

Friedhofsboden messen und bewerten

Der Boden gehört neben Luft und Wasser zu den sogenannten Umweltmedien. Im Friedhofsbereich spielt der Boden eine zentrale Rolle. Untersuchungsergebnisse geben Aufschluss für weitere Nutzungen.

Ein zunehmender Anteil an Urnenbeisetzungen und die intensive Diskussion über den Umgang mit Überhangflächen lassen den Eindruck entstehen, dass Friedhöfe in Zukunft stark schrumpfen werden. Die demografische Entwicklung zeigt jedoch eine deutliche Zunahme der Sterbefälle in Deutschland.

Es gibt deutliche regionale Unterschiede in der Struktur von Friedhöfen und daher durchaus Friedhofsverwaltungen, die eine Erweiterung ihres Friedhofes durchführen müssen.

Die Sarg-Erdbestattung hat eine besondere Bedeutung, weil durch die Größe des Sarges im Vergleich zur Urne eine deutlich größere Fläche für die Grabstelle erforderlich ist. In Hinblick auf Erdbestetzungen sollen im Boden Umsetzungen stattfinden, die nach Ablauf der Ruhefrist eine Wiederbelegung ermöglichen. Dies gilt sowohl für Sarg- als auch für Urnenbeisetzungen. Die erforderliche Zeit bis zur Wiederbelegung wird durch die Ruhefrist definiert, die auf Friedhöfen mit „schwierigen Böden“ noch mit einem Zuschlag versehen wird.

Anforderungen aufgelistet

Die Frage der Genehmigung von Friedhöfen und Erweiterungen wird in den ländereigenen Bestattungsgesetzen unterschiedlich geregelt.

Zur Person

Dr. Michael C. Albrecht ist

Agraringenieur und vereidigter Sachverständiger für Bodenkunde sowie ehrenamtlicher Referent für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit im VFD-Bundesvorstand.



Foto: Michael C. Albrecht

Die Sonden in der Säule messen Gasgehalte in verschiedenen Bodentiefen.

Detailliertere Anforderungen haben Fachbehörden zusammengestellt, wie:

- Hygiene-Richtlinien für die Anlage und Erweiterung von Begräbnisplätzen (Nordrhein-Westfalen, 2001),
- Bodenkundliche Anforderungen an Anträge zur Erdbestattung des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG, 2008),
- Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG, 2007).

Eine zentrale Rolle spielt hierbei die bodenkundliche Untersuchung, bei der die Eignung des Bodens für den Zweck der Friedhofsnutzung geprüft werden soll. Aus der Bestimmung der Bodenart werden Kennwerte zur Luftkapazität, Wasserdurchlässigkeit und dem Filtervermögen des Bodens abgeleitet. Abschließend erfolgt eine Bewertung der Eignung für die Erd-

bestattung und eine Vorgabe für die Bemessung der Ruhefrist. Bei der Kennwertberechnung werden meist Verfahren verwendet, die für die Bewertung landwirtschaftlich genutzter Böden entwickelt wurden, wie die Ermittlung der Feldkapazität und der Luftkapazität. Seit den 1970er Jahren erfolgte für viele Friedhofsneuanlagen und Erweiterungen eine bodenkundliche Untersuchung. Die Frage der erforderlichen Verwesungsdauer und damit der Ruhefrist wurde dabei jedoch recht allgemein behandelt, da keine konkrete Bemessungsgrundlage vorhanden war. Das Wissen über die Verwesungsdauer war relativ allgemein gefasst, wie Tabelle 1 (siehe rechts) zeigt.

Die wahre Ruhefrist

Ende der 1990er Jahre zeigt sich bei vorgenommenen Wiederbelegungen, dass die festgelegte Ruhefrist scheinbar nicht ausreichend lange bemessen war. Es handelte sich dabei oft

um Einzelfälle, für die jedoch keine weitergehenden Untersuchungen durchgeführt wurden. Die Erkenntnisse wurden oft nur mündlich weitergegeben.

