

## **Entwicklung des Kornertrages und der Ertragskomponenten von Winterroggen in einem Langzeit-Düngungsversuch**

**Raupp, J.**

Institut für biologisch-dynamische Forschung, Brandschneise 5, 64295 Darmstadt

### **Zusammenfassung**

Bei konstanten Düngungsvarianten wurde in den vergangenen fünf Jahren schrittweise versucht, das Anbausystem für Roggen zu verbessern durch Wechsel der Sorte und durch Vorverlegung des Saattermins. Unter den gegebenen Standortbedingungen ist die Septemberaussaat dem späteren Termin unbedingt vorzuziehen, wobei die verwendete Sorte ihren Ertrag nicht über das Tausendkorngewicht, sondern über die Kornzahl pro Ähre realisieren sollte. Langzeitversuche dieser Art erlauben, die Effekte der Düngung in Wechselwirkung mit anderen Anbaumaßnahmen und Umwelteinflüssen zu analysieren und sind deshalb ein wichtiges, wenn auch teures Instrument zur Optimierung von Anbausystemen.

### **Einleitung**

Langzeit-Versuche oder Dauerversuche, bei denen Jahr für Jahr dieselben Behandlungen auf jeweils denselben Parzellen praktiziert werden, dienen der Untersuchung von kumulativen und residualen Effekten. Hierfür wurden spezifische Methoden entwickelt (z.B. COCHRAN, 1939; LEŽOVIČ, 1998). Sowohl technische und biologische Fortschritte wie auch die Weiterentwicklung der Versuchsfragen stehen oftmals der jährlich absolut gleichbleibenden Versuchsdurchführung entgegen und legen statt dessen Modifikationen nahe. Sofern eine Änderung einheitlich für alle Varianten eingeführt und einige Jahre beibehalten wird, beginnt damit eine neue Periode des Langzeit-Versuches, dessen Schema ebenso gewahrt bleibt wie die Möglichkeit, kumulative und residuale Effekte zu untersuchen. Neben den genannten Vorteilen sind mit solchen Modifikationen jedoch auch einige Schwierigkeiten bei der biometrischen Auswertung und Interpretation der Langzeit-Versuche verbunden. Auf diesem Hintergrund wurde in einem Langzeit-Düngungsversuch mit gleichbleibenden Varianten in den vergangenen fünf Jahren schrittweise versucht, das Anbausystem für Roggen zu verbessern durch Wechsel der Sorte und durch Vorverlegung des Saattermins.

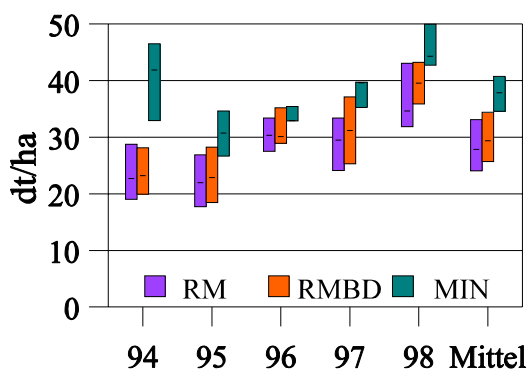
### **Material und Methoden**

Auf einer Sand-Braunerde in trocken-warmem Klima (9,5°C; 590 mm) wird seit 1980 ein zweifaktorieller Düngungsversuch mit folgenden Varianten betrieben: 1. Düngungsart: 1.1 Rottemist und Jauche (**RM**), 1.2 Rottemist und Jauche mit sämtlichen biologisch-dynamischen Präparaten (**RMBD**), 1.3 Mineraldüngung (**MIN**); 2. Düngermenge: 2.1 niedrig, 2.2 mittel, 2.3 hoch. Die Bemessung der

