

480 Beispiele für Gesamtprüfungen und Abnahmen in Zentralstationen.

$$N_i \text{ oben} = \frac{2488,55 \cdot 3,5171 \cdot 1,0025 \cdot 102,5}{60 \cdot 75} = 198,98 \text{ PS}_i$$

bzw.

$$N_i \text{ unten} = \frac{2533,67 \cdot 3,5176 \cdot 1,0025 \cdot 102,5}{60 \cdot 75} = 202,61 \text{ PS}_i,$$

$$N_i = N_i \text{ oben} + N_i \text{ unten} = 198,98 + 202,61 = 401,59 \text{ PS}_i.$$

Die anderen Werte ergeben sich in analoger Weise. Die effektiven Leistungen ermitteln sich aus den Formeln:

$$\frac{\text{Gemessene elektrische Energie in Watt}}{736 \cdot 0,93 \text{ (Wirkungsgrad der Dynamo)}} \text{ oder aus } N_i - N_i;$$

hieraus der Wert für den mechanischen Nutzeffekt der Dampfmaschine.

Der Dampfverbrauch berechnet sich wie folgt:

Gesamter Speisewasserverbrauch — Niederschlagwasser aus der Leitung = 48343 — 1589 = 46754 kg.

Diese Wassermenge wurde verbraucht bei Erzeugung von

$$1113,1 \text{ PS}_i \times 7,217 \text{ Stunden,}$$

somit

$$\text{für 1 PS}_i\text{-Stunde: } \frac{46754}{1113,1 \cdot 7,217} = 5,82 \text{ kg.}$$

Die anderen Werte finden sich in analoger Weise. Alle weiteren Berechnungen sind in der Versuchstabelle B schon genügend ausgeführt.

Drittes Beispiel.

Abnahmeversuche an Kesseln¹⁾ und Dampfmaschinen¹⁾ in den Mülhauser Elektrizitätswerken (erbaut von Siemens u. Halske, A.-G.).

Im folgenden seien die an vier Versuchstagen vorgenommenen Prüfungen beschrieben, nämlich zwei Hauptversuche und zwei besondere Verdampfungsversuche. Die Prüfungen der Hauptversuche erstreckten sich auf Bestimmung des Nutzeffektes der Dampfmaschinen, des Kohlen- und des Dampfverbrauches, weiterhin auf Feststellung des Ungleichförmigkeitsgrades und der Tourenschwankungen bei plötzlichen Belastungsänderungen.

Angaben über die Maschinen und Kessel sowie Garantien.

Dampfkessel: 195 qm Heizfläche, 8 kg Überdruck.

Stehende Dampfmaschine: Hochdruckzylinder $d_H = 460 \text{ mm}$,

Niederdruckzylinder $d_N = 720 \text{ mm}$; Hub = 560 mm.

Lichtdynamo von Siemens u. Halske mit einer Leistung von 1050 bis 720 Amp. bei 150 Umdrehungen pro Minute und 220 bis 330 Volt.

¹⁾ Geliefert von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft.

Garantien:

1. Leistung normal: 300 PS_e bei 7¹/₂ kg/qcm Admissionsdruck und 24 Proz. Füllung.
 Leistung maximal: 360 PS_e bei 7¹/₂ kg/qcm Admissionsdruck und 35 Proz. Füllung.
2. Dampfverbrauch: 7³/₄ kg pro PS_i bei 300 PS_e Leistung.
 Dampfverbrauch: 8¹/₄ kg pro PS_i bei 360 PS_e Leistung.
3. Wirkungsgrad $\eta = \frac{N_e}{N_i} = \frac{\text{effektive Leistung}}{\text{indizierte Leistung}} = 0,88.$
4. Ungleichförmigkeitsgrad des Schwungrades = 1:200 = ¹/₂ Proz.
 Ungleichförmigkeitsgrad der Regulierung beim plötzlichen Aus- und Einschalten von 25 Proz. der Belastung = 1:50 = ± 2 Proz.
5. Verdampfung pro Quadratmeter Heizfläche: 12 kg Kohlen. Bei normaler Beanspruchung des Kessels soll 1 kg Kohle (brutto) von 7500 Kal. Heizwert und 6 bis 8 Proz. Schlackengehalt 8 kg Wasser verdampfen.

