

# Verwendung des Strahlungstransfermodells PROSAIL zur Bestimmung von Bestandesparametern in Weizen



L. J. Koppensteiner<sup>1</sup>, R. W. Neugschwandtner<sup>1</sup>, S. Raubitzek<sup>2</sup>, P. Weihs<sup>3</sup>, T. Neubauer<sup>2</sup>, H. Wagenristl<sup>4</sup>, A. Gronauer<sup>5</sup> and H.-P. Kaul<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
<sup>2</sup> Institut für Information Systems Engineering, Technische Universität Wien (TU Wien)  
<sup>3</sup> Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
<sup>4</sup> Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
<sup>5</sup> Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
 E-mail: lukas.koppensteiner@boku.ac.at



Universität für Bodenkultur Wien  
 Department für Nutzpflanzenwissenschaften

## Einleitung

Strahlungstransfermodelle (engl. Radiative Transfer Models, RTMs) beschreiben die Interaktion zwischen Sonnenstrahlung und Pflanzenbeständen (Monteith 1965). RTMs zeichnen sich durch eine gute Generalisierbarkeit und einen geringen Kalibrierungsaufwand aus. Weiters erlauben RTMs die Nutzung sämtlicher verfügbarer Spektraldaten (Berger et al. 2018). Ziel dieser Studie war es, LAI und Chlorophyllgehalte von Weizen (*Triticum aestivum*) auf Basis der Inversion des RTMs PROSAIL mit einem Künstlichen Neuronales Netz (KNN) zu bestimmen.

## Materialien und Methoden

Das RTM PROSAIL berechnet die spektrale Reflexion von Pflanzenbeständen (400 bis 2500 nm in 1 nm Schritten) basierend auf 16 Parametern (Abbildung 1).

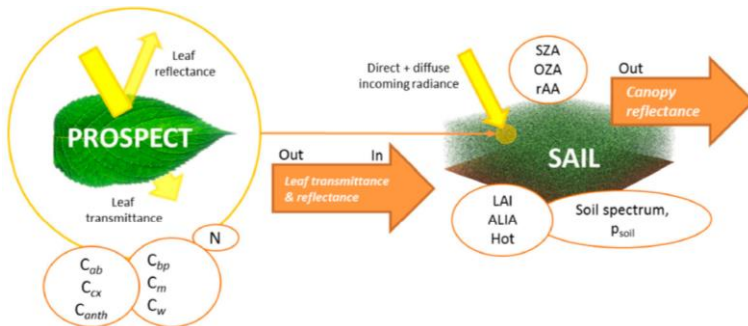


Abbildung 1: Berechnung der spektralen Reflexion von Pflanzenbeständen mithilfe des PROSPECT + SAIL Modells (PROSAIL) (Berger et al. 2018).

Ein Datensatz von 10000 Beobachtungen wurde simuliert. Jede Beobachtung besteht aus einem zufälligen Set von PROSAIL-Parametern (uniforme Verteilungen, Weizen spezifische Grenzwerte von Danner et al. 2017). Die Reflexionen der Beobachtungen wurden mit dem RTM PROSAIL simuliert. Der Datensatz wurde in einen Training- und einen Test-Datensatz im Verhältnis 9:1 geteilt. Ein vorläufiges KNN wurde erstellt (drei dense Layers zu je 128 Neuronen, ReLU Activation Function, Loss Function „Mean Absolute Error“ und Optimizer „Adam“). Das KNN wurde mit dem Test-Datensatz und Feldversuchsdaten evaluiert. Im Rahmen eines Weizenfeldversuches an der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf der BOKU 2019/20 wurden Messungen zu Bestandesreflexion (FieldSpec Handheld 2, ASD Inc.), LAI (AccuPAR LP-80, Meter Group Inc.) und Stickstoffkonzentration grüner Blätter durchgeführt. Die spektrale Auflösung des KNNs wurde reduziert um den Feldversuchsdaten zu entsprechen (400 bis 1075 nm).

