

**KONSTRUKTIONEN
UND BERECHNUNG VON LOKOMOTIVEN**

HANDBUCH

VON L. B. JANUSCH · W. M. PANSKI · B. A. PAWLOW

MIT 252 BILDERN

f
v

FACHBUCHVERLAG LEIPZIG 1954

INHALTSVERZEICHNIS

ERSTER TEIL. ALLGEMEINE ANGABEN

<p>Kapitel I. ALLGEMEINE ANGABEN ÜBER DIE HAUPTSÄCHLICHSTEN LOKOMOTIVTYPEN DER UdSSR 1</p> <p>1. Hauptmerkmale der Lokomotivklassifikation 1</p> <p>2. Hauptkennzeichen der Lokomotiven der UdSSR 1</p> <p>3. Klassifikation der Lokomotivteile und Terminologie 1</p> <p>Kapitel II. BESTIMMUNG DER HAUPTABMESSUNGEN DER LOKOMOTIVE 15</p> <p>4. Klassifikation der Lokomotivabmessungen 15</p> <p>5. Aufgaben beim Entwurf einer Lokomotive 15</p>	<p>Erste Aufgabenart 15</p> <p>Zweite Aufgabenart 15</p> <p>6. Lokomotiv- und Tendertyp 16</p> <p>7. Lokomotiv- und Tendergewicht 17</p> <p>8. Achsdruck auf die Schienen 17</p> <p>9. Theoretisches Gewicht des Zuges ohne Lokomotive 17</p> <p>10. Theoretische Streckensteigung 18</p> <p>11. Theoretische Lokomotivgeschwindigkeiten 18</p> <p>12. Theoretische Lokomotivleistung, gemessen am Treibradumfang 18</p> <p>13. Theoretischer Wirkungsgrad der Lokomotive 19</p> <p>14. Bestimmung der Hauptabmessungen der Lok 1—5—0 19</p>
---	--

ZWEITER TEIL. KESSEL

(Erster Hauptteil der Lokomotive)

A. ALLGEMEINE ANGABEN ÜBER DEN KESSEL	
<p>Kapitel I. HAUPTABMESSUNGEN DES KESSELS 21</p> <p>1. Bestimmung, Klassifikation der Gruppenteile und Hauptabmessungen des Kessels 21</p> <p>2. Thermische Daten des Kessels 21</p> <p>3. Konstruktionsabmessungen des Kessels 28</p> <p>Kapitel II. BESTIMMUNG DER THERMISCHEN DATEN DES KESSELS 28</p> <p>4. Heizwert des Brennstoffes 28</p> <p>5. Dampfdruck 28</p> <p>6. Temperaturen 29</p> <p>7. Rostflächenbelastung 29</p> <p>8. Feuerbüchsebelastung 29</p> <p>9. Luftüberschußzahl 30</p> <p>10. Gesamtheizflächenbelastung, bezogen auf die wasserumspülte Seite 30</p> <p>11. Kesselwirkungsgrad 30</p> <p>12. Stündliche Dampferzeugung des Kessels 31</p> <p>13. Stündlicher Brennstoffverbrauch 31</p> <p>14. Bestimmung der thermischen Hauptkenndaten des Lokkessels 1—5—0 31</p> <p>15. Laufstrecke der Lokomotive ohne Reinigung der Feuerung 31</p> <p>Kapitel III. BESTIMMUNG DER KONSTRUKTIONS- ABMESSUNGEN DES KESSELS 32</p> <p>16. Abmessungen der Feuerbüchse 32</p> <p>17. Wasserberührte Kesselheizfläche 33</p> <p>18. Länge des Langkessels 33</p> <p>19. Typ und Nummer des Überhitzers 34</p>	<p>20. Abmessungen des Überhitzers 35</p> <p>21. Abmessungen des ersten Abschnittes der Rauchrohre 37</p> <p>22. Abmessungen des zweiten Abschnittes der Rauchrohre 37</p> <p>23. Abmessungen der Heizrohre 37</p> <p>24. Durchmesser des Langkessels 38</p> <p>25. Rauchkammerlänge 38</p> <p>26. Schornsteindurchmesser 38</p> <p>27. Höhe der Langkesselachse über Schienenoberkante 38</p> <p>28. Heizfläche des Wasservorwärmers 38</p> <p>29. Heizfläche des Luftvorwärmers 38</p> <p>30. Bestimmung der Konstruktionsabmessungen des Kessels der Lokomotive 1—5—0 38</p> <p>Kapitel IV. THERMISCHE BERECHNUNG DES KESSELS 40</p> <p>31. Berechnungsabmessungen 40</p> <p>32. Konstruktionsabmessungen des Kessels, die für die thermische Berechnung notwendig sind 40</p> <p>33. Hauptkenndaten des Brennprozesses 41</p> <p>34. Hauptkenndaten der Rauchgase 42</p> <p>35. Thermoabmessungen der Feuerbüchse 43</p> <p>36. Thermoabmessungen der Heizrohre 43</p> <p>37. Thermoabmessungen des ersten Abschnittes der Rauchrohre 43</p> <p>38. Thermoabmessungen des zweiten Abschnittes der Rauchrohre 44</p> <p>39. Thermoabmessungen der Rauchkammer 46</p> <p>40. Thermoabmessungen des Wasservorwärmers 46</p> <p>41. Thermoabmessungen des Luftvorwärmers 47</p> <p>42. Wärmebilanz des Kessels 48</p> <p>43. Thermoabmessungen des Blasrohres 48</p> <p>44. Thermoabmessungen des Schornsteins 49</p>

