treppenlaufes aufnimmt, so geht das Treppenhaus in den Zusammenhang ein und es ist auch sofort klar, warum es an der Strassenseite liegen musste und nicht gegen den Garten zu. Den Eintretenden umfing die etwas enge Kühle des Treppenschachtes; nach einigen Stufen öffnen sich in der Flucht des Ganges seitliche Strahlungen; dann betritt er den Empfangssalon, fühlt die freie Heiterkeit des lichten, hohen Raumes und sieht durch die geöffnete Tür, die schlanken Fenster schon den Garten. Die Freitreppe führt ihn hinab, auf Terrassen zuerst, dann über Stufen an den gezirkelten Beeten vorbei bis zur Mauer, wo ein Portal die Wiese und das Tal freigibt, bewacht von einer mächtigen Weide, dem Wappenbild des Geschlechtes. So bezieht sich ein Raum auf den anderen in massvoller Steigerung, entwickelt sich aus ihm wie ein Satz einer gut gebauten Periode aus dem anderen. Aus einer streng tektonischen Gebundenheit löst sich immer hellere Freiheit. Nun ist der ganze Innenraum des Baues in den grossen Raum der Natur übergeführt. Die nahe Verbindung mit der Natur — die Hauptidee einer Villegiatur — ist in heiterem Spiel gelöst." —

Und aus dem Schlusswort Poeschels:

„ . . . Wenn wir als den eigensten Wert der bündnerischen Bauweise den Drang ins Massenhafte, den Ausdruck vitaler Dynamik erkennen mussten, so sind in diesem Bauwerk an der Südgrenze des Kantons (Bondo) die Kräfte des Bodens am schwächsten. Er steht ganz in der übernationalen Gemeinschaft, ja es ist in diesem überlegenen, abstrakten Spiel, das ihn kennzeichnet, schon eine Spur von Isolierung" . . .

„Was eine Geschichte des Bürgerhauses überhaupt lehren müsste, das zeigt auf seine Weise auch das Bürgerhaus im südlichen Graubünden: Voraussetzung eines geschlossenen Typs, einer charaktervollen persönlichen Ausbildung des Hauses ist vor allem eine bestimmt umschriebene menschliche Form, eine geschlossene seelische und gesellschaftliche Haltung. Die wesentlichste Mahnung, die aus der Vergangenheit des Bürgerhauses für seine Zukunft spricht, wäre demnach in einer leichten Umbildung des Planta'schen Wappenspruchs („Lieber sein, als scheinen") in die Devise zu fassen: „*Sei*, um zu scheinen".

Die Dampfturbine als Lokomotivantrieb.

Von Dr. sc. techn. *U. R. Ruegger*, Bern, Dozent an der E. T. H.

Unter dem Drucke der heutigen wirtschaftlichen Verhältnisse wird auf dem Gebiete des Verkehrswesens je länger je mehr die Erhöhung der Leistungsfähigkeit, sowie die Herabsetzung der Kosten der verbrauchten Energie zur dringenden Notwendigkeit, sodass in allen Ländern die Frage der Bahnelektrifikation, dank der Möglichkeit einer ökonomischern Ausnützung der Naturschätze (speziell der Wasserkräfte und der Energie der Gezeiten, sowie der Torf- und Braunkohlenlager), ausgedehntes Interesse findet. Es ist wohl eine unmittelbare Folge hiervon, wenn die in einer mehr als hundertjährigen Entwicklung auf einen relativ hohen Grad von Vollkommenheit gebrachte Dampflokomotive in neuerer Zeit nur mehr in geringem Masse den Gegenstand von Verbesserungsbestrebungen bildet. Konstruktive Vervollkommnungen, Normalisierung und möglichst weitgehende Anpassung an Anforderungen des Betriebes und des Werkstättedienstes spielten in den letzten Jahren eine bedeutende Rolle, aber grundsätzliche Neuerungen, die auf eine beträchtliche Erhöhung der Wärmeausnützung abzielen, sind nur in geringem Umfange zu verzeichnen. Erhöhung des Wärmegefälles durch Steigerung des Kesseldruckes im Verein mit weitgehender Ueberhitzung, Verbesserung des Arbeitsdiagrammes durch Anwendung von Ventilsteuerungen und Vorwärmung des Kesselspeisewassers bei Verwertung von Abdampfwärme sind zwar im modernen Dampflokomotivbau in erhöhtem Masse zu erkennen, aber es handelt sich hier um ausgedehntere Anwendung von seit längerer Zeit bekannten Vervollkommnungen. Andererseits kehrt man vielfach von der Anwendung doppelter Dampfdehnung zur einstufigen Dampfmaschine zurück, und opfert einen etwas höheren Wirkungsgrad in der Wärmeausnützung, um betriebliche und konstruktive Vorteile zu erzielen.

Unter diesen Umständen sind prinzipielle Neuerungen, wie die Anwendung von Dampfturbinen mit Kondensation, im Lokomotivbau doppelt bemerkenswert. Es würde für diese Erörterungen zu weit führen, auf die schon seit langer Zeit in Patentschriften und andern Veröffentlichungen gemachten zahlreichen Vorschläge näher einzugehen, hingegen sollen die wesentlichen Typen von ausgeführten Dampfturbinen-Lokomotiven besprochen werden.

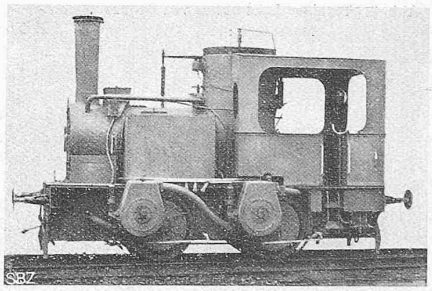

Abb. 1. Dampfturbinen-Lokomotive von Belluzzo gebaut 1908 von den Officine meccaniche Miani-Silvestri-Grondona-Comi, Mailand.