**Tab. 1:** Angaben zu Aussaat und Ernte

| Jahr | Sorte         | Aussaat  | Samen-m <sup>-2</sup> | Ernte    |
|------|---------------|----------|-----------------------|----------|
| 94   | <i>Danko</i>  | 29/10/93 | 450                   | 25/07/94 |
| 95   | <i>Danko</i>  | 31/10/94 | 420                   | 26/07/95 |
| 96   | <i>Danko</i>  | 21/09/95 | 270                   | 06/08/96 |
| 97   | <i>Nomaro</i> | 26/09/96 | 250                   | 29/07/97 |
| 98   | <i>Amilo</i>  | 25/09/97 | 285                   | 27/07/98 |

(Pflanzen/m<sup>2</sup>) und EC 71 (Ähren/m<sup>2</sup>) ausgewertet. Kornertrag und Tausendkorngewicht wurden mit gereinigten Proben ermittelt und für 14% Feuchte berechnet. Bei entsprechenden Voraussetzungen wurden ANOVAs mit dem Programm PLABSTAT (H.F. Utz, Universität Hohenheim) gerechnet. Zwischen den Merkmalen Ertrag und verschiedenen Ertragskomponenten wurden Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet (SACHS, 1992).



**Abbildung 1** Kornertrag (dt/ha) der niedrigen, mittleren und hohen Düngung (unteres Balkenende, Strich, oberes Balkenende)

deutlich geringer als bei Mineraldüngung (Tab. 2). Feldaufgang und Tausendkorngewicht zeigten keine einheitlichen, düngungsbedingten Unterschiede. Das Erntedatum lag in allen Jahren in der letzten Juli- oder ersten Augustwoche (Tab. 1). Die Septembersaat hat also zu einer effektiven Verlängerung der Vegetationsdauer geführt. Zwischen der Länge der Wachstumszeit und der Ertragsgröße bestand nur bei organischer Düngung eine sichere, positive Korrelation (Tab. 3). Für den Ertrag der Mineraldüngerpflanzen war die Wachstumsdauer ohne Bedeutung. Bei später Saat war für alle Düngungsarten das Tausendkorngewicht eine sehr wichtige Ertragskomponente. Bei früher Saat kam es dagegen auf eine große Anzahl Ähren an. Diese Korrelation ist jedoch nur für die Rottemistvarianten abzusichern. Bodenuntersuchungen in früheren Jahren haben bei Mistdüngung höhere Werte für organische Substanz, mikrobielle Biomasse und Enzymaktivität als bei Mineraldüngung ergeben

Düngermengen geschieht (seit 1985/86) auf der Basis gleicher Gesamt-N-Gehalte in jeder Stufe, nämlich 60, 100 bzw. 140 kg N/ha. In der vierfeldrigen Fruchtfolge steht Roggen nach Kartoffeln. Daten zur Aussaat und Ernte sind Tab. 1 zu entnehmen. Die Bestandesdichte wurde in EC 21

### Ergebnisse und Diskussion

Die Kornerträge schwankten von Jahr zu Jahr sehr stark (Abb. 1). Neben den jährlich wechselnden Witterungsbedingungen waren dafür sicher die Wahl der Sorte und des Saattermins verantwortlich. Die Mineraldüngung brachte in jedem Jahr (abgesehen von 96) signifikant höhere Erträge als die Rottemist-Düngung; die Differenz war jedoch in den Jahren mit früher Saat geringer. Durch frühe Aussaat erhöhte sich vor allem bei organischer Düngung der Ertrag deutlich. Die Anzahl der Ähren je m<sup>2</sup> war bei Mistdüngung in vier von fünf Jahren

