



Das Lebensministerium



## Aktuelle Hinweise zur Stickstoff- und Schwefeldüngung im Frühjahr 2009

Erhard Albert

Freistaat  Sachsen

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

# Vortragsgliederung

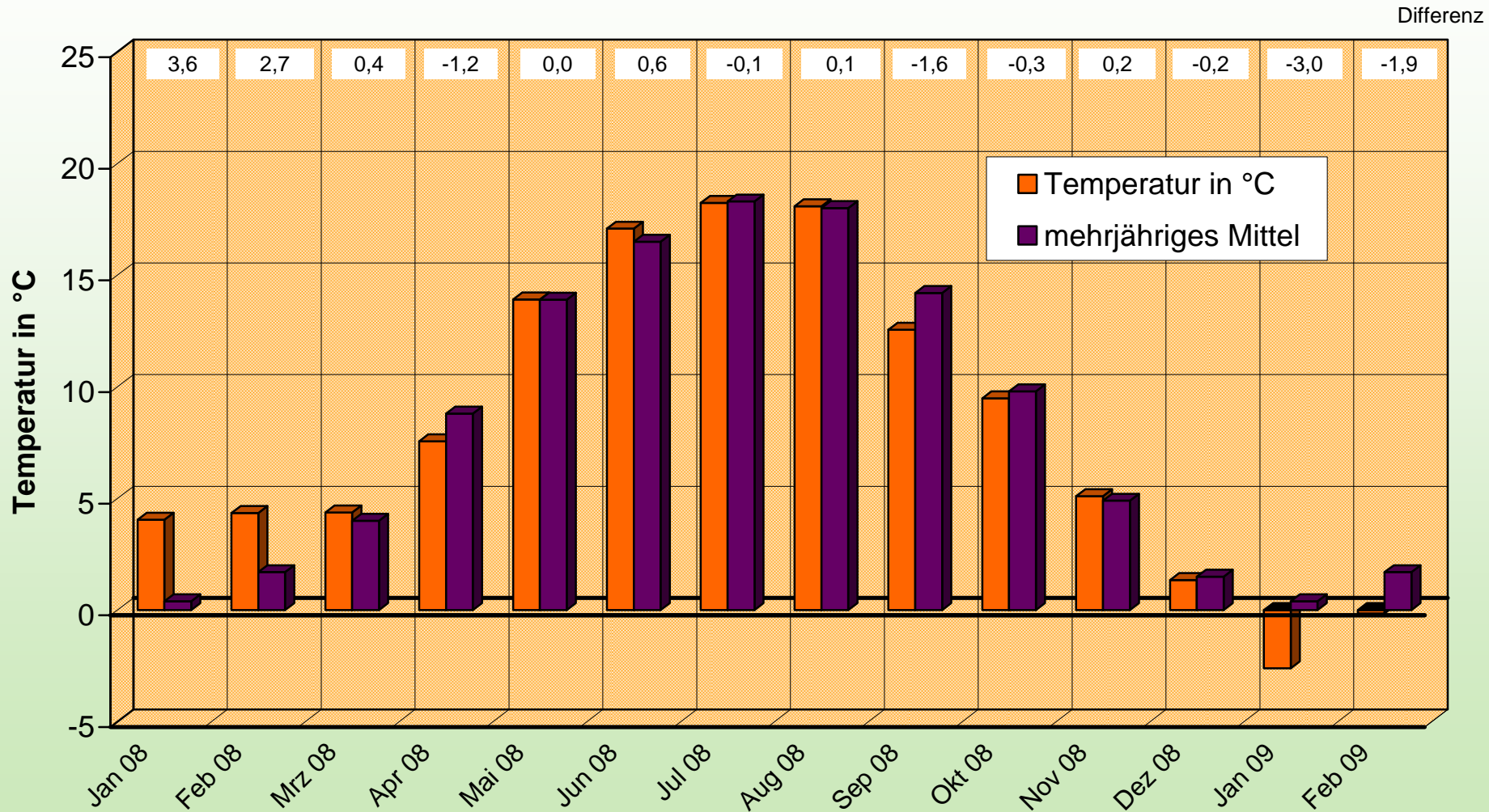
- **Witterungs- und Bestandessituation 2008/2009**
- **Nmin- und Smin-Gehalte im Boden**
- **Aspekte der Düngbedarfsermittlung**
- **Empfehlungen zur Frühjahrsdüngung**



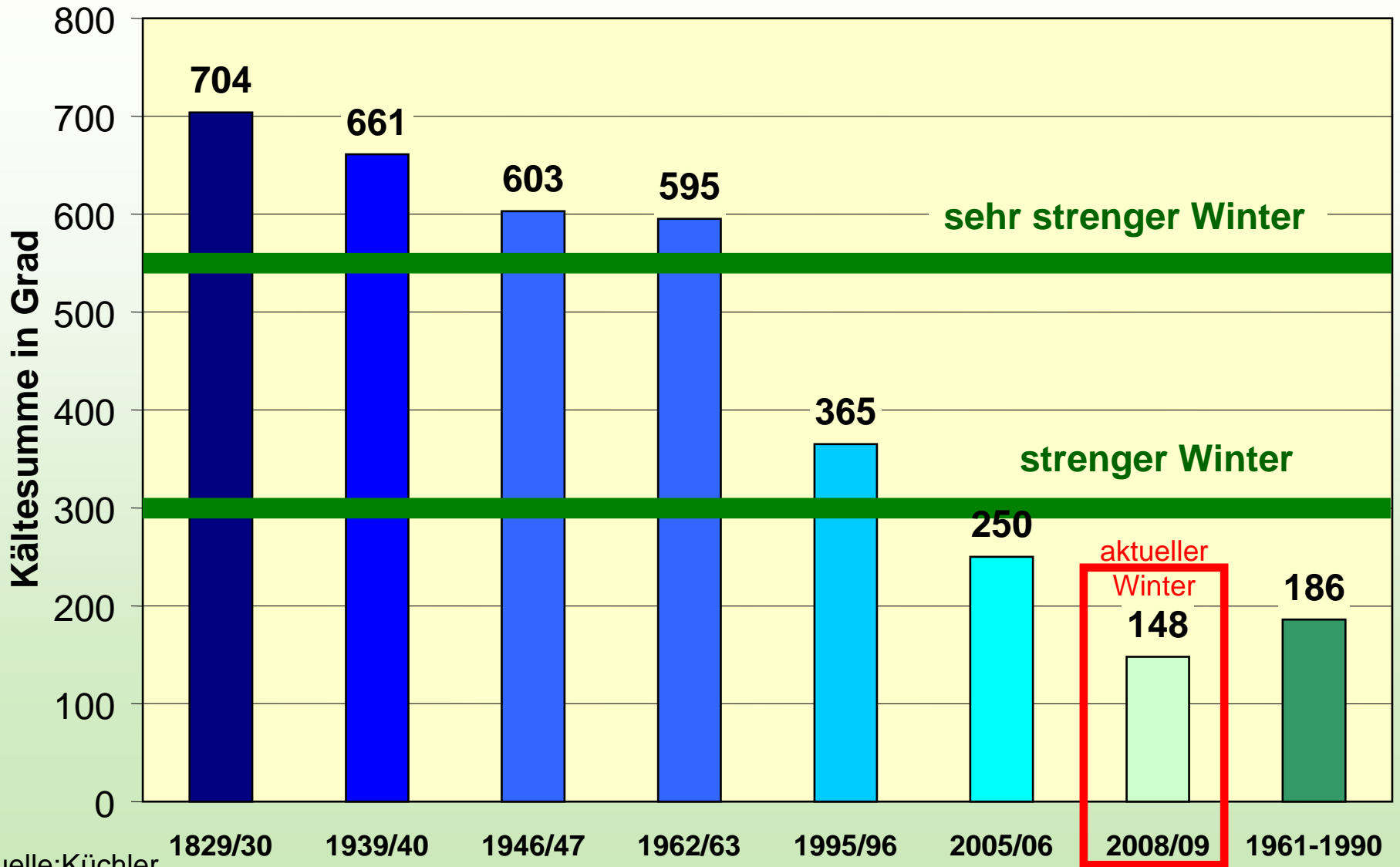


# Temperaturen von Januar 2008 bis 25. Februar 2009

## Nossen



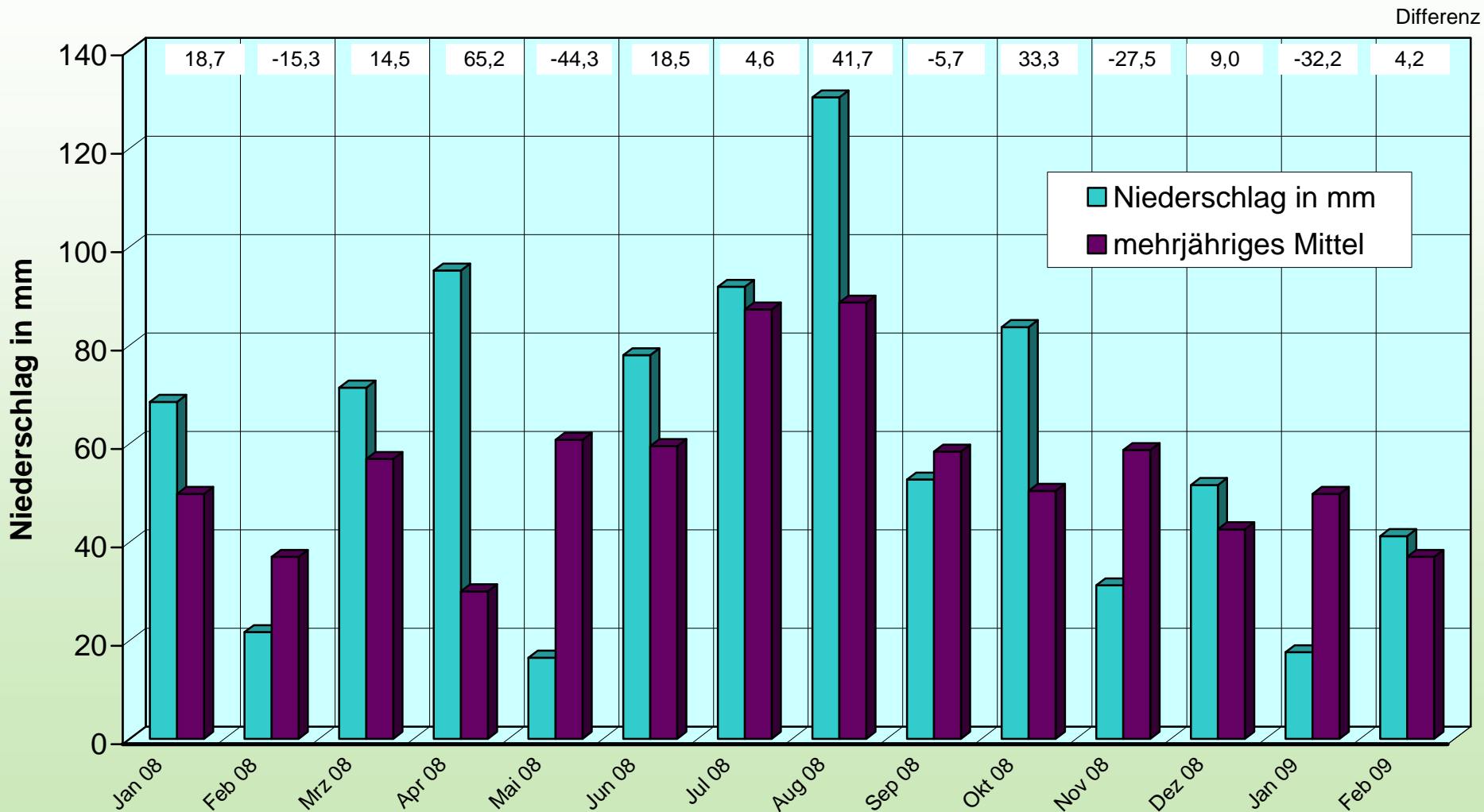
# Kältesummen ausgewählter Winter im Raum Dresden



Quelle:Küchler

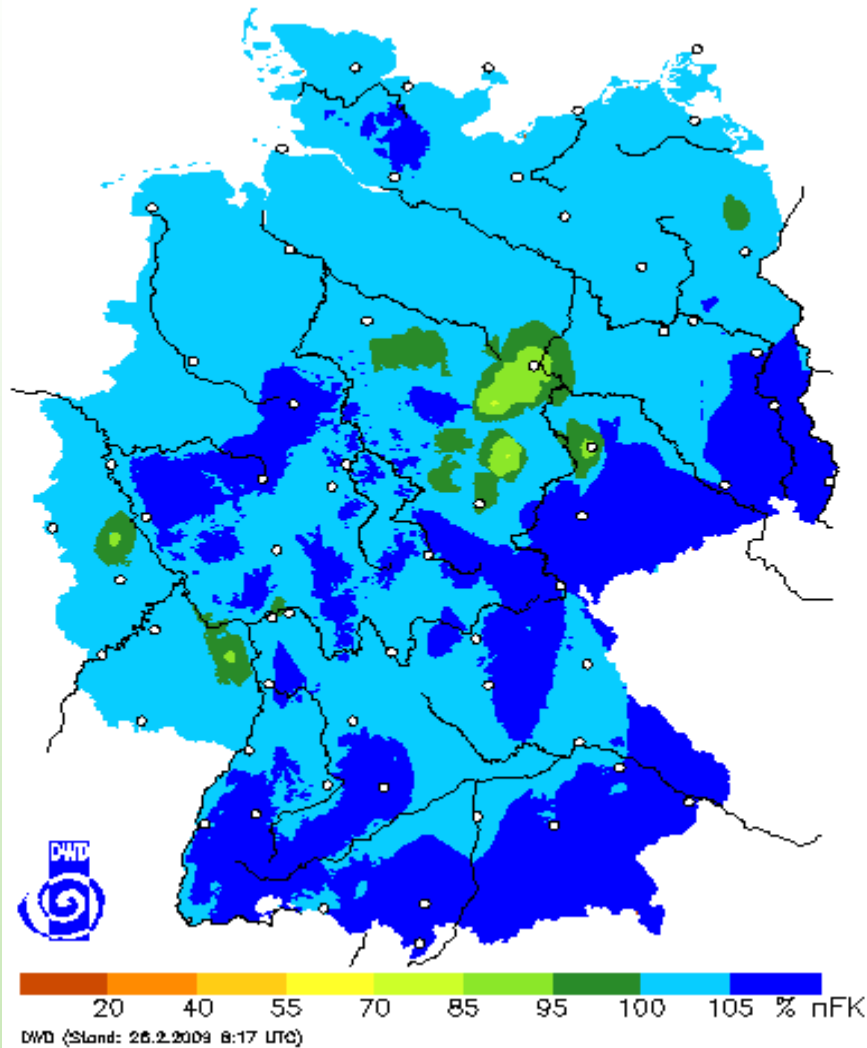
# Niederschlag von Januar 2008 bis 25. Februar 2009

