

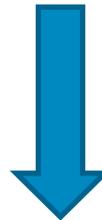


Erträge, Nährstoffeffizienz und Entwicklung der Humusgehalte im Dauerdüngungsversuch L28 in Bad Salzungen (nach 50 Jahren)

Dr. W. Zorn, H. Schröter
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
Referat Acker- und Pflanzenbau

Nach wie vor bestehen geteilte Ansichten über den Einfluss der mineralischen und organischen Düngung auf den Humusgehalt der Böden. (Zwischenauswertung „Ewiger Roggenanbau“ in Halle; Rauhe und Lehne, 1966)

Kritik an Prof. Kurt Rauhe (Hintergrund: Übergang zur Güllewirtschaft in der DDR)
Zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit beim Übergang zur industriemäßigen Pflanzenproduktion und Kritik falscher Auffassungen
Autoren: P. Kundler, H. Koriath, G. Kolbe 1975



Anlage des Dauerdüngungsversuchs L28 im Jahr 1966 auf 3 Standorten: Bad Salzungen, Spröda, Methau durch H. Ansorge (Institut für Düngungsforschung Leipzig)

Zielstellung der Dauerdüngungsversuche L28 in Bad Salzungen, Methau und Spröda (Ansorge et al, 1973)

- Effektivität gesteigerter Mineraldüngergaben bei unterschiedlicher organischer Düngung
- Notwendigkeit einer organischen Düngung
- Wirkung der Strohdüngung
- Humusgehalt des Bodens

Bewertung der Wirkung von organischer und mineralischer Düngung auf

- N-Wirkung organischer Dünger
- standörtlich unvermeidbare N-Verluste
- Humusgehalt der Böden / C-Sequestrierung
- Einordnung der Wirtschaftsdünger in Konzepte zur N-Düngebedarfsermittlung
- optimale N-Düngung
- ...



Braunerde aus Skelettführendem Sand über tiefem Skelettsand

Geologische Zuordnung: Unterer Buntsandstein

Standorttyp: V4a

Ackerzahl: 32

Einheit der Bodengeologischen Karte Thüringens: s1

Standort-Regionaltyp der MMK: V4a2

Höhenlage: 280 m ü. NN

Braunerde aus skelettführendem Sand über tiefem Skelettsand

Leistungsmerkmale:

- relativ sorptionsschwach
- geringe Druckbelastbarkeit
- wenig pflanzenverfügbares Bodenwasser im effektiven Wurzelraum

| Tiefe cm | Horizont | Skelett >2mm % | Ton % Feinboden | nFK mm | K _f cm / d | CaCO ₃ % |
|-------------|----------|----------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|------------------------|
| 0 - 28 | Ap | 2 | 8 | 45 | 0,5 | <0,5 |
| 28 - 50 | Bv | 3 | 9 | 35 | 900 | <0,5 |
| 50 - 70 | Bv/C | 30 | 9 | 25 | 6000 | <0,5 |
| 70 - 120 | C | 60 | 8 | 50 | 10 | <0,5 |

Quelle: Gullich



| | 1994 - 2014 | Langj. Mittel |
|----------------------|-------------|------------------|
| Lufttemperatur °C | 8,6 | 8,1 |
| Niederschlag mm | 644 | 568 |
| Saldo KWB mm | -124 | - |

Nicht selten Jahre mit extremer Frühjahrstrockenheit!

Versuchsanlage (H. Ansorge, Leipzig)

Versuchsanlage: 1966 statischer Versuch, zweifaktoriell
Prüffaktor: A organische Düngung (= OD)
 B mineralische N-Düngung

Organische Düngung

Mineralische N-Düngung (kg N/ha)

| Stufe | Versuchszeitraum | |
|-------|--------------------------------------|--|
| | 1966 bis 1992 | seit 1993 |
| 1 | ohne | ohne |
| 2 | 200 dt/ha Stallmist jedes 2. Jahr | 300 dt/ha Stallmist jedes 3. Jahr |
| 3 | 50 dt/ha Stroh jedes 2. Jahr | 75 dt/ha Stroh + 35 m ³ /ha Gülle jedes 3. Jahr |

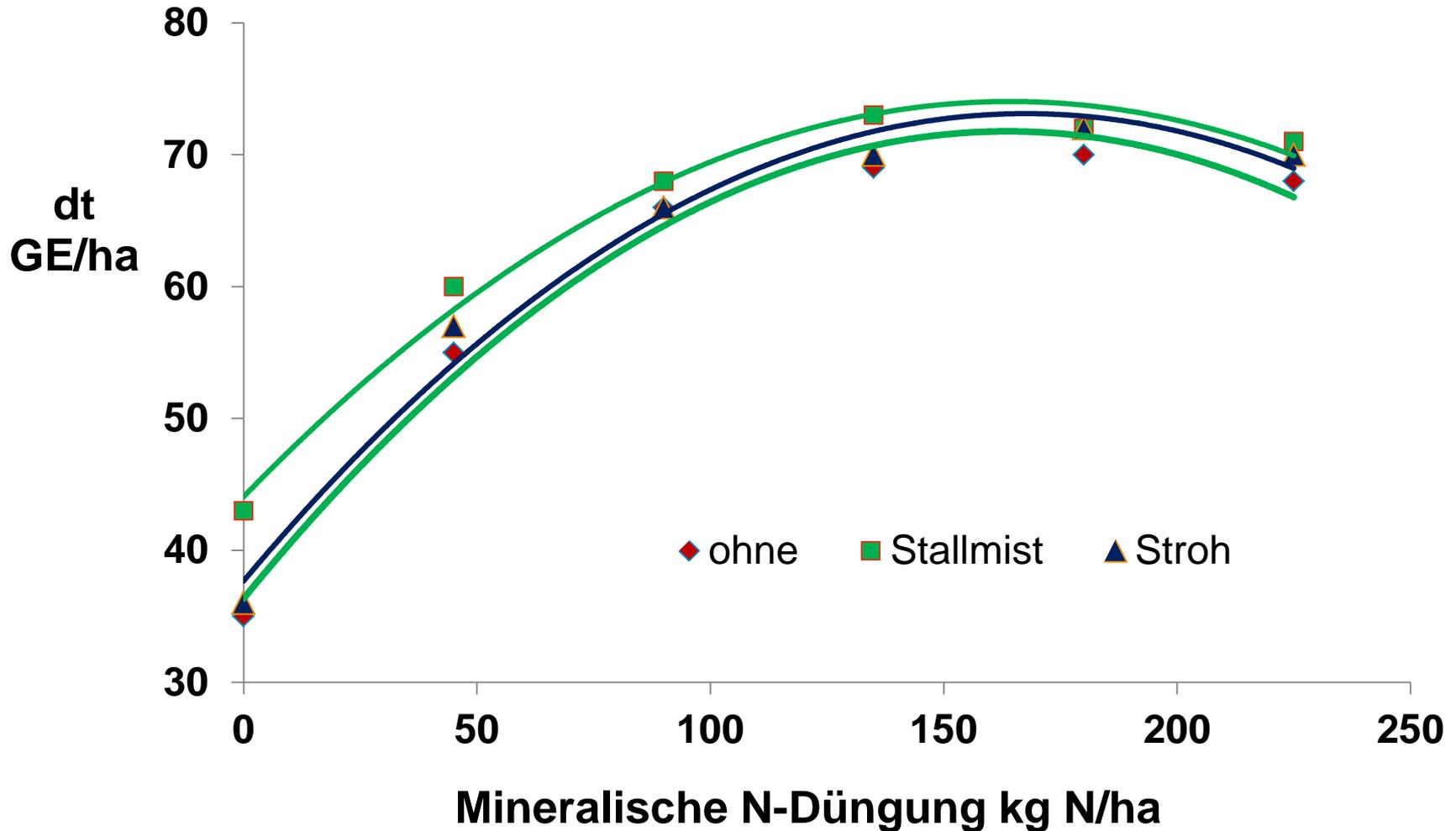
| Stufe | Getreide | Kartoffel/ Silomais | Winter- raps |
|-------|----------|------------------------|-----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 40 | 50 | 70 |
| 3 | 80 | 100 | 140 |
| 4 | 120 | 150 | 210 |
| 5 | 160 | 200 | 280 |
| 6 | 200 | 250 | 350 |

