

Entwicklung einer umweltgerechten Erdbestattungspraxis im Hinblick auf die Folgewirkungen auf Böden, Grundwasser und Atmosphäre

MSc Iris Zimmermann

1. Berichterstatter: Prof. Dr. R. Horn

Im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojektes „Entwicklung einer umweltgerechten Erdbestattungspraxis im Hinblick auf die Folgewirkungen auf Böden, Grundwasser und Atmosphäre“ wurden deutschlandweit 19 Friedhöfe untersucht. Auf den Friedhöfen wurden Bohrstockkartierungen vorgenommen, Leitprofile angelegt und Monitoringstationen installiert (Messung von Matrixpotential (ψ_m), Redoxpotential (Eh) und Temperatur). Zusätzlich wurden auf einem Ackerstandort künstliche Gräber angelegt, in denen ein Monitoring von ψ_m und Eh vorgenommen wurde. Aus dem wieder verfüllten Boden wurden 60 und 195 Tage nach Schüttung ungestörte Bodenproben entnommen, um die Entwicklung der Bodenstruktur in frisch angelegten Erdgräbern zu untersuchen und mit einer ungestörten Referenz (SS-LL) zu vergleichen. In einem der künstlichen Gräber wurde der Bodenaushub mit 20 kg m^{-3} Branntkalk (CaO) vermischt, und die Auswirkungen auf Bodenstrukturentwicklung und Wasserhaushalt untersucht. Des Weiteren wurden Bewässerungsversuche mit 2,2 mm, 4,4 mm und 8,9 mm Gießwasser durchgeführt und die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt dokumentiert. Anhand der Bohrstockkartierung konnten auf den Friedhöfen Bodeneinheiten abgegrenzt werden. In jungen Friedhöfen liegt zunächst eine Vergesellschaftung von Rigosolen (YY) mit natürlichen bzw. in städtischen Verdichtungsräumen häufig bereits anthropogen überprägten Bodentypen vor. Mit zunehmendem Alter des Friedhofes erfolgt eine fortschreitende Homogenisierung der Fläche, bis nur noch Rigosole vorliegen, die sich im Wesentlichen durch Grund- und Stauwassereinflüsse unterscheiden. Die Bodeneinheiten wurden im Hinblick auf ihre Verwesungs- und Filterleistung bewertet. Die Verwesungsleistung wird aus Luftkapazität (LK), Bodensubtyp, beziehungsweise (Sub-)Varietät und pH-Wert abgeleitet. Anhand der Verwesungsleistung werden Empfehlungen für die notwendigen Ruhefristen gegeben. Die Filterleistung wird nach LK, potentieller Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot}), pH-Wert, Wasserverhältnissen (Grund- oder Stauwasser) und der Verweildauer des Sickerwassers in der ungesättigten Bodenzone bewertet. Zur Verbesserung der Verwesungsleistung werden die Beseitigung von Grund- oder Stauwassereinflüssen, eine Verringerung der Bestattungstiefe und die Unterlassung von Doppelbelegungen empfohlen. Die Verwesungsleistung wurde in 67 % der untersuchten Bodeneinheiten als gering, in 18 % als mittel und in 15% als hoch bewertet. Die Filterleistung wurde zu 51 % als sehr gering bewertet. Die untersuchten Friedhofsböden waren in den meisten Fällen tief humos und enthielten im Mittel in den Deckschichten (20-90 cm Tiefe) 2,11% und in den Sargbereichen (90 cm Tiefe bis Bestattungstiefe) im Mittel 1,09 % Humus. Die Humusanreicherung im Unterboden ist hauptsächlich durch die Einmischung von humosem Oberboden und Blumenerde bedingt, und deshalb häufig in den Deckschichten der Gräber stärker ausgeprägt als in den Sargbereichen. Doch auch die Flächennutzung vor Anlage des Friedhofes beeinflusst die Humusgehalte im Unterboden von Friedhöfen. Die physikalischen Untersuchungen von ungestörten Bodenproben aus Erdgräbern zeigten, dass die Fähigkeit des luftgefüllten Porenvolumens Gas zu transportieren durch eine Schüttung des Bodens und die damit einhergehende Strukturzerstörung nicht zwangsläufig abnimmt. An allen untersuchten Leitprofilen aus mineralischen Böden waren die LK und Luftleitfähigkeiten (k_l) der Deckschichten bei mittlerer Trockenrohdichte (ρ_t) höher als die der Filterschichten bzw. der Grabwände. Die Deckschichten verfügten auch über höhere gesättigte Wasserleitfähigkeiten (k_f) als der umgebende Boden, wodurch ein Wasserstau im Grabraum begünstigt wird. Somit wird der Gasaustausch eher durch mit Wasser blockierte Poren als durch eine generelle Abnahme der strukturellen Funktionalität des gestörten Bodens behindert. Der bei Wassersättigung entstehende Sauerstoffmangel konnte anhand der kontinuierlich gemessenen Matrix- und Redoxpotentiale dokumentiert werden. Im Feldversuch wurden Daten zu Porengrößenverteilung, Porenorganisation, k_l und k_f sowie der Strukturentwicklung in frisch verfüllten Erdgräbern gewonnen. Im frisch geschütteten Boden konnte, bedingt durch Setzungsprozesse, eine hohe Strukturndynamik nachgewiesen werden. Es konnte aber auch hier keine Verschlechterung der für den Gasaustausch maßgeblichen physikalischen Parameter LK und k_l im Vergleich zum nicht durch Grabarbeiten gestörten Boden festgestellt werden. Auch nach deutlicher Setzung waren diese Kennwerte im geschütteten Boden noch höher als in der ungestörten Referenz. Durch das Monitoring von ψ_m und Eh wurden die Auswirkungen der Schüttung auf den Wasserhaushalt und die Sauerstoffverhältnisse dokumentiert. Es wurden ein deutlicher Wasserstau und niedrige Eh am Grund der Gruben festgestellt. Durch die Vermischung des Bodenaushubs mit Branntkalk konnten hier trockenere Bedingungen erreicht werden. Einmalige Gießwassergaben von 8,9 mm hatten in dem untersuchten Boden keinen Einfluss auf die ψ_m in 50 und 130 cm Tiefe, während kumulative Gießwassergaben derselben Höhe zu einem deutlichen Anstieg der ψ_m führten.