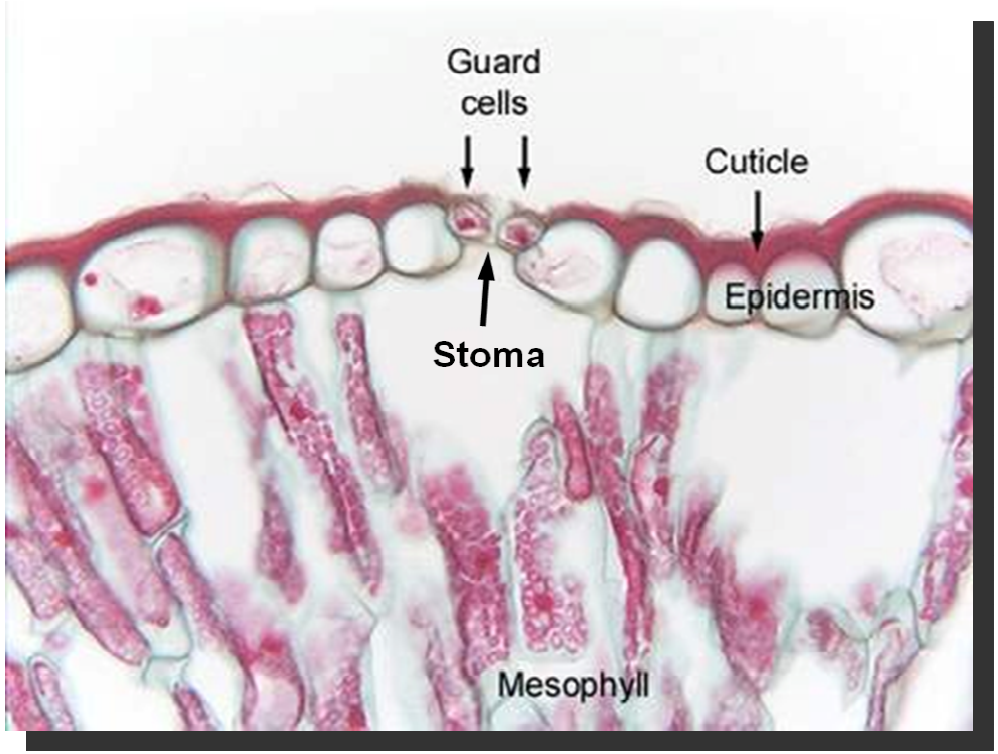
Untersuchungen zur Aufnahme von Blattdüngern aus Suspensionen

PD Dr. Tom Eichert

INRES Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz
Pflanzenernährung
Universität Bonn

Aufnahmewege für Blattdünger

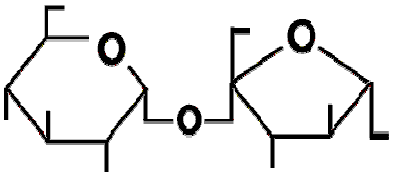


- **Cuticula:** “wässrige Poren” mit Durch-messern von **1-5 nm**

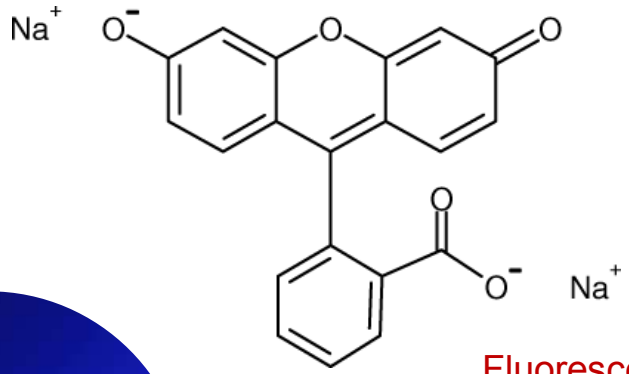
- **Stomata:** manche sind durchlässig für Blatt-dünger,
  möglich für Stoffe
  bis ca. 40 nm

universitätbonn INRES

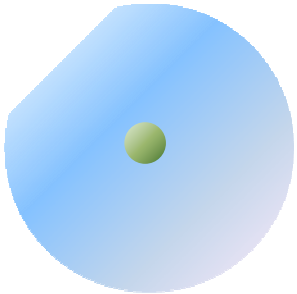
Größenordnung von Ionen und Molekülen: 1 nm



