

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 71 (1953)
Heft: 40

Artikel: Die neuen Sulzer-Zweitakt-Schiffsmotoren geschweisster Bauart
Autor: Kilchenmann, W.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-60638>

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: 15.10.2024

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

Die neuen Sulzer-Zweitakt-Schiffsmotoren geschweisster Bauart

Von Dipl. Ing. W. A. KILCHENMANN, technischer Direktor der Abteilung für Dieselmotoren der Firma Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft Winterthur¹⁾

A. Allgemeines

Die dem Dieselmotor eigene hohe Brennstoffökonomie, die durch die stets zunehmende Verwendung billiger Kesselöle noch erhöht wird, hat diese Maschine für den Schiffsantrieb schon längst als besonders geeignet erkennen lassen. Die Ausschreibungen für den Bau neuer Fracht- und Tank-schiffe haben in den letzten Jahren den Bedarf nach grösseren und rascheren Einheiten aufgezeigt, für die Antriebsmaschinen höherer Leistung benötigt werden. Da in solchen Fällen die günstigsten Vortriebsverhältnisse mit einem einzigen Propeller und einer Drehzahl von nur wenig über 100 U/min erzielt werden, verlangen solche Schiffe eine hohe Leistungskonzentration für den Antrieb ihrer einzigen Welle. Unter derartigen Umständen war es mit den bisher verfügbaren Motoren jeweils schwierig, der Konkurrenz der Dampfturbine zu begegnen.

Die bewährte Reihe der einfachwirkenden Sulzer-Zweitakt-Schiffsmotoren SD 72 von 720 mm Bohrung, 1250 mm Hub und einer Normaldrehzahl von 125 U/min²⁾ ist für Einschraubenschiffe verschiedener Klassen mit Antriebsleistungen bis zu 8000 PS, bei denen die volle Motorleistung von einem Propeller mit günstigem Wirkungsgrad ausgenutzt wird, die denkbar beste Antriebsmaschine. Für höhere Gesamtleistungen waren aber bei direktem Antrieb zwei Propeller nötig, wobei ein etwas geringerer Vortriebswirkungsgrad in Kauf genommen werden musste. Es besteht somit ein ausgesprochener Bedarf nach einem neuen Maschinentyp, der es erlaubt, höhere Leistungen auf die Propellerwelle zu übertragen.

Um die Leistung einer Einzelmaschine zu erhöhen, lassen sich verschiedene Wege einschlagen. So kann z. B. der effektive Mitteldruck mit Hilfe der Aufladung gesteigert werden, ohne die thermische Belastung der Maschine in nennens-

1) Nach einem Vortrag des Verfassers, gehalten am 14. April 1953 vor dem Institute of Marine Engineers in London.

2) «The Shipbuilder and Marine Engine Builder», April 1947, und «Technische Rundschau Sulzer», Nr. 1/1952.

wertem Masse zu erhöhen. Auf die Frage der Aufladung wird übrigens im weiteren Verlauf dieser Darlegungen näher eingetreten. Eine andere Möglichkeit bietet die Verwendung doppeltwirkender Motoren. Den meisten Reedern widerstrebt es aber, Maschinen dieser Bauart zu verwenden, und zwar wegen ihrer wesentlich grösseren Höhe, ihres komplizierteren Aufbaues sowie der mit ihrer Ueberholung verbundenen Schwierigkeiten. Die Statistik zeigt denn auch, dass der Prozentsatz der gebauten doppeltwirkenden Motoren im Abnehmen begriffen ist; sie bestätigt damit, dass Gebrüder Sulzer — die ebenfalls zahlreiche erfolgreiche Motoren des doppeltwirkenden Typs gebaut haben — auf dem richtigen Wege waren, als sie von Anfang an dem viel einfacheren einfachwirkenden Typ den Vorzug gaben.

Kompliziertere Antriebssysteme, wie z. B. die Diesel-elektrische Kombination oder gar das Freikolben-Treibgas-Verfahren, kommen, wenigstens für das betrachtete Anwendungsgebiet, mit Rücksicht auf die Kosten und die Forderung nach Einfachheit nicht in Frage. Für Maschinenanlagen hoher Leistung bleibt also nur die Wahl zwischen einer langhubigen Maschine mit der grösstmöglichen thermisch noch sicher beherrschbaren Bohrung für den direkten Propellerantrieb und einer Anzahl kleinerer Maschinen höherer Drehzahl für den indirekten Antrieb der gemeinsamen Propellerwelle über Kupplungen und Getriebe. Um beiden Anforderungen der genannten Art zu entsprechen, haben Gebrüder Sulzer kürzlich zwei neue, als RS-Motoren bezeichnete Maschinentypen entwickelt, von denen der eine im folgenden näher beschrieben ist. Diese neuen Bauarten werden die bereits bestehenden Motortypen der Firma ergänzen, aber nicht ersetzen.

Beim grösseren der neuen Motoren, dem für direkten Propellerantrieb bestimmten Typ RS 76, wurde die Bohrung bis zu der durch die zulässigen Wärmespannungen gezogenen Grenze vergrössert und dementsprechend auf 760 mm festgesetzt. Es ist dies eine Zylindergrösse, deren Bewährung durch mehrfache, langjährige Betriebserfahrungen nachgewiesen ist, so z. B. durch die Motoren des holländischen Passagierschiffes «Oranje», das nach 13 Jahren Betrieb immer noch das stärkste und schnellste der im Dienst stehenden Motorschiffe ist³⁾. Der Hub des neuen Motors RS 76 wurde auf 1550 mm erhöht, um trotz der niedrigen Drehzahl, die verlangt wird, eine wirtschaftlich günstige Kolbengeschwindigkeit zu erhalten. Diese Zylinderabmessungen liefern Leistungen von 900 bis 1000 PS pro Zylinder bei Drehzahlen von 110 bis 115 U/min. Damit lassen sich Maschinen von 4 bis 12 Zylindern mit einem oberen Leistungsbereich zwischen 4000 und 12 000 PS bauen (Bild 2). Mit Hilfe eines mässigen Aufladegrades können diese Leistungen noch erhöht werden, bei der zwölfzylindrigen Maschine bis auf 15 000 PS.

