Unsicherheiten bei der Analyse von Wasser - und Stofftransport unter Klimawandeleinfluss - Quantifizierung von Unsicherheiten in Eingangsdaten

Christoph Schürz, Bano Mehdi, Alexander Pressl, Thomas Ertl, Christoph Matulla, Brigitta Hollosi, Karsten Schulz

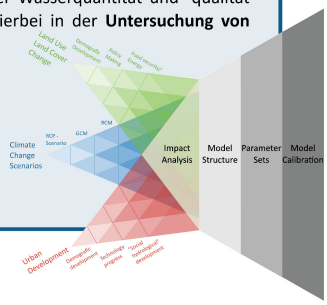
powered by klima+ energie fonds

1 Einleitung

Um fundierte Aussagen über den Einfluss von Klimawandel und eventuelle Adaptierungsmaßnahmen treffen zu können, ist eine Kenntnis der **Aussagekraft** bzw. der **Unsicherheiten** von **Prognosen der Wasserqualität und –quantität** von großer Bedeutung.

Im Rahmen des Projekts UnLoadC³ soll ein **Framework zur Abschätzung von Unsicherheiten** bei Prognosen der Wasserquantität und -qualität entwickelt werden. Der Fokus liegt hierbei in der **Untersuchung von Unsicherheiten** resultierend aus:

- Modelleingangsdaten
- Modellkomplexitäten
- Wahl der Modellparameter
- Daten zur Modellkalibrierung
- siedlungswasserwirtschaftliche,
- klimatischen Entwicklungen



2 Entwicklung von Modelleingangsgrößen

Das **Soil and Water Assessment Tool** (**SWAT,** Arnold et al.,1998) ist ein etabliertes Modell zur Modellierung der Gewässergüte, und ist daher ein wesentliches Modell im Rahmen dieser Studie. Als sehr **komplexes Modell** erfordert es sehr detaillierte Eingangsdaten, welche oft nicht in geforderter räumlicher, zeitlicher, oder thematischer Auflösung gegeben sind.

Im Rahmen dieser Studie wurden Abläufe entwickelt um die Eingangsdaten in **geforderter Auflösung** bereitstellen zu können, diese in **unterschiedlichen Komplexitäten** aufzubereiten und die daraus resultierenden **Unsicherheiten** abzuschätzen. Repräsentativ werden hier die Workflows zu den Eingangsgrößen Bodenparameter und Landnutzung vorgestellt.

Zur Implementierung von **Bodeninformationen** wurde der globale Datensatz SoilGrids1km (Hengl et al., 2015) herangezogen. Weitere notwendige Parameter wurden über Pedotransferfunktionen ermittelt. Unsicherheiten in Parametern stellt SoilGrids1km in Form von **Parameterbandbreiten** zur dar. Aus diesen werden **Ensembles an Bodenparameterkarten** entwickelt.

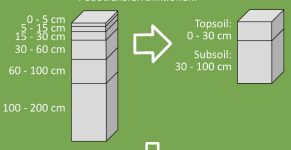
Landwirtschaftliche Nutzungen sind in statischen Datensätzen in der Regel nicht weiter thematisch Aufgelöst. Um dies Abzubilden wurden **Daten aus Agrarstatistiken** zufällig räumlich gesampelt. Zur Implementierung von **landwirtschaftlichen Bewirtschaftungen** wurden Literaturwerte herangezogen und über ein regelbasiertes Modell in SWAT gesetzt. Auf dieser Basis wurden **unterschiedlich komplexe Aggregierungen** der Landnutzung abgeleitet.

Bodenparameter

Layer der Bodenparameter

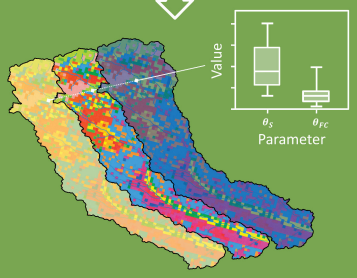
Raster mit Quantilwerten einiger Bodenparameter in einer räumlichen Auflösung von 1km sind als Input bereitgestellt

Aggregierung der gegebenen Bodenlayer und Schätzung weiterer Parameter mittels Pedotransferfunktionen.

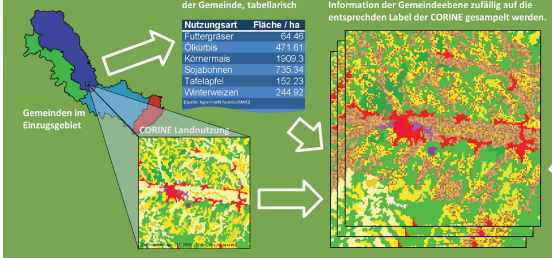


$$\begin{matrix} OC \\ pH_{H_2O} \\ p(S,S,C) \end{matrix} \left| \begin{matrix} CEC \\ \rho_d \\ CRF \end{matrix} \right. \quad Par = f(\rho_{Si}, p_{Si}, p_{Cl}, OC, pH_{H_2O}, CEC, \rho_d) \quad \left| \begin{matrix} \theta_S \\ \theta_{FC} \\ \theta_{WP} \end{matrix} \right. \left| \begin{matrix} AWC \\ K_S \end{matrix} \right.$$