## Nossen

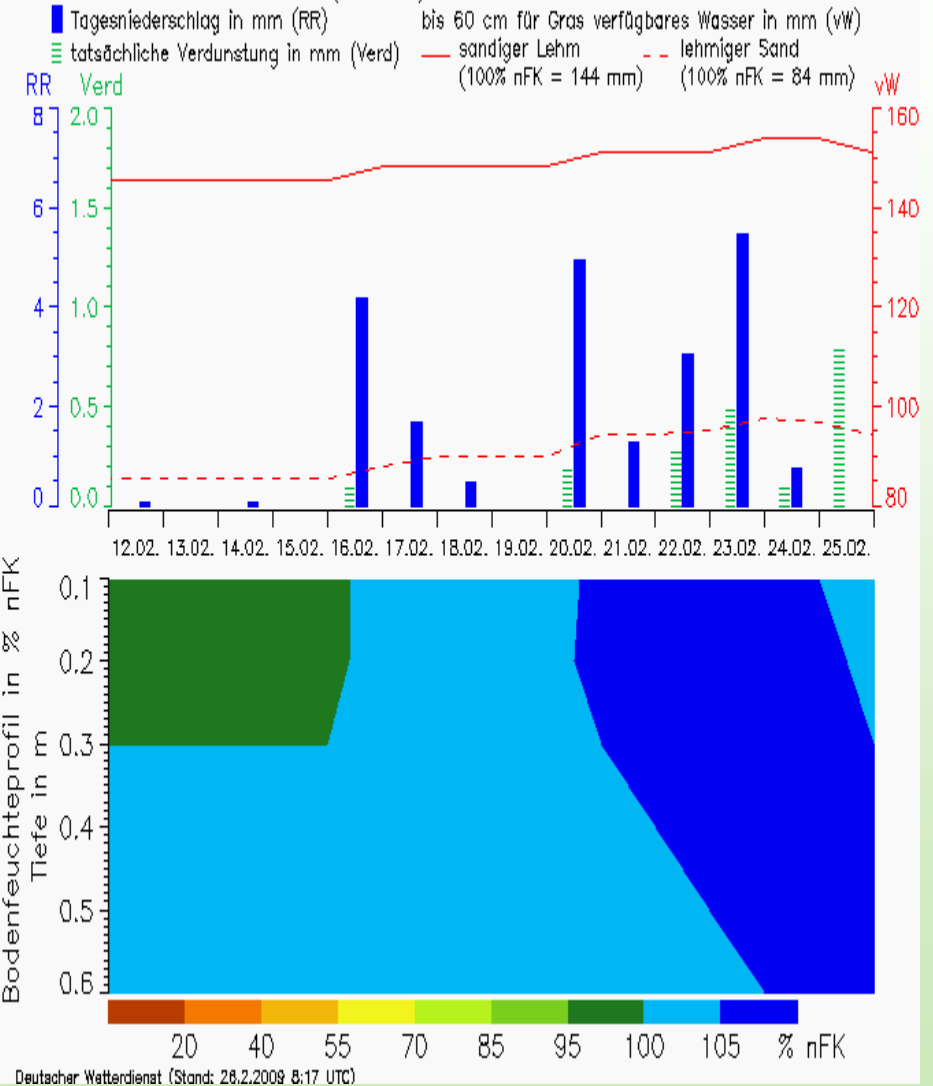


# Bodenfeuchte am 26.2.2009

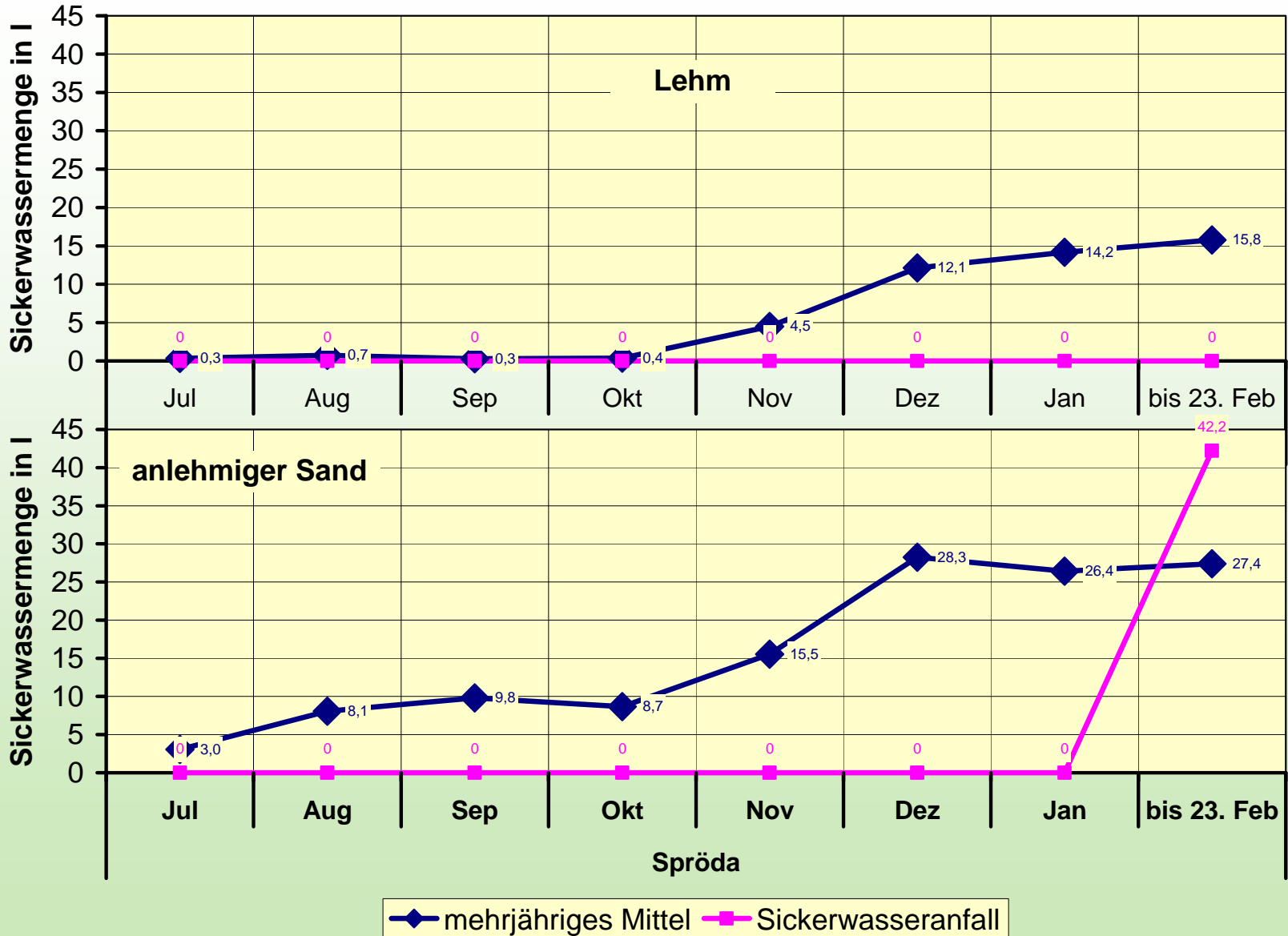
25.02.2009



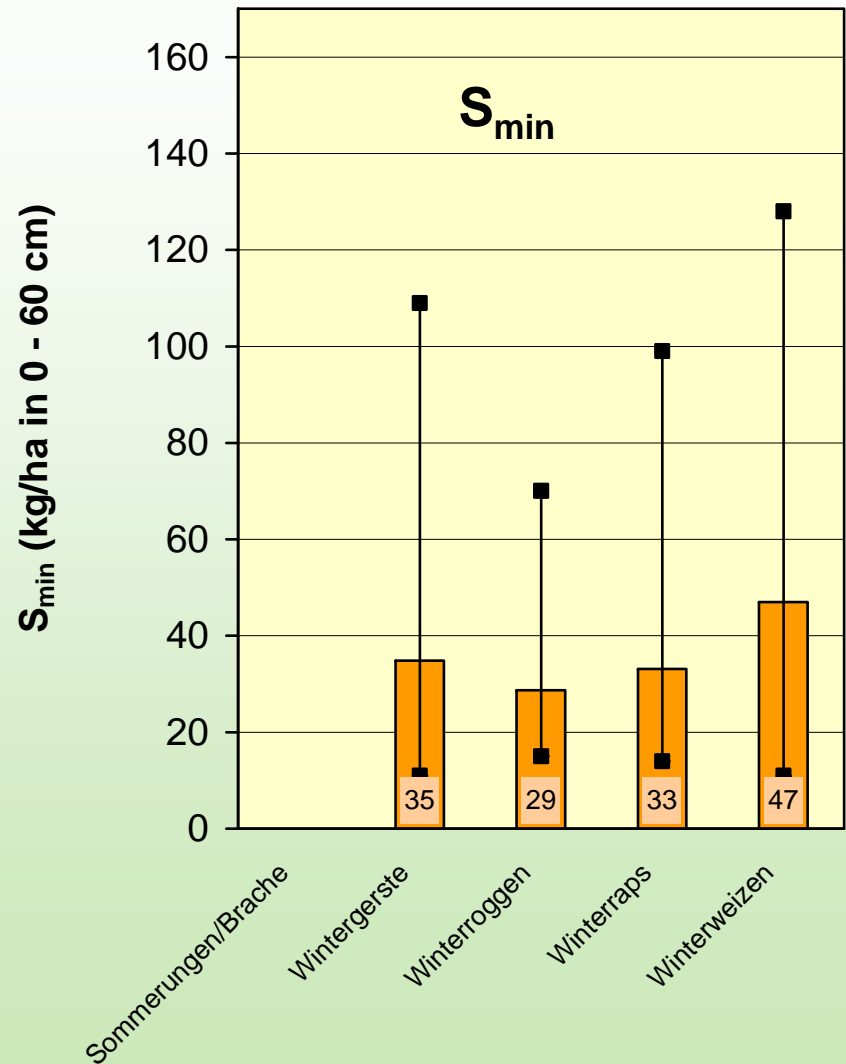
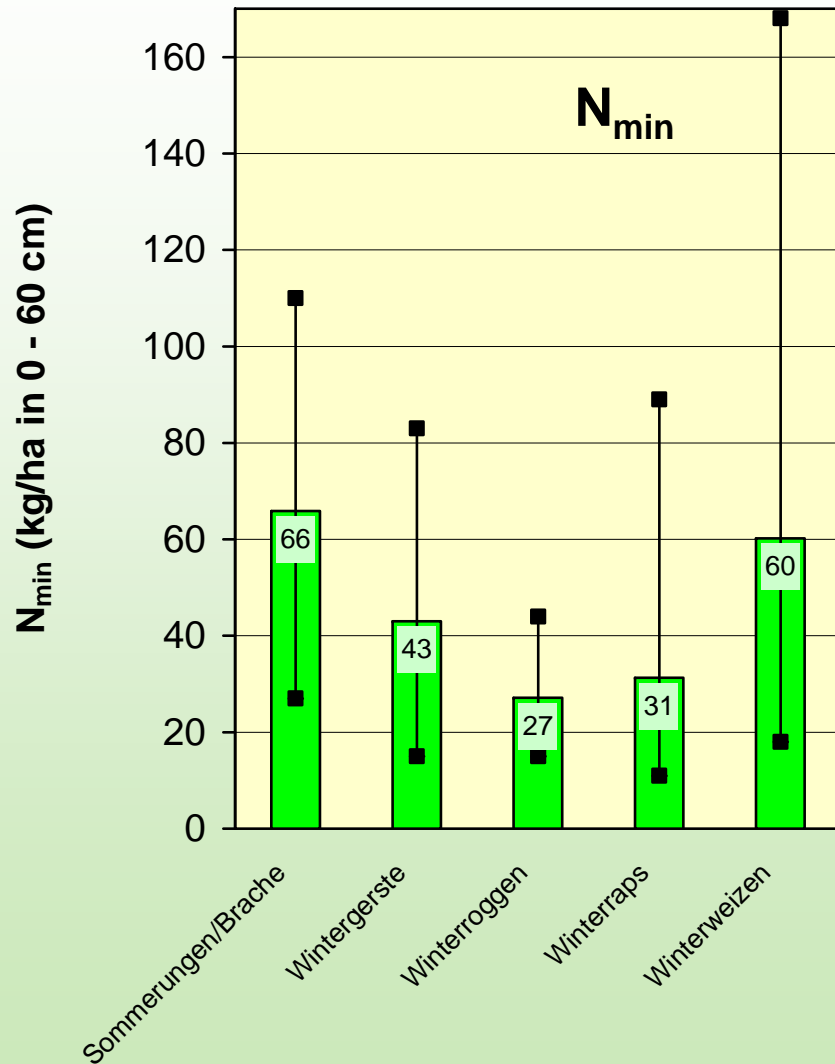
10488 Dresden-Klotzsche (227 m)



# Sickerwasseranfall im Jahr 2008/2009 im Vergleich zum mehrjährigen Mittel



# $N_{\min}$ - und $S_{\min}$ -Gehalte der untersuchten Praxisschläge Ende Februar 2009





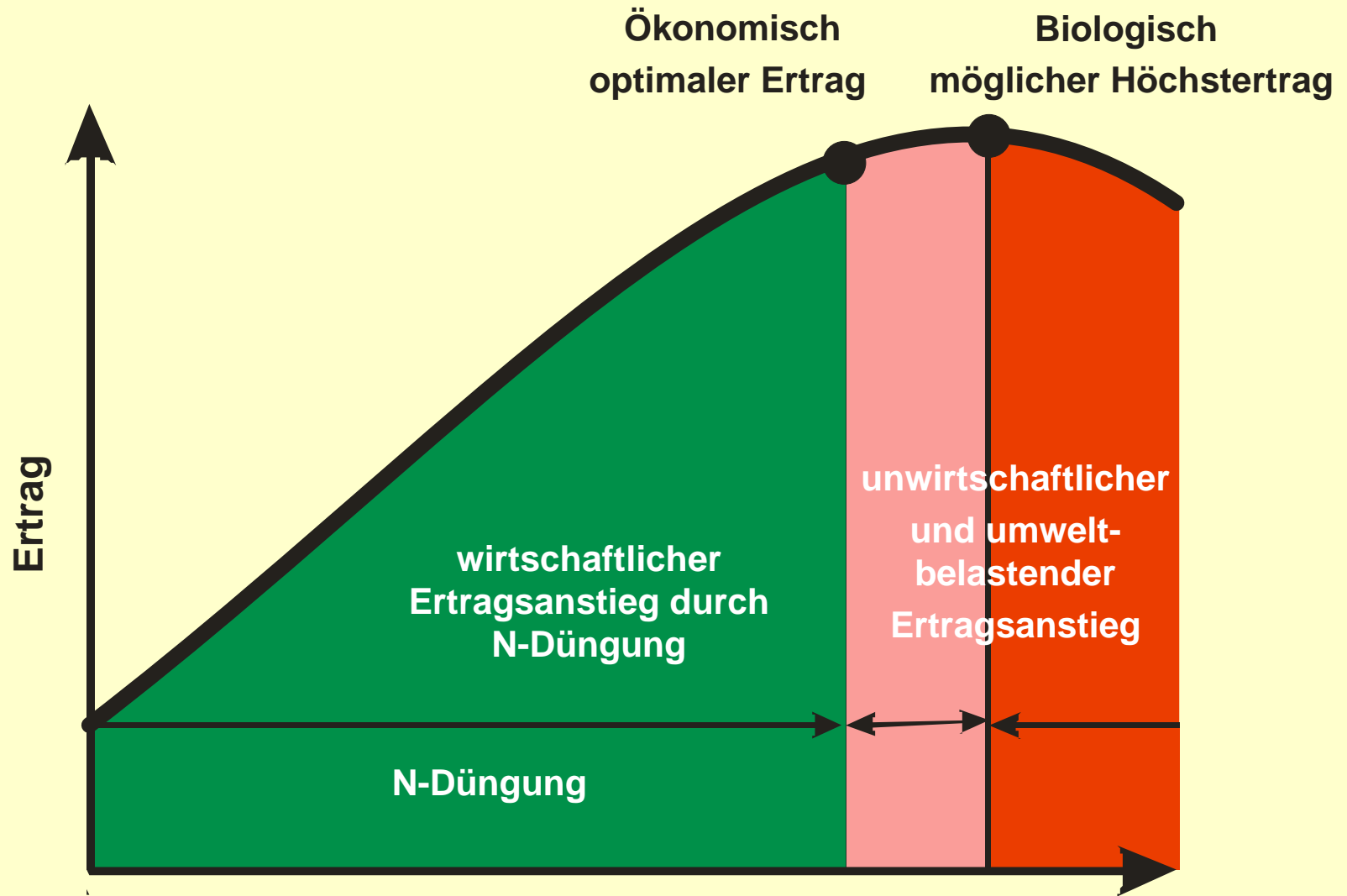
# Zwischenfazit

- **Feucht-kühle Witterung im Herbst verlangsamte die Bestandesentwicklung. Vegetationsende war Mitte November.**
- **Je nach Aussattermin differenzierte Herbstentwicklung von Raps und Wintergetreide (meist normal, nur selten üppig oder sehr schwach).**
- **Seit Mitte November bis jetzt absolute Wachstumsruhe ohne Nährstoffaufnahme und Biomassezuwachs. Phänologische Verspätung ist sehr wahrscheinlich.**
- **Dank ausreichender Schneedecke sind stärkere frostbedingte Pflanzenschäden bislang nicht zu beobachten. Teilweise leiden die Bestände unter Sauerstoffmangel. Zunehmend treten bei Raps Blattverluste auf.**

