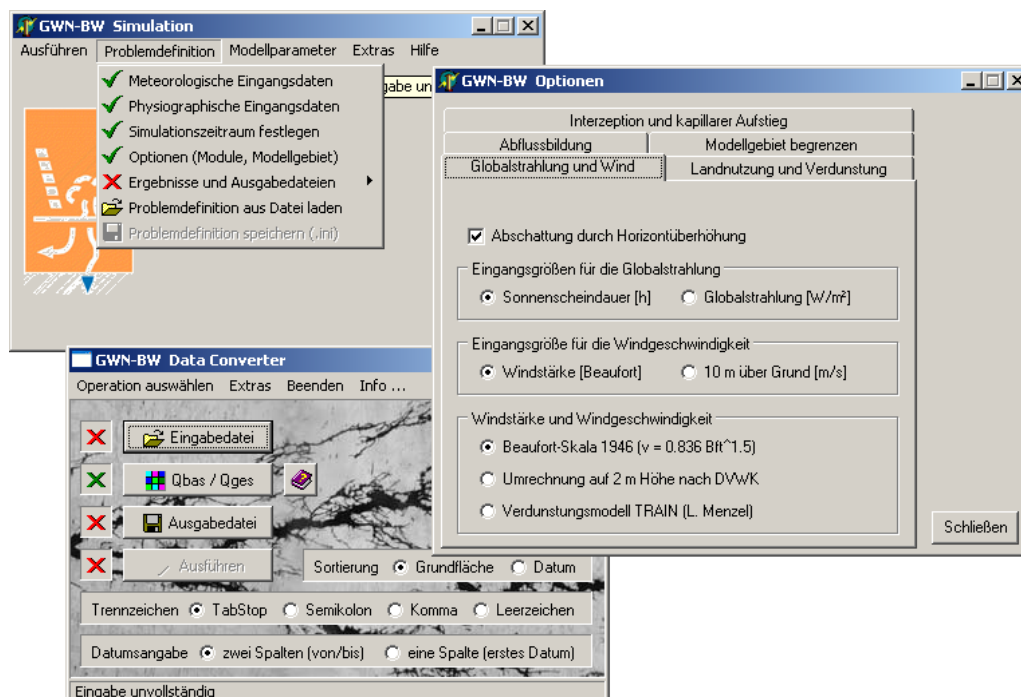


# Kurzbeschreibung des Modells GWN-BW Bedienung und Erweiterungen in Version 3.x



Stand 13.08.2012

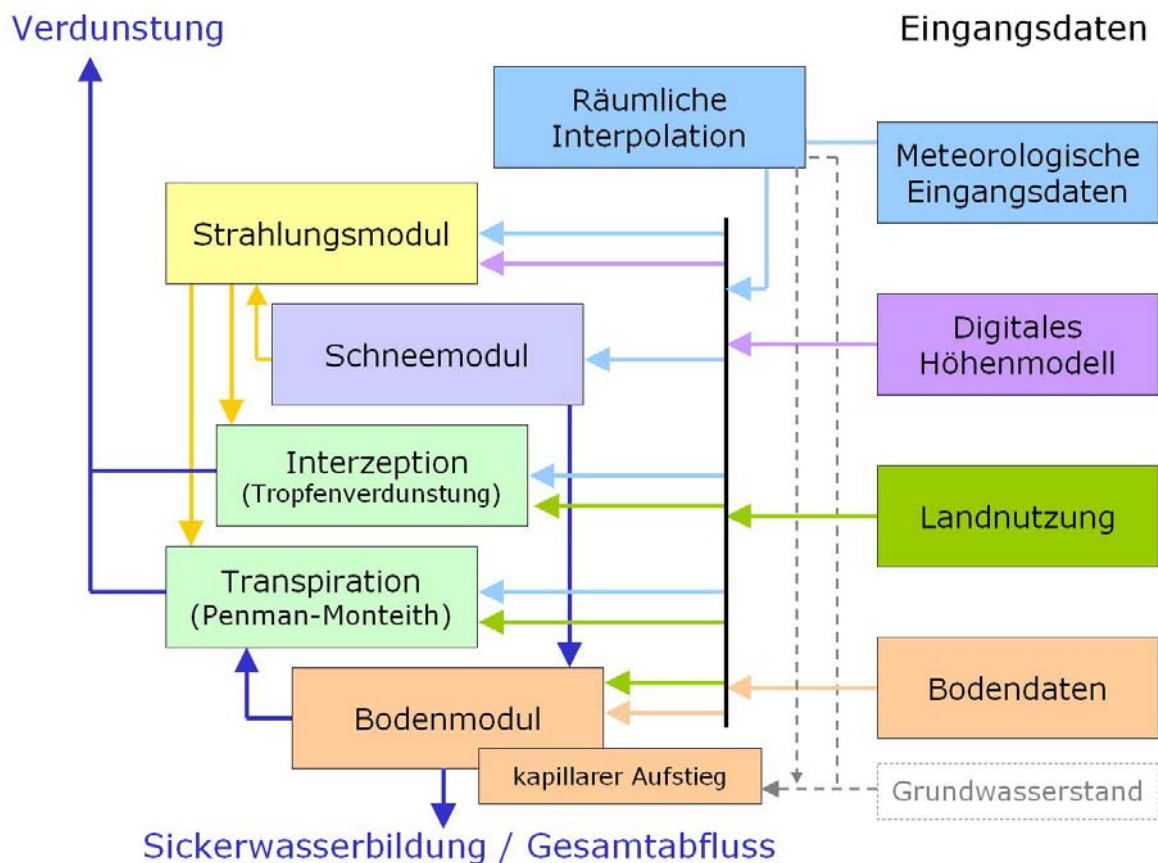
## Inhaltsverzeichnis

Modellbeschreibung	1
Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung	2
Kurzbeschreibung der Modellbedienung	4
Systemvoraussetzungen und Installation	4
Dateien im Programmverzeichnis	4
Erstellen einer Problemdefinition	7
Optionen	7
Formate der Eingangsdatensätze	11
Meteorologische Eingangsdaten	13
Physiographische Eingangsdaten	15
Ergebnisse und Ausgabedateien	16
Modellparameter und Nutzungskatalog aus Datei laden	22
Durchführen von Rechenläufen	22
Lesen/Speichern von Problemdefinitionen	22
Restzeit und Pausen	23
Hilfsprogramm "Pause"	24
Betrieb im Batch-Modus	25
Extras und Zusatzprogramme	25
Änderungen und Erweiterungen in Version 3.x	27
Direktabfluss nach dem <i>Curve Number</i> Verfahren	27
Niederschlagskorrektur nach Richter	27
Ausgabeoption für Tage mit hoher Bodenfeuchte	27
Ergebnisse und Startwerte für den Bodenwassergehalt	29
Sprachoption französisch	31
Änderungen gegenüber Version 2.x	31

## Modellbeschreibung

GWN-BW ist ein deterministisches, flächendifferenziertes Modell zur Berechnung der aktuellen Evapotranspiration, zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes sowie zur Bestimmung der unterhalb der durchwurzelten Bodenzone gebildeten Sickerwassermenge. In den einzelnen Teilmodulen kommen sowohl physikalisch basierte als auch konzeptionelle Ansätze zur Beschreibung der an den Vorgängen von Verdunstung und Sickerwasserbildung beteiligten Prozesse zur Anwendung. Im Sinne einer Modularisierung können für einzelne Prozesse mehrere Varianten angeboten werden. Die Berechnung erfolgt auf Basis von Tagesschritten, wobei modellinterne Rechenschritte in Zusammenhang mit Strahlungsbilanz und Sickerwasserbildung in deutlich höherer Auflösung (z.B. Stundenbasis) abgearbeitet werden. Die räumliche Diskretisierung kann wahlweise durch beliebig aufgelöste Rasterdaten oder in Vektorgeometrien erfolgen. In beiden Fällen können unter einer Grundfläche beliebig viele Anteile unterschiedlicher Landnutzungsformen liegen.

Die in Form von Stationswerten vorliegenden meteorologischen Eingangsdaten (Niederschlag, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer oder Globalstrahlung, Windstärke oder Windgeschwindigkeit) können nach verschiedenen Verfahren auf die Fläche übertragen werden. Dabei können Distanzgewichte mit einer Berücksichtigung der Höhenabhängigkeit kombiniert und Kriterien für die Auswahl der zu berücksichtigenden Nachbarstationen vereinbart werden. Alternativ ist die Vorgabe extern regionalisierter Daten möglich. Im *Strahlungsmodul* wird unter Berücksichtigung topographischer und himmelsmechanischer Gegebenheiten das nutzbare Energieangebot berechnet. Im *Schneemodul* werden Schneedeckenaufbau und Schneeschmelze (☞ Temperatur-Index-Verfahren) einschließlich der Speicherung und des Wiedergefrierens von flüssigen Anteilen simuliert. Das *Interzeptionsmodul* beschreibt die Interzeption von Niederschlagswasser in mehreren Schichten der Vegetationsbedeckung und auf versiegelten Flächen. Die Verdunstung aus dem Interzeptionsspeicher erfolgt entsprechend der bestandesinneren Variation der meteorologischen Zustandsgrößen aus jeder Vegetationsschicht mit unterschiedlicher Intensität. Im *Transpirationsmodul* werden mehrere Verfahren zur Berechnung der Pflanzenverdunstung angeboten, darunter insbesondere zwei auf dem Ansatz nach Penman-Monteith basierende Varianten: bei der Methode aus dem Verdunstungsmodell TRAIN (Menzel 1999) wird der effektive Bestandeswiderstand in Abhängigkeit von Blattflächenindex, Bodenfeuchtedefizit und Lufttemperatur ermittelt. Der modelleigene Ansatz "Persephone" berücksichtigt die Einflüsse von Bedeckungsgrad (Pflanzen- bzw. Bodenverdunstung) und Bodenfeuchte in separaten Schritten, wobei sich die Parametrisierung von landnutzungsabhängigen Parametern wie minimalem Bestandeswiderstand oder Blattflächenindex an phänologischen Entwicklungsstadien orientiert, deren Eintrittszeitpunkte auch witterungsabhängig berechnet werden können. Das *Bodenmodul* zur Simulation der Auffüllung (durch Niederschlags- und Schneeschmelzwasser) und Entleerung (durch Transpiration und Perkolation) des Bodenspeichers wurde dem Niederschlag-Abfluss-Modell HBV entlehnt. Aufgrund seines konzeptionellen Charakters ist es auch für größere Untersuchungsräume auf einer Datengrundlage in kleinem Kartenmaßstab zu parametrisieren. Für Flächen mit hohem Grundwasserstand kann der *kapillare Aufstieg* entsprechend den Angaben der bodenkundlichen Kartieranleitung abgeschätzt werden.

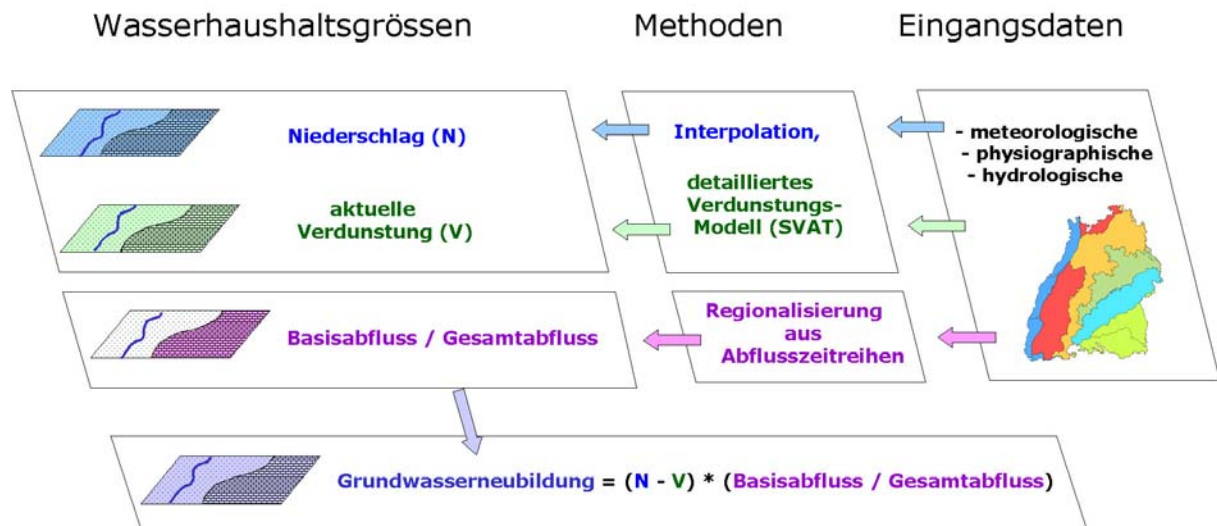


Als meteorologische Eingangsdaten gehen Tageswerte für Niederschlag, Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer und Windstärke ein. Ab Version 2.0 wird alternativ auch die Verwendung von Globalstrahlung und Windgeschwindigkeit unterstützt. Für die Strahlungsberechnung benötigte Parameter können aus dem digitalen Höhenmodell abgeleitet werden. Des Weiteren finden die Flächenanteile verschiedener Landnutzungsklassen ihre Verwendung, wobei vom Modell für jede Nutzungsklasse jeweils Kombinationen spezifischer, in aller Regel zeitlich variabler Parametersätze (Blattflächenindex, Interzeptionsspeicherkapazität etc.) bereitgestellt werden. Unter Verwendung des in Version 2.0 eingeführten modelleigenen Parametrisierungsschemas können diese Parameter und/oder ihre Eintrittszeitpunkte bei Bedarf vom Benutzer angepasst werden. Aus der nutzungsspezifischen Durchwurzelungstiefe, dem Bodensubstrat und dessen Gründigkeit wird für jede Landnutzungsklasse ein Eingangsdatensatz für die flächenhafte Verteilung der nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum abgeleitet. Sie stellt den entleer-/auffüllbaren Bodenspeicher dar. Darüber hinaus werden Angaben zu Substrat, Gründigkeit und mittlerem Grundwasserflurabstand benötigt, falls eine Abschätzung des kapillaren Aufstieges erfolgen soll.

## Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung

Im Bereich von Festgesteinsgebieten mit mehr oder weniger ausgeprägtem Relief kann die Sickerwasserbildung nicht direkt mit der Grundwasserneubildung gleichgesetzt werden, da ein Teil des gebildeten Sickerwassers in schnelle laterale Abflusskomponenten transformiert wird. Um die im Sinne des einen Basisabfluss

speisenden Abflussanteils aufgefasste Grundwasserneubildung auch für solche Gebiete abschätzen zu können, wurde der langjährige mittlere Quotient "Basisabfluss zu Gesamtabfluss" für Baden-Württemberg durch flächenhafte Regionalisierung ermittelt. Für benachbarte Bundesländer liegen vergleichbare Datensätze vor. Durch Multiplikation der Sickerwassermenge mit diesem Quotienten können langjährige mittlere Werte der Grundwasserneubildung auch im Bereich der Mittelgebirge zur Verfügung gestellt werden.



## Kurzbeschreibung der Modellbedienung

### Systemvoraussetzungen und Installation

GWN-BW ist auf allen Versionen von Microsoft Windows ® ab Win2000 lauffähig. Dies gilt auch für 64-bit Systeme, wenngleich deren zusätzliche Leistungsmerkmale nicht ausgenutzt werden (GWN-BW selbst ist als 32-bit Version kompiliert). Unter [Ländereinstellungen](#) (Systemsteuerung → Regions- und Sprachoptionen → regionale Einstellungen → Anpassen) muss der Punkt als Dezimaltrennzeichen eingestellt sein – dies wird beim Start geprüft: bei abweichendem Trennzeichen startet das Programm nicht<sup>1</sup>.

