

# Versuchsergebnisse aus Bayern 2009-2011

## Schwefeldüngung zu Wintergerste



Ergebnisse aus Versuchen in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

**Herausgeber:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Agrarökologie-Düngung  
Lange Point 12, 85354 Freising  
©

**Autoren:** Dr. M. Wendland, K. Offenberger, M. Euba  
**Kontakt:** Tel.: 08161/71-5499, Fax: 08161/71-5089  
E-Mail: [Matthias.Wendland@LfL.bayern.de](mailto:Matthias.Wendland@LfL.bayern.de)  
<http://www.LfL.bayern.de/>

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>Düngungsversuch zu Wintergerste Versuch 532 .....</b>	<b>3</b>
<b>Standortbeschreibung .....</b>	<b>3</b>
<b>Düngeplan .....</b>	<b>5</b>
<b>Ernte 2009 .....</b>	<b>6</b>
Ertrag bei 86 % TS (dt/ha), Rohproteingehalt in % .....	6
<b>Ernte 2010 .....</b>	<b>7</b>
Ertrag bei 86 % TS (dt/ha), Rohproteingehalt in % .....	7
<b>Ernte 2011 .....</b>	<b>8</b>
Ertrag bei 86 % TS (dt/ha), Rohproteingehalt in % .....	8
<b>Mehrjährig 2009-2011 .....</b>	<b>9</b>
Ertrag bei 86 % TS (dt/ha), Rohproteingehalt in % .....	9
<b>Kommentar .....</b>	<b>10</b>

## Düngungsversuch zu Wintergerste

Versuch 532

**Versuchsfrage** Einfluss der Schwefeldüngung zu Wintergerste auf den Ertrag

N-Düngung: siehe Düngeplan

### Standortbeschreibung

Ort	<b>Straßmoos</b>	<b>Haar (M)</b>	<b>Wöllershof</b>
Landkreis	ND	M	NEW
Versuchsgebiet	Tertiär-Hügelland	Münchner Schotterebene und - Moorgebiet	Ostbayerisches Mittelgebirge
Ø Jahresniederschläge (mm)	627	1002	712
Ø Jahrestemperatur (°C)	8,3	7,0	8,0
Höhe über NN (m)	400	537	460
Bodentyp	Braunerde	Pararendzina	Braunerde
Bodenart	sL	sL	IS
Geologische Herkunft	Diluvium	Alluvium	Tiefengestein
Ackerzahl	38	37	36

### Bodenuntersuchung

Versuchsjahr	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
pH-Wert	6,5	5,6	6	7,0	7,1	7,1	6,1	6	5,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g Boden)	24	19	17	24	27	51	19	17	16
K <sub>2</sub> O (mg/100 g Boden)	20	19	22	27	17	17	21	30	28
MgO (mg/100 g Boden)	7	10	8	26	26	25	16	12	14
N <sub>min</sub> –Gehalt im Frühjahr (kg/ha)									
0 – 30 cm	29	22	11	43	18	24	33	31	12
30 – 60 cm	30	31	14				13	13	4
60 – 90 cm	38	25	8				14	14	3
Summe	87	88	32	43	18	24	60	58	19

## Düngungsversuch zu Wintergerste

Versuch 532

**Versuchsfrage** Einfluss der Schwefeldüngung zu Wintergerste auf den Ertrag

N-Düngung: siehe Düngeplan

### Standortbeschreibung

Ort	Weiterndorf			Haunstetten		
Landkreis	AN			A		
Versuchsgebiet	Nordbayerisches Hügelland			Tertiär-Hügelland		
Ø Jahresniederschläge (mm)	690			788		
Ø Jahrestemperatur (°C)	7,7			8,0		
Höhe über NN (m)	400			477		
Bodentyp	Parabraunerde			Parabraunerde		
Bodenart	sL			sL		
Geologische Herkunft	Keuper, Muschelkalk			Diluvium		
Ackerzahl	43			40		
<b>Bodenuntersuchung</b>						
Versuchsjahr	2009	2010	2011	2009	2010	2011
pH-Wert	7,1	6,8	6,9	7,3	7,3	7,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g Boden)	13	12	7	25	16	11
K <sub>2</sub> O (mg/100 g Boden)	23	21	22	23	9	11
MgO (mg/100 g Boden)	13	11	19	22	16	20
N <sub>min</sub> -Gehalt im Frühjahr (kg/ha)						
0 – 30 cm	28	26	23	47	24	20
30 – 60 cm	29	17	10	37	24	15
60 – 90 cm	28	9	4	32	32	
Summe	85	52	37	116	80	35

