

Otto Praxl

Das Berufsbild des Bauingenieurs

Was der Bauingenieur wissen und können muss.

Mit einer kurzen Einführung in die Bauinformatik.

1. Inhaltsverzeichnis

1. Aufgaben des Bauingenieurs	1
1.1. Berufsbezeichnung und Berufsbild	1
1.2. Persönliche Eigenschaften	1
1.3. Grundsätze des Bauingenieurs	2
1.4. Funktionen und Aufgaben.....	2
1.5. Bezahlung der Ingenieure	2
1.6. Kontakte mit anderen Ingenieuren	3
2. Ausbildung im Bauwesen	4
2.1. Ausbildung der Baumeister in der Antike.....	4
2.2. Unterschied zwischen Architekt und Bauingenieur	5
2.3. Ausbildung des Bauingenieurs vor 50 Jahren	6
2.3.1. Zugangsvoraussetzungen	6
2.3.2. Fächerübersicht (Vorlesungsfächer)	6
2.3.2.1. Grundstudium Hoch- und Tiefbau (1. bis 3. Semester).....	6
2.3.2.2. Hauptstudium Tiefbau (4. bis 6. Semester).....	7
2.3.3. Vorlesungsmitschriften.....	7
2.3.4. Abschlüsse.....	7
2.4. Ausbildung des Bauingenieurs heute	7
2.4.1. Zugangsvoraussetzungen	7
2.4.2. Studiengang Bauingenieurwesen (Bachelor) heute	8
2.4.2.1. Grundstudium (1. und 2. Semester).....	8
2.4.2.2. Hauptstudium (3. bis 5. Semester)	8
2.4.2.3. Hauptstudium (6. und 7. Semester), Schwerpunkt allgemeines Bauingenieurwesen..	9
2.4.2.4. Hauptstudium (6. und 7. Semester), Schwerpunkt Stahlbau	9
2.4.3. Abschlüsse und akademische Grade	10
2.5. Laufende Fortbildung im Beruf	11
2.5.1. Man lernt nie aus.	11
2.5.2. Bauinformatik.....	11
2.5.3. Fachliteratur	11
2.5.4. Fachzeitschriften.....	12
2.5.5. Lehrgänge	12
2.5.6. Wissensquelle Internet	12
3. Gesetze, Normen und Regelwerke	12
3.1. Inhalt der Normen	13
3.2. Änderung und Anpassung der Normen.....	13
3.2.1. Regelmäßige Anpassungen der Normen	13
3.2.2. Internationale Zusammenarbeit im Normenwesen	13
3.2.3. Änderung von Berechnungsverfahren.....	13
3.3. Anwendung der Normen	14
3.4. Gesetze und Verordnungen	14
3.4.1. Sicherheit am Bau, Unfallverhütungsvorschriften.....	14
3.4.2. Allgemein anerkannte Regeln der Baukunst	15
3.4.2.1. Grundlagen der Regeln	15
3.4.2.2. Anerkennung durch Gerichte	15
3.4.2.3. Verantwortung des Bauingenieurs.....	15
4. Hilfsmittel des Ingenieurs, damals und heute	16
4.1. Berechnungshilfen.....	16
4.1.1. Logarithmischer Rechenschieber.....	16

4.1.2.	<i>Kurbelrechenmaschine</i>	17
4.1.3.	<i>Addiator</i>	18
4.1.4.	<i>Logarithmentafeln und andere Tabellenwerke</i>	19
4.1.5.	<i>Wissenschaftliche Taschenrechner</i>	19
4.2.	Berechnungen und Schriftstücke.....	20
4.3.	Arbeitsplatzrechner	21
4.4.	Formelzeichen und Bezeichnungen	21
4.5.	Kommunikation auf Baustellen.....	21
4.6.	Kommunikationsmittel des Bauingenieurs	21
4.6.1.	<i>Festnetztelefon</i>	22
4.6.2.	<i>Mobiltelefon (Handy)</i>	22
4.6.3.	<i>Internet</i>	23
4.6.3.1.	<i>Internet-Benutzer</i>	23
4.6.3.2.	<i>Internet-Anbieter</i>	23
4.6.3.3.	<i>HTML</i>	23
4.6.3.4.	<i>Homepage</i>	24
4.6.4.	<i>Intranet</i>	24
4.6.5.	<i>E-Mail</i>	24
5.	Technisches Zeichnen	25
5.1.	Darstellungsmethoden und Konstruktionsmethoden	25
5.1.1.	<i>Darstellende Geometrie</i>	25
5.1.2.	<i>Fachgebietsbezogene Konstruktionen</i>	26
5.1.3.	<i>Zeichnen ist präzise Handarbeit</i>	26
5.2.	Der geplante Gegenstand und seine Darstellung	26
5.3.	Geräte zum Zeichnen	27
5.4.	Reißbrett.....	27
5.5.	Zeichenmaschinen.....	27
5.5.1.	<i>Der Zeichenkopf</i>	28
5.5.2.	<i>Arbeitsbedingungen an der Zeichenmaschine</i>	29
5.6.	Zeichnungen	29
5.6.1.	<i>Genormte Papierformate</i>	29
5.6.2.	<i>Transparentpapier</i>	31
5.6.3.	<i>Normschriften</i>	31
5.6.4.	<i>Lichtpausen</i>	31
5.6.5.	<i>Durchzeichnen und Kopieren von Zeichnungen</i>	32
5.6.6.	<i>Zeichnungsarchive für Originale</i>	32
5.7.	Zeichnen und Konstruieren mit Computersystemen.....	32
5.7.1.	<i>Bildschirmarbeitsplatz</i>	32
5.7.2.	<i>Digitalisieren und Scannen von Zeichnungen</i>	33
5.7.3.	<i>Ausgabe von Zeichnungen mit Plottern</i>	33
6.	Begriffe und Maßeinheiten	33
6.1.	Begriffe	33
6.1.1.	<i>Masse</i>	33
6.1.2.	<i>Fallbeschleunigung</i>	34
6.1.3.	<i>Kraft und Kraftwirkungen</i>	34
6.1.4.	<i>Kraftrichtung</i>	35
6.1.5.	<i>Schwerkraft, Gewicht, Last</i>	35
6.1.6.	<i>Unterscheidung zwischen Masse und Gewicht</i>	35
6.2.	Gesetzliche Einheiten für physikalische Größen	36
6.2.1.	<i>Internationales Einheitensystem</i>	36
6.2.2.	<i>Das Deutsche Einheitengesetz</i>	36
6.2.3.	<i>Vorsilben für Vielfache und Teile einer Maßeinheit</i>	37

