

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Herausgeber und Autoren	VII
I Grundlagen	1
1 Sensorische Grundlagen	1
M. BUSCH-STOCKFISCH	
1.1 Einführung	1
1.2 Sinnesphysiologische Grundlagen	2
1.2.1 Gesichtssinn	6
1.2.2 Geruchssinn	7
T. HUMMEL/A. WELGE-LÜSSEN	
1.2.3 Hautsinn	13
1.2.4 Gehörsinn	14
1.2.5 Geschmack	15
W. MEYERHOF	
1.2.5.1 Grundgeschmacksarten	15
1.2.5.2 Anatomie	20
1.2.5.3 Geschmacksrezeptoren	25
1.2.5.4 Perirezeptormilieu	33
1.3 Sensorische Analyse	33
1.4 Prüfmethoden	35
1.4.1 Analytische Prüfungen	35
1.4.1.1 Unterschiedsprüfungen	35
1.4.1.2 Beschreibende Prüfungen	36
1.4.2 Hedonische oder affektive Prüfungen	37
2 Prüferauswahl und Prüferschulung	47
M. BUSCH-STOCKFISCH	
2.1 Auswahl von Prüfpersonen und Aufbau eines Panels	47
2.1.1 Allgemeine Kriterien für die Prüferauswahl	48
2.1.2 Physiologische Kriterien	49
2.1.3 Psychologische Kriterien	49

2.2	Vorbedingungen für die Prüferschulung.	50
2.3	Prüfverfahren	53
2.3.1	Farbe	54
2.3.1.1	Erkennen von Intensitätsunterschieden im nassen Medium . .	54
2.3.1.2	Erkennung von Farbunterschieden im trockenen Medium . . .	61
2.3.2	Geruch	62
2.3.2.1	Erkennen von standardisierten Gerüchen (Aromastoffen)	63
2.3.2.2	Erkennen von nicht standardisierten Gerüchen	67
2.3.2.3	Erkennen von Intensitätsunterschieden bei Gerüchen standardisierter Aromastoffe	72
2.3.3	Geschmack	74
2.3.3.1	Erkennen der vier Grundgeschmacksarten	74
2.3.3.2	Bestimmung der Geschmacksempfindlichkeit – Ermittlung der Erkennungsschwellen	79
2.3.3.3	Weitere Geschmackswirksame Substanzen	89
2.3.3.4	Erkennen von Intensitätsunterschieden bei den vier Grund- geschmacksarten und in Lebensmitteln	90
2.3.4	Mundgefühl – Textur.	92
2.3.4.1	Beschreibung von Textureigenschaften	92
2.3.4.2	Einordnen der Intensität durch Tasten	95
2.4	Prüfpanel	97
2.4.1	Prüferauswahl.	97
2.4.2	Zertifizierung des Panels	99
2.4.3	Erhalten und Überprüfen der Fähigkeiten	100
2.4.4	Panelmotivation	101
3	Einrichten eines Sensoriklabors, Probenvorbereitung und -präsentation.	105
	M. BUSCH-STOCKFISCH	
3.1	Einrichten eines Sensoriklabors	105
3.1.1	Notwendige Grundausstattung	106
3.1.2	Prüfraum.	107
3.1.3	Prüfplätze	109
3.1.4	Bereich für Gruppendiskussionen	113
3.2	Probenvorbereitung und -präsentation	113
3.2.1	Vorbereitungsraum und Ausstattung	114
3.2.2	Probengefäße	115
3.2.3	Probenpräsentation	115
3.2.4	Prüfplatz	116

