

5 Projektbereich 3: Standort- und Bestandescharakterisierung

5.1 Zusammenfassung von PB 3: Methoden, Modelle und Ergebnisse zur integrativen Analyse der Eigenschaften von Standorten und Pflanzenbeständen für die Entscheidungsfindung bei Precision Farming

Summary of PD 3: Methods, models and results for an integrative analysis of characteristics of heterogeneous sites and crop stands as a base for decision making in precision farming

Sommer, M.; Bach, H.; Wenkel, K.-O.; Herbst, R.

5.1.1 Summary

In 2005 we developed new methods and models for analyses and prediction of canopy and site variability in time and space. The integrative approach focussed on selected fields of very high natural site variability, because here any method or model should produce spatial differentiation for precision farming purpose. At representative and extreme sites, dynamics of plant growth (incl. roots) and soil properties (esp. water) were studied in a joint effort of different subprojects. Based on these results functional relationships between soil and plant canopy variables can be established. Limited rooting depth, e.g. due to critical mechanical topsoil compaction - with consequence of reduced water and nutrient supply - , seems to be one key variable for the spatial differentiation of above-ground biomass and yield. The crucial link between site and field scale had been established by using hyperspectral remote sensing of canopy parameters, e.g. LAI. A modeling approach using fuzzy sets as well as weather, soil, terrain and farming practice as input data showed good accordance to measured spatial distribution of above-ground yields at the field selected. In 2006 we will focus on the application of our methods and models to additional fields which are very different in respect to natural site variabilities. With these fields we would like to test the validity and chances of any extrapolation of methods and models developed so far.

5.1.2 Zielsetzung

Der Projektbereich (PB) 3 vernetzt die Teilprojekte 13 (Fernerkundung), 14 (Integrative Standortanalyse), 15 (Modellgestützte Generierung von Ertragserwartungskarten) und 16 (Analyse und Modellierung des Wurzelwachstums) zwischen diesen Teilprojekten und unterstützt die Zusammenarbeit mit den anderen Projektbereichen des Verbundes. Die enge Zusammenarbeit zwischen den Teilprojekten des PB 3 erlaubt die Bearbeitung multiskaliger Zielsetzungen:

- *Methodenentwicklung* zur verbesserten Analyse raum-zeitlicher Variabilität von:
 - (i) Pflanzenbeständen auf der Schlag- und Landschaftsskala (13, 14, 15)
 - (ii) Standorten auf der Schlag- und Landschaftsskala (14, 13, 16)
- *Modellgestützte Kausalanalysen* zum Zusammenhang:
 - (i) Standortdynamik und Wurzelwachstum (16, 14)
 - (ii) Standortdynamik und Biomassen (15, 14)
 - (iii) Bodenbildende Faktoren und Standortmuster (14)
- Entwicklung von modellgestützten *Expertensystemen* zu Ertragszielen und Ertragserwartungen (15, 13, 14, 16)

Ausgehend von der Prozessanalyse am Punkt bzw. Standort (ober-/unterirdisches Pflanzenwachstum) und der Quantifizierung der dort wuchssteuernden Faktoren (Wurzelraum, Wasser-, Nährstoffhaushalt) werden die Ursachen der raum-zeitlichen Variabilität analysiert und Indikatoren für ihre flächige Ableitung entwickelt. Deterministische bzw. prozessorientierte Pflanzenwachstumsmodelle nutzen diese Informationen und liefern dynamische Wurzelverteilungen, Bodenwasserpotentiale, Biomasse- bzw. Ertragsentwicklungen. Die im PB 3 entwickelten Methoden und erarbeiteten Ergebnisse liefern Grundlagen oder Eingangsgrößen für die modellgestützte Ermittlung der Ertragserwartung von Teilflächen. Hierzu sollen vereinfachte Hybridansätze als Module für einen späteren Praxiseinsatz eine räumlich verteilte Modellierung der Ertragserwartungen ermöglichen (siehe Abbildung 25).

