

Inhaltsverzeichnis.

Erstes Kapitel.

Algebraische Grundlagen.

	Seite
1. Einige Vorbemerkungen prinzipieller Natur	1
2. Allgemeine Mannigfaltigkeiten. Koordinatentransformation	4
3. Lineare Transformationen. Vektoren	7
4. Tensoren	9
5. Symmetrische Tensoren zweiter Stufe	11
6. Reziproke Vektorsysteme	12
7. Addition von Tensoren	13
8. Multiplikation von Tensoren	14
9. Verjüngung	14
10. Überschiebung	15
11. Allgemeine Koordinatentransformation. Erste allgemeine Definition eines Tensors. Zwei typische Vektoren	16
12. Eine zweite allgemeine Definition der Tensoren. Beispiele	18
13. Allgemeinere Transformationsgesetze. Gegenstand des absoluten Diffe- rentialkalküls	20

Zweites Kapitel.

Die Geometrie der quadratischen Differentialformen.

I. Das Bogenelement einer Fläche.

1. Parameterdarstellung einer Fläche	22
2. Formel für das Quadrat des Bogenelementes. Der kovariante Maß- tensor.	23
3. Fortschreitungsrichtungen auf der Fläche.	25
4. Winkel zweier Richtungen. Der kontravariante Maßtensor	27
5. Assoziierte und insbesondere inverse Tensoren	29
6. Vektoren auf der Fläche	30
7. Parameter und Momente der Koordinatenlinien. Das Flächenelement	31
8. Absolute Geometrie einer Fläche	32
9. Torsen oder abwickelbare Flächen	34

II. Parallelismus auf der Fläche.

10. Geometrische Definition.	35
11. Folgerungen. Parallelismus von Vektoren	36
12. Infinitesimale Verschiebungen. Differentialgesetz des Parallelismus	37
13. Absoluter Charakter des Parallelenbegriffes	39
14. Symbolische Gleichung	39
15. Die Gleichungen des Parallelismus in absoluter Form	40
16. Die Christoffelschen Symbole	43

	Seite
17. Die Differentialgleichungen des Parallelismus in kovarianten Komponenten	44
18. Einige Folgerungen	45
19. Vertauschbarkeit von Verschiebungen	46
III. Verallgemeinerung des vorstehenden für n-dimensionale Mannigfaltigkeiten mit beliebiger Metrik.	
20. Allgemeines über die V_n	49
21. Euklidische Mannigfaltigkeiten. Der Einbettungssatz	50
22. Metrik der Winkel	52
23. Geodätische Linien auf einer M_n	56
24. Die Differentialgleichungen der geodätischen Linien	58
25. Geodätische Krümmung	61
26. Parallelismus auf der M_n . Bianchis Ableitung eines Vektors längs einer Kurve	63
27. Autoparallelismus der geodätischen Linien	65
28. Einige Bemerkungen im Fall eines indefiniten ds^2	66

Drittes Kapitel.

**Kovariante Ableitungen. Invarianten und Differentialparameter.
Örtlich geodätische Koordinaten.**

1. Kovariante Ableitungen	68
2. Sonderfälle	70
3. Der Satz von Ricci	71
4. Kontravariante Ableitungen	71
5. Permanenz der Regeln der gewöhnlichen Differentialrechnung	72
6. Anwendungen	73
7. Divergenz eines Vektors und eines Tensors zweiter Stufe. Zweiter Differentiator einer Invariante	74
8. Einige Transformationsgesetze. Die ϵ -Tensoren und das Vektorprodukt. Der Inhalt eines Bereiches	76
9. Der Rotor eines Vektors	79
10. Begriff der m -Stellung. Geodätische Mannigfaltigkeiten	80
11. Örtlich geodätische Koordinaten	82
12. Der Satz von Severi	87
13. Die kovarianten Ableitungen der ϵ -Tensoren	88

Viertes Kapitel.

Der Riemannsche Krümmungstensor und die Krümmung einer M_n .

