

# Bewertung der Befahrbarkeit von Böden mit CCMod2 – ein Service auch für die Landwirtschaft

Petra Zieger<sup>1</sup>, Joachim Biermann<sup>1</sup>, Ralf Hedel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Sensordaten- und Informationsfusion  
Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Information und Ergonomie FKIE  
Fraunhoferstraße 20  
53343 Wachtberg  
petra.zieger@fkie.fraunhofer.de  
joachim.biermann@fkie.fraunhofer.de

<sup>2</sup>Abteilung Strategie und Optimierung  
Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI  
ralf.hedel@ivi.fraunhofer.de

**Abstract:** Bei der Planung der Bewirtschaftungsmaßnahmen in den kommenden Tagen muss der Landwirt die Wettervorhersage zwingend berücksichtigen. Die daraus abzuleitende Bewertung der Befahrbarkeit ist in vielen Fällen schwierig. Ein Internet-Service könnte es dem Landwirt ermöglichen, für die Befahrbarkeit seiner Schläge Go/NoGo-Karten für die kommenden Tage zu erstellen. Ein Modell zur Befahrbarkeitsbewertung mit einer einfachen Mensch-Maschine-Schnittstelle und dessen Einsatzmöglichkeit in der Landwirtschaft werden erläutert.

## 1 Einführung

Das Wissen um den Feuchtezustand des Bodens ist in der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung von großer Relevanz. Bei Befahrung des Bodens unter zu feuchten Bedingungen droht dieser irreversibel zu verdichten. Damit verschlechtern sich die Standortbedingungen erheblich, vor allem in Hinblick auf Entwässerung und Belüftung [DLG08] und können Ertragseinbußen die Folge sein [DPS95].

Bei der Planung der Bewirtschaftungsmaßnahmen für die kommenden Tage muss der Landwirt die Wettervorhersage berücksichtigen. Insbesondere für Landwirte, die auf größeren Schlägen mit Übergängen zwischen verschiedenen Bodenarten wirtschaften, ist es schwierig, vom vorhergesagten Niederschlag auf die sich einstellende Bodenfeuchte und die dadurch bedingte Befahrbarkeit zu schließen.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) bietet für Landwirte den agrarmeteorologischer Dienst *agrowetter* Prognose © an<sup>16</sup>. Dieser Dienst prognostiziert die Bodenfeuchte an

---

<sup>16</sup> <http://www.dwd.de/agrowetter>

etwa 500 ausgewählten Wetterstationen für einen Zeitraum von 7 Tagen. Das zugrundeliegende Modell AMBAV wurde am Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung (ZAMF) entwickelt [Lö83]. Der Dienst stellt die Bodenfeuchte als Prozentangabe bezogen auf die nutzbare Feldkapazität (nFK) für die Texturen sandiger Lehm und lehmiger Sand bereit [DWD14]. Da das Feuchte-Profil lediglich für die Nutzung Gras berechnet wird und zudem ein unmittelbarer Rückschluss aus der Prozentangabe der nFK auf die Befahrbarkeit des Bodens nicht möglich ist, bleibt es auch für den Abonent dieses DWD-Services schwierig, die Befahrbarkeit seiner Schläge zu beurteilen.

Die erfolgreiche Vermarktung des im Jahre 2004 eingeführten Dienstes<sup>1</sup> *agrowetter* Prognose © spricht dafür, dass seitens der Landwirte Interesse an der Nutzung agrarmeteorologischer Dienste besteht. Optimal für die Beurteilung der Befahrbarkeit wäre ein Service, der die Schläge des Landwirtes mit den zugehörigen Kulturen sowie anhand der tatsächlichen Bodentexturen bewertet. Im Folgenden wird ein geeignetes Modellkonzept vorgestellt.

## 2 Befahrbarkeitsmodell CCMoD2

Das Fraunhofer FKIE hat im Auftrag des Zentrums für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw) das „Cross-Country-Modell in der Version 2“ (CCMoD2) in ArcGIS entwickelt (Abbildung 1), das Wettervorhersagen des DWD berücksichtigt und die Befahrbarkeit eines frei wählbaren Raumausschnittes und Zeitpunktes in den kommenden drei Tagen in Abhängigkeit vom gewählten Fahrzeug prognostiziert [Zi14].

