

Post-Processing-Korrektur von Holzvorratskarten mittels Small Area Estimation

Eisnecker, Philipp

2025-11-28

Abstract

Im Projekt **VorratAktuell** wurde eine flächendeckende, jährlich aktualisierte **Holzvorratskarte für Baden-Württemberg** auf Basis eines Multilayer Perceptrons erstellt. Grundlage sind Fernerkundungsdaten aus Luftbildbefliegungen sowie terrestrische Betriebsinventurdaten. Die Karte bildet den Holzvorrat in einem 20×20-Meter-Raster ab und ermöglicht damit eine wesentlich höhere zeitliche und räumliche Auflösung als die bisher üblichen Inventurzyklen von etwa zehn Jahren. Durch die jährliche Aktualisierung können Entwicklungen nach Extremwetterereignissen, Trends der Vorratsveränderung und großräumige Muster im Waldzustand kontinuierlich nachvollzogen werden.

Fokus der Präsentation auf der SmartForestAI 2025 in Freising soll das **Konzept der Small Area Estimation (SAE)** [1] im Rahmen der Holzvorratskarte sein. SAE bezeichnet Ansätze, die es ermöglichen, **für kleine Flächen verlässliche Schätzungen zu erhalten**, selbst wenn dort nur wenige oder keine direkten Messungen vorliegen. Im Rahmen von VorratAktuell wird SAE nicht als fertiges Modell angewendet, sondern **explorativ untersucht**, um zu klären, welchen Nutzen es für die Holzvorratskarte haben könnte und welche Fragestellungen sich daraus ergeben. Konkret adressierte Stakeholder sind: Verwaltung (Entscheidungsgrundlagen, Planung), Forschung (methodische Evaluation) und Waldbesitzende (lokale Holzeinschätzung).

Wichtige Fragen sind unter anderem:

- Was bedeutet SAE in unserem spezifischen Kontext?
- Bringt SAE eine messbare Verbesserung der Stratenmittelwerte?
- Wie müssen Straten definiert werden, damit Schätzungen statistisch robust sind?

- Welche Faktoren wie Größe, Homogenität, Anzahl der Messpunkte oder verfügbare Hilfsvariablen beeinflussen die Qualität der Schätzungen?
- Welchen praktischen Nutzen könnten unterschiedliche Ansätze für Verwaltung, Forschung und Waldbesitzende haben?
- Wie können lokale Unsicherheiten sichtbar gemacht und systematisch quantifiziert werden, um konkrete Entscheidungshilfen in der Praxis zu liefern?

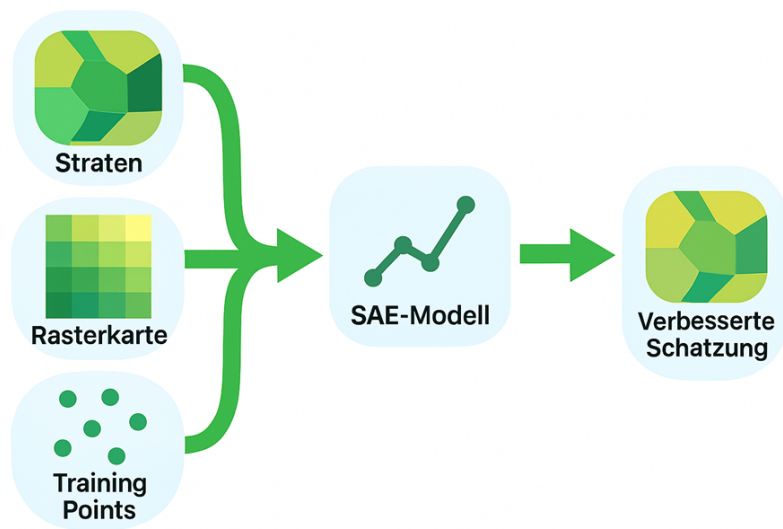


Abbildung 1: Illustration, wie Messpunkte, Straten und Rasterdaten in das SAE-Konzept einfließen und zu verbesserten Stratenmittelwerten führen.

Die Untersuchung von SAE konzentriert sich u.a. darauf, zu verstehen, wie Straten idealerweise gebildet werden sollten, um verlässliche Schätzungen zu ermöglichen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, fließen Messpunkte, Straten und Rasterdaten in das SAE-Konzept ein, um die Stratenmittelwerte zu verbessern. Straten könnten so gezogen werden, dass sie innerhalb der Fläche möglichst homogen sind, ausreichend Datenpunkte enthalten und durch vorhandene Stratenmerkmale wie Wuchsgebiet oder Geländeeigenschaften beschrieben werden können. Gleichzeitig ist es interessant zu prüfen, wie groß oder klein Straten sein können, um sowohl statistische Stabilität als auch detailreiche Informationen zu gewährleisten. Dabei können unterschiedliche Betrachtungsebenen diskutiert werden, etwa Unit-Level, bei dem einzelne Messpunkte betrachtet werden, oder Area-Level, bei dem aggregierte Stratenmittel im Vordergrund stehen. Auch die Möglichkeit, Random-Area-Effects zu berücksichtigen, kann helfen, natürliche Unterschiede zwischen Straten zu modellieren und Schätzungen in weniger gut abgedeckten Straten zu stabilisieren. Ziel ist nicht, ein fertiges Verfahren vorzustellen, sondern zu evaluieren, in welchem Rahmen SAE eine sinnvolle Ergänzung zu der Vorratskarte sein kann.

Der Praxisbezug besteht darin, dass SAE als Post-Processing-Option die bestehende Holzvorratskarte verbessern könnte, indem Stratenmittelwerte präzisiert und Unsicherheiten für kleine Flächen sichtbar gemacht werden. Dadurch wird ein direkter Nutzen für Verwaltungsentscheidungen, Forschung und Waldbesitzende hergestellt. Dabei werden auch Möglichkeiten untersucht, Informationen aus gut abgedeckten Straten auf weniger gut abgedeckte Straten zu übertragen und Unsicherheiten sichtbar zu machen.

Ziel der Präsentation ist es, einen Einblick in die Möglichkeiten und Herausforderungen von SAE auf der Vorratskarte zu geben, insbesondere in Bezug auf Stratenbildung, Datenverfügbarkeit und methodische Fragestellungen. Insbesondere soll diskutiert werden, inwieweit es sinnvoll ist, SAE als Post-Processing-Option einzusetzen, wenn die zugrunde liegenden Baseline-Modelle für den Holzvorrat bereits relativ komplexe und leistungsfähige Schätzungen liefern.

Literatur

- [1] Chandra, H., & Chandra, G. (2015). An overview of small area estimation techniques. *Statistics in Forestry: Methods and Applications*, 45–54.
- [2] Georgakis, A., Papageorgiou, V. E., & Stamatellos, G. (2025). A new approach to small area estimation: Improving forest management unit estimates with advanced preprocessing in a multivariate Fay–Herriot model. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 98(4), 605–622.
- [3] Nothdurft, A., Sarkleti, V., Ofner-Graff, T., Tockner, A., Gollob, C., Ritter, T., ... & Finley, A. O. (2025). Small area estimation of growing stock timber volume, basal area, mean stem diameter, and stem density for mountain forests in Austria. *Canadian Journal of Forest Research*, 55, 1–20.
- [4] Dettmann, G. T., Radtke, P. J., Coulston, J. W., Green, P. C., Wilson, B. T., & Moisen, G. G. (2022). Review and synthesis of estimation strategies to meet small area needs in Forest inventory. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 813569.