

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Allgemeine Grundlagen</b>	<b>1</b>
1.1 Griechisches Alphabet	1
1.2 Mathematische Zeichen - Zahlen	1
1.3 DIN Papierformate	1
1.3.1 DIN Blattgrößen	1
1.3.2 DIN Faltungen auf Ablageformat (nach DIN 476 )	2
1.4 Maßeinheiten und Maßverhältnisse	4
1.4.1 Definition der Maßeinheiten und ihre Ableitungen	4
1.4.2 Maßverhältnisse	7
<b>2 Mathematische Grundlagen</b>	<b>8</b>
2.1 Mathematische Grundbegriffe	8
2.1.1 Grundgesetze	8
2.1.2 Gesetze der Anordnung	8
2.1.3 Absoluter Betrag - Signum	8
2.1.4 Bruchrechnen	8
2.1.5 Lineare Gleichungssysteme	9
2.1.6 Quadratische Gleichungen	9
2.1.7 Potenzen - Wurzeln	9
2.1.8 Logarithmen	10
2.1.9 Folgen - Reihen	10
2.1.10 Binomischer Satz	11
2.1.11 $n$ - Fakultät	11
2.1.12 Verschiedene Mittelwerte	11
2.2 Differentialrechnung	12
2.2.1 Ableitung	12
2.2.2 Potenzreihenentwicklung	13
2.3 Matrizenrechnung	14
2.3.1 Definitionen	14
2.3.2 Rechnen mit Matrizen	14

---

<b>2.4 Ebene Geometrie</b>	<b>16</b>
2.4.1 Arten von Winkel	16
2.4.2 Kongruenzsätze	16
2.4.3 Ähnlichkeitssätze	16
2.4.4 Strahlensätze	17
2.4.5 Teilung einer Strecke	17
2.4.6 Dreieck	18
2.4.7 Viereck	20
2.4.8 Vielecke	21
2.4.9 Kreis	22
2.4.10 Ellipse	24
<b>2.5 Trigonometrie</b>	<b>25</b>
2.5.1 Winkelfunktionen im rechtwinkligen Dreieck	25
2.5.2 Winkelfunktionen im allgemeinen Dreieck	27
2.5.3 Additionstheoreme	29
2.5.4 Sphärische Trigonometrie	30
<b>3 Geodätische Grundlagen</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Geodätische Bezugssysteme und Bezugsflächen</b>	<b>31</b>
3.1.1 Räumliches Bezugssystem	31
3.1.2 Lagebezugssystem	31
3.1.3 Höhenbezugssystem	31
3.1.4 Bezugsfläche	32
<b>3.2 Geodätische Koordinatensysteme</b>	<b>33</b>
3.2.1 Sphärisches geographisches Koordinatensystem	33
3.2.2 Ellipsoidisches geographisches Koordinatensystem	33
3.2.3 Ellipsoidisches kartesisches Globalsystem	33
3.2.4 Rechtwinklig-sphärisches Koordinatensystem	34
3.2.5 Rechtwinklig-ebenes Koordinatensystem	34
3.2.6 Polarkoordinaten	34
3.2.7 Gauß-Krüger-Meridianstreifensystem (GK-System)	35
3.2.8 Universales Transversales Mercator- Koordinatensystem (UTM-System)	36
3.2.9 Horizontale Bezugsrichtungen	37

---

<b>4 Vermessungstechnische Grundaufgaben</b>	<b>39</b>
4.1 Einfache Koordinatenberechnungen	39
4.1.1 Richtungswinkel und Strecke	39
4.1.2 Polarpunktberechnung	41
4.1.3 Kleinpunktberechnung	42
4.1.4 Höhe und Höhenfußpunkt	44
4.1.5 Schnitt mit Gitterlinie	44
4.1.6 Geradenschnitt	45
4.1.7 Schnitt Gerade - Kreis	46
4.2 Flächenberechnung	47
4.2.1 Flächenberechnung aus Maßzahlen	47
4.2.2 Flächenberechnung aus Koordinaten	48
4.2.3 Flächenreduktion im Gauß-Krüger-System	48
4.2.4 Zulässige Abweichungen für Flächenberechnungen	48
4.3 Flächenteilungen	49
4.3.1 Dreieck	49
4.3.2 Viereck	50
<b>5 Winkelmessung</b>	<b>51</b>
5.1 Instrumentenfehler am Theodolit	51
5.2 Horizontalwinkelmessung	54
5.2.1 Begriffsbestimmung	54
5.2.2 Satzweise Richtungsmessung	54
5.2.3 Winkelmessung mit Horizontschluss	55
5.2.4 Satzvereinigung von zwei unvollständigen Teilsätzen	56
5.3 Vertikalwinkelmessung	57
5.4 Winkelmessung mit der Bussole	58
<b>6 Strecken- und Distanzmessung</b>	<b>59</b>
6.1 Streckenmessung mit Messbändern	59
- Korrekturen und Reduktionen	
6.2 Optische Streckenmessung	60
6.2.1 Basislattenmessung	60
6.2.2 Strichentfernungsmessung (Reichenbach)	61

