

Was bringt Harnstoffphosphat in Düngemitteln?

V Versuchsergebnisse der Forschungsanstalt Geisenheim. Von Heinz-Dieter Molitor und Manfred Fischer

Am Düngemittelmarkt werden seit einiger Zeit Produkte angeboten, die Harnstoffphosphat enthalten. Dabei handelt es sich um eine Verbindung aus Harnstoff und Phosphorsäure. Die Firma Scotts hat mit den sogenannten „Peters Excel“-Typen, abgestimmt auf weiches oder hartes Wasser, den Anfang gemacht und ist damit in der gärtnerischen Praxis auf großes Interesse gestoßen. Man verspricht sich davon eine Problemlösung in zweierlei Hinsicht. Für weiches Wasser besteht die Möglichkeit Calcium in die gleiche Stammlösung einzubringen („Ein-Tank-Mix“), was durch den sehr niedrigen pH-Wert der Lösung ermöglicht wird. Die aufwändige und damit unbeliebte Trennung der Kalksalpeterkomponente vom phosphathaltigen Rest, wie er beim Basisdünger- und beim Einzelsalz-Konzept notwendig ist, entfällt. Bei Gießwasser mit hoher Säurekapazität, soll Harnstoffphosphat hingegen zu einer Verminderung der Alkalität und damit zu niedrigeren pH-Werten im Substrat beitragen. Außerdem soll die Leitfähigkeit der Düngelösung niedriger und damit eine positive Wirkung auf das Pflanzenwachstum zu erwarten sein.

Inwieweit diese Erwartungen tatsächlich erfüllt werden, untersuchte die Forschungsanstalt Geisenheim in zwei Versuchsdurchgängen. Dabei wurden mit drei unterschiedlichen Wasserqualitäten harnstoffphosphathaltige Düngemittel mit dem Basisdünger-Konzept verglichen. Außerdem wurde der Harnstoffphosphatanteil in Verbindung mit einem harten Brunnenwasser gesteigert. Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich auf eine Poinsettienkultur. In ähnlicher Weise fand zuvor bereits eine Prüfung an einer *Impatiens*-Neu-Guinea-Kultur statt. Die wichtigsten Versuchsdaten und der Versuchsplan sind in Fenster 1 bis 3 und in den Tabellen 1 bis 2 aufgelistet.

Versuchsdaten (Fenster 1)

- Versuchsbeginn: 20. August 2007;
- *Euphorbia pulcherrima* 'Cortez Red' im 13-Zentimeter-Topf in Einheitserde P (Patzler);
- jeweils 18 Pflanzen in vierfacher Wiederholung;
- Ebbe/Flutbewässerung; Tensiosteuerung bei 120 hPa separat für jedes Versuchsglied;
- wöchentlicher Wechsel der Nährlösung;
- Nährstoffangebot auf Basis zehn mmol/l N (140 mg N/l) außer in KW 41 bis 43 auf Basis 13 mmol N/l.

Mehrnährstoffdünger (Fenster 2)

- Harnstoffphosphat (HP-Dünger für weiches Wasser (15+5+15+7CaO+3MgO+Spurenelemente; 1,5 Prozent NH₄-N; 11,3 Prozent NO₃-N; 2,2 Prozent Harnstoff-N);
- HP-Dünger für hartes Wasser (18+10+18+2MgO+Spurenelemente; 3,5 Prozent NH₄-N; 10,3 Prozent NO₃-N; 4,2 Prozent Harnstoff-N);
- Fertyl Basisdünger 2 (3+15+35+5+Spurenelemente; N+P₂O₅+K₂O+MgO).

Gießwasserqualität (Fenster 3)

- Regenwasser: 29 µS; pH 5,9; 0,1 mmol/l SBV; 2 mg/l Ca; 0 mg/l Sulfat;
- Leitungswasser: 632 µS; pH 7,6; 4,7 mmol/l SBV; 90 mg/l Ca; 54 mg/l Sulfat;
- Brunnenwasser: 1369 µS; pH 7,2; 7,2 mmol/l SBV; 194 mg Ca; 271 mg Sulfat

