

Sind historische Meilerplatten ‚hot spots‘ für die Bodenfauna in Buchenwäldern?

Are Historic Charcoal Kilns Hot Spots for the Soil Fauna in Beech Forests?

MARC JABIN, ELSA GUILHERME & WERNER TOPP

Zusammenfassung: In den deutschen Mittelgebirgen sind zahlreiche Meilerplatten zu finden, die zur Verkohlung von Buchenholz überwiegend im 19. Jahrhundert angelegt wurden. Wir untersuchten historische Meilerplatten im Waldgebiet des Kermeter im Nationalpark Eifel sowie im Westerwald hinsichtlich ihrer bodenchemischen und bodenbiologischen Eigenschaften. Diese Meilerplatten wurden vermutlich letztmalig Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts genutzt. Die Böden von Meilerplatten sind durch einen erhöhten Anteil an organischem Kohlenstoff (C_{org}) gekennzeichnet, der sich in Locker-Braunerden (Lacher-See-Tephra) bis zu einer Tiefe von 40 cm nachweisen ließ. Zudem war im Vergleich zum A_h -Horizont des umgebenden Waldbodens der Gehalt an zweiwertigen basischen Kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+}) erhöht und der Gehalt an toxisch wirkenden Al^{3+} -Ionen erniedrigt. Bodenarthropoden, die durch ein Kalkskelett charakterisiert sind (d.h. Isopoda, Diplopoda), waren auf den Meilerplatten signifikant häufiger als auf dem angrenzenden Waldboden. Dies könnte bedeuten, dass für diese Tiergruppen der Kalziumgehalt im Oberboden limitierend wirkt. Die beiden Asseln *Trichoniscus pusillus* und *Oniscus asellus* sowie die beiden Tausendfüßer *Allainulus nitidus* und *Glomeris marginata* waren auf den Meilerplatten besonders zahlreich. Das Verteilungsmuster der Käfer wurde hinsichtlich Besiedlungsdichte und Artenzahl nicht durch die Meilerplatten beeinflusst. In der Laubstreu beider Habitate überwogen die Arten *Geostiba circellaris*, *Acrotrichis intermedia*, *Nargus wilkini*, *Barypeithes araneiformis* und *Anthobium atrocephalum*.

Schlüsselwörter: Meilerplatten, Bodenchemie, Asseln, Tausendfüßer, Käfer

Summary: In low mountain ranges of Germany numerous kiln areas can still be seen today. Charcoal burning of beech wood had been an important basis for the iron industry, especially during the 19th century. We investigated soil chemical and biological properties of kiln areas in the Kermeter area in Eifel National Park and in the Westerwald. Kiln areas are characterized by a high organic carbon content (C_{org}), which could be proved into a depth of 40 cm in dystric cambisols from Laacher See tephra. The amount of basic cations (Ca^{2+} , Mg^{2+}) was significantly higher and the amount of toxic Al^{3+} ions significantly lower in soils on kiln areas when compared to soils of the surrounding forest floor. Soil arthropods, which are characterized by a calciferous exoskeleton (i.e. Isopoda, Diplopoda), were significantly more common on kiln areas than on the surrounding forest floor. The increased numbers on kiln areas were mostly due to the isopods *Trichoniscus pusillus* and *Oniscus asellus* and the diplopods *Allainulus nitidus* and *Glomeris marginata*. The distribution pattern of beetles, in respect to species number and density, was not changed on kiln areas. In both habitats the species *Geostiba circellaris*, *Acrotrichis intermedia*, *Nargus wilkini*, *Barypeithes araneiformis* and *Anthobium atrocephalum* were most common.

Keywords: kiln area, soil chemistry, woodlice, millipedes, beetles

1. Einleitung

Die Mischwälder der Mittelgebirge, in denen Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) dominieren, waren seit dem ausgehenden Mittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts ergiebige Areale für die Köhlerei. So sind im Bergischen Land, im Sauerland, im Westerwald und in der Eifel zahlreiche Meilerplatten nachgewiesen worden, auf denen Buchenholz verkohlt wurde. Die Anzahl der Meilerplatten war in der Nähe von Eisenhütten besonders groß. Im Zentralgebiet des Waldgebiets Kermeter im Nationalpark Eifel, der im unmittelbaren Einzugsbereich der bedeutenden, im Jahre 1486 gegründeten Eisenhütte Gemünd lag, konnten 1 048 Meilerplätze für ein rund 2 400 ha großes Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden (ZEBEDIES & MARX 1986). Dies entspricht einer Dichte von 0,44 Meilerplatten/ha oder bei einer durchschnittlichen Größe eines Meilers von 60 m² etwa einer Gesamtfläche von 6,3 ha (M. RÖÖS, schriftl. Mitteilung). Da bei der oben genannten Meilererfassung zahlreiche Steilhangbereiche und dichte Jungwälder ausgeschlossen wurden, ist für den Kermeter von einer noch höheren Meilerdichte auszugehen.

