

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	51/52 (1908)
Heft:	5
Artikel:	Untersuchung des 200 PS Dieselmotors mit Schwungraddynamo in der elektrischen Zentrale der L.v. Rollschen Eisenwerke, Giesserei Bern
Autor:	Weber, Gustav
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-27380

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: 24.02.2026

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

INHALT: Untersuchung des 200 PS Dieselmotors mit Schwungraddynamo in der elektrischen Zentrale der L. v. Rollschen Eisenwerke, Giesserei Bern. — Das „Savoy-Klubhaus“ in St. Moritz. — Wettbewerb für ein Sekundarschulhaus auf dem Heiligenberg in Winterthur. — Die Valle Maggia-Bahn. — Miscellanea: Elektrizitätswerk Bündner Oberland. Neues Hoftheater in Weimar. Hölzerner Dachbinder von 52 m Spannweite. Villa Albani in Rom. Kosten des neuen Gaswerks für Innsbruck. Vergrösserung der Sorbonne

in Paris. Wirtschaftlicher Vortragskurs. Patent-Anspruchsrecht Angestellter in technischen Unternehmungen. Eidg. Kunskommission. Deutsches Telefunkensystem drahtloser Telegraphie. Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Neues Rathaus in Bozen. — Konkurrenz: Straßenbrücke in St. Imier. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidg. polytechnischen Schule in Zürich: Stellenvermittlung.

Bd. 51.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauerer Quellenangabe gestattet.

Nr. 5.

Untersuchung des 200 PS Dieselmotors mit Schwungraddynamo in der elektrischen Zentrale der L. v. Rollschen Eisenwerke, Giesserei Bern.

Von Gustav Weber, Prof. am Technikum Winterthur.

Zum Betrieb der Giesserei Bern wurde im Januar 1906 zu den vorhandenen zwei Generatorgasmotoren von je 100 PS ein Dieselmotor von Gebrüder Sulzer in Winterthur von 200 PS und 187 Touren aufgestellt, der mit einem Drehstromgenerator der A.-G. Brown, Boveri & Cie. direkt gekuppelt ist. Die Aufstellung ergibt sich aus dem Grundriss der Maschinenanlage (Abb. 2, S. 56).

Der Generator leistet bei 187 Touren und 50 Perioden 200 Volt bei 480 Amp. und $\cos \varphi = 0,8$, bezw. 200 Volt bei 390 Amp. und $\cos \varphi = 1$. Sein Wirkungsgrad ist bei $\cos \varphi = 1$ einschliesslich Erregung aber ausschliesslich Reibung und Ventilation: bei $\frac{1}{4}$ Last = 92,5 %, bei $\frac{3}{4}$ Last = 91,0 %, bei $\frac{1}{2}$ Last = 88,0 % und bei $\frac{1}{4}$ Last = 80,0 %. Für Reibung und Ventilation wurde 1 % der Normalleistung gerechnet, was sicher nicht zu hoch gegriffen ist.

Der Gesamtwirkungsgrad des Generators einschliesslich Reibung und Ventilation, wie er für die Leistung des Dieselmotors in Betracht kommt, ergibt sich darnach zu: bei $\frac{1}{4}$ Last = 91,5 %, bei $\frac{3}{4}$ Last = 90,0 %, bei $\frac{1}{2}$ Last = 86,5 % und bei $\frac{1}{4}$ Last = 77,5 %. Die in den Abbildungen 3 und 4 auf S. 55 dargestellten Kurven geben die Wirkungsgrade sowohl als mit Reibung und Ventilation; es sind darin als Abszissen ausserdem die eingestellten Belastungen eingezeichnet. Dabei bezeichnen die römischen Ziffern die Hauptversuche, während mit dem Index a die unmittelbar nach den Hauptversuchen vorgenommenen Kühlwassermessungen bezeichnet sind.

Der Dieselmotor (Abb. 1) hat drei Zylinder, bezeichnet mit No. 168, 169, 170, von 380 mm Bohrung und 560 mm Hubhöhe und ermöglicht eine Tourenverstellung von im Maximum $\pm 5\%$; er ist stehend und einseitig wirkend gebaut. Durch ein $G D^2 = 90000$ ($kg \cdot m^2$) des Generators erreicht man einen Ungleichförmigkeitsgrad von $\frac{1}{250}$.

