

---

# Inhalt

---

## Datierung

### 1 Radiokohlenstoffdatierung

*Bernd Kromer*

1.1	Grundlagen . . . . .	3
1.2	Kalibration der $^{14}\text{C}$ -Alter . . . . .	4
1.3	Beispiel. . . . .	5
1.4	Zusammenfassung . . . . .	8
	Literatur . . . . .	9

### 2 Kaltes Licht aus alten Steinen – Lumineszenzdatierung in der Archäologie

*Annette Kadereit, Steffen Greilich, Clemens Woda, Günther A. Wagner*

2.1	Lumineszenzdatierung . . . . .	12
2.1.1	Physikalischer Hintergrund . . . . .	12
2.1.2	Paläodosismetimmung . . . . .	14
2.1.3	Probenaufbereitung und Probenahme . . . . .	18
2.1.4	Dosisleistung. . . . .	19
2.1.5	Altersberechnung und Altersfehler . . . . .	21
2.2	Anwendungsbeispiele . . . . .	21
2.2.1	Sedimente für geoarchäologische Forschungen – Bretten- Bauerbach im Kraichgau . . . . .	21
2.2.2	Erhitzte Steine – Die Externsteine. . . . .	24
2.2.3	Belichtete Steine – Die Geoglyphen von Palpa in Südperu. . . . .	27
	Literatur . . . . .	30

### 3 Feuer und Stein – Altersbestimmung von steinzeitlichem Feuerstein mit Thermolumineszenz

*Daniel Richter*

3.1	Natürliche Feuer und intentionelle Feuernutzung . . . . .	33
3.2	Thermolumineszenzdatierung von erhitztem Feuerstein . . . . .	35
3.2.1	Grundlagen . . . . .	35
3.2.2	Probenmaterial und Probenaufbereitung . . . . .	36
3.2.3	Bestimmung der Paläodosismetimmung . . . . .	38

3.3	Levantinische Begegnungen von Neanderthalern und modernen Menschen? . . . . .	43
	Literatur . . . . .	47

---

## **Geophysikalische Prospektion**

### **4    Unter Acker und Wadi: Magnetometerprospektion in der Archäologie**

*Jörg Fassbinder*

4.1	Magnetische Eigenschaften archäologischer Böden . . . . .	54
4.1.1	Maghemit ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) . . . . .	56
4.1.2	Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) . . . . .	57
4.1.3	Greigit ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ) . . . . .	58
4.1.4	Zusammenfassung . . . . .	58
4.2	Magnetometerprospektion . . . . .	59
4.3	Ausgewählte Beispiele . . . . .	62
4.3.1	Neolithische Kreisgrabenwerke . . . . .	62
4.3.2	Keltische Viereckschanzen . . . . .	63
4.3.3	Irak, die Stadt Uruk: Schauplatz des ersten Epos der Weltliteratur. . . . .	64
4.3.4	Sibirien: Cica, eine skythische Stadt in der Steppe . . . . .	67
4.3.5	Nordkaukasus: Früheisenzeitliche Siedlungslandschaften bei Kislovodsk . . . . .	68
	Resümee . . . . .	71
	Literatur . . . . .	72

### **5    Geoelektrik und Georadar in der archäologischen Forschung: geophysikalische 3D-Untersuchungen in Munigua (Spanien)**

*Burkart Ullrich, Cornelius Meyer, Andreas Weller*

5.1	Archäologische Fragestellungen in Munigua . . . . .	76
5.2	Georadar in der archäologischen Prospektion . . . . .	78
5.2.1	Das Georadarverfahren . . . . .	78
5.2.2	Georadarmessungen in Munigua . . . . .	81
5.3	Geoelektrische Methoden in der Archäologie . . . . .	84
5.3.1	Methodenbeschreibung IP-Geoelektrik . . . . .	84
5.3.2	Ergebnisse der Prospektionen in Munigua. . . . .	87
5.4	Zusammenfassung . . . . .	92
	Danksagung. . . . .	92
	Literatur . . . . .	93

