

TELMA	Band 49	Seite 149 - 154	1 Abb.	Hannover, November 2019
-------	---------	-----------------	--------	-------------------------

## Moorverluste und Moorwachstum: der Versuch einer Methodendiskussion – Bericht über das Fachgespräch am 26. April 2019 in Berlin

MICHAEL TREPEL

Etwa 30 Personen aus Wissenschaft, Verwaltung und Verbänden sind der Einladung der Sektionen 1 und 5 der DGMT gefolgt, um sich am 26. April 2019 an der Humboldt-Universität über die Methoden zur Quantifizierung von Moorverlusten und Moorwachstum auszutauschen. Im Rahmen der Diskussion über eine künftige ressourcenschonende Moornutzung, die die Vorgaben des Klimaschutzes beachtet, werden zurzeit vermehrt Angaben zur Kohlenstoffbilanz und zu Höhenveränderungen der genutzten Moore von verschiedensten Interessensvertretern benötigt. Gegenwärtig besteht innerhalb der sich mit der Thematik „Bewertung von Moorhöhenverlusten und Abschätzung eines möglichen Moorwachstums“ Beschäftigten in Verwaltungen, Forschungseinrichtungen und Ingenieurbüros große Unsicherheit, ob und mit welchem methodischen Ansatz eine Höhenveränderung der Moore bewertet werden kann. Deshalb organisierten die Sektionen 1 und 5 der DGMT gemeinsam mit dem Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre an der Humboldt-Universität zu Berlin eine Fachtagung mit dem Ziel, Interessenten aus den genannten Bereichen zu diesem Thema zusammenzubringen und aus der Diskussion während der Tagung Empfehlungen für die Nutzung besonders geeigneter Methoden für die Bewertung der Mooränderungen (Verluste und Wachstum) ableiten zu können, aber auch um gemeinsam Erkenntnisdefizite zu identifizieren. Nach sieben Vorträgen zu diesem Thema bestand ausreichend Zeit, um in einer Abschlussdiskussion grundsätzliche Empfehlungen für die Prognose von Höhenveränderungen in Mooren herauszuarbeiten.

MICHAEL TREPEL formulierte in seinem Einführungsvortrag Anforderungen an die Prognose von Höhenverlusten für die wasserwirtschaftliche Planung. In Schleswig-Holstein befindet sich etwa ein Drittel der Landesfläche unter 2,5 m NN, die wasserwirtschaftliche Infrastruktur bestehend aus Schöpfwerken, Pumpen und Steuerungstechnik ist veraltet und muss in den kommenden Jahrzehnten modernisiert werden. Die entwässerten Moorböden haben dabei in Abhängigkeit von der Bodenart und der Entwässerungstiefe im Durchschnitt jährlich etwa 1 cm an Höhe verloren. Diese Erkenntnis ist nicht neu, sie entspricht dem von Kuntze formulierten Teufelskreis der Moornutzung. Für die anstehende

Modernisierung von wasserwirtschaftlichen Anlagen werden jetzt von den Wasser- und Bodenverbänden Planungshilfen benötigt, mit welchen Methoden sie die zu erwartenden Höhenverluste abschätzen können und welche Daten dafür erhoben werden müssen. Ungenaue Bemessungsansätze können dabei zu erheblichen Unsicherheiten bei der Ermittlung von Betroffenheiten und damit zu übererhöhten Kosten für Sanierungsvorhaben führen. Auswertungen historischer Höhenverlusten lassen räumliche Muster und wichtige Einflussfaktoren für Höhenveränderungen erkennen, sie sind aber nicht prognosefähig. Aus Monitoringdaten abgeleitete, statistische Ansätze sind häufig vereinfachend, weil sie nur einen Einflussfaktor wie die mittlere Entwässerungstiefe oder die Kleiüberdeckung berücksichtigen, gleichzeitig fehlen meist wichtige räumliche Grundlagendaten wie die Moormächtigkeit oder Angaben zur sommerliche Entwässerungstiefe, so dass diese Einflussfaktoren bei der Prognose meist unberücksichtigt bleiben.

HOLGER FELL erläuterte in seinem Vortrag, wie er auf Grundlage klassifizierter und randomisierter Referenzerhebungen eine aktualisierte Moorbodenkarte für das Land Brandenburg abgeleitet hat. Dafür wurden die punktuellen Angaben zu Bodenprofilen während der preußischen Landaufnahme (1880 bis 1930), der Bodenschätzung (bis 1950), aus dem Moorarchiv der Humboldt-Universität (bis 1990) sowie punktuelle Neuerhebungen (nach 1990) in einer Datenbank zusammengefasst und statistisch ausgewertet. Dabei stellte sich heraus, dass neben der Moormächtigkeit, die Hauptnutzung sowie die Entwässerungstiefe die geeignetsten erklärenden Variablen für Moormächtigkeitsverluste waren (FELL et al. 2016). In Brandenburg verringerte sich die Niedermoorbodenfläche innerhalb von etwa 100 Jahren um 28 %, wobei der Anteil flachgründiger Niedermoore um 38 % abnahm.