In der borealen Region gehört Feuer zu den bedeutenden Störgrößen in Waldökosystemen. In Skandinavien kann man zum Beispiel Waldbrände durch Blitzeinschlag in einem Zyklus von 50-100 Jahren erwarten (ZACKRISSON 1977). Asche, die sich nach einem Waldbrand auf der Bodenoberfläche ablagert, ist reich an basischen Kationen und erhöht somit den pH-Wert des Oberbodens (KUTIEL & SHAVIV 1992). Bei Waldbränden entsteht außerdem Holzkohle. Diese verbessert aufgrund ihrer Adsorptionsfähigkeit von Phenolverbindungen die Wiederbegrünung unmittelbar nach dem Feuer (WARDLE et al. 1998). Holzkohle hat außerdem eine hohe Affinität zu basischen Kationen und kann damit zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit beitragen (OGUNTUNDE et al. 2004; TOPOLICANTZ et al. 2005). In Böden, die nach Wald-

bränden mit Holzkohle angereichert waren, ist ein erhöhter Gehalt an Pflanzen verfügbaren basischen Kationen sogar noch mehrere Dekaden danach nachweisbar (BÉLANGER et al. 2004). Basische Kationen beeinflussen auch die Besiedlung durch Bodenarthropoden. So ist in reich strukturierten Urwäldern die Besiedlungsdichte von Asseln (Isopoda) und Tausendfüßern (Diplopoda) mit den Gehalten an basischen Kationen korreliert (TOPP et al. 2006).

Wir untersuchten Meilerplätze im Kermeter in der Eifel und im Westerwald, die überwiegend vor 100 bis 150 Jahren zum letzten Mal genutzt worden sein dürften, bezüglich ihrer bodenchemischen und bodenbiologischen Eigenschaften und überprüften folgende Hypothesen:

1. Historische Meilerplätze unterscheiden sich in ihren bodenchemischen Eigenschaften von ihrer unmittelbaren Umgebung, auf der keine Holzverkohlungen stattgefunden hat.
2. Die bodenchemischen Eigenschaften der historischen Meilerplätze wirken sich auf die Zusammensetzung der Bodenfauna aus. Meilerplätze bilden Konzentrationsstellen für die Bodenfauna der Buchenwälder.

2. Material und Methoden

2.1. Standorte

Für die Untersuchungen wurden zwei Gebiete ausgewählt. Hierbei handelte es sich um Buchen-Eichenmischwälder im Kermeter im Nationalpark Eifel (Nationalparkforstamt Eifel, Abb. 1) und um einen autochthonen Buchenwald im Naturpark Nassau (Forstamt Neuhäusel).

2.2. Probennahme und Auswertung

Im April und Mai 2005 wurden im Kermeter im Nationalpark Eifel Meilerplätze (n = 10) sowie Vergleichsflächen (n = 10) untersucht,

wobei Meilerplätze einen Mindestabstand von 20 m zu Vergleichsflächen aufwiesen. Alle untersuchten Meilerplätze waren süd exponiert und wiesen eine Mindestentfernung von 20 m zum nächsten Weg auf. Insgesamt wurden 40 Streu- und 40 Bodenproben entnommen.

Die Entnahme der Streuauflage erfolgte mit einem Stechrahmen (300 cm²) bis zum A_h-Horizont. Der Arthropodenaustrieb aus der Laubstreu wurde modifiziert nach TULLGREN (1918) durchgeführt. Die Bestimmung der Käfer erfolgte nach FREUDE et al. (1964-2005), die der Asseln nach GRUNER (1966) und die der Tausendfüßer nach SCHUBART (1934) und HANNEMANN et al. (1992). Für die Bestimmung der Hundert-

füßer wurden die Bestimmungsschlüssel von EASON (1982) und ROSENBERG (1988/89) verwendet.

