

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis | I |
| Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen..... | V |
| Die Verwesung aus hygienischer Sicht..... | 1 |
| 1 Einleitung..... | 3 |
| 2 Chemische Zusammensetzung des menschlichen Körpers..... | 4 |
| 3 Verwesung..... | 6 |
| 3.1 Autokatalytischer Abbau..... | 7 |
| 3.2 Abbau durch Aasfresser..... | 7 |
| 3.3 Mikrobieller Abbau..... | 8 |
| 3.3.1 Mikroorganismenpopulation | 10 |
| 3.3.2 Mikrobieller Abbau in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit..... | 10 |
| 3.3.3 Mikrobieller Abbau in Abhängigkeit von der Temperatur..... | 13 |
| 3.3.4 Mikrobieller Abbau in Abhängigkeit vom Sauerstoffangebot | 14 |
| 3.3.4.1 Aerober Abbau - Sauerstoffatmung..... | 15 |
| 3.3.4.2 Anaerober Abbau | 16 |
| 3.3.4.2.1 Nitrat- und Sulfat-Atmung..... | 16 |
| 3.3.4.2.2 Gärung | 17 |
| 3.3.5 Abbau von Fett | 18 |
| 3.3.6 Neubildung von Leichenwachs..... | 19 |
| 3.4 Sauerstoffversorgung | 20 |
| 3.4.1 Sauerstoffbedarf | 21 |
| 3.4.2 Sauerstoffkapazität von Luft und Wasser | 21 |
| 3.4.3 Sauerstofftransport durch Konvektion | 22 |
| 3.4.4 Sauerstofftransport durch Diffusion | 24 |
| 3.5 Verwesungsprodukte..... | 25 |
| 3.6 Auswaschung | 27 |
| 4 Aufbau eines Grabes..... | 27 |
| 5 Verwesungsstörungen..... | 29 |
| 5.1 Mumifikation | 30 |
| 5.2 Mumifikationen in Grabkammern | 31 |
| 5.3 Wachsleichenbildung | 34 |
| 5.4 Moorleichen..... | 37 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6 | Nachteilige Auswirkungen bei der Verwesung | 38 |
| 6.1 | Leichengift (ein historischer Rückblick)..... | 38 |
| 6.1.1 | Giftige Gase (Sauerstoffmangel)..... | 39 |
| 6.1.2 | Kindbettfieber (Sammelweis) | 40 |
| 6.1.3 | Ptomaine (Leichengift) | 41 |
| 6.1.4 | Clostridium botulinum (Botulinum-Toxin) | 43 |
| 6.2 | Übertragung von Krankheitserregern..... | 43 |
| 6.3 | Belastungen von Boden und Grundwasser mit Verwesungsprodukten | 45 |
| 6.4 | Freisetzung von flüchtigen Stoffen..... | 46 |
| 6.5 | Beisetzungen in gas- und wasserdichten Särgen und Kammern | 48 |
| 6.6 | Verwesungsmüdigkeit..... | 50 |
| 7 | Vermeidung von Beeinträchtigungen bei der Erdbestattung..... | 51 |
| 7.1 | Sicherung des Stoffaustausches mit der Umgebung | 52 |
| 7.2 | Vermeidung einer Mumifikation | 53 |
| 7.3 | Vermeidung einer Wachслеichenbildung..... | 53 |
| 8 | Erhaltung von Mumien | 54 |
| 9 | Tabellen | 57 |
| 10 | Literatur..... | 68 |
| | Die Verwesung aus bodenkundlicher Sicht | 75 |
| 11 | Der Boden..... | 77 |
| 11.1 | Bodenkundliche Situation auf dem Friedhof | 77 |
| 11.2 | Entstehung von Böden..... | 78 |
