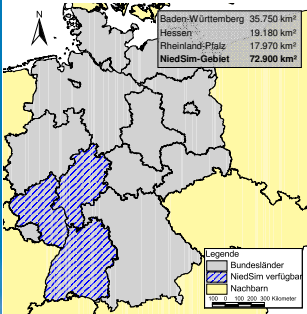




NiedSim – Stochastischer Niederschlagssimulator für Zeitreihen hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung

Brommundt, J.¹⁾, Bárdossy, A.¹⁾, Ruf, J.²⁾, Brahmer, G.³⁾, Demuth, N.⁴⁾

Einführung

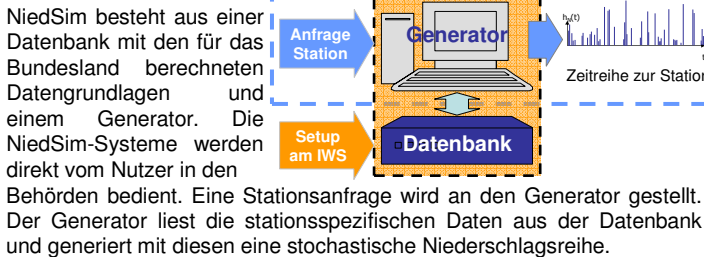


Das Programmsystem NiedSim (=Niederschlag-Simulator) ist ein Generator für stochastische Niederschlagszeitreihen. Das System ist 2000 für das Land Baden-Württemberg entwickelt und installiert worden. Im Jahr 2004 ist NiedSim auf die Länder Hessen und Rheinland-Pfalz erweitert und fortentwickelt worden. NiedSim generiert für beliebige Orte im Projektgebiet im Zeitraum von 1958 bis 2001/2003 Zeitreihen von bis zu 44/46 Jahren Dauer in bis zu 5 min Auflösung.

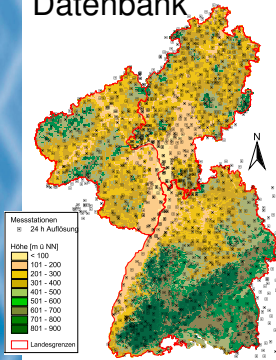
Motivation

NiedSim wird eingesetzt, weil in der Praxis zeitlich und räumlich hochaufgelöste Niederschlagszeitreihen z.B. zur Bemessung benötigt werden. Beobachtete Zeitreihen entsprechen diesen Anforderungen nur mit Einschränkungen, da nur sehr wenige lange Reihen vorliegen. Die direkte Übertragung dieser Reihen als repräsentative Reihen ist aufgrund der hohen räumlichen Variabilität des Niederschlags unsicher. In NiedSim werden nur die Eigenschaften des Niederschlags unter Berücksichtigung der ortsspezifischen Verhältnisse räumlich übertragen.

Systemaufbau



Datenbank



Die Datenbank enthält alle zur Generierung notwendigen Eigenschaften des Niederschlags, die aus den Aufzeichnungen aller Niederschlagsmesser im Projektgebiet und seiner Umgebung gewonnen werden. Anschließend werden die an den Messstationen ermittelten Eigenschaften mit Hilfe von External-Drift-Kriging auf ein 1 km²-Raster übertragen. Diese gerasterten Eigenschaften sind in der Datenbank gespeichert.

Zur Berücksichtigung der großräumigen Niederschlagsverhältnisse gehen in NiedSim Zeitreihen der Wetterlage (CP) ein, die ebenfalls in der Datenbank abgelegt sind. Des Weiteren ist die vollständige Reihe einer Referenzstation gespeichert.

Im Einzelnen sind folgende Eigenschaften abgelegt:

- Monatliche Niederschlagssumme
- Mittelwert, Standardabweichung, Regenwahrscheinlichkeit bei CPs
- Parameter der Gamma-Verteilung
- Bemessungsniederschläge nach KOSTRA
- Momente, Skalierungsparameter
- Autokorrelation mit/ohne Lag, saisonal gewichtete Autokorrelation
- Kreuzkorrelation zur Referenzstation
- Überschreitungswahrscheinlichkeit bestimmter Niederschlagshöhen

Diese Eigenschaften sind je nach Bedarf in der Generierung auf verschiedenen Zeitstufen von 5 Minuten bis 24 Stunden verfügbar.