Für die Untersuchung der bodenchemischen Parameter wurde der Oberboden (A_h-Horizont) bis in eine Tiefe von etwa 10 cm entnommen und anschließend gesiebt (< 2 mm; Feinerde). Zusätzlich wurden für die Bestimmung der maximalen Wasserhaltekapazität ungestörte Bodenproben aus dem A_h-Horizont entnommen. Die Messung des pH-Wertes erfolgte nach SCHLICHTING & BLUME (1995) an originalfeuchter Erde in 1 M KCl. Die Bestimmung des organischen Kohlenstoffes (C_{org}) wurde mit Hilfe eines TOC-Analysators (Total Organic Carbon) durchgeführt. Der Gehalt an Gesamtstickstoff im Oberboden wurde nach Kjeldahl bestimmt. Die Bestimmung der Pflanzen verfügbaren, austauschbaren Kationen (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺) erfolgte über Extraktion mit 1 M Ammonium-Nitrat-Lösung und anschließender Messung in einem Atomabsorptions-Spektrometer (ZEIEN & BRÜMMER 1989). Der Gehalt an austauschbarem Phosphat-P wurde kalorimetrisch nach der Vanadatmethode (STUEBING & FANGMEYER 1992) bestimmt. Der Aluminium-Ionen-Gehalt wurde reflektrometrisch mit einem Schnelltest der Firma Merck gemessen.

Die Untersuchung von Tiefenprofilen wurde im Westerwald durchgeführt. Hierzu wurden im Zentrum eines ausgewählten Meilerplatzes sowie auf einer Vergleichsfläche in 20 m Entfernung vom Meilerzentrum Bodenproben (300 cm³) in 5 cm-Schritten entnommen. Die Bodenproben wurden gesiebt (< 2 mm) und das auf dem Sieb verbleibende Bodenskelett (> 2 mm) gewaschen. Aus dem gewaschenen und anschließend getrockneten Bodenskelett wurden die Kohlenstücke ausgelesen. Die bodenchemischen Analysen (pH-Wert, C_{org}, basische Kationen) der Proben aus den Tiefenprofilen wurden nach den oben genannten Methoden durchgeführt.

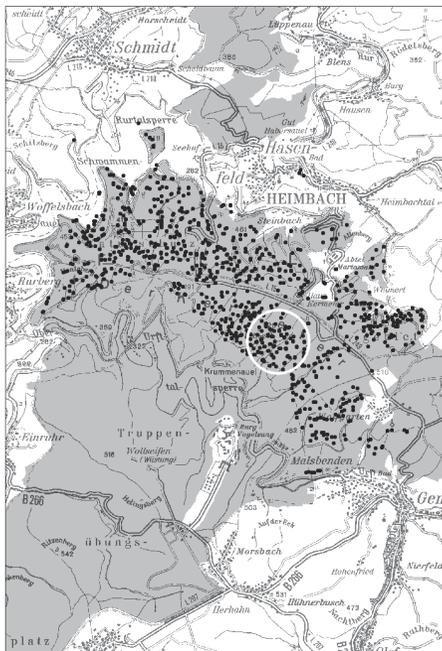


Abb. 1: Meilerplätze (•) im Waldgebiet Kermeter im Nationalpark Eifel (Nordrhein-Westfalen). Das Untersuchungsgebiet ist durch einen weißen Kreis gekennzeichnet (Quelle: Nationalparkforstamt Eifel).

Fig. 1: Kiln areas (•) in the Kermeter in Eifel National Park (North Rhine-Westphalia). The study area is characterized by a white circle (Source: Nationalparkforstamt Eifel).

2.3. Datenanalyse

Der überwiegende Teil der Daten war nicht normalverteilt, so dass bei paarweisem Vergleich von Meiler- und Kontrollflächen (Mann-Whitney-U-Test) der Median \pm Medianabweichung (MAD) berechnet wurde. In den Monaten April und Mai untersuchten wir dieselben Meilerplätze. Da Proben von denselben Meilerplätzen statistisch nicht unabhängig voneinander sind, wurden die Ergebnisse addiert und auf Flächen von 600 cm² bezogen (Arthropoden) oder Mittelwerte berechnet (Bodenchemie).

Der C_{org}-Gehalt der Meilerplätze ergibt sich aus der Addition des im TOC gemessenen Gehalts an C_{org} (< 2 mm) und dem Gewicht der Kohlenstücke > 2 mm. Der Kohlengehalt (%) wurde aus der Differenz der C_{org}-Gehalte von Meilerplätzen und Kontrollflächen bestimmt.