B. HAUPTGRUPPENTEILE DES KESSELS	
Kapitel I. HINTERKESSEL	49
1. Bestimmung und Klassifikation des Hinterkessels	49
2. Feuerbüchse	52
3. Stehkessel	53
4. Bodenring	55
5. Verbindung der Feuerbüchse mit dem Stehkessel und Langkessel	55
6. Versteifungen des Stehkessels	58
7. Umlaufrohre	61
Kapitel II. LANGKESSEL	61
8. Bestimmung und Montageteile	61
9. Kesselschüsse	61
10. Rauchkammerrohrwand	62
11. Heiz- und Rauchrohre	64
12. Dampfdom	67
13. Speisedom, Schlammabscheider und Wasserreiniger	70
14. Mannloch	70
Kapitel III. RAUCHKAMMER	71
15. Bestimmung und Montageteile	71
16. Rauchkammerschuß	71
17. Rauchkammertürwand	71
18. Schornstein	71
19. Hilfszubehör der Rauchkammer	77
C. HILFSGRUPPENTEILE DES KESSELS	
Kapitel I. FEUERUNGSZAUSRÜSTUNG (KESSELGARNITUR)	78
1. Bestimmung und Montageteile	78
2. Feuertür	78
3. Feuerrost	78
4. Aschkasten	80
5. Feuerschirm bei Kohleheizung	80
6. Geräte des künstlichen Kesselzuges	81
Blasrohr	81
Rauchsauger	82
Hilfsbläser (Syphon)	84
7. Mechanische Rostbeschickung	84
Kohlenförderer (Stoker)	84
Berechnung des Kohlenbeschickers	87
Ölfeuerung	88
Kapitel II. KESSELARMATUR	91
8. Bestimmung und Montageteile	91
9. Geräte zur Dampfdruckkontrolle	91
Dampfmanometer	91
Sicherheitsventile	91
10. Geräte zur Wasserstandskontrolle	91
Wasserstandsgläser	91
Probierhähne	94
Wasserstandssäule	94
Sicherheitsschmelzpfropfen	95
Markierungsstriche	95
11. Geräte zur Kesselspeisung	95
Injektoren	95
12. Geräte zur Reinigung des Kesselinneren	97
Waschluker	97
Armatur zur Warmwasserdurchspülung	98
Ablaß- und Durchblasehähne	98
13. Dampfverteilungssäulen	98
Kapitel III. DAMPFLEITUNGSROHRE	99
14. Bestimmung und Hauptgeräte	99
15. Dampftrockner	99
16. Regler	101
Betätigungsmechanismen	102
Berechnung des lichten Reglerquerschnittes	104
17. Absperschieber des Reglers	104
18. Dampfleitungsrohre	106
Kapitel IV. KESSELZUBEHÖR ZUR ERHÖHUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT DER LOKOMOTIVEN	106
19. Montageteile	106
20. Überhitzer	106
Bestimmung und Klassifikation	106
Sammelkästen	107
Elemente	109
Pyrometer	109
21. Wasservorwärmer	111
22. Luftvorwärmer	111
23. Kondensator	111
24. Rußbläser	111
25. Luftzusetzer	113
26. Kesselverkleidung	113