## Düngungsversuch zu Wintergerste

Versuch 532

### Versuchsfrage

Einfluss der Schwefeldüngung zu Wintergerste auf den Ertrag

### Düngeplan

VGL	Stufenbezeichnung	S-Düngung	Applikation	Düngung S (kg/ha)	Termin S-Düngung	Stickstoff-Düngung		
						1. Gabe zeit. Frühjahr	2. Gabe BBCH 31	3. Gabe BBCH 37
1	ohne	–	–	0	–	60 (KAS)	40 (KAS)	40 (KAS)
2	ASS 10	durch ASS	Boden	10	zeitiges Frühjahr	60 (KAS+ASS)	40 (KAS)	40 (KAS)
3	ASS 20	durch ASS	Boden	20	zeitiges Frühjahr	60 (KAS+ASS)	40 (KAS)	40 (KAS)
4	Schw. 31	elementarer Schwefel (SCHWEDOKAL fl., 800g S/Liter)	Blatt	5	BBCH 31	60 (KAS)	40 (KAS)	40 (KAS)
5	Schw. 37	elementarer Schwefel (SCHWEDOKAL fl., 800g S/Liter)	Blatt	5	BBCH 37	60 (KAS)	40 (KAS)	40 (KAS)
6	Bittersalz 31	Bittersalz (13 % S)	Blatt	5	BBCH 31	60 (KAS)	40 (KAS)	40 (KAS)
7	Bittersalz 37	Bittersalz (13 % S)	Blatt	5	BBCH 37	60 (KAS)	40 (KAS)	40 (KAS)
8	Schw. 90 *	elementarer Schwefel (SCHWEDOKAL 90% S Granulat)	Boden	20	zeitiges Frühjahr	60 (KAS)	40 (KAS)	40 (KAS)
9	ASS 5 *	durch ASS	Boden	5	BBCH 31	60 (KAS)	40 (ASS+KAS)	40 (KAS)

Pflanzenschutz und P/K-Düngung ortsüblich optimal  
Grunddüngung ohne Schwefel

\* Vgl. 8 und 9 ab Ernte 2010

Düngungsversuch zu Wintergerste

Versuch 532

Versuchsfrage

Einfluss der Schwefeldüngung zu Wintergerste auf den Ertrag

Ertrag bei 86 % TS (dt/ha), Rohproteingehalt in %

Ernte 2009

Stufenbezeichnung	Versuchsstandorte									
	Straßmoos		Haar(M)*		Wöllershof		Weiterndorf		Haunstetten	
	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP
ohne	91,8	10,1	–	–	38,5	14,6	99,1	10,9	57,4	11,9
ASS 10	89,3	10,5	–	–	–**	–**	97,0	11,6	71,3	11,9
ASS 20	91,3	10,1	–	–	–**	–**	100,6	11,8	70,2	11,9
Schw. 31	89,5	10,3	–	–	56,7	12,1	99,3	11,0	64,5	11,9
Schw. 37	90,6	10,1	–	–	47,5	13,7	99,9	10,9	62,8	11,9
Bittersalz 31	92,9	10,1	–	–	57,2	11,9	100,2	10,8	68,6	11,3
Bittersalz 37	91,0	10,2	–	–	52,3	12,3	101,8	10,7	61,4	11,9
t-Test GD (5 %)	4,1		–		4,7		n.s.		4,5	