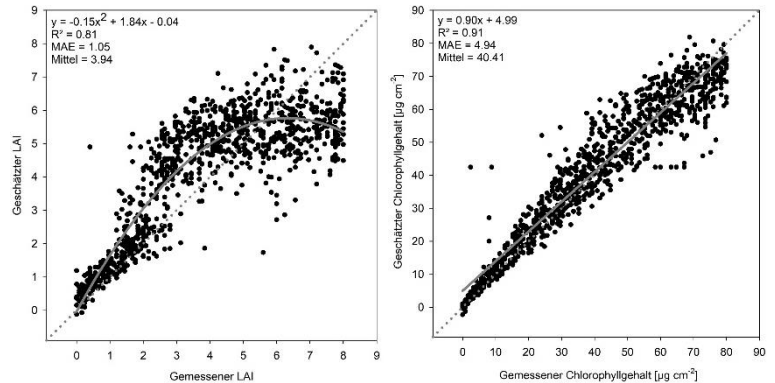


Abbildung 2: Gemessener und geschätzter LAI (links) und Chlorophyllgehalt [ $\mu\text{g cm}^{-2}$ ] (rechts) auf Basis des simulierten Test-Datensatzes.

Tabelle 1: Analyse der Schätzungen von LAI und Stickstoffkonzentration grüner Blätter (N%) basierend auf Feldversuchsdaten.

| Datum      | Herbstaussaat |        |      |                | Frühjahrsausaat |                |        |      |                |      |
|------------|---------------|--------|------|----------------|-----------------|----------------|--------|------|----------------|------|
|            | BBCH          | Mittel | MAE  | R <sup>2</sup> | N%              | R <sup>2</sup> | Mittel | MAE  | R <sup>2</sup> | N%   |
| 09.03.2020 | 23            |        |      |                | 0.39            |                |        |      |                |      |
| 23.03.2020 | 24            |        |      |                | 0.00            |                |        |      |                |      |
| 06.04.2020 | 30            | 1.58   | 0.71 | 0.89           | 0.69            |                |        |      |                |      |
| 20.04.2020 | 32            | 1.92   | 1.94 | 0.86           | 0.63            |                |        |      |                |      |
| 04.05.2020 | 45            | 2.51   | 1.37 | 0.94           | 0.76            | 30             | 0.30   | 0.74 | 0.26           | 0.01 |
| 17.05.2020 | 59            | 2.88   | 0.22 | 0.97           | 0.85            | 37             | 0.77   | 0.48 | 0.22           | 0.14 |
| 01.06.2020 | 77            | 2.85   | 0.48 | 0.94           | 0.80            | 51             | 1.30   | 0.24 | 0.50           | 0.02 |
| 15.06.2020 | 85            | 2.27   | 0.35 | 0.96           | 0.80            | 71             | 1.80   | 0.21 | 0.92           | 0.70 |

## Ergebnisse und Diskussion

Gemessener und geschätzter LAI des Test-Datensatzes variierten aufgrund der reduzierten spektralen Auflösung (Abbildung 2, links). Die geschätzten Chlorophyllgehalte stimmten mit den gemessenen Werten im Test-Datensatz überein (Abbildung 2, rechts). Für Winterweizen ergaben LAI-Schätzungen hohe R<sup>2</sup>-Werte (April bis Juni) und niedrige MAE-Werte (Mitte Mai bis Juni). N%-Schätzungen von Winterweizen zeigten im Laufe der Saison steigende R<sup>2</sup>-Werte. Geschätzte LAI- und N%-Werte von Sommerweizen ergaben niedrige R<sup>2</sup>-Werte bis Anfang Juni und hohe R<sup>2</sup>-Werte Mitte Juni.

## Schlussfolgerung

Unser vorläufiges KNN liefert vielversprechende Schätzungen für LAI und Chlorophyllgehalt in Weizen. Ziele der weiteren Arbeiten sind: Anpassung der spektralen Auflösung, Entfernen der Beobachtungen mit extremen Inputparametern, Verbesserung der KNN-Struktur und Testung des KNNs mit umfangreichen Feldversuchsdaten.

### Literatur

Berger, K.; Atzberger, C.; Danner, M.; D'Urso, G.; Mauser, W.; Vuolo F.; Hank, T. 2018. Evaluation of the PROSAIL Model Capabilities for Future Hyperspectral Model Environments: A Review Study. Remote Sensing 10, 85–110.  
 Danner, M.; Berger, K.; Wocher, M.; Mauser, W.; Hank, T. 2017. Retrieval of Biophysical Crop Variables from Multi-Angular Canopy Spectroscopy. Remote Sensing 9, 726–746.  
 Monteith, J.L. 1965. Light Distribution and Photosynthesis in Field Crops. Annals of Botany 29, 17–37.