Bekanntlich arbeitet der Dieselmotor im Viertakt:

1. Arbeitshub. Der Kolben saugt Luft an.

2. Arbeitshub. Die angesaugte Luft wird auf rund 35 at komprimiert und dadurch über die Entzündungstemperatur des nunmehr einzuspritzenden Brennstoffes erwärmt.

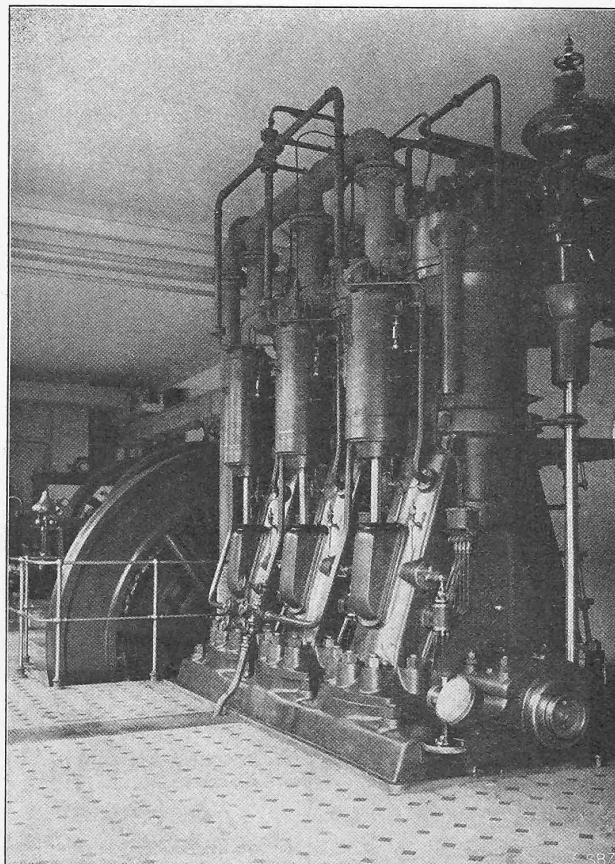


Abb. 1. Ansicht des 200 P.S. Dieselmotors in der «Giesserei Bern».

3. Arbeitshub. Der durch auf 50 bis 60 at komprimierte Luft eingeblasene flüssige Brennstoff verbrennt im 1. Teil dieses Hubes, expandiert und leistet Arbeit.

4. Arbeitshub. Die Verbrennungsprodukte werden ausgestossen.

Zum Ingangsetzen des Motors dient Luft, die durch eine besondere Luftpumpe auf 30 bis 50 at komprimiert wird. Die gleiche Pumpe liefert auch die für den dritten Arbeitshub notwendige Einblaseluft für den Brennstoff.

Als Brennstoff werden die Rückstände aus galizischem

Rohpetrol von spezifischem Gewicht 0,87 und einem Heizwert von 10200 Kilogrammkalorien verwendet. Der Entzündungspunkt des Rohproduktes ist rund 160 °C; es ist somit dieses Material nicht feuergefährlich. Sein Preis beträgt 840 Fr. für 10 t franko verzollt Bern.

Nachdem nunmehr der Motor ohne Störungen ein Jahr im Betrieb gestanden, sollten durch genaue Messungen der Brennstoffverbrauch und der Verbrauch an Kühlwasser festgestellt werden. Dadurch, dass der Motor direkt mit dem Generator gekuppelt ist, erhält man einen sehr genauen Aufschluss über das Verhalten des Motors, was bei Riemenantrieb leider nicht möglich ist.

Die Versuche fanden am 6. Januar 1907 statt.

Über die Art der Messungen mögen folgende Angaben Aufschluss geben:

Die Belastung des Generators geschah durch einen Wasserwiderstand; durch drei Ampèremeter wurde eine möglichst gleiche Belastung der Phasen konstatiert.