Mögliche Zusammenhänge zwischen Kohlengehalt und bodenchemischen Parametern sowie zwischen der Bodenfauna und der Menge der Laubstreu wurden durch nichtparametrische Spearman-Rangkorrelationen berechnet.

3. Ergebnisse

Historische Meilerplätze sind durch ihre horizontale Ausrichtung im Gelände leicht zu erkennen (Abb. 2). Die im Kermeter untersuchten Meilerplatten haben eine maximale Längsausdehnung von 7-16 m, die Flächen liegen zwischen 42 und 176 m².

Die Holzkohleschichten der Meilerplatten waren durch ihre schwarze Verfärbung leicht erkennlich und zeigten eine distinkte Untergrenze. Bei einem ausgewählten Tiefenprofil in einer Locker-Braunerde (Westerwald) lag diese Untergrenze bei 40 cm (Abb. 3). Der erhöhte



Abb. 2: Meilerplatte im Kermeter (Nationalpark Eifel). Meilerplatten sind durch ihre horizontale Ausrichtung gekennzeichnet.

Fig. 2: Kiln area in the Kermeter forest (Eifel National Park). Kiln areas are characterized by their plane structure.

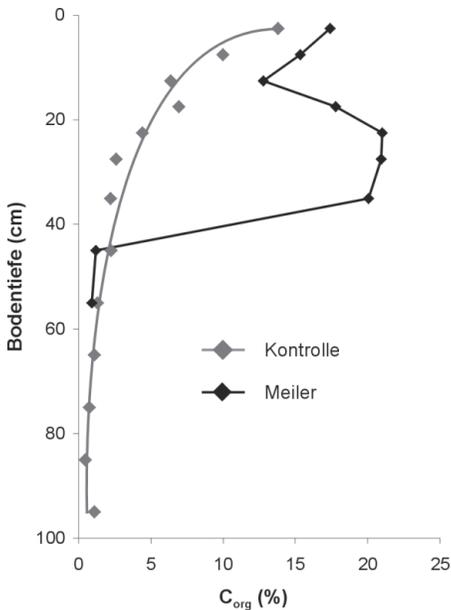


Abb. 3: Tiefenprofil des organischen Kohlenstoffs (%) auf einer Meilerplatte und einer Kontrollfläche einer Locker-Braunerde aus Laacher-See-Tephra (Westerwald) bis zu einer Tiefe von 1 m.

Fig. 3: Total organic carbon profile (%) to 1-meter depth under secondary forest regrowth in a beech forest stocking on dystric cambisol from Laacher See tephra on a kiln area and on a control area.

organische Anteil im Boden einer Meilerplatte wurde im Vergleich zur Kontrollfläche überwiegend durch unzersetzten Kohlenstaub sowie Kohlenstücke > 2 mm hervorgerufen. In dem dargestellten Beispiel wird deutlich, dass der C_{org}-Anteil im Vergleich zur Kontrollfläche in den obersten 15 cm gleichmäßig um etwa 6 % erhöht war. In einer Tiefe von 20-40 cm kam es zu einer zusätzlichen Anreicherung von C_{org}, die bis zu 19 % betragen konnte. Kohlenstücke sind in Abbildung 3 berücksichtigt und machten etwa 1 % des C_{org}-Anteils aus. Im Oberboden (0-10 cm) traten zusätzlich signifikante Unterschiede zwischen Meilerplatten und Kontrollflächen im pH-Wert, in den Gehalten an Pflanzen verfügbaren zweiwertigen basischen Kationen und im Gehalt an toxischen Al³⁺-Ionen auf (Tab. 1). Zweiseitige basische Kationen und pH-Wert waren auf den Meilerplatten erhöht, der Gehalt an Al³⁺-Ionen erniedrigt. Die maximale Wasserhaltekapazität, die Konzentration des Gesamtstickstoffs (N_t), die Gehalte an K⁺-Ionen sowie Phosphat-P waren zwischen Meilerplatten und Umgebung nicht signifikant verschieden. Der pH-Wert, Ca²⁺- und Mg²⁺-Gehalte waren mit dem Kohlengehalt positiv korreliert. Dies galt nicht für den K⁺-Gehalt (Abb. 4).

