

# **Numerische Modellierung von Grundwasserneubildung und Nitratauswaschung**

www.joanneum.at

gernot.klammler@joanneum.at

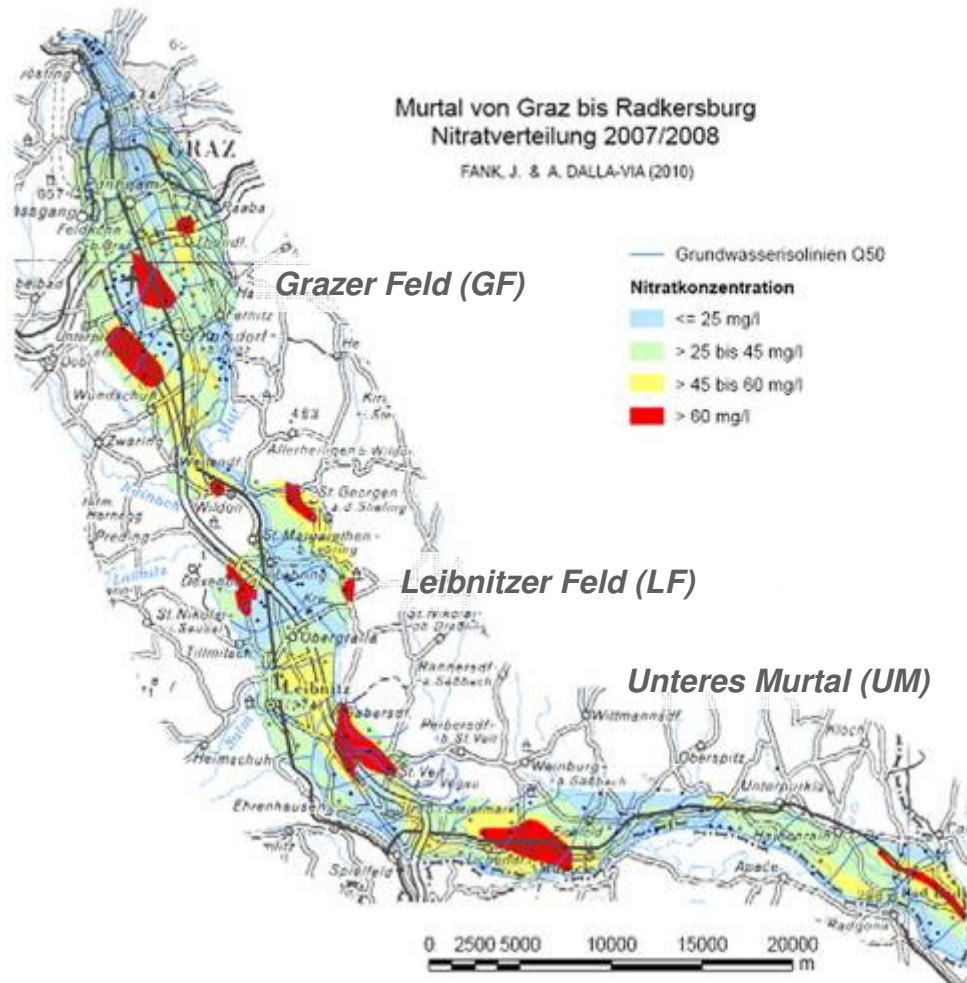


# Übersicht

***Motivation*** > Modelle > Landnutzung > StotraPGen > Ausblick

# Motivation

## Ausgangslage & Tätigkeiten



- GW zur **Trinkwasserversorgung** (> 1.500 l/s in GF, LF, UM)
- intensive landwirtschaftliche Nutzung → **N-Dünger**

50 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>

- Regionale **Modellierung** von ungesättigter und gesättigter Zone
- Ableitung von landw. **Bewirtschaftungsmaßnahmen**

INNOVATION aus TRADITION

# Übersicht

Motivation > **Modelle** > Landnutzung > StotraPGen > Ausblick

# Simulationsmodelle

## Grundwasserneubildung & Nitratauswaschung

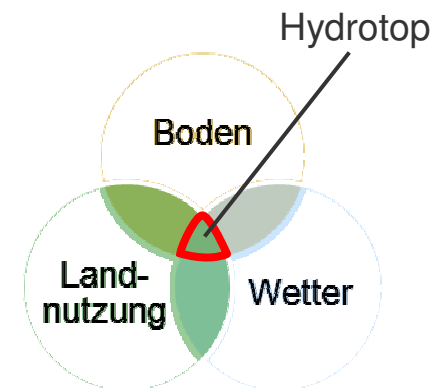
### ■ Grundwasserneubildung

- **SIMWASER** (STENITZER, 1988)
- Simulation von Bodenwasserhaushalt und Pflanzenwachstum
- Darcy-Ansatz und Kontinuitätsbedingung

### ■ Nitratauswaschung

- **STOTRASIM** (FEICHTINGER, 1998)
- Stofftransport-Simulationsmodell
- Eindimensionale N- und C-Dynamik in ungesättigter Zone auf Tagesbasis
- Schwerpunkt → Nitratauswaschung ins GW

Modellverbund  
für **landwirtschaftlich**  
genutzte Flächen



# Übersicht

Motivation > Modelle > ***Landnutzung*** > StotraPGen > Ausblick

# Einfluss Landnutzungsdaten

## Datenbasis & Verwendung

( Optimaler Ansatz: Feldstück-bezogene Landnutzungsinformation )

**Bisheriger  
Ansatz:**

INVEKOS (1 Jahr):

50 % Mais  
20 % Kürbis  
10 % Wintergerste  
10 % Sommergerste  
10 % Winterraps



10-schlägige FF:

**M-M-WG-KÜ-M-SG-WR-M-M-KÜ**

→ nicht praxisüblich

→ Man weiß nicht, WAS WANN angebaut wurde:

|                | <i>P = 803 mm</i> | <i>1043 mm</i> | <i>1097 mm</i> | <i>837 mm</i> |
|----------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|
|                | 1997              | 1998           | 1999           | 2000          |
| <b>Bauer A</b> | M                 | M              | WG             | KÜ            |
| <b>Bauer B</b> | KÜ                | M              | M              | WG            |
| <b>Bauer C</b> | WG                | KÜ             | M              | M             |
| <b>Bauer D</b> | M                 | WG             | KÜ             | M             |