Erster Versuch.

A. Abnahmeversuch mit 300 PS_e-Leistung.

(Versuchsdauer vier Stunden.)

Zeit	Ankerstrom Amp.	Nebenschlußstrom Amp.	Abgegebener Strom Amp.	Klemmenspannung Volt	Leistung KW	Leistung der Dampfmaschine PS _e	Tourenzahl	In-dizierte Leistung PS _i
3 ⁰⁵	735	22,2	712,8	291	207,5	303,0	172	337,50
3 ¹⁰	720	22,6	697,4	290	202,0	295,5	173	
3 ¹⁵	715	21,4	693,6	290	201,0	293,5	173	328,25
3 ²⁰	760	18,4	741,6	274	203,0	297,0	173	
3 ²⁵	750	18,4	731,6	274	200,5	293,0	173	320,25
3 ³⁰	750	18,4	731,6	273	200,0	292,0	173	
3 ³⁵	753	18,4	734,6	274	201,0	293,5	173	320,25
3 ⁴⁰	753	18,4	734,6	274	201,0	293,5	173	
3 ⁴⁵	745	18,4	726,6	276	200,5	293,0	174	325,85
3 ⁵⁰	725	18,4	706,6	276	202,0	295,5	174	
3 ⁵⁵	733	18,8	714,2	276	197,0	288,0	173	320,05
4 ⁰⁰	732	18,8	733,2	278	204,0	298,0	174	
4 ⁰⁵	740	18,8	721,2	279	201,0	293,5	174	320,05
4 ¹⁰	735	18,7	716,3	277	198,5	290,0	174	
4 ¹⁵	735	18,7	716,3	278	199,0	291,0	174	320,05
4 ²⁰	730	18,7	711,3	278	198,0	289,0	174	
4 ²⁵	740	19,1	720,9	279	201,0	293,5	174	

Zeit	Ankerstrom Amp.	Nebenschlußstrom Amp.	Abgegebener Strom Amp.	Klemmen- spannung Volt	Leistung KW	Leistung der Dampfmaschine PS _e	Tourenzahl	In- dizierte Leistung PS _i
4 ³⁰	732	19,1	712,9	280	200,0	292,0	174	
4 ³⁵	710	19,1	690,9	280	193,5	283,0	174	
4 ⁴⁰	735	20,0	715,0	282	202,0	295,5	172	329,35
4 ⁴⁵	770	19,8	750,2	280	210,0	307,0	173	
4 ⁵⁰	755	19,8	735,2	280	206,0	301,0	173	
4 ⁵⁵	760	19,8	740,2	281	208,0	304,0	173	
5 ⁰⁰	745	19,4	725,6	281	204,0	298,0	174	321,65
5 ⁰⁵	735	19,5	715,5	282	201,7	295,0	175	
5 ¹⁰	700	19,4	680,6	282	192,0	280,5	174	
5 ¹⁵	712	19,5	692,5	283	196,0	286,0	174	
5 ²⁰	705	20,5	685,5	284	195,0	284,5	175	316,50
5 ²⁵	715	20,5	694,5	287	199,0	291,0	175	
5 ³⁰	715	20,6	694,4	286	198,5	290,0	174	
5 ³⁵	695	20,6	674,4	287	194,0	283,0	174	
5 ⁴⁰	720	21,0	699,0	289	202,0	295,5	175	332,90
5 ⁴⁵	715	21,0	694,0	289	200,5	293,0	175	
5 ⁵⁰	710	21,0	689,0	290	199,7	292,0	174	
5 ⁵⁵	705	21,0	684,0	291	199,0	291,0	175	
6 ⁰⁰	695	21,0	674,0	292	197,0	287,5	175	
6 ⁰⁵	690	21,0	669,0	293	196,0	286,0	175	321,10
6 ¹⁰	710	22,0	688,0	294	202,0	295,5	174	
6 ¹⁵	685	22,0	663,0	294	195,0	285,0	173	
6 ²⁰	690	22,6	667,4	295	197,0	287,5	174	
6 ²⁵	710	22,2	687,8	296	204,0	298,0	174	
6 ³⁰	725	22,2	702,8	292	205,0	299,5	173	338,35
6 ³⁵	715	22,3	692,7	293	203,0	297,0	174	
6 ⁴⁰	710	22,3	687,7	294	202,0	295,5	173	
6 ⁴⁵	715	22,8	692,2	294	203,5	297,0	173	
6 ⁵⁰	720	22,8	697,2	295	205,5	300,0	173	336,60
6 ⁵⁵	720	22,8	697,2	295	205,5	300,0	173	
7 ⁰⁰	720	22,6	697,4	294	205,0	299,5	173	338,60
7 ⁰⁶	720	22,4	677,6	292	198,0	289,0	173	
			Sa. 34 511,8	13 964		14 371,5		