Für GWN-BW ist keine Installation nötig. Wird das Installationsprogramm ausgeführt, so werden lediglich die zu Programm gehörigen Dateien entpackt aber **keine** Einträge in der *Registry* vorgenommen. Alternativ kann das Programmverzeichnis auch einfach an eine beliebige Stelle kopiert werden. Das Programm benötigt allerdings [schreibrecht](#) in seinem Programmverzeichnis. Tritt beim Start von GWN-BW eine Fehlermeldung "Fehler in Methode <Check\_LicenseFile>" auf (diese wird stets in deutscher Sprache angezeigt) ist vermutlich das Programmverzeichnis oder eine der darin abgelegten DLL's schreibgeschützt => der Fehler kann behoben werden, indem der Schreibschutz aufgehoben wird.

Es können mehrere Instanzen von GWN-BW parallel ausgeführt werden, um die Leistung von Mehrprozessorrechnern auszunutzen (z.B. bei Szenariosimulationen oder bei Aufteilung großer Rechenjobs in mehrere Teildatensätze).

### Dateien im Programmverzeichnis

Unter den im Programmverzeichnis enthaltenen Dateien ist für den gewöhnlichen Anwender außer der Programmdatei selbst (.exe) in erster Linie der Nutzungskatalog von Interesse, welcher möglicher Weise angepasst oder durch einen zu den jeweiligen Eingangsdaten passenden Katalog ersetzt werden muss. Weitere Dateien mit bei Bedarf ebenfalls editierbaren Modellparametern werden in aller Regel nur in Ausnahmefällen von erfahrenen Benutzern verändert werden.

#### [Nutzungskatalog.ini](#)

Beschreibt die Eigenschaften der Landnutzungsklassen und **muss** zu den für das Projektgebiet aufbereiteten physiographischen Eingangsdaten passen. Unter den bislang für die Landesbehörden verwendeten Nutzungskatalogen ist insbesondere zu unterscheiden zwischen

- 12 Nutzungen BaWü für die auf Landsat-Aufnahmen basierenden (älteren) Rasterdatensätze für Baden-Württemberg und das grenzüberschreitende INTERREG III / LOGAR Projektgebiet

---

<sup>1</sup> diese Restriktion ist nötig, um Zahlenwerte aus Initialisierungsdateien im Windows 3.x Standard mit Hilfe der dafür verwendeten Objektklasse korrekt lesen zu können und um Fehler zu vermeiden, welche auftreten würden, wenn solche Dateien zwischen Rechnern mit unterschiedlichen Benutzereinstellungen austauscht werden

16 Klassen CORINE für die auf der CORINE Landnutzung basierenden Vektorgeometrien (Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, KLIWA Projekt, Oberjura) sowie auch die für das Modellgebiet Oberjura erstellten (ebenfalls auf CORINE basierenden) Rasterdatensätze

Des weiteren wurde eine Erweiterung auf 19 Klassen vorgenommen, wobei die Klassen 1-16 dem Katalog mit 16 Klassen für CORINE entsprechen (↪ der neue Katalog mit 19 Klassen kann auch für die älteren Vektorgeometrien verwendet werden). Für das Land Hessen wurde ein Katalog mit 22 Klassen basierend auf den ATKIS Nutzungsattributen erstellt.

**Achtung:** GWN-BW lädt beim Start stets den Nutzungskatalog, welcher unter dem Namen "[Nutzungskatalog.ini](#)" in seinem Programmverzeichnis liegt (i.e. in dem Verzeichnis, in welchem sich die ausführbare Programmdatei [.exe] selbst befindet). Wenn die Nummern der Nutzungsklassen in diesem Katalog nicht zu den Nummern der Nutzungsklassen in den physiographischen Eingangsdaten passen, werden fehlerhafte Berechnungen durchgeführt ! Da die Nutzungsklassen nur über ihre Nummern angesprochen werden, muss insbesondere darauf geachtet werden, dass für physiographische Eingangsdatensätze mit den zwölf aus Landsat abgeleiteten Klassen nicht versehentlich der Katalog mit 16 Klassen aus CORINE verwendet wird.

Zugleich gibt der Nutzungskatalog dem Anwender die Möglichkeit, Eigenschaften der Nutzungsklassen zu Ändern oder zusätzliche eigene Klassen einzufügen (z.B. Siedlungsflächen mit einem bestimmten Versiegelungsgrad). Dazu sind allerdings vertiefte Kenntnisse der Bedeutung und zulässigen Werte der einzelnen Einträge nötig.

#### [ModellParameter.ini](#)

Enthält Modellparameter, welche nicht über die Benutzeroberfläche zugänglich gemacht wurden. Diese Werte sollten mit wenigen Ausnahmen nur nach reiflicher Überlegung geändert werden, etwa im Rahmen experimenteller Untersuchungen, Sensitivitätsbetrachtungen, zur Modelleichung oder für die Anpassung an andere Klimaregionen. Ihre Änderung wird meist nur dann sinnvoll sein, wenn geeignete Vergleichsdaten zur Validierung verfügbar sind.

Enthalten sind beispielsweise Parameter für das Schneemodul und das Einsetzen von Sickerwasserbildung vor Erreichen der Feldkapazität. Bei Bedarf gefahrlos editiert werden kann die maximale Größe der Protokolldatei (↪ Warnmeldungen), welche in kB angegeben ist (*Default* 128 kB).

#### [NutzungsParameter.ini](#)

Parametrisierung landnutzungsabhängiger Eigenschaften im "neuen Schema" (*Persephone*). Über diese Tabelle kann eine Eichung des Verdunstungsmodells erfolgen, die enthaltenen Größen wurden in einem separaten Dokument ausführlich beschrieben. Die Tabelle lässt sich sehr viel besser lesen, wenn sie in Excel geöffnet wird (Trennzeichen = Leerzeichen). **Achtung:** inzwischen liegen zwei aktuelle Versionen vor, eine mit einer auf unkorrigierte Niederschläge angeeichten Verdunstung (für die Länder Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und das Elsass) sowie eine an die nach dem Richter-Verfahren korrigierten Niederschläge angeeichte Variante (für das Land Hessen). Üblicher Weise wird GWN-BW mit unkorrigierten Rohdaten des Niederschlags angetrieben ⇔ die für das Land Hessen entwickelte Version wird vorerst nur durch den Eintrag "RCmin



= 055/Wurzel(LAI)" identifiziert, sollte jedoch ohnehin nicht in die Hände anderer Anwender gelangen. Parameterdateien für die Simulation auf Basis unkorrigierter Niederschläge basieren auf dem Zusammenhang "RCmin = 100/Wurzel(LAI)"; ist in der Kopfzeile kein derartiger Vermerk zu finden, handelt es sich ebenfalls um eine Datei zur Verwendung mit unkorrigiertem Niederschlag; Versionsnummer sollte jedoch mindestens "Version 2.0 | Nachkalibrierung 2 (29.03.2010)" sein.

#### CropCoefficients.ini

Monatsfaktoren für die potentielle Verdunstung bestimmter Nutzungsklassen in Relation zur Referenzverdunstung; werden nur bei Verwendung des optionalen Ansatzes zur Verdunstungsberechnung "ETP und Pflanzenfaktoren" verwendet, welcher seinerseits nur zu Vergleichszwecken (Modellvergleich zwischen GWN-BW und anderen Verfahren zur Verdunstungsberechnung) implementiert wurde. Im gewöhnlichen Anwendungsfall mit Verdunstungsberechnung nach Penman-Monteith bleibt diese Tabelle ohne Bedeutung.

#### KapillarerAufstieg.ini

Tabelle mit den kapillaren Aufstiegsraten [mm/d] in unterschiedlichen Substraten in Abhängigkeit vom Aufstiegsweg zwischen Grundwasseroberfläche und Wurzelraum. Diese wurden der Bodenkundlichen Kartieranleitung entnommen; die Verknüpfung zu den physiographischen Eingangsdaten erfolgt über die Nummer der Bodenart ("Code"), die Kürzel der Bodenarten sind nur zu Kommentarzwecken angeboten.

#### QdirCurveNumbers.ini

Die in Version 3.0 vorgenommene Erweiterung zur optionalen Berechnung von Direktabfluss nach dem *Curve Number* Verfahren (☞ Variante nach BGR, 2002) wurde in einem separaten Dokument beschrieben. Über die Initialisierungsdatei können vom Benutzer bei Bedarf *Curve Numbers* weiterer Nutzungsklassen oder regional angepasste Werte ergänzt werden.

#### Psp\_Messages.bin, Psp\_MsgIndexDE.bin, Psp\_MsgIndexFR.bin

Sprachdateien für die deutsche und französische Benutzeroberfläche und Fehlerbehandlung. Die vom Programm erwartete Version dieser Sprachdateien ist im Quellcode der Anwendung hinterlegt und wird beim Programmstart sowie jedem Wechsel der Sprache überprüft. GWN-.BW beanstandet sowohl veraltete als auch zu neue Versionen der Sprachdateien – hier kann der Anwender also nichts falsch machen.

#### BORLNDMM.DLL

=> wird benötigt, damit die gemeinsamen Speichernutzung von Hauptprogramm und DLL's reibungslos funktioniert

#### GwnBw\_DataConverter.dll

=> das Hilfsprogramm zur Konvertierung von GWN-BW Ergebnistabellen wurde in eine DLL ausgelagert, um es unabhängig von GWN-BW an Dritte weitergeben zu können (dafür existiert eine ausführbare Datei "GwnBw\_DataConverter.exe", welche gemeinsam mit der DLL weitergegeben werden muss)



### [Psp\\_DbAccess.dll](#)

Stellt Funktionen für das direkte Einlesen meteorologischer Eingangsdaten aus Access-Datenbanken zur Verfügung. Von dieser Option wurde bislang aufgrund extrem langsamer Lesegeschwindigkeit kein Gebrauch gemacht ⇔ es könnte allerdings sein, dass sie nach Behebung eines jüngst entdeckten Programmierfehlers (Juli 2012) in Zukunft doch verwendet werden kann.

### [Psp\\_SystemInfo.dll](#)

Erlaubt GWN-BW die Abfrage einiger Systeminformationen, etwa zu verfügbarem Hauptspeicher.

### [Hinweis für Benutzer früherer Versionen](#)

Ab Version 3.1 (deutsch-französisch) wird **keine** GwnBw\_Messages.dll mehr verwendet.

## **Erstellen einer Problemdefinition**

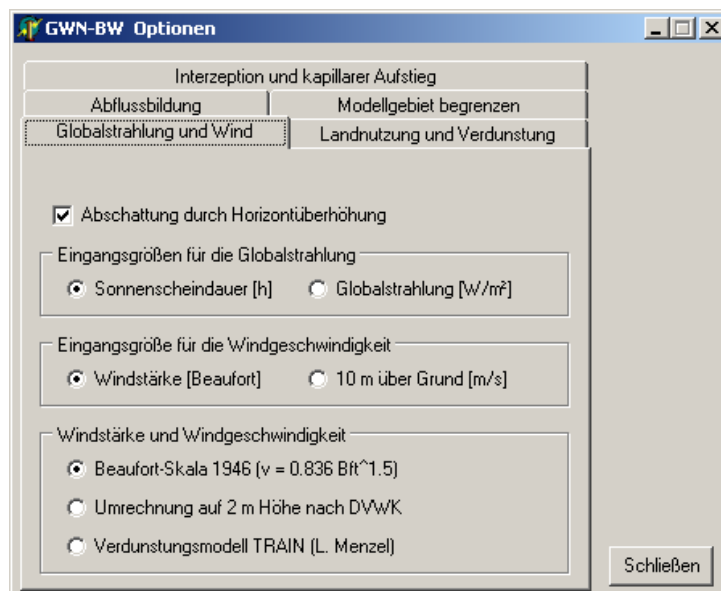
Die Konfiguration für einen Simulationslauf (z.B. Modellkonfiguration, optionale Module, Format und Quelle der Eingangsdaten, Regionalisierung von Klimadaten und Ergebnisausgabe) erfolgt unter dem Hauptmenüpunkt "Problemdefinition" mit einer Reihe von Unterpunkten zur thematischen Gliederung der benötigten Informationen. Vor den Menüeinträgen stehen grüne Häkchen, wenn zu einem Thema alle benötigten Informationen vereinbart wurden ⇔ rote Kreuze wo noch Angaben fehlen; grüne Kreuze signalisieren, dass hier Angaben gemacht werden können aber nicht müssen. So lange die Problemdefinition nicht vollständig ist, wird in der gelb unterlegten Statusanzeige "Eingabe unvollständig" angezeigt, unter dem Menüpunkt "Ausführen" ist der Eintrag "Start" ausgegraut und kann nicht bedient werden. Ist die Problemdefinition vollständig, so wird in der gelb unterlegten Statusanzeige der Text "Bereit zur Simulation" angezeigt und unter dem Menüpunkt "Ausführen" ist der Eintrag "Start" verfügbar. Zudem können vollständige Problemdefinitionen unter dem Menüeintrag "Problemdefinition → Problemdefinition speichern" als ASCII Datei (.ini) gespeichert werden. Solche Initialisierungsdateien für die Problemdefinition können später erneut geladen aber auch manuell editiert werden; tatsächlich lassen sich über die als ASCII Datei gespeicherte Problemdefinition einige spezielle Einstellungen vornehmen, welche nicht über die graphische Benutzeroberfläche verfügbar sind (z.B. für den Betrieb im Batch-Modus und zur Initialisierung der Speicherfüllung).

Unabhängig davon, ob eine Problemdefinition komplett neu erstellt oder eine zuvor gespeicherte Problemdefinition verändert werden soll, ist es empfehlenswert, mit dem Menüeintrag "Optionen" zu beginnen, da die dort vorgenommenen Einstellungen ggf. Auswirkungen auf die zu vereinbarenden meteorologischen und physiographischen Eingangsdaten haben können.

### [Optionen](#)

Unter diesem Menüpunkt kann die Modellkonfiguration durch Auswahl zwischen mehreren Möglichkeiten für die Konfiguration eines Teilmoduls oder Zuschalten optionaler Module angepasst werden. In den meisten Fällen kann die als *Default* vorgeschlagene Standardkonfiguration verwendet werden.

Auf der Seite "Globalstrahlung und Wind" kann eingestellt werden, ob unter den meteorologischen Antriebsdaten gemessene Werte der Globalstrahlung [ $\text{W/m}^2$ ] verwendet werden sollen oder die Globalstrahlung aus dem Verhältnis zwischen astronomisch möglicher und der tatsächlichen Sonnenscheindauer abgeschätzt werden soll (die Parameter der verwendeten Regressionsgleichung wurden für Südwestdeutschland geeicht und sind in Modellparameter.ini hinterlegt, wo sie vom Benutzer ggf. durch eigene Koeffizienten ersetzt werden können). Für die Ventilation kann wahlweise die Windstärke [Bft] oder die Windgeschwindigkeit [m/s] als Eingangsgröße verwendet werden. Nationale Wetterdienste verfügen in der Regel über lange Zeitreihen der Windstärke  $\Leftrightarrow$  die Windgeschwindigkeit wird erst in jüngerer Zeit an einer größeren Zahl von Stationen erfasst. Aus Sondermessnetzen mit automatisierten Stationen ist demgegenüber meist nur die Windgeschwindigkeit verfügbar; ebenso werden in Klimaszenarien üblicher Weise die Werte in [m/s] angegeben. Falls Zeitreihen aus Messnetzen mit unterschiedlicher Kenngröße für die Luftbewegung zusammengeführt werden sollen, kann eine der beiden Größen vorab mit dem "Windkonverter" (Extras  $\rightarrow$  Zusatzprogramme) in die jeweils andere umgerechnet werden.



