

LANDESDENKMALAMT BADEN-WÜRTTEMBERG  
UND DER  
VERBAND DER LANDESARCHÄOLOGEN  
IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND E. V.

WERNER SCHARFE CHRISTIAN ARNOLD, WERNER GERWIN,  
INGRID HUESMANN, KLAUS MENZEL, ANKE PÖTZSCH,  
EVATOLKSDORF-LIENEMANN UND ANDREA TRÖLLER-REIMER

## Schutz archäologischer Funde aus Metall vor immissionsbedingter Schädigung

Unter Mitarbeit von

Hartmut Baum, Roland Baumhauer, Federico Galliano und Katrin Keiter

mit Beiträgen von

Bernd Engelhardt, Joachim Harnecker, Johann-Sebastian Kühlborn, Jakob Müller,  
Julia Opladen-Kauder, C. Sebastian Sommer, Martin Thoma,  
Diethard Walter, Susanne Wilbers-Rost und Werner Zanier

AdR  
Arbeitsgemeinschaft der Restauratoren  
Geschäftsstelle H. u. W. Wlmmel  
Postfach 12 08, D-79250 Stegen  
Im Großacker 28, D-79252 Stegen  
Tel. (07661) 6 10 36, Fax (07661) 6 21 50  
e-mail: [AdR-Wlmmel@T-Online.de](mailto:AdR-Wlmmel@T-Online.de)

2000

KONRAD THETSS VERLAG • STUTTGART

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	11
2. Problemstellung und Stand der Forschung . . . . .	15
2.1 Schadensbilder . . . . .	15
2.2 Korrosion und Schutz von Metallfunden in Böden . . . . .	19
2.2.1 Die Korrosion von Metallfunden unter besonderer Berücksichtigung der Bodenkorrosion . . . . .	19
2.2.2 Natürliche Bodeneigenschaften und anthropogene Bodenveränderungen .	41
2.2.3 Experimentelle Untersuchungen zum Wirkungsgefüge Metall/Boden .	55
2.3 Erhaltung archäologischer Metallfunde nach der Ausgrabung . . . . .	57
2.3.1 Zustands- und Schadensanalyse . . . . .	57
2.3.2 Nachkorrosion von Metallfunden . . . . .	58
2.3.3 Restaurierung, Konservierung und Lagerung . . . . .	60
3. Material und Methoden . . . . .	84
3.1 Archäologische Grabungsorte . . . . .	84
3.1.1 Bramsche-Kalkriese . . . . .	84
3.1.2 Buttstädt . . . . .	90
3.1.3 Delbrück-Anreppen . . . . .	95
3.1.4 Essenbach . . . . .	98
3.1.5 Ladenburg . . . . .	101
3.1.6 Nordhausen . . . . .	105
3.1.7 Oberammergau . . . . .	109
3.1.8 Pommern . . . . .	111
3.1.9 Xanten . . . . .	113
• 3.2 Probenahme . . . . .	117
3.2.1 Bodenprobenahme . . . . .	117
3.2.2 Entnahme von Metallproben und Umgebungsproben im Gelände . .	120
3.2.3 Beprobung von Metallgegenständen in Museen . . . . .	121
• 3.3 Bodenkundliche Methoden . . . . .	121
3.3.1 Feldmethoden . . . . .	121
3.3.2 Bodenphysikalische Labormethoden . . . . .	122
3.3.3 Bodenchemische Labormethoden . . . . .	123
3.4 Experimentelle Untersuchungen zum System Metallfund/Boden . . . . .	126
3.4.1 Laborversuche . . . . .	126
3.4.2 Geländeversuche . . . . .	127
3.5 Zustands- und Schadensanalyse . . . . .	130
3.5.1 Votuntersuchungen im Labor . . . . .	130
3.5.2 Bodenfunde aus Eisen . . . . .	133
3.5.3 Bodenfunde aus Buntmetall . . . . .	141
3.6 Restaurierung und Konservierung . . . . .	145
3.6.1 Wäßrige Entsalzung von Eisenfunden . . . . .	146
3.6.2 Thermische Behandlung von Eisenfunden . . . . .	151
3.6.3 Phosphatierung . . . . .	154
3.6.4 Abtragung der Agglomeratkruste von Metallfunden . . . . .	155

3.6.5 Temporäre Festigung fragiler Metallfunde . . . . .	156
3.6.6 Klebeversuche . . . . .	157
3.6.7 Volltränkung mit Festigungsmitteln . . . . .	159
3.6.8 Beschichtungen . . . . .	161
3.6.9 Einfrieren und Gefriertrocknung von Metallfunden und Bodenmaterial	165
3.6.10 Untersuchungen zur Trocknung feucht gelagerter Objekte . . . . .	166
3.6.11 Lagerung und Transport . . . . .	167
 4. Darstellung der Ergebnisse . . . . .	168
4.1 Korrosion und Schutz von Metallen im Boden . . . . .	168
4.1.1 Bodenkundliche Standortbeschreibung . . . . .	168
4.1.2 Erfassung und Bewertung potentiell korrosionswirksamer Bodeneigenschaften . . . . .	178
4.1.3 Wirkungsgefüge Metallfund/Boden . . . . .	193
4.1.4 Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen zum Wirkungsgefüge Metallfund/Boden . . . . .	205
4.2 Erhaltung archäologischer Metallfunde nach der Ausgrabung . . . . .	217
4.2.1 Zustands- und Schadensanalyse . . . . .	217
4.2.2 Zusammenhang zwischen Bodenmilieu der Fundstellen, Umweltveränderungen und dem Zustand der Funde . . . . .	283
4.2.3 Restaurierung und Konservierung . . . . .	297
 5. Auswertung und Diskussion der Ergebnisse . . . . .	355
5.1 Korrosion und Schutz von Metall im Boden . . . . .	355
5.2 Restaurierung und Konservierung . . . . .	362
 6. Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	375
Literaturverzeichnis . . . . .	379
Abbildungsnachweis . . . . .	400
Anhang: Tabelle 1-8 . . . . .	401
Anschrift und Lebenslauf der Autoren . . . . .	409