Rühl gibt in seinem Werke „Neuere Bestrebungen im Lokomotivbau", S. 55, die Typenskizze für eine mit freiem Auspuff wirkende Dampfturbinen-Lokomotive an.[1]) An jedem Triebrad ist eine Turbine angebracht; der Antrieb ist als Kurbelschleife vorgeschlagen; die einzelnen Turbinen sind hintereinander geschaltet. — Eine Ausführung des gleichen Grundgedankens zeigt die kleine Dampfturbinen-Lokomotive von *Belluzzo*, die im Jahre 1908 von der Firma „Officine Meccaniche Miani-Silvestri-Grondona-Comi, Milano" gebaut wurde.[2]) Der Kessel hat eine Heizfläche von 30 m². Vier Turbinen *T* sind in Reihe geschaltet und und arbeiten mittels Zahnradübersetzungen je auf ein Rad der Lokomotive (Abb. 1 und 2). Jede Turbine weist ein mehrkränziges Laufrad mit Geschwindigkeitsabstufung auf,

[1]) System *Behrisch;* vergl. auch D. R. P. 156088.

[2]) Siehe hierüber «L'Industria», vom 10. April 1910, «Engineering», vom 25. Januar 1921, und «Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens» vom 1. April 1922.

und zwar ist eine doppelte Beschaufelung (für Vor- und Rückwärtslauf) angeordnet. Die Regulierung wird durch Veränderung der Beaufschlagung und der Stufenzahl bewerkstelligt. Die Maschine, die mit ganz einfachen Mitteln gebaut wurde (Umbau einer kleinen $^3/_3$-gekuppelten Lokomotive aus dem Jahre 1876 in eine zweiachsige Maschine von 26 t Dienstgewicht), scheint sich in einem ungefähr zwölfjährigen Betriebe bewährt zu haben, indem sie den ihr zugedachten Rangierdienst bewältigte und keinen grösseren Dampfverbrauch aufwies, als eine entsprechende Lokomotive mit Kolbendampfmaschinen (vergl. die erwähnten Quellen). Hieraus ist der Schluss zu ziehen, dass selbst ohne Anwendung von Kondensation die Turbinen-Lokomotive mit der Kolbenmaschine in Wettbewerb treten könnte; die Verwendung von bloss rotierenden Massen ergibt für diese Lokomotivgattung einen ruhigeren Lauf, was besonders für den Schnellzugbetrieb zu schätzen ist. Für diese Betriebweise spielt der Nachteil, dass das Anfahren unter höherem Dampfverbrauch vor sich geht, als bei statischer Wirkung des Dampfdruckes auf einen Kolben, eine untergeordnete Rolle. — Der Hauptvorteil der Dampfturbine, die Erzielung höherer Wirkungsgrade, ergibt sich aber erst bei Anwendung der Kondensation.

Schon im Jahre 1910 wurde ein Versuch mit einer Kondensator-Turbinen-Lokomotive gemacht. Diese von *Reid* und *Ramsay* entworfene und von der North British Locomotive Company, Glasgow, gebaute Maschine [1]) stellt gewissermassen eine Weiterentwicklung der bekannten Heilmann-Lokomotive dar [2]), zumal eine elektrische Uebersetzung zwischen Turbine und Laufwerk eingeschaltet ist (Abb. 3 u. 4). Eine 1000 PS Gleichdruck-Turbine *T* mit Einspritzkondensator *K* treibt mit einer Drehzahl von 3000 Uml/min einen Gleichstromgenerator *G*, der die Motoren *M* der Achsantriebe mit Strom versieht. Der gesamte Aufbau der 132 t schweren Maschine ähnelt dem der Garrett-Lokomotiven. Zwei $^2/_4$-Triebdrehgestelle tragen den Hauptrahmen; der Kessel von 125 m² Heizfläche mit Unterwindfeuerung befindet sich auf dem hinteren Teil der Lokomotive, während vorn die Kühleinrichtung angebracht ist (Rohrbündel *R* mit Luftfangschirmen *S*). Die Verbrennungsluft wird über die erwähnten Kühlröhren geführt und dadurch vorgewärmt. Ueber Betriebsergebnisse dieser Lokomotive, Resultate von Proben auf der Caledonian- & North-British-R. R., ist nur wenig bekannt geworden.

Eine Weiterentwicklung dieses Lokomotivtyps bildet die von der Firma Armstrong, Whitworth & Co., Newcastle-on-Tyne, gebaute Ramsay-Lokomotive der London-North-Western-Bahn, die in neuerer Zeit in Betrieb genommen wurde [1]). Diese Maschine (dargestellt in den Abbildungen 5 und 6) ist als artikulierte Lokomotive gebaut; der vordere Teil, ein $^3/_4$-gekuppeltes Drehgestell mit zwei 275 PS Drehstrommotoren *M* (Stundenleistung: 360 PS) und Parallelkurbelgetriebe, trägt den mit Unterwindfeuerung ausgerüsteten Kessel und eine Drehstrom-Turbogeneratorgruppe (*T* und *G*) der Maschinenfabrik Oerlikon für 890 kW bei 3600 Uml/min. Das hintere, gleichgebaute Triebdrehgestell trägt die Wasser- und Kohlenvorräte *B* und die Kondensationseinrichtung *K*. Der Kondensator besteht aus einem Röhrenbündel, das langsam rotiert und in Wasser ein- und austaucht. Auf diese Weise ist eine kombinierte Oberflächen- und Verdampfungskühlung erzielt; der nötige Luftzug wird durch ein grosses Flügelrad *V* am hintern Ende der Lokomotive erzeugt. Die gesamte Heizfläche, einschl. Ueberhitzer beträgt 135 m², das volle Dienstgewicht rund 132 t.

