

# Kooperativer Grundwasserschutz im Klimawandel

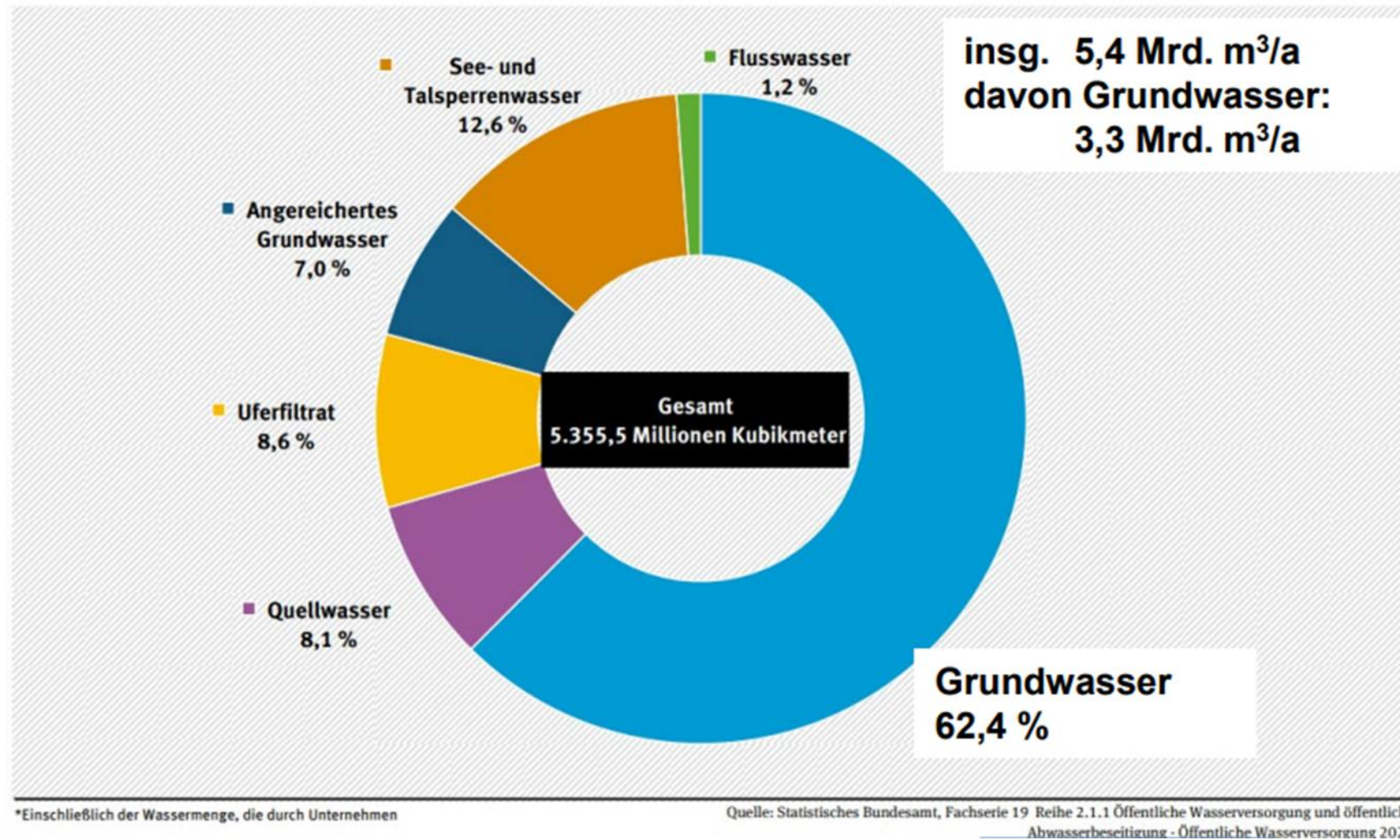
## - Erfahrungen und Ausblick



Dr. Angela Homm-Belzer, Silke Reimund, Mathias Bahr



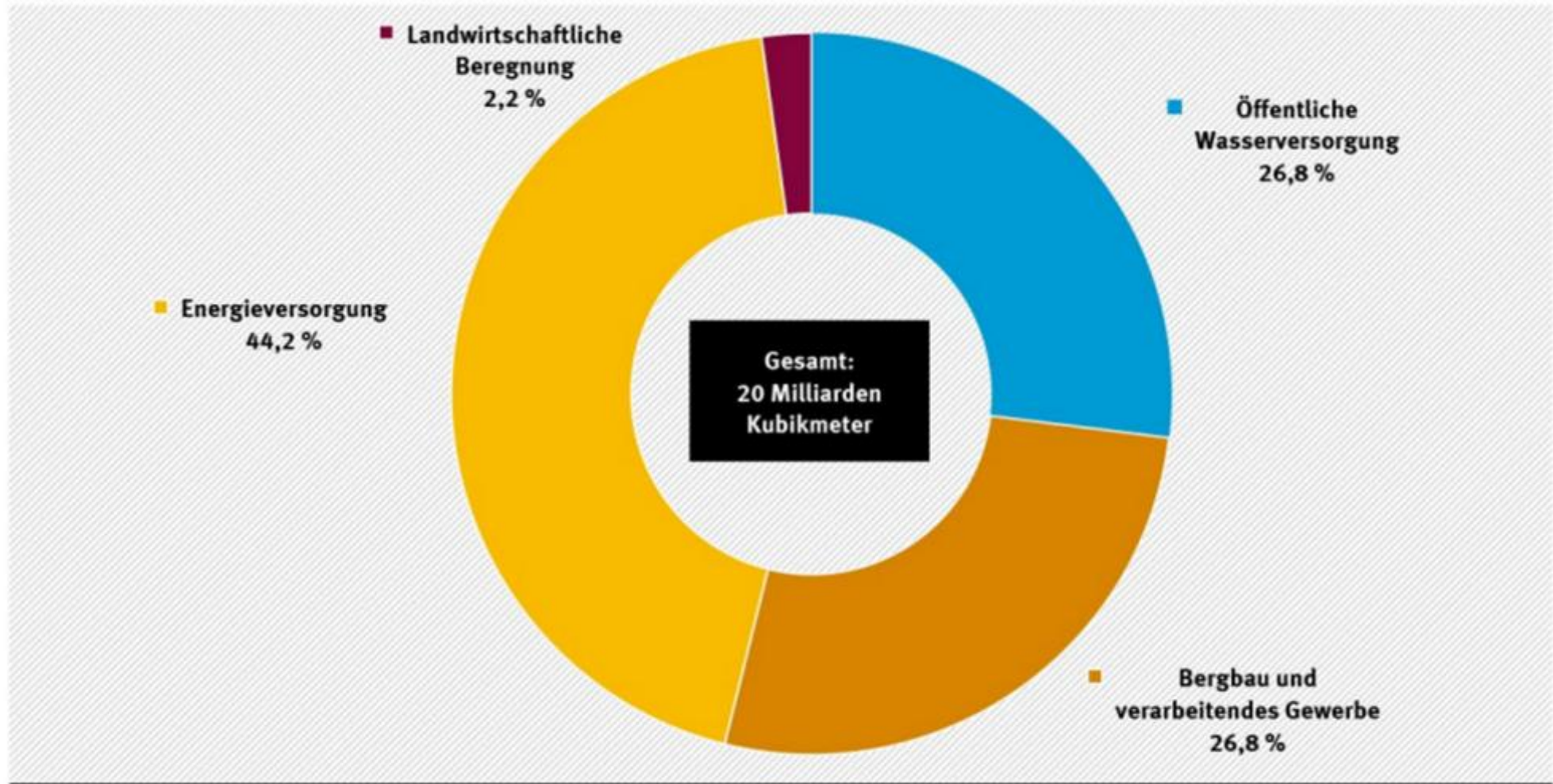
# Trinkwassergewinnung nach Wasserarten



Quelle: UBA 2022



# Verteilung der Wassermengen

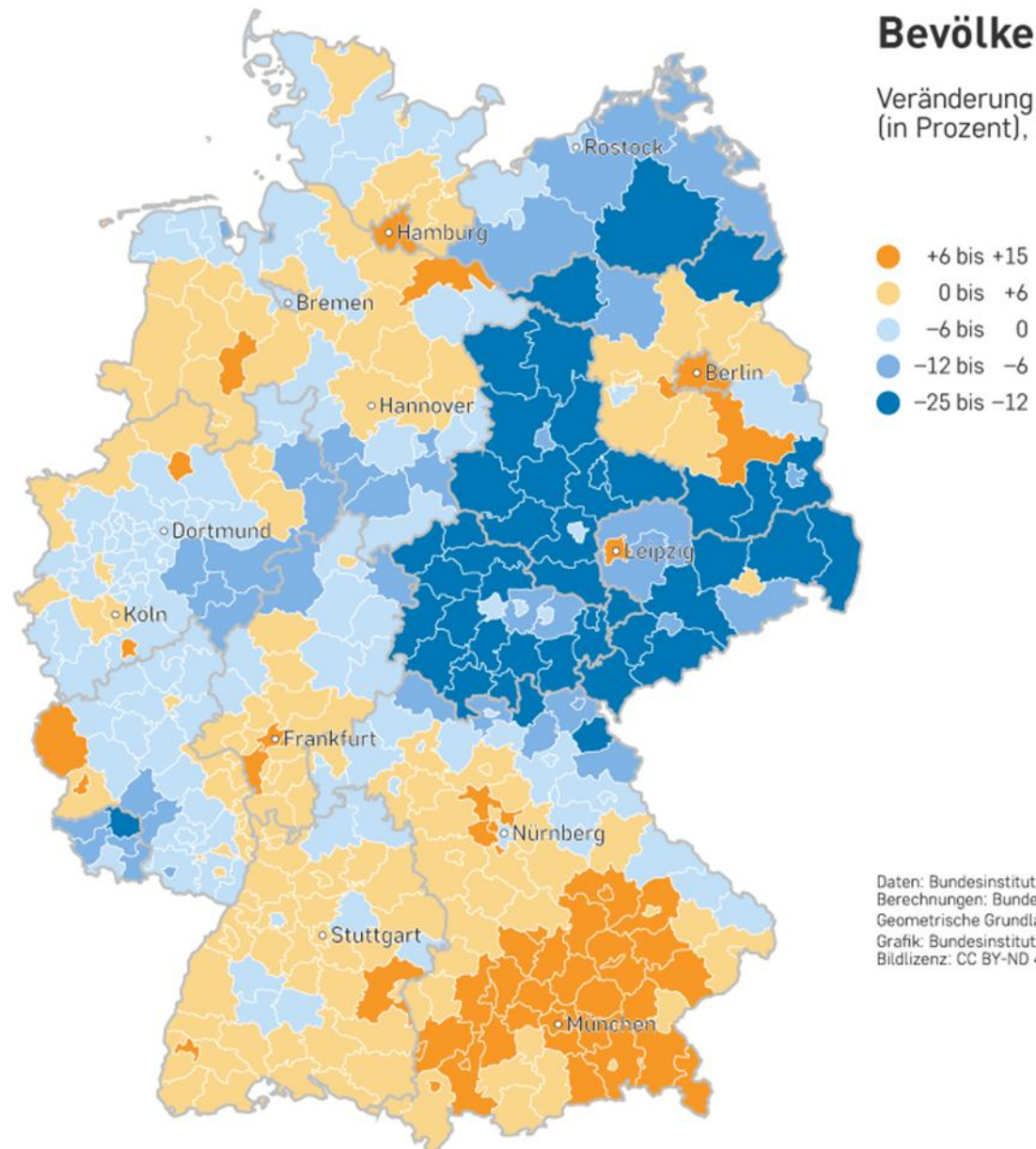


Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, R. 2.1.1 und 2.2, Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge

Quelle: UBA 2022

## Bevölkerungsentwicklung

Veränderung der Bevölkerungszahl  
(in Prozent), 2022–2045



Daten: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung;  
Berechnungen: Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung  
Geometrische Grundlage: © GeoBasis-DE / BKG (2023)  
Grafik: Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (2024);  
Bildlizenz: CC BY-ND 4.0





