

## **Feststoff-Dünger für Tomaten im Unterglasanbau**

### **Kurzfassung**

Die geprüften Feststoff-Dünger (Federmehl-Pellets, Hornspäne und Biosol) erzielten in drei Versuchsjahren (2017 bis 2019) gleichwertige Erträge zu der flüssig (mit Vinasse) gedüngten Kontrolle und der ungedüngten Kontrolle. Alle Feststoff-Dünger führten zu einem geringeren Salzeintrag in das Gewächshaus. Die Qualität des Gießwassers hat jedoch den größten Einfluss auf die Salzanreicherung im Boden.

### **Versuchsfrage und Versuchshintergrund**

Vinasse wird standardmäßig als flüssiges Düngemittel im ökologischen Unterglasanbau von Gemüse eingesetzt. Problematisch für den Einsatz von Vinasse ist der hohe Salzgehalt (Tab.1). Durch Bewässerung und Düngung werden Salze in den Boden eingetragen, die durch Evapotranspiration im Wurzelraum angereichert werden (Blum, 2020). Bei der Düngung von einem Kilogramm Stickstoff in Form von Vinasse werden dem Boden im Mittel 1,74 kg Salz, äquivalent zu Kaliumchlorid (KCl) zugefügt. Alle getesteten Feststoff-Dünger Alternativen weisen einen deutlich geringeren Salzgehalt auf (Tab.1). Darüber hinaus stammt der Rohstoff Zuckerrübe, der für die Herstellung des Flüssigdüngers Vinasse verwendet wird, hauptsächlich aus dem konventionellen Landbau, wodurch Rückstände von Herbiziden nicht auszuschließen sind (Laber, 2001). Das kann ein Problem darstellen, da die Tomate besonders sensibel auf Herbizide reagiert (Nordmeyer, 2012).

Aus diesem Grund wurden von 2017 bis 2019 drei verschiedene Feststoff-Dünger (Federmehl-Pellets, Hornspäne und Biosol, siehe Tab. 1) mit dem Standarddünger Vinasse und einer ungedüngten Kontrolle bei der veredelten Tomatensorte 'AnnamayF1' von Enza Zaden verglichen. Der Vergleich soll dem Zweck dienen, eine Alternative zur Vinasse zu finden, die bei einem verringerten Salzeintrag eine mindestens gleichwertige Stickstoffwirkung aufweist. Dazu wurde eine randomisierte Blockanlage mit dreifacher Wiederholung in einem Venlo Block angelegt. Außerdem wurden bei den Feststoff-Düngern jeweils zwei verschiedene Anwendungsverfahren verglichen. Zum einen wurden die Düngemittel auf die Bodenoberfläche der entsprechenden Parzelle aufgestreut und zum anderen wurde der Dünger zusätzlich manuell in den Boden eingearbeitet.

---

**VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN GEMÜSEBAU IN NRW**


---

**Tabelle 1: Vergleich verschiedener organischer Düngemittel anhand des Salzgehaltes (jeweils Mittelwerte).**

Dünger*	Düngermenge [kg Dünger/kg N]	Salzgehalt [kg KCl/kg N]
Vinasse	19,13	1,74
Federmehl-Pellets	7,1	0
Hornspäne	6,72	0,08
Biosol	13,15	0,5

\*Quelle: Möller and Schultheiß (2014)

## Ergebnisse

Die ungedüngte Kontrollvariante wies keine signifikanten Unterschiede zu den gedüngten Varianten auf. Dies kann in dem vergleichsweise geringen Ertragsniveau der Jahre 2018 und 2019 bedingt durch die klimatischen Stressfaktoren und durch die fehlende empfohlene Anbaupause begründet sein. Die Stickstoff Nachlieferung aus der organischen Bodensubstanz (3,4-5,7%) kann in der Kontrollvariante ausgereicht haben, um den Stickstoffbedarf der Pflanze zu decken. Im Vergleich zu den gedüngten Varianten weisen die Erträge der Kontrolle höhere Streuungen auf (Abb.1).

In den einzelnen Anbaujahren 2017, 2018 und 2019 konnten keine signifikanten Unterschiede im durchschnittlichen Gesamtertrag pro Flächeneinheit für die einzelnen Düngervarianten festgestellt werden. Zwischen den Anwendungsverfahren der Feststoff-Dünger (aufgestreut, eingearbeitet) konnte ebenfalls kein signifikanter Einfluss auf den Ertrag festgestellt werden, daher wurden diese in den folgenden Abbildungen zusammengefasst dargestellt.