Mittlere Stromstärke 704,3 Amp. Mittlere Spannung 284,98 Volt. Mittlere Leistung 200,7 KW. Mittlere Leistung $N_e = 293,3$ effektive Pferdestärken. Mittlere Leistung $N_i = 327,60$ indizierte Pferdestärken.

(Die abgegebene Stromstärke ergibt sich nach Abzug des Nebenschlußstromes von der abgelesenen Stromstärke im Anker.)

Die effektive Dampfmaschinenleistung wurde aus der elektrischen Leistung ermittelt, Berechnung s. S. 485.

Die indizierte Leistung ist aus nachstehender Versuchstabelle und Berechnung (s. S. 484 u. 485) gewonnen.

Der gesamte erzeugte Dampf innerhalb vier Stunden wurde nach Abzug des Kondensates in den Leitungen zu 9108 kg ermittelt; der Dampfverbrauch pro Stunde betrug daher $9108:4 = 2277$ kg, bzw pro Stunde und indizierte Pferdekraft $\frac{2277}{327,6} = 6,95$ kg.

Der Wirkungsgrad der Dampfmaschine ergibt sich aus N_e und N_i zu

$$\eta = \frac{N_e}{N_i} = \frac{293,3}{327,6} = 0,895.$$

Die Füllung des Hochdruckzylinders betrug bei dem Versuche im Mittel 20 Proz., der Admissionsdruck 6,37 kg/qcm (Überdruck).

B. Indikatorversuch

bei normaler Belastung der Dampfmaschine von 300 PS_e.

Diagramm Nr.	Zeit	Mittlerer indizierter Druck p_i				Leistung PS _i
		im Hochdruckzylinder		im Niederdruckzylinder		
		oben	unten	oben	unten	
1	3 ⁰⁰	2,47	2,50	0,975	0,910	337,50 ¹⁾
2	3 ²⁰	2,60	2,37	0,920	0,855	328,25
3	3 ⁴⁰	2,33	2,42	0,920	0,855	320,25
4	4 ⁰⁰	2,40	2,52	0,920	0,860	325,85
5	4 ²⁰	2,30	2,50	0,900	0,852	320,05
6	4 ⁴⁰	2,35	2,48	0,960	0,880	329,35
7	5 ⁰⁰	2,38	2,31	0,960	0,855	321,65
8	5 ²⁰	2,33	2,30	0,900	0,820	316,50
9	5 ⁴⁰	2,41	2,45	0,975	0,900	332,90
10	6 ⁰⁰	2,30	2,41	0,920	0,860	321,10
11	6 ³⁰	2,40	2,50	0,980	0,940	338,35
12	6 ⁵⁰	2,42	2,50	0,975	0,920	336,60
13	7 ⁰⁰	2,45	2,51	0,980	0,920	338,60
Im Mittel		2,395	2,444	0,945	0,879	
Mittl. Leistung PS _i		170,35 ¹⁾	168,84 ¹⁾	164,67 ¹⁾	151,38 ¹⁾	
		Mittelwert 169,6		Mittelwert 158		

Mittlere indizierte Leistung $N_i = 169,6 + 158 = 327,6$ PS_i.