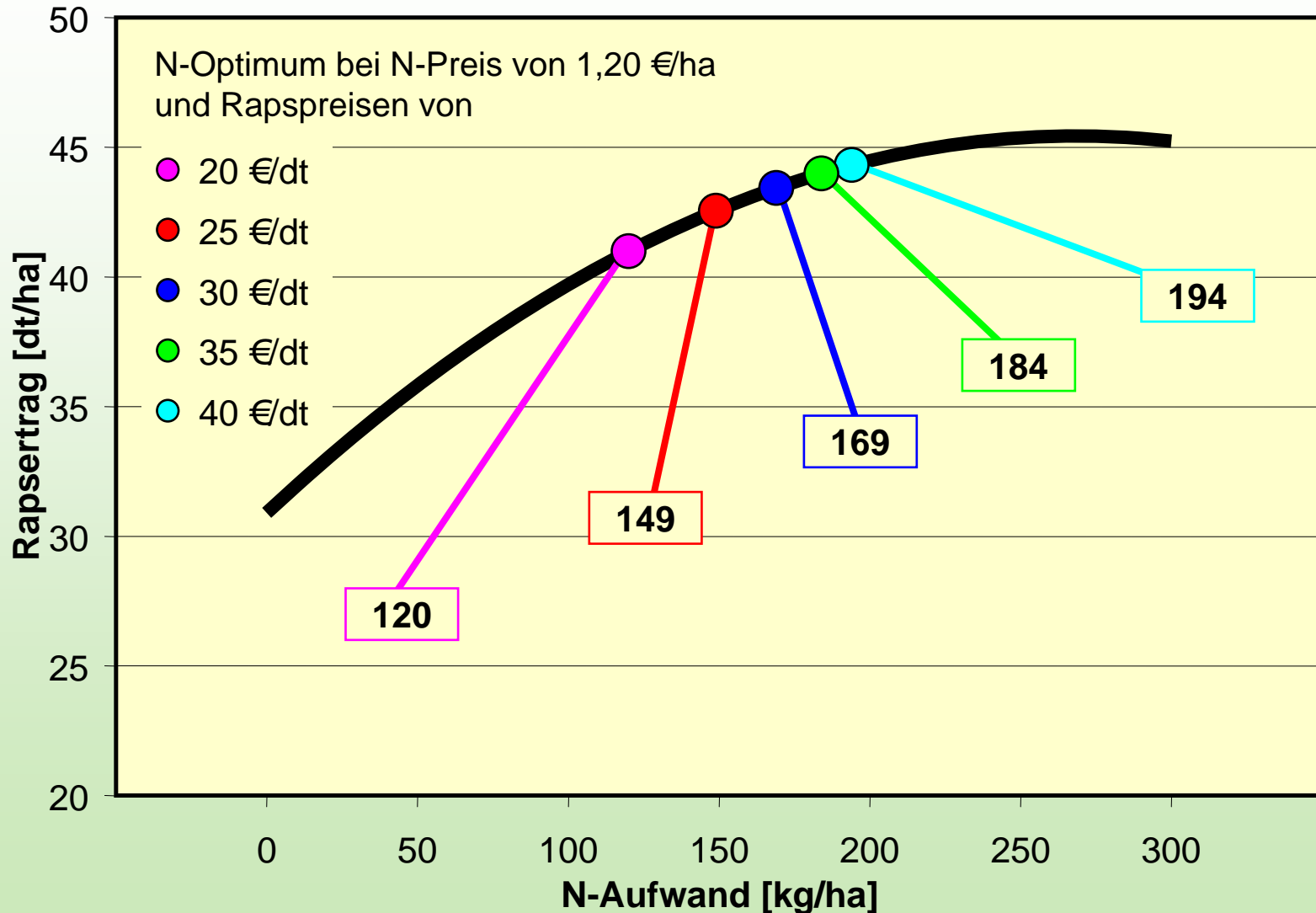
# Zwischenfazit

- Im Süden und Osten Sachsens setzte bereits Ende Oktober Sickerwasserbildung und damit Nährstoffverlagerung ein. Stärkere Sickerwasserbildung und damit N-Verlagerung ist mit der Schneeschmelze (außer Nordsachsen) bzw. durch stärkere Niederschläge zu erwarten.
- Die  $N_{\min}$ - und  $S_{\min}$ -Gehalte variieren stark in Abhängigkeit von der jeweiligen Fruchtart, Bewirtschaftung und Bodengüte. Sie liegen unter kräftig entwickelten Raps- und Getreidebeständen und auf leichten sowie flachgründigen Standorten auf ähnlich geringem Niveau wie 2008.
- Mit zunehmender Bodengüte nehmen die  $N_{\min}$ -Gehalte vor allem auf Lößstandorten deutlich zu.
- Schlagbezogene  $N_{\min}$ -Untersuchungen werden dringend angeraten.  
Düngeverordnung § 3 Abs. 3: "Vor der Ausbringung wesentlicher Nährstoffmengen (50 kg N/ha) sind die im Boden verfügbaren Nährstoffmengen vom Betrieb zu ermitteln."
  - Untersuchung repräsentativer Proben
  - Ergebnisübernahme vergleichbarer Standorte z.B. Aktueller Pflanzenbaurat, Internet
  - Nutzung von Berechnungs- und Schätzverfahren z. B. N-Simulation
- **Grundsatz: Je früher der Vegetationsbeginn desto verhaltener und nicht zu zeitig andüngen. Sonst zu starke Blattbildung und Bestockung. Trockenstressgefahr! Bei spätem Vegetationsbeginn dagegen unverzüglich und i. d. R. kräftig düngen.**

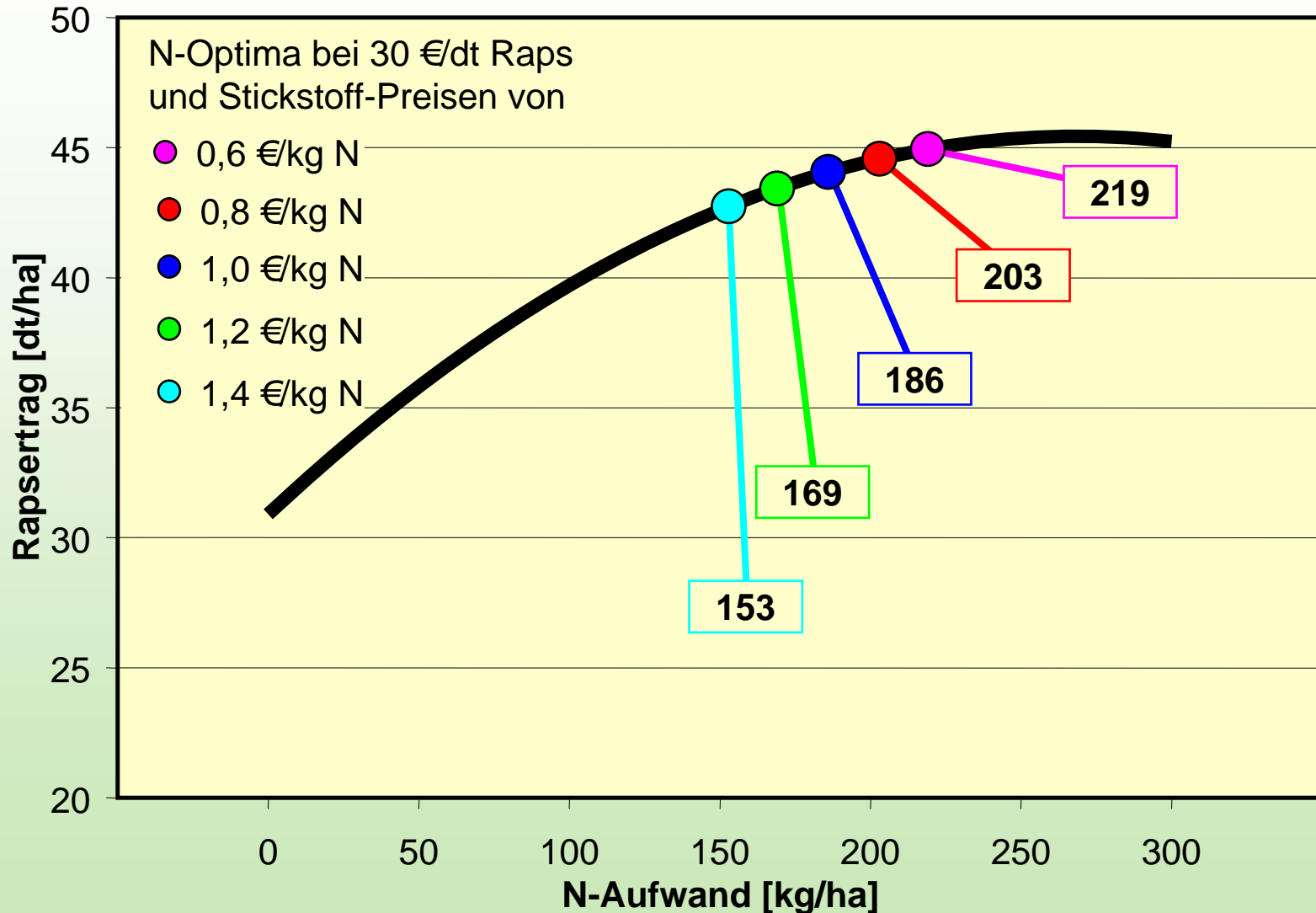
# Zusammenhang zwischen N-Düngung und Ertragsbildung



# Einfluss des Erzeugerpreises von Winterraps auf das Optimum der N-Düngung (Lö-Standorte)

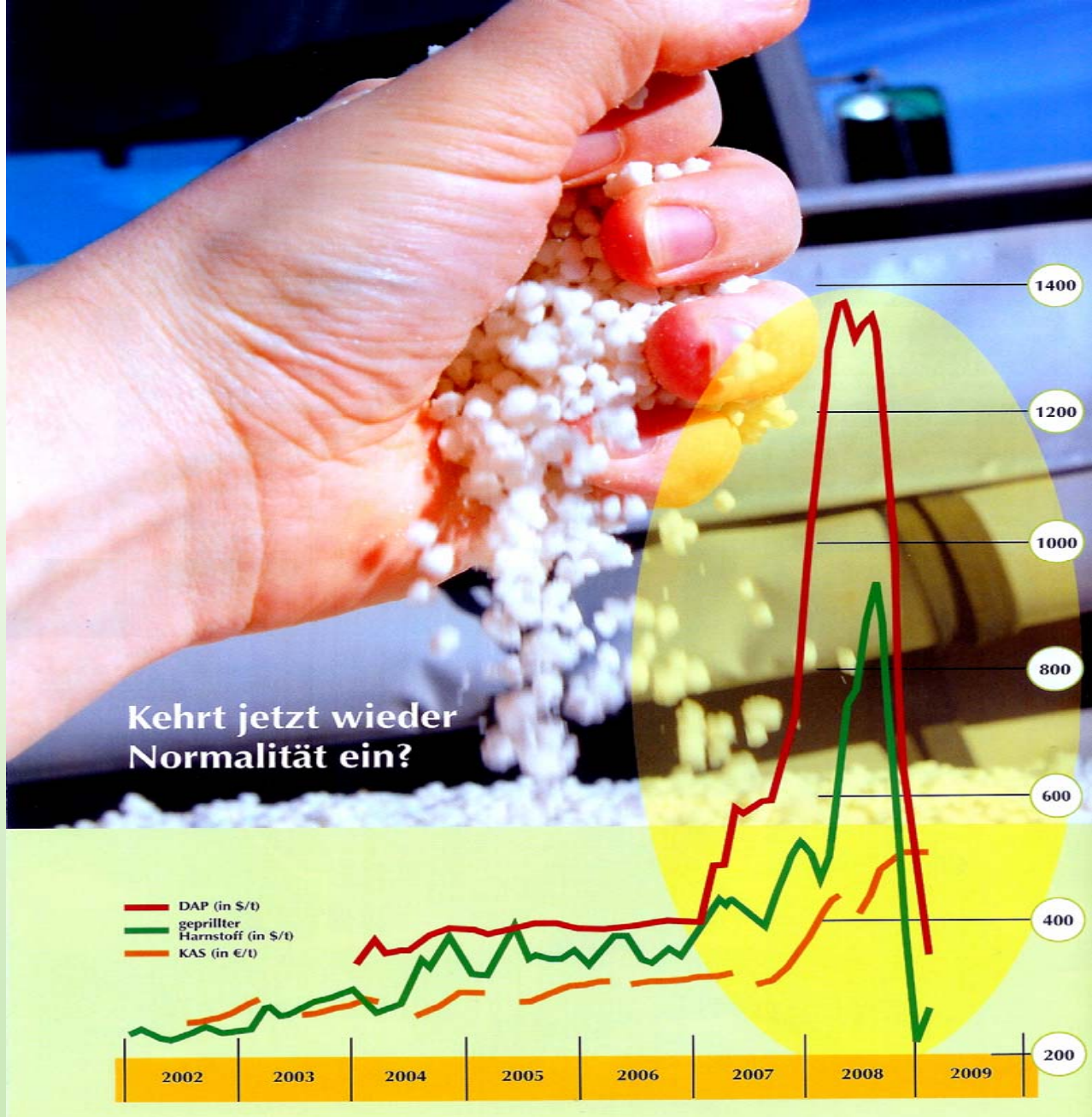


# Einfluss des Stickstoffpreises auf das Optimum der N-Düngung von Winterraps (Lö-Standorte)



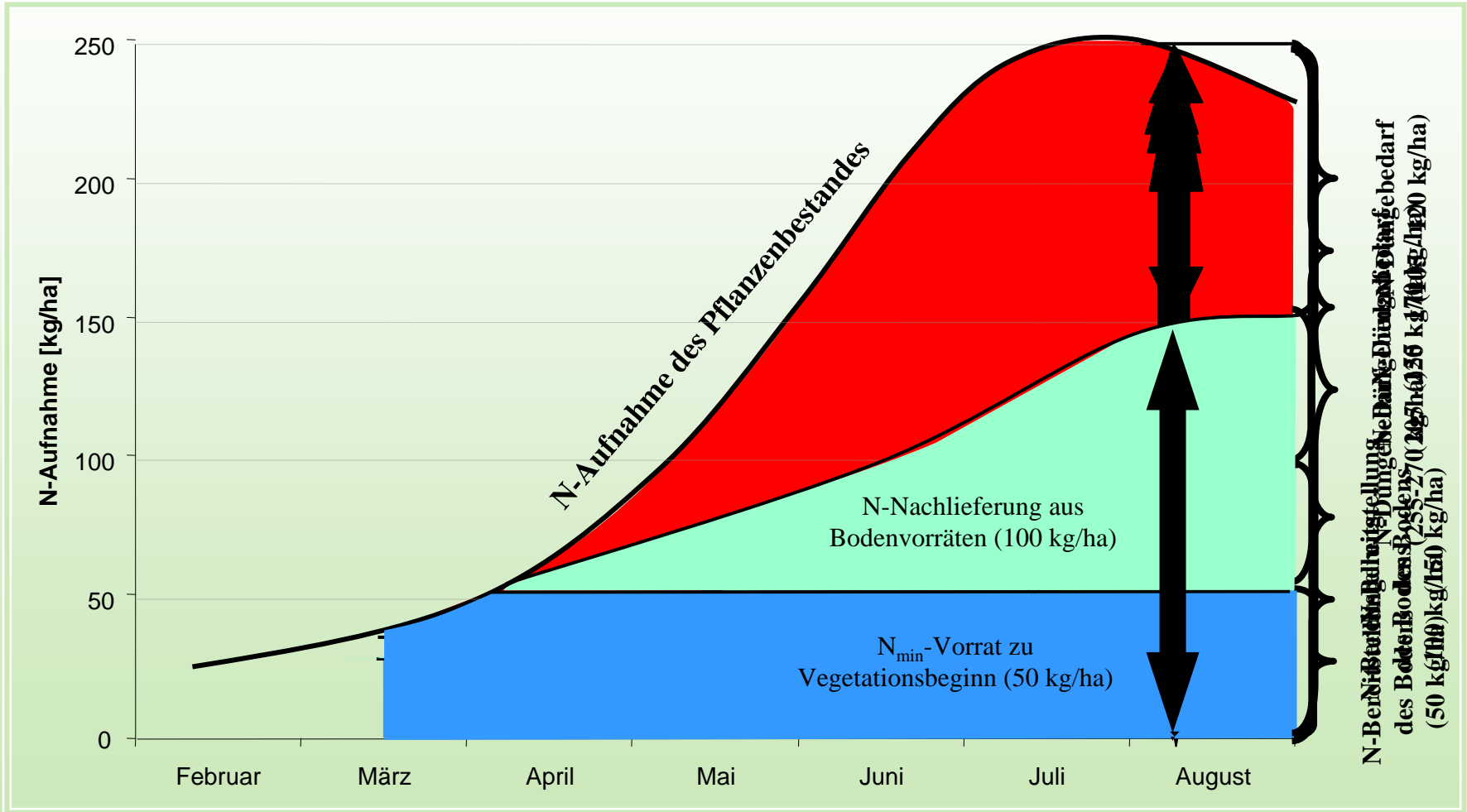


# Entwicklung der Düngemittelpreise



Quelle: DLG-Mitteilungen 2/2009

# Modell der N-Aufnahme, der N-Bereitstellung des Bodens und des N-Düngebedarfes bei Winterweizen (Ertrag: 80 - 100 dt/ha)



