

6.2.1 Meteorologische Stationsdaten (Tageswerte)

Für den Zeitraum 1980-2000 liegen die benötigten meteorologischen Daten als Messwerte (Niederschlag) bzw. als Interpolationswerte der umliegenden Klimastationen (alle anderen Größen) vor; die Daten von 2001-2004, die in KliWEP1 Verwendung fanden, stellen dagegen Prognosewerte, basierend auf dem „WEREX-Datensatz (2001–2050)“ dar (Enke 2004). In Absprache mit dem AG sollen in KliWEP2 auch für den Zeitraum 2001–2004 reale Werte für die Modellierung genutzt werden. Mit der Ausnahme des Niederschlags, für den Daten der Stationen Ammeldorf, Ballendorf, Beiersdorf, Bernbruch, Brandis, Fuchshain, Glasten, Grethen, Großsteinbach, Jesewitz, Naunhof, Pomßen, Rohrbach, Sermuth, Taucha und Threna bereitgestellt wurden, lagen von 2001-2004 für Lufttemperatur (2 m), relative Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit lediglich Messdaten der Station Brandis vor, so dass die Modellierung mit diesen durchgeführt wurde. Die in KliWEP1 benutzten Werte für die relative Sonnenscheindauer wurden korrigiert (vgl. Kapitel 2.2) und mit den Sonnenscheindauern, die aus der gemessenen Globalstrahlung 2001-2004 an der Station Brandis berechnet wurden, ergänzt.

Die gekoppelten WaSiM-ETH/PCGEOFIM[®]-Simulationen umfassen derzeit den Zeitraum 1980–2003. Für das Jahr 2004 liegen dem IBGW noch keine Lysimeterdaten vor, welche als Grundlage für die Simulationen mit der PART2005-Parametrisierung von Geofim benötigt werden. Da das Schnellbachgebiet kein abgeschlossenes unterirdisches Einzugsgebiet darstellt, ist es jeweils erforderlich, zunächst mit Hilfe von Lysimeterdaten das gesamte Parthegebiet zu rechnen und daran anschließend das gekoppelte Schnellbachmodell mit entsprechenden Import-/Export-Randbedingungen (vgl. Kapitel 6.3).

6.2.2 Hydrologische Stationsdaten

Für die Zeiträume 1980–1989 und 1993–2004 liegen die Abflussspenden (Tageswerte) des Pegels Großbardau vor.

6.2.3 Räumliche Daten für das Parthe-Einzugsgebiet als 125 m-Gitterdaten (Grids)

Für die Berechnungen werden ein digitales Höhenmodell, eine Landnutzungs- und eine Bodenkarte benötigt.

Die in KliWEP1 benutzten Grids für das Parthegebiet weisen vor allem im südlichen Berandungsbereich unnatürliche Einzugsgebietsgrenzen auf, welche auch das Schnellbachgebiet beeinflussen (vgl. Abbildung 48). Um eine weitgehend natürliche oberirdische Einzugsgebietsberandung für den Schnellbach zu erhalten, wurde eine Wiederholung der topographischen Analyse des Parthe-Gebietes notwendig. Sie wurde auf Grundlage des gebietsübergreifenden, vom IBGW bereitgestellten DGM125 durchgeführt. Das neue (oberirdische) Einzugsgebiet des Schnellbaches weist nun eine Fläche von 7.88 km² auf. Im Zuge der topographischen Analyse wurden die notwendigen Datensätze für WaSiM-ETH ermittelt und auf das Gebiet des Schnellbaches zugeschnitten. Zu den neu erstellten Datensätzen gehören die Unterteilung des Schnellbachgebietes in vier Teileinzugsgebiete mit Flächen zwischen 1.6-3.0 km² (vgl. Abbildung 49), Karten zu Exposition, Hangneigung, Flussnetz, Flusstiefen und -weiten sowie neu berechnete Routing-Parameter für die Modellierung des Abflusses im Gerinne.

Die topografische Karte (TK 50) zeigt im Oberlauf des Schnellbaches einen von Süden zum Schnellbach führenden Graben. Auf eine Berücksichtigung dieses Grabens im Flussnetz-Grid wurde im Zuge der Erzeugung der Eingangsdaten für WaSiM-ETH bewusst verzichtet, da sich im Rahmen eines Simulationstestlaufes andeutete, dass hier in der Regel kein Wassertransport stattfindet ("innerhalb des Zeitraumes 1980-2004 einige Milliliter an einem Simulationstag", Dr. Sames, IBGW, persönliche Mitteilung vom 28.09. 2005).

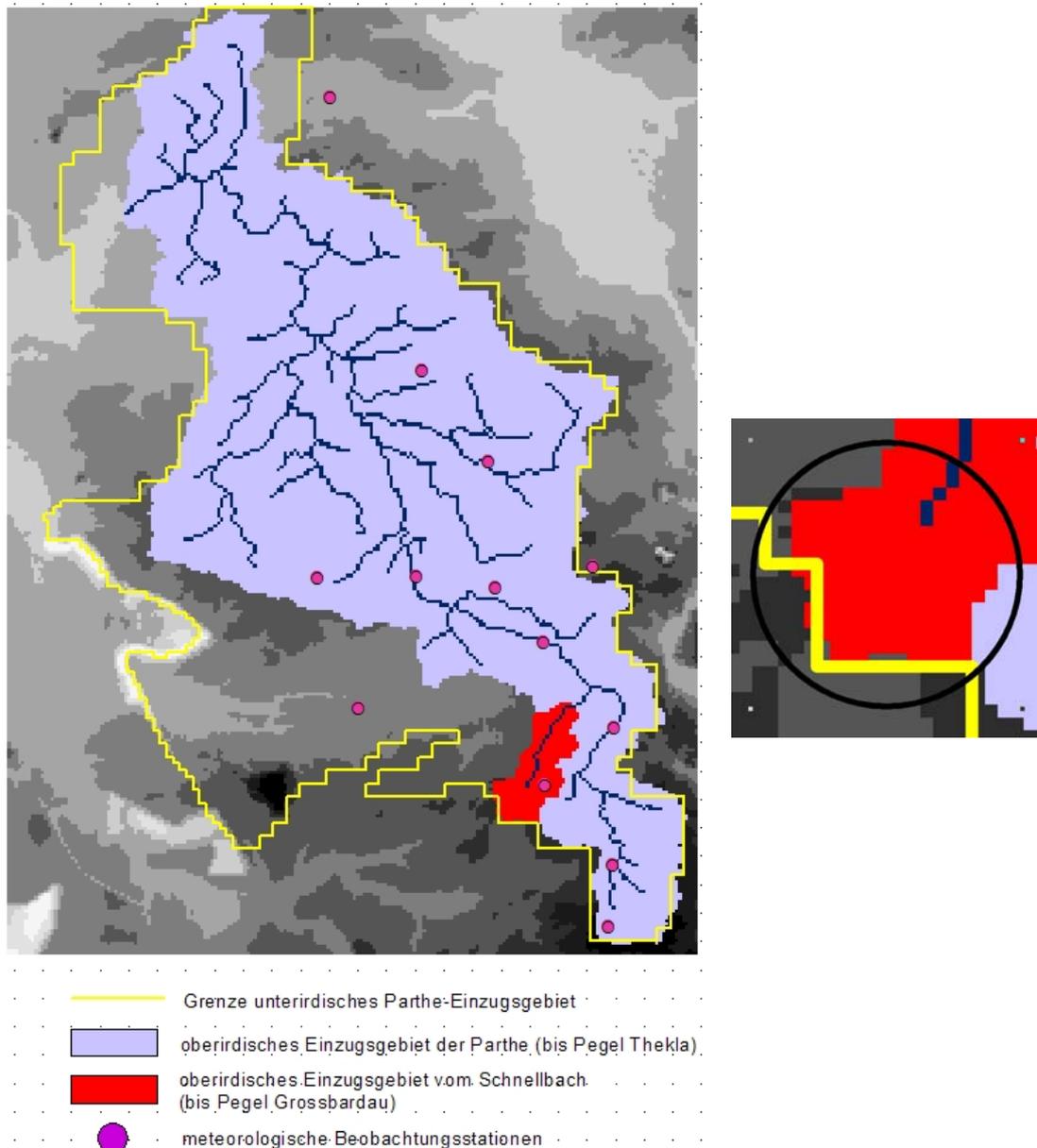


Abbildung 48: ober- und unterirdisches Einzugsgebiet der Parthe (311.4 km^2 bzw. 443.7 km^2) und extrahiertes Schnellbachgebiet (7.9 km^2) sowie Lage der verfügbaren meteorologischen Stationen

Auf das neu extrahierte Schnellbach-Einzugsgebiet wurden ebenfalls die Daten der Landnutzung, der Bodeneinheiten und des Untergrundes zugeschnitten. Die verwendete Landnutzungskarte wurde durch Informationen über Waldtypen im Einzugsgebiet des Schnellbachs so ergänzt, dass sie für das erweiterte WaSiM-ETH mit geschichteter Vegetation angewendet werden kann. Die Böden wurden mit Hilfe zweier Karten parametrisiert: Die oberste (in der Regel ungesättigte) Bodenschicht mit der Bodenkonzeptkarte 1:50 000 und die darunter liegenden Schichten mit der in KliWEP1 erstellten geologischen Bodenkarte. Für letztere wurde die Parametrisierung aus KliWEP1 übernommen; die Parametrisierung der Bodeninformationen aus der Bodenkonzeptkarte ist weiter unten beschrieben. Ausgewählte Raumdatensätze für das Schnellbachgebiet sind in Abbildung 49 dargestellt, einige charakteristische Gebietsdaten für das Schnellbachgebiet können Tabelle 16 entnommen werden.

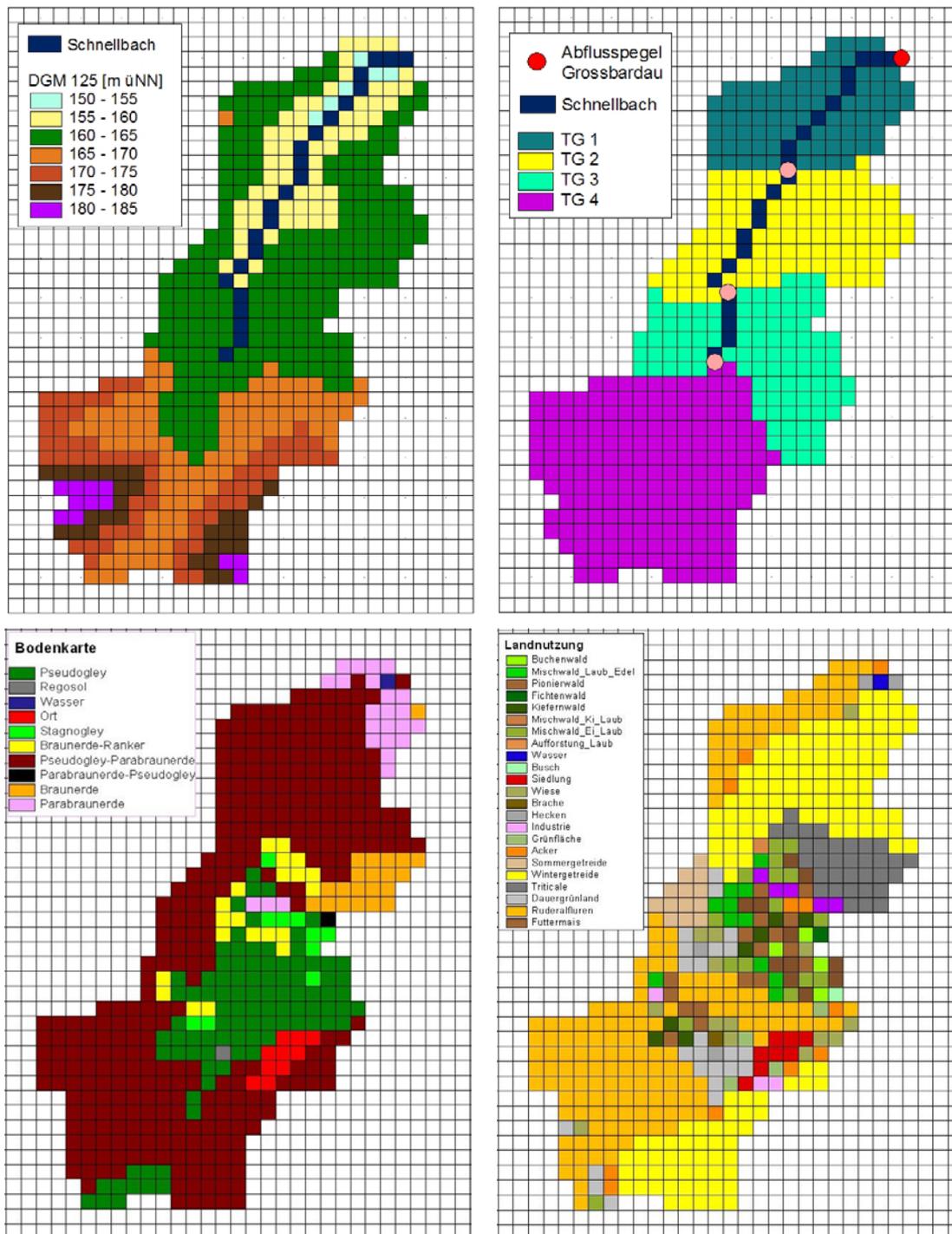


Abbildung 49: Ausgewählte Raumdaten vom Schnellbachgebiet im 125 m-Grid (Gridbox: 30 x 40 Zellen)

6.2.4 Anpassung der bestehenden KliWEP1 - Parametrisierung für das Schnellbachgebiet

Ein Ziel von KliWEP2 ist es, aufbauend auf der bestehenden KliWEP1-Parametrisierung für das Gesamt-Parthegebiet und seiner Teilgebiete Testrechnungen zur Modellkopplung und -erweiterung für das Teil-einzugsgebiet des Schnellbachs durchzuführen. Dementsprechend wurde in einem ersten Schritt versucht, die vorliegende KliWEP1-Parametrisierung zu übernehmen. Dies gelang allerdings nicht im gewünschten Maße. Es zeigte sich vielmehr, dass die übernommenen Daten erhebliche Inkonsistenzen aufweisen (vgl. Kapitel 2.2) und dass zahlreiche Modellparameter einer grundlegenden Neukalibrierung und Anpassung

bedürfen, um zufriedenstellende Resultate in der Abfluss- und Wasserhaushaltssimulation zu erzielen. Zur Erfüllung der KliWEP2-Aufgabenstellung war deshalb eine vollständige Neuparametrisierung des Simulationsmodells erforderlich. Dies führte zu einem gegenüber der Leistungsbeschreibung deutlich erhöhten Aufwand.

Am 14.09.2005 wurde durch den AN (Herr Dr. Scherzer, Herr Dr. Sames, Herr Schramm) eine Begehung im Einzugsgebiet des Schnellbachs durchgeführt. Dabei wurden u. a. Gerinnegeometrie und Sohlbeschaffenheit des Schnellbachs dokumentiert (vgl. Tabelle 17). Der für den Schnellbach hierbei ermittelte mittlere Rauigkeitsbeiwert des Gerinnes nach Manning/Strickler von $32 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ steht nach Dyck (1976) für ein "natürliches Flussbett, Ufer verkrautet". Durch diesen neuen Wert wurde der in KliWEP1 genutzte Manning-Wert von $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ersetzt.

Tabelle 16: Charakteristische Daten für das Einzugsgebiet des Schnellbachs

Parameter	Werte
- oberirdische Einzugsgebietsfläche	7.92 km ²
- Höhenausdehnung	153–183 m üNN
- mittlere Höhe	165.8 m üNN
- Gefällebereich	0.03–2.22 °
- mittleres Gefälle	0.76 °
- vorherrschende Flächennutzungen	9.8 % Laubwälder 3.8 % Nadelwälder 41.3 % Ackerbau, davon 69.4 % Wintergetreide 5.6 % Grünflächen 33.1 % Ruderalfluren 4.2 % Siedlung und Gewerbe

Tabelle 17: Parametermodifikationen im Rahmen der Neukalibrierung des Modells

Parameter	KliWEP1	KliWEP2	Bemerkung
<i>räumliche Interpolation der meteorologischen Inputs</i>			
- Methode	IDW + höhenabh.- Regression	nur IDW	keine markante Höhenausdehnung im Gebiet, daher nur IDW; keine Anisotropie der meteorologischen Felder bekannt
- IDW-Radius	100 km	10 km	
- Anisotropie-Parameter	35; 0,65	1; 0	
<i>Schneeakkumulation und Schneeschmelze</i>			
c ₀	6,0	2,0	KliWEP1-Wert bewirkt zu hohe Schmelzraten
<i>Abflussbildung</i>			
- k _D	24	30	
- k _I	60	60	Einfluss auf die Ganglinienform und Aufteilung der Abflusskomponenten
- d _r	2	6	
- k _B	0,43	0,8	
- Q ₀	0,01	1,5	
- Q _{D_{snow}}	0,5	0,1	
<i>Grundwassermodell</i>	aktiviert	deaktiviert	Deaktivierung nur für diese Phase der Kalibrierung; Parameter des GW-Modells müssen massiv verändert werden
<i>Gerinnegeometrie, Gerinne-Routing</i>	keine explizite Parametrisierung bzw. nicht dokumentiert	Routing zwischen den fiktiven Teilgebieten mit Gerinneparametern nach TANALYS und korrigierten Werten wie mittl. Gerinnebreite: 0,5 m mittl. Gerinnetiefe: 0,25 m	in KliWEP1 keine weitere Untergliederung des Schnellbachs

Legende:

c_0	Tag-Grad-Faktor [mm/(°C * d)]
k_D	Speicherkoeffizient für Oberflächenabfluss [h]
k_I	Speicherkoeffizient für Interflow [h]
d_r	Drainagedichte für Interflow [1/m]
k_B	Rezessionskonstante für Basisabfluss (relevant für Simulationen ohne GW-Modell) [m]
Q_0	Skalierungsparameter für Basisabfluss (relevant für Simulationen ohne GW-Modell) [mm/h]
QD_{snow}	rel. Anteil oberflächlich abfließender Schneeschmelze [0..1]

6.2.4.1 Waldtypen

Die Waldtypen für das Schnellbachgebiet wurden aufbauend auf dem im Rahmen des Projektes „Hochwasserminderung und Wasserhaushaltsänderung durch Aufforstung und Waldumbau in den Einzugsgebieten des Osterzgebirges“ (Herr Sonnemann, SBS, persönliche Mitteilung vom 20.01.2006) entwickelten Konzept durch Verschneidung mit den aus KliWEP1 für das Schnellbachgebiet vorliegenden Landnutzungsinformationen erarbeitet. Insgesamt ergaben sich für das Schnellbachgebiet acht Waldtypen, davon zwei reine Koniferenbestände, fünf Laubwälder und ein Mischwaldtyp (vgl. Tabelle 18). Ein Waldtyp besteht wiederum aus mehreren Vegetationsschichten, so beispielsweise der Waldtyp „Eichenmischwald“ aus einer Eichen-, einer Hainbuchen- sowie einer darunterliegenden Grasschicht. Abbildung 50 (oben) zeigt exemplarisch die innerjährliche Entwicklung des LAI in ausgewählten Vegetationsschichten. In Abbildung 50 (unten) ist für einige Beispiellayers der Verlauf des Vegetationsbedeckungsgrades vcf dargestellt. Weitere individuell für jede Vegetationsschicht zu parametrisierende Variablen sind die Wurzelverteilung (RootDistr), Grenzwerte für Sauerstoff- und Trockenstress (TreduWet, LimitReduWet, HreduDry), die Interzeptionsspeicherkapazität (IntercepCap), Stützstellen für die einzelnen phänologischen Phasen (JulDays), die Albedo, der Stomatawiderstand (rsc), die Rauigkeitshöhe (z_0), die Wurzeltiefe (RootDepth) und der Parameter AltDep für die Höhenabhängigkeit der phänologischen Entwicklung. Eine Übersicht der entsprechenden Parametereinstellungen für das Schnellbachgebiet befindet sich im Anhang (vgl. Kapitel 9.6).

Tabelle 18: Waldtypen im Einzugsgebiet des Schnellbachs

Landnutzungscode	Kurzbezeichnung	Langbezeichnung	Layer-Code WaSiM-ETH	Bezeichnung Layer-Code WaSiM-ETH
1	Buchenwald	Buchenwälder und -forste	106	beech_layer
			302	grass_layer
2	Mischwald_Laub_Edel	edellaubdominierte Wälder	114	decid_layer
			291	herbs_layer
			301	grass_layer
3	Pionierwald	Pionierbesiedlung	108	birch_layer
			300	grass_layer
4	Fichtenwald	Fichtenwälder und -forste	105	spruce_layer
			302	grass_layer
5	Kiefernwald	Kiefernwälder und -forste	104	pine_layer
			301	grass_layer
9	Mischwald_Ki_Laub	Nadel(KI)-Laub- Mischwälder	109	pine_layer
			203	oak_layer
			302	herbs_layer
12	Mischwald_Ei_Laub	Eichenmischwälder	110	oak_layer
			202	hornbeam_layer
			301	grass_layer
13	Aufforstung_Laub	Wiederaufforstung/ Laubaufforstung	115	beech-aff_layer
			301	grass_layer

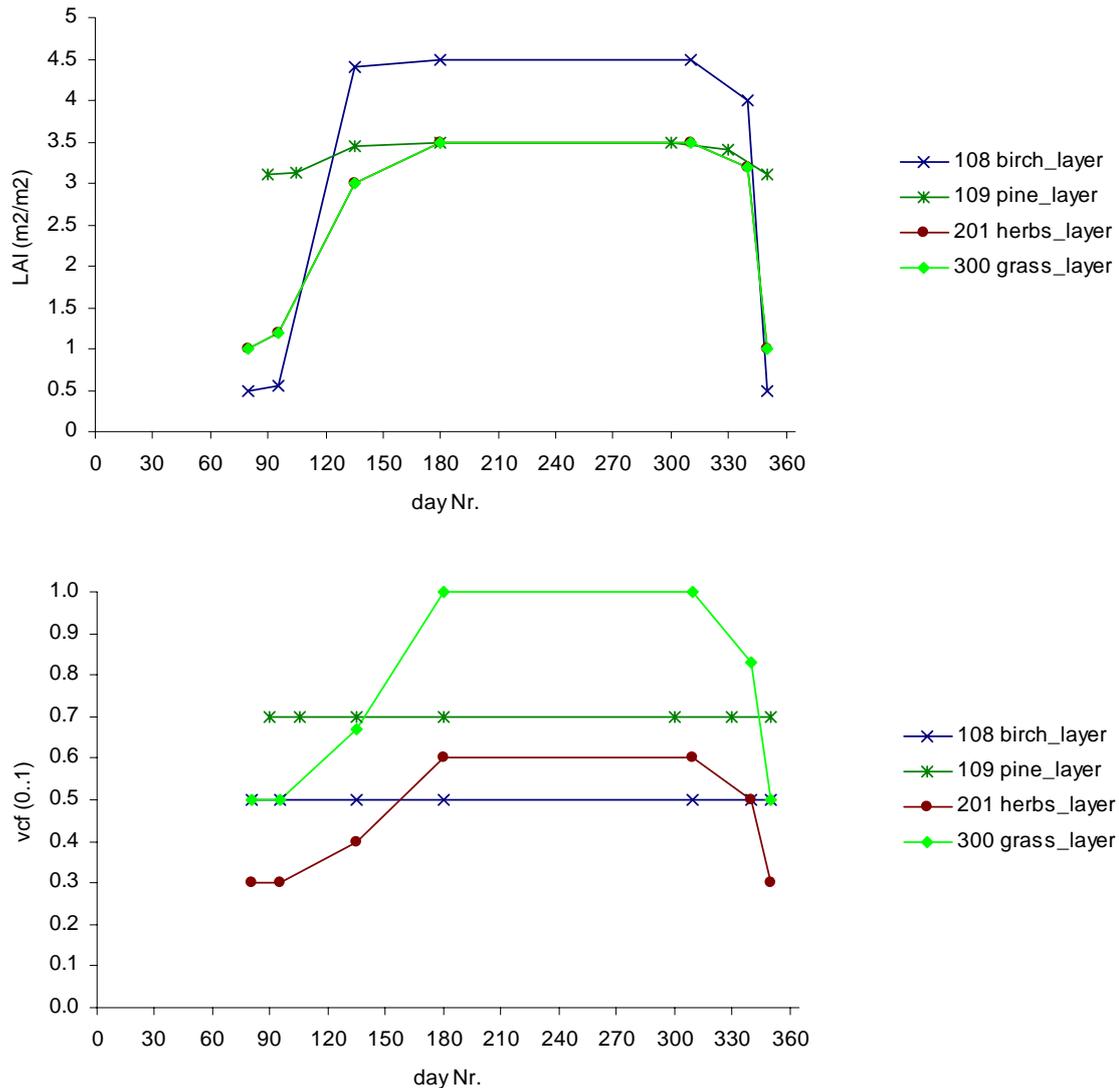


Abbildung 50: Parametrisierung der Waldtypen am Beispiel einer Birken-, Kiefer-, Kraut- und einer Grasschicht im Einzugsgebiet des Schnellbachs. Oben: Blattflächenindex (LAI), unten: Vegetationsbedeckungsgrad (vcf)

6.2.4.2 Landnutzungstabelle

Die Parametrisierung der Landnutzung des Schnellbachgebietes im erweiterten WaSiM-ETH-Modell erfolgte aufbauend auf den Erfahrungen, die in den Standortsimulationen für die Vegetationsparameter gewonnen wurden. Auftragsgemäß wurde hierbei die *Landnutzung* gegenüber KliWEP1 nicht verändert, sondern lediglich die *Parametrisierung* derselben erheblich modifiziert.

Die erweiterte Landnutzungstabelle (vgl. Kapitel 4.3) ermöglicht eine erheblich genauere Parametrisierung der Vegetation, als dies in KliWEP1 möglich war. Um die neuen Möglichkeiten von WaSiM-ETH in vollem Umfang nutzen zu können, wären weitergehende Daten und Informationen zu Parametern oder Wasserhaushaltskomponenten zielführend. Wertvoll wäre beispielsweise ein erweitertes Wissen über die Interzeption bzw. den Bestandesniederschlag unter einzelnen Vegetationsschichten. Messungen der Evaporation bzw. der Evapotranspiration sowie Informationen zu Vegetationsbedeckungsgrad oder Blattflächenindex könnten ebenfalls zur Verbesserung der Parametrisierung einzelner Landnutzungseinheiten beitragen und die Abbildung der Vegetationsprozesse verbessern. Da im Einzugsgebiet des Schnellbachs

diesbezüglich keine genaueren Informationen vorliegen, wurden bisher insbesondere Messwerte und Simulationsergebnisse für die nahegelegenen Standorte Colditz und Brandis (vgl. Kapitel 5) als Anhaltspunkte für die Parametrisierung und die Kalibrierung verwendet. Die Parametrisierungsdetails für das Schnellbachgebiet sind Anhang 9.6 zu entnehmen.

6.2.4.3 Bodentabelle

Die Wurzelzone wurde auf Grundlage der Konzeptbodenkarte 1:50 000 (BKKonz) parametrisiert. In dieser Karte sind die Böden in der Regel bis zu einer Tiefe von 1,20 m beschrieben. Die Parametrisierung der darunter liegenden ungesättigten Bodenschichten wurde auftragsgemäß aus KliWEP1 übernommen. Die Bodenparametrisierung beruht somit je nach Tiefe derzeit auf unterschiedlichen Eingangsdaten (Bodenkonzeptkarte in KliWEP2, geologische Karte in KliWEP1) und unterschiedlichen Anpassungen der Pedotransferfunktionen (KliWEP2: nach Wösten et al. 1999, vgl. Kapitel 5.2.2; KliWEP1: mit Hilfe des Programmes RETC, van Genuchten et al. 1991, ohne weitere Erläuterung der Anpassung). Es ist daher zu erwarten, dass an der Grenze bei 1,20 m Bodentiefe Artefakte aufgrund von sprunghaften Veränderungen in gesättigter Leitfähigkeit und van Genuchten-Parametern auftreten. Es wird deshalb empfohlen, die Parametrisierung der Böden in Zukunft zu überarbeiten (vgl. auch Ausführungen im Kapitel 6.4 und konkretere Hinweise in Kapitel 6.6).

Die Ableitung der van Genuchten-Parameter in der ungesättigten Zone für das Einzugsgebiet des Schnellbachs erfolgte nach Wösten et al. (1999) (vgl. Kapitel 5.2.2). Bei den Böden im Schnellbachgebiet handelt es sich überwiegend um relativ tiefgründige sandige Lehme und sandige Schluffe. Vereinzelt finden sich allerdings auch Böden mit erheblichem Skelettgehalt von über 75 Masse-% (vgl. Profil 0929f, Tabelle 19).

