

r
e
-
e
1
3
t
>
t
t
t

Inhalt

Datierung

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Radiokohlenstoffdatierung <i>Bernd Kromer</i> | |
| 1.1 | Grundlagen | 3 |
| 1.2 | Kalibration der ¹⁴ C-Alter | 4 |
| 1.3 | Beispiel. | 5 |
| 1.4 | Zusammenfassung | 8 |
| | Literatur | 9 |
| 2 | Kaltes Licht aus alten Steinen – Lumineszenzdatierung in der Archäologie <i>Annette Kadereit, Steffen Greulich, Clemens Woda, Günther A. Wagner</i> | |
| 2.1 | Lumineszenzdatierung | 12 |
| 2.1.1 | Physikalischer Hintergrund | 12 |
| 2.1.2 | Paläodosismetimmung | 14 |
| 2.1.3 | Probenaufbereitung und Probennahme | 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 <i>Daniel Richter</i> | |
| 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 (Fe_3O_4) | 57 |
| 4.1.3 | Greigit (Fe_3S_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 <i>Stefan Hecht</i> | |
| 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 <i>Andreas Hauptmann</i> | |
| 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 |
| 8 | Dem Euro der Römer auf der Spur – Bleiisotopenanalysen zur Bestimmung der Metallherkunft römischer Münzen | |
| | <i>Sabine Klein</i> | |
| 8.1 | Grundlagen der Bleiisotopie | 140 |
| 8.2 | Referenzdatenbank. | 144 |
| 8.3 | Analyseverfahren. | 146 |
| 8.4 | Bleiisotopenanalyse an römischen Kupfermünzen. | 147 |
| | Literatur | 150 |
| 9 | Die Herkunft der Pyramidenbausteine | |
| | <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 |
| 10 | Tonmasse und Keramik: Herkunftsbestimmung durch Spurenanalyse | |
| | <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 |
| 11 | Die Kunst der antiken Glasmacher – mit mikroanalytischen Methoden auf der Suche nach den Details römischer Mosaikgläser | |
| | <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 Pharao – 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 | |
| | <i>Joachim Burger</i> | |
| 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 Adaptionenleistungen: 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 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| Sachverzeichnis | 367 |
|----------------------------------|-----|