



# **Das Modell für Stickstoff und Kohlenstoff in Agrarökosystemen**

**Benutzerhandbuch – Version 1.2**

von Dr. Claas Nendel  
und Dipl.-Inf. Xenia Specka

2013

# MONICA – Dokumentation

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Installationshinweise .....	2
Start von MONICA .....	3
Start der Beispielsimulation per Startmenü .....	3
Starten von MONICA aus der Kommandozeile .....	3
Konfigurieren einer eigenen Simulation .....	3
Die monica.ini – Konfigurationsdatei .....	4
files .....	5
simulation_time .....	5
nmin_fertiliser .....	5
automatic_irrigation .....	5
site_parameters .....	6
Konfigurieren von Input-Dateien .....	6
Die Bodenprofildatei „SOIL“ .....	6
Die Fruchtfolgedatei „ROTATION“ .....	7
Die Düngemittleinsatzdatei „FERT“ .....	8
Die Beregnungsdatei „IRRIG“ .....	9
Die Wetterdateien .....	9
Auswerten einer eigenen Simulation .....	10
Die Ergebnisdatei smout.dat .....	10
Die Ergebnisdatei rmout.dat .....	12

## Installationshinweise

Der MONICA-Installer führt Sie schrittweise durch den Installationsprozess des Modells. Nach der Annahme der Lizenzbestimmungen können Sie definieren, in welches Verzeichnis das Modell installiert werden soll. Standardmäßig wird MONICA in das Programme Verzeichnis, üblicherweise [C:\Programme](#), installiert.

Bei der Installation wird neben dem Modell auch eine Datenbank, die wichtige Modellparameter verwaltet, sowie Beispielsimulationsdaten installiert. Die Beispieldaten enthalten bereits eine vollständig konfigurierte Simulation im dem von MONICA gewünschten Format, mit Konfiguration von Klimadaten, Bodenprofil, der Fruchtfolge, Düngung, Bewässerung etc. Anhand des Formats dieser Beispieldaten können eigene, neue Simulationen entwickelt werden.

Die Beispieldaten von MONICA werden automatisch in das Verzeichnis“ %USERPROFILE%\MONICA\Examples installiert. Die Umgebungsvariable %USERPROFILE% verweist auf ihr persönliches Benutzerprofilverzeichnis (z.B. [„C:\Dokumente und Einstellungen\Benutzername“](#)). Durch Eingabe von %USERPROFILE% in die Adresszeile des Windows Dateixplorers gelangen Sie ganz einfach in ihr Benutzerverzeichnis.

## Start von MONICA

### *Start der Beispielsimulation per Startmenü*

Im Startmenü und auf dem Desktop werden Verknüpfungen angelegt, die MONICA automatisch mit der Beispielsimulation starten. Als Ergebnis der MONICA Simulation werden zwei Dateien im Beispielsimulationsordner erzeugt (rmout.dat und smout.dat). Diese Dateien enthalten im CSV-Format wichtige Programmausgaben über Pflanzenentwicklung und Bodenprozesse.

### *Starten von MONICA aus der Kommandozeile*

MONICA ist ein aktuell noch ein auf Kommandozeile basierendes Programm, d.h. MONICA muss direkt von der Windows-Kommandozeile aufgerufen werden.

Öffnen Sie ihre Kommandozeile in Windows per *Start* → *Ausführen* und Angabe des Befehls cmd. Alternativ finden Sie die Kommandozeile auch im Startmenü unter *Alle Programme* → *Zubehör* → *Eingabeaufforderung*.

Nach dem Öffnen der Kommandozeile müssen sie in das Installationsverzeichnis von MONICA, welches Sie bei der Installation des Modells definiert haben, wechseln

```
> cd C:\Programme\MONICA.
```

Dort angekommen können Sie MONICA nun aufrufen. Als Parameter erwartet MONICA die Pfadangabe des Ordners mit dem Simulationsdaten:

```
> monica.exe „%USERPROFILE%\MONICA\Examples\Hohenfinow2
```

**Hinweis:** Das Benutzerverzeichnis %USERPROFILE% muss unbedingt in Anführungszeichen gesetzt werden, da MONICA sonst den Pfad nicht korrekt auswerten kann.

Während der Simulation schreibt MONICA verschiedene Ausgaben in die Kommandozeile. Anhand dieser können Sie den Status der Simulation verfolgen. Die Ergebnisse der Simulation werden in zwei Dateien rmout.dat und smout.dat im Simulationsordner abgelegt. Diese Dateien sind im CSV-Format abgelegt und können mit Excel weiter analysiert werden.