Tabelle 19: Schnellbach, Charakterisierung der Bodenarten, Angaben nach der Bodenkonzeptkarte 1:50 000

Bodentyp	Leitprofil	Bodenschicht (Tiefe unter der Oberfläche in [m])	Horizont	Bodenart	Skelettgehalt [Anteil in Masse-%]
Braunerde-Ranker	0929f	0,06-0,04	L		
		0,04-0,02	Of		
		0,02-0	Oh		
		0-0,1	Ah	Ls3	Grus, 28 % Steine, Blöcke 73 %
		0,1-0,4	Bv-Cv	Ls3	Grus, 28 % Steine, Blöcke 73 %
		0,4-0,5	mCn		Grus, 28 % Steine, Blöcke 93 %
Pseudogley	0309m	0-0,3	Ap	Ls3	
		0,3-0,4	Sw	Ls3	
		0,4-0,6	Sd	Ls3	
		0,6-1	IC	S14	Grus, 2 %
	0332f	0,06-0,04	L		
		0,04-0,02	Of		
		0,02-0	Oh		
		0-0,1	Ah	Us	
		0,1-0,5	Sw	Us	
		0,5-0,9	Sd	Ls3	
		0,9-1,2	IC	Ls3	
Parabraunerde	0305f	0,09-0,07	L		
		0,07-0,04	Of		
		0,04-0	Oh		
		0-0,1	Ah	Us	Grus, 2 %
		0,1-0,3	Al	Us	Grus, 2 %
		0,3-0,7	Bt	Us	Grus, 2 %
		0,7-1,2	IC	Ss	
		0-0,3	Ap	Ls3	

Bodentyp	Leitprofil	Bodenschicht (Tiefe unter der Oberfläche in [m])	Horizont	Bodenart	Skelettgehalt [Anteil in Masse-%]
Stagnogley	0364f	0,3-0,4	Al	Ls3	
		0,4-0,6	Bt	SI2	
		0,6-1	IC	SI2	
		0,06-0,04	L		
		0,04-0,02	Of		
		0,02-0	Oh		
		0-0,1	Sw+Ah	Us	Grus, 2 %
		0,1-0,5	Srw	Us	Grus, 2 %
Parabraunerde-Pseudogley	0366f	0,5-0,9	Srd	Ls3	
		0,9-1,2	IC	Ls3	
		0,06-0,04	L		
		0,04-0,02	Of		
		0,02-0	Oh		
		0-0,1	Ah	Us	
		0,1-0,3	Al	Us	
		0,3-0,6	Al-Sw	Us	
		0,6-1	Bt-Sd	Ls3	Grus, 9 % Steine, Blöcke 9 %
		1-1,3	IC	Ls3	Grus, 9 % Steine, Blöcke 9 %
Pseudogley-Parabraunerde	0465m	0-0,3	Ap	Ls3	Grus, 9 %
		0,3-0,35	Al	Ls3	Grus, 9 %
		0,35-0,45	Al-Sw	Ls3	Grus, 9 %
		0,45-0,6	Bt-Sd	Ls3	Grus, 9 %
		0,6-1	IC	SI4	Grus, 9 %
Braunerde	0450m	0-0,3	Ap	SI2	Grus, 9 %
		0,3-0,5	Bv	SI2	Grus, 9 %
		0,5-1,2	IC	Ss	Grus, 9 %
Regosol	1967f	0-0,2	Ah	SI2	Grus, 9 % Steine, Blöcke 9 %
		0,2-1	IC	SI2	Grus, 9 % Steine, Blöcke 9 %

6.2.5 Makroporen

Makroporen wurden bei der Parametrisierung von WaSiM-ETH für das Einzugsgebiet des Schnellbachs in denjenigen Böden angenommen, welche ausschließlich oder vorwiegend mit Forst bestanden sind und bei denen Kontrollplot-Untersuchungen bei einer Aktivierung der Makroporen eine deutliche Verbesserung der Modellperformance zeigten (vor allem Verringerung von Oberflächenabfluss). Die Parametrisierung der Makroporen geht von einer Makroporentiefe von bis zu 2 m und einer Kapazität der Makroporen von 50 mm/h aus, die Niederschlagsintensität, bei der die Makroporen anspringen, wurde auf 0,8 mm/h optimiert (vgl. Anhang 9.6).

6.2.6 Drainagen

Die vorliegenden Informationen über Drainagen im Schnellbachgebiet sind relativ ungenau. Nach Angaben der UBG sind ungefähr 80 % der Ackerflächen drainiert, es stehen allerdings keine Karten zur Verfügung. Bei der Modellparametrisierung wurden daher 80 % der Ackerflächen nach dem Kriterium „möglichst geringe Hangneigung“ mit Drainagen versehen. Im vorliegenden Fall sind dies alle Ackerflächen mit Neigungen unterhalb 1,6 %. Der Dränabstand wurde auf 25 m geschätzt, die Dräntiefe wurde nach Hinweisen des AG und nach den Vorgaben der DIN 1185 auf 1 m gelegt.

6.3 Eingangsdaten für PCGEOFIM® - das Teilmodell Schnellbachgebiet

Das Einzugsgebiet des Schnellbachs liegt am Südrand des Modells PART2004. Dieses Gebiet ist in finite Volumina der Rasterweite 500 m x 500 m diskretisiert und in dieser Form nicht für den Einsatz als Testgebiet für die Kopplung Geofim/WaSiM-ETH geeignet. Das Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH hat deshalb für das Einzugsgebiet des Schnellbachs die Lupe 3 (vgl. Abbildung 51, Koordinaten: HW 5671000-5676500, RW 4544000-4550000) mit einer Rasterweite von 125 m x 125 m in das Gesamtmodell PART2004 integriert. Überarbeitet wurde das Gelände, welches mit Hilfe des digitalen Geländemodells für das Untersuchungsgebiet (ATKIS®-DGM25) für das 125 m x 125 m-Raster ermittelt wurde. Angepasst werden musste die Mächtigkeit des Modellgrundwasserleiters 1, der die Bodenzone über den Grundwasserleitern 1.4, 1.6 oder 1.7 beschreibt. Nicht überarbeitet wurde das geologische Modell. Durch die geänderte Diskretisierung mussten auch die Randbedingungen für den Schnellbach und den See beim Pegel Großbardau aktualisiert werden.

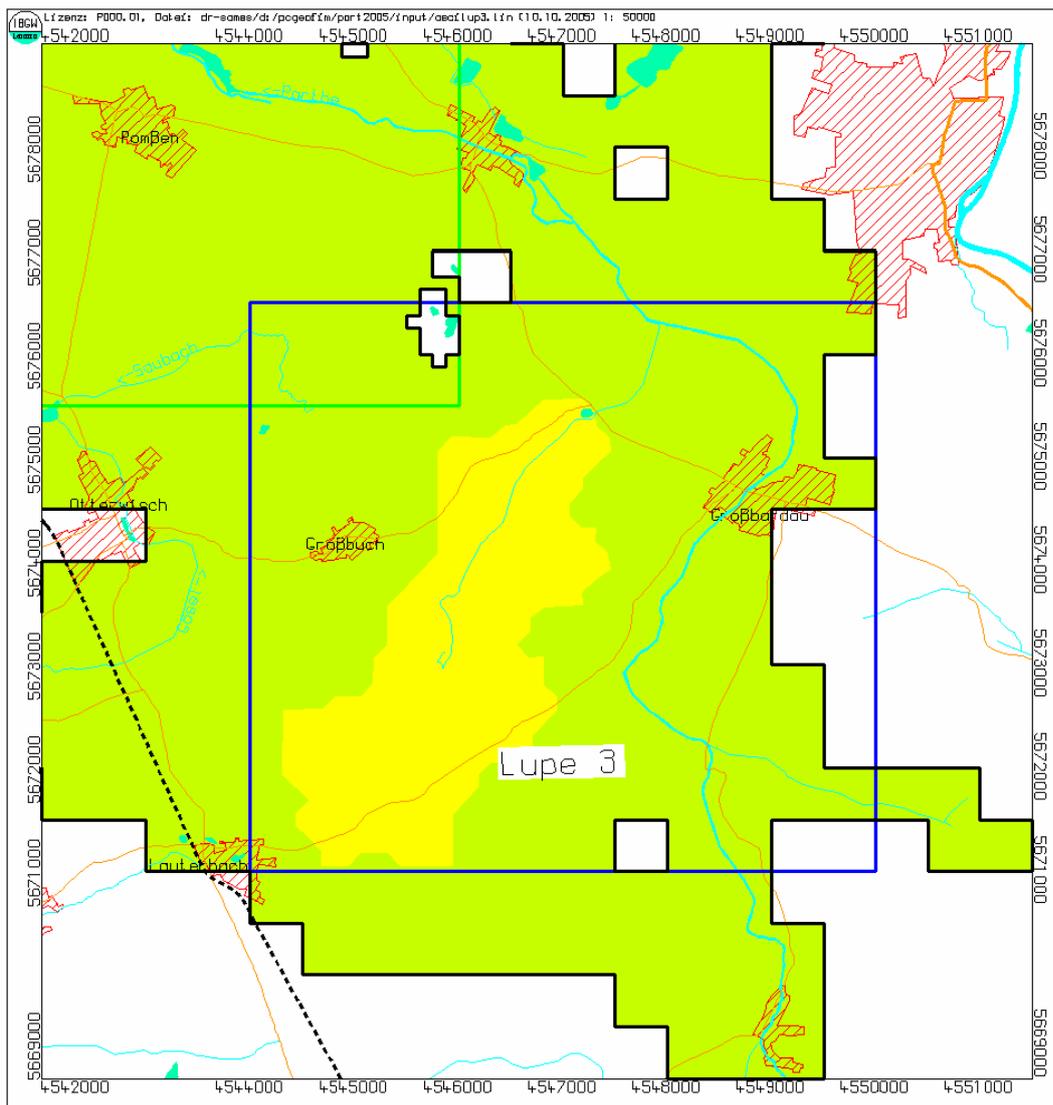


Abbildung 51: Lage der Lupe 3 im Modell PART2005 (gelb eingefärbt: Einzugsgebiet des Schnellbachs)

Die Option "Teilmodell" im Programmsystem PCGEOFIM® wurde genutzt und alle Standrohrspiegelhöhen am Rand der Lupe 3 als Exportrandbedingung definiert. Mit dem so erweiterten Modell PART2005 wurde eine Simulation der Mengenströmung für den Zeitraum 1980-2003 mit einer Aufprägung der Ly-simeterdurchsickerung als Grundwasserneubildung durchgeführt. In der Abbildung 52 ist die Entwick-

lung des Grundwasserstandes an einer der 593 Exportrandbedingungen grafisch dargestellt. Deutlich zu sehen ist der Einfluss der mit Hilfe von Lysimeterdaten ermittelten zeitabhängigen Grundwasserneubildung.

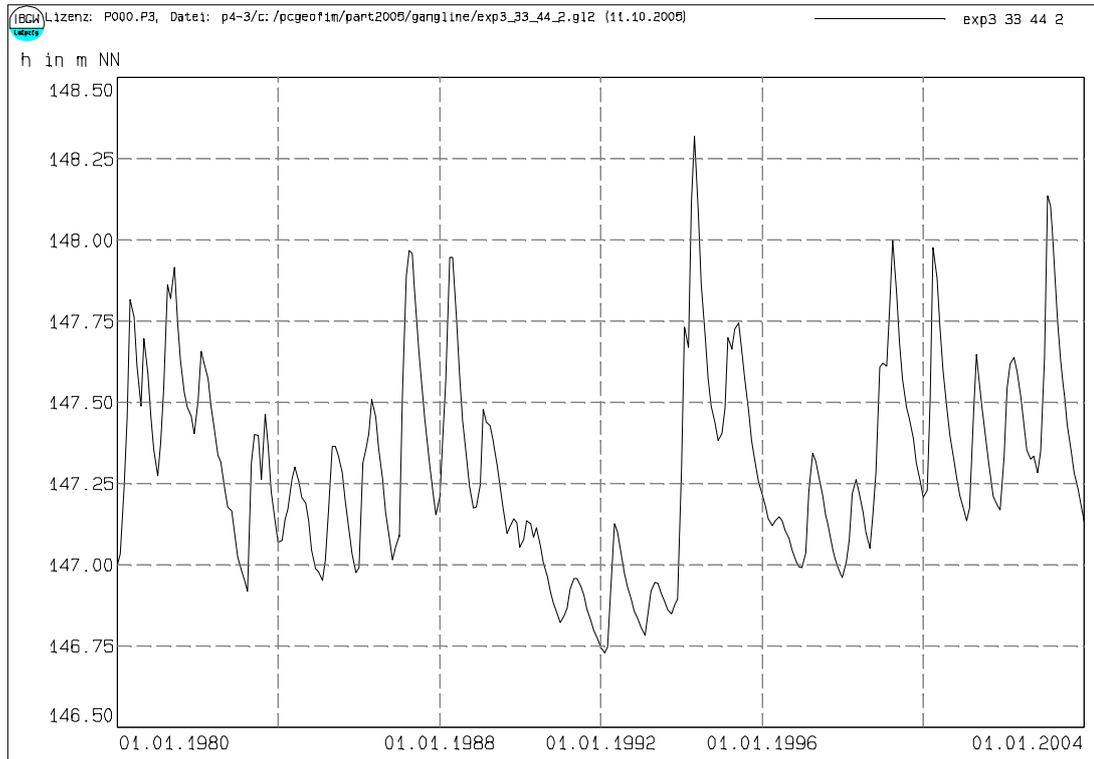


Abbildung 52: Beispiel für eine Exportrandbedingung

Das Teilmodell Schnellbachgebiet umfasst die gesamte Lupe 3. Das Teilmodell wurde so groß gewählt, damit Änderungen im Parameter- und im Signalmodell im Einzugsgebiet des Schnellbachs keinen Einfluss auf den Rand haben.

6.4 Simulationsergebnisse für die ungesättigte Zone, gekoppeltes Modell WaSiM-ETH/PCGEOFIM®

Die Simulation für die ungesättigte Zone wurde zunächst durch die Analyse simulierter Zustandsvariablen und Bilanzkomponenten für 16 ausgewählte Kontrollplots überprüft, welche die im Einzugsgebiet vorhandenen Bodentypen sowie die wichtigsten Landnutzungsarten repräsentieren (vgl. Tabelle 20). Der Schwerpunkt der Kalibrierung lag auf einer möglichst realistischen Wiedergabe von Wasserspeicherung, -transport und -entzug in der ungesättigten Zone. Es wurde daher großer Wert auf eine adäquate Wiedergabe von Tensionen und Wassergehalten in unterschiedlichen Bodentiefen gelegt. Durch den Nachweis realistisch abgebildeter Prozesse in der ungesättigten Zone für alle im Einzugsgebiet relevanten Boden- und Landnutzungstypen kann davon ausgegangen werden, dass diese Prozesse auch im gesamten Einzugsgebiet gut nachgebildet werden. Analoges gilt für die Wasserhaushaltskomponenten und die Wasserbilanz. Die Ergebnisse werden exemplarisch für die Landnutzungstypen Kiefern-mischwald auf Parabraunerde (vgl. Kontrollplot 9, Tabelle 20) und Wintergetreide auf Pseudogley-Parabraunerde (vgl. Kontrollplot 10, Tabelle 20) dargestellt. Letzteres Beispiel zeigt die im Einzugsgebiet des Schnellbach vorherrschende Kombination aus Bodentyp und Landnutzung (vgl. Abbildung 49). Der in Kontrollplot 9 ausgewählte Waldstandort stellt ein Beispiel dar für die im erweiterten Modell mögliche differenzierte Abbildung von Vegetationsschichten (hier: Kiefern über einer Laubwaldschicht über einer Krautschicht). Die Resultate für die weiteren Kontrollplots befinden sich auf der beiliegenden CD.

Tabelle 20: Kontrollplots für die Modellierung des Einzugsgebiets des Schnellbachs

Kontrollplot	Bodenart (Aggr-Nr. BKKonz)	Landnutzungstyp
1	Pseudogley (0332f)	Kiefernwald
2	Pseudogley (0309f)	Dauergrünland
3	Regosol (1967f)	Hecke
4	Wasser	Wasser
5	Ort	Ort
6	Stagnogley (034f)	Kiefernwald
7	Braunerde-Ranker (0929f)	Eichenmischwald
8	Parabraunerde-Pseudogley (0366f)	Eichenmischwald
9	Parabraunerde (0305f)	Kiefern-mischwald
10	Pseudogley-Parabraunerde (0465m)	Wintergetreide
11	Braunerde (0450m)	Triticale
13	Parabraunerde (0334m)	Wintergetreide
14	Braunerde-Ranker (0929f)	Buchenwald
15	Stagnogley (0364f)	Pionierwald
16	Stagnogley (0364f)	Fichtenwald
17	Braunerde-Ranker (0929f)	Aufforstung - Laub

Die Resultate von Kontrollplot 9, welcher sich in Zelle 18 (Zeile)/17 (Spalte) des Einzugsgebietsrasters (vgl. Abbildung 49) befindet, eignen sich zur Demonstration der um Vegetationsstrukturen erweiterten Landnutzungstabelle von WaSiM-ETH. Bei der Vegetation handelt es sich nach Unterlagen aus KliWEP1 um einen „Mischwald_Ki_Laub“. Die Parametrisierung entspricht Landnutzungstyp 9 in der Steuerdatei (vgl. Kapitel 6.2.4.1 „Waldtypen“ bzw. Anhang 9.6), also einer Kiefern-schicht (Bedeckungsgrad 70 %), gefolgt von einer Laubschicht (Bedeckungsgrad 50 %) und einer darunter liegenden Krautschicht. Die Parabraunerde ist in der Steuerdatei als Bodentyp 9 codiert (vgl. Leitprofil 0305f, Tabelle 19, Anhang 9.6). Als Vergleichsstandort zur Plausibilitätsprüfung der kalibrierten Parameter und der Modellergebnisse wurde der Standort Laußnitz genutzt (vgl. Kapitel 5.3) sowie Erfahrungen mit ähnlichen Böden und ähnlicher Vegetation an anderen Standorten.

Ähnlich wie am Standort Laußnitz führt das tiefreichende Wurzelsystem der Kiefern auch am Kontrollpunkt 9 zu einer tiefgründigen sommerlichen Austrocknung des Bodens. Die vorhandenen Unterschiede zum Standort Laußnitz sind auf den abweichenden Bodentyp (Braunerde in Laußnitz gegenüber Parabraunerde am Kontrollpunkt 9) sowie unterschiedliche Witterungsverläufe und Bestockungsdetails zurückzuführen. Die Tensionsverläufe von Laußnitz sind also im Detail nicht mit dem Kontrollplot gleichzusetzen. Die Parametrisierung der ungesättigten Bodenzone unterhalb des Wurzelbereichs wurde, entsprechend der Vorgaben des AG, aus KliWEP1 übernommen. Die simulierten Bodensaugspannungen in 207 cm Tiefe verlaufen über den Gesamtzeitraum annähernd konstant (vgl. Abbildung 53, unten), was eher als unwahrscheinlich zu bewerten ist. Es wäre daher wünschenswert, die in die Modellierung eingehenden geologischen Informationen und Bodendaten zu überarbeiten, um in Verbindung mit einer noch zu implementierenden expliziten Zeitsteuerung die Böden und die ungesättigte Zone des Parthegebietes zukünftig konsistenter parametrisieren und diskretisieren zu können.

Kontrollplot 10 befindet sich in Zelle 11/23 des Einzugsgebietsrasters (vgl. Abbildung 49). Die Vegetation an diesem Standort ist bezeichnet als Wintergetreide. Die Parametrisierung entspricht Landnutzungstyp 102 (vgl. Anhang 9.6). Die Pseudogley-Parabraunerde ist in der Steuerdatei als Bodentyp 10 codiert (vgl. Leitprofil 0465m, Tabelle 19). Die simulierten Saugspannungen sind in Abbildung 55 wiedergegeben. Als Vergleichsstandort dienten die Ergebnisse aus der Modellierung der Lysimeter 7/4 (Braunerde-Pseudogley) und Lysimeter 8/6 (Parabraunerde-Braunerde) in Brandis (vgl. Kapitel 5.7) sowie Erfahrungen mit ähnlichen Böden und ähnlicher Vegetation an weiteren Standorten auch außerhalb des KliWEP2-Projektes. Die im Vergleich zu den Lysimeterergebnissen auftretenden Unterschiede sind vor allem auf die abweichenden Bodentypen sowie den unterschiedlichen Grundwasserstand zurückzuführen.

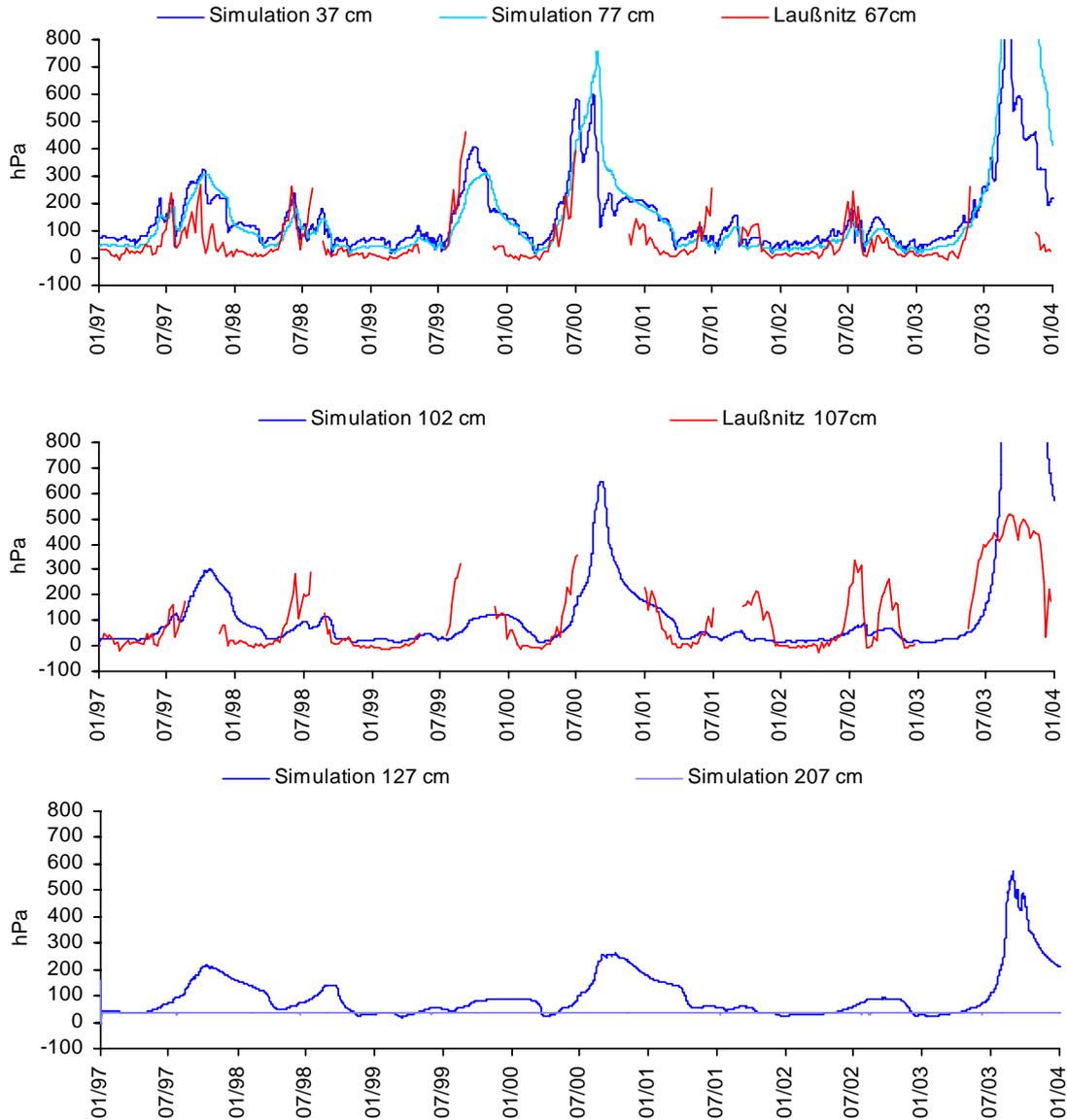


Abbildung 53: Modellierte Saugspannungen an Kontrollplot 9, Kiefernmischwald auf Parabraunerde

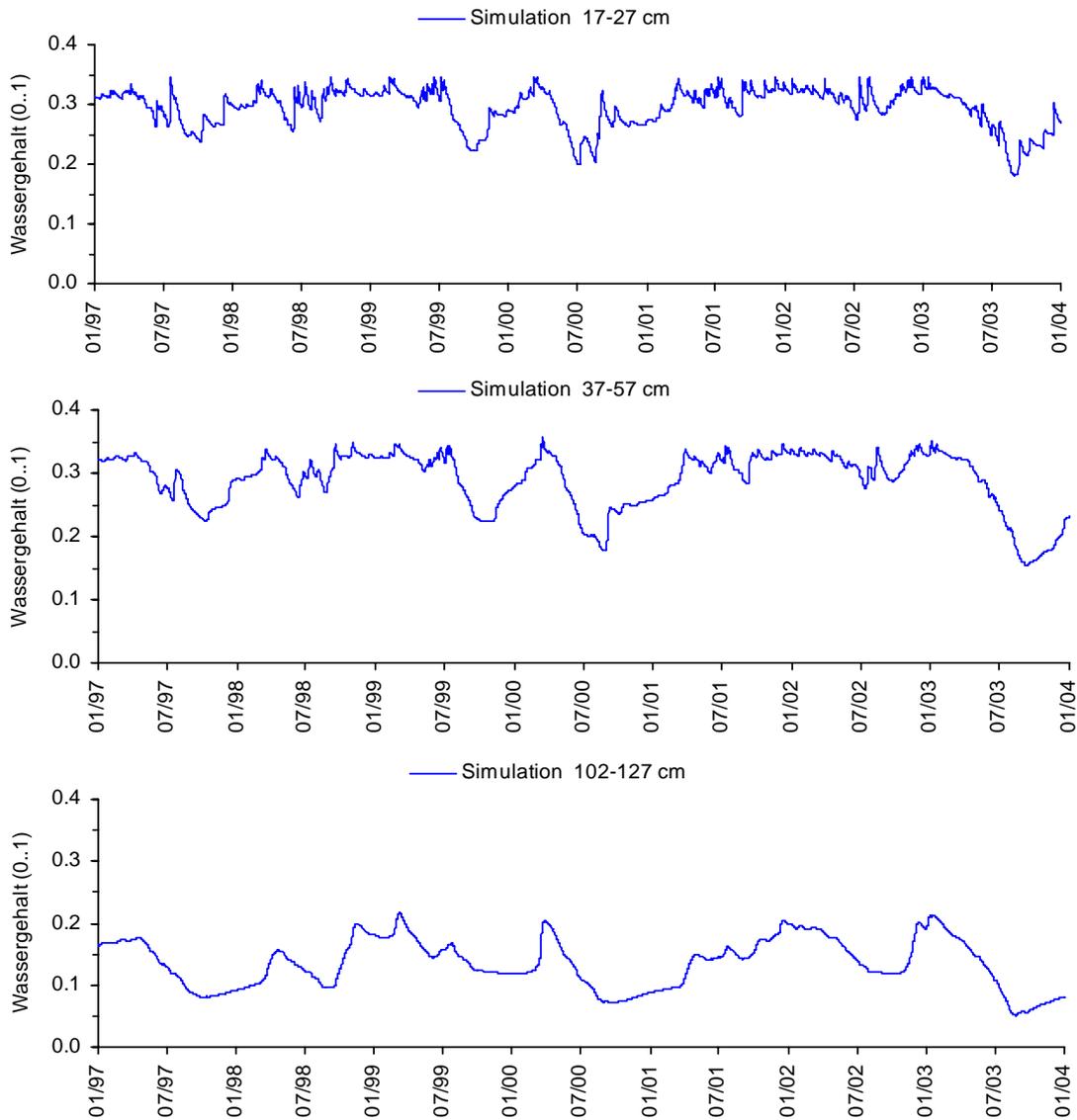


Abbildung 54: Modellierte Wassergehalte an Kontrollplot 9, Kiefernmischwald auf Parabraunerde

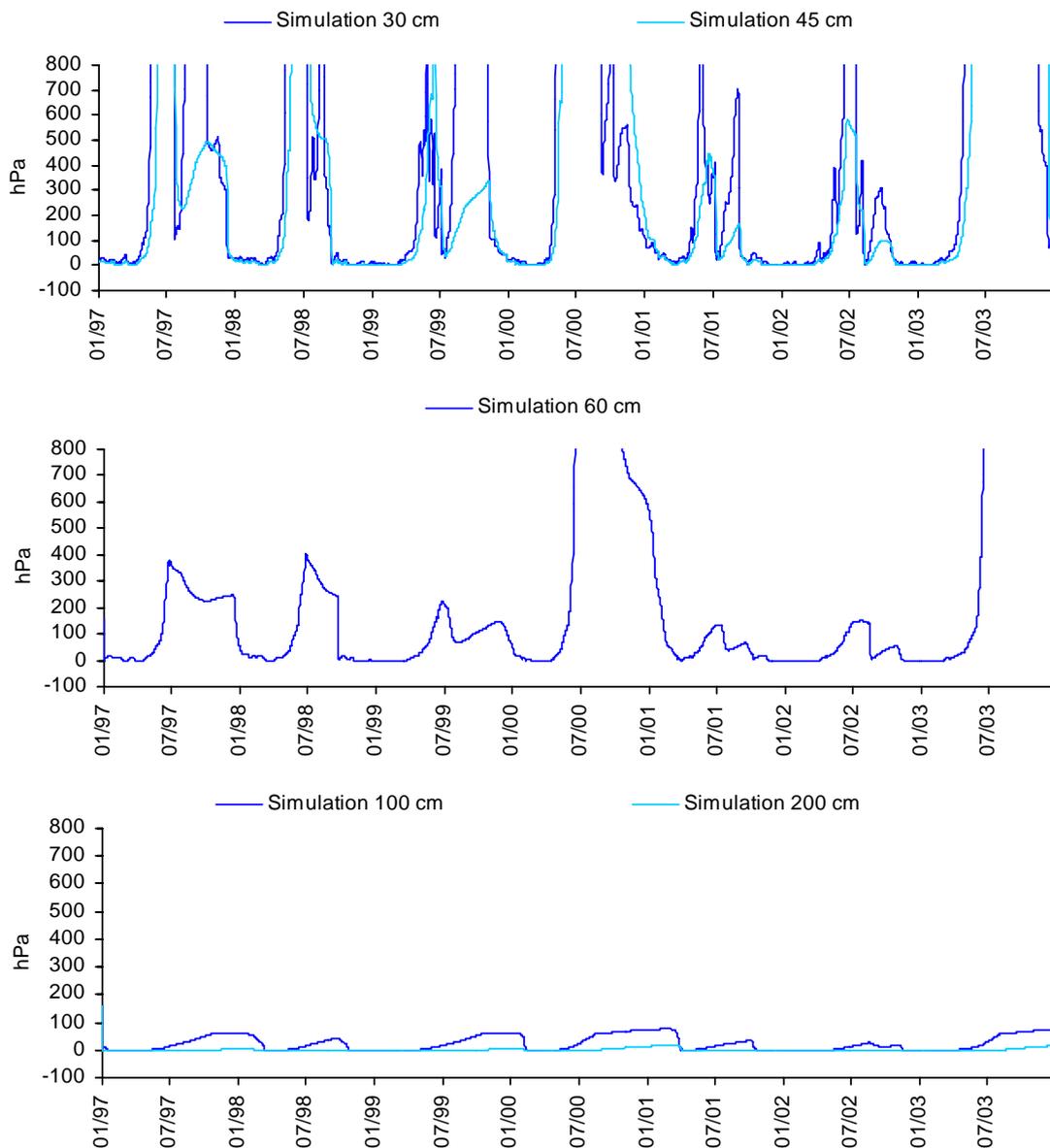


Abbildung 55: Modellierte Saugspannungen an Kontrollplot 10, Wintergetreide auf Pseudogley-Parabraunerde

Die in Tabelle 21 für Kontrollplot 9 und in Tabelle 22 für Kontrollplot 10 zusammengefassten Bilanzkomponenten des Wasserhaushalts sind für beide Standorte uneingeschränkt plausibel. Die Werte korrespondieren gut mit Ergebnissen der Wasserhaushaltssimulationen für die Teststandorte (vgl. Kapitel 5). Die interne Bilanz von WaSiM-ETH nach Gleichung 17 liefert für den Zeitraum 1997-2003 in der Summe bei Kontrollplot 9 einen Bilanzfehler von 2,6 mm und bei Kontrollplot 10 von -23,4 mm (0,5 % des Niederschlags), welcher allerdings nur im gekoppelten Modus auftritt. Ursache sind möglicherweise fluktuationsbedingte Rundungsfehler.