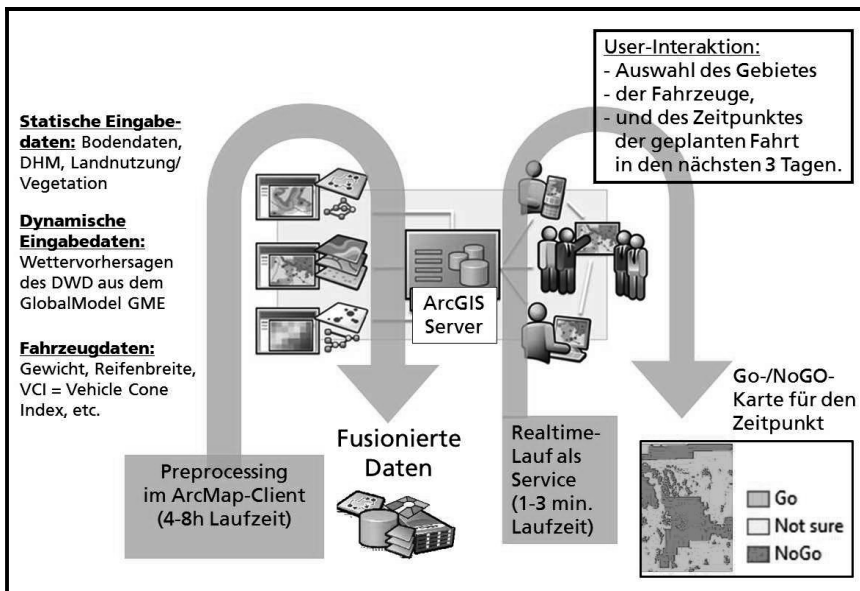


Abbildung 1: Überblick über das Model CCMoD2

Das Modell CCMOD2 zeichnet sich dadurch aus, dass die hochkomplexen hydrologischen Prozesse in einem „Preprocessing“ ausgelagert sind. Innerhalb von ca. 4 bis 8 Stunden Laufzeit wird die Datenbasis der Befahrbarkeitsanalyse für einen Raumausschnitt von etwa 100.000 km<sup>2</sup> generiert (Abbildung 1– linker Teil). Aufsetzend auf diese fusionierte Datenbasis wurde ein einfach bedienbarer ArcGIS-Service implementiert, der beispielsweise innerhalb von 3 bis 4 Minuten Laufzeit die Go-/NoGo-Karte eines Gebietes von 1.500 km<sup>2</sup> berechnet (Abbildung 1 – rechter Teil). Bei der Auslegung der Mensch-Maschine-Schnittstelle des sogenannten Realtime-Laufes stand die einfache Bedienbarkeit im Vordergrund (Abbildung 2).

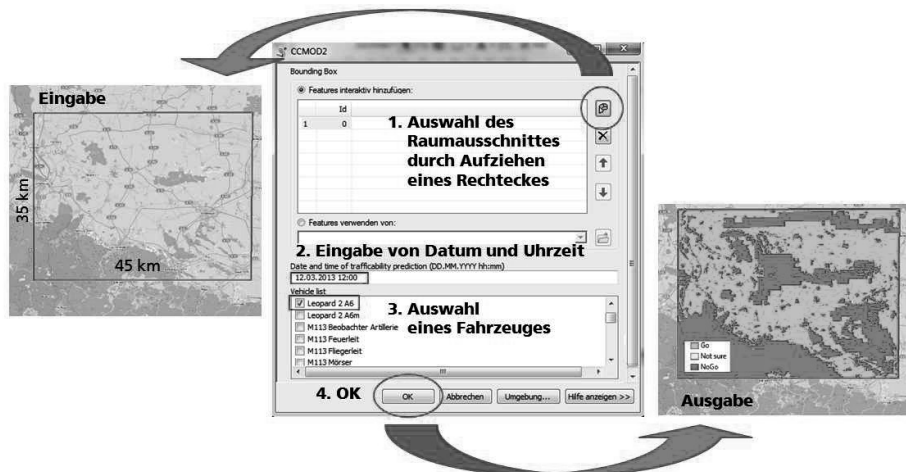


Abbildung 2: Einfach konzipierte Mensch-Maschine-Schnittstelle für den Endanwender

Der auf dem Server des Anbieters ablaufende ArcGIS-Service kann vom Endanwender aus einer ArcGIS-Arbeitsumgebung (ArcMap 10.x) oder aber auch über einen Browser genutzt werden. Über das Intranet oder Internet werden die Eingaben des Endanwenders zum ArcGIS Server gesendet. Der ArcGIS-Server berechnet die finale Go-/NoGo-Karte basierend auf den fusionierten Daten des Preprocessing und liefert dem Endanwender eine Befahrbarkeitskarte im tif-Format, die automatisch im ArcGIS-Client zusammen mit der topographischen Lage angezeigt wird. In Analogie dazu könnte die finale Karte auch im Browser visualisiert werden. In diesem Service findet der empirische WES-Ansatz<sup>17</sup> Anwendung [Hi01]. Anhand der Bodeneigenschaften (Bodenart, Steingehalt, Gehalt an organischer Substanz) wird zunächst die USCS-Bodenklasse (ASTM85) bestimmt. Für jede USCS-Bodenklasse wird final die Befahrbarkeit des Bodens, der sogenannte Cone Index (CI), berechnet und mit dem hinterlegten Vehicle Cone Index (VCI) des Fahrzeuges verglichen: Liegt der VCI-Wert des Fahrzeuges unter dem CI-Wert des Bodens, so kann das Fahrzeug das Gelände passieren (Go-Situation).