DRITTER TEIL. DAMPFMASCHINE

(Zweiter Hauptteil der Lokomotive)

A. ALLGEMEINE ANGABEN ÜBER DIE DAMPFMASCHINE	
Kapitel I. HAUPTABMESSUNGEN DER DAMPFMASCHINE	115
1. Bestimmung, Klassifikation der Gruppenteile und Abmessungen der Dampfmaschine	115
2. Zugkraftdaten	126
3. Spezifischer Dampfverbrauch je indizierte und effektive PSh	127
Kapitel II. BESTIMMUNG DER KONSTRUKTIONSABMESSUNGEN DES TRIEBWERKES	127
4. Kolbenhub	127
5. Treibstangenlänge	128
6. Kolbendurchmesser	128
7. Größe des schädlichen Raumes	131
8. Desaxial	131
9. Neigungswinkel der Zylinderachse zur Horizontalen	131
10. Bestimmung der Triebwerksabmessungen der Lok 1—5—0	131
Kapitel III. BESTIMMUNG DER HAUPTABMESSUNGEN DER INNEREN STEUERUNGSELEMENTE	132
11. Lineares Voreilen	132
12. Einströmüberdeckung	132
13. Ausströmüberdeckung	132
14. Größte Zylinderfüllung	132

15. Schieberdurchmesser. Bestimmung nach dem mittleren Verhältniswert 132

16. Schieberdurchmesser. Bestimmung nach dem Anfang der Drosselung 133

17. Größter Schieberhub 135
 Analytisches Verfahren 135
 Grafisches Verfahren 135

18. Breite der Dampfausströmöffnung 136

19. Schieberlänge 136

20. Bestimmung der Abmessungen der inneren Steuerungselemente der Lok 1—5—0 137

Kapitel IV. BESTIMMUNG DER HAUPTABMESSUNGEN DER ÄUSSEREN STEUERUNGSELEMENTE (SCHWINGEN, VOREILHEBELMECHANISMUS) 137

21. Hauptabmessungen 137

22. Abmessungen des Voreilhebels 138

23. Lenkeransatzlänge am Kreuzkopf 138

24. Lenkerstangenlänge 139

25. Koordinaten der Mitte des Schwingenlagers 139

26. Schieberschubstangenlänge 139

27. Drehradius des Gegenkurbelzapfens 139

28. Pendelradius der Schwinge 139

29. Länge der Schwingenstange 140

30. Abmessungen der Schwinge 142

31. Koordinaten des Gegenkurbelzapfens 142

32. Bestimmung der Hauptabmessungen der Kulissensteuerung der Lok 1—5—0 143

Kapitel V. KINEMATIK UND DYNAMIK DES DAMPFMASCHINENTRIEBWERKES 145

33. Kinematik des Treibstangenkurbel-Mechanismus 145
 Analytische Methode zur Bestimmung des Kolbenweges 145
 Grafische Methode zur Bestimmung des Kolbenweges 146

34. Trägheitskräfte der exzentrisch gelagerten Teile 146

35. Trägheitskräfte der geradlinig hin- und hergehenden Teile 147
 Kolbenstange (Kolben, Kolbenstange, Kreuzkopf mit Lenkeransatz) 147
 Schiebersystem (Schieber, Schieberstange, Schieberkreuzkopf) 147

36. Trägheitskräfte der Teile der komplizierten Bewegung 147
 Treibstange 147
 Schwingenstange 148
 Schwinge 148
 Schieberschubstange 148
 Voreilhebel 149