Dr. Angela Homm-Belzer



Mathias Bahr



Silke Reimund



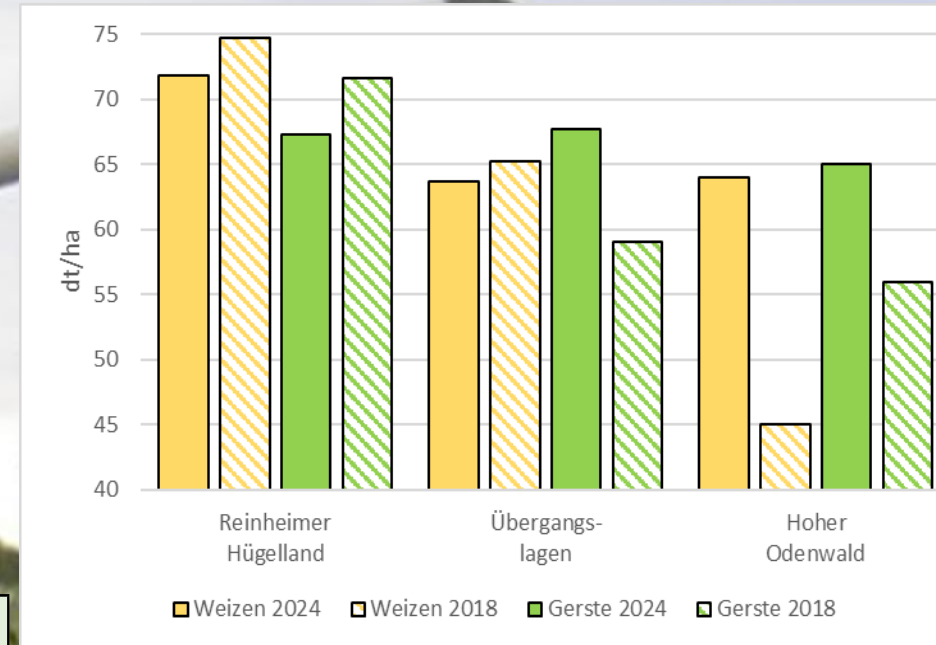
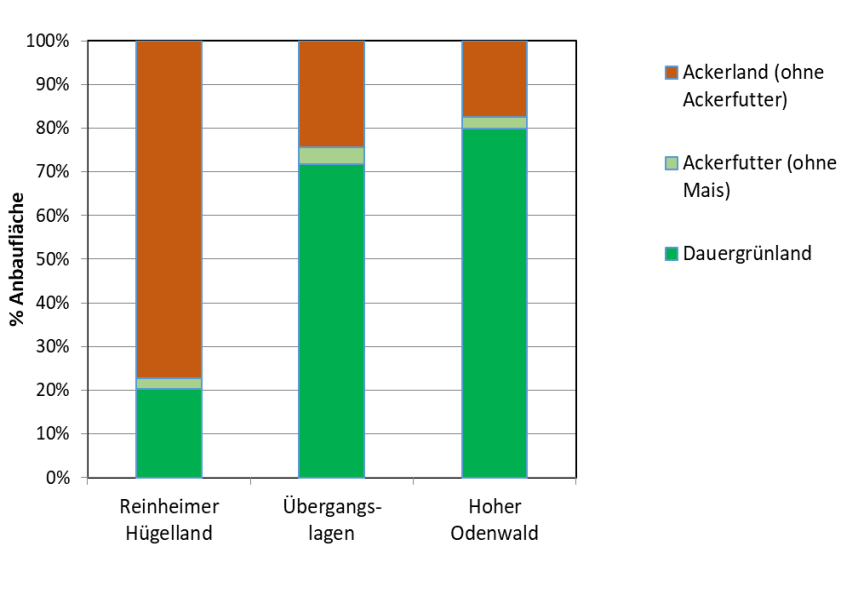
Pia Mahr

GIS und Büro

# Unser Beratungsgebiet - Naturräumliche Charakteristika



# Unsere Beratungsgebiete



|                          | Reinheimer Hügelland | Übergangslagen | Hoher Odenwald |
|--------------------------|----------------------|----------------|----------------|
| Betriebe 2020            | 200                  | 515            | 137            |
| Mittlere Größe (ha) 2020 | 59                   | 35             | 33             |
| Betriebe 2010            | 220                  | 556            | 164            |
| Ertrag Weizen 2016-2024  | 77,5                 | 66,1           | 59,8           |

Foto: Sondheimer







# Schnittstellen zwischen Landwirten und Wasserversorgern

- Wasserdargebot (Niederschläge, Infiltrationsvermögen der Böden, Wasserspeicherfähigkeit der Böden)
- Wasserqualität (Nitrat, PSM, mikrobielle Verunreinigungen, Schwermetalle, ..)



# Wie „ticken“ Landwirte?

## Keiner hat gerufen: Kommt und schützt das Wasser

- Mitgestaltung
- Praxisversuche
- Erhebung **schlag- und betriebsspezifischen** Daten
- Ergebnisse von **eigenen** Flächen
- Unterstützung durch den Wasserversorger



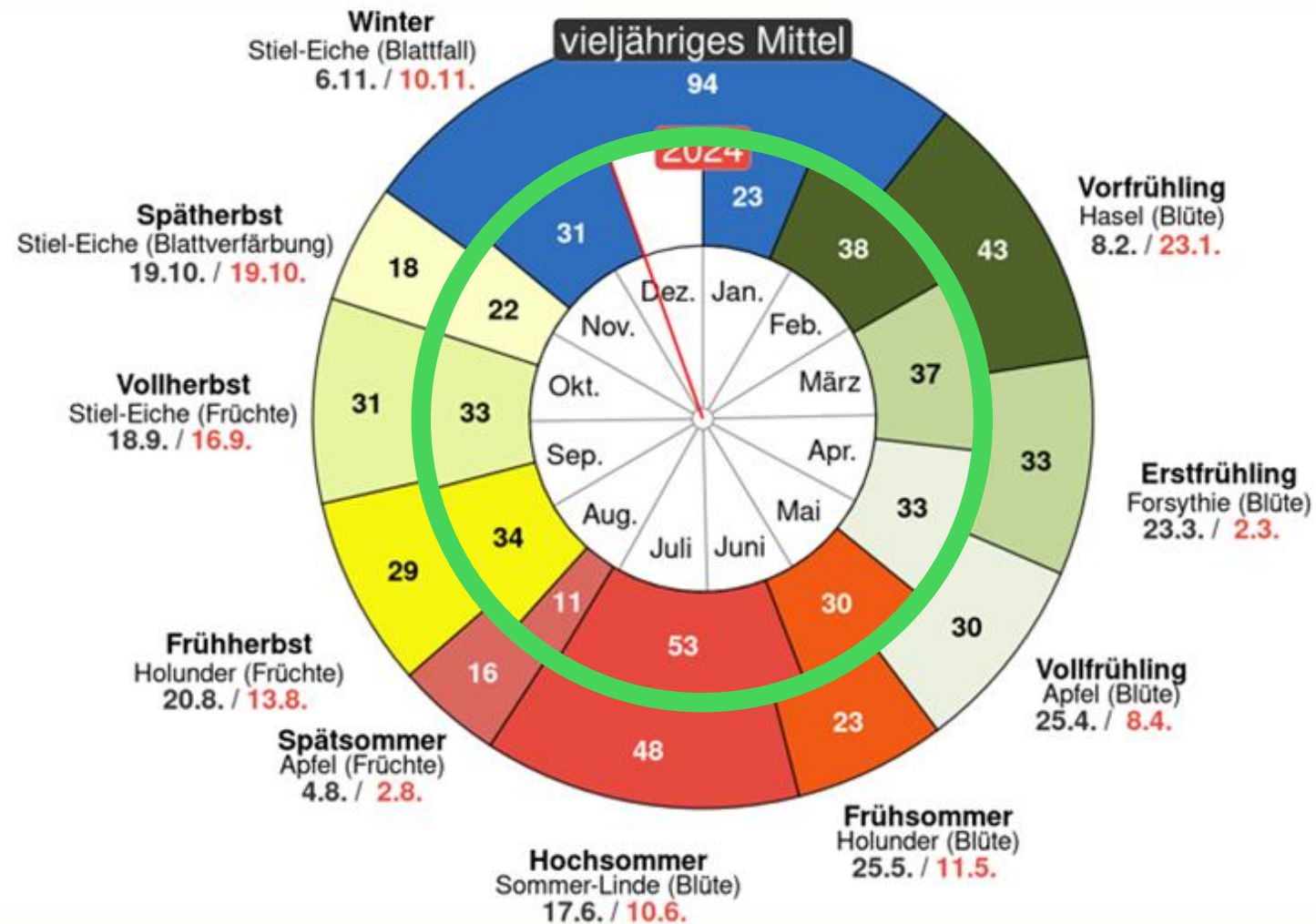


# Wie ticken Wasserversorger?

Aus „ALLES verbieten“ wird „Am besten gemeinsam“

- Versorgungssicherheit
- Kontrolle der Gewinnungsanlagen und Schutzgebiete
- „Wegbereitung“ für Maßnahmen