Für die Umrechnung zwischen Windstärke [Bft] und Windgeschwindigkeit [m/s] stehen mehrere Formeln zur Auswahl. Es wird empfohlen, die Beaufort-Skala der WMO zu verwenden  $\Leftrightarrow$  weitere Formeln sind nur aus Gründen der Kompatibilität zu früheren Modellversionen oder zu Vergleichszwecken implementiert.

Durch optionales Zuschalten des Abschattungsmoduls (☞ empfohlen) kann festgestellt werden, ob eine Grundfläche oder Rasterzelle zu einem bestimmten Zeitpunkt des Tages durch umliegende Höhenzüge abgeschattet ist. Im Strahlungsmodul wird dann eine entsprechend geringe Einstrahlung berechnet. Wenn das Abschattungsmodul verwendet wird, muss unter den "physiographischen Eingangsdaten" zusätzlich das zu verwendende Höhenmodell im ASCII Grid Format vereinbart werden. Das Abschattungsmodul arbeitet immer auf einem Rasterdatensatz, auch wenn die Simulation für Vektorgeometrien erfolgt. Erfolgt die Simulation auf Rasterdaten, darf das für das Abschattungsmodul verwendete Höhenmodell eine abweichende Ausdehnung und räumliche Auflösung haben als die übrigen Rasterdatensätze und sollte dabei insbesondere weit genug über das Modellgebiet hinausreichen, um auch Abschattung durch außerhalb des Modell-

gebietes gelegene Höhenzüge zu erfassen. Die Zeitschrittweite, mit welcher im Strahlungsmodul die Strahlungsbilanz der Grundflächen berechnet wird (und mit welcher auch auf Abschattung geprüft wird) ist Modellparameter.ini unter dem Eintrag "IntStep" als Wert in Stunden hinterlegt (*Default*: ca. 1 Stunde). Der in der gleichen Datei hinterlegte Eintrag "MaxHoehe" gibt an, in welcher Höhe das Abtasten des Rasters bei der Suche nach Abschattung abgebrochen werden kann und ist per *Default* auf 4800 m gesetzt.

Auf der Seite "[Landnutzung und Verdunstung](#)" wird der Modellansatz für die Verdunstungsberechnung ausgewählt. Dabei wird unterschieden nach Verdunstungsformel und dem Schema für die Parametrisierung von Eigenschaften der Landnutzung. Für die Berechnung der Verdunstung wird üblicher Weise der Ansatz nach [Penman-Monteith](#) gewählt; alternative Varianten mit verschiedenen zur Wahl stehenden Formeln für die potentielle Verdunstung und deren Modifikation über pflanzenspezifische Monatsfaktoren wurden in erster Linie zu Vergleichszwecken implementiert; allerdings wurde auch die Variante mit ETP nach Turc und Pflanzenfaktoren bereits in Wasserschutzgebieten angewendet, da solche Verfahren mit Monatsfaktoren im Bereich der Landwirtschaft etabliert und die benötigten Koeffizienten auch für eine Vielzahl von Kulturen verfügbar sind, für die keine validierte Parametrisierung der Penman-Monteith Gleichung vorliegt; unter den zur Auswahl stehenden Formeln für die in diesem Fall als Bezugsgröße benötigte potentielle Verdunstung gilt jene nach Turc als für Mitteleuropa am besten geeignet, wenn die Originalformel mit einem Faktor 1.1 versehen wird; dieser Faktor ist ebenfalls in Modellparameter.ini hinterlegt ("TurcVerdunst")

Für die Beschreibung [landnutzungsabhängiger Parameter](#) wie Blattflächenindex, Vegetationshöhe oder Albedo stehen zwei Schemata zur Auswahl. Die Wahl des Schemas hat unmittelbare Auswirkung auf die Durchführung der Verdunstungsberechnung nach Penman-Monteith. Im [Verdunstungsmodell TRAIN](#) sind an der ETH Zürich entwickelte und teilweise für Baden-Württemberg modifizierte Formeln zur Beschreibung des Jahresgangs von Blattflächenindex, Vegetationshöhe, Albedo und Interzeptionsspeicherkapazität für eine feste Gruppe von Nutzungsklassen im Quellcode hinterlegt. Da für die einzelnen Nutzungsklassen teilweise unterschiedliche funktionale Zusammenhänge verwendet werden, lassen sich die Parameter nur im Quellcode anpassen; nachträgliche Anpassungen gestalten sich vergleichsweise schwierig und erfordern eine intensive Auseinandersetzung mit den Algorithmen. Die mit dem Parametrisierungsschema aus TRAIN abgeleiteten Kenngrößen gehen unter anderem in eine Regressionsgleichung zur Berechnung des aktuellen Bestandeswiderstandes ein => d.h. die Regressionsgleichung aus TRAIN wurde unter Verwendung eben dieses Parametrisierungsschemas geeicht, Verdunstungsformel und Parametrisierung sind daher wechselseitig aneinander gebunden. Der jahreszeitliche Gang der Pflanzenentwicklung wird in TRAIN in Abhängigkeit von der Geländehöhe beschrieben; er verläuft in jedem Einzeljahr unabhängig von aktuellen der Witterung oder veränderten Klimabedingungen im Hinblick auf die berechneten Eintrittszeitpunkte phänologischer Entwicklungsstadien gleich (allerdings geht die Lufttemperatur in die Regressionsgleichung zur Berechnung des Bestandeswiderstandes ein, so dass in einem warmen Frühjahr indirekt doch wieder ein zusätzlich zur Verarbeitung der direkt in die Penman-Gleichung eingehenden meteorologischen Zustandsgrößen auf Eigenschaften des Pflanzenbestandes zurückgehender Effekt auftritt). In der aktuellen Modellversion sind Parametrisierung und Verdunstungsberechnung durch eine neue Standardvariante abgelöst. Das modelleigene Parametrisierungsschema "[Persephone](#)" arbeitet mit standardisierten funktionalen Zusammenhängen, deren Parameter in

eine ASCII Datei ausgelagert wurden (NutzungsParameter.ini). Dadurch wird einerseits die Modelleichung erleichtert, zugleich können durch den Benutzer lokale Anpassungen vorgenommen oder zusätzliche Nutzungsklassen ergänzt werden. Die Eintrittszeitpunkte phänologischer Entwicklungsstadien können "statisch" als mittlere Termine in Abhängigkeit von der Geländehöhe oder witterungsabhängig ("dynamisch") auf Basis erreichter Temperatursummen berechnet werden. Unter Verwendung des neuen Parametrisierungsschemas wird auch bei Verdunstungsberechnung nach Penman-Monteith zunächst die potentielle Verdunstung der jeweiligen Nutzungsform in ihrem saisonalen Entwicklungsstadium berechnet und die Reduktion bei limitierter Wasserverfügbarkeit erst in einem separaten zweiten Schritt zum Ansatz gebracht.

**"Interzeption und kapillarer Aufstieg"**: für die Gewichtung von Transpiration und Verdunstung aus dem Interzeptionsspeicher wird der Ansatz nach Wigmosta vorgeschlagen; die Formel aus dem Modell TRAIN eignet sich als Alternative für Modellkonfigurationen, in denen keine potentielle Verdunstung berechnet wird. Die optionale Abschätzung **kapillarer Aufstiegsraten** erfolgt auf Grundlage der in der Bodenkundlichen Kartieranleitung angegebenen Zusammenhänge zwischen kapillarem Aufstiegsweg [dm] und täglicher Nachlieferung [mm/d]. Wird diese Option ausgewählt müssen eine Reihe zusätzlicher physiographischer Eingangsdaten vereinbart werden. Dabei kann der **Flurabstand** entweder als zeitlich invariante Verteilung (mittlerer Flurabstand im Sommerhalbjahr als der Jahreszeit, zu welcher kapillarer Aufstieg stattfindet) vorgegeben oder aus Ganglinien des Grundwasserstandes interpoliert werden; die zuletzt genannte Option setzt allerdings ein über das gesamte Modellgebiet hinweg ausreichend dichtes Messnetz voraus, welches eine hinreichend zuverlässige Interpolation der Grundwasseroberfläche auf Basis von Distanzgewichten erlaubt (bislang einzige Anwendung im nördlichen Oberrheingraben). Neben der Variante für "kapillaren Aufstieg nach Bodenkundlicher Kartieranleitung" steht vorwiegend aus Gründen der Kompatibilität mit früheren Modellversionen und älteren Eingangsdatensätzen eine Variante "reduziert auf Bodendaten nach BÜK200" zur Auswahl; die in den Arbeiten von Dinkelacker (2000) und Armbruster (2001) entwickelte Methodik wird dabei nicht mehr exakt umgesetzt, vielmehr werden die Aufstiegsraten in Abhängigkeit vom Bodensubstrat inzwischen ebenfalls direkt aus den Tabellen der Kartieranleitung abgegriffen; als Eingangsdaten werden aber weiterhin die Informationen aus der baden-württembergischen BÜK2000 verwendet; es handelt sich um eine spezielle Anpassung für die Bodenkarte dieses Bundeslandes.

Auf der Seite **"Abflussbildung"** kann festgelegt werden, dass ein räumlich verteilter **Korrekturfaktor für den Niederschlag** verwendet werden soll; dieser kann etwa zum Einsatz kommen, um bekannte Defizite der räumlichen Interpolation, etwa in Folge nicht ausreichend repräsentativ gelegener Stationen oder bei der Regionalisierung nicht berücksichtigter Effekte (↳ Luv-Lee) auszugleichen. Die Option zur Korrektur des Gebietsniederschlags ist aus dem Niederschlag-Abflussmodell LARSIM entlehnt und wurde für Modellvergleiche zwischen LARSIM und GWN-BW eingeführt; sie ist vorwiegend für experimentelle Untersuchungen oder für eine Aneicherung an einzelne Einzugsgebiete gedacht, in denen die Wasserbilanz auf anderem Wege nicht korrekt beschrieben werden kann. Im Regelfall kommt sie bislang nicht zum Einsatz. Durch einen weiteren Schalter auf der Seite "Abflussbildung" kann die Berechnung von **Direktabfluss nach dem Curve Number Verfahren** ausgewählt werden. Das Verfahren (Variante nach BGR, 2002) wurde in einem separaten Dokument ausführlich beschrieben; es erfordert den aus Luftkapazität und hydraulischer Leitfähigkeit abgeleiteten "hydrologischen Bodentyp"

als zusätzliche Eingangsgröße und wurde zunächst für erste Untersuchungen in Bayern implementiert. Auch diese Option kommt bislang im Regelfall noch nicht zum Einsatz.

Zuletzt kann eine "[Begrenzung des Modellgebiets](#)" nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Sollen Berechnungen für ein kleineres Teilgebiet durchgeführt werden, müssen die physiographischen Eingangsdatensätze nicht aufgeteilt oder speziell angepasst werden, sondern die Bereiche, für welche die Simulation erfolgen soll, können wahlweise durch (a) eine rechteckige "*Bounding Box*", (b) ein einzelnes Polygon (Eingabedatei im ESRI *Generate* Format) oder (c) einen Rasterdatensatz (1 = in / 0 = out) vorgegeben werden. Dabei kann auch bei der Simulation auf Vektorgeometrien ein Rasterdatensatz als Maske verwendet werden, zudem kann dieser auch bei Simulation auf Rasterdaten eine von den übrigen Eingangsdaten abweichende räumliche Auflösung besitzen. Wird die Option "*Bounding Box*" ausgewählt, werden unmittelbar nach dieser Auswahl die Koordinaten abgefragt, bei Auswahl von "Polygon aus ASCII Datei" der Name der entsprechenden Datei; ein Masken-Grid wird ggf. auf dem Editor für die physiographischen Eingangsdaten vereinbart. *Default* ist die Simulation auf dem vollständigen Eingangsdatensatz ohne weitere Einschränkung. Die Simulation wird in diesem Fall für alle in einer Tabelle enthaltenen Vektorflächen durchgeführt oder bei Simulation auf Rasterdaten für alle Rasterzellen, für welche keine der drei topographischen Eingangsgrößen Geländehöhe, Hangneigung und Exposition mit einem Fehlwert (NoData) belegt ist (☞ üblicher Weise wird **nicht** das Geländemodell zur Begrenzung des Modellgebietes verwendet, damit es als Eingangsdatensatz für das Abschattungsmodul verwendet werden kann, welches auch eine Abschattung durch außerhalb des Modellgebietes gelegene Höhenzüge erkennen soll).

### Formate der Eingangsdatensätze

Alle Eingangsdaten, d.h. physiographische Eingangsdaten und Stammdaten der Klimastationen, **müssen** im [Gauß-Krüger-System](#) verortet sein. GWN-BW unterstützt bei der intern (Strahlungsmodul → Himmelsmechanik) nötigen Projektion zwischen rechtwinkligen und geographischen Koordinaten bislang nur das Gauß-Krüger-System. Dabei werden alle Meridianstreifen unterstützt. Die Routinen funktionieren auf allen Breitengraden zwischen Äquator und Nordpol ⇔ vor einer Anwendung auf der südlichen Hemisphäre sollten die Algorithmen vorsorglich überprüft werden.

Rasterdaten werden im [ASCII Grid Format](#) (Industriestandard, ESRI) vorgegeben

```
ncols      520
nrows      760
xllcorner  3335000
yllcorner  5250000
cellsize    250
NODATA_value -9999
270.7 270.7 279.9 279.9 285 285 278.6 278.6 272.8 [...]
270.7 270.7 279.9 279.9 285 285 278.6 278.6 272.8 [...]
263.9 263.9 274.6 274.6 281.6 281.6 280.3 280.3 [...]
: : : : : : : : : :
```

Physiographische "[Eingangsdaten aus Datenbanktabellen](#)" werden aus ASCII Text Dateien gelesen, welche aus einer Datenbank oder Excel-Tabelle exportiert oder aus der Attributtabelle eines *shape files* entstanden sein können. Sie enthalten



genau eine Kopfzeile mit den Spaltennamen, die Einträge werden durch Komma getrennt. Zusätzlich zu den als Eingangsdaten verwendeten Feldern müssen zwei Spalten mit den Namen "Row" und "Col" vorhanden sein, welche zudem eine aufsteigende Sortierung beschreiben müssen (z.B. Col = 0, Row = Zeilennummer).

Grund_ID	Xcoord	Ycoord	Area	Corine_ID	Code2000	Boden_ID	[..]
1,	3522646.55,	5514142.78,	155619.02,	137,	511,	18887	[..]
2,	3523408.30,	5512358.79,	157300.11,	137,	511,	18887	[..]
3,	3540350.47,	5514306.75,	429136.29,	173,	511,	18881	[..]
:	:	:	:	:	:	:	:

Außerdem muss zu den in Tabellen abgelegten physiographischen Eingangsdaten ein "*Dummy Grid Header*" angegeben werden, welcher aus den sechs Kopfzeilen einer ASCII Grid Datei besteht. Gelesen werden nur die Angaben zur Anzahl der Zeilen und Spalten, welche ausreichend dimensioniert sein müssen, um die in der Tabelle auftretenden Werte "Col" und "Row" abzudecken. Die Angaben zur räumlichen Verortung, Größe der Rasterzellen und Fehlwert bleiben ohne Bedeutung. Der "*Dummy Header*" wird nur verwendet, um die programminternen Schleifen über alle Grundflächen unabhängig von Struktur und Format der Eingangsdaten in gleicher Weise ablaufen lassen zu können.