Die im gekoppelten Modus modellierte Grundwasserneubildung für Kontrollplot 9, Kiefern-mischwald auf Parabraunerde, fluktuiert erwartungsgemäß im Jahresverlauf (vgl. Abbildung 56). An diesem Standort findet offensichtlich zeitweise Grundwasserzehrung (kapillarer Aufstieg) statt. In Abhängigkeit vom Bodentyp, der Landnutzung und der Lage im Einzugsgebietsraster variiert die Höhe und der Verlauf der Grundwasserneubildung erheblich. So ist das Sickerungsverhalten an Kontrollplot 10 deutlich ausgeglichener (nicht dargestellt). Insgesamt wird die Grundwasserneubildung durch die KliWEP2-Parametrisierung deutlich besser dargestellt als dies bei den sehr geringen Sickerungsraten von KliWEP1

der Fall war und kann im gekoppelten Modus nun direkt von PCGEOFIM® übernommen werden (vgl. auch Kapitel 6.5).

Tabelle 21: Bilanzkomponenten des Wasserhaushalts für Kontrollplot 9 (Kiefernmischwald auf Parabraunerde)

	FNS	I _{real} Kiefer	I _{real} Laub	I _{real} Kraut	E _{real}	T _{real} Kiefer	T _{real} Laub	T _{real} Kraut	ETRS	Q _{dir}	Q _{ifl}	gwn _s	ΔS
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1997	621.4	262.9	56.7	21.5	37.9	221.5	24.6	2.9	10.0	15.6	3.2	36.3	-71.5
1998	816.5	313.8	66.7	27.6	37.3	186.7	21.3	2.6	8.3	31.0	8.0	44.4	68.8
1999	715.4	265.8	57.6	23.7	37.4	215.9	23.5	2.8	8.7	45.6	6.4	92.3	-64.3
2000	667.2	273.5	59.3	21.7	37.9	229.1	24.9	3.0	6.3	18.4	4.5	27.5	-39.0
2001	870.2	312.1	68.0	28.4	32.2	160.4	16.7	2.0	8.6	38.3	6.4	52.4	144.5
2002	847.2	265.1	57.7	26.0	34.2	177.3	20.0	2.3	7.2	91.5	8.3	123.4	34.1
2003	536.6	213.5	46.1	18.1	44.1	272.2	31.2	3.5	7.7	16.5	3.4	65.3	-184.9
Summe	5074.5	1906.7	412.1	167.0	261.0	1463.2	162.1	19.0	56.8	256.9	40.2	441.6	-112.1
Mittelwert	724.9	272.4	58.9	23.9	37.3	209.0	23.2	2.7	8.1	36.7	5.7	63.1	-16.0

FNS: Freilandniederschlag, I_{real}: Reale Interzeption; E_{real}: reale Evaporation; T_{real}: reale Transpiration; ETRS: Schneeverdunstung; Q_{bas}: Basisabfluss, Q_{ifl}: Zwischenabfluss, Q_{dir}: Oberflächenabfluss; ΔS: Speicheränderung

Tabelle 22: Bilanzkomponenten des Wasserhaushalts für Kontrollplot 10 (Wintergetreide auf Pseudogley-Parabraunerde)

	FNS	I _{real}	E _{real}	T _{real}	ETRS	Q _{dir}	Q _{ifl}	gwn _s	ΔS
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1997	619.0	122.4	265.8	163.6	17.5	2.3	58.1	31.1	-10.7
1998	809.8	142.9	292.0	156.6	13.4	23.7	100.0	29.3	81.1
1999	694.8	125.5	282.7	155.5	16.5	29.9	98.4	37.5	-13.7
2000	658.1	116.1	230.1	182.3	10.7	58.7	81.2	40.0	-21.0
2001	850.1	134.8	288.8	115.7	18.2	36.2	83.5	36.8	172.7
2002	849.5	111.5	294.4	135.9	10.8	105.2	156.9	37.0	34.8
2003	522.6	101.6	226.2	165.2	13.7	25.9	83.3	45.5	-93.3
Summe	5003.8	854.8	1880.0	1074.8	100.8	282.1	661.4	257.2	150.0
Mittelwert	714.8	122.1	268.6	153.5	14.4	40.3	94.5	36.7	21.4

FNS: Freilandniederschlag, I_{real}: Reale Interzeption; E_{real}: reale Evaporation; T_{real}: reale Transpiration; ETRS: Schneeverdunstung; Q_{bas}: Basisabfluss, Q_{ifl}: Zwischenabfluss, Q_{dir}: Oberflächenabfluss; ΔS: Speicheränderung;

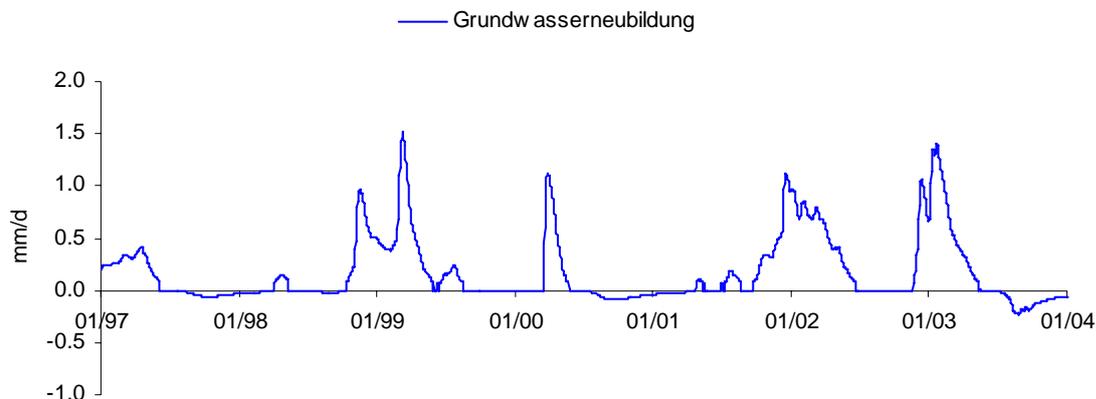


Abbildung 56: Modellierter Grundwasserneubildung für Kontrollplot 9 (Kiefern-mischwald auf Parabraunerde) in den Jahren 1997-2003

Auch die vergleichende Auswertung verschiedener Bilanzkomponenten für das gesamte Einzugsgebietsraster des Schnellbachs zeigt durchgehend realistische Ergebnisse. Abbildung 57 zeigt exemplarisch einen relativen Vergleich von modellierter Interzeption und Transpiration jeweils für die oberste Vegetationskomponente. Die Farbe Rot bezeichnet einen geringen, die Farbe blau einen hohen Jahreswert für die Interzeption bzw. Transpiration. Sehr deutlich werden die geringeren Interzeptions- und Transpirationswerte für die ackerbaulich genutzten Flächen gegenüber den bewaldeten Flächen im Zentrum des Einzugsgebiets (vgl. Landnutzungsraster, Abbildung 49). Ebenfalls zu erkennen ist die erhöhte Transpiration von Grünland gegenüber Ackerflächen. Das erweiterte Modell ist somit gut in der Lage, die spezifischen Eigenschaften unterschiedlicher Vegetationstypen in einem Einzugsgebiet differenziert wiederzugeben. Abbildung 58 zeigt als weiteres Beispiel möglicher Auswertungen die gekoppelten WaSiM-ETH/PCGEOFIM[®]-Ergebnisse für den mittleren Grundwasserflurabstand, wie er in WaSiM-ETH ausgewiesen wird, sowie den mittleren jährlichen Direktabfluss. Diese Größen werden nun wesentlich besser abgebildet als dies bisher der Fall war. Ausführlichere Erläuterungen zu diesem Punkt befinden sich im Kapitel 6.5. Die Gesamtbilanz für das Einzugsgebiet ist in Tabelle 23 dargestellt. Die Differenz aus den beiden Speicherfüllungen erklärt sich durch das Bilanzengrid (vgl. Seite 35, Seite 37). Schließt man dieses in die Berechnung der Bilanz mit ein, reduziert sich der Unterschied auf im Mittel 2,46 mm (0,35 % des Freilandniederschlags) in den Jahren 2000-2003 und 2,89 mm (0,4 %) im Bilanzzeitraum 1984-2003.

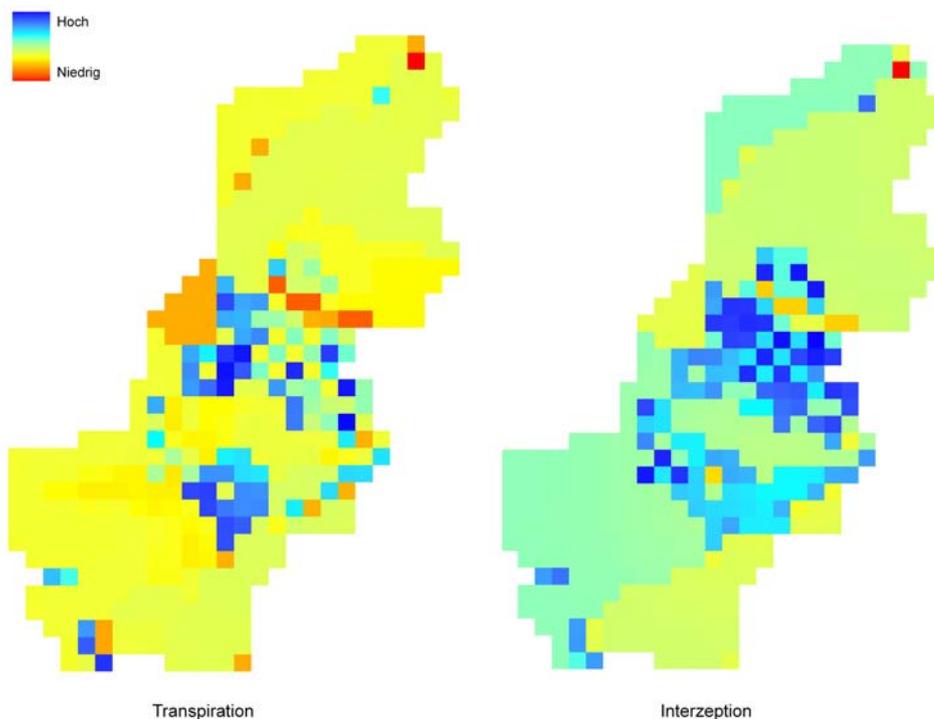


Abbildung 57: Vergleichende Auswertung der Jahreswerte von modellierter Interzeption und Transpiration im Schnellbachgebiet, gekoppelter Modus WaSiM-ETH/PCGEOFIM[®]. Interzeption: hoher Wert = 200 mm, niedriger Wert = 0 mm; Transpiration: hoher Wert = 350 mm, niedriger Wert = 0 mm

6.5 Simulationsergebnisse Grundwasser und Abfluss mit Lysimeterdaten (PCGEOFIM[®] stand alone)

In einem ersten Schritt wurde das Gesamtmodell PART05 mit Lysimeterdaten als obere Randbedingung für den Zeitraum 1980-2003 berechnet (zum Simulationskonzept vgl. Kapitel 6.2.1, Kapitel 6.3). Ausgewertet wurde anschließend das Teilmodell Schnellbach für den Zeitraum 1984-2003, um insbesondere im Fall der Kopplung mit WaSiM-ETH dem Modell die Möglichkeit zu geben, den Bodenwasserspeicher zu equilibrieren.

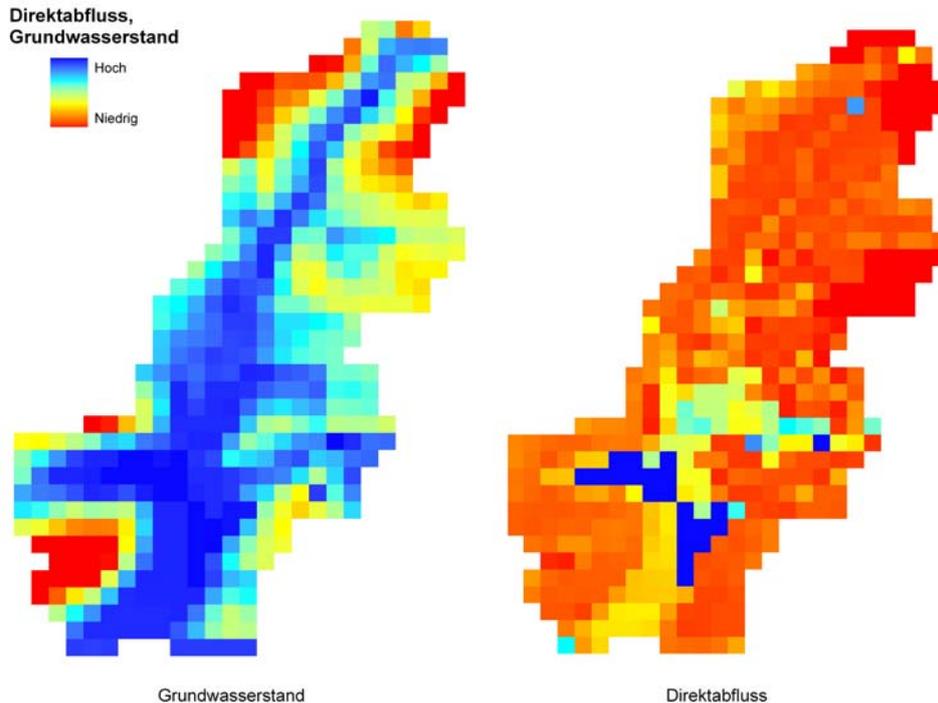


Abbildung 58: Vergleichende Auswertung des modellierten mittleren Grundwasserflurabstandes sowie der mittleren jährlichen Direktabflusses im Schnellbachgebiet, gekoppelter Modus WaSiM-ETH/PCGEOFIM®. Grundwasserflurabstand: hoher Wert = 0 m, niedriger Wert = 9 m; Direktabfluss: hoher Wert = 208 mm, niedriger Wert = 1 mm

Tabelle 23: Überprüfung der Bilanz für des EZG des Schnellbachs am Beispiel des Zeitraums 2000-2003, gekoppeltes Modell, ungesättigte Zone (WaSiM-ETH)

	FNS	I_{real}	ET_{real}	Q_{dir}	Q_{in}	Q_{bas}	GWN	ΔS (Flüsse)	S_{Anfang}	S_{Ende}	ΔS (Speicher)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2000	663.0	155.7	342.7	48.8	47.1	0	64.4	4.28	11629.1	11611.4	-17.7
2001	862.3	173.8	317.8	72.5	66.3	0	75.6	156.25	11611.4	11721.7	110.3
2002	846.3	149.5	336.1	105.4	79.8	0	94.2	81.36	11721.7	11737.1	15.4
2003	531.1	130.9	368.6	40.3	34.8	0	69.5	-113.04	11737.1	11601.7	-135.3
Summe	2902.8	610.0	1365.1	267.1	228.0	0.00	303.7	432.6	46699.3	46671.9	-27.3
Mittel	725.7	152.5	341.3	66.8	57.0	0.00	75.9	108.2	11674.8	11668.0	-6.8

FNS: Freilandniederschlag, I_{real} : Reale Interzeption; ET_{real} : reale Evapotranspiration; Q_{bas} : Basisabfluss, Q_{in} : Zwischenabfluss, Q_{dir} : Oberflächenabfluss; GWN: Grundwasserneubildung; S: Speicherinhalt; ΔS : Speicheränderung

Zunächst soll die mit Hilfe von Lysimeterdaten für das Einzugsgebiet des Schnellbachs berechnete Bilanz vorgestellt werden. Abbildung 59 zeigt starke Schwankungen des Grundwasservorrats. In den relativ feuchten Jahren 1987-1989 steigt der Vorrat um mehr als 10 % an und sinkt in den sehr trockenen Folgejahren um ca. 15 %. Erst im Jahr 1994 erreicht der Vorrat wieder seinen Ausgangszustand und schwankt in den nächsten Jahren um 13 Millionen m³. Nachgebildet werden auch das sehr nasse Jahr 2002 und die Trockenperiode im Jahr 2003. Die auf Grundlage von Lysimeterdaten durchgeführten Simulationen zeigen darüber hinaus auch eine sehr starke Schwankung der Grundwasserneubildung. In den Sommermonaten wird bei flurnahen Grundwasserständen eine teilweise erhebliche Zehrung (= negative Grundwasserneubildung) berechnet (vgl. Abbildung 60). Einschränkend ist hervorzuheben, dass die Abschätzung der Grundwasserneubildung durch PCGEOFIM® mit Hilfe von Lysimeterdaten erhebliche Unsicherheiten

aufweist. Herkömmliche Lysimetermessungen können aus prinzipiellen Gründen die Grundwasserneubildung nur bei flurfernem Grundwasserstand erfassen. Zur Simulation der flurnahen Grundwasserneubildung für das Parthe-/Schnellbachgebiet im ungekoppelten Modus wurde im Programm Geofim daher eine einfache empirische Formel implementiert,

$$\begin{aligned} & \text{PM_KORR-ETP} && \text{fla} \leq 0,6 \text{ m} \\ \text{GWN} = & \text{lineare Interpolation PM_KORR-ETP und GWN_LYSI} && 0,6 \text{ m} < \text{fla} < 1,9 \text{ m} \\ & \text{GWN_LYSI} && \text{fla} \geq 1,9 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{Gleichung 24}$$

mit

PM_KORR	korrigierter Niederschlag [mm/Zeitschritt]
ETP	Grasreferenzverdunstung [mm/Zeitschritt]
fla	Flurabstand [m]
GWN_LYSI	gemessene Lysimeterversickerung [mm/Zeitschritt]

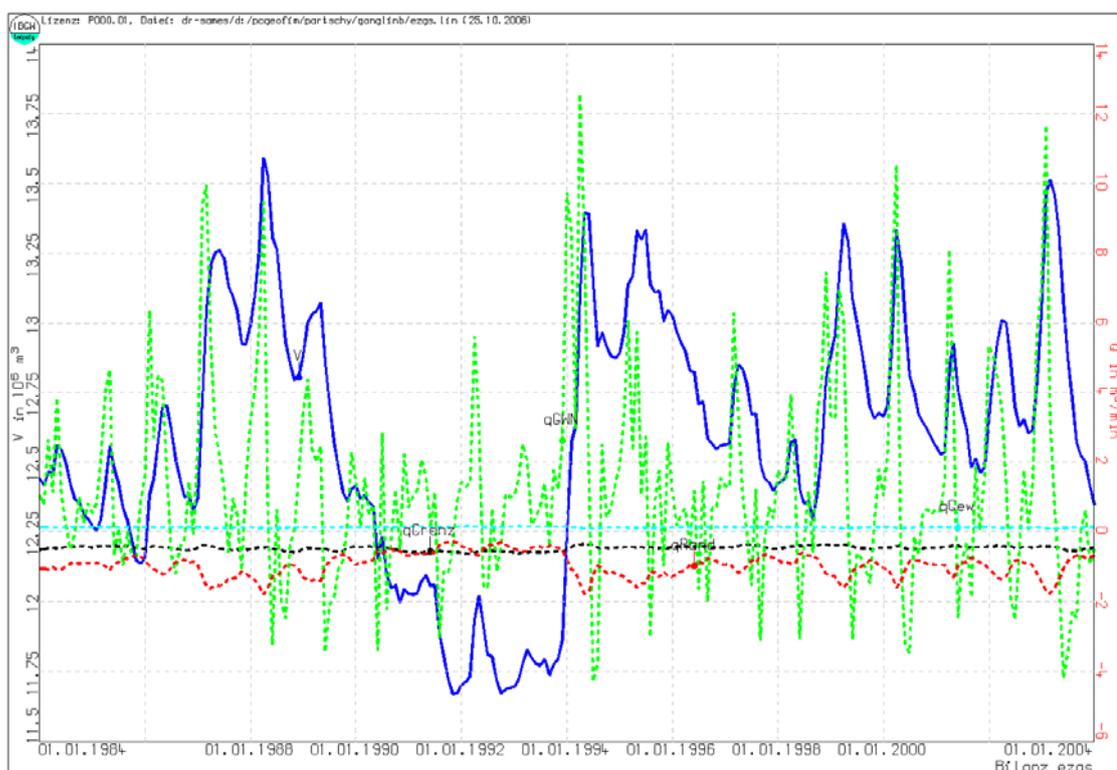


Abbildung 59: Bilanz Einzugsgebiet des Schnellbachs (blau: Grundwasservorrat, grün: Grundwasserneubildung, zyan: See am Pegel Großbardau, rot: Summe Basisabflüsse Schnellbach, braun: Abflüsse aus dem Einzugsgebiet); PCGEOFIM® stand-alone, GWN auf Grundlage von Lysimeterdaten

wobei die angegebenen Grenzen für den Flurabstand (fla) ebenfalls variiert werden können. Diese Vorgehensweise führt zu einer extrem stark ausgeprägten Abhängigkeit der Grundwasserneubildung vom Flurabstand (vgl. Abbildung 61ff). Das Ergebnis von Gleichung 24 hängt darüber hinaus auch sehr stark von der Wahl der Grenzen für den Parameter fla ab. Abbildung 65 zeigt das Ergebnis für die Grundwasserneubildung bei einem Flurabstand von 0,5 m, wenn als obere Grenze für fla 0,1 m und als Untergrenze 0,6 m gewählt werden (vgl. Gleichung 24). Ein Vergleich mit Abbildung 61 verdeutlicht den Einfluss von fla bei flurnahen Grundwasserständen. Sehr kritisch hinsichtlich des Berechnungsergebnisses von Gleichung 24 ist auch die Verwendung von ETP. Gerade in trockenen Sommermonaten ist eine erhebliche Abweichung von ETP und ETA zu erwarten. ETP erlaubt unter trockenen Bedingungen keinerlei Rückschluss auf die tatsächlichen Wasserflüsse. Es ist zu erwarten, dass die prozessorientiertere Darstel-

lung der Schnittstelle zwischen ungesättigter und gesättigter Zone im gekoppelten Modell die Abbildung von Perkolations- und Zehrungsprozessen wesentlich verbessert (vgl. Kapitel 6.6).