**Tab. 2:** Ertragskomponenten in Abhängigkeit von der Düngung

|               | <b>RM</b>                            | <b>RMBD</b>  | <b>MIN</b>   | <b>niedrig</b> | <b>mittel</b> | <b>hoch</b> |
|---------------|--------------------------------------|--------------|--------------|----------------|---------------|-------------|
|               | <b>Pflanzen · m<sup>-2</sup></b>     |              |              |                |               |             |
| 1994          | 418 a                                | 422 a        | 440 b        | 428            | 429           | 423         |
| 1995          | 391 a                                | 398 ab       | 409 b        | 407            | 394           | 396         |
| 1996          | 238                                  | 239          | 246          | 243            | 238           | 241         |
| 1997          | 251 b                                | 233 a        | 233 a        | 239            | 241           | 236         |
| 1998          | 199                                  | 195          | 207          | 203            | 198           | 199         |
| <b>Mittel</b> | <b>299</b>                           | <b>297</b>   | <b>307</b>   | <b>304</b>     | <b>300</b>    | <b>299</b>  |
|               | <b>Pflanzen pro keimf. Samen (%)</b> |              |              |                |               |             |
| 1994          | 90 a                                 | 91 a         | 95 b         | 92             | 92            | 91          |
| 1995          | 89 a                                 | 90 ab        | 93 b         | 92             | 90            | 90          |
| 1996          | 88                                   | 89           | 91           | 90             | 88            | 89          |
| 1997          | 100 b                                | 93 a         | 93 a         | 96             | 96            | 95          |
| 1998          | 70 ab                                | 68 a         | 73 b         | 71             | 70            | 70          |
| <b>Mittel</b> | <b>87</b>                            | <b>86</b>    | <b>89</b>    | <b>88</b>      | <b>87</b>     | <b>87</b>   |
|               | <b>Ähren · m<sup>-2</sup></b>        |              |              |                |               |             |
| 1994          | 359 a                                | 362 a        | 405 b        | 378            | 375           | 373         |
| 1995          | 346                                  | 359          | 370          | 361            | 358           | 356         |
| 1996          | 391 a                                | 390 a        | 482 b        | 382 a          | 415 b         | 466 c       |
| 1997          | 280 a                                | 282 a        | 350 b        | 279 a          | 296 a         | 336 b       |
| 1998          | 330 a                                | 312 a        | 379 b        | 329            | 332           | 259         |
| <b>Mittel</b> | <b>341 a</b>                         | <b>341 a</b> | <b>397 b</b> | <b>346</b>     | <b>355</b>    | <b>378</b>  |
|               | <b>Tausendkorngewicht (g)</b>        |              |              |                |               |             |
| 1994          | 30,1 a                               | 30,3 a       | 32,5 b       | 30,0 a         | 30,9 b        | 32,0 c      |
| 1995          | 30,9                                 | 31,0         | 31,4         | 30,9           | 31,1          | 31,3        |
| 1996          | 28,5 b                               | 29,1 b       | 26,4 a       | 29,4 c         | 27,8 b        | 26,8 a      |
| 1997          | 31,6 ab                              | 32,3 b       | 31,1 a       | 31,6           | 31,8          | 31,6        |
| 1998          | 28,4                                 | 28,6         | 27,6         | 28,4           | 27,9          | 28,3        |
| <b>Mittel</b> | <b>29,9</b>                          | <b>30,3</b>  | <b>29,8</b>  | <b>30,0</b>    | <b>29,9</b>   | <b>30,0</b> |

\* Mittelwerte eines Versuchsfaktors und Jahres mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ).

(BACHINGER, 1996). Die stärkere Ausprägung bodenbiologischer Parameter bei organischer Düngung wird in der Literatur bestätigt (ASMUS, 1992; ASMUS et al., 1987; GARZ & STUMPE, 1992; KÄTTERER & ANDRÉN, 1999; NEMÉTH & TÓTH, 1992). Dabei wurden in manchen Fällen alleinige organische Düngung und in anderen Fällen kombinierte organisch-mineralische Düngung mit Mineraldüngung verglichen. Positive Effekte der organischen Düngung auf Ertrag und Ertragskomponenten von Getreide, wie sie von GÖRLITZ (1986), GÖRLITZ & ASMUS (1984) und SCHNIEDER (1984) berichtet werden, konnten allerdings in unserem Versuch mit Roggen nicht beobachtet werden. Unsere Ergebnisse weisen vielmehr darauf hin, daß die Erfolge der Düngung eng verbunden sind mit der passenden Gestaltung der übrigen Anbaumaßnahmen. Langzeit-

Versuche können dabei helfen, die passenden Wirkungsbedingungen für jede Düngungsart auf dem Hintergrund verschiedener Jahreswitterungsverhältnisse herauszufinden.