Die rechnerische Zufuhr an Salzen mit der Düngung wird durch die Wahl der Feststoff-Dünger im Vergleich zu Vinasse deutlich verringert (Tab. 2). Einen wesentlich größeren Einfluss hat aber die Qualität des Gießwassers. Das Brunnenwasser in Köln-Auweiler liegt mit einem Salzgehalt von 433 mg/L um den Faktor 1,7 höher als die geforderte Höchstmenge von 250 mg/L. Dementsprechend wäre der Eintrag bei einem Salzgehalt von 250 mg/L und einem Wasserbedarf in der Vegetationsperiode von 600 L/m<sup>2</sup> mit 1500 kg KCl/ha geringer als in Köln-Auweiler. Trotzdem übersteigt der Eintrag mit dem Gießwasser auch in diesem Szenario bei Weitem den Eintrag durch die Düngung.

---

**VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN GEMÜSEBAU IN NRW**


---

**Tabelle 2: Salzeintrag durch das verwendete Gießwasser und die eingesetzten Düngemittel**

Variante	Salzeinträge durch Bewässerung und Düngung [kg KCl/ha]		
	Bewässerung von 600 L/m <sup>2</sup> <sup>1</sup>	Düngung von 380 kg N/ha	Gesamteintrag [kg KCl/ha]
Ungedüngt	2.598	0	2.598
Vinasse	2.598	661	3.259
Federmehl-Pellets	2.598	0	2.598
Hornspäne	2.598	30	2.628
Biosol	2.598	190	2.788

<sup>1</sup>Geschätzter Bewässerungsbedarf nach Beck, 2017: Vegetationsperiode (200 Tagen) mit einem Bedarf von 3 L Wasser/m<sup>2</sup> und Tag. Das in Köln-Auweiler zur Bewässerung verwendete Brunnenwasser hat einen Salzgehalt von 433 mg/L (LUFA Analyse).

Die mit Biosol gedüngten Varianten zeigten eine geringe Streuung der Erträge. Im Vergleich dazu wies insbesondere die ungedüngte Kontrollvariante eine deutlich höhere Streuung auf (Abb. 1).

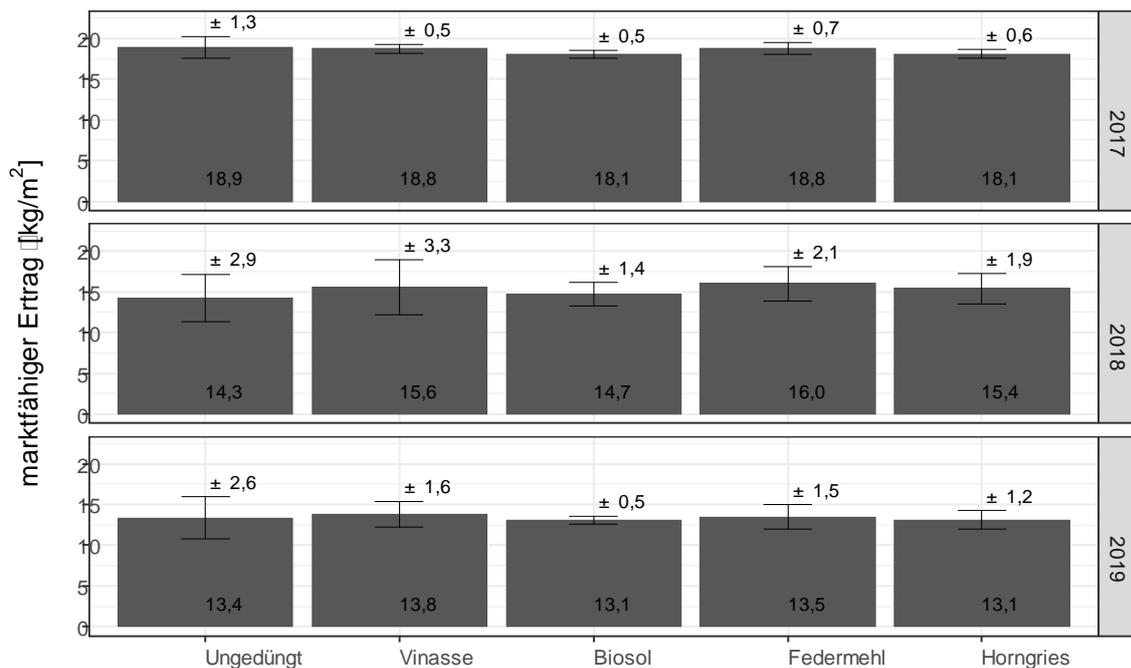
Bei der Betrachtung aller Gesamterträge über die drei Jahre, konnte ein signifikanter Rückgang von 2017 zu 2019 festgestellt werden (Abb.2). Es ist zu vermuten, dass die Hitzejahre 2018 und 2019 einen Anteil am Rückgang der Gesamterträge hatten (Abb.4).

