

Inhaltsverzeichnis

Vorwort XI

Teil 1 **pH-Messung** 1

1 **Einführung** 3

- 1.1 pH 3
- 1.2 pH in unserer Umgebung 5
 - 1.2.1 Mensch 5
 - 1.2.2 Fleisch 6
 - 1.2.3 Backwaren 7
 - 1.2.4 Isoelektrischer Punkt 7
 - 1.2.5 Milch und Milchprodukte 8
 - 1.2.6 Getränke 9
 - 1.2.7 Trinkwasser 10
 - 1.2.8 Oberflächenwasser 11
 - 1.2.9 Regenwasser 12
 - 1.2.10 Schwimmbad 12
 - 1.2.11 Abwasserreinigungsanlagen 13
 - 1.2.12 Kesselspeisewasser 15
 - 1.2.13 Pflanzen und Boden 15
 - 1.2.14 Papier 16

2 **Messeinrichtungen** 17

- 2.1 Messmethoden 18
 - 2.1.1 Elektrometrische Messung 18
 - 2.1.2 Optische Messmethoden 21
- 2.2 Glaselektroden-Messketten 23
 - 2.2.1 Glaselektrode 24
 - 2.2.2 Referenzelektrode 26
- 2.2.3 Verbindung Messkette–Messgerät 35
- 2.3 pH-Meter 40
 - 2.3.1 Messfunktion und Ergebnisanzeige 40

2.3.2	Bauformen	42
2.3.3	Unterstützende Funktionen	45
2.4	Pufferlösungen	51
2.4.1	Zertifiziertes Referenzmaterial (ZRM)	52
2.4.2	Arbeitspufferlösungen und Technische Pufferlösungen	54
2.4.3	Gebrauch der Pufferlösungen	56
3	pH-Messung	57
3.1	Eingangsprüfung	58
3.1.1	pH-Meter	58
3.1.2	pH-Messkette	61
3.1.3	Temperatursensor	65
3.1.4	Referenzlösungen	66
3.2	Inbetriebnahme	67
3.2.1	Zustand der Messeinrichtung	67
3.2.2	Aufbewahrungslösung	67
3.2.3	Referenzelektrolytlösung	68
3.3	Kalibrieren	68
3.3.1	Referenzlösung wählen	69
3.3.2	Arbeitsbereich der Messeinrichtung	70
3.3.3	Kalibriertemperatur einstellen	70
3.3.4	Messkette eintauchen	70
3.3.5	Referenzlösung rühren	70
3.3.6	Stabilen Messwert abwarten	71
3.3.7	Kalibrierergebnis beurteilen	71
3.4	Korrekturmaßnahmen	72
3.4.1	Messkette reinigen	72
3.4.2	Messkette regenerieren	72
3.4.3	Justieren	77
3.5	Messen	80
3.5.1	Allgemeines zum Ablauf	80
3.5.2	Messen in Wasser und wässrigen Lösungen	81
3.5.3	Messen von Emulsionen, Suspensionen und Feststoffen	85
3.6	Messung beenden	89
3.6.1	Messkette abziehen	89
3.6.2	Messkette lagern	89
4	Anwendungsbeispiele	91
4.1	Messen in Feld und Betrieb	91
4.1.1	Abwasser	92
4.1.2	Fleisch (Schweinefleisch)	93
4.1.3	Grundwasser	94
4.1.4	Käse (Hartkäse)	95

4.1.5	Käse (Schnittkäse)	96
4.1.6	Käse (Weichkäse)	97
4.1.7	Regenwasser	97
4.1.8	Schwimmbeckenwasser	100
4.1.9	Trinkwasser	101
4.2	Messen im Labor	102
4.2.1	Bier	102
4.2.2	Boden I	103
4.2.3	Boden II	104
4.2.4	Moorboden	105
4.2.5	Kasein und Kaseinate	106
4.2.6	Fleisch und Fleischerzeugnissen	108
4.2.7	Fruchtsaft	109
4.2.8	Kaffee-Extrakt	110
4.2.9	Kühlschmierstoffe (wassergemischt)	111
4.2.10	Latex	112
4.2.11	Margarine und Halbfettmargarine	113
4.2.12	Mayonnaise und emulgierte Soßen	114
4.2.13	Meerwasser	115
4.2.14	Papier, Pappe und Zellstoff	116
4.2.15	Phenolharze	117
4.2.16	Phenolharz (fest)	118
4.2.17	Pigmente und Füllstoffe	119
4.2.18	Röstkaffee	120
4.2.19	Schlamm	121
4.2.20	Stärke und Stärkerzeugnisse	122
4.2.21	Tenside (wasserlöslich)	123
4.2.22	Tenside (schwer wasserlöslich)	124
4.2.23	Textilien	125
4.3	Kontinuierliches Überwachen und Regeln	127
4.3.1	Abwasser	127
4.3.2	Getränke	128
4.3.3	Milch	128
4.3.4	Reinstwasser	129
4.3.5	Schwimmbeckenwasser	130
4.3.6	Trinkwasser	131