Ergebnisse: Wirkung auf den pH-Wert von Stammlösung und Nährlösung

Bei den Varianten mit HP-Dünger stellte sich bei allen Gießwässern erwartungsgemäß ein sehr niedriger pH-Wert in der Stammlösung (1:100) von 1,6 ein. In den daraus hergestellten Nährlösungen lagen die pH-Werte, außer bei Regenwasser,

deutlich höher. Mit ungepuffertem Regenwasser stellte sich im Mittel ein pH-Wert von 3,3 ein. Bei Leitungswasser und Brunnenwasser lagen die pH-Werte zwischen 6,8 und 7,4. Der unmittelbare Effekt von Harnstoffphosphat auf den pH-Wert kalkhaltiger Gießwässer ist somit gering. Auch bei der Steigerung von Harnstoffphosphat in Brunnenwasser (VG 7 bis 9) zeigte sich nur ein geringer Effekt. Obwohl der Harnstoffphosphatanteil bis 40 Prozent (zwei Millimol pro Liter) vom Gesamt-N-Angebot und damit weit über das im kommerziellen HP-Dünger für hartes Wasser hinaus gesteigert wurde, betrug die pH-Absenkung nur 0,3 Einheiten.

pH-Pufferung von Harnstoffphosphat

Im Labor erstellte Pufferkurven mit definierten Lösungen bestätigten diese Erfahrung. Wenngleich diese Kurven in Abhängigkeit von der Konzentration an Harnstoffphosphat eindrucksvolle Unterschiede im Kurvenverlauf ergaben (Abbildung 1) beträgt die rechnerische Pufferwirkung pro Mol Harnstoffphosphat nur ein Mol Säurekapazität (HCO₃). Um im vorliegenden Fall die Säurekapazität von etwa sieben Millimol pro Liter in Brunnenwasser abzupuffern, hätte es einer Harnstoffphosphat-Konzentration von sieben Millimol pro Liter bedurft, was das sinnvolle N-Angebot deutlich und das P-Angebot bei Weitem übertrafen hätte.

Einfluss auf den pH-Wert im Substrat

Entscheidend für die Pflanze ist der pH-Wert im Substrat, und hier bei Anstaubewässerung insbesondere im unteren Drittel des Topfes. Bei Regenwasser gelang es mit den HP-Düngern den pH-Wert in einem optimalen Bereich zwischen 6.1 und

6,7 zu halten (Abbildung 2). Bei Leitungswasser und Brunnenwasser stiegen die pH-Werte hingegen kontinuierlich bis auf etwa 7,5 an. Im Vergleich dazu gelang es mit dem Basisdüngerkonzept eher niedrigere pH-Werte zu erreichen, wobei dies bei rechtzeitigem Wechsel der N-Form bei der Regenwasservariante noch besser hätte gelingen können (Abbildung 3). In der Versuchsreihe mit variiertem Harnstoffphosphat-Angebot bestätigte sich, dass eine wirksame Absenkung des pH-Wertes über diese Verbindung nicht möglich ist (Abbildung 4). Lediglich bei der höchsten Dosierung, die allerdings deutlich über die in kommerziellen Düngemitteln enthaltenen Mengen hinausging, war im letzten Drittel des Kulturverlaufs eine pH-senkende Wirkung zu verzeichnen.

Ca-Angebot

Der HP-Dünger für weiches Wasser soll für eine ausreichende Versorgung mit Calcium sorgen. Dies gelang im vorliegenden Versuch mit Regenwasser nur zum Teil. Bei einem praxisüblichen Nährstoffangebot auf der Basis von zehn Millimol N/Liter, entsprechend 0,93 Gramm Nährsalz pro Liter, wurden lediglich 50 Milligramm Ca pro Liter zur Verfügung gestellt. Angestrebt wird für eine optimale Ernährung mindestens die doppelte Menge. Im vorliegenden Versuch kam es dennoch nicht zu einer Unterversorgung an Calcium. Die Gehalte in der Trockensubstanz der Blätter und Brakteen zeigte eine ausreichende Versorgung und keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten an. Die Erklärung dafür dürfte im vorliegenden Fall die Grundversorgung mit Kalk über das Substrat und die vergleichsweise kurze Kulturzeit gewesen sein.

