

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 68 (1950)
Heft: 16: Zweites Sonderheft Schweizer Mustermesse Basel 15.-25. April 1950

Artikel: Neuere Entwicklungen im Ventilatorenbau
Autor: Gebrüder Sulzer AG
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-58006>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 15.03.2025

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

mischt sind. Die Verbrennung auf dem Rost und im Raum darüber ergänzen sich gegenseitig in zweckmässiger Weise. Dies hat eine grosse Steigerung der Primärrostleistung zur Folge, die ihrerseits eine hohe Verbrennungstemperatur für die Schwelgase bewirkt, so dass auch bei hohem CO₂-Gehalt unverbrannte Gase praktisch nicht auftreten. Ober- und Unterluftmenge können der Art und der Menge des Brennstoffes genau und leicht angepasst werden. Die gute Durchwirbelung der Gase bewirkt eine vollständige und damit praktisch rauchlose Verbrennung bei minimalem Luftüberschuss.

Nachdem der Brennstoff während acht kurzen Hüben auf den Primärrost geschoben worden ist, führt der Kolben infolge automatischer Umsteuerung einen langen Hub aus, der fast bis ans Ende des Primärrostes reicht. Dadurch wird der zum grössten Teil ausgebrannte Brennstoff auf die Sekundärrostfläche befördert, wo die Kohle völlig ausbrennt. Eine Verschlackung des Primärrostes wird damit weitgehend verhindert.

Das Abschlacken. Die Schlacke wird durch die Kolbenhübe von den Sekundärrostflächen auf die Schlackenauffangflächen geschoben, die rings um die Primärrostflächen herum angeordnet sind; sie sind konstruktiv mit den Sekundärrostplatten verbunden, haben aber keine Düsenlöcher, so dass an diesen Stellen kein Unterwind mehr zugeführt wird. Hier wird die Schlacke aufgefangen, so dass sie der Heizer nur an dieser Stelle anzuheben und abziehen braucht. Das Abschlacken selbst nimmt nur etwa 5 Minuten pro Flammrohr in Anspruch. Damit wird der Nachteil, den das Abschlacken bei geöffneter Feuertüre mit sich bringt, weitgehend ausgeschaltet. Die Schlacken sind restlos ausgebrannt.

Die in letzter Zeit durch die Firma Escher Wyss A.-G., Zürich, ausgeführten Anlagen haben die an sie gestellten Erwartungen in jeder Beziehung erfüllt. Durch diese für die Schweiz neuartige Feuerung wird ein wesentlicher Beitrag zur besseren Ausnützung der festen Brennstoffe und vor allem auch zur Beseitigung der Rauchbelästigung geleistet.

Neuere Entwicklungen im Ventilatorenbau

Mitgeteilt von Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur DK 621.63

Die grosse Verschiedenheit der Betriebsanforderungen an die Ventilatoren machte eine Unterteilung nach verschiedenen Gesichtspunkten nötig. Man unterscheidet dementsprechend Gross- und Kleinventilatoren, Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruck-Ventilatoren und Ventilatoren verschiedener Schnellläufigkeit.

Vergleiche zwischen verschiedenen Ventilatorarten setzen Maschinen gleicher «Druckqualität» voraus. Man versteht darunter das Verhältnis der statischen zur totalen Druckhöhe. Wesentliche Unterschiede treten in der Bauart der Laufräder auf, wo man, in Bewegungsrichtung gesehen, sowohl nach vorwärts als auch nach rückwärts gebogene Schaufelungen findet (Bild 1). Der Austrittswinkel β_2 zwischen den Richtungen der relativen Austrittsgeschwindigkeit w_2 und der Umfangsgeschwindigkeit u_2 variiert zwischen 20° und 170°. Je nach der Formgebung der Schaufeln ergeben sich daher wesentlich verschiedene Kennlinien. Ihr Charakter wird weitgehend durch den Reaktionsgrad R bestimmt, d. h. durch das Verhältnis der statischen Verdichtung im Laufrad H_R zur gesamten Verdichtung im Ventilator H_{tot} .

