

HGoTECH GmbH · Karlrobert-Kreiten-Straße 13 · 53115 Bonn

EuPhoRe GmbH  
Herrn Frank Zepke/Herrn S. Klose  
Mühlenweg 7  
48341 Altenberge

HGoTECH GmbH  
Consulting and Research:  
Prof. Dr. Heiner E. Goldbach  
PD Dr. Thomas Eichert  
Dipl.-Ing. agr. Christian Heck

Contact:  
Dipl.-Ing. agr. Christian Heck  
Tel.: +49 228 - 38756081- 0  
Fax: +49 228 - 38756081- 9  
Heck@HGoTECH.de  
www.hgotech.de

Page 1 of 7

Bonn, 17. November 2017

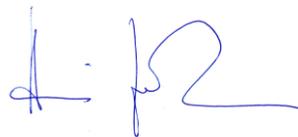
Sehr geehrter Herr Zepke,  
sehr geehrter Herr Klose,

in der Anlage finden Sie eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse mit ihren Testprodukten. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass unser Testsubstrat für die Prüfung auf Pflanzenverfügbarkeit besonders selektiv auf die P-Verfügbarkeit vorgeht, da dessen pH – Wert im Bereich 7.2 – 7.4 liegt.

Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung, auch für ihre potenziellen Geschäftspartner!



ppa. Dipl. Ing. agr. Christian Heck



Prof. Dr. Heiner E. Goldbach



Dr. Thomas Eichert

Anlage: Ergebniszusammenstellung

# Bericht an die EuPhoRe GmbH über Gefäßversuche zur Prüfung der Düngewirkung von recycelten Phosphaten

## 1. Ziel der Versuche

In unseren Versuchen sollte folgende Frage beantwortet werden:

Hat das zu prüfende Recycling-P eine hinreichende, mit marktüblichen P-Düngern vergleichbare Düngewirkung und wie ist es ggf. als Düngemittel einzuordnen?

## 2. Vorgehensweise, Material und Methoden

### Versuchsdesigns:

Es wurden mehrere einfaktorielle Gefäßversuche mit Weidelgras, Raps und Mais durchgeführt. Die Versuchsglieder sind den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

Als Testsubstrat wird ein „synthetischer Boden“ (pH ca. 7.2-7.4) mit P-Versorgungsstufe A gewählt. Das Substrat ist standardisierbar und in gleicher Qualität über lange Zeit herzustellen und weist die physikalisch-chemischen Eigenschaften eines guten Ackerstandortes auf mit Ausnahme der geringen Nährstoffgehalte, die für fast alle Nährstoffe in der Versorgungsstufe A liegen. Dieses Testsubstrat wird (bis auf die Nullkontrolle) auf 120 kg P / ha aufgedüngt, alle anderen Nährstoffe werden in optimaler Konzentration zudosiert und nötigenfalls nachgedüngt. Damit wird sichergestellt, dass ausschließlich P-limitierende Bedingungen herrschen. Die Bodenfeuchte wird auf 70% der WHK eingestellt.

Grundsätzlich wurden die Versuche mit 4 Wiederholungen durchgeführt. In den Versuchen mit Weidelgras wurden bis zu 5 Schnitte genommen und der Aufwuchs auf die P Gehalte zur Berechnung der Entzüge analysiert.