Wegen seines langen Hubes baut sich der Motor RS 76 verhältnismässig hoch, was jedoch bei Fracht- und Tankschiffen im allgemeinen nicht von grosser Bedeutung ist. Immerhin mag diese grosse Bauhöhe in gewissen Fällen, wie z. B. bei Passagierschiffen, Schwierigkeiten bieten. In solchen Fällen wird eine Getriebeanlage in Frage kommen, um so mehr, als eine solche Anlage noch manche andere Vorteile bietet. Der Unterschied der Bauhöhen der Motoren für direkten und indirekten Antrieb ist aus

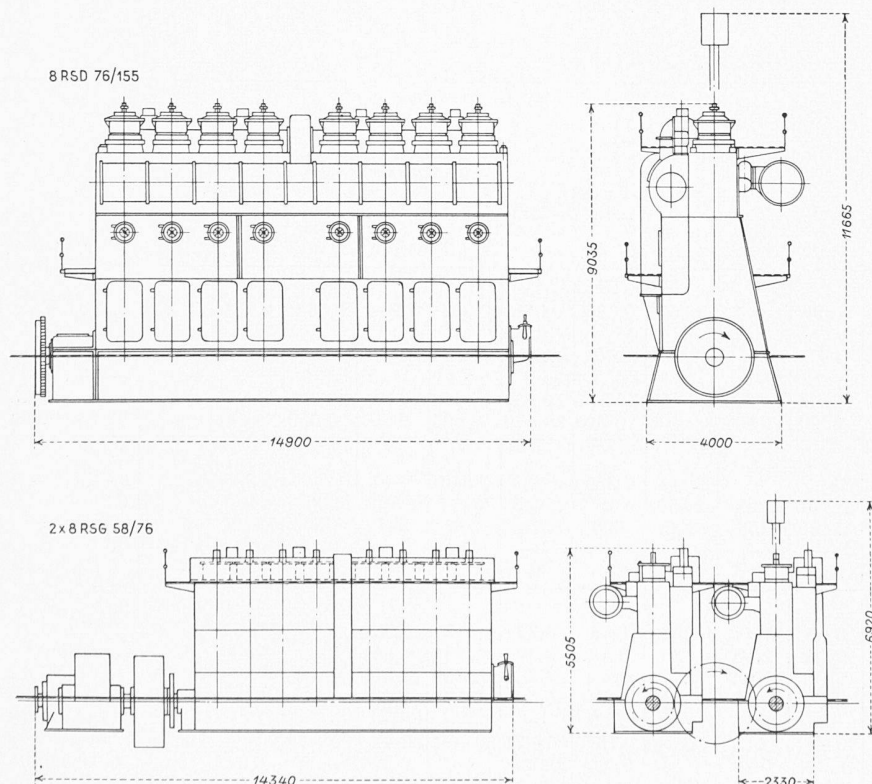


Bild 1. Vergleich der Gesamthöhen der Motoren RS 76 für direkten und RS 58 für indirekten Antrieb

3) «The Motor Ship», Oktober 1938, August 1939 und Februar 1946.

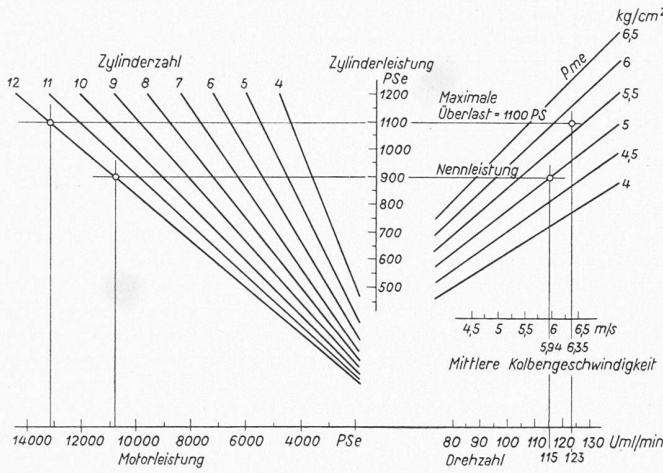


Bild 2. Leistungen der Sulzer-Schiffs-Dieselmotoren RS 76/155 bei verschiedenen Drehzahlen, verschiedenen effektiven Mitteldrücken und verschiedenen Zylinderzahlen

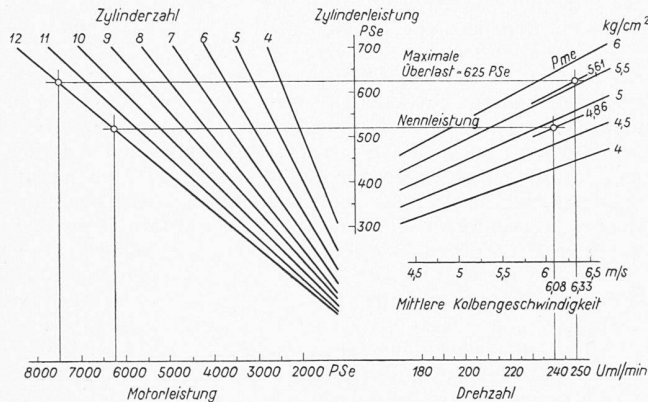


Bild 3. Leistungen der Sulzer-Schiffs-Dieselmotoren RS 58/76 bei verschiedenen Drehzahlen, verschiedenen effektiven Mitteldrücken und verschiedenen Zylinderzahlen

Bild 1 zu ersehen. Ein besonders anschauliches Beispiel dafür, wie der Maschinenraum durch die Anwendung des indirekten Antriebs erniedrigt werden kann, bietet das holländische Motor-Passagierschiff «Willem Ruys», bei welchem

zwei zusätzliche Decks über dem Maschinenraum gewonnen wurden. In gewissen Fällen können besondere Umstände auch bei Frachtschiffen zur Verwendung des indirekten Antriebs führen. Dies war z. B. bei den neuen Motor-Frachtschiffen «Surrey» und «Cornwall» der New Zealand Shipping Co. der Fall⁴⁾.

Der kleinere Typ der neuen Maschinen, der Motor RS 58, ist hauptsächlich für Getriebeanlagen vorgesehen. Seine Bohrung von 580 mm ist die gleiche wie die der Motoren der vorerwähnten Frachtschiffe sowie des M. S. «Willem Ruys». Um aber unter Beibehaltung der üblichen Kolbengeschwindigkeit eine höhere Drehzahl und dadurch ein günstigeres Übersetzungsverhältnis für das Zahnradgetriebe zu erhalten, wurde der Hub von 840 mm bei den älteren Ausführungen, auf 760 mm herabgesetzt. Dieser Hub erlaubt gerade noch die Anwendung halbgebauter Kurbelwellen. Die normale Zylinderleistung beträgt 520 PS bei 240 U/min. Auch dieser Typ lässt sich in Einheiten von 4 bis 12 Zylindern bauen. Eine bis vier solcher Maschinen können über Zahnradgetriebe für den Antrieb einer Propellerwelle verwendet werden. Auf diese Weise ist es möglich, 4 bis 48 Zylinder in einer Antriebsanlage zu kombinieren und dadurch Leistungen zwischen 2000 und 25 000 PS auf eine Propellerwelle zu übertragen (Bild 3). In besonderen Fällen, wie z. B. bei kleinen, schnellen Schiffen, kann dieser Motortyp auch für den direkten Antrieb der Propellerwelle benutzt werden. Wegen seiner hohen Drehzahl ist er auch für stationäre Kraftanlagen, insbesondere zur direkten Kupplung mit einem Generator sehr geeignet.