Saccharose



Fluorescein

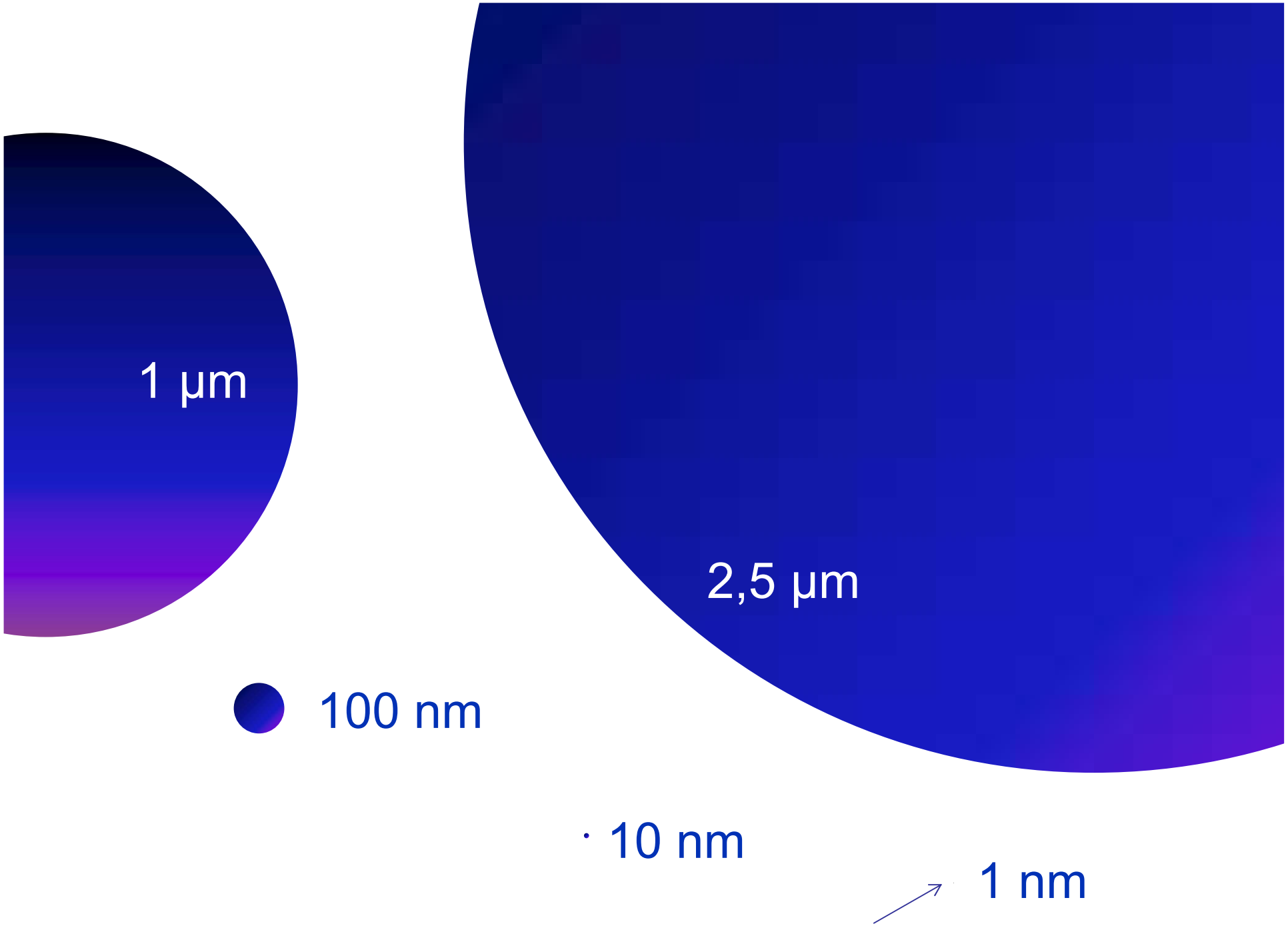


Natrium-Atom

Na^+ (ohne Hydrathülle)

Na^+ (mit Hydrathülle)

universitätbonn INRES


1 µm
2,5 µm
100 nm
10 nm
1 nm

Gelöste Nährstoffe vs. Partikel

Parameter	Gelöster Dünger	Partikulärer Dünger
Löslich in Wasser?	ja	nein
Durchmesser?	<1 nm	>10000 nm
Aufnahme durch Cuticula?	ja	nein
Aufnahme durch Stomata?	ja	nein

Wie können als unlösliche Partikel vorliegende Blattdünger überhaupt aufgenommen werden?

Fragestellung untersucht mit zwei Lebosol-Produkten:

- **Lebosol®-Mangan^{500} :**
  Mangancarbonat und Manganoxid
  MnO / $MnCO_3$
- **Lebosol®-Kupfer^{350}:**
  Kupferoxychlorid
  $CuCl_2$ $3Cu(OH)_2$

universitätbonn INRES

Partikel sind praktisch unlöslich in Wasser, aber recht gut in Säure:

- $MnO + 2\ H^+ \rightarrow Mn^{2+} + H_2O$
- $MnCO_3 + 2\ H^+ \rightarrow Mn^{2+} + H_2CO_3$

- $CuCl_2\ 3Cu(OH)_2 + 6\ H^+ \rightarrow 4\ Cu^{2+} + 2\ Cl^- + 3\ H_2O$

universitätbonn INRES

Hypothese:

Auf der Blattoberfläche gehen die Partikel bei Säureangriff nach und nach in Lösung und werden damit in eine aufnehmbare Form überführt.

Verfeinerung der Hypothese:

Der Säureangriff erfolgt durch

- **CO_2,** das beim Lösen in Wasser(filmen) auf der Blattoberfläche Kohlensäure bildet (H_2CO_3)
- **Sauer wirkende Stoffe** auf der Blattoberfläche (aus der Deposition von Substanzen aus der Atmosphäre),
  z.B. Ammoniumsulfat
  Ammoniumhydrogensulfat
  „Saurer Regen“

Weitere Vorüberlegungen:

Die Partikel sind zwar sehr schlecht in Wasser löslich, aber **nicht absolut unlöslich**

Die **Ionenfreisetzung** auf der Oberfläche wird daher **begünstigt** durch:

- Aufnahme der gelösten Ionen ins Blatt
  (→ Störung des Gleichgewichts, neue Ionen lösen sich)
- die große spezifische Oberfläche der Partikel

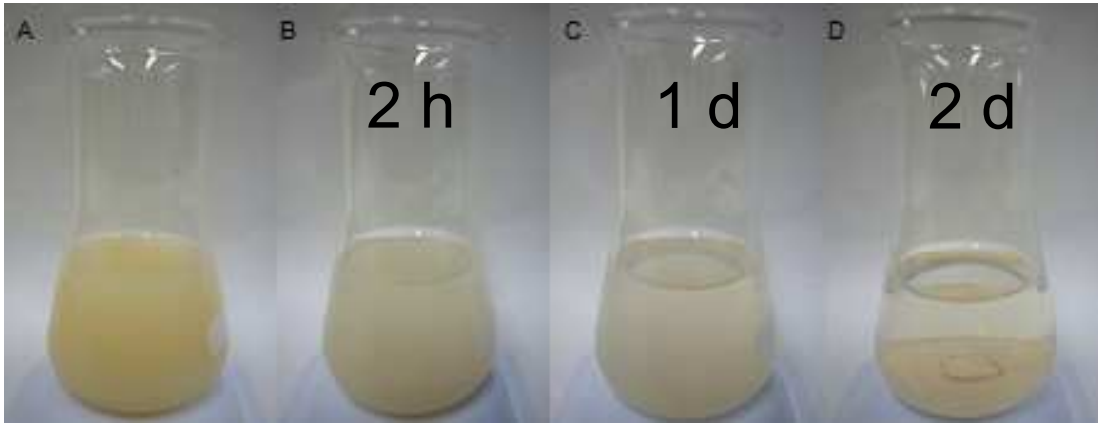
1. Versuchsreihe:

Einfluss von CO_2 und saurer Deposition auf das Lösungsverhalten von Cu aus Lebosol-Kupfer 350

- 0,2%ige Verdünnungen
- 10 µl Tropfen auf Plastikoberflächen (PS)
- CO_2-Versuch: Tropfen in Atmosphäre mit wenig, normal oder viel CO_2
- Säureversuch: Oberfächen zuvor mit verdünnter HNO_3 besprüht
- Probenahme nach unterschiedlicher Zeitdauer (bis 7 d), Cu-Bestimmung nach Zentrifugation

1. Versuchsreihe:

Beobachtungen

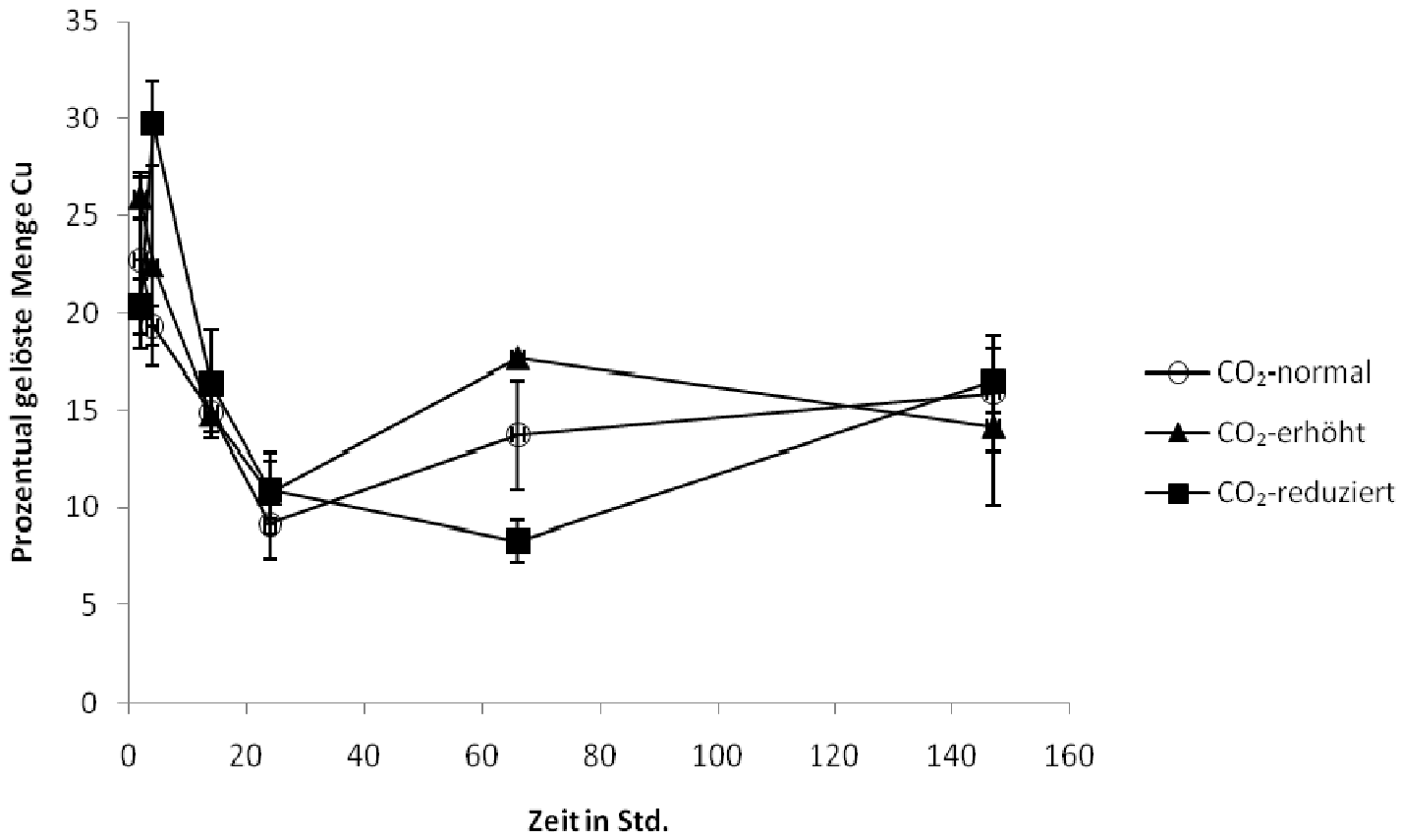


- Suspension schwer zu handhaben
- Können nicht genau pipettiert werden
- Sowohl die konzentrierten Suspensionen als auch die Verdünnungen sedimentieren rasch