¹⁾ Berechnung siehe nebenstehend und S. 484.

Berechnungen zu A und B.

1. Berechnung der indizierten Dampfmaschinenleistung (s. S. 25 und folgende).

(Zylinderdurchmesser 460/700 mm, Hub 560 mm, Kolbenstangendurchmesser 78 mm.)

Die nutzbaren Kolbenflächen O ermitteln sich aus obigen Dimensionen wie folgt:

Hochdruckzylinder.

$$\begin{aligned} \text{Zylinderoberfläche} & \dots = 0,166\,190\text{ m}^2 \text{ oben,} \\ \text{Kolbenstangenquerschnitt} & \dots = 0,004\,778\text{ m}^2, \\ \text{somit } (O_H)_k & \dots = 0,161\,412\text{ m}^2 \text{ unten.} \end{aligned}$$

Niederdruckzylinder.

$$\begin{aligned} \text{Zylinderoberfläche} & \dots = 0,407\,150\text{ m}^2 \text{ oben,} \\ \text{Kolbenstangenquerschnitt} & \dots = 0,004\,778\text{ m}^2, \\ \text{somit } (O_N)_k & \dots = 0,402\,372\text{ m}^2 \text{ unten.} \end{aligned}$$

Behufs einfacher Ausrechnung der indizierten Leistungen aus Kolbenflächen, den indizierten Drucken und der Tourenzahl wurden folgende Konstanten für Normalbelastung berechnet, wobei die mittlere Tourenzahl 172 (laut Angabe des Hubzählers) zugrunde gelegt wurde:

$$\text{Kolbengeschwindigkeit} = \frac{2 \cdot 560 \cdot 172}{60} = 3,21 \text{ m/sec;}$$

daher sind die Konstanten für die Berechnung der Leistungen:

$$\begin{aligned} \text{für den Hochdruckzylinder oben} & \quad \frac{1661,9 \cdot 3,21}{75} = 71,13; \\ \text{ " " " unten} & \quad \frac{1614,12 \cdot 3,21}{75} = 69,08; \\ \text{für den Niederdruckzylinder oben} & \quad \frac{4071,50 \cdot 3,21}{75} = 174,25; \\ \text{ " " " unten} & \quad \frac{4023,72 \cdot 3,21}{75} = 172,22. \end{aligned}$$

Durch Multiplikation dieser Konstanten mit den aus den Diagrammen erhaltenen mittleren Drucken pro cm^2 ergibt sich die indizierte Leistung; z. B. für Diagrammaufnahme 1. unter B:

$$\begin{aligned} N_i &= \frac{2,47 \cdot 71,13 + 2,50 \cdot 69,08}{2} + \frac{0,975 \cdot 174,25 + 0,910 \cdot 172,22}{2} \\ &= 337,5 \text{ PS}_i. \end{aligned}$$

Die mittlere indizierte Leistung aus sämtlichen Messungen unter B betrug 327.6 PS_i.

2. Berechnung der effektiven Dampfmaschinenleistung.

Die effektive Leistung wurde berechnet aus der von der Dynamo abgegebenen elektrischen Energie mit Zugrundelegung eines Dynamonutzeffektes von 93 Proz. Dieselbe drückt sich jeweils aus als

$$N_e = \frac{\text{abgegebene Kilowatt}}{0,736 \cdot 0,93}.$$

C. Entlastungsproben der Dampfmaschine.

Durch plötzliches Ent- bzw. Belasten um etwa 30 Proz. der Normalleistung der Dynamo, sowie um 30 Proz. bei 500 Amp. Anfangsbelastung wurden Tourenschwankungen herbeigeführt. Das Resultat der Beobachtungen war folgendes:

Entlastung von 700 auf 500 Amp. — Schwankungen: 173 (Anfangstourenzahl) — 176,5 — 176 (Endtourenzahl) = ~ 2 Proz.

Entlastung von 500 auf 350 Amp. — Schwankungen: 176 (Anfangstourenzahl) — 179 — 176 — 179 — 176 — 179 — 176 — 179 — 176 — 177 (Endtourenzahl) = $\sim 1,7$ Proz.

