

Kriegsbeeinflusste Böden

Böden als Zeugen des Ersten und Zweiten Weltkrieges

Bernd Steinweg und Michael Kerth



Dr. Bernd Steinweg
(Dipl.-Geogr.) Studium in Hannover und Bochum, Promotion in München über das in-situ-Verhalten von Schadstoffen in Böden. 2000–2007 Gutachter bei der Dr. Kerth+Lampe GmbH (Detmold), seit 2007 wiss. Angestellter Untere Bodenschutzbehörde Stadt Mönchengladbach



Dr. Michael Kerth
(Dipl.-Geol.) Studium in Bonn, Southampton (U.K.) und Essen. Promotion über ein umweltgeologisches Thema; seit 1988 als Gutachter im Umweltbereich tätig; Geschäftsführender Gesellschafter der Dr. Kerth + Lampe Geo-Infometric GmbH, Detmold

Zusammenfassung

Spätestens mit dem 1. Weltkrieg setzt das Zeitalter der „technischen Kriege“ ein, die zu erheblichen Auswirkungen auf die Landschaft und damit auch auf die Böden führen. In den Front- und Kampfgebieten wird vor allem durch Stellungs- und Grabenbau sowie Bomben- und Granateinschläge die Horizontierung und Schichtung mindestens bis in mehrere Meter Tiefe zerstört. Die kriegsbeeinflussten Böden zeichnen sich durch Bodenbildungsprozesse auf umgelagertem und vermischem pedogenetisch z. T. vorverwitterten Substraten sowie Kolluvialbildung, Verdichtung, Auflockerung und Fossilierung durch Überdeckung aus.

Gleichzeitig erfolgt durch die Kampfhandlungen ein Eintrag bodenfremder Materialien, insbesondere ein Eintrag von (Schwer-)Metallen. Im „Hinterland“ kommt es durch Kriegsvorbereitung und Kriege zu veränderter Bodennutzung (z. B. Ausbau der militärischen Infrastruktur, Intensivierung des Gartenbaus zur Eigenversorgung usw.).

Insbesondere die Zerstörung der ursprünglichen Horizontierung und Schichtung ist eine nicht reversible Veränderung der Böden. Diese kriegsbeeinflussten Böden können damit als Archivböden eingestuft werden, an denen die katastrophalen Einwirkungen des Menschen auf Böden in besonders drastischer Weise verdeutlicht werden können.

◆ **Schlüsselwörter:** Kriegsbeeinflusste Böden, Archivböden, 1. Weltkrieg, 2. Weltkrieg, Einwirkung auf den Boden, Bodenzerstörung, Bodenreuebildung, Bodenbewusstsein.

Summary

By the 1st World War at the latest the age of “technical warfare” commences, which lead to severe impact on landscape and therefore on the soils. In the front areas and battlefields soil horizons are destroyed to a depth of at least some meters due to the construction of trenches and bunkers and the cratering by grenades and bombs. The same is true for bombed areas. War-influenced soils are characterized by new soil formation on disturbed substrate, formation of colluviums, compaction, loosening and fossilification due to soil coverage.

Connected with combat operations is an input of allochthonous materials into the soil, especially of (heavy) metals. Additionally, warfare leads to destruction of the vegetative cover, to fires and to “artificial” flooding, which also has an influence on soils. In the hinterland, soil use changes in times of warfare (e. g. construction of military infrastructure, intensification of horticulture for self-supply).

Especially the destruction of soil horizons is a non-reversible change of soils. Such war-influenced soils can therefore be classified as archive soils, which can be used to illustrate the catastrophic impact of mankind on soils. Since 2014 is the 100th anniversary of the beginning of the 1st and

the 75th anniversary of the 2nd World War, the years to come offer the possibility to use the topic of war influenced soils for an increase of soil awareness.

◆ **Keywords:** war-influenced soils, archive soil, WW1, WW2, impact on soils, destruction of soil, soil regeneration, soil awareness

1. Einführung

“We may not make history tomorrow, but we shall certainly change the geography“ – dieser Satz des britischen Generals Plumer stammt vom Vorabend des 7. Juni 1917 inmitten der Flandernkämpfe des 1. Weltkrieges (WK). Einige Stunden später folgte in Stollen, die „bergmännisch“ unter die Deutschen Stellungen in Tiefen von einigen 10er Metern vorgetrieben worden waren, die Detonation von 19 Sprengminen; sie hinterließen noch heute vorhandene Sprengkrater von bis zu 100 m Durchmesser und 20 m Tiefe.

Dieses Beispiel zeigt, dass Kriege die Landschaft verändern und damit auch nachhaltig Einfluss auf den Boden nehmen. Insbesondere zeigt sich dieser Einfluss seit Beginn des Zeitalters der „technischen Kriege“, das spätestens mit dem 1. WK einsetzt. Diese „technischen“ Kriege führen in den Front- und Kampfgebieten zu einer großflächigen Zerstörung und Veränderung der Landoberfläche einschließlich des Bodens; ab dem 2. WK dann zusätzlich durch Flächenbombardements auch zu großflächigen Zerstörungen im „Hinterland“. Allein im westlichen Mitteleuropa sind im 1. WK schätzungsweise einige Zehntausend Quadratkilometer Landoberfläche (= Boden) stark beeinträchtigt oder total zerstört worden; auch im 2. WK kam es in Mitteleuropa in den Kampfgebieten zu flächenhaften Einwirkungen auf den Boden (z. B. in der Normandie, in Brandenburg oder im westlichen Nordrhein-Westfalen).