universitätbonn INRES

1. Versuchsreihe:

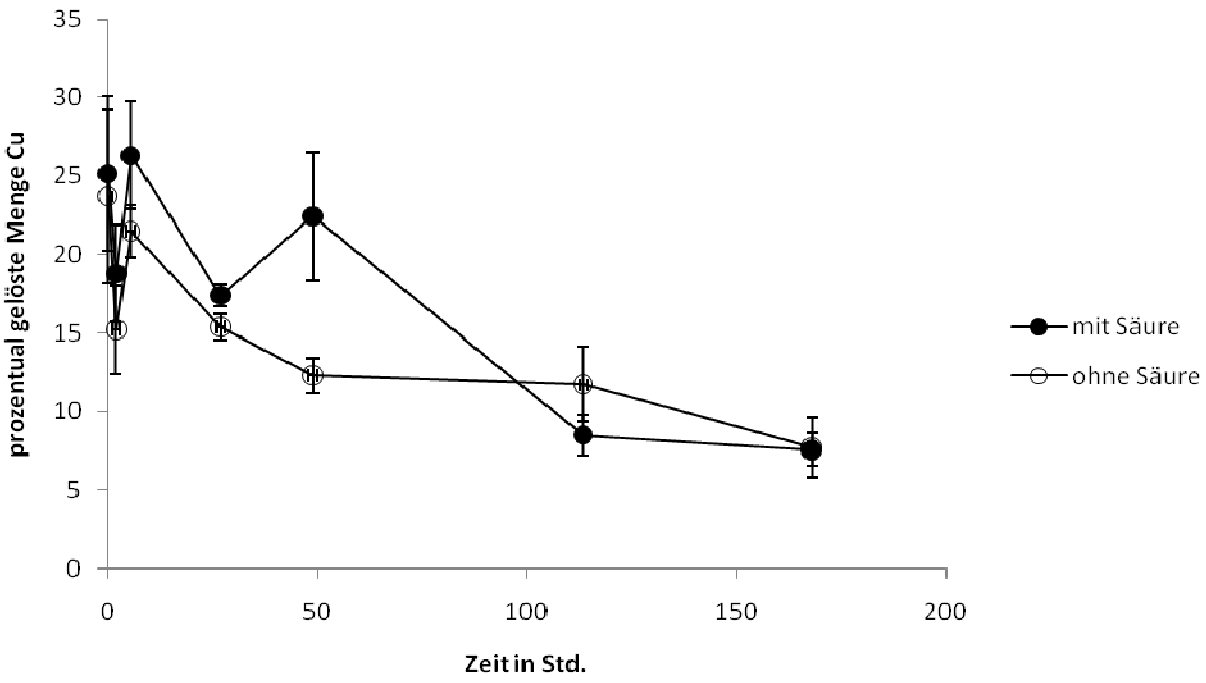
CO_2-Effekt



universitätbonn INRES

1. Versuchsreihe:

Säure-Effekt



universitätbonn INRES

1. Versuchsreihe:

CO_2-Effekt

- Kein Anstieg des Anteils der gelösten Cu-Ionen mit der Zeit, sondern Abnahme!

Austrocknung?!

- CO_2- oder Säure-Effekt nicht nachweisbar
- Sehr hohe Anfangskonzentration der “gelösten” Ionen

wg. Zentrifugation?!

2. Versuchsreihe:

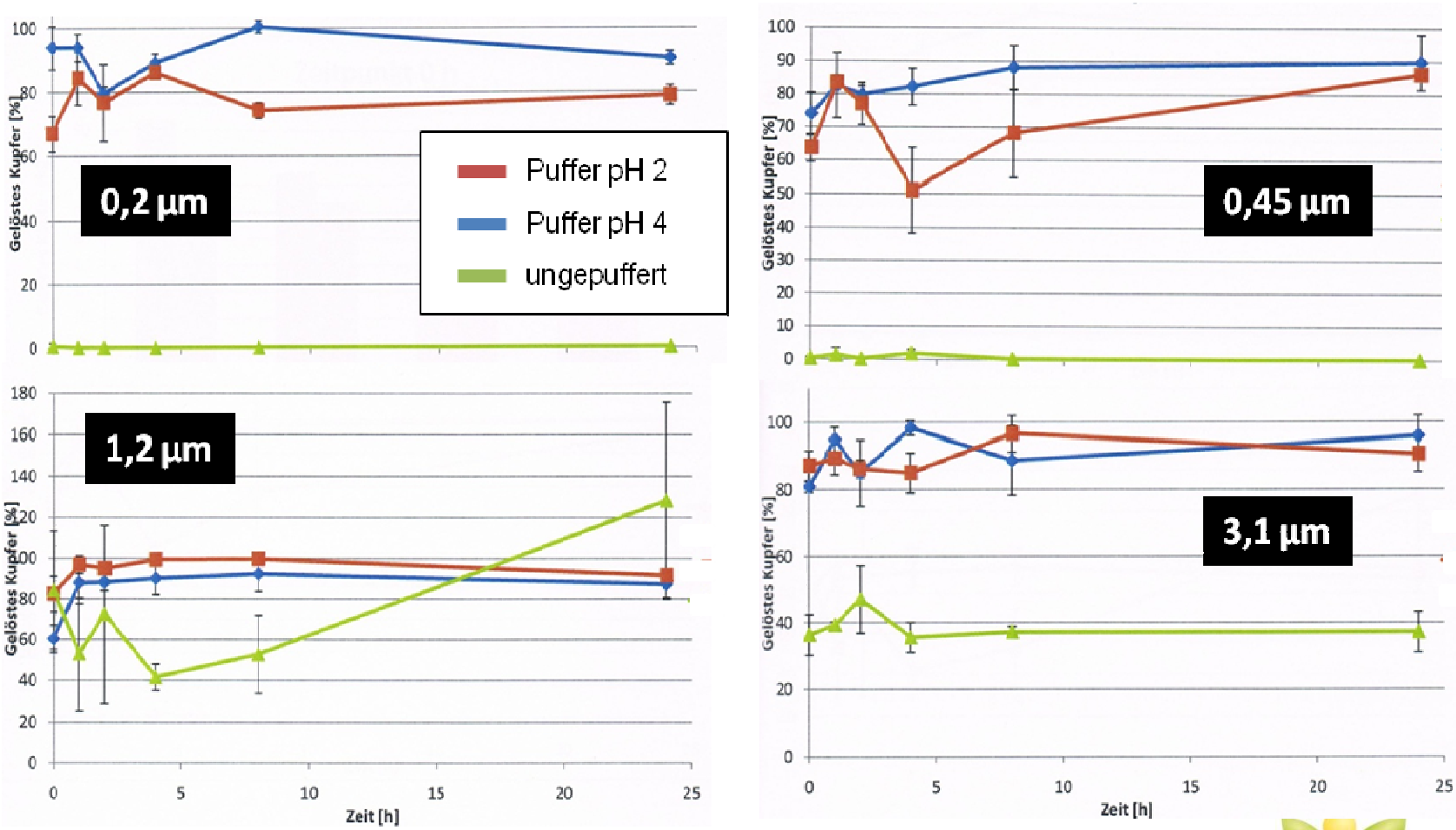
Einfluss des pH-Werts auf das Lösungsverhalten von Cu aus Lebosol-Kupfer 350