Des Weiteren konnten keine signifikanten Unterschiede der nicht marktfähigen Früchte innerhalb der einzelnen Anbaujahre zwischen den Düngewarianten festgestellt werden. Im Laufe der drei Anbaujahre kam es aber zu einer signifikanten Zunahme der nicht marktfähigen Früchte (Abb.3).

---

**VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN GEMÜSEBAU IN NRW**


---



**Abbildung 1: Gesamterträge [kg/m<sup>2</sup>] von ‚Annamay F1‘ mit den verschiedenen Düngevarianten (Kontrolle, Vinasse, Federmehl, Hornspäne und Biosol) innerhalb der einzelnen Versuchsjahre 2017 bis 2019 (n=3). Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. Die Varianzanalyse innerhalb der Versuchsjahre zeigte keine signifikanten Unterschiede der Erträge.**

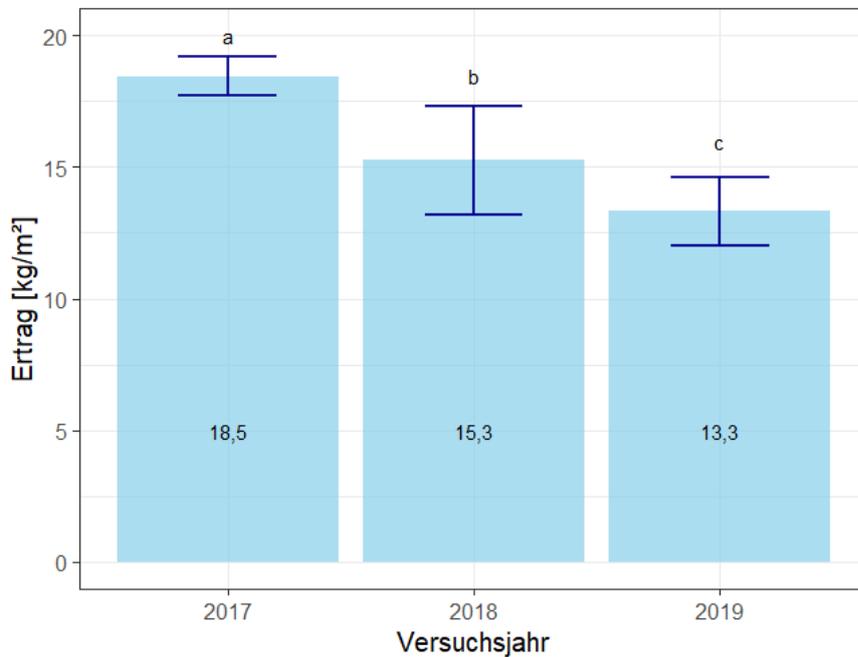
In 2019 wurden viele Früchte wegen Ausbildung des Grünkragens und fleckiger Ausfärbung aussortiert. Dies kann ein Anzeichen für einen erhöhten Kaliumbedarf sein, welcher in warmen Vegetationsperioden auftritt (Abb.4; Beck, 2017). Um den Tugordruck aufrecht zu erhalten wird vermehrt Kalium aufgenommen.

Das Sinken der Gesamterträge über die Anbauperiode und Zunahme der Menge an nicht marktfähigen Früchten könnte z.B. durch Bodenmüdigkeit infolge des Anbaus ohne eine Anbaupause von 2 bis 4 Jahren auftreten (Beck, 2017). Zudem waren die Jahre 2018 und 2019 von deutlich wärmeren Temperaturen geprägt, was zum Verbrennen von Blättern und Köpfen geführt hat (Abb.4). Des Weiteren wurden 2017 zwei Erntegänge mehr durchgeführt als 2019. Im Jahr 2019 wurde die Kultur zwei Wochen später gepflanzt als die vorherigen Jahre (siehe Kultur- und Versuchshinweise).