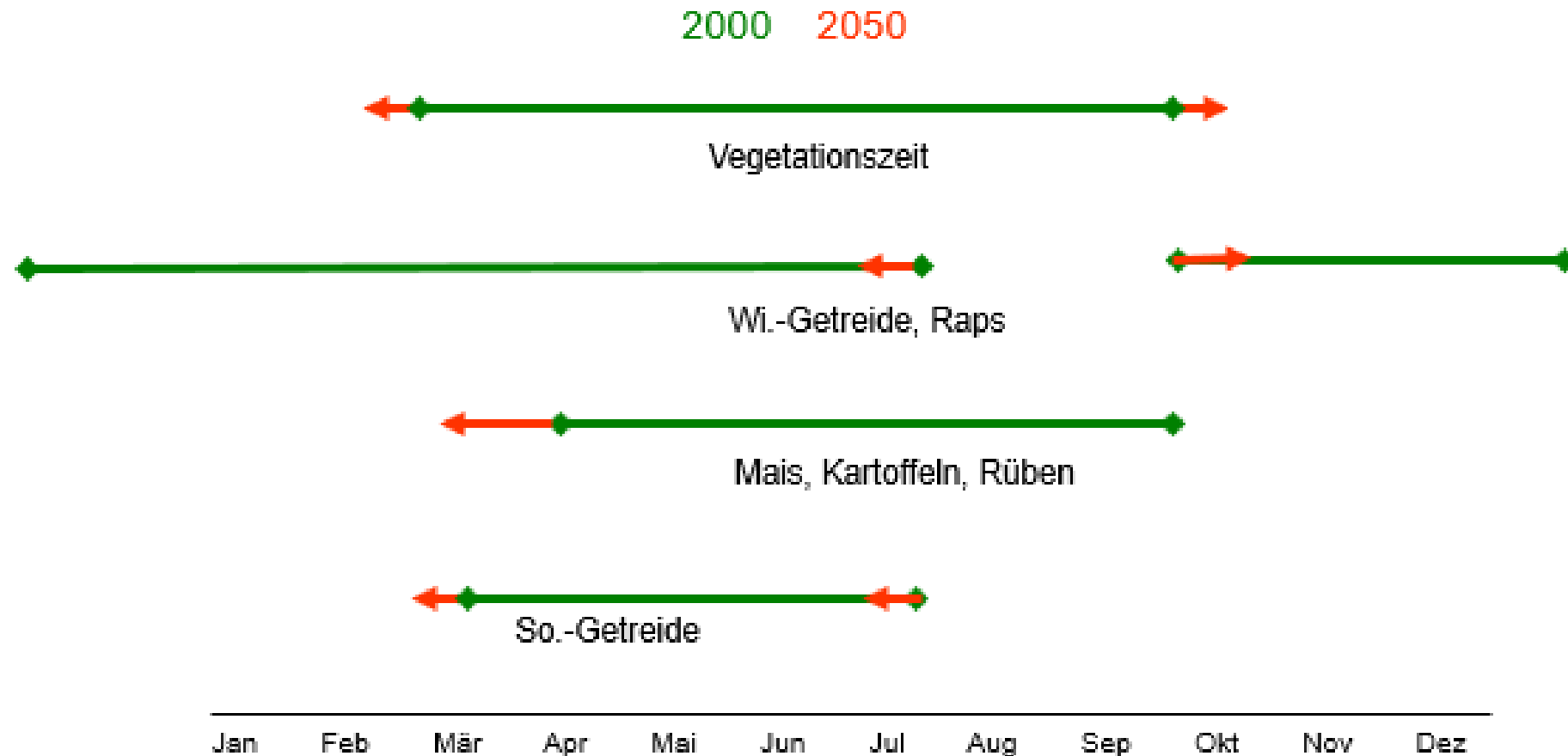




Andreas Brömser - Deutscher Wetterdienst - Abteilung Agrarmeteorologie

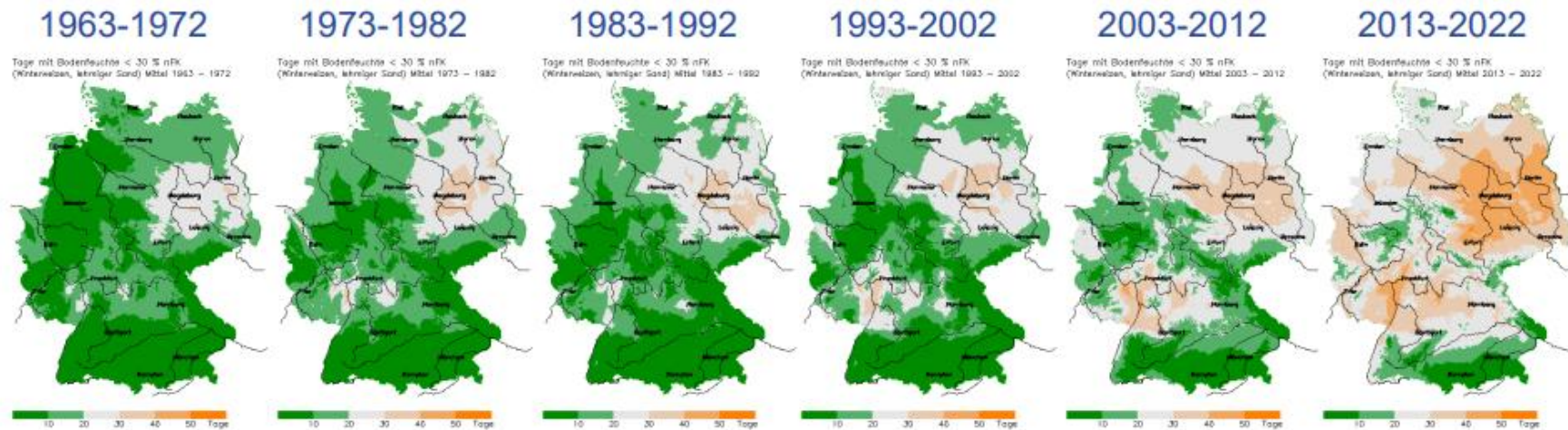


# Auswirkungen des Klimawandels



Verschiebung von Saatbettbereitung und Ernte (nach Rippel und Stumpf)

## Tage im Jahr mit Bodenfeuchte < 30 % nFK (unter Winterweizen, leichter Boden)





# Was machen wir



- Einzelbetriebliche Beratung und Gruppenberatung Düngung/Erosionsschutz

Düngeempfehlung, Nitra-Check, Feldrundgang, Analytik Boden, Wirtschaftsdünger

- Praxisversuche

Zwischenfrucht, Unter- und Begleitsaaten, Düngung, Bodenbearbeitung,...

- Feldtage und Vorführungen

Bodenansprache, Maschinenvorführung, Vorstellung von Praxisflächen,...

- Informationsveranstaltungen

Bauernversammlung, Netzwerkarbeit, Öffentlichkeitsarbeit, ...



# Welche Kenndaten werden erhoben

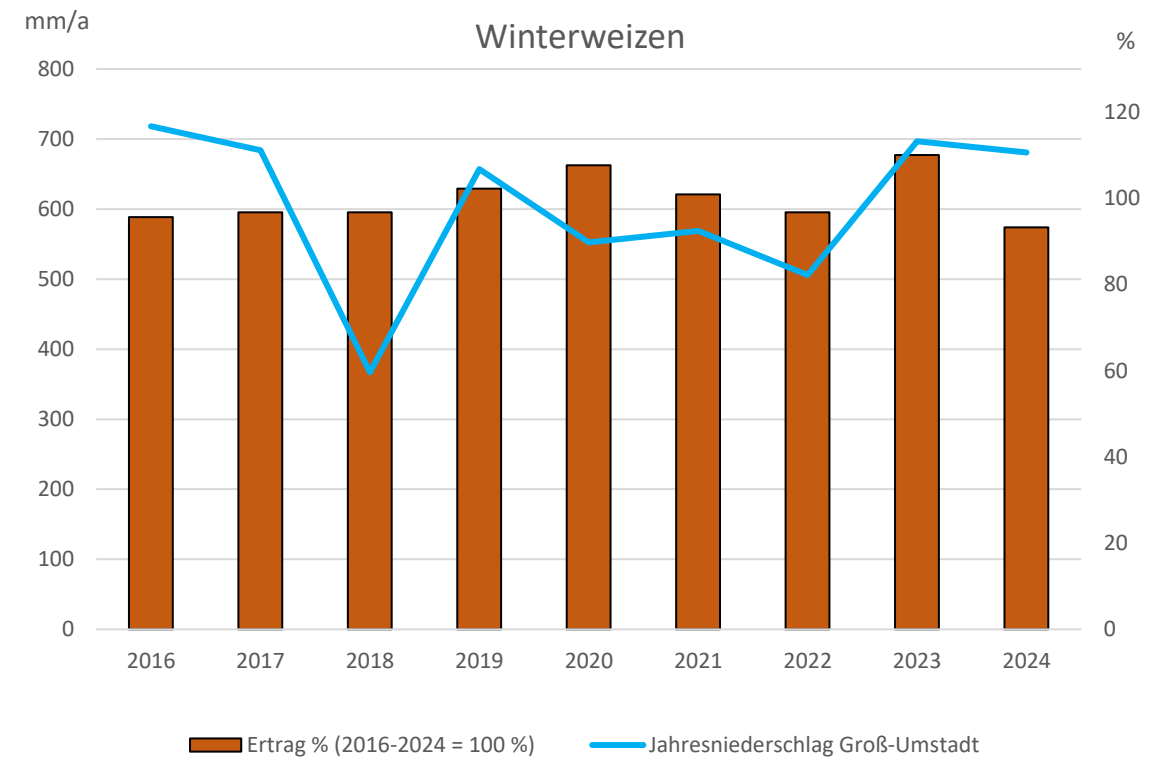
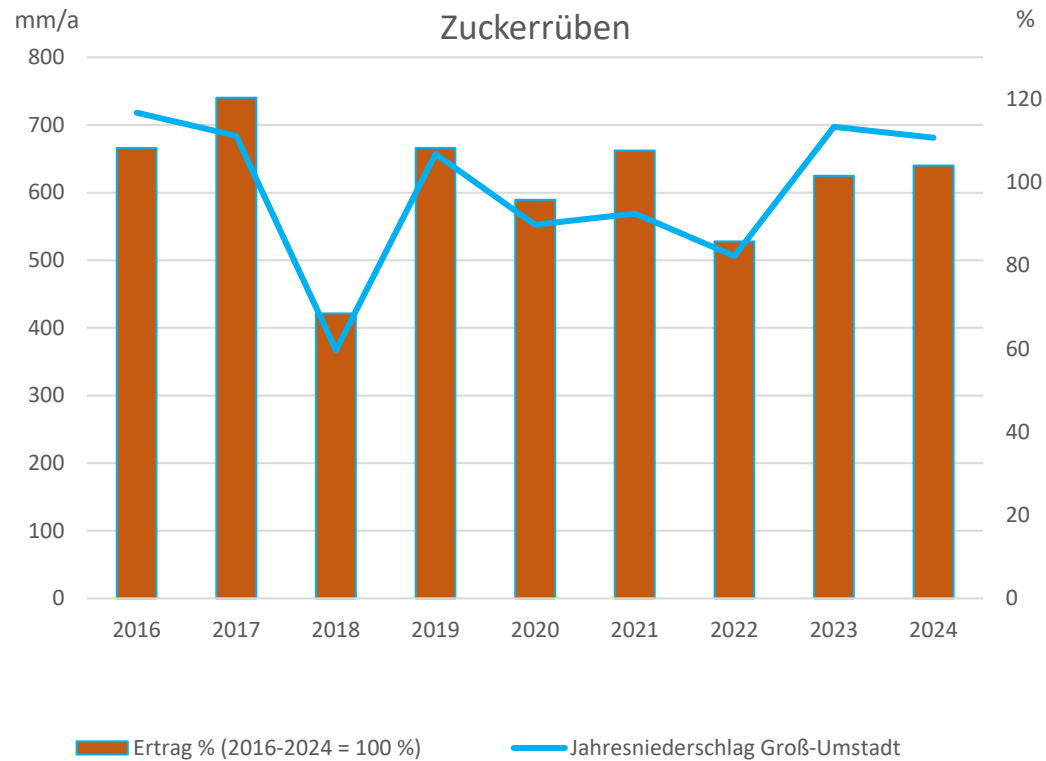
- Bodenuntersuchungen (Nmin, GN)
- Nbil – Acker-Schlag-Karteien
- Nbil – Betriebsbilanzen (Stoffstrom)
- Vegetationsbegleitende Untersuchungen (Nitracheck, Pflanzenanalysen)
- Zwischenfrüchte
- Bodenbearbeitung



# Niederschlagsmengen Groß-Umstadt

|          | 2024 | 2023 | 2022 | 2021 | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 | 2009 | 2008 | 2007 | 2006 | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | langj.<br>Mittel |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| Jan      | 65   | 50   | 56   | 57   | 20   | 54   | 69   | 32   | 70   | 85   | 44   | 52   | 73   | 54   | 48   | 19   | 38   | 74   | 18   | 34   | 67   | 77   | 39   | 74   | 65   | 53               |
| Feb      | 67   | 13   | 50   | 38   | 120  | 18   | 5    | 24   | 91   | 22   | 46   | 42   | 8    | 43   | 44   | 84   | 98   | 72   | 35   | 43   | 21   | 14   | 149  | 32   | 56   | 47               |
| Mrz      | 28   | 86   | 16   | 21   | 40   | 55   | 26   | 45   | 43   | 38   | 12   | 27   | 12   | 12   | 29   | 72   | 97   | 69   | 85   | 32   | 29   | 26   | 79   | 112  | 73   | 61               |
| Apr      | 54   | 42   | 64   | 16   | 10   | 30   | 59   | 20   | 67   | 24   | 62   | 63   | 19   | 11   | 20   | 34   | 95   | 0    | 43   | 89   | 25   | 20   | 40   | 50   | 24   | 58               |
| Mai      | 97   | 40   | 15   | 76   | 66   | 104  | 33   | 79   | 82   | 21   | 92   | 135  | 56   | 18   | 142  | 42   | 21   | 124  | 109  | 55   | 87   | 61   | 104  | 14   | 49   | 71               |
| Jun      | 70   | 27   | 43   | 81   | 62   | 53   | 27   | 53   | 115  | 54   | 24   | 75   | 108  | 67   | 73   | 97   | 87   | 109  | 21   | 19   | 45   | 46   | 22   | 64   | 19   | 78               |
| Jul      | 64   | 77   | 30   | 65   | 18   | 61   | 6    | 112  | 63   | 29   | 184  | 20   | 88   | 103  | 72   | 96   | 62   | 93   | 45   | 47   | 77   | 37   | 118  | 28   | 133  | 73               |
| Aug      | 42   | 123  | 8    | 73   | 44   | 34   | 9    | 66   | 39   | 47   | 160  | 72   | 45   | 101  | 183  | 16   | 60   | 69   | 104  | 42   | 100  | 27   | 147  | 56   | 69   | 67               |
| Sep      | 66   | 21   | 94   | 22   | 36   | 67   | 19   | 65   | 32   | 37   | 57   | 86   | 75   | 32   | 59   | 63   | 48   | 68   | 29   | 46   | 51   | 19   | 32   | 114  | 77   | 56               |
| Okt      | 55   | 79   | 37   | 44   | 45   | 73   | 3    | 40   | 52   | 19   | 71   | 94   | 65   | 29   | 19   | 58   | 63   | 0    | 74   | 45   | 58   | 55   | 147  | 60   | 53   | 57               |
| Nov      | 43   | 79   | 43   | 26   | 27   | 52   | 16   | 76   | 54   | 102  | 51   | 68   | 57   | 1    | 69   | 74   | 21   | 47   | 28   | 28   | 88   | 34   | 118  | 104  | 63   | 64               |
| Dez      | 30   | 60   | 50   | 51   | 65   | 56   | 95   | 73   | 10   | 35   | 105  | 33   | 57   | 115  | 82   | 85   | 40   | 70   | 19   | 46   | 25   | 51   | 82   | 28   | 50   | 58               |
|          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                  |
| SUMME    | 681  | 697  | 506  | 569  | 553  | 657  | 367  | 684  | 718  | 513  | 905  | 767  | 663  | 586  | 840  | 739  | 728  | 795  | 610  | 527  | 673  | 467  | 1077 | 735  | 731  | 743              |
| Sickper. | 271  | 156  | 183  | 187  | 248  | 183  | 223  | 119  | 298  | 263  | 191  | 208  | 197  | 219  | 203  | 103  | 295  | 208  | 171  | 125  | 163  | 205  | 273  | 306  | 244  | 222              |
| Mär- Aug | 355  | 395  | 176  | 331  | 240  | 337  | 160  | 375  | 409  | 212  | 532  | 392  | 328  | 312  | 519  | 356  | 420  | 463  | 407  | 283  | 363  | 217  | 511  | 323  | 366  | 408              |
| Aug-Okt  | 163  | 223  | 139  | 139  | 125  | 174  | 31   | 171  | 123  | 103  | 288  | 252  | 185  | 162  | 261  | 136  | 171  | 137  | 207  | 134  | 209  | 101  | 326  | 229  | 199  | 180              |