1. Allgemeines über zyklische Verschiebungen und über die Beziehungen zwischen Parallelismus und Krümmung	89
2. Zyklische Verschiebung längs eines Elementarparallelogramms	90
3. Fundamentale Eigenschaften der $R_{i\kappa}^{\lambda\nu}$	92
4. Fundamentale Eigenschaften und Anzahl der $R_{i\kappa\lambda\mu}$	94
5. Die Identitäten von Bianchi	97
6. Abhängigkeit der zweiten kovarianten Ableitungen von der Reihenfolge der Differentiationen	98
7. Zyklische Verschiebungen längs beliebiger geschlossener infinitesimaler Kurven	100
8. Die Formel von Pérés	105

	Seite
9. Anwendungen auf Flächen. Die Gaußsche Krümmung einer M_2	105
10. Riemannsche Krümmung einer M_n	107
11. Dreidimensionale Mannigfaltigkeiten. Die Tensoren $A_{\rho\sigma}$ von Ricci und $G_{\rho\sigma}$ von Einstein	109
12. Krümmung der dreidimensionalen Mannigfaltigkeit in der Umgebung eines Punktes. Hauptrichtungen und Invarianten	111
13. Die geodätische Abweichung.	116
14. Die geodätische Abweichung in einer n -dimensionalen Mannigfaltigkeit	118
15. Invariante Form der Gleichungen für die geodätische Abweichung	118
16. Diskussion der Gleichungen (81). Das Zwischenintegral und eine lineare Relation in geschlossener Form	121
17. Reduzierte Form des Differentialsystems (84) in den Koordinaten y_ν	123
18. Der Fall $n = 2$ und die Gleichung von Jacobi	124

Fünftes Kapitel.

Zwei verschiedene Maßtensoren auf einer V_n -Mannigfaltigkeiten konstanter Krümmung.

1. Differenzen der Christoffelschen Symbole bezüglich zweier verschiedener Maßtensoren aus einer analytischen V_n	125
2. Differenzen der kovarianten Ableitungen	126
3. Differenzen der Riemannschen Krümmungstensoren	128
4. Konforme Abbildung	131
5. Mannigfaltigkeiten mit örtlich konstanter Riemannscher Krümmung.	133
6. Der Satz von Schur	136
7. Kanonische Form für das quadrierte Bogenelement ds^2 einer Mannigfaltigkeit konstanter Krümmung	136

Sechstes Kapitel.

Quadratische Differentialformen von der Klasse Null und Eins.

1. Euklidische Differentialformen oder Differentialformen von der Klasse Null.	142
2. Konforme Abbildung einer Mannigfaltigkeit konstanter Krümmung auf einen euklidischen Raum. Alle M_n gleicher konstanter Krümmung sind aufeinander abwickelbar	145
3. Allgemeines über Hyperflächen in euklidischen Räumen	148
4. Quadratische Differentialformen von der Klasse Eins (Hyperflächen in euklidischen Räumen).	151
5. Sphärisches Bild und sphärische Krümmung einer Hyperfläche	154

Siebentes Kapitel.

Kurvenkongruenzen auf einer M_n .

1. Allgemeines über Kongruenzen. Geodätische und Normalenkongruenzen	158
2. Serien von verschiedenen Kongruenzen. Bestimmung eines Vektors durch n -Invarianten	161
3. Geometrische Definition der Drehungskoeffizienten von Ricci	163
4. Die Vertauschungsregel für die zweiten Ableitungen nach den Bogenlängen	167
5. Serien mit einer geodätischen Kongruenz	168
6. Die geodätische Krümmung einer Kongruenz der Serie.	168

	Seite
7. Serien mit einer Normalenkongruenz. Vollständige Orthogonalität. Identische Differentialgleichungen für die γ_{ikl}	169
8. Die zu einer gegebenen Kongruenz gehörige kanonische Serie	171
9. Geradenkongruenzen im euklidischen Raum. Geometrische Bedeutung der kanonischen Serien	175

Achstes Kapitel.

Die Entwicklung der Mechanik und der geometrischen Optik und ihre Beziehung zu Einsteins vierdimensionaler Welt.