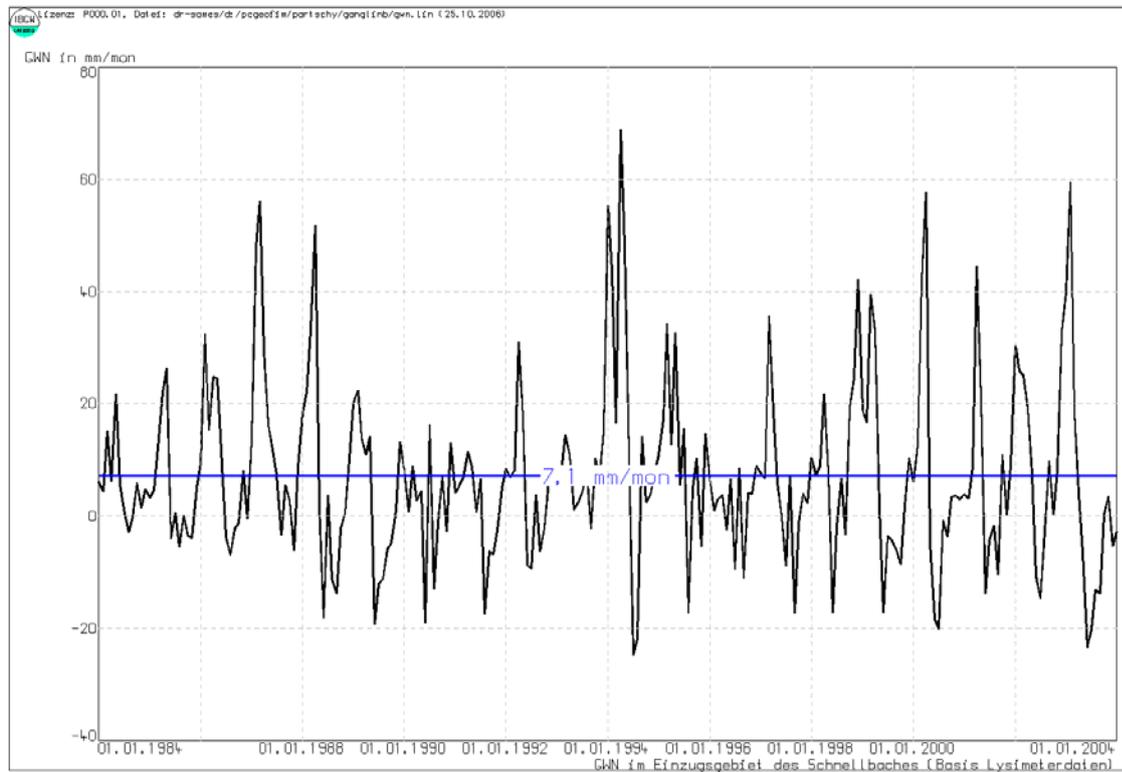


Abbildung 60: GWN im Einzugsgebiet des Schnellbaches ermittelt auf der Basis von Lysimeterdaten

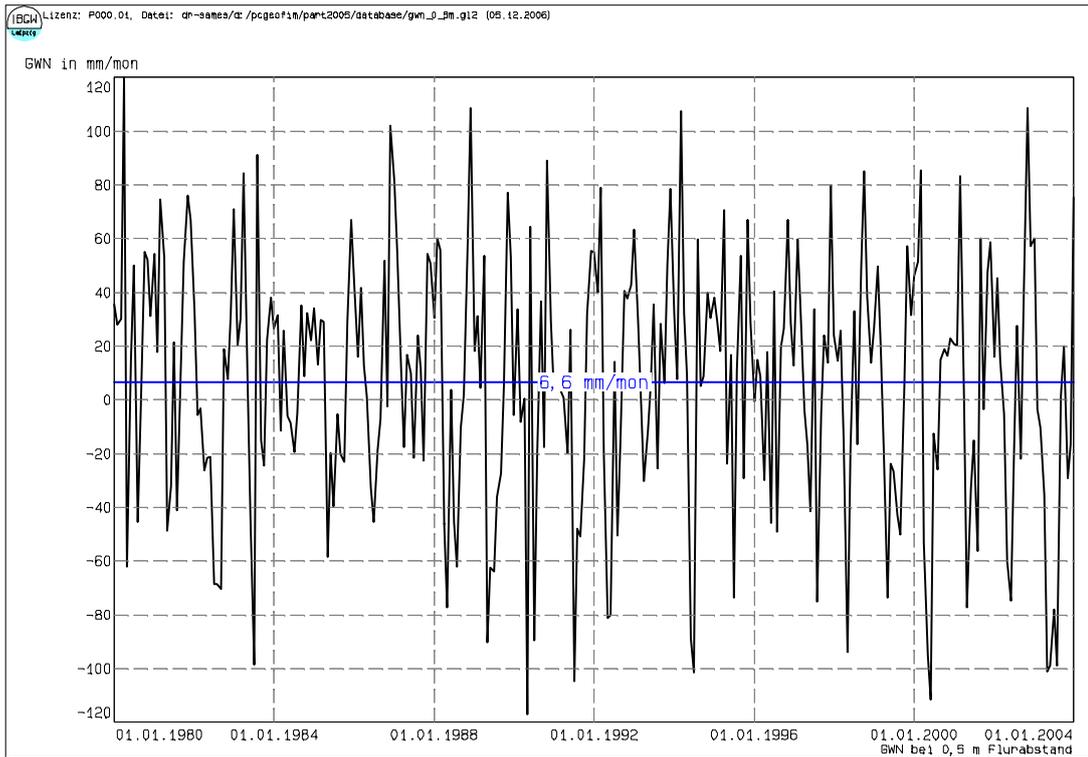


Abbildung 61: Grundwasserneubildung bei einem Flurabstand von 0,5 m in Lysimeter 4

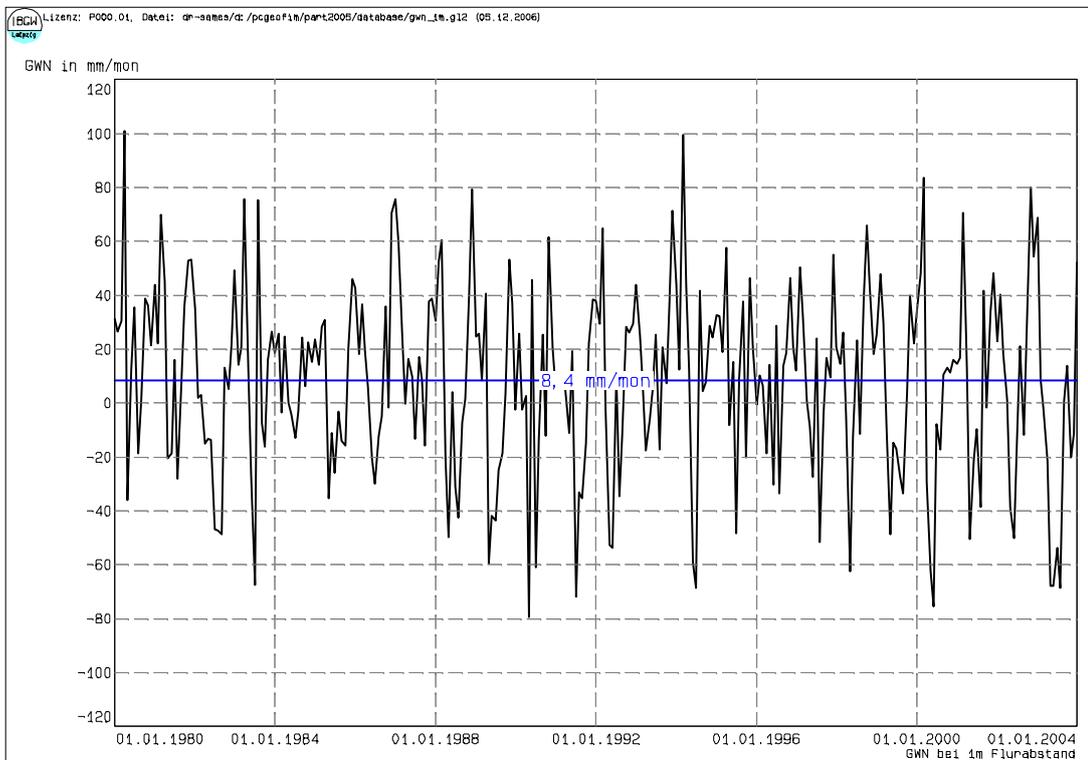


Abbildung 62: Grundwasserneubildung nach Gleichung 24 bei einem Flurabstand von 1,0 m in Lysimeter 4

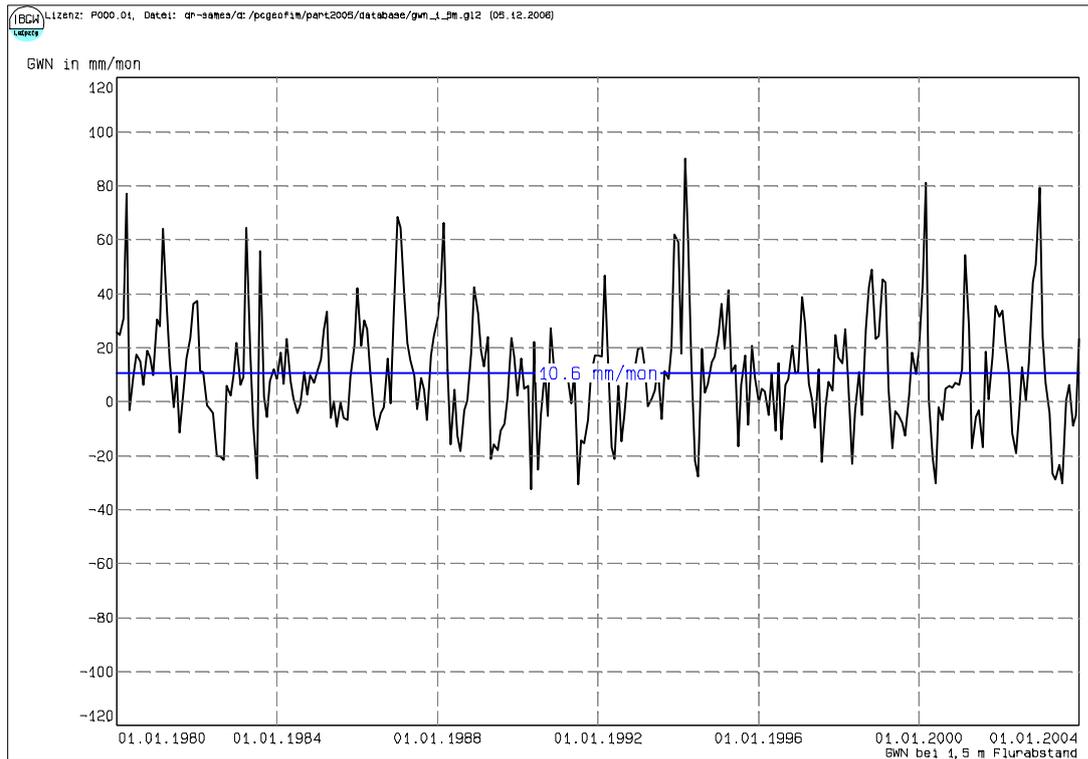


Abbildung 63: Grundwasserneubildung nach Gleichung 24 bei einem Flurabstand von 1,5 m in Lysimeter 4

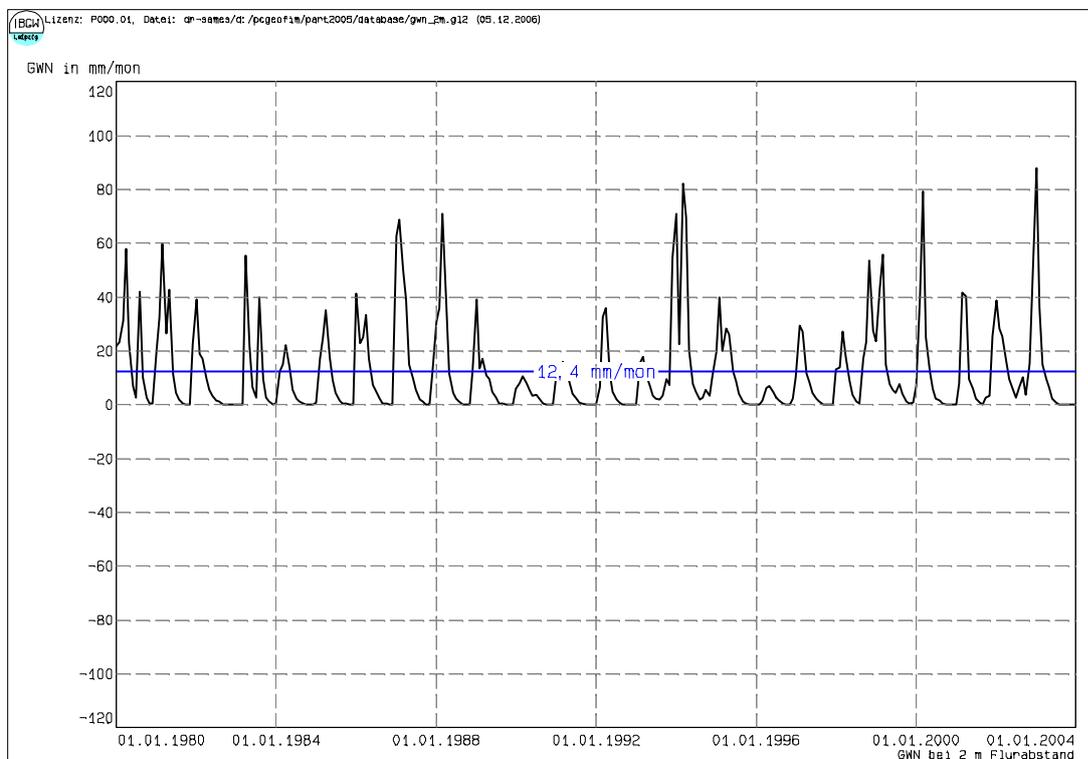


Abbildung 64: Grundwasserneubildung nach Gleichung 24 bei einem Flurabstand von 2,0 m in Lysimeter 4

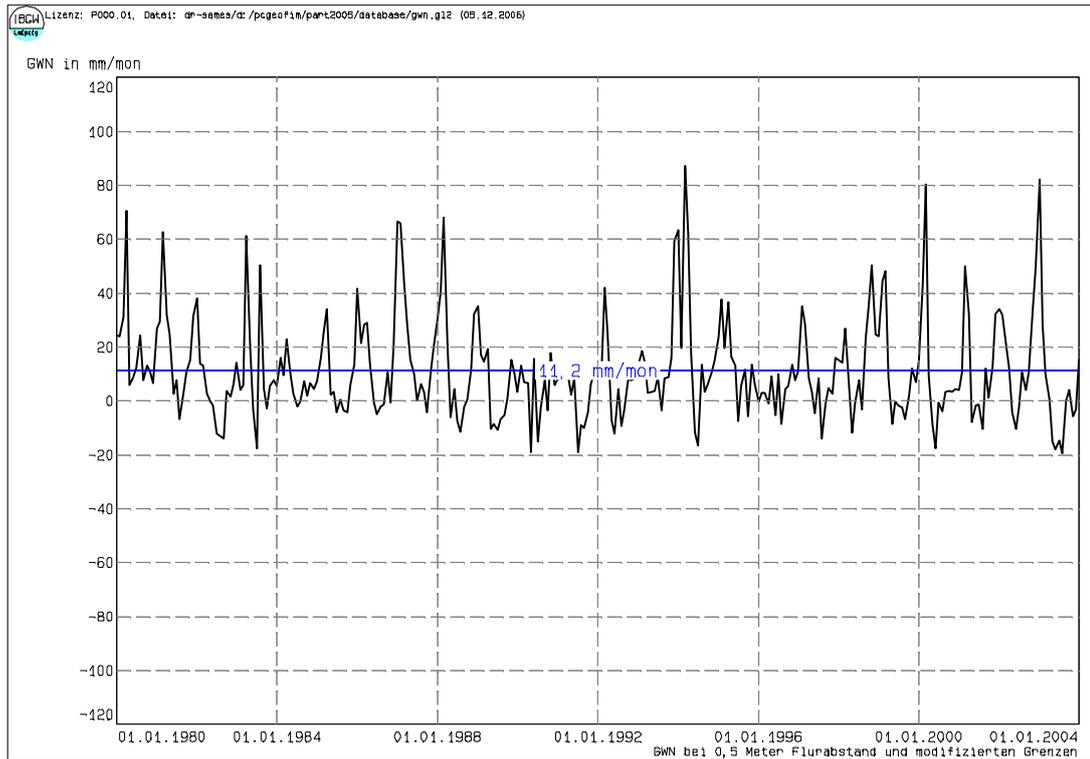


Abbildung 65: Grundwasserneubildung nach Gleichung 24 bei einem Flurabstand von 0,5 m in Lysimeter 4 mit veränderten Grenzen für f_{la} in Gleichung 24

Auf der Grundlage der Bilanz "ezgs" wurde die Tabelle 24 berechnet. Die Tabelle zeigt, dass der Schnellbach seine Funktion als Vorfluter erfüllt. Im Mittel werden 42,5 mm/a Abfluss berechnet. 31,25 mm/a Grundwasser verlassen unterirdisch das Schnellbachgebiet. Der See beim Pegel Großbardau, der vom Schnellbach gespeist wird, infiltriert 8,7 mm/a in das Grundwasser. Der Bilanzfehler beträgt 0.02 mm/a.

Tabelle 24: Bilanz Einzugsgebiet des Schnellbaches

Datum	Vorrat [m ³]	GWN [mm/a]	Infiltration See [mm/a]	unterirdische Abflüsse [mm/a]	Abfluss Schnellbach [mm/a]	sonstige Rand- bedingungen [mm/a]	Summe [mm/a]
01.01.1984	12442300	85,86	8,70	31,25	42,48	21,42	-0,59
01.01.2004	12347000					Delta-V:	-0,61

In der Abbildung 66 ist der Gesamtabfluss am Pegel Großbardau grafisch dargestellt. Für diese Berechnung wurde die GWN auf Grundlage der Lysimeterdaten abgebildet. Es wurden also u. a. kein oberirdischer Abfluss und kein Interflow berücksichtigt. Der Basisabfluss wird sehr gut nachgebildet. Die beobachteten Spitzenabflüsse können erwartungsgemäß nicht nachgebildet werden. Dies ist erst möglich, wenn von WaSiM-ETH der Direktabfluss und der Interflow übernommen werden.

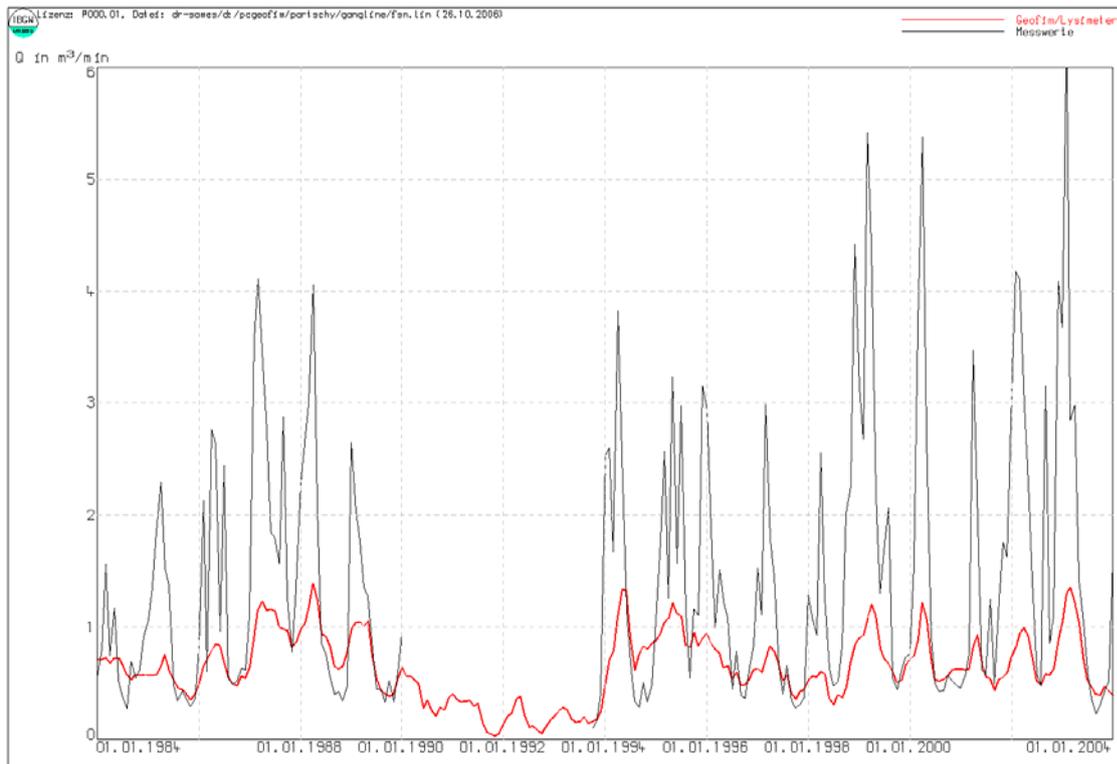


Abbildung 66: Abfluss am Pegel Großbardau (rot: Berechnungsergebnisse, schwarz: Messwerte); PCGEOFIM® stand-alone, GWN auf Grundlage von Lysimeterdaten

Abbildung 67 und Abbildung 68 zeigen die mit Hilfe von Lysimeterdaten berechneten Grundwasserstände in den Jahren 1984 und 2004. Mit dargestellt sind die Messstellen im Bearbeitungsgebiet und der Umgebung. Angezeigt werden die Messstellenbezeichnung, der berechnete Grundwasserstand, der Messtag und der gemessene Grundwasserstand. Im Rahmen weiterer Bearbeitungen sollte auch das geologische und das Parametermodell für die Lupe 3 überarbeitet werden, um die relativ großen Abweichungen zwischen berechneten und gemessenen Werten von derzeit ca. 0-2 m Spiegelhöhe zu verringern. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass das Parametermodell Lupe 3 nur durch Teilung des 500 m x 500 m-Rasters auf ein 125 m x 125 m-Raster erzeugt wurde.

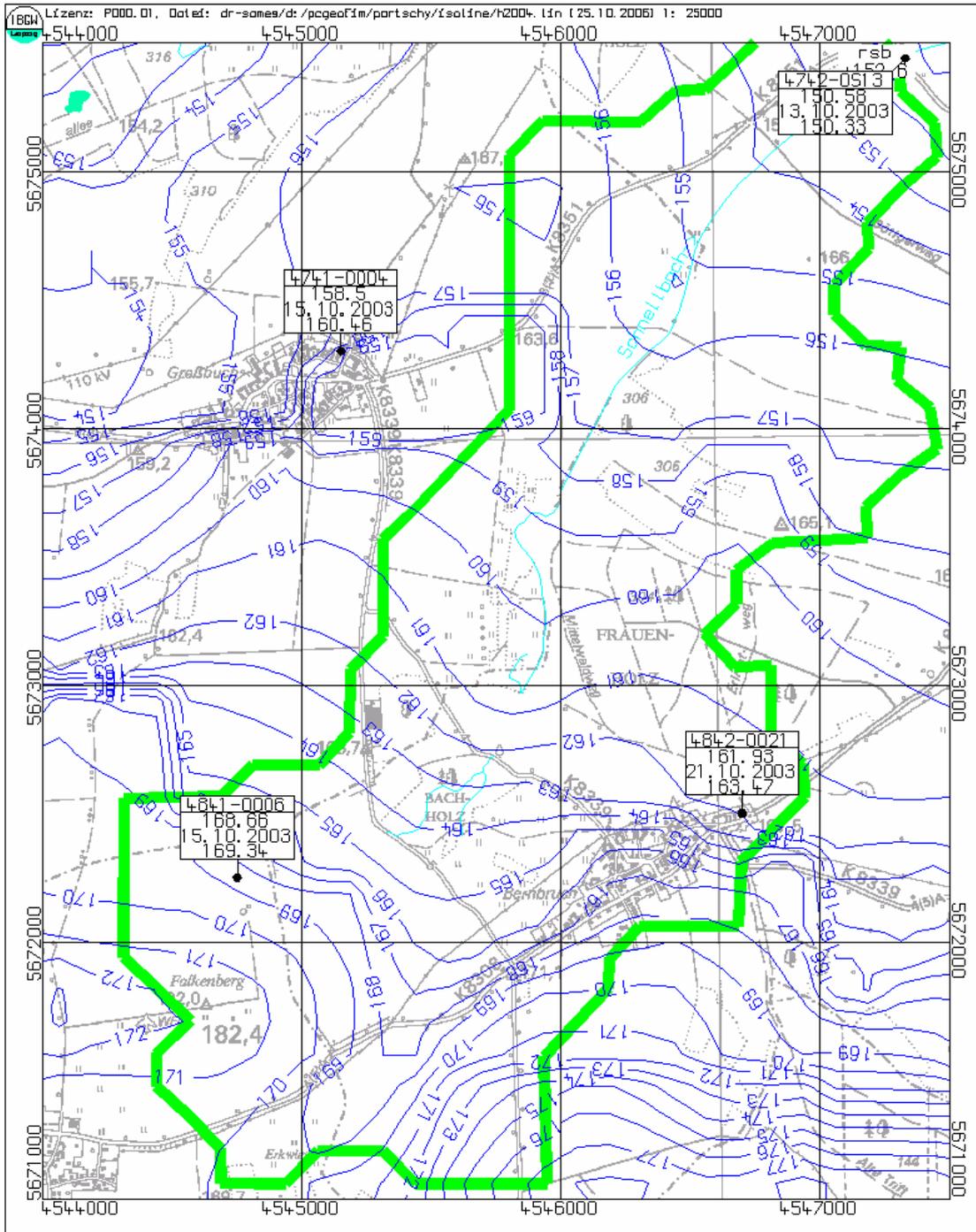


Abbildung 68: Hydroisohypsens am 01.01.2004 im Einzugsgebiet des Schnellbachs; PCGEOFIM® stand-alone, GWN auf Grundlage von Lysimeterdaten; (Zahlenangaben für die einzelnen GW-Pegel: Pegelnr., Spiegelhöhe in [m ü. NN] modelliert, Beobachtungsdatum, Spiegelhöhe in [m ü. NN] gemessen)

6.6 Simulationsergebnisse Grundwasser und Abfluss, gekoppeltes Modell PCGEOFIM® / WaSiM-ETH

Wie in Kapitel 4.1.2 bereits ausgeführt wurde, zeigte sich in ersten Testsimulationen, dass die Übernahme der Grundwasseroberfläche durch WaSiM-ETH, insbesondere an den Rändern des Einzugsgebietes, wo laterale Zu- und Abflüsse den Grundwasserstand verändern, zu Grundwasserneubildungen führte, welche von Geofim in dieser Höhe nicht realisiert werden konnten. Nach der erfolgten Überarbeitung der Kopplung – die neue Kopplungsarchitektur wurde bereits in Tabelle 4, Kapitel 4.1 vorgestellt, treten diese Effekte nicht mehr auf. Für jeden Tag stellt WaSiM-ETH nun die Grundwasserneubildung als Grid und den oberirdischen Abfluss und den Interflow als Tabelle im Exchange-Verzeichnis zur Verfügung. Das Simulationsprogramm Geofim berechnet mit diesen Daten anschließend die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstände, welche an WaSiM-ETH zurückgegeben werden. Diese interaktive Kopplung stellt eine gute Grundlage für zukünftige Untersuchungen zu Auswirkungen von Klimaänderungen im Parthegebiet dar.

Wie in Kapitel 6.4 und Kapitel 6.5 beschrieben wurde berechnen beide Modelle, Geofim und WaSiM-ETH, die Bilanzen korrekt. Für den gekoppelten Modus ist zusätzlich noch eine Überprüfung der Bilanz des Gesamtsystems hinsichtlich der übernommenen Grundwasserneubildung durchzuführen (vgl. Tabelle 25, Abbildung 69). Insbesondere durch die Darstellung in Abbildung 69 wird deutlich, dass die von WaSiM-ETH berechnete GWN von Geofim korrekt übernommen wird. Der in Tabelle 25 ausgewiesene Fehler von 2,4 %, welcher der roten Linie in Abbildung 69 entspricht, ist darauf zurückzuführen, dass Geofim bei zeitweise auftretenden flurnahen Grundwasserständen die Neubildung nicht vollständig abnehmen kann, weil das Grundwasser über das Gelände ansteigen würde.

Tabelle 25: Fehlerbetrachtung für das Gesamtsystem: Ausweis der von WaSiM-ETH berechneten und von Geofim übernommenen Grundwasserneubildung

	Grundwasserneubildung [mm kum. 1984-2003]	Grundwasserneubildung [mm/a]	Abweichung [%]
WaSiM-ETH	1339	67,0	
Geofim	1307	65,4	
Differenz	32	1,6	2,4

Im Mittel wird durch das gekoppelte Modell 32,9 mm/a Basisabfluss berechnet (vgl. Tabelle 26 bzw. zeitlich höher auflösende Darstellung in Abbildung 70). Das langjährig beobachtete Mittel liegt nach Mellentin (1999) bei 32,7 mm/a, stimmt also sehr gut mit den Ergebnissen der gekoppelten Modellierung überein. 17,55 mm/a Grundwasser verlassen unterirdisch das Schnellbachgebiet. Der See beim Pegel Großbardau, der vom Schnellbach gespeist wird, infiltriert 8,5 mm/a in das Grundwasser. Der Bilanzfehler beträgt lediglich 0,04 mm/a. Die prozessorientierte Wiedergabe des Abflussgeschehens im Schnellbachgebiet konnte im Rahmen von KliWEP2 entscheidend verbessert werden. Dies wird durch einen Vergleich mit dem Bearbeitungsstand zum Ende des KliWEP1-Projektes verdeutlicht (vgl. Abbildung 71). Ursache für die bei KliWEP1 teilweise noch nicht zufriedenstellenden Simulationen des Gesamtgebietes waren u. a. sehr niedrig ausgewiesene Raten der Grundwasserneubildung.

