

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Magische Quadrate</b>	<b>1</b>
1.1	Was sind magische Quadrate	3
1.2	Eigenschaften	6
1.3	Darstellungen	14
<b>2</b>	<b>Bimagische Quadrate</b>	<b>19</b>
2.1	Ordnung $n=8$	20
2.1.1	Coccoz	20
2.1.2	Coccoz (algebraisches Muster)	41
2.1.3	Rilly	43
2.1.4	Tarry	55
2.1.5	Portier	65
2.1.6	Gérardin	72
2.1.7	Hendricks	78
2.1.8	De Winkel	81
2.1.9	De Winkel (Pandiagonale Quadrate)	85
2.1.10	Transformationen von bimagischen Quadraten	87
2.1.11	Normieren von bimagischen Quadraten	93
2.1.12	Anzahl bimagischer Quadrate	97
2.2	Ordnung $n=9$	99
2.2.1	Coccoz	100
2.2.2	Coccoz (algebraisches Muster)	111
2.2.3	Portier	114
2.2.4	De Winkel	135
2.2.5	Anzahl symmetrischer bimagischer Quadrate	139
2.2.6	Anzahl symmetrischer diagonalen Euler-Quadrate	144
2.3	Ordnungen 10 bis 15	146
2.3.1	Ordnung 10	146

2.3.2	Ordnung 11	147
2.3.3	Ordnung 12	149
2.3.4	Ordnungen 13 bis 15	152
2.4	Ordnung $n = 16$	154
2.4.1	Viricel – Boyer	155
2.4.2	Hendricks	161
2.4.3	Sudoku-Quadrate	164
2.4.4	Sudoku-Quadrate (Erweiterung)	179
2.5	Ordnung $n = 25$	190
2.5.1	Barbette	191
2.5.2	Li Wen	192
2.5.3	Taneja	194
2.6	Ordnung $n = p^2$	201
2.6.1	Cazalas	202
	Arithmetische Serien	202
	Ordnung $3^2 = 9$	205
	Ordnung $5^2 = 25$	209
	Ordnung $7^2 = 49$	213
2.6.2	Hendricks	215
	Ordnung $3^2 = 9$	216
	Ordnung $5^2 = 25$	222
2.6.3	Chen	226
	Ordnung $3^2 = 9$	226
	Ordnung $5^2 = 25$	231
2.6.4	Keedwell	232
	Sudoku-Quadrate	233
	Sudoku-Quadrate (Erweiterung)	237
2.7	Ordnung $n = p^3$	245
2.7.1	Arithmetische Serien	246
2.7.2	Ordnung $2^3 = 8$	247
2.7.3	Ordnung $3^3 = 27$	255
2.8	Ordnung $n = p^4$	257
2.8.1	Ordnung $2^4 = 16$	257
2.9	Ordnung $n = 4k$	261
2.9.1	Chen – Li	261
2.9.2	Pan – Huang	270
2.10	Ordnung $n = 2^n$	280

2.10.1 Lamb . . . . .	280
Ordnung $2^3 = 8$ . . . . .	281
Ordnung $2^4 = 16$ . . . . .	284
<b>3 Trimagische Quadrate . . . . .</b>	<b>289</b>
3.1 Ordnung 12 . . . . .	290
3.2 Ordnung 16 . . . . .	293
3.3 Ordnung 24 . . . . .	295
<b>4 Pandiagonale magische Quadrate . . . . .</b>	<b>297</b>
4.1 Ordnungen $n \neq 3k$ . . . . .	298
4.1.1 Bachet – Labosne (de la Hire-Methode) . . . . .	298
4.1.2 Hudson . . . . .	301
4.1.3 Hudson (symmetrische Quadrate) . . . . .	303
4.1.4 Hendricks . . . . .	306
4.1.5 Cheng Pin . . . . .	308
4.1.6 Liang Peiji – Zhang Hangfu – Zhang Xiafu . . . . .	310
4.1.7 Xu Zhihui . . . . .	312
4.1.8 Zhao Li-hua . . . . .	314
4.1.9 Wang Huifeng . . . . .	315
4.1.10 Constantin . . . . .	318
4.2 Ungerade Ordnungen $n = 3k$ . . . . .	323
4.2.1 Margossian . . . . .	323
4.2.2 Bouteloup . . . . .	328
4.2.3 Candy (Methode 1) . . . . .	347
4.2.4 Candy (Methode 2) . . . . .	351
4.2.5 Hendricks . . . . .	356
4.2.6 Konstruktion mit Rechtecken . . . . .	364
4.3 Ungerade Ordnungen: $n$ ist eine Primzahl . . . . .	367
4.3.1 Frost . . . . .	367
4.3.2 Fourrey . . . . .	369
4.3.3 Candy . . . . .	375
4.4 Ungerade Ordnungen: $n$ ist keine Primzahl . . . . .	378
4.4.1 Planck . . . . .	378
4.5 Doppelt-gerade Ordnungen . . . . .	383
4.5.1 Aubry . . . . .	383
4.5.2 Bouteloup . . . . .	386