\* Versuch ist 2009 nicht wertbar

\*\* Vgl. 2 und 3 in Wöllershof nicht angelegt

Düngungsversuch zu Wintergerste

Versuch 532

Versuchsfrage

Einfluss der Schwefeldüngung zu Wintergerste auf den Ertrag

Ertrag bei 86 % TS (dt/ha), Rohproteingehalt in %

Ernte 2010

Stufenbezeichnung	Versuchsstandorte									
	Straßmoos*		Haar(M)		Wöllershof		Weiterndorf		Haunstetten	
	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP
ohne	–	–	52,8	13,0	77,7	11,3	84,0	12,3	46,4	12,6
ASS 10	–	–	54,5	12,5	86,7	10,6	86,2	12,2	58,6	11,2
ASS 20	–	–	55,4	12,6	87,9	10,0	86,9	12,1	56,6	11,1
Schw. 31	–	–	57,1	12,2	86,1	10,0	86,6	11,9	54,8	11,8
Schw. 37	–	–	55,4	12,6	84,7	10,0	85,6	12,0	51,1	12,0
Bittersalz 31	–	–	56,5	12,4	85,3	10,0	86,5	11,9	55,4	11,3
Bittersalz 37	–	–	54,8	12,6	83,8	10,0	85,0	12,4	52,7	11,6
Schw. 90	–	–	51,1	12,8	78,6	10,6	84,2	11,9	44,2	12,4
ASS 5	–	–	58,1	12,4	84,4	10,0	87,0	11,9	59,2	11,6
t-Test GD (5 %)	–		4,1		5,5		n.s.		4,0	

\* Versuch ist 2010 nicht wertbar

Düngungsversuch zu Wintergerste

Versuch 532

Versuchsfrage

Einfluss der Schwefeldüngung zu Wintergerste auf den Ertrag

Ertrag bei 86 % TS (dt/ha), Rohproteingehalt in %

Ernte 2011

Stufenbezeichnung	Versuchsstandorte									
	Straßmoos		Haar(M) **		Wöllershof		Weiterndorf		Haunstetten	
	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP
ohne	21,5	16,9	–	–	57,2	11,8	72,7	12,4	44,9	14,8
ASS 10	29,8	17,4	–	–	56,6	11,8	74,3	12,4	52,6	14,4
ASS 20	28,2	16,9	–	–	59,5	11,5	71,9	12,9	54,2	14,4
Schw. 31	–*	–*	–	–	57,9	11,6	69,9	12,6	42,9	15,5
Schw. 37	21,9	16,8	–	–	56,3	12,1	70,4	12,4	45,9	15,4
Bittersalz 31	–*	–*	–	–	58,8	11,4	68,4	12,8	51,9	15,0
Bittersalz 37	21,5	16,2	–	–	59,8	11,6	73,4	12,4	49,5	15,3
Schw. 90	21,7	16,8	–	–	58,5	11,9	–***	–***	42,2	15,9
ASS 5	24,4	16,5	–	–	63,8	11,8	69,0	13,0	49,6	15,1
t-Test GD (5 %)	2,7		–		n.s.		n.s.		4,8	

\* Vgl.4 und 6 in Straßmoos nicht wertbar

\*\* Versuch ist 2011 nicht wertbar

\*\*\* Vgl.8 in Weiterndorf nicht wertbar



# Düngungsversuch zu Wintergerste

Versuch 532

## Versuchsfrage

Einfluss der Schwefeldüngung zu Wintergerste auf den Ertrag

Ertrag bei 86 % TS (dt/ha), Rohproteingehalt in %

Mehrjährig 2009-2011

VGL	Stufenbezeichnung	S-Düngung	Applikation	Düngung S (kg/ha)	Termin S-Düngung	Mittelwert	
						Ertrag	RP
1	ohne	–	–	0	–	62,0	12,7
2	ASS 10	durch ASS	Boden	10	zeitiges Frühjahr	67,5	12,4
3	ASS 20	durch ASS	Boden	20	zeitiges Frühjahr	68,0	12,3
4	Schw. 31	elementarer Schwefel (SCHWEDOKAL fl., 800g S/Liter)	Blatt	5	BBCH 31	65,8	12,3
5	Schw. 37	elementarer Schwefel (SCHWEDOKAL fl., 800g S/Liter)	Blatt	5	BBCH 37	64,3	12,5
6	Bittersalz 31	Bittersalz (13 % S)	Blatt	5	BBCH 31	67,3	12,2
7	Bittersalz 37	Bittersalz (13 % S)	Blatt	5	BBCH 37	65,6	12,2
8	Schw. 90 *	elementarer Schwefel (SCHWEDOKAL 90% S Granulat)	Boden	20	zeitiges Frühjahr	61,4	12,7
9	ASS 5 *	durch ASS	Boden	5	BBCH 31	67,4	12,4
<b>t-Test GD (5 %)</b>						2,2	