LAURENTIU CONSTANTIN stellte die Anwendung eines kalibrierten Höhenverlustmodells für die Entwicklung von Wassermanagement-Szenarien anhand einer Fallstudie aus dem Havelländischen Luch vor. Dazu wurden historische und aktuelle Angaben zu Geländehöhen und Torfmächtigkeiten miteinander verglichen, Differenzen abgeleitet und mit langfristigen Wasserstandsentwicklungen verknüpft. Mit einem so kalibrierten Höhenverlustmodell wurden die Auswirkungen von Maßnahmen zur Wasserstandsanehebung auf die Entwicklung der Höhenverluste, die sommerlichen Wasserstände und die Kohlenstofffreisetzung ermittelt. Diese Karten und Ergebnisse wurden unter anderem den Eigentümern und Landbewirtschaftern vorgestellt, um die Auswirkungen möglicher Szenarien bei der Erarbeitung zukünftiger Landnutzungsstrategien zu visualisieren. In einer Fehlerdiskussion wurde darauf hingewiesen, dass die Qualität der digitalen Geländemodelle durch Vor-Ort Messungen unbedingt überprüft werden muss, da hohe Vegetationsstrukturen in naturnahen Flächen zu einer Überschätzung führen können.

WERNER WEINZIERL stellte die Ergebnisse der Messung von Veränderungen der Geländehöhen in Mooren in Baden-Württemberg mit geodätischen und satellitengestützten Verfahren vor (WEINZIERL & WALDMANN 2015). An 11.541 Moorstandorten in Baden-Württemberg mit historischen Höhenmessungen aus den Jahren 1949 bis 1974 wurden in

den Jahren 2012 und 2013 Nachmessungen der Moorhöhen vorgenommen. Der gemessene mittlere jährliche Höhenverlust lag in diesem Zeitraum in Abhängigkeit von Moortyp und Nutzungsintensität zwischen 2,9 und 8,8 mm. Die Höhenverluste waren in Niedermooren höher als in Hochmooren. Die daraus berechneten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus allen Mooren Baden-Württembergs betragen 626.626 t. Ergänzend informierte er, dass im Rahmen des Projekts BopaBW – Oberflächennahe Bodenparameter Baden-Württemberg – die Eignung von Sentinel-1 Radardaten hinsichtlich des Monitorings von Moorsetzungen in Baden-Württemberg getestet wird. Dazu liefern mit der Methode der Radar-Interferometrie berechnete Sentinel-1 Daten die Senkungs- und Hebungsdaten (BodenBewegungsdienst Deutschland (BBD)) und bieten eine Möglichkeit, den aktuellen Höhenverlust der Moore in hoher räumlicher Auflösung abzubilden. Die ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Fernerkundungsverfahren grundsätzlich geeignet sind, um die Größenordnung der Höhenänderung von Moorböden und deren jahreszeitliche Dynamik zu erfassen.



Abb. 1: BÄRBEL TIEMEYER erläutert in der Alten Schmiede der Humboldt-Universität Berlin während des Fachgesprächs die Herausforderungen bei der Verwendung einfacher Ansätze auf die Übertragung in die Fläche (Foto: Michael Trepel).

BÄRBEL TIEMEYER wies in ihrem Vortrag auf die Herausforderungen bei der Verwendung einfacher Ansätze zur Schätzung von Kohlenstoff-Verlusten aus entwässerten Mooren hin. Sie verdeutlichte, dass die Steuergrößen für Sackung und CO<sub>2</sub>-Freisetzung sehr variabel sind und für eine Regionalisierung, sowohl die Erklärungsansätze nicht vollständig verstanden sind und die benötigten erklärenden Variablen meist nicht in der benötigten räumlichen Auflösung vorliegen. Für eine langfristige, deutschlandweit konsistente und

räumlich repräsentative Abschätzung der Moorsackung und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die jährliche Emissionsberichterstattung müssen räumlich hochauflösende Verfahren zur Moorzustandsmessung über Fernerkundung mit Modellierungen gekoppelt werden. Die statistische Auswertung dieser Datensätze führt mittelfristig zu einem verbesserten Verständnis der Steuerfaktoren der Sackung und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Diese bildet wiederum die Basis für die von der Politik und Verwaltung geforderte Entwicklung und Evaluierung von Minderungsmaßnahmen.

