

Bericht über die Validierung des MIND STEP-Werkzeugkastens und den Proof of Concept

Dieser Bericht (D6.2) bietet einen Überblick über die Validierungs- und Qualitätsmanagementmaßnahmen für den MIND STEP-Werkzeugkasten. Dabei konzentrieren wir uns auf zwei Hauptaufgaben des Arbeitspakets 6: (1) die Zusammenstellung der Validierungsmaßnahmen für alle Modelle des MIND STEP-Werkzeugkastens und (2) die Auswahl vielversprechender Modelle und Ansätze für die Replikation in anderen landwirtschaftlichen Regionen. Wir wollen somit zum einen die Transparenz erhöhen und zum anderen die Anwendung und Flexibilität des MIND STEP-Werkzeugkastens zu demonstrieren.

Validierung – Erfassung des Status Quo

Um einen Überblick über die Validierungsprozesse des MIND STEP-Werkzeugkastens zu erhalten, wurde zunächst eine Umfrage über die in den einzelnen Modellen angewendeten Maßnahmen durchgeführt. Dabei lag der Fokus auf der Validierung von Daten, der empirischen Validierung und der Prozessvalidierung. Die Validierung des Werkzeugkastens wurde anhand der Modellkalibrierung, der Quantifizierung der Modellunsicherheit und der Modellvalidierung bewertet. Obwohl diese Aspekte für alle Modelle als relevant erachtet wurden, zeigt die Umfrage, dass es noch Raum für Verbesserungen bei der tatsächlichen Umsetzung gibt.

Es gibt eine Diskrepanz zwischen Validierungsbedarf und Umsetzung.

So wurde eine Modellkalibrierung insgesamt als wichtig erachtet, aber von den 14 Modellen des MIND STEP-Werkzeugkastens werden nur 8 Modelle kalibriert, 3 Modelle werden nicht kalibriert und für 3 Modelle ist eine Kalibrierung nicht möglich. Die Bedeutung der Quantifizierung der Modellunsicherheit wurde als mittel bis sehr hoch eingeschätzt. Für einige Modelle erfolgt dies mithilfe von Sensitivitätsanalysen, Monte-Carlo-Simulationen oder statistischen Schlussfolgerungen. Aber auch hier wird insgesamt noch ein Verbesserungsbedarf bei der Umsetzung gesehen.

Proof of Concept: Replikation in anderen regionalen Kontexten

Im Rahmen des MIND STEP-Werkzeugkastens fand die Qualitätssicherung vor allem durch Replikationen statt (direkte und/ oder konzeptionelle Replikation). D.h., die Qualität der Modelle wurde getestet, indem sie auf neue regionale Kontexte angewendet wurden. Unser Ziel war es, die Nutzbarkeit der Modelle zu demonstrieren und zu überprüfen, wie sich die im MIND STEP-Projekt genutzten und entwickelten Modelle auf andere Regionen und Kontexte übertragen lassen. Um diese Replikationen systematischer darzustellen, folgen diese Replikationen einem Protokoll, das insbesondere auch die Herausforderungen und potenziellen Lösungen für die Anwendung des MIND STEP-Werkzeugkastens in verschiedenen landwirtschaftlichen Regionen Europas adressiert.

Dazu haben wir fünf Modelle ausgewählt:

1. **FarmDyn** ist ein detailliertes bioökonomisches Farmmodell, das verschiedene landwirtschaftliche Bereiche wie Milchwirtschaft, Rindfleischproduktion, Schweinemast, Ackerbau und Biogasanlagen simulieren kann. Es ist für Deutschland und die Niederlande parametrisiert und verwendet Daten zur Betriebsplanung in Kombination mit landwirtschaftlichen Strukturstatistiken. Das Modell basiert auf GAMS und verfügt über eine