Dr. Michael C. Albrecht führte ab 1998 eine Dokumentation bei Graböffnungen durch. Diese Verfahren wurden im Laufe der Zeit verfeinert und dienen dazu, den Verwesungszustand in einem Grab zu erfassen und zu bewerten. Mittlerweile wurden fast 500 dokumentierte Graböffnungen durchgeführt, so dass eine gute Datengrundlage für die Auswertung spezieller Fragen vorliegt.

Eine Dokumentation dient nicht nur dazu, unklare Verwesungsstrukturen zu erfassen, vielmehr ist es ein geeignetes Verfahren, um auch den Nachweis einer erfolgreichen Verwesung zu erbringen, oder die Frage einer möglichen Verkürzung der Ruhefrist zu unterstützen (Albrecht, 2003a, 2003b, 2004a, 2004b, 2007, 2008a, 2008b, 2014).

Um die Frage der Ruhefrist konkreter zu bemessen, wurde 2008 ein Forschungsvorhaben mit der Fachhochschule Osnabrück durchgeführt, dass durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert wurde (DBU AZ 27821-23). Mit der Software-Anwendung „Ruhesoft“ liegt ein Bewertungsverfahren zur

Ermittlung der Verwesungsdauer vor. Hierbei wird mit Hilfe einer rechnerischen Simulation die Dauer des Verwesungsprozesses ermittelt. Durch die Einstellung verschiedener Variablen wie Bodenart, Grabtiefe oder Gewicht der Leiche werden dem Anwender die Möglichkeiten der Einflussnahme dargestellt.

Für den Anwender ist es hierbei wichtig, die auf den Friedhof vorliegenden Bodenverhältnisse (Bodenartengruppe) zu kennen und in die Eingabemaske des Programms einzugeben. Die Information über die vorliegende Bodenart kann entweder einem Gutachten entnommen werden oder durch eine einfache Fingerprobe vor Ort ermittelt werden.

Verwesungsstörung

Nach derzeitigem Kenntnisstand treten auf rund 30 bis 40 Prozent aller Friedhöfe in Deutschland Verwesungsstörungen auf. Einzeluntersuchungen von Friedhöfen weisen hierzu unterschiedliche Ursachen aus. Neben ungeeigneten Böden und Wassereinfluss sind Pietätswäsche und Kunststofffolien als Ursachen bekannt. Um den Ursachen von Verwesungsstörungen auf den Grund zu gehen, muss eine Graböffnung durchgeführt werden. Stellt sich dann die Frage, ob der Friedhof sa-

niert werden kann, ist weiterhin zu klären, ob ein flächendeckender Bedarf besteht oder es sich um lokalen Eingriff handelt. Hierzu würde eine vorhergehende Graböffnung jedoch den Sanierungseffekt stark verfälschen.

Neues Verfahren erprobt

Im Rahmen der von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Vorstudie „Entwicklung eines Kontroll- und Messverfahrens der Bodenluftzusammensetzung zur Bewertung des Verwesungszustandes von Leichen in Erdgräbern ohne Graböffnung“ (DBU Az: 31056) konnte erstmals ein neues Verfahren erprobt werden.

Die Grundüberlegung des Messverfahrens basiert auf der Erkenntnis, dass eine wesentliche Ursache der Bildung von Verwesungsstörungen auf einem Mangel an Sauerstoff zurückzuführen ist. Da es sich bei ausgeprägten Verwesungsstörungen, den sogenannten Wachsleichen, um einen stabilen Zustand handelt, kann dies auch anhand der sich dann einstellenden Bodenluftzusammensetzung ermittelt werden.

