

Büro für Angewandte Hydrologie (AN)
Berlin und München



In Zusammenarbeit mit der

R & H Umwelt GmbH
Nürnberg



Anlage 5.1 zum Abschlussbericht: Erstellung eines Landschaftswasserhaushaltsmodells für die Bergtheimer Mulde nördlich von Würzburg

Datenbeschreibung ArcEGMO

29.11.2021

Tabellen

Tabelle 1:	Eingangs-Shapes (Ordner GIS) für ArcEGMO	2
Tabelle 2:	Eingangs-Zeitreihen (Ordner ZEIT.Dat) für ArcEGMO	3
Tabelle 3:	Ausgabepunkte Gewässerabflüsse	3
Tabelle 4:	Ergebnisdateien der Wasserhaushaltssimulation	4
Tabelle 5:	Auszug aus der Datei ...\\S1-1-Klima_positiv_T+_NS+\\results\\KB_S11_20210918_M3 \\gis\\Jahr\\efl_sum.perc	4
Tabelle 6:	Auszug aus der Datei ...\\S1-1-Klima_positiv_T+_NS+\\results\\KB_S11_20210918_M3 \\zeit.dat\\Tag\\fgw_mit.qc	5
Tabelle 7:	Inhalt der Datei Abi_Bilanz.txt	5
Tabelle 8:	Inhalt der Dateien WH_Gebiet.txt und WH_Gebiet_<aggregation>.txt	6
Tabelle 9:	Inhalt der Dateien LT_AnFK.txt und LT_AnFK_<aggregation>.txt	6
Tabelle 10:	Zeitliche Aggregationsstufen	7
Tabelle 11:	EXCEL-Dateien	8
Tabelle 12:	Karten	9

1 Eingangsdaten ArcEGMO

Alle Modelleingangsdaten sind in den übergebenen Simulationsprojekten im ArcEGMO-Verzeichnis enthalten. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in den Schulungsunterlagen und in der online-Dokumentation unter <http://www.doku.arcegmo.de/>.

Jedes ArcEGMO-Projektverzeichnis besteht aus den 4 Hauptverzeichnissen

1. **ARC_EGMO**: Hauptsteuerung (Modellkonfiguration, Simulationszeitraum, Auswahl und Parametrisierung der Teilmodelle, Festlegung der Ergebnisausgabe, etc.),
2. **GIS**: alle raumbezogenen Daten inklusive Ansteuerung und Erläuterungen,
3. **ZEIT.DAT**, alle zeitbezogenen Daten inklusive Ansteuerung und Erläuterungen und
4. **RESULTS**, in das die Modellierungsergebnisse gespeichert werden.

Für die Organisation des Datenaustauschs zwischen ArcEGMO und FEFLOW werden weitere Modelleingangsdaten benötigt, die in den übergebenen Simulationsprojekten im GIS-Ordner des ArcEGMO-Verzeichnisses enthalten sind. Eine detaillierte Beschreibung dieser Daten und ihrer Ansteuerung in ArcEGMO ist in den Schulungsunterlagen zu finden.

Eine Beschreibung der einzelnen Eingangs-Shapes (Ordner GIS) mit Attributerklärung und Verweis auf die verknüpften Zeit- und Parameterdateien findet sich in **README_Modellbasis_ArcEGMO.xlsx**.

Im Folgenden erfolgt eine Kurzbeschreibung der übergebenen Shapes (Tabelle 1) und Zeitreihen (Tabelle 2). In allen Szenarioläufen wird auf dieselben Shapes zugegriffen. Unterschiede bestehen hinsichtlich der aktivierten Attribute

Tabelle 1: Eingangs-Shapes (Ordner GIS) für ArcEGMO

Shape	Beschreibung
EFL_mrGW	Elementarflächen(Hydrotop)-Karte
FGW_GWk	Fließgewässerkarte (Gewässerabschnitte)
FGW_GWk_n	Fließgewässerkarte (Gewässerknoten)
TG_GW	Karte der oberirdischen Teileinzugsgebiete der Fließgewässerabschnitte
Brunnengruppen	Virtuelle Verortung der Brunnengruppen (Punkte)
ascii.pat\RegNie_mix.txt	Lage der Klimastationen und Rasterschwerpunkte RegNie (Punkte)
ascii.pat\Pegel.txt	Lage der Oberflächenpegel (Punkte)
FEFLOW_Polygone_Bergtheimer_Mulde	Shapes der Finiten Elemente des FEFLOW-Modellnetzes
FEFLOW_Nodes_Bergtheimer_Mulde	Shapes des Nodes des FEFLOW-Modellnetzes
EFL2FE1	Shapes mit den Verschneidungsgeometrien zwischen den ArcEGMO-Elementarflächen und den FEFLOW-Polygonen