6.2.4.	<i>Einheiten für die Masse</i>	37
6.2.5.	<i>Einheiten für die Kraft</i>	37
6.2.5.1.	<i>Pond und Kilopond</i>	37
6.2.5.2.	<i>Newton</i>	38
6.2.6.	<i>Wirkungsweise einer Waage</i>	38
6.2.7.	<i>Last</i>	39
6.2.8.	<i>Reibung</i>	39
6.2.9.	<i>Kraft und Bewegung</i>	40
7.	Bautechnische Grundlagen	41
7.1.	Vorbemerkungen.....	41
7.2.	Baustatik und Festigkeitslehre	41
7.3.	Geometrie der Bauteile	42
7.4.	Querschnittswerte.....	42
7.4.1.	<i>Statisches Moment</i>	43
7.4.2.	<i>Schwerpunkt und Schwerpunktlage</i>	43
7.4.3.	<i>Trägheitsmoment</i>	43
7.4.4.	<i>Widerstandsmoment</i>	43
7.4.5.	<i>Trägheitsradius</i>	43
7.4.6.	<i>Querschnittswerte rechteckiger Querschnitte</i>	44
7.4.7.	<i>Querschnittswerte beliebiger Querschnitte</i>	44
7.5.	Äußere Kräfte.....	44
7.5.1.	<i>Grafische Methoden zur Ermittlung der Kräfte</i>	44
7.5.2.	<i>Belastungen</i>	45
7.5.3.	<i>Belastungsarten</i>	45
7.6.	Innere Kräfte	46
7.6.1.	<i>Normalkraft</i>	47
7.6.2.	<i>Querkraft</i>	47
7.6.3.	<i>Schubkraft</i>	47
7.6.4.	<i>Momente</i>	47
7.6.4.1.	<i>Drehmoment</i>	48
7.6.4.2.	<i>Biegemoment</i>	48
7.6.4.3.	<i>Torsionsmoment und Verdrillung</i>	48
7.7.	Tragwirkung im elastischen Bereich des Baustoffs	48
7.7.1.	<i>Hookesches Gesetz</i>	49
7.7.2.	<i>Die Spannungsdehnungslinie</i>	49
7.7.3.	<i>Der Elastizitätsmodul</i>	50
7.7.4.	<i>Elastische Formänderungen und Formänderungsarbeit</i>	50
7.7.5.	<i>Spannungsverteilung im Querschnitt</i>	51
7.7.6.	<i>Mathematische Elastizitätstheorie</i>	51
7.7.7.	<i>Geradlinienannahme und Ebenbleiben der Querschnitte</i>	52
7.7.8.	<i>Spannungen aus Biegemoment</i>	52
7.7.9.	<i>Spannungen aus Biegung mit Längskraft</i>	53
7.7.10.	<i>Krümmung des Balkens</i>	53
7.7.11.	<i>Durchbiegung und Biegelinie des Balkens</i>	54
7.7.12.	<i>Wirkliche Spannungsverteilung im Baustoff</i>	56
7.7.12.1.	<i>Spannungsverteilung im Holzquerschnitt</i>	56
7.7.12.2.	<i>Spannungsverteilung im Stahlbetonquerschnitt</i>	56
7.7.13.	<i>Querdehnung und Querkontraktion</i>	56
7.7.14.	<i>Schubverformungen</i>	57
7.8.	Tragwirkung im plastischen Bereich des Baustoffs	57
7.9.	Bruchzustand der Bauteile	58
7.10.	Nachteilige Einflüsse auf das Tragverhalten.....	58
7.10.1.	<i>Kriechen des Baustoffs</i>	58

7.10.2.	<i>Schwinden und Quellen</i>	58
7.11.	Tragwirkung von Stahlbeton und Spannbeton.....	59
7.11.1.	<i>Verbundwirkung von Stahl und Beton</i>	59
7.11.2.	<i>Bemessung mit gerissener Zugzone</i>	60
7.11.3.	<i>Bemessungsverfahren für Stahlbeton</i>	60
7.11.4.	<i>Bewehren des Betons</i>	60
7.11.5.	<i>Bauforn von Stahlbetonbauteilen</i>	61
7.11.6.	<i>Spannbeton</i>	63
7.12.	Auswirkung und Beherrschung von Formänderungen	64
7.12.1.	<i>Durchbiegungen und Formänderungsarbeit</i>	64
7.12.2.	<i>Beispiel aus der Praxis: Unterfangung durch Stahlträger</i>	64
7.12.3.	<i>Temperaturbewegungen</i>	65
7.12.4.	<i>Temperaturspannungen</i>	66
7.12.5.	<i>Beispiel aus der Praxis: Riss in Balkonplatte</i>	66
7.12.6.	<i>Dehnfugen</i>	67
7.12.7.	<i>Formänderungsnachweis</i>	67
7.13.	Stabilität	67
7.13.1.	<i>Stabilität der Bauteile</i>	67
7.13.2.	<i>Aussteifung der Bauwerke</i>	68
7.13.3.	<i>Stabilitätssicherung bei Erdbeben</i>	68
7.13.4.	<i>Stabilität bei Windböen</i>	69
7.13.5.	<i>Stabilität beim Umbau von Bauwerken</i>	69
8.	Die Baustoffe	70
8.1.	Baustoffkennwerte	70
8.1.1.	<i>Festigkeit</i>	70
8.1.2.	<i>Sicherheitsbeiwert</i>	71
8.1.3.	<i>Temperatur-Ausdehnungskoeffizient</i>	71
8.1.4.	<i>Elastizitätsmodul</i>	71
8.1.5.	<i>Elektrochemische Korrosion bei Metallen</i>	71
8.1.5.1.	<i>Elektrolytlösung</i>	71
8.1.5.2.	<i>Elektrochemische Spannungsreihe</i>	71
8.2.	Baustoffprüfungen.....	72
8.3.	Holz.....	73
8.3.1.	<i>Bauhölzer</i>	73
8.3.2.	<i>Schwinden und Quellen des Holzes</i>	74
8.3.3.	<i>Holzerstörung und Holzschutz</i>	75
8.3.3.1.	<i>Fäulnis, Pilzbefall und Schädlinge</i>	75
8.3.3.2.	<i>Baulicher Holzschutz</i>	75
8.3.3.3.	<i>Chemischer Holzschutz</i>	75
8.4.	Natursteine	75
8.5.	Stahl im Bauwesen.....	76
8.5.1.	<i>Profilstahl (Träger)</i>	76
8.5.2.	<i>Schweißverbindungen</i>	77
8.5.3.	<i>Betonstahl</i>	77
8.5.4.	<i>Vor- und Nachteile des Stahls</i>	77
8.6.	Aluminium	77
8.7.	Beton	78
8.7.1.	<i>Betonzusammensetzung</i>	78
8.7.2.	<i>Betonherstellung</i>	78
8.7.3.	<i>Betongüten</i>	79
8.8.	Stahlbeton.....	80
8.9.	Künstliche Steine	80
8.9.1.	<i>Ziegel</i>	80