# Erträge ohne N-Düngung sowie optimale N-Aufwandmengen und Erträge von Winterweizen im Zeitraum 1994 bis 2008

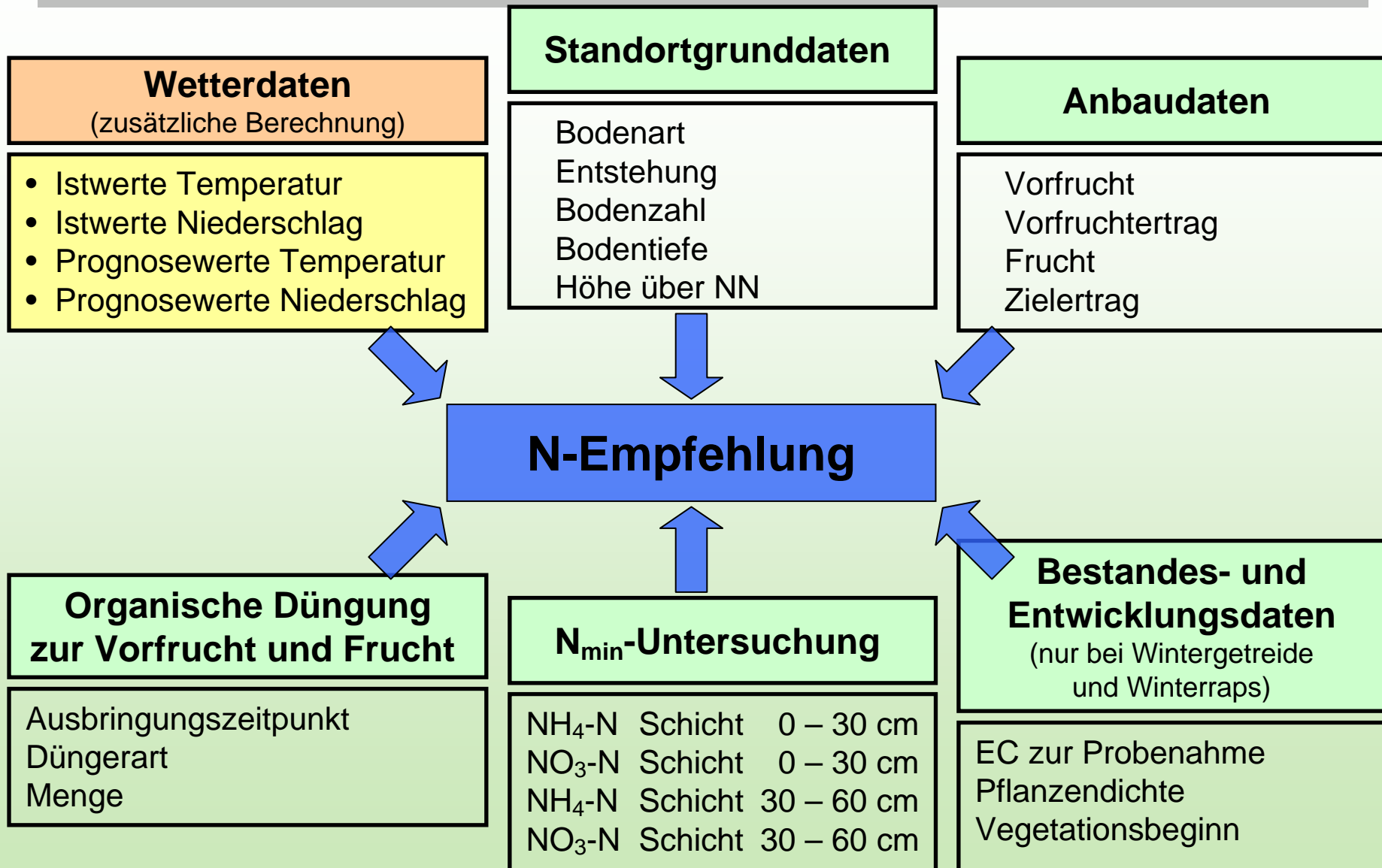
(Lö-Standorte)

| Jahr | Ertrag ohne N-Aufwand dt/ha | opt. N-Aufwand kg/ha | opt. Ertrag dt/ha |
|------|-----------------------------|----------------------|-------------------|
| 1994 | 62,1                        | 133                  | 82,8              |
| 1995 | 71,4                        | 115                  | 83,4              |
| 1996 | 66,3                        | 159                  | 95,4              |
| 1997 | 48,9                        | 194                  | 83,2              |
| 1998 | 81,3                        | 60                   | 85,0              |
| 1999 | 59,9                        | 159                  | 86,3              |
| 2000 | 74,5                        | 151                  | 95,7              |
| 2001 | 64,7                        | 191                  | 87,4              |
| 2002 | 75,7                        | 81                   | 84,6              |
| 2003 | 45,9                        | 158                  | 65,2              |
| 2004 | 89,0                        | 153                  | 105,5             |
| 2005 | 55,8                        | 213                  | 105,5             |
| 2006 | 69,2                        | 173                  | 83,5              |
| 2007 | 75,8                        | 166                  | 104,3             |
| 2008 | 73,5                        | 141                  | 103,6             |

# Wirkung unterschiedlicher N-Verteilung auf Ertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen (Sorte: Türkis) im Jahr 2008 auf zwei Standorten

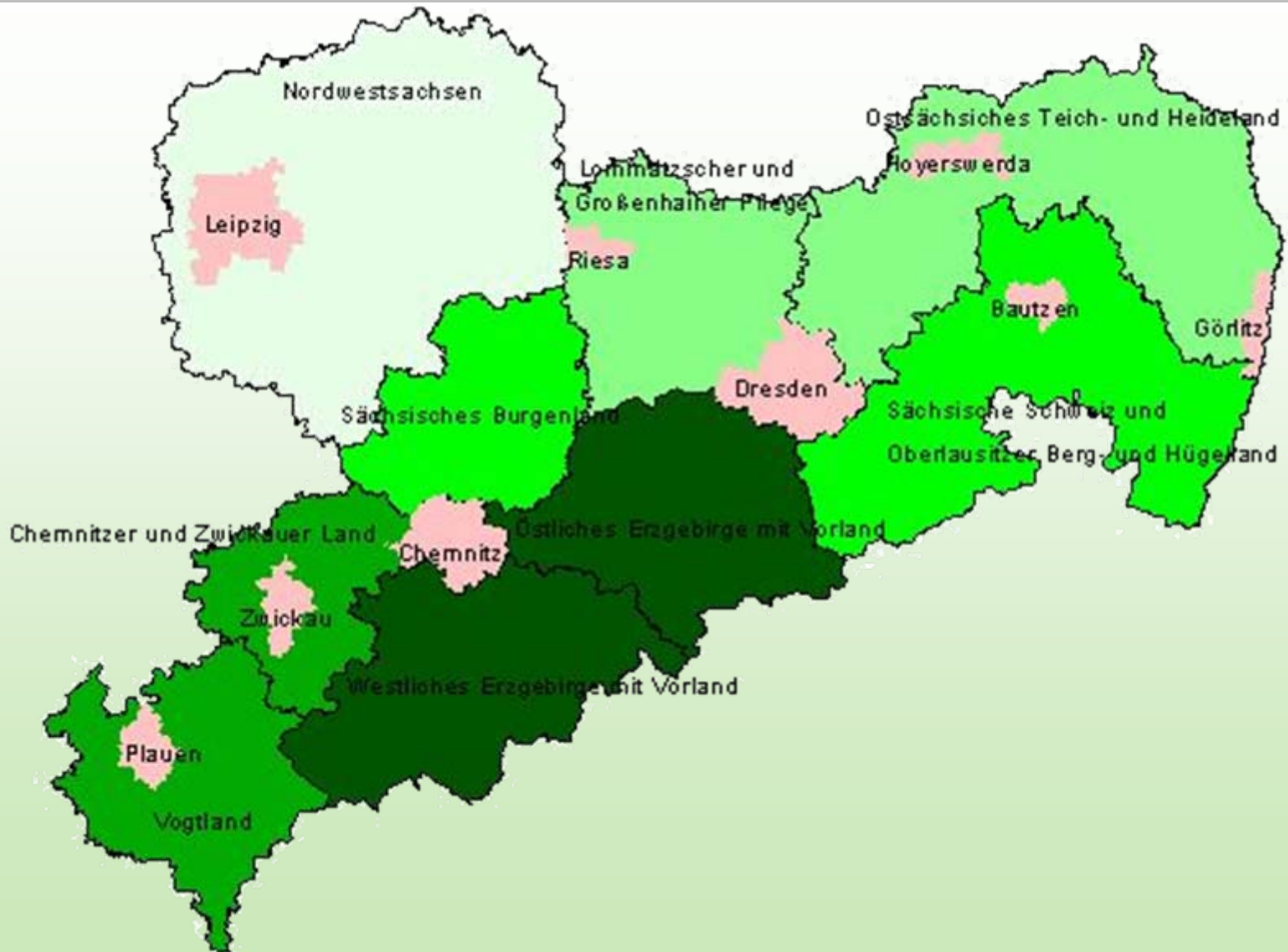
|                     | N-Düngung (kg/ha) |         |         | Korn-Ertrag (dt/ha) |                 | Rohproteingehalt (%) |                 |
|---------------------|-------------------|---------|---------|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
|                     | 1. Gabe           | 2. Gabe | 3. Gabe | Nossen<br>Lö4       | Pommritz<br>Lö4 | Nossen<br>Lö4        | Pommritz<br>Lö4 |
|                     | 0                 | 0       | 0       | 36,0                | 112,6           | 8,9                  | 10,7            |
| niedriges<br>Niveau | 30                | 0       | 60      | 52,7                | 124,3           | 13,7                 | 12,7            |
|                     | 30                | 30      | 60      | 69,9                | <b>125,7</b>    | 12,7                 | 12,8            |
|                     | 30                | 60      | 60      | 84,1                | <b>125,2</b>    | 13,2                 | 13,2            |
|                     | 30                | 90      | 60      | 88,2                | 122,4           | 13,2                 | 13,6            |
| mittleres<br>Niveau | 60                | 0       | 60      | 69,3                | 123,9           | 13,1                 | 12,6            |
|                     | 60                | 30      | 60      | 87,5                | 122,2           | 12,4                 | 13,0            |
|                     | 60                | 60      | 60      | 89,5                | 118,0           | 13,5                 | 13,6            |
|                     | 60                | 90      | 60      | 90,4                | 116,7           | 14,3                 | 14,0            |
| hohes<br>Niveau     | 90                | 0       | 60      | 83,0                | 121,3           | 12,5                 | 13,1            |
|                     | 90                | 30      | 60      | 95,1                | 116,8           | 12,6                 | 13,4            |
|                     | 90                | 60      | 60      | <b>99,6</b>         | 116,6           | 13,0                 | 13,7            |
|                     | 90                | 90      | 60      | 92,2                | 115,7           | 14,4                 | 14,1            |
| <b>GD 5 %</b>       |                   |         |         | <b>12,5</b>         | <b>2,8</b>      |                      |                 |

# Einflussfaktoren auf die Höhe der N-Empfehlung

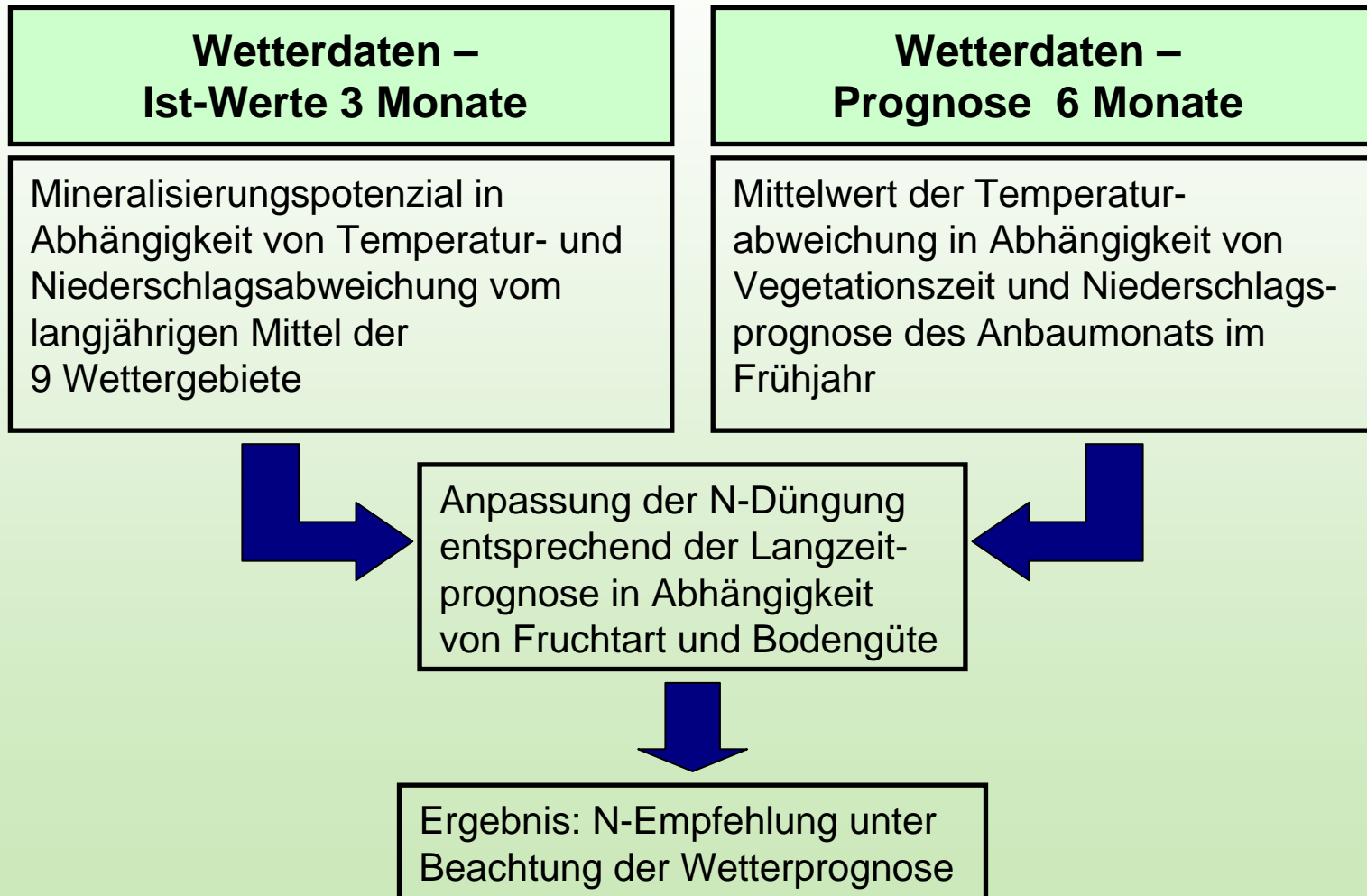




# Neun Wettergebiete in Sachsen



# Einbeziehung der Wetterprognose des DWD für Sachsen bei der Berechnung von N-Düngungsempfehlungen in BEFU



# Berechnung der N-Empfehlung mit Wetterprognose in BEFU

The screenshot shows the BEFU software interface with the following settings:

- Betrieb:** Musterbetrieb 09999 Musterdorf
- Berechnungsgrundlage:** Konventioneller Landbau
- Daten:** BEFU-Beleg (Düngungsempf.)
- Erntejahr:** 2009
- Ergebnisse:** Düngungsempfehlung pro Schlag
- Feldstück-Schlag:** 1 - 1
- Untersuchungszyklus:** 4
- Ackerland:** (empty)
- mit Wetterprognose:**  ?
- Schlagauswahl:** Auswahl1, Auswahl2

Berechnung auswählen

Download der Wetterdaten  
([www.landwirtschaft.sachsen.de/befu](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/befu))

The dialog box contains the following text:

**Hinweise zur Berechnung der N-Empfehlung mit Wetterprognosedaten**

Bei der Berücksichtigung der Wetterprognose werden Wetter-Ist-Daten (Temperatur, Niederschlag) von 9 Wettergebieten des Freistaates Sachsen mit der Wetterprognose für die nächsten Monate verglichen und die N-Empfehlung in Abhängigkeit von Mineralisierungspotential, Fruchtart und Bodenart angepasst.