Diese beiden turbo-elektrischen Lokomotiven weisen den nennenswerten Vorteil auf, dass die elektrische Uebersetzung die weitestgehende Anpassung an verschiedene Belastungs- und Geschwindigkeits-Verhältnisse unter bester Ausnützung der Dampfenergie, bei den geeignetsten Drehzahlen, ermöglicht. [2]) Als Nachteil sind die Grösse des toten Gewichtes und die infolge der Vielteiligkeit hohen Erstellungskosten zu erwähnen. Es ist daher zu begreifen, dass verschiedene Bestrebungen dahin zielen, bei direktem Antrieb des Laufwerkes von der Dampfturbine aus die geeignetste Lösung zu finden. So soll, als weitere Entwicklung der vorhin erwähnten Belluzzo-Turbinenlokomotive, eine $^3/_6$-gekuppelte Maschine mit Kondensation und Parallel-

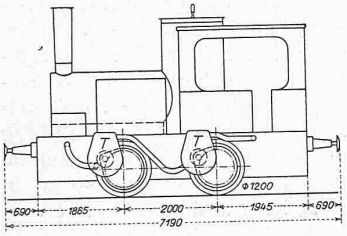

Abb. 2. Turbinen-Lokomotive von Belluzzo. Masstab 1 : 150.

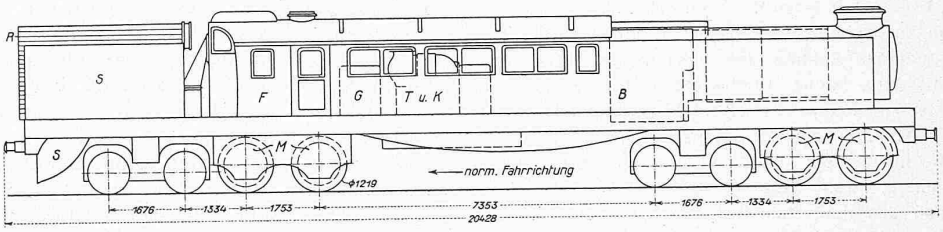

Abb. 4. Lokomotive von Reid und Ramsay mit turbo-elektrischem Antrieb. — Masstab 1 : 150.
B Kohlen und Wasser, F Führerstand, G Generator, T Turbine, K Kondensator, M Motoren, S Luftfänger, R Rohrbündel.

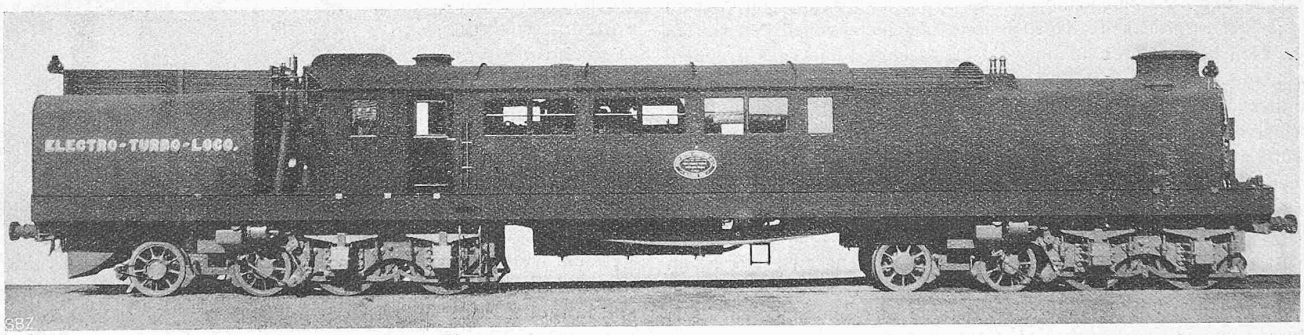

Abb. 3. Lokomotive von Reid & Ramsay mit turbo-elektrischem Antrieb, gebaut 1910 von der North British Lokomotive Co., Glasgow.

[1]) Siehe «The Engineer», 8. Juli 1910, sowie «Engineering», 8. Juli 1910. Vergl. auch *Seefehlner*, Elektr. Zugförderung, Seite 534 ff.

[2]) Vergl. hierüber Bd. 23, S. 44 u. 60 (Februar 1894), Bd. 28, S. 122 (24. Oktober 1896), Bd. 30, S. 193, (18. Dezember 1897) und Bd. 31, S. 189 (18. Juni 1898). *Red.*

[1]) «The Railway-Engineer», Mai 1922. «Bulletin Oerlikon» vom Oktober 1922 und «Railway Gazette» vom 21. September 1923.

[2]) Das Prinzip der turbo-elektrischen Eisenbahnfahrzeuge könnte auch für Dampf-Reserven elektrischer Bahnen Anwendung finden, indem ein Fahrzeug mit Kessel und Turbogenerator in einem Zug eingestellt sind, um bei Stromausfall das elektrische Motorfahrzeug zu speisen. Dasselbe wäre natürlich auch durch Verwendung von Verbrennungsmotoren zu erreichen (Fahrbares Kraftwerk; vergl. *Seefehlner* «Elektrische Zugförderung», Seite 512; Verlag von Julius Springer).