8.9.2.	<i>Betonzeugnisse</i>	80
8.9.3.	<i>Steinzeug</i>	80
8.10.	<i>Kunststoffe</i>	81
8.10.1.	<i>Kunststoffe als tragende Teile</i>	81
8.10.2.	<i>Kunststoffe als sonstige Baustoffe</i>	81
8.11.	<i>Glas</i>	81
8.12.	<i>Bindemittel</i>	82
8.12.1.	<i>Lehm</i>	82
8.12.2.	<i>Baukalk</i>	82
8.12.2.1.	<i>Kalkkreislauf</i>	83
8.12.2.2.	<i>Eigenschaften des Kalkmörtels</i>	83
8.12.3.	<i>Gips</i>	84
8.12.4.	<i>Zement</i>	84
8.12.5.	<i>Teer</i>	86
8.12.6.	<i>Bitumen</i>	86
8.13.	<i>Verbindungsmitel</i>	87
8.14.	<i>Baustoffe für Abdichtungen</i>	87
9.	Baukonstruktionslehre	88
10.	Bauphysik.....	88
10.1.	<i>Grundlagen</i>	89
10.2.	<i>Bauphysikalisch richtige Konstruktion der Bauteile</i>	90
10.3.	<i>Luftfeuchtigkeit und Taupunkt</i>	90
10.4.	<i>Wärmedämmung und Wasserdampfdiffusion</i>	92
10.4.1.	<i>Dampfsperre</i>	92
10.4.2.	<i>Wärmedämmung</i>	93
10.4.3.	<i>Wärmebrücken - Kältebrücken</i>	93
10.5.	<i>Nachweis des Wärme- und Schallschutzes</i>	93
10.5.1.	<i>Baulicher Wärmeschutz</i>	93
10.5.2.	<i>Baulicher Schallschutz</i>	94
10.6.	<i>Berechnung von Wärmebedarf und Wärmeverlust</i>	94
10.6.1.	<i>Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient eines Gebäudes</i>	94
10.6.2.	<i>Spezifischer Wärmebedarfskennwert für das Gebäude</i>	95
10.6.3.	<i>Verifizieren der Berechnung durch Messungen</i>	95
11.	Baustatik.....	97
11.1.	<i>Geschichtliches</i>	97
11.2.	<i>Theorie und Wirklichkeit</i>	97
11.2.1.	<i>Näherungsformeln</i>	97
11.2.2.	<i>Die „sichere Seite“</i>	98
11.2.3.	<i>Genauigkeit und Brauchbarkeit</i>	98
11.3.	<i>Was berechnet man zuerst?</i>	98
11.4.	<i>Lastannahmen</i>	98
11.4.1.	<i>„Genauigkeit“ der Annahmen</i>	99
11.4.2.	<i>Eigengewicht (Eigenlasten)</i>	99
11.4.3.	<i>Verkehrslasten</i>	99
11.4.4.	<i>Lastfall Windlast (Windkräfte)</i>	100
11.4.4.1.	<i>Staudruck</i>	100
11.4.4.2.	<i>Normung und Wirklichkeit der Windlast</i>	101
11.4.4.3.	<i>Windlast im Einzelfall</i>	102
11.4.4.4.	<i>Windangriff und Windwirkung</i>	102
11.4.4.5.	<i>Sogwirkung des Windes</i>	102
11.4.4.6.	<i>Windböen</i>	102