B. Dieselmotoren für Schwerölbetrieb

1. Allgemeines über Schwerölverwendung

Nachdem Gebrüder Sulzer den Bau der RS-Motoren grundsätzlich beschlossen hatten, war man in erster Linie bestrebt, mit diesen Neukonstruktionen möglichst alle Forderungen und Wünsche zu erfüllen, die von seiten der Kundschaft im Lauf der Zeit vorgebracht worden waren. Wenn auch die bisherigen Schiffsmotortypen nach wenigen Anpassarbeiten für die Verwendung von Schweröl durchaus geeignet sind, sollten doch die neuen Typen in möglichst vollkommener Form schon für diesen Zweck konstruiert werden. Auch der Erleichterung der Unterhaltarbeiten wurde besondere Beachtung geschenkt.

Das Problem der Schwerölverbrennung war für Gebrüder Sulzer keineswegs neu. Eine beträchtliche Anzahl Sulzer-

⁴⁾ SBZ 1951, Nr. 20, S. 275, ferner «Technische Rundschau Sulzer», Nr. 1/1951.

Tabelle 1: Charakteristische Daten der im Versuchsmotor erprobten Schweröle

Analyse	Prüfmethode*)	Brennstoffbezeichnung											
		Fuel oil 1400 secs.		Fuel oil 3000 secs.		Fuel oil 2600 secs.		Fuel oil 6000 secs.		Fuel oil 5000 secs.		Fuel oil 6200 secs.	
		I		II		III		IV		V		VI	
		vor Zentr.	nach Zentr.	vor Zentr.	nach Zentr.	vor Zentr.	nach Zentr.	vor Zentr.	nach Zentr.	vor Zentr.	nach Zentr.	vor Zentr.	nach Zentr.
Spezifisches Gewicht bei 20° C	SNV 81109 gr/cm ³	0,928	0,935	0,967	0,965	0,966	0,965	0,968	0,968	0,973	0,973	0,990	0,990
Flammpunkt (im geschl. Tiegel)	SNV 81110 (Pensky-Martens) °C	180	177	157	172	119	121	—	—	—	—	—	—
Stockpunkt	SNV 81107 °C	-18	+19	+3	+7	-4	-4	+10	+9	-6	-4	-10	-11
Oberer Heizwert	Bombe kcal/kg	10 465	10 527	10 036	10 327	10 202	10 342	10 288	10 211	10 279	10 319	9 998	10 138
Unterer Heizwert	Bombe kcal/kg	9 843	9 912	9 405	9 710	9 560	9 695	9 600	9 530	9 625	9 645	9 328	9 443
Viskosität bei 20° C	Hoeppler-Viskosimeter c St.	—	—	6 446	6 355	3 439	3 546	—	—	6 380	6 680	—	—
38° C	umgerechnet**) sec. Redw. I	1 240	1 400	2 950	3 150	2 648	2 834	5 800	6 000	4 818	5 182	6 352	6 212
50° C	c St.	148	156	300	306	273	285	547	555	516	536	628	597
80° C	c St.	—	—	—	—	—	—	95,1	98,5	92,8	96,5	110	112
100° C	c St.	20,5	19,5	29,6	27,8	24	25	—	—	—	—	—	—
Kokszahl	SNV 81104 (Conradson) %	8,18	7,74	7,52	3,91	8,32	8,42	10,43	9,95	11,57	12,22	13,7	13,8
Schwefelgehalt	Quarzrohr-Methode %	2,14	2,35	3,25	3,13	2,50	2,73	3,95	3,94	2,64	2,67	3,81	3,64
Wassergehalt	SNV 81111 (Xylo) %	Spur	Spur	0,17	Spur	0,5	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	0,5	Spur
Asche	SNV 81101 (600° C) %	0,06	0,05	0,04	0,03	0,09	0,10	0,03	0,01	0,08	0,06	0,08	0,05
Wasserstoffanteil	— %	—	11,5	—	11,5	—	—	—	—	12,2	12,6	12,4	12,8
Anilinpunkt	SNV 81100 °C	80—85	92	87	76	70—75	60—65	75—80	80—85	70—80	70—80	78—83	79—84
Sedimente	SNV 81112/10 %	0,32	0,20	0,04	0,035	0,013	—	0,02	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03
Dieselindex DI = 1/100 · °API · Anilinpkt (°F)	—	36,7	—	27,4	24,8	23,6	21,3	24	25,3	22,2	22,2	20,3	20,5

*) SNV = Schweizerische Normenvereinigung. Die angegebenen Prüfmethode stimmen im wesentlichen mit den entsprechenden des Institute of Petroleum (IP) und der American Society for Testing Materials (ASTM) überein. **) nach der Tafel von Prof. L. Ubbelohde

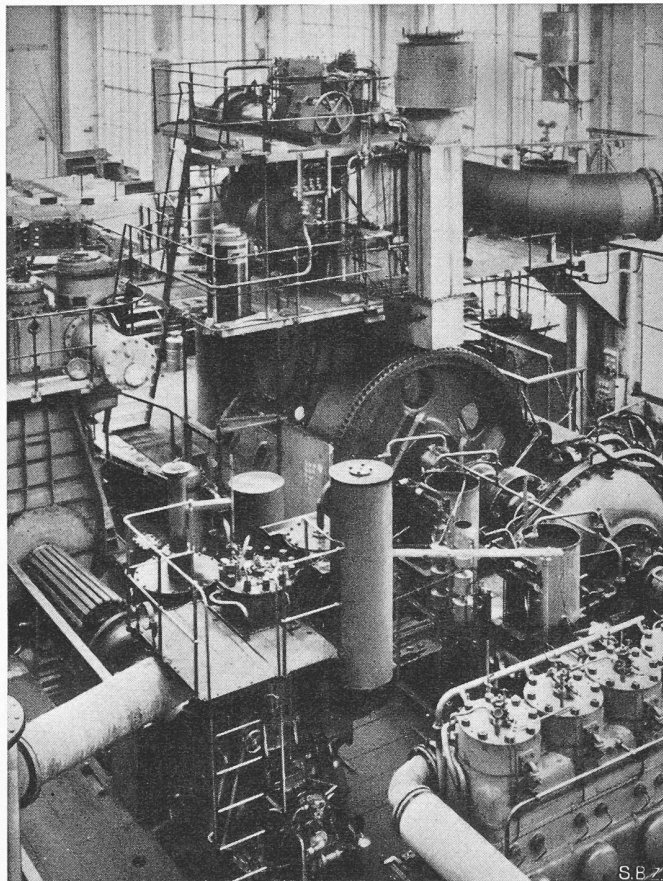


Bild 4. Versuchslaboratorium der Dieselabteilung der Firma Gebrüder Sulzer. Vor der Fensterfront der einzylindrige Versuchs-Zweitaktmotor von 720 mm Bohrung und 1250 mm Hub