Tab. 1: Bodenchemische Kenngrößen ausgewählter Meilerplatten (n = 10) und Kontrollflächen (n = 10) im Kermeter (Nationalpark Eifel, Nordrhein-Westfalen). Dargestellt sind Median und Medianabweichung. Signifikante Unterschiede (p < 0,01; Mann-Whitney-U-Test) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.

Table 1: Soil chemical parameters of selected kilns (n = 10; Meiler) and control areas (n = 10; Kontrolle) in the Kermeter forest (Eifel National Park, North Rhine-Westphalia). Presented are median and median absolute deviation. Different letters represent significant differences between sites (p < 0.01; Mann-Whitney-U-Test).

	Meiler	Kontrolle
pH [1 M KCl]	4,4 ± 0,2 ^b	3,7 ± 0,7 ^a
WHK _{max} [%]	63,5 ± 1,6 ^a	61,9 ± 2,0 ^a
C _{org} [%]	28,4 ± 1,5 ^b	17,1 ± 11,3 ^a
N _t [g/kg]	8,7 ± 0,9 ^a	8,5 ± 1,0 ^a
Ca ²⁺ [mg/kg]	3798,8 ± 651,3 ^b	1850,0 ± 1948,8 ^a
Mg ²⁺ [mg/kg]	937,5 ± 162,5 ^b	625,0 ± 312,5 ^a
K ⁺ [mg/kg]	262,1 ± 64,8 ^a	219,0 ± 43,1 ^a
Phosphat-P [mg/kg]	87,9 ± 20,6 ^a	111,7 ± 23,8 ^a
Al ³⁺ [mg/kg]	118,1 ± 14,3 ^a	196,3 ± 78,2 ^b

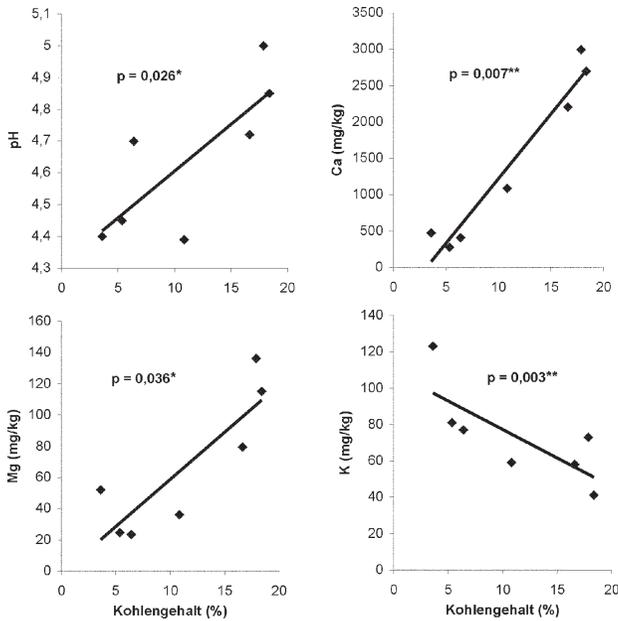


Abb. 4: Beziehung zwischen Kohlengehalt und ausgewählten bodenchemischen Kenngrößen auf Meilerplatten. Signifikante Zusammenhänge (Spearman-Rang-Korrelation) sind gekennzeichnet: $p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$.

Fig. 4: Relationship between charcoal content (Kohlengehalt) and different soil properties in kiln areas. Significant correlations (Spearman Rank Correlation) are marked: $p < 0.05 = *$, $p < 0.01 = **$.

Die Käferfauna der Meilerplatten war von der Fauna der umgebenden Flächen nicht verschieden. Dies betraf sowohl die durchschnittliche Besiedlungsdichte (Tab. 2) als auch die durchschnittliche Artenzahl. Zu den fünf häufigsten Käferarten von Meilern und Kontrollflächen, wenn auch in unterschiedlicher Rangordnung, gehörten *Sipalia circellaris* (Gravenhorst, 1806), *Acrotrichis intermedia* (Gillmeister, 1845), *Nargus wilkimi* (Spence, 1815), *Barypeitbes araneiformis* (Schränk, 1781) und *Anthobium atroce-*

phalum (Gyllenhal, 1827). Für das Verteilungsmuster der Käfer (Coleoptera, Imagines und Larven) schien die Streumenge von größerer Bedeutung zu sein (Abb. 5) als die verschiedenen bodenchemischen Eigenschaften der untersuchten Flächen.