In der alten Theorie der Turbomaschinen sprach man von Aktionsmaschinen, wenn der Reaktionsgrad nahezu Null, von Reaktionsmaschinen, wenn er ungefähr eins betrug. Bei den erstgenannten wird das Fördermedium im Laufrad nur beschleunigt, während die eigentliche Verdichtung im festen Diffusor erfolgt. Bei den Reaktionsmaschinen findet dagegen die Druckumsetzung vorwiegend bereits im Laufrad statt, während der Diffusor lediglich den restlichen Teil der Verdichtung übernimmt.

Trennt man den Gesamtwirkungsgrad η_{tot} des Ventilators in seine beiden Komponenten η_R und η_{Diff} , so ist

$$\eta_{tot} = \frac{H_R \eta_R + H_{Diff} \eta_{Diff}}{H_{tot}}$$

Man sieht leicht ein, dass bei den Aktionsmaschinen der Gesamtwirkungsgrad im wesentlichen vom Diffusorwirkungsgrad abhängig ist, während er bei den Reaktionsmaschinen in überwiegendem Masse vom Laufradwirkungsgrad beeinflusst wird. Die Betrachtung der Geschwindigkeitsdreiecke

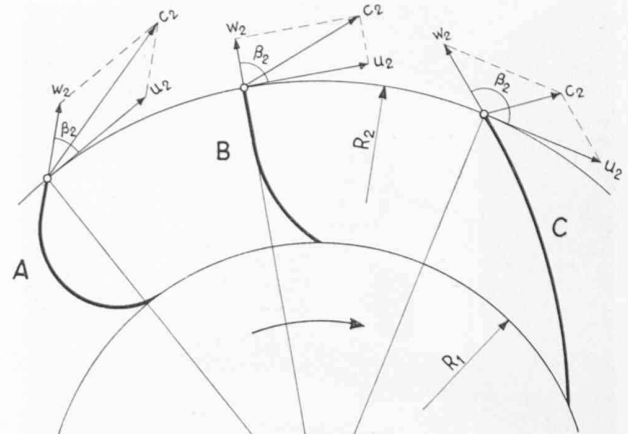


Bild 1. Typische Schaufelformen

(Bild 1) zeigt, dass Aktionsmaschinen eine vorwärts gekrümmte, Reaktionsmaschinen eine rückwärts gekrümmte Schaufelung aufweisen müssen. Die radial gerichtete Beschauelung entspricht dem Reaktionsgrad $R = 0,5$.

Wie bei allen Turbomaschinen, werden die Betriebsdaten der Ventilatoren in Kennliniendiagramme zusammengefasst, in denen die Fördermenge als Abszisse, Druck und Leistung als Ordinaten aufgetragen werden. Da die Ventilatoren Fördermedien von sehr verschiedenen Dichten und Viskositäten bei sehr veränderlichen Anfangszuständen in bezug auf Druck und Temperatur zu fördern haben, ist es üblich, die Kennlinien mit Hilfe von dimensionslosen Kennziffern darzustellen, die, unter Beachtung der Voraussetzungen der Modelltheorie, unabhängig von den Strömungsmedien sind.

Modellversuche spielen im Ventilatorenbau eine wichtige Rolle, da man die Betriebsdaten von Gross-Ventilatoren mit über 1 m Raddurchmesser nur schwer und nur unter grossem Kostenaufwand messen kann, so dass die Charakteristik solcher Ausführungen meistens aus einem Modellversuch abgeleitet wird. Früher benützte man die Kennziffern von Rateau [3], Eiffel und Joukowsky; wir werden hier die in der deutschsprachigen Literatur üblichen [4] Kennziffern benützen. Bild 2 zeigt die Kennlinien verschiedener Laufradausführungen, in denen die Fördermenge Q durch die Volumenziffer φ , der Förderdruck durch die Druckziffer ψ und die Leistung N durch die Leistungsziffer λ dargestellt sind.