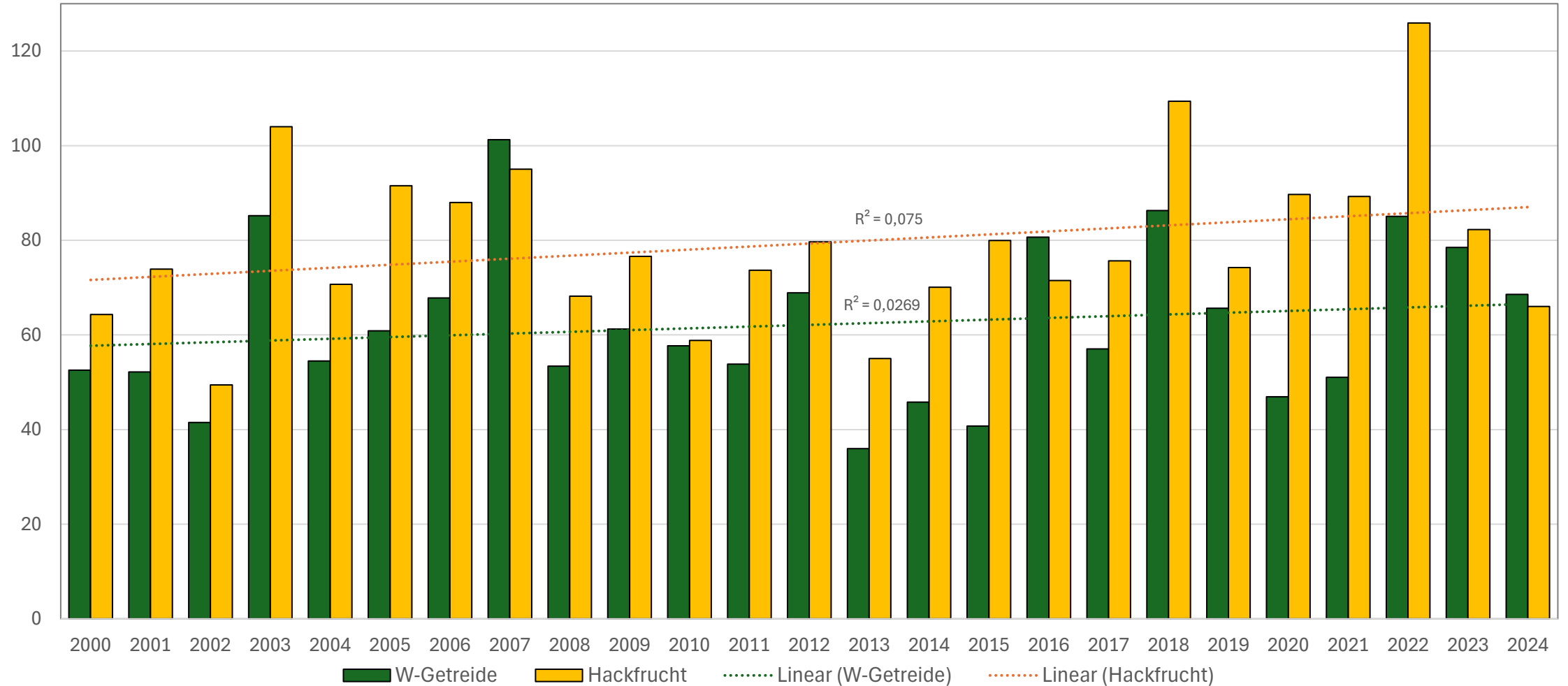
# Reinheimer Hügelland: Erträge in Abhängigkeit von der Jahresniederschlagssumme



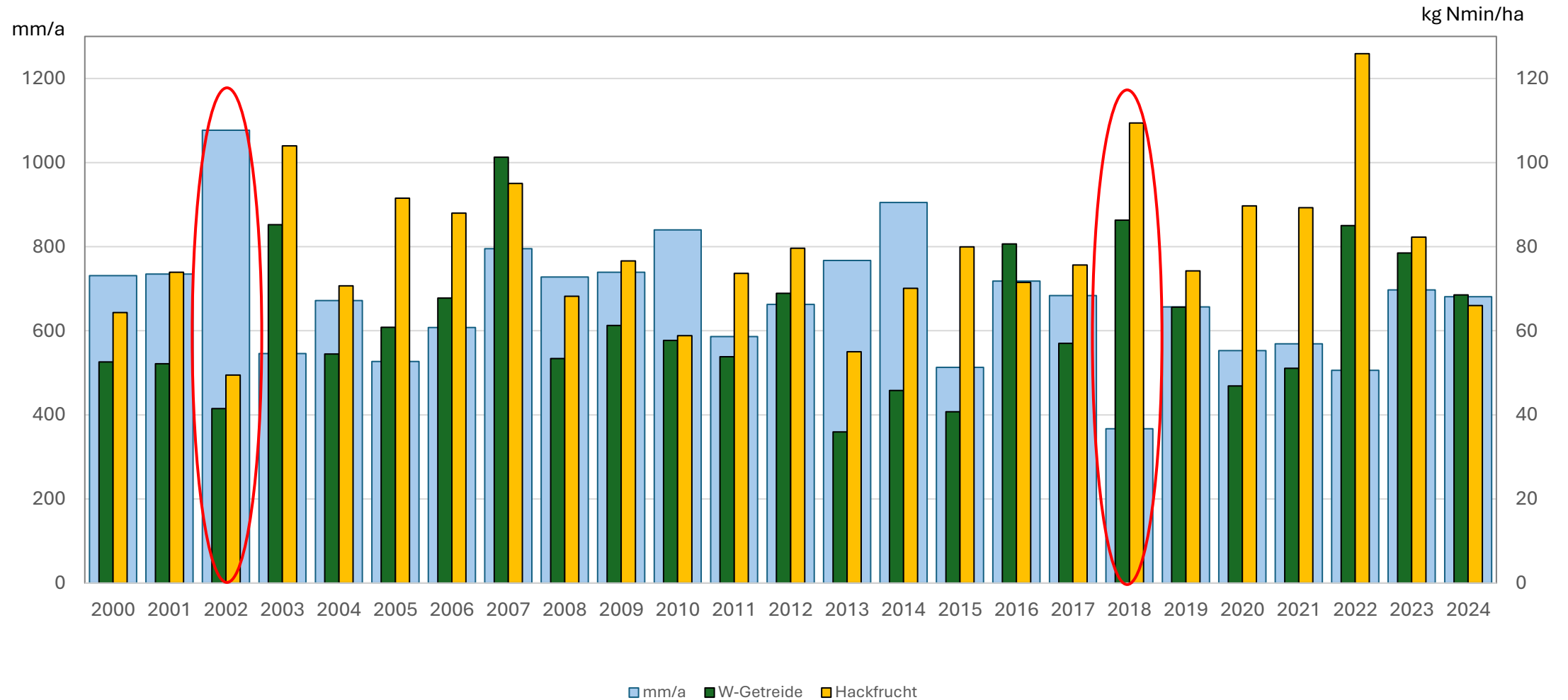


# Nmin nach Wi-Getreide und Hackfrüchten

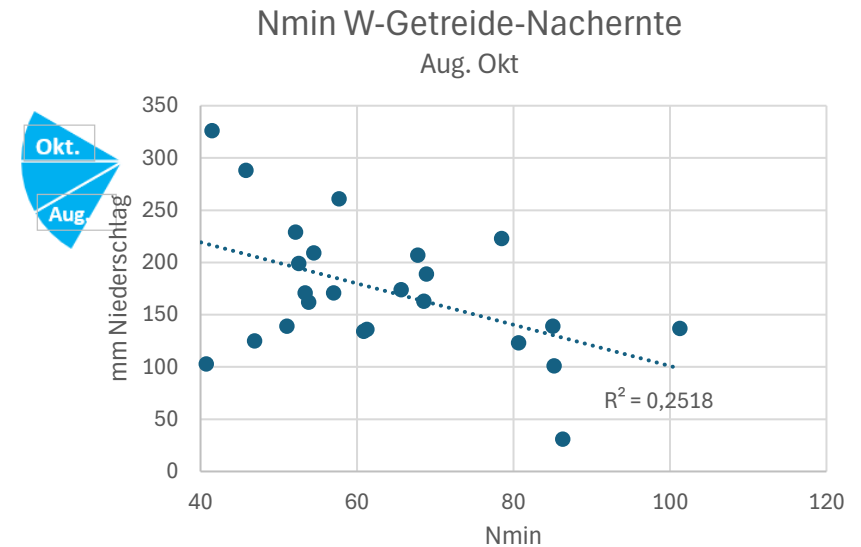
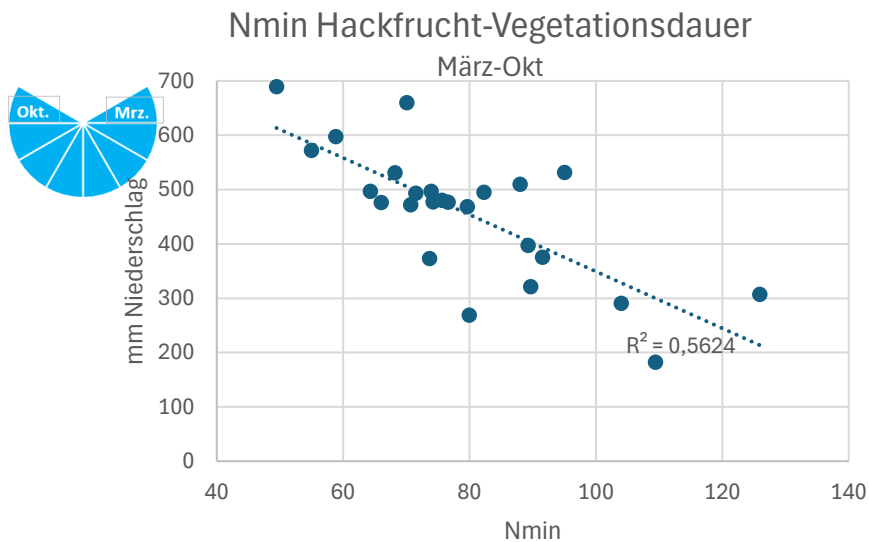
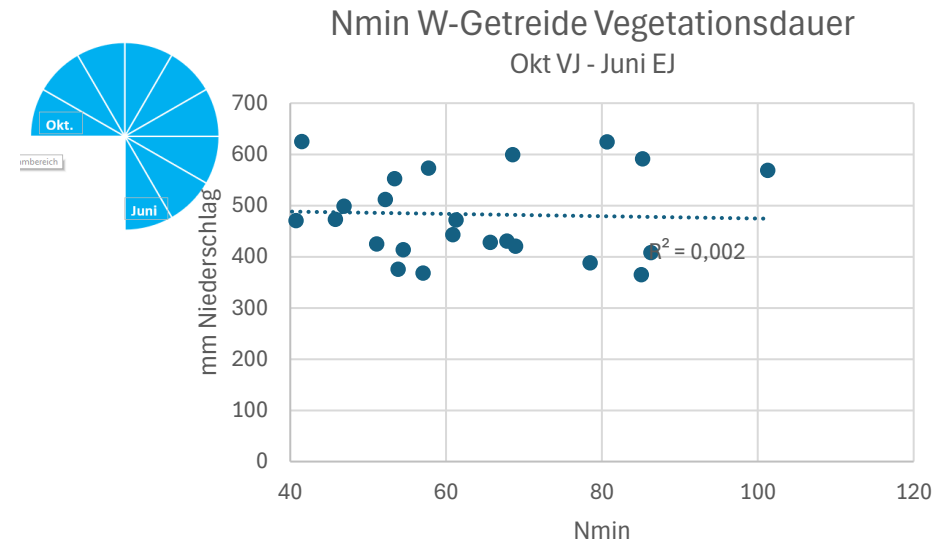
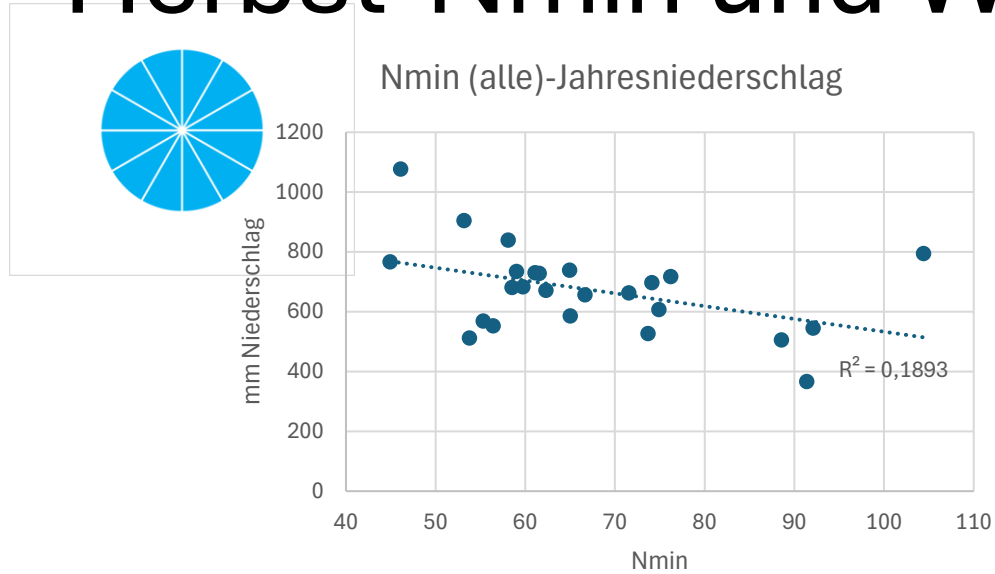
kg Nmin/ha