Die Leistung wurde bestimmt mittelst zweier Präzisionswattmeter von Siemens & Halske, die an die verketzte Spannung gelegt waren.

Ausser der Leistung wurden pro memoria gemessen: Die verkettete Spannung mittelst eines Weston Wechselstrompräzisionsvoltmeters und die Erregung (Strom und Spannung) mittelst ebensolcher Gleichstrominstrumente. Die Instrumente wurden in unmittelbarer Nähe des Generators aufgestellt, aber immerhin so, dass keine Beeinflussung irgendwelcher Art stattfand. Die Ablesungen erfolgten alle Minuten und wurden erst berücksichtigt, nachdem der stationäre Zustand eingetreten war. Die Wattmeter waren frisch geaicht und es wurden die Korrekturen aus den Aichkurven berücksichtigt.

Gleichzeitig mit den elektrischen Messungen wurde in bekannter Weise der Brennstoffverbrauch bestimmt. Zu diesem Zwecke wurde ein Gefäß, das mit der Rohleitung durch einen Gummischlauch verbunden war, auf eine Waage gesetzt und durch Ablesungen innerhalb gleicher Zeitintervalle die Gewichtsabnahme bestimmt. Je alle 5 Minuten

wurden an allen drei Zylindern Indikatordiagramme aufgenommen (Abb. 5); die verwendeten Indikatorfedern wurden in den Werkstätten von Gebrüder Sulzer geachtet. Die Messung des verbrauchten Kühlwassers erfolgte jeweils nach dem betreffenden Hauptversuch.

Ich gehe nun zur genauen Protokollierung der Versuche über.

1. Maximallast.

Dauer des Versuchs = 47 Min. 10 Sek. ($47\frac{1}{6}$ Min.)
Tourenzahl = 185,8 in der Minute.

Wattmeter I = 77,1 kw	Wattmeter II = 84,3 kw
Korrektur = -3,3 "	Korrektur = +0,8 "
$\underline{73,8 \text{ kw}}$	$\underline{85,1 \text{ kw}}$

Drehstromleistung = 158,9 kw

Wirkungsgrad des Generators einschliesslich Reibung und Ventilation = 92%.

Daher 1 PSe = 677 Watt

$$\text{Leistung des Motors} = \frac{158,9}{0,677} = 235 \text{ PSe.}$$

Brennstoffverbrauch.

35 kg in 47 Min. 10 Sek. (2830 Sek.)

in der Stunde = 44,5 kg für die PSe/St. = 189 gr.
für die kw/St. = 281 gr.

Kosten des Brennstoffes: für die PSe/St. = 1,59 Cts.
für die kw/St. = 2,36 Cts.

Kühlwassermessung.

$$\text{Belastung} = 162,8 \text{ kw} = \frac{162,8}{0,677} = 241 \text{ PSe.}$$

Kühlwasser: 180 Liter in 3 Min. 38 Sek. (218 Sek.)
= 2980 Liter in der Stunde = 12,3 Liter für die PSe/St.
Zuflusstemperatur = 8,0°C. Abflusstemperatur = 52°C.

2. $\frac{1}{2}$ Last.

Dauer des Versuchs = 1 St., 12 Min., 10 Sek. ($72\frac{1}{6}$ Min.)
Tourenzahl in der Minute = 188,2

Wattmeter I = 71,6 kw	Wattmeter II = 64,9 kw
Korrektur = -3,0 "	Korrektur = +0,8 "
$\underline{68,6 \text{ kw}}$	$\underline{65,7 \text{ kw}}$

Drehstromleistung = 134,3 kw.

Wirkungsgrad des Generators einschl. Reibung und Ventilation = 91,5%.

Daher 1 PSe = 673 Watt.

$$\text{Leistung des Motors} = \frac{134,3}{0,673} = 199,5 \text{ PSe.}$$

Brennstoffverbrauch.

45 kg in 1 St. 12 Min. 10 Sek. (4330 Sek.)

in der Stunde = 37,4 kg für die PSe/St. = 188 gr.
für die kw/St. = 280 gr.

Kosten des Brennstoffes: für die PSe/St. = 1,58 Cts.
für die kw/St. = 2,35 Cts.