Die Dauer der Schwankungen betrug etwa eine Minute. Die Entlastung der Dynamo wurde durch den Nebenschlußregulierwiderstand bewirkt.

Der Ungleichförmigkeitsgrad wurde aus dem Diagramme des Tachographen (s. S. 189 u. f.) als $\sim 1:400$ festgestellt.

D. Dampfkesselleistung bei Normalbetrieb.

Innerhalb vier Stunden wurden 9520 kg Speisewasser von 14° C verdampft, d. h. pro Stunde und Quadratmeter Heizfläche:

$$\frac{9520}{4 \cdot 195} = 12,21 \text{ kg.}$$

Dabei wurden an Kohle (gestellt von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft) 1370 kg verfeuert; somit verdampfte 1 kg Kohle an Speisewasser:

$$\frac{9520}{1370} = 6,95 \text{ kg.}$$

Zweiter Versuch.

A. Abnahmeversuch mit 360 PS_e-Leistung.

(Versuchsdauer drei Stunden.)

Zeit	Ankerstrom Amp.	Nebenschlußstrom Amp.	Abgegebenener Strom Amp.	Klemmenspannung Volt	Leistung KW	Leistung der Dampfmaschine PS _e	Tourenzahl	Indizierte Leistung PS _i
3 ³⁰	860	25,4	834,6	296	247,0	361,0	170	385,3
3 ³⁵	855	25,1	829,9	296	246,0	359,0	170	
3 ⁴⁰	830	26,3	803,7	296	238,0	347,5	168	
3 ⁴⁵	870	26,3	843,7	297	250,5	366,0	170	
3 ⁵⁰	840	26,4	813,6	296	240,5	351,5	169	388,3
3 ⁵⁵	850	26,6	823,4	298	245,0	358,0	169	
4 ⁰⁰	895	22,8	872,2	284	248,0	362,0	170	397,6
4 ⁰⁵	900	22,8	877,2	285	250,0	365,0	170	
4 ¹⁰	900	23,3	876,7	286	250,5	366,0	170	
4 ¹⁵	895	23,2	871,8	286	249,5	364,0	170	400,6
4 ²⁰	895	23,2	871,8	286	249,5	364,0	170	
4 ²⁵	880	23,0	857,0	286	245,0	358,0	170	
4 ³⁰	880	23,0	857,0	287	246,0	359,5	170	
4 ³⁵	900	24,3	875,7	288	252,0	368,0	170	
4 ⁴⁰	875	23,6	851,4	288	245,5	358,0	170	392,4
4 ⁴⁵	880	24,2	855,8	290	248,0	362,0	170	
4 ⁵⁰	870	24,2	845,8	290	245,5	358,0	170	
4 ⁵⁵	855	24,2	830,8	292	242,5	354,0	170	
5 ⁰⁰	840	24,2	815,8	293	239,0	349,0	170	386,1
5 ⁰⁵	830	24,2	805,8	294	235,0	343,5	171	
5 ¹⁰	830	24,6	805,4	296	238,5	348,0	171	
5 ¹⁵	820	24,6	795,4	296	235,5	344,0	170	
5 ²⁰	810	25,4	784,6	298	234,0	341,5	170	
5 ²⁵	780	26,8	753,2	299	226,0	329,0	168	
5 ³⁰	800	26,2	773,8	300	232,0	339,0	166	
5 ³⁵	870	26,2	843,8	294	248,0	362,0	166	
5 ⁴⁰	840	24,8	815,2	294	240,0	350,0	170	383,1
5 ⁴⁵	835	24,8	810,2	296	240,0	350,0	171	
5 ⁵⁰	845	25,5	819,5	297	243,5	355,0	171	
5 ⁵⁵	825	26,2	798,8	298	238,0	348,0	172	
6 ⁰⁰	825	26,2	798,3	298	238,0	348,0	170	389,2
6 ⁰⁵	830	26,2	803,8	300	241,0	352,0	170	
6 ¹⁰	825	26,1	798,9	300	240,0	350,0	171	
6 ¹⁵	812	26,0	786,0	300	236,0	345,0	171	
6 ²⁰	818	25,9	792,1	300	238,0	348,0	171	384,6
6 ²⁵	800	25,8	774,2	300	232,5	340,0	171	
6 ³⁰	805	25,8	779,2	301	234,0	342,0	171	
Sa. 30 446,6				10 881		13 065,5		
Mittelwerte			822,9	294,1	242	353,1		389,77
			(Stromstärke)	(Spannung)	(Leistung)	(Leistung)		(a. unter B. S. 487).