## Konfigurieren einer eigenen Simulation

Anhand der Beispieldaten können Sie auch eine eigene Simulation mit eigenen Klimadaten, Fruchtfolgen etc. konfigurieren. Verschiedene Einstellungen der Simulation werden in einer Konfigurationsdatei (monica.ini) abgelegt. MONICA erwartet in jedem Simulationsverzeichnis eine solche INI-Datei. Beim Start der Simulation liest das Modell die Daten der Konfiguration ein und führt eine Simulation entsprechend der Einstellungen durch.

## **Die monica.ini – Konfigurationsdatei**

Beispiel monica.ini

---

### **[files]**

soil=SOIL.txt  
croprotection=ROTATION.txt  
fertiliser=FERT.txt  
irrigation=IRRIG.TXT  
climate\_prefix=MET\_BS.

### **[simulation\_time]**

startyear=1999  
endyear=2008

### **[nmin\_fertiliser]**

activated=0  
;mineral\_fert\_id=1  
;organic\_fert\_id=2  
;min=10.0  
;max=100.0  
;delay\_in\_days=30

### **[automatic\_irrigation]**

activated=0  
;amount=0  
;threshold=0.15  
;nitrate=0  
;sulfate=0

### **[site\_parameters]**

latitude=46.42  
slope=0.01  
heightNN=150.0  
soilCNRatio=10.0  
atmospheric\_CO2=360.0  
wind\_speed\_height=2.0  
leaching\_depth=1.2  
;groundwater\_depth\_min=-1  
;groundwater\_depth\_max=-1  
;groundwater\_depth\_min\_month=-1

### **[general\_parameters]**

;use\_secondary\_yields=1

### **[init\_values]**

init\_percentage\_FC=1.0 ; Initial soil moisture content in percent field capacity

init\_soil\_nitrate=0.01 ; Initial soil nitrate content [kg NO<sub>3</sub>-N m<sup>-3</sup>]  
init\_soil\_ammonium=0.0001 ; Initial soil ammonium content [kg NH<sub>4</sub>-N m<sup>-3</sup>]

---

Die monica.ini besteht aus den sieben Sektionen files, simulation\_time, nmin\_fertiliser, automatic\_irrigation, site\_parameters, general\_parameters und init-values. Innerhalb der Sektionen gibt es einzelne Elemente, die im Folgenden erklärt werden.

**Hinweis:** Kommentare beginnen mit einem Semikolon. Beginnt eine Zeile mit einem Semikolon, so ist diese Zeile auskommentiert und wird beim Einlesen durch MONICA ignoriert.

## files

<i>soil</i>	Dateiname der Bodenprofildatei
<i>croprotection</i>	Dateiname der Fruchtfolgedatei
<i>fertiliser</i>	Dateiname der Düngedatei
<i>irrigation</i>	Dateiname der Berechnungsdatei
<i>climate_prefix</i>	Prefix der Klimadateien.

## simulation\_time

<i>startyear</i>	Startjahr der Simulation, vierstellige Zahl
<i>endyear</i>	Endjahr der Simulation, vierstellige Zahl

## nmin\_fertiliser

<i>activated</i>	0 oder 1; Deaktiviert oder aktiviert den Einsatz der automatischen Düngesteuerung nach dem Nmin-Ansatz. Wenn Deaktiviert, werden alle weiteren Elemente dieser Sektion ignoriert. Im Beispiel oben sind sie auskommentiert.
<i>mineral_fert_id</i>	MONICA-ID des mineralischen Düngers
<i>organic_fert_id</i>	MONICA-ID des organischen Düngers
<i>min</i>	Minimale Menge, die automatisch gedüngt wird [kg N ha <sup>-1</sup> ]
<i>max</i>	Maximale Menge, automatisch gedüngt wird [kg N ha <sup>-1</sup> ]
<i>delay_in_days</i>	Angabe des autom. Düngedatums in julianischer Form [d]

## automatic\_irrigation

<i>activated</i>	0 oder 1; Deaktiviert oder aktiviert den Einsatz der automatischen Bewässerung. Wenn Deaktiviert, werden alle weiteren Elemente dieser Sektion ignoriert. Im Beispiel oben sind sie auskommentiert.
<i>amount</i>	Berechnungsmenge [mm]
<i>threshold</i>	Bodenfeuchtegehalt, unterhalb dem die Bewässerung erfolgt [m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
<i>nitrate</i>	Nitratkonzentration im Wasser [ppm]
<i>sulfate</i>	Sulfatkonzentration im Wasser [ppm]