Pflanzenwachstum

Beim Wachstum der Pflanzen ergaben sich teilweise signifikante Unterschiede

in Abhängigkeit von der Ernährung (Abbildung 5). So fällt mit Leitungswasser das deutlich höhere Frischgewicht bei den nach dem Basisdüngerkonzept gedüngten Pflanzen auf. Bei den Regenwasser- und Brunnenwasser-Varianten ist der Unterschied nicht so stark ausgeprägt. Bei den mit HP-Dünger für weiches Wasser gedüngten Pflanzen und Regenwasser war zudem eine deutliche Aufhellung der Blätter und der Brakteen zu beobachten (Abbildung 6a und b). Die Pflanzen dieser Variante enthielten deutlich niedrigere Schwefelgehalte in der Trockensubstanz (Abbildung 7). Hier offenbart sich eine wesentliche Schwachstelle von Düngemitteln, die Harnstoffphosphat enthalten. Offensichtlich besteht eine Unverträglichkeit zwischen Harnstoffphosphat und Sulfat, so dass es nicht möglich ist die erforderlichen Schwefelmengen im Dünger unterzubringen.

Leitfähigkeit der Düngelösung

Die Leitfähigkeit von Nährlösungen mit Harnstoffphosphat ist nicht grundsätzlich niedriger, als bei herkömmlichen Salzmischungen. Dies zeigen die Varianten mit variiertem Gehalt an Harnstoffphosphat bei denen die Leitfähigkeit sogar von 988 μS (ohne H-P) über 1124 μS (20 Prozent H-P) auf 1272 μS (40 Prozent H-P) anstieg. Der Vergleich zwischen dem HP-Dünger für hartes Wasser (0,78 Gramm je Liter) \rightarrow 1148 μS und Fertyl Basisdünger 2 (0,5 Gramm je Liter) plus Ammonitrat (0,26 Gramm je Liter) \rightarrow 1064 μS bestätigt diese Erfahrung. Lediglich für weiche Wässer ergibt sich mit dem HP-Dünger (0,93 Gramm je Liter) und 1221 μS ein etwas niedrigerer Wert als mit Fertyl Basisdünger 2 (0,5 Gramm je Liter) plus Kalksalpeter (0,8 Gramm je Liter) von 1480 μS . Letzterer wird durch einen Überschuss an Calcium und Sulfat verursacht, was sich durch einen Basisdünger mit höherem N-Anteil vermeiden ließe

und aus pflanzenbaulicher Sicht zudem ohne Bedeutung ist.

Abschließende Bewertung und Empfehlung

Düngemittel mit Harnstoffphosphat sind leider keine überzeugende Alternative zum Einzelsatz- oder Basisdünger-Konzept.

- Der Gehalt an Ca ist für eine Anwendung mit Regenwasser zu niedrig bemessen. Empfohlen wird in diesem Fall zusätzlich Kalksalpeter beizumischen. Dadurch würde sich allerdings das Nährstoffverhältnis deutlich verschieben. Im Gießwasser sollten demnach mindestens 50 Milligramm Ca enthalten und das Substrat vergleichsweise hoch aufgekalzt sein.
- Die pH-puffernde Wirkung von Harnstoffphosphat ist bei üblichen Konzentrationen zu gering, um zu messbaren Wirkungen im Substrat zu führen.
- Düngemittel mit Harnstoffphosphat enthalten keinen Schwefel. Auf diesen Sachverhalt sollte vom Hersteller ausdrücklich hingewiesen werden. Gerade weiche Wässer, für die harnstoffphosphathaltige Dünger empfohlen werden, sind meistens salzarm und weisen keine nennenswerten Sulfatgehalte auf. Auch die im vorliegenden Versuch in Leitungswasser enthaltene Menge von etwa 0,5 Millimol pro Liter SO_4 reichte nicht aus, um eine optimale Versorgung zu gewährleisten.
- Harnstoff wurde in der Nährlösung im Verlauf einer Woche nicht nennenswert umgesetzt. Im Topfsubstrat konnte hingegen kein Harnstoff nachgewiesen werden, was auf eine unmittelbare Umsetzung durch das Enzym Urease im Substrat hinweist.
- Es kann nicht erwartet werden, dass durch Harnstoffphosphat die Leitfähigkeit einer Nährlösung und damit die osmotische Belastung für die Pflanze vermindert wird. ■