11.4.5.	<i>Schneelast</i>	103
11.4.6.	<i>Eislast</i>	103
11.4.7.	<i>Fliegende Bauten</i>	104
11.4.8.	<i>Belastungs-Sonderfälle</i>	104
11.4.8.1.	<i>Temperaturänderungen</i>	104
11.4.8.2.	<i>Trümmerlasten</i>	105
11.4.8.3.	<i>Stützensenkungen</i>	105
11.4.8.4.	<i>Erddruck</i>	105
11.4.8.5.	<i>Wasserdruck</i>	105
11.4.9.	<i>Dynamische Lasten</i>	105
11.4.9.1.	<i>Eigenfrequenzen</i>	106
11.4.9.2.	<i>Beispiel aus der Praxis: Schwingende Fußgängerbrücke</i>	106
11.4.9.3.	<i>Beispiel aus der Praxis: Gebäudeschäden durch Schwingungen</i>	107
11.4.9.4.	<i>Stoßlasten</i>	107
11.4.9.5.	<i>Fahrzeuganprall</i>	107
11.4.9.6.	<i>Erdbebenlasten</i>	108
11.5.	<i>Statische Systeme</i>	108
11.5.1.	<i>Finden des statischen Systems</i>	108
11.5.2.	<i>Statisch bestimmt und statisch unbestimmt</i>	109
11.6.	<i>Gleichgewichtsbedingungen und Auflagerreaktionen</i>	109
11.6.1.	<i>Gleichgewichtsbedingungen in der Ebene</i>	109
11.6.2.	<i>Gleichgewichtsbedingungen im dreidimensionalen Raum</i>	109
11.7.	<i>Beispiel: Statische Berechnung eines Holzbalkens</i>	110
11.8.	<i>Bauzustände</i>	112
11.8.1.	<i>Statisches System und die Realität auf der Baustelle</i>	112
11.8.2.	<i>Der ungünstigste Bauzustand</i>	113
11.9.	<i>Berechnung der Bauzustände</i>	114
11.9.1.	<i>Lastfall Eigengewicht im Bauzustand</i>	114
11.9.2.	<i>Getrennte Berechnung für jedes Stockwerk</i>	114
11.9.3.	<i>Berechnung am Gesamtsystem</i>	115
11.10.	<i>Singuläre Punkte</i>	116
11.10.1.	<i>Erkennen von singulären Punkten</i>	116
11.10.2.	<i>Ausrundung von Momentenlinien.</i>	116
11.10.3.	<i>Verteilungsfläche unter Einzellasten</i>	117
12.	<i>Baukunst und Baugeschichte</i>	117
13.	<i>Formen der Tragwerke</i>.....	118
13.1.	<i>Stabtragwerke</i>	118
13.1.1.	<i>Balken auf zwei Stützen</i>	118
13.1.2.	<i>Kragarm (Kragträger)</i>	118
13.1.3.	<i>Durchlaufträger</i>	118
13.1.3.1.	<i>Allgemeines zur Berechnung der Durchlaufträger</i>	119
13.1.3.2.	<i>Berechnung für einen Zweifeldträger mit gleichen Feldlängen.</i>	119
13.1.4.	<i>Rahmen</i>	121
13.1.5.	<i>Trägerroste</i>	121
13.1.6.	<i>Fachwerke</i>	122
13.2.	<i>Bogentragwerke und Gewölbe</i>	123
13.3.	<i>Kehlbalkendach</i>	124
13.4.	<i>Flächentragwerke</i>	125
13.4.1.	<i>Ebene Flächentragwerke</i>	125
13.4.2.	<i>Räumliche Flächentragwerke</i>	125
13.4.3.	<i>Rotationsschalen</i>	126
13.5.	<i>Hypar-Flächen</i>	127

13.6.	Traglufthallen, Tragluftkuppeln.....	128
13.7.	Stahlhohlkugel als Bauwerk.....	129
13.8.	Seiltragwerke.....	130
13.8.1.	<i>Prinzip des statisch bestimmt gelagerten Seils</i>	130
13.8.2.	<i>Prinzip des statisch unbestimmt gelagerten Seils</i>	131
13.8.3.	<i>Hängebrücke</i>	131
13.8.4.	<i>Flattern von Seiltragwerken</i>	132
13.8.5.	<i>Seilnetz-Tragwerke</i>	133
14.	Stahlbau.....	134
14.1.	Normen und Vorschriften	134
14.2.	Stahlherstellung.....	134
14.3.	Stahlbrücken.....	134
14.4.	Seilschwebbahnen	135
14.5.	Stahlskelettbau	135
14.6.	Berechnung und Konstruktion der Stahlbauten	135
14.7.	Stahlbauingenieure.....	135
15.	Holzbau.....	136
15.1.	Normen.....	136
15.2.	Holztragwerke	136
15.3.	Holzverleimung.....	136
15.4.	Holzgerüste	137
16.	Mauerwerksbau	137
17.	Grundbau und Bodenmechanik.....	138
17.1.	Der Boden	138
17.2.	Bodenmechanik.....	138
17.3.	Grundbau.....	138
17.4.	Baugrund-Normen.....	139
17.5.	Unfallverhütungsvorschriften im Tiefbau.....	140
17.6.	Bodenproben	140
17.7.	Bodenarten und Bodenklassen	140
17.7.1.	<i>Feste Böden</i>	140
17.7.2.	<i>Lose Böden</i>	140
17.7.2.1.	<i>Nichtbindige Böden</i>	141
17.7.2.2.	<i>Bindige Böden</i>	141
17.7.2.3.	<i>Organische Böden</i>	142
17.8.	Grundwasser.....	142
17.9.	Bodenkräfte und Erdstatik.....	142
17.9.1.	<i>Bodenpressung</i>	142
17.9.2.	<i>Wasserdruck</i>	142
17.9.3.	<i>Auftrieb</i>	143
17.9.4.	<i>Erddruck</i>	144
17.9.4.1.	<i>Erdruhedruck</i>	144
17.9.4.2.	<i>Aktiver Erddruck</i>	144
17.9.4.3.	<i>Passiver Erddruck</i>	144
17.10.	Setzungen	144
17.11.	Die Baugrube	145
17.11.1.	<i>Ausschachtung</i>	145
17.11.2.	<i>Baugrubenverbau</i>	146
17.11.3.	<i>Wasserhaltung</i>	146
17.12.	Gründungshilfsmittel	146
17.12.1.	<i>Spundwände</i>	146