**Meteorologische Eingangsdaten** werden in aller Regel aus **ASCII Dateien** gelesen, welche ihrerseits aus einer Datenbank exportiert wurden. Es wird zwischen den Stammdaten der Stationen und den Bewegungsdaten (Zeitreihen der Messwerte) unterschieden. Für jede Messgröße existiert eine eigene Tabelle, es kann aber zu mehreren Messgrößen die gleiche Tabelle mit Stammdaten verwendet werden. Die erste Zeile (Kopfzeile mit den Spaltennamen) wird nicht gelesen, ab Zeile 2 werden Datensätze mit genau vier (Eingabedateien für Bewegungsdaten) bzw. mindestens fünf (Stammdaten) durch Leerzeichen getrennten Feldern erwartet:

Stammdaten      Messnetz Stationsnummer Rechtswert Hochwert Höhe

Bewegungsdaten Messnetz Stationsnummer Datum Wert

- in den Stammdaten dürfen weitere Felder folgen (z.B. Stationsname)
- das Datum der Tageswerte wird 10-stellig angegeben: 31.05.1972
- die Bewegungsdaten **müssen** in geschlossenen Blöcken für die einzelnen Stationen angeordnet und innerhalb dieser Blöcke nach Datum aufsteigend sortiert sein; die geforderte Sortierung wird am Besten beim Export aus der Datenbank sichergestellt
- Stationsnummern müssen Ganzzahlen sein, das Kürzel für das Messnetz kann ein beliebiges sein aber keine Leerzeichen enthalten
- die Messwerte sind in Anlehnung an die vom Deutschen Wetterdienst gewählten Formate ebenfalls als Ganzzahlen (!) anzugeben, wobei für die meisten Klimaparameter eine Verschiebung um eine Dezimalstelle erfolgt

Niederschlag	[0.1 mm]	110 = 11.0 mm
Temperatur	[0.1 °C]	-14 = -1.4 °C
Luftfeuchtigkeit	[%]	73 = 73 % (Ausnahme)
Sonnenscheindauer	[0.1 h]	34 = 3.4 h
Globalstrahlung	[0.1 W/m²]	
Windstärke	[0.1 Bft]	
Windgeschwindigkeit	[0.1 m/s]	

Alternativ können die gleichen Tabellen auch direkt aus einer **Access-Datenbank** gelesen werden – der dafür implementierte Zugriff erwies sich allerdings als so langsam, dass von dieser Möglichkeit bislang **kein** Gebrauch gemacht wurde. Ob das Lesen aus Access-Datenbanken nach einer in Version 3.1 erfolgten Korrektur (Fehler im Quellcode) inzwischen mit akzeptabler Geschwindigkeit funktioniert, wurde noch nicht getestet.

Des weiteren werden zwei spezielle Formate für meteorologische Eingangsdaten unterstützt: bei der "**Matrix interpolierter Rasterdaten**" handelt es sich um ein von Armbruster (2001) für BONIE Niederschläge des Deutschen Wetterdienstes verwendetes Format, welches nur noch aus Gründen der Abwärtskompatibilität unterstützt wird und darüber hinaus nicht mehr verwendet werden sollte. Die Option "**eigene Ergebnistabelle einlesen**" stellt einen Sonderfall dar, bei welchem keine Regionalisierung mehr durchgeführt werden muss, sondern für jede Grundfläche oder Rasterzelle bereits lückenlose Zeitreihen vorliegen; GWN-BW erzeugt in diesem Fall keine Zeitreihe für die Grundfläche sondern liest das bereits vorhandene, im Format einer GWN-BW Ergebnistabelle abgelegte Ergebnis ein. Von den bereits vorhandenen Ergebnissen darf ein über den Simulationszeitraum des aktuellen Rechenlaufes hinausgehender Zeitraum abgedeckt werden. Die Reihenfolge der über ihre Koordinaten angesprochenen Grundflächen in der gelesenen Ergebnistabelle **muss** jener in den physiographischen Eingangsdaten entsprechen, wobei Ergebnisse übersprungen werden können (d.h. aus der Tabelle mit den physiographischen Eingangsdaten dürfen Grundflächen gelöscht oder maskiert worden sein ⇔ die Sortierung der verbleibenden Flächen darf aber nicht geändert werden).

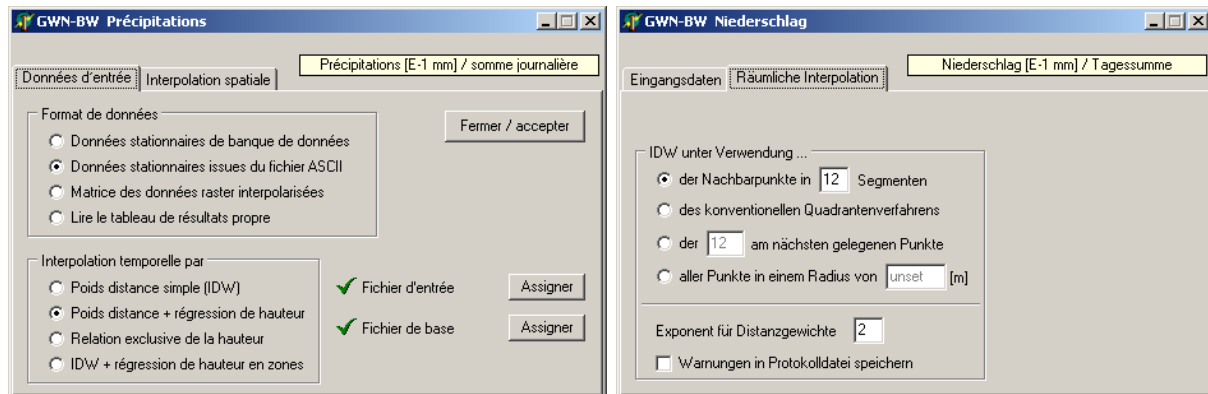
### Meteorologische Eingangsdaten

Auf diesem Editor werden neben dem Format der Eingangsdaten und den Eingabedateien das räumliche Interpolationsverfahren sowie die bei der Regionalisierung anzuwendenden Kriterien zur Auswahl von Nachbarpunkten festgelegt. Die **räumliche Interpolation** kann mittels Distanzgewichten oder durch eine Kombination aus Distanzgewichten und Analyse der Höhenabhängigkeit erfolgen: bei starkem Zusammenhang zwischen Merkmalsausprägung und Geländehöhe wird der Wert für den Zielpunkt aus seiner Höhenlage geschätzt, bei abnehmender Korrelation wird die Schätzung über die Distanz zu den Messorten zunehmend gewichtet und bei fehlendem Zusammenhang ( $r^2 < 0.3$ ) vollständig auf Distanzgewichte übergegangen. Eine dritte Variante mit "ausschließlich Höhenabhängigkeit" sorgt dafür, dass der Wert am Zielpunkt auch bei schwacher Korrelation zwischen Merkmalsausprägung und Höhenlage stets allein aus der Geländehöhe geschätzt wird; sie eignet sich in erster Linie für Fälle, in denen eine Höhenabhängigkeit als aus physikalischen Gründen gegeben erachtet wird, die Messwerte an den einzelnen Stationen aber durch anderweitige Einflussfaktoren eine starke Streuung um den nach Höhenlage zu erwartenden Wert aufweisen. *Default* Einstellungen sind:

Niederschlag	IDW ⇔ Höhenabhängigkeit   Gewichtung nach $r^2$
Temperatur	IDW ⇔ Höhenabhängigkeit   Gewichtung nach $r^2$
Luftfeuchtigkeit	IDW
Sonnenscheindauer	IDW
Globalstrahlung	IDW
Windstärke	Höhenabhängigkeit (auch bei schwacher Korrelation)
Windgeschwindigkeit	Höhenabhängigkeit (auch bei schwacher Korrelation)



=> die Berücksichtigung der Höhenabhängigkeit wird dabei nur für Kenngrößen empfohlen, für welche ein Zusammenhang mit der Geländehöhe belegt ist. Die Korrelation mit der Geländehöhe wird dabei für jeden Tag des Simulationszeitraumes und separat für jeden Zielpunkt aus den für den Zielpunkt an diesem Tag bei der räumlichen Interpolation verwendeten Nachbarstationen bestimmt.



Als vierte Variante wird ein Verfahren mit "IDW + Höhenabhängigkeit in Zonen" angeboten. Dabei wird die Analyse der Höhenabhängigkeit vorab für alle Klimastationen innerhalb vom Benutzer auszuweisender Zonen durchgeführt, wobei die Anzahl der innerhalb einer solchen Zone gelegenen Stationen in aller Regel deutlich größer sein sollte, als die Anzahl der bei der Interpolation verwendeten Nachbarpunkte. Durch diese größere Anzahl von Stationen wird der gefundene Zusammenhang zwischen Merkmalsausprägung und Geländehöhe weniger stark von lokalen Effekten an einzelnen Stationen beeinflusst. Der bei der späteren Regionalisierung für einen Zielpunkt ermittelte Wert wird nur an den Messwerten einer begrenzten Zahl unmittelbar benachbarter Stationen aufgehängt ⇔ der in der Region zu erwartende Höhengradient basiert jedoch auf einer größeren Zahl von in die vorab durchgeführte Analyse einbezogenen Stationen. Das Verfahren wurde zuletzt nicht mehr verwendet, könnte im Zusammenhang mit der aktuell geführten Diskussion zur Ermittlung der wahren Gebietsniederschläge aber eine Renaissance erleben.

Unter den Kriterien für die **Auswahl von Nachbarpunkten** wird das Absuchen von Kreissegmenten um den jeweiligen Zielpunkt favorisiert. Dabei wird in einer vom Benutzer anzugebenden Anzahl gleich breiter Segmente (8 Segmente = 45°) die jeweils nächstgelegene Station mit einem am betreffenden Einzeltag verfügbaren Messwert gesucht. Die Anzahl der Segmente sollte acht nicht unterschreiten, um räumliche Unstetigkeiten (Bruchkanten entlang der Mittelsenkrechten zwischen Stationen mit stark abweichendem Mittelwert) zu vermeiden. Als *Default* werden zwölf Segmente vorgeschlagen. Das Verfahren ist jedoch sehr rechenaufwändig und die Rechendauer nimmt mit steigender Zahl von Segmenten zu. Auch das Quadrantenverfahren stellt einen Sonderfall der Suche in Segmenten dar, wobei die vier Segmente an den Hauptachsen der Himmelsrichtungen ausgerichtet sind und die Berechnungen ein wenig vereinfacht werden. Nicht empfohlen wird die Auswahl einer festen Anzahl am nächsten gelegener Nachbarstationen oder aller Stationen innerhalb einem festen Suchradius: diese Verfahren sind in erster Linie zu Vergleichszwecken und für experimentelle Anwendungen implementiert; sie sind jedoch vergleichsweise anfällig, wenn die verfügbaren Klimastationen nicht deutlich genug über die Grenze des Modellgebietes hinausreichen, weil dann mit zunehmender Nähe zur Gebietsgrenze weiter entfernt aber innerhalb des Modellgebietes gelegene Stationen (anstelle der eigentlich zu verwendende aber nicht

vorhandenen Stationen jenseits der Grenze) wieder stärker gewichtet werden als die am nächsten gelegenen Stationen. Auch das Speichern von Warnungen in der Protokolldatei ist nur bei Auswahl einer festen Anzahl von Nachbarpunkten oder aller Nachbarpunkte innerhalb einem vorgegeben Suchradius relevant.

### Physiographische Eingangsdaten

Die Erstellung einer Problemdefinition sollte auf der **letzten** Seite beginnen, auf welcher die Struktur und das Dateiformat der physiographischen Eingangsdaten festgelegt werden. Die zu simulierenden Grundflächen können **Rasterdaten** oder beliebige **Vektorgeometrien** sein. Im Fall von Rasterdaten gehen die Koordinaten aus der Lage im Rasterdatensatz hervor ⇔ für Vektorgeometrien ("Grundflächen-Modus") müssen die Koordinaten<sup>2</sup> in deren Attributtabelle abgelegt sein. Sind die physiographischen Eingangsdaten in **Datenbanktabellen**, z.B. der Attributtabelle eines Vektordatensatzes abgelegt, so muss zunächst die Eingabedatei vereinbart werden, damit das Programm die Namen der in dieser Tabelle enthaltenen Felder einlesen kann. Anschließend wird für jede Informationsebene (z.B. Geländehöhe, Landnutzung, Bodeneigenschaften) der Name einer Spalte der Datenbanktabelle angegeben ⇔ liegen die Eingangsdaten als **ASCII Grid Dateien** vor, wird für jede Informationsebene eine ASCII Grid Datei vereinbart. Struktur und Format der Eingangsdaten sind voneinander unabhängig, d.h. auch Rasterdaten dürfen in Tabellen abgelegt sein und umgekehrt könnten sogar Informationen beliebiger Geometrien auf ein Raster projiziert und aus ASCII Grid Dateien gelesen werden (*von der zuletzt genannten Option wird aber vermutlich kein Gebrauch gemacht werden*). Diese Unabhängigkeit von Struktur der Bezugsgeometrien und Format der Eingabedateien hat zur Folge, dass zwecks Vereinheitlichung der Programmsteuerung auch zu in Tabellen abgelegten physiographischen Eingangsdaten ein "Dummy Grid Header" angegeben werden muss, der aus den sechs Kopfzeilen einer ASCII Grid Datei besteht, von denen jedoch nur die Zahl der Spalten und Zeilen von Bedeutung ist (vgl. Abschnitt "Formate der Eingangsdatensätze").

Für die **Landnutzung** stehen zwei Modi zur Auswahl, welche ihrerseits unabhängig von der Struktur der Eingangsdaten sind: dabei kann jede Grundfläche (Rasterzelle oder Vektorgeometrie) entweder eine einheitliche Nutzung oder die Anteile von  $N$  Landnutzungen aus dem Nutzungskatalog besitzen. Im zuletzt genannten (i.d.R. für nicht allzu hoch aufgelöste Rasterdaten verwendeten) Fall wird unter jeder Grundfläche eine separate Simulation für jede im Bereich der Grundfläche vertretene Nutzungsform durchgeführt; die Ergebnisdateien enthalten die nach Flächenanteil gewichteten Mittelwerte der Bilanzgrößen aller Nutzungsanteile<sup>3</sup>. Nach Abschluss der Vereinbarung der Informationen zur Landnutzung wird nach einem Datum für die Nutzungsverteilung gefragt. Bei zeitlich konstanter Nutzung kann an dieser Stelle ein beliebiges Datum eingegeben werden (z.B. das Jahr der Nutzungskartierung). Grundsätzlich ist GWN-BW auch in der Lage, eine zeitlich variable Landnutzung zu verarbeiten, eine solche kann jedoch nicht über die Benutzeroberfläche vereinbart werden sondern nur durch manuellen Nachtrag in der als Initialisierungsdatei gespeicherten Problemdefinition. Falls von dieser nur zu Versuchszwecken implementierten und mit am Tag des Nutzungswechsels auftretenden Bilanzfehlern (☞ in Ergebnisdateien protokollierbar) verbundenen Option gebrauch gemacht werden soll, können von HydroS Consult auf Anfrage weitere Informationen bereitgestellt werden.