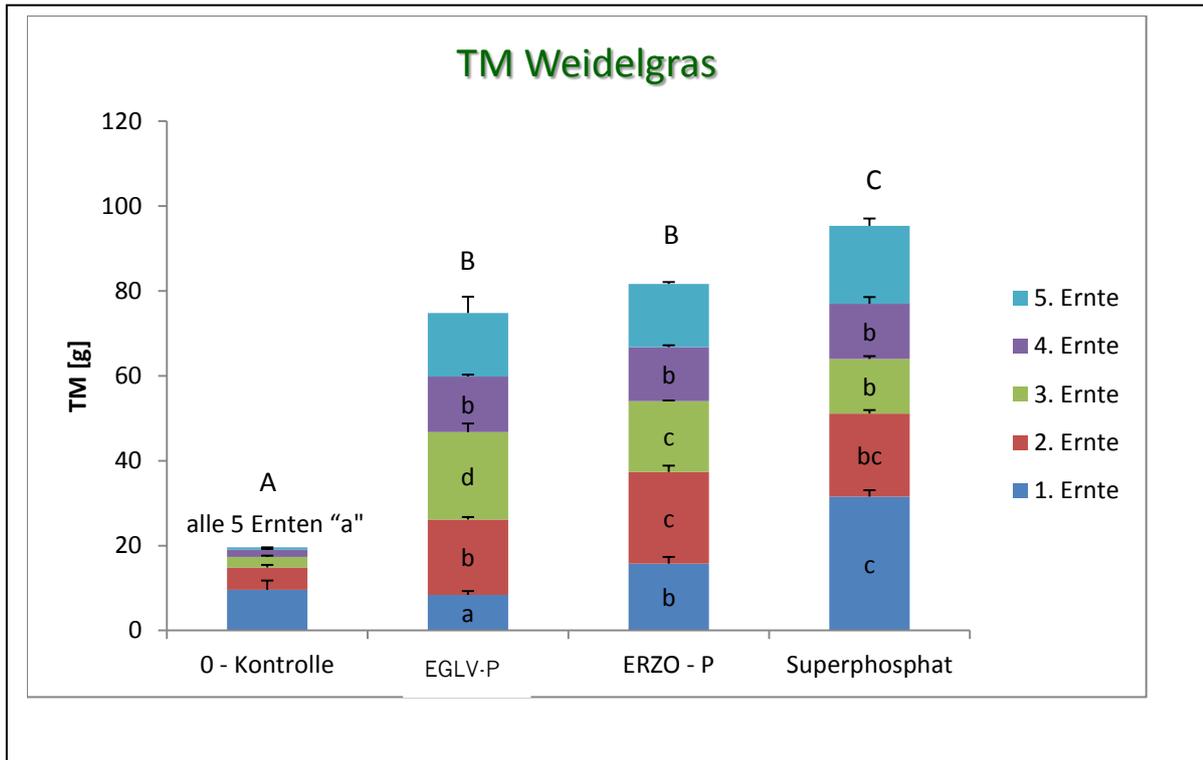
Alle Versuche wurden in Kick-Brauckmann Gefäßen durchgeführt wegen der besseren Wasserführung und geringeren Wärmebelastung bei Sonnenschein.

Als P-Rezyklate standen Phosphate aus dem zweistufigen EuPhoRe Verfahren zur Verfügung, die entweder aus einer diskontinuierlich betriebenen Technikumsanlage („EGLV“) oder einer kontinuierlichen Drehrohranlage (hier als „Erzo“ bezeichnet) stammten.

### 3. Ergebnisse (Bilder aus den Pflanzenversuchen finden sich im separaten Anhang)

#### Versuch 1: Vergleiche von Material aus der Technikumsanlage, dem großtechnischen kontinuierlichen Prozess mit der Nullkontrolle und Superphosphat

Abb. 1: Summe der Trockenmassenbildung über 5 Erntetermine von perennierendem Weidelgras (*Lolium perenne*), Versuch 1; statistische Auswertung nach Duncan Test,  $p > 5\%$ ; unterschiedliche Großbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gesamterträgen, Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede für die jeweilige Beerntung



#### Bewertung:

Es zeigte sich, dass die Anfangswirkung der Recyclingphosphate geringer war als die von Superphosphat, wobei der im großtechnischen Maßstab zu besseren Ergebnissen führte. Ab dem zweiten Erntetermin waren die Ertragsunterschiede nur noch gering und lagen für den 3. Aufwuchs sogar signifikant über dem des Superphosphates. (Abb.1.)