Die Nebenernteprodukte (z. B.) wurden immer abgefahren.

Ausgewählte Ergebnisse der 1. Versuchsperiode 1966 - 1992



Mittlerer GE-Ertrag (dt/ha) in Abhängigkeit von der mineralischen N-Düngung 1966 bis 1992



Humusproduktion von Stroh in Dauerversuchen (nach KÖRSCHENS, 2005)

| Standort | kg Humus-C/t |
|--|--------------|
| Groß Kreuz | 157 |
| Thyrow | 126 |
| Bad Salzungen (1966 – 1992) | 122 |
| Methau | 49 |
| Puch | 0 |

Ergebnisse aus der 2. Versuchsperiode seit 1993



Umstellung der organische Düngung auf dreijährigen Turnus, Ergänzung der Strohvarianten um Gülledüngung

Organische Düngung

| Stufe | Versuchszeitraum | |
|-------|--------------------------------------|--|
| | 1966 bis 1992 | seit 1993 |
| 1 | ohne | ohne |
| 2 | 200 dt/ha Stallmist jedes 2. Jahr | 300 dt/ha Stallmist jedes 3. Jahr |
| 3 | 50 dt/ha Stroh jedes 2. Jahr | 75 dt/ha Stroh + 35 m ³ /ha Gülle jedes 3. Jahr |

Mineralische N-Düngung (kg N/ha)

| Stufe | Getreide | Kartoffel/ Silomais | Winter- raps |
|-------|----------|------------------------|-----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 40 | 50 | 70 |
| 3 | 80 | 100 | 140 |
| 4 | 120 | 150 | 210 |
| 5 | 160 | 200 | 280 |
| 6 | 200 | 250 | 350 |

Die Nebenernteprodukte (z. B.) wurden immer abgefahren.

Fruchtfolge ab 1993

OD = organische Düngung

| | |
|------|-----------------|
| 1993 | Sommerweizen |
| 1994 | Silomais (OD) |
| 1995 | Winterweizen |
| 1996 | Sommergerste |
| 1997 | Kartoffel (OD) |
| 1998 | Winterweizen |
| 1999 | Silomais (OD)*) |
| 2000 | Winterweizen |
| 2001 | Sommergerste |
| 2002 | Wintertriticale |
| 2003 | Kartoffel (OD) |
| 2004 | Winterweizen |
| 2005 | Wintergerste |

| | |
|-------------|----------------------|
| 2006 | Winterraps (OD) |
| 2007 | Winterweizen |
| 2008 | Winterroggen |
| 2009 | Silomais (OD) |
| 2010 | Winterweizen |
| 2011 | Sommergerste |
| 2012 | Kartoffel(OD) |
| 2013 | Winterweizen |
| 2014 | Sommerweizen |
| 2015 | Silomais (OD) |