## site\_parameters

<i>latitude</i>	Breitengrad des Standorts im Dezimalformat
<i>slope</i>	Hangneigung [ $\text{m m}^{-1}$ ]
<i>heightNN</i>	Höhe über Normal Null [m]
<i>soilCNratio</i>	C/N-Verhältnis des Humus im Boden
<i>atmospheric_CO2</i>	Atmosphärische $\text{CO}_2$ -Konzentration (0 = MONICA berechnet den beobachteten Wert des Mauna Loa-Observatoriums 1959 – 2010, bzw. projiziert das IPCC A1B Szenario bis 2100)
<i>wind_speed_height</i>	Höhe der Windgeschwindigkeitsmessung [m]
<i>leaching_depth</i>	Tiefe, ab der Nitrat als ausgewaschen betrachtet wird [m]
<i>groundwater_depth_min</i>	Niedrigster Grundwasserpegel im Jahr (Flurabstand) [m]
<i>groundwater_depth_max</i>	Höchster Grundwasserpegel im Jahr (Flurabstand) [m]
<i>groundwater_depth_min_month</i>	Monat, in dem im Durchschnitt der niedrigste Grundwasserpegel erreicht wird

## general\_parameters

<i>use_secondary_yields</i>	0 oder 1; Deaktiviert oder aktiviert die Berechnung des Sekundärertrags, z.B von Stroh
-----------------------------	--

## init\_values

<i>init_percentage_FC</i>	Startwert des Bodenwassergehalts [% Feldkapazität]
<i>init_soil_nitrate</i>	Startwert des Bodennitratgehalts [ $\text{kg NO}_3\text{-N m}^{-3}$ ]
<i>init_soil_ammonium</i>	Startwert des Bodenammoniumgehalts [ $\text{kg NH}_4\text{-N m}^{-3}$ ]

## Konfigurieren von Input-Dateien

**Hinweis:** Die Dateien, in denen die Input-Information für die Simulation, sind noch einer älteren Generation von Simulationsmodellen entnommen, um Vergleiche zwischen Modellversionen zu ermöglichen. Aus diesem Grund gehorcht der Aufbau der Dateien einem strengen Muster, von dem nicht abgewichen werden darf.

### **Die Bodenprofildatei „SOIL“**

Im CSV-Format sind in dieser Datei all wichtigen Bodeninformationen enthalten. BdID beschreibt eine Identifikationsnummer, die frei vergeben werden kann. Corg enthält den organischen Kohlenstoffgehalt in [%], Bart die Bodenart nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung, 5. Auflage (KA5). UKT beschreibt die Unterkante des jeweiligen Horizonts in [dm] und LD die Lagerungsdichteklasse nach KA5. Stn repräsentiert den Steingehalt in [%]. Alle weiteren Angaben haben zurzeit keine Funktion. Unterschiedliche Horizonte eines Bodens werden, mit gleicher ID, zeilenweise angefügt. **Das Profil muss bis 20 dm definiert sein (UKT = 20 für den letzten Horizont).**

BdID Corg Bart UKT LD Stn C/N C/S Hy Wmx AzHo

001 1.02 Sl3 02 3 00 010 --- 00 08 3

001 1.02 St2 03 3 00 010 --- 00 08

001 0.15 St2 20 3 00 010 --- 00 08

End

### ***Die Fruchtfolgedatei „ROTATION“***

Diese Datei enthält die Daten über die angebauten Früchte und Ihre Saat- und Erntetermine. Die field\_ID hat zunächst keine Funktion, da die Zuordnung zum Boden über die Benennung in der ini-Datei erfolgt. Crp enthält das ID-Kürzel der Ackerfrucht. Derzeit können folgende Früchte simuliert werden:

- Winterweizen ("WW")
- Wintergerste ("WG")
- Sommergerste ("SG")
- Winterroggen ("WR")
- Zuckerrübe ("ZR")
- Silomais ("SM")
- Körnermais ("GM")
- Winterraps ("WC")
- Futtererbse ("FP")
- Wintertriticale ("WTR")
- Ölrettich ("OR")
- Phacelia ("PH")
- Senf ("MU")
- Sorghum ("SOR")

Es folgen das Saatdatum *sowing* und das Erntedatum *harves*, sowie ein Bodenbearbeitungsdatum *tillag*. Unter *dp* kann außerdem die Tiefe der Bodenbearbeitung angegeben werden. Alle weiteren Einträge haben zurzeit keine Funktion.

field\_ID crp sowing harves tillag Exp dp Yld year comment

301000001 WG 250999 270600 280600 000 15 000 2000

301000001 ZR 100401 180901 041101 000 10 000 2001

301000001 WW 071101 010802 200902 000 15 000 2002

end

## ***Die Düngemittleinsatzdatei „FERT“***

In dieser Datei werden die N-Düngemaßnahmen erfasst. Die Schlag\_ID hat zurzeit keine Funktion. N bezeichnet die Menge N als Reinnährstoff in [kg ha<sup>-1</sup>] und FRT benennt den Düngertyp. Derzeit kann MONICA folgende Düngertypen abbilden:

- Kaliumnitrat ("KN")
- Kalkammonsalpeter ("KAS")
- Ammoniumharnstofflösung ("AHL")
- Ammoniumsulfat ("AS")
- Diammoniumphosphat ("DAP")
- Schweinegülle ("SG")
- Rindergülle ("RG1")
- Stallmist ("SM")
- Harnstoff ("H")
- NPK-Compounddünger ("NPK")
- Alzon ("ALZ")
- Nitrophoska ("NIT")
- Hühnergülle ("HG")
- Hähnchentrockenmist ("HFM")
- Hühnermist ("HM")
- Carbokalk ("CK")
- Klärschlamm ("KSL")
- Bioabfallkompost ("BAK")
- Yara Pellon Y3 ("YP3")

Des Weiteren folgen das Ausbringungsdatum *Date* und eine Angabe *Incorp* ob der Dünger eingearbeitet wurde (1) oder nicht (0)

```
Schlag_ID N FRT Date Incorp
301000001 9600 FM 230899 0
301000001 113 RG1 080999 1
301000001 054 AHL 220300 1
end
```



### **Die Berechnungsdatei „IRRIG“**

Die Berechnungsdatei enthält Angaben über die Bewässerung der Kultur. Die *Field\_ID* hat zurzeit keine Funktion. *mm* bezeichnet die Wassergabe in [mm]. *SCc* hat zurzeit keine Funktion. *IrrDat* benennt das Datum der Bewässerungsgabe und *NCc* die Angabe über die N-Konzentration im Bewässerungswasser in [mg l<sup>-1</sup>]

```
Field_ID mm SCc IrrDat NCc
301000001 24 334 050500 000
301000001 24 334 120500 000
End
```

### **Die Wetterdateien**

Die Wetterdateien enthalten die Wetterinformation in täglicher Auflösung für jeweils ein Jahr. Die entsprechende Jahreszahl wird als Dateiendung verwendet, also „xxx.992“ für das Wetter des Jahres 1992 oder „xxx.008“ für das Wetter des Jahres 2008. Für den in der .ini-Datei definierten Simulationszeitraum müssen die Wetterdateien vollständig im Verzeichnis vorliegen. Das Format der Wetterdateien ist zurzeit noch sehr streng gehandhabt und orientiert sich an älteren Formaten, um die Lesbarkeit vergangener Projekte zu ermöglichen. Das Format ist ein Leerzeichen-getrenntes Textformat. Solche Wetterdateien werden am günstigsten erzeugt, in dem die im Windows-Excel erstellte Vorlage zu nächst mit den Daten gefüllt wird und im csv-Dateiformat abgespeichert wird. In der csv-Datei müssen dann mit einem Texteditor die für das Format als Trennzeichen üblichen Kommata durch Leerzeichen ersetzt werden. Abschließend muss noch die Dateiendung „.csv“ durch die oben beschriebene Jahreskennung ersetzt werden.

Das Format der Wetterdateien sieht wie folgt aus:

```
Tp_av Tpmin Tpmax T_s10 T_s20 vappd wind sundu radia prec tagesnummer RF
C_deg C_deg C_deg C_deg C_deg mm_Hg m/se hours J/cm² mm jday %
50 ----- 02 m -----
-000.6 -01.5 001.0 000.0 000.0 000.0 006.7 000.0 0052.0 000.0 001 090
0002.8 000.0 006.0 000.0 000.0 000.0 012.8 000.0 0052.0 000.0 002 085
```

Die Spalten enthalten (von links nach rechts) die Tagesmitteltemperatur der Luft in 2m Höhe in [°C] (*Tp\_av*), die Tagesminimumtemperatur der Luft in 2m Höhe in [°C] (*Tpmin*), die Tagesmaximumtemperatur der Luft in 2m Höhe in [°C] (*Tpmax*), die Bodentemperatur in 10cm Bodentiefe in [°C] (*T\_s10*), die Bodentemperatur in 20cm Bodentiefe in [°C] (*T\_s20*), das Sättigungsdefizit der Luft in [mm Hg] (*vappd*), die Windgeschwindigkeit in 2m Höhe in [m s<sup>-1</sup>], die Sonnenscheindauer in [h] (*sundu*), die Globalstrahlung in [J cm<sup>-2</sup>] (*radia*), den Niederschlag in [mm], die laufende Nummer des julianischen Tages und die relative Luftfeuchte in [%] (RF).

Für den Betrieb von MONICA sind derzeit nur die Variablen *Tp\_av*, *Tpmin*, *Tpmax*, *wind*, *prec*, *tagesnummer* und *RF* notwendig, außerdem wahlweise *sundu* oder *radia*. Die verbleibenden Variablen sollten mit 000.0 oder –99.9 gefüllt werden.

Die jeweiligen Wetterdateien müssen vollständig sein, d.h. sie müssen nach dem dreizeiligen Kopf 365 Zeilen nach obigem Format enthalten (366 Zeilen für Schaltjahre).