B. Indikatorversuch

(bei Überlastung der Dampfmaschine. 360 PS_e).

Diagramm Nr.	Zeit	Mittlerer indizierter Druck p_i				Leistung PS _i
		im Hochdruckzylinder		im Niederdruckzylinder		
		oben	unten	oben	unten	
1	3 ³⁰	2,71	2,74	1,200	1,13	385,3 ¹⁾
2	3 ⁵⁰	2,60	2,82	1,275	1,10	388,3
3	4 ⁰⁰	2,72	2,94	1,250	1,14	397,6
4	4 ²⁰	2,80	2,90	1,235	1,17	400,6
5	4 ⁴⁰	2,70	2,81	1,220	1,17	392,4
6	5 ⁰⁰	2,70	2,80	1,200	1,12	386,1
7	—	—	—	—	—	—
8	5 ⁴⁰	2,70	2,73	1,170	1,14	383,1
9	6 ⁰⁰	2,66	2,83	1,210	1,15	389,2
10	6 ²⁰	2,71	2,82	1,170	1,12	384,6
Im Mittel		2,70	2,82	1,214	1,138	
Mittl. Leistung PS _i		188,46 ¹⁾	191,20 ¹⁾	207,55 ¹⁾	192,33 ¹⁾	
		Mittel 189,83		Mittel 199,94		

Mittlere indizierte Leistung $N_i = 189,83 + 199,94 = 389,77$ PS_i.

Dampfverbrauch pro Stunde netto = 2736,3 kg.

Dampfverbrauch pro Stunde und PS_i = $2736,3 : 389,77 = 7,02$ kg.

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{N_e}{N_i} = \frac{353,1}{389,77} = 0,906.$$

Mittlere minutliche Tourenzahl (laut Angabe des Hubzählers) = 168,57.

$$\text{Kolbengeschwindigkeit} = \frac{2 \cdot 560 \cdot 168,57}{60} = 3,15 \text{ m/sec.}$$

Die Füllung betrug im Mittel 30,5 Proz., der Admissionsdruck 6,61 kg/qcm.

C. Der Ungleichförmigkeitsgrad

ergab sich auf Grund des durch den Tachographen verzeichneten Diagrammes wieder zu 1 : 400 (s. S. 189 u. f.).

D. Dampfkesselleistung bei 360 PS_e.

Innerhalb drei Stunden wurden insgesamt verdampft 8550 kg Speisewasser von 14°C, d. h. pro Stunde und Quadratmeter Heizfläche:

¹⁾ Die Ausrechnung ist analog der oben beschriebenen.

$$\frac{8550}{3 \cdot 195} = 14,62 \text{ kg.}$$

Dabei wurde an Kohle (geliefert von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft) 1224 kg verfeuert.

Danach verdampfte 1 kg Kohle an Speisewasser:

$$\frac{8560}{1224} = 6,98 \text{ kg.}$$

Obige Versuche hatten erwiesen, daß alle geleisteten Garantien eingehalten wurden mit Ausnahme derjenigen bezüglich Dampferzeugung pro Kilogramm Kohle: statt einer Verdampfungsziffer von 8 kg wurde nur eine solche von 6,95 bzw. 6,98 erreicht.

Als Grund hierfür wurde unsachgemäße Bedienung des Kessels durch den Heizer sowie der Umstand erkannt, daß das Speisewasser nicht vorgewärmt war, während die Vorwärmung heutzutage meist geschieht. Außerdem zeigte sich, daß die bis dahin verfeuerte Kohle (gestellt von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft) den im Verträge zugrunde gelegten Heizwert (7500 Kal.) nicht besaß.