# GWNB & Nitrataustrag

## Variantenunterschiede langj. Mittel & Einzeljahre

P [mm] 900 914 823 871 975 906 932 1085 1083 1113 803 1043 1097 837 709 849 676 863 883 839 892 893 908

| GWRC [mm]      | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Average |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Var. A         | 337  | 265  | 145  | 184  | 341  | 351  | 354  | 474  | 485  | 617  | 182  | 464  | 524  | 189  | 186  | 294  | 124  | 185  | 239  | 322  | 282  | 203  | 307     |
| Var. B         | 337  | 310  | 131  | 162  | 289  | 334  | 300  | 461  | 506  | 638  | 186  | 458  | 510  | 222  | 152  | 293  | 160  | 195  | 232  | 312  | 303  | 229  | 305     |
| Var. C         | 307  | 330  | 173  | 132  | 275  | 381  | 301  | 440  | 493  | 579  | 186  | 468  | 500  | 245  | 179  | 230  | 156  | 220  | 269  | 271  | 296  | 240  | 303     |
| Var. D         | 280  | 308  | 153  | 155  | 289  | 364  | 349  | 446  | 464  | 577  | 190  | 457  | 488  | 239  | 193  | 257  | 118  | 179  | 246  | 311  | 231  | 238  | 297     |
| Annual Average | 315  | 303  | 150  | 158  | 298  | 357  | 326  | 455  | 487  | 603  | 186  | 462  | 506  | 224  | 177  | 268  | 140  | 195  | 246  | 304  | 278  | 227  | 303     |
| Range          | 57   | 66   | 43   | 52   | 66   | 47   | 54   | 34   | 42   | 62   | 8    | 12   | 36   | 56   | 41   | 64   | 42   | 41   | 37   | 51   | 72   | 37   | 46      |

Range: 10

| N-load [kg/ha] | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Average |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Var. A         | 62   | 38   | 14   | 55   | 118  | 90   | 78   | 57   | 99   | 77   | 14   | 55   | 82   | 56   | 26   | 107  | 41   | 78   | 42   | 72   | 86   | 58   | 64      |
| Var. B         | 69   | 78   | 21   | 40   | 71   | 112  | 88   | 45   | 61   | 103  | 32   | 59   | 76   | 69   | 29   | 90   | 56   | 79   | 77   | 55   | 62   | 65   | 65      |
| Var. C         | 33   | 65   | 26   | 51   | 62   | 102  | 108  | 69   | 47   | 60   | 36   | 109  | 57   | 48   | 30   | 109  | 43   | 80   | 80   | 60   | 44   | 38   | 62      |
| Var. D         | 60   | 51   | 27   | 70   | 95   | 71   | 88   | 83   | 55   | 38   | 20   | 110  | 112  | 37   | 25   | 84   | 24   | 75   | 59   | 101  | 64   | 35   | 63      |
| Annual Average | 56   | 58   | 22   | 54   | 86   | 94   | 91   | 63   | 66   | 69   | 25   | 83   | 82   | 53   | 27   | 97   | 41   | 78   | 64   | 72   | 64   | 49   | 63      |
| Range          | 36   | 40   | 12   | 30   | 57   | 41   | 30   | 39   | 52   | 64   | 22   | 55   | 55   | 33   | 5    | 25   | 32   | 6    | 38   | 46   | 42   | 31   | 36      |

Range: 4

| cNO <sub>3</sub> [mg/l] | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Average |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Var. A                  | 81   | 63   | 44   | 133  | 154  | 113  | 97   | 53   | 90   | 55   | 33   | 52   | 69   | 131  | 62   | 161  | 147  | 186  | 77   | 99   | 135  | 126  | 92      |
| Var. B                  | 90   | 112  | 71   | 110  | 108  | 148  | 130  | 43   | 53   | 71   | 77   | 57   | 66   | 138  | 85   | 137  | 154  | 181  | 148  | 78   | 90   | 126  | 95      |
| Var. C                  | 47   | 87   | 67   | 172  | 99   | 119  | 159  | 69   | 42   | 46   | 85   | 103  | 51   | 87   | 75   | 210  | 121  | 162  | 131  | 98   | 65   | 70   | 90      |
| Var. D                  | 95   | 74   | 78   | 200  | 145  | 86   | 112  | 83   | 53   | 29   | 46   | 107  | 102  | 68   | 56   | 145  | 91   | 185  | 105  | 144  | 123  | 65   | 94      |
| Annual Average          | 78   | 84   | 65   | 153  | 127  | 117  | 124  | 62   | 60   | 50   | 60   | 80   | 72   | 106  | 69   | 163  | 128  | 178  | 115  | 105  | 103  | 97   | 93      |
| Range                   | 47   | 48   | 34   | 90   | 55   | 61   | 62   | 40   | 48   | 42   | 51   | 54   | 51   | 70   | 28   | 73   | 64   | 24   | 71   | 66   | 70   | 62   | 55      |