Bei Betrachtung der P-Gesamtaufnahme (Abb.2) zeigt sich die hohe Anfangsverfügbarkeit bei Superphosphat, die zu einem deutlich erkennbaren Luxuskonsum geführt hat, während die Nachlieferung der Phosphate aus thermischen Prozessen über einen längeren Zeitraum erfolgte, ähnlich wie dies bei dem früher verwendeten Rhenaniaphosphat der Fall war.

Abb. 2: Gesamt-P-Aufnahme (P-Konzentration · Biomasseertrag) von Weidelgras mit zwei verschiedenen Recyclingphosphaten aus einem zweistufigen thermischen Verfahren (s.a. Abb. 1)

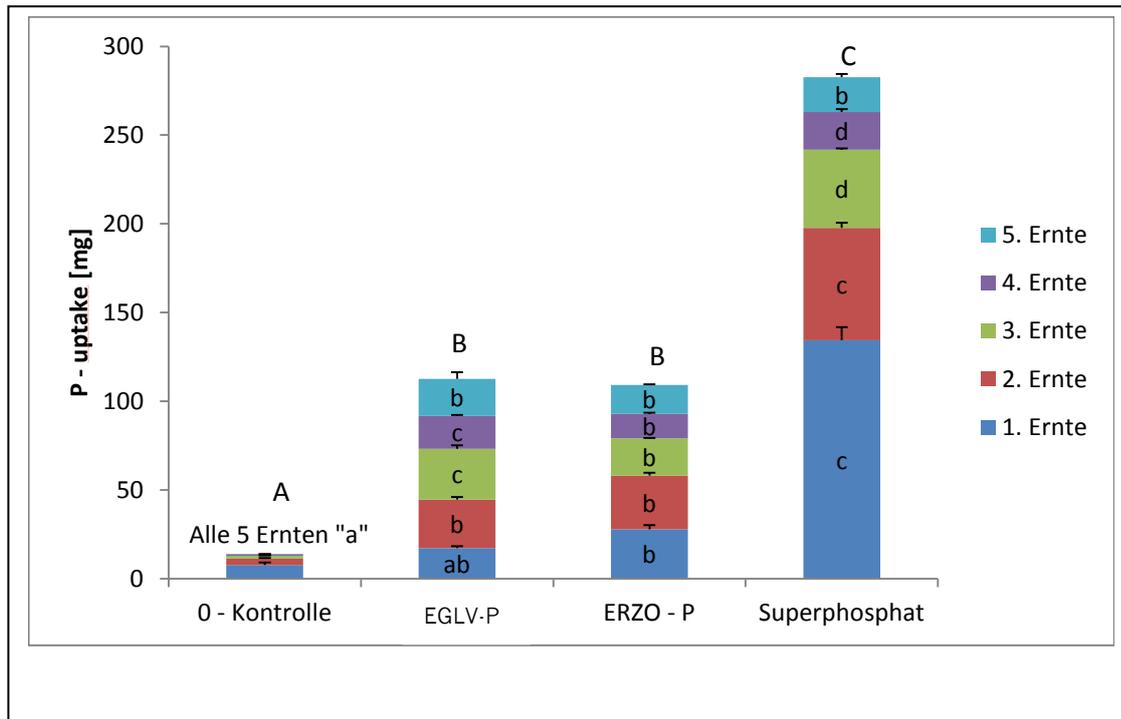
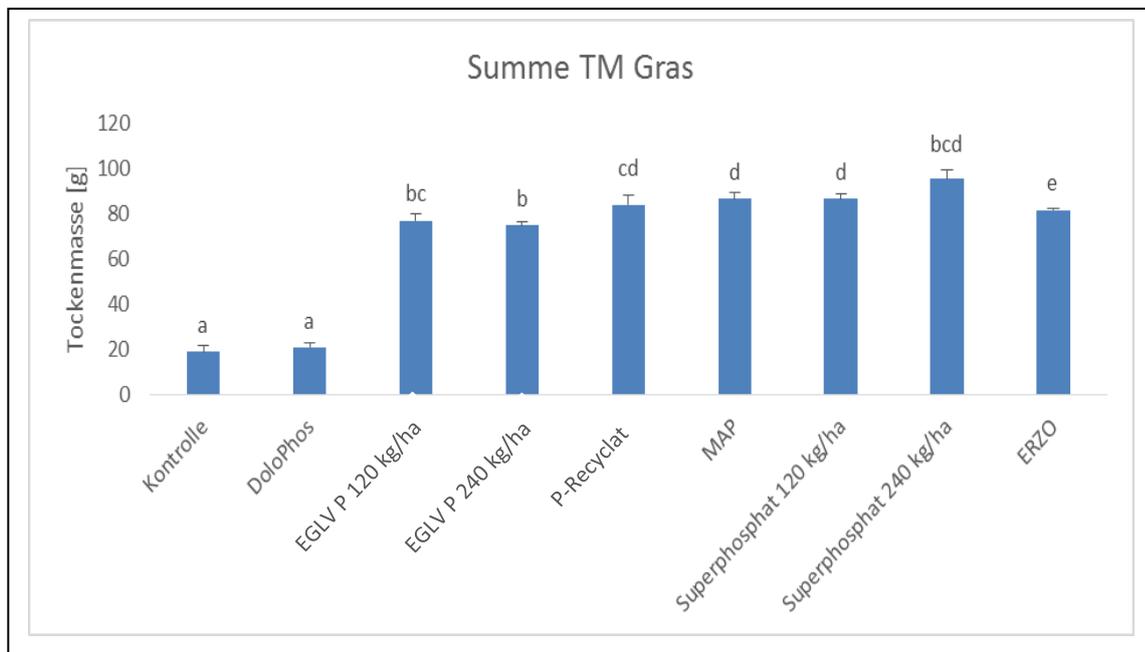