7 Fruchtfolgerotationen 1994 - 2014

3 * Kartoffel mit OD

3 * Silomais mit OD

1 * Winterraps mit OD

14 * Getreide ohne OD

*) = Änderung der Fruchtfolge infolge Auswinterung

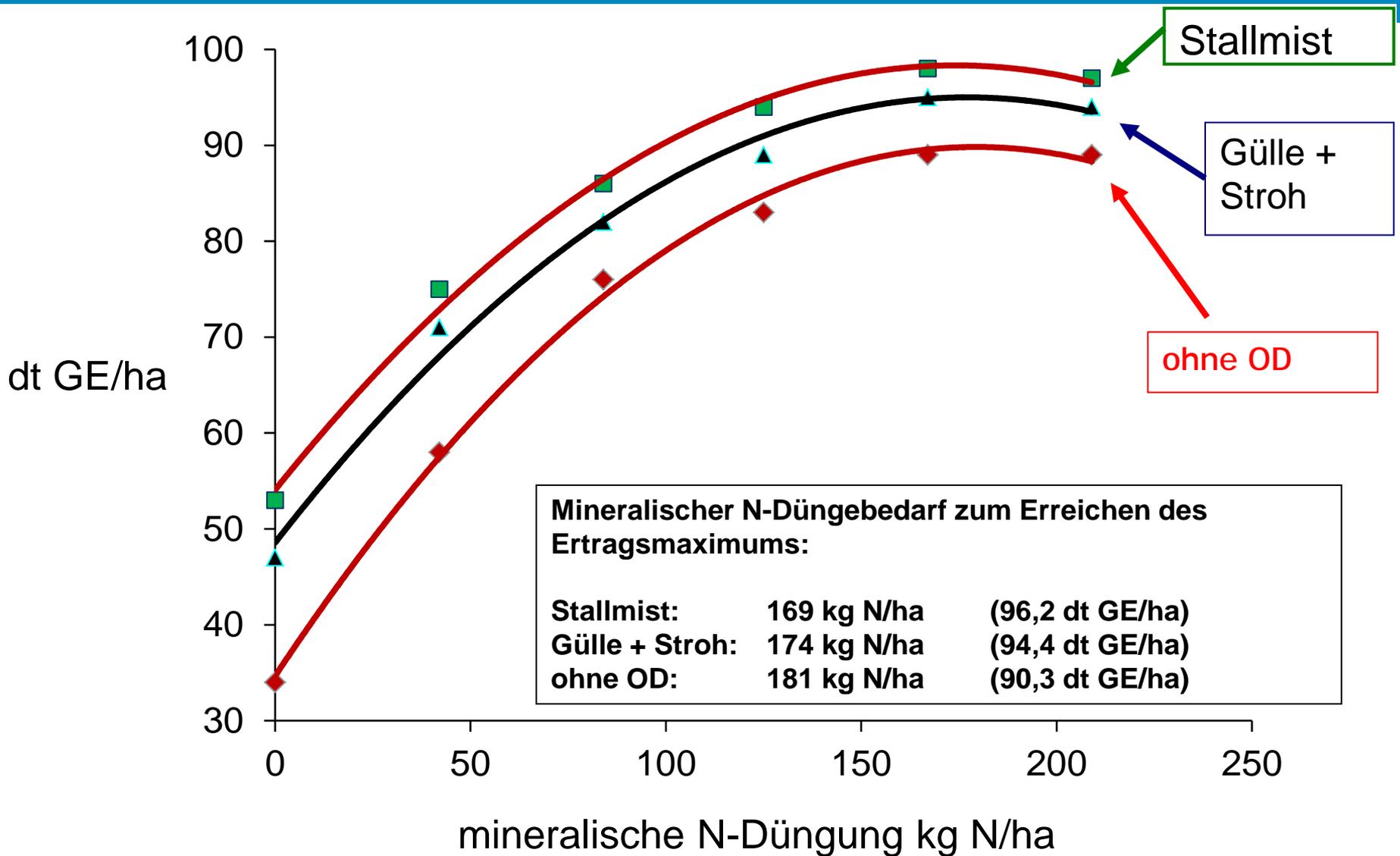
Entwicklung der GE-Erträge (dt/ha) in Abhängigkeit von der organischen und mineralischen N-Düngung 1994 -2014

| N-Stufe | 1994 - 1996 | 1997 - 2002 ¹⁾ | 2003 ²⁾ - 2005 | 2006 - 2008 | 2009 - 2011 ²⁾ | 2012 - 2014 |
|--------------------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| ohne organische Düngung | | | | | | |
| 1 ohne N | 24,8 | 32,7 | 31,6 | 38,5 | 32,2 | 44,6 |
| 5 | 73,8 | 90,9 | 84,7 | 100,9 | 79,7 | 104,8 |
| Stallmist | | | | | | |
| 1 ohne N | 33,5 | 47,3 | 46,5 | 70,5 | 51,1 | 74,4 |
| 5 | 79,3 | 100,2 | 92,7 | 112,4 | 92,3 | 116,1 |
| Gülle + Stroh | | | | | | |
| 1 ohne N | 28,8 | 41,6 | 43,9 | 70,3 | 37,6 | 63,9 |
| 5 | 73,2 | 98,1 | 90,1 | 109,6 | 88,1 | 109,8 |

1) Zusammenfassung von 2 Fruchtfolgerotationen aufgrund der Anbaumstellung 1999

2) 2003, 2011 extreme Trockenheit

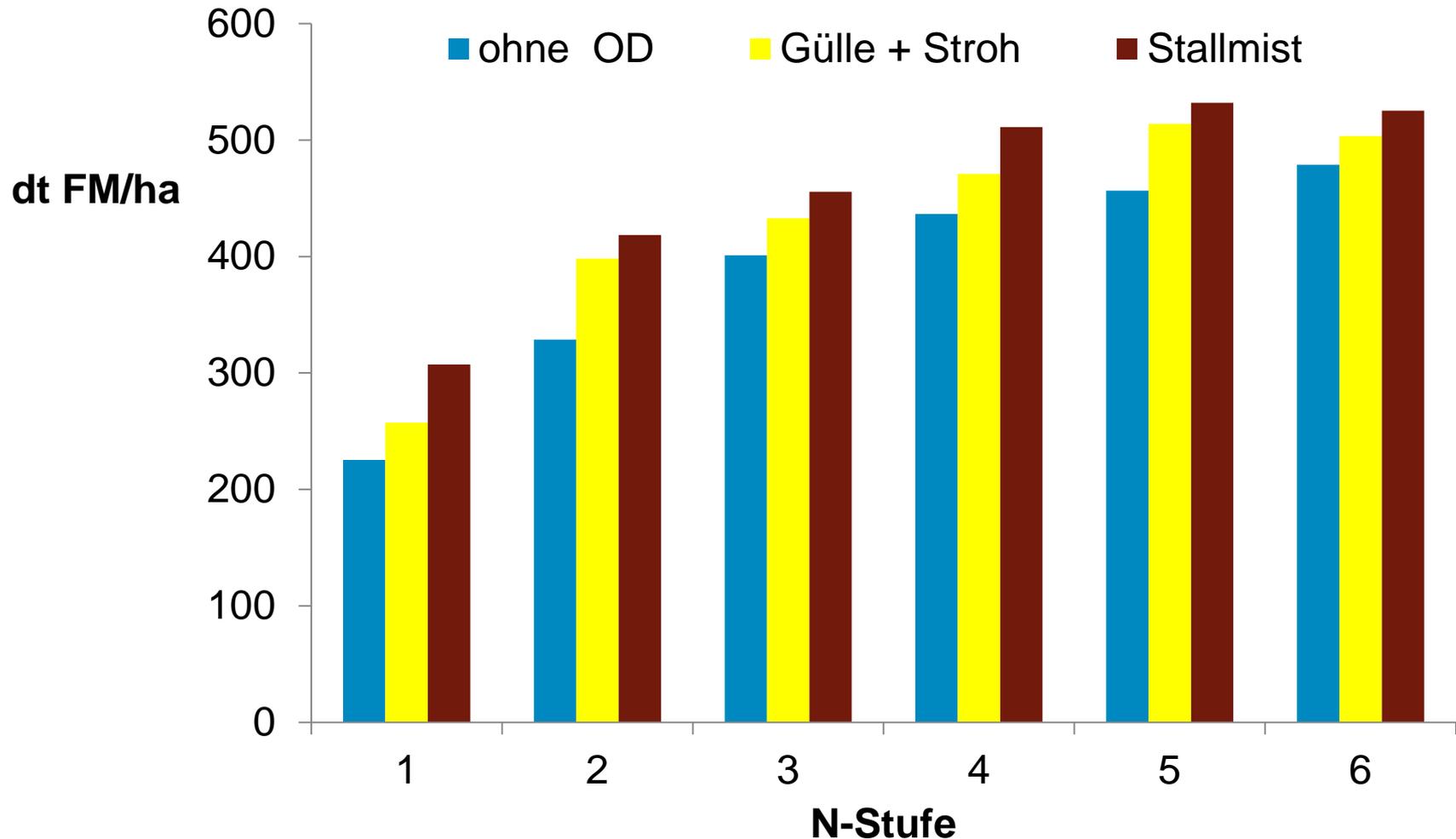
Mittlerer GE-Ertrag in Abhängigkeit von organischer und mineralischer N-Düngung, 21 Erntejahre (1994...2014)