- grafische Benutzeroberfläche. Es ermöglicht die systematische Simulation verschiedener Betriebsrealisierungen und Rahmenbedingungen wie Preise oder Emissionsgrenzen.
2. Das **GHG-Emissionsmodell** (Green House Gas – Treibhausgas) basiert auf einer Daten Envelopment Analyse (DEA) und ermöglicht die Berücksichtigung von Treibhausgasemissionen und Landumverteilung. Das lineare Programmierungsmodell wurde mit R implementiert und erfordert Daten auf Betriebsebene zu Inputs, Outputs und Treibhausgasemissionen. Es berechnet den Grad der Ineffizienz, mit dem Betriebe gleichzeitig ihre Produktion erhöhen und Treibhausgasemissionen verringern könnten, unter Berücksichtigung von Landumverteilung. Das Modell wurde auf niederländische Milchbetriebe angewendet.
 3. **AgriPolis** ist ein räumlich explizites und dynamisches agentenbasiertes Modell, das die Entwicklung landwirtschaftlicher Strukturen im Laufe der Zeit simulieren kann. Es wird hauptsächlich verwendet, um den Einfluss von politischen Maßnahmen auf den landwirtschaftlichen Strukturwandel zu untersuchen. Das Modell kann mit empirisch gesammelten Daten für reale Regionen kalibriert werden und trägt zu einem besseren Verständnis vergangener und zukünftiger Strukturveränderungen bei. In AgriPolis maximieren individuelle Betriebsagenten ihre Gewinne oder Haushaltseinkommen mit Hilfe eines gemischt-ganzzahligen Programmierungsmodells und können auf Preis- oder Politikänderungen reagieren, indem sie Land pachten oder verpachten, ihr Produktionssystem ändern oder sich entscheiden, die Landwirtschaft aufzugeben. Diese Betriebsagenten konkurrieren auf dem Bodenmarkt mit ihren Nachbarbetrieben in wiederholten Auktionen.
 4. Das **Cost Allocation** Modell ist ein Panel-Datenmodell, das auf Buchhaltungsidentitäten basiert. Es berücksichtigt die unbekannte Heterogenität der Betriebe durch zufällig bestimmte Parameter und den potenziellen Zusammenhang zwischen Inputverwendung je Anbaukultur und Flächenentscheidungen. Das Modell wird mithilfe des SAEM-Algorithmus geschätzt und verwendet zusätzliche Informationen über die Verteilung der zufälligen Parameter, um realistische Schätzungen der Inputverwendung sicherzustellen. Es wurde ein R-Paket namens WInputAll entwickelt, um das Kostenzuordnungsmodell auf unterschiedlichen FADN-Datensätzen zu schätzen.
 5. Das **Multi-Crop-Modell (ERS-MCEM)** ist ein ökonometrisches Modell mit endogenem Regimewechsel, das von einem INRAE-Team entwickelt wurde. Es besteht aus einer Systemgleichung für Ernteerträge, Inputverwendung und Flächenwahl sowie einer Gleichung für die Wahl der angebauten Kulturen. Die meisten Parameter des Modells sind betriebs-spezifische zufällige Parameter, um Heterogenität im Verhalten der Betriebsleitung zu berücksichtigen. Nach der Schätzung können die Modellparameter für jeden Betrieb individuell kalibriert werden, um betriebs-spezifische Simulationsmodelle der Anbauentscheidungen zu erhalten. Es wurde ein R-Paket namens RPMulticrop entwickelt, um das ERS-MCEM-Modell auf FADN-Daten zu schätzen und betriebs-spezifische Simulationen durchzuführen.

Unser Proof of Concept - die Anwendung der ausgewählten fünf Modelle des MIND STEP-Werkzeugkastens auf andere Regionen - haben einige **grundlegende Herausforderungen** identifiziert:

- a. Regionale Unterschiede: Es gibt starke regionale Unterschiede zwischen den europäischen Regionen, die berücksichtigt werden müssen. Zum Beispiel unterscheiden sich die Ausgaben für Düngemittel und Pflanzenschutzmittel zwischen südwesteuropäischen und nordwesteuropäischen Regionen aufgrund unterschiedlicher Anbaupraktiken.

- b. Datenmanagement: Die Datengrundlage ist von großer Bedeutung, da die Modelle oft spezifische Informationen benötigen, die nicht allgemein verfügbar sind. Dies erfordert zusätzliche Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Überprüfung, um die Zuverlässigkeit sicherzustellen.
- c. Regionale Expertise: Die Zusammenarbeit mit Projektpartnern und lokalen Interessenvertretungen, die über Fachwissen zu regionalen Besonderheiten verfügen, ist entscheidend, um die Einzigartigkeiten jeder Region zu erfassen und Daten sowie Modelle zu validieren.

Die Berücksichtigung regionaler Besonderheiten, unterschiedlicher Datensätze und spezifisches Fachwissen sind essenziell für eine erfolgreiche Anwendung des MIND STEP-Werkzeugkastens.

Schlussbemerkung:

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die erfolgreiche Anwendung des MIND STEP-Werkzeugkastens auf einer Kombination aus technischen Lösungen, Engagement von Interessengruppen und Zusammenarbeit zwischen Modellierer*innen und potenziellen Nutzer*innen basiert.

Die Zusammenarbeit mit regionalen Partnern und lokalen Interessenvertretungen hat sich als effektiv erwiesen, um die Einzigartigkeiten jeder Region zu berücksichtigen und die Genauigkeit der Modelle sicherzustellen oder Anpassungen vorzunehmen. Kommunikation und Modelldokumentation sind entscheidend, um die Übernahme und Verbreitung des MIND STEP-Werkzeugkastens über das Projekt hinaus zu erleichtern.

Es empfiehlt sich zudem die Etablierung eines Netzwerks von Modellierer*innen und Nutzer*innen, um verschiedene technische und konzeptionelle Herausforderungen durch Wissensaustausch und Zusammenarbeit bei der regionalen Anwendung und Weiterentwicklung der Modelle zu bewältigen.