In den Agrarlandschaften Mitteleuropas wurden nach den Weltkriegern diese kriegsbeeinflussten oder -zerstörten Böden vergleichsweise schnell wieder rekultiviert. Lediglich auf landwirtschaftlich nicht oder nur gering produktiven Böden (v. a. Vogesen, Alpen), oder so stark munitionsbelasteten Flächen, dass mit der Rekultivierung extreme Risiken verbunden waren (z. B. viele Standorte um Verdun) sowie in (meist kleinräumigen) Gebieten, die zum Gedenken an den Krieg und die Gefallenen erhalten wurden (z. B. Hill 60 in Flandern), sind die Spuren des 1. WK noch an der stark veränderten Geländeoberfläche erkennbar. Ähnliches gilt für die durch den 2. WK zerstörten Gebiete. Dabei führte die Rekultivierung (Entfernung von „Kriegsschrott“, Entmunitionierung, Verfüllung von Hohlformen usw.) zu erneuten Veränderungen des Bodens.

Neben diesen im direkten Zusammenhang mit Kampfhandlungen stehenden Kriegseinwirkungen auf den Boden treten – insbesondere durch Kriegsvorbereitung und -nachwirkungen – auch erhebliche indirekte Wirkungen auf Böden auf. Hierzu zählen etwa der Bau militärischer Einrichtungen (Kasernen, Festungsanlagen, Verkehrsinfrastruktur usw.) und Rüstungsbetrieben, veränderte Landnutzungen in Folge von Arbeitskräfte-, Düngemittel-, Brennstoffmangel oder die Überprägung von Böden durch den Auf- und Eintrag von Trümmerschuttmaterial.

2. Kriegsbedingte Einwirkungen auf Böden und ihre Folgen

In Tabelle 1 sind – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – direkte und indirekte kriegsbedingte Einwirkungen und die hierdurch ausgelösten Bodenveränderungen und Prozesse zusammengestellt. Die jeweils genannten Beispiele sind dabei exemplarisch zugeordnet; i. d. R. umfassen sie mehrere der genannten kriegsbedingten Bodeneinwirkungen und ausgelösten Bodenveränderungen. Tabelle 2 zeigt Differenzierungsmöglichkeiten von Kriegseinwirkungen auf Böden nach verschiedenen Kriterien.

Im Folgenden sollen exemplarisch Art und Ausmaß von kriegsbedingten Einwirkungen auf Böden im 1. und 2. WK aufgezeigt werden, der Schwerpunkt liegt hier auf der Betrachtung des westlichen Mitteleuropas. Die Thematik der militärischen Altlasten und insbesondere der Rüstungsaltlasten, die eher als punktuelle Schadstoffquellen für den Boden einzustufen sind und in den vergangenen 25 Jahren intensiv bearbeitet wurden (vgl. z. B. [1–2]), sind nicht Schwerpunkt der nachfolgenden Ausführungen, werden jedoch mit betrachtet.

2.1 Veränderte Land-/Bodennutzung und Flächenverbrauch

Beide Weltkriege hatten direkte und indirekte Auswirkungen auf Art und Intensität der Bodennutzung

sowie den Flächenverbrauch. Durch die Anlage militärischer Bauwerke (z. B. Kasernen, Bunker), Befestigungsanlagen (Stellungs- und Grenzsicherungsbau) sowie dem militärisch forcierten Ausbau der Infrastruktur verminderten sich die genutzten Anbauflächen. So mussten allein für den Bau der ca. 700 Kilometer langen Westwall-Verteidigungsstellen (mit rd. 18.000 Bunkern, Kampfanlagen und größeren Stellungen) zwischen 1937 und 1939 über 30.000 Bauern und Landarbeiter ihre Betriebe auf einer Gesamtfläche von 1.200 km² verlassen [3].

Auch der Auf- und Ausbau der Rüstungsindustrie vor und während der beiden Weltkriege führte zu einer erheblichen Zunahme des Flächenverbrauchs, ohne dass dieser genauer quantifiziert werden kann. Ein Indikator für die Relevanz ist dabei, dass mit Stand 2004 nach [1] von rund 3.000 Rüstungsaltlastverdachtsstandorten in Deutschland auszugehen ist, was einem Standort je 120 km² entspricht.

Der Flächenverbrauch im Deutschen Reich für den Bau des knapp 4.000 km langen Reichsautobahnnetzes betrug zwischen 1936 und 1943 im Mittel ca. 3,1 ha/Tag. Nahm im selben Zeitraum die Ackerfläche um 3,5 % (rd. 7.000 km²) ab, stieg im Zuge der Selbstversorgungsbestrebungen die Fläche von Gartenland um 16 % [4].

Kriegsbedingte Einwirkungen auf Böden	Beispiele	Ausgelöste Bodenveränderungen und Prozesse
Veränderte Land-/Bodennutzung und Flächenverbrauch (Kap. 2.1)	<ul style="list-style-type: none"> – Errichtung kriegswichtiger Bauwerke (Kasernen, Flugplätze, Bunker und Festungen, Truppenübungsplätze, Verkehrsinfrastruktur, Rüstungsbetriebe...) – Entstehen nicht genutzter Brachflächen (Minenfelder, Grenzstreifen, „Niemandsländer“...) – Extensivierung des Ackerbaus durch Mangelbewirtschaftung (Arbeitskräftemangel, fehlende Düngemittel) – Intensivierung des (Klein-)Gartenbaus (Selbstversorger) – Anlage von Kriegsgefangenenlagern, Soldatenfriedhöfen, Kriegsgräber- und Gedenkstätten 	Versiegelung, „Re-Naturierung“, Nährstoffverarmung, Hortisolbildung
Veränderung u. Zerstörung der Horizontierung/Schichtung im gewachsenen Boden (Kap. 2.2)	<ul style="list-style-type: none"> – Stellungen- und Grabenbau – Bomben-/Granateinschläge – Sprengungen – Minenräumgeräte mit Tiefpflügen 	Bodenneubildung, Kolluvisolbildung, Bodenauflockerung, Verdichtung, Fossilierung durch Überdeckung
Eintrag von Schadstoffen und bodenfremden Materialien (Kap. 2.3)	<ul style="list-style-type: none"> – Metalle (Munitionsreste, Geschosse, Stacheldraht) – Holz (Baumaterial beim Stellungen-, Graben-, Palisaden-, Barackenbau) – Beton und Trümmerschutt (Bunker, befestigte Stellungen, zerstörte Bauwerke, Trümmerberge) – Chemische Verbindungen aus Kampfstoffen, Sprengmitteln, Blindgängern, zerstörten Fabrikanlagen 	Rohboden-/Technosolbildung, Archivierung von Artefakten, Alkalisierung, Kontamination
Zerstörung der Vegetationsschicht und thermische Einwirkungen (Kap. 2.4)	<ul style="list-style-type: none"> – Frontverläufe, Kampfgebiete – Übernutzung von Wäldern (Kahlschläge, Reparationshiebe) – Flächenbrände, Feuerstürme 	Wasser-/Wind-Erosion, Nährstoffauswaschung, Humusverlust, Veränderung der Bodenminerale, Bildung von „black carbon“
Überschwemmungen (Kap. 2.5)	<ul style="list-style-type: none"> – Strategisch ausgelöste Überflutungen (z. B. Rhein, Eifel-Rur, Oderbruch, Yser in Flandern) – Zerstörung von Talsperren (z. B. Möhne, Eder) 	Erosion, Sedimentation, Veränderung des Redox-Zustandes, bei marinem Einfluss Bildung saurer Sulfatböden