Einzelsalzmischung der Harnstoffphosphat-Steigerung (VG 7-9)						
		mmol/l	N 10	P 2	K 3	Mg 0,4
VG 7	NH ₄ H ₂ PO ₄	2	2	2		
	Mg(NO ₃) ₂	0,4	0,8			0,4
	KNO ₃	3	3		3	
	Ammonnitrat	2,1	4,2			
VG 8	HP	1	2	1		
	NH ₄ H ₂ PO ₄	1	1	1		
	Mg(NO ₃) ₂	0,4	0,8			0,4
	KNO ₃	3	3		3	
	AN	1,6	3,2			
VG 9	HP	2	4	2		
	Mg(NO ₃) ₂	0,4	0,8			0,4
	KNO ₃	3	3		3	
	Ammonnitrat	1,1	2,2			
Spurenelemente einheitlich						
Tabelle 1			Quelle: Dr. Molitor/Fischer			

Versuchsplan		
VG	Dünger	Gießwasser
1	0,93 g/l HP-Dünger für weiches Wasser	Regenwasser
2	0,93 g/l HP-Dünger für weiches Wasser	Leitungswasser
3	0,78 g/l HP-Dünger für hartes Wasser	Brunnenwasser
4	0,5 g/l Ferty Basisdünger 2 + 0,8 g/l Kalksalpeter	Regenwasser
5	0,5 g/l Ferty Basisdünger 2 + 0,26 g/l Ammonnitrat	Leitungswasser
6	0,5 g/l Ferty Basisdünger 2 + 0,26 g/l Ammonnitrat	Brunnenwasser
7	Einzelsalzmischung ohne Harnstoffphosphat	Brunnenwasser
8	Einzelsalzmischung mit 20 % Harnstoffphosphat –N-Anteil	Brunnenwasser
9	Einzelsalzmischung mit 40 % Harnstoffphosphat –N-Anteil	Brunnenwasser
Angaben beziehen sich auf Nährstoffniveau von 10 mmol N/l		
Tabelle 2		Quelle: Dr. Molitor/Fischer

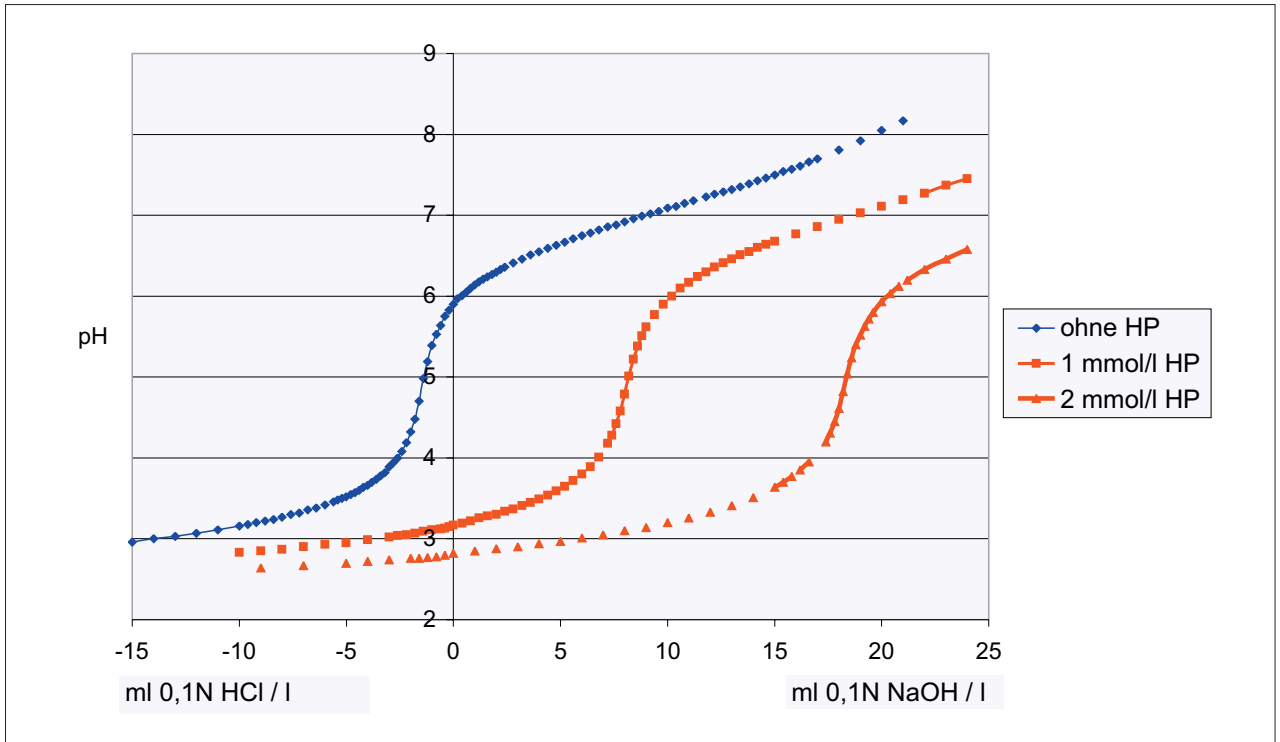


Abb. 1: pH-Pufferkurven verschiedener Lösungen mit Harnstoffphosphat in entionisiertem Wasser.