Generierung

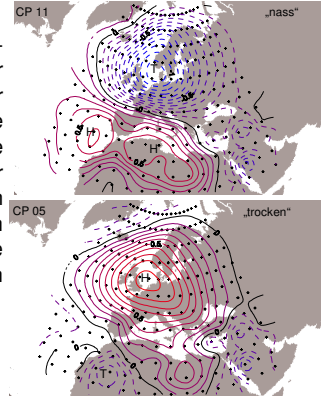
Zu Beginn der Generierung liest NiedSim die zu dem gewählten Punkt gehörigen Daten aus der Datenbank. Die Generierung erfolgt danach in zwei Schritten. Zunächst werden Stundenwerte erzeugt, die anschließend zu 5-Minutenwerten disaggregiert werden. Beides erfolgt jahresweise.

Stundenwerte

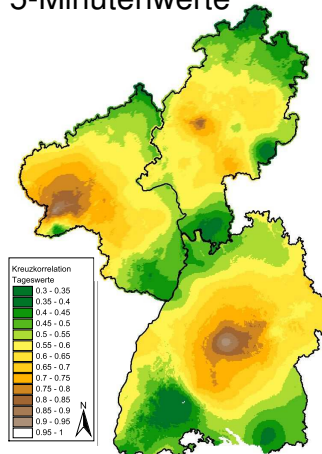
Unter Berücksichtigung der Jahresniederschlagssumme wird mit Hilfe der Gamma-, der Gumbel- und der Exponentialverteilung eine zufällige Reihe von Stundenwerten erstellt. Die statistischen Eigenschaften $\rho_i(Z)$ dieser Reihe werden berechnet und mit den aus der Datenbank vorgegebenen Eigenschaften $\rho_i^*(Z)$ verglichen. Die gewichtete Summe der Abweichungen misst eine Zielfunktion $O(Z)$:

$$O(Z) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot (\rho_i(Z) - \rho_i^*(Z))^2$$

Durch Austauschen von Stundenwerten innerhalb des Jahres wird diese Zielfunktion in einem Optimierungsschema unter Verwendung von Simulated Annealing minimiert bis die Eigenschaften übereinstimmen.



5-Minutenwerte



Unter Verwendung der gleichen Technik können aus der erstellten Reihe von Stundenwerten 5-Minutenwerte disaggregiert werden.

In jeder Stunde wird das Niederschlagsvolumen gleichmäßig auf die 12 zugehörigen 5-Minutenintervalle verteilt. Die statistischen Eigenschaften werden erneut berechnet und den vorgegebenen Eigenschaften gegenübergestellt. Durch Austauschen eines Niederschlagsinkrements innerhalb der Stunden bringt man die Eigenschaften in einer weiteren Optimierung zur Übereinstimmung.

Ergebnisse und Ausblick

- NiedSim ist in der Lage, Niederschlagsreihen in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zu generieren.
- Der Ausbau zur Generierung simultaner Niederschlagsreihen zum Einsatz in größeren Einzugsgebieten ist wünschenswert (Forschungsprojekt läuft in BW, Fertigstellung 07.2007)
- Die Berücksichtigung der Instationarität des Klimas und somit des Niederschlags ist zu untersuchen (voraussichtlich ab 07.2006 Untersuchungen in BW)

Projektpartner

- Institut für Wasserbau, Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie, Universität Stuttgart. Stuttgart. Juergen.Brommundt@iws.uni-stuttgart.de
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe. Joachim.Ruf@lfuka.lfu.bwl.de
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Wiesbaden. g.brahmer@lhug.de
- Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz. Mainz. Norbert.Demuth@www.rlp.de

Literatur

Bárdossy, A., 1998: Generating precipitation time series using simulated annealing. Water Resources Research 34(7): 1737-1744.

Bárdossy, A., Brommundt, J., 2005: NiedSim He-RP – flächendeckender stochastischer Niederschlagszeitreihen Simulator für Hessen und Rheinland-Pfalz. Technischer Bericht. Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart. Nr.: 2005/1.

Bárdossy, A., Brommundt, J., 2005: Erzeugung simultan-synthetischer Niederschlagsreihen in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung für Baden-Württemberg BWR24012, 2. Zwischenbericht. http://bwplus.fzk.de