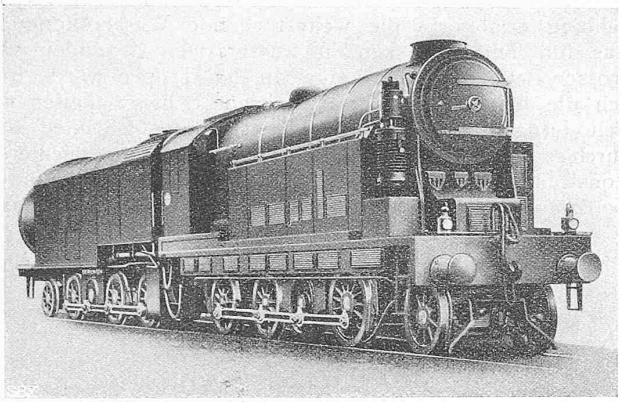

Abb. 5. Lokomotive von Ramsay mit turbo-elektrischem Antrieb, gebaut 1921 von Armstrong, Whitworth & Co., Newcastle-on-Tyne.

kurbelantrieb der Achsen gebaut werden[1]), was zu einem Lokomotivtypus führt, der indessen schon in der Schweiz und in Schweden praktisch erprobt wird. Die eine dieser Maschinen, die von der Firma Escher Wyss & Cie. mit Turbine und Kondensator ausgerüstete *Zoelly*-Turbinen-Lokomotive, wurde aus einer älteren $^3/_4$-gekuppelten Lokomotive der S. B. B. von der Schweizerischen Lokomotivfabrik in Winterthur umgebaut, und mit einem führenden Drehgestell ausgerüstet, sodass sie nun das Kuppelungsverhältnis $^8/_5$ aufweist. Abb. 7 zeigt die allgemeine Anordnung dieser Maschine.[2]) Die Turbine mit doppelter Stirnradübersetzung und Parallelkurbelgetriebe ist im vordern Teil der Lokomotive untergebracht, der Oberflächen-Kondensator befindet sich, durch beidseitig angeordnete Abdampfrohre *A* mit der Turbine verbunden, unter dem Langkessel. Der vierachsige Tender trägt ausser den Wasser- und Kohlen-Vorräten *B* die Rückkühlanlage für das Kühlwasser, bestehend aus einem Regenkühler mit zweckmässig geformtem Luftkanal *L*, der den bei der Fahrt entstehenden Luftzug ausnützt. Ursprünglich war die Maschine mit einer Unterwindfeuerung ausgerüstet, nachher erhielt sie jedoch einen besonderen Ventilator an der Rauchkammer, um künstlich eine saugende Zugwirkung zu erzeugen, was besonders mit Rücksicht auf das Feuern zweckmässiger ist. Für die Umkehrung der Fahrtrichtung wird eine besondere Rückwärtsturbine benützt. Eine kurze Beschreibung dieser Maschine findet sich auch in der 5. Auflage von *Stodola's* Werk „Die Dampfturbinen"[3]).

[1]) «Engineering» 1921, Seite 728.

[2]) Leider war es uns trotz wiederholter Bemühungen nicht möglich, von der Konstruktionsfirma auch nur eine Skizze dieser Lokomotive zu erhalten, sodass wir uns durch Anfertigung einer, infolgedessen unverbindlichen Skizze nach der im «Schweizer. Eisenbahnmuseum» in Zürich ausgestellten Zeichnung behelfen mussten. Bezüglich der photographischen Ansichten müssen wir uns aus dem gleichen Grunde damit begnügen, auf »Engineering» vom 19. August 1921 und «Glasers Annalen» vom 15. Oktober 1921 (sowie auf die «Schweizer Illustrierte»!) hinzuweisen, die alle betr. Beschaffung eines Bildes glücklicher waren als wir. *Red.*

[3]) Seiten 726 und 727; vergl. auch «Engineering» vom 19. August 1921 und «Glasers Annalen», 15. Okt. 1921.

Eine ähnliche Lokomotive befindet sich bei der Firma Krupp im Bau [1])

Die in Schweden gebaute *Ljungström*'sche Turbinen-Lokomotive weist mit der vorhin erwähnten prinzipiell manche Aehnlichkeit auf; konstruktiv ist sie jedoch gänzlich verschieden ausgebildet.[2]) Die Maschine (Abb. 8 und 9 auf S. 302) besteht aus zwei kurzgekuppelten Teilen, von denen der vordere drei im Rahmen gelagerte Tragachsen, sowie ein führendes Drehgestell aufweist und den Kessel mit dem sattelförmigen Kohlenbehälter *B* trägt. Der hintere Teil, die eigentliche Lokomotive, trägt die Turbine mit doppelter Stirnradübersetzung und Parallelkurbelantrieb für drei gekuppelte Achsen, die mit der hinteren Tragachse das Laufwerk dieses Fahrzeugteiles bilden. Das Kondensatorgehäuse *K* ist mit der Rahmenkonstruktion vereinigt und steht mit dem Oberflächenkühler *O* in Verbindung, der im oberen Teile des Fahrzeuges angeordnet ist und aus zahlreichen flachen Kupferkammern besteht. Zur Erreichung einer wirksamen Kondensation wird Wasser im unteren Gehäuse mittels einer Umlaufpumpe ständig einer Regenvorrichtung zugeführt. Das Vakuum wird durch einen Doppelejektor aufrecht erhalten. Die Konstruktion stellt eine eigenartige Lösung für unmittelbare Luftkühlung eines Oberflächenkondensators dar, indem die erwähnten Kupferkammern von einem Luftstrom bestrichen werden, der durch drei mit Reibrädern regulierbare Ventilatoren *V* erzeugt wird; die Luft tritt hierbei durch die aus vertikalen