37. Trägheitskräfte des Triebwerkes, die auf den Treibzapfen und die Gleitbahn übertragen werden 149

Kapitel VI. KINEMATIK UND DYNAMIK DER STEUERUNG 153

38. Geschwindigkeitsplan 153

39. Beschleunigungsplan 155

40. Aufbau der Geschwindigkeits- und Beschleunigungspläne der Gelenke und Bestandteile des Schwingen-Voreilhebelmechanismus der Lok C^y 156

41. Berechnung der Kraftwirkungen in den Gelenken des Schwingen-Voreilhebelmechanismus der Lok C^y 158

Kapitel VII. AUSGLEICH DER TRÄGHEITSKRÄFTE DER DAMPFMASCHINE 160

42. Vertikalausgleichende Gegengewichte 160

43. Übermäßige Gegengewichte 162

44. Gegengewichte der Kuppelradsätze 165

45. Gegengewichte der Treibradsätze 166

46. Bestimmung der Trägheitskräfte der Dampfmaschine und Berechnung der Gegengewichte der Lok 1—5—0 167

B. HAUPT- UND HILFSGRUPPENTEILE DER DAMPFMASCHINE

Kapitel I. DAMPFZYLINDER. 174

1. Bestimmung und Montageteile 174

2. Zylindergehäuse 175

3. Buchsen 177

4. Deckel 179

5. Stopfbuchsen 180

6. Zylinderarmatur 183

Kapitel II. TRIEBWERK 183

7. Bestimmung und Montageteile 183

8. Kolbengruppe 183
 Kolben 183
 Berechnung der Scheiben 184
 Berechnung der Kolbenringe mit rechteckigem Querschnitt 186
 Berechnung geteilter Kolbenringe 188
 Kolbenstange 190
 Kreuzkopf mit Gleitbahn 191

9. Treibstange 198
 Berechnung des Treibstangenschafes 200
 Berechnung des hinteren Treibstangenkopfes 204
 Berechnung des vorderen Treibstangenkopfes 205

10. Rotierende Teile 205
 Kuppelstangen 205
 Berechnung der Kuppelstangen 205
 Zapfen 210

Kapitel III. STEUERUNG 215

11. Bestimmung und Montageteile 215

12. Kontrolle des Schemas der Schwingen- (Kulissen-) Steuerung auf gleiche Füllung 215

13. Schiebergruppe 216

14. Einzelteile der Schwingensteuerung 221

15. Umsteuerung 221

Kapitel IV. HILFSMONTAGETEILE DER DAMPFMASCHINE 223

16. Schmierapparate 223

17. Leerlaufeinrichtungen 224

18. Anfahrereinrichtungen 224

19. Einrichtungen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Dampfmaschine. 224

VIERTER TEIL. FAHRGESTELL

(Dritter Hauptteil der Lokomotive)

