

Brandenburg. Geowiss. Beitr.	Cottbus	Bd. 32/2025	S. 149–151	1 Abb., 1 Tab.
------------------------------	---------	-------------	------------	----------------

Ein neues Bodenfeuchte-Messnetz in Brandenburg: Cosmic-Ray Neutron Sensing (CRNS) als Basis zur repräsentativen Messung des Bodenwassergehalts

ARVID MARKERT, DANIEL ALTDORFF, ALBRECHT BAURIEGEL, PETER BIRÓ, TILL FRANCKE, PETER M. GROSSE,
MAIK HEISTERMANN, SABINE ATTINGER & SASCHA E. OSWALD

Brandenburg zählt zu den trockensten Regionen Deutschlands und geringe Bodenfeuchten limitieren in hohem Maße die land- und forstwirtschaftliche Praxis. Repräsentative und zeitlich hoch aufgelöste Messdaten zum Wassergehalt des Bodens sind eine entscheidende Grundlage, um angepasste Managementsysteme entwickeln und den mit Trockenheit verbundenen Risiken begegnen zu können.

In Brandenburg wird aktuell durch die Universität Potsdam, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig (UFZ) und das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) ein neuartiges Bodenfeuchtemessnetz auf Basis der CRNS-Technologie (Cosmic-Ray Neutron Sensing) aufgebaut. Zum jetzigen Zeitpunkt sind bereits 8 Messstationen durch die Universität Potsdam und das UFZ installiert sowie eine Messstation des Deutschen Wetterdienstes mitgenutzt. Im Verlauf des Jahres 2025 wird das LBGR weitere 4 solcher Stationen in Betrieb nehmen und damit das Netzwerk erweitern.

Die Messtechnik basiert auf der Detektion von im Boden reflektierten kosmogenen Neutronen, welche besonders sensitiv auf Wasserstoffatome reagieren. Dadurch lässt sich eine inverse Abhängigkeit der Neutronenintensität von dem vorherrschenden Wasser in der Wurzelzone um den Sensor herum ableiten. Die CRNS-Technologie erlaubt eine kontinuierliche, nicht-invasive Bodenfeuchtemessung bis zu einer Tiefe von mehreren Dezimetern in einer Sensorumgebung von ca. 10 Hektar, wobei die Eindringtiefe der Neutronen und der Mittelungsbereich des Sensors in Abhängigkeit von der aktuellen Bodenfeuchte leicht variieren. Dadurch ist CRNS auch besonders geeignet, den kritischen Maßstabsbereich zwischen klassischen Punktmessungen (TDR, FDR) und satellitengestützten Fernerkundungsprodukten zu schließen. Die hohe zeitliche Auflösung der Messungen (< 1 Tag) ermöglicht sowohl eine Berücksichtigung von lokalen Niederschlagsereignissen, als auch Bewirtschaftungsmaßnahmen wie Mahd und Ernte, die den boden- und vegetationsgebundenen Wasserstoffpool unmittelbar beeinflussen.

Bei der Standortauswahl für die CRNS-Stationen wurden die für Brandenburg repräsentativsten Flächennutzungen herangezogen, deren Flächenanteile an der Landesfläche sich wie folgt verteilen: Acker (34 %), Grünland (10 %), Kiefer (25 %), Eiche (2,4 %) sowie Buche (1,2 %). Neben der Flächennutzung wurden auch die für Brandenburg „typischen“ Boden- und Standorteigenschaften mit den folgenden Böden berücksichtigt: Böden aus glazialen Sedimenten einschließlich ihrer periglazialen Überprägungen, Böden aus Fluss- und Seesedimenten einschließlich Urstromtalsedimenten sowie Böden aus organogenen Bildungen. Weitere Kriterien bei der Standortauswahl waren: Gleichmäßige Verteilung über die Landesfläche, Grundwasserflurabstand, geringe Heterogenität in der Sensorumgebung, Kooperationsbereitschaft des Bewirtschafters und Zugänglichkeit der Fläche, mögliche Sicherheitsmaßnahmen gegen Diebstahl oder Vandalismus sowie bereits vorhandene Messeinrichtungen (ALTDORFF & HEISTERMANN et al. 2024). Abbildung 1 und Tabelle 1 geben einen Überblick zu den bisherigen Standorten und den jeweiligen Standorteigenschaften.