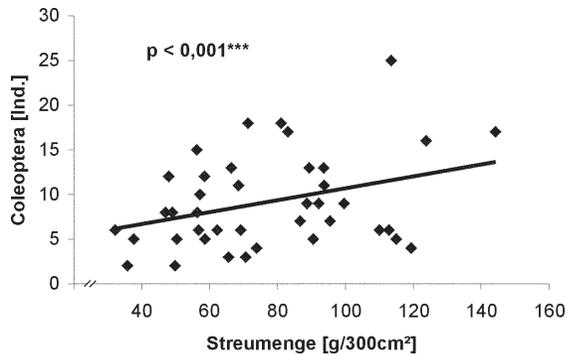
Asseln (Isopoda) und Doppelfüßer (Diplopoda), die ein Kalkskelett besitzen, waren auf den Meilerplatten zahlreicher vertreten ($p < 0,05$; Mann-Whitney-U-Test) als in den Kontrollflächen der Umgebung. Die Abun-

Tab. 2: Anzahl der erfassten Individuen und Besiedlungsdichten häufiger Makroarthropoden im Kermeter (Nationalpark Eifel, Nordrhein-Westfalen) auf Meilerplatten und in Kontrollflächen.
Table 2: Number of individuals collected and density of macro-arthropods (individuals per m^2) in the Kermeter forest (Eifel National Park, North Rhine-Westphalia). Densities are given for sites on kilns (Meiler) and control areas (Kontrolle).

	Meiler		Kontrolle	
	Individuen	Individuen/ m^2	Individuen	Individuen/ m^2
Araneida	70	112	66	106
Pseudoscorpionida	26	42	31	50
Isopoda	102	163	37	59
Chilopoda	71	114	94	150
Diplopoda	42	67	14	22
Coleoptera-Adulti	96	154	101	162
Coleoptera-Larvae	77	123	91	146

Abb. 5: Beziehung zwischen Streumenge (Trockengewicht) und Käfer-Abundanz (Adulte und Larven) auf Meilerplatten. Signifikanter Zusammenhang (Spearman-Rang-Korrelation) ist gekennzeichnet: $p < 0,001 = ***$.

Fig. 5: Relationship between litter dry weight (Streumenge) and number of beetles (adults and juveniles) in kiln areas. Significant correlation (Spearman Rank Correlation) is marked: $p < 0.001 = ***$.



dansen auf den Meilerplatten waren besonders auf die beiden Asselearten *Trichoniscus pusillus* Brandt, 1933 und *Oniscus asellus* Linnaeus, 1758 sowie auf die beiden Doppelfüßerarten *Allanulus nitidus* (Verhoeff, 1891) und *Glomeris marginata* (Villers, 1789) zurückzuführen. Die Biomasse von Isopoda und Diplopoda lag auf den Meilerplatten bei 2766 mg/m² und auf den Kontrollflächen bei 633 mg/m².

Hundertfüßer (Chilopoda) waren tendenziell ($p < 0,1$) auf den Kontrollflächen zahlreicher. Die häufigsten Arten waren *Brachygeophilus truncorum* (Bergsøe & Meinert, 1866) und *Strigamia acuminata* (Leach, 1815) (Geophilomorpha) sowie *Lithobius microps* Meinert, 1868 und *L. tricuspis* Meinert, 1872 (Lithobiomorpha). Alle weiteren Tiergruppen besiedelten Meilerplatten und Umgebung in vergleichbarer Dichte (Tab. 2).

4. Diskussion

In den letzten Jahrzehnten haben sich durch atmosphärische Stoffeinträge der pH-Wert des Bodens und das Verhältnis von basischen Kationen zu Aluminium deutlich verringert. Dies führte in Nordrhein-Westfalen in fast allen im Rahmen von Bodenzustandserhebungen untersuchten 500 Waldstandorten zu deutlichen Überschreitungen der kritischen Belastungsgrenzen für Säureinträge durch die potentielle Säuredeposition (GEHRMANN et al. 2003). Atmosphärische Stoffeinträge sind nicht auf Nordrhein-Westfalen und Europa

begrenzt. Detaillierte Analysen liegen auch aus den USA vor. Vergleiche zwischen Bodenproben, die in Pennsylvania 1967 entnommen und archiviert wurden, mit solchen, die 1997 dem Freiland entnommen wurden, ergaben hoch signifikante Abnahmen des pH-Wertes sowie der Ca- und Mg-Gehalte. So kam es zu einer Abnahme des pH-Wertes von $3,8 \pm 0,7$ (Mittelwert \pm Standardabweichung) auf $2,9 \pm 0,2$; die Aluminiumgehalte dieser Böden hatten signifikant zugenommen (BAILEY et al. 2005).

