

Rudolf Kippenhahn

Eins, zwei, drei unendlich

Eine Reise an die Grenzen
der Mathematik

Mit 65 Abbildungen



Piper
München Zürich

Inhalt

Vorwort	11
1. Unendlich klein, unendlich groß.	13
Die rätselhafte Flasche.	13
Der unendliche Raum und unendlich große Zahlen.	16
Endliche Geschichten vom Unendlichen ...	18
Ist Unendlich eine Zahl?	21
2. Große Zahlen bei der Zeit, dem Weizen und dem Sand.	23
Warum man die Namen der großen Zahlen nicht wissen muß.	25
Die Kurzschrift der Mathematiker.	27
Wie sich ein König verschätzen kann.	28
Das Experiment wird ausgeführt.	31
Das Genie von Syrakus.	33
3. Das Unendliche im Griff.	37
Die fernen Zahlen.	38
Wie der junge Gauß addierte.	40
Die Türme von Hanoi.	42
Mengen und ihre Teile.	48
Der Dorf barbier und sein Problem.....	49
Teilmengen.	51
4. Unendliche Verrücktheiten.	55
Das verrückte Hotel.	55

Inhalt

Wie Tanzlehrer zählen.	60
Das Widernatürliche an den natürlichen Zahlen.	62
Unendliche Mengen sind eben anders.	64
5. Brüche über Brüche.	69
Ganze Zahlen und ihre Bruchstücke.	71
Wie aus einer periodischen Dezimalzahl ein Bruch wird.	76
Brüche, einer neben dem anderen.	77
Warum die Brüche dicht beieinander liegen	78
Wir zählen die Brüche.	81
6. Noch unendlicher als unendlich.	85
Zahlen zwischen den Brüchen.	86
Wie die alten Griechen merkten, daß es Zahlen gibt, die keine Brüche sind.	88
Alex zieht eine Wurzel.	90
Georg Cantor.	94
Unendlich viele Unendlichkeiten.	99
Noch verrückter.	100
Der unendlich ferne Punkt	102
7. Wie man auch mit unendlicher Mühe nichts Unendliches erreicht	105
Achill und die Schildkröte.	105
Die Mathematik des Eisessens.	107
Warum die harmonische Reihe ins Unendliche wächst.	109
In der Falle.	111
Eine komische Reihe.	112
8. Die Welt der Dreiecke und Kreise.	115
Ein Satz für besondere Dreiecke.	116

Inhalt

Das Geheimnis des Kreises	119
Ein rätselhafter Brief aus Indien	126
Das Genie, das aus dem Nichts auftauchte	128
Pi in Gießen und im Internet	131
9. Kurven, die ins Unendliche gehen.	135
Wie auf dem Stadtplan.	135
Archimedes und die Parabel.	138
Mehr und mehr Menschen	141
10. Wie wir das Unendliche sehen.	147
Die Geometrie des Sauerampfers.	148
Was uns das Auge vormacht	151
Das Unendliche im Gefangenenlager.	157
Geometrie ist nicht gleich Geometrie.	159
Von der Erdkugel auf die Landkarte.	162
Punkte rutschen auf Punkte.	165
Die Erde als Hohlkugel.	170
11. Im Reich der Dimensionen.	177
Flächenland	179
Linienland.	181
Raumland	182
Gerade, eben oder verbogen?	184
Die vierte Dimension.	188
Koordinaten in höheren Dimensionen.	189
Die vierdimensionale Geisterwelt	191
Gespenstische Fußabdrücke.	192
12. Das unendlich Kleine in der Natur.	197
Zahlenstrahl und Kupferdraht	197
Warum wir das Kleine nicht sehen können	200
Schattenbilder.	203

Inhalt

Botschaften aus dem Unsichtbaren.	205
Warum wir nur unscharf sehen.	206
Ein Ausflug in die Welt der Töne.	207
Musik und Mathematik.	209
13. Das unendlich große Weltall.	215
Die Scheibe der Milchstraße.	217
Unendlich viele Weltinseln.	218
Licht geht durch Raum und Weltgeschichte.	220
Wenn der Wald vor lauter Bäumen nicht zu sehen ist.	221
Das Weltall fliegt auseinander.	224
Der Blick in die Vergangenheit.	226
Warum das Unendliche pechschwarz ist . . .	228
Das Unendliche im Bauch.	230
Anhang A: Vorsicht bei Reihen, die über alle Grenzen wachsen!.	231
Anhang B: Pi für Heimwerker.	233
Anhang C: Für den, der mehr wissen will (Literatur, Internet).	237
Bildquellen.	239
Register.	241