Die Wetterdaten stehen aktualisiert ab 2. oder 3. Arbeitstag des Monats im Internet auf der Seite [www.landwirtschaft.sachsen.de/befu](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/befu) zum Download bereit.

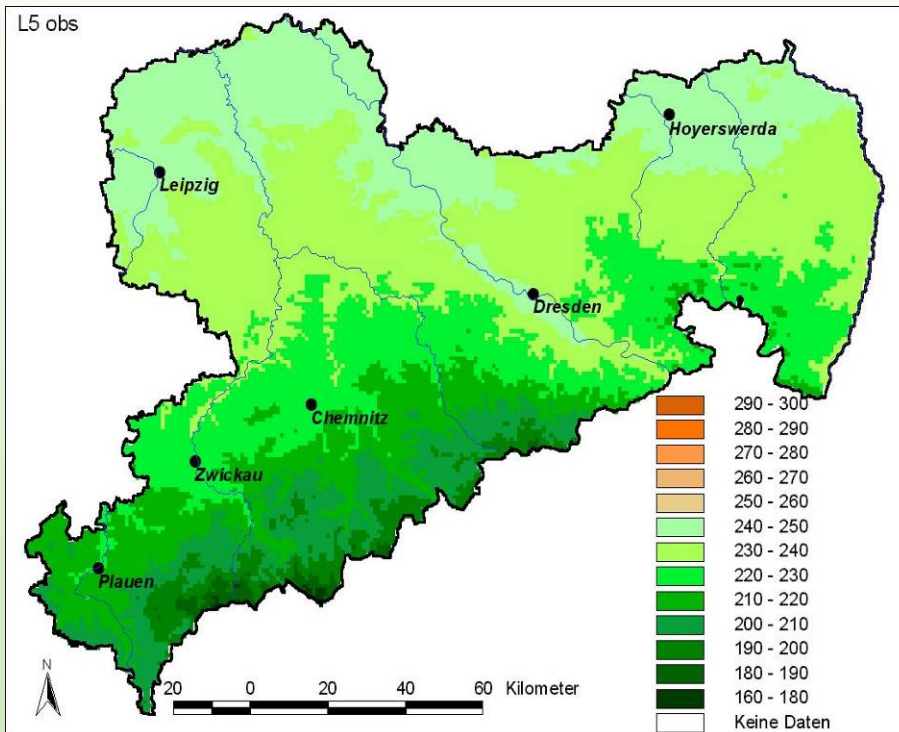
Sie können den Download durch Klicken auf den folgenden Button starten. Sollte ein Fehler auftreten, gehen Sie auf die Internet-Seite und laden sich die Datei manuell herunter. Kopieren Sie sich die Datei Befuwett.mdb in das Installationsverzeichnis von BEFU 2009.

Letzter Stand der Wetterdaten: 01.01.2009

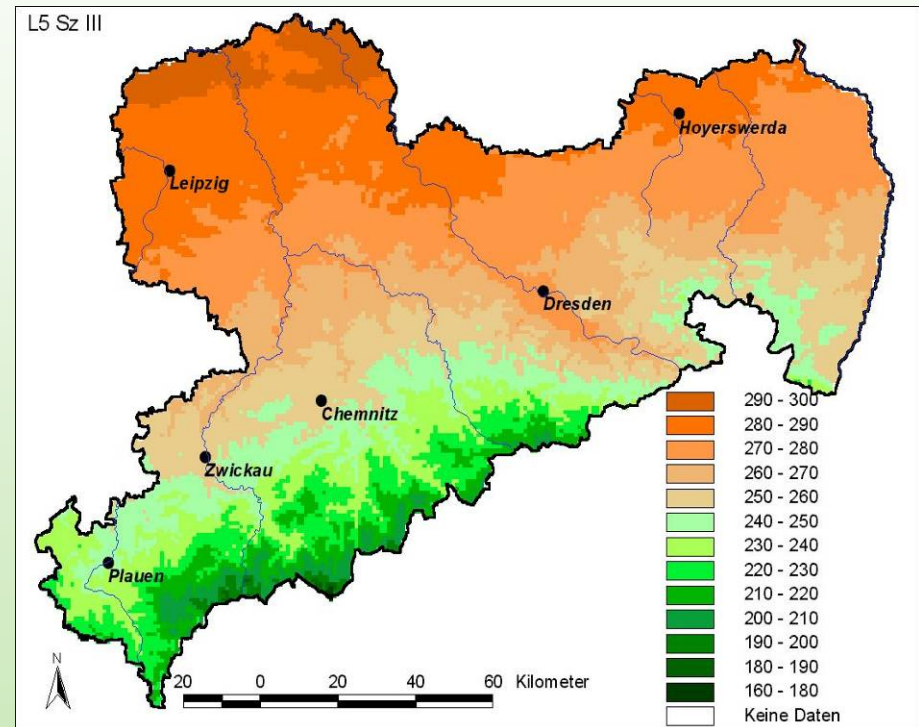
Download der Wetterdaten war erfolgreich!

# Mittlere Dauer der thermischen Vegetationsperiode in Sachsen

## 1961-2000



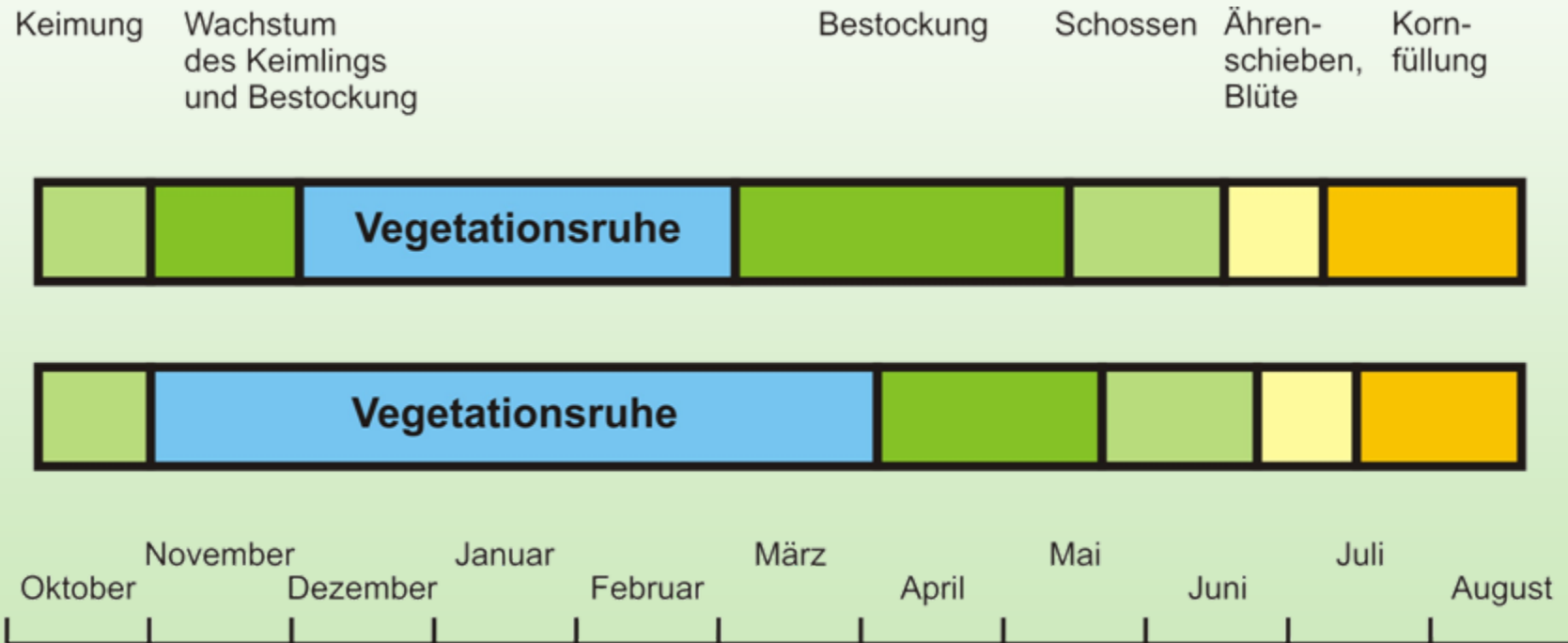
## 2041 - 2050



Quelle: LfUG

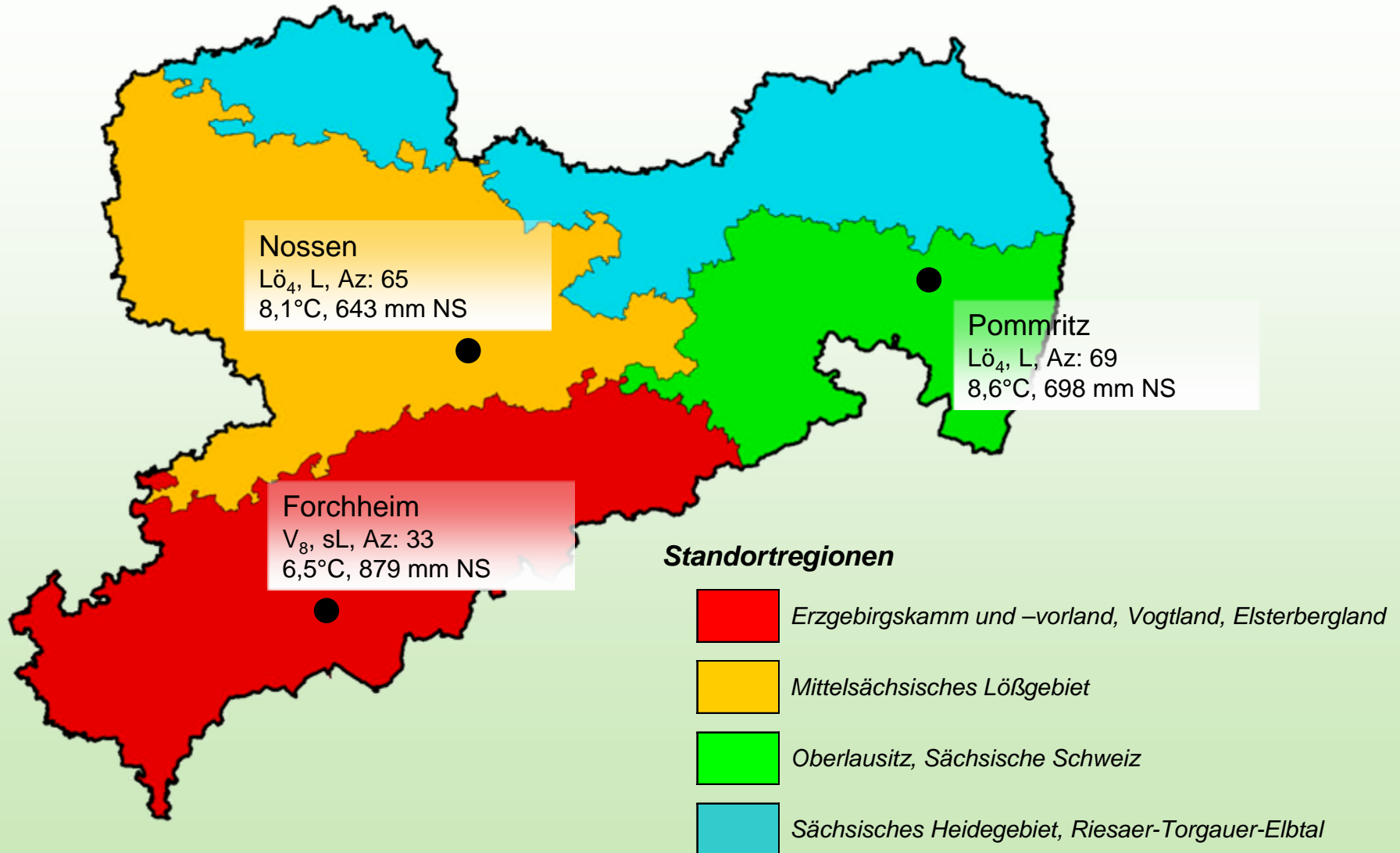
# Wirkung unterschiedlich langer Winterperioden auf den Entwicklungsrhythmus von Winterweizen

(Darstellung auf der Grundlage mehrjähriger phänologischer Beobachtungen)





# N-Düngungsversuche - Einbezogene Versuchsstandorten des LfULG



# Prüfung unterschiedlicher N-Verteilungsmuster bei Winterweizen

(Nossen,  $N_{\min}$  44 (17 ... 79) kg/ha, Sorten: Batis, Türkis; 2001 - 2008)

| PG           | N-Düngung in kg N/ha    |                  |                  | Korn-Ertrag<br>dt/ha | RP<br>% | N-Entzug<br>Korn<br>Kg/ha | N-Bilanz<br>Korn<br>kg/ha | Mehr-<br>leistung<br>€/ha |
|--------------|-------------------------|------------------|------------------|----------------------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|              | 1. Gabe<br>EC 23        | 2. Gabe<br>EC 32 | 3. Gabe<br>EC 55 |                      |         |                           |                           |                           |
| 1            | 0                       | 0                | 0                | 59,0                 | 9,7     | 88                        | - 61                      |                           |
| 2            | reduziert<br>20 kg N/ha | 0                | 60               | 76,6                 | 12,4    | 144                       | - 40                      | 169                       |
| 3            |                         | 30               | 60               | 85,2                 | 12,5    | 161                       | - 32                      | 235                       |
| 4            |                         | 60               | 60               | 91,4                 | 13,1    | 181                       | - 25                      | 371                       |
| 5            |                         | 90               | 60               | 92,9                 | 13,3    | 187                       | - 6                       | 356                       |
| 6            | mittel<br>50 kg N/ha    | 0                | 60               | 84,4                 | 12,6    | 161                       | - 33                      | 236                       |
| 7            |                         | 30               | 60               | 90,1                 | 12,9    | 175                       | - 19                      | 264                       |
| 8            |                         | 60               | 60               | 92,7                 | 13,5    | 189                       | - 10                      | 354                       |
| 9            |                         | 90               | 60               | 94,0                 | 13,8    | 196                       | 7                         | 337                       |
| 10           | erhöht<br>80 kg N/ha    | 0                | 60               | 89,3                 | 13,0    | 175                       | - 22                      | 263                       |
| 11           |                         | 30               | 60               | 92,0                 | 13,4    | 185                       | - 7                       | 344                       |
| 12           |                         | 60               | 60               | 93,3                 | 13,8    | 194                       | 7                         | 326                       |
| 13           |                         | 90               | 60               | 93,3                 | 14,1    | 199                       | 26                        | 291                       |
| <b>GD 5%</b> |                         |                  |                  | <b>2,0</b>           |         |                           |                           |                           |