4	Ermitteln von Geschmacks- und Geruchsschwellen	119
	H. GRÜB	
4.1	Einführung	119
4.2	Schwellen und Schwellenwerte	120
4.3	Psychophysische Grundgesetze	121
4.3.1	Das Gesetz von WEBER (Webersches Gesetz)	122
4.3.2	Das Gesetz von WEBER-FECHNER (Weber-Fechnersche Gesetz)	123
4.3.3	Das Gesetz von STEVENS (Stevensches Power Law)	124
4.4	Allgemeine Bemerkungen und Besonderheiten bei Schwellen(werts)bestimmungen	126
4.4.1	Lösungsmittel/Medium.	126
4.4.2	Reinheit	127
4.4.3	Haltbarkeit	128
4.4.4	Prüftechnik/Prüfmethodik/Prüfgefäße	129
4.4.5	Qualität und Zahl der Prüfer	129
4.5	Bestimmung der Geschmacks- und Geruchsschwellen(werte) . .	129
4.5.1	Geschmacksschwellen.	130
4.5.2	Geruchsschwellen	131
4.5.2.1	Bestimmung der Reizschwellenwerte des Geruchs.	131
4.5.2.2	Bestimmung der Erkennungsschwellenwerte des Geruchs. . .	134
5	Schulungssubstanzen	139
5.1	Einleitung	139
	A. MAABEN	
5.2	Paneltraining zum Aufbau des Sensorikwortschatzes.	141
	I. STROBL	
II	Diskriminierungsprüfungen	159
1	Diskriminierungsprüfungen – Allgemein	159
	M. BUSCH-STOCKFISCH	
2	Dreiecksprüfungen – Triangeltest	163
	M. BUSCH-STOCKFISCH	
2.1	Prüfungen auf Unterschiede.	163
2.1.1	Einführung in das Prüfverfahren und Anwendung	163
2.1.2	Prüfpersonen	164

2.1.3	Probenvorbereitung und Probenaufstellung	165
2.1.4	Durchführung der Prüfung	167
2.1.5	Auswertung der Prüfung auf Unterschied	169
2.2	Prüfungen auf Gleichheit bzw. Ähnlichkeit	172
2.2.1	Statistische Versuchsplanung	172
2.2.2	Durchführung des Tests und statistische Auswertung	173
3	Duo-Trio-Prüfung	175
	M. BUSCH-STOCKFISCH	
3.1	Einführung in das Prüfverfahren und Anwendung	175
3.2	Prüftechniken und Probenaufstellung	176
3.2.1	Konstante Referenz	176
3.2.2	Balancierte Referenz	177
3.3	Prüfpersonen	178
3.4	Probenvorbereitung	178
3.5	Durchführung der Prüfung	179
3.6	Prüfung auf Unterschied	179
3.6.1	Prüfung mit konstanter Referenz	179
3.6.2	Auswertung der Prüfung mit konstanter Referenz	181
3.6.3	Prüfung mit balancierter Referenz	182
3.7	Prüfung auf Ähnlichkeit	185
3.7.1	Statistische Versuchsplanung	185
3.7.2	Durchführung des Tests und statistische Auswertung	187
4	Paarweise Vergleichsprüfung	189
	M. BUSCH-STOCKFISCH	
4.1	Einführung in das Prüfverfahren und Anwendung	189
4.1.1	Allgemeine Prüfbedingungen und Fragestellung	190
4.1.2	Prüfpersonen	191
4.1.3	Probenvorbereitung und Probenaufstellung	192
4.1.4	Durchführung	193
4.2	Prüfung auf Unterschied	194
4.2.1	Einseitiger Test	194
4.2.1.1	Aufgabe, Fragestellung und Durchführung	195
4.2.1.2	Auswertung und Interpretation	197
4.2.2	Zweiseitiger Test	199
4.2.2.1	Aufgabe, Fragestellung und Durchführung	199
4.2.2.2	Auswertung und Interpretation	201

4.3	Prüfung auf Ähnlichkeit	203
4.3.1	Einseitiger Test	204
4.3.1.1	Aufgabe, Fragestellung und Durchführung	204
4.3.1.2	Auswertung und Interpretation	206
4.3.2	Zweiseitiger Test	206
4.3.2.1	Aufgabe, Fragestellung und Durchführung	206
4.3.2.2	Auswertung und Interpretation	207
5	Rangordnungsprüfung	209
	M. BUSCH-STOCKFISCH	
5.1	Einführung in das Prüfverfahren	209
5.2	Prüfpersonen	210
5.3	Vorbereitung von Prüfproben	211
5.4	Probenaufstellung	213
5.5	Durchführung der Prüfung und Auswertung	213
5.5.1	Probenreihe mit vorgegebener Reihenfolge: Verdünnter Apfeldicksaft	214
5.5.2	Probenreihen ohne vorgegebene Reihenfolge	217
6	A-not-A Test	221
	F. LILL	
6.1	Vorgehensweise	221
6.2	Anzahl der Ergebnisse	222
6.3	Auswertung	223
6.4	Weiterführende Auswertung: Signaldetektionstheorie	226
6.5	Diskussion der Methode	229
III	Deskriptive Prüfungen	231
1	Einfach beschreibende Prüfung	231
	C. RUMMEL	
2	Profilprüfungen	235
2.1	Ausbildung eines deskriptiven Panels	235
	C. RUMMEL	
2.1.1	Bedeutung deskriptiver Verfahren	235
2.1.2	Geeignete Personen für deskriptive Panels	237
2.1.3	Training eines deskriptiven Panels	239