Tabelle 26: Bilanz für das Einzugsgebiet des Schnellbaches im gekoppelten Modus

Datum	Vorrat [m³]	GWN [mm/a]	unterirdi-			sonstige Rand- bedingungen [mm/a]	Summe [mm/a]
			Infiltration See [mm/a]	sche Abflüsse [mm/a]	Abfluss Schnellbach [mm/a]		
01.01.1984	12193100	65,09	8,46	17,55	32,90	20,11	2,99
01.01.2004	12670800					Delta-V:	3,03

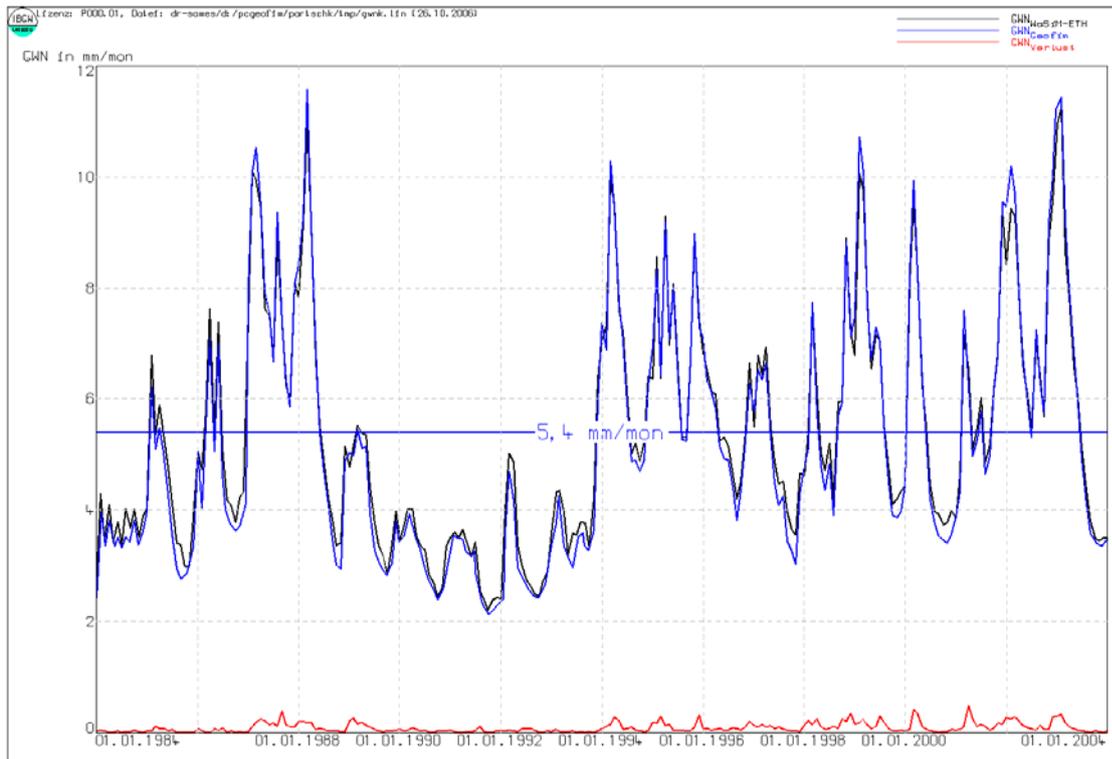


Abbildung 69: GWN im Einzugsgebiet des Schnellbachs; gekoppeltes Modell Geofim/WaSiM-ETH

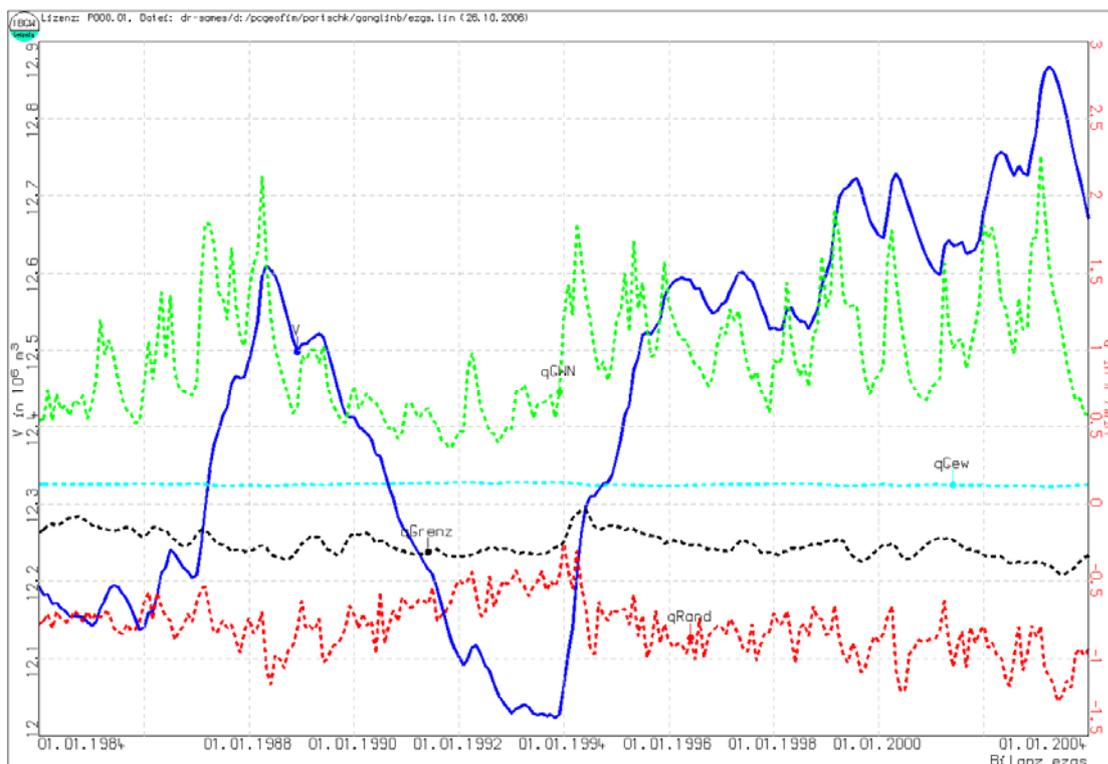


Abbildung 70: Bilanz Einzugsgebiet des Schnellbachs (blau: Grundwasservorrat, grün: Grundwasserneubildung, zyan: See am Pegel Großbardau, rot: Summe Basisabflüsse Schnellbach, braun: Abflüsse aus dem Einzugsgebiet); PCGEOFIM® und WaSiM-ETH gekoppelt

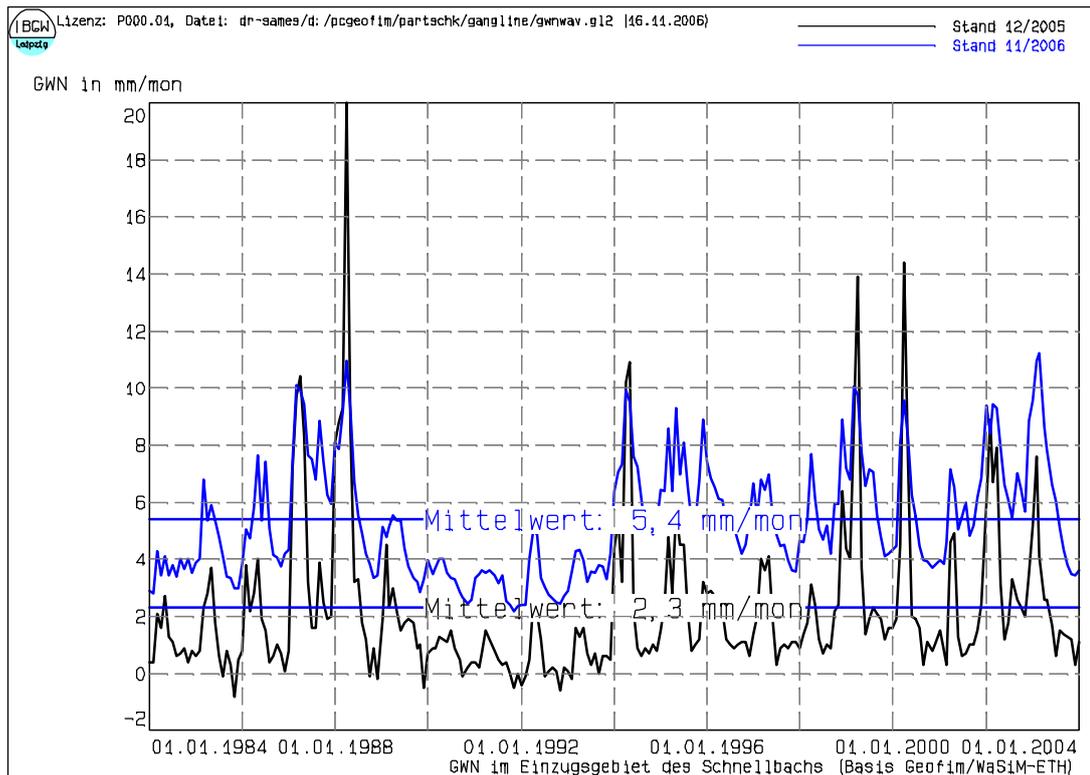


Abbildung 71: Vergleich der berechneten Grundwasserneubildung bei Kopplung Geofim/WaSiM-ETH Bearbeitungsstand 12/2005 (Bodenparametrisierung auf Grundlage von KliWEP1) und 11/2006 (KliWEP2)

Die Dynamik der simulierten Grundwasserneubildung unterscheidet sich erheblich zwischen ungekoppeltem (vgl. Abbildung 60) und gekoppeltem Modus (vgl. Abbildung 71): Im gekoppelten Modus wird *im Gebietsmittel* zu keinem Zeitpunkt Grundwasserzehrung modelliert, während an einzelnen Stellen im Einzugsgebiet – dies betrifft vor allem die bewaldeten Flächen (vgl. z. B. Abbildung 56) – durchaus kapillarer Aufstieg stattfindet. Durch die hohe Grundwasserneubildung vor allem unter Ruderalfluren und Ackerflächen wird die Zehrung im gekoppelten Modus im Gebietsmittel jeweils ausgeglichen. Bei der Kopplung von Geofim und WaSiM-ETH wird außerdem auch die Transportzeit durch die ungesättigte Zone bis zur Grundwasseroberfläche berücksichtigt. Dies führt ebenfalls zu einer gleichmäßigeren Grundwasserneubildung. Abbildung 72 verdeutlicht zudem, dass im Schnellbachgebiet größere Gebiete mit flurfernen Grundwasserständen vorliegen. Diese Darstellung stimmt gut mit den berechneten mittleren Grundwasserflurabständen in WaSiM-ETH (vgl. Abbildung 58) überein. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass die Dynamik der Grundwasserneubildung durch die derzeitige Bodenparametrisierung noch nicht vollständig zufriedenstellend abgebildet wird. Entsprechende Hinweise lassen sich v. a. auch aus Abbildung 43/Kapitel 5.7.4 ableiten, wo die gleiche Methode (Wösten et al. 1999) zur Ableitung der bodenphysikalischen Parameter angewandt wurde. Tendenziell werden Extreme in der Grundwasserneubildung, wie sie in Abbildung 69 bei der Berechnung allein auf Grundlage der Lysimeterdaten zu erkennen sind, durch die derzeitige Parametrisierung der ungesättigten Zone derzeit möglicherweise etwas zu stark ausgeglichen. Konkrete Empfehlungen zur zukünftigen Vorgehensweise befinden sich in Kapitel 6.2.4.3 und auf Seite 117 am Ende dieses Kapitels.

Durch die tägliche Übernahme des durch WaSiM-ETH modellierten oberirdischen Abflusses und des Interflows wird im gekoppelten Modell die Wiedergabe der gemessenen Ganglinie am Pegel Großbardau vor allem im Bereich der Spitzenabflüsse gegenüber der Darstellung in Abbildung 66 wesentlich verbessert (vgl. Abbildung 73). Die Hydroisohypsen der gekoppelten Modellierung für die Zeitpunkte 01.01.1984 und 01.01.2004 (vgl. Abbildung 74f) unterscheiden sich im Unterschied zur Pegelganglinie erwartungsgemäß weniger deutlich von den bisherigen Simulationen.

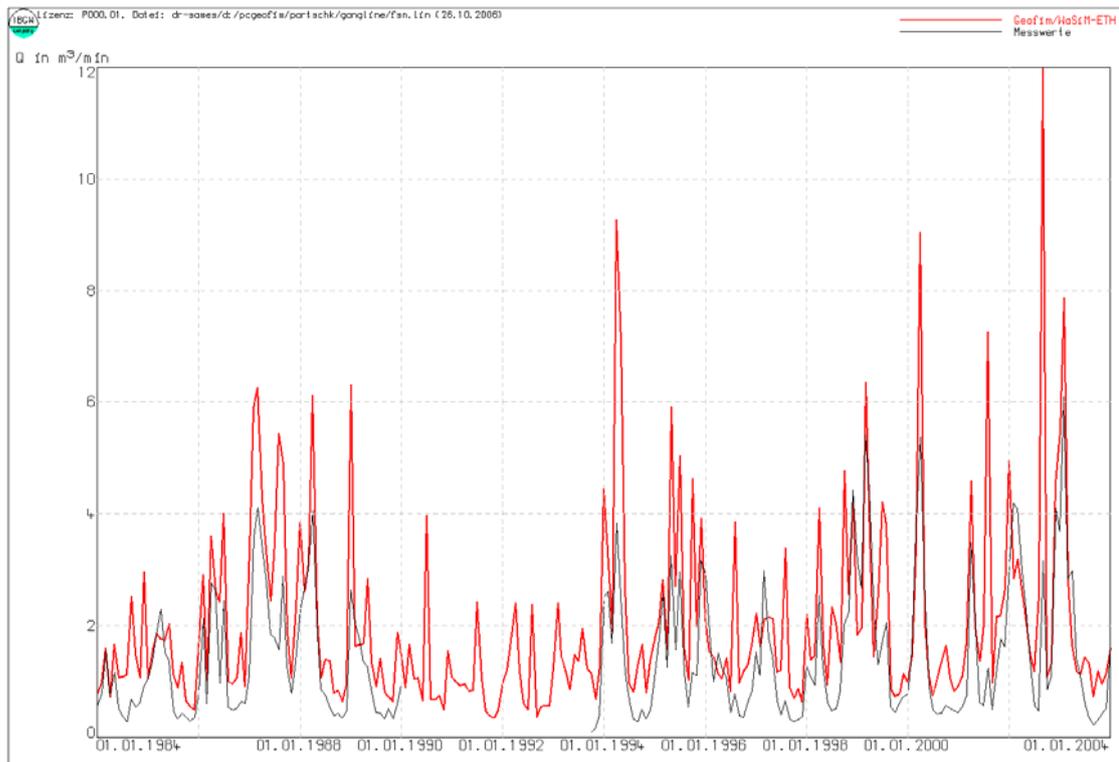


Abbildung 73: Abfluss am Pegel Großbardau (rot: Berechnungsergebnisse, schwarz: Messwerte); gekoppeltes Modell Geofim/WaSiM-ETH, Endergebnis KliWEP2

- (1) Die von WaSiM-ETH für das Einzugsgebiet des Schnellbachs berechnete Grundwasserneubildung weist wesentlich geringere tägliche Schwankungen auf als die mit Hilfe von Lysimeterdaten ermittelte Grundwasserneubildung. Als mögliche Ursache hierfür kommen infrage
 - (a) nichtlineare Fortpflanzungsfehler der über eine PTF bestimmten van-Genuchten-Parameter für die Wurzelzone. Die Bestimmung bzw. Nachkalibrierung dieser Parameter erwies sich als ein sehr sensibler und bei den lediglich acht Bodentypen des Schnellbachgebietes als ein bereits sehr aufwändiger Bearbeitungsschritt. Insbesondere auch im Hinblick auf die zukünftige Parametrisierung des Parthegebietes (KliWEP1: >100 Bodentypen) sollte erwogen werden, die Anzahl unterschiedlicher Böden sinnvoll einzugrenzen und eine belastbare van-Genuchten-Parametrisierung stärker zu fokussieren (vgl. Kapitel 6.4).
 - (b) die nicht vollständig konsistente Parametrisierung der ungesättigten Zone insgesamt (Wurzelzone: im Rahmen von KliWEP2 neu bestimmte van-Genuchten-Parameter, ungesättigte Zone unterhalb der Wurzelzone: KliWEP1-Parameter, vgl. Kapitel 6.2.4.3)
 - (c) Restriktionen bei der prozessorientierten Parametrisierung von geringmächtigen Bodenhorizonten mit organischer Auflage aufgrund des Courant-Kriteriums bzw. numerische Artefakte durch die Verletzung dieses Kriteriums durch das Fehlen einer expliziten Zeitschrittsteuerung (vgl. Kapitel 5.2.2)
- (2) Das Grundwasserströmungsmodell für das Parthegebiet wurde in seinen Grundzügen zeitlich bereits vor dem im Rahmen von KliWEP2 erweiterten prozessorientierten Modell für die ungesättigte Zone erstellt. Hier wäre es überlegenswert, sich für das Parthegebiet zunächst auf das belastbare prozessorientierte Modell für die Prozesse der Vegetation und der Bodenzone zu kon-

zentrieren und darauf aufbauend anschließend das Grundwassermodell als Kettenglied zur Pegelganglinie neu zu kalibrieren. In diesem Zusammenhang wäre es wünschenswert, auch die u. a. in Kapitel 6.3 und Kapitel 6.5 bereits angesprochene Überarbeitung der Geologie im zukünftigen Modellraster des Parthegebietes zu realisieren.

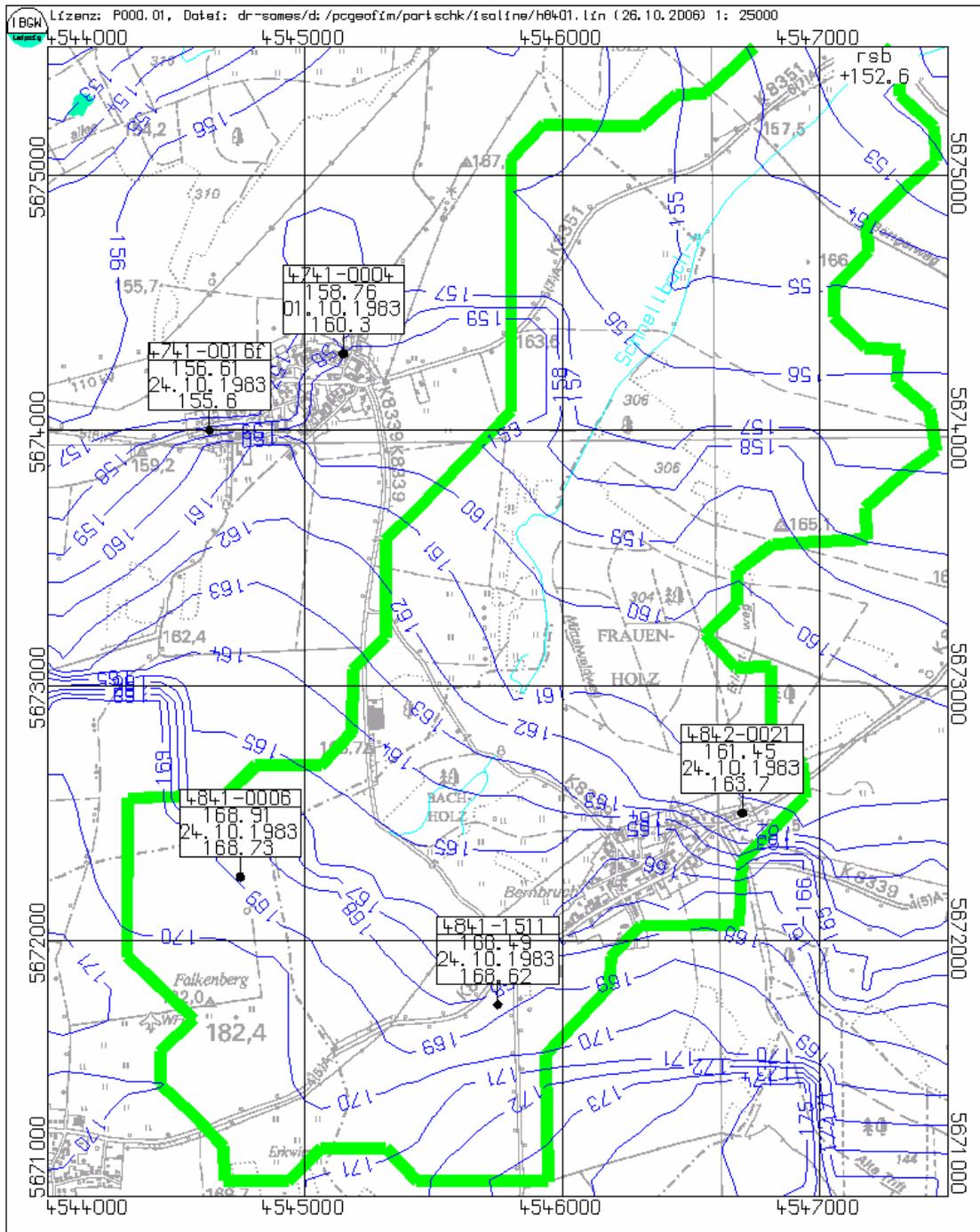


Abbildung 74: Hydroisohypsen am 01.01.1984 im Einzugsgebiet des Schnellbachs; gekoppeltes Modell Geofim/WaSiM-ETH; (Zahlenangaben für die einzelnen GW-Pegel: Pegelnr., Spiegelhöhe in [m ü. NN] modelliert, Beobachtungsdatum, Spiegelhöhe in [m ü. NN] gemessen)

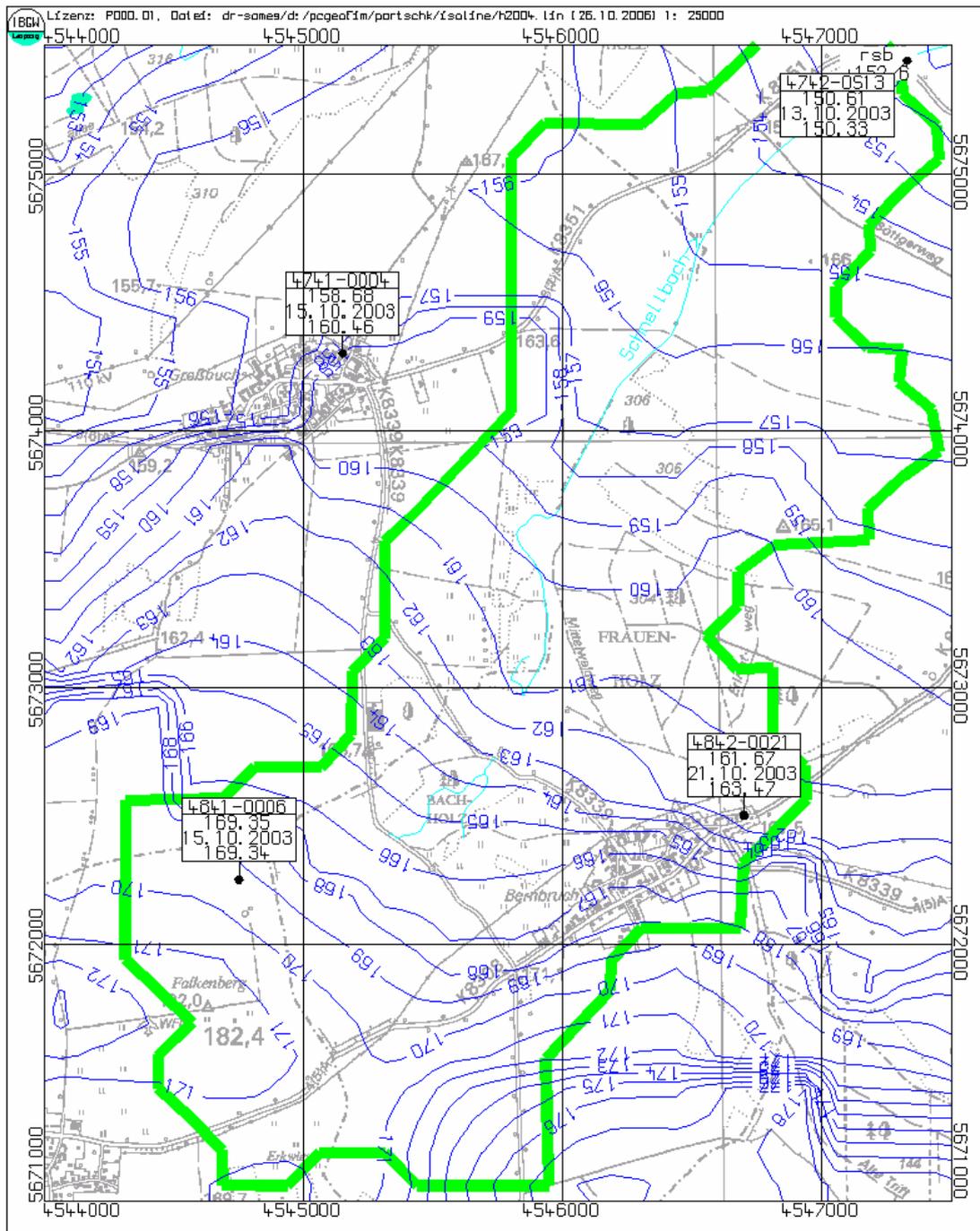


Abbildung 75: Hydroisohypsens am 01.01.2004 im Einzugsgebiet des Schnellbachs; gekoppeltes Modell Geofim/WaSiM-ETH; (Zahlenangaben für die einzelnen GW-Pegel: Pegelnr., Spiegelhöhe in [m ü. NN] modelliert, Beobachtungsdatum, Spiegelhöhe in [m ü. NN] gemessen)

Abschließend soll mit Abbildung 76 ein Spannungsfeld zwischen prozessorientierter Herangehensweise in der ungesättigten Zone einerseits und Güte der Abflusssimulation des gekoppelten Modellsystems andererseits konkret aufgezeigt werden: Bereits durch wenige sogenannte *konzeptionelle* Parameteranpassungen lässt sich insbesondere die Wiedergabe der Niedrigwasserabflüsse am Pegel Großbardau in der ersten Dekade des Simulationszeitraumes gegenüber dem KliWEP2-Endergebnis in Abbildung 73 erheblich verbessern. *Konzeptionell* bedeutet in diesem Zusammenhang allerdings eine Vernachlässigung der Prozesswiedergabe in der ungesättigten Zone zugunsten einer möglichst optimalen Abflussvorhersage am Pegel. Gerade vor dem Hintergrund der KliWEP-Zielstellung der *Abschätzung der Auswirkungen von*

Klimaveränderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt wäre eine solche konzeptionelle Vorgehensweise bei der Modellkalibrierung allerdings äußerst kritisch zu bewerten. Grundlage für die Berechnung von Zukunftsszenarien kann nur eine möglichst detaillierte Wiedergabe der Prozesse vor allem in den vom Klimawandel voraussichtlich am stärksten betroffenen Modellkompartimenten Vegetation und Boden sein (vgl. auch Abschlussbericht der KliWEP3-Vorstudie Scherzer et al. (2006): KliWEP – Teil 3: Vorstudie zur Simulation der Stoffflüsse von Stickstoff und Kohlenstoff im Parthe-Einzugsgebiet).

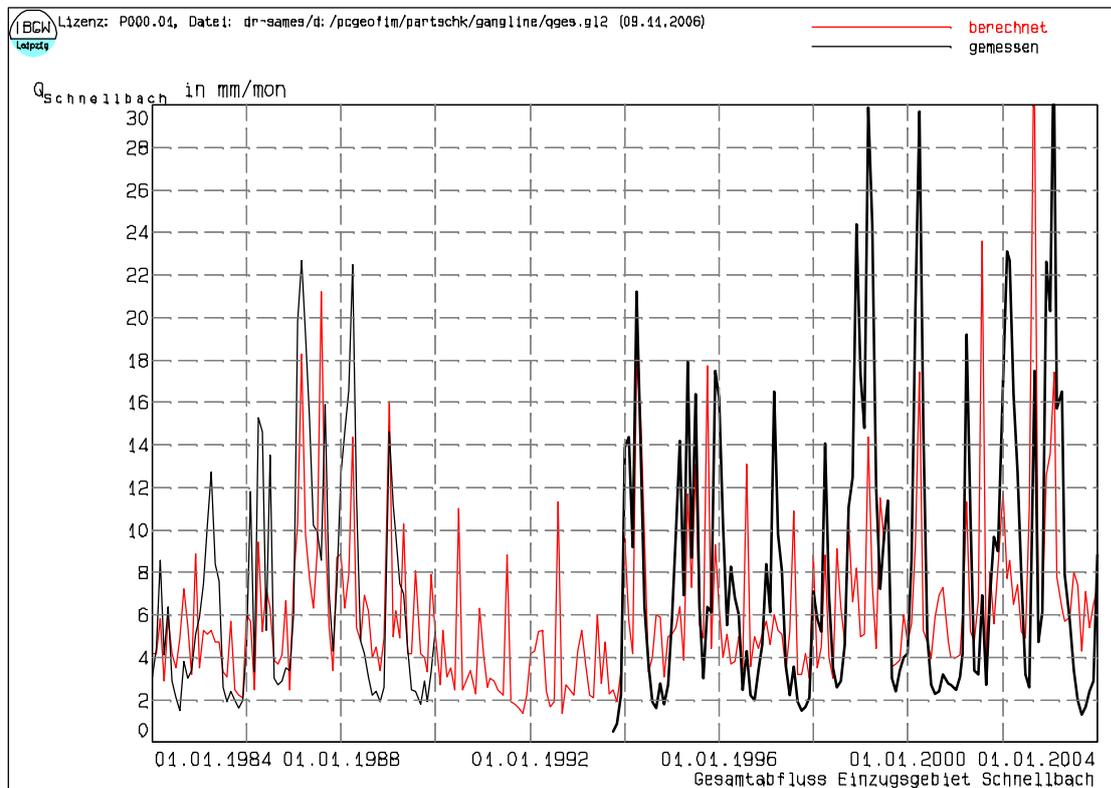


Abbildung 76: Abfluss am Pegel Großbardau in mm/mon (rot: Berechnungsergebnisse, schwarz: Messwerte); gekoppeltes Modell Geofim/WaSiM-ETH, niedrigwasserfokussierte Kalibrierung, unter Vernachlässigung von prozessorientierter Modellierung in der Bodenzone

7 Zusammenfassung

Klimastudien zeigen für Sachsen gravierende Auswirkungen eines bereits beobachteten und noch zu erwartenden Klimawandels. Für die Fachplanungen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) und des Staatsbetriebes Sachsenforst (SBS) besteht die Notwendigkeit, die Folgen sowohl von Klimaveränderungen als auch von Landnutzungsänderungen auf Wasser-, Land- und Forstwirtschaft abzuschätzen. Hierfür stellen prozessorientierte Gebietswasserhaushaltsmodelle wie WaSiM-ETH ein geeignetes Tool dar. Im Rahmen von Voruntersuchungen des LfUG und des SBS ergab sich konkreter Weiterentwicklungsbedarf für das Evapotranspirations- und das Bodenmodul von WaSiM-ETH. Diese Weiterentwicklung ist die Voraussetzung für die standardisierte Anwendung von WaSiM-ETH in den Geschäftsbereichen des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL). Weitere Aspekte der Aufgabenstellung bestanden darin, eine Schnittstelle zum externen Grundwassermodell PCGEOFIM[®] zu schaffen bzw. zu optimieren und eine erste Anwendung des erweiterten Modellsystems für ein sächsisches Testgebiet zu rechnen.