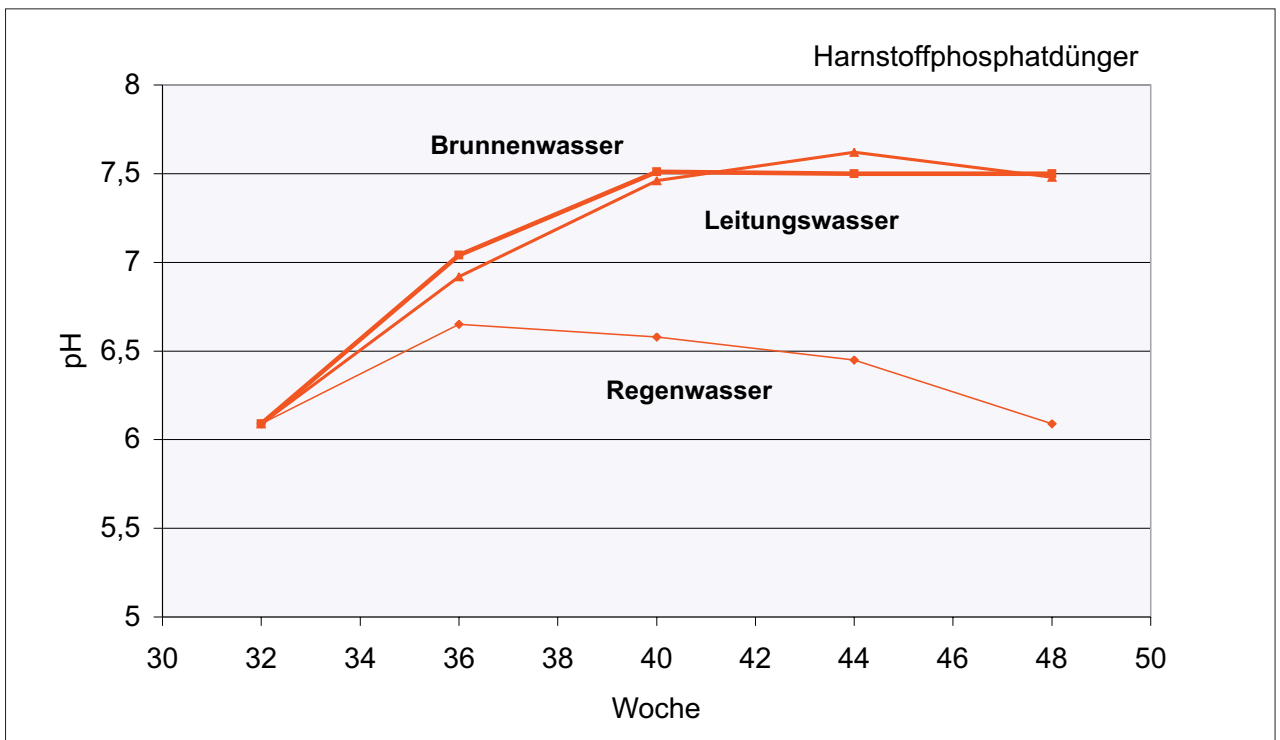


Abb. 2: pH-Verlauf im unteren Drittel des Topfsubstrates mit HP-Dünger bei unterschiedlicher Wasserqualität.