Tabelle 1
Kriegsbedingte Einwirkungen auf Böden und hierdurch ausgelöste Bodenveränderungen und Prozesse

Kriterium	Beispiele
Räumliche Ausdehnung	
– punkthaft	– Einschlagtrichter, Schützenloch
– linienhaft	– Schützengraben, Panzersperren
– flächenhaft	– Front-, Kampfgebiete, Flächenbombardierung
Betroffenheit	
– direkt/unmittelbar	– Bodeneingriffe bei Kampfhandlungen, Bombardierung, Stellungsbau
– indirekt/mittelbar	– Erosion nach Kahlschlägen (z. B. durch Reparationshiebe), Zerstörung landwirtschaftlicher Entwässerungssysteme
Persistenz	
– reversibel	– Mangeldüngung, oberflächliche Verdichtung durch Militärfahrzeuge
– langfristig irreversibel	– Horizontdurchmischung durch Minenräumung, Schadstoffeinträge

Tabelle 2
Differenzierung von Kriegseinwirkungen auf Böden nach verschiedenen Kriterien

Die Zunahme der Gartenwirtschaft beschrieb Aerebo [5] bereits für den 1. WK, hierfür wurden vielerorts kommunale Park- oder Freiflächen zur Verfügung gestellt: „... um manche Stadt Deutschlands hat sich in der Kriegszeit ein ganzer Gürtel von Kleingärten gebildet.“, in Berlin hat sich die Kleingartenfläche zwischen 1914 und 1924 vervierfacht [5].

Des Weiteren entstand nach beiden Weltkriegen verstärkt neuer Wohnraum in Stadtrandsiedlungen und Trabantenstädten (z. B. Nürnberg-Langwasser); nach dem 2. WK war dieser Bedarf in Deutschland durch die Zerstörung in den Städten und den Wohnraumbedarf für die über 12 Millionen Flüchtlinge besonders hoch und führte zu einer weiteren Flächeninanspruchnahme.

Im Zuge von Autarkiebestrebungen kam es in den 1930er Jahren zu einer verstärkten Inkulturnahme von Öd-/Unlandflächen und Mooren; diese nahmen zwischen 1934 und 1940 um 23 % ab [4]. Auf der anderen Seite wurden die landwirtschaftlich genutzten Böden während der Kriege extensiver bewirtschaftet; Gründe hierfür waren der Mangel an Saatgut, Dünger, Maschinen und Arbeitskräften. Die Ernteerträge pro Hektar

gingen im Deutschen Reich für alle Getreidesorten von 1913–1918 um ein Viertel bis ein Drittel und von 1939–1944 um rd. 20 % zurück [4, 6].

2.2 Veränderung und Zerstörung der Horizontierung/Schichtung im gewachsenen Boden

Typische direkt-kriegsbedingte physikalische Eingriffe in den Boden erfolgen insbesondere durch Artilleriebeschuss, Bombardierung sowie den Bau von Stellungen (s. Abb. 1). Hupy et al [7] prägten 2006 den Begriff „Bomburbation“, unter dem sie die Auswirkungen von Artilleriebeschuss und Bombardierung auf Böden bei Untersuchungen in Verdun (Frankreich) zusammenfassten. Die Tiefeneinwirkung liegt dabei in der Skala von mehreren Metern bis – gerade auch durch den in der Einführung beschriebenen Minenkrieg – mehreren Zehner Metern. Mit der morphologischen Änderung der Landoberfläche geht eine Zerstörung der Horizontierung bzw. Schichtung der gewachsenen Böden einher. Auf den freigelegten C-Horizonten (im Festgestein wurde dieses zudem physikalisch zerkleinert) sowie dem horizontdurchmischten, pedogenetisch (vor)verwittertem Auswurfmaterial setzten Bodenneubildungsprozesse ein. Dabei können durch die Durchmischung bei (relativ) karbonatreicherem Unterboden-/ Untergrundmaterial die pH-Werte in den sich neu bildenden Böden gegenüber den über Jahrhunderte/Jahrtausende gewachsenen Böden erhöht sein; Hupy et al stellten bei ihren Untersuchungen in Frankreich eine solche pH-Wert-Erhöhung um rd. 0,5 Einheiten fest [8]. Andererseits führt auf nicht rekultivierten Flächen Humusakkumulation in Kratersenken zu mächtigen O- und A-Horizonten, die zu einer beschleunigten Versauerung führen können [8].

Während des 1. WK kamen in den Kampfgebieten Europas schätzungsweise 1,45 Milliarden Artilleriegeschosse zum Einsatz [9]. Diese Geschosse wurden vorrangig auf eine Fläche von einigen Zehntausend Quadratkilometern abgefeuert, so dass sich die im Mittel wenige Meter Durchmesser aufweisenden Trichter insbesondere in den besonders stark umkämpften Gebieten mehrfach überlagerten und zu einer intensiven Durchmischung des Bodenmaterials in einer Mächtigkeit von z. T. mehreren Metern führten (Abb. 1).