Motoren mit einer Gesamtleistung von etwa 125 000 PS, die für den Betrieb mit Schwerölen mit Viskositäten bis zu 4000 sec. Redwood I bei 100° F (~ 53° E bei 50° C) ausgerüstet sind, wurden nach den verschiedensten, auch überseeischen Ländern geliefert. Einige von diesen bereits im Jahre 1926 aufgestellten und nach dem Zweitaktverfahren mit Querspülung arbeitenden Maschinen sind schon über 120 000 Stunden mit Bunker-C-Schweröl zentralamerikanischer Herkunft in Betrieb gestanden. Doch wurde in den meisten dieser Anlagen vorerst der Pflege und Aufbereitung des Brennstoffes nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt. Erst allmählich ist die Erkenntnis durchgedrungen, dass die Schwerölverbrennung nicht so sehr ein motorisches Problem darstellt, d. h. ein solches der Einstellung und Ausrüstung der Maschine — ihr einwandfreies Funktionieren bietet keine besonderen Schwierigkeiten —, als vielmehr ein solches der Brennstoffaufbereitung. Die Erfahrung hat in der Tat gezeigt, dass die im Brennstoff enthaltenen Verunreinigungen

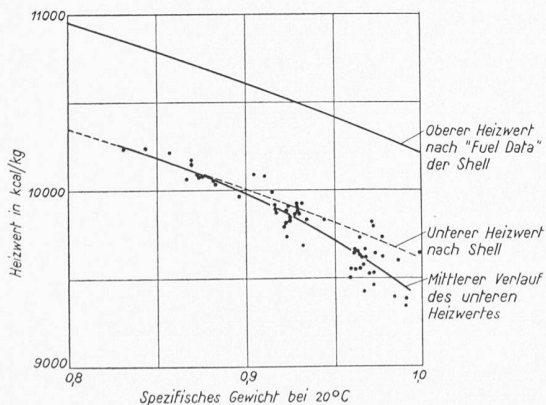


Bild 5. Heizwerte verschiedener Schweröle im Anlieferungszustand in Abhängigkeit ihres spezifischen Gewichtes bei 20° C. Die Punkte geben den Heizwert von in Sulzer-Anlagen verwendeten Brennölen an

einen direkten Einfluss auf die Abnützung der Maschine haben. In den meisten Fällen wird selbst nach einer sorgfältigen Reinigung solcher Schweröle mit einem höheren Verschleiss der Zylindereinsätze, Kolben und Kolbenringe zu rechnen sein. Für die Aufbereitung des Brennstoffes ist häufig auch zusätzliches Personal nötig. Ferner sind eine Reihe von Maschinen und Apparaten, wie Brennstoffwärmer, Zentrifugen, Umlaufpumpen, heizbare Rohrleitungen in die Anlage einzubauen, wodurch diese komplizierter wird und höhere Kosten verursacht. Diese Umstände sind bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der in Frage kommenden Schweröle zu berücksichtigen. — Bei stationären, mit Sulzer-Motoren ausgerüsteten Dieselmotoren wird die Wärme zum Aufheizen des Brennstoffes meistens direkt den Auspuffgasen entnommen. Bei Schiffsanlagen kann aber diese Methode wegen der Feuergefahr nicht zugelassen werden.

Um das am besten geeignete Verfahren zum Aufbereiten verschiedener Schweröle mit Viskositäten zwischen 1500 und 6000 sec. Redwood I bei 100° F zu ermitteln, haben Gebrüder Sulzer an einem einzylindrigen Versuchsmotor von 720 mm Bohrung eingehende Versuche von etwa 2000 Stunden gesamter Betriebszeit durchgeführt, die sich über ein ganzes Jahr erstreckten (Bild 4). Diese Versuche bezweckten namentlich auch das Bestimmen der wirksamsten Methode des Zentrifugierens, der Anzahl der benötigten Zentrifugen zur Erzielung des verlangten Reinigungsgrades, der günstigsten Zentrifugiertemperatur und schliesslich der am besten geeigneten Einspritztemperatur. Gleichzeitig konnten Erfahrungen über die Zylinderabnützung bei Verwendung verschiedener Schwerölqualitäten gesammelt werden. Schliesslich sind auch verschiedene Neuerungen der RS-Motoren eingehend ausprobiert worden, so z. B. das Spülverfahren mit der Auspuffklappe und das Einspritzsystem.

2. Zentrifugierversuche

Die charakteristischen Daten der bei den Versuchen erprobten Schweröle mit Viskositäten zwischen 1400 und 6200 sec. Redwood I bei 100° F sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Es handelt sich dabei um ein paar typische Vertreter der im Jahre 1952 auf den europäischen Märkten angebotenen Schwerölgattungen. Auf Grund dieser Kennzahlen sowie zahlreicher weiterer Angaben über die in verschiedenen Sulzer-Anlagen verwendeten Schweröle wurden die Heizwerte dieser Brennstoffe in Funktion ihres spezifischen Gewichtes bei 20° C graphisch aufgetragen. Die daraus resultierende Kurve (Bild 5) weicht, wie ersichtlich, von dem in der Praxis allgemein als gültig betrachteten Kurvenzug insofern ab, als sie für Brennstoffe von höherem spezifischem Gewicht niedrigere Heizwerte angibt.

Die Leistung der heute zur Oelreinigung verwendeten Zentrifugen nimmt naturgemäss mit zunehmender Viskosität des Schleudergutes stark ab. Um sie zu steigern, wird das Schweröl möglichst hoch erwärmt. Aus Sicherheitsgründen darf man dabei aber etwa 90° C nicht überschreiten. Die für eine bestimmte Schwerölmenge bzw. für eine bestimmte Dauerleistung der Dieselmotorenanlage erforderliche Anzahl Zentrifugen kann aus Bild 6 herausgelesen werden. Wie dort ersichtlich ist, sind bei grossen Anlageleistungen und

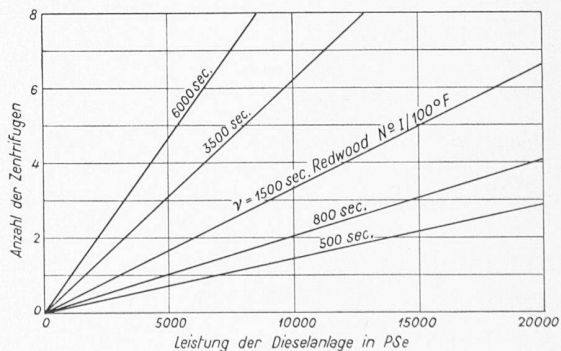


Bild 6. Diagramm zur Bestimmung der Anzahl der bei durchgehendem Vollastbetrieb der Dieselmotoren benötigten De Laval-Zentrifugen, Typ VIB 1929-C, bei 18stündigem Zentrifugenbetrieb und einer Oeltemperatur von 85° C

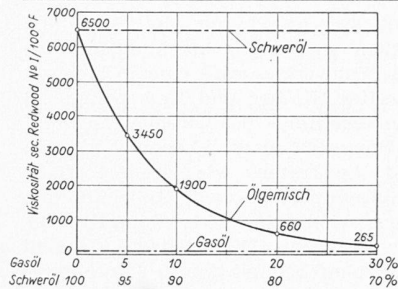


Bild 7. Viskosität der Gemische aus Schweröl von 6500 sec. Redwood I (bei 100 F (= 566 c St bei 50° C) und Gasöl von 2,4 c St bei 50° C

Redwood I bei 100° F in solches von 1900 sec. umzuwandeln. Bei der Projektierung einer Anlage und der Wahl schwerer Brennole ist somit die Frage zu prüfen, bei welcher Brennölqualität die mit den zusätzlich nötigen Zentrifugen verbundenen Unkosten den Gewinn an Brennölkosten übersteigen.