Mittlerer GE-Ertrag (dt/ha) ausgewählter N-Stufen im Zeitraum 2012 bis 2014

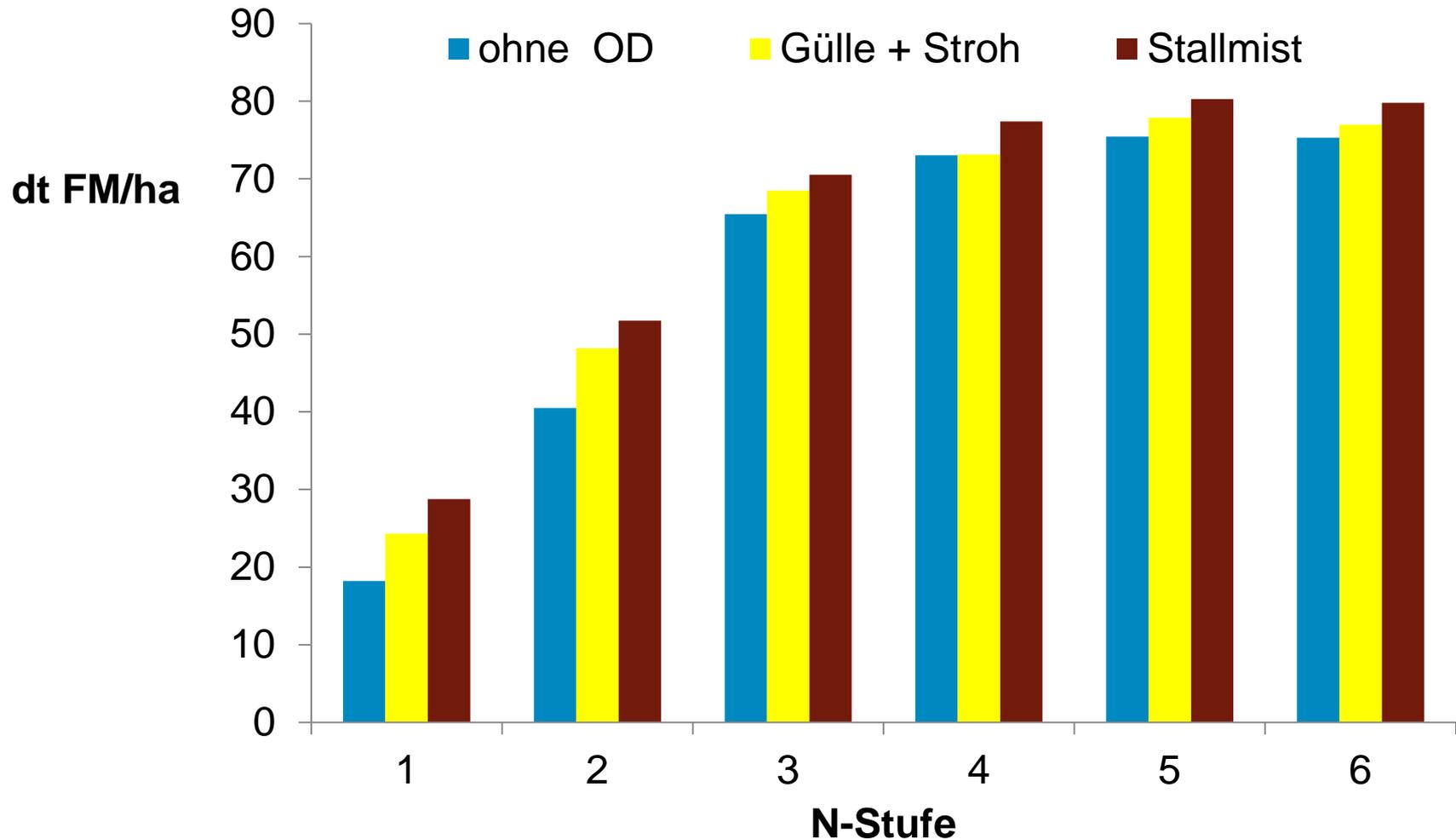
| organische Düngung | mineralische N-Düngung | | |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | N-Stufe 4 120/150 kg N/ha | N-Stufe 5 160/200 kg N/ha | Mittel (relativ) |
| ohne | 99,1 | 104,1 | 101,6 (100) |
| Stallmist | 111,4 | 116,1 | 113,8 (112) |
| Gülle + Stroh | 106,9 | 109,8 | 108,4 (106) |

Frischmasseertrag von Silomais (32% TS) (Mittel der Jahre 1994, 2000, 2009)



Kurzfristige N-Wirkung der org. Düngung!