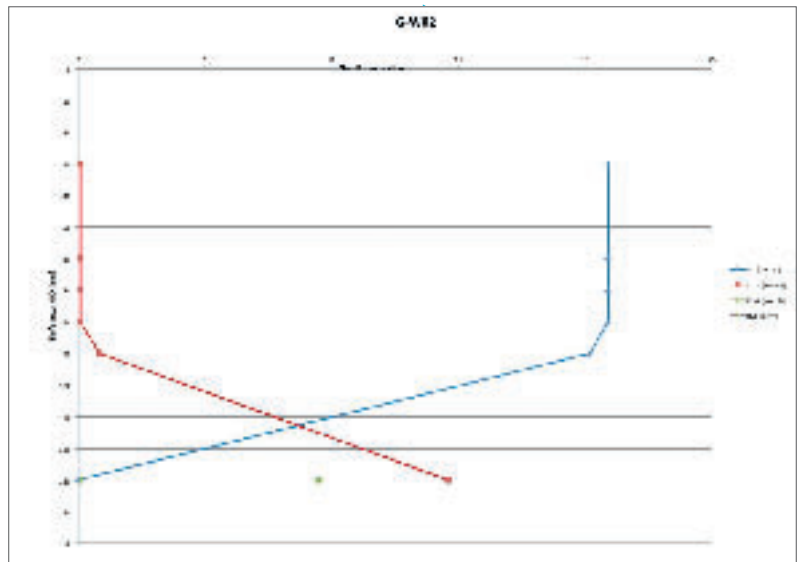
Das von Dr. Albrecht entwickelte Verfahren wurde im Rahmen der Vorstudie auf drei Friedhöfen mit unterschiedlichen Bodeneigenschaften eingesetzt: Gifhorn (Sandbo- ▶

Dauer der Leichenverwesung im Boden anhand von Graböffnungen		
Autor	Dauer	Begleitumstände
RHEINHARD, 1881	7	Sand- und Kiesboden in Sachsen
	9	Lehmboden in Sachsen
KIENE, 1875	20 Jahre und mehr	Schwerer Lehmboden in Holstein
GÄRTNER, 1919	mehr als 35 Jahre	Schwerster undurchlässiger Keuperlehm
ANTON, 1940	11 und 15 Jahre	Lössboden
	Wachsleichenbildung in Kommungräber	Lössboden
HOFMANN & MAY, 1943	Nach 8 Jahren völlige Leichenzersetzung	Skelettreicher Boden (60 % Kies, 40 % Sand)
SCHÜTZENMEISTER, 1972	3-10	Sand- und Kiesboden
	bis über 50 Jahren	Bei ungünstigen schweren, vernässten Böden

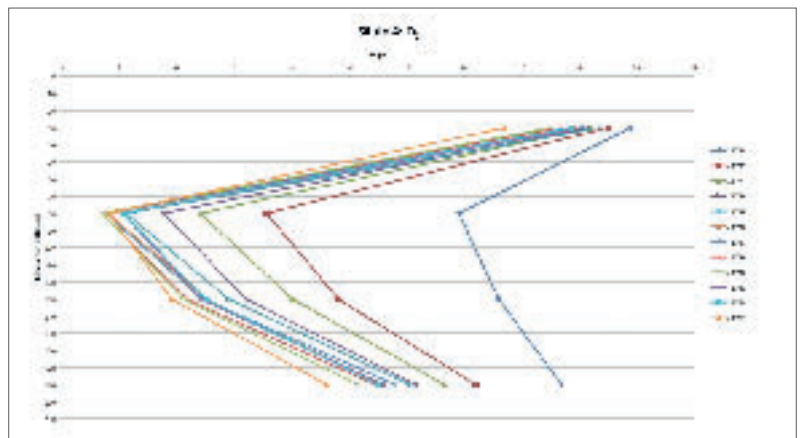
Tabelle 1: Erfahrungswerte zur Verwesungsdauer.



Feldversuch: Säulen mit unterschiedlichen Bodenarten.



Gaskonzentrationen im Boden bei einer Verwesungsstörung.



Entwicklung des Sauerstoffgehalts in einem Mischsubstrat.

den), Wennigsen (Löß-Lehm) und Dingelstädt (Toniger Lehm).

Messen statt Grab öffnen

Messdaten zur Bodenluftzusammensetzung an Gräbern können erfasst werden und dienen als Bewertungsmaßstab für den Verwesungszustand. Als Indikatoren einer beeinträchtigten Leichenumsetzung werden die Gase Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Methan angesehen. Im gleichen Zuge, wie die Konzentration an Kohlendioxid ansteigt, sinkt die Sauerstoffkonzentration, die ebenso gemessen wird.