Im 2. WK führte in Deutschland außerhalb von Kampf-/ Frontgebieten v. a. die Bombardierung zu Veränderungen der gewachsenen Böden. Zwischen 1939 und 1945 fielen insgesamt fast 100 Mio. Bomben (ca. 1,3 Mio. T) auf nahezu jede Stadt in Deutschland mit über 50.000 Einwohnern, dazu auf 850 kleinere Orte [10, 11]. In den Anfangsjahren des Krieges fielen dabei durch Fehlwürfe bis zur Hälfte der abgeworfenen Bomben auf freies Gelände [12], auch in den Folgejahren ist von einer hohen Anzahl von Fehl- und Notabwürfen auf naturnahe Böden auszugehen; hier hinterließen sie Krater mit Durchmessern von bis zu 10 m.

In mit Fremdmaterial verfüllten Bombentrichtern setzten ebenso Bodenneubildungsprozesse ein wie in mit natürlichem Bodenmaterial wiederverfüllten Trichtern. Durch die Horizontvermischung des Auswurfmaterials konnten so „Bombentrichter-kolluvisole“ entstehen. Zum Beispiel wurden bei Untersuchungen in Mönchengladbach 64 Jahre nach Ende des 2. WK auf



Abbildung 1
Kriegsschauplatz Somme (Frankreich) 1916: Bombentrichter in zerstörtem Gelände mit vorrückenden Soldaten (Fotograf nicht überliefert © LWL-Medienzentrum für Westfalen)

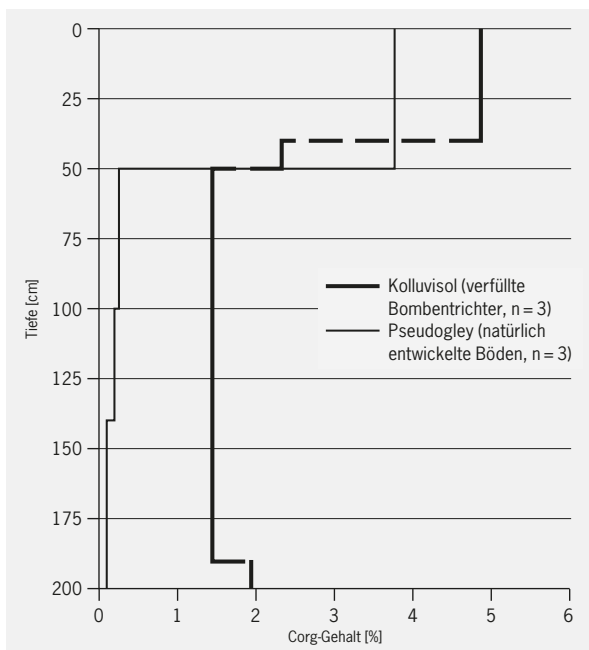


Abbildung 2
„Bombentrichter-kolluvisole“: mittlere Corg-Gehalte im Tiefenprofil von mit Auswurfmaterial wiederverfüllten Bombentrichtern in Vergleich zum natürlich entwickelten Boden auf demselben Flurstück (Mönchengladbach, Daten aus [11])

einem als Wiese genutzten Flurstück innerhalb mit horizontdurchmischtem Auswurfmaterial wiederverfüllter Trichter Kolluvisole angesprochen, die inmitten einer natürlich gewachsenen Pseudogley-Bodenlandschaft liegen (s. Abb. 2). Morphologisch nicht mehr erkennbar, können diese z. T. heute noch als rundlich ausgeprägte „Farbanomalien“ in aktuellen Luftbildern identifiziert werden.

Das Grabensystem der 750 km langen Westfront im 1. WK erreichte eine Gesamtlänge von rd. 40.000 km (Lauf-, Unterstütsungsgräben, usw.), allein die deutschen Truppen bewegten dabei 46 Mio. m³ Boden [14]. Das Aushubmaterial beim Bau der Gräben wurde in beiden Kriegen i. d. R. an den Grabenrändern aufgehäuft. So kam es zur Zerstörung der natürlichen Horizontierung, Bodendurchmischung und anschließenden Neubildungsprozessen bei gleichzeitiger Fossilierung der randlich überdeckten Bodenbereiche. Ein Beispiel aus dem 2. WK für einen durch Grabenbau fossilisierten und nach 68 Jahren neugebildeten Boden aus dem Hürtgenwald ist in Abb. 3 dargestellt. Hier erstreckten sich im Winter 1944/45 die Kämpfe auf einer Fläche von über 20 km², heute sind drei Teilgebiete als Bodendenkmalbereiche ausgewiesen [15]. Dieselben Prozesse erfolgten auch durch das Anlegen von Panzergräben im 2. WK.

Flächenhafte Einwirkungen mit Horizontdurchmischung stellen in den ehemaligen Kriegsgebieten auch die Soldatenfriedhöfe dar; insbesondere im Bereich der Westfront des 1. WK haben diese signifikante Flächenanteile. Auch die in bzw. nach beiden Weltkriegen jeweils weit über 100 existierenden Kriegsgefangenenlager auf deutschem Boden mit Ausmaßen von z. T. > 2 km² und > 100.000 Gefangenen führten zu erheblichen Horizontdurchmischungen. Um nicht vollständig schutzlos der Witterung ausgeliefert zu sein, gruben die Gefangenen häufig bis zu ein Meter tiefe Erdlöcher [16].

