

Taschenbuch Maschinenbau

Band 1/I Grundlagen



VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

	Seite
1. Einheiten	17
2. Mathematik	33
3. Physikalische Grundlagen	161
4. Strömungslehre	255
5. Wärmelehre	325
6. Meßtechnik	421
7. Automatisierungstechnik	551
8. Technik der Dokumentation und Information	747
9. Neuerer- und Patentwesen	767
10. Standardisierung	799
11. Tafelanhang	821

Taschenbuch Maschinenbau

Band 1/I Grundlagen

Taschenbuch Maschinenbau

in 3 Bänden

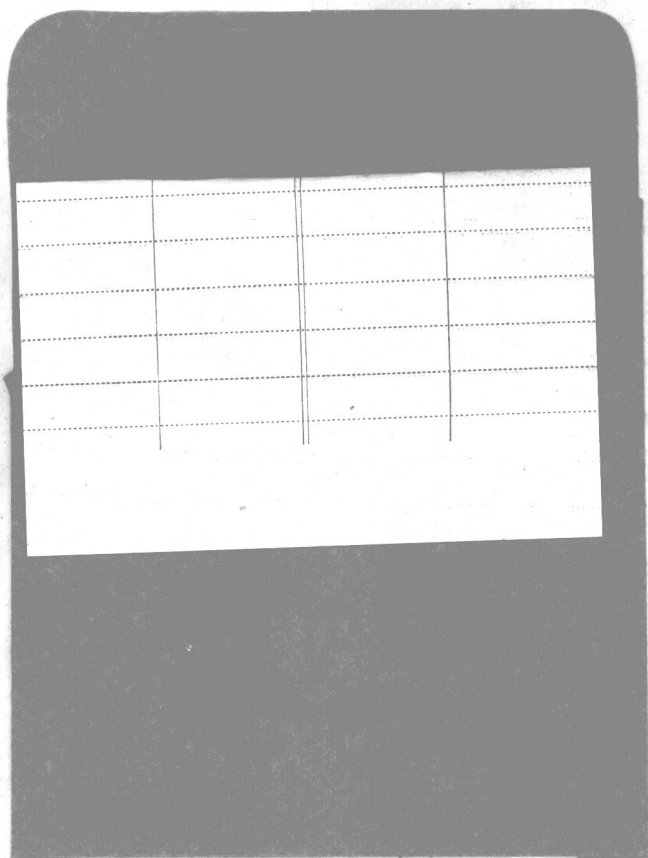
Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. habil. St. Fronius, Dresden

Prof. Dr.-Ing. habil. W. Häußler, Karl-Marx-Stadt

Prof. (em.) Dr. phil. nat. H. Kortum, Jena

Prof. (em.) Dr.-Ing. G. Tränkner, Dresden



VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

TH16-6

H1
Bd.1/1

7460656

Taschenbuch Maschinenbau

Band 1/I Grundlagen

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. habil. W. Häußler, Karl-Marx-Stadt

Prof. (em.) Dr. phil. nat. H. Kortum, Jena

Mit 394 Bildern, 597 Tafeln und 188 Tafelbildern
3., stark überarbeitete Auflage



E7460656



VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

Verbindliches Hochschullehrbuch

Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen

Redaktionsschluß: 10. 1. 1972

Lektor: Dipl.-Ing. oec. *Christa Ansorge*

DK 621 (031)

LSV 3407

VT 3/1/4327

Alle Rechte vorbehalten

Copyright 1973 by VEB Verlag Technik, Berlin

VLN 201 · Dg. Nr. 370/18/73

Deutsche Demokratische Republik

Gesamtherstellung: Offizin Andersen Nexö, Graphischer Großbetrieb, Leipzig III/18/38-5

Bestellnr. 552 042 1

29,— M

Inhaltsangabe zum Gesamtwerk

Band 1: Grundlagen

Teil I

Einheiten – Mathematik – Physikalische Grundlagen – Strömungslehre – Wärmelehre – Meßtechnik – Automatisierungstechnik – Technik der Dokumentation und Information – Neuerer- und Patentwesen – Standardisierung – Tafelanhang