\* Vgl. 8 und 9 ab Ernte 2010

### Versuchsfrage

Einfluss der Schwefeldüngung zu Wintergerste auf den Ertrag

### Kommentar

Ernte 2009-2011

Die Schwefeldüngung hat infolge der geringer werdenden Schwefel-einträge aus der Luft seit Jahren an Bedeutung gewonnen. Landwirte, die leichte bzw. flachgründige Böden bewirtschaften, wissen, dass sie besonders Winterraps und Wintergerste jedes Jahr im Frühjahr ausreichend mit Schwefel versorgen müssen, um hohe Erträge zu erreichen. Aber auch andere Standorte und Kulturen können unter bestimmten Witterungsbedingungen auf eine zusätzliche Schwefelversorgung angewiesen sein.

Die Form des Schwefeldüngers und die Art der Ausbringung stehen immer wieder zur Diskussion: Ist die elementare Form (S) oder das Sulfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) besser und wirkt der Dünger über den Boden oder das Blatt effektiver? Was tun bei akutem Schwefelmangel?

In den meisten schwefelhaltigen Mineraldüngern liegt Schwefel als  $\text{SO}_4^{-2}$  (Schwefelsulfat) vor, einer Form, die von der Pflanze direkt aufgenommen werden kann. Elementarer Schwefel muss im Boden erst in die Sulfatform umgewandelt werden, bevor eine Aufnahme durch die Pflanze möglich ist. Die Umwandlungsgeschwindigkeit ist vom Standort und der Witterung abhängig.

Die Ergebnisse eines 3-jährigen Schwefeldüngungsversuches an den Ämtern für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, Fachzentrum Pflanzenbau bzw. der LfL können eine Hilfestellung zur optimalen Schwefeldüngung geben.

An 5 Standorten (Ackerzahl < 50) wurden verschiedene Schwefeldünger bzw. Schwefelformen auf die Ertragswirkung von W-Gerste geprüft.

Auf Schlägen mit einem erwarteten Schwefelbedarf wird in der Regel der Schwefel durch gekörnte Mineraldünger mit dem Düngerstreuer im Frühjahr auf den Boden aufgebracht. Bei einem unerwarteten Auftre-

ten von Schwefelmangel kann Schwefel auch auf die Blätter gespritzt werden, um ggf. eine schnellere S-Wirkung zu erreichen. Aus diesem Grund wurde sowohl die Boden- als auch die Blattdüngung geprüft.

## Bodendüngung

In diesem Versuch wurden die Schwefelform, die Düngemenge und der Düngezeitpunkt variiert.

Bei der Bodendüngung kamen zwei verschiedene Dünger zum Einsatz. Der Dünger Ammonsulfatsalpeter (ASS) enthält neben Stickstoff auch 13 % Schwefel, der in Sulfatform gebunden ist. Der Dünger SCHWEDOKAL 90 enthält ca. 90 % elementaren Schwefel und wurde als Granulat ausgebracht. Die Schwefelgaben betragen 10 und 20 kg S/ha im zeitigen Frühjahr, zusätzlich wurde die Gabe von 5 kg S/ha zum Stadium 31 mit ASS geprüft. Alle Parzellen wurden mit den Nährstoffen N, P, K ortsüblich optimal und in der gleichen Dünghöhe versorgt.