Es wurden daher noch zwei spezielle Verdampfungsversuche angestellt; einmal unter Verwendung von Kohlen der Mülhausener Elektrizitätswerke, das andere Mal der schon früher verfeuerten Kohle der oben genannten Firma; beide Male wurde das Speisewasser vorgewärmt unter Benutzung des Kondenswassers aus der Dampfleitung und aus den Dampfmänteln der Maschine, und vor allem der Kessel durch einen tüchtigeren Heizer bedient.

Unter diesen Umständen wurden die Garantieziffern, wie die nachstehenden Versuche zeigen, gut erreicht, selbst bei Verwendung der geringeren Kohlensorte.

Dritter Versuch.

Bei den folgenden Verdampfungsversuchen wurde lediglich die Menge und Temperatur des zugespeisten Wassers und der Kohlenverbrauch gemessen. Das Speisewasser wurde einem mehrmals gefüllten Reservoir entnommen (s. nebenstehende Tabelle).

Der Kessel wurde um 1 Uhr angeheizt und lieferte von 2 Uhr an Dampf für den Betrieb der Dampfmaschine, war somit zu Beginn des Versuches 3²⁷ Uhr in normal durchwärmtem Zustande.

Der Wasserverbrauch wurde aus den mehrmaligen Füllungen des Reservoirs berechnet und ergab sich laut Tabelle, wie folgt:

Verdampfungsversuche.

Anderer Heizer: fachgemäßere Bedienung des Kessels. — Kohle der Mülhausener Elektrizitätswerke.

(Versuchsdauer drei Stunden.)

Zeit	Inhalt des Reservoirs Liter	Wassertemperatur °C	Zeit	Inhalt des Reservoirs Liter	Wassertemperatur °C	Zeit	Inhalt des Reservoirs Liter	Wassertemperatur °C
3 ²⁷	1000	52		100	49		100	50
	800	54	4 ³⁵	0	52	5 ³³	0	53
	700	55		500	45		500	34
	600	56		400	40		400	35
	500	58		300	40		300	36
	400	59		200	46		200	37
	300	60		100	46		100	40
	200	61	4 ⁴⁵	0	52	5 ⁴⁷	0	43
	100	61		500	40		500	42
3 ⁵⁰	0	65		400	38		400	42
	855	51		300	37		300	46
	800	51		200	41		200	47
	700	51		100	41		100	50
	600	51	4 ⁵⁶	0	42	5 ⁵⁸	0	55
	500	52		500	40		500	32
	400	52		400	35		400	33
	300	53		300	40		300	32
	200	53		200	43		200	34
	100	55		100	48		100	36
4 ⁰⁸	0	55	5 ¹⁰	0	53	6 ¹⁰	0	39
	500	50		500	44		500	41
	400	50		400	37		400	42
	300	51		300	38		300	45
	200	53		200	40		200	40
	100	58		100	41		100	54
4 ²⁴	0	60	5 ²⁰	0	45	6 ²⁵	0	60
	510	45		500	40		500	40
	400	45		400	42	6 ²⁷	480	40
	300	46		300	44			
	200	47		200	48			

1000 kg
 + 855 " "
 + 500 " "
 + 510 " "
 + 9 × 500 = 4500 " "
 + 500 - 480 = 20 " "

 Sa. = 7385 kg.

An Kohle, die übrigens stark angefeuchtet war, wurden in der Versuchszeit verbraucht: 908 kg.

Somit wurde pro Kilogramm Kohle verdampft:

$$\frac{7385}{908} = 8,13 \text{ kg Wasser,}$$

pro Quadratmeter Heizfläche und Stunde:

$$\frac{7385}{195.3} = 12,64 \text{ kg Wasser.}$$

Verdampfungsversuch.

Anderer Heizer: sachgemäßere Bedienung des Kessels. — Kohle der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft.

(Versuchsdauer 2 Stunden 53 Minuten.)