# Jahresniederschläge und Nmin nach Wi-Getreide und Hackfrüchten



# Herbst-Nmin und Witterung (Niederschläge)





# Eingangsgrößen der N-Bilanzierung

- Ertrag
- Frühjahrs-Nmin
- Vorfruchtwirkung
- Mineralische Düngung (100%)
- Organische Düngung nach WSG-Verordnung/Kooperationsvertrag
- Nachlieferung aus organischer Düngung nach WSG-Verordnung/Kooperationsvertrag

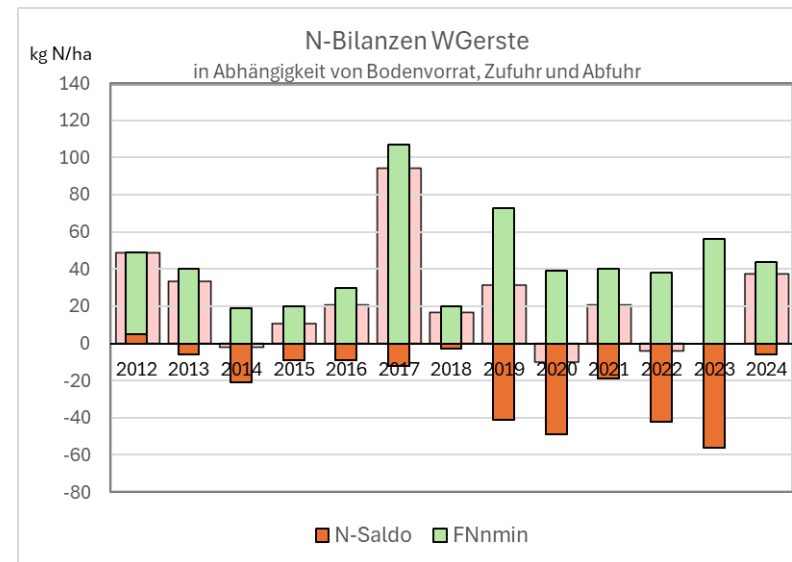
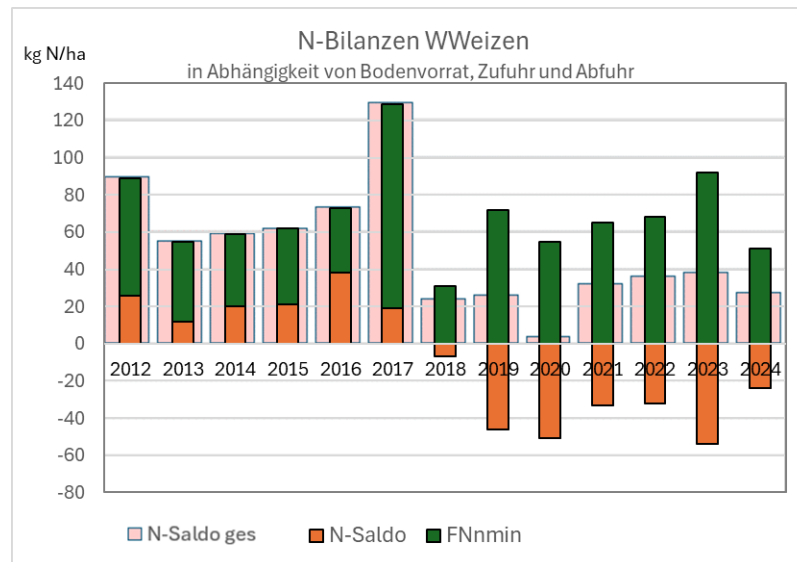
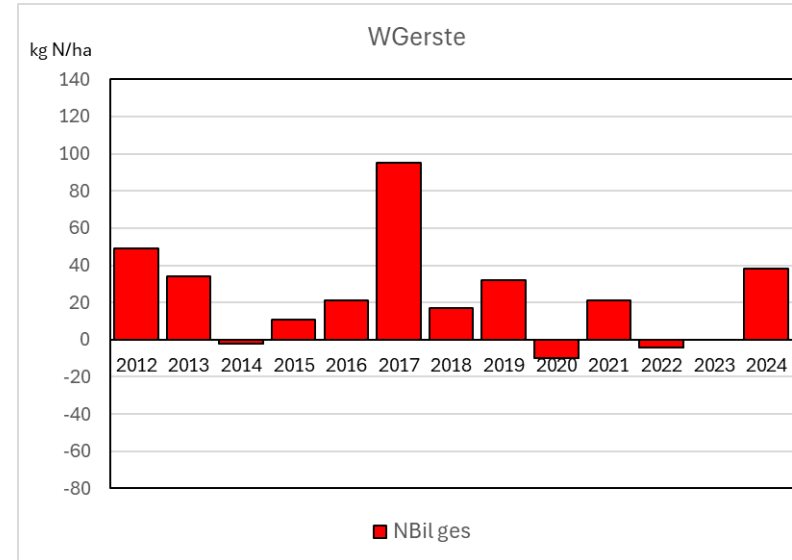
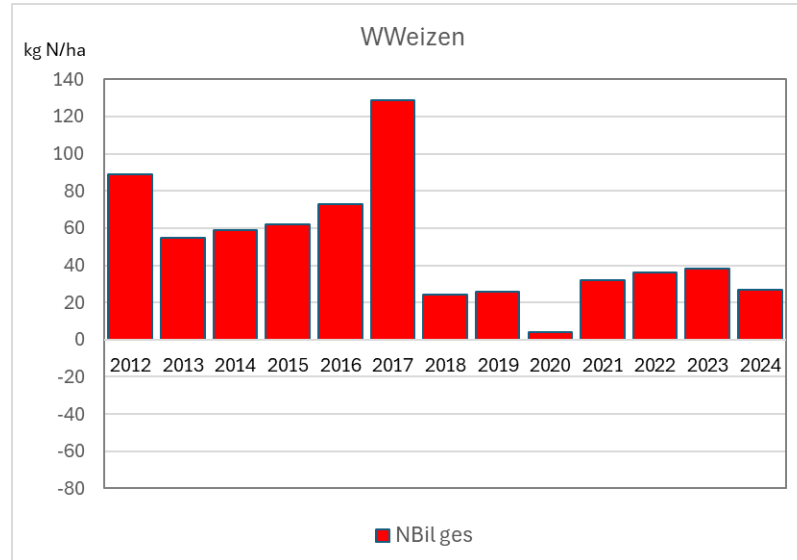
# Auswertung von 630 Wirtschaftsdüngeranalysen

(Jahre 2013-2025)

| Anzahl Proben | Material        | Mittelwerte |       |      |      | N Gesamt min | N Gesamt max |
|---------------|-----------------|-------------|-------|------|------|--------------|--------------|
|               |                 | N-Gesamt    | NH4-N | P2O5 | K2O  |              |              |
| 80            | Gärrest flüssig | 3,6         | 2,2   | 1,4  | 4,2  | 1            | 6,4          |
| 197           | Gülle Rind      | 3,1         | 1,5   | 1,4  | 4,2  | 1,1          | 5,8          |
| 69            | Gülle Schwein   | 3,2         | 2,4   | 1,5  | 2,4  | 1,3          | 6,5          |
| 6             | Gülle Misch     | 2,5         | 1,3   | 1,3  | 2,9  | 1,6          | 3,6          |
| 40            | Jauche          | 0,9         | 0,6   | 0,2  | 2,4  | 0,1          | 2,6          |
| 15            | Mist Misch      | 7,3         | 0,8   | 4,3  | 15,9 | 3,2          | 17           |
| 3             | Mist Schwein    | 6,9         | 1     | 5,7  | 13   | 5,8          | 7,9          |
| 11            | Mist Geflügel   | 17,5        | 4,7   | 15,9 | 12,8 | 5,8          | 31,7         |
| 50            | Mist-Pferd      | 4,2         | 0,5   | 2,2  | 8,8  | 2,1          | 9,5          |
| 133           | Mist-Rind       | 5,5         | 0,8   | 2,9  | 9,2  | 1,3          | 17           |
| 24            | Kompost         | 7,1         | 0,6   | 3,9  | 8,8  | 1,3          | 14,7         |
| 2             | Gärrest fest    | 4           | 2,2   | 2,2  | 4,6  | 4,4          | 4,9          |