2.3 Eintrag von Schadstoffen und bodenfremden Materialien
Beide Weltkriege verursachten flächenhafte Einträge von Schadstoffen und bodenfremden Materialien auf und in Böden. So sind in der Region um Ypern (Flandern) die Kupfergehalte im Oberboden auf einer Fläche von 625 km² statistisch signifikant um 6 mg/kg erhöht [17]; Grund hierfür sind die im 1. WK zerschollenen (Messing-) Munitionsreste. Bei detaillierteren Untersuchungen durch Meerschman et al. [18, 19] konnten hier in den intensiv umkämpften Gebieten der über die Jahre 1915–1917 relativ stabilen Frontlinie Kupfergehalte festgestellt werden, die z. T. ein Mehrfaches über dem Hintergrundwert liegen; gleiches gilt auch für das aus Geschossen stammende Schwermetall Blei.

In Flandern werden bis heute bei Feld- und Bauarbeiten pro Jahr rd. 200 T im Boden lagernde Geschosshülsen, Geschossreste und sonstiger „Weltkriegsschrott“ entdeckt und entsorgt; dasselbe gilt für viele Schlachtfelder in Nordfrankreich [20]. In Slowenien untersuchten Pirc & Budkovic [21] Teilgebiete der rd. 1.100 km² umfassenden, zwischen 1915 und 1918 umkämpften sog. Isonzo-(Soca)-Front. Neben korrodierten Metallresten aus Munitionsrückständen fanden sie da-

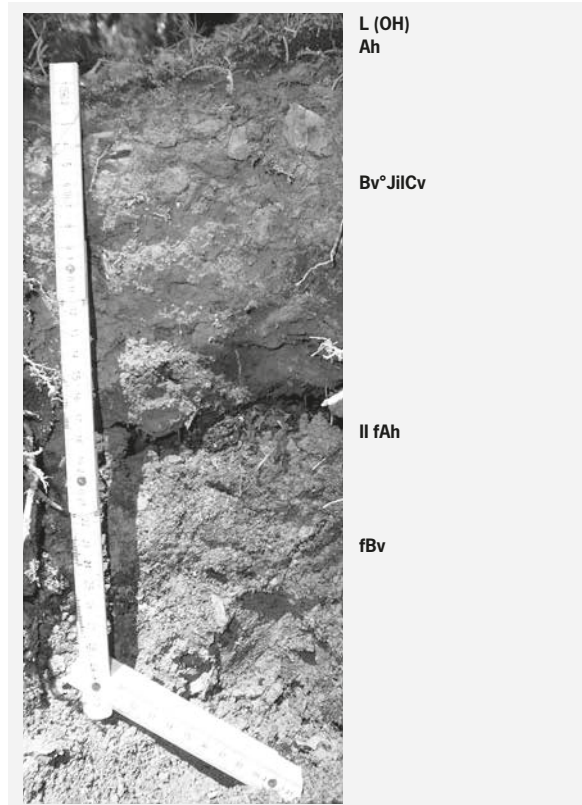


Abbildung 3
Regosol über fossilisierter Braunerde:
68 Jahre Bodenentwicklung am Rand eines Laufgrabens (Hürtgenwald, Nordrhein-Westfalen)

bei räumlich stark schwankend deutlich erhöhte Gehalte der Schwermetalle Antimon, Blei, Kupfer, Quecksilber und Zink.

Standortbezogen erfolgten z. T. erhebliche Schadstoffeinträge auf (teil-)zerstörten Industriebetrieben und deren Umfeld. Insbesondere im Bereich von Rüstungsaltslastverdachtsstandorten bzw. Rüstungsaltslasten ist die Kontamination von rüstungstypischen Stoffen (Sprengstoffe, Kampfstoffe, Brand-, Nebel-, Rauch- und Signalstoffe, Treib- und Zündmittel) zu erwarten bzw. nachgewiesen. Von den rd. 3.000 in Deutschland erfassten Rüstungsaltslastverdachtsstandorten liegt über die Hälfte in den vier Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz [1]. Bei der Sanierung von Deutschlands größtem Rüstungsaltslaststandort Stadtallendorf in Hessen (Gesamtfläche rd. 600 Hektar) wurden knapp 400.000 t kontaminiertes Bodenmaterial ausgehoben und z. T. im Untertageversatz entsorgt [22]; die Kosten beliefen sich hierbei bis 2006 auf insgesamt 167 Mio. EUR. Einen Überblick mit Stand 2004 über abgeschlossene und laufende Sanierungsprojekte bei Rüstungsaltslasten gibt [2].

Das heutige Nordrhein-Westfalen war mit fast der Hälfte aller geflogenen alliierten Luftangriffe am stärksten von Bombenangriffen betroffen, dies bedeutete eine abgeworfene Bombenlast von rd. 500.000 t. Die Zahl von Blindgängern wird zwischen 10 und 15 % angegeben, in Tonböden lagern diese bis in 10 m Tiefe. Dabei wurden und werden aus Bombenzerschellern und korrodierenden Bomben Schadstoffe (wie TNT) freigesetzt, die zu einer bis heute andauernden Kontamination des Bodens führen können.

Insgesamt fielen im und nach dem 2. WK über 1 Milliarde m³ Trümmerschutt in Deutschland an [23]. In Berlin betrug die Trümmerfläche beim Einmarsch der Russen 29 km² [12]; Forßbaum [24] bezeichnet die hier entstandenen Trümmerschuttberge als „Kriegsendmoranen“. In vielen kriegszerstörten Städten wurden Trümmerberge aufgehaldet, auf denen Bodenneubildungsprozesse unter den dort gegebenen Bedingungen einsetzten. Die heute typisch entwickelte Bodenform auf solchen häufig trockenen, karbonatreichen Standorten ist die Pararendzina aus Trümmerschutt. Auch verblieben große Mengen Bau- und Trümmerschutt im Untergrund der zerstörten Städte; hier ist dieser z. T. nicht als Fremdmaterial anzusprechen, sondern bildet das substratprägende Ausgangsgestein, auf denen sich (Stadt-) Böden entwickelt haben.