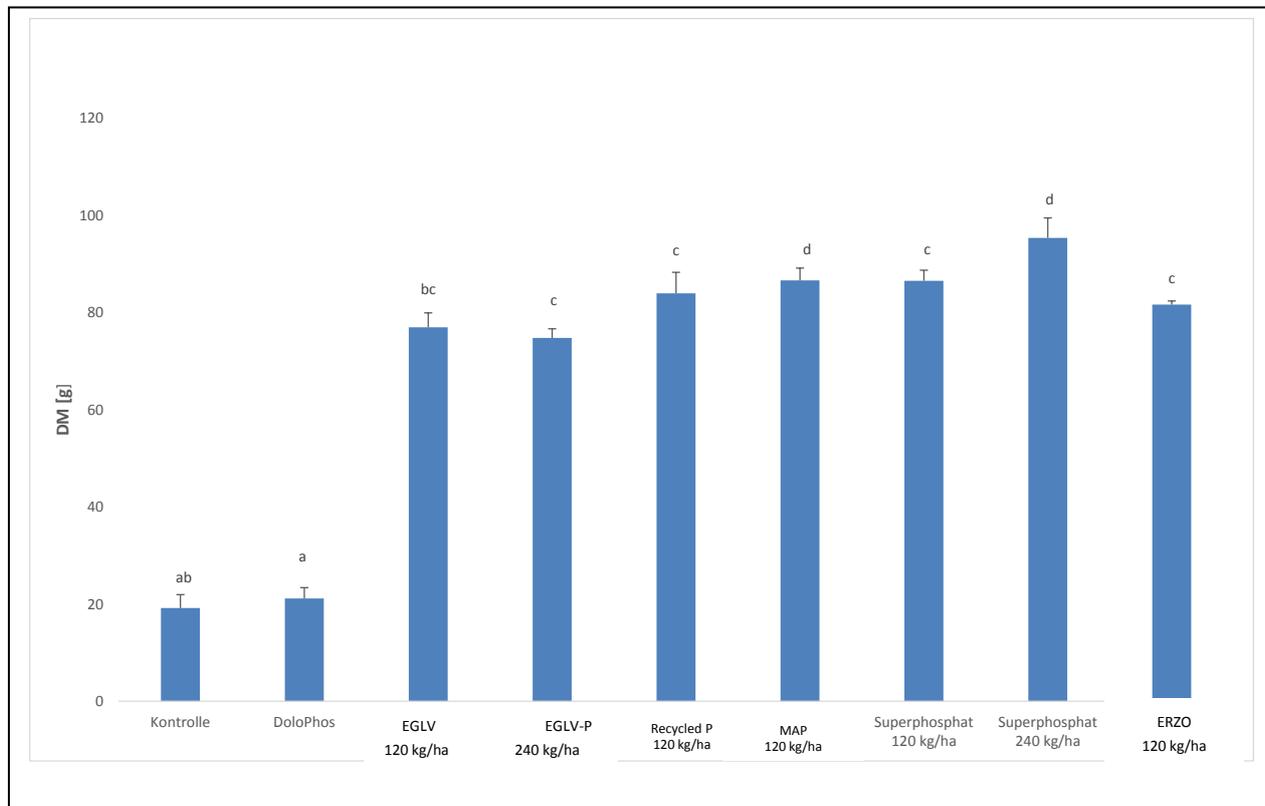
Abb. 3: P-Wirkung verschiedener P-Formen auf den gesamten Trockenmasse Ertrag von Lolium perenne bei zwei verschiedenen Aufwandmengen (ERZO – P nur 120 kg P/ha)