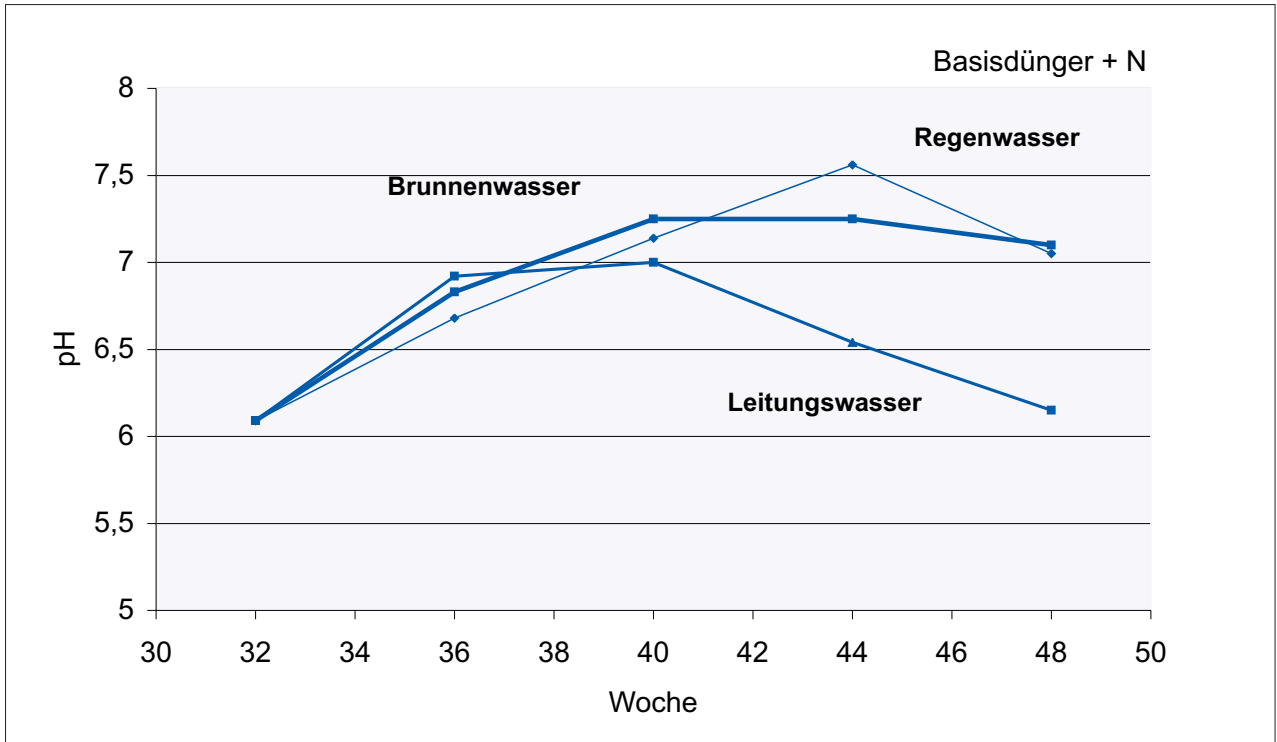


Abb. 3: pH-Verlauf im unteren Drittel des Topfsubstrates mit „Ferty Basisdünger 2“ plus N bei unterschiedlicher Wasserqualität.