Damit einher gehen häufig z. T. deutlich über den Hintergrundgehalten naturnaher Böden liegende Schwermetall- und PAK-Gehalte, die heute flächenhaft in den urbanen Böden kriegszerstörter Städte und Regionen anzutreffen sind [25–27]. In diesen Böden hat der Krieg damit zu einer spezifischen chemischen Signatur geführt.

2.4 Zerstörung der Vegetationsschicht und thermische Einwirkungen

In Kampf- und Frontgebieten kam es durch Bombardierung, Artilleriebeschuss, Anlegen von Schusschneisen, Stellungsbau und dem Befahren von Militärfahrzeugen zur großflächigen Zerstörung der Vegetationsschicht, die auch zu ausgedehnten Offenbodenflächen geführt hat. Diese bestanden an den erstarrten Frontlinien der Westfront des 1. WK während des 4-jährigen Grabenkrieges oft über Monate, z. T. auch Jahre und führten u. a. zu Erosions- und Verschlammungsprozessen in den Böden.

In bewaldeten Gebieten führten einerseits Überhiebe zur Deckung des Holzbedarfs für den Stellungsbau, andererseits Reparationshiebe auch im Hinterland während und nach den Kriegen zu z. T. ausgedehnten Kahlfächen mit einhergehender Erosion, Humusabbau und Nährstoffauswaschung. Das Land Nordrhein-Westfalen war dabei nach dem 2. WK mit einem wiederaufzuforstenden Freiflächenanteil von 1.200 km² (rd. 15 % der Gesamtwaldfläche) am stärksten betroffen [28]. Hierbei war oftmals die nach heutigen Kenntnissen nicht standortangepasste Fichte die dominierende Baumart; Prozesse wie Bodenversauerung und Rohhumusbildung wurden hierdurch begünstigt.

Während des Krieges entfachte oder nachkriegszeitliche Waldbrände, häufig ausgelöst durch Blindgänger von Brandbomben und Phosphor-Granaten, führten zu z. T. großflächigen Waldbränden, die auf Grund mangelnder Löschausrüstung und der Minengefahr nicht wirksam bekämpft werden konnten. Allein in der Nordifel brannten in den späten 1940er Jahren 60 km² Wald ab [28]. Neben den bereits oben genannten Auswirkungen kommen bei Bränden die thermische Einwirkungen auf den Boden hinzu mit Folgen wie Humuszersetzung, Veränderung der Bodenminerale (z. B. Tonmineralveränderung/-zerstörung) und die Bildung von pyrogenem „black carbon“.

Auch Böden innerhalb stark bombardierter Städte waren von thermischen Einwirkungen betroffen. Durch die Flächenbombardierung mit Spreng- und Brandbomben entstanden durch den Kamineffekt sog. Feuerstürme mit Brandtemperaturen bis 2.000 °C. Diese Flächenbrände erreichten etwa in Hamburg eine Ausdehnung von 20, in Dresden von 15 und in Hannover von 9 km² [12].

2.5 Überschwemmungen

In beiden Weltkriegen wurde die Überschwemmung von Landoberflächen als strategisches Mittel der Kriegsführung eingesetzt. Durch die gezielte Überflutung der flandrischen Yserebene, ausgelöst durch das Öffnen von Meeresschleusen, wurde im Oktober 1914 der Vormarsch deutscher Truppen gestoppt und der Frontverlauf bis 1918 stabilisiert. Hier veränderte sich durch den langandauernden Überstau mit Meer- bzw. Brackwasser das Redoxmilieu im Boden, Sulfidbildung setzte ein und führte nach Trockenlegung zunächst zur Bildung saurer Sulfatböden.

In der Endphase des 2. WK wurden von deutschen Truppen Deiche und Dämme, z. B. an Oder, Niederrhein und Eifel-Rur, gesprengt, um durch die entstehenden, z. T. viele km² großen Überflutungsflächen den Vormarsch alliierter Streitkräfte aufzuhalten. Überschwemmungen wurden auch durch alliierte Bombardierungen von Talsperren-Staumauern (z. B. Möhne, Eder) mit verheerenden Auswirkungen im Unterlauf und damit einhergehenden katastrophalen Erosions- und Sedimentationsprozessen. Im rd. 100 km stromabwärts der Möhne-Staumauer gelegenen Essener Baldeneystausee der Ruhr wurde bei Sedimentuntersuchungen in den 1980er Jahren eine stark grobkörnige Sedimentschicht („Möhnelage“) erfasst. Diese konnte auf das 1943 ausgelöste Überschwemmungsergebnis nach Zerstörung der Staumauer zurückgeführt werden [29].

3. Fazit und Ausblick

Kriegsbeeinflusste Böden können grundsätzlich als „Archivböden“ eingestuft werden, da sie die katastrophalen Einwirkungen von Kriegen auf die Umwelt in ihrem jeweiligen historischen, aber auch technischen Kontext archivieren. Dies gilt auch für rekultivierte Kriegsböden, die in ihrer Besonderheit die Wiederinkultur nach den kriegerischen Ereignissen archivieren. Dabei sind die kriegsbeeinflussten Böden nicht nur als „Matrix“ zu sehen in der die Schlachtfeldarchäologie ihre Funde macht, sondern auch als eigenständiges Bodenarchiv. Es ist zu erwarten, dass durch das Zusammenwirken von Schlachtfeldarchäologie und einer bodenkundlichen Herangehensweise an die kriegsbeeinflussten Böden ein vertieftes Geschichtsverständnis ermöglicht wird.

An den kriegsbeeinflussten Böden kann in besonders drastischer Form aufgezeigt werden, zu welcher (Umwelt-) Zerstörung der Mensch fähig ist. Im Gegensatz zu der – nach menschlichem Zeitempfinden – oft schleichenden Bodendegradation und Versiegelung kann die Auseinandersetzung mit kriegsbeeinflussten Böden eindrucksvoll den katastrophalen Umgang des Menschen mit dem Boden, aber auch die zeitliche

Dimension von Regenerations- und Neubildungsprozessen deutlich machen.