In einem ergänzenden Versuch wurden noch z.T. zwei verschiedene Aufwandmengen getestet (je nach Verfügbarkeit der Produkte). Insgesamt zeigte sich eine gute P-Düngewirkung der P-Recyclate, wobei (wie in unserem Falle) überhöhte P-Gaben (entsprechend 240 kg P/ha) bereits eindeutig als zu hoch angesehen werden müssen. Durch die unterschiedlichen Herstellungsverfahren ergeben sich Ertragsunterschiede in unserem (besonders streng

selektierenden) Gefäßversuch um weniger als 20%, während Rohphosphat keine P-Düngewirkung aufzeigte. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch mit Luzerne erhalten (Abb. 4).

Abb. 4: P-Wirkung verschiedener P-Formen auf den gesamten Trockenmasse Ertrag von Luzerne (*Medicago sativa*) bei zwei verschiedenen Aufwandmengen; Legende z. Statistik s. Abb. 1)



Die Extraktion mittels CAL nach dem 5. Schnitt von Weidelgras zeigte, dass am Versuchsende sowohl die hohe Aufwandmenge an Superphosphat wie auch von EGLV-P noch eine erhebliche Menge an pflanzenverfügbarem Phosphat aufwies, während die Werte der niedrigeren Dosierungen bereits im Bereich der Kontrolle und damit der Versorgungsstufe A lagen.

In einem ergänzenden Versuch mit Zudosierung von KCl wurde festgestellt, dass – vermutlich durch die Bildung von glasartigen Schmelzen bei bereits niedrigerer Temperatur – zwar noch P pflanzenverfügbar war, jedoch geringer als bei Dosierung anderer (Erdalkali-) Chloride (Daten hier nicht dargestellt).

Abb. 5: CAL-lösliches P nach dem 5. Schnitt von Weidelgras im Versuchssubstrat (ERZO – P nur 120 kg P/ha)