<b>6.3 Elektronische Distanzmessung</b>	<b>62</b>
6.3.1 Elektromagnetische Wellen	62
6.3.2 Messprinzipien der elektronischen Distanzmessung	62
6.3.3 Einflüsse der Atmosphäre	63
<b>6.4 Streckenkorrekturen und -reduktionen</b>	<b>64</b>
6.4.1 Frequenzkorrektur	64
6.4.2 Zyklische Korrektur	64
6.4.3 Nullpunktkorrektur	65
6.4.4 Meteorologische Korrektur ( 1. Geschwindigkeitskorrektur)	68
6.4.5 Geometrische Reduktionen	68
6.4.6 Abbildungsreduktion	70
<b>6.5 Vertikale Exzentrizität</b>	<b>71</b>
<b>6.6 Zulässige Abweichungen für Strecken</b>	<b>72</b>
<b>7 Verfahren zur Punktbestimmung</b>	<b>73</b>
<b>7.1 Indirekte Messungen</b>	<b>73</b>
7.1.1 Abriss	73
7.1.2 Exzentrische Richtungsmessung	74
7.1.3 Exzentrische Streckenmessung	77
7.1.4 Gebrochener Strahl	78
<b>7.2 Einzelpunktbestimmung</b>	<b>79</b>
7.2.1 Polare Punktbestimmung	79
7.2.2 Dreidimensionale polare Punktbestimmung	80
7.2.3 Polare Punktbestimmung mit Kanalstab	81
7.2.4 Gebäudeaufnahme mit reflektorloser Entfernungsmessung	82
7.2.5 Bogenschnitt	84
7.2.6 Vorwärtseinschnitt	85
7.2.7 Rückwärtseinschnitt nach Cassini	87
<b>7.3 Freie Standpunktwahl mittels Helmert-Transformation</b>	<b>88</b>
<b>7.4 Polygonierung</b>	<b>90</b>
7.4.1 Anlage und Form von Polygonzügen	90
7.4.2 Polygonzugberechnung - Normalfall	91
7.4.3 Freier Polygonzug	92
7.4.4 Ringpolygon	93

	<b>XI</b>
7.4.5 Zulässige Abweichungen für Polygonzüge	94
7.4.6 Fehlertheorie	95
7.5 Punktbestimmung mittels Netzausgleichung - Statistische Überprüfung	96
7.6 Zulässige Abweichungen für Lagepunkte	97
<b>8 Transformationen</b>	<b>98</b>
8.1 Ebene Transformationen	98
8.1.1 Drehung um den Koordinatenursprung (1 Parameter)	98
8.1.2 Ähnlichkeitstransformation mit zwei identischen Punkten (4 Parameter)	99
8.1.3 Ähnlichkeitstransformation mit mehr als 2 identischen Punkten Helmert-Transformation (4 Parameter)	101
8.1.4 Affin-Transformation (6 Parameter)	103
8.1.5 Projektivtransformation (8 Parameter)	105
8.1.6 Ausgleichende Gerade	107
8.2 Räumliche Transformationen	109
8.2.1 Räumliche Ähnlichkeitstransformation (7 Parameter)	109
8.2.2 Umrechnung ellipsoidischer geographischer Koordinaten in ellipsoidische kartesische Koordinaten und umgekehrt	112
8.2.3 Umrechnung geographischer Koordinaten in Gauß-Krüger-Koordinaten und umgekehrt	114
8.2.4 Umrechnung geographischer Koordinaten in UTM-Koordinaten und umgekehrt nach SCHÖDLBAUER	116
8.2.5 Überführung der WGS 84 - Koordinaten in Gauß-Krüger - bzw. UTM - Koordinaten	118
<b>9 Höhenmessung</b>	<b>121</b>
9.1 Niveauflächen und Bezugsflächen	121
9.2 Höhen	123
9.3 Geometrisches Nivellement	125
9.3.1 Definitionen	125
9.3.2 Allgemeine Beobachtungshinweise	125
9.3.3 Grundformel eines Nivellements	126
9.3.4 Feinnivellement	126
9.3.5 Ausgleichung einer Nivellementstrecke- /linie oder - /schleife	127
9.3.6 Höhenknotenpunkt	128