## Auswerten einer eigenen Simulation

Die Ergebnisse der Simulation werden in zwei Textdateien *rmout.dat* und *smout.dat* geschrieben, welche in dem jeweiligen Projektordner angelegt werden. Diese Dateien sind Tabulator-getrennt und können sehr einfach in Microsoft-Excel geladen und für grafische Auswertungen aufbereitet werden.

### Die Ergebnisdatei *smout.dat*

In die Datei *smout.dat* werden häufig verwendete Zielgrößen im Tagesschritt geschrieben.

Bezeichner	Beschreibung	Einheit
Datum	Datum des simulierten Tages	[TT/MM/YYYY]
Stage	Entwicklungsstadium der Pflanze, nach Definition in der Datenbank für Pflanzenparameter	[0;1]
Height	Höhe der Pflanze in	[m]
Root	Trockenmasse der Wurzel	[kg ha <sup>-1</sup> ]
Root10	Trockenmasse der Wurzel in 0-10 cm Bodentiefe	[kg ha <sup>-1</sup> ]
Leaf	Trockenmasse der Blätter	[kg ha <sup>-1</sup> ]
Shoot	Trockenmasse der Sprossachse und Triebe	[kg ha <sup>-1</sup> ]
Fruit	Trockenmasse der Frucht	[kg ha <sup>-1</sup> ]
AbBiom	Oberirdische Trockenmasse der Pflanze	[kg ha <sup>-1</sup> ]
AbGBiom	(noch nicht implementiert)	
Yield	Ertrag (Trockenmasse)	[kg ha <sup>-1</sup> ]
EarNo	Ährenzahl bei Getreide (noch nicht implementiert)	
GrainNo	Kornzahl (noch nicht implementiert)	
LAI	Blattflächenindex	[m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ]
AbBiomNc	N-Konzentration in oberirdischer Trockenmasse	[kg N kg DM <sup>-1</sup> ]
YieldNc	N-Konzentration in Trockenmasseertrag	[kg N kg DM <sup>-1</sup> ]
AbBiomN	N-Konzentration in oberirdischer Trockenmasse	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
YieldN	N-Konzentration in Ertrag	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
TotNup	N-Aufnahme der Pflanze	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
NGrain	N im Korn (noch nicht implementiert)	
Protein	Rohproteingehalt im Korn	[kg kg <sup>-1</sup> ]
BedGrad	Bedeckungsgrad	[m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ]
M0-10	Bodenfeuchte in 0-10 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M10-20	Bodenfeuchte in 10-20 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M20-30	Bodenfeuchte in 20-30 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M30-40	Bodenfeuchte in 30-40 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M40-50	Bodenfeuchte in 40-50 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M50-60	Bodenfeuchte in 50-60 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M60-70	Bodenfeuchte in 60-70 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]

Bezeichner	Beschreibung	Einheit
M70-80	Bodenfeuchte in 70-80 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M80-90	Bodenfeuchte in 80-90 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M0-30	Bodenfeuchte in 0-30 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M30-60	Bodenfeuchte in 30-60 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M60-90	Bodenfeuchte in 60-90 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M0-60	Bodenfeuchte in 0-60 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
M0-90	Bodenfeuchte in 0-90 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
PAW0-200	Pflanzenverfügbares Wasser 0-200 cm Tiefe	[mm]
PAW0-130	Pflanzenverfügbares Wasser 0-130 cm Tiefe	[mm]
PAW0-120	Pflanzenverfügbares Wasser 0-120 cm Tiefe	[mm]
N0-30	Mineralischer Stickstoff in 0-30 cm Tiefe	[kg m <sup>-3</sup> ]
N30-60	Mineralischer Stickstoff in 30-60 cm Tiefe	[kg m <sup>-3</sup> ]
N60-90	Mineralischer Stickstoff in 60-90 cm Tiefe	[kg m <sup>-3</sup> ]
N0-60	Mineralischer Stickstoff in 0-60 cm Tiefe	[kg m <sup>-3</sup> ]
N0-90	Mineralischer Stickstoff in 0-90 cm Tiefe	[kg m <sup>-3</sup> ]
N0-200	Mineralischer Stickstoff in 0-200 cm Tiefe	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
N0-130	Mineralischer Stickstoff in 0-130 cm Tiefe	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
N0-120	Mineralischer Stickstoff in 0-120 cm Tiefe	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
NH430	Ammonium in 0-30 cm Tiefe	[kg N m <sup>-3</sup> ]
NH460	Ammonium in 0-60 cm Tiefe	[kg N m <sup>-3</sup> ]
NH490	Ammonium in 0-90 cm Tiefe	[kg N m <sup>-3</sup> ]
Co0-10	Organischer Kohlenstoff in 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
Co0-30	Organischer Kohlenstoff in 0-30 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
T0-10	Bodentemperatur in 0-10 cm Tiefe	[°C]
T20-30	Bodentemperatur in 20-30 cm Tiefe	[°C]
T50-60	Bodentemperatur in 50-60 cm Tiefe	[°C]
CO2	CO <sub>2</sub> -Ausgasung aus dem Boden	[kg C ha <sup>-1</sup> ]
NH3	NH <sub>3</sub> -Ausgasung aus dem Boden	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
N2O	N <sub>2</sub> O-Ausgasung aus dem Boden (noch nicht implementiert)	
N2	N <sub>2</sub> -Ausgasung aus dem Boden (noch nicht implementiert)	
Ngas	Gesamte N-Ausgasung aus dem Boden (noch nicht implementiert)	
NFert	N-Düngung	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
Irrig	Bewässerung [mm]	[mm]