5.1.3 Ergebnisse im Jahre 2005 und ihre Diskussion

Die Methoden- und Modellentwicklung bildete den Schwerpunkt der Arbeiten im Jahr 2005. Die hierzu notwendigen, integrativen Arbeiten im PB 3 erforderten zunächst eine Auswahl gemeinsam zu bearbeitender Schläge sowie ein abgestimmtes Versuchs- bzw. Beprobungsdesign. Dies wurde 2005 erarbeitet und auf den Schlägen 141-Winterweizen, 441-Mais (beide WIMEX) sowie „Rabenberg“-Winterweizen (Täger-Farny) umgesetzt. Ziel der Fokussierung auf Einzelschläge war es, die Methoden- und Modellentwicklung zunächst in überschaubarem Rahmen bzw. unter kontrollierten Randbedingungen voranzutreiben. Die Auswahl der Winterweizenschläge erfolgte unter dem Aspekt eines schlagspezifisch möglichst hohen, standörtlichen Kontrastes. Jegliche Methodik zur Teilschlagbewirtschaftung sollte hier zu einer Flächendifferenzierung führen.

Auf charakteristischen und extremen Standorten der genannten Schläge wurde die Dynamik im Wasserhaushalt, die Durchwurzelung und die oberirdische Biomassenentwicklung in enger Zusammenarbeit zwischen den Teilprojekten erfasst und analysiert. Parallel hierzu erfolgte eine flächenhafte, raum-zeitliche Differenzierung der Pflanzenbestände mit Hilfe der Fernerkundung. Durch ein abgestimmtes „ground truthing“ konnte der Zusammenhang zwischen (flächenhaft) modellierten Bestandesparametern, wie z.B. dem LAI, und am Boden gemessenen (Standorts-)Werten validiert werden. Damit ließ sich die entscheidende Schnittstelle zwischen den Skalen *Standort* und *Schlag* etablieren. Zudem gelang es, mit Hilfe hyperspektraler Daten ein Relativmaß der Pflanzenvitalität zu entwickeln. Mit diesem können nun kulturunabhängig und über Schlaggrenzen hinweg Zonen besseren und schlechteren Wachses abgegrenzt werden. Die Kausalanalyse der räumlichen Bestandesvariabilität brachte eine bislang nicht beachtete Variable ins Spiel, den Durchdringungswiderstand. Es deutet sich eine Begrenzung des Wurzelraumes – und damit der Wasser- wie Nährstoffversorgung – durch Schadverdichtungen unter der Pflugsohle als Ursache für reduziertes oberirdisches Pflanzenwachstum an; ein Zusammenhang, der 2006 an einer größeren Zahl von Standorten zu überprüfen ist. Schließlich gelang mit Hilfe vereinfachter (Fuzzy-)Modellansätze auf Basis von Witterungs-, Boden- und Bewirtschaftungsinformationen eine valide Abbildung der räumlichen Ertragsstruktur auf den genannten Schlägen.

5.1.4 Soll-Ist-Vergleich mit den im Projektantrag angestrebten Ergebnissen bzw. vorgesehenen Meilensteinen, Output für den Verbund

Die im Berichtszeitraum angestrebten Ziele konnten erreicht werden. Insbesondere die Einigung auf gemeinsam zu bearbeitende Schläge und Standorte erzielte deutliche Synergieeffekte. Die Integration von prozessorientierten Punktbeobachtungen, Abbildung raum-zeitlicher Bestandesvariabilität in der Fläche, die

Analyse ihrer Ursachen sowie die modellgestützte Integration dieser Ergebnisse kann als wesentlicher Output des PB 3 für den Verbund angesehen werden.

5.1.5 Geplante nächste Arbeitsschritte

Diente das Jahr 2005 vor allem der Methoden- und Modellentwicklung, so steht 2006 die Anwendung der entwickelten Ansätze auf weitere Schläge im Fokus der Arbeiten – und damit der Test auf Übertragbarkeit der gefundenen Erkenntnisse.

Für das Ziel einer validen Kausalanalyse ist 2006 die Zahl der zu untersuchenden Schläge bzw. Standorte in beiden Untersuchungsgebieten deutlich zu erhöhen. Damit sollen die auf Einzelschlägen entwickelten Hypothesen zum Zusammenhang *Standort - Pflanzenwuchs* überprüft werden. Um schlagübergreifende Extrapolationen der gefundenen Zusammenhänge bzw. der entwickelten Indikatoren zu ermöglichen, werden weiterhin Reliefanalysen auf Basis flächendeckender digitaler Höhenmodelle durchgeführt. Schließlich sollen schlagübergreifende Methoden zur Interpolation geophysikalischer Daten - als Indikatoren für Standortseigenschaften - entwickelt und eingesetzt werden. Ziel ist hier eine Aufwandsminimierung und damit ökonomische Optimierung bei gleichzeitig hoher Aussagekraft der eingesetzten Methoden.