Tabelle 2: Eingangs-Zeitreihen (Ordner ZEIT.Dat) für ArcEGMO

Tabelle	Beschreibung
met_data.RSK	Tägliche Niederschläge pro RegNie-Raster
\met_data\ <i><Datei></i> .kli	Tägliche Zeitreihen Niederschlag, Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung (lückenbereinigt) an den Klimastationen Ansteuerung: ... \zeit.dat\describe\met_data.sdf
\bw_data\Bewaesserung_xx.txt	Bewässerungsmengen pro Brunnengruppe als mittlere Tagessumme pro Monat für das Szenario xx (S0: Ist-Zustand, S21, S22, B2, WS1, WS2) Ansteuerung: ... \arc_egmo\bw_data.ste

2 Ergebnisse ArcEGMO

2.1 Überblick

Als Ergebnisse des Landschaftswasserhaushaltsmodells wurden neben den Grundwasserkenngrößen (Ausgabe FEFLOW) über ArcEGMO Zeitreihen zum Wasserhaushalt wie Evapotranspiration, Bodenwassergehalt, Sickerwasserraten und den Gewässerabflüssen an acht ausgewählten Kontrollpunkten der Bäche Pleichach, Kürnach, Brumbach, Grumbach und Schernauer Bach (Tabelle 3) für den Ist-Zustand und alle Szenarien ausgegeben.

Tabelle 3: Ausgabepunkte Gewässerabflüsse

FGWID	Ausgabepunkt
53	P Schernauer Bach - Mühle
79	A3 Pleichach Fährbrück
93	A1 Pleichach Bergtheim
117	A2 Pleichach Unterpleichfeld
159	A4 Grumbach Burggrumbach
163	P Pleichach Mühlhausen
190	P Kürnach
266	A5 Brumbach Essleben

Wie die Modelleingangsdaten sind diese Zeitreihen in den übergebenen Simulationsprojekten im ArcEGMO-Verzeichnis enthalten (Hauptverzeichnis **RESULTS**).

Für jeden Szenariolauf wurden folgende Witterungselemente und Wasserhaushaltsgrößen als Jahressummen für alle Elementarflächen bereitgestellt. Sie befinden sich in den jeweiligen Ergebnisordnern „Szenario\results\gis\Jahr“. Eine Datei enthält also eine Wasserhaushaltsgröße für alle Elementarflächen.

Tabelle 4: Ergebnisdateien der Wasserhaushaltssimulation

Datei	Wasserhaushaltsgröße	Dimension
efl_sum.pi	Niederschlag	[mm/a]
efl_sum.lt	Lufttemperatur (* 365)	[°C]
efl_sum.bw	Niederschlag	[mm/a]
efl_sum.ep	Potenzielle (Grasreferenz) Verdunstung EP	[mm/a]
efl_mit.epkor	vegetationskorrigierte potenzielle Verdunstung (/365)	[mm/d]
efl_sum.er	Reale Verdunstung ER	[mm/a]
efl_mit.AnFK150	Bodenfeuchte als Anteil an nutzbarer Feldkapazität bis 150 cm Tiefe	[%nFK]
efl_sum.ro	Landoberflächenabfluss	[mm/a]
efl_sum.RH	Zwischenabfluss	[mm/a]
efl_sum.tkr	Abflussabgabe in die Trennkanalisation	[mm/a]
efl_sum.perc	Sickerwasser in 2 m Bodentiefe (GWN)	[mm/a]
efl_sum.gwfa	Grundwasserflurabstand (* 365)	[mm]

Alle Dateien sind gleich aufgebaut: Die erste Spalte enthält die ID der Elementarfläche (KEN). In den folgenden Spalten sind die Jahreswerte der Ergebnisgröße enthalten (Tabelle 5). Sie lassen sich problemlos z.B. mit EXCEL weiter aggregieren oder direkt in einer GIS-Software mit dem Elementarfläche-Shape verknüpfen.