Die Ergebnisse der durchgeführten Zentrifugierversuche sollen bei späterer Gelegenheit veröffentlicht werden. Einige Feststellungen seien jedoch hier schon mitgeteilt. So hat sich z. B. das Zentrifugieren am wirksamsten bei möglichst hoher Oeltemperatur erwiesen. Man erreicht so die niedrigste Viskosität und den grössten Unterschied zwischen den spezifischen Gewichten des Brennstoffes und des Wassers. Die zulässige Höchsttemperatur ist aber zur Zeit noch einerseits durch die Siedepunkte des Wassers und der flüchtigeren Bestandteile des Brennstoffes begrenzt und andererseits durch die Feuergefahr. Es wäre allem Anschein nach von Vorteil, wenn nach aussen dicht abgeschlossene Zentrifugen verwendet werden könnten, die gestatten, die Reinigung des Brennstoffes unter Druck und daher bei höheren Temperaturen durchzuführen.

In der Tabelle 2 sind die Mengen der verschiedenen Unreinigkeiten zusammengestellt, die bei den erwähnten Versuchen von den verwendeten beiden Zentrifugen ausgeschieden worden sind. Dabei wurde in der Mehrzahl der Fälle die erste Zentrifuge als Purifikator, die zweite dagegen als Klarifikator ausgerüstet. Der Purifikator ist durch einen syphonartigen Austritt gekennzeichnet, durch den das anfallende Wasser die Trommel kontinuierlich verlässt, während beim Klarifikator das wenige noch anfallende Wasser mit dem Schlamm ausgetragen werden muss. In Bild 8 sind die Ergebnisse der Aschenanalyse graphisch dargestellt. Der schwarze Balken veranschaulicht den gesamten Aschengehalt; die schraffierten Balken stellen die Zusammensetzung der Asche in grösserem Masstab dar. Oberhalb der Abszissenaxe ist das Aschengewicht der ausgeschiedenen Verunreinigungen, unterhalb dieser Axe dasjenige des gereinigten Oeles, beides bezogen auf 1 t Oel, angegeben. Aus dieser Analyse geht hervor, dass vom gesamten Aschengehalt eines Brennstoffes nur ein kleiner Teil in solcher Form im Oel enthalten

sehr schweren Brennölen ganze Batterien von Zentrifugen erforderlich. Nun ist der Preisunterschied zwischen leicht- und zähflüssigeren Schwerölen nicht sehr gross. Er entspricht etwa den Kosten des verhältnismässig geringen Gasölszusatzes, der nötig ist, um die Viskosität zu verringern. Wie aus Bild 7 hervorgeht, genügt ein Zusatz von z. B. nur 10% Gasöl, um Schweröl von 6500 sec.

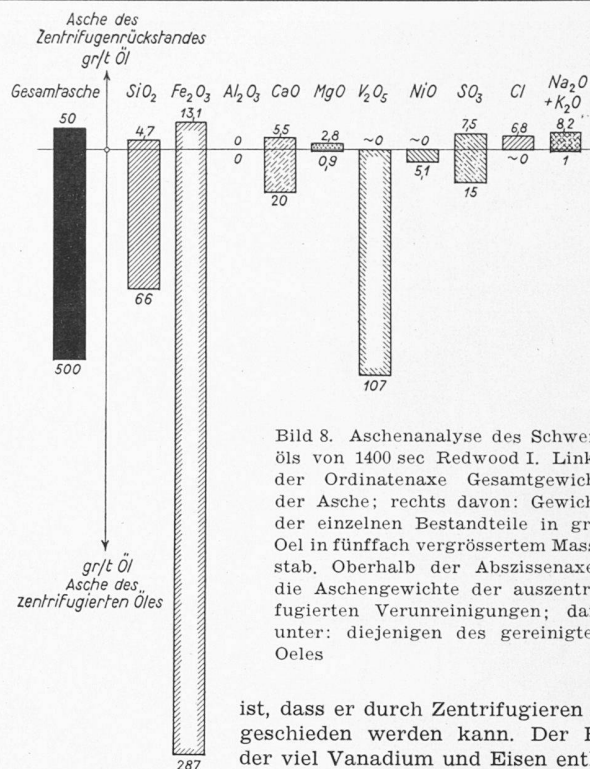


Bild 8. Aschenanalyse des Schweröls von 1400 sec Redwood I. Links der Ordinatenaxe Gesamtgewicht der Asche; rechts davon: Gewicht der einzelnen Bestandteile in gr/t Oel in fünfmal vergrössertem Massstab. Oberhalb der Abszissenaxe: die Aschengewichte der aus Zentrifugierten Verunreinigungen; darunter: diejenigen des gereinigten Oeles

ist, dass er durch Zentrifugieren ausgeschieden werden kann. Der Rest, der viel Vanadium und Eisen enthält, besteht wahrscheinlich aus organischen Verbindungen, die in gelöster Form im Oel enthalten sind. — Die Reinigung eines Brennstoffes kann auch seine physikalischen Eigenschaften beeinflussen. So wurde z. B. der Stockpunkt des in der Tabelle 1 angeführten Brennstoffes von 1400 sec. Redwood I von ursprünglich —18° C durch das Vorwärmen, das Zentrifugieren und eine mehrwöchige Lagerung bemerkenswerterweise auf +19° C erhöht.

Aus den erwähnten Schwerölversuchen ergaben sich keine überraschenden oder auch nur neuartigen Schlussfolgerungen. Es war dies in Anbetracht der langjährigen Erfahrungen, über die Gebrüder Sulzer auf diesem Gebiete verfügen, auch nicht zu erwarten. Immerhin wurde als Folge davon die dem Vorwärmen und der Zufuhr des Brennstoffes dienenden Einrichtungen etwas abgeändert, um vor allem die Manövriereigenschaften des Motors zu verbessern und um den Brennstoff auf die für den Betrieb günstigen Temperaturen vorwärmen zu können.

Einen vortrefflichen Ueberblick über die Veränderung der Oelviskosität mit der Temperatur bietet das Diagramm von L. Ubbelohde⁵⁾, Bild 9, bei dem auf der Abszisse der Logarithmus der absoluten Temperatur und auf der Ordinate

⁵⁾ Zur Viskosimetrie. Von Prof. Dr. L. Ubbelohde. 3. Aufl. Leipzig 1940, S. Hirzel.