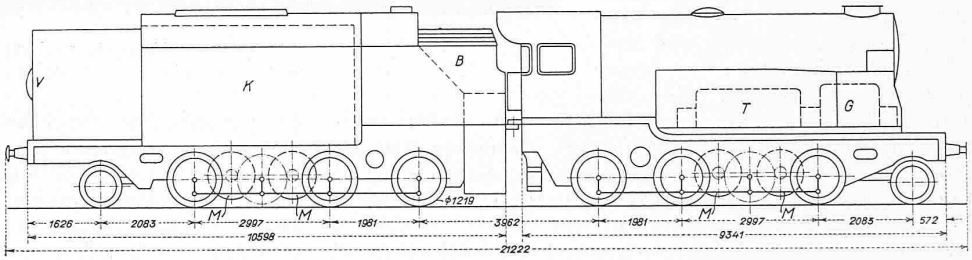

Abb. 6. Lokomotive von Ramsay mit turbo-elektrischem Antrieb. — Masstab 1 : 150.
B Kohlen und Wasser, G Generator, K Kondensator, M Motoren, T Dampfturbine, V Ventilatoren.

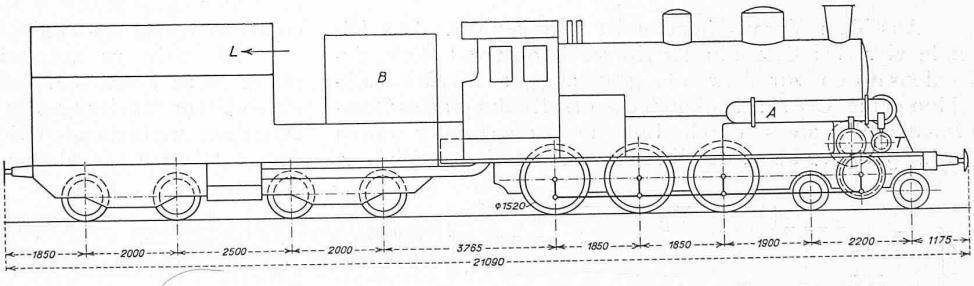

Abb. 7. Lokomotive von Zoelly mit Dampfturbinen-Antrieb, gebaut 1920 von Escher Wyss & Cie., Zürich.
Masstab 1 : 150. — A Abdampfrohr, B Kohlen und Wasser, L Luftkanal, T Dampfturbine.

Fangschirmen *S* gebildeten Seitenwände des Fahrzeuges in den zwischen dem unteren Kondensatorbehälter und den Kupferkammern befindlichen Ventilatorraum ein. Für die Rückwärtsfahrt wird im Vorgelege ein besonderes Umkehr-Zahnrad eingeschaltet. Der künstliche Zug für die Feuerung wird durch einen Saugventilator mit Turbinenantrieb erzeugt. Der Kesseldruck beträgt 21 at; jedes Heizrohr ist mit Ueberhitzerschlangen versehen; die gesamte Heizfläche beträgt 195 m².

Die ganze Lokomotive zeichnet sich durch eine bewunderungswürdige Sorgfalt in der Konstruktion aller Teile aus. Besonders fällt die hohe Umdrehungszahl der 1800 PS Turbine auf (ungefähr 9200 Uml/min, bei 110 km/h Fahrgeschwindigkeit). Die Turbine besteht aus einem dop-

[1]) Vergl. «Z. V. D. I.» vom 18. November 1922, Seite 1066.

[2]) Eine ausführliche Beschreibung dieser Lokomotive bringt «Engineering» vom 21. Juli und 4., 11. und 18 August 1922, siehe ferner «Génie Civil» vom 11. November 1922, «Z. V. D. I.» vom 18. November 1922 und «Organ» vom 15. Januar 1923.

pelten Gleichdruckrad und anschliessenden Reaktionstufen; hierbei ist das zwei Stufen umfassende letzte Rad mit zwei Kränzen versehen, um eine aus konstruktiven Gründen zweckmässige Umkehrung des Dampfstromes zu erzielen. Das Dienstgewicht der ganzen Lokomotive beträgt 126 t.

Eine weitgehende Wärmeökonomie wird durch Verwertung des Abdampfes der Hilfsapparatur, stufenweise Vorwärmung des Speisewassers und Vorwärmung der Feuerungsluft durch die abziehenden Verbrennungsgase erzielt (*W* in Abb. 7). Die Lokomotive zeigt in der Tat eine überraschende Oekonomie im Betriebe, indem Kohlenersparnisse von etwa 50 % gegenüber einer entsprechenden Kolben-Dampflokomotive zu verzeichnen waren. Die erwähnten Quellen machen hierüber nähere Angaben.

Neuerdings werden zwei weitere Ljungström-Turbinen-Lokomotiven gebaut [1]) und zwar die eine für die schwedischen Staatsbahnen, die andere für die argentinischen Bahnen mit 1 m-Spurweite. Als Neuerungen sind einige Abänderungen am Verbrennungsluft-Vorwärmer, an dem Zahnradvorgelege und an den Kühlelementen des Kondensators zu erwähnen. — Die neue schwedische Lokomotive soll sich gegenüber dem ersten Typ ferner dadurch unterscheiden, dass das hintere Ende des Turbinenfahrzeuges von einem zweiachsigen Drehgestell, statt von einer Laufachse gestützt werden soll, entsprechend einem höheren Gesamtgewicht (142,8 t). Die Turbinenleistung soll 2000 PS betragen. Die argentinische Lokomotive wird ein 1800 PS Triebwerk mit vier gekuppelten Achsen aufweisen; der Kessel (175 m² Heizfläche) wird für Oelfeuerung eingerichtet und das Dienstgewicht soll 120 t betragen; als Höchstgeschwindigkeit sind 65 km/h vorgesehen.