- 200 ml 1%ige Verdünnung
- in destilliertem Wasser (ungepuffert)
  Citrat-HCl-Puffer bei pH 4
  Citrat-HCl-Puffer bei pH 2
- nach 0, 1, 2, 4, 8 und 24 Stunden Teilproben entnommen
- durch Spritzenfilter mit Porendurchmessern von 0,2; 0,45; 1,2 und 3.1 µm filtriert, Filtrat analysiert

2. Versuchsreihe:

Ergebnisse

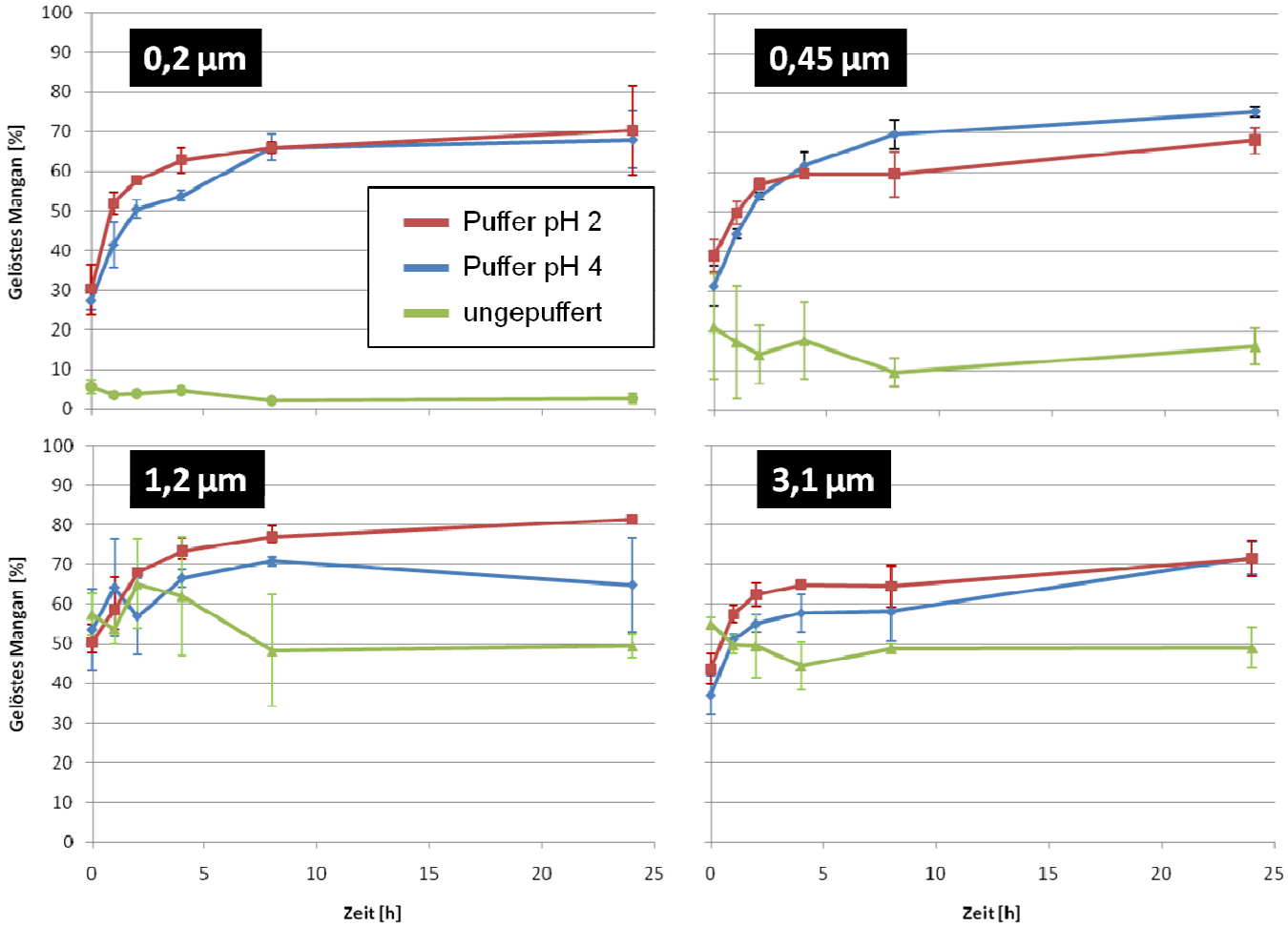
„gelöstes“ Kupfer (%)



universitätbonn INRES

2. Versuchsreihe:

Ergebnisse: Mangan



universitätbonn INRES

2. Versuchsreihe:

Ergebnisse

- Bei Filtration (1%ig): <0,5% Cu <0,2 µm

- Säureeinwirkung (pH 2 oder 4):
  praktisch sofort 70-90% <0,2 µm

- Hypothese bestätigt, dass es unter Säureeinwirkung zur Freisetzung von Cu aus den Partikeln kommt