Teil II

Mechanik – Festigkeitslehre – Werkstoffkunde und -prüfung – Maschinenelemente – Getriebe – Mechanismen- und Getriebetechnik (Getriebetechnik) – Hydrostatische und pneumatische Antriebe – Elektrische Antriebe

Band 2: Energieumformung und Verfahrenstechnik

Kolbenmaschinen – Strömungsmaschinen – Energiewirtschaft – Heizung, Klimatisierung, Kältetechnik – Verfahrenstechnik

Band 3: Stoffumformung

Teil I

Schneidende und umformende Werkzeugmaschinen – Maschinen der Fördertechnik, des Bergbaus und des Bauwesens – Hütten- und Walzwerksmaschinen – Aufbereitungsmaschinen – Landmaschinen

Teil II

Verarbeitungsmaschinen

Autorenverzeichnis

- Prof. Dr. rer. nat. habil. *H. Adler*, Direktor des Fachgebiets E1 im VEB KOMBINAT ROBOTRON, Dresden (Abschnitte 7.3. gemeinsam mit Prof. Dr. rer. nat. habil. *H. Winkler* [verstorben]; 7.4 gemeinsam mit Prof. Dr. phil. nat. *H. Kortum* und Obering. *F. Straube* [verstorben])
- Dipl.-Ing. *H. Bauschke*, Leiter des Arbeitsgebietes Kraft im Bereich Meßwesen des Amtes für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung, Berlin (Abschnitt 6.3.4.)
- Prof. (em.) Dr.-Ing. *W. Boie*, Institut für Wärmetechnik und Wärmewirtschaft der TUDresden (Abschnitt 5.9.)
- Dipl.-Phys. *H. Cermak*, Abteilungsleiter im Institut für Baustoffe der Deutschen Bauakademie, Weimar (Abschnitt 3.3.)
- Dr.-Ing. *E. Dittrich*, Leiter des Technikums für Verdampfer und Rührmaschinen im VEB Chemieanlagenbau Erfurt-Rudisleben (Abschnitt 5.8.)
- Prof. Dr.-Ing. *N. Elsner*, Direktor des Bereichs Wärmetechnik und Techn. Gebäudeausrüstung, Sektion Energieumwandlung der TU Dresden (Abschnitte 5.1. bis 5.5.)
- Dipl.-Ing. *E. Geiling* (verstorben) (Abschnitt 8. durchgesehen und ergänzt von Prof. Dr. habil. *H. G. Lauenroth*)
- Dr. *H. Haas*, Berlin (verst.) (Abschnitt 3.2.)
- Dipl.-Ing. *H. Hartig*, Direktor beim Staatlichen Amt für Arbeit und Löhne des Zentralinstituts für Arbeitsschutz, Dresden (Abschnitt 3.1.4. Mitautor von Dr. rer. oec. *G. Lotz*)
- Prof. Dr.-Ing. habil. *W. Häußler*, Leiter des Lehrbereichs Wärmetechnik, Sektion Verarbeitungstechnik der TH Karl-Marx-Stadt (Abschnitte 5.6., 6.3.1. bis 6.3.3., 6.3.5., 6.3.6., 6.3.8. bis 6.3.10.)
- Dipl.-Ing. *H. Jung*, Leiter des Arbeitsgebietes Mechanische Schwingmeßtechnik im Bereich Metrologie des Deutschen Amtes für Meßwesen und Warenprüfung der DDR, Berlin (Abschnitt 6.3.7.)
- Prof. (em.) Dr. phil. nat. *H. Kortum*, Jena, Nationalpreisträger, Verdienter Techniker des Volkes (Abschnitte 7.1.; 7.4. gemeinsam mit Prof. Dr. rer. nat. habil. *H. Adler* und Obering. *F. Straube* [verstorben])
- Prof. Dr. habil. *H.-G. Lauenroth*, Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg (Abschnitt 8. gemeinsam mit Dipl.-Ing. *E. Geiling* [verstorben])
- Dr.-sc. techn. *F. Lieve*, Honorar-Dozent für das Fach Strömungstechnik an der Ingenieurhochschule Köthen (Abschnitt 4.)
- Dr. rer. oec. *G. Lotz*, Berlin (Abschnitt 3.1.4. gemeinsam mit Dipl.-Ing. *H. Hartig*)
- Dr. rer. nat. *H. Markgraf*, Meteorologischer Dienst der DDR, Äreologisches Observatorium Lindberg (Abschnitte 3.1.1. bis 3.1.3., 3.1.5.)
- Dipl.-Phys. *G. Meister*, wissenschaftlicher Abschnittsleiter, Abschnitt WTT 24 des VEB Carl Zeiss Jena (Abschnitt 3.5.)
- Dipl.-Ing. *W. Meister*, stellvertretender Direktor der Akademie der Marxistisch-Leninistischen Organisationswissenschaften der DDR, Berlin (Abschnitt 10.)