Eine Schwefeldüngung mit ASS - also mit Sulfatschwefel - im zeitigen Frühjahr führte zu einem Mehrertrag von ca. 5 dt/ha (Abb. 1). Eine Erhöhung der Düngemenge von 10 auf 20 kg S/ha brachte bei dieser Düngerform zu diesem Termin keine statistisch absicherbaren Ertragssteigerungen. Die Schwefeldüngung mit 5 kg Schwefel zur 2. Gabe (BBCH 31) mit ASS erwies sich in etwa als genauso gut wie die Düngung im zeitigen Frühjahr. Es besteht jedoch in trockenen Jahren das Risiko, dass sich der Dünger schlecht löst und erst verzögert wirkt. Dagegen führte im Mittel der Jahre und Orte eine Düngung mit 20 kg S/ha in Form von SCHWEDOKAL im zeitigen Frühjahr zu keiner ertragsverbessernden Wirkung. Es wurden die gleichen Erträge wie in dem Versuchsglied ohne Schwefel erzielt.

## Blattdüngung

Bei Schwefelmangel kann der Schwefel auch über eine Blattdüngung ausgebracht werden. Im Versuch wurden zwei Dünger - SCHWEDOKAL 80 flüssig und Bittersalz (Magnesiumsulfat) - eingesetzt. Bei SCHWEDOKAL (800 g S/Liter) wurden 6,25 Liter/ha gespritzt, was einer Ausbringungsmenge von 5 kg S/ha entspricht. Die gleiche Schwefelmenge wurde in der Variante Bittersalz mit einer Spritzung von 38,5 kg/ha Bittersalz (13 % S) ausgebracht. Auf Flächen mit einer geringen Magnesium-Versorgung wurde eine Mg-Ausgleichsdüngung durchgeführt. Bei den Ergebnissen ist zu berücksichtigen, dass sie den Durchschnitt über alle Jahre und Orte darstellen. Die Unterschiede wären deutlicher, wenn nur Fälle mit Schwefelmangel berücksichtigt würden.

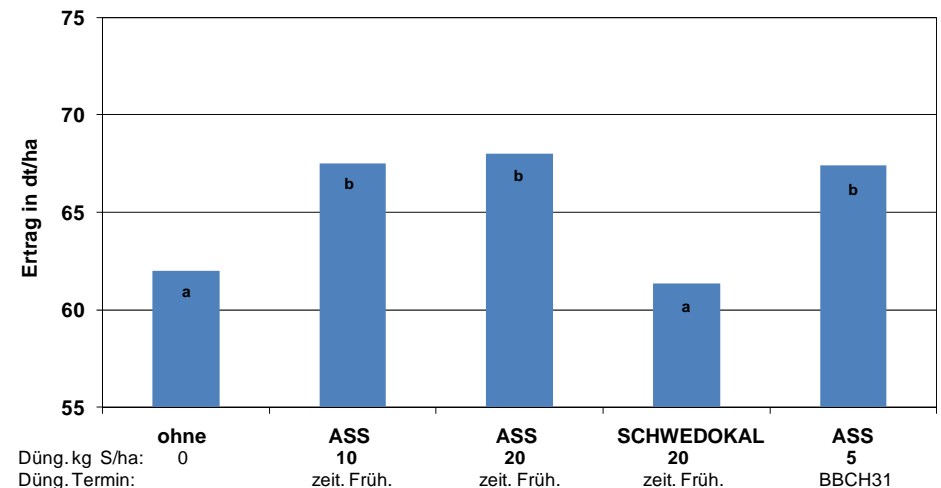


Abb. 1: Einfluss der S-Bodendüngung auf den Ertrag von Wintergerste, Jahre 2009-2011, Mittel aller Orte (unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Ertragsunterschiede)

Die Blattdüngung brachte in allen Fällen Mehrerträge. Die Spritzung mit Bittersalz (Abb. 3) war dabei tendenziell etwas besser als SCHWEDOKAL. Die bessere Ertragswirkung mit Bittersalz ist vermutlich auf die Düngerform zurückzuführen. In Abb. 4 sind die 2 Varianten Bittersalz und SCHWEDOKAL ca. 3 Wochen nach der Spritzung in

BBCH 31 zu sehen. Die Bittersalzvariante ist deutlich grüner, was auf eine bessere und schneller Schwefelwirkung schließen lässt. Die Variante ohne Schwefel, SCHWEDOKAL und Bittersalz wurden 3 Wochen nach der Blattdüngung mit dem Jara -N- Sensor gemessen, der über Lichtreflexion Auskunft über den Ernährungszustand der Pflanzen gibt. Die Ergebnisse dieser Sensorwerte sind in Abb. 2 für die Standorte mit signifikantem Schwefelmangel im Einzelort dargestellt.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Bittersalzvariante 3 Wochen nach der Anwendung einen höheren Sensorwert erzielt, was auf eine bessere/schnellere Wirkung des Schwefeldüngers schließen lässt.