Es besteht die Möglichkeit, bei einer unklaren Situation vor einer Wiederbelegung Informationen über den Verwesungszustand zu gewinnen, um dann entsprechende Maßnahmen bei einer Graböffnung zu

ergreifen oder auf eine Graböffnung zu verzichten.

Das Verfahren der Gasmessung kann nicht nur dazu genutzt werden, den Status der Verwesung im Erdgrab einfach zu erfassen, sondern es dient auch dazu, den Verlauf der Gasentwicklung zu messen. Dies kann zum Beispiel angewendet werden, wenn es darum geht, die *Eignung verschiedener Bodenmischungen für die Grabverfüllung* zu untersuchen, oder wenn der Frage nachgegangen werden soll, welche Auswirkung eine *Verdichtung der Grabverfüllung* hat.

Säulenversuche im Detail

Für die Durchführung dieser Versuche wurde auf dem Friedhof der evangelischen Kirchengemeinde in Wennigsen eine Versuchsanlage eingerichtet, die mit Messeinrichtungen

bestückt ist und von einer Klimamessstation begleitet wird (Säulenversuche).

In KG-Rohren (Durchmesser 0,30 Metern und Gesamtlänge von 2,15 Metern) werden im Abstand von 50 Zentimetern Aufnahmen für die Gasanalyse eingebaut. Die KG-Rohre werden senkrecht in den Boden eingelassen und mit unterschiedlichem Substrat verfüllt, die einer Grabverfüllung entsprechen. Der Sauerstoffzehrungsprozess durch eine Leiche wird im Säulenversuch durch die Verwendung des organischen Düngemittels Hornspäne in 1,60 Metern Tiefe simuliert. Es handelt sich um einen pH-neutralen Stickstoff-Dünger mit zwölf bis 15 Prozent Gesamt-N, während der Anteil an K_2O und P_2O_5 weniger als ein Prozent beträgt.

Als Substrate wurden zwei verschiedene Materialien verwendet:

Grabaushub (Ut2) vom Standort in den Bodensäulen 1 bis 3. In den Bodensäulen 4 bis 6 eine Substratmischung bestehend aus 16 Prozent Kompost, 17 Prozent Rindenmulch (null bis 40 Millimeter), 17 Prozent Kies-Sand-Gemisch (null bis 16 Millimeter), 50 Prozent Grabaushub (Ut2) aus 50 bis 200 Zentimeter Tiefe.