Aus dem Verlauf dieser Kennlinien lassen sich die wichtigsten Eigenschaften der verschiedenen Bauarten erkennen. Bild 2a bezieht sich auf ein Laufrad mit vorwärts gekrümmten Schaufeln, das den Aktionsmaschinen entspricht. Auffallend ist die hohe Druckziffer, was darauf schliessen lässt,

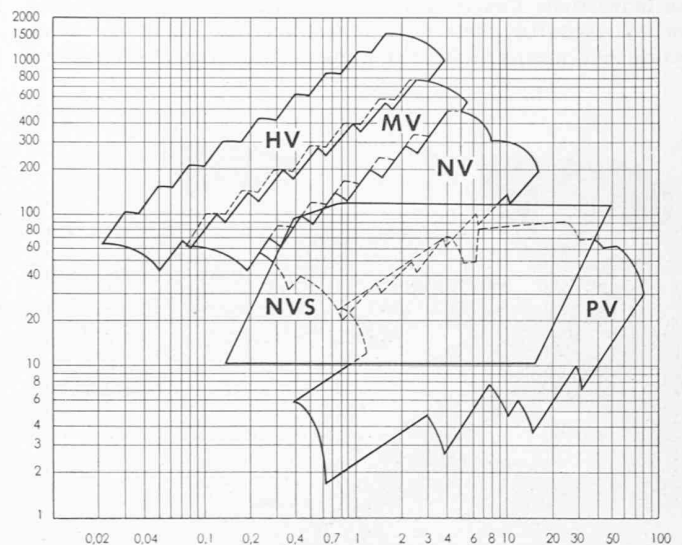
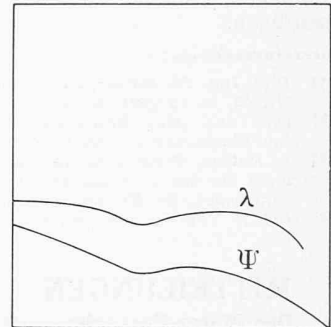
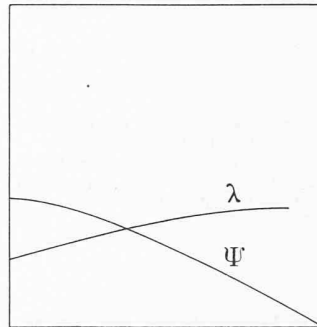
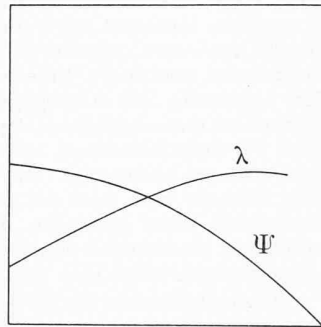
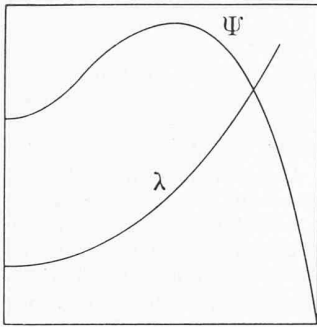
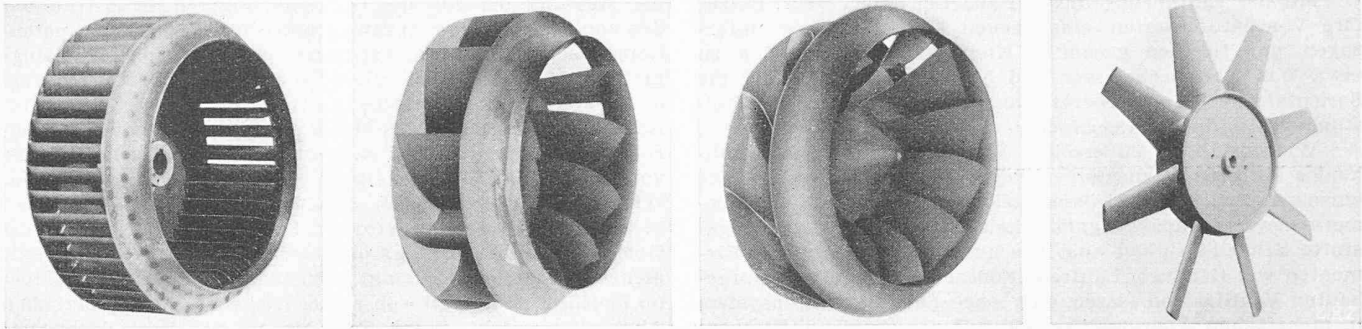


