

Norbert de Lange
Josef Nipper

Quantitative Methodik in der Geographie

Grundriss
Allgemeine
Geographie



Eine Arbeitsgemeinschaft der Verlage

W. Bertelsmann Verlag · Bielefeld
Böhlau Verlag · Wien · Köln · Weimar
Verlag Barbara Budrich · Opladen · Toronto
facultas · Wien
Wilhelm Fink · Paderborn
A. Francke Verlag · Tübingen
Haupt Verlag · Bern
Verlag Julius Klinkhardt · Bad Heilbrunn
Mohr Siebeck · Tübingen
Ernst Reinhardt Verlag · München
Ferdinand Schöningh · Paderborn
Eugen Ulmer Verlag · Stuttgart
UVK Verlagsgesellschaft · Konstanz, mit UVK/Lucius · München
Vandenhoeck & Ruprecht · Göttingen
Waxmann · Münster · New York

Grundriss Allgemeine Geographie

herausgegeben von Heinz Heineberg

begründet von Paul Busch

Bisher sind erschienen:

Geomorphologie von Harald Zepp

Klimatologie von Wilhelm Kuttler

Einführung in die Anthropogeographie / Humangeographie von Heinz Heineberg

Stadtgeographie von Heinz Heineberg

Wirtschaftsgeographie von Elmar Kulke

Geographiedidaktik von Gisbert Rinschede

Bevölkerungsgeographie von Norbert de Lange / Martin Geiger /

Vera Hanewinkel / Andreas Pott

Norbert de Lange / Josef Nipper

Quantitative Methodik in der Geographie

Ferdinand Schöningh

Die Autoren:

Prof. Dr. Norbert de Lange lehrte und forschte an den Instituten für Geographie der Universitäten Münster und Osnabrück (u.a. mit Schwerpunkt Quantitativer Methodik in der Geographie). 2005 begründete er das Institut für Geoinformatik und Fernerkundung. Nach der Fusion mit dem Institut für Informatik ist er dort seit 2016 als Professor für Umweltinformatik und Kommunalplanung tätig. Seine aktuellen Forschungsschwerpunkte sind Geoinformationssysteme und deren Anwendungen in der Stadt- und Regionalplanung (u.a. Solardachkataster, Augmented Reality).

Prof. Dr. Josef Nipper lehrte und forschte an den Geographischen Instituten der Universitäten Gießen und Köln. 1983-1984 war er Gastprofessor an der Wilfried Laurier University in Waterloo (Ontario, Kanada). Seit März 2013 ist er im Ruhestand. Forschungsfelder waren Quantitative Methoden in der Geographie, Stadtentwicklung und Migrationsforschung.

Online-Angebote oder elektronische Ausgaben sind erhältlich unter **www.utb-shop.de**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2018 Verlag Ferdinand Schöningh, ein Imprint der Brill-Gruppe
(Koninklijke Brill NV, Leiden, Niederlande; Brill USA Inc., Boston MA, USA;
Brill Asia Pte Ltd, Singapore; Brill Deutschland GmbH, Paderborn, Deutschland)

www.schoeningh.de

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Herstellung: Brill Deutschland GmbH, Paderborn
Einbandgestaltung: Ate Iier Reichert, Stuttgart

UTB-Band-Nr.: 4933
E-Book ISBN 978-3-8385-4933-0
ISBN der Printausgabe 978-3-8252-4933-5

Inhalt

1	Empirische Wissenschaft – Geographie – Methodik	17
1.1	Quantitative Methodik in der Geographie	18
1.2	Konzeption und Zielsetzung des Lehrbuches	19
1.3	Geographie als empirische Wissenschaft	20
1.3.1	Erfassen und Verstehen von Realität	20
1.3.2	Geographie: Erfassen und Verstehen raumbezogener Realitäten – Grundlegende Fragestellungen	24
1.3.3	Theoretische Ansätze zur Erfassung räumlicher Realitäten	26
1.3.4	Entwicklung der Quantitativen Geographie	27
2	Das Abbilden von Realität in Daten	29
2.1	Erhebung von Informationen über Realität	30
2.1.1	Informationen in der Realität – ganz einfach?	30
2.1.2	Erfassen eines einfachen Sachverhaltes	31
2.1.3	Erfassen eines komplexen Sachverhaltes	32
2.2	Daten	36
2.2.1	Primär- und Sekundärdaten	36
2.2.2	Metadaten	36
2.2.3	Datenqualität	37
2.3	Datenerfassung und Datenquellen	39
2.3.1	Primäre und sekundäre Erfassungstechniken	39
2.3.2	Bedeutende Datenquellen	40
2.4	Variablen als Informationsträger	42
2.4.1	Anforderungen an eine Variable	42
2.4.2	Skalenniveaus	44
2.4.2.1	Nominales Skalenniveau	44
2.4.2.2	Ordinales Skalenniveau	45
2.4.2.3	Metrisches Skalenniveau	45
2.5	Datenerhebungen	47
2.5.1	Einsatz von Voll- und Teilerhebungen	47
2.5.2	Verhältnis Stichprobe zur Grundgesamtheit	48
2.5.3	Teilerhebungen und Größe von Stichproben	49
2.5.4	Nicht zufällige Stichproben	50
2.5.5	Zufällige Stichproben	52
2.5.5.1	Reine Zufallsauswahl	52
2.5.5.2	Systematische Auswahl	53

2.5.5.3	Erhebungsprobleme zufälliger Stichproben	53
2.5.6	Mehrstufige Auswahlverfahren	54
2.5.7	Weitere Erhebungsmethoden	55
2.5.8	Räumliche Zufallsauswahlen	55
2.6	Daten auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen	56

3 Charakterisierung von Sachverhalten – eine Einführung in die statistische Analyse..... 61

3.1	Datenbeschaffung und erste Datenaufbereitung	62
3.2	Beschreiben von Häufigkeitsverteilungen	63
3.2.1	Absolute und relative Häufigkeiten	63
3.2.2	Diagramme	68
3.2.3	Formen von Häufigkeitsverteilungen	72
3.3	Statistische Parameter zur Charakterisierung einer Variablen.	72
3.3.1	Ausgangssituation und Fragestellung.	72
3.3.2	Lageparameter	73
3.3.2.1	Modus	74
3.3.2.2	Median	75
3.3.2.3	Quantile	77
3.3.2.4	Das arithmetische Mittel	78
3.3.2.5	Das gewichtete arithmetische Mittel	79
3.3.2.6	Das gewogene arithmetische Mittel	81
3.3.2.7	Das geometrische Mittel	82
3.3.3	Streuungsmaße.	84
3.3.3.1	Spannweite und Quartilsabstand	84
3.3.3.2	Mittlere Abweichung	85
3.3.3.3	Varianz und Standardabweichung	85
3.3.4	Relative Streuungsmaße	87
3.3.5	Schiefe und Exzess	90
3.4	Parameter räumlicher Verteilungen	92
3.4.1	Ausgangssituation und Fragestellung	92
3.4.2	Arithmetisches Mittelzentrum	93
3.4.3	Medianzentrum	94
3.4.4	Standarddistanz	94
3.5	Standardisierung, Interpolation, Reihenglättung	95
3.5.1	Ausgangssituation und Fragestellung	95
3.5.2	Standardisierung	95
3.5.3	Interpolation fehlender Werte	99
3.5.4	Glättung von Datenreihen	100
3.5.5	Räumliche Interpolation durch Mittelwertbildung	104

4	Aufdecken von Zusammenhängen	107
4.1	Ähnlichkeit – Zusammenhang – Erklärung	108
4.1.1	Ähnlichkeit und kausale Zusammenhänge	108
4.1.2	Zusammenhangsstrukturen	109
4.1.3	Deterministische Zusammenhänge	111
4.2	Zusammenhangsmaße für nominalskalierte Daten	113
4.2.1	Ausgangssituation und Fragestellung	113
4.2.2	Der ϕ -Kontingenzkoeffizient für dichotome Merkmale	115
4.2.3	Der C-Kontingenzkoeffizient	116
4.2.4	Anwendungsbeispiel zum C-Kontingenzkoeffizienten	121
4.3	Zusammenhangsmaße für ordinalskalierte Daten	124
4.3.1	Ausgangssituation und Fragestellung	124
4.3.2	Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman	125
4.3.3	Anwendungsbeispiel zum Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman	126
4.4	Zusammenhangsmaße für intervallskalierte Daten	127
4.4.1	Ausgangssituation und Fragestellung	127
4.4.2	Der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient nach Pearson	130
4.4.3	Anwendungsbeispiele zum Korrelationskoeffizient nach Pearson	132
4.4.4	Zusammenhang zwischen dem Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman und dem Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten nach Pearson	133
4.5	Regressionsanalyse	135
4.5.1	Ansatz der linearen Einfachregression	135
4.5.2	Bestimmen der Parameter der linearen Einfachregression	136
4.5.3	Anwendungsbeispiele zur linearen Einfachregression	141
4.5.4	Zusammenhang zwischen Korrelations- und Regressionsrechnung und Bewertung eines Regressionsansatzes	143
4.5.5	Residuenanalyse	145
4.5.6	Regressionsgerade als Trend einer Zeitreihe	146
4.5.7	Nichtlineare Regression	150
4.6	Anwendungsprobleme von Korrelation und Regression	154
4.6.1	Ausreißerproblematik	154
4.6.2	Zusammenhänge auf unterschiedlichen Aggregationsniveaus	155
4.6.3	Ökologische Verfälschung	158
4.6.4	Korrelations- und Regressionsansätze zwischen Raumeinheiten – das Ende dieser Ansätze in geographischen Fragestellungen?	159