Die Messergebnisse

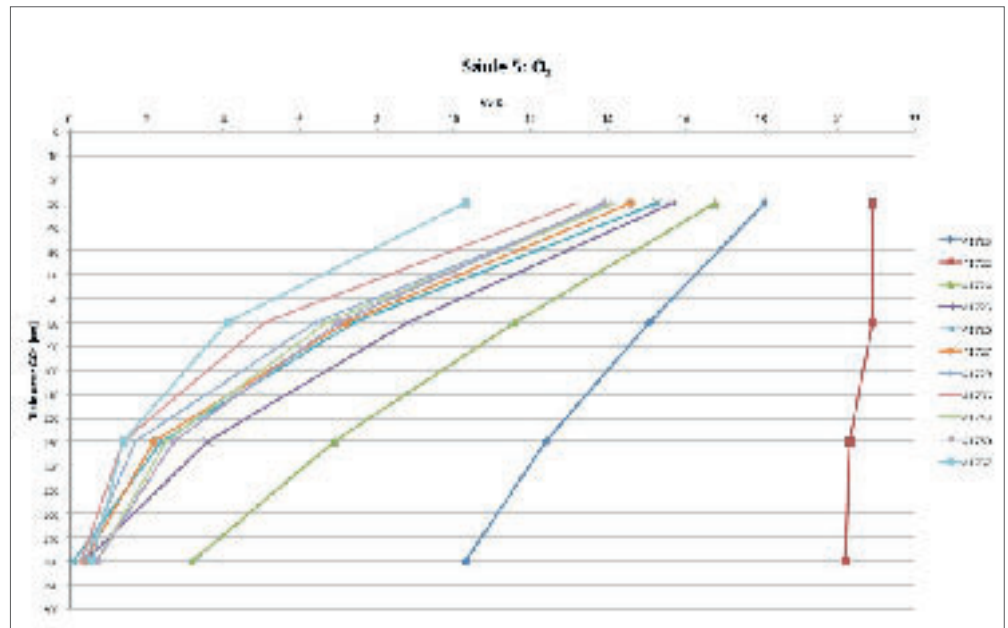
Während die Löss-Substrate in den ersten fünf Wochen nach Befüllen relativ geringe Veränderungen der Sauerstoff- und Kohlendioxid-Konzentrationen zeigten, war die Situation bei den Mischsubstraten wesentlich dynamischer: Die Sauerstoff-Konzentration im Mischsubstrat fällt bereits nach einem Tag auf unter 14 Volumen-Prozent ab und erreichte dann am 28. April 2014 in 80 Zentimetern Tiefe einen Wert von 1,6 Volumen-Prozent. Im reinen Löss-Substrat findet eine leichte aber deutliche Verringerung der Sauerstoff-Konzentration bis zum 28. April 2014 auf 17,5 Volumen-Prozent statt.

Auch eine Bodenverdichtung wirkt sich auf die Gaskonzentrationen aus: Im Vergleich der Sauerstoff-Konzentrationen zeigt sich im reinen Löss-Substrat ein Absinken bis auf 14 Volumne-Prozent. Im Mischsubstrat sinkt der Sauerstoffwert in 180 Zentimetern Tiefe bis auf 0,3 Volumen-Prozent ab.

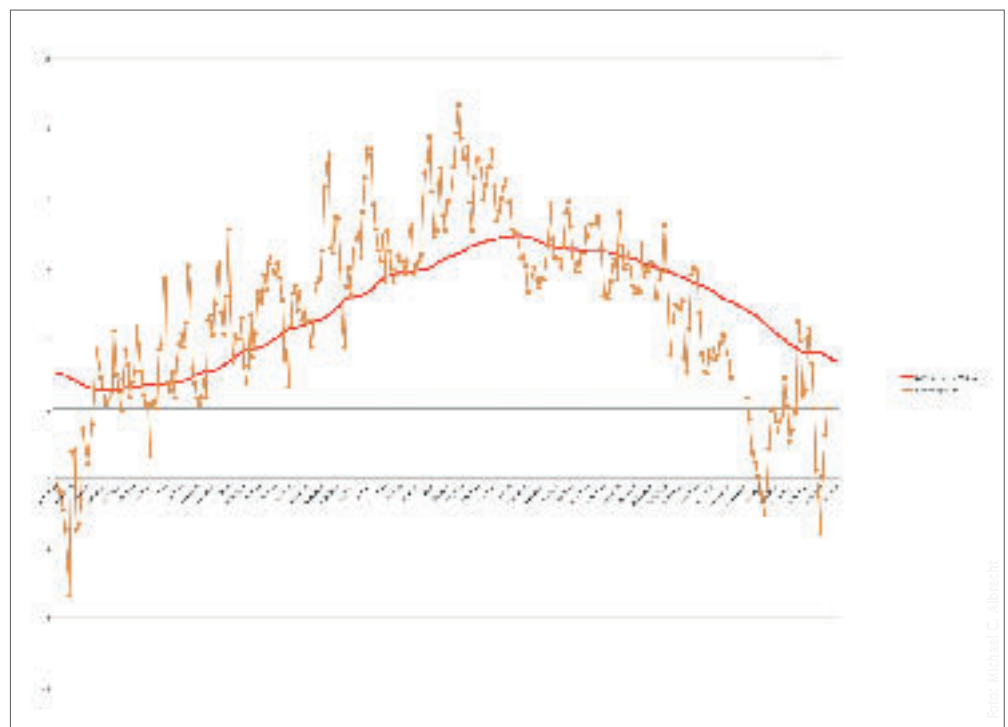
Im reinen Löss-Substrat steigt die Kohlendioxid-Konzentration langsam auf 3,5 Volumen-Prozent an. Im Mischsubstrat hingegen findet bis zum 28. April 2014 ein deutlicher Anstieg der Kohlendioxid-Konzentration bis auf 21 Volumen-Prozent statt.

