

# Inhalt

1	Der VokalJäger – Eine Übersicht	1
1.1	Einführung	2
1.2	Gliederung und Zusammenfassungen der Kapitel	4
1.3	Übersicht über die Prozessschritte des VokalJägers	9
I	Messphonetik	13
2	Phonetik, Phonologie und der VokalJäger	15
2.1	Begriffe	16
2.2	Das Konzept Vokalsystem und Merkmal	20
2.2.1	Vokalische Eigenschaften und das IPA-Vokalinventar	20
2.2.2	Problematik des Referenzsystems und Lautsymbols	26
2.2.3	Vokalische Merkmale	27
2.2.4	Öffnungsstufe als Merkmal	28
2.2.5	Zungenlage als Merkmal	29
2.2.6	Lippenrundung als Merkmal	29
2.3	Vokalsysteme	30
2.3.1	Hochdeutsch	30
2.3.2	Zum deutschen A	31
2.3.3	Zu den deutschen E-Lauten	33
2.3.4	Deutsche Dialekte	33
3	Algorithmische Messphonetik	35
3.1	Akustische Größen	36
3.1.1	Lautschallsignal, Lautsignal, Lautsegment und Fenster	36
3.1.2	Das Wesen der akustischen Größe	38
3.2	Formanten	42
3.2.1	Das Röhrenmodell des Vokaltrakts	42
3.2.2	Formantfrequenz und Formantbandbreite	42
3.2.3	Formantdiagramme	47
3.2.4	Von der Mess- zur Klassifikationsphonetik	52
3.3	Formantbahnen	53
3.3.1	Zeitfenster und Formantbahnen	53

3.3.2	Vokalziel und Formantzielwerte . . . . .	55
3.3.3	Formantbahnparametrisierung . . . . .	56
3.3.3.1	Ergänzung: Discrete Cosine-Transformation (DCT)	58
3.3.4	Optimale Formantbahnen . . . . .	64
3.3.5	Bestimmen der Formanten aus der Formantbahn . . . . .	69
3.4	Ergänzung: Andere Größen . . . . .	72
3.4.1	Grundfrequenz F0 . . . . .	72
3.4.2	Intensität . . . . .	72
3.4.3	Lautdauer . . . . .	73
3.4.4	Ausblick auf weitere Größen . . . . .	73
3.5	Formantnormalisierung . . . . .	74
3.5.1	Über Normalisierung . . . . .	74
3.5.2	Auditorische Skalierung . . . . .	75
3.5.3	Zur Sprechernormalisierung . . . . .	78
3.5.4	Fants effektiver zweiter Formant . . . . .	80
3.5.5	Syrdals Formantdeltas . . . . .	81
3.5.6	Gerstmans Bereichsnormalisierung . . . . .	81
3.5.7	Lobanovs Z-Wert-Normalisierung . . . . .	82
3.5.8	Weitere Anmerkungen zur Normalisierung . . . . .	82
3.6	Robuste Formantberechnung . . . . .	84
3.6.1	Systematische und erratische Robustheit . . . . .	84
3.6.2	Ordnungsstatistik und Perzentilmittel . . . . .	86
3.6.3	Interpretation des Perzentilmittels für Formanten . . . . .	88
3.6.4	Perzentilbreite und Perzentilmitte . . . . .	89
3.6.5	Robuste Gerstman-Bereichsnormalisierung . . . . .	90
3.6.6	Robuste MAD-Z-Wert-Normalisierung . . . . .	91
3.6.7	Robuste Lobanov-Z-Wert-Normalisierung . . . . .	91
3.6.8	Die Rückprojektion . . . . .	92
3.6.9	Normtetragon, Extremdreieck und Rückfaltung . . . . .	93
3.6.9.1	Die Rückfaltung . . . . .	94
3.6.10	Errechnung des Normtetragons und Extremdreiecks . . . . .	98
3.6.11	Exkurs: Systematische Lücken . . . . .	101
3.7	Der messphonetische Kernalgorithmus . . . . .	103
3.7.1	Eingangsbemerkungen . . . . .	103
3.7.2	Messen der Rohparameter . . . . .	104
3.7.3	Vorbereiten der Rohdaten . . . . .	104
3.7.4	Bestimmung der optimalen Formanten . . . . .	105
3.7.5	Berechnung der akustischen Größen . . . . .	108
4	Messphonetische Ergebnisse . . . . .	111
4.1	Das Tonmaterial . . . . .	112
4.1.1	Einführung und Gruppieren der Daten . . . . .	112
4.1.2	Das Kiel-Korpus als hochdeutsche Referenz . . . . .	113