5	Normieren und Vergleichen	161
5.1	Vergleiche – grundsätzliche Überlegungen und Fallstricke	162
5.2	Normierungsverfahren mit Hilfe mathematisch-statistischer Verfahren	165
5.2.1	Normierung durch Rangbildung	165
5.2.2	Normierung durch Kategorienbildung	167
5.2.3	Normierung durch Standardisierung	168
5.2.4	Normierung durch Setzen einer Unter- und einer Obergrenze	170
5.2.5	Normierung durch Referenzierung	174
5.3	Graphische Darstellungsverfahren für Vergleiche	176
5.3.1	Vergleich mittels Box-Plots	176
5.3.2	Vergleich mittels Polaritätsprofil	179
6	Analyse raumvarianter Strukturen	183
6.1	Zentrale Fragestellungen regionalanalytischer Methoden	184
6.2	Maße für Konzentration	185
6.2.1	Zielsetzungen	185
6.2.2	Analyse der Betriebsgrößenstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland	186
6.2.3	Analyse der Verteilung des Lohn- und Einkommensteuer- aufkommens der deutschen Bundesländer	189
6.3	Analyse räumlicher Disparitäten	191
6.4	Analyse regional-sektoraler Strukturen	196
6.4.1	Ausgangsfragestellungen	196
6.4.2	Standortquotient	199
6.4.3	Koeffizient der Lokalisierung	200
6.4.4	Koeffizient der Spezialisierung	203
6.4.5	Diversifikationsindex	204
6.4.6	Koeffizienten zur Analyse räumlich-sektoraler Strukturen: eine kritische Stellungnahme	206
6.4.7	Wertschöpfung in Nordrhein-Westfalen 2012: die regional-sektorale Struktur	209
6.5	Analyse der Entwicklung räumlicher Strukturen – die Shift-Analyse	211
6.5.1	Ausgangsfragestellungen	211
6.5.2	Charakterisierung der Entwicklung der Teilregionen	213
6.5.3	Bestimmung der Ursachenkomplexe unterschiedlicher regionaler Entwicklungen mit einer Shift-Analyse	214
6.5.4	Entwicklung der Wertschöpfung in Nordrhein-Westfalen: die regional-sektorale Entwicklung zwischen 1997 und 2012	217
6.5.5	Die Shift-Analyse: eine kritische Stellungnahme	221

7	Analysen mit Unsicherheiten: Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	223
7.1	Wahrscheinlichkeiten in der Geographie und typische Fragestellungen	224
7.2	Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung	225
7.2.1	Zufallsvariable	225
7.2.2	Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	226
7.2.3	Berechnen von Wahrscheinlichkeiten für diskrete endliche Zufallsexperimente	228
7.2.3.1	Kombinatorik: Anzahl von Vertauschungen	228
7.2.3.2	Kombinatorik: Ziehen von Kugeln mit Zurücklegen im Urnenmodell	229
7.2.3.3	Kombinatorik: Ziehen von Kugeln ohne Zurücklegen im Urnenmodell	229
7.2.3.4	Kombinatorik: Anzahl von verschiedenen Teilmengen	230
7.2.3.5	Wahrscheinlichkeiten von Mengen	231
7.3	Wahrscheinlichkeits- und Dichte- sowie Verteilungsfunktionen	233
7.3.1	Theoretische Verteilungen für diskrete endliche Zufallsvariablen	233
7.3.1.1	Wahrscheinlichkeitsfunktionen für diskrete endliche Zufallsvariablen	233
7.3.1.2	Binomialverteilung	236
7.3.1.3	Verteilungsfunktionen diskreter Zufallsvariablen	238
7.3.2	Theoretische Verteilungen für stetige Zufallsvariablen	240
7.3.2.1	Dichtefunktion und Verteilungsfunktion für stetige Zufallsvariablen	240
7.3.2.2	Normalverteilung	243
7.3.2.3	Standardnormalverteilung	244
7.3.2.4	Funktionenschar und Freiheitsgrad	246
7.3.2.5	χ^2 -Verteilung	247
7.3.2.6	t -Verteilung	247
7.3.2.7	F -Verteilung	249
7.3.3	Rechnen mit Über- und Unterschreitungswahrscheinlichkeit einer normalverteilten Zufallsvariablen	249
7.3.3.1	Ermittlung von Wahrscheinlichkeiten aus Tabellen oder aus Kalkulationsprogrammen	249
7.3.3.2	Klassische Aufgabenstellungen zum Rechnen mit normalverteilten Zufallsvariablen	251
8	Analysen mit Unsicherheiten: Schätzen und Testen	255
8.1	Schätzen	256
8.1.1	Schätzen von Parametern	256
8.1.1.1	Stichprobenfunktion, Schätzfunktion, Standardfehler	256

8.1.1.2	Stichprobenfunktion für den Mittelwert einer bekannten Grundgesamtheit	257
8.1.1.3	Stichprobenfunktion für die Varianz einer bekannten Grundgesamtheit	258
8.1.2	Punktschätzung	258
8.1.2.1	Schätzung des (unbekannten) Mittelwerts einer Grundgesamtheit . . .	258
8.1.2.2	Schätzung der (unbekannten) Varianz einer Grundgesamtheit.	259
8.1.3	Intervallschätzung	260
8.1.3.1	Statistische Sicherheit und Irrtumswahrscheinlichkeit	260
8.1.3.2	Konfidenzintervall für den Mittelwert μ einer normalverteilten Grundgesamtheit	260
8.1.3.3	Konfidenzintervall für die Varianz σ^2 einer normalverteilten Grundgesamtheit	262
8.1.3.4	Konfidenzintervall für einen Anteilswert einer Grundgesamtheit.	263
8.1.3.5	Anwendungsbeispiel zur Berechnung von Konfidenzintervallen für den arithmetischen Mittelwert μ und für die Varianz σ^2 einer Grundgesamtheit.	264
8.1.4	Schätzfehler und Stichprobenumfang	265
8.2	Statistische Testverfahren	268
8.2.1	Allgemeine Fragestellungen statistischer Testverfahren	268
8.2.2	Testprinzip anhand des t -Tests auf Übereinstimmung mit einem Sollwert	270
8.2.2.1	Testansatz und Vorüberlegungen.	270
8.2.2.2	Durchführung des einseitigen t -Tests: Vergleich mit einem Sollwert	272
8.2.2.3	Durchführung des zweiseitigen t -Tests: Vergleich mit einem Sollwert	274
8.2.2.4	Bestimmen von kritischen Werten bei einem statistischen Testverfahren	275
8.2.3	Das allgemeine Testschema	276
8.2.4	t -Test zum Vergleich zweier Mittelwerte	277
8.2.5	F -Test zum Vergleich zweier Varianzen.	278
8.2.6	Anwendungsbeispiel zum t -Test und zum F -Test.	278
8.2.7	χ^2 -Anpassungstest.	280
8.2.8	U -Test zum Vergleich von Stichprobenmittelwerten	283
8.2.9	Allgemeine Probleme statistischer Testverfahren.	286
8.2.9.1	Signifikanzniveau	286
8.2.9.2	Fehler 1. und 2. Art	287
8.3	Statistische Testverfahren in der Korrelationsrechnung.	289
8.3.1	Signifikanzprüfung des C -Kontingenzkoeffizienten	289
8.3.2	Signifikanzprüfung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman	292
8.3.3	Signifikanzprüfung des Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten nach Pearson.	293

8.3.4	Anwendungsvoraussetzungen der Signifikanzprüfung des Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten	294
8.4	Schätz- und Testverfahren in der Regressionsrechnung	295
8.4.1	Anwendungsvoraussetzungen beim Einsatz von Schätz- und Testverfahren in der Regressionsrechnung	295
8.4.2	Test des Regressionskoeffizienten	296
8.4.3	Konfidenzintervall für Regressionskoeffizienten	297
9	Analyse von Konstrukten	299
9.1	Reduzierung von Komplexität – generelle Ansätze	300
9.2	Indizes zur Darstellung eines Konstruktes	301
9.2.1	Entwicklung eines konzeptionellen Modells	301
9.2.2	Auswahl und Berechnung der Indikatoren	302
9.2.3	Korrektur der Inputdaten	302
9.2.4	Datenanalyse und Validierung des Modells	302
9.2.5	Normierung der Daten	302
9.2.6	Bestimmung der Gewichte	303
9.2.7	Aggregation	304
9.2.8	Sensitivitätsanalyse	306
9.2.9	Fazit	306
9.3	Der Human Development Index	307
9.3.1	Ansatz des HDI	307
9.3.2	Metadaten des HDI	307
9.3.3	Der HDI bis zum Human Development Report 2009	310
9.3.4	Der HDI seit dem Human Development Report 2010	312
9.3.5	Der HDI in der Diskussion und Bewertung der Methodik	314
9.3.5.1	Modellannahmen und Indikatoreauswahl	314
9.3.5.2	Normierung der Variablen	315
9.3.5.3	Gewichtung der Teilindikatoren	316
9.3.5.4	Aggregation	317
9.4	Faktorenanalyse zur Darstellung von Konstrukten	317
9.4.1	Einführung in die Rechnung mit Matrizen	318
9.4.2	Grundidee faktorenanalytischer Verfahren	320
9.4.3	Darstellung einer Hauptkomponentenanalyse	322
9.4.3.1	Darstellung der beobachteten Ausgangswerte durch hypothetische Hauptkomponentenwerte	322
9.4.3.2	Das Fundamentaltheorem	324
9.4.3.3	Bestimmen der Zahl der Faktoren	326
9.4.3.4	Rotation	328
9.4.3.5	Bestimmen der Faktorwerte	330
9.4.4	Faktorenanalyse im engeren Sinn	330