---

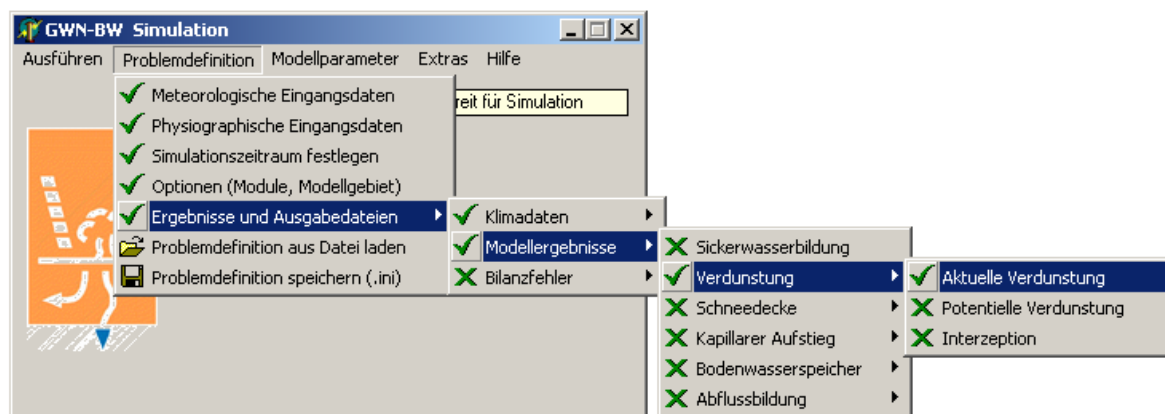
<sup>2</sup> üblicher Weise die Koordinaten des Schwerpunktes der Vektorgeometrien

<sup>3</sup> z.B. 50% Wald mit 700 mm Verdunstung und 50% Acker mit 550 mm → 625 mm

Ob und welche Datenquellen (ASCII Grid Dateien und/oder Felder der Datenbanktabelle) auf den Seiten "Optional" und "Abflussbildung" vereinbart werden müssen, hängt von den unter "Optionen" gewählten Einstellungen ab. Wird das Abschattungsmodul verwendet, so ist stets ein Rasterdatensatz zu vereinbaren, auch wenn auf Vektorflächen gerechnet wird. Wird auf Rasterdaten gerechnet, kann das für das Abschattungsmodul verwendete Raster nach Ausdehnung und Auflösung von den übrigen Eingangsdaten abweichen.

### Ergebnisse und Ausgabedateien

Die recht umfangreiche Liste der als Ergebnis verfügbaren Modellgrößen umfasst neben den regionalisierten meteorologischen Antriebsdaten und den aus diesen abgeleiteten Parametern (z.B. Strahlungsbilanz) die Simulationsergebnisse zum Aufbau der Schneedecke, zur Verdunstung, zum Bodenwasserhaushalt und zur Sickerwasserbildung. Dabei können stets Ausgabedateien für alle verfügbaren Modellgrößen vereinbart werden, auch wenn einzelne dieser Ergebnisse in einer bestimmten Modellkonfiguration möglicher Weise nicht berechnet werden. Wird z.B. kein kapillarer Aufstieg abgeschätzt, so ist das Ergebnis trotzdem verfügbar, die erzeugte Ergebnisdatei enthält jedoch lauter Nullen.



Der Editor zur Vereinbarung von Modellergebnissen ist in drei Teile untergliedert: im oberen Bereich kann für die jeweils bearbeitete Modellgröße eine Ausgabe in vordefinierten Zeitschrittweiten vereinbart werden, im mittleren Bereich eine solche in einer vom Benutzer anzugebenden feste Zeitschrittweite von N Tagen. Bei Verwendung der vordefinierten Zeitschritte erfolgt die Ausgabe stets für alle vollständig abgedeckten Zeitschritte ab dem unter "Simulationszeitraum" festgelegten Beginn der Ergebnisausgabe bis zum Ende des Simulationszeitraums; die Möglichkeit, einen vom Beginn der Simulation verschiedenen Beginn für die Ergebnisausgabe festzulegen, ermöglicht die von ungenau bekannten Startwerten ausgehende Initialisierung der Speicher (z.B. Beginn der Simulation im Januar 1980, Beginn der Ausgabe im Januar 1981).

Die Modellergebnisse können in zwei Formaten ausgegeben werden: zur Auswahl stehen eine Tabellenform oder ASCII Grids, wobei die Variante ASCII Grid nur bei Simulation auf Rasterdaten sinnvoll ist. Die Tabellenform lässt sich unabhängig von der Struktur der zu simulierenden Raumeinheiten (i.e. auch bei Simulation auf Rasterdaten) besser automatisiert verarbeiten, während bei der Ausgabe als ASCII Grid für jeden Zeitschritt eine separate Datei erzeugt wird, was bei kurzer

Zeitschrittweite oder langem Simulationszeitraum unter Umständen zu einer sehr großen Anzahl von Dateien führen kann.

Ergebnisse im **ASCII Grid Format** (ESRI) entsprechen ihrem Format nach den als ASCII Grid formatierten physiographischen Eingangsdaten. Die räumliche Ausdehnung der Ergebnisdateien wird vom Programm jedoch automatisch auf das durch Ergebnisse abgedeckten Modellgebiet begrenzt, weshalb die von GWN-BW erzeugten Ergebnisdateien möglicher Weise eine geringere Anzahl von Spalten und Zeilen aufweisen, als die verwendeten Eingangsdatensätze (↵ am Rand des Modellrasters gelegene Spalten und Zeilen, welche mangels Eingangsdaten oder in Folge einer Begrenzung des Modellgebietes ausschließlich NoData Werte aufweisen werden abgeschnitten). Falls die Simulation auf Grundflächen aus Datenbanktabellen erfolgt und als Ergebnisformat ASCII Grid gewählt wird, werden die Simulationsergebnisse an jene Stelle im Ergebnisraster geschrieben, welche ihrer Zeilen- und Spaltennummer (Felder Col/Row) im Eingangsdatensatz entsprechen und die Kopfzeilen aus dem verwendeten "Dummy Header" übertragen – dabei wird der durch das ASCII Grid (vermeintlich) beschriebene Raumbezug nur dann Gültigkeit besitzen, wenn in den Datenbanktabellen tatsächlich Rasterdaten abgelegt wurden ⇔ für Vektorgeometrien ("Grundflächenmodus") ist die Ausgabe im ASCII Grid Format demgegenüber wenig sinnvoll, insofern der Raumbezug in diesem Fall einzig aus den in der Datenbanktabelle hinterlegten Koordinaten der Grundflächen hervorgeht und die Position im ASCII Grid mit keinerlei Bedeutung in der Realwelt verknüpft ist.

```
ncols      520
nrows      760
xllcorner  3335000
yllcorner  5250000
cellsize    250
NODATA_value -9999
270.7 270.7 279.9 279.9 285 285 278.6 278.6 272.8 [...]
270.7 270.7 279.9 279.9 285 285 278.6 278.6 272.8 [...]
263.9 263.9 274.6 274.6 281.6 281.6 280.3 280.3 [...]
```

Ergebnisse in **Tabellenform** werden als ASCII Dateien mit dem Komma als Trennzeichen ausgegeben. In den beiden vorderen Spalten stehen die Koordinaten der simulierten Raumeinheiten (Grundflächen oder Rasterzellen), in den weiteren Spalten die Ergebnisse für die in der Kopfzeile angegebenen Zeitschritte. Zu beachten ist, dass die Kopfzeile ein Feld weniger enthält als die folgenden Zeilen, da die beiden Spalten für die Koordinaten nur mit einer Angabe überschrieben sind, welche die Art der Zeitschritte als "TimeStep" (kontinuierliche Zeitschritte) oder "MeanValue" (langjährige Mittelwerte für eine Periode innerhalb des Jahresverlaufs, z.B. langjährige Monatsmittelwerte) charakterisiert. In Spalte **drei** der Matrix aus Grundflächen (Zeilen) und Zeitschritten (Spalten) stehen daher die Ergebnisse für den in der **zweiten** Spalte der Kopfzeile angegebene Zeitschritt.

```
TimeStep, 01.01.2001-31.01.2001, 01.02.2001-28.02.2001, [...]
3522646.55, 5514142.78, 44.3, 18.2, [...]
3523408.30, 5512358.79, 57.8, 23.1, [...]
3540350.47, 5514306.75, 17.5, 10.4, [...]
: : : : : : : : : :
```

Außer dem Format der Ergebnisdateien (Tabelle oder ASCII Grid) lässt sich für alle Modellgrößen (und dabei für jede Kombination aus Modellgröße, zeitlicher Auflösung und Dateiformat separat) die **Zahl der auszugebenden Dezimalstellen** konfigurieren; sie wird gemeinsam mit der zur verwendenden Einheit abgefragt, sobald eine Ausgabeoption markiert wird. In vielen Fällen kann zudem festgelegt werden, ob die Ausgabe als **Summe über den Zeitschritt oder Flussrate** (mittlerer Tageswert über den Zeitschritt) erfolgen soll. Meist wird die Ausgabe als Summe über den Zeitschritt gewählt werden (z.B. mm/a); für Grundwassermodelle wird die obere Randbedingung jedoch häufig als Flussrate [mm/d] benötigt.

The left window, 'GWN-BW Modellergebnisse', displays a list of model results for 'Sickerwasserbildung [mm]'. Each result has two checkboxes: 'Tabelle' (checked) and 'ASCII Grid' (unchecked). The results are: Mittelwert aller Kalenderjahre, Einzelwerte der Kalenderjahre, Mittelwerte der Kalendermonate, Einzelwerte der Kalendermonate, Mittelwerte der hydrologischen Halbjahre, Einzelwerte der hydrologischen Halbjahre, and Mittlerer Jahresverlauf (Regime-Ganglinie). Below the list, there is a section for 'Feste Zeitschrittweite von 1 Tagen' and 'Beginn am 01 Januar 1971'. At the bottom, there are two sections for 'Verzeichnis für Ausgabedateien (alle Parameter)' and 'Kennung für den Simulationslauf (alle Parameter)', each with an 'Ändern' button and a question mark icon. A 'Schließen / Setzen' button is at the bottom right.

The right window, 'GWN-BW [Einheit]', shows the 'Einheit für die gewählte Ausgabe-Option'. It has two radio buttons: 'Mittlerer Tageswert [mm/d]' (unchecked) and 'Summe über den Zeitschritt [mm]' (checked). Below this is a text box for 'Anzahl der Dezimalstellen [0..9]' with the value '1' entered. A 'Schließen / Setzen' button is at the bottom right.

Die von GWN-BW automatisch generierten **Dateinamen** enthalten alle benötigten Informationen zur Beschreibung des Inhaltes der Dateien:

- Kennung für den Simulationslauf
- Modellgröße
- Einheit
- zeitliche Aggregation
- abgedeckter Zeitraum

#### ↳ Kennung für den Simulationslauf

wird vom Benutzer vorgegeben (z.B. "Simulation01")

#### ↳ Parameter und Einheit

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über als Ergebnis verfügbaren Modellgrößen und die in den Dateinamen verwendeten Kennungen. Da für viele der Modellgrößen eine Ausgabe als Summe über den Zeitschritt oder als mittlerer Tageswert innerhalb des Zeitschritts möglich ist, sind auch die für die jeweiligen Modellgrößen verwendeten Einheiten angegeben.

Kürzel	Dateiname	Tageswert	Summenwert	Modellgröße
Temp	Temperatur	°C	---	Lufttemperatur
Prec	Niederschlag	mm/d	mm	Niederschlag
Rhum	Luftfeuchtig	%	---	relative Luftfeuchtigkeit
Suns	Sonnenschein	h/d	h	Sonnenscheindauer
WindBft	Windstaerke	Bft	---	Windstärke
Wind10m	Windgeschwin	m/s	---	Windgeschwindigkeit (in 10m Höhe)
RadG	GlobalStrahl	W/m <sup>2</sup>	---	Globalstrahlung
RadN	NettoStrahl	W/m <sup>2</sup>	---	Strahlungsbilanz
Sick	Sickerwasser	mm/d	mm	Sickerwassermenge
Eta	Akt-Verdunst	mm/d	mm	aktuelle Verdunstung
Etp	Pot-Verdunst	mm/d	mm	potentielle Verdunstung
Intc	Interzeption	mm/d	mm	Interzeption
SnowAeq	Schneedecke	mm	---	Wasseräquivalent der Schneedecke
SnowLiq	Schneewasser	[0..1]	---	Anteil von flüssigem Wasser
Kapauf	KapAufstieg	mm/d	mm	kapillarer Aufstieg
Gws	Grundwasser	m.ü.NN	---	Grundwasserstand
Flurab	Flurabstand	m	---	Flurabstand
BowaRel	Bodenfeuchte	[0..1]	---	Sättigung des Bodenwasserspeichers 0.0 = Welkepunkt, 1.0 = Feldkapazität Werte größer 1.0 möglich
BowaAbs	SpeicherBowa	mm	---	gesamter Bodenwassergehalt über dem Welkepunkt
BowaELS	BodenModELSi	mm	---	freies Bodenwasser oberhalb FK (Teil von Bowa)
BowaAnt	BodenAnteile	[0..1]	---	relativer Flächenanteil der Grundfläche, für den das Bodenmodul aufgerufen wird (= > ex. versiegelte Anteile und Gewässer)
BowaNfk	NutzbFeldkap	mm	---	die mittlere nFK(we) in den Anteilen mit Boden
TrIndex	TrockenIndex	[0..1]	d	Anzahl von Tagen mit Sättigung des Bodenwasserspeichers <30% nFK (als Indikator für Trockenstress)
FeIndex	FeuchteIndex	[0..1]	d	Anzahl von Tagen mit Bodenwassergehalt bei oder über Feldkapazität
Qd1	OberflAbflus	mm/d	mm	(1) Direktabfluss von versiegelten Flächenanteilen (2) Nettobilanz "Niederschlag-Verdunstung" für Gewässer, sofern diese nicht als Baggersee klassifiziert wurden (3) Direktabfluss nach dem Curve Number Verfahren
ErrSnow	FehlerSchnee	mm/d	mm	Bei Änderung der Landnutzung auftretender Fehler: Wasseräquivalent der Schneedecke
ErrIntc	FehlerInterz	mm/d	mm	Bei Änderung der Landnutzung auftretender Fehler: Wassergehalt im Interzeptionsspeicher
ErrBowa	FehlerBomodNfk	mm/d	mm	Bei Änderung der Landnutzung auftretender Fehler: Bodenwassergehalt bis FK



ErrELSi	FehlerBomodELS	mm/d	mm	Bei Änderung der Landnutzung auftretender Fehler: Bodenwassergehalt oberhalb von FK
ErrAlle	FehlerGesamt	mm/d	mm	Bei Änderung der Landnutzung auftretender Fehler: Gesamtfehler (ErrSnow → ErrELSi)

Kürzel: in den Initialisierungsdateien für die Problemdefinition verwendete Kennung

Dateiname: in den Dateinamen der Ergebnisdateien verwendete Kennung

Tages-/Summenwert:

--- Ausgabe als Summenwert über den Zeitschritt nicht möglich

0..1 relativer Wert

Der Anteil an freiem Bodenwasser (als ein Teil des gesamten Bodenwassergehalts), der relative Flächenanteil der Grundflächen für welcher das Bodenmodul aufgerufen wird und die über alle Nutzungsanteile gewichtete nutzbare Feldkapazität in diesen Bereichen mit Simulation des Bodenwasserhaushaltes können derzeit nicht über die Benutzeroberfläche sondern nur durch manuellen Nachtrag in der als Initialisierungsdatei gespeicherten Problemdefinition als auszugebendes Ergebnis vereinbart werden

Die Bilanzfehler sind zwar über die Benutzeroberfläche verfügbar, können jedoch nur bei Verwendung der bislang lediglich zu Testzwecken implementierten Option für eine zeitlich variable Landnutzung auftreten; im normalen Betrieb mit zeitlich konstanter Landnutzung entstehen keine Bilanzfehler.