Kühlwassermessung.

$$\text{Belastung} = 136,2 \text{ kw} = \frac{136,2}{0,673} = 202,5 \text{ PSe.}$$

Kühlwasser: 180 Liter in 4 Min. 8 Sek. (248 Sek.)
= 2620 Liter in der Stunde = 12,8 Liter für die PSe/St.
Zuflusstemperatur = 8,5°C. Abflusstemperatur = 48°C.

3. $\frac{3}{4}$ Last.

Dauer des Versuchs = 59 Minuten.

Tourenzahl in der Minute = 190,0.

Wattmeter I = 50,5 kw	Wattmeter II = 54,6 kw
Korrektur = -2,3 "	Korrektur = +0,6 "
$\underline{48,2 \text{ kw}}$	$\underline{55,2 \text{ kw}}$

Drehstromleistung = 103,4 kw.

Wirkungsgrad des Generators einschliesslich Reibung und Ventilation = 90,0%.

Daher 1 PSe = 662 Watt.

$$\text{Leistung des Motors} = \frac{103,4}{0,662} = 156,0 \text{ PSe.}$$

Brennstoffverbrauch.

30 kg in 59 Min. (3540 Sek.)

in der Stunde = 30,5 kg für die PSe/St. = 196 gr.
für die kw/St. = 297 gr.

Kosten des Brennstoffes: für die PSe/St. = 1,65 Cts.
für die kw/St. = 2,51 Cts.

Kühlwassermessung.

$$\text{Belastung} = 95,9 \text{ kw} = \frac{95,9}{0,662} = 145 \text{ PSe.}$$

Kühlwasser: 180 Liter in 5 Min. 26 Sek. (326 Sek.)
= 1990 Liter in der Stunde = 13,6 Liter für die PSe/St.
Zuflusstemperatur = 8,5°C. Abflusstemperatur = 50°C.

4. $\frac{1}{2}$ Last.

Dauer des Versuchs = 40 Min. 6 Sek. ($40\frac{1}{10}$ Min.)

Wattmeter I = 33,15 kw	Wattmeter II = 32,55 kw
Korrektur = -1,65 "	Korrektur = +0,10 "
$\underline{31,50 \text{ kw}}$	$\underline{32,65 \text{ kw}}$

Drehstromleistung = 64,15 kw.

Wirkungsgrad des Generators einschliesslich Reibung und Ventilation = 85,8%.

Daher 1 PSe = 631 Watt.

$$\text{Leistung des Motors} = \frac{64,15}{0,631} = 101,5 \text{ PSe.}$$

Brennstoffverbrauch.

$$\text{Belastung} = 15 \text{ kg in 40 Min. 6 Sek. (2406 Sek.)}$$

$$\text{in der Stunde} = 22,4 \text{ kg für die PSe/St. = 221 gr.}$$

$$\text{für die kw/St. = 350 gr.}$$

$$\text{Kosten des Brennstoffes: für die PSe/St. = 1,86 Cts.}$$

$$\text{für die kw/St. = 2,94 Cts.}$$

Kühlwassermessung.

$$\text{Belastung} = 64,2 \text{ kw} = \frac{64,2}{0,631} = 101,6 \text{ PSe.}$$

Kühlwasser: 180 Liter in 5 Min. 40 Sek. (340 Sek.)
= 1910 Liter in der Stunde = 18,8 Liter für die PSe/St.

Zuflusstemperatur = 8,0°C. Abflusstemperatur = 50°C.

5. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ Last.

Dauer des Versuchs = 37 Min. 15 Sek. ($37\frac{1}{4}$ Min.)

Tourenzahl = 191,5 in der Minute.

Wattmeter I = 13,4 kw	Wattmeter II = 12,55 kw
Korrektur = -0,75 "	Korrektur = -0,05 "
$\underline{12,65 \text{ kw}}$	$\underline{12,50 \text{ kw}}$

Drehstromleistung = 25,15 kw.

Wirkungsgrad des Generators einschliesslich Reibung und Ventilation = 71,6%.