Zeit	Inhalt des Reservoirs Liter	Wasser- temperatur ° C	Zeit	Inhalt des Reservoirs Liter	Wasser- temperatur ° C	Zeit	Inhalt des Reservoirs Liter	Wasser- temperatur ° C			
9 ¹⁷	705	62	10 ¹⁷	400	47	11 ¹³	100	51			
	600	63		300	48		0	53			
	500	64		200	49		700	35			
	400	65		100	50		600	35			
	300	65		0	53		500	36			
	200	66		700	43		400	37			
9 ²³	100	68	10 ³⁵	600	41	11 ²⁸	300	39			
	0	70		500	43		200	39			
	700	60		400	44		100	41			
	600	59		300	46		0	42			
	500	60		200	47		700	34			
	400	60		100	52		600	36			
9 ³⁸	300	61	10 ⁵³	0	54	11 ⁵⁰	500	38			
	200	61		700	36		400	40			
	100	62		600	35		300	43			
	0	63		500	37		200	45			
	9 ⁴⁴	700		44	10 ⁵³		400	38	11 ⁵⁰	100	51
		600		44			300	40		0	53
500		45	200	41		700	33				
400		48	100	44		600	33				
300		52	0	45		500	34				
200		53	700	39		400	34				
10 ⁰⁰	100	55	10 ⁵³	600	41	12 ⁰⁰	300	35			
	0	57		500	42		200	36			
10 ⁰³	700	45	10 ⁵³	400	44	12 ⁰⁰	100	36			
	600	46		300	46		40	36			
	500	47		200	49						

Die mittlere Temperatur des Speisewassers betrug $45,3^{\circ}\text{C}$.

Wie schon erwähnt, enthielt die Kohle bei diesem Versuche viel Feuchtigkeit. Es müßte indes mit trockenem Brennmaterial gerechnet werden. Um den Feuchtigkeitsgehalt zu bestimmen, wurde ein Quantum von 50 kg nasser Kohle auf den Kessel gebracht und mehrere Stunden dort belassen. Danach wurde die Kohle abermals gewogen und eine Gewichtsabnahme von 3 kg festgestellt. Der oben gefundene Kohlenverbrauch muß daher noch eine entsprechende Korrektur erfahren. Er beträgt in Wirklichkeit:

$$908 \frac{(50 - 3)}{50} = 853,52 \text{ kg Kohle (trocken).}$$

Die Verdampfung pro 1 kg Kohle ist somit:

$$\frac{7385}{853,52} = 8,65 \text{ kg Wasser.}$$

Vierter Versuch.

(Siehe Tabelle auf voriger Seite.)

Der Kessel wurde um 7 Uhr 25 Minuten angeheizt und lieferte von 8 Uhr 10 Minuten an Dampf für den Betrieb.

Verbrauchtes Wasser laut Tabelle:

$$\begin{array}{r} 705 \text{ kg} \\ + 8 \times 700 = 5600 \text{ " } \\ + 700 - 40 = 660 \text{ " } \\ \hline \text{Sa.} = 6965 \text{ kg.} \end{array}$$

An Kohle (wiederum stark angefeuchtet) wurden verbraucht:

$$885,8 \text{ kg.}$$

Somit wurden verdampft pro Kilogramm Kohle:

$$\frac{6965}{885,8} = 7,87 \text{ kg Wasser,}$$

pro Quadratmeter Heizfläche und Stunde:

$$\frac{6965}{195 \cdot 2,883} = 12,4 \text{ kg Wasser.}$$

Die mittlere Temperatur des Speisewassers betrug 47°C . Die Feuchtigkeit der Kohle wurde in derselben Weise wie beim vorhergehenden Versuche ermittelt, und zwar wieder zu 3 kg Wasser auf 50 kg Kohle. Die hiernach korrigierten Werte lauten:

$$\text{Gesamter Kohlenverbrauch} = 885,8 \cdot \frac{(50 - 3)}{50} = 832,7 \text{ kg (trocken).}$$

Verdampft pro Kilogramm Kohle:

$$\frac{6965}{832,7} = 8,37 \text{ kg Wasser.}$$