### 🔗 zeitliche Aggregation

Die in den Dateinamen verwendeten Kennungen entsprechen zugleich jenen in der als Initialisierungsdatei gespeicherten Problemdefinition.

Kürzel/Dateiname	Zeitschrittweite
JahrMittel	Mittelwert aller Kalenderjahre => genau 1 Zeitschritt
JahrEinzel	Einzelwerte der Kalenderjahre
MonatMittel	Mittelwerte der Kalendermonate => 12 Zeitschritte [mm = 1..12]
MonatEinzel	Einzelwerte der Kalendermonate
HalbjahrMittel	Mittelwerte der hydrologischen Halbjahre => genau zwei Zeitschritte [Sommer/Winter]
HalbjahrEinzel	Einzelwerte der hydrologischen Halbjahre
Jahresverlauf	Mittlerer Jahresverlauf (Regime-Ganglinie) => genau 365 Zeitschritte [dd = 1..365]
ConstStep	feste Zeitschrittweite von N Tagen z.B. ConstStep_1d = Tageswerte z.B. ConstStep_7d = Wochenwerte

\* hydrologische Halbjahre reichen von November bis April und von Mai bis Oktober

Im Fall von "Einzelwerten" erfolgt die Ergebnisausgabe für alle vollständig abgedeckten Zeitschritte zwischen dem global (=> Simulationszeitraum) festgelegten Beginn der Ergebnisausgabe und dem Ende des Simulationszeitraums. Im Fall von langjährigen Mittelwerten wird der ausgewertete Zeitraum vom Programm zusätzlich so eingeschränkt, dass für jeden Zeitschritt über die gleiche Anzahl zu Grunde liegender Einzelwerte gemittelt wird, d.h. bei Simulation vom 01.01.1971 bis 28.02.2001 werden die Monatsmittel für die zwölf Kalendermonate nur aus den Ergebnissen für den Teilzeitraum 01.03.1971 - 28.02.2000 berechnet, damit



in jeden der zwölf langjährigen Monatsmittelwerte gleich viele (hier: 30) Einzelwerte eingehen ⇔ die Simulationsergebnisse für die ersten beiden Monate des Simulationszeitraums werden nicht mit einbezogen (verworfen werden immer die überzähligen Zeitschritte am Beginn des Simulationszeitraums). Der tatsächlich in die Auswertung einbezogene Zeitraum wird jeweils nach der Kennung für die zeitliche Aggregation in die Dateinamen eingefügt.

#### ↳ abgedeckter Zeitraum

Die Angabe zu dem durch die Modellergebnisse abgedeckten Zeitraum kann je nach gewählter Zeitschrittweite aus der Angaben von Jahren, Monat/ Jahr oder Tag/ Monat/ Jahr bestehen.

Sim01\_Niederschlag\_Summenwert\_JahrMittel\_1951-2010.dat  
= langjähriger Mittelwert der Jahre 1951-2010 [mm/a]

Sim01\_Niederschlag\_Summenwert\_JahrEinzel\_1951-2010.dat  
= die 60 Einzelwerte der Jahre 1951-2010 [mm/a]

Sim01\_Sickerwasser\_Summenwert\_MonatMittel\_011951-122010.dat  
= die 12 langjährigen Monatsmittelwerte (Jan .. Dez)

Sim01\_Akt-Verdunst\_Summenwert\_HalbjahrMittel\_Wi1972-So2000.dat  
= die langjährigen Mittelwerte für das hydrologische Sommer und Winterhalbjahr, beginnend mit dem Winterhalbjahr 1971/72 (=> Winterhalbjahre werden mit der Jahreszahl des Jahres angegeben, in welchem sie enden)

ConstStep\_1d\_01012004  
= Tageswerte beginnend am 01.01.2004  
(das Ende des abgedeckten Zeitraums geht bei fester Zeitschrittweite nicht aus dem Dateinamen sondern erst aus den in der Kopfzeile angegebenen Zeitschritten hervor)

Im unteren Teil des Editors zur Vereinbarung von Ergebnisdateien werden zwei Einstellungen vorgenommen, welche für alle zu erzeugenden Ergebnisse gelten:

- das **Ausgabeverzeichnis** für die Ergebnisdateien
- ein Präfix, welches den automatisch generierten Dateinamen vorangestellt wird und zur **Identifikation des Simulationslaufes** dient (z.B. "Testlauf-01" oder "Klimaszenarien-2071")

Über die Benutzeroberfläche kann für eine Kombination aus Bilanzgröße, Format und Zeitschrittweite (z.B. Jahreseinzelwerte der Sickerwasserbildung als Tabelle) immer nur eine der beiden Einheiten "Summenwert" oder "Tageswert/ Flussrate" als Ergebnis vereinbart werden, außerdem nur eine feste Zeitschrittweite. Ist die gleichzeitige Ausgabe von weiteren Kombinationen gewünscht, welche sich über die Benutzeroberfläche gegenseitig ausschließen, können entsprechende Einträge aber manuell in der als (.ini) Datei gespeicherten Problemdefinition nachgetragen werden. Etwa für die Ausgabe von Tageswerten und eine gleichzeitige Ausgabe in einer Zeitschrittweite von 10 Tagen; oder zur gleichzeitigen Ausgabe der Monateinzelwerte der Sickerwasserbildung als Monatssumme [mm] und als Flussrate [mm/d].

**Achtung:** wenn in der als Initialisierungsdatei gespeicherten Problemdefinition zusätzliche Ergebnisse nachgetragen werden, muss auch die Angabe NumEntries=## am Beginn des Abschnitts [AusgabeDateien] auf die neue Anzahl gesetzt werden !

### Modellparameter und Nutzungskatalog aus Datei laden

Diese beiden Optionen werden in der Regel nicht verwendet. Das Programm liest beim Start die Dateien ModellParameter.ini und Nutzungskatalog.ini aus seinem Programmverzeichnis ein. Über den Menüeintrag könnten abweichende Modellparameter oder Nutzungskataloge auch aus anderen Verzeichnissen und mit abweichenden Dateinamen (z.B. Nutzungskatalog\_lokal.ini) geladen werden. In der Praxis können die benötigten Dateien jedoch auch unter den vorgenannten *Default*-Namen in ein (ggf. spezifisch benanntes) Programmverzeichnis gelegt oder spezifisch angepasste Dateien unter eindeutigen Namen vorgehalten und vor dem Start des jeweiligen Simulationslaufes als Kopie unter dem von GWN-BW erwarteten *Default*-Namen gespeichert werden.

☞ ein Verzicht auf das nachträgliche Laden abweichender Nutzungskataloge und Modellparameter über die Menüleiste ist auch deshalb angeraten, weil für die bei Verwendung des neuen Schemas zur Verdunstungsberechnung ("Persephone") wichtige Datei NutzungsParameter.ini bislang keine solche Option in der Menüleiste angeboten wird !

## **Durchführen von Rechenläufen**

### Lesen/Speichern von Problemdefinitionen

Wenn die über die Benutzeroberfläche erstellte Problemdefinition vollständig ist oder eine früher erstellte Problemdefinition aus einer Initialisierungsdatei geladen wurde, so wird in der gelb unterlegten Statusanzeige auf dem Hauptfenster der Text "Bereit zur Simulation" angezeigt und unter dem Menüpunkt "Ausführen" ist der Eintrag "Start" verfügbar. Da unter dem Menüeintrag "Problemdefinition → Problemdefinition speichern" nur vollständige Problemdefinitionen als ASCII Datei (.ini) gespeichert werden können, sollte innerhalb der gleichen Modellversion in der Regel auch das erneute Einlesen (Problemdefinition → Problemdefinition aus Datei laden) zu einer vollständigen Problemdefinition führen und die Simulation unmittelbar gestartet werden können. Alternativ kann eine vormals gespeicherte und über die Menüleiste geladene Problemdefinition vor dem Start der Simulation über die Editoren der Benutzeroberfläche ergänzt und verändert werden. Wurden in der Initialisierungsdatei manuelle Anpassungen vorgenommen oder wurde die Initialisierungsdatei unter einer früheren Modellversion erstellt, so kann es vorkommen, dass einzelne vom Programm benötigte Einträge fehlen oder ungültige Werte aufweisen. In diesem Fall gibt GWN-BW beim Lesen der Problemdefinition aussagekräftige Warnmeldungen aus, aus denen der betroffene Abschnitt und Eintrag der Problemdefinition hervorgeht; soweit möglich wird für die betroffene Einstellung zudem die Verwendung eines *Default*-Wertes vorgeschlagen.

In speziellen Fällen kann es zweckmäßig sein, eine als ASCII Datei gespeicherte Problemdefinition manuell anzupassen. Beispiele sind die Verwendung von noch nicht hinreichend getesteten oder mit Bedacht nicht über die Benutzeroberfläche angebotenen Optionen, etwa zur Reduzierung der Rechenzeit bei Verwendung lückenloser meteorologischer Eingangsdaten (synthetische Klimaszenarien) oder zur Steuerung des Programmverhaltens im Batch-Modus. Auf die entsprechenden Möglichkeiten wird im Rahmen der Unterstützung der Anwender im Einzelfall hingewiesen. Ein recht häufiger Fall für in der Initialisierungsdatei vorgenommene Anpassungen wird demgegenüber das Ersetzen von Pfadangaben nach erfolgreicher

Übertragung der Programm-, Eingabe- oder Ausgabedateien auf andere Rechner sein.

Die folgenden Optionen sind nur durch manuelles Editieren der als ASCII Datei gespeicherten Problemdefinition verfügbar:

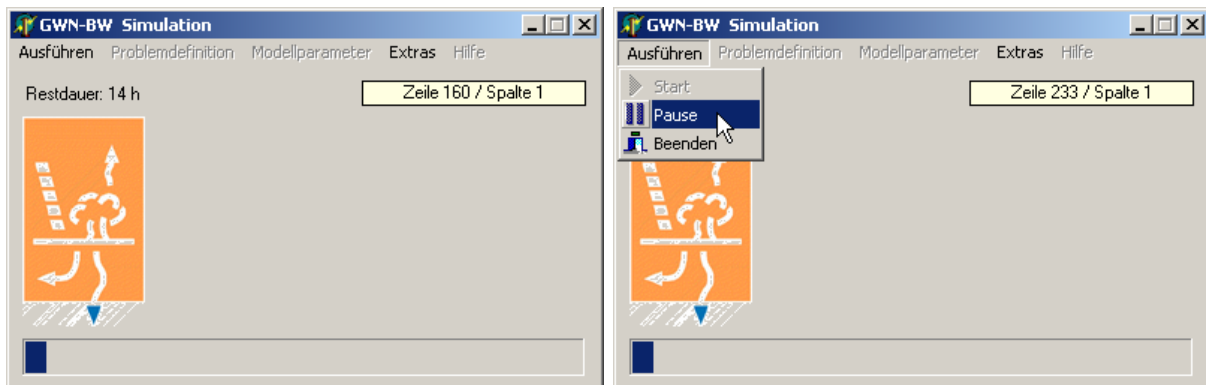
- automatischer Start der Simulation und automatisches Schließen des Programms bei Betrieb im Batch-Modus  
[Options] AutoStart=1 AutoClose=1
- Verringerung der Rechenzeit bei Verwendung lückenloser und an jedem Beobachtungspunkt den gesamten Simulationszeitraum abdeckenden Zeitreihen der meteorologischen Eingangsdaten (☞ synthetische Klimaszenarien); die Auswahl der Nachbarstationen muss in diesem Fall **nicht** für jeden Tag des Simulationszeitraums einzeln sondern nur einmal am ersten Tag des Simulationszeitraums getroffen werden. ACHTUNG: diese Option kann nur für alle Klimaparameter einheitlich gesetzt werden; wird sie in Verbindung mit Zeitreihen verwendet, die Lücken aufweisen oder den Simulationszeitraum nicht vollständig abdecken, so wird der interne Fehlwert -9999 als gültiger Messwert aufgefasst!  
[Options] Szenarien=1
- Initialisierung der Speicherfüllung mit vom *Default* abweichenden Werten  
[PhysioInput]

Eintrag	Default	Erläuterung
FileInputIniSnow	0	Wasseräquivalent der Schneedecke [mm]
FileInputIniSliq	0	Anteil von flüssigem Wasser im Schnee [0..1]
FileInputIniIntc	0	Füllung des Interzeptionsspeichers [mm] <i>wird bislang nicht verwendet</i>
FileInputIniBowa	nFK	relative Sättigung des Bodenwasserspeichers 0.0 = Welkepunkt, 1.0 = Feldkapazität
FileInputIniELS1	0	freies Bodenwasser [mm]; wird in Version 3.1 nicht mehr verwendet, sondern durch Werte IniBowa > 1.0 vereinbart

### Restzeit und Pausen

Während der Simulation wird auf dem Hauptfenster des Programms die aus der seit dem Start des Rechenlaufs vergangenen Zeit abgeschätzte **Restdauer** angezeigt. Grundlage ist die seit Simulationsbeginn gemessene durchschnittliche Rechengeschwindigkeit. Insofern keine spezielle Berücksichtigung der aktuellen Rechenleistung erfolgt, kann die angezeigte Restdauer zu gering oder zu hoch ausfallen, falls die Leistung des Systems aufgrund anderer Prozesse langsamer oder schneller wird. Zudem werden über den Menüeintrag "Pause" vorgenommene Unterbrechungen des Rechenlaufs **nicht** in die Berechnung der Restdauer einbezogen; wenn die Simulation angehalten wurde, wird deshalb im weiteren Verlauf eine zu hohe Restdauer ausgewiesen. Erfahrungsgemäß erweist sich die vom Programm angezeigte Restdauer bei nicht unterbrochener Simulation jedoch als relativ zuverlässig und gewinnt gegen Ende des Rechenlaufes an Genauigkeit. Neben der voraussichtlichen Restdauer wird der **Simulationsfortschritt** durch einen Fortschrittsbalken sowie durch Angabe der aktuell simulierten Raumeinheit (Zeile/Spalte im Rasterdatensatz, Zeilennummer der Grundfläche) ausgewiesen. Bei vollständiger Auslastung aller Prozessoren kann es indes vorkommen, dass der Aktualisierung der Benutzeroberfläche vom Betriebssystem eine so geringe

Priorität zugewiesen wird, dass Restzeitanzeige, Fortschrittsbalken und andere Komponenten nicht mehr aktualisiert werden, obwohl eine solche Aktualisierung vom Programm ausdrücklich angefordert wird. Dieses Verhalten hängt neben der Hardware-Ausstattung stark von der jeweiligen Version des Betriebssystems ab und entzieht sich, sofern die Priorität auf der Durchführung der Berechnungen liegen soll, dem Einfluss des Entwicklers. Wird die Anzeige der Restdauer nicht mehr aktualisiert, so kann sie in den meisten Fällen durch kurzzeitiges Anhalten der Simulation (Ausführen → Pause) und unmittelbares Fortsetzen (→ Weiter) wieder aktiviert werden.