17.12.2.	<i>Bodenvereisung</i>	147
17.12.3.	<i>Bodeninjektionen</i>	147
17.12.4.	<i>Injektionszuganker (Erdanker)</i>	147
17.13.	<i>Gründungselemente</i>	148
17.13.1.	<i>Fundamente</i>	148
17.13.2.	<i>Flächengründung</i>	148
17.13.3.	<i>Pfahlgründung</i>	148
17.13.4.	<i>Schlitzwände</i>	149
17.13.4.1.	<i>Bauvorgang</i>	149
17.13.4.2.	<i>Stützflüssigkeit</i>	150
17.13.5.	<i>Brunnengründung</i>	150
17.13.6.	<i>Senkkästen und Druckluftgründung</i>	150
17.13.7.	<i>Stützmauern und Widerlager</i>	151
17.14.	<i>Gründungen im Hochgebirge</i>	151
17.15.	<i>Tunnelbau</i>	151
17.15.1.	<i>Ingenieurgeologie</i>	152
17.15.2.	<i>Planung und Statik</i>	152
17.15.3.	<i>Tunnelbauweisen</i>	152
18.	<i>Vermessung</i>.....	153
18.1.	<i>Geodäsie</i>	153
18.2.	<i>Ingenieurvermessung</i>	153
18.3.	<i>Koordinatensysteme</i>	153
18.3.1.	<i>Die Form der Erde</i>	153
18.3.2.	<i>Längengrad-Breitengrad-System</i>	153
18.3.3.	<i>Global Positioning System (GPS)</i>	154
18.3.4.	<i>GPS-Koordinaten</i>	154
18.3.5.	<i>Landeskoordinaten</i>	155
18.3.5.1.	<i>Soldner-Koordinaten</i>	155
18.3.5.2.	<i>Gauß-Krüger-Koordinaten (GK)</i>	155
18.3.5.3.	<i>UTM-Koordinaten</i>	156
18.3.6.	<i>Örtliche Koordinaten</i>	156
18.4.	<i>Höhensysteme</i>	156
18.4.1.	<i>Normal-Null-Höhensystem</i>	156
18.4.2.	<i>Adriapegel</i>	157
18.4.3.	<i>GPS-Höhen</i>	157
18.4.4.	<i>Arten der Höhenmessung</i>	157
18.5.	<i>Vermessungsgeräte</i>	157
18.5.1.	<i>Nivelliergeräte</i>	157
18.5.2.	<i>Nivellierlatten</i>	158
18.5.3.	<i>Barometrische Höhenmesser</i>	158
18.5.4.	<i>Freihandgefällemesser</i>	159
18.5.5.	<i>Theodolit</i>	160
18.5.6.	<i>Tachymeter</i>	160
18.5.7.	<i>Entfernungsmesser</i>	160
18.5.7.1.	<i>Meterstab</i>	160
18.5.7.2.	<i>Maßbänder</i>	160
18.5.7.3.	<i>Neigung der gemessenen Strecke</i>	162
18.5.7.4.	<i>Indirekte optische Entfernungsmessung mittels Distanzfäden</i>	162
18.5.7.5.	<i>Elektrooptische Distanzmesser</i>	162
18.6.	<i>Aufgaben der Ingenieurvermessung</i>	163
18.6.1.	<i>Position im Gelände</i>	163
18.6.2.	<i>Absteckung</i>	163
18.6.2.1.	<i>Lageabsteckungen</i>	163

18.6.2.2.	<i>Höhenabsteckungen</i>	163
18.6.3.	<i>Geometrisches Nivellement</i>	163
18.6.4.	<i>Prinzip des Nivellierens</i>	164
18.6.5.	<i>Berücksichtigung der Erdkrümmung</i>	165
18.6.6.	<i>Berücksichtigung der Refraktion</i>	165
18.6.7.	<i>Genauigkeit des Nivellements</i>	165
19.	Straßenbau	166
19.1.	Allgemeines	166
19.2.	Begriffe	166
19.2.1.	<i>Benutzungsrecht</i>	166
19.2.2.	<i>Baulastträger</i>	167
19.2.3.	<i>Straßenkategorien</i>	167
19.3.	Planungsrichtlinien und Gesetze	167
19.4.	Straßenverkehrstechnik	168
19.4.1.	<i>Verkehrsd Diagnose und Verkehrsprognose</i>	168
19.4.2.	<i>Leistungsfähigkeit der freien Strecke</i>	168
19.4.3.	<i>Leistungsfähigkeit einer Kreuzung</i>	169
19.4.3.1.	<i>Leistung einer Grünphase pro Fahrspur</i>	170
19.4.3.2.	<i>Weg/Zeit-Diagramm</i>	170
19.4.3.3.	<i>Beispiel zur Berechnung der Leistungsfähigkeit einer Kreuzung</i>	171
19.4.4.	<i>Berechnung von Verkehrsnetzen</i>	172
19.4.5.	<i>Verkehrsl eisysteme</i>	172
19.5.	Straßenentwurf	173
19.5.1.	<i>Allgemeine Planungsgesichtspunkte</i>	173
19.5.2.	<i>Linienführung im Lageplan (Trasse)</i>	173
19.5.2.1.	<i>Entwurfsgeschwindigkeit</i>	173
19.5.2.2.	<i>Entwurfselemente im Lageplan</i>	174
19.5.3.	<i>Linienführung im Längsschnitt (Gradiente)</i>	177
19.5.3.1.	<i>Längsneigung</i>	177
19.5.3.2.	<i>Planungsgesichtspunkte</i>	177
19.5.3.3.	<i>Kuppen- und Wannenausrundung</i>	178
19.5.3.4.	<i>Längsschnitt</i>	179
19.5.3.5.	<i>Räumliches Bild der Straße</i>	180
19.5.4.	<i>Straßenquerschnitte</i>	180
19.5.4.1.	<i>Bestandteile des Straßenquerschnitts</i>	181
19.5.4.2.	<i>Querprofile</i>	181
19.6.	Straßenbautechnik	182
19.6.1.	<i>Planum und Unterbau der Straße</i>	182
19.6.2.	<i>Oberbau und Deckschicht</i>	182
19.6.3.	<i>Straßenentwässerung</i>	183
19.6.4.	<i>Ausrüstung (Möblierung) der Straße</i>	184
19.7.	Straßenunterhalt	184
20.	Brückenbau	184
20.1.	Benennung der Brücken	185
20.2.	Grundformen der Brücken	185
20.3.	Berechnung der Brücken	185
20.4.	Verkehrslasten auf Brücken	186
21.	Eisenbahnbau	186
22.	Wasserbau	187
22.1.	Aufgaben der Wasserwirtschaft	187
22.2.	Hydraulik	187