Mit Holzkohle angereicherte Meilerplätze werden durch atmosphärische Deposition offenbar weniger deutlich beeinflusst. Holzkohle, nicht aber Asche, hat die Fähigkeit, Nährstoffe langfristig zu adsorbieren und ermöglicht auch bei starken Niederschlägen ihre Retention. Zusätzlich bildet Holzkohle organo-mineralische Komplexe (GLASER et al. 2002). Somit stellt Holzkohle eine chemisch besonders stabile Komponente des organischen Stoffanteils in Böden (SOM) dar. Holzkohle aus Waldbränden lässt sich noch nachweisen, wenn diese mehrere tausend Jahre zurückliegen. In mehreren Untersuchungen (außerhalb von Meilerplätzen) zeigte eine tief-schwarze Bodenfärbung mit dem Anteil an verkohltem organischen Stoffen eine enge Korrelation (SCHMIDT & NOACK 2000; GLASER et al. 2001).

Die Fauna der Waldstreu wird durch Strukturelemente auf der Bodenoberfläche beeinflusst. So werden totholznahe Streulagen von

fast allen Tiergruppen der Bodenmakrofauna stärker besiedelt als Streulagen, die entfernt vom Totholz auftreten. Diese Unterschiede können durch die besonderen mikroklimatischen Bedingungen von Temperatur und Feuchtigkeit hervorgerufen werden. So war der Einfluss von Totholz auf eine erhöhte Arthropodendichte dann besonders ausgeprägt, wenn die mikroklimatischen Unterschiede zu den entfernt vom Totholz liegenden Flächen deutlich ausgebildet waren (JABIN et al. 2004; JABIN & TOPP 2004). Andererseits gab es Zusammenhänge von Bodenarthropoden mit den Gehalten an Makronährstoffen im Oberboden (TOPP et al. 2006). Die signifikant höhere Anzahl von Bodentieren mit Kalkskelett (Diplopoda und Isopoda) auf den Meilerplatten lässt eine Abhängigkeit vom Kalziumgehalt vermuten. Für diese Tiergruppen könnte der Kalkgehalt im Oberboden limitierend sein. Die Korrelation der Käfer (Imagines und Larven) mit der Streumenge weist im Gegensatz zu den Bodentieren mit verkalktem Exoskelett auf eine ausgeprägte Temperatur- und Feuchtigkeitsabhängigkeit hin.

Danksagung

Herrn Dr. MICHAEL RÖÖS und Herrn Dr. HANS-JOACHIM SPORS (Nationalparkforstamt Eifel) danken wir für die freundliche Unterstützung bei der Versuchsplanung und der Standortauswahl sowie für wertvolle Hinweise zum Manuskript.

Literatur

- BAILEY, S.W., HORSLEY, S.B., & LONG, R.P. (2005): Thirty years of change in forest soils of the Allegheny Plateau, Pennsylvania. *Soil Science Society of America Journal* 69: 681-690.
- BÉLANGER, N., CÔTE, B., FYLES, J.W., COURCHESNE, F., & HENDERSHOT, W.H. (2004): Forest regrowth as the controlling factor of soil nutrient availability 75 years after fire in a deciduous forest of Southern Quebec. *Plant and Soil* 262: 363-372.
- EASON, E.H. (1982): A review of the north-west European species of Lithobiomorpha with a revised key to their identification. *Zoological Journal of the Linnean Society* 74: 7-33.
- FREUDE, H., HARDE, K.W., & LOHSE, G.A. (1964-2005): Die Käfer Mitteleuropas. Goecke & Evers; Krefeld.
- GEHRMANN, J., BECKER, R., & SPRANGER, T. (2003): Neue Grundlagen für die Berechnung von Critical Loads und deren Überschreitung durch Stoffeinträge. S. 24-28 in: LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, BODENORDNUNG UND FORSTEN NORDRHEIN-WESTFALEN (LÖBF) (Hrsg.): Der Waldzustand 2003 in Nordrhein-Westfalen. LÖBF; Recklinghausen.
- GLASER, B., HAUMAIER, L., GUGGENBERGER, G., & ZECH, W. (2001): The Terra Preta phenomenon – a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften* 88: 37-41.
- GLASER, B., LEHMANN, J., & ZECH, W. (2002): Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. *Biology and Fertility of Soils* 35: 219-230.
- GRUNER, H.-E. (1966): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 53. Teil: Krebstiere oder Crustacea, V. Isopoda. Gustav Fischer Verlag; Jena.
- HANNEMANN, H.J., KLAUSNITZER, B., & SENGLAUB, K. (1992): Exkursionsfauna 1: Wirbellose. Volk und Wissen Verlag; Berlin.
- JABIN, M., MOHR, D., KAPPES, H., & TOPP, W. (2004): Influence of deadwood on density of soil macro-arthropods in a managed oak-beech forest. *Forest Ecology and Management* 194: 61-69.
- JABIN, M., & TOPP, W. (2004): Einfluss des Beschattungsgrades, des liegenden Totholzes und der Jahreszeit auf das Verteilungsmuster bodenlebender Makroarthropoden in naturnahen Wirtschaftswäldern. *Entomologie heute* 16: 149-156.
- KUTIEL, P., & SHAVIV, A. (1992): Effects of soil type, plant composition and leaching on soil nutrients following a simulated forest fire. *Forest Ecology and Management* 53: 29-343.
- OGUNTUNDE, P.G., FOSU, M., AJAYI, A.E., & VAN DE GIESEN, N. (2004): Effects of charcoal production on maize yield, chemical properties and texture of soil. *Biology and Fertility of Soils* 39: 295-299.