In Bezug auf das durchschnittliche Einzelfruchtgewicht konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Alle Pflanzen wiesen bei unterschiedlicher Düngung dieselbe Größe der Früchte in der gesamten Versuchsperiode auf.

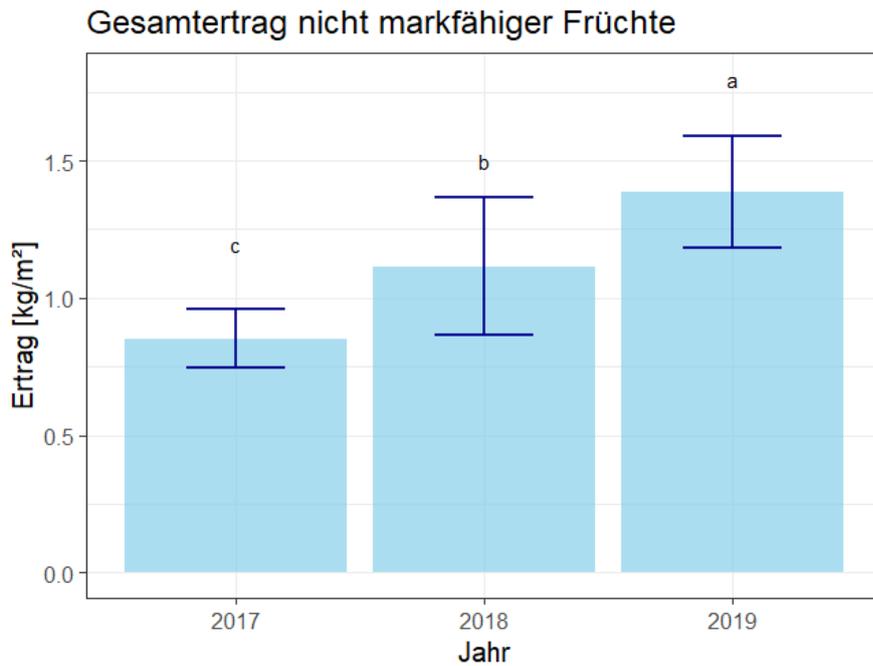
## Zusammenfassung

Unter den gewählten und standortspezifischen Versuchsbedingungen der Jahre 2017 bis 2019 stellten sich Federmehl-Pellets, Hornspäne und Biosol als gleichwertige Düngealternativen im Hinblick auf Gesamtertrag und Einzelfruchtgewicht dar. Alle drei Feststoffdünger weisen einen geringeren Salzgehalt auf und senken damit den Salzeintrag. Allerdings ist der Salzeintrag durch Düngemittel im Vergleich zum Eintrag durch die Bewässerung gering. Ein Ansatz zur Senkung der Salzgehalte im biologischen Unterglasanbau von Gemüse wäre die technische Aufbereitung des Brunnen- bzw. Leitungswassers und die Nutzung von Regenwasser (Tab. 2).