Bild 3. Leistungsgebiet der Sulzer-Kleinventilatoren der neuen, normalisierten Bauart. HV Hochdruck-Ventilatoren, MV Mitteldruck-Ventilatoren, NV Niederdruck-Ventilatoren (die drei Typen geeignet für direkte Kupplung mit zwei- und vierpoligen Elektromotoren), NVS Niederdruck-Ventilatoren für Lüftungsanlagen mit Keilriemenantrieb, PV Propellerventilatoren



a. Zentrifugalrad mit vorwärts gekrümmten Schaufeln

b. Zentrifugalrad mit rückwärts gekrümmten Schaufeln

c. Diagonalrad mit rückwärts gekrümmten Schaufeln

d. Propellerrad mit axialer Strömung

Bild 2. Dimensionslose Kennlinien verschiedener Laufradausführungen

dass dieser Typ bei gegebenen Betriebsdaten langsamer laufen wird als die übrigen. Diesem Umstand verdankt diese Bauart ihre starke Verbreitung vor der Jahrhundertwende, als noch fast ausschliesslich Dampfmaschinen für den Antrieb benützt wurden und die Elektromotoren praktisch kaum in Betracht kamen. Aber schon damals hatte man erkannt, dass der Wirkungsgrad dieser Bauart weitgehend vom Diffusorwirkungsgrad abhängt, so dass die meisten Gross-Ventilatoren aus dieser Zeit bereits sehr sorgfältig ausgebildete Spiralgehäuse und daran anschliessende gerade Diffusoren aufwiesen. Dieser Ventilator typ hat sich bis in die heutige Zeit hinein behaupten können, wobei er meistens durch eine Riemen-Transmission vom rascher laufenden Elektromotor angetrieben wird. Er wird aber vom Ventilator des Reaktionstyps mit rückwärts gekrümmten Schaufeln immer mehr in das Gebiet der Kleinventilatoren verdrängt.

In neuerer Zeit gelang es, die Einströmungsverhältnisse wesentlich zu verbessern und auch die Konstruktion des Laufrades zu vervollkommen. Der bekannte Käfigläufer wird neuerdings geschweisst, wobei das Laufrad, dank seines breiten Einströmrings, selbsttragend wird und die früher bei genieteten Läufern üblichen Radspeichen wegfallen (Bild 5).

Auch bei den Ventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln hat man in Auswertung eingehender Versuche im Strömungslaboratorium und auf dem Ventilatoren-Prüfstand wesentliche Fortschritte erzielt. Bekanntlich benützte man für die Konstruktion der Laufräder bis jetzt einfach gebogene «zylindrische Schaufeln», die man durch Vernieten an die Laufraddeckel befestigte. Die neuen Laufradschaufeln sind der im Pumpenbau üblichen Beschaukelung ähnlich; sie weisen doppelt gekrümmte Flächen auf, die an diejenigen von Francis-Turbinenrädern erinnern. Diese neuen Laufräder werden aus vorgepressten Teilen durch Schweissung aufgebaut.

Es herrscht unter Fachleuten heute noch vielfach die Ansicht, dass genietete Räder billiger herzustellen seien als geschweisste. Das trifft aber nur zu, wenn sich die Laufräder bei der Schweissung verwerfen, so dass ein nachträgliches Richten notwendig wird. Dieses Verwerfen kann durch Anwenden von Schweissvorrichtungen und neueren Schweissmaschinen, sowie durch die Einhaltung von vorgeschriebenen, kontrollierten Arbeitsgängen restlos vermieden werden; die geschweissten Läufer erweisen sich alsdann nicht nur technisch besser, sondern auch wirtschaftlicher als die genieteten.