Annahme: Preis WW

bis 12 % RP

12,00 €/dt

Kosten N-Dünger 1,20 €/kg

12 bis 13 % RP

13,00 €/dt

ab 13 % RP

14,00 €/dt

# Prüfung unterschiedlicher N-Verteilungsmuster bei Winterweizen

(Pommritz, N<sub>min</sub>: 59 (32...91) kg/ha, Sorten: Batis,Türkis; 2001 - 2008)

| PG                      | N-Düngung in kg N/ha    |                  |                  | Korn-Ertrag<br>dt/ha | RP<br>% | N-Entzug<br>Korn<br>Kg/ha | N-Bilanz<br>Korn<br>kg/ha | Mehr-<br>leistung<br>€/ha |
|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------|----------------------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                         | 1. Gabe<br>EC 23        | 2. Gabe<br>EC 32 | 3. Gabe<br>EC 55 |                      |         |                           |                           |                           |
| 1                       | 0                       | 0                | 0                | 81,2                 | 10,9    | 134                       | - 96                      |                           |
| 2                       | reduziert<br>20 kg N/ha | 0                | 60               | 91,7                 | 13,0    | 179                       | - 72                      | 104                       |
| 3                       |                         | 30               | 60               | 92,9                 | 13,4    | 187                       | - 54                      | 166                       |
| 4                       |                         | 60               | 60               | 91,7                 | 13,8    | 189                       | - 34                      | 114                       |
| 5                       |                         | 90               | 60               | 91,1                 | 14,3    | 194                       | - 16                      | 69                        |
| 6                       | mittel<br>50 kg N/ha    | 0                | 60               | 91,5                 | 13,4    | 184                       | - 52                      | 157                       |
| 7                       |                         | 30               | 60               | 91,5                 | 13,7    | 188                       | - 33                      | 110                       |
| 8                       |                         | 60               | 60               | 90,6                 | 14,2    | 192                       | - 14                      | 62                        |
| 9                       |                         | 90               | 60               | 89,4                 | 14,5    | 194                       | 8                         | 9                         |
| 10                      | erhöht<br>80 kg N/ha    | 0                | 60               | 91,4                 | 13,8    | 188                       | - 32                      | 120                       |
| 11                      |                         | 30               | 60               | 90,5                 | 14,1    | 191                       | - 13                      | 61                        |
| 12                      |                         | 60               | 60               | 89,7                 | 14,4    | 193                       | 9                         | 13                        |
| 13                      |                         | 90               | 60               | 89,5                 | 14,6    | 195                       | 28                        | - 25                      |
| <b>GD<sub>5</sub> %</b> |                         |                  |                  | <b>1,2</b>           |         |                           |                           |                           |

Annahme: Preis WW

bis 12 % RP  
12 bis 13 % RP  
ab 13 % RP

12,00 €/dt  
13,00 €/dt  
14,00 €/dt

Kosten N-Dünger 1,20 €/kg

# Prüfung unterschiedlicher N-Verteilungsmuster bei Winterweizen

(Forchheim, N<sub>min</sub> 48 (36...83) kg/ha, Sorten: Batis, Türkis; 2001 - 2008)

| PG           | N-Düngung in kg N/ha    |                  |                  | Korn-Ertrag<br>dt/ha | RP<br>% | N-Entzug<br>Korn<br>Kg/ha | N-Bilanz<br>Korn<br>kg/ha | Mehr-<br>leistung<br>€/ha |
|--------------|-------------------------|------------------|------------------|----------------------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|              | 1. Gabe<br>EC 23        | 2. Gabe<br>EC 32 | 3. Gabe<br>EC 55 |                      |         |                           |                           |                           |
| 1            | 0                       | 0                | 0                | 56,5                 | 10,7    | 92                        | - 69                      |                           |
| 2            | reduziert<br>25 kg N/ha | 0                | 60               | 73,1                 | 13,1    | 144                       | - 45                      | 221                       |
| 3            |                         | 30               | 60               | 81,0                 | 12,8    | 157                       | - 34                      | 204                       |
| 4            |                         | 60               | 60               | 83,6                 | 13,1    | 165                       | - 19                      | 285                       |
| 5            |                         | 90               | 60               | 84,8                 | 13,2    | 170                       | - 2                       | 267                       |
| 6            | mittel<br>55 kg N/ha    | 0                | 60               | 81,0                 | 12,9    | 158                       | - 34                      | 215                       |
| 7            |                         | 30               | 60               | 84,0                 | 13,2    | 166                       | - 21                      | 291                       |
| 8            |                         | 60               | 60               | 84,3                 | 13,2    | 168                       | - 2                       | 260                       |
| 9            |                         | 90               | 60               | 85,0                 | 13,6    | 174                       | 14                        | 233                       |
| 10           | erhöht<br>85 kg N/ha    | 0                | 60               | 83,2                 | 13,1    | 164                       | - 18                      | 291                       |
| 11           |                         | 30               | 60               | 84,1                 | 13,3    | 168                       | - 1                       | 257                       |
| 12           |                         | 60               | 60               | 84,3                 | 13,6    | 172                       | 17                        | 223                       |
| 13           |                         | 90               | 60               | 83,5                 | 13,7    | 172                       | 39                        | 176                       |
| <b>GD 5%</b> |                         |                  |                  | <b>1,2</b>           |         |                           |                           |                           |

Annahme: Preis WW

bis 12 % RP

12,00 €/dt

Kosten N-Dünger 1,20 €/kg

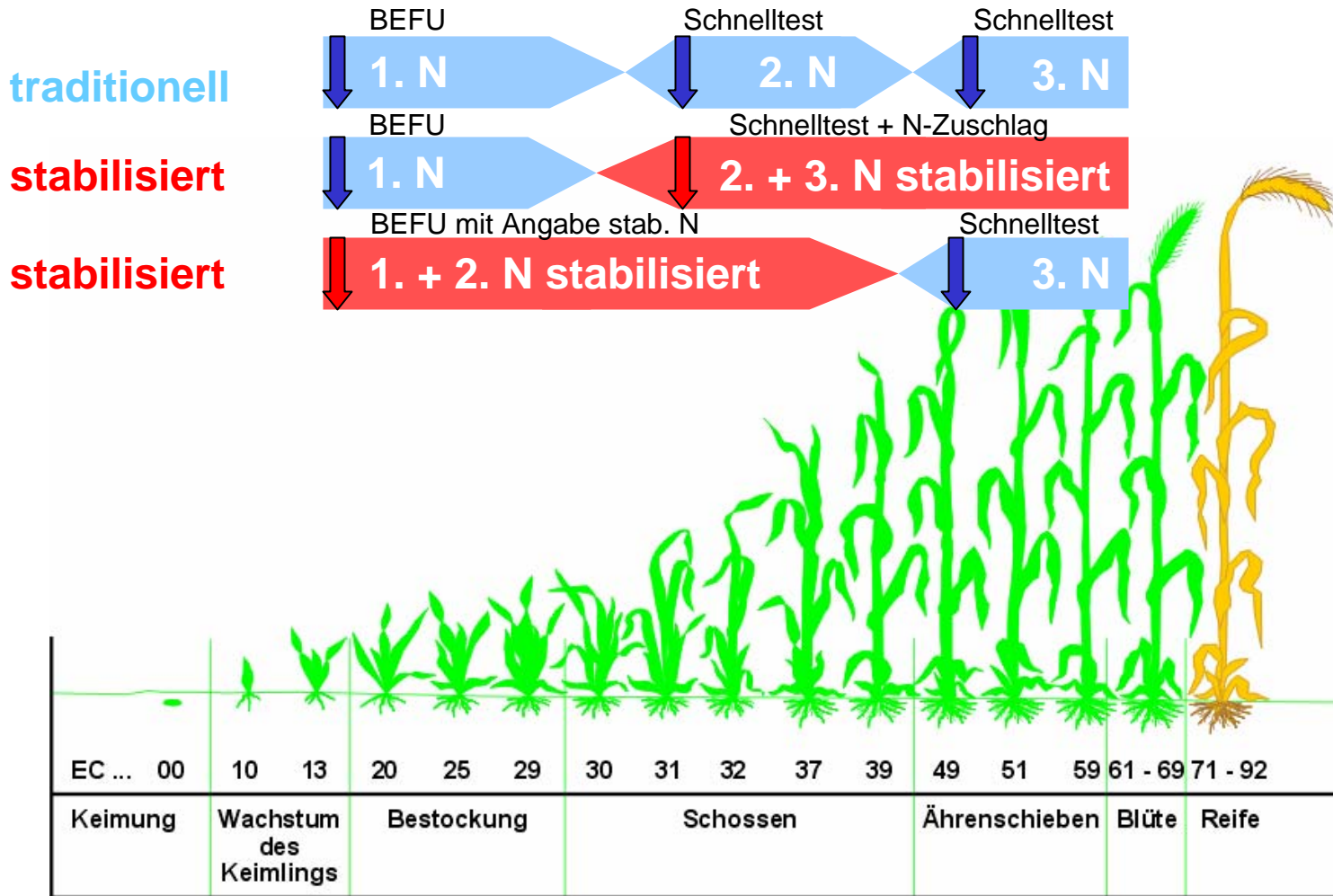
12 bis 13 % RP

13,00 €/dt

ab 13 % RP

14,00 €/dt

# Traditionelles und stabilisiertes Düngungssystem bei Wintergetreide





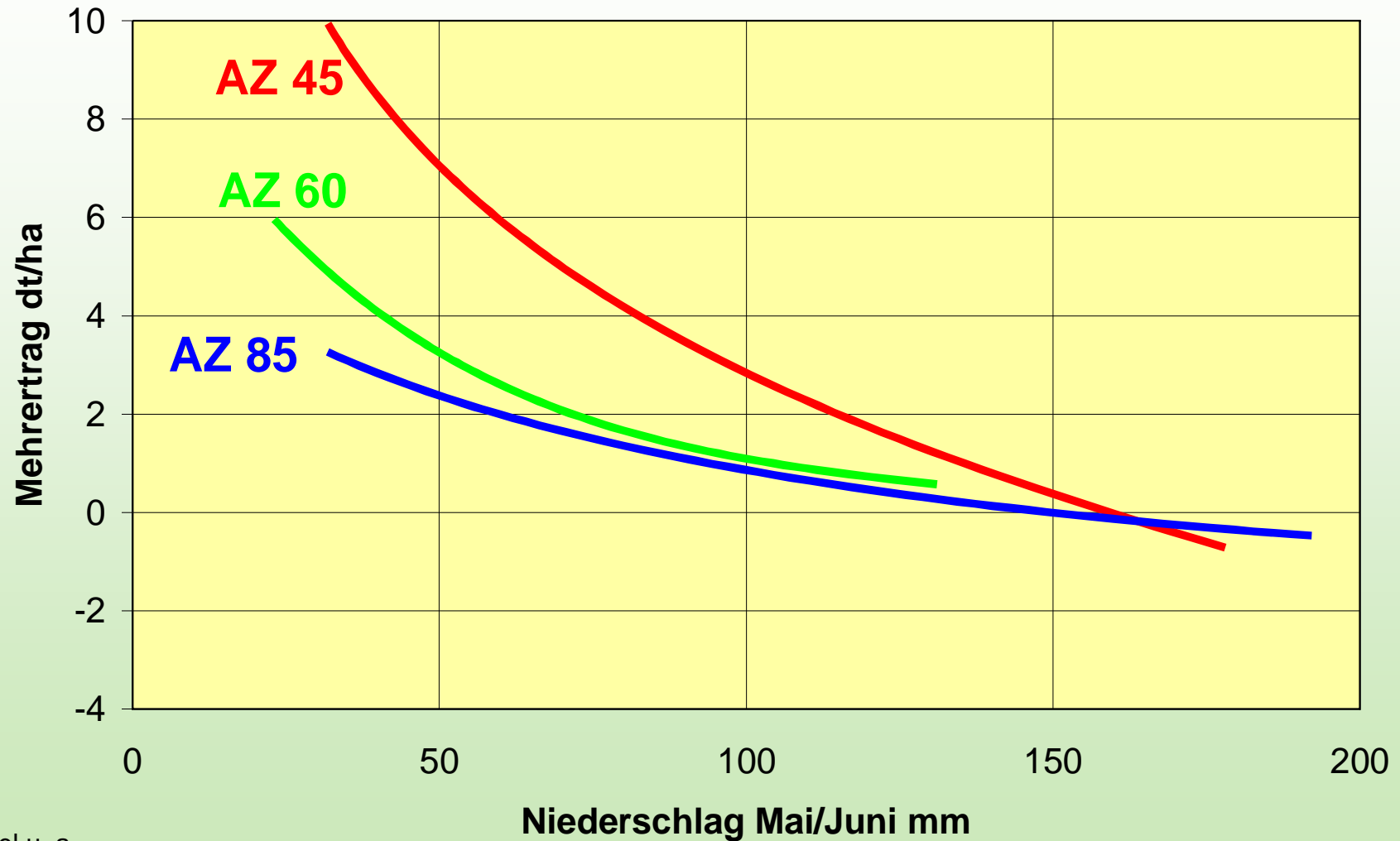
# Prüfung von verschiedenen N-Verteilungsmustern unter Nutzung des stabilisierten N-Düngers ENTEC bei Winterweizen (Nossen, N<sub>min</sub>: 40 (16 ... 56) kg/ha, 2004 bis 2008)

| N-Düngung<br>kg/ha   |                       |                       | Ertrag<br>bei 86 %TS<br>dt/ha | Rohprotein<br>% | N <sub>min</sub><br>nach Ernte<br>0 – 60 cm<br>kg/ha |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|--|
| 1. N-Gabe<br>VB      | 2. N-Gabe<br>EC 31/32 | 3. N-Gabe<br>EC 49/51 |                               |                 |  |
| 0                    | 0                     | 0                     | 61,3                          | 9,9             | 43   |
| BEFU als KAS         | 50 als KAS            | 0                     | 90,0                          | 11,7            | 34   |
| BEFU als KAS         | 50 als KAS            | 50 als KAS            | 93,7                          | 13,5            | 36   |
| BEFU +100 als ENTEC  | 0                     | 0                     | 89,5                          | 13,0            | 39   |
| BEFU + 50 als ENTEC  | 0                     | 50 als KAS            | 90,3                          | 13,3            | 33   |
| BEFU als KAS         | 100 als ENTEC         | 0                     | 95,2                          | 13,5            | 35   |
| BEFU als KAS         | 100 als KAS           | 0                     | 93,7                          | 13,6            | 37   |
| <b>GD 5 %gepoolt</b> |                       |                       | <b>1,8</b>                    |                 |  |

# Prüfung von verschiedenen N-Verteilungsmustern unter Nutzung des stabilisierten N-Düngers ENTEC bei Winterweizen (Forchheim, N<sub>min</sub>: 51 (28 ... 76) kg/ha, 2004 bis 2008)

| N-Düngung<br>kg/ha   |                       |                       | Ertrag<br>bei 86 %TS<br>dt/ha | Rohprotein<br>% | N <sub>min</sub><br>nach Ernte<br>0 – 60 cm<br>kg/ha |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|--|
| 1. N-Gabe<br>VB      | 2. N-Gabe<br>EC 31/32 | 3. N-Gabe<br>EC 49/51 |                               |                 |  |
| 0                    | 0                     | 0                     | 52,4                          | 10,4            | 52   |
| BEFU als KAS         | 50 als KAS            | 0                     | 84,8                          | 11,9            | 57   |
| BEFU als KAS         | 50 als KAS            | 50 als KAS            | 89,1                          | 13,7            | 62   |
| BEFU +100 als ENTEC  | 0                     | 0                     | 88,3                          | 13,0            | 58   |
| BEFU + 50 als ENTEC  | 0                     | 50 als KAS            | 88,9                          | 13,3            | 53   |
| BEFU als KAS         | 100 als ENTEC         | 0                     | 87,8                          | 12,9            | 58   |
| BEFU als KAS         | 100 als KAS           | 0                     | 85,8                          | 13,1            | 60   |
| <b>GD 5 %gepoolt</b> |                       |                       | <b>1,3</b>                    |                 |  |

# Mehrertrag von Winterweizen beim Einsatz stabilisierter Dünger zum Schossen (2. + 3. Gabe) in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge im Mai/Juni und der Bodengüte



Quelle: Knittel u. a.

