

Uwe Storch / Hartmut Wiebe

# Lehrbuch der Mathematik

Band 2

Lineare Algebra

2., korrigierte Auflage

Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg • Berlin

# Inhaltsverzeichnis

## I Vektorräume

### §1 Vektorräume

LA	Algebraische Grundbegriffe.	.13
1.B	Der Vektorraumbegriff.	.17
1.C	Untervektorräume.	.20

### §2 Lineare Gleichungssysteme

2A	Gaußsches Eliminationsverfahren.	.27
----	----------------------------------	-----

### §3 Basen und Dimension von Vektorräumen

3.A	Erzeugendensysteme • Lineare Unabhängigkeit • Basen	.33
3.B	Dimension von Vektorräumen.	.42

### §4 Affine Räume

4.A	Der Begriff des affinen Raumes.	.55
4.B	Affine Unterräume.	.60

## II Lineare Abbildungen

### §5 Lineare Abbildungen

5.A	Gruppenhomomorphismen.	.70
5.B	Lineare Abbildungen.	.80
5.C	Räume von linearen Abbildungen.	.87
5.D	Lineare Abbildungen und Basen.	.91
5.E	Der Rangsatz.	.97
5.F	Direkte Summen und Projektionen.	.101
5.G	Dualräume.	.108

### §6 Restklassenbildung

6.A	Restklassengruppen.	.118
6.B	Restklassenräume.	.131
6.C	Exakte Sequenzen.	.134
6.D	Beispiel: Elektrische Netzwerke.	.141
6.E	Operieren von Gruppen.	.148

### §7 Affine Abbildungen

7.A	Affine Abbildungen.	.158
7.B	Projektive Räume und Abbildungen.	.173

### III Matrizen und Determinanten

#### §8 Matrizen

8.A Die Matrix einer linearen Abbildung . . . . .	181
8.B Rang von Matrizen. . . . .	196
8.C Elementarmatrizen. . . . .	203

#### §9 Determinanten

9.A Permutationen. . . . .	213
9.B Multilineare Abbildungen. . . . .	227
9.C Determinantenfunktionen. . . . .	231
9.D Rechenregeln für Determinanten. . . . .	235
9.E Die Determinante eines linearen Operators. . . . .	251
9.F Orientierungen. . . . .	255
9.G Determinanten und Volumina. . . . .	260

### IV Lineare Operatoren

#### §10 Polynomalgebren

10.A Polynome in einer Variablen. . . . .	268
10.B Polynome in mehreren Variablen. . . . .	292

#### §11 Lineare Operatoren

11.A Eigenwerte • Charakteristisches Polynom • Minimalpolynom. . . . .	298
11.B Diagonalisierbare und trigonalisierbare Operatoren . . . . .	318
11.C Einige Zerlegungssätze. . . . .	331
11.D Jordansche Normalform. . . . .	336
11.E Systeme linearer Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten. . . . .	343

### V Sesquilinearformen

#### §12 Bilinear- und Sesquilinearformen

12.A Sesquilineare Funktionen. . . . .	362
12.B Symmetrische und komplex-hermitesche Formen . . . . .	369
12.C Typen hermitescher Formen. . . . .	381

#### §13 Räume mit Skalarprodukt

13.A Skalarprodukte. . . . .	393
13.B Orthogonale Projektionen. . . . .	406
13.C Volumina in euklidischen Räumen. . . . .	425

**§14 Isometrien**

14.A Lineare Isometrien . . . . .	430
14.B Affine Isometrien . . . . .	449

**§15 Der Spektralsatz**

15.A Selbstadjungierte und normale Operatoren . . . . .	472
15.B Hauptachsentransformation . . . . .	482
15.C Positive Operatoren . . . . .	504

**§16 Minkowski-Räume**

16.A Minkowski-Räume . . . . .	513
16.B Lorentz-Gruppen . . . . .	527

**VI Normierte Vektorräume**

**§17 Normierte Vektorräume**

17. A Grundbegriffe . . . . .	536
17.B Stetige lineare Abbildungen . . . . .	544

**§18 Erste Anwendungen**

18.A Gitter • Torusgruppen . . . . .	561
18.B Potenzen einer Matrix • Spektralradius . . . . .	569
18.C Beispiel: Stochastische Matrizen . . . . .	578
18.D Die Exponentialabbildung • Lie-Algebren . . . . .	592
18.E Zusammenhang linearer Gruppen . . . . .	611
18.F Numerische Verfahren . . . . .	619

**§19 Hilbert-Räume**

19. A Grundlagen . . . . .	633
19.B Kompakte Operatoren und der Spektralsatz . . . . .	644
19.C Fourier-Reihen . . . . .	654

**§20 Systeme linearer Differentialgleichungen**

20.A Die Picard-Lindelöf-Iteration . . . . .	673
20.B Systeme mit periodischen Koeffizienten . . . . .	687
20.C Potenzreihenansatz . . . . .	698
20.D Randwertprobleme . . . . .	708
20.E Beispiele . . . . .	721

<b>ANHANG Topologische Grundbegriffe . . . . .</b>	<b>742</b>
--	------------

<b>Tafeln . . . . .</b>	<b>755</b>
-------------------------	------------

<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>757</b>
---------------------------------------	------------

<b>Symbolverzeichnis . . . . .</b>	<b>759</b>
------------------------------------	------------

<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>761</b>
---------------------------------------	------------