Sowohl die im Text beschriebene Vielfalt von kriegsbedingten Einwirkungen auf Böden im 20. Jahrhundert, als auch deren nahezu ubiquitäres Auftreten in Mitteleuropa steht im Gegensatz zum aktuellen Forschungsstand: es liegen nach Kenntnis der Autoren jenseits der Schadstoffthematik insbesondere im deutschsprachigen kaum bodenkundliche Untersuchungen über kriegsbeeinflusste Böden vor.

Vor dem Hintergrund, dass sich 2014 der Beginn des 1. WK zum 100. Mal und der Beginn des 2. WK zum 75. Mal jährt und damit kriegsbezogene Themen eine hohe öffentliche und mediale Aufmerksamkeit erfahren dürften, bietet sich durch eine (wissenschaftliche) Aufarbeitung des Themas „kriegsbeeinflusste Böden“ auch die Chance für eine verstärkte Bodenbewusstseinsbildung. Dieser Aufgabe stellt sich der BVB-Fachausschuss „Kriegsbeeinflusste Böden“, der im Jahr 2012 neu gegründet wurde.

Danksagung

Wir danken Herrn Dr. N. Feldwisch (Bergisch-Gladbach), PD Dr. S. Harnischmacher (Marburg), Dr. G. Milbert (Krefeld) und Prof. J. Schulte (Hameln) für ihre Unterstützung und die Bereitstellung von Informationen.

Diese Publikation ist Dr. Diethard E. Meyer zum 75. Geburtstag gewidmet.

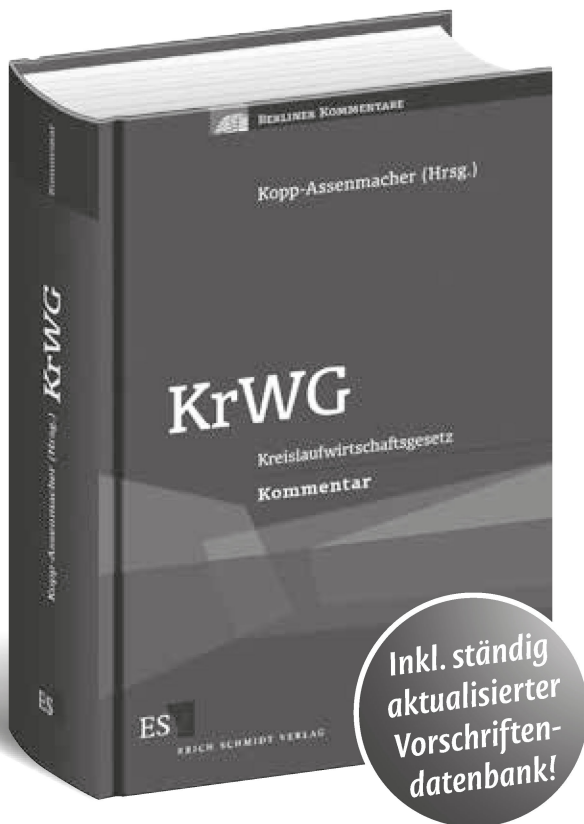
Literatur

- [1] Marose, U. & J. Thieme (2004): Bearbeitungsstand der Rüstungsaltslastverdachtsstandorte in den Ländern. *altlasten spektrum* 1/2004, S. 16–22.
- [2] Michel, J., T. Track & W. Koch (2004): Bestandsaufnahme 15 Jahre Rüstungsaltslasten – Sanierungsstandorte und Strategien zur Bodensanierung. *altlasten spektrum* 4/2004, S. 214–219.
- [3] Militärgeschichtliches Forschungsamt (1979): Das Deutsche Reich und der Zweite Weltkrieg. Bd.1: Ursachen und Voraussetzungen der deutschen Kriegspolitik. 764 S.
- [4] Länderrat des Amerikanischen Besatzungsgebiets [Hrsg.] (1949): Statistisches Handbuch von Deutschland 1928 – 1944. 640 S.
- [5] Aereboe, F. (1927): Der Einfluss des Krieges auf die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland. *Wirtschafts- und Sozialgeschichte des Weltkrieges*. Stuttgart, 233 S.
- [6] Kaiserliches Statistisches Amt [Hrsg.] (1920): Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. 387 S.
- [7] Hupy, J. P., J. Randall & J. Schaeztl (2006): Introducing “Bomburbation”, a singular type of soil disturbance and mixing. *Soil Science* 171/11, S. 823–836.
- [8] Hupy, J. P. & R. J. Schaeztl (2008): Soil development on the WW1 battlefield of Verdun, France. *Geoderma* 145, S. 37–49.
- [9] Prentiss, A. M. (1937): Chemicals in war. A treatise on chemical warfare. New York, 739 S.
- [10] Rose, E. P. F. (2005): Impact of military activities on local and regional geologic conditions. In: Geological Society of America [Hrsg.], *Reviews in Engineering Geology*, Volume XVI, S. 51–66.
- [11] Burgdorff, S. & Ch. Habbe [Hrsg.] (2003): Als Feuer vom Himmel fiel. Der Bombenkrieg in Deutschland. 253 S.
- [12] Hohn, U. (1991): Die Zerstörung deutscher Städte im Zweiten Weltkrieg. Dortmund, 375 S.
- [13] Ingenieurbüro Feldwisch (2009): Digitale Bodenzustandskarten für die Stadt Mönchengladbach. 71 S. + Kartenanhang, unveröff.
- [14] De Groot, G. J. (2001): The First World War. 225 S.
- [15] Wegener, W. (2007): Schlachtfelder des 2. Weltkrieges – eine neue Herausforderung für die Bodendenkmalpflege. In: Kunow, J. [Hrsg.]: *Archäologie im Rheinland 2007*. Stuttgart, S. 178–181.
- [16] Gechter, M., J. Obladen-Kauder, P. Tutlies, U. Ullrich-Wick und W. Wegener (2010): Archäologie des Zweiten Weltkriegs im Rheinland – ein Überblick. In: Otten, T. [Hrsg.]: *Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen*, Bd. 9, S. 302–307.
- [17] Van Meirvenne, M., T. Meilit, S. Verstraete, M. de Boever & F. Tack (2008): Could shelling in the First World War have increased copper concentrations in the soil around Ypres? *European Journal of Soil Science* 59, S. 372–379.
- [18] Meerschman, E., L. Cockx, M.M. Islam, F. Meeuws & M. van Meirvenne (2010): Geostatistical assessment of the impact of World War I on the spatial occurrence of soil heavy metals. *AMBIO* 40(4), S. 417–424.
- [19] Meerschman, E., L. Cockx, & M. van Meirvenne (2011): A geostatistical two-phase sampling strategy to map soil heavy metal concentrations in a former war zone. *European Journal of Soil Science* 62, S. 408–416.
- [20] <http://www.wegedererinnerung-nordfrankreich.com/die-hintergruende-verstehen/der-wiederaufbau/die-landschaft-der-schlachtfelder-im-jahr-1918.html> – abgerufen am 7.3.2013.
- [21] Pirc, S. & T. Budkovic (1996): Remains of World War I Geochemical Pollution in the Landscape. In: Richardson, M. [Hrsg.]: *Environmental Xenobiotics*, S. 375–418.
- [22] Schmitz, H.-J. (2010): Boden gut gemacht. 20 Jahre HIM-ASG – 20 Jahre Altlastensanierung in Hessen. *TerraTech* 3/2010, S. 10–12.
- [23] Die Welt vom 7. Mai 2005: Deutschland – die Bilanz zur Stunde Null.
- [24] Forßbohm, U. (2011): Kriegs-End-Moränen. Zum Denkmalwert der Trümmerberge in Berlin. *Graue Reihe des Instituts für Stadt- und Regionalplanung TU Berlin*, 97 S.
- [25] Smettan, U. & B. Mekiffer (1996): Kontamination von Trümmer-schuttböden mit PAK. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 159, S.169–175.
- [26] Gras, B., C. Jaeger & S. Sievers (2000): Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Oberböden Hamburgs. *Z. Umweltchem. Ökotox.* 12 (2), S. 75–82.
- [27] Neite, H., J. Leisner-Saaber & G. Krüger (2008): Bodenbelastungskarte des Ruhrgebietes. *Z. Bodenschutz* 2/08, S. 55–58.
- [28] Schulte, A. (2003): Wald in Nordrhein-Westfalen. 2 Bände, 1056 S.
- [29] Neumann-Mahlkau, P. & H. T. Niehaus, (1984): Anthropogenic effects on sedimentary facies in Lake Baldeney, West Germany. *Environmental Geology*, Vol. 5, No. 4, S. 169–176.

