Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Erosionsmodellierung für die Landwirtschaft

- Ein Beispiel -

Hintergrund und Zielsetzung

Physikalisch basierte Modelle zur Simulation der Bodenerosion vermögen nicht nur eine prozessorientierte, räumlich und zeitlich differenzierte Analyse des Bodenabtrages. Sie gestatten darüber hinaus eine Aussage zur räumlichen Verteilung des Abflusses, von Sedimenten und partikelgebunden Stoffeinträgen in Gewässer. Gleichzeitig stellen sie erhöhte Anforderungen an die Qualität und Quantität der Eingangsparameter, die mithilfe konventioneller Feldmessungen nur unter hohem Zeit- und Kostenaufwand bewältigt werden können. Methoden der Fernerkundung können hier alternative Ansätze bieten.

Neben den Faktoren Relief und Niederschlag sind insbesondere Informationen zu Boden und Bodenbedeckung von entscheidender Bedeutung für die Bodenerosion. Im Folgenden werden daher Methoden und Konzepte vorgestellt, die eine flächenhafte Ableitung ausgewählter Größen (Blattflächenindex, Bedeckungsgrad, Bodenart, gesättigte Leitfähigkeit) aus Fernerkundungsdaten gestatten, hier beispielhaft für das Erosionsmodell Erosion-3D (Abb.1).

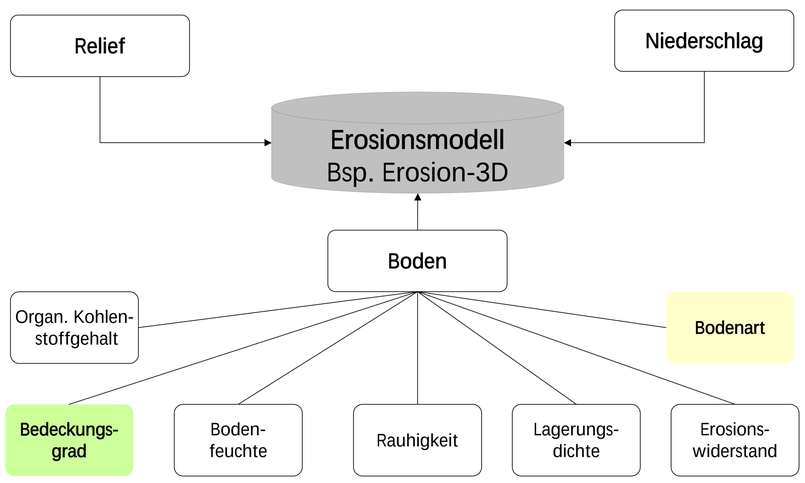

Abbildung 1: Eingangsparameter für das physikalisch basierte Erosionsmodell Erosion-3D (von Werner 1995). Entsprechend des modularen Modellaufbaus gliedern sich die Eingangsdaten in die Parameterkomplexe Relief, Niederschlag und Boden. Die fernerkundlich messbaren Parameter der hier vorgestellten Methoden sind farbig unterlegt.

Ableitung von Vegetationsparametern

Die Bedeckung des Bodens durch Kulturpflanzen bzw. deren Ernterückstände trägt entscheidend zur Verminderung des Bodenabtrages auf ackerbaulich genutzten Flächen bei. Die Kenntnis des aktuellen Bedeckungsgrades ist daher ein Schlüsselfaktor für die Abschätzung des Ausmaßes der Bodenerosion.

In der Fernerkundung stützt sich die Ableitung des Bedeckungsgrades auf Vegetationsindizes (VI) bzw. den Blattflächenindex (LAI) (Abb.3). Für die Berechnung dieser Größen aus spektralen Reflexionssignalen existieren verschiedene Verfahren, die die Ableitung spezifischer Koeffizienten zu Fruchtart, Sonnenstand und Einfluss des Bodens erfordern. Die zeitliche Interpolation des zum Aufnahmezeitpunkt des verwendeten Satellitenbildes ermittelten LAI erfolgt mithilfe eines vereinfachten Wachstumsmodells.

Datengrundlage

Satellitenbilder des amerikanischen Satelliten Landsat sind seit vielen Jahren operationell verfügbar und werden von einer großen Nutzergemeinschaft für unterschiedlichste Fragestellungen eingesetzt. Erste Daten lieferte der Satellit bereits Anfang der 70- iger Jahre. Seitdem wurde das System kontinuierlich verbessert. Daten des Landsat-5-TM (Start 1985) weisen eine mittlere geometrische Auflösung von 30 m mit einer räumlichen Abdeckung von 185 x 185 km auf. Das spektrale Signal wird in 7 breitbandigen Kanälen zwischen 0.45 und 2.35 µm sowie einem Thermalkanal aufgezeichnet.

Im Gegensatz dazu zeichnet der flugzeuggetragene, australische Sensor HyMap das Reflexionssignal der Erdoberfläche zwischen 0.44 – 2.5 µm in insgesamt 128 sehr schmalen spektralen Bändern auf. Derartige Systeme werden daher auch als Hyperspektralsensoren bezeichnet. In Abhängigkeit von der Flughöhe beträgt die räumliche Auflösung dieser Daten 2 - 10 m, die Breite eines Aufnahmestreifens 2.3 - 4.6 km. Bisher konzentriert sich der Einsatz dieses Datentyps auf Forschungsvorhaben.