Range: 5

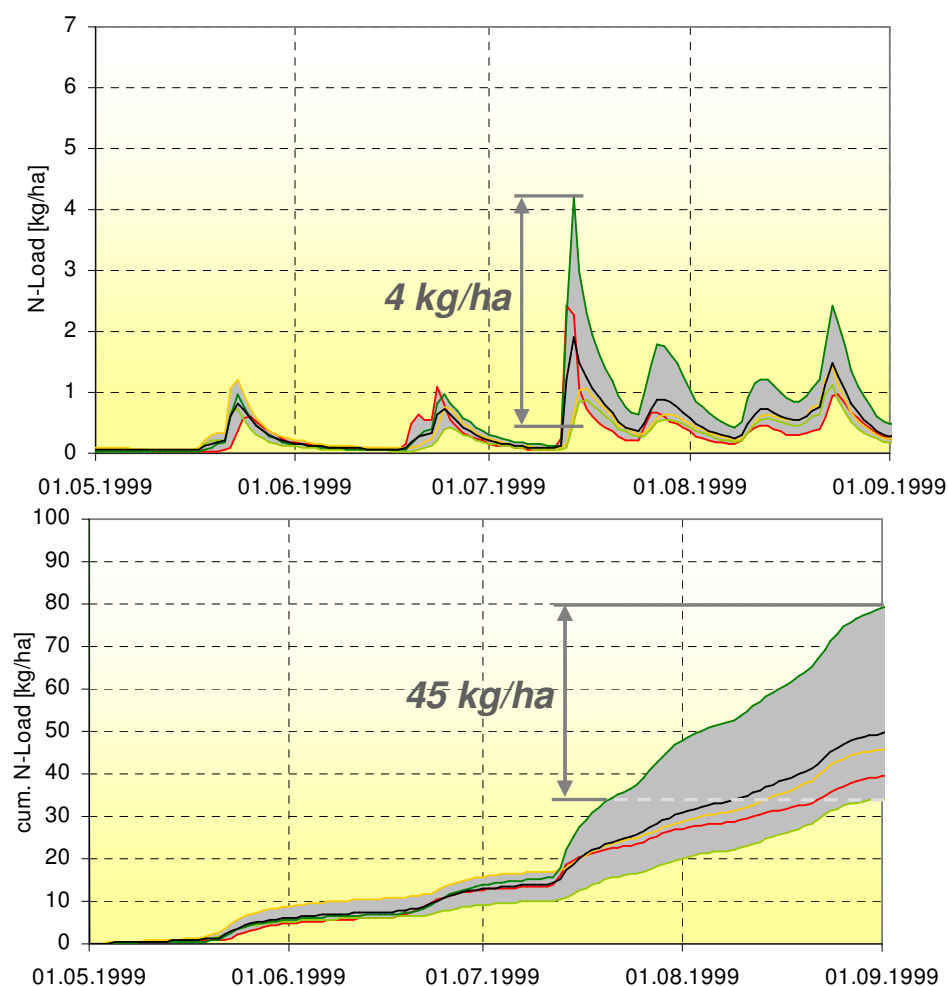
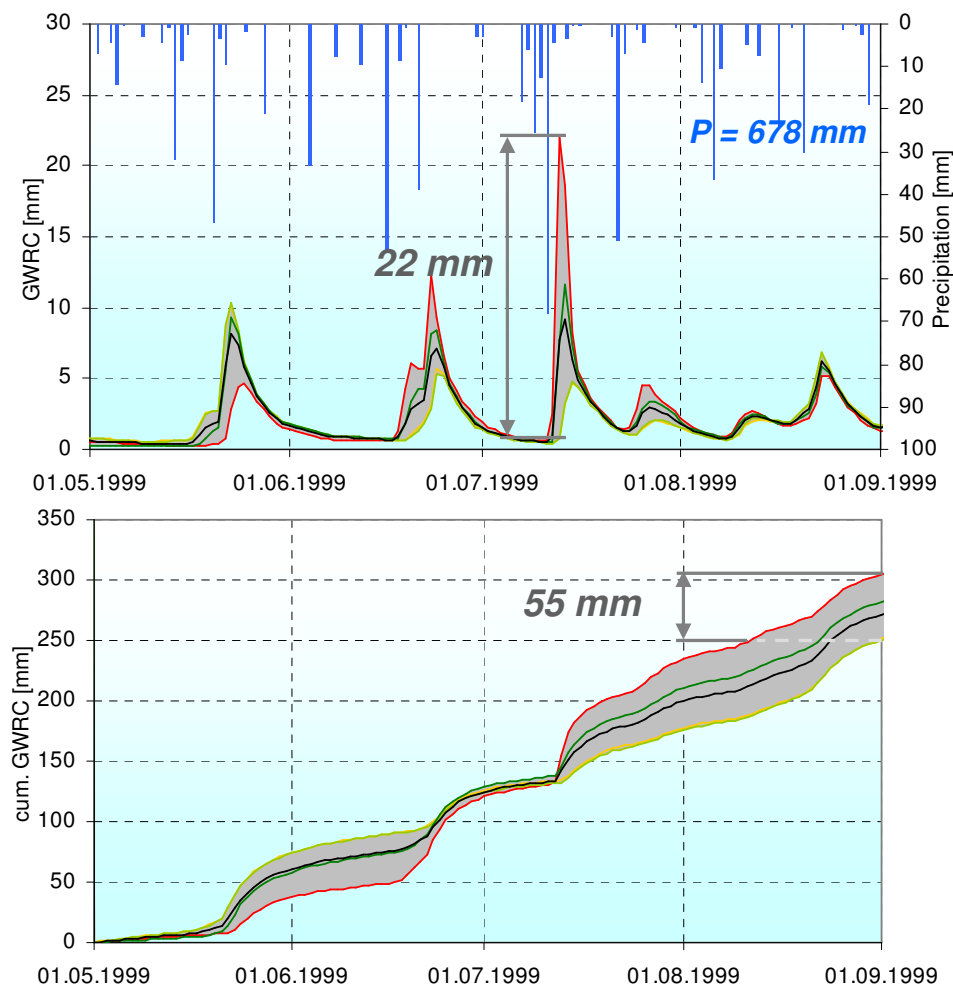