JOACHIM BLANKENBURG berichtete von seinen Erfahrungen mit der Messung der Höhenverluste in Mooren durch Nivellement, Moorpegel, Plattenpegel und Moormächtigtkeitspeilungen. Diese zum Teil einfachen Verfahren liefern dringend benötigte Daten zu langfristigen Höhenveränderungen in Mooren. Die Vermessung der Geländehöhen kann in größeren Zeitabständen durchgeführt werden und liefert eine Genauigkeit von bis zu 1 mm. Voraussetzung dafür ist, dass nicht einzelne Punkte, sondern ein enges Messraster verwendet wird und ausreichend Höhenfestpunkte gesetzt wurden. Die Genauigkeit der Höhenmessung mit Laserscandaten, die in größeren Zeitabständen durchgeführt werden, liegt bei 0,3 m. Ansätze der Fernerkundung sind vielversprechend und lassen Genauigkeiten von etwa 2 mm erwarten, allerdings gibt es bislang zu wenig geeignete Reflektoren in Mooren. Moortiefenpeilungen haben eine Genauigkeit von 1 bis 2 cm, wobei regelmäßig sowie räumlich mehrere Wiederholungsmessungen erforderlich sind. Die Ergebnisse hängen von der Bodenfeuchte ab. Sackungspegel sind eine verlässliche, langfristig geeignete Methode, die Höhenveränderungen mit einer Genauigkeit von bis zu 1 cm erwarten lässt. Voraussetzung ist, dass die Pegel fest im Untergrund verankert sind und ihre Einrichtung – zum Beispiel durch geologische Dienste – gut dokumentiert und ihre Betreuung langfristig gewährleistet sind. Plattenpegel haben eine Genauigkeit von 1-2 mm, mit ihnen lassen sich Höhenveränderungen in unterschiedlichen Torfhorizonten ermitteln. Ihre Einrichtung und Betreuung sind zeitaufwendig. Abschließend wies er darauf hin, dass die Probleme bei allen Höhenmessungen die sehr großen Höhenunterschiede auf der Fläche, besonders bei Beweidung ohne Walzen, sowie die Oszillation der Mooroberfläche um mehrere Zentimeter sind. Deshalb sollten Höhen immer möglichst zum gleichen Termin bei vergleichbarer Bodenfeuchte gemessen werden.

FELIX REICHELT und HANS JOOSTEN stellten Methoden zum Nachweis von Torfwachstum vor. Der Schutz und die nachhaltige Nutzung der Moore haben zurzeit ihre bisher höchste politische und gesellschaftliche Aufmerksamkeit erreicht. Flächendeckende Torfzehrung führt zu hohen CO<sub>2</sub>-Freisetzungen und Höhenverlusten, sie muss bis 2050 vollständig aufhören, um die Klimaziele der Vereinten Nationen zu erreichen. Der Nachweis von Moorbewuchs und Torfbildung ist notwendig, weil Moorbewuchs der stärkste Indikator dafür ist, dass es keinen Torfverlust durch Zehrung (mehr) gibt. Grundsätzlich sind Moorbewuchs und Torfbildung schwer voneinander zu trennen: wo hört Biomasse auf und wo fängt Torf an? Für das Klima ist Torfbildung nicht relevant, sondern nur die C-Festlegung. Ein Moorbewuchs weist auf eine positive C-Bilanz hin. Ein Moorbewuchs

kann richtig gemessen werden, wenn der konkrete Bezugshorizont nahe der Oberfläche liegt und die Veränderung der C-Konzentration über die Zeit nach der Wiedervernässung regelmäßig über längere Zeiträume erfasst wird. Im Trebeltal haben sich nach der Vernässung 1997 nach 20 Jahren etwa 10 cm mächtige Torfablagerungen gebildet. Großrest- und Pollenanalysen dokumentieren die Vegetationsentwicklung nach Vernässung. Diese Methoden sind zwar genau, für die Evaluierung großer Flächen sind sie aber zu aufwendig. Deshalb wird zur großflächigen Erfolgskontrolle die Verwendung von auf Vegetationstypen basierenden Carbon Accumulation Site Types (CAST's) vorgeschlagen.