2.1.4	Panelmotivation	264
2.1.5	Einsatz betriebsinterner oder externer Panels	266
2.2	Konventionelle Profile (QDA® und Spectrum™-Methode)	269
	C. RUMMEL	
2.2.1	Quantitative Descriptive Analysis – QDA®	269
2.2.2	Spectrum™-Methode	272
2.3	Konsensprofil	277
	D. PLAUL/K. SCHÜSSLER	
2.3.1	Geschichte	277
2.3.2	Ziel	277
2.3.3	Prüfergruppe	278
2.3.4	Aufgaben der Prüfer und Teamdynamik.	278
2.3.5	Prüferauswahl.	280
2.3.6	Panelschulung	282
2.3.7	Prüfraum.	284
2.3.8	Intensitätsskala.	285
2.3.9	Prüfproben, Probenanzahl und Reihenfolge.	286
2.3.10	Durchführung der Profilierung	286
2.3.11	Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	291
2.4	Free Choice Profiling	293
	M. BUSCH-STOCKFISCH/S. GOCHMANN/C. MOTSCHNIGG	
2.4.1	Einführung	293
2.4.2	Darstellung der Methode	294
2.4.3	Anwendungsbereiche.	295
2.4.4	Durchführung des Free Choice Profiling	296
2.4.4.1	Prüfpersonen	296
2.4.4.2	Panelzusammensetzung und Prüferschulung	297
2.4.4.3	Probendarreichung und Probenaufstellung	297
2.4.4.4	Probenauswahl.	297
2.4.4.5	Entwicklung des Prüfbogens	298
2.4.5	Statistische Auswertung durch die verallgemeinerte Procrustes Analyse (GPA).	299
2.4.5.1	Die Entwicklung der Procrustes Analyse	300
2.4.5.2	Grundlagen der Procrustes Analyse	300
2.4.6	Procrustes-Varianzanalyse	305
2.4.7	Hauptkomponentenanalyse	306
2.4.8	Der Assessor Plot.	310
2.4.9	Überprüfung der Signifikanz.	311

IV	Anwendungsgebiete der Sensorik	313
1	Sensorik in der Qualitätskontrolle	313
1.1	Sensorik als Teil des Qualitätsmanagements	313
	T. WARENDORF	
1.1.1	Festlegung der sensorischen Qualitätskriterien	315
1.1.2	Festlegung von Kontrollpunkten und Produkten	316
1.1.3	Auswahl der Methoden	318
1.1.4	Ressourcen	319
1.2	In-Out Test	323
	T. WARENDORF	
1.2.1	Allgemeiner oder kategorischer IN/OUT-Test	323
1.2.2	Skalierter IN/OUT-Test	324
1.2.3	Deskriptiver IN/OUT-Test	326
1.2.4	Durchführung von IN/OUT-Tests	327
1.2.5	Auswertung	328
1.2.6	Anmerkung zum Prüfertraining	329
1.3	Bestimmung und Überprüfung des Mindesthaltbarkeits- datums (MHD)	331
	T. WARENDORF	
1.3.1	Wann wird das MHD überprüft?	331
1.3.2	Planung eines Lagertests	332
1.3.3	Strategien für sensorische Lagertests	333
1.3.3.1	Tests zur Bestimmung des MHD	333
1.3.3.2	Überprüfung eines bestehenden MHD	336
1.3.4	Sensorische Prüfmethode(n)	336
1.3.5	Interpretation der Ergebnisse und Festlegung des MHD	337
2	Sensorik und Qualitätsprüfungen	339
	B. SCHNEIDER-HÄDER/J. OEHLENSCHLÄGER	
2.1	Das Konzept der unternehmensübergreifenden Qualitäts- prüfungen	339
2.1.1	Historie und Hintergründe der Qualitätsprüfungen und Leistungsschauen	339
2.1.2	Nutzen und Ziele für Lebensmittelhersteller, Handel und Verbraucher	340
2.1.3	Ablauf und Verfahrensweise von Qualitätsprüfungen und Leistungsschauen	342