9.4.5	Eine Analyse des Entwicklungsstandes mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse	332
9.4.5.1	Theoretisch-inhaltliche Konzeptionierung des Konstruktes Entwicklungsstand	332
9.4.5.2	Die Strukturierung des Entwicklungsstandes mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse.	333
9.5	Möglichkeiten und Grenzen von Indizes und einer Faktorenanalyse . . .	335

10 Klassifizierung und Regionalisierung 337

10.1	Typ und Typisierung sowie Regionalisierung	338
10.1.1	Typen, Klassen und Typisierung.	338
10.1.2	Regionalisierung	338
10.1.3	Klassifikationsprinzipien.	340
10.2	Monovariante Klassifikationsansätze	340
10.2.1	Bestimmen der Klassenzahl.	341
10.2.2	Klassen mit gleicher Breite.	342
10.2.3	Quantile als Klassengrenzen	344
10.2.4	Klassengrenzen und Klassenbreiten auf Grundlage statistischer Parameter	345
10.2.5	Klassengrenzen durch Bestimmen natürlicher Lücken	348
10.2.6	Manuelle Vorgabe der Klassengrenzen.	349
10.2.7	Bewertung der Klassifizierungsansätze.	350
10.3	Multivariate Klassifikationen	351
10.3.1	Klassifikationen mit Hilfe eines Strukturdreiecks.	351
10.3.2	Mehrdimensionale Klasseneinteilung mit Hilfe der hierarchischen Schwellenwertmethode	353
10.4	Clusteranalyse	354
10.4.1	Ziele und Ausgangsüberlegungen.	354
10.4.1.1	Grundlegender Ansatz einer Clusteranalyse	354
10.4.1.2	Implizite Annahmen der Distanzgruppierung.	356
10.4.2	Skalenniveau und Skalierung der Merkmale	357
10.4.3	Ähnlichkeits- und Distanzfunktionen bei qualitativen Variablen	358
10.4.4	Ähnlichkeits- und Distanzfunktionen bei metrischen Variablen	359
10.4.4.1	Euklidische und Manhattan-Distanz	359
10.4.4.2	Mahalanobis-Distanz	360
10.4.4.3	Korrelationskoeffizienten	361
10.4.5	Homogenitätskriterien für Cluster.	361
10.4.5.1	Distanzkriterium	361
10.4.5.2	Abstandsquadrat- oder Fehlerquadratsumme	361
10.4.6	Korrelierte Variablen	362
10.4.7	Hierarchische Verfahren	362
10.4.7.1	Grundprinzip und grundlegende Eigenschaften	362

10.4.7.2 Single Linkage	363
10.4.7.3. Complete Linkage	364
10.4.7.4 Zentroidverfahren	364
10.4.7.5 Ward-Verfahren	367
10.4.7.6 Bestimmen der optimalen Clusterzahl bei einem hierarchischen Verfahren	367
10.4.7.7 Bewertung	368
10.4.8 Verfahren zur Verbesserung einer Anfangszerlegung	368
10.4.8.1 Bestimmen einer Anfangszerlegung	368
10.4.8.2 Iteriertes Minimaldistanzverfahren	369
10.4.8.3 Austauschverfahren und K-Means-Algorithmus	371
10.4.8.4 Bewertung	371
10.4.9 Die Klassifikation der Länder nach ihrem Entwicklungsstand auf der Basis von Kategorien des HDI	372
Literatur	375
Tafeln	381
Register	391

Vorwort

Dieses einführende Lehrbuch gibt einen Überblick über grundlegende quantitative Methoden in der Geographie. Ausgehend von dem zentralen Verständnis von Geographie als empirische Wissenschaft werden Grundlagen zu Daten und Datenquellen sowie Methoden zur Charakterisierung von Sachverhalten u.a. durch statistische Parameter wie Mittelwerte und Streuungsmaße behandelt. Diesen Grundlagen folgt das umfangreiche Kapitel zur Analyse von Zusammenhängen. Die Inhalte der beiden nachfolgenden Kapitel zu Normierungen und Vergleichen sowie zur Analyse raumvarianter Strukturen werden in ähnlichen methodischen Einführungen nicht behandelt, machen aber einen wichtigen Teil des Methodenspektrums quantitativer Analysen in der Geographie aus. Im Anschluss werden quantitative Methoden bereitgestellt, mit denen Aussagen über die Eigenschaften in Grundgesamtheiten auf der Basis von Informationen aus Stichproben möglich sind. Ausgehend von Stichprobenwerten, die im Hinblick auf die Grundgesamtheit mit Unsicherheit behaftet sind, ergeben sich Wahrscheinlichkeitsaussagen für Grundgesamtheiten. Im Mittelpunkt der letzten beiden Kapitel stehen multivariate Verfahren. Die Analyse multivariater Strukturen bzw. Konstrukte mittel Indizes sowie der Hauptkomponentenanalyse wird thematisiert. Abschließend werden Klassifizierungs- und Regionalisierungsverfahren (Clusteranalyse) angesprochen.

Die Kapitel gehen von grundlegenden Fragestellungen in der Geographie aus. Es werden dann die für die Bearbeitung möglichen quantitativen Verfahren dargestellt und an Beispielen aus der Geographie angewendet. Insbesondere werden die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen der Kennziffern und Methoden herausgestellt. Somit ergibt sich ein grundlegend anderer Ansatz im Vergleich zu einem statistischen Methodenlehrbuch, das primär verfahrens- bzw. methodenorientiert aufgebaut ist.

Wert gelegt wird auf klare Definitionen, inhaltliche Aktualität und aussagekräftige Abbildungen, Diagramme und Tabellen. Auf ausführlichere mathematisch-statistische Herleitungen wird weitgehend verzichtet.

Die ersten Arbeiten gehen auf Anfang 2014 zurück, als sich die beiden Autoren (wieder) trafen. Die beiden Verfasser verbindet seit Anfang der 1980er Jahre (3. Symposium des Arbeitskreises „Theorie und Quantitative Methodik in der Geographie“ in Zürich 1980) eine lange kollegiale Freundschaft. Sie haben u.a. im Hochschuldidaktischen Arbeitskreis des damaligen Verbandes der Deutschen Hochschulgeographen zusammengearbeitet, aus dem eine Einführung in die Statistik für Geographen als Seminarentwurf mit didaktischen Hinweisen, aufbereiteten Beispielen und Aufgaben hervorgegangen ist. Die Formulierungen zum Ablauf eines statistischen Testverfahrens im Kapitel 8 haben ihren Ursprung in diesem Seminarentwurf. Somit besitzt das vorliegende Lehrbuch eine beinahe vierzigjährige Vorgeschichte.

Die Autoren haben sich sehr schnell auf eine Konzeption verständigen können, nach der die ersten Textentwürfe entstanden. Mit der Zeit wuchs der Umfang erheblich –

trotz Kürzungen, die u.a. das Kapitel zu statistischen Quellenwerken und zum Human Development Index betreffen. Eine Beschränkung allein auf die methodischen Kerne der statistischen Methodenlehre hätte sicherlich das anfängliche Ziel von ca. 200 Druckseiten erreichen lassen. Allerdings wäre dann ein Statistikbuch entstanden, das – nach Meinung der Autoren – kaum die spezifischen Belange der Anwendungen in der Geographie hätte aufgreifen können. Die Kapitel zur wissenschaftstheoretischen Einführung und zur Shift-Analyse oder auch die Kapitel zur Haupt- und Clusteranalyse wären nicht möglich gewesen. Viele Beispielrechnungen und Herleitungen wären entfallen. So sind wir dem Verlag sehr dankbar, der immer geduldig unsere Erweiterungswünsche akzeptiert hat.