Tabelle 5: Auszug aus der Datei ...\\S1-1-Klima_positiv_T+_NS+\\results\\KB_S11_20210918_M3\\gis\\Jahr\\efl_sum.perc

KEN	2005	2006	...	2014	2018	2019
1618	71.635038	112.66005	...	75.963636	78.894259	83.123794
1619	71.176196	111.935672	...	75.660967	78.305162	82.811073
1723	73.879394	115.153061	...	77.492157	83.007557	84.404767
1724	73.108587	114.251965	...	76.900495	81.460546	83.935845
1725	72.048887	113.008298	...	76.175863	79.539335	83.340945
1831	42.746465	66.255663	...	44.619886	48.715301	48.483914
...

Die **Abflüsse** an den ausgewählten Gewässerabschnitten finden sich als Tageswerte in den ASCII-Dateien ...<Szenario>\\results\\<Ausgabeprojekt>\\zeit.dat\\Tag\\fgw_mit.qc.

Die erste Spalte enthält die Zeit. Die folgenden Spalten enthalten die Abflüsse Q [m³/s] für den jeweiligen Gewässerabschnitt (Header = FGWID, s. Tabelle 6). Sie lassen sich problemlos z.B. in EXCEL einlesen und weiter auswerten.

Tabelle 6: Auszug aus der Datei ...\S1-1-Klima_positiv_T+_NS+\results\KB_S11_20210918_M3 \zeit.dat\Tag\fgw_mit.qc

time	53	79	93	117	159	163	190	266
"01.01.2005"	0.001308	0.000044	0.000605	0.00315	0.012923	0.019693	0.002875	0.000779
"02.01.2005"	0.041396	0.000252	0.004731	0.108656	0.063498	0.196061	0.027411	0.019117
"03.01.2005"	0.040001	0.000274	0.003749	0.106182	0.067614	0.197771	0.028071	0.019826
"04.01.2005"	0.039968	0.000335	0.004806	0.10831	0.066362	0.199006	0.028194	0.019473
"05.01.2005"	0.068286	0.00324	0.03264	0.270026	0.221319	0.549126	0.109991	0.067558
"06.01.2005"	0.042644	0.001478	0.00718	0.115462	0.075965	0.220417	0.030105	0.022396
...

Zusätzlich werden im Ergebnisordner die täglichen Wasserhaushaltsgrößen [mm/d] als Gebietsmittel

...<Szenario>\results\<Ausgabeprojekt>\Abi_Bilanz.txt

und die für die Bewässerung genutzten Mengen pro Brunnengruppe in täglicher Auflösung

...<Szenario>\results\<Ausgabeprojekt>\Brunnen_Nutzung.xlsx

sowie weitere aggregierte Simulationsergebnisse bereitgestellt (<http://www.doku.arcegmo.de/>). Alle Dateien sind problemlos in EXCEL zu öffnen.

Besonders die Datei Abi_Bilanz.txt (Tabelle 4) stellt eine gute Grundlage für die Bewertung der Szenarien im Gebietsmaßstab dar.

Tabelle 7: Inhalt der Datei Abi_Bilanz.txt

Attribut	Beschreibung (alle WH-Größen in [mm/d])
Termin	Datum
EP	Potenzielle Verdunstung (hier Grasreferenzverdunstung)
PI	korrigierter Niederschlag
FP	Nebelniederschlag
BM	Bewässerung
ER	reale Verdunstung
RO	Landoberflächenabfluss von natürlichen Flächen
RKT	Abflussabgabe in die Trennkanalisation
RKM	Abflussabgabe in die Mischkanalisation
RH	hypodermischer Abfluss (PSCN)
RDR	Drainabfluss
RG1	schneller Grundwasserabfluss (SlowComp)
vRD	Wiederversickernder Direktabfluss
GWN	Grundwasserneubildung (Input ins Grundwassersystem)
D_S	Speicherinhaltsänderung über alle Speicher im Abflussbildungsmodul
Err	Bilanzfehler

2.2 Simulationsergebnisse BWH-Modellierung des Istzustandes (S0)

Als Referenz für die BWH-Modellierung des Istzustandes (S0) sind im Ordner „BWHM_S0“ ausgewählte Aggregierungsformen der täglich simulierten Zeitreihen, wie sie im Bericht Verwendung finden, enthalten. Diese sind im Folgenden kurz beschrieben (Tabelle 6 - Tabelle 8):

Die als Tageswerte für das Untersuchungsgebiet (Flächenmittel) vorliegenden Ergebnisse der Bodenwasserhaushaltssimulation wurden weiter aggregiert und als ASCII-Dateien (*.txt) bereitgestellt. Diese können problemlos in EXCEL geöffnet werden (Dezimaltrenner: „.“, 1. Spalte: Zeitintervall).