A. ALLGEMEINE ANGABEN ÜBER DAS FAHRGESTELL	
Kapitel I. HAUPTABMESSUNGEN DES FAHRGESTELLS 225	
1. Bestimmung und Klassifikation der Gruppenteile	225
2. Bezeichnungen	227
Kapitel II. BESTIMMUNG DER HAUPTABMESSUNGEN DES FAHRGESTELLS 237	
3. Raddurchmesser	227
Räder des Hauptgestells (Treibräder)	227
Räder der Hilfsgestelle	228
4. Achsstand	229
5. Äußerer Radstand	229
6. Spezifische Belastung auf 1 m Gleis	229
7. Berechnungswirkungsgrad des Fahrgestells	229
8. Bestimmung der Hauptabmessungen des Lokomotivfahrgestells 1—5—0	230
Kapitel III. KRAFTWIRKUNG AUF DEN RAHMEN 230	
9. Allgemeine Angaben	230
10. Kraftwirkungen auf die Treibräder	232
11. Kraftwirkungen auf den abgedeckten Teil der Lokomotive	234
12. Berechnungsschemata der Lokomotive	235
13. Kriterium der Standsicherheit des Radsatzes gegen Entgleisen	235
Kapitel IV. STATIK DER FEDERUNG (TRAGFEDERAUFHÄNGUNG) 241	
14. Bestimmung der Gewichte und Schwerpunktkoordinaten	241
15. Bestimmung der geplanten Belastung auf die Tragfedern und Berechnung der Ausgleichhebel	243
16. Verhältnisse zwischen den Belastungen der Tragfedergruppen	244
17. Starrheit der Tragfedern, Gruppenteile, Gruppen und ganzen Federungs-systeme und Berechnung der Tragfedern	246
Starrheit der einzelnen Tragfedern	246
Starrheit der Gruppen und der ganzen Federungs-systeme	247
18. Berechnung der Tragfedern	248
Blattfedern	248
Schraubenfedern	250
19. Elastizitätszentrum der Federung	250
20. Statisch bestimmte und unbestimmte Abfederung	254
21. Gewichtsverteilung der abgedeckten Lokomotivteile auf die Tragfedern der Radsätze	254
Statisch bestimmte Tragfederaufhängung	254
Statisch unbestimmte Tragfederaufhängung	255
22. Stabilität der Federung	256
Kapitel V. EINZEICHNUNGEN IN DIE KRÜMMUNGSGLEISE 259	
23. Schema der Darstellung einer Lokomotive auf den Gleisen	259
24. Grafische Methode der Einzeichnung der Lokomotive in die Krümmungsgleise	260
Kreislinienmethode	260
Elliptische Methode	261
25. Analytische Methode der Einzeichnung in die Krümmungsgleise	272
Polare Entfernungen	272
Spielräume zwischen Spurkranz und Schienenköpfen	273
Verschiebung aus der Mittelstellung des Radsatzes (des Drehzapfens) der Hilfsgestelle	274
Anlaufwinkel der Spurkränze an die Schiene	274
Anlaufstrecke des Spurkranzes gegenüber der Schiene	274
Drehwinkel der Hilfsgestelle gegenüber dem Hauptgestell	275
Breite des spurkranzlosen Radreifens	275
Radien der Verklemmung der Lokomotiven (ohne Tender)	275
B. HAUPTGRUPPENTEILE DES FAHRGESTELLS	
Kapitel I. RAHMEN DES HAUPTGESTELLS 278	
1. Bestimmung und Klassifikation der Rahmen	278
2. Rahmenwangen	278
3. Querversteifungen	278
4. Achsgabelstege	279
5. Kesselstützlager	279
6. Kesselpendelbleche	281
7. Konsolen und Stützbocke	281
8. Berechnung des Rahmens	282
Blechrahmen	282
Barrenrahmen	282
Kapitel II. FEDERUNG (TRAGFEDERAUFHÄNGUNG)	
9. Bestimmung und Klassifikation	283
10. Tragfedern	287
11. Tragfedergehänge	287
12. Ausgleichhebel	287
13. Achslagergehänge, Prismen und Rollen	290
14. Querträger	290
Kapitel III. LAUFWERK 291	
15. Bestimmung und Klassifikation des Laufwerkes	291
16. Achslager	291
17. Achslagerschalen	294
18. Radsätze	294
19. Achslagerführungen	295
20. Schmiereinrichtungen	295
21. Berechnung der Achswellen der Radsätze	295
C. HILFSMONTAGEGRUPPEN DES FAHRGESTELLS	
Kapitel I. ALLGEMEINE ANGABEN 305	
1. Bestimmung und Klassifikation der Hilfsmontagegruppen	305
2. Klassifikation der Hilfsgestelle und ihre Bestandteile	305
Kapitel II. VORDERE HILFSGESTELLE 307	
3. Hilfsgestell B ₁₁	307
4. Hilfsgestell C ₁₁	310
5. Hilfsgestell C _B 12	311
6. Hilfsgestell C _P 11	314
7. Hilfsgestell A _{II} 21	314
Kapitel III. HINTERE HILFSGESTELLE 318	
8. Hilfsgestell B ₁₂	318
9. Hilfsgestell B ₁₃	318
10. Hilfsgestell B ₂₃	322