### Schwefel - Blattdüngung (BBCH 31) Sensorwerte ca. 3 Wochen nach der Düngung

Orte mit signifikantem Schwefelmangel im Einzeljahr

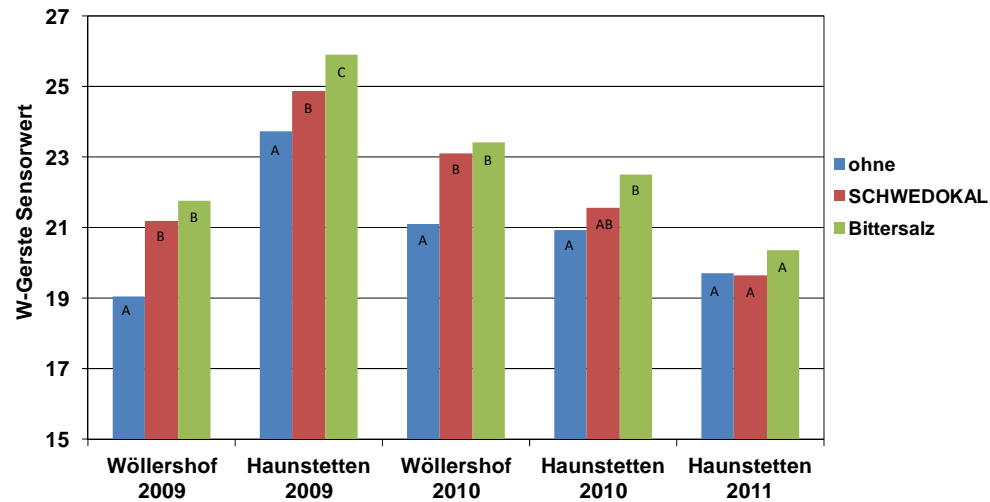


Abb. 2: Einfluss der S-Blattdüngung auf den Sensorwert von Wintergerste, Jahre 2009-2011, alle Orte mit S-Mangel im Einzeljahr

Wie aus der Abb. 3 hervorgeht, war bei beiden Düngern der frühere Düngungstermin zum Schossen (BBCH 31) tendenziell besser als der spätere Termin (BBCH 37).

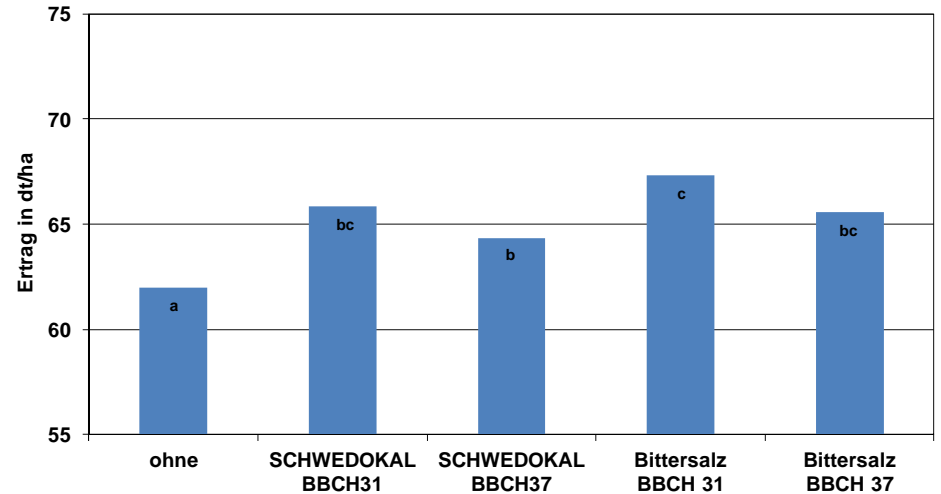


Abb. 3: Einfluss der S-Blattdüngung auf den Ertrag von Wintergerste, Jahre 2009-2011, Mittel aller Orte (unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Ertragsunterschiede)