2.1.4	Branchennetzwerke und Expertenurteile	346
2.1.5	Auszeichnungen, Qualitätsberichte und Qualitätsführer – die Ergebnisse der Qualitätsprüfungen	347
2.2	Sensorik als Teil der unternehmensübergreifenden Qualitätsprüfungen am Beispiel der DLG	348
2.2.1	Methoden und Anforderungen an die sensorischen Prüfungen der DLG	349
2.2.1.1	Produktstandards	349
2.2.1.2	Expertenpanel	351
2.2.1.3	Testmethode und Instrumente	357
2.2.2	Organisation der sensorischen Prüfungen	366
2.2.2.1	Vorbereitung der Qualitätsprüfungen	366
2.2.2.2	Probenabruf	367
2.2.2.3	Vorbereiten der Prüfräume	367
2.2.2.4	Zusammenstellen der Prüfgeräte und -mittel	368
2.2.2.5	Prüfergebnis bzw. Expertengutachten	368
2.2.3	Zusammenfassung	368
3	Einsatz von PLS Regression zur Auswertung von Daten aus der Sensorik.	375
	J. MEIER	
3.1	Einführung	375
3.1.1	Lineare Régression	375
3.1.2	Multiple lineare Regression	376
3.1.3	Partial Least Squares Regression	376
3.2	Fallstudie: Erfrischungsgetränke	377
3.2.1	Zielformulierung	378
3.2.2	Material und Methoden	378
3.2.3	Datenanalyse und Ergebnisse	378
3.3	Schlussbetrachtung	383
V	Statistik in der Sensorik	385
1	Univariate Verfahren.	385
	M. MEYNERS/J. KUNERT	
1.1	Einführung	385
1.2	Besonderheiten sensorischer Daten	386
1.3	Grundbegriffe statistischer Tests	387

1.4	Einführung in Unterschiedsprüfungen	389
1.5	Paarvergleich	390
1.5.1	Fragestellung und Vorgehensweise	390
1.5.2	Planung des Experiments	391
1.5.3	Auswertung der Daten	392
1.5.4	Diskussion	397
1.6	Duo-Trio-Test	398
1.6.1	Fragestellung und Vorgehensweise	398
1.6.2	Planung des Experiments	399
1.6.3	Auswertung der Daten	400
1.6.4	Diskussion	401
1.7	Dreieckstest	402
1.7.1	Fragestellung und Vorgehensweise	402
1.7.2	Planung des Experiments	403
1.7.3	Auswertung der Daten	404
1.7.4	Diskussion	405
1.8	Tests zum Vergleich von zwei Produkten ohne Forced-Choice Bedingungen	406
1.9	Rangordnungsprüfung	409
1.9.1	Fragestellung und Vorgehensweise	409
1.9.2	Planung des Experiments	410
1.9.3	Auswertung der Daten	411
1.9.4	Rangordnungsprüfung ohne Forced-Choice Bedingungen.	415
1.9.5	Diskussion	416
1.10	Nachweis von Produktgleichheit	417
1.11	Unterschiedsprüfungen mit Wiederholungen.	420
1.12	Multiple Testproblematik	423
1.13	Schätzer und Konfidenzintervalle.	424
1.14	Zusammenfassung und Ausblick.	428
2	Multivariate Verfahren	431
	M. MEYNER/J. KUNERT	
2.1	Einführung	431
2.2	Zielsetzung multivariater Verfahren	432
2.3	Varianzanalyse und Regression	433
2.3.1	Fragestellung und Vorgehensweise	433
2.3.2	Planung des Experiments	433
2.3.3	Varianzanalyse	436