# Wirkung von N-Düngerform und Düngungsniveau auf den Ertrag in der Fruchtfolge

(statische Dauerversuche, 9 Versuchsjahre)

| N-Düngerform | N-Düngungsniveau | Relativertrag [%]   |                  |                   |
|--------------|------------------|---------------------|------------------|-------------------|
|              |                  | Forchheim<br>sL, V8 | Nossen<br>L, Lö4 | Spröda*<br>IS, D3 |
| -            | 0                | 63                  | 59               | 71                |
| KAS          | reduziert        | 97                  | 98               | 97                |
| KAS          | optimal          | <b>100</b>          | <b>100</b>       | <b>100</b>        |
| HS           | reduziert        | 99                  | 96               | 91                |
| HS           | optimal          | 104                 | 103              | 96                |
| ASS/KAS      | reduziert        | 98                  | 95               | 96                |
| ASS/KAS      | optimal          | 103                 | 100              | 97                |
| ENTEC        | reduziert        | 98                  | 96               | 93                |
| ENTEC        | optimal          | 102                 | 102              | 98                |
| <b>GD 5%</b> |                  | <b>2</b>            | <b>2</b>         | <b>4</b>          |

\* 5 Versuchsjahre



# Starkes Lager infolge zu hoher und schlecht verteilter N-Düngung



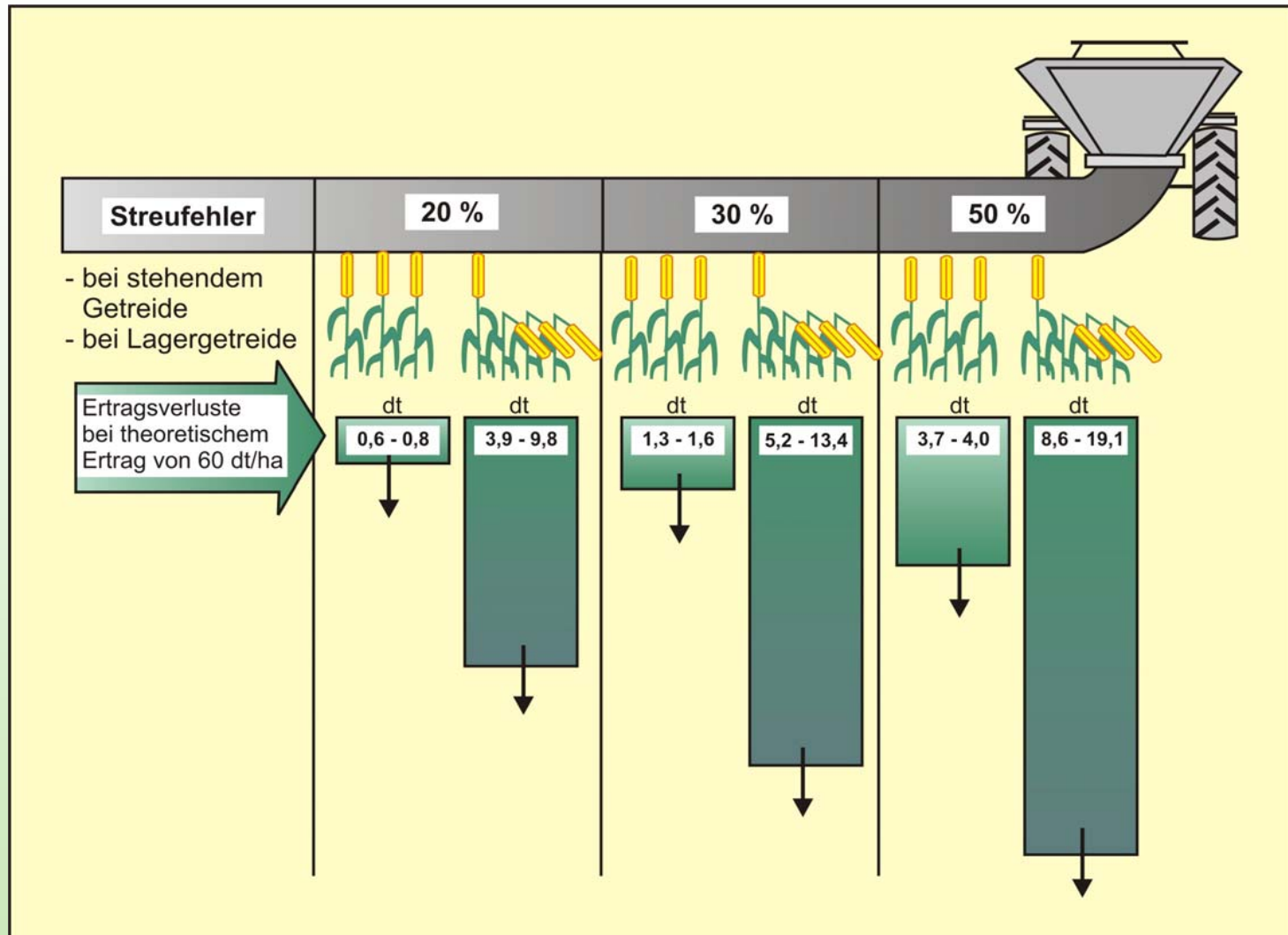


# Starkes Lager infolge zu hoher und schlecht verteilter N-Düngung





# Errechnete Ertragsverluste in Abhängigkeit von der Streugenauigkeit der Stickstoffdünger-Verteilung



Quelle: Winterweizen, Lehm Boden: nach ZIMMERMANN, 1973



# Untersuchungen zur Injektionsdüngung



# Wirkung der N-Injektionsdüngung auf Kornertrag, Rohproteingehalt und N-Entzug von Winterweizen (Forchheim, N<sub>min</sub> : 38 (33 ... 43) kg/ha, 2006 - 2008)

| Applikation       | N-Düngung [kg/ha]              |                                |                   | Ertrag [dt/ha] | RP [%]       | N-Entzug Korn [kg/ha] |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------|--------------|-----------------------|
|                   | 1. N-Gabe VG                   | 2. N-Gabe EC 31                | 3. N-Gabe EC 55   |                |              |                       |
| ohne              | 0                              | 0                              | 0                 | 48,7           | 10,3         | 75                    |
| Streuen           | <b>50 (70) als KAS</b>         | <b>50 als KAS</b>              | <b>50 als KAS</b> | <b>77,2</b>    | 13,9         | 159                   |
| Streuen/Injektion | <b>50 (70) als KAS</b>         | <b>100 als Injektion</b>       | 0                 | 75,3           | 13,5         | 150                   |
| Injektion         | <b>150 (170) als Injektion</b> | 0                              | 0                 | <b>77,2</b>    | <b>12,0!</b> | 141                   |
| Injektion/Streuen | 0                              | <b>100 (120) als Injektion</b> | <b>50 als KAS</b> | 70,6           | 14,3         | 149                   |
| Injektion         | 0                              | <b>150 (270) als Injektion</b> | 0                 | 68,3           | 13,5         | 135                   |
| <b>GD 5%</b>      |                                |                                |                   | <b>2,5</b>     |              | <b>5</b>              |

( ) 2008



# Ungleichmäßige Strohverteilung vermindert den Rapsaufgang



# Strategien zur Verbesserung Stickstoff-Effizienz

## → Exakte Ermittlung des Düngebedarfes

- Nährstoffbilanzierung und Bodenuntersuchung ( $N_{\min}$ , P, K, Mg,  $S_{\min}$ , pH ...)
- realistische Einschätzung der Ertragserwartung und des Nährstoffbedarfes (Nitrattest, Pflanzenanalyse, N-Tester, Düngefenster, Luftbilder ...)
- Berücksichtigung der Nährstoffnachlieferung des Standortes
- Anrechnung der Nährstoffbereitstellung aus organischen Düngern

## → Reduktion der Auswaschungsverluste und der gasförmigen Emissionen

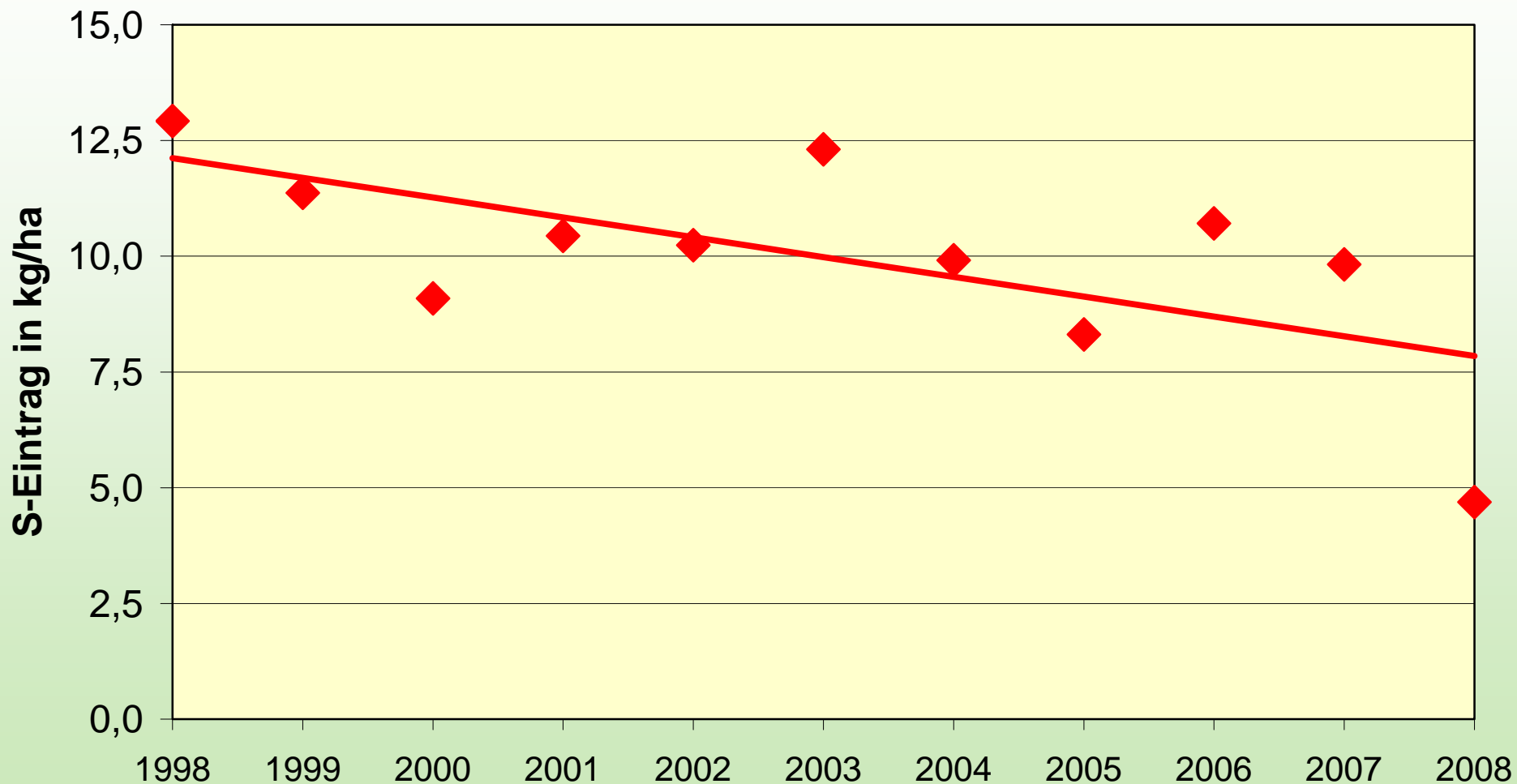
- Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern möglichst im Frühjahr
- schnelle Einarbeitung von flüssigen Wirtschaftsdüngern in den Boden
- Beachtung der Anwendungseigenschaften von Mineraldüngern
- N-Konservierung durch Zwischenfrüchte
- Reduktion der Bodenbearbeitungsintensivität im Herbst
- Einschränkung der N-Herbstdüngung (Raps, Stroh, Wintergetreide)

## → exakte Verteilung der Dünger auf der Fläche

## → teilschlagspezifische Düngung heterogener Standorte

## → Beseitigung von Ertragsbegrenzungen durch andere Nährstoffe, Krankheiten, Schädlingen, Bodenverdichtung, Trockenstress ...)

# S-Einträge durch Regenwasser in Sachsen im Zeitraum 1998 – 2008





# Regionen mit Mangelrisiko bei Schwefel

## Risikopotenzial



hoch



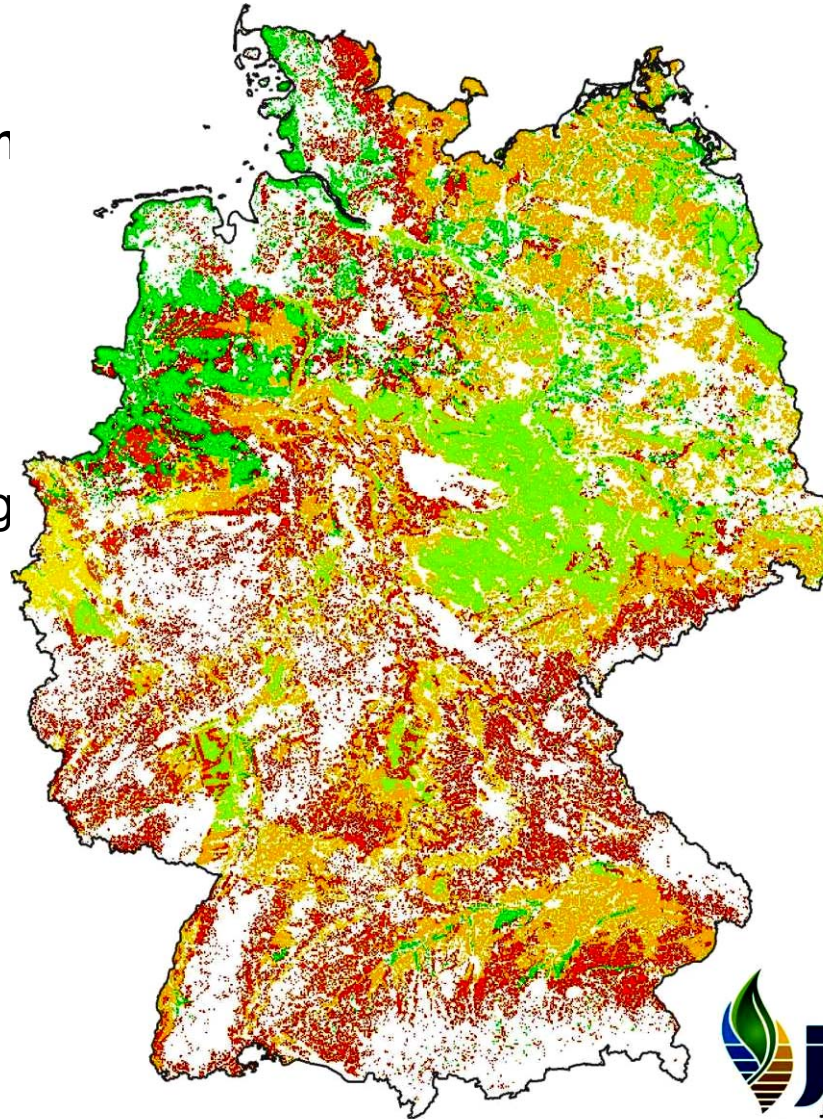
mittel



gering



ohne



# Entwicklung der $S_{\min}$ -Gehalte in Sachsen für den Zeitraum 1993/94 bis 2007/08

| Schicht            | 1993/1994   | 1999/2000<br>$S_{\min}$ [kg/ha] | 2007/2008  |
|--------------------|-------------|---------------------------------|------------|
| <b>Lö-Standort</b> |             |                                 |            |
| 0 – 30             | 56          | 24                              | 28         |
| 30 – 60            | 153         | 46                              | 15         |
| 60 – 90            | 400         | 63                              | 60         |
| 90 – 150           | 424         | 252                             | 192        |
| 150 – 250          | 625         | 415                             | 267        |
| 250 – 350          | 466         | 261                             | 210        |
| <b>Summe</b>       | <b>2124</b> | <b>1061</b>                     | <b>772</b> |
| <b>D-Standort</b>  |             |                                 |            |
| 0 – 30             | 42          | 15                              | 36         |
| 30 – 60            | 84          | 23                              | 21         |
| 60 – 90            | 221         | 50                              | 43         |
| 90 – 150           | 254         | 140                             | 81         |
| 150 – 250          | 430         | 183                             | 103        |
| 250 – 350          | 512         | 288                             | 57         |
| <b>Summe</b>       | <b>1543</b> | <b>699</b>                      | <b>341</b> |
| <b>V-Standort</b>  |             |                                 |            |
| 0 – 30             | 25          | 10                              | 12         |
| 30 – 60            | 254         | 12                              | 10         |
| 60 – 90            | 218         | 25                              | 11         |
| 90 – 150           | 16          | 63                              | 20         |
| 150 – 250          | 19          | 78                              |            |
| <b>Summe</b>       | <b>532</b>  | <b>188</b>                      | <b>53</b>  |