Die Arbeit an dem Buch hat große Freude bereitet. Die beiden Autoren haben viel gelernt, indem sie bekannte, d.h. zumeist nur einfach weiter gegebene Kenntnisse jetzt haben nachvollziehbar belegen müssen. Dies betrifft z.B. die Herleitung der Konfidenzintervalle für den Mittelwert und die Varianz einer Grundgesamtheit oder das (merkwürdige) Auftreten der Zahl 6 in der Formel des Rangkorrelationskoeffizienten. Vor allem war die Zusammenarbeit sehr bereichernd. Sie war getragen von großem gegenseitigen Respekt, dass immer der andere der bessere Methodiker ist und dass das Nichtverstehen einer Herleitung im eigenen Unvermögen begründet liegt. Umgekehrt haben wir immer die Formulierungen und Rechnungen des anderen kritisch überprüft. Insgesamt möchten beide Autoren die eingesetzte Zeit nicht missen.

Das kritische gegenseitige Überprüfen hat aber sicher nicht dazu geführt, dass sich nicht doch der eine oder andere Fehler eingeschlichen hat. Wir möchten alle Leser daher bitten, uns diese mitzuteilen.

Die Autoren sind Herrn cand. Geoinf. Eike Blomeier und Herrn cand. Geoinf. B. Sc. Osiris Weiland, die sämtliche Abbildungen mit großer Sorgfalt erstellten, zu großem Dank verpflichtet. Dem Ferdinand Schöningh Verlag sei für die Aufnahme in die Reihe „Grundriss Allgemeine Geographie“ und Frau Nadine Albert für die begleitende Unterstützung beim Zustandekommen des Buches gedankt.

Osnabrück und Köln, im März 2018

Norbert de Lange und Josef Nipper

1

Empirische Wissenschaft – Geographie – Methodik



Abb. 1.01: Strandleben am Darß (Aufnahme de Lange, Juli 2017)

Wie unterschiedlich auf Realität geschaut werden kann, demonstriert das in der Disziplingeschichte der Geographie berühmte Beispiel des Strandlebens von Peter Haggett (1991) sehr nachdrücklich. Unterschiedliche Wissenschaften mit ihren unterschiedlichen Spezialisierungen blicken in sehr unterschiedlicher Weise auf den Strand, je nachdem an welchem Aspekt sie interessiert sind. „Geologen werden sich die Sandpartikel näher besehen wollen und Strömungswissenschaftler die sich brechenden Wellen. Soziologen werden die Gruppen, die den Strand nutzen, untersuchen“ (HAGGETT 1991 S. 33). Ein Sozialgeograph mag sich dafür interessieren, welche sozialen Gruppen den Strand im Laufe des Tages in Anspruch nehmen und wie sie sich am Strand verteilen. Für den Wirtschaftsgeographen stehen möglicherweise Fragen der Kundenerreichbarkeit eines Eisverkäufers im Mittelpunkt. Alle diese Wissenschaftler nehmen so die Realität des Strandes sehr unterschiedlich wahr, nie aber wird die Realität des Strandes in ihrer ganzen Komplexität voll erfasst.

Je nachdem, welchen Weg ein Wissenschaftler bei seiner Arbeit einschlägt, werden unterschiedliche Informationen und Methoden verwendet. Quantitative Methoden, die auf die Bearbeitung von als Zahlenwerten vorliegenden Informationen beruhen, können helfen, die Fragen, die man an die Realität hat, zu beantworten. Ebenso können qualitative Methoden, die eher auf der Interpretation von sprachlichen (mündlich, textlich) oder bildlichen Aussagen beruhen, einen Beitrag leisten, Realität zu erfassen.

In diesem Kapitel soll aufgezeigt werden, wie Geographie als empirische Wissenschaft quantitative Methoden einsetzen kann, um raumbezogene Realität zu erfassen und zu verstehen.

1.1 Quantitative Methodik in der Geographie

Mit **Quantitativer Methodik** in der Geographie werden die Arbeitsweisen zusammengefasst, die sich mit der Entwicklung und Anwendung numerischer Techniken und Verfahren zur Datenerhebung, Analyse und Prognose sowie der Modellbildung im Hinblick auf raumbezogene Fragestellungen beschäftigen. Solche Techniken und Verfahren basieren auf der Erhebung und Bearbeitung von Informationen, die quantitativen Charakter haben, also von Informationen in „Maß und Zahl“. Somit gehören hierzu alle Maßzahlen und Verfahren, die quantitative Informationen verarbeiten. Die Methodik erstreckt sich von einfachen mathematisch-statistischen Methoden wie z. B. Mittelwert und Standardabweichung über komplexe multivariate Verfahren bis zu Simulationsmodellen von Bevölkerungsentwicklungen oder auch der Modellierung von Grundwasserflüssen auf der Basis von Differentialgleichungen. Zur quantitativen Methodik zählen aber auch die Verfahren zur Erhebung und Auswahl von quantitativen Information wie auch zur Aufbereitung originärer Daten, um diese besser verarbeiten und analysieren zu können.

Quantitative Methoden können in der Geographie durchaus als eigenes Forschungsfeld in Erscheinung treten, wenn die Entwicklung derartiger Methoden im Mittelpunkt steht. Im Anwendungsfall sind sie im Kontext geographischer Fragestellungen zu betrachten. Der Einsatz quantitativer Methodik in der Geographie ist dann immer eingebunden in eine Dreierrelation (vgl. Abb. 1.02). Ausgangspunkt ist eine fachlich-inhaltliche Fragestellung. Zur Beantwortung liegen quantitative Informationen vor oder diese sind zu beschaffen. Diese werden dann mit Hilfe quantitativer Methoden bearbeitet mit dem Ziel, die fachlich-inhaltliche Frage zu beantworten. Insgesamt sind also drei Grundbestandteile vorhanden: das Fachlich-Inhaltliche, die quantitativen Informationen und die quantitativen Methoden.

Zentral für die Qualität des Forschungsprozesses, für die erfolgreiche Bearbeitung der Fragestellung und letztlich für das Ergebnis ist, dass Fachinhalt, Methodik und Informationen eindeutig aufeinander bezogen sind und zueinander passen müssen. Aus dem hier zugrunde liegenden Verständnis von Quantitativer Methodik ergibt sich auch sofort, dass es nicht allein um Methoden zur Behandlung von Informationen geht, sondern auch um die Erstellung bzw. Aufbereitung sachgerechter Informationen. Somit stellen sich die folgenden drei Fragen:

- Wie müssen die Objekte und Merkmale angelegt sein, damit die sachlich-inhaltliche Fragestellung zielführend bearbeitet werden kann?
- Wie müssen die Daten im Einzelnen beschaffen sein, damit sie von den zur Verfügung stehenden quantitativen Methoden passend bearbeitet werden können?
- Welche Methoden sind vorhanden und welche Voraussetzungen an die Daten werden von diesen gestellt, damit sie eingesetzt werden können?

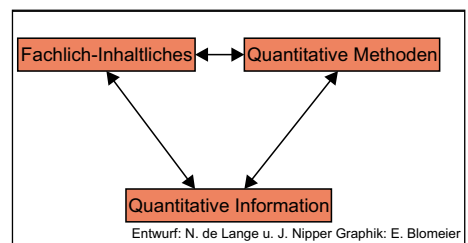


Abb. 1.02: Relationen zwischen Inhalt, Information und Methoden

1.2 Konzeption und Zielsetzung des Lehrbuches

Ausgehend von dem zentralen Verständnis von Geographie als empirische Wissenschaft, die darauf abzielt Realität zu erfassen und zu verstehen, wird dieses Lehrbuch eine Einführung in grundlegende quantitative Methoden in der Geographie geben.

Für das Erfassen und Verstehen von Realität lassen sich drei Arbeitsschritte ausgliedern: Abbilden von Realität in Daten, Aufbereiten von Daten für die anzuwendenden Analysemethoden sowie Analysieren der Daten und Interpretieren der Ergebnisse. Basierend auf diesen Arbeitsschritten sind die einzelnen Kapitel des Buches angeordnet bzw. einander zugeordnet.

In dem einführenden Kapitel 1 wird zunächst allgemeiner darauf eingegangen, wie Realität erfasst werden kann, was empirische Wissenschaften in diesem Kontext leisten und welche Rolle quantitative Methoden dabei spielen können. Kapitel 2 gibt einen Überblick darüber, wie Informationen über Realität erhoben und diese Realität in Daten erfasst werden kann. Somit werden Grundlagen zu Daten und Datenquellen sowie zu Datenerhebungsstrategien behandelt und der Begriff der Variable als Informationsträger eingeführt.

Die Kapitel 3 und 4 beschäftigen sich dann mit quantitativen Analysemethoden und den Standardverfahren der Beschreibenden Statistik, d.h. der Deskriptiven Statistik. Zunächst werden im Kapitel 3 grundlegende Methoden und Parameter der univariaten Statistik erläutert, also Methoden zur Beschreibung eines Sachverhaltes, der in nur einer Variablen erfasst ist (z. B. statistische Parameter wie Mittelwerte und Streuungsmaße). Im Kapitel 4 werden Verfahren der bivariaten Statistik dargelegt, nämlich die Regressions- und die Korrelationsanalyse, die sich mit der Beschreibung und Analyse von Zusammenhängen als Grundlage für Erklärungen beschäftigen.