22.2.1.	<i>Begriffe</i>	188
22.2.2.	<i>Fließbewegungen und Bewegungsgleichungen</i>	188
22.2.3.	<i>Messung der Durchflussmenge und der Fließgeschwindigkeit</i>	189
22.2.4.	<i>Gefälle</i>	190
22.2.5.	<i>Energielinie</i>	191
22.2.6.	<i>Benetzter Umfang und hydraulischer Radius</i>	191
22.2.7.	<i>Fließformeln</i>	191
22.3.	<i>Stauberechnungen</i>	192
22.3.1.	<i>Stauanlagen</i>	192
22.3.2.	<i>Staukurve und Senkungskurve</i>	193
22.3.3.	<i>Flüssigkeitskräfte</i>	194
22.3.4.	<i>Hochwasserprofile</i>	194
22.3.5.	<i>Staudämme und Speicherseen als Hochwasserschutz</i>	194
22.4.	<i>Nutzung der Wasserkraft</i>	195
22.5.	<i>Flussbau</i>	195
23.	Wasserversorgung	196
23.1.	<i>Wasservorkommen und Wassersuche</i>	196
23.1.1.	<i>Geologie</i>	197
23.1.2.	<i>Wünschelrute</i>	197
23.2.	<i>Wasserbeschaffenheit</i>	198
23.2.1.	<i>Wasserhärte</i>	198
23.2.2.	<i>Kalkablagerungen</i>	199
23.2.3.	<i>pH-Wert</i>	199
23.3.	<i>Wasserbedarf, Wasserverbrauch</i>	199
23.4.	<i>Verfügbare Wassermenge</i>	200
23.5.	<i>Planung und Bau von Wasserversorgungsanlagen</i>	200
23.5.1.	<i>Wasserfassung und Wasserförderung</i>	200
23.5.2.	<i>Wasseraufbereitung</i>	201
23.5.3.	<i>Wasserspeicherung</i>	201
23.5.4.	<i>Sonderfall: Hydraulischer Widder</i>	202
23.5.5.	<i>Einheiten für den Druck</i>	202
23.5.6.	<i>Hydrostatischer Wasserdruck</i>	203
23.5.7.	<i>Bemessung des Versorgungsnetzes</i>	203
23.5.7.1.	<i>Berechnung der Rohrdurchmesser</i>	203
23.5.7.2.	<i>Druckverluste</i>	203
23.5.7.3.	<i>Versorgungsdruck</i>	203
23.5.8.	<i>Verbrauchsmessung</i>	204
23.6.	<i>Beispiel aus der Praxis: Einfache Durchflussmessung</i>	205
23.6.1.	<i>Aufgabenstellung</i>	205
23.6.2.	<i>Lösungsansatz</i>	205
23.6.3.	<i>Randbedingungen</i>	205
23.6.4.	<i>Messung des Strahls</i>	206
23.6.5.	<i>Formeln</i>	206
23.6.6.	<i>Anwendbarkeit des Verfahrens</i>	207
24.	Kanalbau und Klärwerksbau	207
24.1.	<i>Abwasserarten</i>	207
24.1.1.	<i>Niederschlagswasser</i>	207
24.1.2.	<i>Schmutzwasser</i>	208
24.2.	<i>Abwassersammlung (Kanalisation)</i>	208
24.3.	<i>Abwasserreinigung</i>	209
24.3.1.	<i>Prinzip der Abwasserreinigung</i>	209
24.3.2.	<i>Örtliche Hauskläranlagen</i>	209

24.3.3.	<i>Klärwerke</i>	209
24.3.3.1.	<i>Rechenanlage</i>	209
24.3.3.2.	<i>Absetzbecken und Faulbehälter</i>	210
24.3.3.3.	<i>Schlammbehandlung</i>	210
24.3.3.4.	<i>Biologische Reinigung</i>	210
24.3.3.5.	<i>Methangas-Verwendung</i>	210
24.3.3.6.	<i>Nachklärbecken</i>	210
24.4.	<i>Planung und Bau der Klärwerke</i>	211
25.	Der Bauingenieur im praktischen Einsatz	211
25.1.	<i>Der Bauingenieur als Planer</i>	211
25.2.	<i>Der Bauingenieur als Statiker</i>	211
25.2.1.	<i>Zusammenarbeit zwischen Bauingenieur und Architekt</i>	211
25.2.1.1.	<i>Architekten-Entwurf</i>	211
25.2.1.2.	<i>Statisches System und Positionsplan</i>	211
25.2.1.3.	<i>Vorbemessung, Vordimensionierung</i>	212
25.2.1.4.	<i>Voruntersuchung</i>	212
25.2.2.	<i>Ingenieurentwurf</i>	213
25.2.3.	<i>Form und Inhalt der statischen Berechnung</i>	213
25.2.3.1.	<i>Vollständigkeit</i>	213
25.2.3.2.	<i>Lesbarkeit und Nachvollziehbarkeit</i>	213
25.2.3.3.	<i>Prüfbarkeit</i>	213
25.3.	<i>Der Bauingenieur als Statikprüfer</i>	214
25.4.	<i>Der Bauingenieur im öffentlichen Dienst</i>	214
25.5.	<i>Der Bauingenieur als technischer Revisor</i>	214
25.6.	<i>Der Bauingenieur bei einer Bauunternehmung</i>	214
25.6.1.	<i>Preisermittlung im allgemeinen Fall</i>	215
25.6.2.	<i>Besonderheit der Preisermittlung im Bauwesen</i>	215
25.6.3.	<i>Angebotskalkulation</i>	215
25.6.4.	<i>Nachkalkulation und Zwischenkalkulation</i>	217
25.7.	<i>Der Bauingenieur als Bauleiter</i>	217
25.7.1.	<i>Aufmaß, Mengenermittlungen und Abrechnung</i>	217
25.7.2.	<i>Fehler bei Volumenberechnungen</i>	218
25.7.3.	<i>Fehler bei Flächenberechnungen</i>	218
25.7.4.	<i>Vereinbarungen</i>	219
25.8.	<i>Der Bauingenieur als Verkehrsplaner</i>	219
25.9.	<i>Der Bauingenieur in einem Team</i>	220
25.9.1.	<i>Arbeitsgemeinschaften</i>	220
25.9.2.	<i>Baukoordinierung</i>	220
25.9.3.	<i>Kommunikation und Vernetzung</i>	220
25.10.	<i>Der Bauingenieur in Wissenschaft und Forschung</i>	220
26.	Das Bauen in der Praxis	221
26.1.	<i>Ohne Bauherr keine Bauvorhaben</i>	221
26.2.	<i>Ausschreibung und Vergabe</i>	221
26.2.1.	<i>Vergabevorschriften der VOB</i>	221
26.2.2.	<i>Europäische Vergaberichtlinien</i>	222
26.2.3.	<i>Bindung an die VOB und an EU-Richtlinien</i>	222
26.2.4.	<i>Vergabe und Bauvertrag</i>	222
26.3.	<i>Bauvorgang und Bauausführung</i>	222
26.3.1.	<i>Bauüberwachung, Bauaufsicht, Bauleitung</i>	223
26.3.2.	<i>Bauzeitenplan</i>	223
26.3.3.	<i>Baustelleneinrichtung</i>	223
26.3.4.	<i>Baubetriebslehre</i>	224