# Schwefelmangel wird gefördert durch ...

- ⇒ Hohen Schwefelbedarf
  - Kulturen mit hohem S-Bedarf
  - hohes Ertragsniveau
- ⇒ Sulfatauswaschungen
  - leichte durchlässige Böden
  - hohe Niederschläge (Herbst, Winter)
- ⇒ niedrige Schwefelmineralisation
  - humusarme Böden
  - keine organische Düngung
  - nasskalte Witterung
- ⇒ Verringerte Durchwurzelung
  - Bodenverdichtung
  - Staunässe
  - niedrige Temperaturen



# Nährstoffmangelkrankheiten bei Raps

## Schwefel-Mangel



Symptome zum Zeitpunkt der Streckung



Blattsymptome



Symptome zum Knospenstadium: Löffelbildung und rötliche Blattfärbung



Quelle: Paul



# Nährstoffmangelkrankheiten bei Raps Schwefel-Mangel



Schwefelmangel zur Zeit der Blüte im Bestand,  
Nahsicht: blassgelbe bis weiße Blütenblätter  
(kleines Bild)

Blüten ohne Schwefelmangel (links), mit  
Schwefelmangel (rechts)

Quelle: Paul

# Nährstoffmangelkrankheiten bei Raps Schwefel-Mangel



Knospenstadium:  
Interkostalchlorose

Quelle: Paul



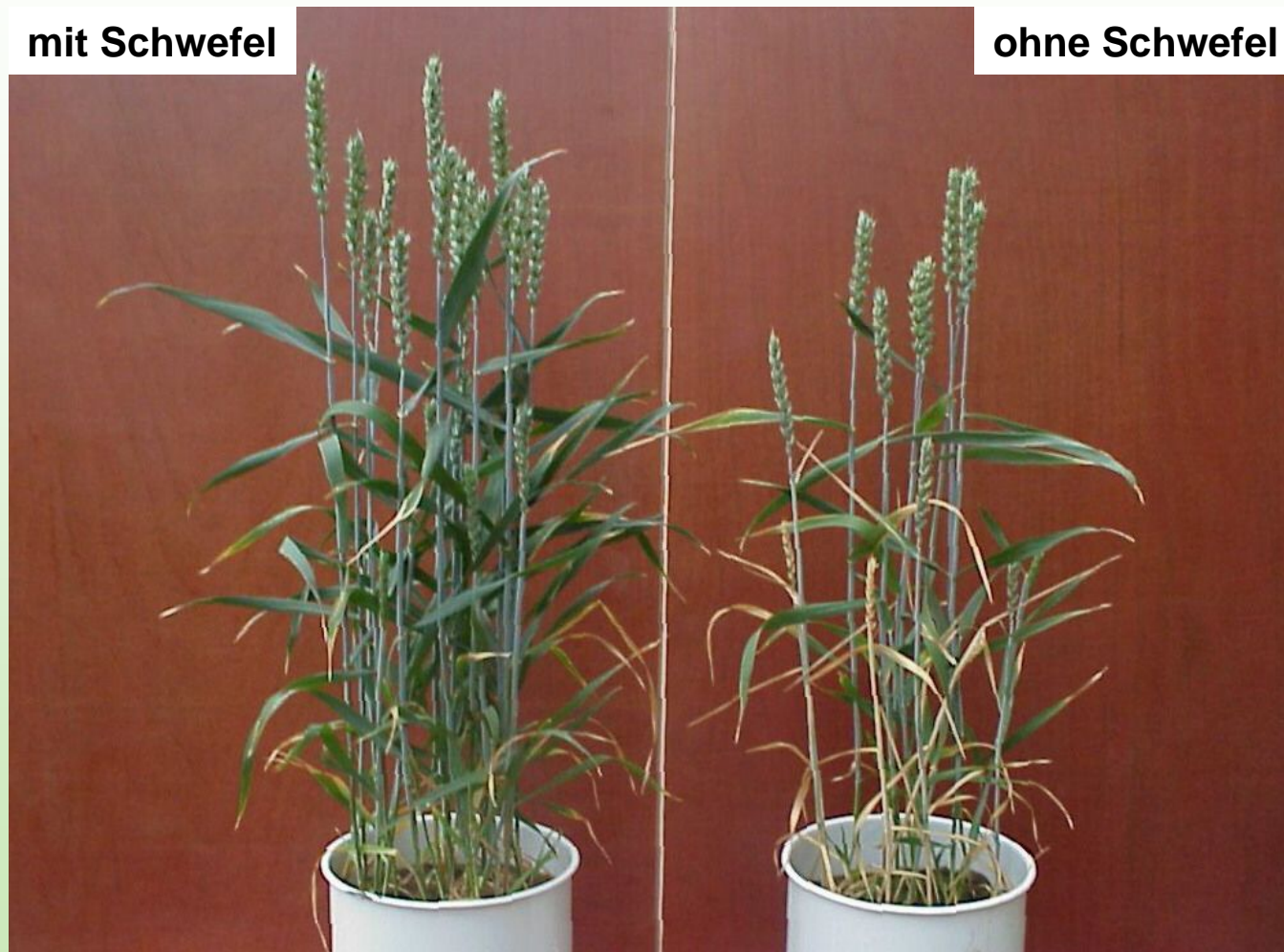
Bei Schwefelmangel enthalten die  
Schoten nur wenige Körner oder  
bleiben leer



Mangelsymptome an Schoten



# Einfluss der Schwefeldüngung auf die Ertragsbildung von Winterweizen

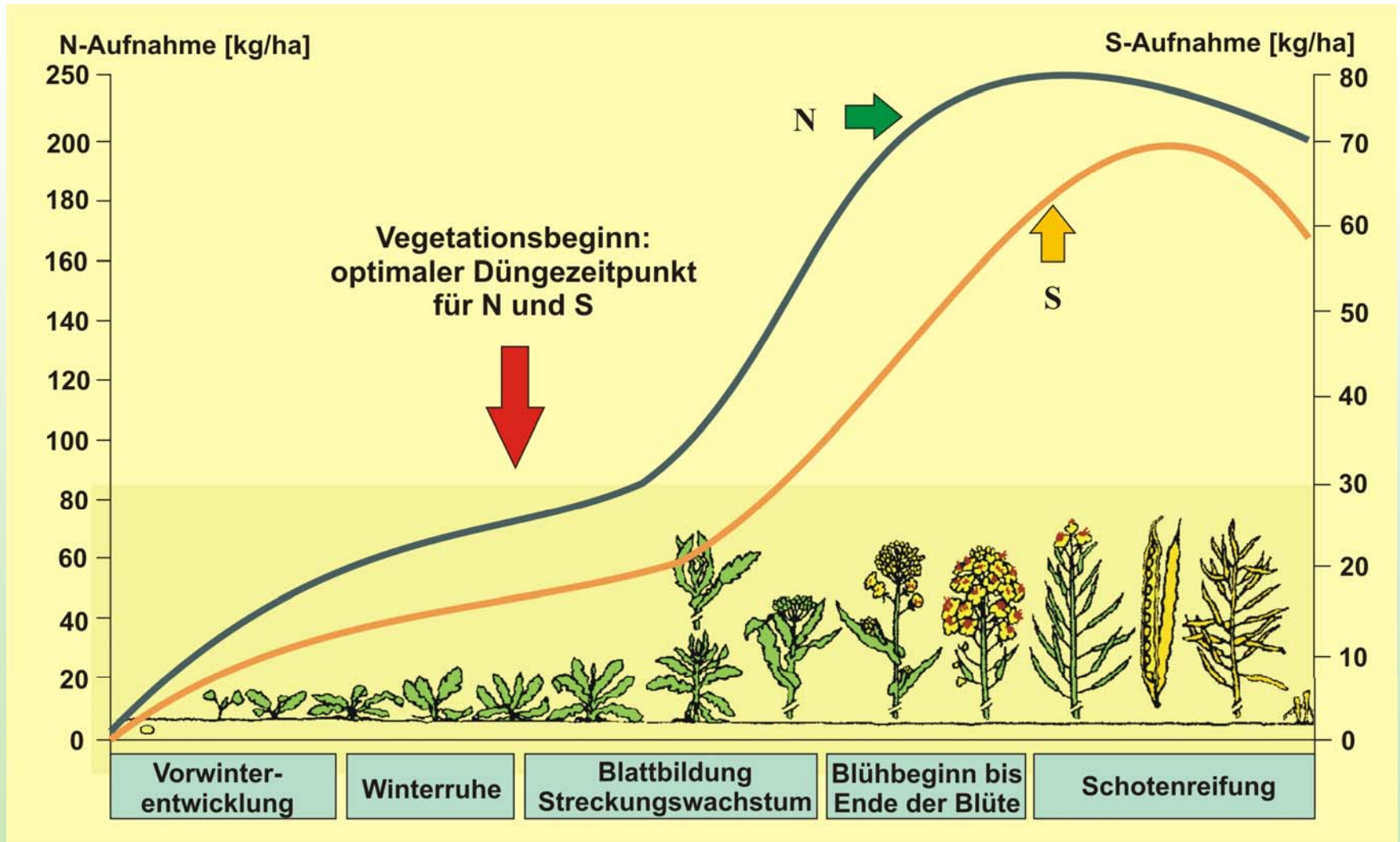


# Einfluss der Schwefelversorgung auf die Backqualität



Quelle: Paulsen, Institut für ökologischen Landbau, FAL, Trenthorst

# Verlauf der Stickstoff- und Schwefelaufnahme bei Raps





# Empfohlene S-Düngemenge und Düngezeitpunkt (nach VDLUFA-Standpunkt)

| Fruchtart       | Düngemenge<br>[kg S/ha] | Düngezeitpunkt                         |
|-----------------|-------------------------|--|
| Getreide        | 10 – 20                 | Vegetationsbeginn bis 1-Knoten-Stadium |
| Winterraps      | 20 – 40                 | Vegetationsbeginn <sup>*)</sup>        |
| Zuckerrüben     | 10 – 20                 | zur Aussaat                            |
| Kartoffeln      | 10 – 20                 | zur Pflanzung                          |
| Mais            | 10 – 20                 | zur Aussaat                            |
| Grünland        | 20 – 40                 | Vegetationsbeginn                      |
| Kohl            | 20 – 40                 | Vegetationsbeginn                      |
| Sonstige Gemüse | 20 – 40                 | Vegetationsbeginn                      |

<sup>\*)</sup> eventuell eine Teilgabe im Herbst

# Verfahren der Schwefel-Düngebedarfsermittlung

| Verfahren                     | Vorteile  | Nachteile  |
|-------------------------------|---|--|
| $S_{\min}$ -Bodenuntersuchung | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mit <math>N_{\min}</math>-Analysen kombinierbar</li> <li>- Zeitige Entscheidung vor Vegetationsbeginn möglich</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unsichere Bedarfsermittlung bei niedrigen <math>S_{\min}</math>-Werten</li> <li>- Bewertung der <math>S_{\min}</math>-Werte problematisch</li> <li>- Untersuchungskosten</li> </ul> |
| Pflanzenanalyse               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exakte Diagnose des S-Ernährungszustandes</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchungstermin oft zu spät für optimale S-Düngung bes. bei akutem Mangel</li> <li>- Untersuchungskosten</li> </ul>   |
| Schätzrahmen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfaches Verfahren</li> <li>- Nutzung vor der Düngungsmaßnahme möglich</li> <li>- Keine Kosten</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subjektive Einflüsse</li> </ul>   |

# Wichtige schwefelhaltige Mineraldünger

| Düngemittel                 | Schwefelgehalt [%] |
|-----------------------------|--------------------|
| <b>N-Dünger</b>             |                    |
| Ammonsulfatsalpeter         | 14                 |
| Piamon S 33                 | 13                 |
| Schwefelsaures Ammoniak     | 24                 |
| ENTEC 26                    | 13                 |
| Hydro Sulfan                | 6                  |
| Ammoniumthiosulfat (ATS)    | 26                 |
| AHL + Schwefel (Piasan 24S) | 3                  |
| <b>Grunddünger</b>          |                    |
| Superphosphat               | 12                 |
| Kaliumsulfat                | 18                 |
| Kalimagnesia (Patentkali)   | 17                 |
| Kieserit                    | 20                 |
| Dolosul                     | 10                 |
| <b>Blattdünger</b>          |                    |
| Bittersalz                  | 13                 |

# Hinweise zur Stickstoff- und Schwefeldüngung im Frühjahr 2009

- Bei der Andüngung vor allem die jeweiligen  $N_{\min}$ -Gehalte, die Bestandesentwicklung und den Beginn der Vegetation beachten. Empfehlung: Beratungsprogramm BEFU nutzen.
- Bei spätem Vegetationsbeginn vor allem schwache Bestände und Bestände mit Blattverlusten zuerst und ausreichend mit N versorgen.
- Kräftige Bestände verhalten andüngen. Aufbau zu dichter Bestände vor allem auf leichten Böden wegen der Trockenstressgefahr vermeiden.
- Die Anschlussgabe zeitlich und mengenmäßig so steuern, dass keine N-Angebotslücke entsteht.
- Die N-Düngebedarfsermittlung während des Schossens und Ährenschiebens mittels Nitrat-Schnelltest oder N-Tester vornehmen. Möglichst Stickstoff teilschlagspezifisch ausbringen.
- Auf leichten, diluvialen und heterogenen Standorten sowie flachgründigen Verwitterungsböden ist zu Vegetationsbeginn eine Schwefel-Düngung vor allem zu Raps in Form von Kieserit oder S-haltigen N-Düngern anzuraten. Auf besseren Böden Bestände beobachten und im Bedarfsfall Blattdüngung mit Bittersalz oder SSA durchführen bzw. die 2. N-Gabe mit S-haltigen Produkten ausbringen.
- Bei nicht ausreichender P- bzw. K-Versorgung NPK- oder NP-Dünger nutzen.
- **DüVO: Ausbringeverbot für N und P auf überschemmte, wassergesättigte, gefrorene und schneebedeckte (> 5 cm) Böden**

# Aktuelle DLG-Merkblätter zur Düngung im Internet

<http://www.dlg.org/pflanzenernaehrung.html>

DLG-Merkblatt 349

## Grunddüngung effizient gestalten



Fachzentrum  
Land- und Ernährungswirtschaft

[www.DLG.org](http://www.DLG.org)

DLG-Merkblatt 350

## N-Düngung effizient gestalten



Fachzentrum  
Land- und Ernährungswirtschaft

[www.DLG.org](http://www.DLG.org)





*Vielen Dank  
für die Aufmerksamkeit*

**Weitere Info**

**<http://www.smul.sachsen.de/lfulg>**