Teil 2: Qualitätssicherung 133

5	Grundlagen	135
5.1	Messlösung	135
5.1.1	Hydroniumionenkonzentration	135
5.1.2	Aktivität	138
5.1.3	Pufferwirkung	138

5.1.4	pH-Bereich	139
5.1.5	Konzentrierte Basen, Salzlösungen und Säuren	140
5.1.6	Konzentrierte Lösungen unpolarer Stoffe	140
5.1.7	Suspensionen	140
5.1.8	Nichtwässrige Flüssigkeiten	141
5.2	Vorgänge an und in der Glasmembran	141
5.2.1	Potentialbildung	142
5.2.2	Auslaagschicht	145
5.2.3	Beständigkeit	146
5.2.4	Elektrische Spannung über der Membran	147
5.3	Vorgänge an der Überführung	148
5.3.1	Elektrolytausfluss	148
5.3.2	Überführungsspannung	150
5.3.3	Gedächtniseffekt	153
5.3.4	Ausbreitungswiderstand	153
5.3.5	Phasengrenzspannung	154
5.3.6	Vorgänge an den Referenzelementen	154
5.4	Messkettenspannung	155
5.4.1	Kennlinie	156
5.4.2	Steilheit	157
5.4.3	Kettennullpunkt und Offsetspannung	159
5.4.4	Einstellverhalten	161
5.4.5	Anströmung	164
5.4.6	Druck	166
5.4.7	Schmutz	166
5.5	Messgerät	168
5.5.1	Hochohmigkeit	168
5.5.2	Widerstand	169
5.5.3	Geschirmte Kabel	170
5.5.4	Kabelkapazität	170
5.5.5	Erden und Erdschleifen	170
6	Prüfmittelüberwachung	173
6.1	Prüfmittelstammkarte	173
6.1.1	Stamm- und Kalibrierdaten	174
6.1.2	Kalibrierergebnisse	174
6.1.3	Bewegungsdaten	176
6.1.4	Servicedaten	176
6.2	Prüfmittelfähigkeit, Eignung und Validierung	177
6.3	Unsicherheit	178
6.3.1	Standardunsicherheit	180
6.3.2	Kombinierte Unsicherheit (auch kombinierte Standardunsicherheit)	180
6.3.3	Erweiterte Unsicherheit	180
6.3.4	Ermitteln der Unsicherheit	181

- 6.3.5 Unsicherheitsbudget 182
- 6.3.6 Unsicherheitskomponenten quantifizieren 185
- 6.3.7 Unsicherheit der Kalibrierdaten 188
- 6.3.8 Berechnen der kombinierten Unsicherheit 191
- 6.3.9 Festlegen des Erweiterungsfaktors und Berechnung der erweiterten Unsicherheit 193
- 6.3.10 Berücksichtigung der Unsicherheit in der Arbeitsanweisung 193
- 6.4 Prüfbericht 195

Teil 3: Anhänge 197

- 7 Tabellen und Übersichten 199**
 - 7.1 pH-Werte 199
 - 7.2 Qualität verschiedener Fleischsorten in Abhängigkeit vom pH-Wert 207
 - 7.3 pH-Werte der Standardpufferlösungen 208
 - 7.4 Reproduzierbarkeit der Messergebnisse in Abhängigkeit von der Temperatur 208
 - 7.5 Nernststeilheit in Abhängigkeit von der Temperatur 209
 - 7.6 pH und Leitfähigkeit verdünnter Salzsäure 210
 - 7.7 pH und Leitfähigkeit verdünnter Natriumhydroxidlösungen 210
 - 7.8 Membrangläser 211
 - 7.9 Ausflussgeschwindigkeit verschiedener Diaphragmen 211
 - 7.10 Phasengrenzspannungen 212
 - 7.11 Ionenbeweglichkeiten 212
 - 7.12 Standardspannungen von Silber/Silberchlorid-Referenzelementen 213
 - 7.13 Anbieter pH-Messeinrichtungen 214
 - 7.14 Normen zur pH-Messtechnik 221
 - 7.14.1 DIN Normen 221
 - 7.14.2 DIN EN Normen 222
 - 7.14.3 DIN ISO Normen 223
 - 7.14.4 DIN EN ISO Normen 223
 - 7.14.5 ISO Normen 224
 - 7.14.6 Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG 224
 - 7.15 OENORMEN (Österreich) 225
 - 7.16 BS Normen (Großbritannien) 225
 - 7.17 NF Normen (Frankreich) 226
 - 7.18 GOST Normen (Russland) 226

Literaturverzeichnis	227
-----------------------------	-----

Stichwortverzeichnis	233
-----------------------------	-----