### **Empfehlungen aus der Abschlussdiskussion**

In der Abschlussdiskussion wurden die Themen Höhenverluste und Torfwachstum getrennt voneinander diskutiert. Einigkeit bestand darin, dass die Prognose von weiteren Höhenverlusten ein drängendes Thema bei der Entwicklung ressourcenschonenderer Landnutzungsformen für Moorböden ist. Welche Methoden dabei verwendet werden können, hängt wesentlich von den zur Verfügung stehenden Mitteln und der Größe des Betrachtungsraums ab. Gleichzeitig werden Antworten auf diese Fragen jetzt benötigt, da in großen Teilen Norddeutschlands die wasserwirtschaftliche Infrastruktur saniert werden muss. Für die Prognose bieten sich als einfachstes Mittel die Verwendung von aus der Literatur abgeleiteten Faustzahlen zu Höhenverlusten in Verbindung mit Landnutzungseinheiten oder Entwässerungstiefen an. Regionalisierte Faustzahlen wurden für Brandenburg und Baden-Württemberg präsentiert; ihre Ableitung erfordert gute Auswertungen bestehender Daten und evtl. großflächige Nachkartierungen. Die Ergebnisse belegen, dass die Höhenverluste vom Profilaufbau, der Torfmächtigkeit, der Landnutzung und Entwässerung sowie den klimatischen Verhältnissen abhängig sind. Die Verwendung gebietskalibrierter Höhenveränderungen liefern wahrscheinlich gegenwärtig die genauesten Ergebnisse für einzelne Moorgebiete. Die Anwendung erfordert aber verlässliche Höhenmessungen aus der Vergangenheit und Gegenwart sowie Angaben über die langfristige Entwicklung der Entwässerungsverhältnisse. Fernerkundungsmethoden lassen erwarten, dass sie in Verbindung mit Modellierungstechniken zukünftig räumlich für hochauflösende Daten zum Ist-Zustand und darauf aufbauend auch für Prognosen verwendet werden können. Ihre Methoden sind aber noch nicht praxisreif und daher für die Beantwortung der in der Praxis konkret anstehenden Fragen noch nicht geeignet.

Welche Methode zur Vorhersage der zukünftigen Höhenveränderungen zum Einsatz kommt und welche Aussageschärfe damit erzielt werden kann, hängt wesentlich von den zur Verfügung stehenden Daten ab. Für die Planung von Vernässungs- und Moorentwicklungsmaßnahmen werden mindestens folgende flächenhafte Datensätze benötigt: Digitales Geländemodell, Angaben zur Moorverbreitung, Moormächtigkeit, Mächtigkeit überlagernder Schichten, Entwässerungstiefen oder Grundwasserflurabstände, Vegetationseinheiten und Nutzungseinheiten. Als Punktinformationen werden benötigt: Aufbau und bodenphysikalische und -chemische Eigenschaften von Leitprofilen. Mit diesen Datensätzen

können auf unterschiedlichen Maßstabsebenen Prognosen der Höhenveränderungen durchgerechnet werden. Dabei liefern großmaßstäbige Analysen vorrangig Hinweise auf Gebiete mit besonders ausgeprägten Veränderungen. In diesen hot-spot Gebieten bieten sich dann verfeinerte Analysen an, für die es sich lohnt, auch in die Datenerhebung zu investieren.

Die Ergebnisse hängen in jedem Fall von der Güte des Digitalen Höhenmodells ab. Laserscandaten sind zwar hochauflösend, haben aber in naturnahen Mooren aufgrund der heterogenen Vegetationsstruktur ihre Schwächen. Eine Überprüfung der Laserscandaten mit Vor-Ortmessungen ist notwendig, gegebenenfalls muss eine Anpassung des Höhenmodells vorgenommen werden. Für kleinere Gebiete bieten sich auch drohnengestützte Höhenmessungen an.

Zur langfristigen Dokumentation von Höhenverlusten und Moorwachstum bietet sich die Einrichtung von dauerhaften, im Untergrund fest verankerten Moorpegeln an. Erforderlich ist eine gute Dokumentation der durchgeführten Vernässungsmaßnahmen. Regelmäßig in fünf bis zehn jährigen Abstand durchgeführte Vegetationskartierungen ermöglichen es, die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen mit dem GEST-Verfahren und die Kohlenstoffakkumulation mit dem CAST-Ansatz zu dokumentieren.

#### Literaturverzeichnis

FELL, H., ROSSKOPF, N., BAURIEGEL, A. & ZEITZ, J. (2016): Estimating vulnerability of agriculturally used peatlands in north-east Germany to carbon loss based on multi-temporal subsidence data analysis. – *CATENA* **137**: 61 - 69.

WEINZIERL, W. & WALDMANN, F. (2015): Ermittlung langjähriger CO<sub>2</sub>-Emissionen und Beurteilung der Moore Oberschwabens auf Basis historischer und aktueller Höhennivellements. – *LGRB Fachbericht* 2015 (2): 1 - 45 plus Anhang 75 S.

Anschrift des Verfassers:

PD Dr. M. Trepel  
Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur  
und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein  
Mercatorstraße 3  
D-24106 Kiel  
E-Mail: michael.trepel@melund.landsh.de

Manuskript eingegangen am 26. August 2019