| 11.3 | Bodenzusammensetzung | 79 |
| 11.4 | Anforderungen an Böden für die Erdbestattung..... | 83 |
| 11.5 | Gesetzliche Anforderungen an Böden für die Erdbestattung in Deutschland | 85 |
| 11.5.1 | Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)..... | 85 |
| 11.5.2 | Bauleitplanung | 86 |
| 11.5.3 | Hygiene-Richtlinien und Bestattungsgesetze..... | 86 |
| 11.6 | Grundlagendaten für die Bewertung von Friedhofsböden | 88 |
| 11.6.1 | Bodenschätzung | 89 |
| 11.6.2 | Bodenkartierung..... | 89 |
| 11.6.3 | Projektkartierung | 89 |
| 11.6.4 | Ersteinschätzung..... | 90 |
| 11.6.5 | Bodenkarten im Maßstab 1:25.000 und 1: 50.000 | 91 |
| 11.6.6 | Auswertung der Bodenschätzungsdaten | 92 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 11.6.7 | Bodenkundliche Detailuntersuchung | 93 |
| 11.7 | Bodentypologische Bewertung der Bestattungseignung | 95 |
| 11.8 | Bodenkennwerte | 96 |
| 11.8.1 | Lufthaushalt und Luftkapazität | 96 |
| 11.8.2 | Bodenwasserhaushalt | 100 |
| 11.8.3 | Wasserdurchlässigkeit | 105 |
| 11.8.4 | Filtervermögen | 106 |
| 11.9 | Einflussfaktoren der Verwesung | 107 |
| 11.10 | Verwesungsdauer und Ruhefrist | 108 |
| 11.11 | Verwesungsstörungen | 108 |
| 11.11.1 | Wachseichen und Mumifikation | 108 |
| 11.11.2 | Verwesungsmüdigkeit | 109 |
| 11.12 | Mindestruhefrist | 109 |
| 11.13 | Bodennutzung | 112 |
| 11.14 | Friedhofsboden | 113 |
| 11.14.1 | Bodenmischung | 113 |
| 11.14.2 | Bodenaustausch | 115 |
| 11.14.3 | Bodenauftrag mit technologenen Substraten | 115 |
| 11.14.4 | Gärtnerische Pflegemaßnahmen | 116 |
| 11.14.5 | Bodenverdichtung | 116 |
| 11.14.6 | Der Sarg | 117 |
| 11.14.7 | Lagerungsdichte des Bodens | 117 |
| 11.14.8 | Bodenentwicklung | 118 |
| 11.15 | Dokumentation und Ermittlung der Verwesung | 118 |
| 11.15.1 | Grabdaten | 120 |
| 11.15.2 | Grababdeckung | 120 |
| 11.15.3 | Wassereinfluss | 121 |
| 11.15.4 | Bodenverhältnisse | 121 |
| 11.15.5 | Zersetzungszustand von Sarg und Leiche | 122 |
| 12 | Möglichkeiten der Friedhofsverwaltung zur Gewährleistung einer optimalen Verwesung | 122 |
| 12.1 | Integration bodenkundlicher Grundlagen | 123 |
| 12.2 | Geländegestaltung- Aufschüttungen auf Friedhöfen | 124 |
| 12.2.1 | Auswahl des Bodenmaterials | 125 |
| 12.2.2 | Aufschüttungshöhe | 125 |
| 12.2.3 | Einbauverfahren | 125 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 12.2.4 | Einrichtung der Aufschüttungsfläche..... | 126 |
| 13 | Diskussion..... | 126 |
| 13.1 | Bemessung der Grabüberdeckung | 126 |
| 13.2 | Grundwasserschutz | 127 |
| 13.3 | Filterzone | 128 |
| 14 | Literatur..... | 129 |
| 15 | Anlage..... | 133 |