Die Kapitel 5 bis 6 bieten Vertiefungen und Ergänzungen, die Parameter der Deskriptiven Statistik verwenden, die aber über Standardverfahren der statistischen Methodenlehre hinausgehen. In Kapitel 5 werden zunächst Verfahren vorgestellt, um Sachverhalte vergleichen zu können. In Kapitel 6 werden Methoden erläutert, die eher nicht-statistischer Art sind und die insbesondere auf die Analyse raumvarianter Phänomene abzielen.

Welche Möglichkeiten die statistische Methodenlehre bereithält, wenn nicht alle Objekte, über die Aussagen gemacht werden sollen, erfasst sind, ist Thema der Kapitel 7 und 8. Nach einer Einführung in das Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten werden Verfahren behandelt, mit denen Aussagen über die Eigenschaften in Grundgesamtheiten auf der Basis von Informationen aus Stichproben möglich sind, d.h. ausgehend von den vergleichsweise wenigen Werten einer Stichprobe werden Wahrscheinlichkeitsaussagen für Grundgesamtheiten getroffen.

Die beiden letzten Kapitel 9 und 10 widmen sich komplexeren Sachverhalten, wie sie in der Realität in der Regel anzutreffen sind: In Kapitel 9 werden die Indexbildung sowie die Hauptkomponentenanalyse als Verfahren zur Reduktion von Komplexität behandelt. Im Kapitel 10 stehen dann Typisierung bzw. Kategorisierung im Mittelpunkt. Ausgehend von wenig komplexen Situationen wird in diesem Kapitel eine Einführung in die Klassifikation komplexer Sachverhalte gegeben, insbesondere auch in die für geographische Fragestellungen wichtige Regionalisierung.

Die methodischen Kapitel gehen von grundlegenden Fragestellungen in der Geographie aus. Insbesondere sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen der Kennziffern und Methoden herausgestellt werden. Ziel ist, den sachgerechten Umgang quantitativer Methoden deutlich zu machen und zu trainieren.

Das vorliegende Buch ist als Einführung konzipiert. Somit sind Schwerpunktsetzungen sowie auch kurzgefasste Erläuterungen notwendig. Hinzuweisen ist, dass grundsätzlich eine gute Datenerhebung für gute Forschung zwingend notwendig ist. In dieser Einführung werden allerdings detaillierte Methoden der Datenerhebung wie z. B. Kartierung oder Fragebogentechnik nicht explizit behandelt (vgl. z. B. ATTESLANDER 2010, PORST 2014 oder KALLUS 2010). Ausführlichere Herleitungen werden in der Regel nicht vorgenommen (vgl. als Referenz das Handbuch HEDDERICH/SACHS 2016).

In dieser Einführung in die quantitative Methodik in der Geographie werden vorwiegend quantitative Verfahren behandelt, die sich auf Daten beziehen, die (oftmals) einen Raumbezug haben. Dieser Raumbezug geht aber in der Regel in den hier behandelten Verfahren nicht unmittelbar ein. Methoden der Geostatistik, die speziell den Raumbezug und topologische Informationen wie z. B. Nachbarschaften berücksichtigen, werden in diesem Buch nur in ersten Ansätzen (z. B. räumliche Interpolation in Kap. 3.5.5) angesprochen (zu weiterführenden Methoden wie z. B. zu räumliche Autokorrelation, Variogramm, Kriging vgl. z. B. ARMSTRONG 1998, CLIFF/ORD 1981, WACKERNAGEL 2010).

1.3 Geographie als empirische Wissenschaft

1.3.1 Erfassen und Verstehen von Realität

Generelles Ziel der meisten wissenschaftlichen Disziplinen ist es, Realität zu erfassen, zu verstehen und zu erklären. Wissenschaftliche Disziplinen, die ein solches Ziel verfolgen, werden auch als **empirische Wissenschaften** bezeichnet.

Im Rahmen des demographischen Wandels in Deutschland sind u. a. Überalterung und deren räumliche Auswirkungen Themen, die intensiv diskutiert werden. Unterschiedlichste Wissenschaften beschäftigen sich aus unterschiedlichsten Blickwinkel mit dem Thema „Alternde Gesellschaft“. Die Gerontologie als Wissenschaft vom Altern ist also nicht die einzige Disziplin, die sich mit älteren Menschen und dem Älterwerden befasst. Wie die Rentensysteme neu zu gestalten sind, mag eine Aufgabe von Finanzwissenschaftlern sein. Welche Wandlungsmuster sind bei älteren Menschen bzw. solchen, die ins Rentenalter kommen, zu erkennen und welche Gründe können für diese Mobilität genannt werden? Soziologen und Geographen beschäftigen sich z. B. mit diesen Aspekten. Solche Wissenschaftler wie auch Architekten mögen sich zudem damit befassen, wie Wohnumfelder altenfreundlich zu gestalten sind. Dabei wird der Architekt als Wohnumfeld vielleicht die Gestaltung einer barrierefreien Wohnung eher im Blickfeld haben, Soziologen und Geographen eher die Nachbarschaft und die alltäglichen Bewegungsfelder (z. B. Einkaufen, Spazierengehen). Abbildung 1.03 benennt weitere am Thema „Alternde Gesellschaft“ beteiligte Wissenschaften.

So unterschiedlich die Herangehensweisen und die Blickwinkel der einzelnen empirischen Wissenschaften auf die hier behandelten realen Phänomene (z. B. alternde Gesellschaft) auch sein mögen, alle liefern ihren Beitrag dazu, die Komplexität der Realität besser zu verstehen. Aber kein Blickwinkel reicht aus, um die Realität vollständig zu erfassen.

Den empirischen Wissenschaften stehen sogenannte **nicht-empirische Wissenschaften** gegenüber, sie werden auch manchmal als **theoretische Wissenschaften** bezeichnet. Diese Wissenschaften betrachten Phänomene, die von der Realität unabhängig sind und im Hinblick auf Realität nicht notwendigerweise existent sein müssen. Die Phänomene sind einzig als formale gedankliche Konstrukte vorhanden und somit im Hinblick auf Realität unveränderlich. Das bedeutet auch, dass die Ergebnisse a priori keinen äußeren Zweck außer dem der Erkenntnis selbst (an sich) besitzen, zumindest nicht besitzen müssen. Insbesondere gehört zu diesen Wissenschaften die Reine Mathematik – jedenfalls große Teile davon. So bestand für mehr als 300 Jahre eine große Herausforderung darin, den Satz zu beweisen, dass die Gleichung $a^n + b^n = c^n$ für positive ganze Zahlen a, b, c, n und $n > 2$ keine Lösung besitzt (sog. Großer Fermat). Der Satz wurde erst 1994 von Andrew Wiles in Zusammenarbeit mit seinem Mitarbeiter Richard Taylor bewiesen (vgl. SINGH 2000).

Für derartige nicht-empirische Wissenschaften wie etwa die Reine Mathematik lassen sich folgende Sachverhalte als charakteristisch festhalten:

A1 Es werden reine gedankliche Konstrukte (Gedankengebäude) aufgestellt. Solche Konstrukte sind inhaltlich Basis des wissenschaftlichen Tuns. Diese Gedankengebäude brauchen nicht notwendigerweise eine Beziehung zur Realität zu haben. Dass die Grundbegriffe mathematischer Gedankengebäude a priori keine empirische Bedeutung haben, hat der britische Philosoph, Mathematiker und Logiker Bertrand Russell (1872-1970) einmal pointiert so formuliert: „... mathematics may be defined as the subject in which we never know what we are talking about, nor whether what we are saying is true.“ (Zitat nach HERMES 1969 S. 26). Dabei wird „true“ hier verstanden in dem Sinne „ist empirisch existent“.

A2 Aussagen (= Behauptungen) zu den Eigenschaften dieses gedanklichen Konstruktes werden rein logisch aus den Axiomen der zugrunde liegenden Kalküle und schon

Alternde Gesellschaft	
Kontext in Realität	Wissenschaft
Krankheiten im Alter	Medizin
Älterwerden im Mittelalter	Geschichte
Rentensysteme	Finanzwissenschaften
Wohnformen	Sozialwissenschaften
Fitness im Alter	Sportwissenschaften
Wohnumfeld	Geographie
Gestaltung der Wohnung	Architektur
Entwurf: N. de Lange u. J. Nipper Graphik: E. Blomeier	

Abb. 1.03: Kontexte und Wissenschaften im Themenfeld „Älterwerden und Ältere Menschen“

bewiesenen weiteren Aussagen (z. B. für die reellen Zahlen gilt: $1 \neq 0$; Multiplikation und Addition sind kommutativ) abgeleitet bzw. überprüft.

A3 Diese Behauptungen sind nach erfolgreichem Ableiten bewiesen, d.h. sie besitzen im Rahmen des zugrunde liegenden Gedankengebäudes Allgemeingültigkeit, der Wahrheitsgehalt der Aussage ist also unabhängig von der Realität. Die Aussage bleibt immer richtig, sie ist umgangssprachlich „hundertprozentig wahr“, unabhängig von Zeit und Raum.

A4 Eine Überprüfung der Aussage auf Richtigkeit an der Realität ist wegen A2 und A3 nicht notwendig, ja oft gar nicht möglich, weil die Inhalte des gedanklichen Konstruktes nichts mit Realität zu tun haben.

