

# Qualitative Unterbodenverbesserung aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes – Bodenphysikalische sowie bodenchemische Untersuchung zur Prüfung der Umweltrisiken einer Unterbodenstabilisation bei der Errichtung von Windkraftanlagen

LINK, Michael <sup>1)</sup>, WEGENER, Oliver <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Büro für multifunktionale Umweltplanung und Beratung  
Höhenstr. 10, 35428 Langgöns  
E-Mail: [info@upb-service.de](mailto:info@upb-service.de)

<sup>2)</sup> AGROFOR Consulting & Products  
Wiesenstr. 36, 35435 Wettenberg  
E-Mail: [agrofor@t-online.de](mailto:agrofor@t-online.de)

**Abstract:** *On a crane assembly surface area for the construction of wind turbines in Bad Camberg (Hessen), the effect of a partial substitution of the gravel layer through pozzolization of the subsoil has been investigated. The results proved no change on the groundwater quality as well as a decrease of compaction risk underneath the pozzolization layer.*

Keywords: soil protection, wind power plant, qualitative subsoil stabilization, subsoil compaction, environmental impact assessment

Schlagworte: Bodenschutz, Windkraftanlage, Qualitative Unterbodenverbesserung, Unterbodenverdichtung, Umweltfolgeabschätzung

## 1 Anlass der Untersuchung

Das Verfahren zur „qualifizierten Bodenverbesserung“ (qBV) wird im Straßen- und Wegebau seit den 1950er Jahren eingesetzt (u. a. VOSTEEN 1995, WITT 2002) und findet, alternativ zum herkömmlichen Verfahren (Bodenabtrag, anschließende Verfüllung mit Schotter), seit jüngerer Zeit auch im Bereich der Errichtung von Windenergieanlagen (WEA) zur Unterbodenstabilisation Anwendung. Zur Verfestigung des Unterbodens wird meist ein Gemisch aus 50 % Kalk und 50 % Zusatzstoff auf die Bodenschicht unter dem abgezogenen Oberbodenhorizont aufgebracht und eingefräst. Bei dem anschließenden Prozess der Puzzolierung (ca. 1 Monat) verändern sich u. a. die bodenphysikalischen (Lagerungsdichte, Scherfestigkeit etc.) sowie die chemischen Eigenschaften des Unterbodens (u. a. pH-Wert-Erhöhung, Anstieg der Leitfähigkeit des Sickerwassers).

Untersuchungen des HYGIENE-INSTITUTS DES RUHRGEBIETS (2014) zum Einsatz des Zusatzstoffs „Dorosol C 50“ zeigen, dass dieser Baustoff die Prüfwerte zur Beurteilung des Wirkungspfadens Boden nach Grundwasser nach BBODSCHV (2012) sowie nach DIBT (2011) unterschreitet. Allerdings wird darin empfohlen, „vor dem Einsatz des Baustoffes in sensiblen Bereichen wie Trinkwassergewinnungsgebieten“ weitergehende Untersuchungen anzustellen. Da auf dem Areal des von der Firma Altus AG projektierten Windparks Bad Camberg zwei WEA-Standorte in einer Trinkwasserschutzzone III / IIIA liegen, war eine zusätzliche Untersuchung des Einsatzes von Zusatzstoffen angezeigt.

## 2 Versuchsaufbau

Um die herkömmliche Verfahrensweise des Baus einer Kranstellfläche (Einbau eines Schotterpaketes) mit einer Puzzolierungsschicht zu vergleichen, wurde zunächst eine weitestgehend homogene Bodenfläche ausgewählt. Die beiden Grundvarianten des Versuchsaufbaus wurden nochmals in einen befahrenen und in einen nicht befahrenen Bereich unterteilt. Der nicht befahrene Bereich wurde störungsfrei am Rande der Kranstellfläche angelegt. Zudem wurde ein Kontrollprofil im Bereich autochtoner Böden direkt im Anschluss an die Kranstellfläche gegraben. Die Menge des eingearbeiteten Bindemittels im Bereich der puzzolierten Schicht entspricht im vorliegenden Fall des Windparks Bad Camberg ca. 5 % des Bodenvolumens (ca. 85 kg/m<sup>3</sup>).