4.1.3	Jones Kardinalvokale . . . . .	113
4.2	Initialkalibrierung des Vokaljägers . . . . .	116
4.2.1	Durchführung der Messung . . . . .	116
4.2.2	Darstellung der Messergebnisse . . . . .	116
4.2.3	Statistik des Stellwerts Obere Grenzfrequenz . . . . .	117
4.2.4	Kalibrierung des Normtetragons und Extremdreiecks . . . . .	119
4.2.5	Anmerkungen zur Robustheit . . . . .	121
4.3	Hochdeutsche Formanten . . . . .	124
4.3.1	Verteilung in der F1/F2-Ebene . . . . .	124
4.3.2	Verteilung der F1- und F2-Perzentilmaße . . . . .	124
4.3.3	F1- und F2-Verteilungsdichten . . . . .	130
4.3.4	Relativer Fehler der Perzentilmaße . . . . .	130
4.3.5	Statistik der Formanten . . . . .	133
4.4	Normalisierte hochdeutsche Formanten . . . . .	137
4.4.1	Wirkung der Normalisierung . . . . .	137
4.4.2	Erhöhung der Überlappung durch Normalisierung . . . . .	141
4.4.3	Statistik normalisierter Formanten . . . . .	141
4.5	Lautdauer und Intensität . . . . .	147
4.6	Diskussion . . . . .	150
4.6.1	Messphonetische Formantmuster des Hochdeutschen . . . . .	150
4.6.2	Vergleich mit den Kardinalvokalen . . . . .	154
4.6.3	Das messphonetische A . . . . .	157
4.6.4	Ableich mit hochdeutschen Vergleichsmessungen . . . . .	159
4.6.4.1	Delattre . . . . .	160
4.6.4.2	Rausch . . . . .	160
4.6.4.3	Ramers . . . . .	162
4.6.4.4	Pätzold und Simpson . . . . .	162
4.6.4.5	Sendlmeier und Seebode . . . . .	164
4.6.5	Schluss . . . . .	165
II	Klassifikationsphonetik . . . . .	167
5	Algorithmische Klassifikationsphonetik . . . . .	169
5.1	Das phonetische Merkmal als statistische Größe . . . . .	170
5.1.1	Konzept . . . . .	170
5.1.2	Ensemble und gleitender phonetischer Merkmalswert . . . . .	171
5.1.3	Phonetisches Binärmerkmal, Stütz- und Kontrastlaute . . . . .	176
5.1.4	Statistische Merkmalsdistanz . . . . .	178
5.2	Messen von Dialektalitätsunterschieden . . . . .	182
5.2.1	Wert des gleitenden Merkmals in der Kontrastgruppe . . . . .	182
5.2.1.1	Merkmalswert $\zeta$ (Definition) . . . . .	183
5.2.2	Sprecherintrinsiche Merkmalsdifferenz im Kontrastpaar . . . . .	185