Das Resultat ist ein Ensemble an Bodenkarten welche die Parameterbandbreiten und damit die Unsicherheiten in den Bodenparametern abbilden



Landnutzung

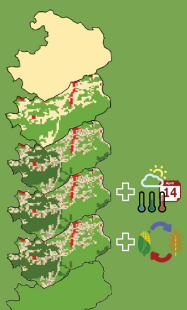


Landwirtschaftliche Flächen der Gemeinde, tabellarisch

Nutzungsart	Fläche / ha
Futtergräser	64.46
Ölkürbis	471.81
Körnermais	1500.3
Sojabohnen	735.34
Tafeläpfel	152.23
Winterweizen	244.92

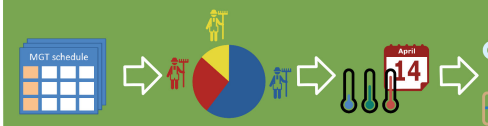
Set an Realisierungen in denen die tabellarische Information der Gemeindeebene zufällig auf die entsprechen Label der CORINE gesampelt werden.

Repräsentationen der Landnutzung



Aus den Modellen werden unterschiedlich komplexe Repräsentationen der Landnutzung abgeleitet.

Regelbasierte Management Operationen



Landwirtschaftliche Operationen und Zeiträume der Operationen aus Literatur abgeleitet.

Verschiedene Bewirtschaftungsmethoden werden basierend auf ihren Anteilen im Einzugsgebiet gewählt.

Operationen werden basierend auf klimatische Bedingung in aktuell betrachteten Jahren unterschiedlich terminiert.

Schwellenwerte für Tagesniederschläge und Bodenfeuchte verhindern das Setzen von Operationen zu ungünstigen Zeitpunkten.

3 Resultate und Ausblick

Erste Resultate

Sensitivitäten resultierend aus einzelnen Faktoren der Gewässergütemodellierung bzw. Kombinationen dieser sollen ermittelt werden. In ersten Versuchen wurden unterschiedliche thematische Aggregierungen landwirtschaftlicher Nutzungen durchgeführt und Änderungen in der Modellantwort analysiert.

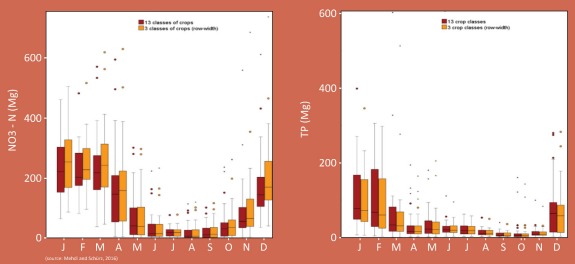
Erste Analysen zeigten nur geringe Änderungen in den Modelloutputs resultierend aus den unterschielichen Aggregierungen.

Ausblick: Globale Sensitivitätsanalyse

In einem finalen Schritt des Projekts wird eine umfassende globale Sensitivätsanalyse durchgeführt. Im Rahmen dieser werden Kombinationen der Eingangsgrößen, Randbedingungen und Parameter gesampelt und Änderungen in den Modellantworten analysiert.

Aktuell werden verschiedene Verfahren recherchiert und verschiedene Verfahren zum Sampling und der Analyse getestet.

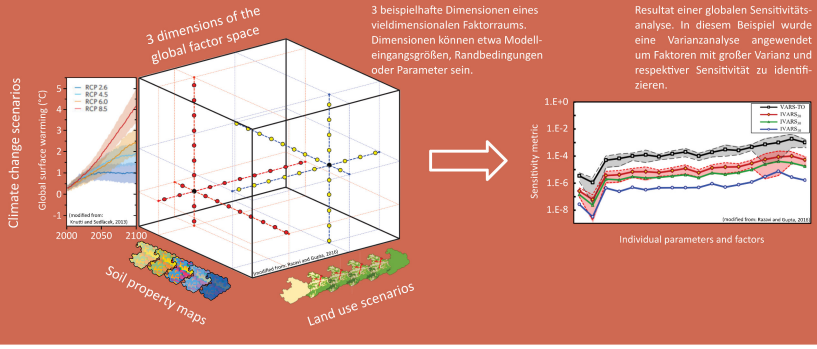
Erste Resultate: Aggregierung der landwirtschaftlichen Landnutzungen



Erste einfache Aggregierungen von Feldfrüchten zu gröberen Klassen wurden getestet und die Unterschiede in den Outputs von NO3-N und TP ermittelt.

Es sind erhöhte Stickstofffrachten und verringerte Phosphorfrachten erkennbar. Jedoch sind die Unterschiede nicht statistisch Signifikant. Weitere Versuche sollen zeigen in welcher Komplexität diese Modelleingangsgrößen schlussendlich erforderlich sind

Globale Sensitivitätsanalyse



3 beispielhafte Dimensionen eines vieldimensionalen Faktorraums. Dimensionen können etwa Modelleingangsgrößen, Randbedingungen oder Parameter sein.

Resultat einer globalen Sensitivitätsanalyse. In diesem Beispiel wurde eine Varianzanalyse angewendet um Faktoren mit großer Varianz und respektiver Sensitivität zu identifizieren.

Christoph Schürz
Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau (IWHW)
Universität für Bodenkultur (BOKU)
Kontakt: christoph.schuerz@boku.ac.at