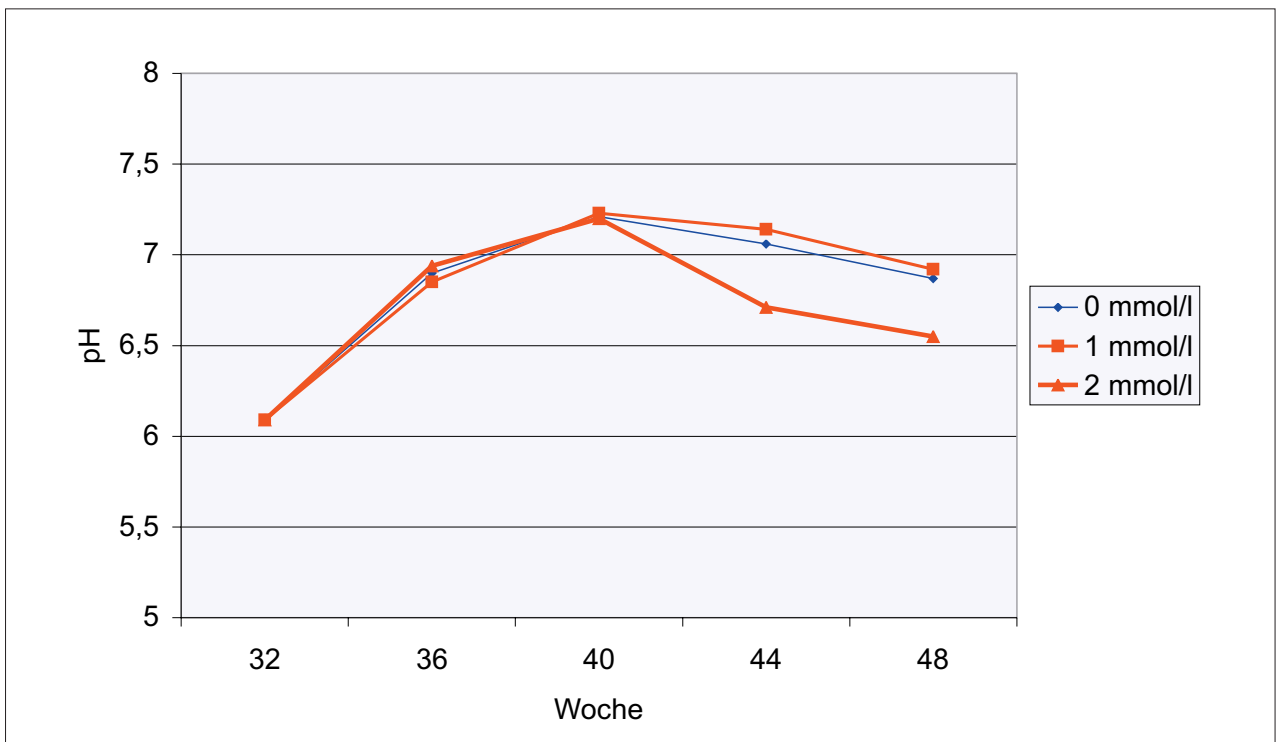


Abb.4: pH-Verlauf im unteren Drittel des Topfsubstrates mit variiertem Harnstoffphosphat-Gehalt der Nährstofflösung mit Brunnenwasser.

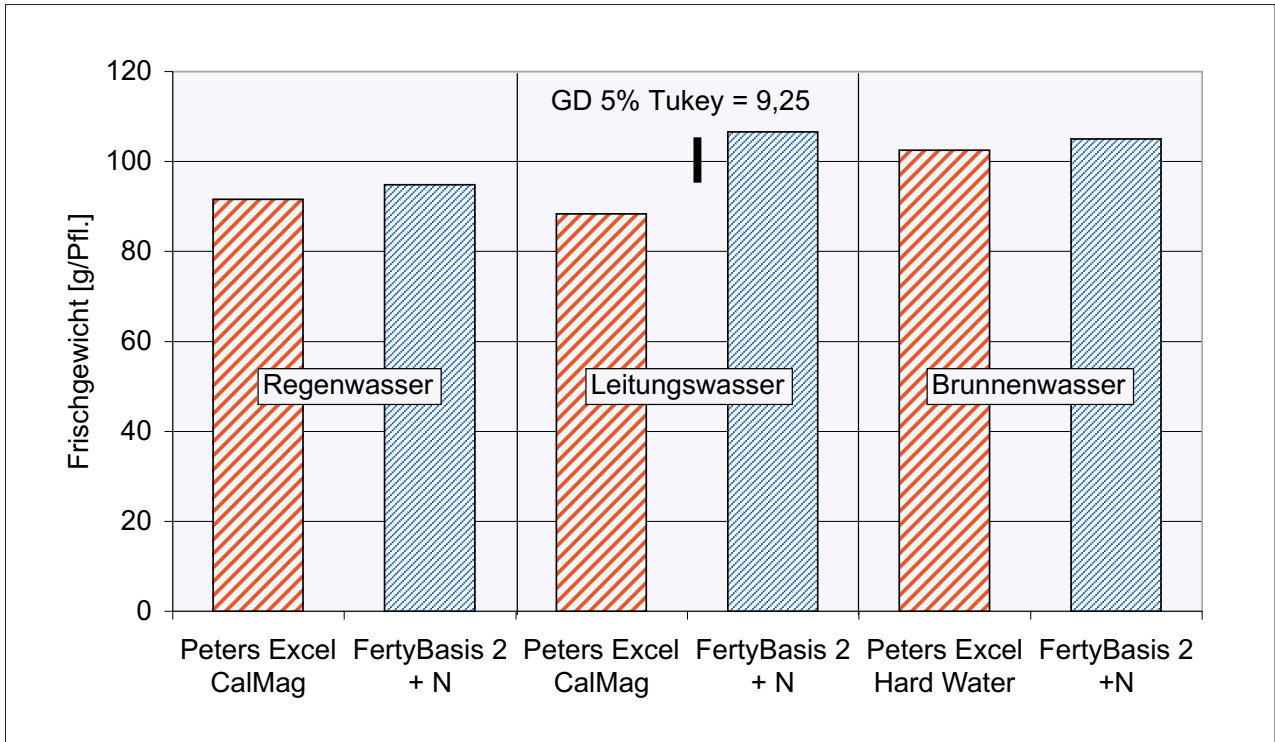


Abb.5: Frischgewicht von *Euphorbia pulcherrima* in Abhängigkeit von Nährstoffform und Gießwasserqualität.