*

Aus dem Vorangehenden ist zu erkennen, dass folgende vier Grundsätze in der Konstruktion von Lokomotiv-Kondensatoren zur Anwendung gelangen: Direkte Luftkühlung eines Oberflächenkondensators, Kühlung eines Oberflächenkondensators durch Luft und gleichzeitig durch Verdampfung von über den Kondensator rieselndem Wasser, Wasserkühlung des Kondensators mit getrennter Rückkühlung des Kühlwassers durch Verdunstung, und Wasserkühlung des Kondensators mit getrennter Rückkühlung des Kühlwassers in Radiatoren. Gegenüber der direkten Luftkühlung des Kondensators ist bei der letztgenannten Methode wohl der Nachteil eines grösseren toten Gewichtes zu verzeichnen. Als Vorteil muss sich hingegen die Möglichkeit einer leichteren Dichthaltung des Kondensators selber ergeben, als es beim vielteiligen Luftkondensator möglich ist.

[1]) Vergl. «Engineering» vom 11. Mai 1923; «Génie Civil», 7. Juli 1923; Z. V. D. I. vom 9. Juni 1923.

Alle Bauweisen haben ihre Vorzüge. Die reine Luftkühlung ermöglicht die weitestgehende Wasserökonomie, was für lange Strecken in wasserarmen Gegenden von grosser Bedeutung sein kann. (In den Tropen würde freilich die hohe Lufttemperatur manche Schwierigkeiten mit sich bringen). Die Verdunstungskühlung zeichnet sich durch grosse Einfachheit und die Möglichkeit einer leichteren Konstruktion aus, während die Wärmeabfuhr allein durch Verdampfen naturgemäss einen Wasserverbrauch bedingt, der mit dem Dampfverbrauch der Turbine annähernd übereinstimmt. Hingegen kann sich bei der Verdunstungskühlung durch gleichzeitige direkte Wärmeableitung an die Luft eine Wasserökonomie nach Massgabe dieser leitenden Uebertragung ergeben. Diese könnte künstlich dadurch gefördert werden, dass man statt eines Regenkühlers eine Berieselung von Blechen vorsehen würde, die zugleich vom kühlenden Luftstrom bestrichen werden. Man erkennt, dass verschiedene Mittel zur Verfügung stehen, um je nach den gegebenen klimatischen Verhältnissen das geeignetste Kühlungs- und Kondensations-System zu wählen.

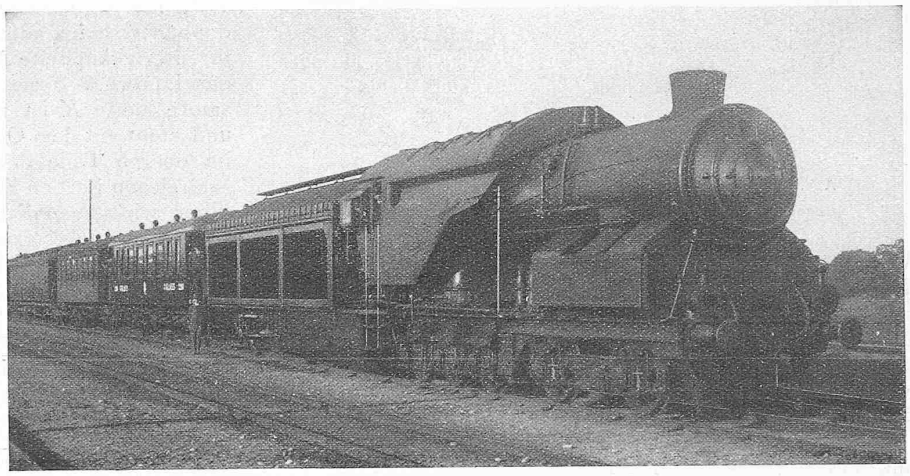

Abb. 8. Lokomotive von Ljungström mit Dampfturbinen-Antrieb, gebaut 1921 von der Aktiebolaget Ljungströms Angturbin in Stockholm.

Als nicht zu unterschätzender Vorteil der Kondensation ist zu erwähnen, dass die Benützung des Kondenswassers zur Speisung des Lokomotivkessels die Möglichkeit einer weitgehenden Schonung der Kessel ergibt, indem durch den geschlossenen Wasserkreislauf die Kesselsteinbildung in hohem Masse verringert wird. Hierbei ist naturgemäss der Oberflächen-Kondensator zweckentsprechend, wenn die Rückkühlung des Kühlwassers durch Verdunsten erfolgt, was häufigere Wasseraufnahme bedingt. — Ein Einspritz-Kondensator, der infolge des geringeren Gewichtes und erhöhter Kondensationsfähigkeit vorteilhaft ist, kann bei der Rückkühlung der Radiatoren ebenfalls für geschlossenen Wasserkreislauf verwendet werden; dies ist bei der Reid-Ramsay-Turbinenlokomotive der Fall. Im übrigen ist zu beachten, dass bei dem oben besprochenen Ljungström-Kondensator mit unmittelbarer Luftkühlung der Umlauf des im Kondensator befindlichen Wassers über die Regenvorrichtung zum Teil die den Einspritzkondensatoren eigenen Vorteile ergibt.