Kornertrag von Winterweizen nach Silomais (Mittel der Jahre 1995, 2001, 2010)



N-Nachwirkung der org. Düngung!

Wirkung der organischen Düngung im Anwendungs- und im 1. Nachwirkungsjahr (jeweils dreijähriges Mittel der N-Stufen 4 + 5)

| Org. Düngung | Silomais (org. Düngung) dt FM/ha | Winterweizen (Nachwirkung der OD) dt/ha |
|---------------|--|---|
| Ohne | 447 | 74 |
| Gülle + Stroh | 492 (+10%) | 76 (+3%) |
| Stallmist | 521 (+17%) | 78 (+6%) |

Stallmistgabe: 171 kg N/ha

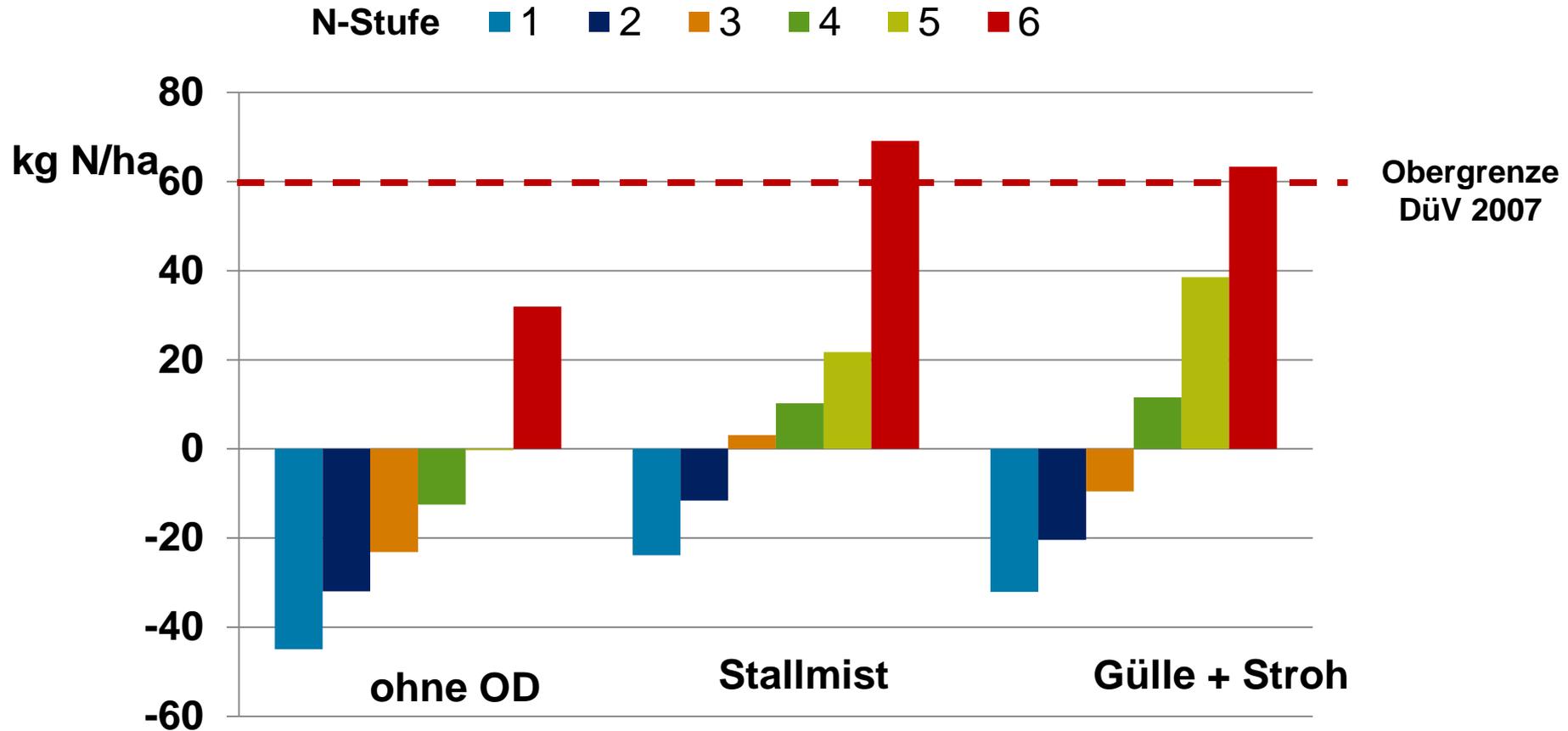
