

Abschlussbericht

Zuwendungsempfänger:

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Förderkennzeichen:

0330634D

Vorhabenbezeichnung:

ENFORCHANGE

Teilprojekt III:

Hydrogeochemische Prozesse

Teilprojekt-Titel: Der Einfluss von basischen Flugaschen auf die hydrogeochemischen Prozesse der Modellregionen Oberlausitz und Dübener Heide / Nordostdeutsches Tiefland

Laufzeit des Vorhabens:

II/05 – IV/08

Berichtszeitraum:

13.05.2005 – 30.10.2008



## Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>I</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ANHANGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>X</b>
<b>1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>2 STAND DER FORSCHUNG .....</b>	<b>3</b>
2.1 Flugaschen aus der Braunkohleverfeuerung.....	3
2.2 Eigenschaften von Flugaschen aus bodenkundlicher Sicht.....	6
2.3 Eigenschaften von Humusauflagen von Waldböden .....	8
2.4 Schwermetalle in Böden .....	10
<b>3 UNTERSUCHUNGSGEBIETE .....</b>	<b>13</b>
3.1 Dübener Heide.....	13
3.2 Oberlausitz .....	16
<b>4 MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Leitprofile: Standortaufnahme .....	19
4.2 Labormethoden.....	19
4.2.1 Bodenchemische Untersuchungen.....	19
4.2.1.1 pH-Wert .....	19
4.2.1.2 Gesamtkohlenstoffgehalt.....	20
4.2.1.3 Strukturchemische Zusammensetzung der organischen Substanz .....	20
4.2.1.4 Perkolationsversuche .....	21
4.2.2 Rasterelektronenmikroskopie .....	24
4.2.3 Bodenphysikalische Untersuchungen .....	24
4.2.3.1 Korngrößenverteilung .....	24
4.2.3.2 Wasserretentionsfunktion und Lagerungsdichte .....	25
4.2.3.3 Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum nFKWe.....	25
4.2.3.4 Festsubstanzdichte.....	25
4.2.3.5 Gesättigte Wasserleitfähigkeit .....	26
4.2.3.6 Ungesättigte Wasserleitfähigkeit .....	26
4.2.4 Bestimmung der Benetzungshemmung .....	27
4.2.4.1 Wilhelmy-Platten-Methode .....	27
4.2.4.2 Water Drop Penetration Time Test.....	27
4.2.4.3 Sortpivitätsbasierter Repellency Index .....	28

4.2.4.4	Benetzungshemmung des Wasserretentionsverlaufes .....	29
4.3	Monitoring von Bodenmatrixpotentialen und Wassergehalten .....	31
4.3.1	Standorte und Aufbau der Messanlagen .....	31
4.3.2	Kalibrierung der Wassergehaltsmesssonden .....	32
4.4	Wasserhaushaltsmodellierung.....	33
4.4.1	Das Modell Hydrus 1D .....	33
4.4.2	Bodenparameter .....	33
4.4.3	Randbedingungen.....	34
4.5	Statistische Auswertung .....	35
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>37</b>
5.1	Dübener Heide .....	37
5.1.1	Bodenformen .....	37
5.1.2	Bodenphysikalische Kennwerte.....	39
5.1.2.1	Brikettflugasche Bitterfelder Berg .....	39
5.1.2.2	Humusauflagen.....	40
5.1.2.3	Mineralische Oberbodenhorizonte.....	40
5.1.2.4	Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum nFKWe.....	41
5.1.3	Benetzungshemmung.....	42
5.1.3.1	Brikettflugasche Bitterfelder Berg .....	42
5.1.3.2	Waldstandorte.....	44
5.1.3.3	Methodenvergleich .....	53
5.1.4	<sup>13</sup> C-CPMAS-NMR-Spektren.....	55
5.1.5	Perkolationsversuche .....	57
5.1.6	Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung der Brikettflugasche Bitterfelder Berg .....	59
5.1.7	Einfluss der Flugasche auf bodenphysikalische Eigenschaften.....	62
5.2	Oberlausitz .....	65
5.2.1	Bodenformen .....	65
5.2.2	Bodenphysikalische Kennwerte.....	66
5.2.2.1	Humusauflagen mit und ohne Flugascheanreicherung.....	66
5.2.2.2	Mineralische Oberbodenhorizonte.....	68
5.2.2.3	Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum nFKWe.....	69
5.2.3	Benetzungshemmung.....	70
5.2.3.1	Wilhelmy-Platten-Methode-Kontaktwinkel $\theta_{wpm}$ .....	70
5.2.3.2	WDPT und Sorptivität .....	71
5.2.3.3	Benetzungshemmung des Wasserretentionsverlaufes .....	75
5.2.4	Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung .....	77
5.2.5	Einfluss der Flugasche auf bodenphysikalische Eigenschaften.....	79
5.3	Monitoring und Modellierung des Bodenwasserhaushaltes .....	81
5.3.1	Standortbeschreibungen.....	81

---

5.3.2 Mess- und Modellierungsergebnisse.....	82
5.3.2.1 Standort D1-2*.....	82
5.3.2.2 Standort D3-4*.....	85
5.3.2.3 Gesamtbodenwassergehalte.....	88
5.3.3 Simulation des Einflusses von starker Flugascheanreicherung auf den Bodenwasserhaushalt .....	89
5.3.3.1 Bodenhydrologische Eigenschaften der Humusauflagen .....	90
5.3.3.2 Standort D1-2*.....	91
5.3.3.3 Standort D3-4*.....	93
<b>6 DISKUSSION.....</b>	<b>95</b>
6.1 Eigenschaften von Flugaschen.....	95
6.2 Flugaschebeeinflusste Waldböden .....	97
6.3 Wasserhaushalt von Waldstandorten unter Flugascheeinfluss .....	106
6.4 Perkolationsversuche.....	111
<b>7 ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>114</b>
<b>8 LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>119</b>
<b>9 ANHANG.....</b>	<b>130</b>