## **6 Sedimenttomographie für die Archäologie – Goelektrische und refraktionsseismische Erkundungen für on-site und off-site studies**

*Stefan Hecht*

6.1	Methodische Grundlagen . . . . .	96
6.1.1	Goelektrische Tomographie . . . . .	96
6.1.2	Refraktionsseismische Methoden . . . . .	98
6.2	Anwendung von Goelektrik und Refraktionsseismik für off-site studies zur Rekonstruktion der Landschafts- und Umweltgeschichte . .	100
6.2.1	Goelektrische Erkundung von Kolluvien als wichtige Archive frühzeitlicher Bodenerosionsprozesse – Das Beispiel Ipf bei Bopfingen. . . . .	100
6.2.2	Refraktionsseismische Untersuchung potenzieller Landschaftsarchive – Das Beispiel Heutal (Schwäbische Alb). . . . .	101
6.3	Goelektrische und refraktionsseismische Erkundungen für on-site studies auf archäologischen Fundplätzen . . . . .	103
6.3.1	Beispiel Atzelbuckel bei Ilvesheim – Goelektrische Erkundung auf einem jungsteinzeitlichen Siedlungsplatz . . . .	104
6.3.2	Beispiel Palpa, Peru – Goelektrische und refraktions- seismische Erkundung auf einem Nasca-zeitlichen Siedlungsplatz . . . . .	105
6.3.3	Beispiel Olympia, Griechenland – Erkundung der Kladeos-Mauer im antiken Olympia . . . . .	107
6.4.	Fazit und Perspektiven für die Zukunft . . . . .	109
	Literatur . . . . .	110

---

## **Anorganische Materialanalyse**

## **7 Alten Berg- und Hüttenleuten auf die Finger geschaut: Zur Entschlüsselung berg- und hüttenmännischer Techniken**

*Andreas Hauptmann*

7.1	Die Verwitterungszone von Erzlagerstätten: Triebkraft für Innovationen in alter Zeit. . . . .	117
7.1.1	Sekundäre Zonierung: Vom Eisernen Hut zum primären Erzkörper . . . . .	117
7.1.2	Formen von Vererzungen . . . . .	119
7.1.3	Alter Bergbau im oberflächennahen Bereich sulfidischer Lagerstätten . . . . .	121
7.2	Die Entwicklung metallurgischer Prozesse . . . . .	122
7.2.1	Schlacken – Indikatoren archäometallurgischer Prozesse . . . .	122
7.2.2	Die ältesten Schlacken . . . . .	123
7.2.3	Feuerungstemperaturen und Schmelzbildung. . . . .	125

7.2.4	Schlacken und eutektische Schmelzen . . . . .	127
7.2.5	Oxidations-Reduktions-Reaktionen . . . . .	129
7.2.6	Kupfersulfide. . . . .	130
7.3	Schlussfolgerung . . . . .	133
	Danksagung. . . . .	134
	Literatur . . . . .	134
<b>8</b>	<b>Dem Euro der Römer auf der Spur – Bleisotopenanalysen zur Bestimmung der Metallherkunft römischer Münzen</b> <i>Sabine Klein</i>	
8.1	Grundlagen der Bleisotopie . . . . .	140
8.2	Referenzdatenbank. . . . .	144
8.3	Analyseverfahren. . . . .	146
8.4	Bleisotopenanalyse an römischen Kupfermünzen. . . . .	147
	Literatur . . . . .	150
<b>9</b>	<b>Die Herkunft der Pyramidenbausteine</b> <i>Dietrich Klemm und Rosemarie Klemm</i>	
9.1	Arbeitsmethoden. . . . .	154
	Methoden zur Herkunftsbestimmung von Gesteinen . . . . .	156
9.2	Die Pyramiden von Gizeh. . . . .	157
9.3	Saqqara . . . . .	169
	Literatur . . . . .	177
<b>10</b>	<b>Tonmasse und Keramik: Herkunftsbestimmung durch Spurenanalyse</b> <i>Hans Mommsen</i>	
10.1	Chemische Analysemethoden von Keramik . . . . .	180
10.2	Annahmen und wichtige Fakten bei der chemischen Herkunftsbestimmung. . . . .	181
10.3	Mustervergleich. . . . .	183
10.4	Referenzmaterial . . . . .	188
10.5	Beispiel: Naukratis, ein griechisches Handelszentrum im Nildelta . . . .	189
	Literatur . . . . .	191
<b>11</b>	<b>Die Kunst der antiken Glasmacher – mit mikroanalytischen Methoden auf der Suche nach den Details römischer Mosaikgläser</b> <i>Ulrich Schüssler, Vilma Gedzevičiūtė, Nele Welter</i>	
11.1	Elektronenstrahl-Mikrosonde . . . . .	196
11.1.1	Messprinzip . . . . .	196
11.1.2	Anforderungen an die Probe. . . . .	198
11.2	Raman-Mikrospektroskopie . . . . .	200
11.3	Die römischen Mosaikgläser . . . . .	202
11.3.1	Zusammensetzung der Glasmatrix . . . . .	202