Kapitel IV. RÜCKSTELVORRICHTUNGEN 324

11. Bestimmung und Klassifikation 324

12. Bestimmung der Größe der Rückstellkräfte 324

13. Keilartige Vorrichtungen 331

14. Aufhängevorrichtungen 331

 Vertikale Gehänge (einstützige) 331

 Geneigte Gehänge (einstützige) 332

 Kombinierte Gehänge (zweistützige, vertikale) 333

15. Sektorartige Vorrichtungen 333

 Einpolige Sektoren 333

 Zweipolige Sektoren 334

 Bestimmung der Profilelemente des Stützkissens und des Sektors 335

16. Rollenvorrichtungen 335

17. Tragfedervorrichtungen 336

18. Schraubenfedervorrichtungen 336

Kapitel V. ZUGVORRICHTUNGEN UND SANDSTREUER 337

19. Zugvorrichtungen 337

20. Sandstreuer 337

Kapitel VI. BREMSEN 338

21. Allgemeine Angaben 338

22. Berechnung der Bremsübertragung 338

23. Druckkraft der Bremsklötze an die Radreifen 339

24. Berechnung der Einzelteile der Bremsgestänge 343

D. DYNAMIK DES FAHRGESTELLS

Kapitel I. GLEICHBLEIBENDE GESCHWINDIGKEIT IN KRÜMMUNGEN 343

1. Kräfteeinwirkung auf die Lokomotive in Krümmungen 343

2. Zusammenfassende Formeln der Momente 344

3. Buchstabenzeichen-Erklärungen der verallgemeinerten Formeln der Momente 348

4. Bestimmung der möglichen Stellungen der Fahrgestelle in der Krümmung 348

 Vordere Hilfsgestelle 349

 Hintere Hilfsgestelle 349

 Hauptgestell 349

5. Untersuchung der gleichbleibenden Geschwindigkeit der Lok 1—5—0 in der Krümmung 352

Kapitel II. SCHWINGENDE BEWEGUNGEN DER LOKOMOTIVE 354

6. Allgemeine Angaben 354

7. Störungskräfte, die auf die gesamte Lokomotive einwirken 356

8. Störungskräfte, die auf den abgefederten Teil der Lokomotive einwirken 358

9. Zucken 361

10. Schlingern 362

11. Wogen 365

12. Nicken (Längsschwingungen) 367

13. Wanken (Querschwingungen) 368

Kapitel III. DYNAMISCHE BELASTUNG DER RÄDER AUF DIE GLEISE 370

14. Komponenten der dynamischen Belastung 370

15. Zusätzliche Belastungen durch die Elastizitätskräfte der Tragfedern 370

16. Zusätzliche Belastungen durch die Zentrifugalkräfte der übermäßigen Gegengewichte 370

17. Zusätzliche Belastungen durch die nicht ausgeglichenen Trägheitskräfte der Dampfmaschine 371

18. Zusätzliche Belastung durch die Dampfkraft 371

19. Karte der dynamischen Vertikalkräfte 372

20. Aufbau der Dynamikkarte der Vertikalkräfte der Lok 1—5—0 372

Kapitel IV. HÖCHSTGESCHWINDIGKEITEN DER LOKOMOTIVEN 381

21. Klassifikation der Geschwindigkeiten 381

22. Höchstgeschwindigkeit aus der Kesseldampferzeugung 381

23. Höchstgeschwindigkeit aus der Maschinenleistung 384

24. Höchstgeschwindigkeit aus der Fahrgestellkohäsion 386

25. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Standfestigkeit der Lokomotive gegen Entgleisen auf gerader Strecke 386

26. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Trägheitskräfte der nicht ausgeglichenen Teile des Triebwerkes 391

27. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Haltbarkeit der Zugvorrichtung 392

28. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Haltbarkeit der Treibstange 392

29. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Erwärmung der reibenden Teile des Triebwerkes 393

30. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Standicherheit der Lokomotive gegen Entgleisen beim Einfahren in die Krümmung 393

31. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Standicherheit der Lokomotive gegen Entgleisen während der Fahrt in der Krümmung 397

32. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Standicherheit der Lokomotive gegen Umkippen in der Krümmung 398

33. Kritische Geschwindigkeiten, bezogen auf die Standicherheit des abgefederten Teiles der Lokomotive während der Schwingungen 399

34. Zulässige Geschwindigkeit, bezogen auf die Haltbarkeit der Bahnstrecke in vertikaler Richtung 399

Literarnachweis 402

Sachregister 404