Anschriften der Autoren

Dr. Bernd Steinweg (Dipl.-Geogr.)
Stadt Mönchengladbach
Rathaus Rheydt, Untere Bodenschutzbehörde
41050 Mönchengladbach
bernd.steinweg@moenchengladbach.de
Dr. Michael Kerth (Dipl.-Geol.)
Dr. Kerth + Lampe Geo-Infometric GmbH
Walter-Broker-Ring 17, 32756 Detmold
m.kerth@dr-kerth-lampe.de

Damit alles rund läuft



Das am 01. Juni 2012 in Kraft getretene **Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)** setzt die europäische Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) in deutsches Recht um und modernisiert auch darüberhinaus umfassend das bisher geltende KrW-/AbfG. Für alle, die sich mit „Abfallwirtschaft“ befassen, sind damit zahlreiche Änderungen und Neuerungen verbunden.

Ob zur Abfalleigenschaft eines Stoffes, zur gewerblichen Sammlung von Abfällen aus privaten Haushalten oder zu den neuen Anzeige- und Erlaubnispflichten für den Umgang mit Abfällen – bei Fragen greifen Sie einfach gelassen auf den neuen **Berliner Kommentar KrWG** zurück.

Er vermittelt Ihnen **das neue Recht** und stellt **die wesentlichen Änderungen** im neuen KrWG einschließlich ihrer praktischen Bedeutung für die kommunale wie private Abfallwirtschaft dar – inklusive **aktueller Fälle** aus der einschlägigen Rechtsprechung.

Praktisch: Profitieren Sie zusätzlich von unserer umfangreichen, ständig aktualisierten **Datenbank mit wichtigen abfallrechtlichen Vorschriften** der EU, des Bundes und der Länder. Zu Vergleichszwecken bleiben auch frühere Versionen recherchierbar und können komfortabel mit aktuellen Vorschriften verglichen werden. So sehen Sie auf einen Blick, was sich geändert hat.

Kostenfrei aus dem deutschen Festnetz
bestellen: 0800 25 00 850

Weitere Informationen:

 www.ESV.info/978-3-503-12493-0

KrWG

Kreislaufwirtschaftsgesetz Kommentar

Herausgegeben von RA **Stefan Kopp-Assemacher**
Bearbeitet von Richter am OVG **Dr. Christof Berthold**,
RAin **Dr. Angela Dageförde**, RAin **Dr. Bettina Enderle**,
RA **Ludolf Ernst**, **Tim Hahn**, RA **Stefan Kopp-Assemacher**,
RA **Dr. Marcus Lau**, RA **Alexander Ockenfels**,
RA **Michael Scheier**, RAin **Dr. Julia-Pia Schütze**,
RAin **Anemon Strohmeyer**

In Vorbereitung für 3. Quartal 2013, inkl. Online-Zugang
zu abfallrechtlicher Vorschriftendatenbank, fester Einband,
Preis folgt, ISBN 978-3-503-12493-0

Berliner Kommentare

ERICH SCHMIDT VERLAG
Auf Wissen vertrauen

Bestellungen bitte an den Buchhandel oder: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG · Genthiner Str. 30 G · 10785 Berlin
Tel. (030) 25 00 85-265 · Fax (030) 25 00 85-275 · ESV@ESVmedien.de · www.ESV.info