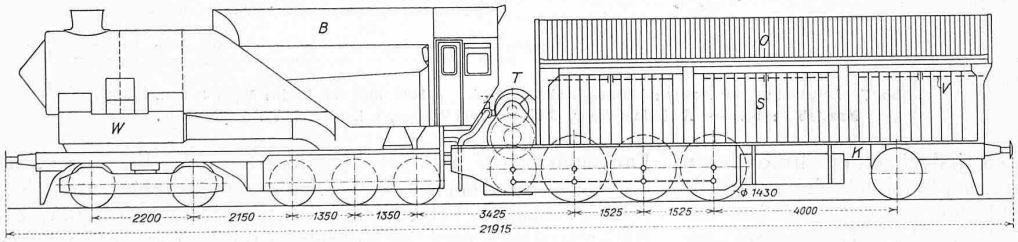

Abb. 9. Lokomotive von Ljungström mit Dampfturbinen-Antrieb. — Masstab 1 : 150.
B Kohlen, K Kondensator, O Oberflächenkühler, S Fangschirme, T Dampfturbine, V Ventilatoren, W Vorwärmer.

*

Aus den bisherigen Ergebnissen von systematischen Bestrebungen und Versuchen dürfte schon zu erkennen sein, dass der Turbinen-Lokomotive eine bedeutende Zukunft

beschieden sein kann, und zwar besonders für den Verkehr auf langen Strecken mit wenig dichtem Verkehr, für die eine Elektrifikation sich nicht lohnen würde oder in Ermangelung von natürlichen Energiequellen an Ort und Stelle nicht in Betracht käme. Immerhin dürfte auf diesem Gebiete die Dampfturbinen-Lokomotive eine nicht zu unterschätzende Konkurrentin in der Lokomotive mit Verbrennungsmotoren erhalten. Das Problem der veränderlichen Uebersetzung ist durch die elektrische und die hydraulische [1]) Uebertragung gelöst, wie schon mehrere Ausführungen es zeigen, und man fasst heute sogar die Konstruktion eines Gas- (bezw. Oel-) Turbinenfahrzeuges ins Auge. [2])

Aber auch für die Lokomotive mit Kolben-Dampfmaschine dürfte noch eine nennenswerte Weiterentwicklung zu erwarten sein. Auf dem Gebiete der Abwärmeverwertung wäre z. B. noch manche Verbesserung möglich, etwa durch Vorwärmung der Verbrennungsluft durch die Abgase, wie bei der Turbinen-Lokomotive von Ljungström, oder durch weitere Ausnutzung der Wärme des Abdampfes in Niederdruckturbinen. So liesse sich beispielsweise ein Fahrzeug mit Turbinenantrieb und Kondensationsanlage ohne besondere Bedienungsmannschaft mit einer Dampflokomotive üblicher Bauart kuppeln, wobei durch eine biegsame Verbindung der Abdampf der letztgenannten der Turbine zugeführt wird. [3]) Eine automatische Regulierung der Turbine wäre dadurch zu bewerkstelligen, dass ein vom Triebwerk aus in Bewegung gesetzter Geschwindigkeitsregler und ein vom zugeführten Dampf betätigter Druckregler auf eine Dampfdrosseleinrichtung und auf die Beaufschlagung der Turbine einwirken. Auf eine Umsteuerbarkeit des Turbinenfahrzeuges könnte verzichtet werden, da die Kolben-Dampflokomotive die Rückwärtsfahrt allein übernehmen könnte. An der Kolbendampfmaschine wäre eine Einrichtung für künstlichen Zug anzubringen, wie auch eine Umleitvorrichtung, um den Abdampf nach Bedarf auf die Turbine oder in ein Auspuffrohr zu leiten. Wie eine einfache wärmetechnische Berechnung ergibt, würde ein solches mit Abdampf betriebenes Fahrzeug leicht eine Leistung von ungefähr der Hälfte der in der Kolbendampfmaschine der Lokomotive abgegebenen Leistung aufbringen können.

Eine weitere Möglichkeit für die Nutzbarmachung der Abdampfwärme von Kolbenlokomotiven würde in der Verwendung von einem Teil des Auspuffdampfes, oder eventuell auch von aus den Zylindern bezw. dem Receiver entnommenen Zwischendampf für die Zugsheizung liegen. Ein Teil des Abdampfes könnte zum Antrieb einer Kompressor-Turbine benutzt werden; die Wirtschaftlichkeit der letztgenannten wäre gegebenenfalls durch eine Kondensationseinrichtung zu erhöhen. Der Kompressor würde weiteren Abdampf der Kolbenmaschine, unter gleichzeitiger Benützung der Wärme der abziehenden Verbrennungsgase, auf den für die Zugsheizung nötigen Druck- und Temperaturzustand bringen. Je nach der Jahreszeit könnte man eine solche Einrichtung zur Zugsheizung oder eine Abdampfturbinen-Lokomotive zur Erhöhung der Zugkraft an eine Kolben-Lokomotive anschliessen. Schliesslich liegt eine andere Möglichkeit, die Kolben-Dampflokomotive wirtschaftlicher zu gestalten, in der Anwendung höchster Dampfdrücke mit weitgehender Ueberhitzung für den Betrieb von mehrstufigen Dampfmaschinen. Die neueren Versuche von *Schmidt* [4]) bieten Grundlagen für eine Entwicklung in dieser Richtung.

Zum Schluss soll noch auf die Kombination von Verbrennungsmotoren mit Dampfmaschinen hingewiesen werden, die für direkten Antrieb von Lokomotiven in Betracht kommen könnte, da hierbei stark veränderliche Drehmomente erzeugt werden könnten. Tatsächlich wurde der in neuerer Zeit entstandene Still-Motor [1]) für Lokomotivantrieb vorgeschlagen.

Aus den Bestrebungen, auf die wir im Vorigen hingewiesen, kann zusammenfassend der Schluss gezogen werden, dass trotz der rasch fortschreitenden Entwicklung der elektrischen Traktion, für die kalorischen Antriebe im Eisenbahnwesen noch die weitesten Anwendungsgebiete und Entwicklungsmöglichkeiten vorhanden sind.