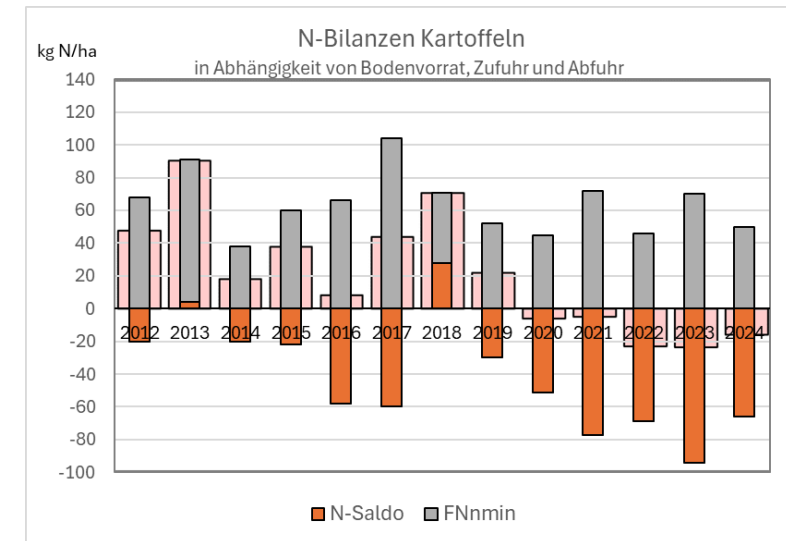
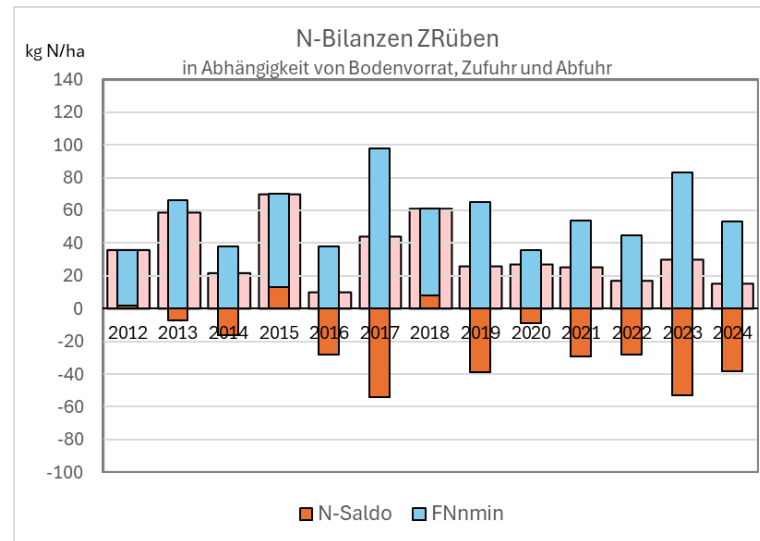
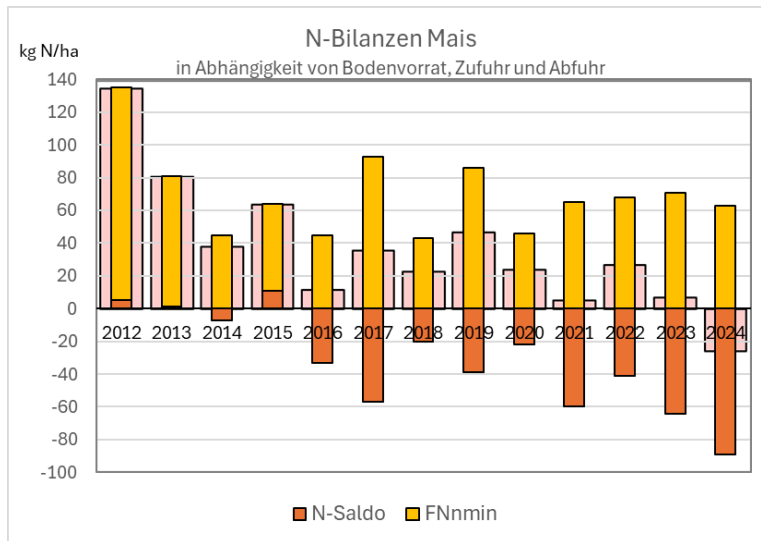
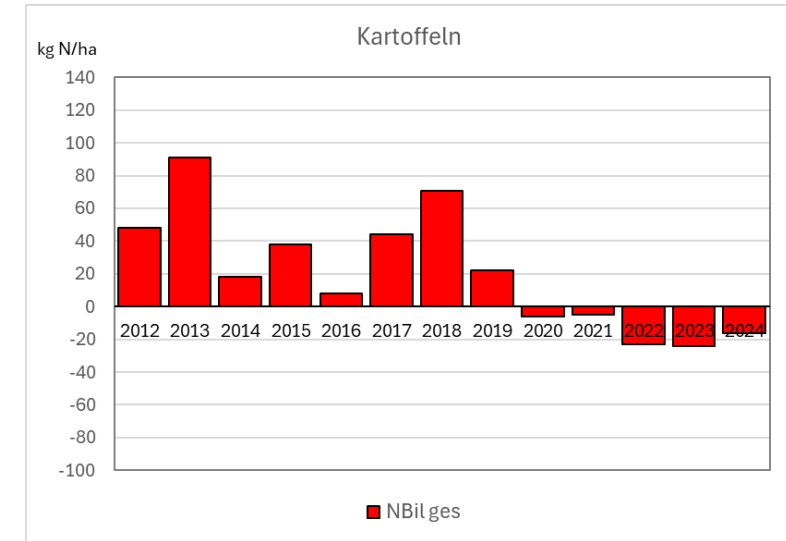
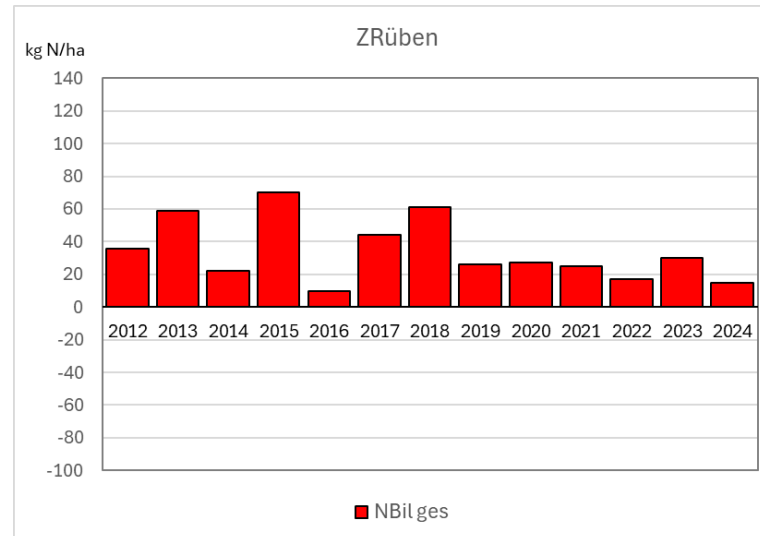
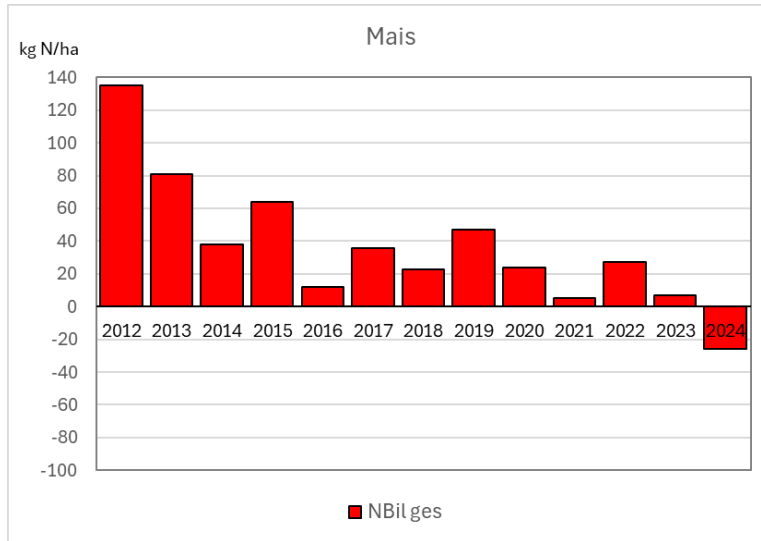
| Anrechnung der organischen Düngung     | DÜV                |                   | WSG-VO/Kooperation |                   |
|----------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|                                        | im Dünges-<br>jahr | im Folge-<br>jahr | im Dünges-<br>jahr | im Folge-<br>jahr |
| Wirksamkeit in % des Gesamt-N-Gehaltes |                    |                   |                    |                   |
| Gülle Rind, Gärrest                    | 60                 | 10                | 60                 | 20                |
| Gülle Schwein                          | 70                 | 10                | 70                 | 20                |
| Festmist                               | 25-30              | 10                | 40                 | 30                |