Die Dateien WH_Gebiet.txt (Tageswerte) und WH_Gebiet_<aggregation>.txt (unterschiedliche zeitliche Aggregationen) enthalten folgende Wasserhaushaltsgrößen als Gebietsmittel in der Dimension [mm/(m² Zeitschritt)]:

Tabelle 8: Inhalt der Dateien WH_Gebiet.txt und WH_Gebiet_<aggregation>.txt

Kürzel	Inhalt
Nied	Niederschlag
ZW	Zusatzwasser
GRV	FAO-Grasreferenzverdunstung
epkor	vegetationskorrigierte potenzielle Verdunstung
ER	reale Verdunstung
RO	Oberflächenabfluss
TKR	Trennkanalisationsabfluss
RH	Interflow (Hypodermischer Abfluss)
GWN	Grundwasserneubildung als Sickerwasser in 2 m Bodentiefe

Die Dateien LT_AnFK.txt (Tageswerte) und LT_AnFK_<aggregation>.txt (unterschiedliche zeitliche Aggregationen) enthalten folgende Lufttemperatur und Bodenfeuchte als Gebiets- und zeitliches Mittel:

Tabelle 9: Inhalt der Dateien LT_AnFK.txt und LT_AnFK_<aggregation>.txt

Kürzel	Inhalt
LT	Lufttemperatur [°C]
AnFK150	Bodenfeuchte 0-150 cm in % der nutzbaren Feldkapazität

Folgende Aggregationsstufen <aggregation> wurden berechnet:

Tabelle 10: Zeitliche Aggregationsstufen

Aggregation	Beschreibung
Jahr	Summen (Mittel) über die Kalenderjahre
Monat	Monatssummen (-mittel)
Mittel_05_19	Mittelwerte über die Gesamtperiode (WH_Gebiet: mittlere Jahressummen)
Mittel_05_14	Mittelwerte über die Periode 2005-2014 (WH_Gebiet: mittlere Jahressummen)
Mittel_10_19	Mittelwerte über die Periode 2010-2019 (WH_Gebiet: mittlere Jahressummen)
Mit-Mon_05_19	Monatsmittelwerte für die die Gesamtperiode (WH_Gebiet: mittlere Monatssummen)
Mit-Mon_05_14	Monatsmittelwerte für die die Periode 2005-2014 (WH_G.: mittlere Monatssummen)
Mit-Mon_10_19	Monatsmittelwerte für die die Periode 2010-2019 (WH_G.: mittlere Monatssummen)
TiJ_05_14	Tagesmittelwerte für die die Periode 2005-2014
TiJ_10_19	Tagesmittelwerte für die die Periode 2010-2019