- Prof. Dr.-Ing. *P. Michelsson*, Direktor des Instituts für allgemeine und optische Meßtechnik der TH Ilmenau (Abschnitt 3.4.)
- Dr.-Ing. *R. Müller*, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Sektion Technische und Biomedizinische Kybernetik, Fachbereich Automatische Steuerung der TH Ilmenau (Abschnitt 7.2.)
- Dr. phil. *E. Padelt*, Berlin (Abschnitt 1.)
- Dr.-Ing. *L. Peisker*, wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter im VEB Ingenieurtechnischen Zentralbüro für Mineralöle und organische Grundstoffe, Böhlen (Abschnitt 5.7.)
- Prof. Dr. rer. nat. habil. *M. Peschel*, Sektion Automatisierungstechnik der TH Karl-Marx-Stadt (Abschnitt 2.)
- Obering. *F. Straube* (verstorben), Abschnitt 7.4. gemeinsam mit Prof. Dr. rer. nat. habil. *H. Adler* und Prof Dr. phil. nat. *H. Kortum*)
- Assessor *F. Thieme*, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Dokumentation, Patentwesen und Recht der TH Ilmenau (Abschnitt 9.)
- Prof. Dr.-Ing. habil. *H. Trumpold*, Leiter des Bereichs Kontrolltechnik, Sektion Fertigungsprozeß und -mittel der TH Karl-Marx-Stadt (Abschnitte 6.1., 6.2.)
- Prof. Dr. rer. nat. habil. *H. Winkler* (verstorben), (Abschnitt 7.3. überarbeitet von Prof. Dr. rer. nat. habil. *H. Adler*)
- Prof. Dr.-Ing. habil. *E.-G. Woschni*, Direktor der Sektion Informationsverarbeitung der TH Karl-Marx-Stadt (Abschnitte 6.4., 6.5.)

Geleitwort

Noch vor wenigen Jahrzehnten war der Ingenieur in der Lage, nicht nur die gesamte Technik als sein Fachgebiet zu betrachten, sondern auch die korrespondierenden Zweige der Naturwissenschaften wenigstens in ihren Ergebnissen zu übersehen. Seine Arbeiten standen in diesem ihm eigenen Gesamtbild in eindeutiger Zuordnung zu anderen Problemen des technischen und ökonomischen Fortschritts.

Immer neue Erkenntnisse der sich ständig vergrößernden Anzahl technischer Wissenschaftler ließen die Summe der Einzelfakten in einem Maße anwachsen, daß der einzelne heute nur noch sein engeres Spezialgebiet überschauen kann. Das universal-technische Denken wird erschwert und muß doch zu einem technisch-ökonomisch-politischen Denken erweitert werden, um eine wahrhaft humanistische Entwicklung zu sichern.

Es gilt deshalb, die Grundgesetze und das Faktenwissen einzelner Fachgebiete übersichtlich zu erfassen und dem in Wissenschaft und Praxis tätigen Ingenieur so in die Hand zu geben, daß sie als ständig greifbares Arbeitsmittel sein schöpferisches Denken unterstützen, ergänzen und ihm gleichzeitig einen wissenschaftlich fundierten Überblick über Rand- oder Nebengebiete geben. Diesen Forderungen muß ein Taschenbuch genügen und als Speicher besonderer Form den Anteil der echt schöpferischen technischen Leistung an der allgemeinen Ingenieurarbeit im Sinne unserer Gesamtentwicklung erhöhen. Auf diese Weise möge das „Taschenbuch Maschinenbau“ seine Aufgabe im Dienste einer friedlichen technischen Entwicklung erfüllen.

Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. *Georg Berndt* (verst.)

Nationalpreisträger

Hervorragender Wissenschaftler des Volkes

Vorwort zur 3. Auflage

Das „Taschenbuch Maschinenbau“ hat sich als Nachschlagewerk und zuverlässiger Ratgeber für das Gesamtgebiet des Maschinenbaus in Studium und Praxis international gut eingeführt, wie die Notwendigkeit der Bearbeitung einer 3. Auflage in rascher Folge zu den beiden vorangegangenen und der beachtliche Export aufzeigen. Es hat sich einen festen Platz in der Fachliteratur neben eingeführten älteren Werken sichern können und ist mit einer bisherigen Auflage von 63000 Exemplaren eine der repräsentativsten Veröffentlichungen des Verlages. Die moderne Gesamtkonzeption hat zu diesem Erfolg beigetragen.

An der Aufteilung des gesamten Stoffes in 3 Bänden (1 Grundlagen, 2 Energieumformung und Verfahrenstechnik, 3 Stoffumformung) soll auch in der Nachauflage festgehalten werden; der Wissenszuwachs der letzten Jahre macht es aber erforderlich, den Grundlagenband in gleicher Weise wie den Band 3 in zwei Teile etwa gleichen Umfangs aufzugliedern. Nach Beschluß des Herausgeberkollegiums werden nunmehr im Teil I/I die Gebiete behandelt, die gemeinsame Grundlage der beiden Folgebände sind (Einheiten, Mathematik, Physikalische Grundlagen, Automatisierungstechnik, Technik der Dokumentation und Information, Neuerer- und Patentwesen, Standardisierung) oder im Band 2 bevorzugte Anwendung finden (Strömungslehre, Wärmelehre, Meßtechnik). Die im Teil I/II zusammengefaßten Gebiete (Mechanik, Festigkeitslehre, Werkstoffkunde und -prüfung, Maschinenelemente, Getriebe, Mechanismentechnik (Getriebetechnik), Hydrostatische und pneumatische Antriebe, Elektrische Antriebe) haben stärkere Beziehung zum „kalten Maschinenbau“ des Bandes 3.

Während die 1. und 2. Auflage des Grundlagenbandes vom gesamten Herausgeberkollegium gestaltet wurde, zeichnen nunmehr je zwei Herausgeber (*W. Häußler* und *H. Kortum* für I/I und *S. Fronius* und *G. Tränkner* für I/II) für die Teilbände verantwortlich.

In der ersten Phase der Entwicklung des Grundlagenbandes sind viele wertvolle Anregungen von *G. Berndt* ausgegangen, der über besondere Erfahrungen verfügte, die er selbstlos in den Dienst der Sache gestellt hat. Sein Ableben hinterläßt dem Herausgeberkollegium die verpflichtende Aufgabe, die Arbeiten im Sinne des richtungsweisenden Geleitwortes weiterzuführen.

Als wesentliche Veränderung gegenüber den Voraufagen wurde auf Symbole und Einheiten übergegangen, die sich in der internationalen Fachliteratur zunehmend durchsetzen und für die wirtschaftliche Integration im Rahmen der RGW-Zusammenarbeit des sozialistischen Lagers Bedeutung gewinnen. Zur Erleichterung der Rückorientierung auf die dem Praktiker bisher vertrauten technischen Einheiten sind logarithmische Funktionsleitern in die Innenseiten des Schutzumschlages eingedruckt, die gleichsinnige Verschiebung in den Dezimalen der Ablesewerte zulassen. In der Ausbildung ist der Übergang auf das Internationale Einheitssystem bereits weitgehend vollzogen, so daß für Studierende keine Besonderheiten entstehen.

Die Bearbeitung der Nachauflage gab willkommene Gelegenheit, textliche Straffungen durchzuführen, neue Erkenntnisse einzuarbeiten und das Bildmaterial zu ergänzen. Am umfangreichsten sind naturgemäß die Veränderungen in Abschnitten, die sich in rascher Entwicklung befinden.

Allen Autoren ist zu danken, daß sie durch Fertigstellung der Manuskripte neben anstrengender Berufsarbeit und durch Eingehen auf Änderungswünsche im Interesse der einheitlichen Gesamtdarstellung zur termingerechten Drucklegung beigetragen haben. Dadurch wurde die stets angenehme Zusammenarbeit mit dem Verlag ebenfalls gefördert.