26.3.4.1.	<i>Baumaschinenkunde</i>	224
26.3.4.2.	<i>Elektrotechnik</i>	225
27.	Baufehler und Bauschäden	226
27.1.	Konstruktions- und Ausführungsfehler.....	226
27.1.1.	<i>Bauphysikalische Fehler führten zu Gebäudeeinsturz</i>	226
27.1.2.	<i>Richtige Ausbildung elastischer Fugen</i>	226
27.2.	Vermeidung von Bauschäden	227
27.3.	Erkennung von Baustoffschäden.....	228
27.3.1.	<i>Beispiel aus der Praxis: Rostige Bewehrung</i>	228
27.3.2.	<i>Beispiel aus der Praxis: Schlechter Transportbeton</i>	228
27.4.	Kuriose Konstruktionen	229
27.4.1.	<i>Holzleisten als Bewehrung</i>	229
27.4.2.	<i>Maschendraht als Bewehrung</i>	229
27.4.3.	<i>Bewehrungseisen als Sturz</i>	229
27.4.4.	<i>Gewicht des Frischbetons</i>	229
28.	Kurze Einführung in die Bauinformatik	230
28.1.	Vorbemerkungen.....	230
28.2.	Lochkartentechnik.....	230
28.2.1.	<i>Die Lochkarte und ihre Codierung</i>	230
28.2.2.	<i>Lochkartenmaschinen</i>	231
28.2.2.1.	<i>Ablochen der Daten</i>	232
28.2.2.2.	<i>Datenbestände</i>	232
28.2.2.3.	<i>Funktionsweise der Datenverarbeitung mit Lochkarten</i>	232
28.3.	Konrad Zuse und seine Z3	233
28.4.	Dualsystem und Binärsystem.....	233
28.4.1.	<i>Dualsystem und Binärcode</i>	234
28.4.2.	<i>Oktalzahlen und Sedezimalzahlen</i>	234
28.5.	Zeichen- und Zifferncodes	235
28.5.1.	<i>Der ASCII-Code</i>	235
28.5.2.	<i>Binär-codes für Dezimalziffern</i>	237
28.5.3.	<i>Der EBCDI-Code</i>	237
28.6.	Prinzip der Datenverarbeitung	237
28.7.	Datenspeicherung.....	238
28.7.1.	<i>Sequenzielle und direkte Speicherung</i>	238
28.7.2.	<i>Speichermedien und Laufwerke</i>	238
28.7.2.1.	<i>Arbeitsspeicher</i>	238
28.7.2.2.	<i>Sequenzielle Datenträger</i>	238
28.7.2.3.	<i>Disketten</i>	239
28.7.2.4.	<i>Magnetplatten</i>	239
28.7.2.5.	<i>Optische Datenträger</i>	239
28.7.2.6.	<i>Festkörperspeicher</i>	239
28.7.3.	<i>Formatlose und formatierte Speicherung</i>	240
28.7.4.	<i>Dateiformate und Dateinamen</i>	240
28.8.	Datenerfassung und Dateneingabe	241
28.8.1.	<i>Eingabe</i>	241
28.8.2.	<i>Einlesen</i>	242
28.8.3.	<i>Automatische Datenerfassung</i>	242
28.9.	Datenausgabe	242
28.9.1.	<i>Dialoggeräte und Datensichtgeräte</i>	242
28.9.2.	<i>Darstellung der ASCII-Zeichen auf dem Bildschirm</i>	242
28.9.3.	<i>Grafikdarstellung</i>	243
28.9.4.	<i>Schriften</i>	243

28.9.4.1.	<i>Bitmap-Schriften</i>	243
28.9.4.2.	<i>Umrisschriftarten</i>	244
28.9.4.3.	<i>Zeichenraster</i>	244
28.9.4.4.	<i>Schriftattribute</i>	244
28.9.4.5.	<i>Vektorschriftarten</i>	244
28.9.5.	<i>Drucker</i>	244
28.9.5.1.	<i>Impact-Drucker</i>	244
28.9.5.2.	<i>Non-impact-Drucker</i>	245
28.9.5.3.	<i>Maschinelle Zeichengeräte</i>	245
28.10.	<i>Entwicklung der Computer</i>	245
28.10.1.	<i>Zeit der Großrechner</i>	245
28.10.2.	<i>Mittlere Datentechnik</i>	246
28.10.3.	<i>IBM-kompatible Personalcomputer</i>	246
28.10.4.	<i>Neuere Computer-Entwicklungen</i>	246
28.11.	<i>Anwendungsprogramme</i>	247
28.11.1.	<i>Office-Systeme</i>	247
28.11.1.1.	<i>Textverarbeitungssysteme</i>	247
28.11.1.2.	<i>Tabellenkalkulation</i>	247
28.11.1.3.	<i>Datenbankanwendungen</i>	248
28.11.1.4.	<i>Projektmanagementsysteme</i>	248
28.11.1.5.	<i>Publikationssysteme</i>	248
28.11.2.	<i>Spezielle Anwendungen</i>	248
28.11.2.1.	<i>Leitsysteme</i>	248
28.11.2.2.	<i>Planungssysteme CAD und Arbeitsplatzsysteme CAE</i>	248
28.11.2.3.	<i>Fertigungssysteme CAM</i>	249
29.	<i>Ingenieuranwendungen der Bauinformatik</i>.....	249
29.1.	<i>Elektronisches Rechnen in der Baustatik</i>	249
29.2.	<i>Elektronisch berechnet - nach alten Methoden</i>	249
29.3.	<i>Alles wurde „elektronisch“ genannt</i>	250
29.4.	<i>Lochkartenrelikte</i>	250
29.5.	<i>Deformationsmethode für die Baustatik</i>	251
29.6.	<i>Finite-Elemente-Methode (FEM)</i>	251
29.6.1.	<i>Ersatzsystem für das zu berechnende Tragwerk</i>	251
29.6.2.	<i>Gleichungen und Berechnung</i>	252
29.6.3.	<i>Iteration</i>	253
29.6.4.	<i>Ergebnisse der FEM-Berechnung</i>	253
29.7.	<i>Prüfung der „elektronischen“ Berechnungen</i>	253
29.8.	<i>Computerunterstützte Rechnungsprüfung</i>	254
29.9.	<i>AVA-Verfahren</i>	254
29.9.1.	<i>Automatisierte Ausschreibung</i>	254
29.9.2.	<i>Automatisierte Vergabe</i>	256
29.9.3.	<i>Automatisierte Bauabrechnung</i>	256
29.9.3.1.	<i>Die REB-Verfahren</i>	256
29.9.3.2.	<i>Das REB-Verfahren 22.013</i>	257
29.10.	<i>Digitale Geländemodelle (DGM)</i>	258
29.11.	<i>Geografische Informationssysteme (GIS)</i>	258
29.11.1.	<i>Raumbezogene Daten</i>	258
29.11.2.	<i>Datenmodelle</i>	259
29.11.3.	<i>Geografische Modelle</i>	260
29.11.4.	<i>Informationssysteme in der Theorie</i>	260
29.11.5.	<i>Informationssysteme in der Realität</i>	260
29.11.5.1.	<i>Vektor- und Rasterdaten</i>	261
29.11.5.2.	<i>Sachdaten</i>	261