Temperatur im Sargbereich

Über einen Sensor erfolgt eine kontinuierliche Messung der Temperatur in 1,50 Meter Tiefe. Im August 2014 wurde dabei eine maximale Temperatur von 17,6 Grad C gemessen. Die niedrigsten Temperaturen betragen sieben Grad Celsius. Die entsprechende Außentemperatur wird vergleichend dargestellt.  **Dr. Michael C. Albrecht, Hannover**



Entwicklung des Sauerstoffgehalts im verdichteten Mischsubstrat.



Temperatur und Niederschlag auf dem Friedhof Wennigsen im Jahr 2014.

ALBRECHT, M. C., 2014: Ergebnisse dokumentierter Graböffnungen - ein Baustein für nachhaltige Friedhofsnutzung. Vortrag anlässlich der BEFA (Bestatterfachmesse) am 31. Mai 2014 in Düsseldorf. Download: <http://www.entera.de/friedhof-bestatter.html>
 ALBRECHT, M. C., 2014: Umweltökologische Aspekte verschiedener Beisetzungsformen auf dem Friedhof. IN: SPRANGER/PASIC/KRIEBEL: Handbuch des Feuerbestattungswesens.
 ALBRECHT, M. C., 2013: Maßnahmenplanung bei Erdbeisetzung von schwergewichtigen Verstorbenen. Friedhofskultur, Band 5, S. 26-28, Braunschweig.
 ALBRECHT, M. C., 2011: Internationaler Workshop "Friedhof und Leichenverwesung", Friedhofskultur, Band 8, S. 17-18. Haymarket.
 ALBRECHT, M. C., 2010: RuheSoft zur Ermittlung der Ruhefrist, Friedhofskultur, Band 11, S. 32-33. Haymarket.
 ALBRECHT, M. C., 2008a: Bodenkundlich-hygienische Untersuchung von Friedhofsflächen-Verwesungsstörungen auf dem Friedhof - Dokumentation und Ursachenermittlung -Vorgelegte Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Naturwissenschaften Dr. rer. nat. an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover.
 ALBRECHT, M. C., 2008b: Ewige Ruhe? Ergebnisse von Graböffnungen anlässlich der Wiederbelegung von Gräbern, Bestattung-Fachzeitschrift des VDZB, Band 2, S. 20-27, Bonn.
 ALBRECHT, M. C., 2007: 10 Jahre Erfahrungen bei Graböffnungen- was ist eine ordnungsgemäße Leichenumsetzung?. Fortbildungsveranstaltung des Gesundheitsamtes Landkreis Vechta „Aktuelle Themen der Friedhofsnutzung“, 14. November 2007 in Vechta.
 ALBRECHT, M. C., 2004a: Die Neufestlegung von Ruhefristen. Was ist zu beachten bei Graböffnungen und den Rückschlüssen für die Neubestimmung der Ruhefrist?, Der Hygieneinspektor, S. 39-43. Zeitschrift des Bundesverbandes der Hygieneinspektoren, 6. Jg., Nr. 2.
 ALBRECHT, M. C., 2004b: Graböffnungen dokumentieren, Friedhofskultur, Band 2, S. 21-23. Thalacker-Verlag.
 ALBRECHT, M. C., 2003a: Ruhefristen festlegen, Friedhofskultur, Band 11, S. 37-38. Braunschweig. Thalacker-Verlag
 SCHOENEN, D. & ALBRECHT, M. C., 2003b: Die Verwesung aus hygienischer und bodenkundlicher Sicht, Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Band 113.