Tabelle 2. Resultate der Zentrifugierversuche

Versuchsphase	Viskosität bei 100° F	Spezifisches Gewicht bei 20° C vor/nach Zentrifugieren	Menge des zentrifugierten Brennstoffes	Zentrifugierbedingungen			Rückstand von Hals, Wand und Deckel						Total auszentrifugiert		
				Regulierblende ϕ	Durchsatz kg/h	Temperatur ° C	1. Zentrifuge*)			2. Zentrifuge*)			h + l i + m k + n		
							Rückstand gr/t	Benzol unlösl. gr/t	Asche gr/t	Rückstand gr/t	Benzol unlösl. gr/t	Asche gr/t	Rückstand gr/t	Benzol unlösl. gr/t	Asche gr/t
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q
I	1400	0,928/0,935	68,8	113/116	250—1200	43—95	109,5	47,7	—	16,4	5,72	—	125,9	53,4	42
II	3000	0,967/0,965	119,8	103,7	640	86	135,3	46,9	26,6	88,8	31,2	20,4	224,1	78,1	47,0
				103,7/110	348	86	189,0	73,0	41,0	34,8	12,8	5,7	223,8	85,8	46,7
III	2600	0,966/0,965	21,9	110	674	86	218,5	68,7	39,2	40,7	15,9	7,8	259,2	84,6	47,9
				110	674	87	76,3	—	22,9	3,9	—	1,0	80,2	—	23,9
IV	6000	0,968/0,968	35,6	107/110	358	85	73,1	—	21,9	20,4	—	11,7	93,5	—	33,6
V	5000	0,973/0,973	8,6	110	350	86	161,0	—	46,0	13,6	—	3,5	174,6	—	49,5
VI	6200	0,990/0,990	17,8	102,4/103,7	350	85	237,5	—	48,9	77,2	—	45,1	314,8	—	94,0

Gesamtgewicht 272,5

*) Zentrifugentyp: De Laval VIB 1929-C. Vorwiegend erste Zentrifuge als Purifikator, zweite als Klarifikator ausgerüstet.

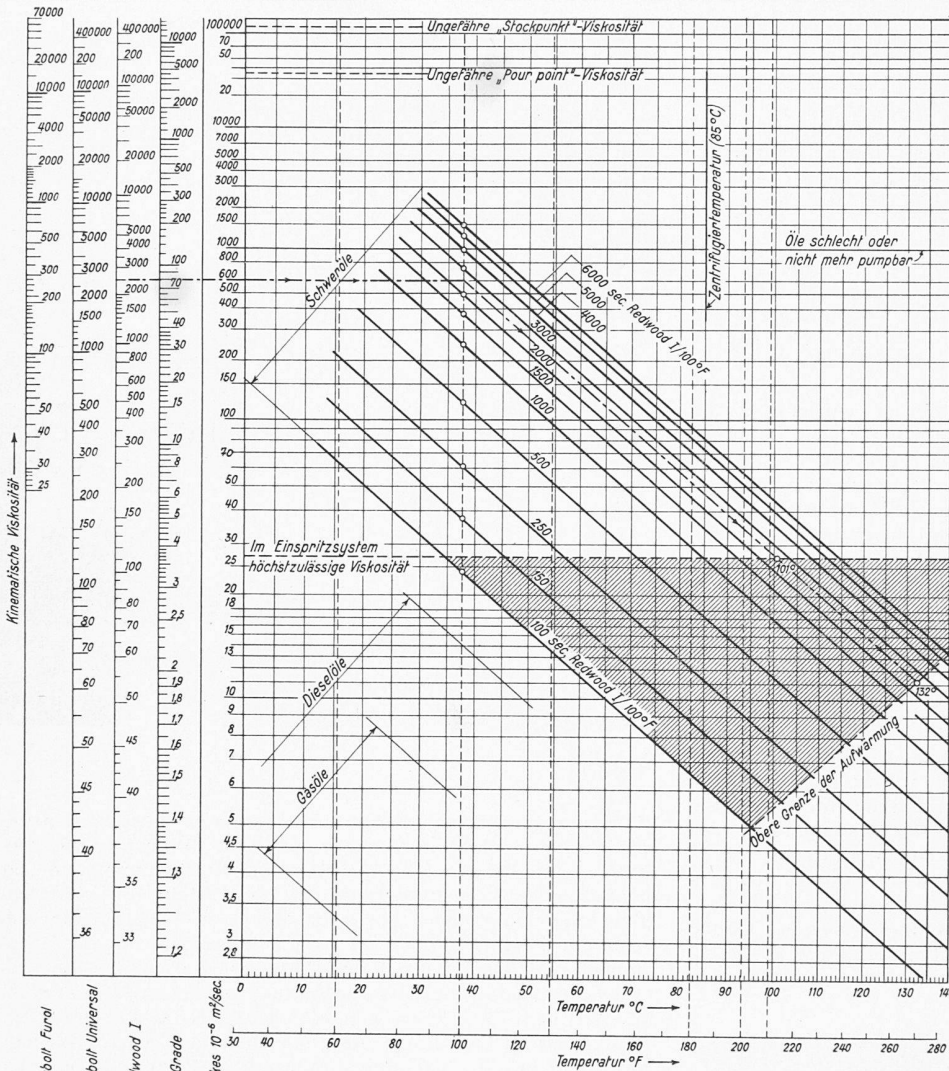


Bild 9. Viskositäten verschiedener Diesel-Brennstoffe in Abhängigkeit der Temperatur, mit Angabe der unteren Grenztemperaturen für das Einspritzsystem und der oberen Grenztemperaturen für das Vorwärmen

In Bild 9 eingetragenes Beispiel: Ein Schweröl von 2500 sec. Redwood I/100° F (siehe strichpunktierter Linienzug) muss auf mindestens 101° C aufgewärmt werden, damit es die höchstzulässige Viskosität von 27 cSt unterschreitet. Es soll aber nicht höher erhitzt werden als etwa 132° C.

der doppelte Logarithmus der absoluten kinematischen Viskosität aufgetragen wird. Die Viskosität eines bestimmten Oeles erscheint in diesem Diagramm innerhalb eines größeren Temperaturbereichs als Gerade. Abweichungen stellen sich in der Nähe von Zustandsänderungen des Oeles ein, so bei beginnender Verdampfung und bei beginnender Ausscheidung von Paraffinen in der Nähe des Stockpunktes. Neben dem absoluten Masstab für die Zähigkeit in Centistokes sind noch weitere, in der Praxis oft verwendete Viskositätsmasstäbe angebracht. In Bild 9 sind die Viskositätsgeraden einiger charakteristischer Oelqualitäten eingetragen. Ihre Neigung entspricht dem Mittelwert einer größeren Zahl untersuchter Schweröle. Der zulässige Bereich für die Aufwärmung von Brennstoffen verschiedener Zähigkeit ist durch Schraffur hervorgehoben. Er ist nach oben durch die im Einspritzsystem höchstzulässige Viskosität, nach unten durch die höchste Aufwärmtemperatur begrenzt.