5.2.2.1	Statistische Merkmalsdifferenz $\Delta\zeta$ (Definition) . . .	187
5.2.2.2	Binäre Dialektalität (Definition) . . . . .	187
5.2.2.3	Numerische Dialektalität $\vartheta$ (Definition) . . . . .	188
5.2.2.4	Schwankungsbreite und Signifikanz (Definition) . .	190
5.2.3	Ergänzung: Die Bhattacharyya-Distanz (COS) . . . . .	191
5.3	Die Klassifikatoren des Vokaljägers . . . . .	192
5.3.1	Einführung . . . . .	192
5.3.2	Die gleitenden Merkmale . . . . .	195
5.3.2.1	Gleitendes Merkmal Öffnungsstufe . . . . .	195
5.3.2.2	Gleitendes Merkmal Rundung . . . . .	197
5.3.3	Die Stütz- und Kontrastlaute sowie Binärmerkmale . . . . .	197
5.3.4	Die Prädiktorvariablensätze . . . . .	200
5.3.5	Die mathematischen Schätzermodelle . . . . .	200
5.3.5.1	Linear Discriminant-Analysis (LDA) . . . . .	200
5.3.5.2	Quadratic Discriminant-Analysis (QDA) . . . . .	202
5.3.5.3	Regularized Discriminant-Analysis (RDA) . . . . .	203
5.3.5.4	Mixture-Discriminant-Analysis (MDA) . . . . .	203
5.3.5.5	Neuronal Network (NNET) . . . . .	203
5.3.5.6	Support-Vector-Machine (SVM) . . . . .	204
5.3.5.7	K-Nearest Neighbors (KNN) . . . . .	204
5.3.5.8	Naïve Bayes (NB) . . . . .	205
5.3.5.9	Random Forest (RF) . . . . .	205
5.4	Das Training der Klassifikatoren . . . . .	206
5.4.1	Technische Vorbemerkungen: CARET . . . . .	206
5.4.2	Ansatz . . . . .	206
5.4.3	Bestimmen der Trainingsmenge . . . . .	207
5.4.4	Trainieren des Schätzermodells mit Kreuz-Validierung . . . . .	207
5.4.5	Kalibrieren der Schaltschwelle: Der Kompromissfehler . . . . .	208
5.4.6	Rekalibrierung der Pseudowahrscheinlichkeiten . . . . .	210
5.5	Der klassifikationsphonetische Kernalgorithmus . . . . .	213
6	Klassifikationsphonetische Ergebnisse . . . . .	215
6.1	Binärklassifikatoren im Test . . . . .	216
6.1.1	Zur Frage der Schätzermodelle . . . . .	216
6.1.2	Zur Frage der Prädiktorvariablen . . . . .	218
6.1.3	Die ausgewählten Binärklassifikatoren . . . . .	220
6.2	Beurteilung der Ensembles und Schluss . . . . .	226
III	Frankfurterisch . . . . .	231
7	Der Frankfurter Stadtdialekt . . . . .	233
7.1	Was ist Frankfurterisch? . . . . .	234

7.1.1	Frankfurterisch als Varietätenbündel am Ort Frankfurt . . . . .	234
7.1.2	Frankfurterisch als kontrastive Inselvarietät . . . . .	236
7.1.3	Definition des Frankfurterischen . . . . .	236
7.1.4	Belege des Frankfurterischen . . . . .	239
7.1.4.1	Typ 1: Tondokumente . . . . .	239
7.1.4.2	Typ 2: phonetisch-phonologische Arbeiten . . . . .	239
7.1.4.3	Typ 3: Mundartliteratur . . . . .	240
7.1.4.4	Typ 4: Mundartlich geprägte Schreibungen . . . . .	241
7.2	Die Erforschung des Frankfurterischen . . . . .	242
7.2.1	Carl Balthasar Malß (1792–1848) . . . . .	242
7.2.2	Johann Joseph Opper (1815–1894) . . . . .	242
7.2.3	Johann Matthias Firmenich-Richartz (1808–1889) . . . . .	248
7.2.4	Ernst Wülcker (1843–1895) . . . . .	249
7.2.5	Die Frankfurter Wenkersätze (um 1880) . . . . .	249
7.2.6	Alexander Askenasy (um 1900) . . . . .	252
7.2.7	Hans Ludwig Rauh (1892–1945) . . . . .	253
7.2.8	Das Frankfurter Wörterbuch (1971–1985) . . . . .	254
7.2.9	Eva Maria Brinkman to Broxten (um 1980) . . . . .	258
7.3	Die Hauptperioden des Frankfurter Stadtdialekts . . . . .	259
7.4	Die Vororte und die Umgebungsdiakkte . . . . .	262
7.5	Quellen und Schreibung . . . . .	264
7.5.1	Liste der Siglen und Quellen . . . . .	264
7.5.2	Das Referenzsystem der Altlaute . . . . .	267
7.5.3	Lautbelege und phonetische Transkription . . . . .	268
8	Frankfurter Tondokumente . . . . .	273
8.1	Einführung . . . . .	274
8.1.1	Dialektalitätsmessung mit dem VokalJäger . . . . .	274
8.1.2	Messphonetik und deutsche Dialekte . . . . .	274
8.2	Frankfurter Tonmaterial . . . . .	276
8.2.1	Das Frankfurter Lautdenkmal . . . . .	276
8.2.2	Das Frankfurter REDE-Material . . . . .	276
8.2.3	Die Wenkersätze einer Frankfurter Sprecherin . . . . .	277
8.2.4	Weiteres Tonmaterial aus Frankfurt . . . . .	277
8.3	Messphonetische Gesamtstatistik . . . . .	279
9	Frankfurter Vokale im Wandel . . . . .	283
9.1	Ziel, Auswahl und Vorgehen . . . . .	284
9.2	Die O-Laute . . . . .	287
9.2.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	287
9.2.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	289
9.2.3	Die Kontrastgruppe 0 im VokalJäger . . . . .	291
9.2.4	Diskussion . . . . .	292