## Die Ergebnisdatei *rmout.dat*

In die Datei *rmout.dat* werden Zielgrößen im Tagesschritt geschrieben, die zur detaillierten Aufklärung von simulierten Prozessen beitragen.

Bezeichner	Beschreibung	Einheit
Datum	Datum des simulierten Tages	[TT/MM/YYYY]
TraDef	Transpirationsdefizit	[0;1]
Tra	Transpiration	[mm]
NDef	Stickstoffdefizit	[0;1]
HeatRed	Reduktionsfaktor Assimilatspeicherung durch Hitzestress	[0;1]
OxRed	Sauerstoffdefizit	[0;1]
Stage	Entwicklungsstadium der Pflanze, nach Definition in der Datenbank für Pflanzenparameter	[ ]
TempSum	Temperatursumme während der Pflanzenentwicklung	[°C d]
VernF	Erfüllungsgrad des Vernalisationsanspruchs	[0;1]
DaylF	Erfüllungsgrad des Tageslängenanspruchs	[0;1]
IncRoot	Wurzelwachstumsrate	[kg CH <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]
IncLeaf	Blattwachstumsrate	[kg CH <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]
IncShoot	Sprosswachstumsrate	[kg CH <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]
IncFruit	Wachstumsrate Speicherorgan	[kg CH <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]
NetPhot	Netto-Photosynthese	[kg CH <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> ]
RelDev	Relative Entwicklung der Pflanze	[0; 1]
Root	Trockenmasse der Wurzel	[kg ha <sup>-1</sup> ]
Leaf	Trockenmasse der Blätter	[kg ha <sup>-1</sup> ]
Shoot	Trockenmasse der Sprossachse und Triebe	[kg ha <sup>-1</sup> ]
Fruit	Trockenmasse der Frucht	[kg ha <sup>-1</sup> ]
GroPhot	Brutto-Photosynthese	[mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ]
Assim	Assimilationsrate	[kg CH <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> ]
Maint	Erhaltungsatmung	[kg CH <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> ]
GPP	Bruttoprimärproduktion der Pflanze	[kg C ha <sup>-1</sup> ]
NPP	Nettoprimärproduktion der Pflanze	[kg C ha <sup>-1</sup> ]
StomRes	Stomata-Widerstand	[s <sup>-1</sup> ]
Height	Höhe der Pflanze in	[m]
LAI	Blattflächenindex	[m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ]
RootDep	Aktuelle effektive Durchwurzelungstiefe	[Tiefenschicht]
AbBiom	Oberirdische Trockenmasse der Pflanze	[kg m <sup>-2</sup> ]
NBiom	N-Menge in der Biomasse	[kg ha <sup>-1</sup> ]
SumNUp	Summe des aufgenommenen N	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
ActNup	aktuelle N-Aufnahme	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
PotNup	potenzielle N-Aufnahme	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
Target	Zielkonzentration Stickstoff	[kg N kg <sup>-1</sup> DM]
CritN	Kritische Konzentration Stickstoff	[kg N kg <sup>-1</sup> DM]
AbBiomN	N-Konzentration in oberirdischer Biomasse	[kg kg <sup>-1</sup> ]
NPP	Nettoprimärproduktion der Pflanze	[kg C m <sup>-2</sup> ]
NPPRoot	Nettoprimärproduktion pro Wurzelmasse	[kg C m <sup>-2</sup> ]
NPPLeaf	Nettoprimärproduktion pro Blattmasse	[kg C m <sup>-2</sup> ]
NPPShoot	Nettoprimärproduktion pro Sprossmasse	[kg C m <sup>-2</sup> ]