11.3.2	Farbgebende und trübende Komponenten . . . . .	204
11.3.3	Ergebnisse und Interpretation . . . . .	207
11.4	Weitere mikroanalytische Methoden . . . . .	208
11.4.1	Laserablations-ICP-Massenspektrometrie (LA-ICP-MS). . . . .	208
11.4.2	Mikro-Röntgenfluoreszenz-Analytik (Mikro-RFA) . . . . .	209
11.4.3	Mikro-Röntgendiffraktometrie . . . . .	210
11.4.4	Partikelstrahl-Mikrosonden . . . . .	211
	Danksagung. . . . .	211
	Literatur . . . . .	212

## 12 Glas für den Pharaο – Glasherstellung in der Spätbronzezeit des Nahen Ostens

*Thilo Rehren und Edgar Pusch*

12.1	Glas in Ägypten. . . . .	216
12.2	Funde der Glasherstellung in Qantir-Pi-Ramesse . . . . .	217
12.3	Rekonstruktion der Glasherstellung . . . . .	221
12.3.1	Herkunft der Spurenelementgehalte im Glas . . . . .	223
12.3.2	Alkali- und Chloridgehalte der Charge . . . . .	225
12.3.3	Erdalkaligehalte . . . . .	230
12.4	Die Organisation der Glasindustrie . . . . .	231
	Literatur . . . . .	234

## 13 Französische und schweizerische Fayencen zwischen Mythos und Realität

*Marino Maggetti*

13.1	Die Fayence von Freiburg im Uechtland, Schweiz – eine eigenständige Produktion? . . . . .	239
13.2	Die Fayence von Le Croisic – ein Mythos? . . . . .	244
13.3	Das Arkanum von Matzendorf – eine zuverlässige Rezeptsammlung? . . . . .	248
13.4	Das Rot vom Bois d'Epense – ein Produkt der Retorte? . . . . .	251
13.5	Fazit . . . . .	254
	Infokasten . . . . .	255
	Danksagung. . . . .	256
	Literatur . . . . .	256

---

## Organische Materialanalyse

### 14 Auf Spurensuche in der Vergangenheit – Isotope schreiben Geschichte

*Stefan Hölzl, Göran Åberg, Robert E.M. Hedges, Peter Horn,  
Bradley D. Hull, Susanne Rummel, Florian Téreygeol*

	Grundbegriffe. . . . .	264
14.1	Isotope . . . . .	264
14.1.1	Stabile Isotope . . . . .	265
14.1.2	Radiogene Isotope. . . . .	266

14.2	Anwendungsbeispiele . . . . .	268
14.2.1	Wasser aus den Anden – H- und O-Isotope . . . . .	268
14.2.2	Stillzeiten von Säuglingen in N-Amerika – N- und C-Isotope . . . . .	269
14.2.3	Die Herkunft türkischer Teppiche – C-, N-, S- und Sr-Isotope . . . . .	271
14.2.4	Nahrungsmittelherkunft und Blei-Eintrag in Norwegen – Pb- und Sr-Isotope . . . . .	272
14.2.5	Die merowingisch/karolingischen Silber- und Bleimineralien von Melle – Pb- und Sr-Isotope . . . . .	274
	Literatur . . . . .	276