# GWNB & Nitrataustrag

## Variantenunterschiede auf Tages- & Monatsbasis

**Grundwasserneubildung**

**Stickstofffracht**

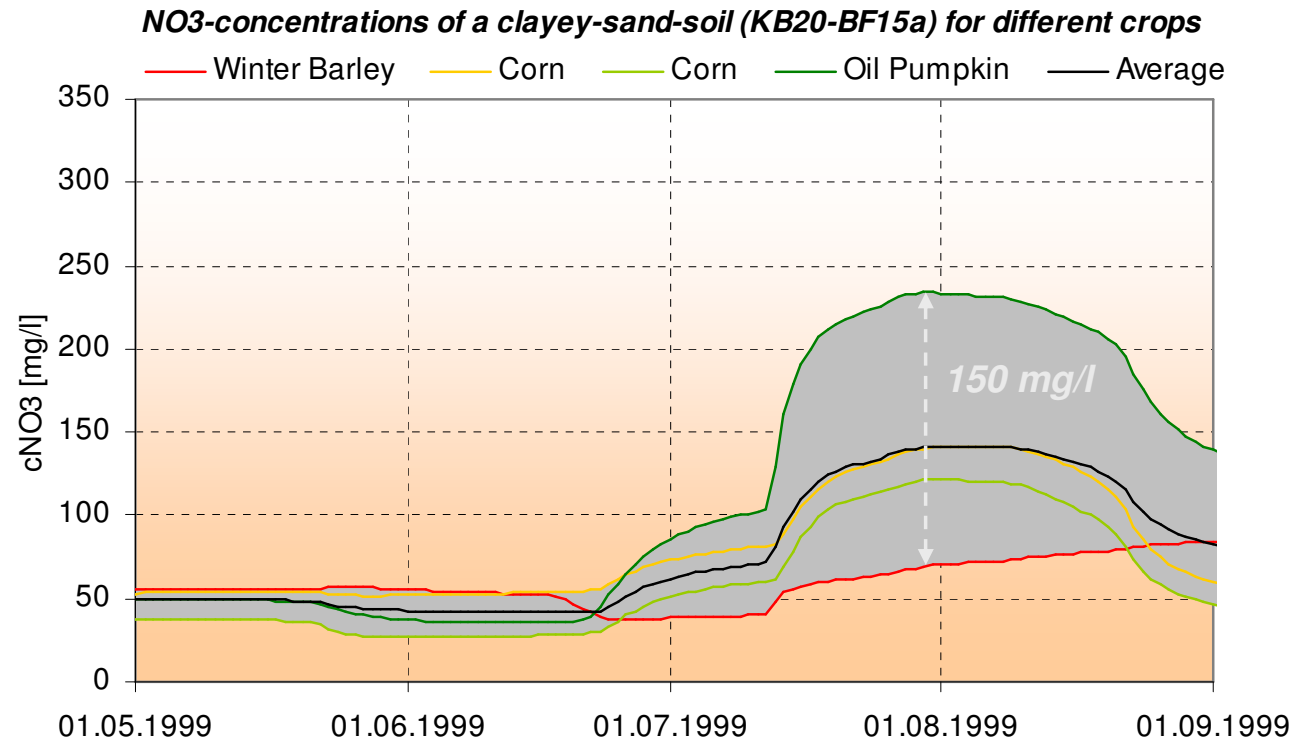


P — Winter Barley — Corn — Corn — Oil Pumpkin — Average

Clayey-sand soil (KB20-BF15a)

# $NO_3$ -Konzentration

## Variantenunterschiede auf Tages- & Monatsbasis



### Neuer Ansatz:

Mittelwert der Varianten → bestmögliches Ergebnis für reg. Modellierung auf Tagesbasis

# Übersicht

Motivation > Modelle > Landnutzung > ***StotraPGen*** > Ausblick

# StotraPGen

## Stotrasim Projekt Generator

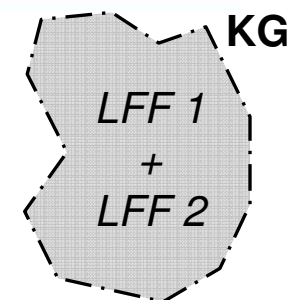
- **Pre- und Postprocessing** für SIMWASER/STOTRASIM
- **Automatisierte Anwendung** von SIMWASER/STOTRASIM auf regionaler Ebene
- **Mittelwertbildung** der Varianten
- Stochastischer Ansatz zur besseren Berücksichtigung von **Landnutzungsdaten**
- **Funktionen:**
  - FF-Rotation
  - Modellzeitraum definieren
  - Optimierung FF-Anteile
  - SIMWASER/STOTRASIM-Berechnung
  - Ergebnismixer
  - Visualisierung

# FF-Rotation

## Erstellen der FF-Varianten

### ■ Vorgabe:

- Definition von **Leitfruchtfolgen** (z.B. M-M-WG-KÜ und M-SG-WR)
- **Bewirtschaftungsdaten** (Anbau, Ernte, Bodenbearbeitung, Düngemengen und Düngzeitpunkte)



StotraPGen

| <b>LFF 1</b>  | <b>Jahr 1</b> | <b>Jahr 2</b> | <b>Jahr 3</b> | <b>Jahr 4</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Var. A</b> | M             | M             | WG            | KÜ            |
| <b>Var. B</b> | KÜ            | M             | M             | WG            |
| <b>Var. C</b> | WG            | KÜ            | M             | M             |
| <b>Var. D</b> | M             | WG            | KÜ            | M             |

StotraPGen

| <b>LFF 2</b>  | <b>Jahr 1</b> | <b>Jahr 2</b> | <b>Jahr 3</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Var. A</b> | M             | SG            | WR            |
| <b>Var. B</b> | WR            | M             | SG            |
| <b>Var. C</b> | SG            | WR            | M             |

# Modellzeitraum definieren

## LFFs werden auf Berechnungszeitraum ausgeweitet

- Vorgabe:
  - Definition des **Modellzeitraums** (z.B. 2002-2010)

| <b>FF 1</b>   | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Var. A</b> | M    | M    | WG   | KÜ   | M    | M    | WG   | KÜ   | M    |
| <b>Var. B</b> | KÜ   | M    | M    | WG   | KÜ   | M    | M    | WG   | KÜ   |
| <b>Var. C</b> | WG   | KÜ   | M    | M    | WG   | KÜ   | M    | M    | WG   |
| <b>Var. D</b> | M    | WG   | KÜ   | M    | M    | WG   | KÜ   | M    | M    |

**StotraPGen**

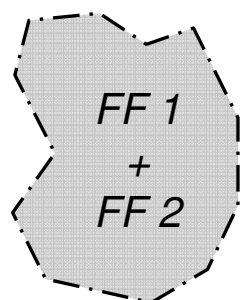
| <b>FF 2</b>   | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Var. A</b> | M    | SG   | WR   | M    | SG   | WR   | M    | SG   | WR   |
| <b>Var. B</b> | WR   | M    | SG   | WR   | M    | SG   | WR   | M    | SG   |
| <b>Var. C</b> | SG   | WR   | M    | SG   | WR   | M    | SG   | WR   | M    |

**StotraPGen**

INNOVATION aus TRADITION

# Optimierung FF-Anteile

## Finden von optimalen FF-Mischungsverhältnissen



Räumliche  
Verteilung?