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Teil 1

| | | |
|-----------|---|----|
| Bild 1 | Schematische Darstellung des Aufbau eines Erdgrabes | 28 |
| Bild 2 | Grabkammer aus dem Jahr 1910 | 31 |
| Bild 3 | Schematische Darstellung einer Grabkammer mit Drainageschicht und wasserdichter Abdeckung | 32 |
| Bild 4 | Schematische Darstellung einer Grabkammer mit wasserdichtem Bodenteil und wasserdichten Abdeckung durch Pflanztrog | 50 |
| Tabelle 1 | Chemische Substanzen des menschlichen Körpers und ihre Abbauprodukte | 57 |
| Tabelle 2 | Kardinalwerte der Holzfeuchtigkeit | 62 |
| Tabelle 3 | Wasseraktivität verschieden konzentrierter wässriger Lösungen | 62 |
| Tabelle 4 | Absolute und der Relativen Feuchte Luft in g/ | 63 |
| Tabelle 5 | Mikrobielle Stoffwechselleistungen zum Aufbau von Zellsubstanzen und zur Energiegewinnung | 64 |
| Tabelle 6 | Abbau typischer organischer Substanzen des menschlichen Körpers unter aeroben Bedingungen | 65 |
| Tabelle 7 | Sauerstoffbedarf zum Abbau von vier typischen organischen Substanzen .. | 66 |
| Tabelle 8 | Gehalt von Fett und Fettsäuren in 100 g frischem Fleisch und nach 7 ½ monatiger Lagerung im Wasser (Lehmann 1888) | 67 |
| Tabelle 9 | Voraussetzungen für eine ungestörte Verwesung: | 67 |

Teil 2

| | | |
|--------------|--|----|
| Abbildung 1: | Einfache und doppelte Bestattungstiefe..... | 78 |
| Abbildung 2: | Abfolge von Bodentypen in der norddeutschen Tiefebene | 79 |
| Abbildung 3: | Darstellung des Boden als Dreiphasengemisch | 80 |
| Tabelle 1: | Einteilung der Korngrößenfraktionen des Feinbodens | 81 |
| Abbildung 4: | Bodenartendiagramm der Untergruppen des Feinbodens | 81 |
| Tabelle 2: | Erläuterung der Bodenarten-Kurzform aus Abbildung 4 | 82 |
| Abbildung 5: | Eignung von Böden für die Erdbestattung | 84 |
| Abbildung 6: | Anforderungen der Hygiene-Richtlinien an die Erdbestattung. | 88 |
| Abbildung 7: | Information der BÜK 50 für ein Untersuchungsgebiet..... | 91 |
| Abbildung 8: | Bodenschätzungsflächen für ein Untersuchungsgebiet | 92 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 9: Ergebnisse der bodenkundlichen Detailuntersuchung für ein Untersuchungsgebiet | 95 |
| Tabelle 3: Einstufung der Luftkapazität | 96 |
| Tabelle 4: Bodenarten mit Luftkapazität < 5 Vol-%..... | 99 |
| Abbildung 10: Klimadaten an der Station Diepholz | 100 |
| Abbildung 11: Grundwassereinfluss bei der Erdbestattung an verschiedenen Brunnen | 102 |
| Tabelle 5: Mittlerer aktiver geschlossener Kapillarsaum] | 102 |
| Tabelle 6: Einstufung der Feldkapazität nach..... | 104 |
| Tabelle 7: Kennwerte zur Luftkapazität, Feldkapazität und nutzbaren Feldkapazität Tabellenwerte bei mittlerer Lagerungsdichte | 102 |
| Tabelle 8: Abstufung der Austauschhäufigkeit | 105 |
| Abbildung 12: Einflußfaktoren der biologischen Umsetzung im Boden | 107 |
| Tabelle 10: Mindestruhezeiten ausgewählter | 110 |
| Abbildung 13: Ergebnisse von Rammkernsondierung..... | 118 |
| Abbildung 14: Eingabemaske Grabdaten | 120 |
| Abbildung 15: Eingabemaske Grababdeckung | 120 |
| Abbildung 16: Eingabemaske Wassereinfluss..... | 121 |
| Abbildung 17: Eingabemaske Bodenverhältnisse | 121 |
| Abbildung 18: Eingabemaske Zersetzungszustand..... | 122 |
| Tabelle 11: Einteilung der Bodeneinheiten für die Erdbestattungseignung | 123 |
| Tabelle 12: Weitergehende Empfehlungen zur Verbesserung der Verwesung | 124 |