Abb. 6a: S-Mangelsymptome an *Euphorbia pulcherrima* bei der Variante mit HP-Dünger für weiches Wasser und Regenwasser am 5. November 2007.

Foto: Dr. Heinz-Dieter Molitor



Abb. 6b: Pflanzen der Regenwasservariante mit unterschiedlicher Düngung zu Versuchsende.

Foto: Dr. Heinz-Dieter Molitor

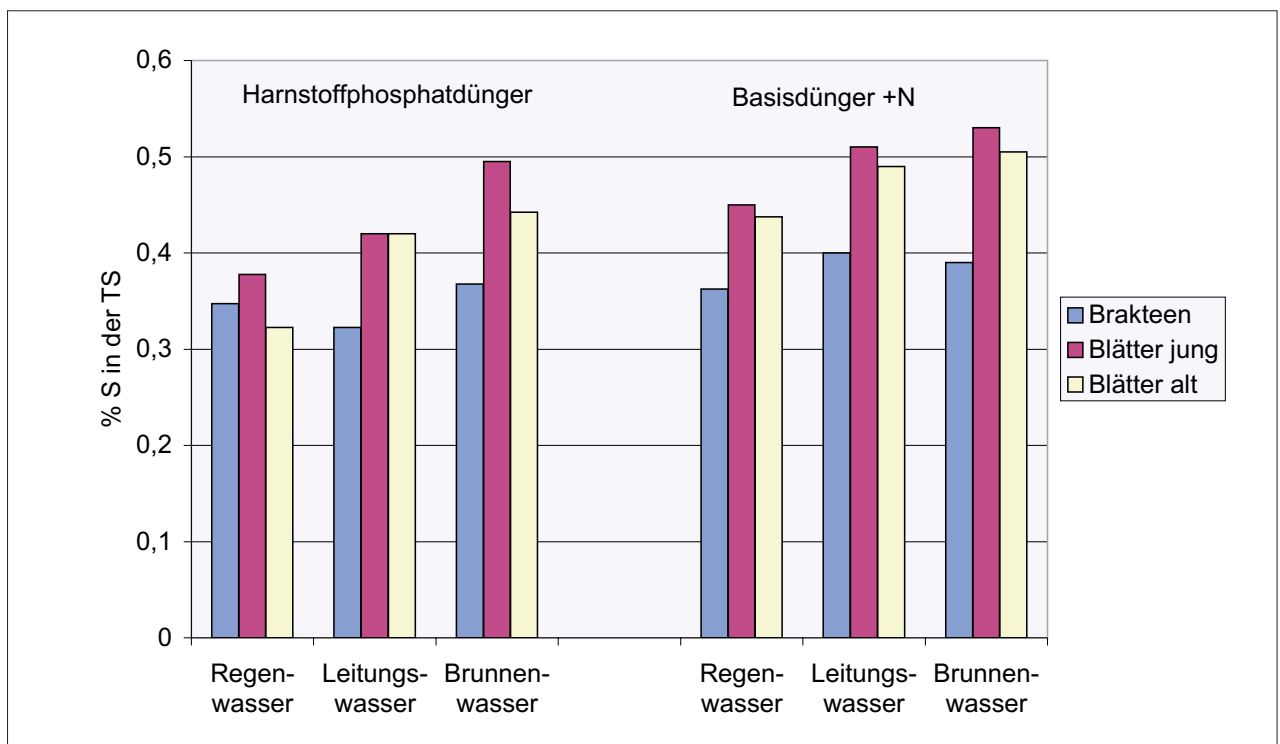


Abb. 7: Schwefelgehalt der Trockensubstanz in Blättern und Brakteen von *Euphorbia pulcherrima* in Abhängigkeit von Düngerform und Gießwasserqualität.