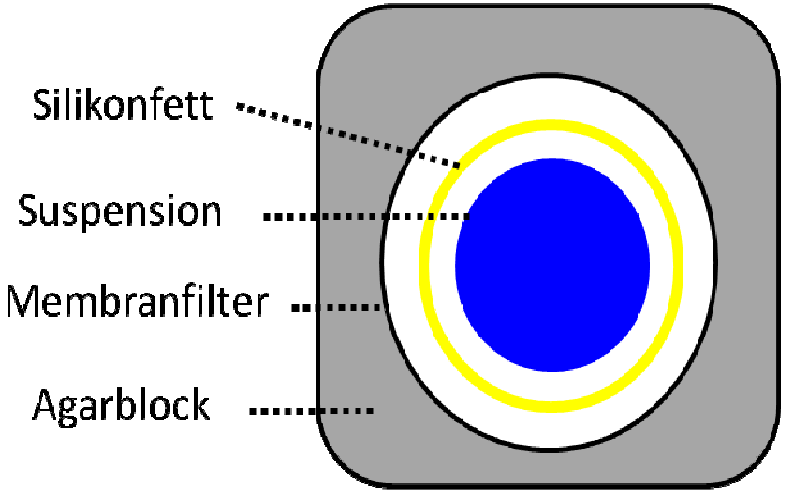
3. Versuchsreihe:

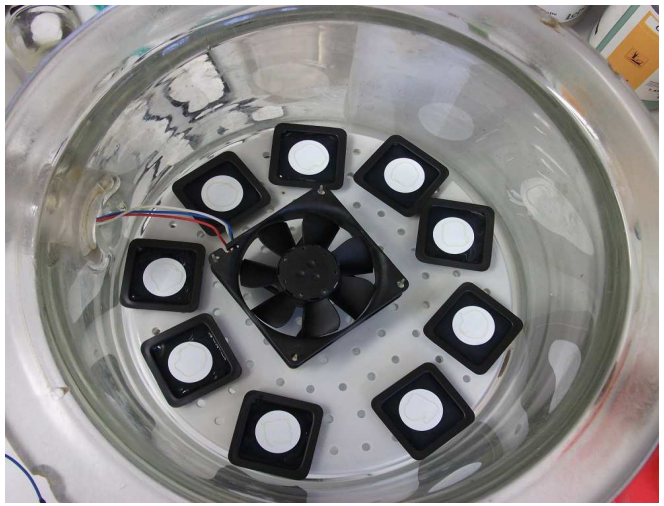
Freisetzung von Cu aus Partikeln auf Oberflächen untersucht mit neuem Modellsystem

- Probleme in V1:
  1. Austrocknen der Tropfen
  2. Kein Abtransport der gelösten Ionen
- Daher: Modellsystem mit Agar und Membranfilter (0,1 – 0,45 µm Poren)