4.5.3	Sayles . . . . .	398
4.5.4	Woodruff . . . . .	403
4.5.5	Wang Zhengyan . . . . .	411
4.5.6	Zhang Xiafu – Liang Peiji – Zhang Hangfu . . . . .	413
4.5.7	Candy (Methode 1) . . . . .	414
4.5.8	Candy (Methode 2) . . . . .	419
4.5.9	Hendricks . . . . .	423
4.5.10	Barink . . . . .	430
4.5.11	Li Li . . . . .	439
4.5.12	Gupta . . . . .	443
4.6	Besondere pandiagonale Quadrate . . . . .	449
4.6.1	Typ <i>10-in-1</i> . . . . .	449
4.6.2	Typ <i>35-in-1</i> . . . . .	455
4.7	Weitere Verfahren . . . . .	459
<b>5</b>	<b>Supermagische Quadrate . . . . .</b>	<b>461</b>
5.1	Margossian . . . . .	462
5.2	Hendricks . . . . .	466
5.3	Ollerenshaw – Brée . . . . .	470
5.4	De Winkel (Zellentausch) . . . . .	472
5.5	De Winkel (Dynamic Numbering) . . . . .	477
5.6	Konstruktion mit Zahlenfolgen . . . . .	480
<b>6</b>	<b>Franklin-Quadrate . . . . .</b>	<b>483</b>
6.1	Eigenschaften . . . . .	484
6.1.1	Veranschaulichung der Eigenschaften . . . . .	484
6.1.2	Zerlegung in Hilfsquadrate . . . . .	493
6.1.3	Pandiagonale Franklin-Quadrate . . . . .	494
6.2	Konstruktion von semi-magischen Franklin-Quadraten . . . . .	497
6.2.1	Nordgren . . . . .	497
6.2.2	Jacobs . . . . .	500
6.3	Konstruktion von pandiagonalen Franklin-Quadraten . . . . .	505
6.3.1	Hurkens . . . . .	505
6.3.2	Erweiterung einer Methode von Pasles . . . . .	510
6.3.3	Breedijk (Most perfect transformation) . . . . .	520
6.3.4	Breedijk (Khajuraho Methode) . . . . .	521

6.3.5	Breedijk (Basic-Key Methode) . . . . .	528
6.3.6	Breedijk (Sudoku Methode) . . . . .	531
6.3.7	Breedijk (Basic-Pattern Methode 1) . . . . .	535
6.3.8	Breedijk (Basic-Pattern Methode 2) . . . . .	539
6.4	Transformationen . . . . .	546
6.4.1	Transformationen von Franklin-Quadraten . . . . .	546
6.4.2	Umwandlung in ein pandiagonales Quadrat . . . . .	550
6.4.3	Umwandlung in ein supermagisches Quadrat . . . . .	551
<b>7</b>	<b>Eingebettete magische Quadrate . . . . .</b>	<b>553</b>
7.1	Algebraische Muster . . . . .	554
7.2	Vier eingebettete Quadrate in einem Rahmen . . . . .	556
7.3	Überlappende magische Quadrate . . . . .	560
7.3.1	Ordnung 7 . . . . .	561
7.3.2	Ordnung 9 . . . . .	565
7.3.3	Ordnung 13 . . . . .	570
7.3.4	Ordnung 15 . . . . .	574
7.4	Eingebettete Rauten . . . . .	578
7.5	Feste Rahmen . . . . .	584
7.5.1	Ordnung $n=7$ . . . . .	585
7.5.2	Ordnung $n=9$ . . . . .	587
7.5.3	Ordnung $n=10$ . . . . .	592
7.5.4	Ordnung $n=12$ . . . . .	595
7.5.5	Ordnung $n=16$ . . . . .	599
7.5.6	Ordnung $n=20$ . . . . .	607
7.6	Eingebettetes bimagisches Quadrat . . . . .	619
7.7	Eingebettetes pandiagonales Quadrat der Ordnung 6 . . . . .	621
7.8	Besondere eingebettete Quadrate . . . . .	622
<b>8</b>	<b>Transformationen . . . . .</b>	<b>629</b>
8.1	Alle Ordnungen . . . . .	629
8.1.1	Komplementäre Zahlen . . . . .	629
8.1.2	Zeilen-Spalten-Transformation . . . . .	631
8.1.3	Zeilen-Spalten-Permutation . . . . .	633
8.1.4	Quadrantentausch . . . . .	635
8.2	Ordnungen $n=4k$ . . . . .	636

8.2.1	Transformation symmetrisch $\longleftrightarrow$ pandiagonal . . . . .	637
8.2.2	Transformation reversibel $\rightarrow$ reversibel . . . . .	637
8.2.3	Transformation reversibel $\rightarrow$ supermagisch . . . . .	639
8.2.4	Transformation supermagisch $\rightarrow$ symmetrisch . . . . .	640
8.2.5	Transformation supermagisch $\longrightarrow$ Franklin-Quadrat . . . . .	641
8.3	Gerade Ordnungen . . . . .	644
8.3.1	Huber . . . . .	644
8.4	Pandiagonale Quadrate doppelt-gerader Ordnungen . . . . .	648
8.4.1	Normalisieren . . . . .	648
8.4.2	Panflip - Transformation . . . . .	649
8.5	Pandiagonale Quadrate ungerader Ordnungen . . . . .	650
8.5.1	Transformationen $R^+$ und $R^-$ . . . . .	650
8.5.2	Transformationen $C^+$ und $C^-$ . . . . .	652
8.5.3	Chia . . . . .	653
8.5.4	Transformation gerade - ungerade Spalten . . . . .	654
8.6	LDR - Darstellung . . . . .	654
<b>9</b>	<b>Diagonale Euler-Quadrate . . . . .</b>	<b>659</b>
9.1	Euler-Quadrate . . . . .	659
9.2	Symmetrische diagonale Euler-Quadrate . . . . .	661
9.2.1	Ordnung $n=5$ . . . . .	661
9.2.2	Ordnung $n=7$ . . . . .	663
9.2.3	Ordnung $n=9$ . . . . .	677
9.3	Symmetrische Primzahlquadrate . . . . .	681
<b>10</b>	<b>Springerwanderungen . . . . .</b>	<b>687</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>691</b>
	<b>Index . . . . .</b>	<b>723</b>