Mit zweckmässig ausgebautem Brennstoffsystem lassen sich sämtliche im Schiffbetrieb vorkommenden Manöver mit Schweröl ausführen; ein Umschalten auf Dieselölbetrieb ist ganz nicht notwendig. Allerdings muss das Leitungssystem jeweils rechtzeitig vor Inbetriebnahme des Motors

vorgewärmt werden. Dies geschieht durch Dampfleitungen, die auf längeren Strecken die Brennstoffrohre berühren. Diese Leitungsheizung wird unterstützt durch kräftige Umwälzung des Brennstoffes durch Vorwärmer, Leitungen und Apparate. Nach der Inbetriebsetzung des Motors bleibt die Zirkulation bis zu den Brennstoffpumpen bestehen. Der überschüssige Brennstoff fliesst über eine Rücklaufleitung zum Tank zurück. Vom Vorwärmer bis zu den Brennstoffpumpen wird der erhitzte Brennstoff unter Druck gehalten, um die Abscheidung von Dampf- und Gasblasen und damit ein unregelmässiges Einspritzen zu verhindern. Ein solches Brennstoffsystem, wie es mit kleinen Abänderungen schon auf vielen mit Sulzer-Motoren versehenen Schiffen ausgeführt wurde, ist auf Bild 10 dargestellt. Wie im Schiffbau üblich, sind einzelne Apparate aus Sicherheitsgründen doppelt vorhanden. Ausserdem bestehen Verbindungsleitungen zu den Dieselöltanks der Hilfsmotoren, so dass bei Bedarf, z. B. vor Unterhaltarbeiten, das Brennstoffsystem mit dem viel saubereren Dieselöl gespült werden kann. Ferner ist die Düsenkühlung auf Vorwärmung umschaltbar, so dass vor dem Inbetriebsetzen oder auch bei längerem Betrieb mit kleiner Last die Einspritzdüsen geheizt werden können.

Obschon das Bedürfnis besteht, die Motoren ausschliesslich mit Schweröl zu betreiben, so ist doch die Frage prüfenswert, ob eine solche Betriebsweise unter allen Umständen gerechtfertigt sei. Es ist oft der Fall aufgetreten, dass ein Schiff längere Zeit zu sofortiger Ausfahrt bereitstehen musste. Hier wäre es wirtschaftlicher gewesen, wenn der Motor noch vor dem Abstellen auf Dieselöl umgeschaltet worden wäre, anstatt dass nun das Brennstoffsystem während der vollen Dauer des Stillstandes unter Beizug des Abgaskessels auf Betriebstemperatur gehalten werden musste. Denn die Abgaskessel der Hauptmaschinen erhalten ja in solchen Fällen keine Abgaswärme, so dass der für die Heizung

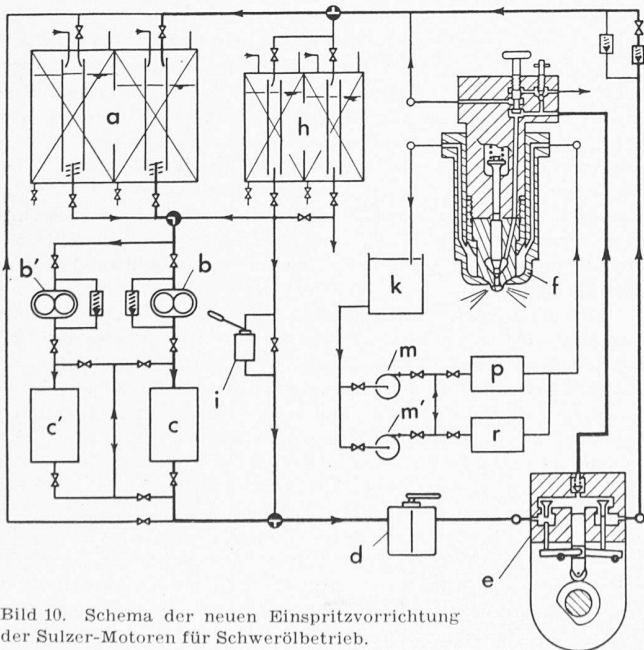


Bild 10. Schema der neuen Einspritzvorrichtung der Sulzer-Motoren für Schwerölbetrieb.

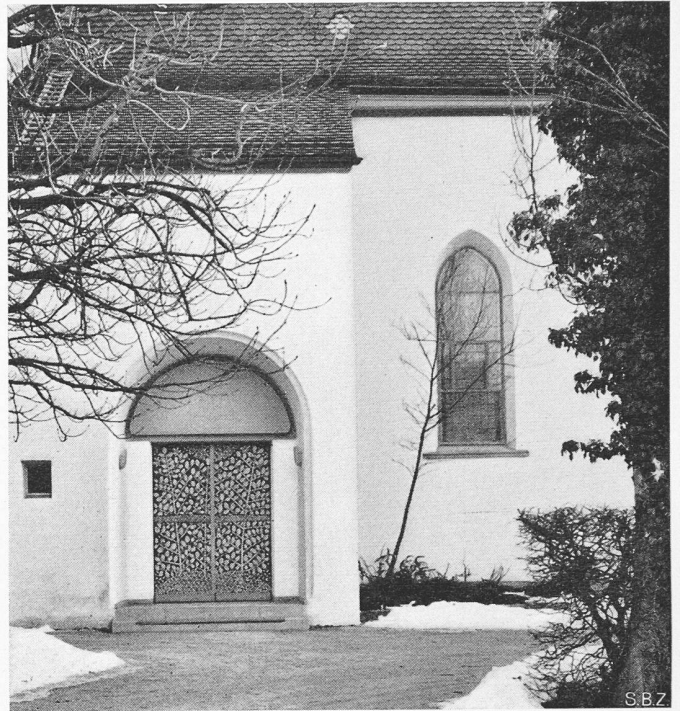
- a Schweröl-Tagestanks
- b, b' Umwälzpumpen
- c, c' Brennstoffvorwärmer
- d Filter
- e Brennstoffpumpe
- f Einspritzventil
- g Dieselöltanks der Hilfsmotoren
- h Ueberfüllpumpe
- i Kühlwasser-Ausgleichbehälter
- k, m, m' Kühlwasserpumpen
- p, r Kühler

der Brennstoffleitungen nötige Dampf mit einem zusätzlichen Aufwand an Kesselöl bezahlt werden muss. Es mag zwar in gewissen Fällen möglich sein, einen kleinen Abgaskessel den Hilfsmotoren nachzuschalten oder das Leitungssystem elektrisch zu heizen. Die billigste Lösung wird aber in solchen Fällen wahrscheinlich darin bestehen, die Hauptmotoren vor längeren Wartezeiten von unbekannter Dauer auf einen leichteren Brennstoff umzuschalten.