3. Versuchsreihe:

Das Modellsystem

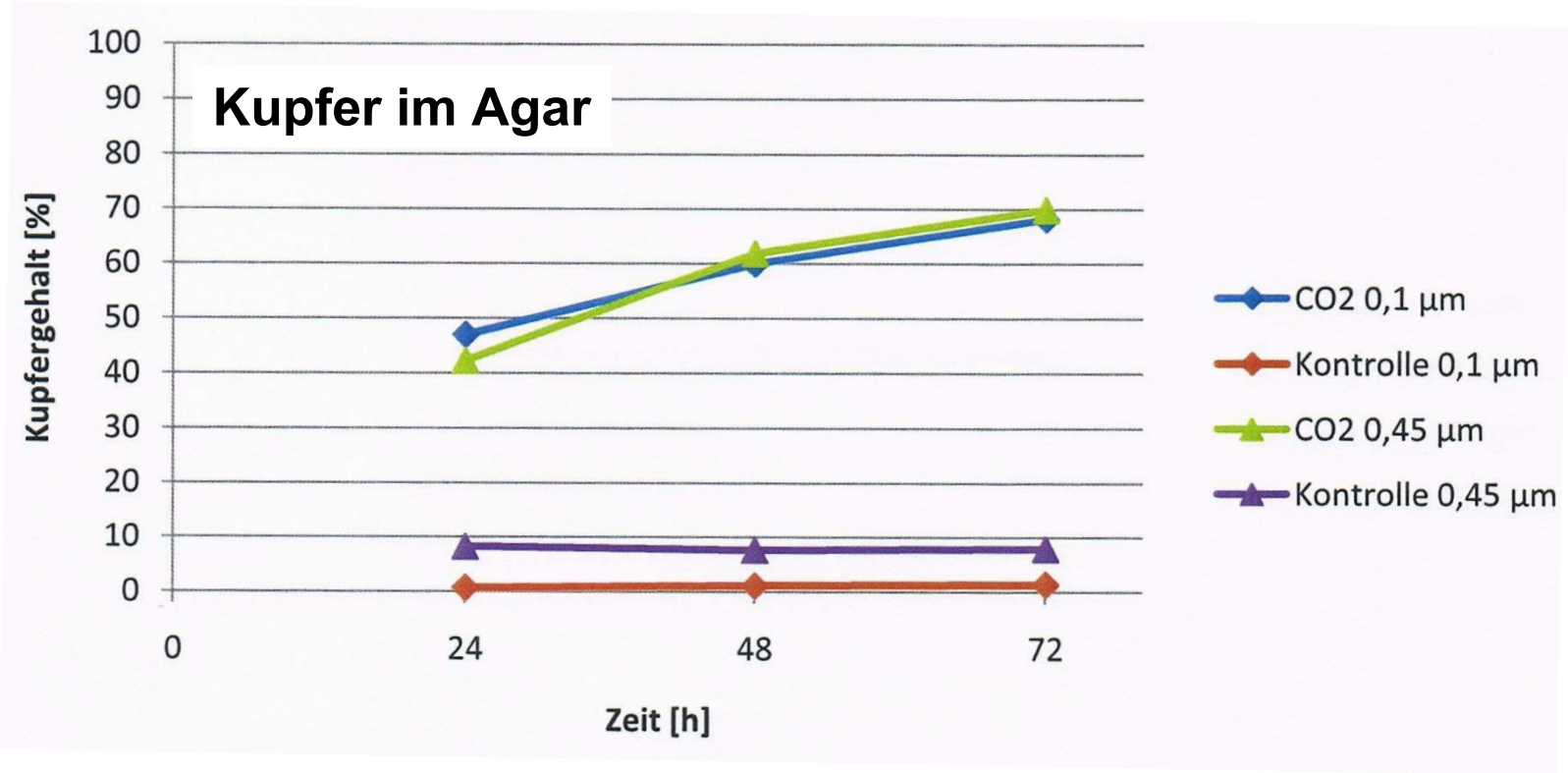




universitätbonn INRES

3. Versuchsreihe:

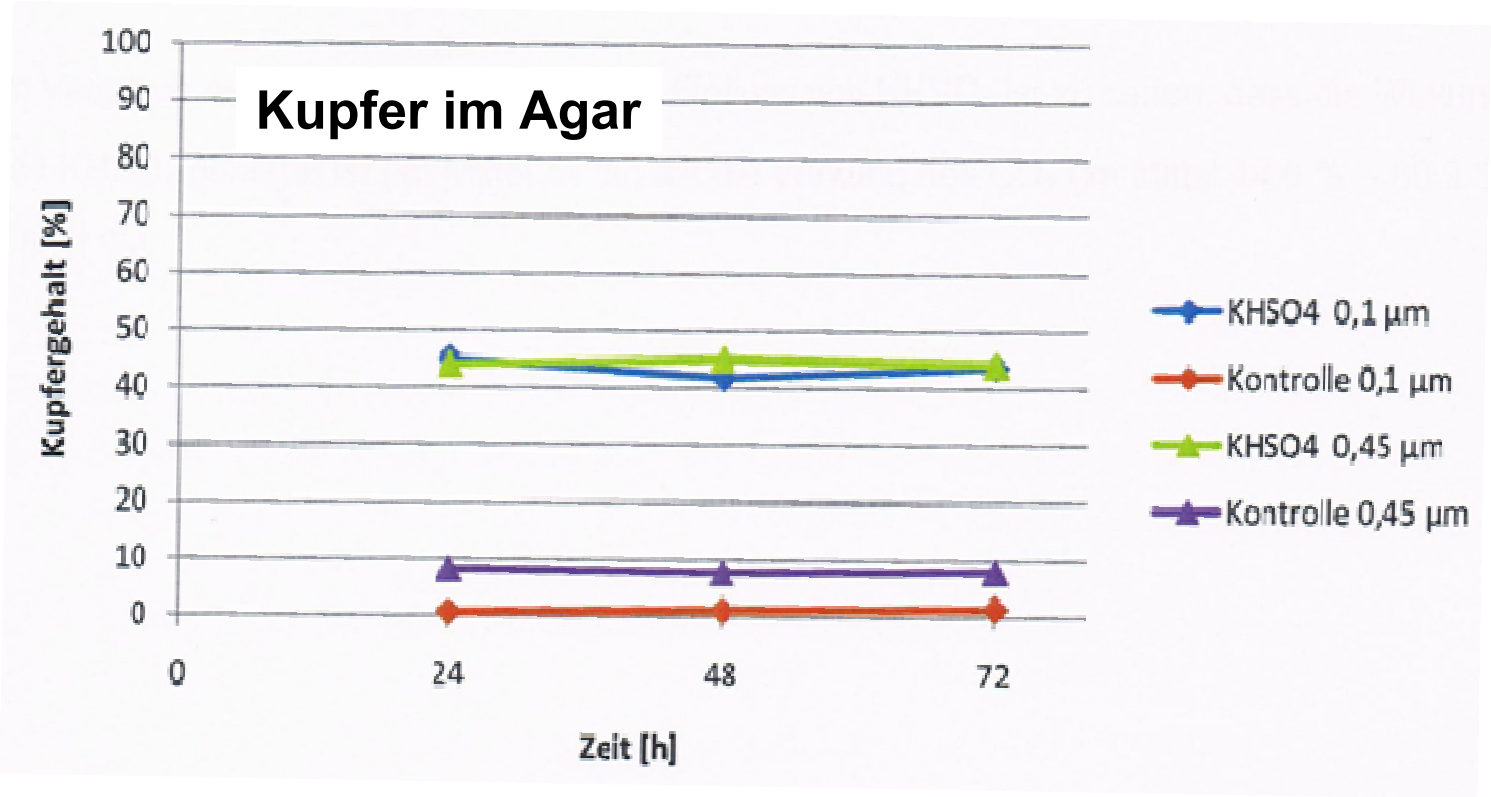
Ergebnisse: CO_2-Effekt



universitätbonn INRES

3. Versuchsreihe:

Ergebnisse: Säureeffekt



universitätbonn INRES

3. Versuchsreihe:

Ergebnisse

- Das Blattmodell ermöglicht Simulation von Umwelteffekten auf die Auflösung der Partikel
- Auflösung der Partikel durch Kohlensäure oder sauer wirkende Salze
- Dadurch Aufnahme der Dünger ins Blatt möglich
- Aber: verwendeten Konzentrationen zur Säureinduktion, insbesondere CO_2-Konzentrationen unrealistisch hoch!