[1]) Die bekannteste für Schienenfahrzeuge verwendete hydraulische Uebersetzung ist das Lentz Getriebe. (Vergl. *Wittfeld*, Diesellokomotive mit Lentz'schem Flüssigkeitsgetriebe, Glasers Annalen, 1. Mai 1923). Eine solche Uebersetzung könnte natürlich auch für Dampfturbinenantriebe Verwendung finden. Vergl. ferner die «Hele Shaw-Transmission» auf Seite 173 dieses Bandes (6. Okt. 1923).

[2]) Vergl. *Schüle*, die «Gas- und Oelturbine» «E. T. Z.» vom 28. Juli 1921, S. 824; ferner «Z. V. D. I.» vom 24. Sept. 1921, S. 1020.

[3]) Vergl. *L'Orange*, D. R. P. 209578 vom Jahre 1909 und *Rühl* «Neuere Bestrebungen im Lokomotivbau», Seite 52.

[4]) Siehe «Z. V. D. I.» vom 25. Juni 1921, Seite 663 ff.

[1]) Siehe hierüber Band 75, Seite 123 (13. März 1920); ferner „Engineering" vom 2. September 1921, Seite 344. Vergl. auch Schweizer. Patent Nr. 98947 und „Organ" vom 15. Februar 1923, Seite 40.

[2]) Vergl. Bd. 75, S. 103 (28. Februar 1920).

[3]) Vergl. Bd. 63, S. 200 (4. April 1914).

Vorschläge für neue deutsche Einheitsbezeichnungen.

Der deutsche Ausschuss für Einheiten und Formelgrössen (AEF) hat im Mai dieses Jahres einen Entwurf für neue Einheitsbezeichnungen zur Beratung gestellt, die in der „E. T. Z." vom 31. Mai 1923 bekanntgegeben sind. Der Entwurf stellt das physikalische und das technische Massystem als gleichberechtigt nebeneinander und schlägt für eine Reihe mechanischer Grössen neue Einheitsnamen und Bezeichnungen vor. Den Kernpunkt der Streitfragen auf diesem Gebiet hat bisher immer das *Kilogramm* gebildet, indem die Physiker in ihrem System die Masseneinheit so nennen, während die Ingenieure in ihrem System die Krafteinheit — also etwas grundsätzlich Verschiedenes — mit demselben Wort kennzeichnen. Ein erster Vorschlag, im technischen Massystem das Kilogramm durch die Bezeichnung „Kilo" zu ersetzen, musste fallen gelassen werden, nicht nur wegen ihrer Bedeutung der Zahl Tausend, sondern weil daraus zweideutige Wortzusammensetzungen entstanden wären (man denke nur an Kilo-meter statt kg - m). Die neue vorgeschlagene Einheitsbezeichnung ist nun das *Kil* (mit Aussprache eines gedehnten i und ungekürzt geschrieben). Dabei bildet das Kil an Stelle des Grammes und der Meter an Stelle des Zentimeters neben der Sekunde die Einheiten des Massystems, sodass das bisherige CGS-System in ein MKS-System übergeht. Das bisherige Gramm wird infolgedessen zum Millikil (mKil), das Milligramm zum Mikrokil (μKil). Für die bisherige Kraft-Tonne wird zum Unterschied von der Massen-Tonne (t) das *Ton*, ungekürzt geschrieben, eingeführt.

In Frankreich wurde vor einiger Zeit das Kilogramm als technische Einheit der Kraft dadurch ausgemerzt, dass an dessen Stelle das „Sthène" (sn) = 10^8 dyn eingesetzt wurde [2]). Diese neue französische Bezeichnung hat den Vorteil, direkt zum kW = 1 sn m/s zu führen, und hat somit ihre innere Berechtigung in dem seinerzeitigen Beschluss der „Commission Electrotechnique Internationale", das Kilowatt als einzige technische Leistungseinheit zuzulassen [3]). In den neuen deutschen Vorschlägen findet hingegen dieser Beschluss, der, wie man sich erinnern mag, schon damals auf starken Widerstand gestossen war, keine Berücksichtigung. Unter Belassung des kW lediglich als physikalische Einheit will man die folgenden neuen technischen Einheitsbezeichnungen einführen: Für Arbeit und Energie das *Mayer*, 1 May = 1 Kil m, für das Drehmoment das *Archimed*, 1 Arch = 1 Kil m, für die Leistung das *Prony*, 1 Pron = 1 Kil m/s = 1 May/s. Die PS = 75 Pron wird daneben als praktische Einheit weiter benutzt. Ferner wird die technische Einheit der Masse das *Newton*, 1 New (sprich „Net") = 1 Kil s^2/m, die technische Einheit für Spannung (Druck oder Zug) als Unterschied von der physikalischen Atmosphäre (Atm) das *Atmo* (at) genannt. An neuen Bezeichnungen des physikalischen Massystems seien u. a. erwähnt der *Stein* (gleichbedeutend mit dem französischen Sthène), das *Helmholtz* (Helm) für die Kilowattsekunde, das *Lionard* (genannt nach Lionardo da Vinci), 1 L = 1 dyn cm, als Drehmoment-Einheit.

Ein weiterer Entwurf des AEF befasst sich mit den früheren Bezeichnungen „spezifische Masse" und „spezifisches Gewicht", die nunmehr *Dichte* und *Wichte* genannt werden sollen.

Der AEF hat seinen Satzungen gemäss diese Vorschläge den beteiligten Vereinen und seinen Mitgliedern unterbreitet, wobei die Frist für bezügliche Aeusserungen auf den 31. Dezember 1923 festgesetzt ist. Man darf auf die Ergebnisse dieser Meinungsäusserungen gespannt sein. *G. Z.*