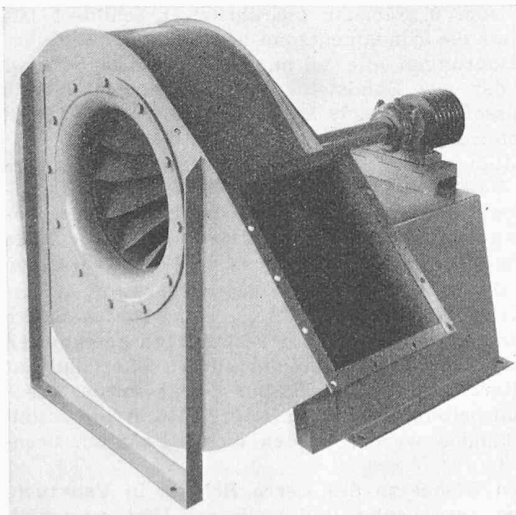


Bild 4. Saugseite eines Niederdruck-Zentrifugal-Ventilators Typ NV

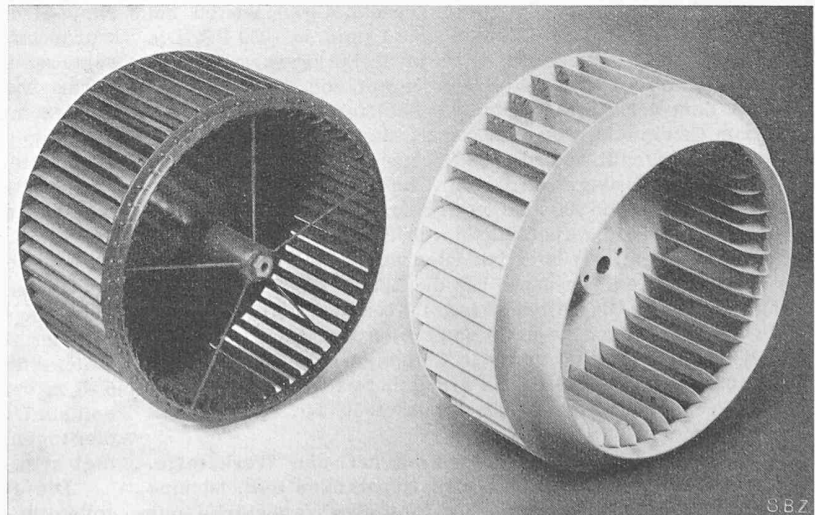


Bild 5. Laufräder von Niederdruck-Zentrifugal-Ventilatoren Typ NCV und NVS. Links die ältere, rechts die neue Bauart

Mit der Einführung dieser Bauarten haben Gebr. Sulzer ihre Ventilatorenserien einer neuen Normalisierung unterzogen und für den gesamten Kleinventilatorenbau bis zu etwa 1 m Raddurchmesser und 50 PS Leistungsbedarf die Serienfabrikation auf Vorrat eingeführt. Bild 3 zeigt das Leistungsgebiet dieser Maschinen.

Wie aus Bild 3 zu ersehen ist, decken fünf Serien lückenlos ein grosses zusammenhängendes Leistungsgebiet. Die einzelnen Typen und Grössen zeichnen sich durch eine bemerkenswerte Anpassungsfähigkeit und eine sorgfältig abgestufte Schnellläufigkeit aus. Die aus wenigen einfachen Elementen wie Gehäuse, Laufrad, Podest und Lagerung aufgebauten Ventilatoren lassen sich nach dem Baukastensystem in mehrfachen Anordnungen und mit verschiedenen Stützstellungen, eventuell auch auf der Baustelle, beliebig zusammenfügen.

Literaturnachweis:

- [1] Dipl. Ing. Th. *Bavier*, Düsseldorf. Bergwerkventilatoren. «Z. VDI» Nr. 52, 24. 12. 1921, S. 1339.
- [2] Dipl. Ing. *Max Berchtold*. Zur Entwicklung der Ladegebläse von Flugmotoren. SEZ Bd. 127, S. 115* (9. 3. 1946).
- [3] A. *Rateau*. Considérations sur les turbo-machines et particulièrement sur les ventilateurs. «Bulletin de la Société de l'Industrie minérale». St. Etienne (France), 1ère livraison 1892.
- [4] *Eck B.* Ventilatoren, Springer 1937.

