

4 Anhang

"Up-scaling" von Modellen zum Wasser- und Stofftransport (G. Richter)

Einleitung

Die auf dem Workshop vorgestellten Modellansätze unterscheiden sich in der Komplexität einzelner Modellbausteine, wurden aber alle auf der lokalen Betrachtungsebene validiert und dann auf größere Gebiete übertragen. Dabei wird aber darauf verzichtet, inwieweit bei einer Vergrößerung der Betrachtungsgebiete und Verringerung der Informationsdichte die Komplexität der Modellansätze angepasst werden können. Fragen der Modellgenauigkeit und -sensitivität gegenüber strukturellen (Prozessanzahl) und konzeptionellen (Modelltyp) Veränderung der Modelle bleiben ebenso unberücksichtigt, wie die Auswirkung unterschiedlicher Datenqualität und -herkunft. ADDISCOTT (1995) stellt zur Übertragung der Modelle auf andere Skalenbereiche einen Fragenkatalog zu den Gültigkeitskriterien auf, der im folgenden an einigen Beispielen erläutert wird.

Postulat gleichzeitiger Entwicklung und Anwendung

RICHTER (1997) skizziert die Nutzung von Modellen als "Decision Support Tool" auf den verschiedenen Betrachtungsebenen als gleichzeitige Systembeschreibung (wissenschaftlich) und Systemoptimierung (praktisch). Der Schritt von der ökotop/hydrotopbezogenen Anwendung (z.B. zur Gefährdungsabschätzung) zum Feld erfordere eine Bewertung der Aussagesicherheit auf der Basis der Input-Genauigkeit (Quelle, Auflösung) oder ihrer Wahrscheinlichkeit. Modellierung zur Planung der Landnutzung (regionalen Ebene) habe weitgehend hypothetischen Charakter, Kalibrierung erfolge mit historischen Daten und sei im Prinzip nur lokal, nicht aber in Einzugsgebieten validierbar.

Hierarchie und Modellreduktion

Einen systematischen Überblick hierzu geben HOOSBEEK und BRYANT (1993). Danach sind mit zunehmender Aggregation der Betrachtungsebene (Molekül - Feld - Hydrotop / Hydrotopkollektion - Einzugsgebiet - Region) die Modelle in zweifacher Hinsicht zu vereinfachen:

1. Quantitative Ansätze werden zu qualitativen, mechanistische Modelle werden zu funktionellen. Die von SMITH (1996) systematisierte Anpassung der Modellkonzepte an die Problemstellung, Zielsetzung und an Datenverfügbarkeit lässt sich auf die hier angesprochenen Fallbeispiele erläutern: Die Notwendigkeit der Simulation von Interflow und Dränabfluss bedarf einer standortbezogenen Sensitivitätsanalyse (WHITMORE 1991), möglicherweise mit dem Ergebnis, dass es in 90 % der Fälle ausreichend ist, den Transport nur 1-D vertikal zu beschreiben. Ähnliches ließe sich für die komplexen und schlecht zu parametrisierenden Ansätze zu Mineralisation in den Modellen CANDY (FRANKO 1993) und DAISY (HANSEN ET AL. 1991) sagen.
2. Die ebenfalls von SMITH (1996) thematisierte Fehlervermehrung muss in den Zusammenhang mit der Modellkomplexität gestellt werden: Grundsätzlich gilt, je komplexer das Modell, desto größer wird der auf der Parameterschätzung basierende Fehler. Gleichzeitig mag der strukturbedingte Fehler zurückgehen. Jedes Modell wäre auf das kombinierte Fehlerminimum (Struktur, Parameter) zu überprüfen.

Beispiele für praktische Modellanwendungen

Modellkomplexität - Inputgenauigkeit

LEENHARDT ET AL. (1994) zeigen anhand der für 20 Jahre simulierten und gemessenen Evapotranspiration den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Genauigkeit der Simulation. Die mittlere Varianz nimmt während des Simulationszeitraumes zu und ist grundsätzlich höher bei geringer aufgelöster Datengrundlage zu Bodeneigenschaften. Letzteres bestätigt die Ergebnisse von

KERSEBAUM und WENKEL (1996). Ferner ist die Varianz für diesen Vergleich geringer, wenn ein Modell geringerer Komplexität verwendet wird.