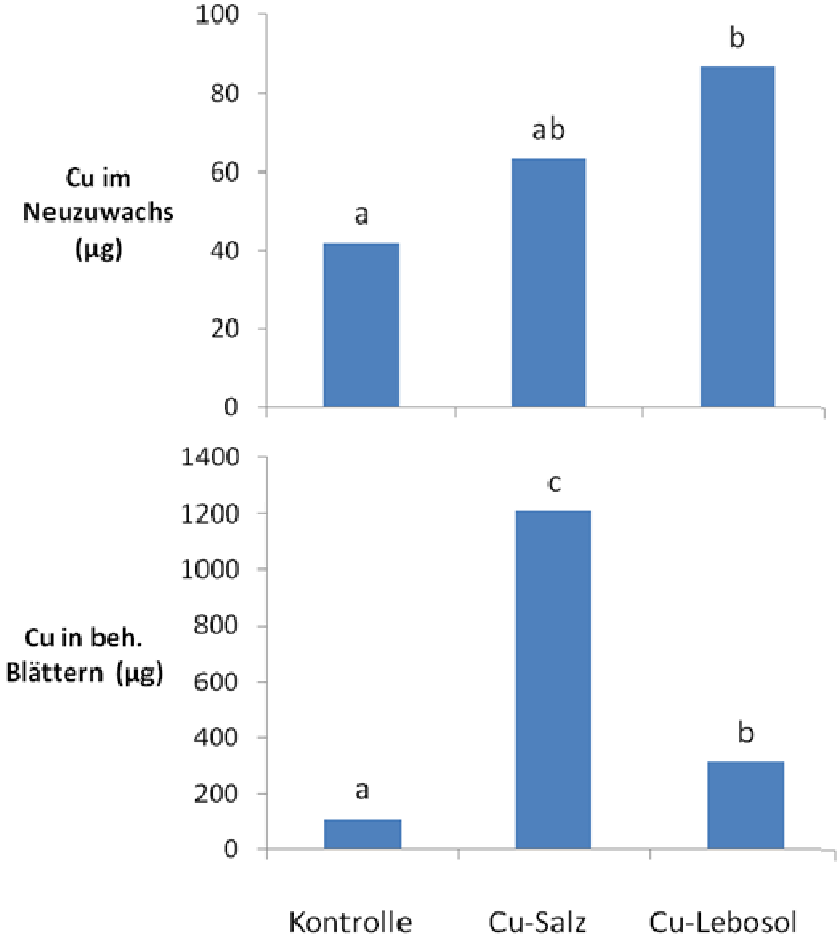
4. Versuchsreihe:

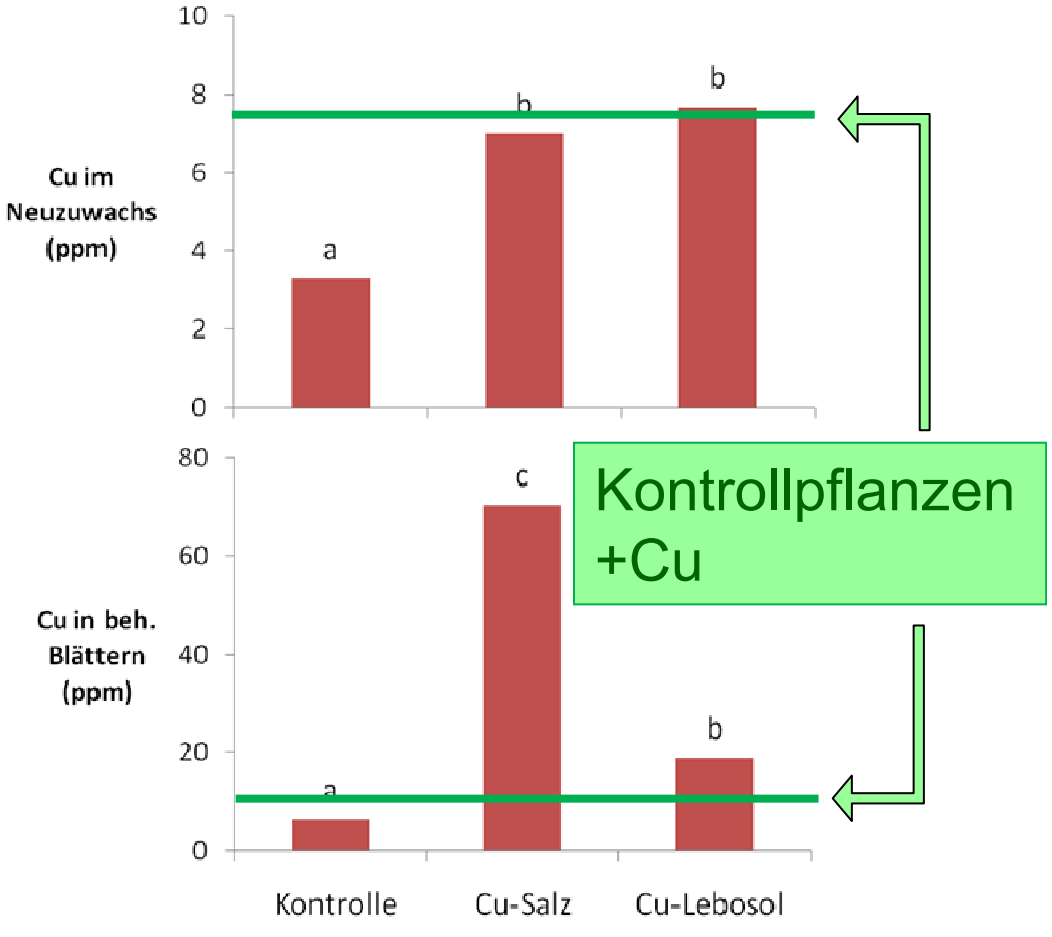
Gewächshausversuch zum Vergleich der Cu-Suspension mit Cu-Salz

- Pflanzenart: Mais
- Lebosol-Variante: 0,2%ig, 5 ml pro Pflanze
  Salz-Variante: $CuCl_2$, gleiche Konz. und Volumen
- Ernte nach 7 d

4. Versuchsreihe:

Ergebnisse:





universitätbonn INRES

4. Versuchsreihe:

Ergebnisse

- $CuCl_2$ und Cu-Partikel wirken
- Aufnahme immens hoher Cu-Mengen aus $CuCl_2$
- Im Neuzuwachs etwas bessere Wirkung von Lebosol-Kupfer

Fazit

- Die Suspensionen wirken im Gewächshausversuch genauso gut wie Salze.
- Im Labor konnte die Hypothese bestätigt werden, dass Säuren zu einer Freisetzung von Ionen führen
- Die Versuche mit den „künstlichen“ Blättern bieten eine Erklärung für die Wirkung der Produkte bei der Blattdüngung.

Dank an:

- Sebastian Fellmann
- Julia Hebbinghaus
- Heiko Kaufmann
- Christoph Lenter
- Hubertus Reifferscheidt
- Heike Thiermann

universitätbonn INRES