Hingegen hat empirische Forschung eine weitgehend andere Zielrichtung. Kennzeichnend für sie ist:

B1 Ein in der Realität konkret erfahrbares (sichtbares, messbares, etc.) Phänomen soll beschrieben und/oder erklärt werden.

B2 Gedanklich wird nach Erklärungen gesucht. Diese Erklärungen können aber nicht wie in der theoretischen Forschung als Beweis gelten, vielmehr muss noch überprüft werden, ob sie wirklich zutreffen bzw. zutreffen können, d.h. ob sie mit der Realität übereinstimmen (können).

B3 Aber auch dann, wenn eine Überprüfung an der Realität zufriedenstellend verläuft, ist nicht vollständig sicher, ob die Erklärung auch „absolut“ richtig ist. Es könnte z. B. der Fall eintreten, dass bei detaillierteren Daten oder besseren Messverfahren sich ein anderes Ergebnis einstellt. Die Erklärung kann nur als vorläufig „gesichert angenommen“ werden. Auch können durchaus unterschiedliche Erklärungen zum gleichen Sachverhalt „gleich gut“ sein.

Mögliche Aussagen können also nicht bewiesen, sondern nur weitgehend abgesichert werden. Hundertprozentige Sicherheit ist nicht zu erreichen. Daraus folgt insbesondere, dass es nicht möglich ist Aussagen im Sinne eines absoluten Wahrheitsgehaltes zu verifizieren. Sehr wohl aber lassen sich Aussagen falsifizieren. So kann die Aussage „In allen Heckenlandschaften sind viele Lebewesen“ nicht bewiesen werden. Hingegen ist es leicht, das Gegenteil „In allen Heckenlandschaften sind keine Lebewesen“ zu falsifizieren. Hierzu reicht schon der Nachweis eines einzigen Gegenbeispiels. Diese Argumentationstechnik machen sich die statistischen Testverfahren zunutze (vgl. Kap. 8.).

Um die Überprüfung einer Aussage an der Realität vorzunehmen, sind also Informationen in der Realität zu erheben und auszuwerten. Allerdings besteht ein besonderes Problem darin, dass das, was ein Mensch als Realität sieht, nicht die vollständige Realität ist, sondern nur ein Abbild, nämlich das, was der Mensch wahrnimmt. Gewährleistet sein muss, dass das aus der Wahrnehmung abgeleitete Forschungsdesign sich genau zur Überprüfung eignet.

Das bedeutet immer, dass die **Komplexität** der Realität reduziert wird. In der Regel kann nicht einmal das Phänomen, an dem man interessiert ist, vollständig erfasst werden. So ist das Phänomen Klima nicht allein durch Lufttemperatur (etwa Monatsmitteltemperatur) und Niederschlag (Jahresmenge des Niederschlags) vollständig beschrieben. Weitere Bestimmungsfaktoren sind u. a. die Verteilung des Niederschlags

über das Jahr und die Form des Niederschlags (Starkregen, Nieselregen), aber auch die Zahl der Frosttage oder die Zahl der Nebeltage oder die Windverhältnisse, wobei die Faktoren vielfältig verwoben und auch voneinander abhängig sind.

Konkret wird man also bei der Erhebung der Informationen in der Realität immer von einem (gedanklichen) Abbild von Realität ausgehen basierend auf der Erkenntnis, dass die Realität in ihrer Komplexität nicht vollständig erfasst werden kann. Man schafft sich ein Modell von Realität. Peter Haggett hat versucht, den Prozess der Modellbildung vor dem Hintergrund von Anpassungsgüte und Komplexität in einem Diagramm (vgl. Abb. 1.04) deutlich zu machen (vgl. HAGGETT 1978). Ferner sollte auch dargestellt werden, wie Wissenschaftler vorgehen, um Erkenntnisfortschritt zu erzielen.

Optimal ist, wenn die Realität mit einem wenig komplexen **Modell** recht vollständig erfasst werden könnte (Situation in der linken oberen Ecke in Abb. 1.04), besonders schlecht ist, wenn ein hochkomplexes Modell entwickelt wird, um Realität abzubilden, diese aber in ihrer „Gesamtheit“ nur sehr gering erfasst (Situation in der rechten unteren Ecke in Abb. 1.04). Ein solches hochkomplexe Modell beinhaltet zudem die große Gefahr, dass es nicht mehr verständlich ist und daher auch nicht mehr zum Erkenntnisfortschritt beiträgt. In aller Regel wird daher zur Modellbildung ein sog. „üblicher Pfad“ eingeschlagen. Mit einer einfachen Vorstellung über das reale Phänomen wird gestartet. Im Laufe der Arbeit (der Zeit) wird versucht, die Realität besser „einzufangen“, also das

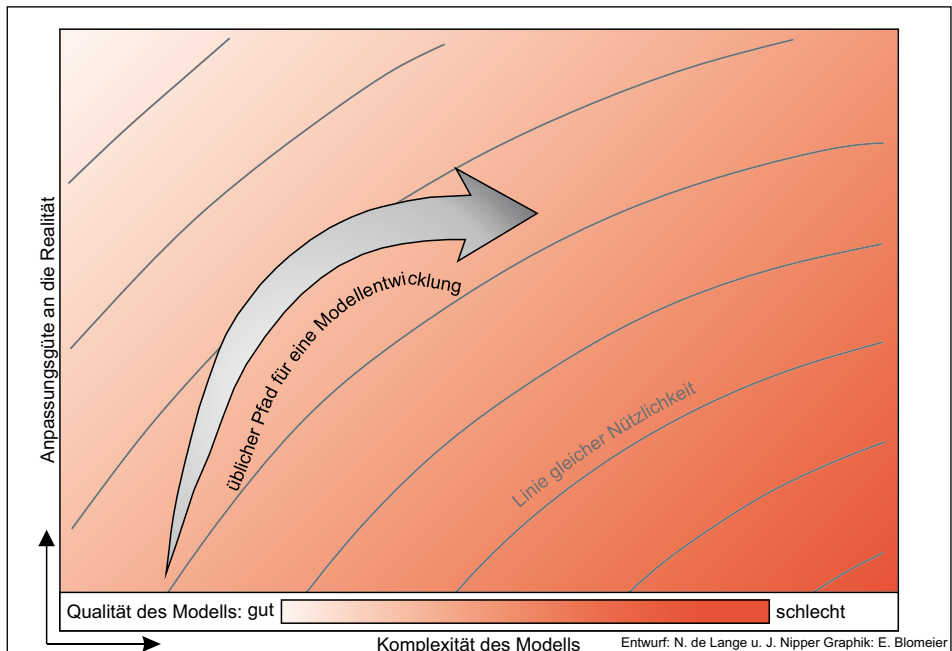


Abb. 1.04: Modell und Realität (nach Haggett 1978, Giese 1980)

Modell komplexer zu gestalten. Zunächst ist das auch ausgesprochen effektiv. Der zusätzliche Aufwand bringt einen noch größeren Nutzen. Irgendwann jedoch wird diese Relation zwischen Aufwand und Nutzen negativer, das Modell stößt an seine Grenzen.

Es kann auch vorkommen, dass eine Theorie sich im Laufe der Zeit als falsch erweist (falsifiziert wird), also dass das bisher Gedachte nicht mit der Realität übereinstimmt. In all diesen Fällen steht Wissenschaft – bildlich gesprochen – an einer Weggabelung und hat eine Entscheidung zu treffen, wie weiter gegangen wird. Generell sind zwei Wege denkbar:

- Anpassung der bisherigen Theorie durch Umbau oder Ergänzungen (z. B. Ausnahmefälle, Fallunterscheidungen): Dieses ist wohl eher die konservative Strategie. Als Beispiel hierfür kann der Wandel von der Vorstellung „Erde ist eine Kugel“ zu „Erde ist ein Ellipsoid“ genannt werden. Das Ellipsoid-Modell ist dabei nur eine Verfeinerung des Kugelmodells.
- Verbesserung durch Bildung einer vollständig neuen Theorie: Hier geht es um einen radikalen Umbruch in der Vorstellung von Realität. In Anlehnung an das gerade genannte Beispiel ließe sich hier der Wandel von der Vorstellung „Erde als Scheibe“ zu „Erde als Kugel“ nennen.

Der zweite Weg erfordert ein völlig neues Denken und wird in der Regel zunächst auf Widerstand und Skepsis stoßen – allein schon deshalb, weil man bisher ja gut mit dem „Bisherigen“ ausgekommen ist. Das bedeutet auch, dass es dauert, bis das neue Vorstellungsgebäude sich entwickelt und durchgesetzt hat.