GWN-BW benutzt auf Mehrprozessorsystemen für einen Simulationslauf jeweils nur einen Prozessor. Die Durchführung der Berechnungen ist jedoch in einen von der Benutzeroberfläche separaten *Thread* ausgelagert. Zudem können auf einem System beliebig viele Instanzen von GWN parallel ausgeführt werden, so dass etwa mehrere Ensemble-Simulationen parallel berechnet oder die Berechnungen für große Modellgebiete in mehrere Rechenjobs unterteilt werden können.

Grundsätzlich ist die Unterbrechung eines Simulationslaufs über den Menüeintrag "Ausführen → Pause" möglich. Angehaltene Simulationsläufe können über die in diesem Zustand abweichend beschriftete Schaltfläche "Ausführen → Weiter" fortgesetzt werden. Ob eine solche Unterbrechung in der Praxis problemlos möglich ist, hängt allerdings in hohem Maße von der jeweiligen Systemkonfiguration ab. Speziell auf Systemen mit nur einem Prozessor kann die Priorität der Simulation vom Betriebssystem so hoch gesetzt werden, dass eine Bedienung der Benutzeroberfläche, wenn überhaupt, nur mit extremen zeitlichen Verzögerungen möglich ist und entsprechend viel Geduld erfordern würde (zwischen dem Mausklick auf den Menüeintrag "Ausführen" und dem Aufklappen des Menüs kann sehr viel Zeit vergehen, ebenso bis anschließend der nachgeordnete Eintrag "Pause" markiert und Betätigt werden kann). In jedem Fall vergeht zwischen dem Betätigen des Eintrags "Pause" und dem Anhalten der Simulation noch so viel Zeit, wie benötigt wird, um die Berechnungen für die aktuelle Grundfläche oder Rasterzelle bis zum Ende des Simulationszeitraums abzuschließen.

### Hilfsprogramm "Pause"

Um das Unterbrechen von Rechenläufen auch bei vollständiger Auslastung des Systems und stark herabgesetzter Priorität der Benutzeroberfläche gegenüber der im Hintergrund ablaufenden Simulation zu ermöglichen, wurde das Hilfsprogramm "GWN-BW Pause" entwickelt. Es sollte idealer Weise schon vor dem Start des Rechenlaufes aufgerufen werden, lässt sich aber auch noch während

der Simulation starten (wofür dann in Abhängigkeit von der Reaktionszeit des Systems möglicher Weise etwas Geduld erforderlich sein kann).

Durch einmaliges Betätigen der Schaltfläche "Nachricht senden" wird über die *Message Queue* des Betriebssystems eine Nachricht an die Anwendung GWN-BW geschickt, deren Verarbeitung erfolgt, sobald die Berechnungen für die aktuelle Grundfläche für den gesamten Simulationszeitraum abgeschlossen wurden. Falls sich der *Simulation Thread* in Ausführung befindet, wird er angehalten; befindet er sich in angehaltenem Zustand, wird er bei Erhalt einer entsprechenden Nachricht fortgesetzt. Die Fortsetzung der Simulation kann daher wahlweise mit dem Hilfsprogramm durch erneutes senden einer Nachricht oder über die Menüleiste von GWN-BW (Ausführen → Weiter) veranlasst werden.

Hinweis: Das Hilfsprogramm "GWN-BW Pause" wurde zur Steuerung einer einzelnen Instanz von GWN-BW konzipiert. Da die Nachricht unspezifisch an "die Anwendung GWN-BW" gesendet wird, bleibt zunächst unklar, was passiert, wenn mehrere Instanzen von GWN-BW parallel ausgeführt werden, d.h. ob nur eine oder alle Instanzen angesprochen werden und in welcher Reihenfolge dies geschieht ...

### Betrieb im Batch-Modus

GWN-BW kann aus der Kommandozeile heraus gestartet und damit im Batch-Modus betrieben werden. Dazu wird nach dem Pfad- und Dateinamen der GWN-BW Programmdatei der Pfad- und Dateiname der Initialisierungsdatei mit der Problemdefinition des auszuführenden Rechenlaufes angegeben:

```
"D:\GWN-BW 31\GwnBw_Simulation.exe" "D:\Projekt\ProbDef.ini"
```

Damit die Simulation ohne Interaktion des Benutzers beginnt und das Programm nach Abschluss der Berechnungen automatisch beendet wird (und der nächste Rechenlauf aufgerufen werden kann), müssen in der Initialisierungsdatei für die Problemdefinition im Abschnitt [Options] die beiden Einträge "AutoStart" und "AutoClose" auf den Wert 1 (*true*) gesetzt sein. Diese Werte können nur durch manuelles Editieren der als ASCII Datei gespeicherten Problemdefinition zugewiesen werden ⇔ wann immer eine Problemdefinition aus GWN-BW heraus gespeichert wird, werden beide Werte auf 0 (*false*) zurückgesetzt.

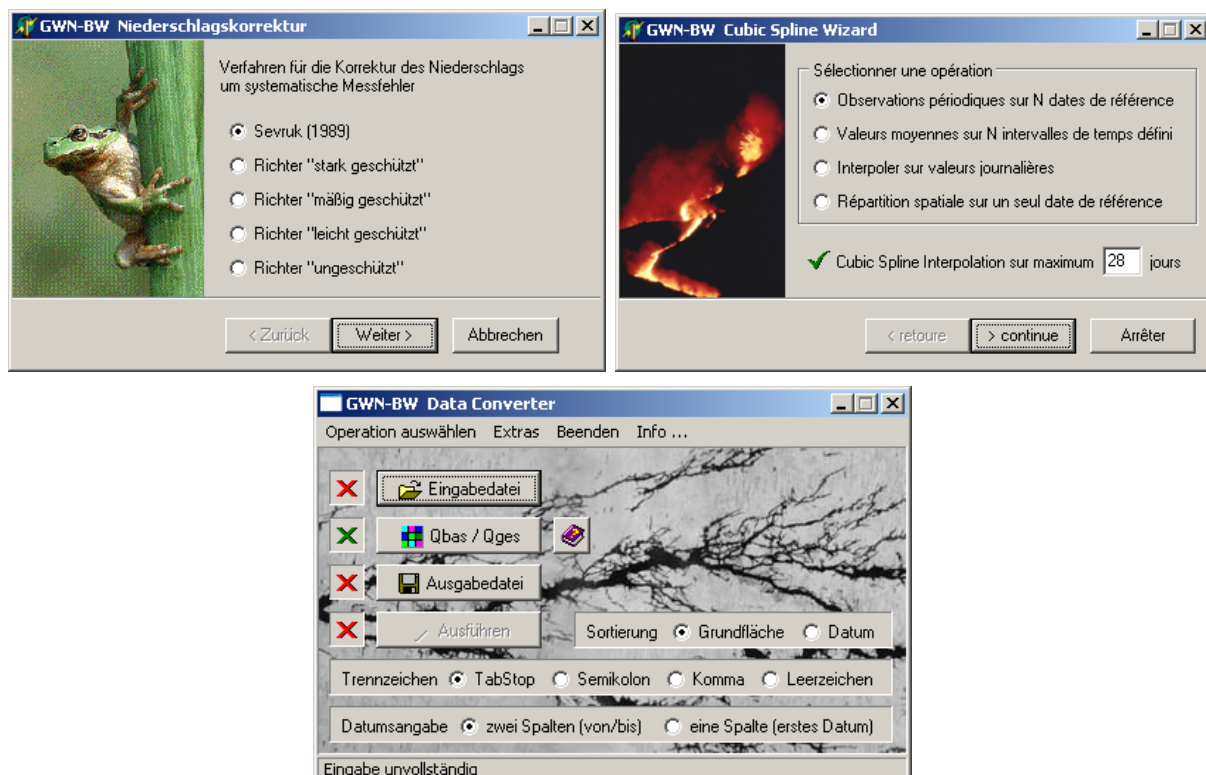
### **Extras und Zusatzprogramme**

Unter dem Eintrag "Extras → Sprache auswählen" der Menüleiste kann ab Version 3.1 die auf der Benutzeroberfläche sowie bei der Anzeige von Informationen und Fehlermeldungen verwendete Sprache ausgewählt werden. Bei Änderung der zu verwendenden Sprache sollten alle geöffneten Editoren unmittelbar aktualisiert werden. Zur Auswahl stehen zunächst die Sprachen Deutsch und Französisch.

Unter dem Eintrag Zusatzprogramme steht eine Reihe von Hilfsprogrammen zur Verfügung, welche die Simulationssoftware GWN-BW um Funktionalitäten für die Datenaufbereitung und zur weiteren Verarbeitung der Modellergebnisse ergänzen. Insofern diese Zusatzprogramme nicht Bestandteil von GWN-BW sind, sollen sie an dieser Stelle nicht näher beschrieben werden. Für den "Datenkonverter", ein auch eigenständig lauffähiges Hilfsprogramm zur Verarbeitung der von GWN-BW erzeugten Ergebnistabellen (Extrahieren von Teilbereichen und Zeitschritten, Aggregieren von Zeitschritten, Einheiten konvertieren) und zur Konvertierung der von GWN-BW erzeugten Ergebnistabellen in andere Formate wurde eine separate

Dokumentation verfasst. Weitere Hilfsprogramme wie der "**Windkonverter**" zur Umrechnung zwischen Windstärke und Windgeschwindigkeit, das Werkzeug zur **Korrektur der Niederschläge** um systematische Messfehler ( $\Leftrightarrow$  in der Regel wird GWN-BW bislang jedoch mit unkorrigierten Niederschlägen angetrieben) und ein solches zur Interpolation von Zeitreihen ("**Cubic Spline Wizard**") sind weitgehend selbsterklärend. Ein "**Zonal Statistics Wizard**" implementiert im wesentlichen die aus ArcView bekannte Funktionalität zur Auswertung von Rasterdaten, ergänzt die dort berechneten statistischen Kenngrößen jedoch um zusätzliche Perzentile.

↪ weitergehende Informationen zu den Zusatzprogrammen und ihrer Bedienung können auf Anfrage bereitgestellt werden.





## Änderungen und Erweiterungen in Version 3.x

### Direktabfluss nach dem *Curve Number* Verfahren

=> die Implementierung der optionalen Berechnung von Direktabfluss nach dem *Curve Number* Verfahren (Variante nach BGR, 2002) wurde in einem separaten Dokument beschrieben.

### Niederschlagskorrektur nach Richter

Im Zusatzprogramm für die Korrektur der Niederschläge um systematische Messfehler (Beeinflussung des Windfeldes durch das Messgerät, ggf. Benetzungs- und Verdunstungsverluste) wurde in Ergänzung zum Korrekturverfahren nach Sevruk (1989) das vom Deutschen Wetterdienst verwendete Verfahren nach Richter implementiert. Von besonderem Interesse ist dabei die Variante mit vergleichsweise moderater Korrektur für "stark geschützte" Stationen, welche vom DWD für die Korrektur der REGNIE Niederschläge verwendet wird. Weiterhin wurden auch die Korrekturalgorithmen für "mäßig geschützte", "leicht geschützte" und "ungeschützte Stationen" implementiert. Durch Aufteilung der Rohdaten in vier Teildatensätze gemäß dem Geschütztheitsgrad der Station, kann die Korrektur wie von Richter vorgeschlagen unter Berücksichtigung des Geschütztheitsgrades erfolgen, sofern dieser für die einzelnen Stationen bekannt ist (↪ anschließend müssen die vier separat der Korrektur unterzogenen Teildatensätze wieder zu einem Gesamtbestand zusammengeführt werden).

Bislang wird GWN-BW jedoch mit unkorrigierten Niederschlagsdaten betrieben, auf deren Grundlage korrekte Gesamtabflüsse simuliert werden. Eine Aneicherung der Verdunstungsberechnung auf korrigierte Niederschläge wurde für das Land Hessen vorgenommen – sie würde für die Zukunft auch eine Verwendung von korrigierten Niederschlägen als Eingangsdaten erlauben, wenngleich bis auf weiteres (vorbehaltlich weiterer Erkenntnisse zum Themenkreis "Niederschlagskorrektur / Bestimmung der wahren Gebietsniederschläge" die Verwendung der unkorrigierten Rohdaten favorisiert wird.

Erste Auswertungen zu den unterschiedlichen Korrekturverfahren wurden als Beitrag zur Diskussion "Niederschlagskorrektur und Gebietswasserbilanz" in einem separaten Dokument zusammengestellt. Erste Vergleiche zwischen Simulationsergebnissen auf Basis unkorrigierter und korrigierter Niederschläge wurden für das Land Hessen durchgeführt.

### Ausgabeoption für Tage mit hoher Bodenfeuchte

Bereits mit Einführung der Ausgabeoption für den Trockenheitsindex (Anzahl der Tage mit Sättigung des Bodenwasserspeichers kleiner 30 % der nutzbaren Feldkapazität als Indikator für einen das Pflanzenwachstum negativ beeinflussenden Trockenstress) wurde die Frage nach einem ähnlichen Kennwert für Tage mit besonders hoher Bodenfeuchtigkeit aufgeworfen. Eine Anfrage der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft (LEL) gab Anlass für die Implementierung einer Ausgabeoption für den an dieser Fachbehörde zur Abgrenzung von aus



naturbedingten Gründen benachteiligten Gebieten verwendeten Indikator für übermäßige Bodenfeuchtigkeit: die **Anzahl Tage bei oder über Feldkapazität**.

Dabei scheint der Bodenwassergehalt in GWN-BW in Folge des im Bodenmodul verfolgten Kapazitätsansatzes zunächst auf die Feldkapazität beschränkt zu sein, welche ihrerseits nur selten erreicht wird, da bei Beschreibung der Sickerwasserbildung in Anlehnung an das HBV-Modell ein zunehmender Teil des infiltrierenden Niederschlags bereits vor Erreichen der Feldkapazität in Sickerwasser überführt wird anstatt den Bodenwasserspeicher aufzufüllen. Allerdings verlässt das dabei gebildete freie Bodenwasser die durchwurzelte Bodenzone nicht unmittelbar, sondern läuft (in Folge der begrenzten hydraulischen Leitfähigkeit der Böden) erst verzögert aus dem Wurzelraum aus. Die Auslaufkonstanten für das freie Bodenwasser wurden von V. Armbruster (2001) in Abhängigkeit von der  $n_{FK}(w_e)$  an Kleinlysimetern geeicht. Durch die Addition des zwischen Welkepunkt und Feldkapazität gespeicherten Bodenwassers und des Inhalts des Linearspeichers für das verzögert auslaufende freie Bodenwasser erhält man das Modellergebnis für den gesamten Inhalt des Bodenwasserspeichers (genauer: das oberhalb des Welkepunktes gespeicherte Bodenwasser). Die neu eingeführte Ausgabeoption für einen "Feucht-Index" protokolliert die Anzahl der Tage, an denen die Summe aus zwischen Welkepunkt und Feldkapazität gespeichertem Bodenwasser und dem verzögert auslaufenden freiem Bodenwasser die Feldkapazität überschreitet.