Für die Analyse raum-zeitlicher Bestandesvariabilität wurden auf dem Betrieb WIMEX bereits weitere Schläge für einen Modellvergleich ausgewählt. Der Schlag 811 dient hier als Testfall für eine dem Schlag 141 vergleichbare Bandbreite an Standortbedingungen, der Schlag 352 als Testfall für die geringste räumliche Standortvariabilität in dem Naturraum. Weiterhin ermöglicht der Schlag 141 im Jahr 2006 eine Modellvalidierung in der Zeit. Die verschiedenen Modelle sollen nun ohne Parameterfitting die räumliche Ertragsvariabilität auf den genannten Schlägen prognostizieren (vgl. Abbildung 25). Ein Vergleich mit Ergebnissen mehrjähriger Ertragskarten ermöglicht dann den (entscheidenden) Test auf ihre Übertragbarkeit und damit Einsetzbarkeit in der informationsgeleiteten Pflanzenproduktion.

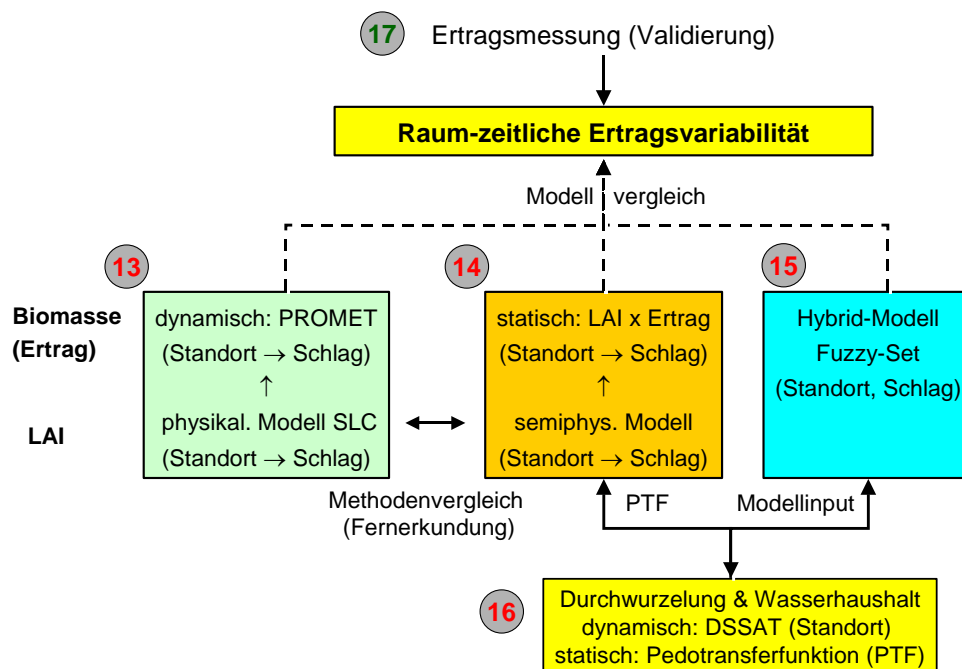


Abbildung 25: Verknüpfung von Teilprojekten für den Modellvergleich 2006 zur Prognose der raum-zeitlichen Ertragsvariabilität

Figure 25: Linkage between subprojects for model comparison 2006 for prediction of spatio-temporal yield variability

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. Michael Sommer
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
Institut für Bodenlandschaftsforschung
Eberswalder Straße 84
15374 Müncheberg
Telefon: 033432/82282
Telefax: 033432/82280
E-Mail: sommer@zalf.de

Dr. Heike Bach
VISTA Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH
Gabelsbergerstraße 51
80333 München
Telefon: 089/52389802
Telefax: 089/52389804
E-Mail: bach@vista-geo.de

Prof. Dr. Karl-Otto Wenkel
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
Institut für Landschaftssystemanalyse
Eberswalder Straße 84
15374 Müncheberg
Telefon: 033432/82379
Telefax: 033432/82334
E-Mail: wenkel@zalf.de

Prof. Dr. agr. Ruprecht Herbst
Humboldt-Universität zu Berlin
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Institut für Pflanzenbauwissenschaften
Invalidenstraße 42
10115 Berlin
Telefon: 030/20936402
Telefax: 030/20936294
E-Mail: r.herbst@agr.ar.hu-berlin.de