2.3.4	Regressionsanalyse	450
2.3.5	Diskussion	456
2.4	Hauptkomponentenanalyse (PCA)	457
2.4.1	Fragestellung und Vorgehensweise	457
2.4.2	Planung des Experiments	458
2.4.3	Auswertung der Daten	458
2.4.4	Biplots	463
2.4.5	Diskussion	465
2.5	Verallgemeinerte Prokrustes Analyse (GPA)	466
2.5.1	Fragestellung und Vorgehensweise	466
2.5.2	Planung des Experiments	467
2.5.3	Auswertung der Daten	467
2.5.4	Diskussion	471
2.6	Preference Mapping	471
2.6.1	Fragestellung und Vorgehensweise	471
2.6.2	Planung des Experiments	472
2.6.3	Auswertung der Daten	472
2.6.4	Internal und External Preference Mapping	478
2.6.5	Diskussion	479
2.7	Weitere Verfahren	480
2.7.1	Einführung	480
2.7.2	STATIS	481
2.7.3	Multidimensionale Skalierung (MDS)	481
2.7.4	Partial Least Squares Regression (PLSR)	482
2.8	Permutationstest	483
2.9	Zusammenfassung und Ausblick	485
3	Software für Sensorik	489
	E. KOEHN	
3.1	MS Excel	495
	E. KOEHN	
3.1.1	Excel-Dateien für die Datensammlung und Archivierung	496
3.1.1.1	Übersichtstabellen erzeugen	499
3.1.1.2	Auswertung offener Antworten	502
3.1.2	Statistische Datenanalyse in Excel	507
3.1.2.1	Nützliche Analysefunktionen	511
3.1.2.2	Erstellen eigener Vorlagen	514
3.1.3	Excel als Werkzeug für die Berichterstattung nutzen	516

3.2	Statistik in R	519
	E. KOEHN	
3.2.1	Installation von R	520
3.2.2	Installation des R Commander	527
3.2.3	Installation von sensR	535
3.2.4	Installation des SensoMineR	539
3.2.5	Erlernen von R	547
3.3	sensR	549
	E. KOEHN	
3.3.1	Einteilung der Unterschiedstests	550
3.3.1.1	Zwangsauswahltests	550
3.3.1.2	Tests mit Reaktionsverzerrung	551
3.3.1.3	Tests mit Wiederholungen	551
3.3.2	Klassische Auswertung von Unterschiedstests	552
3.3.3	Auswertung mit sensR	553
3.3.3.1	Unterschiedstest	553
3.3.3.2	Test auf sensorische Ähnlichkeit	556
3.3.3.3	Berechnung der minimal erforderlichen Fallzahl	560
3.3.3.4	Tests mit Wiederholung	562
3.3.3.5	A-Nicht-A-Test	566
3.3.3.6	Same-Different Test	567
3.3.4	Interpretation der Ergebnisse	569
3.4	SensoMineR	571
	E. KOEHN	
3.4.1	Einführung in die Datenanalyse mit dem SensoMineR	571
3.4.1.1	Die grafische Benutzeroberfläche des SensoMineR	571
3.4.1.2	Übertragen der Ausgaben nach Excel	581
3.4.1.3	ANOVA und Regressionsmodelle	583
3.4.2	Auswertung sensorischer Profilierungen	585
3.4.2.1	Einleitung	585
3.4.2.2	Vorbereitung der Daten	586
3.4.2.3	Beispieldateien	589
3.4.2.4	Berechnung der Attributmittelwerte	589
3.4.2.5	Produktcharakterisierung	590
3.4.2.6	Hauptkomponentenanalyse (HKA)	597
3.4.2.7	Panelperformance	609
3.4.2.8	External Preference Mapping	612

Inhaltsverzeichnis

3.4.3	Analyse von Sorted Napping Daten	620
3.4.3.1	Einleitung	620
3.4.3.2	Vorbereitung der Daten	620
3.4.3.3	Datenimport im SensoMineR	627
3.4.3.4	Die Verfahren zur Auswertung von Sorted Napping Daten . . .	630
	Stichwortverzeichnis	653