9.3	Kurzes neutrales A . . . . .	297
9.3.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	297
9.3.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	299
9.3.3	Die Kontrastgruppe A im VokalJäger . . . . .	300
9.3.4	Diskussion . . . . .	302
9.4	Dunkles altlanges $\hat{A}$ . . . . .	306
9.4.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	306
9.4.1.1	Der Laut des dunklen A in Frankfurt . . . . .	307
9.4.1.2	Die Vororte . . . . .	308
9.4.1.3	Lautwandel des dunklen altlangen $\hat{A}$ . . . . .	309
9.4.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	310
9.4.3	Die Kontrastgruppe $\hat{A}$ im VokalJäger . . . . .	312
9.4.4	Diskussion . . . . .	315
9.5	Dunkles Dehnungs-A . . . . .	319
9.5.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	319
9.5.1.1	Das Dehnungs-A des Frankfurter Stadtdialekts . . . . .	319
9.5.1.2	Das Dehnungs-A der Vororte . . . . .	320
9.5.1.3	Ergänzung: Der Umlaut des A: und des $\hat{A}$ . . . . .	321
9.5.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	322
9.5.3	Die Kontrastgruppe A: im VokalJäger . . . . .	324
9.5.4	Diskussion . . . . .	325
9.6	Junges langes A . . . . .	330
9.6.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	330
9.6.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	330
9.6.3	Die Kontrastgruppe A:-mod im VokalJäger . . . . .	331
9.6.4	Diskussion . . . . .	331
9.7	Kurzes dunkles A . . . . .	336
9.7.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	337
9.7.1.1	A vor den Konsonantengruppen [-xt] und [-ks] . . . . .	338
9.7.1.2	A vor historischem R und weiterem Konsonant . . . . .	339
9.7.1.3	A vor historisch auslautendem T . . . . .	339
9.7.1.4	A vor den historischen Sonorsilben -ER, -EL, -EM und -EN . . . . .	340
9.7.1.5	A in Flektionsformen von ‚haben‘ . . . . .	340
9.7.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	341
9.7.3	Die Kontrastgruppe kdA im VokalJäger . . . . .	345
9.7.4	Diskussion . . . . .	347
9.8	Monophthongierungs-A . . . . .	351
9.8.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	351
9.8.1.1	Nasaliertes Monophthongierungs-A . . . . .	353
9.8.1.2	Monophthongierungs-A in Normalposition . . . . .	354
9.8.1.3	Der Lautwert im 19. Jahrhundert . . . . .	356
9.8.1.4	Der Umlaut des Monophthongierungs-A . . . . .	357