## **15 Palaeogenetik**

*Joachim Burger*

15.1	Eine kurze Wissenschaftsgeschichte . . . . .	279
15.2	Welche Proben eignen sich? . . . . .	280
15.3	Kennzeichen alter DNA . . . . .	281
15.4	Welche Genorte? . . . . .	283
15.5	Bergen, Archivieren, Probennahme . . . . .	285
15.6	Quellen und Vermeidung von Kontaminationen – Arbeiten in einem aDNA-Spurenlabor . . . . .	286
15.7	Molekulargenetische Techniken . . . . .	288
15.7.1	DNA-Extraktion. . . . .	288
15.7.2	Polymerase Kettenreaktion (PCR) . . . . .	289
15.7.3	DNA-Sequenzierung . . . . .	289
15.7.4	Auswertung . . . . .	290
15.8	Beispiele . . . . .	290
15.8.1	Phylogenie ausgestorbener Organismen. . . . .	290
15.8.2	Populationsgenetik des Neolithikums . . . . .	291
15.9	Aussicht . . . . .	294
	Danksagung. . . . .	295
	Literatur . . . . .	295

---

## **Klima und Siedlungsdynamik**

## **16 Kulturentwicklung am Wüstenrand – Aridisierung als Anstoß für frühgeschichtliche Innovation und Migration**

*Bernhard Eitel*

16.1	Wüstenrandgebiete – reaktive Räume . . . . .	302
	Geoarchäologie – eine junge Disziplin. . . . .	303
16.1.1	Definition von Wüstenrandgebieten . . . . .	304
16.1.2	Typisierung von Wüstenrandgebieten . . . . .	306
16.2	Hygrische Fluktuationen in Wüstenrandgebieten . . . . .	307
16.2.1	Die östliche Sahara und der Fruchtbare Halbmond. . . . .	307

16.2.2	Kulturentwicklung am Ostrand der Atacama-Wüste. . . . .	310
16.3	Aridisierung und frühgeschichtliche Adaptionsleistungen: Hypothesen . . . . .	313
16.3.1	Der anatomisch moderne Mensch und die Wende zur Warmzeit . . . . .	314
16.3.2	Naturdeterminismus oder Freiheit der Entscheidung? . . . . .	316
16.4	Ausblick . . . . .	316
	Literatur . . . . .	317

**17 Entdeckungen in Amerika: Archäometrische Forschungen in Mexiko,  
Ecuador und Peru**

*Markus Reindel*

17.1	Mexiko: Xkipché . . . . .	322
17.2	Ecuador: La Cadena . . . . .	326
17.3	Peru: Nasca . . . . .	330
	Literatur . . . . .	336

---

**Archäologie und Naturwissenschaften**

**18 Mit den Methoden der Gegenwart in die Vergangenheit –  
Archäologie und Naturwissenschaften**

*Joseph Maran*

18.1	Naturwissenschaftliche Methoden in der Archäologie – Vier Fallbeispiele . . . . .	342
18.2	Ausblick . . . . .	347
	Literatur . . . . .	349

**19 Archäometrie in Heidelberg – ein Beispiel für das Werden eines neuen Faches**

*Günther A. Wagner*

19.1	Die Wurzeln. . . . .	351
19.2	Die 1970er Jahre . . . . .	354
19.3	Die 1980er Jahre . . . . .	357
19.4	Die 1990er Jahre . . . . .	358
19.5	Die 2000er Jahre . . . . .	362
19.6	Schlussbetrachtungen . . . . .	363
	Danksagung. . . . .	364
	Literatur . . . . .	365

<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	367
----------------------------------	-----

Einführung in die Archäometrie

Wagner, G.A. (Hrsg.)

2007, XXI, 374 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-71936-6