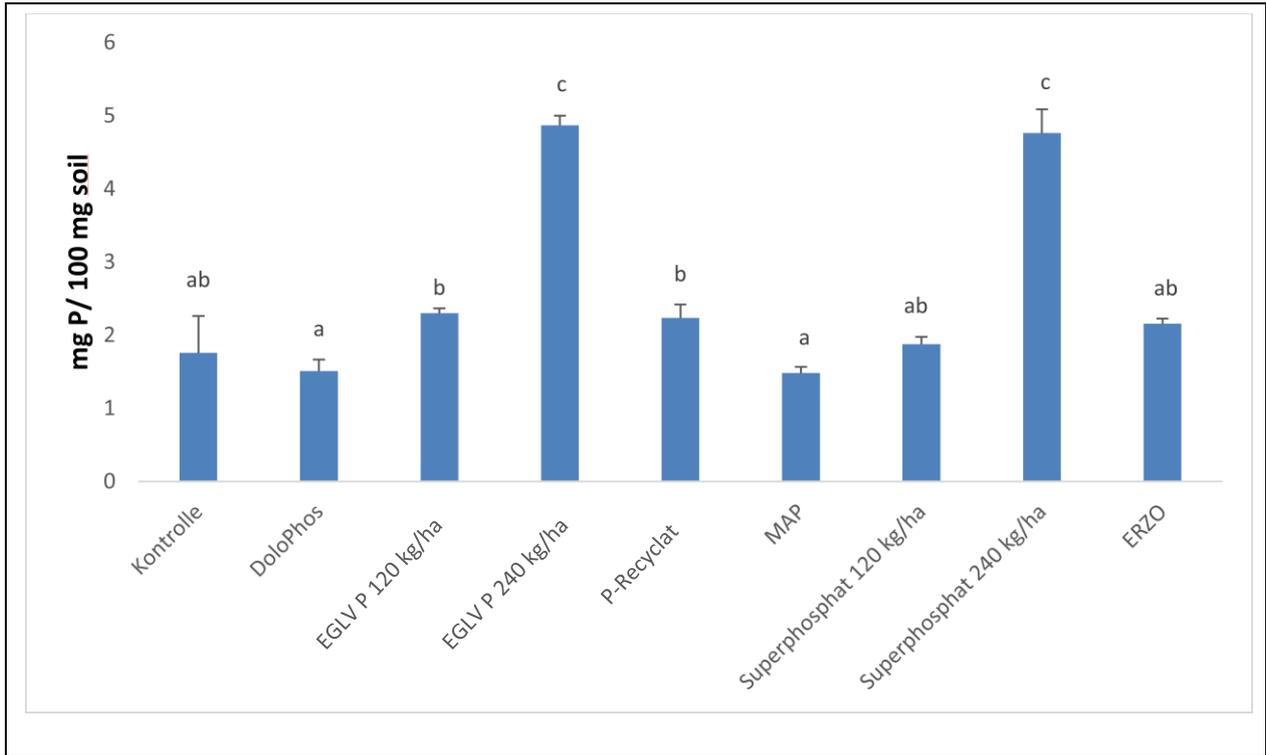
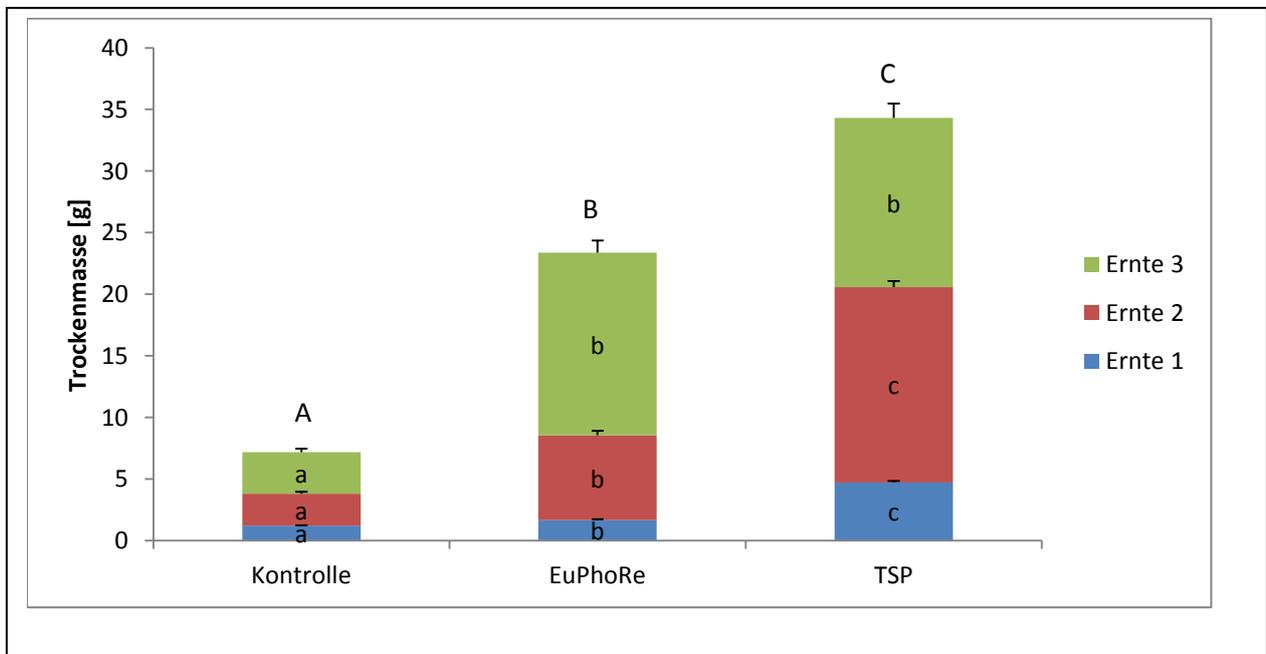