Die ersten vorläufigen Forschungsergebnisse zu der aus dem CRNS-Signal abgeleiteten Bodenfeuchte liegen vor und können hier abgerufen werden: <https://cosmic-sense.github.io/brandenburg/de/monitoring/>. Die dort dargestellten Abbildungen zeigen die zeitliche Dynamik der aus dem CRNS-Signal abgeleiteten sowie die mit dem eindimensionalen bodenhydrologischen SWAP-Modell (Soil, Water, Atmosphere and Plant) modellierten Bodenfeuchten an den jeweiligen Standorten. Die Darstellungen dienen jedoch vorerst nur der Validierung und Verifizierung der Datenverarbeitung.

Eine Herausforderung bei der Ableitung des Bodenwassergehalts aus dem CRNS-Signal besteht in der Einbeziehung von schichtbezogenen Bodendaten, die oft komplex und standortspezifisch sind und bereits innerhalb der obersten Dezimeter bezüglich Bodenart, Trockenrohdichte und Humusgehalt variieren. Eine zukünftige Aufgabe ist, diese vertikale und horizontale Variabilität der

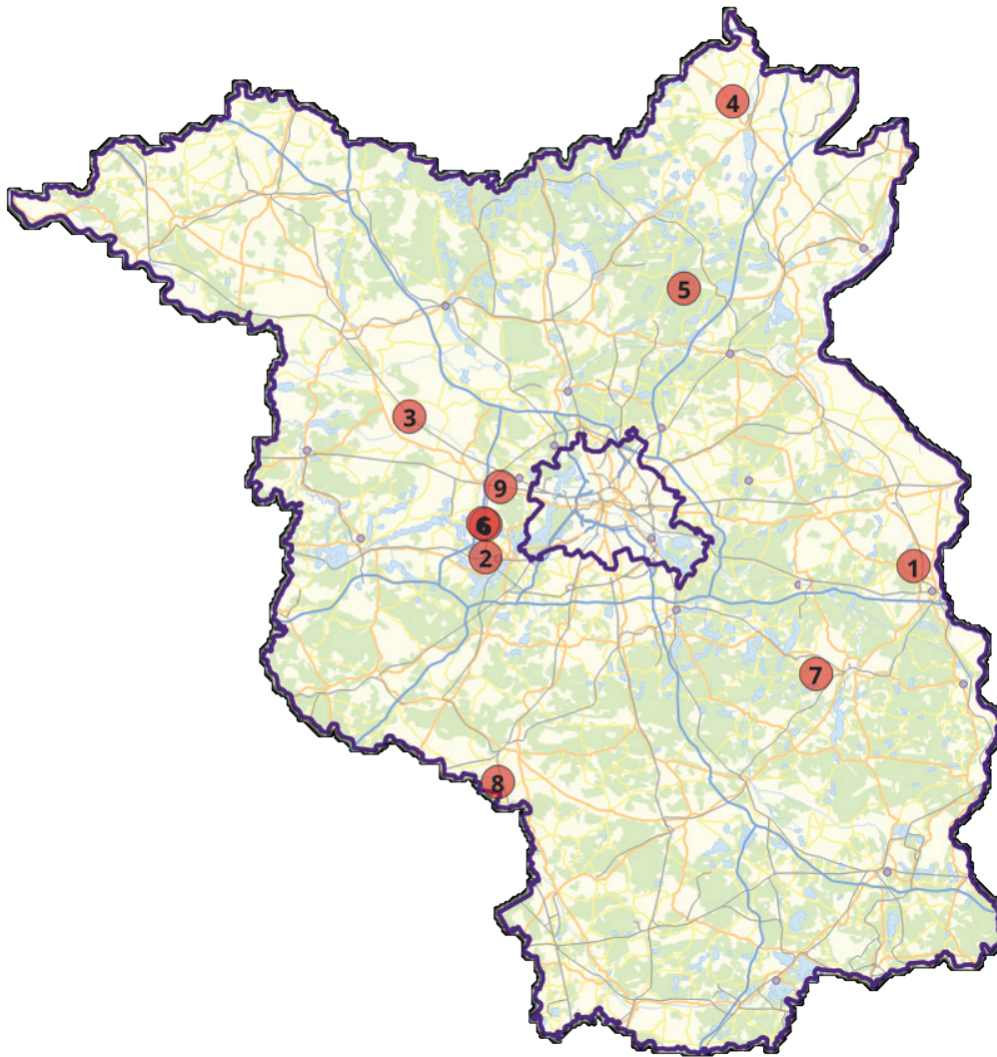


Abb. 1:
Lage der 9 bereits
produktiv laufenden
CRNS-Sonden

Standort	Landnutzung	Genese	Bodenart Oberboden	Mittlerer Grundwasserabstand (m)
1. Booßen	Acker	periglaziär/glazigen	SI2	10
2. Golm	Grünland	fluvilimnogen	fSms	1–2
3. Paulinenaue	Grünland	fluvilimnogen/organogen	fSms	2–3
4. Dedelow	Acker	periglaziär/glazigen	SI2	10
5. Kienhorst	Forst (Kiefer)	periglaziär/glazigen	mSfs	5–7,5
6. Marquardt	Acker	periglaziär/glazifluviatil	SI2	10–15
7. Lindenberg	Grünland	periglaziär/glazigen	SI2	3
8. Oehna	Acker	periglaziär/glazifluviatil	SI2	10–15
9. Wustermark	Industrie	anthropogen	–	3