Wesentliche Grundlage für KliWEP2 sind die im Rahmen des Vorläuferprojektes KliWEP1 erzielten Bearbeitungsergebnisse. Die übergebenen Daten wurden zunächst intensiv auf Konsistenz und auf Eignung zur weiteren Verwendung im Projekt KliWEP2 geprüft. Hierbei konnten die im KliWEP1-Bericht dargestellten Simulationsergebnisse allerdings nur teilweise reproduziert werden, was am Beispiel der Pegeldurchflüsse gezeigt wurde. Die übergebenen Input- und Steuerfiles waren zum Teil nicht lauffähig und überarbeitungsbedürftig.

Im Rahmen von KliWEP2 konnte die Kopplung von WaSiM-ETH und PCGEOFIM[®], bzw. dessen Simulator Geofim, auf täglicher Basis automatisiert werden. WaSiM-ETH übergibt Geofim nun die drei Komponenten Grundwasserneubildung, Oberflächenabfluss und Interflow und übernimmt die aktuelle Grundwasser Oberfläche. Die Kopplung wurde so realisiert, dass beide Programme gleichzeitig gestartet werden. Die Synchronisation erfolgt über zwei Synchronisations-Files (geofim.inf und wasim.inf). Die auszutauschenden Daten werden in einem neu geschaffenen "Exchange-Directory" abgelegt.

Das erweiterte WaSiM-ETH ermöglicht neben der Ausgabe der Nettogrundwasserneubildung auch die separate Ausgabe von Perkolation (Grundwasserspeisung = positive Grundwasserneubildung) und kapilarem Aufstieg (Grundwasserzehrung = negative Grundwasserneubildung). Die Ausgabe kann zeitschrittweise oder als Summengrid erfolgen. Die Ausweisung von Direktabfluss (Oberflächenabfluss) und Interflow (Zwischenabfluss) kann ungeroutet auf Gitternetz- oder Gridzellenbasis erfolgen. Im gerouteten und gekoppelten Modus werden die entsprechenden Daten für beliebig viele Flussabschnitte auf Teileinzugsbasis bereitgestellt. Zusätzlich ist nun auch die Ausgabe zahlreicher weiterer Variablen, die zu Erstellung einer detaillierten Wasserhaushaltsbilanz an beliebigen Punkten innerhalb des Einzugsgebiets benötigt werden, möglich.

Die WaSiM-ETH-Landnutzungstabelle wurde im Sinne einer flexiblen Parametrisierung der Vegetation modifiziert. Es ist es nun möglich, für jeden Landnutzungstyp eine individuelle und beliebige Anzahl von Stützstellen zu vergeben. In der Landnutzungstabelle von WaSiM-ETH wurden außerdem die strukturellen Voraussetzungen geschaffen, um geschichtete Forstbestände explizit berücksichtigen zu können. Die potenzielle Evapotranspiration kann nun separat für die einzelnen Vegetationskomponenten berechnet werden. Die Gleichungen für die reale Interzeption, Evaporation und Transpiration wurden dementsprechend modifiziert und die Parametrisierungsmöglichkeiten erweitert. Im Bodenmodul wurden zudem die programmseitigen Voraussetzungen geschaffen, um flexible Horizontabfolgen und -mächtigkeiten in Verbindung mit einer freien Parametrisierbarkeit von pF-Kurven und hydraulischen Leitfähigkeiten sowie Makroporenabfluss im Richards-Modell berücksichtigen zu können.

Die Erweiterungen von WaSiM-ETH, insbesondere die verbesserten Darstellungsmöglichkeiten von Bodeneigenschaften und Vegetationsstrukturen, wurden an ausgewählten Standorten, welche typische sächsische Landnutzungen und Bodenverhältnisse repräsentieren, intensiv getestet und zunächst auftretende Programmfehler gemeinsam korrigiert. Es zeigte sich, dass das weiterentwickelte Modell nun wesentlich besser in der Lage ist, sowohl die Prozesse in der ungesättigten Bodenzone als auch innerhalb von komplex aufgebauten Forstbeständen abzubilden. Restriktionen bei der Parametrisierung von Bodenhorizonten mit hohen hydraulischen Leitfähigkeiten, welche sich aus einer eingeschränkten Zeitschrittsteuerung der Richardsgleichung ergeben, wurden diskutiert.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde das Teileinzugsgebiet des Schnellbachs (ca. 8 km², Parhezuffluss südlich von Leipzig) als erstes Testgebiet für gekoppelte Wasserhaushaltssimulationen ausgewählt. Waldtypen für das Schnellbachgebiet wurden definiert. Als Simulationszeitraum wurde die Periode 1980-2003 gewählt. Zahlreiche Modellparameter wurden im Rahmen der Überarbeitung der bisherigen Modellkalibrierung neu justiert. Es wurden Untersuchungen zur Bilanztreue des weiterentwickelten Modells WaSiM-ETH sowie des gekoppelten Modells durchgeführt. Es wurde gezeigt, dass die neu implementierte wechselseitige tägliche Übernahme von Grundwasserneubildung und Grundwasseroberfläche zwischen den Modellen nun als online-Kopplung zufriedenstellend funktioniert. Sowohl Evapotranspirationsprozesse als auch der Wasserhaushalt von ungesättigter und gesättigter Zone können plausibel abgebildet werden. Die simulierten Pegelabflüsse am Gebietsauslass konnten vor allem im Bereich der Spitzenabflüsse gegenüber den bisherigen Ergebnissen (Lysimeterdaten, KliWEP1) entscheidend verbessert werden. Am Beispiel der Niedrigwasserabflüsse wurde außerdem das Spannungsfeld zwischen Prozessmodellierung einerseits und konzeptioneller Optimierung andererseits aufgezeigt. Es wurden Hinweise gegeben, wie sich die Ergebnisse zukünftiger Simulationen weiter optimieren lassen. Hierzu zählen die Implementierung einer expliziten Zeitschrittsteuerung für das Bodenmodul (Richards) in WaSiM-ETH, Überlegungen zu konsistenten und belastbaren van Genuchten-Parametern für größere Einzugsgebiete (z. B. Parthe) und der Vorschlag, das Grundwassermodell auf Grundlage der prozessorientierten Simulationen für Vegetations- und ungesättigte Bodenprozesse nachzukalibrieren und hierbei die Parametrisierung der Geologie zu verfeinern.

Insgesamt konnten im Rahmen des KliWEP2-Projektes gute Voraussetzungen für Szenariensimulationen zur Abschätzung der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt geschaffen werden. Die im Rahmen der Testsimulationen gewonnenen Erfahrungen mit dem erweiterten und gekoppelten Modellsystem sprechen für weitere Anwendungen im Parthe-Einzugsgebiet.

8 Literatur

- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. Ad-hoc-AG Boden, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Hannover, 5. Auflage.
- ANDERSON, E. A. (1973): National Weather Service river forecast system - snow accumulation and ablation model. - National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Tech. Mem., NWS-HYDRO-17, U. S. Department of Commerce, Silver Spring, MD.
- BEVEN, K. J. UND KIRKBY, M. J. (1979): A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. - *Hydrol. Sci. Bull.*, 24 (1): S. 43-69.
- BRAUN, L. N. (1985): Simulation of snowmelt runoff in lowland and lower alpine regions of Switzerland. *Zürcher Geographische Schriften*, 21, ETH Zürich.
- BROOKS, R. H. UND COREY, A. T. (1964): Hydraulic properties of porous media; Hydrology Paper No. 3, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 27 S.
- BUCKINGHAM, E. (1907): Studies of the movement of soil moisture. - U. S. Dept. of Agr. Bur. Soils Bull. 38.
- BURDINE, N. T. (1953): Relative permeability calculation from pore size distribution data. *Trans. Am. Inst. Min. Metall Pet. Eng.* 198:71-78.
- CARSEL, R. F. UND PARRISH, R. S. (1988): Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics. - *Water Resour. Res.* 24: S. 755-769.
- CHILDS E. C. UND COLLIS-GEORGE, N (1950): The permeability of porous material. *Proc. R. Soc. London Ser. A* 201:392-405.
- CLAPP, R. B. UND HORNBERGER, G. M. (1978): Empirical equations for some soil hydraulic properties. *Water Resour Res* 14:601-604.
- DURNER, W. (1991): Vorhersage der hydraulischen Leitfähigkeit strukturierter Böden; Bayreuther Bodenkundliche Berichte Bd. 20, 180 S.
- DYCK, S. (1976): Angewandte Hydrologie, Teil 1: Berechnung und Regelung des Durchflusses der Flüsse. - VEB Verlag für Bauwesen, Berlin.
- DYCK, S. UND PESCHKE, G. (1995): Grundlagen der Hydrologie. - Verlag für Bauwesen, Berlin.
- ENKE, W. (2004): Abschlussbericht zum Forschungsthema: Teil I: Erweiterung des Simulationszeitraumes der wetterlagenbasierten Regionalisierungsmethode auf der Basis desECHAM4-OPYC3-Laufes für die Dekaden 2001/2010 und 2011/2020, Szenario B2 für Sachsen. Teil II: Repräsentativitätsuntersuchungen von Klima- und Niederschlagsstationen für das Einzugsgebiet der Parthe im Rahmen von KliWEP. Meteo-Research, Waltraudstrasse 20, 14532 Stahnsdorf, Juli 2004. Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie.
- GREEN, W. H. UND AMPT, G. A. (1911): Studies of soil physics. Part 1. The flow of air and water through soils. - *J. Agricultural Soc.*, 4: S. 1-24.
- GREEN, R. E.; AHUJA, L. R.; CHONG, S. K. (1986): Hydraulic conductivity, diffusivity and sorptivity of unsaturated soils: Field methods; In: Klute, A. (Hrsg.): *Methods of soil analysis*; Vol. 1: Physical and Mineralogical Methods, 2nd Ed., Agronomy series 9(1), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 771-798.
- GURTZ, J.; ZAPPA, M.; JASPER, K.; LANG, H.; BADOUX, A.; VERBUNT, M.; VITVAR, T. (2003): A comparative study in modelling runoff and its components in two mountainous catchments. - *Hydrol. Processes*, 17: 297-311.
- HAMON, W. R. (1961): Estimating Potential Evapotranspiration. - *J. Hydraulics Division, ASCE*, 87 (HY3): S. 107-120.

- HARTGE, K. H. UND HORN, R. (1992): Die physikalische Untersuchung von Böden; Enke Verlag, Stuttgart.
- HAUDE, W. (1955): Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise. - Mitt. Dt. Wetterd. 2 (11), Bad Kissingen (Dt. Wetterdienst).
- HOCK, R. (1999): Distributed temperature-index ice and snow melt model including potential direct solar radiation. - J. Glaciol., 45 (149): S. 101-111.
- JANSSON, P. E. UND KARLBERG, L. (2001): Coupled heat and mass transfer model for soil-plant-atmosphere system. – Division of Land & Water Resources, Depart. of Civil and Environ. Engineering, Royal Institute of Technology, Stockholm.
Web document: <ftp://www.lwr.kth.se/CoupModel/CoupModel.pdf>
- JASPER, K.; GURTZ, J.; LANG, H. (2002): Advanced flood forecasting in Alpine watersheds by coupling meteorological observations and forecasts with a distributed hydrological model. - J. Hydrol., 267: S. 40-52.
- KLEINN, J. (2002): Climate change and runoff statistics in the Rhine basin: a process study with a coupled climate-runoff model. - PhD thesis, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Diss. 14663, Zürich.
- KLOK, E. J.; JASPER, K.; ROELOFSMA, K. P.; BADOUX, A.; GURTZ, J. (2001): Distributed hydrological modelling of a glaciated Alpine river basin. - Hydrol. Sci. J., 46 (4): S. 553-570.
- KLUTE, A. (Hrsg.) (1986): Methods of soil analysis; Vol. 1: Physical and Mineralogical Methods, 2nd Ed., Agronomy series 9(1), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- KWADAIJK, J. UND ROTMANS, J. (1995): The impact of climate change on the River Rhine: A scenario study. - Climatic Changes, 30: S. 397-425.
- LIGHTHILL, M. H. UND WHITHAM, G. B. (1955): On kinematic waves. 1. Flood movement in long rivers. - Proc. Royal Society London Series A, 229: S. 281-316.
- MELLENTIN, U. (1999): Abschlussbericht zum Vertrag RA-831/16.12.1997, Bericht zur Ganglinienseparation an Oberflächenwassermessstellender der Parthe und des Schnellbaches, unveröffentlicht, Lysimeterstation Brandis.
- MILLINGTON, R. J. UND QUIRK, J. P. (1961): Permeability of porous solids. Trans. Faraday Soc. 57:1200-1207.
- MONTEITH, J. L. UND UNSWORTH, M. H. (1990): Principles of environmental physics, Second Edition, Edward Arnold, London.
- MUALEM, Y. (1976): A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. - Water Resour. Res. 12: S. 513-522.
- NASH, J. E. UND SUTCLIFFE, J. V. (1970): River flow forecasting through conceptual models. - 1. A discussion of principles. J. Hydrol., 10 (3): S. 282-290.
- NIEHOFF, D. (2001): Modellierung des Einflusses der Landnutzung auf die Hochwasserentstehung in der Mesoskala. – Diss., Univ. Potsdam.
- NIEHOFF, D.; FRITSCH, U.; BRONSTERT, A. (2002): Land-use impacts on storm-runoff generation: scenarios of land-use change and simulation of hydrological response in a meso-scale catchment in SW-Germany. - J. Hydrol., 267: S. 80-93.
- OKE, T. R. (1987): Boundary layer climates. - 2nd ed., Routledge, London and New York, 416 pp.
- PESCHKE, G. (1977): Ein zweistufiges Modell der Infiltration von Regen in geschichtete Böden. - Acta hydrophys., 22 (1): S. 39-48.
- PESCHKE, G. (1987): Soil moisture and runoff components from a physically founded approach. - Acta hydrophys., 31 (3/4): S. 191-205.

- RAWLS, W. J. UND BRAKENSIEK, D. L. (1989): Estimation of Soil Water Retention and Hydraulic Properties; In: Morel-Seytoux, H. J. (Hrsg.): *Unsaturated Flow in Hydrologic Modelling, Theory and Practice*; Kluwer Academic Publishers, 275-300.
- REIST, T.; WEINGARTNER, R.; GURTZ, J. (2002): Neue Wege bei der Beschreibung alter Hochwasser – ‘Die Wassernot im Emmental am 13. August 1837’. - *Wasser & Boden*, 54/10: 50-54.
- RICHARDS, L. A. (1931): Capillary conduction of liquids through porous mediums. - *Phys.*, 1, 318-333.
- ROTH, C. H.; HELMIG, K.; FOHRER, N. (1995): Oberflächenverschlammung und Abflussbildung auf Böden aus Löss und pleistozänen Sedimenten. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 158, S. 43-53.
- SCHAAP, M. G. UND LEIJ, F. J. (1998): Database-related accuracy and uncertainty of pedotransfer functions. *Soil Sci.* 163, 765-779.
- SCHÄFER, D.; MONTENEGRO, H.; HERRLING, B. (1994): Bestimmung bodenhydraulischer Parameter unter Verwendung von Labor- und Freilanddaten: Ein Vergleich unterschiedlicher Verfahren; *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 74, 307-310.
- SCHERZER, J.; IRRGANG, S.; SONNEMANN, S. (2005): Wasserhaushalt und Niederschlag-Abfluss-Prozesse bei Landnutzungsänderungen im Osterzgebirge I: Einfluss von Aufforstung und Waldumbau auf den Wasserhaushalt von sächsischen Mittelgebirgsstandorten; *Tagungsband EMTAL-Workshop 6./7.10.2005 in Freiberg*, Hrsg: MATSCHULLAT, J., IÖZ der TU Bergakademie Freiberg, Brennhausgasse 14, 09599 Freiberg; S. 69-78.
- SCHERZER, J. (2005): Wasserhaushaltssimulationen an acht Untersuchungsstandorten des Staatsbetriebes Sachsenforst für den Zeitraum 1997-2004. Abschlussbericht an den Staatsbetrieb Sachsenforst, Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna-Graupa.
- SCHERZER, J.; WRIEDT, G.; SAMES, D.; MÜLLER, M.; HESSER, F.; JASPER, K.; PÖHLER, H. (2006): KliWEP – Abschätzung der Auswirkungen der für Sachsen prognostizierten Klimaveränderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt im Einzugsgebiet der Parthe, Teil 3: Vorstudie zur Simulation der Stoffflüsse von Stickstoff und Kohlenstoff im Parthe-Einzugsgebiet. Abschlussbericht an das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.
[http://www.umwelt.sachsen.de/lfug/documents/Endbericht_KliWEP_Teil3.pdf]
- SCHERZER, J. UND SCHULTZE, B. (2006): Wasserhaushaltssimulationen an acht Untersuchungsstandorten des Staatsbetriebes Sachsenforst für den Zeitraum 1997 – 2005. Abschlussbericht an den Staatsbetrieb Sachsenforst, Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna-Graupa.
- SCHMIDT, J.; VON WERNER, M.; MICHAEL, A.; SCHMIDT, W. (1996): *EROSION 2D/3D - Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser*; Hrsg.: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden-Pillnitz und Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Freiberg/Sachsen
- SCHMIDT, W.-A.; NITZSCHE O.; KRÜCK, S.; ZIMMERMANN, M. (2002): Entwicklung von dauerhaft-umweltgerechten Landbewirtschaftungsverfahren im sächsischen Einzugsgebiet der Elbe. Teilprojekt I: Gründlandnutzungsverfahren. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau.
- SCHRAMM, D.; SCHULTZE, B.; SCHERZER, J. (2006): Validierung von Pedotransferfunktionen zur Berechnung von bodenhydrologischen Parametern als Grundlage für die Ermittlung von Kennwerten des Wasserhaushaltes im Rahmen der BZE II; Abschlussbericht an das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Rochusstr. 1, 53123 Bonn, 169 S. (in Druck).
- SCHRAMM, D. UND SCHERZER, J. (2004): Vorstudie zu Erweiterungsmöglichkeiten des Gebietswasserhaushaltsmodells WaSiM-ETH für die Berücksichtigung differenzierter Vegetationsstrukturen und waldspezifischer Bodeneigenschaften; Projektbericht an das Landesforstpräsidium (LFP) Sachsen, Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna-Graupa, S. 1-70.
- SCHULLA, J. (1997): Hydrologische Modellierung von Flussgebieten zur Abschätzung der Folgen von Klimaänderungen. - *Zürcher Geographische Schriften*, 69, ETH Zürich.

- SCHULLA, J.; ZÖLLMANN, K.; KINZELBACH, W. (1999): Sustainable agriculture and water management in semi arid regions. - 2nd Inter-Regional Conference on Environment-Water, 1-3 September 1999, Lausanne.
- SCHULLA, J. UND JASPER, K. (2000): Model description WaSiM-ETH. - Technical report, Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zürich.
- SCHULLA, J. UND JASPER, K. (1998): Modelbeschreibung WaSiM-ETH. - Technischer Bericht, Institut für Atmosphäre und Klima, ETH Zürich.
- SCHULTZE, B. (1998): Optimierung der Messung bodenhydraulischer Eigenschaften durch inverse Simulation von Ausfluss und Rückflusseexperimenten an Bodensäulen; Bayreuther Forum Ökologie, Band 60.
- SEVRUK, B. (Ed.) (1986): Correction of precipitation measurements. - Zürcher Geographische Schriften, 23, ETH Zürich.
- THOMPSON, N.; BARRIE, I. A.; AYLES, M. (1981): The meteorological office rainfall and evaporation calculation system: MORECS (July 1981). - Hydrol. Memorandum, 45, The Meteor. Office, Bracknell, UK.
- VAN GENUCHTEN, M. T. (1980): A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. - Soil Sci. Soc. Amer. J., 44 (5): S. 892-898.
- VAN GENUCHTEN, M. TH.; LEIJ, F. J.; YATES, S. R. (1991): The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils; EPA-Report 600/2-91/065, U. S. Environmental Protection Agency; ADA, Oklahoma.
- VERBUNT, M.; GURTZ, J.; JASPER, K.; LANG, H.; WARMERDAM, P.; ZAPPA, M. (2003): The hydrological role of snow and glaciers in alpine river basins and their distributed modelling. - J. Hydrol., 282: 36-55.
- WENDLING, U. (1975): Zur Messung und Schätzung der potentiellen Verdunstung. - Zeitschrift für Meteor., 25 (2): 103-111.
- WÖSTEN, J.; LILLY, A.; BAS, C. L. (1999): Development and use of a data base of hydraulic properties of European soils. Geoderma, 90, 169-185.

9 Anhang

9.1 Laußnitz

[multilayer_landuse]

1 # count of multilayer landuses

#-----

1 Laußnitz { Landuse_Layers = 104, 301, -9999; k_extinct = 0.3; LAI_scale = 10;}

[landuse_table]

2

104 laußnitz-kiefer {method = VariableDayCount;

```

RootDistr      = 1.0;
TReduWet       = 0.95;
LimitReduWet   = 0.5;
HReduDry       = 1;
IntercepCap    = 0.55;
JulDays        = 90    105    135    180    300    330    365;
Albedo         = 0.08  0.08  0.08  0.08  0.08  0.08  0.08;
rsc            = 200   110    110    110    110    110    110;
rs_interception = 0.5   0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evaporation = 1000  1000  1000  1000  1000  1000  1000;
LAI            = 4.1   4.13  4.45  4.5   4.5    4.4    4.1;
Z0             = 2.5   2.5    2.5    2.5    2.5    2.5    2.5;
VCF            = 0.9   0.9    0.9    0.9    0.9    0.9    0.9;
RootDepth      = 1.25  1.25  1.25  1.25  1.25  1.25  1.25;
AltDep         = 0     0     0     0     0     0     0;
}

```

301 laußnitz-kraut {method = VariableDayCount;

```

RootDistr      = 1.0;
TReduWet       = 0.95;
LimitReduWet   = 0.5;
HReduDry       = 1;
IntercepCap    = 0.6;
JulDays        = 80    95     135    180    310    340    365;
Albedo         = 0.2   0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2;
rsc            = 20    20     20     20     20     20     20;
rs_interception = 0.5   0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evaporation = 1000  1000  1000  1000  1000  1000  1000;
LAI            = 1     1.2    3     3.5    3.5    3.2    1;
Z0             = 0.01  0.02  0.04  0.04  0.04  0.03  0.01;
VCF            = 0.4   0.4    0.5    0.7    0.7    0.6    0.4;
RootDepth      = 0.2   0.25  0.25  0.5   0.5    0.5    0.2;
AltDep         = 0     0     0     0     0     0     0;
}

```

[soil_table]

1 # code soil_profile – reale Bedingungen

#-----

1 profile_laußnitz { method = MultipleHorizons;

```

# FCap = 22; mSB = 35; ksat_topmodel = 4.9E-5; suction = 290;
PMacroThresh   = 0.0;
MacroCapacity  = 0.0;
CapacityRedu   = 0.0;
MacroDepth     = 0.0;
horizon        = 1     2     3     4     5     6;
Name           = A     Ahe   Bv1   Bv2   Bv/Cv  Cv;
ksat           = 7.32e-5 1.15e-5 5.79e-6 5.79e-6 2.31e-6 2.31e-6;
k_recession    = 1     1     1     1     1     1;
theta_sat      = 0.71  0.521 0.364 0.318 0.281 0.245;
theta_res      = 0.111 0.00  0.075 0.032 0.00  0.00;
alpha         = 2.966  3.039  3.385  4.584  9.524  25.357;
Par_n         = 1.98348 1.35787 1.96022 2.17532 1.21702 1.1669;
Par_tau       = 0.5   0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
thickness      = 0.07  0.08  0.09  0.1   0.11  0.3;
layers        = 1     1     3     3     3     45;
}

```

```
[soil_table]
1
#code    soil_profile – modifizierte Bodentabelle mit dem Ziel der Einhaltung der Courant-Bedingung
#-----
1        profile_laussnitz    {method = MultipleHorizons;
# FCap = 22; mSB = 35; ksat_topmodel = 4.9E-5; suction = 290;
PMacroThresh = 0.0 ;
MacroCapacity = 0.0 ;
CapacityRedu = 0.0 ;
MacroDepth = 0.0 ;
horizon = 3 4 5 6;
Name = Bv1 Bv2 Bv/Cv Cv;
ksat = 5.79E-6 5.79E-6 2.31E-6 2.31E-6;
k_recession = 1 1 1 1;
theta_sat = 0.364 0.318 0.281 0.245;
theta_res = 0.075 0.032 0.00 0.00;
alpha = 3.385 4.584 9.524 25.357;
Par_n = 1.96022 2.17532 1.21702 1.1669;
Par_tau = 0.5 0.5 0.5 0.5;
thickness = 0.5 0.5 0.2 0.3;
layers = 1 1 1 53;
}
```

9.2 Colditz

```
[multilayer_landuse]
1 # count of multilayer landuses
#-----
1 Colditz { Landuse_Layers = 110, 301, -9999; k_extinct = 0.3; LAI_scale = 20;}
```

```
[landuse_table]
2

110 colditz-eiche {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.00;
IntercepCap = 0.75;
JulDays = 90 105 135 180 300 330 365;
Albedo = 0.25 0.24 0.18 0.17 0.17 0.24 0.25;
rsc = 200 100 100 100 100 200 200;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 1200 1200 1200 1200 1200 1200 1200;
LAI = 1 1.5 2.5 4.5 4.5 3.5 1;
ZO = 1.56 1.56 3.13 3.13 3.13 3.13 1.65;
VCF = 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6;
RootDepth = 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0;
}

301 colditz-kraut {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.6;
JulDays = 80 95 135 180 310 340 365;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 1200 1200 1200 1200 1200 1200 1200;
LAI = 1 1.2 3 3.5 3.5 3.2 1;
ZO = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
VCF = 0.3 0.3 0.4 0.6 0.6 0.5 0.3;
RootDepth = 0.3 0.3 0.4 0.6 0.6 0.6 0.3;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0;
}
```

```
[soil_table]
1 # code soil_profile
#-----
1 profile_colditz {method = MultipleHorizons;
  #FCap = 22; mSB = 35; ksat_topmodel = 4.9E-5; suction = 290;
  PMacroThresh = 0.0;
  MacroCapacity = 0.0;
  CapacityRedu = 0.0;
  MacroDepth = 0.0;
  horizon = 1 2 3 4 5 6 7;
  Name = A B1 B2 B3a B3b B3b B3b;
  ksat = 3.36e-5 1.16e-5 9.26e-7 4.97e-8 4.97e-8 4.97e-8 4.97e-8;
  k_recession = 1 1 1 1 1 1 1;
  theta_sat = 0.577 0.473 0.428 0.429 0.403 0.403 0.403;
  theta_res = 0.0 0.00 0.00 0.00 0.00 0 0;
  alpha = 3.529 1.209 3.161 0.769 1.507 1.507 1.507;
  Par_n = 1.21585 1.29489 1.14692 1.29102 1.25413 1.25413 1.25413;
  thickness = 0.07 0.2 0.23 0.2 0.3 1 2;
  layers = 1 1 1 1 1 2 6;
}
```

9.3 Klingenthal

```
[multilayer_landuse]
1 # count of multilayer landuses
#-----
1 Klingenthal { Landuse_Layers = 105, 301, -9999; k_extinct = 0.3; LAI_scale = 20;}
```

```
[landuse_table]
2
```

```
105 Klingenthal-Fichte {method = VariableDayCount;
  RootDistr = 1.0;
  TReduWet = 0.95;
  LimitReduWet = 0.5;
  HReduDry = 3;
  IntercepCap = 0.6;
  JulDays = 90 105 135 180 300 330 365;
  Albedo = 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08;
  rsc = 100 80 80 80 80 100 100;
  rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
  rs_evaporation = 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000;
  LAI = 7.2 7.25 7.8 8 8 7.8 7.2;
  Z0 = 3.13 3.13 3.13 3.13 3.13 3.13 3.13;
  VCF = 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9;
  RootDepth = 1.4 1.4 1.4 1.4 1.4 1.4 1.4;
}
```

```
301 Klingenthal-kraut {method = VariableDayCount;
  RootDistr = 1.0;
  TReduWet = 0.95;
  LimitReduWet = 0.5;
  HReduDry = 3.45;
  IntercepCap = 0.75;
  JulDays = 80 95 135 180 310 340 365;
  Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
  rsc = 80 40 40 40 40 80 80;
  rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
  rs_evaporation = 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000;
  LAI = 1 1.2 3 3.5 3.5 3.2 1;
  Z0 = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
  VCF = 0.3 0.3 0.4 0.6 0.6 0.5 0.3;
  RootDepth = 0.2 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.2;
  AltDep = 0 0 0 0 0 0 0;
}
```

```
[soil_table]
1 # code soil_profile
#-----
1 profile_Klingenthal {method = MultipleHorizons;
  # FCap = 22; mSB = 35; ksat_topmodel = 4.9E-5; suction = 290;
  PMacroThresh = 0.0;1) 1.0;2)
  MacroCapacity = 0.0;1) 50.0;2)
  CapacityRedu = 0.0;1) 0.95;2)
  MacroDepth = 0.0;1) 2.0;2)
  horizon = 1 2 3 4 5 6-9;
  Name = A Ae Bh Bs/Bv Bv Bv/Cv;
  ksat = 7.43e-4 2.543e-4 2.5e-4 2.5e-4 1.25e-4 5.00e-5;
  k_recession = 1 1 1 1 1 1;
  theta_sat = 0.792 0.469 0.482 0.489 0.471 0.236;
  theta_res = 0 0 0 0 0 0;
  alpha = 79.712 39.168 83.769 25.598 11.357 42.092;
  Par_n = 1.17648 1.13836 1.12818 1.14062 1.11599 1.14316;
  thickness = 0.07 0.13 0.07 0.1 0.25 0.2-2;
  layers = 1 1 1 1 1 12;
}
```