Daher 1 PSe = 527 Watt.

$$\text{Leistung des Motors} = \frac{25,15}{0,527} = 47,6 \text{ PSe.}$$

Brennstoffverbrauch.

$$\text{10 kg in 37 Min. 15 Sek. (2235 Sek.)}$$

$$\text{in der Stunde} = 16,1 \text{ kg für die PSe/St. = 338 gr.}$$

$$\text{für die kw/St. = 642 gr.}$$

$$\text{Kosten des Brennstoffes: für die PSe/St. = 2,84 Cts.}$$

$$\text{für die kw/St. = 5,39 Cts.}$$

Kühlwassermessung.

$$\text{Belastung} = 25,4 \text{ kw} = \frac{25,4}{0,527} = 48,2 \text{ PSe.}$$

Kühlwasser: 180 Liter in 7 Min. 58 Sek. (478 Sek.)
= 1360 Liter in der Stunde = 28,3 Liter für die PSe/St.

Zuflusstemperatur = 8,5°C. Abflusstemperatur = 53°C.

Die drei Tabellen auf Seite 56 geben die Zusammenstellung aller Resultate einschliesslich Leerlaufversuch; außerdem sind in der dritten Tabelle die Wärmeverhältnisse bezw. die Verteilung der Wärme für die Stunde in Kalorien angegeben.

Die beigegebenen Kurven (Abb. 6 bis 10) zeigen noch den Brennstoffverbrauch, die Brennstoffkosten und den Wasser- verbrauch als Funktion der Belastung. Man ersieht hieraus, in welch weiten Grenzen Proportionalität zwischen Arbeitsleistung und Brennstoffverbrauch herrscht.

Die Garantien in Bezug auf Brennstoffverbrauch lauten, Brennstoff von 10000 kg Kalorien vorausgesetzt:

bei $\frac{1}{1}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}-\frac{1}{5}$	Last
200	210	235	285	—	gr

für die PSe/St. mit 5% Spielraum.

Abnahmeversuche 188 196 221 270¹⁾ 338 gr

¹⁾ Aus der Verbrauchskurve interpoliert.

Leistungsdiagramme des 200 PS Dieselmotors in der „Giesserei Bern“.

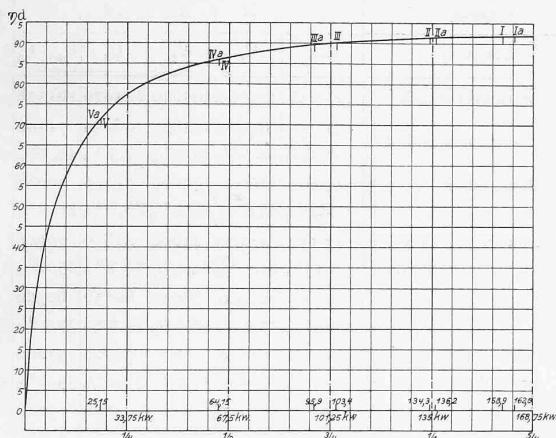


Abb. 3. Wirkungsgrad der Dynamo einschl. Reibung und Ventilation.

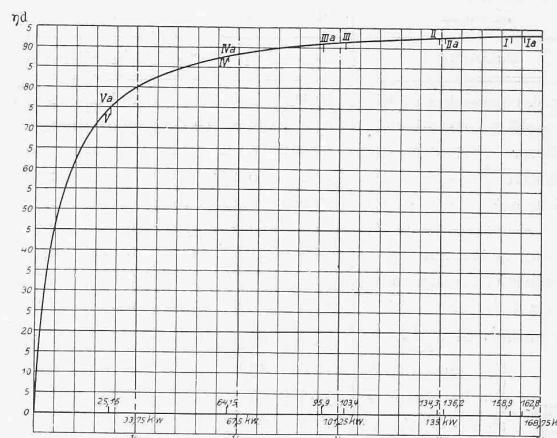


Abb. 4. Wirkungsgrad der Dynamo ohne Reibung und Ventilation.