Abb.6: Versuch zur P-Verfügbarkeit von EuPhoRe-Phosphat für *L. perenne* (2017) im Vergleich zur Nullkontrolle und Triplesuperphosphat



Die Ergebnisse zur Pflanzenverfügbarkeit ließen sich in mehreren unabhängig voneinander durchgeführten Versuchen zeigen (s. Abb. 6).

Abb. 7: Versuch zur P-Verfügbarkeit von EuPhoRe-Phosphat für Raps (2017) im Vergleich zur Nullkontrolle und Triplesuperphosphat. Hier: Wirkung auf die Trockensubstanzbildung [g TM/Gefäß]; Säulen mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant voneinander unterschieden mit  $p = 5\%$  (nach Duncan-Test)

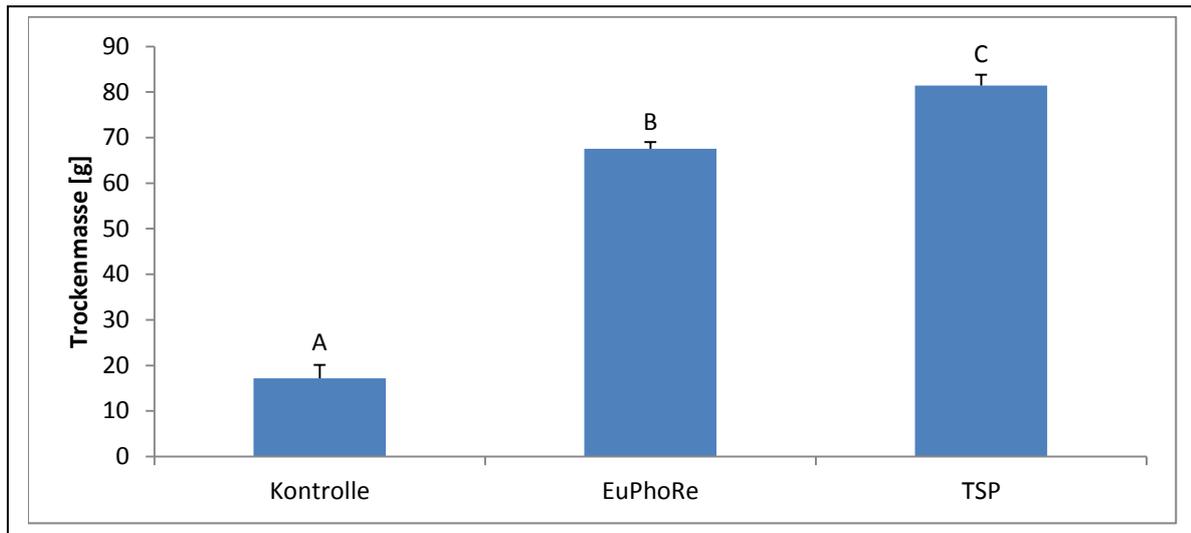
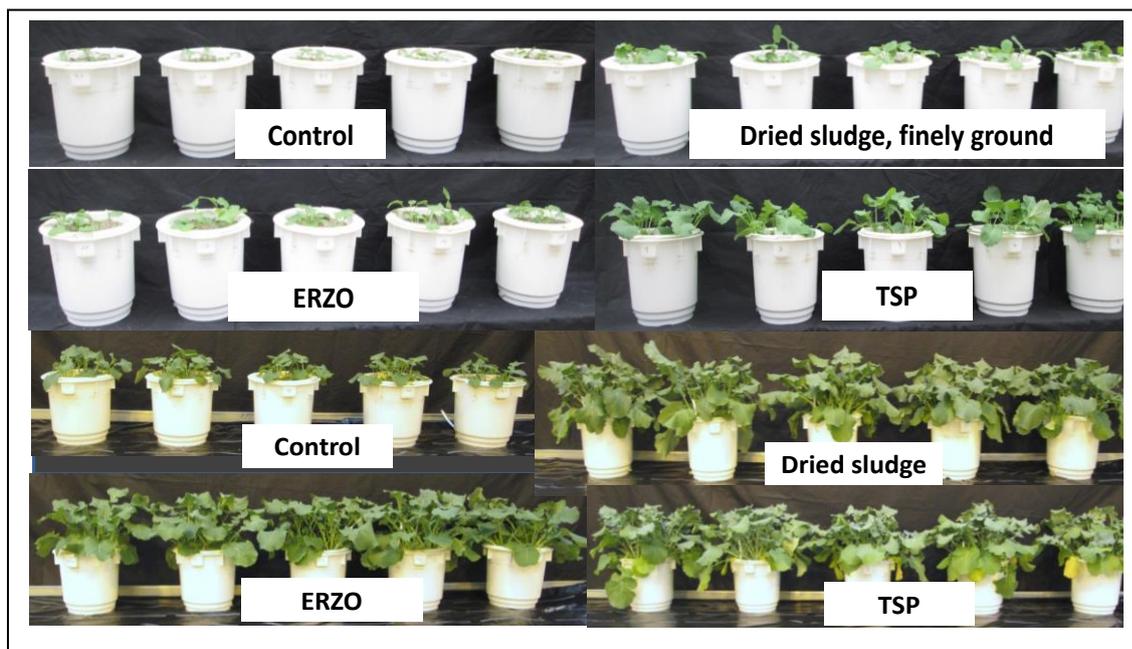


Abb. 8: Abbildungen zur Entwicklung der Rapspflanzen im Düngungsversuch mit verschiedenen P-Formen: ERZO-P im Vergleich zu getrocknetem Ausgangsschlamm, Triplesuperphosphat (TSP) und Nullkontrolle (Bilder sind nicht exakt skaliert!)



Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich die Phosphate aus einem zweistufigen thermischen Verfahren nach der EuPhoRe Technologie ähnlich verhalten wie das früher erhältliche thermisch teilaufgeschlossene Rhenaniaphosphat. Es ist zudem davon auszugehen, dass die Verfügbarkeit für Nutzpflanzen auf schwachsauren Böden (im Gegensatz zu unserem schwachbasischen Testsubstrat) noch höher ist. Es zeigt sich auch, dass mit einer Langzeit-P-Wirkung zu rechnen ist. Durch geeignete Nachbereitung lassen sich Mehrnährstoffdüngemittel herstellen mit Anteilen an Spurenelementen. Diese Wirkung konnte in den vorliegenden Versuchen nicht geprüft werden.