

INHALT

1.	Entstehung und Ausbreitung des Radiokohlenstoffs ...	1
1.1.	Höhenstrahlung	1
1.2.	Entstehung des ^{14}C	8
1.3.	Betazerfall des Radiokohlenstoffs	12
1.4.	Kohlenstoffreservoirs der Erdoberfläche	17
1.4.1.	Atmosphäre 17 – 1.4.2. Biosphäre 18 – 1.4.3. Humus	18
	1.4.4. Meerwasser	19
1.5.	Ausbreitung des ^{14}C	20
2.	Chemische Bearbeitung der Proben	25
2.1.	Probenentnahme	25
2.2.	Vorreinigung und Aufteilung im ^{14}C -Labor	28
2.2.1.	Organisches Material 28 – 2.2.2. Knochen 30 – 2.2.3.	33
	Schalen von Weichtieren 33 – 2.2.4. Karbonatproben	33
2.3.	Herstellung von CO_2	34
2.3.1.	Verbrennung von organischem Material 34 – 2.3.2.	39
	Oxydation von Karbonaten 38 – 2.3.3. Oxydation von	39
	Oxalsäure 38 – 2.3.4. CO_2 -Proben aus Wasser	39
	2.3.5. CO_2 aus der Luft 41	41
2.4.	Reinigung des CO_2	41
2.5.	Herstellung von Kohlenwasserstoffen	44
2.5.1.	Methan 44 – 2.5.2. Acetylen 46 – 2.5.3. Benzol	47
3.	Bestimmung des ^{14}C-Alters	48
3.1.	Messung mit Proportionalzählrohren	49
3.2.	Messung mit Szintillationszählern	54
3.3.	Nulleffekt und Abschirmung	56
3.4.	Elektronik und Meßwertregistrierung	60
3.5.	Das konventionelle ^{14}C -Alter	63
4.	Statistische Genauigkeit von ^{14}C-Datierungen	68
4.1.	Verteilungen von Zufallsgrößen	68
4.2.	Statistik von Zählraten	70
4.3.	Normalverteilung und Fehlerfortpflanzungsgesetz ...	72
4.4.	Vertrauensbereich für das ^{14}C -Alter	75
4.5.	Zusammenfassung von Meßwerten	83
4.6.	χ^2 -Test zur Prüfung von Meßwerten	86
4.7.	Altersangabe bei sehr alten Proben	89
4.7.1.	Vertrauensgrenze für alte Proben 89 – 4.7.2. Mindest-	91
	alter für sehr alte Proben 91 – 4.7.3. Meßbares Höchst-	92
	alter und »figure of merit« 92	92
5.	^{14}C-Gehalt der Atmosphäre	96
5.1.	Eichung durch die Dendrochronologie	96
5.2.	Eichungen durch die Warvenchronologie	108
5.3.	Ursachen für die ^{14}C -Variation	112

5.3.1.	Erdmagnetfeld 115 – 5.3.2. Sonnenaktivität und Klima	119
	5.3.3. Extrasolare Einflüsse	124
5.4.	^{14}C -Variation durch menschlichen Einfluß	127
5.4.1.	Suess-Effekt 127 – 5.4.2. Atombomben-Effekt	130
6.	Lokale Einflüsse auf den ^{14}C-Gehalt	135
6.1.	Isotopie-Effekte	137
6.2.	Messung von $\delta^{13}\text{C}$	143
6.3.	Natürliche Isotopenverschiebungen	146
6.4.	Terrestrisches Material und atmosphärisches CO_2	150
6.5.	Meeresproben	153
6.6.	Grundwasser	156
6.7.	Seen und See-Sedimente	163
6.8.	Einfluß von Verunreinigungen	167
7.	Isotopenanreicherung	171
7.1.	Anreicherung durch Thermodiffusion	172
7.2.	Sättigungskonzentration	176
7.3.	Einstellgeschwindigkeit	180
7.3.1.	Beidseitig geschlossene Säule 181 – 7.3.2. Offene Säule mit unendlich großem Fußvolumen	183
7.4.	Anwendungen	184
8.	Altersbestimmungen im Quartär	186
8.1.	Radionuklide mit kurzer Halbwertszeit	187
8.1.1.	Tritium 187 – 8.1.2. Blei 210 195 – 8.1.3. Argon 39 199 8.1.4. Silizium 32	199
8.2.	Altersbestimmungen bis zum Beginn des Quartärs ...	201
8.2.1.	Chlor 36 201 – 8.2.2. Aluminium 26 206 – 8.2.3. Beryl- lium 10	208
8.3.	Ionium- und Protaktinium-Methode	209
8.3.1.	Datierung biogener Kalkablagerungen 211 – 8.3.2. Da- tierung von Tiefsee-Sedimenten	213
8.4.	Kernspurmethode (Fission track method)	216
8.5.	Thermolumineszenz-Methode	223
8.6.	Elektronenspinresonanz (ESR)	226
8.7.	Indirekte Datierungsverfahren	230
Anhang 1.	Geschichte der ^{14}C-Methode	234
Anhang 2.	Beispiele für die Radiokohlenstoffmethode	236
Anhang 3.	Zusammenhang von Teilchenfluß pro Raumwinkel und Gesamtstrom	251
Anhang 4.	Annäherung der Poisson-Verteilung durch die Gauß-Funktion	252
Anhang 5.	Wichtige Zahlenwerte	255
Anhang 6.	Verzeichnis der europäischen ^{14}C-Laboratorien ...	258
Literatur	265
Sachverzeichnis	274