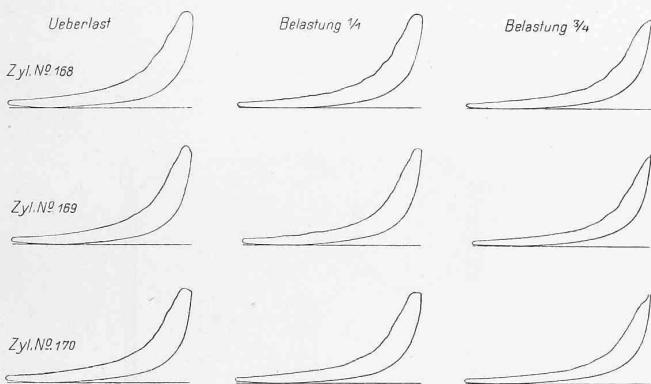


Abb. 5. Indikator-Diagramme der drei Zylinder bei sechs verschiedenen Belastungszuständen.

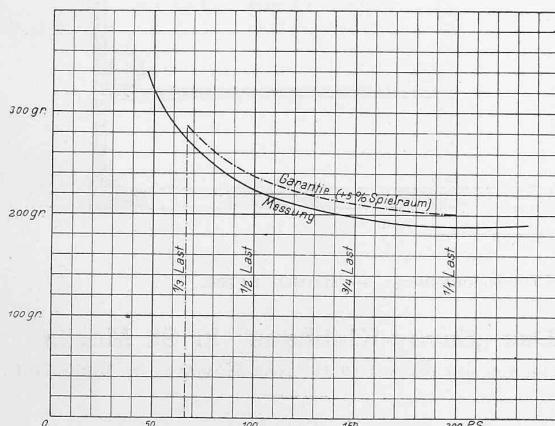


Abb. 6. Brennstoffverbrauch für die PSe/St. in gr.

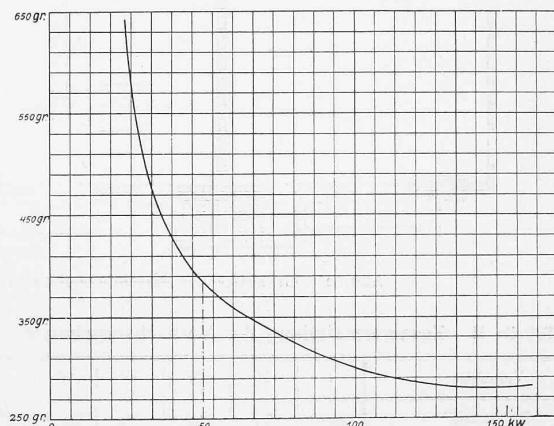


Abb. 7. Brennstoffverbrauch für die kw/St. in gr.

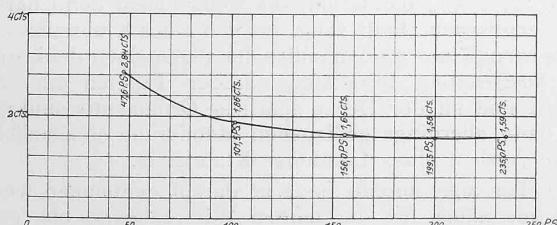


Abb. 8. Brennstoffkosten für die PSe/St. in Cts.

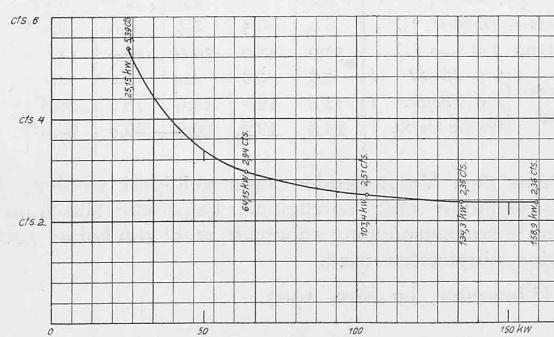


Abb. 9. Brennstoffkosten für die kw/St. in Cts.

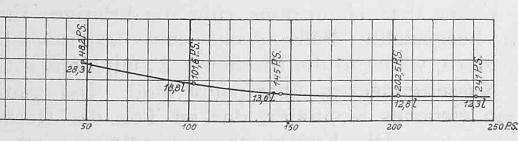


Abb. 10. Kühlwasserverbrauch für die PSe/St. in l.