MITTEILUNGEN

Das Motor-Passagierschiff «La Marseillaise» der französischen Handelsmarine, das am 15. Juni 1939 auf der Werft der Société Provençale de Constructions Navales in La Ciotat auf Kiel gelegt wurde, trat am 1. Juli 1949 seine erste Fahrt von Marseille nach Neapel an. Es gehört der Compagnie des Messageries Maritimes und ist für den Einsatz auf den fernöstlichen Linien nach Indo-China bestimmt. Seine Hauptdaten sind:

Länge über alles	181,00 m
Länge an der Wasserlinie	172,50 m
Grösste Breite	23,00 m
Mittlerer Tiefgang	8,22 m
Wasserverdrängung, voll beladen	18500 t
Brutto-Tragfähigkeit	5600 t
Brennstoffvorrat	1450 t

Jede der drei Schrauben wird durch je einen Sulzer-Zweitakt-Dieselmotor von elf Zylindern (Bohrung 720 mm, Hub 1250 mm) angetrieben, der bei 130 U/min 8330 PS leistet. Bei einer Gesamtleistung der Hauptmotoren von 25 000 PS erreichte das Schiff bei den Probefahrten eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 22,27 Knoten. Die Motorleistung kann während 24 aufeinanderfolgenden Stunden bei 141 U/min auf 10 330 PS (total 31 000 PS) erhöht werden, wobei im Durchschnitt mit 23,66 Knoten gefahren würde. Die Prüfstandversuche ergaben einen spezifischen Brennstoffverbrauch bei Vollast (8330 PS) von 164 g/PS_e h, bzw. von 161 g/PS_e h bei Halblast und 173 g pro PS_e h bei 10 330 PS. Neben den Hauptmotoren sind vier Diesel-Generatoraggregate von je 700 kW aufgestellt, die das Bordnetz mit Drehstrom von 220 V und 50 Hz versorgen. Die sechszylindrigen Sulzer-Zweitakt-Dieselmotoren leisten bei 360 mm Bohrung, 600 mm Hub und 250 U/min je 1050 PS. Die Abwärme der Dieselmotoren wird in drei Abgaskesseln zur Erzeugung von 7 t/h (bei Vollast) Dampf von 6 atü verwendet, mit dem der Wärmebedarf des Schiffes gedeckt und der Rest zur Gewinnung von Süsswasser durch Destillation von Seewasser ausgenutzt wird. Zur Lebensmittelkühlung ist eine Ammoniak-Kühlanlage aufgestellt, die Kühlsole auf -18° C abkühlt (Leistung 45 000 kcal/h) und deren zweistufiger Kompressor mit Leistungsregelung durch Zuschalten von schädlichen Räumen ausgerüstet ist. Eine weitere Kühlanlage hält das zirkulierende Süsswasser für die Luftwascher der Klimaanlage auf +8° C (Kälteleistung 135 000 kcal/h). Beide Anlagen weisen je einen Reservekompressor auf. Alle erwähnten Maschinenanlagen sind von der Compagnie de Construction Mécanique Procédés Sulzer in Paris geliefert worden; sie sind in der «Technischen Rundschau Sulzer» 1950, Nr. 1 ausführlich beschrieben.

Wandstärkenmesser für ferromagnetische Werkstoffe. Bei langen Rohren, Druckbehältern, Gusstücken usw. ist eine zuverlässige, zerstörungsfreie Prüfung der Wandstärke nur mit besondern Hilfsmitteln möglich. Hierfür kommen in Frage: das Ueberschall-Reflexionsverfahren (Echolotung),

die Messung der von der Dicke abhängigen Streustrahlung des von einer Radiumstrahlung getroffenen Prüflings, potentiometrische Verfahren, bei denen die elektrische Leitfähigkeit als Mass der Dicke dient; magnetinduktive Verfahren, bei denen die magnetische Leitfähigkeit ausgenutzt wird. Alle diese Verfahren haben ihr begrenztes Anwendungsgebiet. Ein neues Verfahren, das sich für ferromagnetische Bauteile von beschränkter Dicke eignet, beschreibt *Rudolf Berthold*, Wildbad, Schwarzwald, in «Stahl und Eisen», Heft 6 vom 16. März 1950. Darnach wird ein Elektromagnet satt auf die Oberfläche des Prüflings aufgesetzt und erregt. Das entstehende Magnetfeld hängt vom magnetischen Rückschluss im Prüfling und damit von seiner Dicke ab. Beim plötzlichen Abschalten bricht dieses Feld bis auf das Restfeld zusammen, wobei in einer am Polschuh angebrachten Messspule ein Stromstoss induziert wird, den man zur Messung ausnützt. Durch besondere Vorkehrungen werden Messfehler infolge Streufelder eliminiert. Innerhalb eines gewissen Bereichs ist der Ausschlag des Anzeigerätes proportional zur Wandstärke; die Genauigkeit beträgt hierbei etwa $\pm 2\%$; darüber lässt die Empfindlichkeit rasch nach. Der Apparat lässt sich sehr einfach handhaben. Durch Ansetzen passender Zusatzteile erreicht man auch bei gekrümmten Oberflächen das erforderliche satte Aufliegen. Bei Abweichungen der Permeabilität des Werkstoffes von derjenigen, auf die sich die Geräteskala bezieht, muss eine Eichung vorgenommen werden.