**Tab. 3:** Korrelationskoeffizienten zwischen Ertrag (Y1) und Ertragskomponenten (Y2)

| Periode | Parameter Y <sub>2</sub>       | Korrelationskoeffizient r <sub>s</sub> |          |           |
|---------|--------------------------------|--|----------|-----------|
|         |                                | RM                                     | RMBD     | MIN       |
| 94-98   | Länge der Wachstumszeit        | 0,437 **                               | 0,427 ** | 0,091     |
| 94+95   | Pflanzendichte im Herbst       | -0,076                                 | -0,363   | 0,458 *   |
|         | Anzahl Ähren · m <sup>-2</sup> | 0,166                                  | -0,430   | 0,346     |
|         | Tausendkorngewicht             | 0,618 **                               | 0,634 ** | 0,669 **  |
| 96-98   | Pflanzendichte im Herbst       | -0,617 **                              | -0,295   | -0,562 ** |
|         | Anzahl Ähren · m <sup>-2</sup> | 0,466 **                               | 0,407 *  | -0,062    |
|         | Tausendkorngewicht             | -0,230                                 | -0,084   | 0,149     |

## Literatur

- ASMUS, F. (1992): Einfluß organischer Dünger auf Ertrag, Humusgehalt des Bodens und Humusreproduktion. In: Berichte über Landwirtschaft, 206. Sonderheft; 127-139
- ASMUS, F.; KITTELMANN, G.; GÖRLITZ, H. (1987): Einfluß langjähriger organischer Düngung auf physikalische Eigenschaften einer Tieflehm-Fahlerde. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd. **31**, 41-46
- BACHINGER, J. (1996): Der Einfluß unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von bodenchemischen und -mikrobiologischen Parametern der C- und N-Dynamik sowie auf das Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen. Diss. Univ. Gießen. Schriftenreihe Bd. 7, Inst. f. biol.-dyn. Forschung, Darmstadt
- COCHRAN, W.G. (1939): Long-term agricultural experiments. Suppl. J. Roy. Stat. Soc. **6**, 104-148
- GARZ, J.; STUMPE, H. (1992): Der von JULIUS KÜHN begründete Versuch "Ewiger Roggenbau" in Halle nach 11 Jahrzehnten. Kühn-Arch. **86**, 1-8
- GÖRLITZ, H. (1986): Untersuchungen über den Einfluß der Humusversorgung des Bodens auf die Komponenten der Ertragsstruktur und den Ertrag. Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin, Nr. 248, 115-124
- GÖRLITZ, H.; ASMUS, F. (1984): Einfluß des Humusgehaltes und Nachwirkung der organischen Düngung auf das Niveau des Getreideertrages auf sandigen Böden. Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin Nr. 219, 179-186
- KÄTTERER, Th.; ANDRÉN, O. (1999): Long-term agricultural field experiments in Northern Europe: analysis of the influence of management on soil carbon stocks using the ICBM model. Agric., Ecosyst. and Environm. **72**, 165-179
- LEŽOVIČ, P. (1998): Beitrag zur Methodik der Dauerfeldversuche. Diss. Univ. Halle-Wittenberg
- NEMÉTH, I.; TÓTH, B. (1992): Die Wirkung von Stallmist und Mineraldüngung auf den Pflanzenertrag und auf die biologische Aktivität des Bodens in einem 31jährigen Dauerversuch in Keszthely. Symp. Dauerfeldversuche und Nährstoffdynamik, Bad Lauchstädt, 9.-12.6.92; hrsg. v. UFZ Leipzig-Halle; 148-153
- SACHS, L. (1992): Angewandte Statistik. 7. Aufl.; Springer-V.
- SCHNIEDER, E. (1984): Untersuchungen über den Einfluß unterschiedlicher Humusgehalte auf den Pflanzenertrag eines Sandbodens. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd. **28**, 59-66