Als eindrucksvolles Beispiel ist die (allmähliche) Durchsetzung des heliozentrischen Weltbildes anzuführen. Nikolaus Kopernikus ab ca. 1543 und später Galileo Galilei haben die Theorie formuliert, erst im 18. Jahrhundert fand sie allgemeine Anerkennung. Der Grund für den späten Durchbruch lag (abgesehen von religiösen Dogmata) daran, dass das alte Modell sich bewährt hatte, für die Navigation hinreichend genau war und schlichtweg „der“ wissenschaftliche Standard war. Die Planetenbahnen konnten nämlich auch mit dem geozentrischen Weltbild gut und recht genau erklärt werden. So wurden die Planetenbahnen mit sogenannten Epizyklen beschrieben: Planeten kreisen auf Kreisbahnen, die ihrerseits um die Erde kreisen. Daraus ergab sich ein recht komplexes Modell, um zu erklären, warum die Planeten aus Sicht der Erde zeitweise rückwärts zu laufen scheinen. Schließlich gelangen mit diesen Kenntnissen die Navigation auf den Meeren und z. B. die Umrundung Afrikas durch die Portugiesen im 15. Jahrhundert. Dass sich letztlich das neue Modell durchgesetzt hat, lag an seiner Einfachheit und an neuen astronomischen Erkenntnissen.

1.3.2 Geographie: Erfassen und Verstehen raumbezogener Realitäten – Grundlegende Fragestellungen

Eine klare und exakte Definition von Geographie, der alle Wissenschaftler, insbesondere die Geographen selber, zustimmen, ist nicht vorhanden. Sie kann es wohl auch nicht geben (vgl. z. B. die Diskussion in DÜRR/ZEPF 2012 S. 68 ff.). Die Aussage „Geography is what Geographers do“ ist sicher keine besonders gute (besser: präzise) Definition für Geographie. Sie belegt aber die offensichtlich vorhandene große Variabilität bei dem,

was Geographen tun. Auch werden wohl alle zustimmen können, dass der Begriff „Raum“ bei der Tätigkeit von Geographen eine zentrale Position einnimmt mit dem Ziel, (bestimmte) Aspekte (nämlich raumbezogene) von Realität zu erfassen, zu verstehen und zu erklären. Dabei kann allerdings der Raumbegriff durchaus unterschiedlich aufgefasst werden, wie der seit einiger Zeit in der Geographie (insbesondere in der Anthropogeographie) intensiv geführte Diskurs zu unterschiedlichen Raumkonzepten zeigt.

Raumkonzepte

1. Raum als Container: „Räume“ werden im realistischen Sinne als „Container“ aufgefasst, in denen bestimmte Sachverhalte der physisch-materiellen Welt enthalten sind. In diesem Sinne werde „Räume“ als Wirkungsgefüge natürlicher und anthropogener Faktoren verstanden, als das Ergebnis von Prozessen, die die Landschaft gestaltet haben oder als Prozessfeld menschlicher Tätigkeiten.
2. Raum als System von Lagebeziehungen: „Räume“ werden als Systeme von Lagebeziehungen materieller Objekte betrachtet, wobei der Akzent der Fragestellung besonders auf der Bedeutung von Standorten, Lagerelationen und Distanzen für die Schaffung gesellschaftlicher Wirklichkeit liegt.
3. Raum als Kategorie der Wahrnehmung: „Räume“ werde als Kategorie der Sinneswahrnehmung und damit als „Anschauungsformen“ gesehen, mit deren Hilfe Individuen und Institutionen ihre Wahrnehmungen einordnen und so Welt in ihren Handlungen „räumlich“ differenzieren.
4. Raum als Element von Kommunikation und Handlung: „Räume“ werden in der Perspektive ihrer sozialen, technischen und gesellschaftlichen Konstruiertheit aufgefasst, indem danach gefragt wird, wer unter welchen Bedingungen und aus welchen Interessen wie über bestimmte Räume kommuniziert und sie durch alltägliches Handeln fortlaufend produziert und reproduziert. (nach WARDENGA 2002)

Mehrere klassische Aspekte von „Erfassen und Verstehen raumbezogener Realitäten“, bei deren Bearbeitung oftmals quantitative Methoden zum Einsatz kommen, können beispielhaft genannt werden.

- Aufdecken von raumvarianten Strukturen zu einem Zeitpunkt: Welche Anteile von über 65-Jährigen oder von sog. Hochbetagten haben die einzelnen Regionen? Sind diese deutlich voneinander unterschiedlich oder sind sie ziemlich ähnlich? Lassen sich Unterschiede in der räumlichen Verteilung feststellen, z. B. zwischen ländlichen und städtischen Regionen? Haben benachbarte Regionen ähnliche Werte?
- Aufdecken der Entwicklung raumvarianter Strukturen im Zeitverlauf: Lassen sich Entwicklungen über die Zeit feststellen? Steigen die Anteile von über 65-Jährigen oder von sog. Hochbetagten in den einzelnen Regionen im Zeitverlauf an?
- Vergleich von Strukturen und Entwicklungen über Zeit und Raum: Steigen die Anteile von über 65-Jährigen oder von sog. Hochbetagten in der Regel in den städtischen Regionen stärker als in den ländlichen Regionen an? Ist dieser Anstieg über die Zeit konstant oder variiert er?
- Aufdecken von Zusammenhängen zwischen raumvarianten Strukturen: Ist ein Zusammenhang festzustellen zwischen der räumlichen Verteilung der Anteile der über

65-Jährigen oder der sog. Hochbetagten und dem mittleren Einkommen in den Regionen oder dem Verstädterungsgrad der Region?

- Aufdecken von Strukturen im räumlichen Verhalten (von Menschen): Wie ist das Einkaufsverhalten ostdeutscher grenznaher Bevölkerung nach der Wiedervereinigung? Wie beurteilen ausländische Hochschulangehörige ihr Einleben in das Gastland?

1.3.3 Theoretische Ansätze zur Erfassung räumlicher Realitäten

Zur Erfassung räumlicher Realitäten lassen sich sehr unterschiedliche wissenschaftstheoretische Ansätze unterscheiden. In der Geographie und besonders in der Human-geographie sind in den letzten Jahrzehnten unterschiedliche Ansätze – insbesondere Ideen der Hermeneutik und der Kritische Rationalismus – als wissenschaftliche Grundgerüste leitend gewesen (vgl. auch DÜRR/ZEPP 2012 S. 254 ff.).

Im Hinblick auf den Methodeneinsatz wird oftmals eine Unterscheidung getroffen zwischen **qualitativen und quantitativen Methoden**. Hermeneutische Vorgehensweisen sind stark mit qualitativer Methodik verknüpft, quantitative Methoden sind eher in Forschungen zu finden, die sich an Vorgehensweisen in den Naturwissenschaften anlehnen und den Kritischen Rationalismus als gedankliche Basis haben (vgl. z. B. auch MATTISSEK U. A. 2013). Zugleich ist ganz deutlich zu machen, dass das methodische Vorgehen sehr stark von der spezifischen Fragestellung und von der Informationslage bzw. der Datenlage abhängt oder zumindest abhängen kann. Eine Untersuchung des alltäglichen Umfeldes von Obdachlosen wird sich kaum auf der Basis eines standardisierten Fragebogens (quantitatives Vorgehen) realisieren lassen. Sicher am geeignetsten – wenn auch sehr schwierig – ist es, durch teilnehmende Beobachtung (qualitatives Vorgehen) die Informationen zu erhalten. Experteninterviews mit z. B. Sozialarbeitern, die Kontakt zu der Obdachlosenwelt haben, mögen ein guter (Aus-) Weg sein, um die Fragestellung möglichst adäquat zu bearbeiten.

Oftmals wird es in der Praxis sicher von Vorteil sein, beide methodischen Zugänge (qualitative und quantitative Methodik) miteinander zu verknüpfen, um der vorliegenden Fragestellung am besten gerecht zu werden und damit die zur Diskussion stehende Realität so gut wie möglich zu erfassen. Ein solches Vorgehen wird auch als „**mixed method approach**“ bezeichnet (siehe hierzu etwa BRYMAN 2012 oder MOR-

Hermeneutik

Hermeneutische Vorgehensweisen werden vorzugsweise in den Geistes- bzw. Kulturwissenschaften angewendet. Ziel ist es, den Sinn zu verstehen, der in Kulturdokumenten und Lebensäußerungen manifestiert ist. Die Bezeichnung verweist auf den griechischen Götterboten Hermes, der den Menschen göttliche Botschaften und den Göttern des Olymps Nachrichten von den Menschen überbringen sollte und der sich somit als „Makler“ und Vermittler zwischen Irdischem und Überirdischem betätigte. In der Hermeneutik geht es um die „Vermittlung“ zwischen Geist, Sinn und Bedeutung einerseits und materiell-sinnlichen Ausdrücken oder Zeichen andererseits. (nach GELDSETZER 2003)

Kritischer Rationalismus

Als Kritischer Rationalismus wird eine philosophische Lehrmeinung bezeichnet, die vor allem von Karl Popper formuliert worden ist (vgl. POPPER 1989). Theorien über Phänomene der Realität werden prinzipiell nur als Hypothesen angesehen, da sie stets umgestoßen werden können. Es gibt kein positives Wahrheitskriterium, sondern nur noch das negative der Falsifikation. Solche Theorien werden an der Realität „getestet“ (deduktives Vorgehen). Eine Theorie wird umso wahrscheinlicher, je mehr Falsifizierungsversuchen sie ausgesetzt worden ist und dabei bestanden hat. Insofern geht der kritische Rationalismus induktiv vor, sammelt möglichst viele Fälle, um so eine Steigerung der Wahrscheinlichkeit zu erzielen. Von daher bleibt jedes „Wissen“ Vermutung, da auch eine noch so große Zahl von induktiven Bestätigungen nie die Möglichkeit einer einzigen Falsifizierung ausschließt, die das zuvor Angenommene umwirft. Das Rationale liegt darin, dass keine Theorie je abschließend als wahr deklariert wird, sondern dass stets die Möglichkeit einer Ersetzung durch eine noch mehr gegen Falsifikation gewappnete Theorie einkalkuliert wird. Insofern wird „rational“ zu einem Synonym für „kritisch“, da keine rationale Diskussion hinreichende Gründe dafür erbringen kann, dass eine Theorie endgültig wahr ist. Das Rationale ist der Kritik gegenüber insofern geöffnet, als es nie um absolute Wahrheit, sondern nur um die Steigerung von Wahrscheinlichkeit geht. (nach PREUSSNER 2003)