1. Das Hamiltonsche Prinzip für einen freien Punkt	179
2. Die Zeit als vierte Koordinate. Die vierdimensionale Raum-Zeit-Welt und die Weltlinien	180
3. Allgemeine Koordinatentransformationen in der vierdimensionalen Welt. Der Begriff „gleichzeitig“	181
4. Das Hamiltonsche Prinzip in der Einsteinschen Form und seine Invarianz gegenüber beliebigen Koordinatentransformationen	182
5. Masse und Energie bei Zugrundelegung des geänderten dynamischen Gesetzes	185
6. Die Einsteinsche Form des Trägheitsprinzips und die spezielle Relativitäts- theorie	188
7. Die Kinematik starrer Systeme	190
8. Das Römorsche Zeitmaß und eine spezielle Lorentztransformation	194
9. Allgemeine Lorentztransformationen	200
10. Das Additionstheorem der Geschwindigkeiten. Kinematischer Nachweis einer Formel von Fresnel	203
11. Eine weitere Verallgemeinerung der Weltmetrik	206
12. Ein wichtiger Sonderfall. Die zugehörigen Bahnkurven und ihre Identität mit den Bahnkurven eines Problems der klassischen Mechanik	208
13. Qualitative Kennzeichen relativistischer Maßbestimmungen. Das geodä- tische Prinzip für die Dynamik eines Massenpunktes. Stationäre und insbesondere statische Bogenelemente	210
14. Einheitsvektoren in einer M_4 mit pseudoeuklidischer Metrik	213
15. Bemerkung über die geodätischen Linien von der Länge Null	214
16. Einige elementare Sätze der geometrischen Optik	217
17. Die geometrische Optik nach Einstein und die Bedeutung der Kon- stanten c	218
18. Die Bedeutung der Bedingung $ds^2 = 0$ in der geometrischen Optik	220
19. Das Fermatsche Prinzip in stationären relativistischen Maßbestim- mungen	222
20. Der Spannungstensor und seine Divergenz in der klassischen Mechanik	225
21. Die Fundamentalgleichungen der Mechanik der Kontinua in kartesischen Koordinaten und ihre Transformation in allgemeine Koordinaten	228
22. Das Galileische Relativitätsprinzip	229
23. Eine andere Form der Gleichungen (70) und (71)	230
24. Einsteinsche Form der Bewegungsgleichungen kontinuierlicher Systeme in einem Sonderfall	232
25. Allgemeiner Fall. Der Energietensor und die Bedeutung seiner Kompo- nenten in allgemeinen Koordinaten	234
26. Relativistische Form der Bewegungsgleichungen eines Kontinuums	238
27. Eine besondere Klasse von Bewegungen eines Kontinuums	239
28. Die experimentelle Bestimmung des Einsteinschen Maßtensors	241

Neuntes Kapitel.

Die Gravitationsgleichungen und die allgemeine Relativitätstheorie.

1. Qualitatives über den Einsteinschen Maßtensor	246
2. Der Tensor $G_{\alpha\beta}$ und seine Divergenz. Der Gravitationstensor	247
3. Der Einfluß der physikalischen Erscheinungen auf die Maßbestimmung. Bemerkungen über die Aufstellung der Gravitationsgleichungen und ihren Beweis	250
4. Die allgemeinen Gravitationsgleichungen im statischen Fall. Der leere Raum	253
5. Erste Annäherung. Der Zusammenhang mit der Poissonschen Gleichung	258
6. Die Einsteinsche Grundform, die in erster Annäherung einem gegebenen Newtonschen Gravitationsfeld entspricht	262
7. Strengere Bestimmung des Koeffizienten $g_{00} = V^2$ bei statischen Be- dingungen	265
8. Ein äquivalentes Problem der Newtonschen Mechanik	266
9. Die Bewegung der Planeten nach Einstein und die Perihelverschiebung	268
10. Die Verschiebung der Spektrallinien und die Ablenkung des Lichtes . .	271
11. Kugelsymmetrische Maßbestimmungen auf einer M_3	278
12. Bemerkung über die Berechnung der Krümmungen	283
13. Die Gravitationsgleichungen für den Fall der Kugelsymmetrie. Strenge Lösung von Schwarzschild.	287
14. Gleichförmige räumliche Maßbestimmungen und ihre kosmologische Be- deutung	292
15. Einsteins zylindrische Welt	295
16. De Sitters sphärische Welt	295
17. Einsteins Zusatzglied. Nachweis weiterer strenger Lösungen	302
Anhang: Formelsammlung	305
Namen- und Sachverzeichnis	308

Druckfehlerberichtigung.

Auf Seite 99, Zeile 18 von oben: $\Delta f =$ bleibt weg,

Auf Seite 140, Zeile 14 von oben soll es heißen: „deren Mittelpunkte im Ur-
sprung liegen“.