### Vorgabe:

- Prozentuelle  
Landnutzungsverteilung  
(INVEKOS-Daten für KGs)

### Ergebnis:

- Optimale prozentuelle  
Zusammensetzung der FF
- z.B.:  $\left( \begin{array}{l} \text{FF 1} \rightarrow 76\% \\ \text{FF 2} \rightarrow 24\% \end{array} \right)$

| M-M-WG-KÜ |      | M-SG-WR |     |
|-----------|------|---------|-----|
| FF 1      |      | FF 2    |     |
| A         | 19 % | A       | 8 % |
| B         | 19 % | B       | 8 % |
| C         | 19 % | C       | 8 % |
| D         | 19 % |         |     |

StotraPGen

TextPad - [C:\Dokumente und Einstellungen\klg\Desktop\StotraPGen.FAn...

| KG            | Jahr | ID | Kultur       | Anteil |
|---------------|------|----|--------------|--------|
| FFM-Alt-66103 | 2002 | 3  | Wintergerste | 4      |
| FFM-Alt-66103 | 2003 | 3  | Wintergerste | 1      |
| FFM-Alt-66103 | 2004 | 3  | Wintergerste | 6      |
| FFM-Alt-66103 | 2005 | 3  | Wintergerste | 3      |
| FFM-Alt-66103 | 2006 | 3  | Wintergerste | 7      |
| FFM-Alt-66103 | 2007 | 3  | Wintergerste | 2      |
| FFM-Alt-66103 | 2008 | 3  | Wintergerste | 9      |
| FFM-Alt-66103 | 2009 | 3  | Wintergerste | 18     |
| FFM-Alt-66103 | 2010 | 3  | Wintergerste | 6      |
|               |      |    |              |        |
| FFM-Alt-66103 | 2002 | 8  | Mais300      | 48     |
| FFM-Alt-66103 | 2003 | 8  | Mais300      | 52     |
| FFM-Alt-66103 | 2004 | 8  | Mais300      | 55     |
| FFM-Alt-66103 | 2005 | 8  | Mais300      | 49     |
| FFM-Alt-66103 | 2006 | 8  | Mais300      | 49     |
| FFM-Alt-66103 | 2007 | 8  | Mais300      | 52     |
| FFM-Alt-66103 | 2008 | 8  | Mais300      | 62     |
| FFM-Alt-66103 | 2009 | 8  | Mais300      | 50     |
| FFM-Alt-66103 | 2010 | 8  | Mais300      | 57     |
|               |      |    |              |        |
| FFM-Alt-66103 | 2002 | 18 | Winterraps   | 0      |
| FFM-Alt-66103 | 2003 | 18 | Winterraps   | 3      |
| FFM-Alt-66103 | 2004 | 18 | Winterraps   | 0      |
| FFM-Alt-66103 | 2005 | 18 | Winterraps   | 0      |
| FFM-Alt-66103 | 2006 | 18 | Winterraps   | 1      |
| FFM-Alt-66103 | 2007 | 18 | Winterraps   | 0      |
| FFM-Alt-66103 | 2008 | 18 | Winterraps   | 0      |
| FFM-Alt-66103 | 2009 | 18 | Winterraps   | 0      |
| FFM-Alt-66103 | 2010 | 18 | Winterraps   | 0      |
|               |      |    |              |        |
| FFM-Alt-66103 | 2002 | 42 | Kürbis       | 13     |
| FFM-Alt-66103 | 2003 | 42 | Kürbis       | 13     |
| FFM-Alt-66103 | 2004 | 42 | Kürbis       | 9      |
| FFM-Alt-66103 | 2005 | 42 | Kürbis       | 20     |

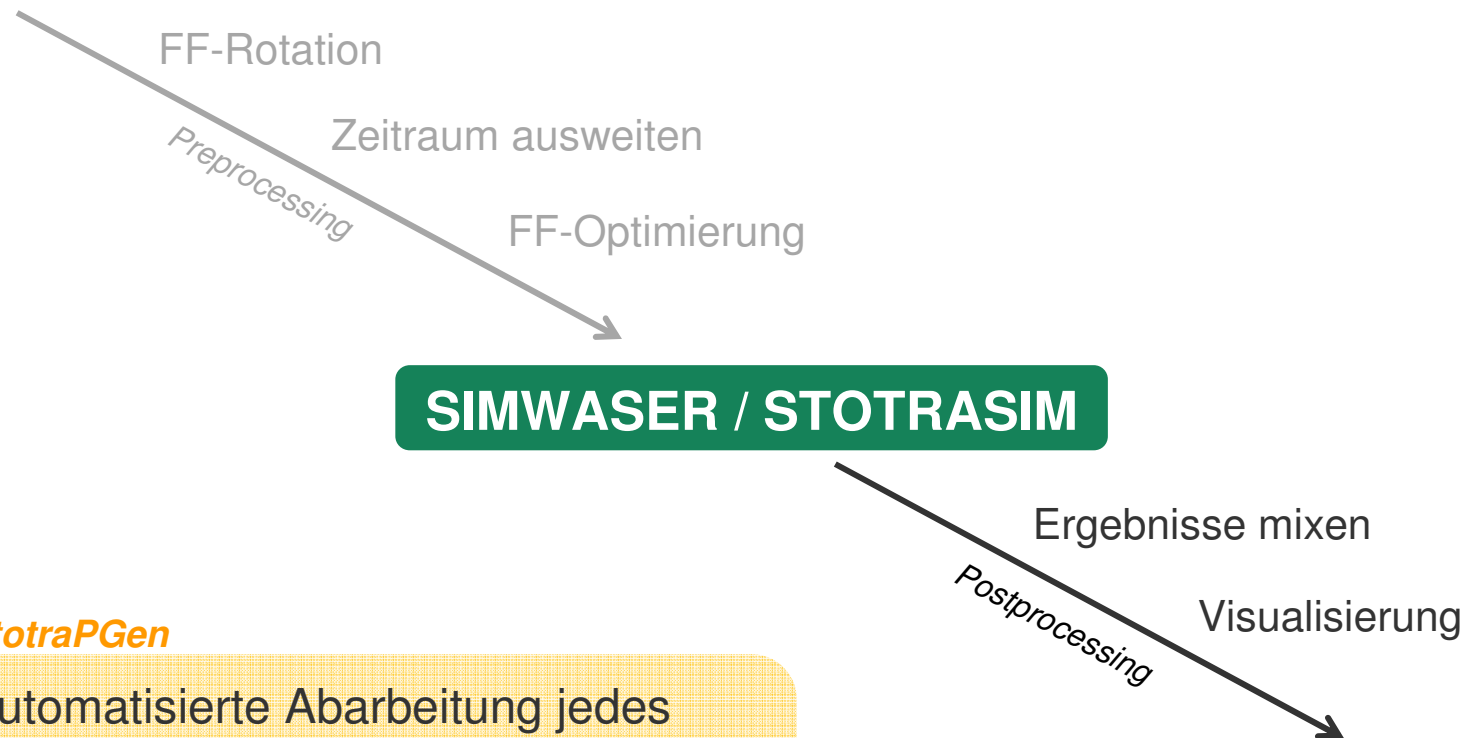
1 56 Edit Ins Block

INNOVATION aus TRADITION



# *SIMWASER / STOTRASIM*

## *Berechnung von GWNB & Nitratauswaschung*



### **StotraPGen**

Automatisierte Abarbeitung jedes einzelnen **SIMWASER/STOTRASIM-Rechenlaufes** über automatisch generierte Batch-Files