29.11.5.3. <i>Zeitbezogene geometrische Daten</i>	261
29.11.6. <i>Praktische Anwendungen von GIS-Systemen</i>	261
29.11.6.1. <i>Amtliche Katastersysteme</i>	261
29.11.6.2. <i>Netzinformationssysteme (NIS)</i>	262
29.11.6.3. <i>Amtliche Stadtpläne auf CD-ROM</i>	262
29.11.6.4. <i>Amtliche topografische Karten auf CD-ROM</i>	263
29.11.6.5. <i>Satellitenbilder</i>	264
29.12. <i>Geologisches Untergrundnetz</i>	264
29.13. <i>Kanalnetz</i>	265
29.13.1. <i>Hydraulische Berechnungen</i>	265
29.13.2. <i>Kanalnetzberechnung</i>	266
30. Computerunterstützte Planungsmethoden	268
30.1. <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	268
30.1.1. <i>Prinzip</i>	268
30.1.2. <i>Datenbasis</i>	268
30.1.3. <i>Darstellung und Bearbeitung</i>	268
30.1.4. <i>Kompatibilität der CAD-Systeme untereinander</i>	269
30.1.5. <i>CAD-Arbeit in der Praxis</i>	269
30.1.6. <i>Was soll verbessert werden?</i>	270
30.2. <i>Ausgabe der Zeichnungen</i>	270
30.2.1. <i>Flachbettplotter</i>	271
30.2.2. <i>Rollenplotter</i>	271
30.2.3. <i>Stiftplotter</i>	271
30.2.4. <i>Rasterplotter</i>	271
30.3. <i>CAE-Systeme</i>	272
30.4. <i>3D-Computergrafik</i>	273
31. Alte und neue Computersysteme.....	274
31.1. <i>Portabilität von Anwendungsprogrammen</i>	274
31.1.1. <i>Programmiersprachen ALGOL und FORTRAN</i>	274
31.1.2. <i>FORTRAN auf proprietären Systemen</i>	274
31.1.3. <i>FORTRAN auf IBM-kompatiblen Personal Computern (PC)</i>	275
31.2. <i>Neue Programmiersprachen</i>	275
31.3. <i>Neue Betriebssysteme und alte Programme</i>	275
31.4. <i>Alterung der Datenträger und der Geräte</i>	276
31.4.1. <i>Datenträger der Antike und des Mittelalters</i>	276
31.4.2. <i>Begrenzte Lesbarkeit der Datenträger</i>	276
31.4.3. <i>Neue Datenträgertypen verdrängen bisherige Datenträger</i>	277
31.4.4. <i>Physikalische Alterung der Geräte</i>	277
31.4.5. <i>Alte Geräte nicht mehr verwendbar</i>	277
31.4.6. <i>Brauchbarkeit der alten Datenbestände</i>	277
31.4.7. <i>Langlebige Datenstrukturen</i>	278
31.4.8. <i>Archive schützen</i>	278
32. Spezielle Bauinformatik.....	278
32.1. <i>Gebäudeautomatisierung</i>	278
32.2. <i>Prozessleittechnik</i>	279
32.3. <i>Beispiel: Automatisierung eines Klärwerks</i>	279
32.3.1. <i>Prozessrechnerprogramme</i>	280
32.3.2. <i>Messdatenerfassung</i>	280
32.3.2.1. <i>Messwertgeber</i>	280
32.3.2.2. <i>Störungen und Schwierigkeiten</i>	280
32.3.2.3. <i>Messschleifen</i>	281

32.3.2.4.	<i>A/D-Wandler</i>	281
32.3.2.5.	<i>Messdatenreihen</i>	281
32.3.3.	<i>Prozessregelung</i>	281
32.3.3.1.	<i>Tagesgang, -maximum und -minimum der Durchflussmenge</i>	282
32.3.3.2.	<i>Automatische Messung und Datenfernübertragung</i>	282
32.3.3.3.	<i>Zuflussmengen aus dem Kanalnetz zum Klärwerk</i>	282
32.3.4.	<i>Endgültige Prozessleittechnik im Klärwerk</i>	282
33.	Anhang	283
33.1.	Literaturangaben	283
33.2.	Das griechische Alphabet.....	289
33.3.	Wichtige Begriffe und Bezeichnungen im Bauwesen	290
33.4.	Studiengang Bauingenieur 1957 (Vorlesungsstoff)	303
33.5.	Bilderübersicht	314
33.6.	Tabellenübersicht	316
34.	Index	317