SE/NIEHAUS 2009). Je nachdem aus welcher Perspektive geschaut wird (mehr wissenschaftstheoretisch, mehr pragmatisch-praktisch), ist ein solcher Ansatz eher kritisch (wissenschaftstheoretisch) oder eher als Vorteil (pragmatisch-praktisch) zu sehen (vgl. etwa BRYMAN 2012 S. 629 ff.). Wissenschaftstheoretisch lässt sich nämlich argumentieren, dass qualitative und quantitative Verfahrensweisen zu unterschiedlichen wissenschaftstheoretischen Grundpositionen gehören, die nicht miteinander vereinbar sind mit der Konsequenz, dass ein „mixed method approach“ nicht möglich ist. In der Praxis empirischer Forschung jedoch hat sich ein „mixed method approach“ als sehr fruchtbar erwiesen, weil hier Sachverhalte aus unterschiedlichen Blickwinkeln erfasst werden können und ein solches Vorgehen dazu beiträgt, Realität differenzierter zu erfassen.

1.3.4 Entwicklung der Quantitativen Geographie

Ihren Ausgangspunkt hatte die Quantitative Geographie in der englischsprachigen Welt in den 1950er Jahren. Innovationszellen waren z. B. die Geographischen Institute der Northwestern University (Evanston, Illinois) und der University of Chicago (Chicago, Illinois) in den USA (z. B. GARRISON/MARBLE 1967), die Arbeitsgruppe um Peter Haggett am Geographischen Institut der University of Bristol (England) (z. B. HAGGETT 1965) und die „Lund Schule“ um Torsten Hägerstrand (University of Lund, Schweden) (z. B. HÄGERSTRAND 1957). In der deutschsprachigen Geographie beginnt die Entwicklung erst in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre. Der Kieler Geographentag 1969 mit seiner Kritik an dem damals vertretenen Bild von „reiner“ Objektivität im wissenschaftlichen Tun und derjenigen an der Länderkunde als dem damals zent-

ralen Forschungsfeld deutschsprachiger Geographie (REDAKTIONSGRUPPE 1969) ist zusammen mit der Habilitationsschrift von Dietrich Bartels (BARTELS 1968) als konzeptioneller Anfangspunkt zu sehen. Von der methodischen Seite her ist besonders Dieter Steiner (z. B. STEINER 1965) als Wegbereiter zu nennen. Die Bedeutung der Quantitativen Geographie nahm in den 1970er Jahren rasch zu. 1974 wurde das erste Symposium der Quantitativen Geographie in Gießen abgehalten (GIESE 1975). Auf dem zweiten Symposium in Bremen 1977 erfolgte die Gründung des Arbeitskreises „Theorie und Quantitative Methoden in der Geographie“. Er war einer der ersten offiziell anerkannten Arbeitskreise innerhalb des damaligen Zentralverbandes Deutscher Geographen (jetzt Deutsche Gesellschaft für Geographie). Die Bezeichnung weist zudem ganz deutlich auf den zweiten Interessenschwerpunkt, die Theoriebildung, hin.

Betrachtet man die 50-jährige Entwicklung der Quantitativen Geographie im deutschsprachigen Raum, so ist festzustellen, dass sie nach ihren Anfängen sehr schnell an Bedeutung gewann und in den 1970er und den frühen 1980er Jahren einen beträchtlichen Einfluss auf die Ausrichtung in der Geographie genommen hat (zur Geschichte der Quantitativen Geographie im deutschsprachigen Raum vgl. ausführlicher GIESE 1980, BRUNOTTE U. A. 2002 und NIPPER 2011).

Felder, auf denen die Quantitative Geographie in Zukunft arbeiten wird, sind weiterhin in Zusammenhang zu sehen mit der technologischen Entwicklung (etwa bei Geoinformationssystemen und der digitalen Bildverarbeitung) und der zunehmenden Informations- bzw. Datenfülle (vgl. z. B. FISCHER/GETIS 1997; zum Einblick in jüngere Themen wie z. B. Zellulare Automaten, Analyse von Netzwerken vgl. BAVAUD/MAGER 2009). Im Hinblick auf das Feld „Geoinformationssysteme“ ist zudem anzumerken, dass dieses zunehmend zu einem eigenen Forschungsansatz geworden ist, worauf auch der von Michael Goodchild eingeführte Begriff „Geoinformation Science“ hinweist (vgl. GOODCHILD 1990 bzw. 1992).

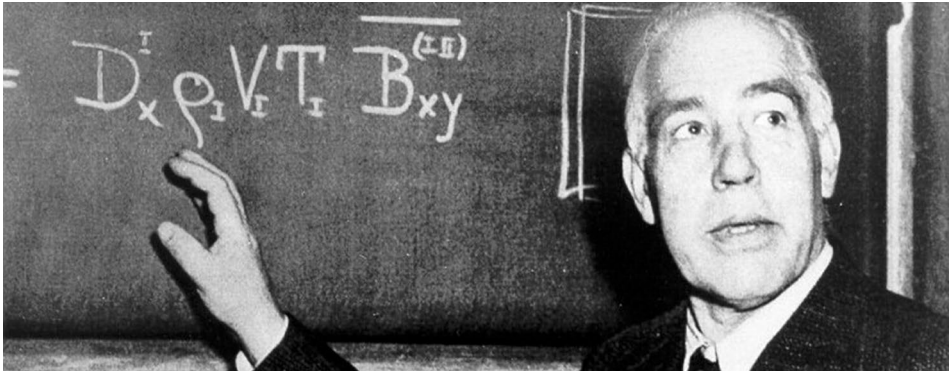


Abb. 2.01: Nils Bohr (Quelle: Deutsches Historisches Museum)

Während einer Physikprüfung wurde die Aufgabe gestellt: „Beschreiben Sie, wie man die Höhe eines Wolkenkratzers mit einem Barometer feststellt.“ Ein Kursteilnehmer antwortete: „Sie binden ein langes Stück Schnur an den Ansatz des Barometers, senken dann das Barometer vom Dach des Wolkenkratzers zum Boden. Die Länge der Schnur plus die Länge des Barometers entspricht der Höhe des Gebäudes.“

Diese originelle Antwort entrüstete den Prüfer dermaßen, dass der Kursteilnehmer sofort entlassen wurde. Er appellierte an seine Grundrechte, mit der Begründung, dass seine Antwort unbestreitbar korrekt wäre. Um das Problem zu lösen, wurde entschieden, dem Studenten sechs Minuten für eine mündliche Antwort zu geben, die mindestens eine minimale Vertrautheit mit den Grundprinzipien von Physik zeigte. Dabei antwortete er: „Erstens könnten Sie das Barometer bis zum Dach des Wolkenkratzers nehmen, es über den Rand fallen lassen und die Zeit messen, die es braucht, um den Boden zu erreichen. Die Höhe des Gebäudes kann mit der Formel $H = 0,5 \cdot g \cdot t^2$ berechnet werden. Wenn Sie aber in einem hohen Grade wissenschaftlich sein wollten, könnten Sie ein kurzes Stück Schnur an das Barometer binden und es schwingen lassen wie ein Pendel, zuerst auf dem Boden und dann auf dem Dach. Die Höhe entspricht der Abweichung der gravitatinalen Wiederherstellungskraft. Wenn Sie aber bloß eine langweilige Lösung wünschen, dann können Sie selbstverständlich das Barometer benutzen, um den Luftdruck auf dem Dach des Wolkenkratzers und auf dem Grund zu messen und den Unterschied nutzen, um die Höhe des Gebäudes zu berechnen. Aber, da wir ständig aufgefordert werden, die Unabhängigkeit des Verstandes zu üben, würde es ... einfacher sein, an der Tür des Hausmeisters zu klopfen und ihm zu sagen: Wenn Sie ein nettes neues Barometer möchten, gebe ich Ihnen dieses hier, vorausgesetzt Sie sagen mir die Höhe dieses Gebäudes.“ Der Kursteilnehmer war Niels Bohr, der erste Däne, der den Nobelpreis für Physik gewann (gekürzt nach Ruprecht-Karls-Universität 2016).

Die Geschichte zeigt, dass es mehrere Zugänge geben kann, um Messungen zum gleichen Sachverhalt durchzuführen. Alle mögen korrekt sein, sie sind aber hinsichtlich z. B. des Aufwandes unterschiedlich.