9.3.7 Ziellinienüberprüfung	129
9.3.8 Genauigkeit des Nivellement	131
9.3.9 Zulässige Abweichungen für geometrisches Nivellement	132
9.4 Trigonometrische Höhenbestimmung	133
9.4.1 Höhenbestimmung über kurze Distanzen (< 250m)	133
9.4.2 Höhenbestimmung über große Distanzen	134
9.4.3 Trigonometrisches Nivellement	136
9.4.4 Turmhöhenbestimmung	137
<b>10 Ingenieurvermessung</b>	<b>139</b>
10.1 Absteckung von Geraden	139
- Zwischenpunkt in einer Geraden	
10.2 Kreisbogenabsteckung	140
10.2.1 Allgemeine Formeln	140
10.2.2 Bestimmung des Tangentenschnittwinkels $\gamma$	141
10.2.3 Kreisbogen durch einen Zwangspunkt P	142
10.2.4 Absteckung von Kreisbogenkleinpunkten	143
10.2.5 Näherungsverfahren	145
10.2.6 Kontrollen der Kreisbogenabsteckung	146
10.2.7 Korbbogen	147
10.3 Klotoide	148
10.3.1 Definition	148
10.3.2 Verbundkurve Klotoide - Kreisbogen - Klotoide	150
10.4 Gradienten	151
10.4.1 Längsneigung	151
10.4.2 Schnittpunktberechnung zweier Gradienten	151
10.4.3 Kuppen- und Wannenausrundung	152
10.5 Erdmengenberechnung	153
10.5.1 Mengenberechnung aus Querprofilen	153
10.5.2 Mengenberechnung aus Höhenlinien	154
10.5.3 Mengenberechnung aus Prismen	155
10.5.4 Mengenberechnung einer Rampe	156
10.5.5 Mengenberechnung sonstiger Figuren	156

<b>11 Ausgleichungsrechnung</b>	<b>158</b>
11.1 Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen - Allgemein	158
11.1.1 Aufstellen von Verbesserungsgleichungen	158
11.1.2 Berechnung der Normalgleichungen, der Unbekannten und der Kofaktorenmatrizen	159
11.1.3 Genauigkeit	159
11.1.4 Statistische Überprüfung	160
11.2 Punktbestimmung mit Richtungen und Strecken nach vermittelnden Beobachtungen	161
11.3 Höhennetzausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen	164
<b>12 Grundlagen der Statistik</b>	<b>165</b>
12.1 Grundbegriffe der Statistik	165
12.2 Wahrscheinlichkeitsfunktionen	167
12.3 Vertrauensbereiche Konfidenzbereiche	168
12.4 Testverfahren	169
12.5 Messunsicherheit u	170
12.6 Toleranzen	171
12.7 Varianz	172
12.7.1 Varianz aus Funktionen unabhängiger Beobachtungen	172
12.7.2 Varianz aus Funktionen gegenseitig abhängiger (korrelierter) Beobachtungen - Kovarianzfortpflanzungsgesetz	173
12.8 Standardabweichung	174
12.8.1 Standardabweichung aus direkten Beobachtungen	174
12.8.2 Standardabweichung aus Beobachtungsdifferenzen (Doppelmessung)	175
12.9 Gewichte - Gewichtsreziproke	176
12.10 Tabelle von Wahrscheinlichkeitsverteilungen	177
Literaturhinweise	180
Internetportale	180
Stichwortverzeichnis	181