Tab. 1: Standorteigenschaften der 9 bereits produktiv laufenden CRNS-Sonden (vgl. ALTENDORF et al. 2024)

Bodeneigenschaften bereits während der Kalibrierung der Sonden zu integrieren und zu prüfen, ob dadurch die Auswertung des CRNS-Signals hinsichtlich verschiedener Standort- und Bodeneigenschaften verbessert werden kann. Um verlässliche Verallgemeinerungen für nichtinstrumentierte Landschaftsteile zu erstellen, muss auch die Übertragbarkeit der aus dem CRNS-Signal abgeleiteten Bodenfeuchte auf andere Standorte und Bodenverhältnisse geklärt werden. Die Hochskalierung der Daten mittels Wasserhaushaltsmodellen und auf Basis bereits verfügbarer Flächeninformationen ist entscheidend, um sie auf größere Gebiete oder andere Regionen anwenden zu können und bildet einen Schwerpunkt aktueller Forschungsarbeiten am UFZ.

Das neue Bodenfeuchte-Messnetz ist ein innovatives Werkzeug, um Praxisfragen in der Landwirtschaft und in der Umweltforschung besser zu beantworten. Es ermöglicht die räumliche Messung und Analyse der Bodenwasserdynamik, was für eine nachhaltige Bewirtschaftung und die Anpassung an klimatische Veränderungen entscheidend ist. Verschiedene Anwendungsszenarien könnten sein: Die Optimierung von Bewässerungsstrategien, die frühzeitige Identifikation von Dürreperioden, die Planung von Anbauzyklen oder die Überwachung der Bodenqualität in sensiblen Ökosystemen. Durch die Nutzung des Messnetzes können Landwirte, Forscher und Umweltexperten fundierte Entscheidungen treffen, die sowohl die Ernteerträge steigern als auch die natürlichen Ressourcen langfristig schützen.

Datenverfügbarkeit: Die CRNS-Rohdaten und die CRNS-abgeleiteten Bodenwassergehalte stehen unter <https://cosmic-sense.github.io/brandenburg/de/monitoring/> zum Download bereit.

Danksagung

Diese Forschungsarbeit wurde gefördert durch das Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (MLEUV) Brandenburg und von der Universität Potsdam, Arbeitsgruppe Wasser- und Stofftransport in Landschaften. Der Hauptteil der Geräte wird durch das UFZ Leipzig bereitgestellt. Wir danken ebenso Paul Reibetanz und Jens Hannemann vom Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde sowie Markus Köhli von StyX Neutronica für ihre Unterstützung ebenso wie den Grundbesitzern und Organisationen, die den Zugang zu den Standorten gewähren: Axel Behrendt und Gernot Verch, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), AGRO Uetz-Bornim, LPG Oehna, Christiane Sengebusch, Golo Philipp, und Ronny Henkel von Rail & Logistik Center Wustermark GmbH.

Literatur

ALTDORFF, D., HEISTERMANN, M., FRANCKE, T., SCHRÖN, M., ATTINGER, S., BAURIEGEL, A., BEYRICH, F., BIRÓ, P., DIETRICH, P., EICHSTÄDT, R., GROSSE, P. M., MARKERT, A., TERSCHLÜSEN, J., WALZ, A., ZACHARIAS, S. & S. E. OSWALD (2024): Brief Communication: A new drought monitoring network in the state of Brandenburg (Germany) using cosmic-ray neutron sensing. – EGU sphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-3848>

Anschriften der Autoren:

Arvid Markert*
Albrecht Bauriegel
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Inselstraße 26
03046 Cottbus, Deutschland
*Korrespondenz: arvid.markert@lbgr.brandenburg.de

Peter Biró
Till Francke
Peter M. Grosse
Maik Heistermann
Sascha E. Oswald
Institut für Umweltwissenschaften
und Geographie, Universität Potsdam
Karl-Liebknecht-Str. 24-25
14476 Potsdam, Deutschland

Daniel Altdorff,
Sabine Attinger
UFZ – Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH
Permoserstr. 15
04318 Leipzig, Deutschland