Gülle + Stroh: 123 kg N/ha

N-Aufnahme aus organischer Düngung 1994 - 2014

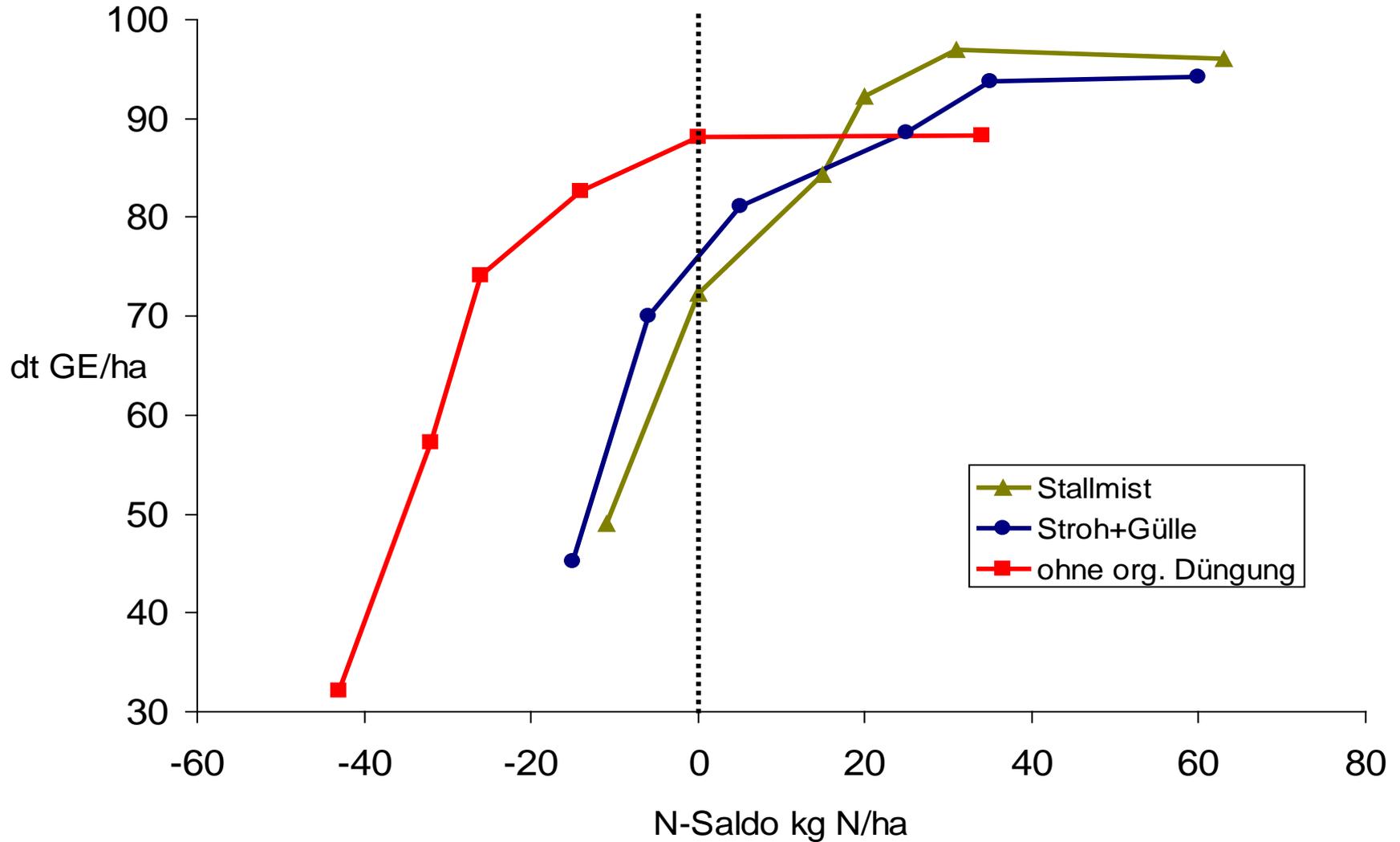
| Org. Düngung Art | Org. Düngung kg N/ha * a (Mittel) | N-Aufnahme aus org. Düngung kg N/ha * a | Langfristige N-Ausnutzung % |
|-----------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| Stallmist | 57 | 30 | 52 |
| Gülle + Stroh^{*)} | 41 | 20 | 48 |

^{*)} einschließlich des im Stroh enthaltenen Stickstoffs

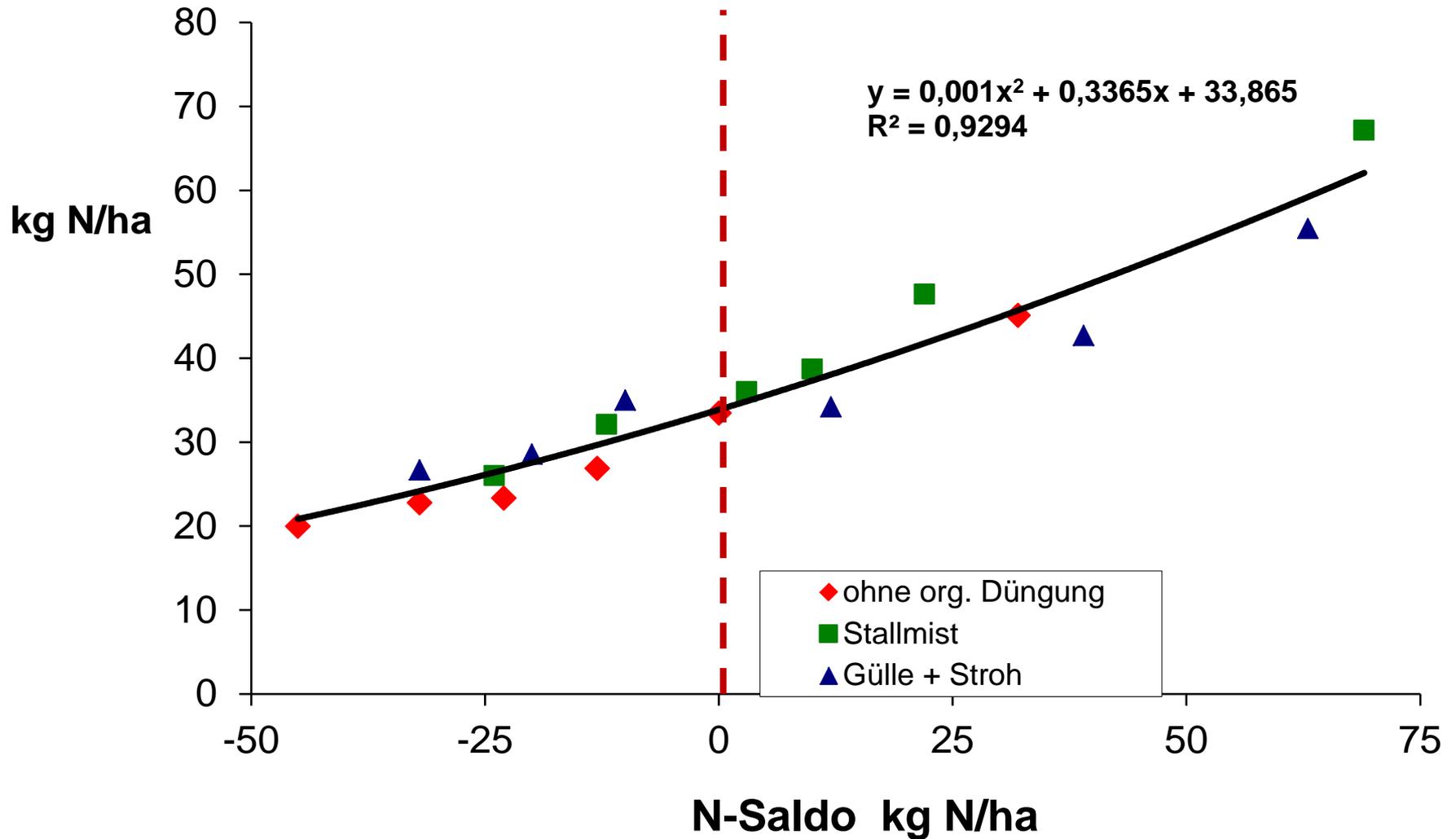
Mittlerer N-Saldo (1994 – 2014)