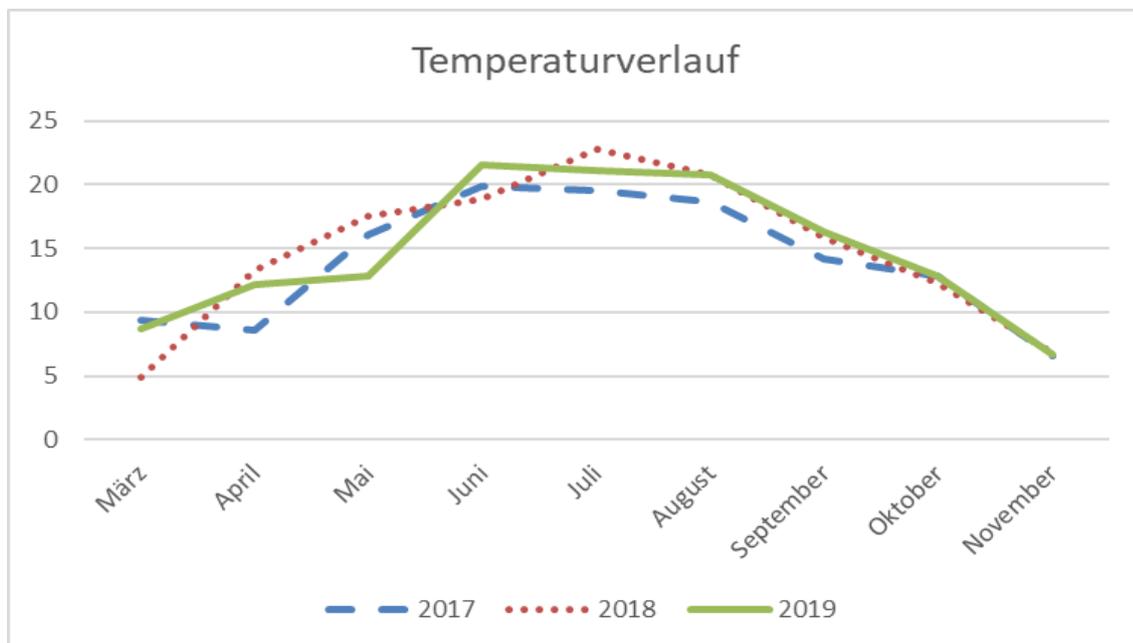


**Abbildung 2: Gesamtertrag [kg/m<sup>2</sup>] von ‚Annamay F1‘ im Mittel aller Düngevarianten für die einzelnen Anbaujahre (2017, 2018, 2019). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ) und wurden mit dem Tukey HSD Test ermittelt.**

**VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN GEMÜSEBAU IN NRW**



**Abbildung 3: Gesamtmenge nicht marktfähiger Tomatenfrüchte von ‚Annamay F1‘ im Mittel aller Varianten in [kg/m²] für 2017, 2018 und 2019 (n=24). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ) und wurden mit dem Tukey HSD Test ermittelt.**



**Abbildung 4: Temperaturverlauf der Versuchsperiode (2017, 2018, 2019) aufgeschlüsselt nach Jahr und Monat. Der jeweilige Wert bezieht sich auf den Mittelwert der monatlichen Temperatur.**

---

**VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN GEMÜSEBAU IN NRW**


---

## Kultur- und Versuchshinweise

Versuchsanlage: Randomisierte Blockanlage in einem Venlo Block mit dreifacher Wiederholung

Parzellengröße: 2m x 5,6m = 11,2m<sup>2</sup> (1,25 Pflanzen/m<sup>2</sup>; 2,5 Köpfe/m<sup>2</sup>)

Boden: sandiger Lehm

Pflanzung: Sorte 'AnnamayF1' veredelt, 2017 KW 11, 2018 KW 11, 2019 KW 14

Düngung: Bei einem erwarteten Ertrag von 20 kg/m<sup>2</sup> liegt der Nährstoffbedarf bei 380 kg N/ha

## Bodenanalyse

	pH	P2O5 [mg/100g]	K2O [mg/100g]	Mg [mg/100g]	Humus [%]
KW 3, 2017	7,5	31	34	23	3,4
KW 7, 2018	7,5	34	11	22	5,7
KW 7, 2019	7,5	33	12,5	22,5	4,8

## Ernte: Lose Ware pflücken

Jahr	Erste Ernte	Letzte Ernte	Anzahl Ernten	Kulturdauer
2017	23.05.2017	09.11.2017	50	34 Wochen
2018	15.05.2018	29.10.2018	49	28 Wochen
2019	29.05.2019	12.11.2019	48	32 Wochen

## Literaturverzeichnis

Beck, M. (2017). Ökologischer Gemüseanbau. Handbuch für Beratung und Praxis (Mainz: Bioland Verlags GmbH).

Blum, W.E.H. (2020). Bodenkunde in Stichworten (Stuttgart: Schweizerbart Textbooks).

Laber, H. (2001). Organische Handelsdünger für den ökologischen Gemüsebau. ÖKOmenischer Gärtnerbrief.

Möller, K., and Schultheiß, U. (2014). Organische Handelsdüngemittel im ökologischen Landbau (Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft eV (KTBL)).

Nordmeyer, H. (2012). Auswirkungen von Aminopyralid-haltigen Rindermist auf das Wachstum von Kulturpflanzen.