### **3 Bodenchemische sowie bodenphysikalische Untersuchungen**

Um die Ergebnisse des Laborversuchs von 2014 unter Feldbedingungen zu validieren sowie mögliche Einflüsse der Puzzolierung auf die Grundwasserqualität zu erfassen, wurde auf den Puzzolierungsvarianten mittels einer zuvor installierten Dränage im Januar und Februar 2016 Sickerwasser entnommen und untersucht. Für weitere Untersuchungen wurden zudem Saugkerzen auf der puzzolierten Fläche sowie auf einer unbehandelten Kontrollfläche eingebaut und im August und Oktober 2017 zwei weitere Probenahmen durchgeführt. Folgende relevante Parameter wurden 2017 untersucht: pH-Wert, Leitfähigkeit, Chlorid, Natrium, Sulfat, Ammonium-N, Fluorid, Aluminium, Blei und Bor.

Für bodenphysikalische Untersuchungen wurden ein komplettes Stück der puzzolierten Schicht sowie jeweils unterhalb der Puzzolierungsschicht und des Schotterpakets Stechzylinderproben entnommen und Penetrometermessungen durchgeführt. Im Labor wurden Rohdichte, Gesamtporenvolumen, Dichte der Festsubstanz, Anteile am Boden < 2 mm sowie Bodenbestandteile > 2 mm bestimmt.

### **4 Ergebnisse**

Die im Sickerwasser gemessenen Frachten sind bis auf einen Wert als unbedenklich einzustufen. Nur ein im Januar 2016 im Dränagewasser unter der puzzolierten Fläche ermittelter Fluorid-Messwert von 1,20 mg/l Sickerwasser liegt geringfügig über den Grenzwerten (BBODSCHV 2012, Anhang 2 sowie LAWA 2017). Bereits zum folgenden Entnahmeterrain lag der Wert mit 0,82 mg/l unter der Geringfügigkeitsschwelle von 0,90 mg/l nach LAWA (2017).

Mittels Penetrometermessung wurde für den Unterbodenhorizont der Kontrollfläche (autochthoner Boden) ein durchschnittlicher Eindringwiderstand von 1,00 kg/cm<sup>2</sup> festgestellt. Bei den Schottervarianten war eine deutliche Verdichtung des Unterbodens festzustellen (2,20 kg/cm<sup>2</sup> nicht befahrene Variante, 2,73 kg/cm<sup>2</sup> befahrene Variante). Die Eindringwiderstände der beiden puzzolierten Varianten liegen deutlich unter denen der Schottervarianten (0,95 kg/cm<sup>2</sup> nicht befahrene Variante, 1,60 kg/cm<sup>2</sup> befahrenen Variante). Das Ergebnis der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen fiel indifferent aus und konnte im Gegensatz zur feldbodenkundlichen Messung nicht eindeutig interpretiert werden.

### **5 Bewertung der Umweltverträglichkeit**

Nach vorliegender Untersuchung hat im Bereich von Kranstellflächen beim Bau von WEAs die Substitution eines bis zu 80 cm mächtigen Schotterpakets durch die Puzzolierung des Unterbodens keine Auswirkungen auf die Grundwasserqualität. Aus bodenphysikalischer Sicht ist die festgestellte Verringerung der Verdichtungsgefährdung unterhalb der Puzzolierungsschicht als positiv zu bewerten.

### **6 Literatur**

BBODSCHV – Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung – vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554) – zuletzt geändert am 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).

DIBT – Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.) (2011): Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser. – Berlin.

HYGIENE-INSTITUT DES RUHRGEBIETS (2014): Baustoffe „Dorosol C 30“, „Dorosol C 50“ und „Dorosol C 70“ – Zusammenfassende wasserhygienische Beurteilung gemäß der relevanten Vorgaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung / des DIBt-Merkblattes für die Bewertung und Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser. – Gelsenkirchen.

LAWA – BUND- / LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (Hrsg.) (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. – Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, Stuttgart.

VOSTEEN, B. (1995): Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Kalken – Ausführungsbeispiele und Langzeitbeobachtungen. – Erd- und Grundbau **4**.

WITT, K. J. (2002): Zement – Kalk – Stabilisierung von Böden. – Schriftenreihe Geotechnik **5**, Weimar.

# 10. Marktredwitzer Bodenschutztage Tagungsband

## *Bodenschutz und Landwirtschaft*

*Bodenerosion, Verwertung von Bodenmaterial,  
Bodenschutz bei großflächigen Schadstoffbelastungen*

Informations- und Diskussionsforum  
für Wissenschaftler und Anwender  
mit Tätigkeiten im Bodenschutz

10. bis 12. Oktober 2018  
Marktredwitz, Bayern

Marktredwitzer Bodenschutztage Tagungsband 10	Bodenschutz und Landwirtschaft	94 Seiten	Marktredwitz 2018
---	--------------------------------	--------------	----------------------