- ROSENBERG, J. (1988/89): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Erdläufer (Geophilomorpha) anhand der Coxalporen. *Acta Biologica Benrodis* 1: 133-141.
- SCHLICHTING, E., & BLUME, H.P. (1995): *Bodenkundliches Praktikum*. Verlag Paul Parey; Hamburg.
- SCHMIDT, M.W.I., & NOACK, A.G. (2000): Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications, and current challenges. *Global Biogeochemical Cycles* 14: 777-793.
- SCHUBART, O. (1934): *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile*. 28. Teil: Tausendfüßler oder Myriapoda, I: Diplopoda. Verlag von Gustav Fischer; Jena.
- STEBING, L., & FANGMEYER, A. (1992): *Pflanzenökologisches Praktikum*. Verlag Eugen Ulmer; Stuttgart.
- TOPOLIANIZ, S., PONGE, J.-F., & BALLOF, S. (2005): Manioc peel and charcoal: a potential organic amendment for sustainable soil fertility in the tropics. *Biology and Fertility of Soils* 41: 15-21.
- TOPP, W., KAPPES, H., KULFAN, J., & ZACH, P. (2006): Distribution pattern of woodlice (Iso-poda) and millipedes (Diplopoda) in four primeval forests of the Western Carpathians (Central Slovakia). *Soil Biology and Biochemistry* 38: 43-50.
- TULLGREN, A. (1918): Ein sehr einfacher Ausleseapparat für terricole Tierfaunen. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 4: 149-150.
- WARDLE, D.A., ZACKRISSON, O., & NILSSON, M.-C. (1998): The charcoal effect in Boreal forests: mechanisms and ecological consequences. *Oecologia* 115: 419-426.
- ZACKRISSON, O. (1977): Influence of forest fires on northern Swedish boreal forest. *Oikos* 29: 22-32.
- ZEBEDIÉS, A., & MARX, P. (1986): Die Köhlerei in der Nordeifel – insbesondere im Kerneter – vom Ausgang des Mittelalters bis zum Ende des 20. Jahrhunderts. *Landschaftsverband Rheinland; Düren*.
- ZEIEN, H., & BRÜMMER, G.W. (1989): Chemische Extraktion zur Bestimmung von Schwermetallbindungsformen in Böden. *Mitteilung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 59: 505-510.

Marc Jabin

Prof. Dr. Werner Topp

Terrestrische Ökologie

Zoologisches Institut der

Universität zu Köln

Weyertal 119

D-50923 Köln

E-Mail: marc.jabin@uni-koeln.de

Elsa Guilherme

Faculdade de Ciências da

Universidade de Lisboa

Campo Grande, Edifício C2, 2 piso

1749-016 Lisboa

Portugal

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologie heute](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Jabin Marc, Guilherme Elsa, Topp Werner

Artikel/Article: [Sind historische Meilerplatten .hot spots. für die Bodenfauna in Buchenwäldern? Are Historic Charcoal Kilns Hot Spots for the Soil Fauna in Beech Forests? 45-53](#)