# Ergebnismixer

## Einzelrechnungen prozentuell gewichten

|                                  |            |            |            |      |     |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------|-----|
| FF 1 - Variante A (Mais)         |            |            |            |      |     |
| Flux (mm): in                    | 63 Tiefen  |            |            |      |     |
| Tiefe (cm):                      | 140.       | 150.       | 160.       |      |     |
| 1981- 9- 1 ...                   | 0.3201E+00 | 0.3478E+00 | 0.3749E+00 | 19 % | 8 % |
| 1981- 9- 2 ...                   | 0.3108E+00 | 0.3384E+00 | 0.3655E+00 |      |     |
| 1981- 9- 3 ...                   | 0.3017E+00 | 0.3291E+00 | 0.3561E+00 |      |     |
| FF 1 - Variante B (Mais)         |            |            |            |      |     |
| Flux (mm): in                    | 63 Tiefen  |            |            |      |     |
| Tiefe (cm):                      | 140.       | 150.       | 160.       |      |     |
| 1981- 9- 1 ...                   | 0.2347E+01 | 0.1395E+01 | 0.8101E+00 | 19 % | 8 % |
| 1981- 9- 2 ...                   | 0.2724E+01 | 0.2346E+01 | 0.1628E+01 |      |     |
| 1981- 9- 3 ...                   | 0.2511E+01 | 0.2526E+01 | 0.2287E+01 |      |     |
| FF 1 - Variante C (Wintergerste) |            |            |            |      |     |
| Flux (mm): in                    | 63 Tiefen  |            |            |      |     |
| Tiefe (cm):                      | 140.       | 150.       | 160.       |      |     |
| 1981- 9- 1 ...                   | 0.8515E+00 | 0.7816E+00 | 0.7760E+00 | 19 % | 8 % |
| 1981- 9- 2 ...                   | 0.1272E+01 | 0.9596E+00 | 0.8269E+00 |      |     |
| 1981- 9- 3 ...                   | 0.1733E+01 | 0.1337E+01 | 0.1035E+01 |      |     |
| FF 1 - Variante D (Kürbis)       |            |            |            |      |     |
| Flux (mm): in                    | 63 Tiefen  |            |            |      |     |
| Tiefe (cm):                      | 140.       | 150.       | 160.       |      |     |
| 1981- 9- 1 ...                   | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 | 19 % |     |
| 1981- 9- 2 ...                   | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 |      |     |
| 1981- 9- 3 ...                   | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 |      |     |
| 1981- 9- 4 ...                   | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 |      |     |
| 1981- 9- 5 ...                   | 0.1857E-01 | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 |      |     |
| 1981- 9- 6 ...                   | 0.1858E-01 | 0.1856E-01 | 0.1856E-01 |      |     |
| 1981- 9- 7 ...                   | 0.1860E-01 | 0.1857E-01 | 0.1856E-01 |      |     |
| 1981- 9- 8 ...                   | 0.1863E-01 | 0.1858E-01 | 0.1856E-01 |      |     |
| 1981- 9- 9 ...                   | 0.1869E-01 | 0.1859E-01 | 0.1857E-01 |      |     |
| 1981- 9-10 ...                   | 0.1876E-01 | 0.1861E-01 | 0.1857E-01 |      |     |
| 1981- 9-11 ...                   | 0.1886E-01 | 0.1865E-01 | 0.1858E-01 |      |     |
| 1981- 9-12 ...                   | 0.1899E-01 | 0.1870E-01 | 0.1860E-01 |      |     |
| 1981- 9-13 ...                   | 0.1914E-01 | 0.1876E-01 | 0.1862E-01 |      |     |
| 1981- 9-14 ...                   | 0.1931E-01 | 0.1883E-01 | 0.1865E-01 |      |     |
| 1981- 9-15 ...                   | 0.1951E-01 | 0.1892E-01 | 0.1869E-01 |      |     |
| 1981- 9-16 ...                   | 0.1972E-01 | 0.1903E-01 | 0.1873E-01 |      |     |
| 1981- 9-17 ...                   | 0.1995E-01 | 0.1915E-01 | 0.1879E-01 |      |     |
| 1981- 9-18 ...                   | 0.2019E-01 | 0.1928E-01 | 0.1885E-01 |      |     |
| 1981- 9-19 ...                   | 0.2044E-01 | 0.1943E-01 | 0.1893E-01 |      |     |
| 1981- 9-20 ...                   | 0.2071E-01 | 0.1959E-01 | 0.1902E-01 |      |     |
| 1981- 9-21 ...                   | 0.2098E-01 | 0.1976E-01 | 0.1911E-01 |      |     |
| 1981- 9-22 ...                   | 0.2125E-01 | 0.1994E-01 | 0.1922E-01 |      |     |
| FF 2 - Variante A (Mais)         |            |            |            |      |     |
| Flux (mm): in                    | 63 Tiefen  |            |            |      |     |
| Tiefe (cm):                      | 140.       | 150.       | 160.       |      |     |
| 1981- 9- 1 ...                   | 0.1489E+01 | 0.1652E+01 | 0.1829E+01 |      |     |
| 1981- 9- 2 ...                   | 0.1325E+01 | 0.1430E+01 | 0.1568E+01 |      |     |
| 1981- 9- 3 ...                   | 0.1249E+01 | 0.1306E+01 | 0.1388E+01 |      |     |
| FF 2 - Variante B (Sommergerste) |            |            |            |      |     |
| Flux (mm): in                    | 63 Tiefen  |            |            |      |     |
| Tiefe (cm):                      | 140.       | 150.       | 160.       |      |     |
| 1981- 9- 1 ...                   | 0.1892E+00 | 0.2179E+00 | 0.2489E+00 |      |     |
| 1981- 9- 2 ...                   | 0.1820E+00 | 0.2093E+00 | 0.2393E+00 |      |     |
| 1981- 9- 3 ...                   | 0.1771E+00 | 0.2016E+00 | 0.2302E+00 |      |     |
| FF 2 - Variante C (Winterraps)   |            |            |            |      |     |
| Flux (mm): in                    | 63 Tiefen  |            |            |      |     |
| Tiefe (cm):                      | 140.       | 150.       | 160.       |      |     |
| 1981- 9- 1 ...                   | 0.4509E+00 | 0.4760E+00 | 0.4989E+00 |      |     |
| 1981- 9- 2 ...                   | 0.4413E+00 | 0.4661E+00 | 0.4893E+00 |      |     |
| 1981- 9- 3 ...                   | 0.4332E+00 | 0.4569E+00 | 0.4800E+00 |      |     |
| 1981- 9- 4 ...                   | 0.4272E+00 | 0.4492E+00 | 0.4715E+00 |      |     |
| 1981- 9- 5 ...                   | 0.4229E+00 | 0.4426E+00 | 0.4637E+00 |      |     |
| 1981- 9- 6 ...                   | 0.4199E+00 | 0.4371E+00 | 0.4567E+00 |      |     |
| 1981- 9- 7 ...                   | 0.4180E+00 | 0.4329E+00 | 0.4507E+00 |      |     |
| 1981- 9- 8 ...                   | 0.4168E+00 | 0.4296E+00 | 0.4456E+00 |      |     |
| 1981- 9- 9 ...                   | 0.4161E+00 | 0.4272E+00 | 0.4415E+00 |      |     |
| 1981- 9-10 ...                   | 0.4153E+00 | 0.4251E+00 | 0.4379E+00 |      |     |
| 1981- 9-11 ...                   | 0.4143E+00 | 0.4232E+00 | 0.4349E+00 |      |     |
| 1981- 9-12 ...                   | 0.4129E+00 | 0.4213E+00 | 0.4321E+00 |      |     |
| 1981- 9-13 ...                   | 0.4107E+00 | 0.4191E+00 | 0.4292E+00 |      |     |
| 1981- 9-14 ...                   | 0.4079E+00 | 0.4168E+00 | 0.4267E+00 |      |     |
| 1981- 9-15 ...                   | 0.4043E+00 | 0.4138E+00 | 0.4238E+00 |      |     |
| 1981- 9-16 ...                   | 0.3999E+00 | 0.4103E+00 | 0.4206E+00 |      |     |
| 1981- 9-17 ...                   | 0.3948E+00 | 0.4063E+00 | 0.4171E+00 |      |     |
| 1981- 9-18 ...                   | 0.3891E+00 | 0.4016E+00 | 0.4131E+00 |      |     |
| 1981- 9-19 ...                   | 0.3827E+00 | 0.3964E+00 | 0.4086E+00 |      |     |
| 1981- 9-20 ...                   | 0.3759E+00 | 0.3907E+00 | 0.4038E+00 |      |     |
| 1981- 9-21 ...                   | 0.3687E+00 | 0.3845E+00 | 0.3986E+00 |      |     |
| 1981- 9-22 ...                   | 0.3611E+00 | 0.3780E+00 | 0.3929E+00 |      |     |