# N-Bilanzen - Wintergetreide



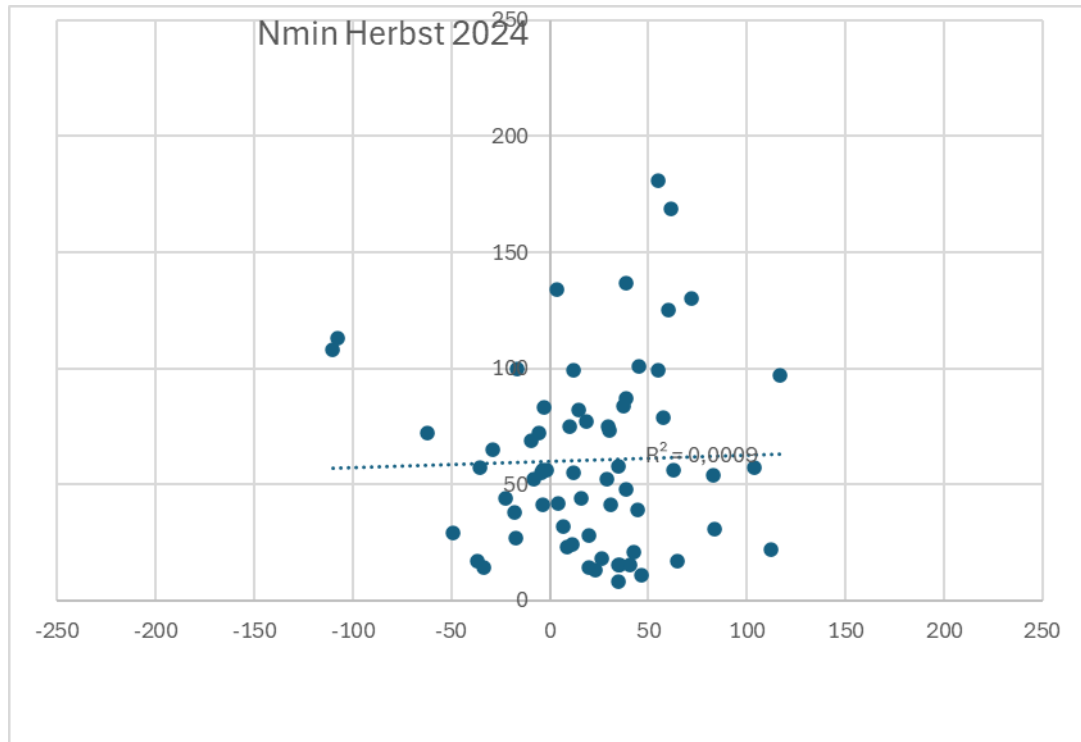


# N-Bilanzen - Hackfrüchte

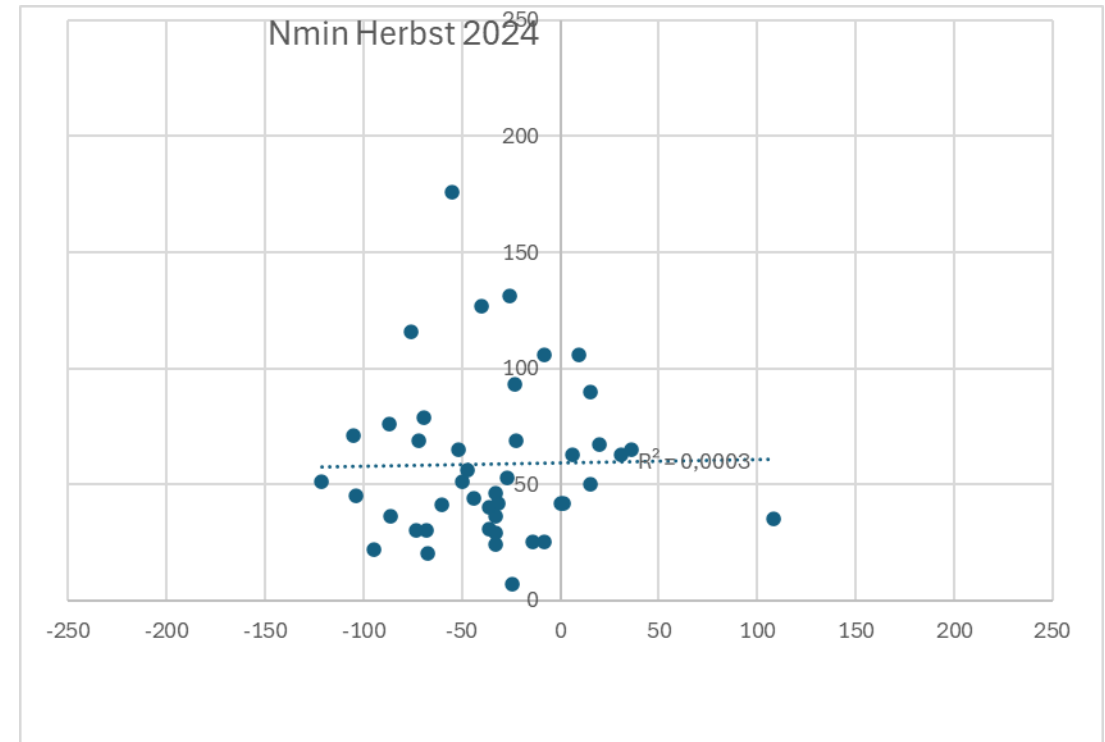


# Nmin und NBilanzen

- Weizen



- Mais

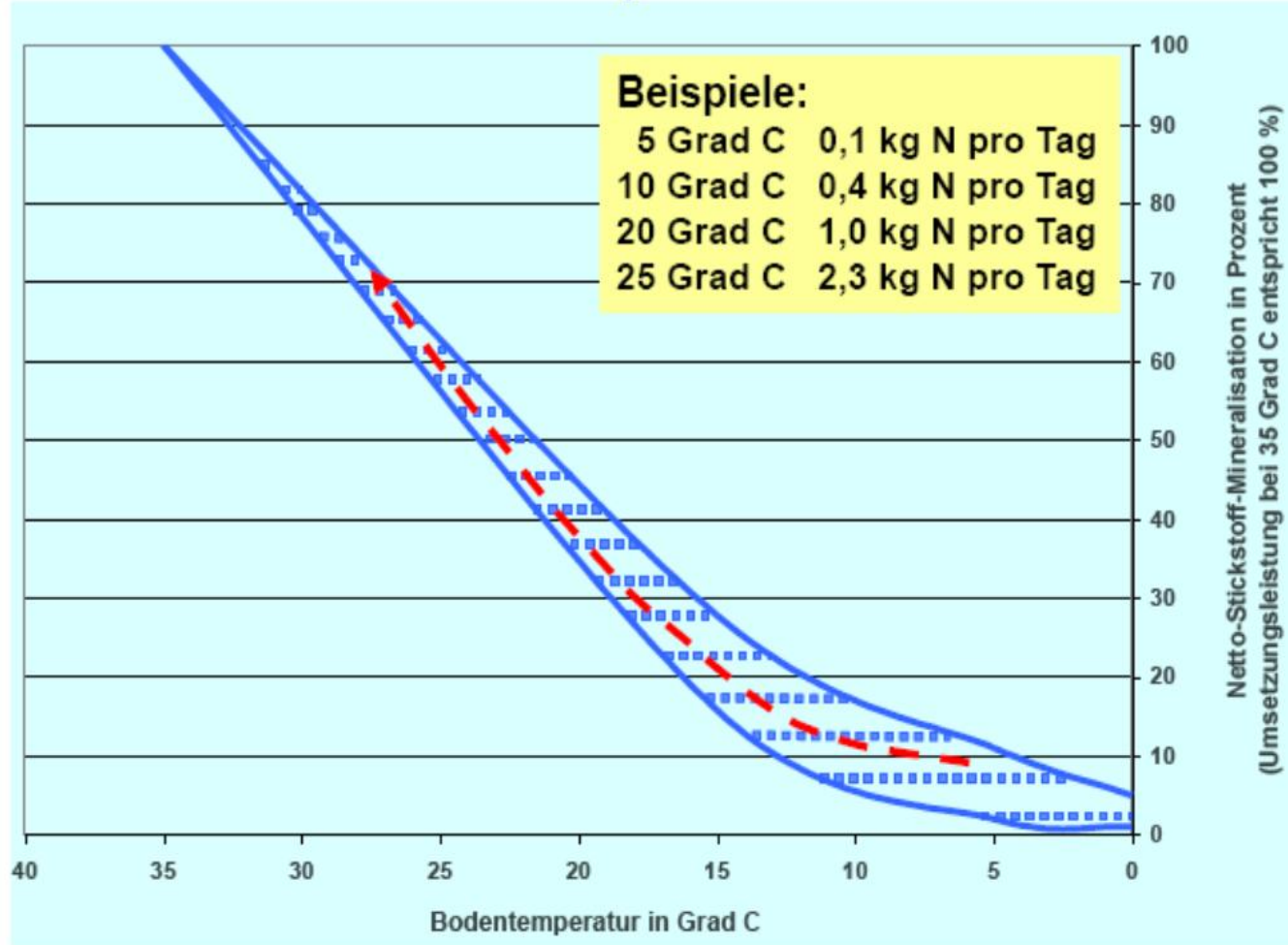


# Warum sind im Herbst höhere Nmin-Mengen im Boden als ich überhaupt gestreut habe?

- Witterung (Bodentemperatur)
- Verengung des C/N-Verhältnisses
- Fruchtfolge, Zwischenfrucht
- Bodenbearbeitung/Zwischenfrucht-Management
- Aussaattermine Wintergetreide
- Düngungstermine und Anrechnung org. Düngung (DÜV)



## Klimawandel und Grundwasserqualität



Überproportionale Zunahme der N-Mineralisation mit zunehmender Bodentemperatur.  
"Warme Böden" im Herbst und Winter führen zu einer Nitratfreisetzung in der Vegetationsruhe.

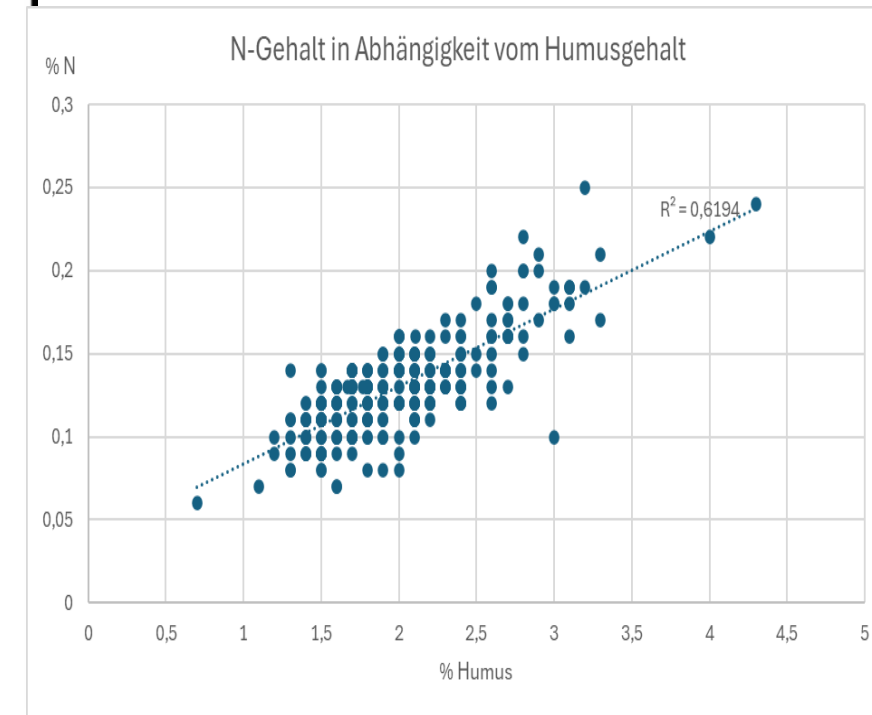
Quelle:  
HLUG,

Dr. Berthold



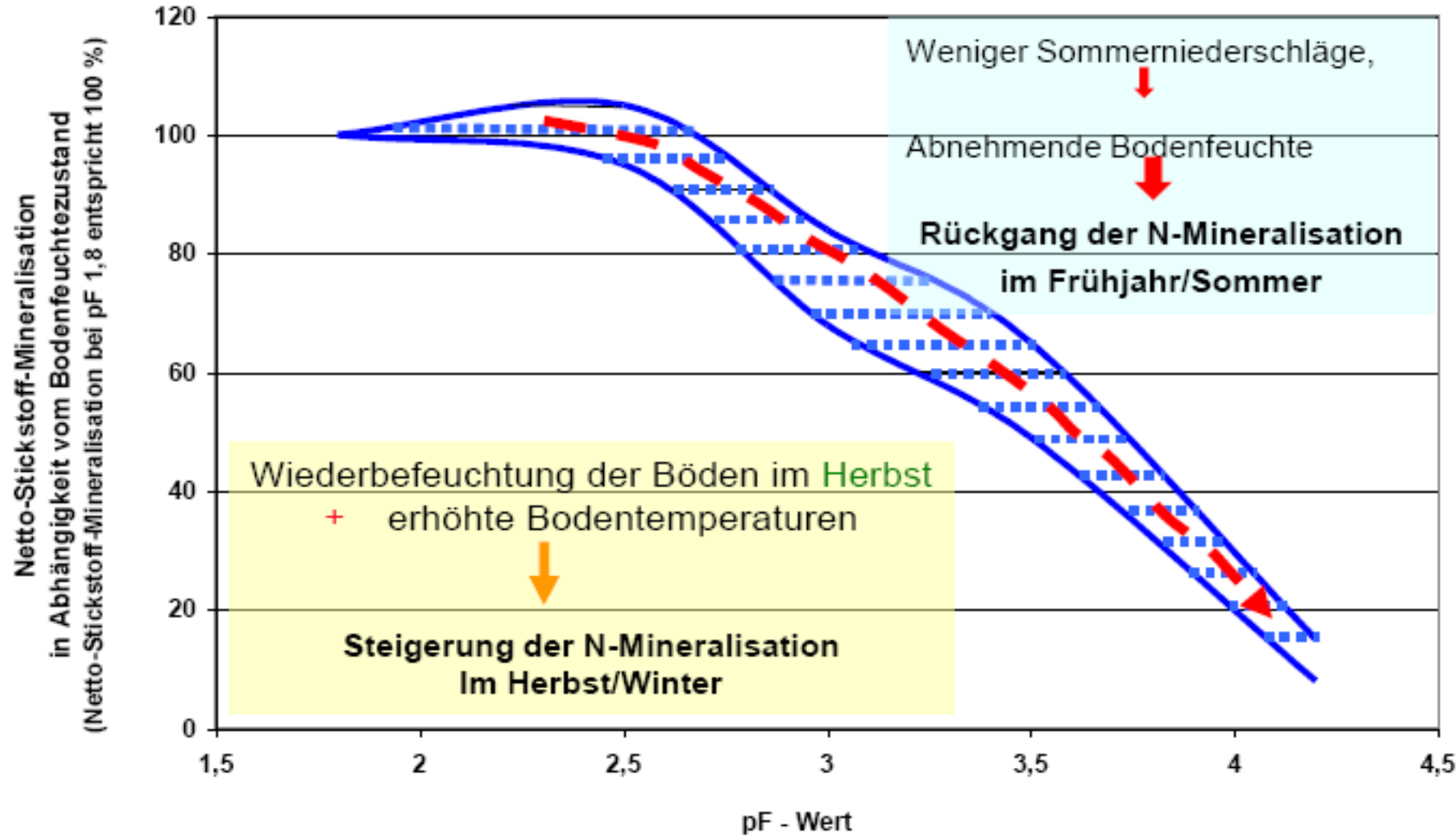
328 Analysen:

- C/N-Verhältnis 9,0  
(6,4 – 15,1)
- Humus 2,0%  
(1,1% – 4,0%)
- Nges.% 0,13%  
(0,06% - 0,25%)