Tabelle I. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Versuche	I	II	III	IV	V	Leerlauf
Belastung	max.	1/1	3/4	1/2	1/4—1/5	
Dauer des Versuches in Min.	47 1/6	72 1/6	59	40 1/10	37 1/4	14 2/3
Tourenzahl in der Minute	185,8	188,2	190,0	190,0	191,5	186,0
Mittlerer Zylind. Nr. 168	7,97	6,93	5,81	4,41	2,98	1,92
indizierter » 169	7,62	6,55	5,51	4,08	2,61	1,35
Druck kg/cm ² » 170	7,60	6,42	5,43	4,04	2,72	1,38
Indiz. Gesamtleistung in PS	303,5	264,0	225,0	167,5	112,2	60,8
Belastung in Kilowatt	158,9	134,3	103,4	64,15	25,15	—
Wirkungsgrad des Generators	92 %	91,5 %	90 %	85,8 %	71,6 %	—
Effektive Leistung in PS	235,0	199,5	156,0	101,5	47,6	—
η des Motors = $\frac{PSe}{PSi}$	0,775	0,755	0,695	0,606	0,424	—
Brennstoffverbrauch	im ganzen kg	35,0	45,0	30,0	15,0	10,0
	in der Stunde »	44,5	37,4	30,5	22,4	16,1
f. d. PSi/St. gr	146,5	141,8	135,5	134,0	143,5	134,0
f. d. PSe/St. »	189,0	188,0	196,0	221,0	338,0	—
für die kw/St.						
a. Schaltbrett »	281,0	280,0	297,0	350,0	642,0	—

Tabelle III. Verteilung der Wärme für die Stunde in Kalorien.

Versuche	I	II	III	IV	V	Leerlauf
Belastung	max.	1/1	3/4	1/2	1/4—1/5	
Gesamtwärmeverbrauch	445 934	374 785	305 640	224 970	161 338	81 771
in indiz. Arbeit verwandelt	192 750	167 600	142 800	106 250	71 100	38 650
= 43,25 %	44,7 %	46,8 %	47,3 %	44,1 %	47,3 %	
in effektive Arbeit verwandelt	149 200	126 200	99 000	64 400	30 200	—
= 33,5 %	33,6 %	32,4 %	28,7 %	18,7 %	—	
in Reibungs- u. Luftpumpenarbeit verwandelt	43 550	41 400	43 800	41 850	40 900	38 650
= 9,75 %	11,1 %	14,4 %	18,7 %	25,4 %	47,3 %	
in Kühlwasser abgeführt	127 200	101 900	88 000	80 150	60 300	32 500
= 28,6 %	27,2 %	28,8 %	35,6 %	37,3 %	39,7 %	
davon aus den Arbeitszylindern	121 000	96 800	83 600	76 200	57 200	31 000
= 27,2 %	25,85 %	27,4 %	33,9 %	35,4 %	37,9 %	
aus dem Luftpumpenzylinder	6200	5100	4400	4000	3100	1500
Verluste durch Auspuff und Strahlung	132 184	110 385	79 240	42 020	33 038	12 120
= 29,6 %	29,4 %	25,9 %	18,7 %	20,5 %	14,8 %	

Elektrische Zentrale der „Giesserei Bern“.