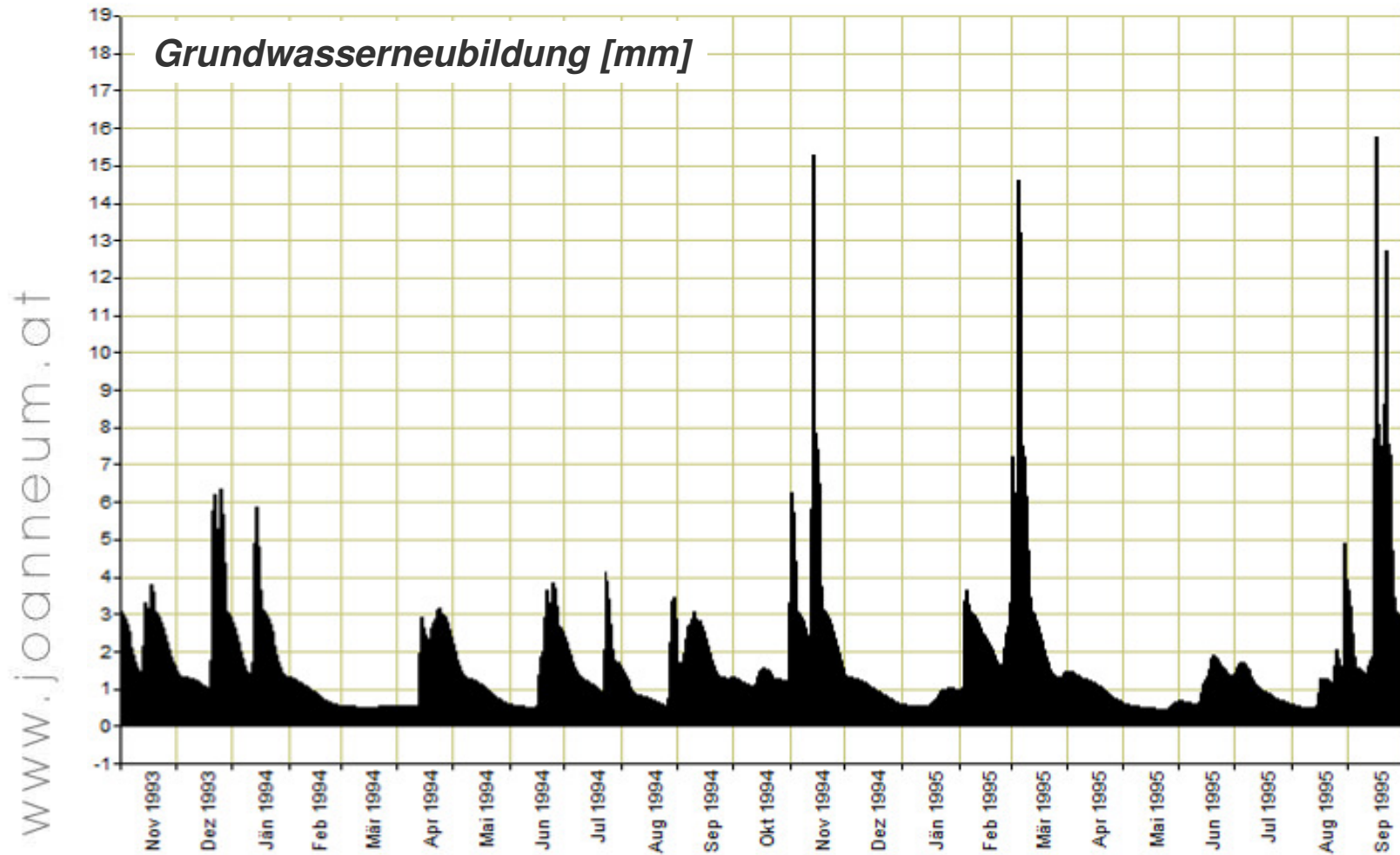
= 0.67 mm

StotraPGen

→ für 1 Tag und 1 Hydrotop

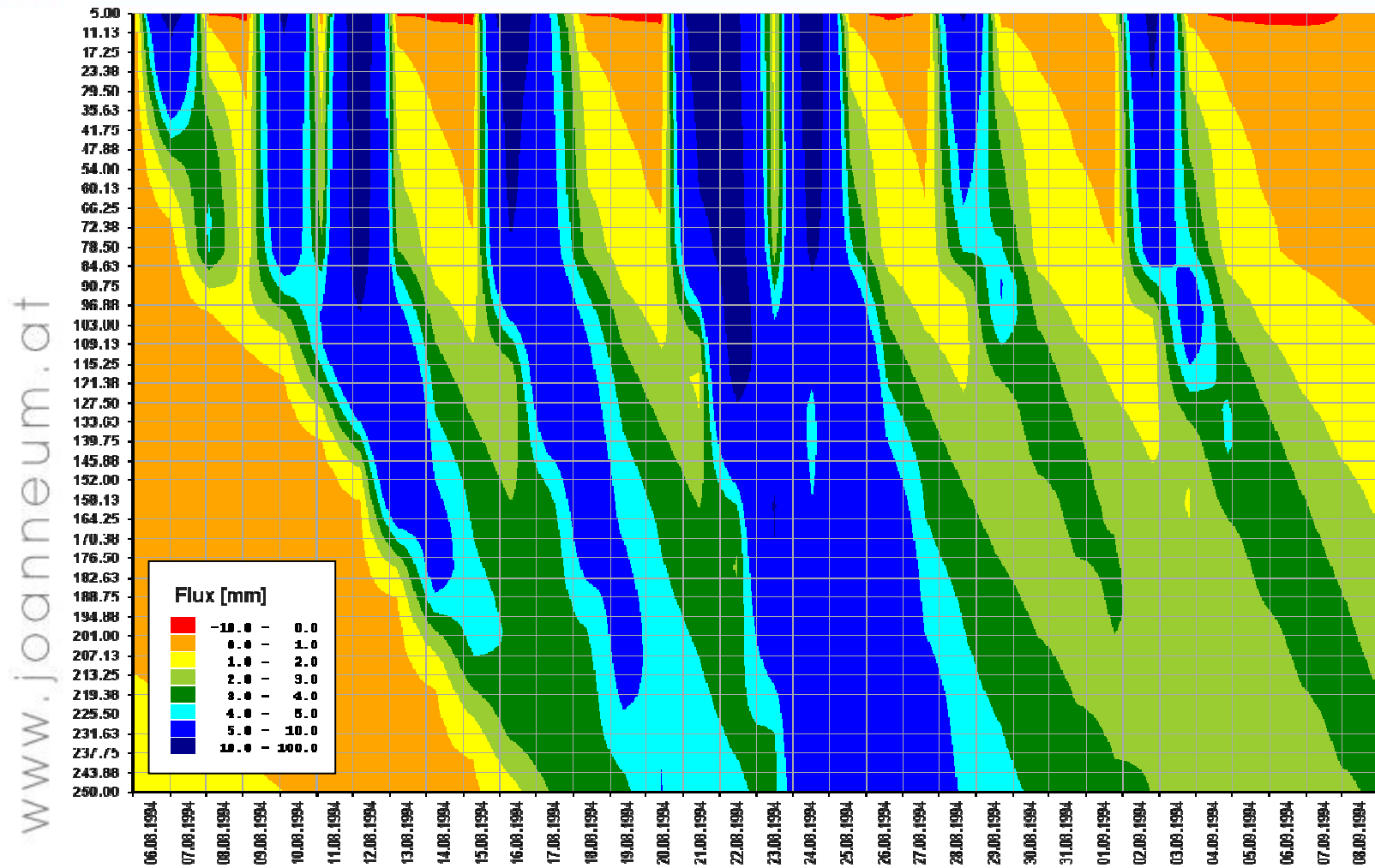
# Visualisierung

## Auswertung & Interpretation der Ergebnisse



# Visualisierung

## Auswertung & Interpretation der Ergebnisse



# Übersicht

Motivation > Modelle > Landnutzung > StotraPGen > ***Ausblick***

# Ausblick

## Aufbauende Projekte und Ziele

---

- Sequentielle Kopplung **STOTRASIM** mit **FEFLOW**
  - Interface-Modul → FE werden STOTRASIM-Ergebnisse zugewiesen
  - ev. iterativer Ansatz zwischen STOTRASIM und FEFLOW
- **Ökonomische Bewertung** von landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen
  - Westliches Leibnitzer Feld
  - Ziel: Bewirtschaftungsform, die ökologischen wie ökonomischen Anforderungen entspricht
- Bodenhydrologische Modellierung von **Klimaszenarien**
  - Westliches Leibnitzer Feld

# *Numerische Modellierung von GWNB und Nitratauswaschung*

www.joanneum.at



**Gernot Klammler**

JOANNEUM RESEARCH Graz  
RESOURCES - Institut für Wasser,  
Energie und Nachhaltigkeit  
Wasser Ressourcen Management

Elisabethstraße 16/II

8010 Graz

P +43 316 876 1492

F +43 316 876 9 1492

[gernot.klammler@joanneum.at](mailto:gernot.klammler@joanneum.at)