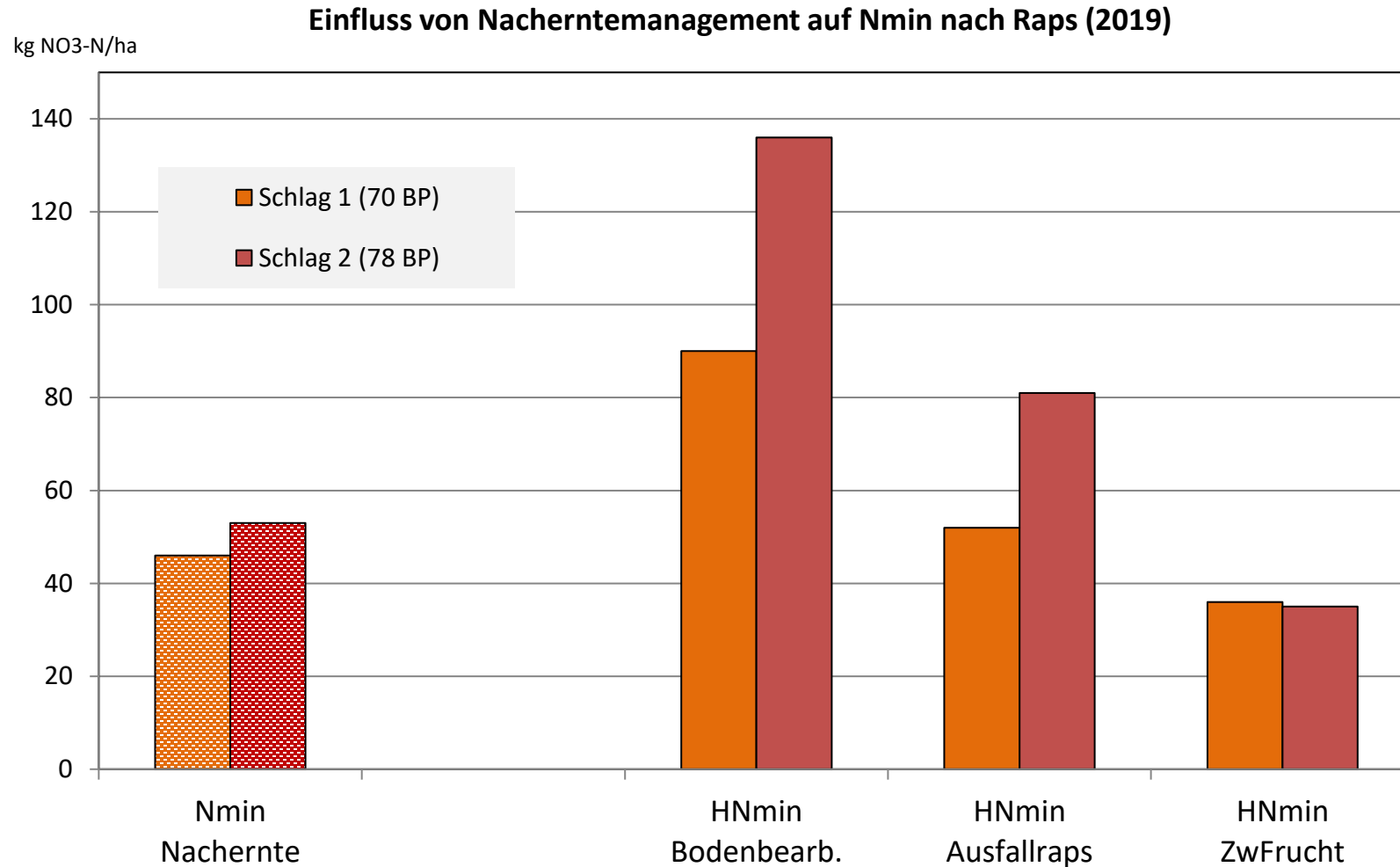
# Klimawandel und Grundwasserqualität

Quelle: HLUG,  
Dr. Berthold



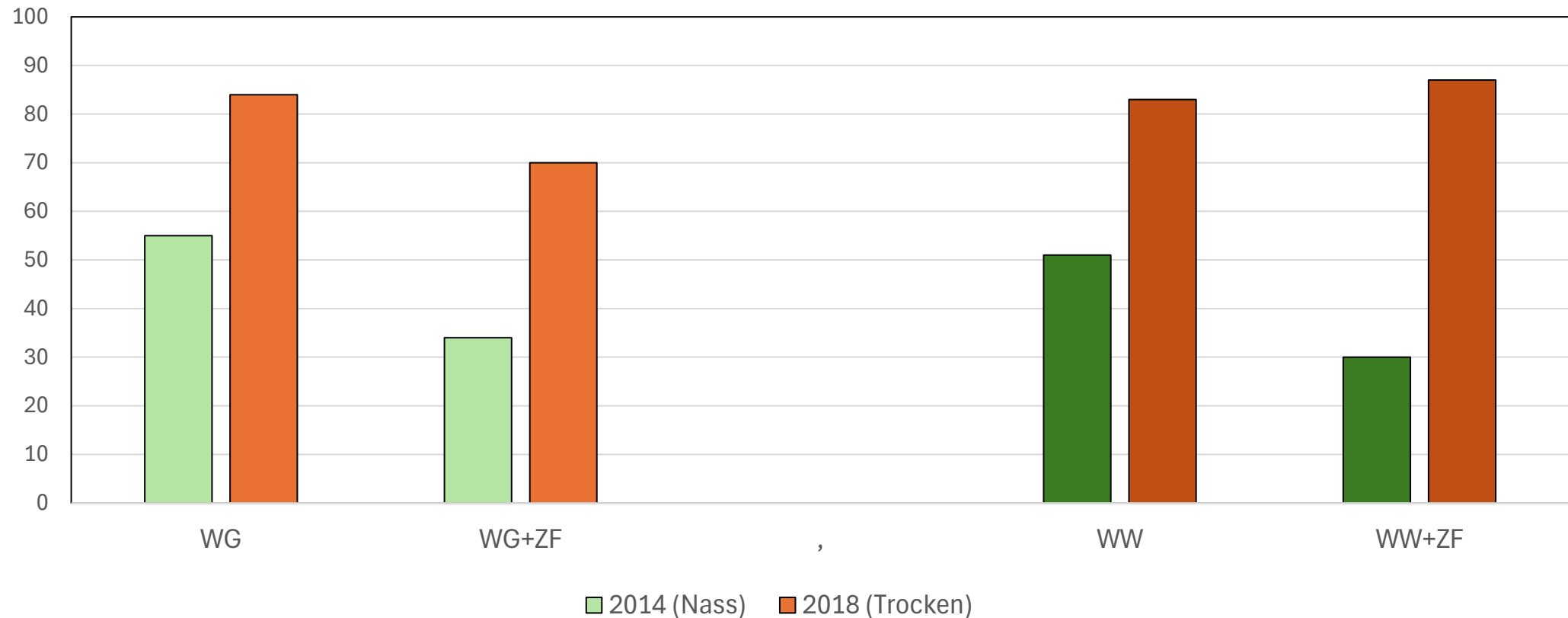
Abnahme der Bodenfeuchte

# Nmin und Bodenbearbeitung, Bsp. Raps



# „Wirkung“ von Zwischenfrüchten in Abhängigkeit von Hauptfrucht und Witterung

kg Nmin/ha

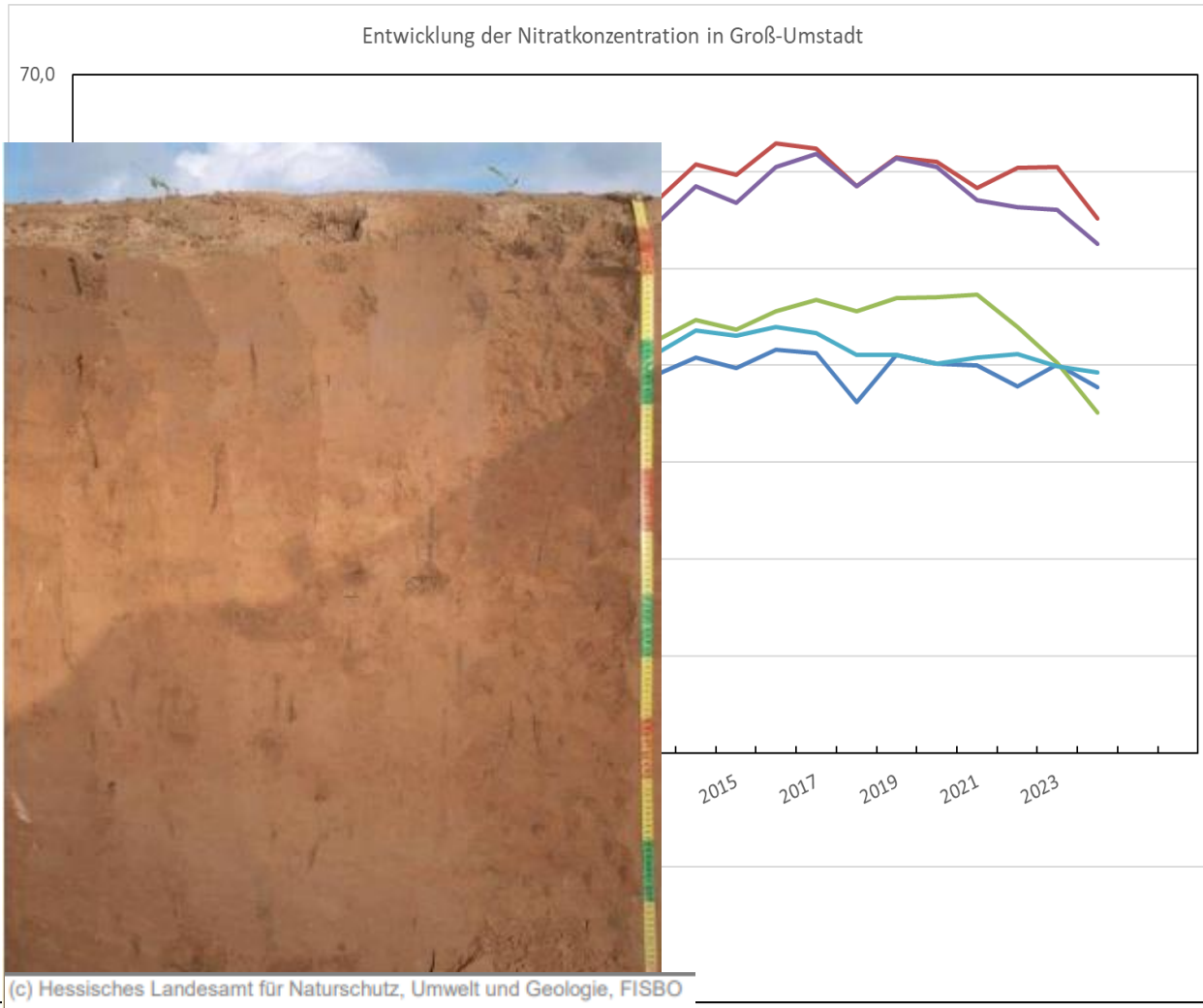




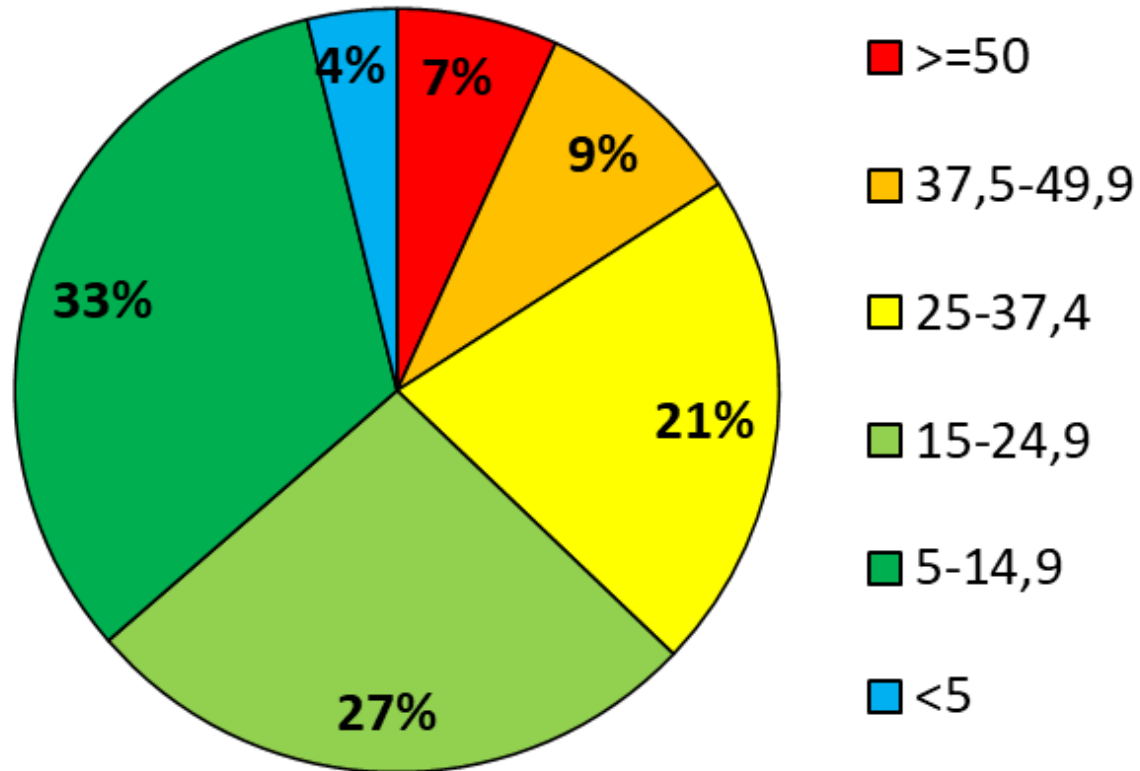




# Tut sich was im Wasser?



## Nitratkonzentration in 127 Brunnen und Quellen Einteilung nach Klassen mg/l Nitrat



# Fazit

- Höhe und Entwicklung des Nmin sind multikausal bedingt
- Witterung, Fruchtfolge und Nacherntemanagement beeinflussen die Herbst-Nmin-Werte maßgeblich
- Niedrige N-Bilanz-Salden sind kein Garant für niedrige Herbst-Nmin-Werte
- Hohe N-Bilanz-Salden können durch pflanzenbauliche Maßnahmen ausgeglichen werden
- Kooperationen zwischen Landwirten und Wasserversorgern schaffen Handlungsspielräume und ermöglichen flexible, nachhaltige Lösungen



# Ausblick

- Der kooperative Weg erfordert Geduld und langfristiges Engagement
- Erhaltung und Förderung der Grundwasserneubildungsrate gewinnen zunehmend an Bedeutung
- Böden besser verstehen: Mechanismen der Mineralisierung und Einflussgrößen gezielt steuern
- Neue Pflanzenkrankheiten und Schädlinge stellen Landwirte und Berater vor neue Herausforderungen
- Nachhaltige Lösungen erfordern interdisziplinäre Zusammenarbeit, Innovation und Anpassungsfähigkeit

# Vielen Dank!