9.8.1.5	Die Auflösung der Ä-Wirrung . . . . .	358
9.8.1.6	Analogmonophthongierung der altlangen $\hat{I}$ und $\hat{U}$ . . . . .	360
9.8.1.7	Die Verdunklung des Monophthongierungs-A . . . . .	361
9.8.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	361
9.8.3	Die Kontrastgruppe MA im VokalJäger . . . . .	365
9.8.4	Diskussion . . . . .	369
9.9	A vor historischem L und T . . . . .	375
9.9.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	375
9.9.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	378
9.9.3	Die Kontrastgruppe A-1t im VokalJäger . . . . .	379
9.9.4	Diskussion . . . . .	380
9.10	Rundung der Vorderzungenvokale . . . . .	385
9.10.1	Klassisches Frankfurterisch . . . . .	385
9.10.1.1	Die runden Vokale in den Vororten . . . . .	387
9.10.2	Ausgewählte Schriftbelege . . . . .	387
9.10.3	Die Kontrastgruppen I E Ü Ö im VokalJäger . . . . .	389
9.10.4	Diskussion . . . . .	390
9.11	Zusammenfassung: Ein Vokalwandel in Real-Time . . . . .	398
9.11.1	Frankfurterisch im Frankfurter Lautdenkmal . . . . .	398
9.11.2	Wandel zum Neu-Frankfurterischen: Das REDE-Material . . . . .	401
9.11.3	Abschließende Beschreibung des Frankfurter Lautwandels . . . . .	404
9.12	Ergänzung: Der Frankfurter Vokalismus . . . . .	409
9.12.1	Das Lautinventar der Frankfurter Vokale . . . . .	409
9.12.2	Die altkurzen Vokale . . . . .	413
9.12.3	Die altlangen Vokale . . . . .	421
9.12.4	Die alten Diphthonge . . . . .	424
10	Schlussbetrachtung und Ausblick . . . . .	427
10.1	Schluss . . . . .	428
10.2	Ausblick . . . . .	430
10.2.1	Fortentwicklung der Methode des VokalJägers . . . . .	430
10.2.2	Der VokalJäger als Werkzeug für die Forschung . . . . .	430
10.2.3	Weitere Anwendungen des VokalJägers . . . . .	431
IV	Anhänge . . . . .	433
A	Inhaltliche Spezialthemen . . . . .	435
A.1	Textsatz . . . . .	436
A.1.1	Phonetisch-phonologische Zeichen und Fließtext . . . . .	436
A.1.2	Mathematische Notation von Signalen . . . . .	437
A.2	Allgemeine Methoden . . . . .	438
A.2.1	Bootstrapping . . . . .	438

A.2.2	Boxplot-Statistik . . . . .	438
A.2.3	Violin-Diagramme . . . . .	439
A.2.4	Signifikante Stellen und statistischer Fehler . . . . .	439
A.2.5	Signifikanzniveau und t-Test . . . . .	440
A.2.6	Fehlerfortpflanzung . . . . .	441
A.2.7	Überlappung von Häufigkeitsverteilungen . . . . .	441
A.3	Ergänzungen zur Messphonetik . . . . .	443
A.3.1	Die Mathematik des Linear-Prediction-Vokaltraktmodells . . . . .	443
A.3.2	Formantdiagramme . . . . .	446
A.3.3	Alternative Transformationen auf Bark . . . . .	448
A.3.4	Die Mel- und ERB-Skalierung . . . . .	448
A.3.5	Neareys Uniforme Verschiebung . . . . .	448
A.4	Ergänzungen zur Klassifikationsphonetik . . . . .	449
A.4.1	Weiteres zur Merkmalswertformel . . . . .	449
A.4.2	Merkmalsdifferenz zum Hochdeutschen . . . . .	449
A.4.3	Zur minimalen Probenzahl . . . . .	451
A.4.4	Cohens Kappa . . . . .	451
A.4.5	Kalibrieren der Schaltschwelle (zu 5.4.5) . . . . .	452
A.4.6	Kalibrieren der Pseudowahrscheinlichkeiten (zu 5.4.6) . . . . .	453
B	Zusätzliche Messergebnisse . . . . .	455
	Literatur . . . . .	485
	Akronyme . . . . .	501
	Belegverzeichnis . . . . .	505
	Index . . . . .	511