2.3 EXCEL-Dateien

Tabelle 11: EXCEL-Dateien

Datei in \ArcEGMO\EXCEL\	Inhalt	Abbildungen, Tabellen
Abi_Bilanz_Szenarien	Vergleich Wasserhaushalt Szenarien (Gesamtgebiet, Jahreswerte und mittl. Jahresgang Monatswerte)	Tab. 20 Blatt "WH Tabelle" Abb. 68-70 Blatt „Grafik MitMon“
Brunnengruppen	Vergleich Input Bewässerung, realisierte Bewässerung (M3), Bedarf laut ArcEGMO (M1) , Monatssummen für den Ist-Zustand	Abb. 35 - 37 (Blatt "Tabelle3")
gkhz	Vergleich GKHZ BWHM-LWHM [m ³ /s] und der Szenarien [l/s]	Tab. 16 Blatt "BWHM<->LWHM" Tab. 25-27 Blatt "Vergleich"
Perc_Szenarien	Analysen zur Auswirkung der Bewässerung auf Verdunstung, GWN, RO, Bezugszeitraum 2010-2019	Tab. 21, Abb. 71 Blatt "WH bew. Flächen S0 ohne Nassfl."
Q_TiJ_Szenarien	Vergleich Abflüsse Szenarien (mittl. Jahresgang, TiJ)	Abb. 78, 80 Blatt "S0" Blatt „B1 mit 01 2011“
Q_Vergleich_Kopplung	Vergleich Q BWHM-LWHM [m ³ /s]	Abb. 59-61 Blatt "Abbildungen"
R_Vergleich	Vergleich Q, R BWHM	Abb. 54-56 Blatt "sim R" Tab. 14 Blatt "Pleichach"
RegNie_Vergleich	Vergleich Niederschlag REGNIE-Zelle mit AMD Seligenstadt	Abb. 39
WH_Gebiet_BWHM	BWHM: Wasserhaushalt Gebiet, Abflusskomponenten	Abb. 43-44, Tab. 13 Blatt „WH_Gebiet“ Abb. 45 Blatt „WH_Gebiet Tag“
WH_Gebiet_MitMon	BWHM: Wasserhaushalt Gebiet, Vergleich der Perioden 2005-2014 und 2010-2019	Abb. 41, 46 Blatt "Differenzen" Abb.40 Blatt „WH....“
Managementtyp_Kernzone	Ableitung und Zuordnung der Fruchtfolgen (FF) Anpassung FFG bei Verringerung/Erweiterung der bewässerten Flächen (S3-1, S3-2)	Tab. 8 Blatt "Mtyp Anteile" Tab. 9 Blatt "Mtyp FF final"

Datei in \ArcEGMO\EXCEL\	Inhalt	Abbildungen, Tabellen
Bewaesserungsflächen_UG	Zuordnung von Bewässerungsflächen zu Brunnengruppen nach Betriebsnummer (Blatt FS_UG, Relev. Landwirte, Brunnen, Brunnengruppen) Erhöhung der bewässerten Gesamtfläche (Szenario S3-1) (Blatt Brunnengruppen) Erzeugung Bewässerungszeitreihen (Monatsumme, Tagessumme pro Monat) --> BWHM\zeit.dat\bw_data\Bewaesse- rung_*.txt	Tab. 12 Blatt "Brunnengruppen"
README_ Modellbasis_ArcEGMO	Beschreibung der Attribute der Eingangs- Shapes für ArcEGMO	-

2.4 Abbildungen zur räumlichen Ausprägung S0 (DIN A3 als jpg)

Tabelle 12: Karten

Datei in \ArcEGMO\Kar- ten	Inhalt	Abbildung im Bericht
AnFK150_2005_14.jpg	Bodenfeuchte 2005-2014 [% nFK]	51, links
AnFK150_2010_19.jpg	Bodenfeuchte 2010-2019 [% nFK]	51, rechts
AnFK150_2010.jpg	Bodenfeuchte 2010 (Nassjahr) [% nFK]	52, links
AnFK150_2018.jpg	Bodenfeuchte 2018 (Trockenjahr) [% nFK]	52, rechts
ER_2005_14.jpg	Verdunstung 2005-2014 [mm/a]	48, links
ER_2010_19.jpg	Verdunstung 2010-2019 [mm/a]	48, rechts
ER_2010.jpg	Verdunstung 2010 (Nassjahr) [mm/a]	-
ER_2018.jpg	Verdunstung 2018 (Trockenjahr) [mm/a]	-
GWN_2005_14.jpg	Sickerwasser in 2 m Tiefe (GWN) 2005-2014 [mm/a]	50, links
GWN_2010_19.jpg	Sickerwasser in 2 m Tiefe (GWN) 2010-2019 [mm/a]	50, rechts
GWN_2010.jpg	Sickerwasser in 2 m Tiefe (GWN) 2010 [mm/a]	-
GWN_2018.jpg	Sickerwasser in 2 m Tiefe (GWN) 2018 [mm/a]	-
KWB_2005_14.jpg	Klimatische Wasserbilanz (KWB) 2005-2014 [mm/a]	42, links
KWB_2010_19.jpg	Klimatische Wasserbilanz (KWB) 2010-2019 [mm/a]	42, rechts
Fruchtfolgen.jpg	Verteilung der simulierten Fruchtfolgen (S0)	-
Landnutzung.jpg	Landnutzung	28