1) Variante 1: Ohne Makroporen

2) Variante 2: Mit Makroporen

9.4 Lüttewitz

```
[multilayer_landuse]
1 # count of multilayer landuses
1 Luettewitz {Landuse_Layers = 99, -9999, -9999; k_extinct = 0.3; LAI_scale = 20;}
```

```
[landuse_table]
6
```

```
99 lüttewitz-mulch_1999_Sommergerste/Zuckerrüben {method = VariableDayCount;
  RootDistr = 1.0;
  TReduWet = 0.95;
  LimitReduWet = 0.5;
  HReduDry = 3.00;
  IntercepCap = 0.65;
  JulDays = 99 100 130 162 300 322 364;
  Albedo = 0.25 0.24 0.18 0.17 0.17 0.24 0.25;
  rsc = 40 20 20 20 20 40 40;
  rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
  rs_evaporation = 400 400 400 400 400 400 400;
  LAI = 1 1 2 3 3 1 2;
  Z0 = 0.01 0.01 0.02 0.03 0.03 0.01 0.02;
  VCF = 0.1 0.2 0.4 0.6 0.6 0.2 0.2;
  RootDepth = 0.2 0.2 0.5 0.6 0.6 0.2 0.2;
  AltDep = 0 0 0 0 0 0 0;
}
```

```
100 lüttewitz-mulch_2000_Winterweizen {method = VariableDayCount;
  RootDistr = 1.0;
  TReduWet = 0.95;
  LimitReduWet = 0.5;
  HReduDry = 3.45;
  IntercepCap = 0.65;
  JulDays = 69 94 116 128 166 178 258 283 340;
  Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
  rsc = 40 20 20 20 20 20 20 20 40;
  rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
  rs_evaporation = 400 400 400 400 400 400 400 400 400;
  LAI = 2 2 3 4 4 2 3 3 3;
  Z0 = 0.01 0.02 0.05 0.07 0.07 0.01 0.01 0.01 0.01;
  VCF = 0.2 0.2 0.4 0.6 0.6 0.3 0.5 0.5 0.5;
  RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.7 0.7 0.3 0.4 0.4 0.3;]
```

AltDep	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0;
}										
101 lüttewitz-mulch_2001_winterweizen										{method = VariableDayCount;
RootDistr	=	1.0;								
TReduWet	=	0.95;								
LimitReduWet	=	0.5;								
HReduDry	=	3.45;								
IntercepCap	=	0.65;								
JulDays	=	69	94	116	128	166	178	258	283	340;
Albedo	=	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2;
rsc	=	40	20	20	20	20	20	20	20	40;
rs_interception	=	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5;
rs_evaporation	=	400	400	400	400	400	400	400	400	400;
LAI	=	2	2	4	4	5	2	3	3	2;
Z0	=	0.01	0.02	0.05	0.05	0.07	0.01	0.02	0.02	0.01;
VCF	=	0.2	0.4	0.6	0.6	0.8	0.3	0.4	0.4	0.2;
RootDepth	=	0.3	0.5	0.7	0.7	0.7	0.3	0.4	0.4	0.2;
AltDep	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0;
}										
102 lüttewitz-mulch_2002_zuckerrüben										{method = VariableDayCount;
RootDistr	=	1.0;								
TReduWet	=	0.95;								
LimitReduWet	=	0.5;								
HReduDry	=	3.00;								
IntercepCap	=	0.20;								
JulDays	=	99	100	130	162	300	322	364;		
Albedo	=	0.25	0.24	0.18	0.17	0.17	0.24	0.25;		
rsc	=	40	20	20	20	20	20	40;		
rs_interception	=	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5;		
rs_evaporation	=	400	400	400	400	400	400	400;		
LAI	=	2	2	2	4	4	2	2;		
Z0	=	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02;		
VCF	=	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.2	0.2;		
RootDepth	=	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2;		
AltDep	=	0	0	0	0	0	0	0;		
}										
103 lüttewitz-mulch_2003_winterweizen										{method = VariableDayCount;
RootDistr	=	1.0;								
TReduWet	=	0.95;								
LimitReduWet	=	0.5;								
HReduDry	=	3.45;								
IntercepCap	=	0.65;								
JulDays	=	69	94	116	128	166	178	258	283	340;
Albedo	=	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2;
rsc	=	40	20	20	20	20	20	20	20	40;
rs_interception	=	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5;
rs_evaporation	=	400	400	400	400	400	400	400	400	400;
LAI	=	2	2	3	3	3	2	2	3	2;
Z0	=	0.01	0.02	0.05	0.05	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01;
VCF	=	0.1	0.3	0.5	0.6	0.6	0.2	0.3	0.5	0.2;
RootDepth	=	0.2	0.3	0.5	0.7	0.7	0.2	0.3	0.3	0.2;
AltDep	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0;
}										
104 lüttewitz-mulch_2004_winterweizen										{method = VariableDayCount;
RootDistr	=	1.0;								
TReduWet	=	0.95;								
LimitReduWet	=	0.5;								
HReduDry	=	3.45;								
IntercepCap	=	0.65;								
JulDays	=	69	94	116	128	166	178	258	283	340;
Albedo	=	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2;
rsc	=	40	20	20	20	20	20	20	20	40;
rs_interception	=	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5;
rs_evaporation	=	400	400	400	400	400	400	400	400	400;
LAI	=	2	3	4	5	5	2	2	3	2;
Z0	=	0.01	0.02	0.05	0.05	0.07	0.01	0.01	0.02	0.01;
VCF	=	0.2	0.5	0.6	0.8	0.8	0.2	0.3	0.5	0.2;
RootDepth	=	0.2	0.5	0.6	0.8	0.8	0.2	0.3	0.3	0.2;

```

    AltDep      =      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0;
  }

```

```
[soil_table]
```

```
1
```

```

1  profile_lüttewitz_mulch      {method = MultipleHorizons;
# FCap = 22; mSB = 35; ksats_topmodel = 4.9E-5; suction = 290;
  PMacroThresh      =      0.0;
  MacroCapacity      =      0.0;
  CapacityRedu      =      0.0;
  MacroDepth      =      0.0;
  horizon      =      1      2      2      2      2;
  Name      =      B1      B2      B2      B2      B2;
  ksats      =      1.505e-7      1.505e-8      1.505e-8      1.505e-8      1.505e-8;
  k_recession      =      1      1      1      1      1;
  theta_sat      =      0.367      0.407      0.407      0.407      0.407;
  theta_res      =      0.0      0.0      0.0      0.0      0.0;
  alpha      =      0.959      0.828      0.828      0.828      0.828;
  Par_n      =      1.15957      1.20193      1.20193      1.20193      1.20193;
  Par_tau      =      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5;
  thickness      =      0.2      0.2      0.3      0.5      1;
  layers      =      1      1      2      4      7;
}

```

- 1) Das oberste Layer bekommt den Code zugewiesen, der dem modellierten Jahr entspricht: 99: 1999, 100: 2000, 101: 2001, 102: 2002, 103: 203

9.5 Brandis

9.5.1 Lysimeter 5/6

```
[multilayer_landuse]
```

```
1 # count of multilayer landuses
```

```
#-----
```

```

1      Brandis      { Landuse_Layers      =      5004,      -9999,      -9999;
  k_extinct      =      0.3;
  LAI_scale      =      20;}

```

```
[landuse_table]
```

```
8
```

```

5997 Sommerweizen      {method = VariableDayCount;
RootDistr      =      1.0;
TReduWet      =      0.95;
LimitReduWet      =      0.5;
HReduDry      =      3.45;
IntercepCap      =      0.5;
JulDays      =      55      64      93      114      134      160      167      216      223      268      287      344;
Albedo      =      0.2      0.2      0.2      0.2      0.2      0.2      0.2      0.2      0.2      0.2      0.2      0.2;
rsc      =      40      20      20      20      20      20      20      20      20      20      40      40;
rs_interception      =      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5;
rs_evaporation      =      200      200      200      200      200      200      200      200      200      200      200      200;
LAI      =      1      3      3      3      3      3      0.1      0.1      0.5      0.5      0.1      0.1;
ZO      =      0.01      0.01      0.01      0.02      0.04      0.05      0.01      0.02      0.02      0.02      0.01      0.01;
VCF      =      0.1      0.7      0.7      0.7      0.7      0.5      0.05      0.1      0.1      0.1      0.1      0.1;
RootDepth      =      0.2      0.5      0.5      0.5      0.5      0.5      0.1      0.1      0.1      0.2      0.2      0.1;
AltDep      = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

```

```

5998 Winterroggen      {method = VariableDayCount;
RootDistr      =      1.0;
TReduWet      =      0.95;
LimitReduWet      =      0.5;
HReduDry      =      3.45;
IntercepCap      =      0.5;
JulDays      =      51      77      101      110      117      126      131      145      191      220      240      321;
}

```

```

Albedo      = 0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2;
rsc        = 40  20  20  20  20  20  20  20  20  20  20  40;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 200  200  200  200  200  200  200  200  200  200  200  200;
LAI        = 2    2    2    3.5  3.5  3.5  3.5  0.1  1    1    2    1;
Z0        = 0.01 0.02 0.02 0.03 0.04 0.07 0.06 0.02 0.01 0.01 0.01 0.01;
VCF       = 0.3  0.5  0.5  0.7  0.7  0.7  0.6  0.1  0.1  0.1  0.2  0.1;
RootDepth = 0.2  0.5  0.5  0.5  0.6  0.6  0.6  0.1  0.1  0.2  0.2  0.2;
AltDep    = 0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0;
}

5999 Wintergerste {method = VariableDayCount;
RootDistr      = 1.0;
TReduWet      = 0.95;
LimitReduWet  = 0.5;
HReduDry     = 3.45;
IntercepCap   = 0.5;
JulDays       = 89  102  110  118  125  131  140  151  181  194  273  307;
Albedo        = 0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2;
rsc          = 40  20  20  20  20  20  20  20  20  20  20  40;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 200  200  200  200  200  200  200  200  200  200  200  200;
LAI          = 1    2    2    3.5  4    4    4    1    1    1    2    2;
Z0          = 0.01 0.02 0.02 0.03 0.04 0.07 0.08 0.11 0.01 0.01 0.01 0.01;
VCF         = 0.1  0.3  0.3  0.5  0.7  0.7  0.7  0.1  0.1  0.2  0.3  0.3;
RootDepth   = 0.1  0.3  0.5  0.5  0.6  0.6  0.6  0.1  0.1  0.2  0.2  0.2;
AltDep      = 0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0;
}

5000 Erbsen {method = VariableDayCount;
RootDistr      = 1.0;
TReduWet      = 0.95;
LimitReduWet  = 0.5;
HReduDry     = 3.45;
IntercepCap   = 0.6;
JulDays       = 64  116  139  149  161  180  217  225  240  270  330;
Albedo        = 0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2;
rsc          = 40  20  20  20  20  20  20  20  20  40  40;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 200  200  200  200  200  200  200  200  200  200  200;
LAI          = 1    2    3    3    2    1    1    2    2    2    2;
Z0          = 0.01 0.00 0.03 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.04 0.04 0.04;
VCF         = 0.1  0.2  0.4  0.4  0.2  0.1  0.1  0.2  0.2  0.2  0.2;
RootDepth   = 0.2  0.2  0.3  0.3  0.3  0.1  0.1  0.2  0.2  0.2  0.2;
AltDep      = 0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0;
}

5001 Winterweizen {method = VariableDayCount;
RootDistr      = 1.0;
TReduWet      = 0.95;
LimitReduWet  = 0.5;
HReduDry     = 3.45;
IntercepCap   = 0.5;
JulDays       = 69  94  116  128  166  178  180  210  240  283  340;
Albedo        = 0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2;
rsc          = 40  20  20  20  20  20  20  20  20  20  40;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 200  200  200  200  200  200  200  200  200  200  200;
LAI          = 1    1    4    4    4    4    1    1    1    2    1;
Z0          = 0.01 0.02 0.05 0.05 0.07 0.08 0.01 0.01 0.02 0.02 0.01;
VCF         = 0.1  0.1  0.6  0.6  0.6  0.6  0.1  0.1  0.1  0.2  0.1;
RootDepth   = 0.2  0.3  0.5  0.5  0.5  0.5  0.1  0.1  0.3  0.3  0.2;
AltDep      = 0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0;
}

5002 Wintergerste {method = VariableDayCount;
RootDistr      = 1.0;
TReduWet      = 0.95;
LimitReduWet  = 0.5;
HReduDry     = 3.45;
IntercepCap   = 0.5;
JulDays       = 26  87  112  130  143  163  185  283  314;
Albedo        = 0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2;]
rsc          = 40  20  20  20  20  20  20  20  40;

```

```

rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 2 4 4 4 4 4 1 2 2;
Z0 = 0.01 0.03 0.03 0.07 0.08 0.06 0.06 0.03 0.03;
VCF = 0.2 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.1 0.2 0.2;
RootDepth = 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2 0.5 0.5;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

5003 Raps {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.5;}
JulDays = 56 57 99 112 120 140 152 242 340;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 40 20 20 20 20 20 20 20 40;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 1 2 3 3 3 2 1 2 2;
Z0 = 0.01 0.01 0.01 0.06 0.08 0.1 0.1 0.01 0.01;
VCF = 0.1 0.3 0.3 0.3 0.3 0.2 0.1 0.2 0.3;
RootDepth = 0.2 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.1 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

5004 Winterweizen {method = VariableDayCount;
RootDist = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.5;
JulDays = 64 89 104 121 147 159 190 200 242 339;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 40 20 20 20 20 20 20 20 20 40;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 3 5 5 5 5 5 5 1 1 2;
Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.05 0.07 0.08 0.08 0.08 0.07 0.01;
VCF = 0.3 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.1 0.1 0.3;
RootDepth = 0.3 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.2 0.3 0.3;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

[soil_table]
1 # code soil_profile
#-----
5 ErodierteBraunerde {method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.0;
MacroCapacity = 0.0;
CapacityRedu = 0.0;
MacroDepth = 0.0;
horizon = 1 2 3 4 5 6 7;
Name = Bv-Ap Bv-Ap IICv IICv IICn IICn IICn; n
ksat = 1.8e-6 1.8e-6 2.2e-7 2.2e-7 1.1e-7 1.1e-7 1.1e-7;
k_recession = 1 1 1 1 1 1 1;
theta_sat = 0.4 0.4 0.36 0.36 0.4 0.4 0.4;
theta_res = 0 0 0 0 0 0 0;
alpha = 3.582 3.582 4.302 4.302 6.485 6.485 6.485;
Par_n = 1.27795 1.27795 1.42425 1.42425 1.34069 1.34069 1.34069;
Par_tau = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
thickness = 0.1 0.15 0.2 0.4 0.75 1.5 2;
layers = 2 1 1 3 1 1 5;
}

```

9.5.2 Lysimeter 8/6

[multilayer_landuse]

1 # count of multilayer landuses

#-----

1 Brandis {Landuse_Layers = 8004, -9999, -9999; k_extinct = 0.3; LAI_scale = 20;}

[landuse_table]

8

8997 Sommerweizen {method = VariableDayCount;

RootDistr = 1.0;
 TReduWet = 0.95;
 LimitReduWet = 0.5;
 HReduDry = 3.45;
 IntercepCap = 0.65;
 JulDays = 55 64 93 114 134 156 157 216 223 268 287 344;
 Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
 rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
 rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
 rs_evaporation = 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300;
 LAI = 2 3 3 4 4 4 1 1 1 2 2 2;
 Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.02 0.04 0.05 0.01 0.01 0.01 0.01 0.02 0.01;
 VCF = 0.3 0.5 0.5 0.8 0.9 0.8 0.01 0.1 0.1 0.2 0.3 0.2;
 RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.1 0.1 0.2 0.2 0.2;
 AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;

8998 Winterroggen {method = VariableDayCount;

RootDistr = 1.0;
 TReduWet = 0.95;
 LimitReduWet = 0.5;
 HReduDry = 3.45;
 IntercepCap = 0.65;
 JulDays = 51 77 101 110 117 126 131 145 191 221 321;
 Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
 rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
 rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
 rs_evaporation = 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300;
 LAI = 2 2 2 3 4 4 4 1 1 2 2;
 Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.03 0.04 0.07 0.08 0.01 0.01 0.02 0.01;
 VCF = 0.2 0.5 0.5 0.7 0.9 0.9 0.9 0.1 0.1 0.3 0.3;
 RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.2 0.2 0.2;
 AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;

8999 Wintergerste {method = VariableDayCount;

RootDistr = 1.0;
 TReduWet = 0.95;
 LimitReduWet = 0.5;
 HReduDry = 3.45;
 IntercepCap = 0.65;
 JulDays = 89 102 110 118 125 131 140 151 181 188 194 273 307;
 Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
 rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
 rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
 rs_evaporation = 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300;
 LAI = 1 2 3 3 3 3 3 3 1 1 1 3 3;
 Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.03 0.04 0.07 0.08 0.11 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01;
 VCF = 0.1 0.3 0.7 0.7 0.7 0.7 0.7 0.5 0.1 0.1 0.1 0.3 0.3;
 RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.1 0.1 0.2 0.2;
 AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;

8000 Erbsen {method = VariableDayCount;

RootDistr = 1.0;
 TReduWet = 0.95;
 LimitReduWet = 0.5;
 HReduDry = 3.45;
 IntercepCap = 0.65;
 JulDays = 64 116 139 149 171 209 217 225 240 242;
 Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
 rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;

```

rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300;
LAI = 2 2 4 4 1 1 2 2 2 2;
Z0 = 0.01 0.00 0.03 0.05 0.01 0.01 0.02 0.02 0.02 0.02;
VCF = 0.3 0.3 0.6 0.7 0.1 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.1 0.1 0.2 0.2 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

8001 Winterweizen {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 69 94 116 128 166 178 199 228 283;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 300 300 300 300 300 300 300 300 300;
LAI = 2 4 5 5 5 1 1 2 2;
Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.05 0.07 0.01 0.01 0.01 0.02;
VCF = 0.2 0.6 0.8 0.9 0.9 0.1 0.1 0.2 0.3;
RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.7 0.7 0.1 0.1 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

8002 Wintergerste {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 26 87 112 130 143 163 185 253 314;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 300 300 300 300 300 300 300 300 300;
LAI = 1 3 4 5 5 5 1 3 3;
Z0 = 0.01 0.03 0.03 0.07 0.08 0.06 0.06 0.03 0.03;
VCF = 0.3 0.7 0.7 0.9 0.9 0.1 0.1 0.3 0.3;
RootDepth = 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.3 0.3;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

8003 Raps {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 56 57 99 112 120 134 150 202 210 340;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300;
LAI = 1 4 4 4 4 4 1 1 3 2;
Z0 = 0.01 0.01 0.01 0.06 0.08 0.1 0.1 0.01 0.03 0.03;
VCF = 0.2 0.7 0.7 0.7 0.7 0.6 0.1 0.2 0.3 0.3;
RootDepth = 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.1 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

8004 Winterweizen {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.85;
JulDays = 64 89 104 121 147 159 203 204 242 339;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300;

```

```

LAI      = 1 3 4 4 5 5 4 1 2 2;
Z0       = 0.01 0.02 0.02 0.05 0.07 0.08 0.08 0.01 0.01 0.01;
VCF      = 0.1 0.5 0.6 0.7 0.9 0.9 0.7 0.1 0.2 0.2;
RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.2 0.2;
AltDep   = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

[soil_table]
1 # code soil_profile
#-----
8 Parabraunerde-Braunerde {method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.0;
MacroCapacity = 0.0;
CapacityRedu = 0.0;
MacroDepth = 0.0;
horizon = 1 2 2 3 4 5 6;
Name = Ap Ap Al-Bv IIBbt IIBbt-ICv IIBbt-ICv IIBbt-ICv;
ksat = 6.8e-5 6.8e-5 1.1e-7 1.1e-7 1.5e-4 1.5e-4 1.5e-4;
k_recession = 1 1 1 1 1 1 1;
theta_sat = 0.43 0.43 0.42 0.394 0.43 0.43 0.43;
theta_res = 0 0 0 0 0 0 0;
alpha = 0.906 0.906 0.810 2.249 4.813 4.813 4.813;
Par_n = 1.51279 1.51279 1.35331 1.27953 1.50718 1.50718 1.50718;
Par_tau = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
thickness = 0.1 0.15 0.15 0.4 0.5 1 2;
layers = 1 1 3 2 1 1 5;
}

```

9.5.3 Lysimeter 7/4

```

[multilayer_landuse]
1 # count of multilayer landuses
#-----
1 Brandis {Landuse_Layers = 8004, -9999, -9999; k_extinct = 0.3; LAI_scale = 20;}

[landuse_table]

7997 Sommerweizen {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 55 64 93 114 134 160 167 216 223 268 287 344;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 1 2 4 4 4 4 4 1 2 2 2 1;
Z0 = 0.01 0.01 0.01 0.02 0.04 0.05 0.05 0.07 0.06 0.05 0.01 0.01;
VCF = 0.1 0.3 0.6 0.8 0.9 0.9 0.8 0.1 0.3 0.3 0.3 0.1;
RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

7998 Winterroggen {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 51 77 101 110 117 126 131 145 191 210 241 330;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 1 2 3 4 4 5 5 4 4 1 3 3;
Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.03 0.04 0.07 0.08 0.12 0.11 0.11 0.01 0.01;
VCF = 0.1 0.3 0.5 0.7 0.8 0.9 0.9 0.8 0.4 0.1 0.5 0.3;
RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

```

```

7999 Wintergerste {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 89 102 110 118 125 131 140 151 171 224 263 307;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 1 1 2 5 5 5 5 5 1 2 3 2;
Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.03 0.04 0.07 0.08 0.11 0.01 0.01 0.01 0.01;
VCF = 0.1 0.1 0.3 0.8 0.8 0.8 0.9 0.8 0.1 0.2 0.3 0.3;
RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.2 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

```

```

7000 Erbsen {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 64 116 119 129 151 189 217 225 240 242;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 2 2 2 5 5 1 3 3 3 3;
Z0 = 0.01 0.00 0.03 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.04 0.04;
VCF = 0.3 0.3 0.3 0.9 0.9 0.1 0.3 0.3 0.3 0.3;
RootDepth = 0.3 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

```

```

7001 Winterweizen {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 69 94 116 128 166 178 199 228 283;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 1 3 5 5 5 5 1 2 2;
Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.05 0.07 0.08 0.08 0.07 0.01;
VCF = 0.1 0.5 0.9 0.9 0.9 0.9 0.1 0.3 0.3;
RootDepth = 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

```

```

7002 Wintergerste {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 26 87 112 130 143 163 185 203 283 314;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 1 3 4 5 5 5 1 3 3 2;
Z0 = 0.01 0.03 0.03 0.07 0.08 0.06 0.06 0.03 0.03 0.03;
VCF = 0.3 0.3 0.7 0.9 0.9 0.9 0.1 0.3 0.3 0.3;
RootDepth = 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.5 0.5 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}

```

```

7003 Raps {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;

```

```
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 56 57 99 112 120 134 150 242 340;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5; n s/m
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 1 3 5 5 5 5 5 2 2;
Z0 = 0.01 0.01 0.01 0.06 0.08 0.1 0.1 0.01 0.01;
VCF = 0.3 0.7 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.3 0.3;
RootDepth = 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}
```

```
7004 Winterweizen {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays = 64 89 104 121 147 159 207 210 339;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 20 20 20 20 20 20 20 20 20;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI = 1 4 5 5 5 5 5 1 1;
Z0 = 0.01 0.02 0.02 0.05 0.07 0.08 0.08 0.08 0.01;
VCF = 0.1 0.6 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.1 0.3;
RootDepth = 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2 0.2;
AltDep = 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
}
```

```
[soil_table]
1 # code soil_profile
#-----
7 Braunerde-Pseudogley {method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.0 ;
MacroCapacity = 0.0 ;
CapacityRedu = 0.0 ;
MacroDepth = 0.0 ;
horizon = 1 2 3 4 5 6 7 8 9;
Name = Ap Ap Bv-Sw IISd IISd IISd IISd IIIICn IIIICn;
ksat = 1.2e-7 1.2e-7 1.0e-6 8.1e-8 8.1e-8 2.0e-8 2.0e-8 1.5e-6 1.5e-6;
k_recession = 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
theta_sat = 0.35 0.35 0.391 0.31 0.31 0.29 0.29 0.36 0.36;
theta_res = 0.09 0.09 0 0.143 0.143 0.21 0.21 0 0;
alpha = 0.73 0.73 0.908 0.67 0.67 0.33 0.33 5.704 5.704;
Par_n = 2.4911 2.4911 1.30603 1.27190 1.27190 14.68150 14.68150 1.40693 1.40693;
Par_tau = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
thickness = 0.1 0.15 0.15 0.15 0.35 0.35 0.5 0.8 2;
layers = 2 1 1 1 2 1 1 1 4;
}
```

9.6 Schnellbach

```
[multilayer_landuse]
23 # count of multilayer landuses
1 Buchenwald { Landuse_Layers = 106, 302, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
2 Mischwald_Laub_Edel { Landuse_Layers = 114, 201, 301; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
3 Pionierwald { Landuse_Layers = 115, 300, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
4 Fichtenwald { Landuse_Layers = 105, 302, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 10;}
5 Kiefernwald { Landuse_Layers = 104, 301, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
9 Mischwald_KI_Laub { Landuse_Layers = 109, 203, 302; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 10;}
12 Mischwald_EI_Laub { Landuse_Layers = 110, 202, 301; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 10;}
13 Aufforstung_Laub { Landuse_Layers = 115, 301, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
21 water { Landuse_Layers = 401, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
22 bushes { Landuse_Layers = 400, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
24 settlements { Landuse_Layers = 402, 301, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
26 grassland { Landuse_Layers = 403, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
```

```

28  soil_fallow      { Landuse_Layers = 404, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
31  hedges           { Landuse_Layers = 400, 300, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
32  industry         { Landuse_Layers = 402, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
33  green_areas      { Landuse_Layers = 403, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
99  agriculture      { Landuse_Layers = 500, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
101 Sommergetreide { Landuse_Layers = 501, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
102 Wintergetreide  { Landuse_Layers = 502, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
103 Triticale        { Landuse_Layers = 503, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
120 Dauergrünland  { Landuse_Layers = 504, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
122 Ruderalfluren   { Landuse_Layers = 505, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}
123 Futtermais      { Landuse_Layers = 506, -9999, -9999; k_extinct = 0.5; LAI_scale = 20;}

```

[landuse_table]

26

```

104  pine_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr      = 1.0;
TReduWet       = 0.95;
LimitReduWet   = 0.5;
HReduDry       = 1;
IntercepCap    = 0.7;
JulDays        = 90    105    135    180    300    330    350;
Albedo         = .08   0.08   0.08   0.08   0.08   0.08   0.08;
rsc            = 1000  110    110    110    110    1000  1000;
rs_interception = 0.5   0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evaporation = 3000  3000  3000  3000  3000  3000  3000;
LAI            = 3.1   3.13   3.45   3.5    3.5    3.4    3.1;
ZO             = 2.5   2.5    2.5    2.5    2.5    2.5    2.5;
VCF            = 0.8   0.8    0.8    0.8    0.8    0.8    0.8;
RootDepth      = 1.3   1.3    1.3    1.3    1.3    1.3    1.3;
AltDep         = 0.025 0.025  0.025  0      -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

105  spruce_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr      = 1.0;
TReduWet       = 0.95;
LimitReduWet   = 0.5;
HReduDry       = 3;
IntercepCap    = 0.7;
JulDays        = 90    105    135    180    300    330    350;
Albedo         = 0.08  0.08   0.08   0.08   0.08   0.08   0.08;
rsc            = 1000  80     80     80     80     1000  1000;
rs_interception = 0.5   0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evaporation = 3000  3000  3000  3000  3000  3000  3000;
LAI            = 3.1   3.13   3.45   3.5    3.5    3.4    3.1;
ZO             = 3.13  3.13   3.13   3.13   3.13   3.13   3.13;
VCF            = 0.7   0.7    0.7    0.7    0.7    0.7    0.7;
RootDepth      = 1.2   1.2    1.2    1.2    1.2    1.2    1.2;
AltDep         = 0.025 0.025  0.025  0      -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

106  beech_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr      = 1.0;
TReduWet       = 0.95;
LimitReduWet   = 0.5;
HReduDry       = 3.00;
IntercepCap    = 0.5;
JulDays        = 90    105    135    180    300    330    350;
Albedo         = 0.25  0.24   0.18   0.17   0.17   0.24   0.25;
rsc            = 100   80     80     80     80     100    100;
rs_interception = 0.5   0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evaporation = 1800  1800  1800  1800  1800  1800  1800;
LAI            = 1     1     4     8     8     7     1;
ZO             = 1.25  1.25   2.5    2.5    2.5    2.0    1.25;
VCF            = 0.95  0.95   0.95   0.95   0.95   0.95   0.95;
RootDepth      = 1.35  1.35   1.35   1.35   1.35   1.35   1.35;
AltDep         = 0.025 0.025  0.025  0      -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

108  birch_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr      = 1.0;
TReduWet       = 0.95;
LimitReduWet   = 0.5;
HReduDry       = 3.00;