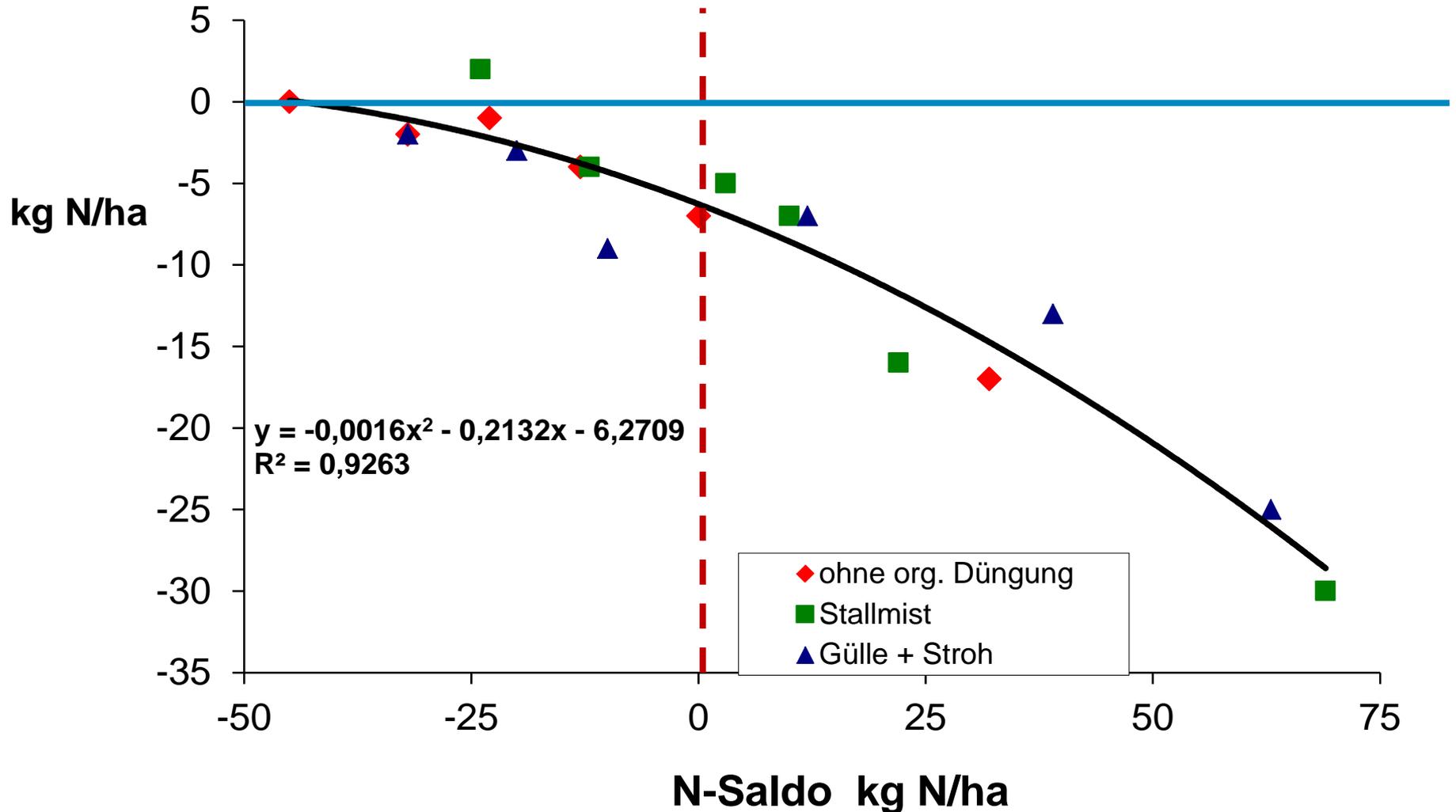
Mittlerer GE-Ertrag in Abhängigkeit vom N-Saldo 21 Erntejahre (1994...2014)



N_{\min} -Gehalt im Herbst in Abhängigkeit vom N-Saldo (Mittel 1994...2014)



Abnahme des N_{\min} -Gehaltes über Winter in Abhängigkeit vom N-Saldo (Mittel 1994...2014)