Bezeichner	Beschreibung	Einheit
NPPFruit	Nettoprimärproduktion pro Masse Speicherorgan	[kg C m <sup>-2</sup> ]
GPP	Bruttoprimärproduktion der Pflanze	[kg C ha <sup>-1</sup> ]
Ra	Gesamtatmung der Pflanze	[kg C m <sup>-2</sup> ]
RaRoot	Wurzelatmung	[kg C m <sup>-2</sup> ]
RaLeaf	Blattatmung	[kg C m <sup>-2</sup> ]
RaShoot	Sprossatmung	[kg C m <sup>-2</sup> ]
RaFruit	Atmung des Speicherorgans	[kg C m <sup>-2</sup> ]
Mois0	Bodenfeuchte in 0-10 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois1	Bodenfeuchte in 10-20 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois2	Bodenfeuchte in 20-30 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois3	Bodenfeuchte in 30-40 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois4	Bodenfeuchte in 40-50 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois5	Bodenfeuchte in 50-60 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois6	Bodenfeuchte in 60-70 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois7	Bodenfeuchte in 70-80 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois8	Bodenfeuchte in 80-90 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois9	Bodenfeuchte in 90-100 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois10	Bodenfeuchte in 100-110 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois11	Bodenfeuchte in 110-120 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois12	Bodenfeuchte in 120-130 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois13	Bodenfeuchte in 130-140 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois14	Bodenfeuchte in 140-150 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois15	Bodenfeuchte in 150-160 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois16	Bodenfeuchte in 160-170 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois17	Bodenfeuchte in 170-180 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois18	Bodenfeuchte in 180-190 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Mois19	Bodenfeuchte in 190-200 cm Tiefe	[m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Precip	Niederschlag	[mm]
Irrig	Bewässerung	[mm]
Infilt	Infiltration	[mm]
Surface	Oberflächenspeicher	[mm]
RunOff	Oberflächenabfluss	[mm]
SnowD	Schneemächtigkeit	[m]
FrostD	Tiefe Frostfront	[m]
ThawD	Tiefe Taufront	[m]
PASW-0	Planzenverfügbares Wasser in 0-10 cm Tiefe	[mm]
PASW-1	Planzenverfügbares Wasser in 10-20 cm Tiefe	[mm]
PASW-2	Planzenverfügbares Wasser in 20-30 cm Tiefe	[mm]
PASW-3	Planzenverfügbares Wasser in 30-40 cm Tiefe	[mm]
PASW-4	Planzenverfügbares Wasser in 40-50 cm Tiefe	[mm]
PASW-5	Planzenverfügbares Wasser in 50-60 cm Tiefe	[mm]
PASW-6	Planzenverfügbares Wasser in 60-70 cm Tiefe	[mm]
PASW-7	Planzenverfügbares Wasser in 70-80 cm Tiefe	[mm]
PASW-8	Planzenverfügbares Wasser in 80-90 cm Tiefe	[mm]
PASW-9	Planzenverfügbares Wasser in 90-100 cm Tiefe	[mm]
PASW-10	Planzenverfügbares Wasser in 100-110 cm Tiefe	[mm]

Bezeichner	Beschreibung	Einheit
PASW-11	Planzenverfügbares Wasser in 110-120 cm Tiefe	[mm]
PASW-12	Planzenverfügbares Wasser in 120-130 cm Tiefe	[mm]
PASW-13	Planzenverfügbares Wasser in 130-140 cm Tiefe	[mm]
PASW-14	Planzenverfügbares Wasser in 140-150 cm Tiefe	[mm]
PASW-15	Planzenverfügbares Wasser in 150-160 cm Tiefe	[mm]
PASW-16	Planzenverfügbares Wasser in 160-170 cm Tiefe	[mm]
PASW-17	Planzenverfügbares Wasser in 170-180 cm Tiefe	[mm]
PASW-18	Planzenverfügbares Wasser in 180-190 cm Tiefe	[mm]
PASW-19	Planzenverfügbares Wasser in 190-200 cm Tiefe	[mm]
SurfTemp	Oberflächentemperatur	[°C]
STemp0	Bodentemperatur in 0-10 cm Tiefe	[°C]
STemp1	Bodentemperatur in 10-20 cm Tiefe	[°C]
STemp2	Bodentemperatur in 20-30 cm Tiefe	[°C]
STemp3	Bodentemperatur in 30-40 cm Tiefe	[°C]
STemp4	Bodentemperatur in 40-50 cm Tiefe	[°C]
act_Ev	Aktuelle Evaporation	[mm]
act_ET	Aktuelle Evapotranspiration	[mm]
ET0	Referenz-Evapotranspiration	[mm]
Kc	Kc-Faktor zur Referenz-Evapotranspiration	[ ]
atmCO2	Atmosphärische CO <sub>2</sub> -Konzentration	[10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]
Groundw	Grundwasserflurabstand	[m]
Recharge	Tiefenperkolation	[mm]
NLeach	N-Auswaschung	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
NO3-0	Nitratgehalt in 0-10 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-1	Nitratgehalt in 10-20 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-2	Nitratgehalt in 20-30 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-3	Nitratgehalt in 30-40 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-4	Nitratgehalt in 40-50 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-5	Nitratgehalt in 50-60 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-6	Nitratgehalt in 60-70 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-7	Nitratgehalt in 70-80 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-8	Nitratgehalt in 80-90 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-9	Nitratgehalt in 90-100 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-10	Nitratgehalt in 100-110 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-11	Nitratgehalt in 110-120 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-12	Nitratgehalt in 120-130 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-13	Nitratgehalt in 130-140 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-14	Nitratgehalt in 140-150 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-15	Nitratgehalt in 150-160 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-16	Nitratgehalt in 160-170 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-17	Nitratgehalt in 170-180 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-18	Nitratgehalt in 180-190 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO3-19	Nitratgehalt in 190-200 cm Tiefe	[kg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup> ]