```

```

IntercepCap      = 0.5;
JulDays          = 90      105      135      180      300      330      350; s
Albedo           = 0.25   0.24      0.18      0.17      0.17      0.24      0.25;
rsc              = 200    80      80      80      80      200      200;
rs_interception  = 0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5;
rs_evaporation   = 1800   1800   1800   1800   1800   1800   1800;
LAI              = 0.5     0.55    4.4     4.5     4.5     4        0.5;
Z0               = 0.38   0.38    0.88    0.88    0.88    0.38    0.38;
VCF              = 0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5; ]
RootDepth        = 0.7     0.7     0.7     0.7     0.7     0.7     0.7;
AltDep           = 0.025  0.025  0.025  0        -0.025  -0.025  -0.025;
}

```

```

109 pine_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr        = 1.0;
TReduWet         = 0.95;
LimitReduWet     = 0.5;
HReduDry         = 1;
IntercepCap      = 0.7;
JulDays          = 90      105      135      180      300      330      350;
Albedo           = 0.08   0.08    0.08    0.08    0.08    0.08    0.08;
rsc              = 1000   90      90      90      90      1000    1000;
rs_interception  = 0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5;
rs_evaporation   = 3000   3000   3000   3000   3000   3000   3000;
LAI              = 3.1     3.13    3.45    3.5     3.5     3.4     3.1;
Z0               = 2.5     2.5     2.5     2.5     2.5     2.5     2.5;
VCF              = 0.7     0.7     0.7     0.7     0.7     0.7     0.7;
RootDepth        = 1.5     1.5     1.5     1.5     1.5     1.5     1.5;
AltDep           = 0.025  0.025  0.025  0        -0.025  -0.025  -0.025;
}

```

```

110 oak_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr        = 1.0;
TReduWet         = 0.95;
LimitReduWet     = 0.5;
HReduDry         = 3.00;
IntercepCap      = 0.5;
JulDays          = 90      105      135      180      300      330      350;
Albedo           = 0.25   0.24    0.18    0.17    0.17    0.24    0.25;
rsc              = 200    80      80      80      80      200      200;
rs_interception  = 0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5;
rs_evaporation   = 1800   1800   1800   1800   1800   1800   1800;
LAI              = 1      1        2        4        4        3        1;
Z0               = 1.56   1.56    3.13    3.13    3.13    3.13    1.65;
VCF              = 0.6     0.6     0.6     0.6     0.6     0.6     0.6;
RootDepth        = 1.5     1.5     1.5     1.5     1.5     1.5     1.5;
AltDep           = 0.025  0.025  0.025  0        -0.025  -0.025  -0.025;
}

```

```

114 decid_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr        = 1.0;
TReduWet         = 0.95;
LimitReduWet     = 0.5;
HReduDry         = 3.00;
IntercepCap      = 0.5;
JulDays          = 90      105      135      180      300      330      350;
Albedo           = 0.25   0.24    0.18    0.17    0.17    0.24    0.25;
rsc              = 200    80      80      80      80      200      200;
rs_interception  = 0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5;
rs_evaporation   = 1800   1800   1800   1800   1800   1800   1800;
LAI              = 1      1        4        8        8        7        1;
Z0               = 1.25   1.25    2.5     2.5     2.5     2.0     1.25;
VCF              = 0.8     0.8     0.8     0.8     0.8     0.8     0.8;
RootDepth        = 1.35   1.35    1.35    1.35    1.35    1.35    1.35;
AltDep           = 0.025  0.025  0.025  0        -0.025  -0.025  -0.025;
}

```

```

115 beech-aff_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr        = 1.0;
TReduWet         = 0.95;
LimitReduWet     = 0.5;
HReduDry         = 3.00;
IntercepCap      = 0.5;
JulDays          = 90      105      135      180      300      330      350;

```

```

Albedo      = 0.25  0.24  0.18  0.17  0.17  0.24  0.25;
rsc         = 1000  80    80    80    80    1000  1000;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 1800 1800 1800 1800 1800 1800 1800;
LAI         = 1    1    4    8    8    7    1;
Z0          = 0.25 0.25 0.5  0.5  0.5  0.5  0.25;
VCF         = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
RootDepth   = 0.8  0.8  0.8  0.8  0.8  0.8  0.8;
AltDep      = 0.025 0.025 0.025 0    -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

201  herbs_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr   = 1.0;
TReduWet   = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry   = 3.45;
IntercepCap = 0.55;
JulDays    = 80  95  135  180  310  340  350;
Albedo     = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc        = 90  40  40  40  40  90  90;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 1800 1800 1800 1800 1800 1800 1800;
LAI        = 1  1.2 3  3.5 3.5 3.2 1;
Z0         = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
VCF        = 0.3 0.3 0.4 0.6 0.6 0.5 0.3;
RootDepth  = 0.2 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.2;
AltDep     = 0.025 0.025 0.025 0    -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

202  hornbeam_layer2 {method = VariableDayCount;
RootDistr   = 1.0;
TReduWet   = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry   = 3.45;
IntercepCap = 0.55;
JulDays    = 80  95  135  180  310  340  350;
Albedo     = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc        = 90  40  40  40  40  90  90;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 1800 1800 1800 1800 1800 1800 1800;
LAI        = 1  1.2 3  3.5 3.5 3.2 1;
Z0         = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
VCF        = 0.2 0.2 0.25 0.4 0.4 0.3 0.2;
RootDepth  = 0.2 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.2;
AltDep     = 0.025 0.025 0.025 0    -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

203  oak_layer2 {method = VariableDayCount;
RootDistr   = 1.0;
TReduWet   = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry   = 3.00;
IntercepCap = 0.5;
JulDays    = 90  105  135  180  300  330  350;
Albedo     = 0.25 0.24 0.18 0.17 0.17 0.24 0.25;
rsc        = 200  80  80  80  80  200  200;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000;
LAI        = 1  1  4  8  8  7  1;
Z0         = 1.25 1.25 1.25 1.25 1.25 1.25 1.25;
VCF        = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
RootDepth  = 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5;
AltDep     = 0.025 0.025 0.025 0    -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

300  grass_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr   = 1.0;
TReduWet   = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry   = 3.45;
IntercepCap = 0.6;
JulDays    = 80  95  135  180  310  340  350;
Albedo     = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc        = 90  40  40  40  40  90  90;

```

```

rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 1800 1800 1800 1800 1800 1800 1800;
LAI = 1 1.2 3 3.5 3.5 3.2 1;
Z0 = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
VCF = 0.5 0.5 0.67 1 1 0.83 0.5;
RootDepth = 0.2 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.2;
AltDep = 0.025 0.025 0.025 0 -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

301 grass_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.5;
JulDays = 80 95 135 180 310 340 350;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc = 80 40 40 40 40 80 80;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000;
LAI = 1 1.2 3 3.5 3.5 3.2 1;
Z0 = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
VCF = 0.3 0.3 0.4 0.6 0.6 0.5 0.3;
RootDepth = 0.2 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.2;
AltDep = 0.025 0.025 0.025 0 -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

302 grass_layer {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.45;
IntercepCap = 0.5;
JulDays = 80 95 135 180 310 340 350;
Albedo = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;]
rsc = 80 40 40 40 40 80 80;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000;
LAI = 1 1.2 3 3.5 3.5 3.2 1;
Z0 = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
VCF = 0.1 0.1 0.15 0.20 0.20 0.15 0.1;
RootDepth = 0.2 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.2;
AltDep = 0.025 0.025 0.025 0 -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

400 bushes {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.00;
IntercepCap = 0.5;
JulDays = 90 105 135 180 300 330 350;
Albedo = 0.25 0.24 0.18 0.17 0.17 0.24 0.25;
rsc = 200 80 80 80 80 200 200;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 1800 1800 1800 1800 1800 1800 1800;
LAI = 1 1 2 4 4 3 1;
Z0 = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
VCF = 0.7 0.7 0.7 0.7 0.7 0.7 0.7;
RootDepth = 1 1 1 1 1 1 1;
AltDep = 0.025 0.025 0.025 0 -0.025 -0.025 -0.025;
}

```

```

401 water {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry = 3.0;
IntercepCap = 0.0;
JulDays = 90 105 135 180 300 330 350;
Albedo = 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05;
rsc = 1 1 1 1 1 1 1;
rs_interception = 1 1 1 1 1 1 1;
rs_evaporation = 1 1 1 1 1 1 1;
}

```

```

LAI      = 1      1      1      1      1      1      1      1;
Z0       = 0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01;
VCF      = 0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01;
RootDepth = 0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01  0.01;
AltDep   = 0.025 0.025 0.025 0      -0.025 -0.025 -0.025;
}

402 settlements {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet  = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry  = 3.0;
IntercepCap = 0.5;
JulDays   = 90      105      135      180      300      330      350;
Albedo    = 0.1     0.1     0.1     0.1     0.1     0.1     0.1;
rsc       = 50      50      50      50      50      50      50;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 130  130  130  130  130  130  130;
LAI       = 1      1      4      8      8      7      1;
Z0        = 1      1      1      1      1      1      1;
VCF       = 0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5;
RootDepth = 0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5     0.5;
AltDep    = 0.025  0.025  0.025  0      -0.025 -0.025 -0.025;
}

403 grass {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet  = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry  = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays   = 64      89      104     121     147     159     190     200     242     339;
Albedo    = 0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2;
rsc       = 20      20      20      20      20      20      20      20      20      20;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 200  200  200  200  200  200  200  200  200  200;
LAI       = 3      5      5      5      5      5      5      5      5      3;
Z0        = 0.01  0.02  0.03  0.05  0.07  0.08  0.08  0.08  0.07  0.01;
VCF       = 0.5     0.8     0.9     0.9     0.9     0.9     0.9     0.9     0.9     0.5;
RootDepth = 0.3     0.6     0.6     0.6     0.6     0.6     0.6     0.6     0.6     0.3;
AltDep    = 0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  -0.025 -0.025 -0.025 -0.025;
}

404 soil_fallow {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet  = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry  = 3.0;
IntercepCap = 0.2;
JulDays   = 90      105      135      180      300      330      350;
Albedo    = 0.27  0.27  0.27  0.27  0.27  0.27  0.27;
rsc       = 90      40      40      40      40      90      90;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 200  200  200  200  200  200  200;
LAI       = 1      1      2      4      4      2      1;
Z0        = 0.15  0.25  0.4   0.3   0.15  0.15  0.15;
VCF       = 0.95  0.95  0.95  0.95  0.95  0.95  0.95;
RootDepth = 0.4   0.4   0.4   0.4   0.4   0.4   0.4;
AltDep    = 0.025  0.025  0.025  0      -0.025 -0.025 -0.025;
}

500 agriculture {method = VariableDayCount;
RootDistr = 1.0;
TReduWet  = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry  = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays   = 55      64      93      114     134     160     167     216     223     268     287     344;
Albedo    = 0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2     0.2;
rsc       = 40      20      20      20      20      20      20      20      20      20      40      40;
rs_interception = 0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5  0.5;
rs_evaporation = 200  200  200  200  200  200  200  200  200  200  200  200;
LAI       = 1      3      3      3      3      3      1      1      1      1      2      2;
Z0        = 0.01  0.01  0.01  0.02  0.04  0.05  0.05  0.07  0.06  0.05  0.01  0.01;

```

```

VCF          = 0.1    0.7    0.7    0.7    0.7    0.5    0.1    0.1    0.1    0.1    1    1;
RootDepth    = 0.2    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.2    0.2;
AltDep       = 0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  -0.025  -0.025  -0.025  -0.025  -0.025;
}

```

```

501  Sommergetreide {method = VariableDayCount;
RootDistr     = 1.0;
TReduWet     = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry     = 3.45;
IntercepCap  = 0.65;
JulDays      = 55    64    93    114   134   160   167   216   223   268   287   344;
Albedo       = 0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2;
rsc          = 40    20    20    20    20    20    20    20    20    20    40    40;
rs_intercep  = 0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evapora   = 200   200   200   200   200   200   200   200   200   200   200   200;
LAI          = 1     3     3     3     3     3     1     1     1     1     2     2;
Z0           = 0.01  0.01  0.01  0.02  0.04  0.05  0.05  0.07  0.06  0.05  0.01  0.01;
VCF          = 0.1    0.7    0.7    0.7    0.7    0.5    0.1    0.1    0.1    0.1    1     1;
RootDepth    = 0.2    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.2    0.2;
AltDep       = 0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  -0.025  -0.025  -0.025  -0.025  -0.025;
}

```

```

502  Wintergetreide {method = VariableDayCount;
RootDistr     = 1.0;
TReduWet     = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry     = 3.45;
IntercepCap  = 0.65;
JulDays      = 69    94    116   128   166   178   180   210   240   283   340;
Albedo       = 0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2;
rsc          = 40    20    20    20    20    20    20    20    20    40    40;
rs_intercep  = 0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evapora   = 200   200   200   200   200   200   200   200   200   200   200;
LAI          = 1     2     3     3     3     3     1     2     2     2     1;
Z0           = 0.01  0.02  0.05  0.05  0.07  0.08  0.08  0.01  0.01  0.01  0.01;
VCF          = 0.1    0.3    0.8    0.9    0.9    0.9    0.1    0.3    0.5    0.5    0.1;
RootDepth    = 0.2    0.5    0.6    0.6    0.6    0.6    0.1    0.3    0.3    0.3    0.2;
AltDep       = 0.025  0.025  0.025  0.25  0.025  0.025  0    -0.025  -0.025  -0.025  -0.025;
}

```

```

503  Triticale {method = VariableDayCount;
RootDistr     = 1.0;
TReduWet     = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry     = 3.45;
IntercepCap  = 0.65;
JulDays      = 69    94    116   128   166   178   180   210   240   283   340;
Albedo       = 0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2;
rsc          = 40    20    20    20    20    20    20    20    20    40    40;
rs_intercep  = 0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evapora   = 200   200   200   200   200   200   200   200   200   200   200;
LAI          = 1     1     4     4     4     4     1     2     2     2     1;
Z0           = 0.01  0.02  0.05  0.05  0.07  0.08  0.08  0.01  0.01  0.01  0.01;
VCF          = 0.1    0.1    0.8    0.8    0.8    0.8    0.1    0.3    0.5    0.5    0.1;
RootDepth    = 0.2    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.2    0.3    0.3    0.3    0.2;
AltDep       = 0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  0.025  0    -0.025  -0.025  -0.025  -0.025;
}

```

```

504  Dauergrünland {method = VariableDayCount;
RootDistr     = 1.0;
TReduWet     = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry     = 3.45;
IntercepCap  = 0.65;
JulDays      = 64    89    104   121   147   159   190   200   242   339;
Albedo       = 0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2    0.2;
rsc          = 40    20    20    20    20    20    20    20    40    40;
rs_intercep  = 0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
rs_evapora   = 500   500   500   500   500   500   500   500   500   500;
LAI          = 2     4     4     4     4     4     4     4     4     2;
Z0           = 0.01  0.02  0.03  0.05  0.07  0.08  0.08  0.08  0.07  0.01;
VCF          = 0.7    0.8    0.95  0.95  0.95  0.95  0.95  0.95  0.95  0.7;
RootDepth    = 0.3    0.6    0.6    0.6    0.6    0.6    0.6    0.6    0.6    0.3;
}

```

```
AltDep      = 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 -0.025 -0.025 -0.025 -0.025;
}
```

```
505 Ruderalfluren {method = VariableDayCount;
RootDistr    = 1.0;
TReduWet    = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry    = 3.45;
IntercepCap = 0.6;
JulDays     = 80 95 135 180 310 340 350;
Albedo      = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc         = 40 20 20 20 20 40 40;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 1800 1800 1800 1800 1800 1800 1800;
LAI         = 1 1.2 3 3.5 3.5 3.2 1;
ZO          = 0.01 0.02 0.04 0.04 0.04 0.03 0.01;
VCF         = 0.3 0.3 0.4 0.6 0.6 0.5 0.3;
RootDepth   = 0.3 0.3 0.4 0.6 0.6 0.6 0.3;
AltDep      = 0.025 0.025 0.025 0 0 -0.025 -0.025 -0.025;
}
```

```
506 Futtermais {method = VariableDayCount;
RootDistr    = 1.0;
TReduWet    = 0.95;
LimitReduWet = 0.5;
HReduDry    = 3.45;
IntercepCap = 0.65;
JulDays     = 56 57 99 112 120 140 152 242 340;
Albedo      = 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2;
rsc         = 40 20 20 20 20 20 20 40 40;
rs_interception = 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
rs_evaporation = 200 200 200 200 200 200 200 200 200;
LAI         = 1 2 2 3 3 3 1 1 1;
ZO          = 0.01 0.01 0.01 0.06 0.08 0.1 0.1 0.01 0.01;
VCF         = 0.1 0.3 0.3 0.5 0.5 0.5 0.1 0.1 0.1;
RootDepth   = 0.2 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2 0.2 0.2;
AltDep      = 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 -0.025 -0.025;
}
```

[soil_table]

13

```
1 profile_0332f { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.8 ;
MacroCapacity = 50.0 ;
CapacityRedu = 0.95 ;
MacroDepth   = 2.0 ;
horizon      = 1 2 3 4 5 6 7;
Name         = Auflage Ah Sw Sd IC C_22 C_22;
ksat         = 9.26e-7 8.30e-7 2.03e-6 1.61e-7 1.61e-6 2.49e-7 2.49e-7;
k_recession  = 1 1 1 1 1 1 1;
theta_sat    = 0.766 0.407 0.361 0.381 0.381 0.549 0.549;
theta_res    = 0.010 0 0 0 0 0.091 0.091;
alpha        = 1.288 1.127 0.806 3.837 3.837 1.910 1.910;
Par_n        = 1.2039 1.352 1.371 1.170 1.170 1.267 1.267;
Par_tau      = 0.5 0.206 0.891 -1.623 -1.623 0.5 0.5;
thickness    = 0.07 0.1 0.2 0.2 0.3 0.8 2;
layers       = 1 1 2 2 1 1 12;
}
```

```
2 profile_0309m { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.8 ;
MacroCapacity = 50.0 ;
CapacityRedu = 0.95 ;
MacroDepth   = 2.0 ;
horizon      = 1 2 3 4 5 5;
Name         = Ap Sw Sd IC C_22 C_22;
ksat         = 6.11e-7 2.60e-7 1.61e-7 1.80e-7 2.49e-8 2.49e-8;
k_recession  = 1 1 1 1 1 1;
theta_sat    = 0.462 0.409 0.381 0.357 0.549 0.549;
theta_res    = 0 0 0 0 0.091 0.091;
alpha        = 4.147 4.091 3.837 5.041 1.910 1.910;
Par_n        = 1.199 1.172 1.170 1.216 1.267 1.267;
}
```

```

Par_tau      = -2.872  -2.963  -1.623  -0.941  0.5  0.5;
thickness    = 0.1  0.1  0.2  0.2  1  2;
layers      = 3  1  1  2  1  12;
}

3  profile_1967f { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.8 ;
MacroCapacity = 50.0 ;
CapacityRedu  = 0.95 ;
MacroDepth   = 2.0 ;
horizon      = 1  2  3  4;
Name         = Ah  IC  C_22  C_22;
ksat         = 6.67e-6  1.97e-6  2.49e-6  2.49e-6;
k_recession  = 1  1  1  1;
theta_sat    = 0.369  0.327  0.549  0.549;
theta_res    = 0  0  0.091  0.091;
alpha        = 5.032  5.251  1.910  1.910;
Par_n        = 1.314  1.315  1.267  1.267;
Par_tau      = -1.428  0.638  0.5  0.5;
thickness    = 0.2  0.2  0.5  2;
layers      = 1  4  2  13;
}

4  profile_Wasser { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0;
MacroCapacity = 0;
CapacityRedu  = 0;
MacroDepth   = 0;
horizon      = 1  2;
Name         = 8-5H1  C_115;
ksat         = 1.3e-7  1.31E-07;
k_recession  = 1  1;
theta_sat    = 0.442  0.438;
theta_res    = 0.069  0.040;
alpha        = 2.520  4.200;
Par_n        = 1.313  1.780;
Par_tau      = 0.5  0.5; )
thickness    = 0.25  1;
layers      = 1  19;
}

5  profile_Ort { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0;
MacroCapacity = 0;
CapacityRedu  = 0;
MacroDepth   = 0;
horizon      = 1  2;
Name         = Ort  C_78;
ksat         = 1e-8  1.33E-8;
k_recession  = 1  1;
theta_sat    = 0.439  0.442;
theta_res    = 0.036  0.069;
alpha        = 3.280  2.520;
Par_n        = 1.416  1.313;
Par_tau      = 0.5  0.5;
thickness    = 0.5  1;
layers      = 2  18;
}

6  profile_0364f { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.8 ;
MacroCapacity = 50.0 ;
CapacityRedu  = 0.95 ;
MacroDepth   = 2.0 ;
horizon      = 1  2  3  4  56  7;
Name         = Auflage  Sw+Ah  Srw  Srd  IC  C_6  C_6;
ksat         = 9.259e-7  8.299e-7  2.030e-6  1.611e-7  1.611e-7  2.00e-7  2.00e-7;
k_recession  = 1  1  1  1  1  1  1;
theta_sat    = 0.766  0.403  0.356  0.381  0.381  0.433  0.443;
theta_res    = 0.010  0  0  0  0  0.056  0.056;
alpha        = 1.288  1.127  0.806  3.837  3.837  1.780  1.780;
Par_n        = 1.2039  1.352  1.371  1.170  1.170  1.416  1.416;
Par_tau      = 0.5  0.206  0.891  -1.623  -1.623  0.5  0.5;
thickness    = 0.07  0.1  0.2  0.2  0.3  0.8  2;
}

```

```

layers      = 1      1      2      2      1      1      12;
}

7  profile_0929f { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.8 ;
MacroCapacity = 50.0 ;
CapacityRedu  = 0.95 ;
MacroDepth   = 2.0 ;
horizon      = 1      2      3      4      5      6;
Name         = Auflage Ah      Bv-Cv  C_22  C_22  C_22;
ksat         = 9.259e-6 4.951e-6 1.611e-6 2.49e-7 2.49e-7 2.49e-7;
k_recession  = 1      1      1      1      1      1;
theta_sat    = 0.766 0.250 0.173 0.549 0.549 0.549;
theta_res    = 0.010 0      0      0.091 0.091 0.091;
alpha        = 1.288 4.263 3.837 1.910 1.910 1.910;
Par_n        = 1.2039 1.182 1.170 1.267 1.267 1.267;
Par_tau      = 0.5   -3.031 -1.623 0.5   0.5   0.5;
thickness    = 0.07 0.1   0.1   0.2   1     2;
layers      = 1      1      3      3      2     10;
}

8  profile_0366f { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.8 ;
MacroCapacity = 50.0 ;
CapacityRedu  = 0.95 ;
MacroDepth   = 2.0 ;
horizon      = 1      2      3      4      5      6      7      8;
Name         = Auflage Ah      Al      Al-Sw  Bt-Sd  IC      C_22  C_22;
ksat         = 3.36e-6 8.299e-7 6.771e-7 1.795e-7 1.611e-6 1.611e-6 2.49e-7 2.49e-7;
k_recession  = 1      1      1      1      1      1      1      1;
theta_sat    = 0.766 0.407 0.350 0.363 0.337 0.381 0.549 0.549;
theta_res    = 0.00 0      0      0      0      0      0.091 0.091;
alpha        = 1.288 1.127 0.683 0.886 3.837 3.837 1.910 1.910;
Par_n        = 1.2039 1.352 1.382 1.396 1.170 1.170 1.267 1.267;
Par_tau      = 0.5   0.206 0.891 2.54 -1.623 -1.623 0.5   0.5;
thickness    = 0.1 0.1   0.2   0.15 0.2   0.3   0.7   2;
layers      = 1      1      1      2      2      1      1      11;
}

9  profile_0305f { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = 0.8 ;
MacroCapacity = 0.50 ;
CapacityRedu  = 0.95 ;
MacroDepth   = 2.0 ; s
horizon      = 1      2      3      4      5      6      7;
Name         = Auflage Ah      Al      Bt      IC      C_104      C_104;
ksat         = 9.259e-7 8.299e-8 6.771e-8 1.795e-7 3.102e-7 1.04e-7 1-04e-7;
k_recession  = 1      1      1      1      1      1      1;
theta_sat    = 0.766 0.402 0.346 0.358 0.302 0.440 0.440;
theta_res    = 0.010 0      0      0      0      0.036 0.036;
alpha        = 1.288 1.127 0.683 0.886 7.378 4.420 4.420;
Par_n        = 1.2039 1.352 1.382 1.396 1.488 1.630 1.630;
Par_tau      = 0.5   0.5   0.5   0.5   0.5   0.5   0.5;
thickness    = 0.07 0.1   0.1   0.2   0.25 0.8   2;
layers      = 1      1      2      2      2      1      11;
}

10 profile_0465m { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh = .0 ;
MacroCapacity = 0.0 ;
CapacityRedu  = 0. ;
MacroDepth   = .0 ;
horizon      = 1      2      3      4      5      6      7;
Name         = Ap      Al      Al-Sw  Bt-Sd  IC      C_22      C_22;
ksat         = 6.107e-6 3.881e-7 2.251e-7 1.611e-7 1.804e-7 2.49e-8 2.49e-8;
k_recession  = 1      1      1      1      1      1      1;
theta_sat    = 0.438 0.38 0.388 0.358 0.335 0.549 0.549;
theta_res    = 0      0      0      0      0      0.091 0.091;
alpha        = 4.147 3.889 4.227 3.837 5.041 1.910 1.910;
Par_n        = 1.199 1.200 1.186 1.170 1.216 1.267 1.267;
Par_tau      = 0.5   0.5   0.5   0.5   0.5   0.5   0.5;
thickness    = 0.1 0.05 0.1   0.15 0.2   1     2;
layers      = 3      1      1      1      2      4      8;
}

```

```

11  profile_0450m  { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh    = 0.8 ;
MacroCapacity    = 50.0 ;
CapacityRedu     = 0.95 ;
MacroDepth       = 2.0 ;
horizon          = 1      2      3      4      5;
Name             = Ap     Bv     IC     C_104  C_104;
ksat             = 8.406e-5 3.137e-5 3.102e-5 1.04e-6 1.04e-6;
k_recession      = 1      1      1      1      1;
theta_sat        = 0.39  0.335  0.284  0.440  0.440;
theta_res        = 0      0      0      0.036  0.036;
alpha            = 5.208  5.539  7.378  4.420  4.420;
Par_n            = 1.339  1.326  1.488  1.630  1.630;
Par_tau          = 0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
thickness        = 0.1    0.2    0.35   0.8    2;
layers           = 3      1      2      1      13;
}

12  profile_nk_0305f { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh    = 0.8 ;
MacroCapacity    = 50.0 ;
CapacityRedu     = 0.95 ;
MacroDepth       = 2.0 ; s
horizon          = 1      2      3      4      5      6      7;
Name             = Auflage Ah     Al     Bt     IC     C_115  C_115;
ksat             = 9.259e-6 8.299e-6 6.771e-6 1.795e-5 3.102e-5 1.31e-4 1.31e-4;
k_recession      = 1      1      1      1      1      1      1;
theta_sat        = 0.766  0.407  0.350  0.363  0.302  0.438  0.438;
theta_res        = 0.010  0      0      0      0      0.040  0.040;
alpha            = 12.8   1.127  0.683  0.886  7.378  4.200  4.200;
Par_n            = 1.204  1.352  1.382  1.396  1.488  1.780  1.780;
Par_tau          = 0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
thickness        = 0.07   0.1    0.1    0.2    0.25   0.8    2;
layers           = 1      1      2      2      2      1      11;
}

13  profile_0334f { method = MultipleHorizons;
PMacroThresh    = 0.8 ;
MacroCapacity    = 50.0 ;
CapacityRedu     = 0.95 ;
MacroDepth       = 2.0 ;
horizon          = 1      2      3      4      5      6;
Name             = Ap     Al     Bt     IC     C_11   C_11;
ksat             = 6.107e-6 3.881e-6 2.764e-6 1.969e-6 7.61e-6 7.61e-6;
k_recession      = 1      1      1      1      1      1;
theta_sat        = 0.462  0.403  0.358  0.327  0.438  0.438;
theta_res        = 0      0      0      0      0.037  0.037;
alpha            = 4.147  3.889  6.024  5.251  4.070  4.070;
Par_n            = 1.199  1.200  1.349  1.315  1.503  1.503;
Par_tau          = 0.5    0.5    0.5    0.5    0.5    0.5;
thickness        = 0.1    0.1    0.2    0.2    1      2;
layers           = 3      1      1      2      2      11;
}

```