Übertragbarkeit

Zur Validierung auch einfacherer Ansätze gibt es zahlreiche Hinweise, dass bereits ein Bestimmtheitsmaß von 60 % für den Vergleich gemessener und simulierter Werte sehr hoch ist (RICHTER und BEBLIK 1996). Die Voraussage des Pflanzenwachstums, z.B. von Winterroggen, kalibriert in einer relativ homogenen Region, kann für den Versuchsstandort auch in anderen Jahren präzise sein, an einem weiteren Standort das Wachstum aber zu 30 % überschätzen. Dieses liegt möglicherweise an dem Einfluss von mikroklimatischen Unterschieden (z.B. Grundwassernähe = Kälte).

Notwendigkeit regionaler Szenarien

An einem weiteren Beispiel zeigen RICHTER ET AL. (1997), dass, die in der Feldbetrachtung eindeutige Aussage zur ökologischen Wirkung (Nitrat- und Ammoniumausstrag) von Rotations- und Dauerbrache in der auf das Einzugsgebiet bezogenen Betrachtung stark relativiert wird. In der langjährigen Simulation beider Stilllegungsvarianten war die mittlere Nitratkonzentration im Gebiet nahezu gleich.

Schlussfolgerungen

Eine Verwendung lokal validierter Ansätze bedarf einer Sensitivitätsanalyse hinsichtlich der Notwendigkeit von Modellkomponenten und Genauigkeit der Eingangsgrößen. Es gilt insgesamt: nur so mechanistisch wie nötig, so einfach wie möglich. Hier ist auch die Kostenfrage (WÖSTEN ET AL. 1987) zu bedenken, die aber auch bedeutet, dass man nur soviel bekommt wie man auch bezahlt!

Literatur

- [1] ADDISCOTT, T.M., 1995. Modelling the fate of crop nutrients in the environment: problems of scale and complexity. *Eur. J. Agron.*, 4:413-417.
- [2] HOOSBEEK, M.R., BRYANT, R.B., 1993. Towards the quantitative modeling of pedogenesis: a review. *Geoderma*, 55:183-210.
- [3] LEENHARDT, D., VOLTZ, M., BORNAND, M., 1994. Propagation of the error of spatial prediction of soil properties in simulating crop evapotranspiration. *European Journal of Soil Science*, 45:303-310.
- [4] RICHTER, G.M. 1997. Modeling plant growth, water and nutrient flux at the catchment and regional scale - upscaling necessities. Presentation at the KVL Copenhagen, unpublished manuscript.
- [5] RICHTER, G.M., BEBLIK, A.J., SCHMALSTIEG, K., RICHTER O., 1997. N-dynamics and nitrate leaching under rotational and permanent setaside - A case study at the field and catchment scale. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (revised submitted). Smith, J.U., 1996. *Models and Scale: Up- and Down-Scaling*. (In Press)
- [6] WHITMORE, A.P., 1991. A method for assessing the goodness of computer simulation of soil processes. *Journal of Soil Science*, 42:289-299.
- [7] WÖSTEN, J.H.M., BANNINK, M.H., BOUMA, J., 1987. Land evaluation at different scales: You pay for what you get! *Soil Survey and Land Evaluation*, 7:13-24.

Teilnehmerliste

1. Dr. J. Abraham Universität Halle-Wittenberg
2. Dr. A. Becker Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
3. Beblík TU Braunschweig
4. Dr. H. Behrendt Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin
5. Dr. D. Bornhöft Projektgruppe Elbe-Ökologie
6. Dr. P. Braun Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft
7. Dr. R. Dannowski ZALF e.V.
8. Dr. T. Engel TU München
9. Dr. I. Fitting Projektträger BEO
10. Dr. N. Fohrer Universität Gießen
11. Gayler GSF-Bodenkunde
12. Dr. B. Göbel Ökologiezentrum Kiel
13. Dr. S. Heldt Universität Halle-Wittenberg
14. Prof. Dr. B. Huwe Universität Bayreuth
15. Jasper Universität der Bundeswehr, München
16. Ketelsen Universität Kiel
17. Dr. V. Krysanova Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
18. Michaelsen Universität Kiel
19. Müller TU Braunschweig
20. Nebe Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin
21. Prof. Dr. Quast ZALF e.V.
22. Dr. E.W. Reiche Ökologiezentrum Kiel
23. Dr. F. Reinstorf Inst. f. Grundwasserwirtschaft, TU Dresden
24. Dr. G. Richter TU Braunschweig
25. Dr. W. Rolland BTU Cottbus
26. Dr. Schwarze TU Dresden
27. Dr. M. Sommer Universität Hohenheim
28. Frau Steinhart UFZ Leipzig-Halle GmbH
29. Dr. J. Steidel ZALF e.V.
30. Dr. H.-G. Starck Universität Kiel
31. Dr. W. Windhorst Ökologiezentrum Kiel
32. Dr. F. Wendland Forschungszentrum Jülich GmbH