Fortsetzung folgt

Die Kirchentüre von Uetikon DK 729.38 (494.343.4)

In der reformierten Kirchgemeinde Uetikon ist dieser Tage ein Streit zu Ende gegangen, der unser Interesse weckt und uns Architekten zu klarer Stellungnahme zwingt. Die im Chor eingebaute alte Orgel musste durch eine neue ersetzt werden. Architekt Jakob Hunziker, Zürich, wurde mit den Umbauarbeiten betraut. Er schlug für die Orgel an einer Wand des Langhauses einen seitlichen, erhöhten Anbau vor und gestaltete die Chorpartie ohne die Orgel neu. Innenausbau und Anbau fielen zur vollen Zufriedenheit der auftraggebenden Behörde und der Gemeinde aus, obwohl durch zusätzliche und nicht voraussehbare Arbeiten im Chor eine Kostenüberschreitung von rd. 14 000 Franken entstanden war, die einwandfrei begründet werden konnte. Soweit die Baugeschichte. Unter dem neuen Orgelboden war ein geräumiger Windfang zustande gekommen. Dieser musste als Seitenportal der Kirche neu gestaltet werden. Der Architekt fasste den Entschluss, den bekannten, am Innenausbau des Chors bereits erfolgreich beteiligt gewesenen Künstler Max Hunziker, Zürich, mit der Neugestaltung der Kirchentüre zu betrauen. Der Maler schuf ein Werk, das wir ohne Bedenken als echtes Kunstwerk, ja sogar als ureigene Schöpfung bezeichnen möchten. Auf die vorhandene Eichentüre setzte er ein äusseres Doppel aus Lindenbrettern auf, welches eine flächige Zeichnung erhielt. Aus einem rostrotten Grund holte der Künstler in Sandstrahltechnik das weisse Lindenholz heraus. Ein Blätterwerk mit feinem Geäst bildet den Hintergrund für ein durchgehendes Kreuz. Dekorative Schmuckwirkung und leichtverständliche Symbolik sind glücklich vereint. Die Türe ist eindeutig eine Kirchen-

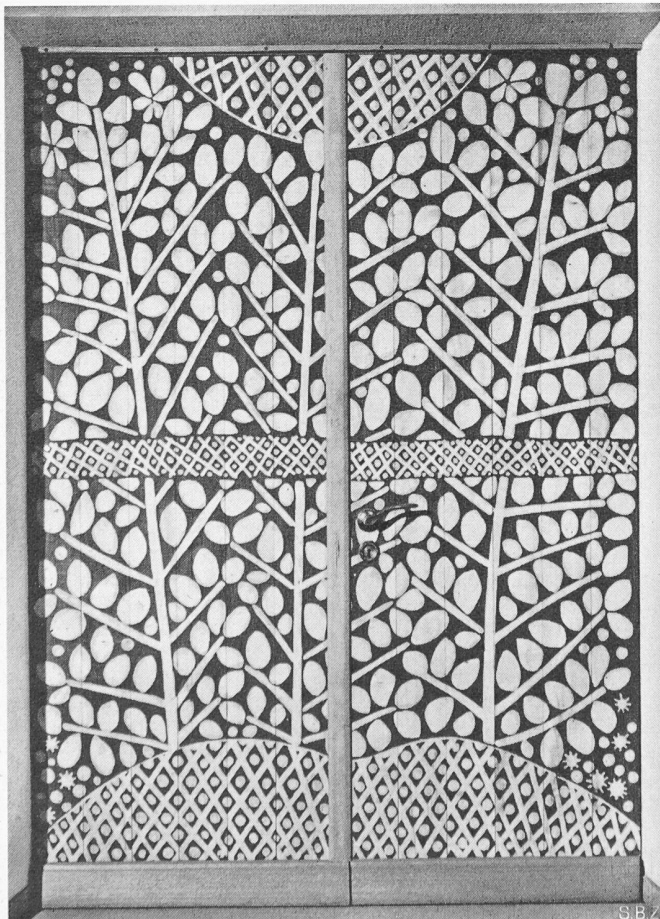


Aussenansicht

türe, die im einfachen baulichen Rahmen ausserordentlich schön wirkt. Sie erregte aber, offenbar ihrer ungewohnten Erscheinung wegen, den Unwillen der Kirchgänger. Die Diskussion über ihren künstlerischen Wert setzte ein und wollte nicht mehr abbrechen. Als am 6. Mai 1953 die Kirchgemeinde zusammentrat, um über die Kostenüberschreitungen zu befinden, fasste sie nach kurzer Aussprache, in der sich die Gegner besonders hervortaten, mit 43 gegen 20 Stimmen den eigenartigen Entschluss, den Nachtragskredit nur unter der Bedingung zu gewähren, «dass der Stein des Anstosses» entfernt und durch eine übliche, der «lieben, alten» Kirche angepasste Türe ersetzt werde.

Die Kirchgemeindeversammlung war mit 63 Anwesenden sehr schwach besetzt gewesen. Die unterlegene Partei wollte unter diesen Umständen nicht ohne weiteres nachgeben. In der Tages- und Fachpresse erschienen in der Folge befürwortende, mahnende und ablehnende Aufsätze, die sich sachlich und leidenschaftlich mit dem Kirchentürenproblem befassten. Man forderte auch die Aufhebung des Beschlusses. Eine an die Kirchenpflege mit 43 Unterschriften eingereichte Motion rollte die Frage erneut auf. Am 19. August trat die Kirchgemeinde — diesmal gut besucht — zusammen und hiess den ursprünglich gefassten Entscheid mit 240 gegen 40 Stimmen gut. Das Kunstwerk muss jetzt endgültig weichen und einer normalen Türe Platz machen. Schon melden sich Bewerber aus andern Gemeinden, die ihr einen würdigen, neuen Rahmen geben wollen.

Die Beziehungen des Kirchgängers zu den Erzeugnissen moderner Künstler sind durch diesen Tatbestand mit erschreckender Deutlichkeit zutage getreten. Man will einfach nichts Ungewohntes, man ist gegen das Neue. Nicht einmal die Zeit will man einem neuartigen Kunstwerk einräumen, damit es sich bewähren könne, um vor der Kunstgeschichte zu bestehen. Es ist nur zu hoffen, dass man die Türe sorgfältig auf dem Kirchenestrich aufbewahrt, damit man sie später einmal würdigen kann. Man versetze sich einige Jahrhunderte in die Zeit des Barock oder gar in die Hochgotik zurück. Wem wäre es damals eingefallen, nicht im Stile der Zeit zu bauen? Wie manche unserer «lieben, alten» Kirchen enthält Zutaten, die nicht frühgotisch oder nicht romanisch sind? Es war doch selbstverständlich, barocke Altäre in romanische Kirchen einzubauen, man schämte sich des zeitgenössischen Stiles nicht. Unsere Zeit aber fühlt anders, sie fühlt sich über das freie Kunstschaffen der Gegenwart erhaben, sie fühlt sich berufen, jetzt schon über zeitgenössische Kunstwerke zu richten. Haben wir nicht vor knapp zwei Jahrzehnten in unserm nördlichen Nachbarland eine ähnliche, ungläubliche Einstellung verfolgt, damals als man die «Ent-



Die entfernte Kirchentüre von Uetikon, Entwurf von Max Hunziker