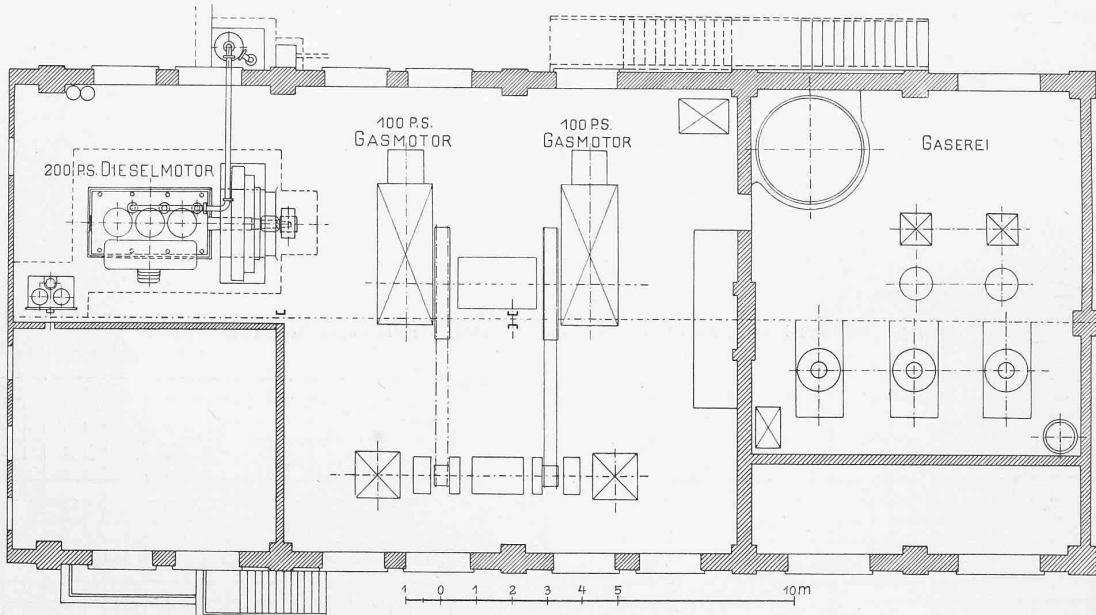


Abb. 2. Grundriss des Maschinengebäudes mit der 200 PS Dieselmotoranlage. — Maßstab 1:200.

Tabelle II. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Versuche	I	II	III	IV	V	Leerlauf
Belastung	max.	1/1	3/4	1/2	1/4—1/5	
Brennstoffkosten.						
Brennstoff f. 100 kg frko. Bern			Fr. 8,40			
Brennstoff f. d. PSe St. Cts.	1,59	1,58	1,65	1,86	2,84	—
für die kw/St. »	2,36	2,35	2,51	2,94	5,39	—
Kühlwasser- {Zufluss °C	8,0	8,5	8,5	8,0	8,5	—
temperatur {Abfluss °C	52,0	48,0	50,0	50,0	53,0	—
Kühlwasser- {f. d. PSi/St. l	9,6	9,8	9,4	11,4	12,1	—
menge {f. d. PSe/St. l	12,3	12,8	13,6	18,8	28,3	—
für die kw/St. l	18,3	19,2	20,8	30,8	53,6	—

Aus dem Vorstehenden kann gefolgert werden, dass der Dieselmotor eine vorzügliche kalorische Maschine ist, die, was Wärmeausnutzung anbetrifft, wohl von keiner andern Maschine übertroffen wird.

Winterthur, im Nov. 1907.

Das „Savoy-Klubhaus“ in St. Moritz.

Erbaut von den Architekten Val. Koch & Seiler in St. Moritz-Dorf.

II. (Schluss.)

Auf der Höhe des Erdgeschosses liegt der Lesesaal (Abb. 12, S. 59), ein Raum, der freilich mehr den Charakter einer englischen „hall“ zeigt, als den eines Klubraumes. Die englischen Klubs sind nämlich im allgemeinen denkbar einfach ausgestattet, Brusttäfer, darüber Tapeten oder Stoffbezüge und an der Decke spärliche Ornamentik sind neben der dann allerdings gediegenen Möblierung so ziemlich der ganze Ausbau eines Londoner Klubraums.

Hier aber musste Bedacht darauf genommen werden, dass vor allem für die langen Winterabende ein gemütlicher Unterschlupf geschaffen werde, wofür der Ausbau im Sinne einer englischen Halle besonders geeignet erschien.

Über dem Hauptraum ruht die kräftige, in Dunkel-Eiche hergestellte Balkendecke mit dazwischenliegenden Putzfeldern, während die Nischen z. T. mit kleinen Gewölben oder Kassettendecken überspannt sind. Der ganze Raum hat ein eichenes Kopftäfer, das im Ton der Deckenbalken gehalten ist. Die Frischluftzufuhr erfolgt über der Ein-