Diskussion: die Modellerweiterung zur Ausgabe der Tage mit Bodenwassergehalt bei oder über Feldkapazität weist bislang noch ein methodisches Defizit auf, da die Kapazität des Linearspeichers für freies Bodenwasser in GWN-BW unbegrenzt ist, tatsächlich jedoch auf die Luftkapazität des Bodens begrenzt werden müsste. Für Böden mit (sehr) geringer Luftkapazität werden deshalb möglicher Weise zu viele Tage mit Überschreitung der Feldkapazität ausgewiesen. Im Zuge der Aufbereitung der für das *Curve Number* Verfahren benötigten Bodendaten könnte eine solche Begrenzung jedoch einführt werden bzw. sollte bei Verwendung des *Curve Number* Verfahrens eigentlich ohnehin eine solche Begrenzung stattfinden (dazu müsste der Direktabfluss nach dem *Curve Number* allerdings noch von der Vorfeuchte abhängig gemacht werden ⇔ in der bislang implementierten Variante nach BGR (2002) ist dies noch nicht der Fall; diese begrenzt den Rückhalt im Boden zwar auch "irgendwie" in empirisch mittlerer Weise, jedoch nicht streng physikalisch auf das Gesamtporenvolumen). Vorläufig erscheint es angebracht, die Nutzer der Daten auf den Umstand der bislang noch fehlenden Begrenzung auf das Gesamtporenvolumen hinzuweisen und die mittleren Monatswerte der Füllung des Speichers für freies Bodenwasser sowie der relativen Sättigung mit auszugeben: aus dem Vergleich zwischen diesen Größen und der nutzbaren Feldkapazität (zusammen mit der Bodenart) lässt sich grob abschätzen, ob mit einer Überschätzung der Anzahl der Tage über Feldkapazität zu rechnen ist oder nicht. Unter den allermeisten Flächen werden selten mehr als 20-30 mm freies Bodenwasser ausgewiesen werden, die problemlos in fast jeden Boden passen. Oder anders ausgedrückt: der verbleibende methodischer Fehler besteht darin, dass in der aktuellen Implementierung kein Sättigungsflächenabfluss abgezogen wird (sondern ein solcher ebenfalls durch den Boden sickern würde), wobei ein Sättigungsflächenabfluss unter mitteleuropäischen Klimabedingungen aber von räumlich sehr begrenzten Sonderflächen abgesehen ohnehin so gut wie nie auftritt – und solche Flächen eher nicht landwirtschaftlich genutzt sein werden. Und ein letzter Punkt: das von GWN-BW berechnete Ergebnis fällt im Zweifelsfall etwas zu hoch (ein paar Tage zu viel) aber nie zu gering aus, also im Rahmen der Nutzung bei der LEL zu Gunsten der Landwirte.

Abschließend stellt sich die Frage, **wie zuverlässig** GWN-BW das Auslaufen des freien Bodenwassers beschreibt? Die Speicherkonstanten wurden seinerzeit von Volker Armbruster an das Auslaufverhalten von Friedrich-Franzen Lysimetern angepasst:  $k_s = 0.3$  bis  $100 \text{ mm nFK(we)}$ , darüber  $k_s = 0.15$  und damit deutlich langsamer. Der Sprung ist ziemlich groß: während aus einem Boden mit einer  $nFK$  von  $95 \text{ mm}$  innerhalb von einer Woche  $92 \%$  des überschüssigen Wassers auslaufen, sind es aus einem solchen mit  $nFK = 105 \text{ mm}$  nur  $68 \%$ . Es wäre zu überlegen, ob die Klasseneinteilung durch eine stetige Funktion ersetzt werden kann. Außerdem scheint der Bezug auf die  $nFK(we)$  methodisch fragwürdig: er beschreibt zwar den Unterschied zwischen sandigen Böden (mit geringer  $nFK$  und hoher Durchlässigkeit) gegenüber lehmigen und schluffigen Böden (mittlere bis hohe  $nFK$  und geringere Durchlässigkeit), gilt aber sicher nicht für tonige Böden (geringe  $nFK$  bei zugleich geringer Durchlässigkeit). Hier wäre zu überlegen, ob eine methodische Fortschreibung angebracht ist, sobald für das *Curve Number* Verfahren zusätzliche Bodenparameter aufbereitet werden – oder ob eine solche unter Verwendung des *Curve Number* Verfahrens vielleicht gar nicht mehr nötig ist, weil das fragliche Wasser dann statt "fehlerhaft schnell zu versickern" als Direktabfluss "korrekt schnell lateral abfließt".

## Ergebnisse und Startwerte für den Bodenwassergehalt

Die zum Bodenwassergehalt verfügbaren Simulationsergebnisse wurden unter dem Menüpunkt *Ergebnisse und Ausgabedateien* → *Modellergebnisse* → *Bodenwasserspeicher* neu organisiert und umfassen jetzt vier Modellgrößen:

### ↳ Bodenwassergehalt

der Bodenwassergehalt in  $[\text{mm}]$  konnte bislang nur über Initialisierungsdateien als Ergebnis vereinbart werden – jetzt ist er auch über die graphische Oberfläche zugänglich und enthält außerdem eine abweichende Größe: es handelt sich um die Summe aus zwischen Welkepunkt und Feldkapazität gebundenem Wasser und dem "freien aber in Folge der begrenzten hydraulischen Leitfähigkeit noch nicht aus dem Boden ausgelaufenen" Wasser im Linearspeicher ELSi

### ↳ Sättigung des Bodenwasserspeichers

entspricht dem bisherigen Ergebnis "relative Sättigung", ist aber nicht mehr auf den Wertebereich  $0.0$  (Welkepunkt) bis  $1.0$  (Feldkapazität) beschränkt sondern enthält auch das "freie aber noch nicht aus dem Boden ausgelaufene" Wasser und kann deshalb Werte größer  $1.0$  annehmen. Die Änderung war auch mit Blick auf mögliche künftige Modellerweiterungen angebracht, hat jedoch Folgen für die optionale Initialisierung der Speicherfüllung: bisherige Initialisierungswerte sind nicht mehr gültig bzw. würde bei ihrer Verwendung der Wassergehalt im Linearspeicher unterschlagen – bei für Baden-Württemberg im landesweiten Mittel  $6.3 \text{ mm}$  dürfte dies jedoch allenfalls regional ein Problem darstellen, zumal sich die benötigten "neuen" Initialisierungswerte zumindest für Grundflächen mit nur einem Nutzungsanteil aus den alten Werten berechnen lassen. Allerdings könnte es sein, dass für die bislang nicht getestete Initialisierung nach der neuen Vorgehensweise noch die Prüfung des Wertebereiches angepasst werden muss, v.a. wenn in den Bayerischen Alpen unter Böden mit extrem geringer  $nFK$  sehr viel Abfluss entsteht.

### ↳ Trockenheitsindex

bekannt und unverändert: Tage mit Bodenwassergehalt kleiner 30 % nFK

### ↳ Tage über Feldkapazität

das im vorstehenden Abschnitt beschriebene neue Modellergebnis

Die Neuorganisation der Ergebnisse zum Bodenwasserhaushalt ist Ausdruck einer Reihe von programminternen Änderungen, mit denen bislang "unschöne Dinge" beseitigt wurden. So waren einige Ergebnisse aus dem Bodenmodul im Modus mit mehr als einer Nutzung je Grundfläche oder Rasterzelle in Version 2.x nur auf den Flächenanteil bezogen, in welchem ein Boden vorhanden ist bzw. für welchen das Bodenmodul aufgerufen wird (d.h. ohne die versiegelten Anteile und Wasserflächen aber ggf. inklusive Felsflächen mit nFK = 0.0). Insofern es dem Benutzer kaum zuzumuten ist, mit solchen "Spezialergebnissen, die sich nur auf einen Teil der Grundfläche beziehen" umzugehen, wurden sie mit einer einzigen Ausnahme nicht über die Benutzeroberfläche zugänglich gemacht. Diese Ausnahme war der Speicher ELSi, für welchen ggf. Startwerte erzeugt werden mussten. Auch diese Vorgehensweise war aber problematisch, weil etwa die Änderung des im Boden gespeicherten Wassers (Änderung der Speicherfüllung als Teil der Wasserbilanz) im Raster-Modus nur mit Zusatzaufwand und vor allem dem Wissen um diesen Sonderfall auszuwerten war: das im Boden gespeicherte Wasser hätte nicht zu "rel. Sättigung x Flächenmittel der nFK + ELSi" berechnet werden dürfen sondern über den Ansatz "rel. Sättigung x Flächenmittel der nFK + ELSi / Flächenanteil mit einem Bodenspeicher" ... wobei auch bei der nFK zwischen einem Bezug auf die Gesamtfläche oder nur die Anteile mit einem Bodenspeicher unterschieden werden kann. Alles ziemlich kompliziert ⇔ ab Version 3.0 ist es einfacher:

- Bodenwassergehalt [mm]
  - ↳ gesamter Bodenwassergehalt über dem Welkepunkt
- ELSi [mm]
  - ↳ freies Bodenwasser oberhalb FK, d.h. ein Teil von "Bodenwassergehalt"
- Sättigung [-]
  - ↳ Bodenwassergehalt/nFK (0.0 = WP, 1.1 = FK, Werte größer 1 möglich)

Die beiden Größen in [mm] beziehen sich nun wie alle anderen Bilanzgrößen auf die Gesamtfläche der Grundfläche oder Rasterzelle und können damit problemlos für quantitative Auswertungen herangezogen werden. Wenn etwa für eine 1 km<sup>2</sup> Rasterzelle mit 50 % Versiegelung eine Speicherfüllung von 20 mm angegeben wird, so sind das 1000 x 1000 x 0.02 m<sup>3</sup> Wasser (die sich allerdings komplett in der unversiegelten Hälfte befinden). Der Wert der relativen Sättigung ist von der Größe etwaiger Flächenanteile ohne Bodenspeicher unabhängig, da diese weder zum Wassergehalt noch zur nFK beitragen.

Als über Initialisierungsdateien abrufbare Zusatzergebnisse für den erfahrenen Benutzer sind außerdem verfügbar:

BodenAnteile      relativer Flächenanteil mit Aufruf des Bodenmoduls

BodenMeanNfk    die mittlere nFK(we) in den Anteilen mit Boden

↳ *beide Ergebnisse werden aber eigentlich nicht mehr benötigt*

Die Speicherkapazität der gesamten Rasterzelle ergibt sich aus der Multiplikation der beiden vorgenannten "Zusatzergebnisse", wobei es sich um die Kapazität für pflanzenverfügbares Bodenwasser handelt, zu welcher kurzfristig die Füllung des Speichers für freies Bodenwasser in den Grobporen hinzukommt.

## Sprachoption französisch

Ab Version 3.1 kann für die Benutzeroberfläche sowie die Anzeige von Informationen und Fehlermeldungen) zwischen einer Anzeige in deutscher oder französischer Sprache gewählt werden. Das Programm startet zunächst in der deutschsprachigen Version. Über den Menüeintrag "Extras → Sprache auswählen" kann auf Französisch umgeschaltet werden. Ein Wechsel der Sprache ist während der weiteren Programmausführung zu jedem beliebigen Zeitpunkt möglich; die geöffneten Editoren sollten dabei unmittelbar aktualisiert werden.



Wird das Hilfsprogramm "Datenkonverter" aus dem Hauptmenü von GWN-BW heraus aufgerufen, so wird die in GWN-BW eingestellte Sprache übernommen; der Datenkonverter verfügt allerdings auch über einen eigenen Menüeintrag zur Sprachauswahl, über welchen die vom Datenkonverter verwendete Sprache unabhängig von jener des Hauptprogramms geändert werden kann. Wird der Datenkonverter als *stand-alone* Anwendung gestartet, so ist wie im Hauptprogramm zunächst die Anzeige in deutscher Sprache ausgewählt; über den Menüeintrag "Extras → Sprache auswählen" kann auf Französisch umgeschaltet werden.

Die Erweiterung um die "Sprachoption französisch" umfasst auch die Abfassung der vorliegenden Kurzbeschreibung für die Bedienung des Modells, welche ihrerseits in deutscher und französischer Sprache vorliegt.

## Änderungen gegenüber Version 2.x

- die Nutzungskataloge wurden um einen zusätzlichen Eintrag für das *Curve Number* Verfahren ergänzt; dieser bezeichnet die Nutzungsgruppe, deren *Curve Numbers* aus der Initialisierungsdatei QdirCurveNumbers.ini für die jeweilige Nutzungsklasse verwendet werden
- im Landnutzungskatalog für CORINE sind jetzt 19 statt vormals 16 Klassen vereinbart; da die ersten 16 Klassen unverändert bleiben, kann der neue Katalog auch für die bislang erstellten Grundflächendatensätze verwendet werden; es wurden lediglich drei weitere Klassen vereinbart: #17 um in Zukunft die Nutzungsform "komplexe Parzellen" von reinen Ackerflächen unterscheiden zu können, #18 um Wein und Obst von einander zu unterscheiden (↪ neue Möglichkeit bei Parametrisierung der Landnutzung nach dem Schema "Persephone" gegenüber TRAIN) und #19 zur Abgrenzung von Baggerseen gegen andere Gewässer
- für die Regionalisierung meteorologischer Eingangsdaten wird als *Default* die Verwendung von 12 statt bislang 8 Nachbarstationen vorgeschlagen; dadurch wird die Rechenzeit merklich erhöht, die erzeugten Verteilungen weisen aber weniger räumliche Unstetigkeiten auf

- auf dem Editor "Optionen" wurde die Seite "Abflussbildung" eingefügt, auf welcher das *Curve Number* Verfahren zugeschaltet werden kann; außerdem ein optionaler Faktor zur Anpassung des Gebietsniederschlages nach Vorbild und insbesondere für Vergleiche mit dem Modell LARSIM [die Seite müsste korrekt "Abflussbildung und Gebietswasserbilanz" heißen]
- das Menü zur Auswahl der Modellergebnisse wurde neu organisiert; auch hier ist ab Version 3.0 eine Kategorie "Abflussbildung" vorhanden unter welcher sich der Direktabfluss von versiegelten Flächen (oder nach dem *Curve Number* Verfahren) findet; es handelt sich also um "abflussbildende Prozesse innerhalb der durchwurzelten Bodenzone" ⇔ demgegenüber kann der Inhalt des Linearspeichers, welcher das verzögerte Auslaufen freien Bodenwassers beschreibt, nur noch durch manuellen Nachtrag in der als Initialisierungsdatei gespeicherten Problemdefinition als Modellergebnis ausgegeben werden; er ist nunmehr im als Modellergebnis verfügbaren Bodenwassergehalt enthalten, wobei der Anteil an freiem Bodenwasser aus dem Vergleich mit der nutzbaren Feldkapazität hervorgeht.
- zuletzt wurde die in der Initialisierungsdatei für die Problemdefinition verwendete Kennung für die Modellgröße "Sickerwasserbildung" geändert: sie lautet ab Version 3.0 "Sick" statt vormals "Gwr". Wenn aus einer alten Initialisierungsdatei ein Eintrag mit dem Kürzel "Gwr" übernommen wird, so wird dies beim Lesen der Problemdefinition **nicht** beanstandet; die Ergebnisdatei (welche dann auch mit "GwNeubildung" statt "Sickerwasser" benannt wäre) enthält jedoch lauter Nullen, weil intern zwar ein Ergebnis-Array für "Grundwasserneubildung" angelegt wird, in den aber (bislang) noch nichts hinein geschrieben wird [=> künftig könnte die Berechnung der Grundwasserneubildung direkt in GWN-BW erfolgen, ggf. auch in Abhängigkeit von der Nutzung teils aus dem Gesamtabfluss, in den Siedlungen jedoch aus der Sickerung und möglicher Weise auch unter Berücksichtigung der nach dem *Curve Number* Verfahren abgetrennten Komponente, falls sich das als zweckmäßig oder gar notwendig erweisen sollte]