Das Modell konnte bereits erfolgreich in verschiedenen Testgebieten eingesetzt werden. Zur Validierung wurden zu verschiedenen Zeitpunkten an verschiedenen Standorten Bo-

<sup>17</sup> WES steht für die Abteilung „Waterways Experiment Station“ des US Corps of Engineers, welche diesen empirischen Ansatz basierend auf umfangreichen Untersuchungen in den 60er bis 90er Jahren entwickelt hat.

denfeuchten mit TDR-Sonden und Cone Indizes mit dem GPS-Penetrometer gemessen. Modellerte Go-Situationen konnten durch Messungen bestätigt werden. NoGo-Situationen kamen wetterbedingt im Projektzeitraum selten vor und hielten zu kurz an, um validiert zu werden (Abbildung 3). Weitere Validierungen sind bereits in Planung.

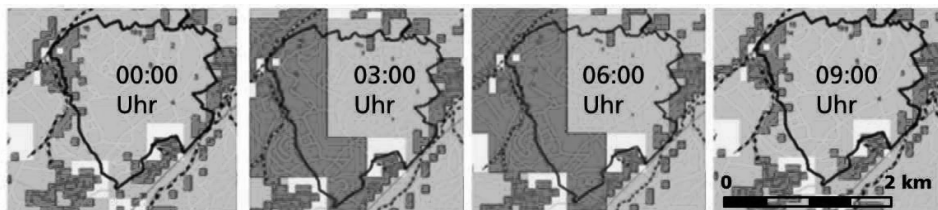


Abbildung 3: Go/NoGo-Karten im 3h-Abstand (Go = Grün, NoGo = Rot, Unklar = Gelb)

### 3 Ausblick - Einsetzbarkeit in der Landwirtschaft

Auf Basis der Erfahrungen aus der Entwicklung des Befahrbarkeits-Modell CCMoD2 sieht sich das Fraunhofer FKIE in der Lage, Befahrbarkeitsbewertungen auch für die Landwirtschaft zu berechnen. Die Konzeption der Architektur könnte in Anlehnung an die CCMoD2-Software erfolgen. Für die Anpassung an landwirtschaftliche Anwendung sind bislang verwendete Eingangsdaten durch räumlich und thematisch feiner aufgelöste Daten zu ersetzen (z. B. Boden: ALK + Bodenschätzung; Landnutzung: InVeKoS). Zudem könnte der WES-Ansatz durch das Schweizer Nomogramm zum bodenschonenden Maschineneinsatz ersetzt werden (Uri2007).

### Literaturverzeichnis

- [ASTM85] ASTM International: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System), Philadelphia, D2487, 2011.
- [DLG08] DLG e.V.: Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen, DLG-Merkbl. 344, 2008.
- [DPS95] Dürr, H.-J.; Petelkau, H. und Sommer, C.: Literaturstudie "Bodenverdichtung". - UBA-Texte 55/95, 203 S., 1995.
- [DWD14] <http://www.dwd.de/agrowetter> – Parameter Bodenfeuchte, 2014.
- [Lö83] Löpmeier, F.-J.: Agrarmeteorologisches Modell zur Berechnung der aktuellen Verdunstung (AMBAV), Dt. Wetterdienst, 1983.
- [Hi01] Hirt, R.: Grundlagen des forstlichen Ingenieurwesens, Boden als Untergrund, Baugrund, Baustoff, <http://www.lue.ethz.ch/docs/Skripte/FIW.pdf>, Vorlesungsskript, 2001.
- [Uri2007] Umweltfachstellen des Kantons Uri (Schweiz): Umgang mit Boden, Merkblatt, [http://www.ur.ch/dl.php/de/4fedc2adad74b/01\\_umgang\\_mit\\_boden.pdf](http://www.ur.ch/dl.php/de/4fedc2adad74b/01_umgang_mit_boden.pdf), 2007.
- [ZH14] Zieger, P. und Hedel, R.: Entwicklung eines Algorithmus zur Prognose von Geländemobilität, Teilprojekt B, Abschlussbericht - Handbuch zu CCMoD2, unveröffentlicht, 2014.