Abb. 4: Vergleich Bittersalz und SCHWEDOKAL

## Boden- oder Blattdüngung?

Wie bereits erwähnt, sollte bei einem vorhersehbaren bzw. bekannten Mangel der Schwefelbedarf mit einer Bodendüngung gedeckt und der Schwefel im Frühjahr mit der Stickstoffdüngung oder Grunddüngung ausgebracht werden. Einem akuten Schwefelmangel kann sowohl mit einer Boden- als auch einer Blattdüngung entgegengewirkt werden. Wie aus Abb. 5 hervorgeht, brachte eine Bodendüngung mit ASS zum Schossen (BBCH 31) eine ähnliche Ertragswirkung wie die zum gleichen Zeitpunkt durchgeführte Blattspritzung mit Bittersalz. Bei der Entscheidung, ob ein akuter Schwefelmangel mit einer Boden- oder Blattdüngung behoben wird, ist auch der zu erwartende Niederschlag zu berücksichtigen. Eine Bodendüngung mit ASS ist nur dann sinnvoll, wenn durch den Niederschlag der Schwefel in den Wurzelraum der Pflanzen eingewaschen wird. Bei Trockenheit kann bei einer Blattspritzung mit Bittersalz von einer schnelleren Wirkung ausgegangen werden.

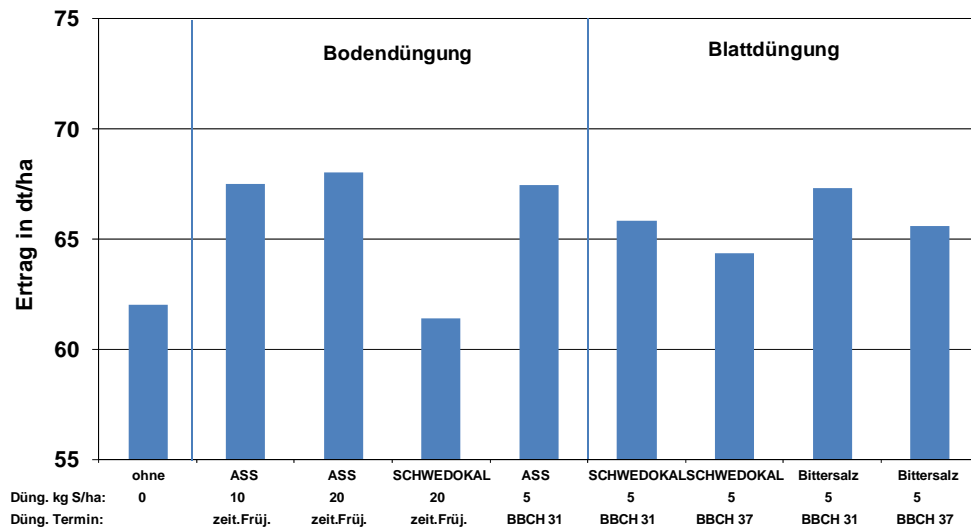


Abb. 5: Einfluss der Schwefeldüngung auf den Ertrag von Wintergerste, Jahre 2009-2011, Mittel aller Orte, (GD 5 % t-Test = 2,2)

## Kosten

In der Regel kann die Schwefelversorgung mit einem Mineraldünger, der als Nebenbestandteil Schwefel enthält, relativ günstig durchgeführt werden. In vielen Mineraldüngern ist Schwefelsulfat, wenn auch in geringeren Mengen, (als Nebennährstoff) enthalten. Diese Schwefelmenge (ca. 10 kg S/ha) im zeitigen Frühjahr ausgebracht, reicht meist aus um den Schwefeldüngerbedarf bei Getreide zu decken. Bei Raps liegt der Schwefelbedarf mit etwa 30-40 kg S/ha höher.

## Fazit

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass bei der Schwefeldüngung generell auf die Wirksamkeit (Düngerform) geachtet werden muss. Nur mit gut wirkenden Schwefeldüngern können hohe Erträge und damit der betriebswirtschaftliche Erfolg gesichert werden.