Bezeichner	Beschreibung	Einheit
Carb	Carbamidgehalt in 0-10 cm Tiefe	[kg C(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-0	Ammoniumgehalt in 10-20 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-1	Ammoniumgehalt in 10-30 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-2	Ammoniumgehalt in 20-40 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-3	Ammoniumgehalt in 30-50 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-4	Ammoniumgehalt in 40-60 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-5	Ammoniumgehalt in 50-70 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-6	Ammoniumgehalt in 60-80 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-7	Ammoniumgehalt in 70-90 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-8	Ammoniumgehalt in 80-100 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-9	Ammoniumgehalt in 90-100 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-10	Ammoniumgehalt in 100-120 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-11	Ammoniumgehalt in 110-120 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-12	Ammoniumgehalt in 120-130 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-13	Ammoniumgehalt in 130-140 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-14	Ammoniumgehalt in 140-150 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-15	Ammoniumgehalt in 150-160 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-16	Ammoniumgehalt in 160-170 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-17	Ammoniumgehalt in 170-180 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-18	Ammoniumgehalt in 180-190 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NH4-19	Ammoniumgehalt in 190-200 cm Tiefe	[kg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO2-0	Nitritgehalt in 0-10 cm Tiefe	[kg NO <sub>2</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO2-1	Nitritgehalt in 10-20 cm Tiefe	[kg NO <sub>2</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO2-2	Nitritgehalt in 20-30 cm Tiefe	[kg NO <sub>2</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
NO2-3	Nitritgehalt in 30-40 cm Tiefe	[kg NO <sub>2</sub> -N m <sup>-3</sup> ]
SOC-0	Organischer Kohlenstoff in 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
SOC-1	Organischer Kohlenstoff in 10-20 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
SOC-2	Organischer Kohlenstoff in 20-30 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
SOC-3	Organischer Kohlenstoff in 30-40 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
AOMf-0	Organischer Kohlenstoff in schnell abbaubarer frischer Substanz 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
AOMs-0	Organischer Kohlenstoff in langsam abbaubarer frischer Substanz 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
SMBf-0	Organischer Kohlenstoff in schnell umsetzenden Mikroorganismen in 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
SMBs-0	Organischer Kohlenstoff in langsame umsetzenden Mikroorganismen in 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
SOMf-0	Organischer Kohlenstoff in schnell abbaubarer humifizierter Substanz 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
SOMs-0	Organischer Kohlenstoff in langsam abbaubarer humifizierter Substanz 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
CBal-0	Kohlenstoffbilanz in 0-10 cm Tiefe	[kg C m <sup>-3</sup> ]
Nmin-0	Netto-N-Mineralisation in 0-10 cm Tiefe	[kg N m <sup>-2</sup> ]
Nmin-1	Netto-N-Mineralisation in 10-20 cm Tiefe	[kg N m <sup>-2</sup> ]

Bezeichner	Beschreibung	Einheit
Nmin-2	Netto-N-Mineralisation in 20-30 cm Tiefe	[kg N m <sup>-2</sup> ]
NetNmin	Kumulierte Netto-N-Mineralisation gesamt	[kg N m <sup>-2</sup> ]
SumDenit	Kumuliert Denitrifikation	[kg N m <sup>-2</sup> ]
SumN2O	Kumuliert N <sub>2</sub> O-Produktion	[kg N <sub>2</sub> O-N m <sup>-2</sup> ]
SoilpH	pH-Wert des Bodens	[ ]
NEP	Netto-Ökosystemproduktion	[kg C m <sup>-2</sup> ]
NEE	Netto-Ökosystemaustausch	[kg C m <sup>-2</sup> ]
Rh	Heterotrophische Respiration	[kg C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> ]
tmin	Tagesminimumtemperatur	[°C]
tavg	Tagesmitteltemperatur	[°C]
tmax	Tagesmaximumtemperatur	[°C]
wind	Windgeschwindigkeit	[m s <sup>-1</sup> ]
globrad	Globalstrahlung	[J cm <sup>-2</sup> ]
relhumid	Relative Luftfeuchte	[%]
sunhours	Sonnenscheindauer	[h]