Möge sich die Nachauflage des Grundlagenbandes durch den angestrebten hohen Informationsgehalt als Rationalisierungsmittel der geistigen Arbeit in Studium und Praxis bewähren und einen echten Beitrag zur Weiterentwicklung des Maschinenbaus im Interesse unserer gesamten Volkswirtschaft leisten.

*Werner Häußler
Herbert Kortum*

Aus dem Vorwort zur 1. Auflage

Der Maschinenbau in der Deutschen Demokratischen Republik hat in den vergangenen Jahren Hervorragendes geleistet und steht als einer der führenden Zweige unserer Volkswirtschaft in der Periode des umfassenden Aufbaus des Sozialismus vor neuen Aufgaben. Um dafür zu ökonomisch günstigen Bedingungen technisch ausgereifte Lösungen zu finden, muß jeder Ingenieur in Forschung, Lehre und Praxis über ein gut fundiertes Fachwissen verfügen und die Möglichkeiten der sozialistischen Gemeinschaftsarbeit nutzen. Je besser er diese beiden Quellen schöpferischer Ingenieurleistungen in rationeller Arbeitsweise zu verbinden versteht, um so schneller werden die gesteckten Ziele erreicht werden.

Das „Taschenbuch Maschinenbau“ soll dabei wirksame Unterstützung leisten. In seinen drei Bänden ist das wissenschaftliche Rüstzeug für den Maschineningenieur kurz, straff und deshalb leicht greifbar in sinnvoll gegliedertem Text, aussagekräftigen Bildern und Diagrammen und übersichtlichen Tafeln dargestellt. Die Autoren, berufene Vertreter der speziellen Fachrichtungen, gewährleisten ein exaktes und dem neuesten Stand entsprechendes Werk. Es bietet somit, auf allgemeinen Ingenieurkenntnissen aufbauend, dem Spezialisten die wesentlichen Grundgesetze, Erfahrungswerte und das Faktenwissen seines Fachgebietes und ermöglicht ebenso dem Interessierten, das Wesentliche ihm fremder Disziplinen des Maschinenbaus zu erkennen und für seine Arbeit anzuwenden. Es ist eine Wissensquelle für den gesamten Maschinenbau.

*Georg Berndt (verst.)
Stefan Fronius
Werner Häußler*

*Herbert Kortum
Gottfried Tränkner*

Inhaltsübersicht

1. Einheiten	17
<i>von Dr. phil. E. Padelt</i>	
1.1. Internationales Einheitensystem	18
1.2. Gesetzliche Regelung in der DDR	18
1.3. Gleichungen in Physik und Technik	21
1.4. Einheiten der Mechanik	22
1.5. Elektrische und magnetische Einheiten	25
1.6. Einheiten der Wärmelehre	27
1.7. Einheiten der optischen Strahlung	28
1.8. Einheiten der Akustik	29
1.9. Einheiten der ionisierenden Strahlung	29
1.10. Kennwörter zur Kennzeichnung logarithmierter Verhältnisgrößen	30
2. Mathematik	33
<i>von Prof. Dr. rer. nat. habil. M. Peschel</i>	
2.1. Rechnen mit reellen und komplexen Zahlen	37
2.2. Funktionen	42
2.3. Folgen und Reihen	54
2.4. Differentialrechnung	64
2.5. Integralrechnung	68
2.6. Funktionentheorie	83
2.7. Gewöhnliche Differentialgleichungen	86
2.8. Partielle Differentialgleichungen	96
2.9. Lineare Algebra und Vektoranalysis	100
2.10. Differentialgeometrie, analytische Geometrie und Variationsrechnung	116
2.11. Numerische Verfahren der Mathematik	129
2.12. Nomografie	139
2.13. Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik	148
3. Physikalische Grundlagen	161
3.1. Akustik	166
<i>von Dr. rer. nat. H. Markgraf, Dr. rer. oec. G. Lotz, Dipl.-Ing. H. Hartig</i>	
3.2. Optik	175
<i>von Dr. H. Haas (verst.)</i>	
3.3. Atome, Kerne, Kernstrahlung	185
<i>von Dipl.-Phys. H. Cermak</i>	