Versuchsstrecke für 50 Hz-Wechselstrom der SNCF. Zum praktischen Ausprobieren der Vollbahntraktion mit Einphasen-Wechselstrom von 50 Hz und 20 000 V wird nach einer Mitteilung in «The Railway Gazette» vom 24. Februar 1950 die 77,5 km lange Gebirgsstrecke Aix-les-Bains-Anancy-La Rochesur-Foron elektrifiziert. Die Arbeiten sind im Gang. Zur Speisung dient eine provisorische Transformatorstation in Anancy, die an das 45 000 V-Netz der Electricité de France angeschlossen wird. Eine der auf dieser Strecke zum Probiedienst vorgesehenen Lokomotiven wird von der Schweizerischen Lokomotivfabrik in Winterthur (mechanischer Teil) und von der Maschinenfabrik Oerlikon (elektrischer Teil) erstellt. Sie weist die Achsfolge C₀C₀ (zwei dreiachsige Drehgestelle mit Einzelachsantrieb) auf und ist für folgende Hauptdaten gebaut:

Dienstgewicht	112 t
Länge über Puffer	17,25 m
Leistungen und Zugkräfte am Rad	
dauernd bei 65 km/h	2600 kW 14,2 t
einstündig bei 60 km/h	2800 kW 16,5 t
Maximalgeschwindigkeit	90 km/h

Die Lokomotive ist mit einem rotierenden Umformer ausgerüstet, der sie befähigt, mit Gleichstrom von 1500 V bei reduzierter Leistung (600 kW) zu fahren. Sie arbeitet im Einphasenbetrieb mit Rekuperation. Die Probefahrten sollen im Sommer 1950 beginnen.

Umfangreiche Baugrund-Injektionen unter dem projektierten, elfstöckigen Veterans-Hospital in Pittsburgh erwiesen sich als notwendig, da sich in etwa 32 m Tiefe ein um das Jahr 1850 aufgegebenes Kohlenbergwerk befand. Wie in «Eng. News-Record» vom 9. Februar ausführlich geschildert ist, wurde vorerst um die Fundamentzone herum eine Dichtungsschürze, mit Bohrungen alle 1,5 m, erstellt. Anschliessend daran wurde der aus Sandstein- und Ton-Schichten mit Kohleneinschlüssen bestehende Boden von 32 m tiefen, alle 3 m angeordneten Bohrungen aus von oben nach unten injiziert. Die Totallänge der Bohrungen betrug 30 km. Bemerkenswert sind die Probebohrlöcher von 76 und 7,6 cm Durchmesser, zur Kontrolle der Wirksamkeit der Injektionen, wobei die Lochwandungen beider Locharten auf ganze Tiefe mittels Spezialkameras photographisch untersucht wurden.

Neuere Walliser Brückenbauten beschreibt Prof. A. Sarasin im «Bulletin Technique» 1950, No. 5 und 6. Besondere Schwierigkeiten bot der Umbau der bestehenden gemauerten Brücke über die Vièze in Troistorrens, deren Fahrbahn auf 6,25 m verbreitert und in 36 m Radius gelegt wurde. Diese heikeln Umbauarbeiten, die mit umfangreichen Fels-Konsolidierungen verbunden waren, werden dieses Frühjahr beendet sein.

Die reichen Eisenerze des Cerro Bolivar in Venezuela sollen in Bälde ausgebeutet und nach den USA verschifft werden, wie einer Notiz in der März-Nummer von «Civil Engineering» zu entnehmen ist. Die Ausnützung des südlich vom