Abbildung 2: Ausschnitt eines Landsat-TM Satellitenbildes (links) und eine Aufnahme des Hyperspektralsensors HyMap (rechts) im Vergleich (beide Echtfarbendarstellung)

Ableitung bodenhydrologischer Kenngrößen

Die Anfälligkeit eines Bodens gegenüber Niederschlag und Oberflächenabfluss ist u. a. abhängig von seiner Korngrößenzusammensetzung (Bodenart). Ein hoher Schluff- und Feinsandanteil beispielsweise fördert die Verschlämmung und mindert somit die Wasserinfiltration. Informationen zu Bodenart und Infiltrationskapazität sind daher unabkömmlich für die Modellierung der Bodenerosion.

Hyperspektraldaten bieten aufgrund ihrer detaillierten Dokumentation der spektralen Reflexion der Oberfläche ein hohes Potenzial Qualität und Quantität von Tonmineralien im Boden zu identifizieren. Im Rahmen dieser Arbeit werden daher Untersuchungen zur Ableitung von Tongehalten aus Hyperspektraldaten angestrebt. Diese Information wird nachfolgend zur Ermittlung bodenhydrologischer Kenngrößen eingesetzt, die mittels Pedotransferfunktion gewonnen werden sollen (Abb.4). Dabei sind Pedotransferfunktionen Modellvorstellungen, die die Ableitung im Feld nur sehr aufwendig und schwer messbarer Bodenparameter aus einfacher messbaren Bodenparametern (z.B. Sand-, Schluff-, Tongehalt, u.a.) gestatten.

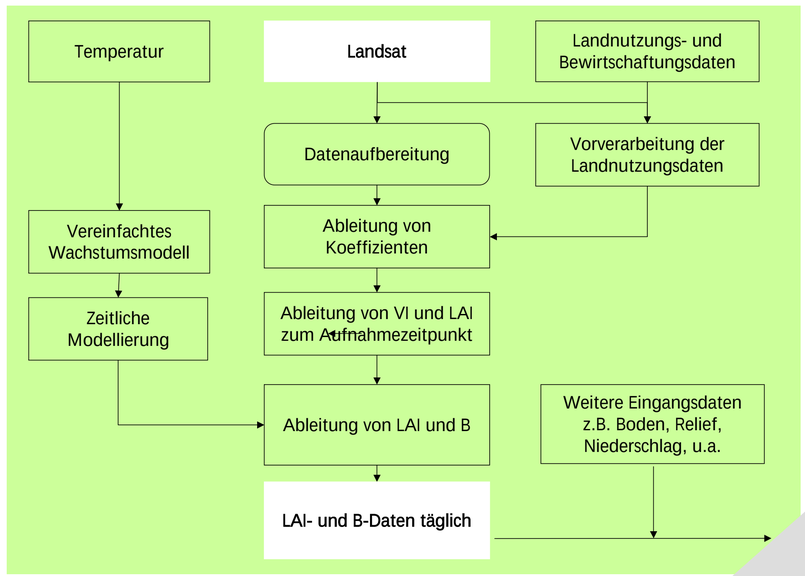

Abbildung 3: Daten- und Informationsfluss zur Ableitung von Blattflächenindex (LAI) und Bedeckungsgrad (B)

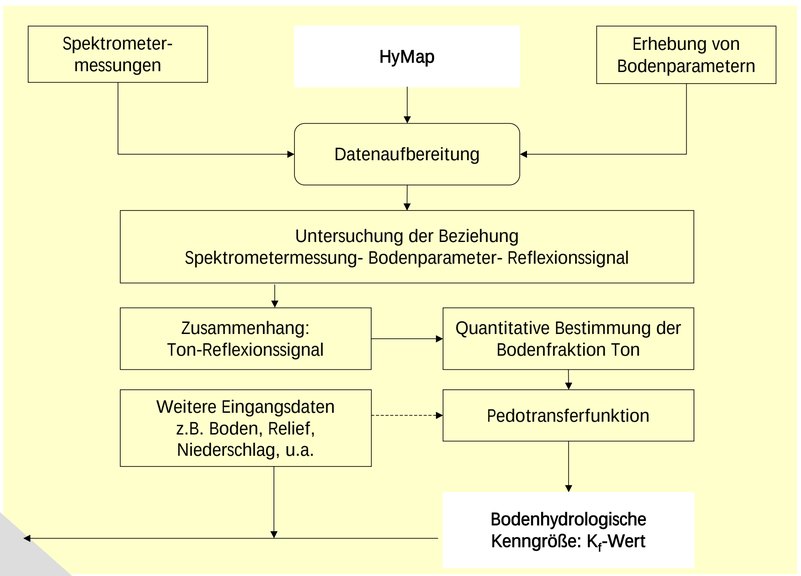

Abbildung 4: Daten- und Informationsfluss zur Ermittlung des Tongehaltes, respektive der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit (K_f)

Simulation mit Umweltmodellen

Autoren: Gerighausen, H. & A. Klisch, DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., DFD Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Neustrelitz