3.4.	Ähnlichkeitslehre und Modelltechnik von Prof. Dr.-Ing. P. Michelsson	214
3.5.	Physikalische Grenzen der Meßtechnik von Dipl.-Phys. G. Meister	232
4.	Strömungslehre von Dr.-sc. techn. F. Liepe	255
4.1.	Grundlagen	257
4.2.	Rohrströmung	261
4.3.	Zwei- und dreidimensionale Strömung	293
4.4.	Strahlen	314
4.5.	Zweiphasenströmung	316
5.	Wärmelehre	325
5.1.	Grundbegriffe von Prof. Dr.-Ing. N. Elsner	329
5.2.	Hauptsätze der Thermodynamik von Prof. Dr.-Ing. N. Elsner	332
5.3.	Thermodynamik der Gase von Prof. Dr.-Ing. N. Elsner	339
5.4.	Thermodynamik der Dämpfe von Prof. Dr.-Ing. N. Elsner	349
5.5.	Technische Kreisprozesse von Prof. Dr.-Ing. N. Elsner	355
5.6.	Mischungen Wasserdampf-Luft (feuchte Luft) von Prof. Dr.-Ing. habil. W. Häußler	369
5.7.	Strömende Bewegung von Gasen und Dämpfen von Dr.-Ing. L. Peisker	375
5.8.	Wärmeübertragung von Dr.-Ing. E. Dittrich	383
5.9.	Verbrennung von Prof. (em.) Dr.-Ing. W. Boie	403
6.	Meßtechnik	421
6.1.	Grundlagen von Prof. Dr.-Ing. habil. H. Trumpold	425
6.2.	Fertigungsmeßtechnik von Prof. Dr.-Ing. habil. H. Trumpold	428
6.3.	Maschinenmeßtechnik von Dipl.-Ing. H. Bauschke, Prof. Dr.-Ing. habil. W. Häußler, Dipl.-Ing. H. Jung	474

6.4. Elektrische Meßtechnik	523
<i>von Prof. Dr.-Ing. habil. E.-G. Woschni</i>	
6.5. Elektrische Messung nichtelektrischer Größen	532
<i>von Prof. Dr.-Ing. habil. E.-G. Woschni</i>	
 7. Automatisierungstechnik	 551
7.1. Grundlagen	555
<i>von Prof. (em.) Dr. phil. nat. H. Kortum</i>	
7.2. Automatische Steuerung	612
<i>von Dr.-Ing. R. Müller</i>	
7.3. Analogrechenanlagen	672
<i>von Prof. Dr. rer. nat. habil. H. Adler, Prof. Dr. rer. nat. habil. H. Winkler (ver-</i> <i>storben)</i>	
7.4. Digitale Rechenanlagen (Informationsverarbeitungsanlagen, Rechenautomaten) .	701
<i>von Prof. Dr. rer. nat. habil. H. Adler, Prof. (em.) Dr. phil. nat. H. Kortum,</i> <i>Obering. F. Straube (verstorben)</i>	
 8. Technik der Dokumentation und Information	 747
<i>von Dipl.-Ing. E. Geiling (verstorben), Prof. Dr. habil. H.-G. Lauenroth</i>	
8.1. Dokumentation und Information	747
8.2. Recherchen	751
8.3. Methoden der mechanisierten Dokumentation und Information	753
8.4. Praktische Dokumentations- und Informationsarbeit	762
8.5. Entwicklungstendenzen	765
 9. Neuerer- und Patentwesen	 767
<i>von Ass. F. Thieme</i>	
9.1. Begriffe und Definitionen	768
9.2. Neuererwesen	769
9.3. Patentwesen	775
9.4. Vergütung von Neuerungen und Erfindungen	793
 10. Standardisierung	 799
<i>von Dipl.-Ing. W. Meister</i>	
10.1. Begriffe und Definitionen	800
10.2. Wesen, Inhalt und Ziel der Standardisierung	802
10.3. Grenzen der Standardisierung	803
10.4. Grundsätze der Standardisierung	804
10.5. Funktionen der Standards	805
10.6. Elemente der Standards	807