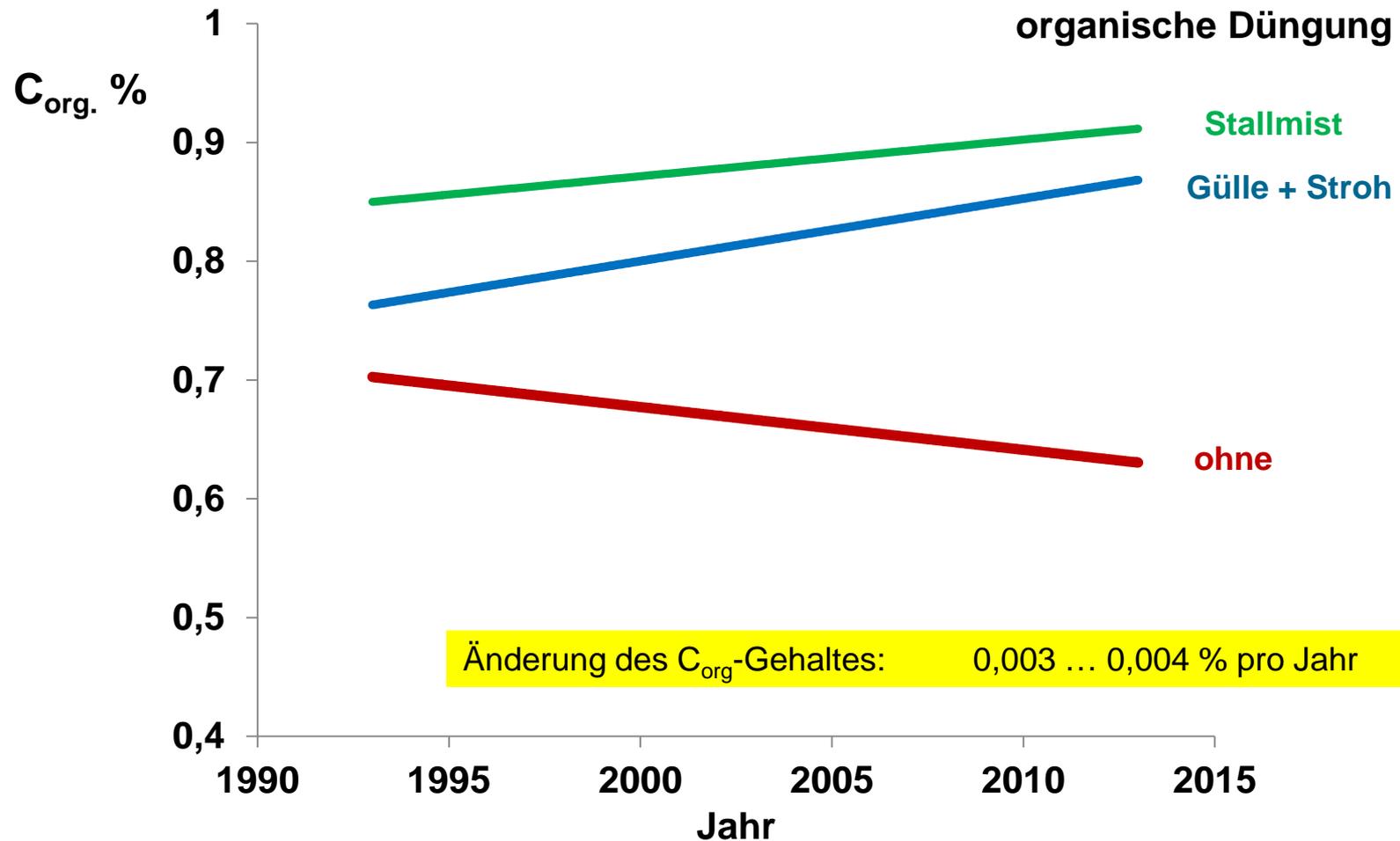


**C_{org}- und N_t-Gehalte im Boden (Mittel aller N-Stufen 2008 - 2013)
Humusbilanz für den Zeitraum 1994 bis 2013**

| Parameter | organische Düngung | | |
|---|--------------------|-------------|---------------|
| | ohne | Stallmist | Gülle + Stroh |
| C_{org} % | 0,65 | 0,90 | 0,84 |
| N_t % | 0,06 | 0,09 | 0,08 |
| Häq ha⁻¹ a⁻¹ (untere Werte) | -389 | 136 | 5 |
| Häq ha⁻¹ a⁻¹ (mittlere Werte) | -543 | -18 | -149 |

Entwicklung des C_{org} -Gehaltes 1993 bis 2013

(Mittel aller N-Stufen jeder Stufe der org. Düngung)



C_{org} -Gehalt im Boden (0 – 20 cm) in Abhängigkeit von der organischen und mineralischen N-Düngung (Mittel der Jahre 2009 – 2013)

| N-Stufe | ohne OD | Stallmist alle 3 Jahre | Gülle + Stroh alle 3 Jahre |
|---------|-------------|------------------------|----------------------------|
| | C_{org} % | | |
| 1 | 0,51 | 0,68 | 0,64 |
| 2 | 0,55 | 0,82 | 0,72 |
| 3 | 0,60 | 0,90 | 0,85 |
| 4 | 0,69 | 0,95 | 0,91 |
| 5 | 0,74 | 1,01 | 0,95 |
| 6 | 0,79 | 1,04 | 1,00 |

Kennzahlen der Humusdynamik (nach Einstellen des Fließgleichgewichts)

| C_{org} % | C | Humus |
|-------------|-----------|------------|
| 0,51 | inert | Dauerhumus |
| 0,53 | umsetzbar | Nährhumus |
| 1,04 | gesamt | |

Gesamt-N-Gehalt (N_t) im Boden (0 – 20 cm) in Abhängigkeit von der organischen und mineralischen N-Düngung (Mittel der Jahre 2009 – 2013)

| N-Stufe | ohne OD | Stallmist alle 3 Jahre | Gülle + Stroh alle 3 Jahre |
|---------|------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | N_t kg N/ha | | |
| 1 | 1.386 | 1.834 | 1.736 |
| 2 | 1.568 | 2.282 | 1.946 |
| 3 | 1.638 | 2.534 | 2.310 |
| 4 | 1.848 | 2.604 | 2.492 |
| 5 | 2.086 | 2.884 | 2.590 |
| 6 | 2.184 | 2.898 | 2.744 |

| kg N/ha | Gehalt |
|--------------|-------------|
| 1.386 | niedrigster |
| 2.898 | höchster |
| 1.512 | Differenz |

*Differenz 1.512 kg N/ha nach 50 Jahren entspricht 30 kg N/ha*a*

- **Im Vergleich zu ohne organische Düngung führte die Stallmistdüngung zu 12 % und die Gülle/Stroh-Düngung zu 6 % Mehrertrag.**
- Die C_{org} -Gehalte unterliegen nach 50 Jahren immer noch Änderungen (Fließgleichgewicht noch nicht eingestellt).
- **Die mineralische N-Düngung erhöht in jeder OD-Stufe die C_{org} - und N_t -Gehalte des Bodens.**
- Bei ausgewogener organischer und mineralischer N-Düngung und standortbezogenen hohem Ertragsniveau ist es möglich, die zulässigen N-Salden der aktuellen Düngeverordnung einzuhalten.
- Steigende N-Salden führen zu einer Erhöhung des Herbst- N_{min} -Gehaltes im Boden und des Risikos von Nitratverlagerungen in tiefere Bodenschichten über Winter.
- Dauerversuche sind auch zukünftig unentbehrlich, um die Wechselwirkung zwischen Düngung, Boden und Pflanze zu erforschen.

Herzlichen Dank an

- alle Kolleginnen und Kollegen, die unmittelbar und mittelbar an der Durchführung des Dauerversuches mitwirken bzw. mitgewirkt haben;
- das Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft für die Unterstützung bei der Weiterführung des Dauerversuchs
- Ihnen für die Aufmerksamkeit

