



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum  
Ländlicher Raum  
Rheinland-Pfalz

# Kupferaufnahme durch Begrünungspflanzen im Weinbau




Europäische Tagung zu Kupfer als Pflanzenschutzmittel  
Berlin 17.-18.11.2016

Dr. Bernd Altmayer, DLR Rheinland-Pfalz, Institut für Phytomedizin, 67435 Neustadt  
Florian Haas, DSG Weinbau & Oenologie, 67435 Neustadt

# Hintergründe:



- Literatur + eigene Untersuchungen: einige Pflanzen können Kupfer in relevanten Mengen auch in den Spross aufnehmen
- Phytoextraktion: Aufnahme von Cu durch Pflanzen, Entfernen der Pflanzen > Kupferentzug
- Beispiel *Hirschfeldia incana*: bis 355 mg/kg TM (Literatur) bzw. 275 mg/kg TM (eigene Messung), rechnerischer Entzug: 2,5 kg Cu/ha
- Der Haken: Kupfer muss bioverfügbar sein, der überwiegende Anteil des Kupfers in Böden ist jedoch in verschiedener Weise gebunden und nicht bioverfügbar
-  Idee: Frisch appliziertes Kupfer ist noch bioverfügbar und könnte durch Pflanzen aufgenommen werden > Entzug???



# Fragestellungen:

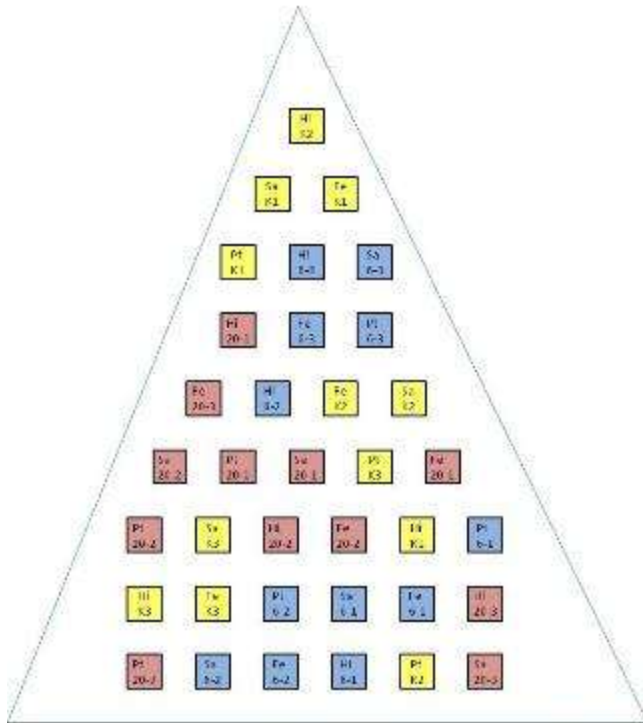


- Nehmen Begrünungspflanzen frisch appliziertes Kupfer auf, das nicht an die Zielfläche angelagert wurde?
- Wenn ja, kann durch ein Entfernen der Pflanzen die Anreicherung von Kupfer im Boden nennenswert reduziert werden?
- Wie hoch ist der rechnerische Anstieg der Kupfermenge im Boden pro Saison?

Auszug aus der Bachelorarbeit von Florian Haas „Aufnahme nicht an der Zielfläche angelagerten Kupfers durch Begrünungspflanzen in Weinbergen“, HS Ludwigshafen, Weincampus Neustadt, Dualer Studiengang B.Sc. Weinbau & Oenologie

# Versuch „Krautgarten“

## Versuchsfläche



Versuchsplan Krautgarten



Zufallsverteilte Anlage von 36 Quadraten à 1 m<sup>2</sup> auf der Versuchsfläche

# Versuch „Krautgarten“

## Versuchsanlage/Varianten



### Bepflanzung:

- *Hirschfeldia incana* (Grausenf, 30 Pflanzen/m<sup>2</sup>)
- *Sinapis alba* (Gelbsenf, Aussaat 5 g/m<sup>2</sup>)
- *Fagopyrum esculentum* (Buchweizen, Aussaat 7 g/m<sup>2</sup>)
- *Phacelia tanacetifolia*, (Phacelie, Aussaat 4 g/m<sup>2</sup>)

### Kupfergehalt Boden (Oberboden bis 20 cm):

- Gesamtkupfer: 31 mg/kg TM)
- Bioverfügbar: 0,23 mg/kg TM

### Kupferbehandlungen (nach realen Bedingungen):

- 6 mg/m<sup>2</sup> (300 g Cu/ha, bei 80% Anlagerung an die Zielfläche)
- 20 mg/m<sup>2</sup> (400 g Cu/ha, bei 50% Anlagerung an die Zielfläche)
- 0 mg/m<sup>2</sup> (Kontrolle)

### Applikation:

- 12 x Cuprozin progress im Gießverfahren mit den jeweiligen Aufwandmengen
- Kontrolle: 12 mal Wasser
- jeweils 2 Wiederholungen

# Versuch „Krautgarten“

## Probenahme und Messungen



- Aussaat-Pflanztermin: 17.06.15 (Phacelia 13.07.15)
- Erntetermin der oberirdischen Pflanzenteile: 05.10.15
- Bestimmung der Trockenmassen (TM)
- Zerkleinern, Entnahme von Mischproben, Mahlen, Mikrowellenaufschluss
- Bestimmung der Kupfergehalte in den Pflanzen (mg Cu Spross/kg TM), AAS
- Bestimmung Gesamtkupfer Boden (AAS)
- Bestimmung des bioverfügbaren Kupfers (Ammoniumnitrat-Extraktion, DIN ISO 19730:2009-07, AAS)

# Versuch „Krautgarten“

## Biomassen und Kupfergehalte



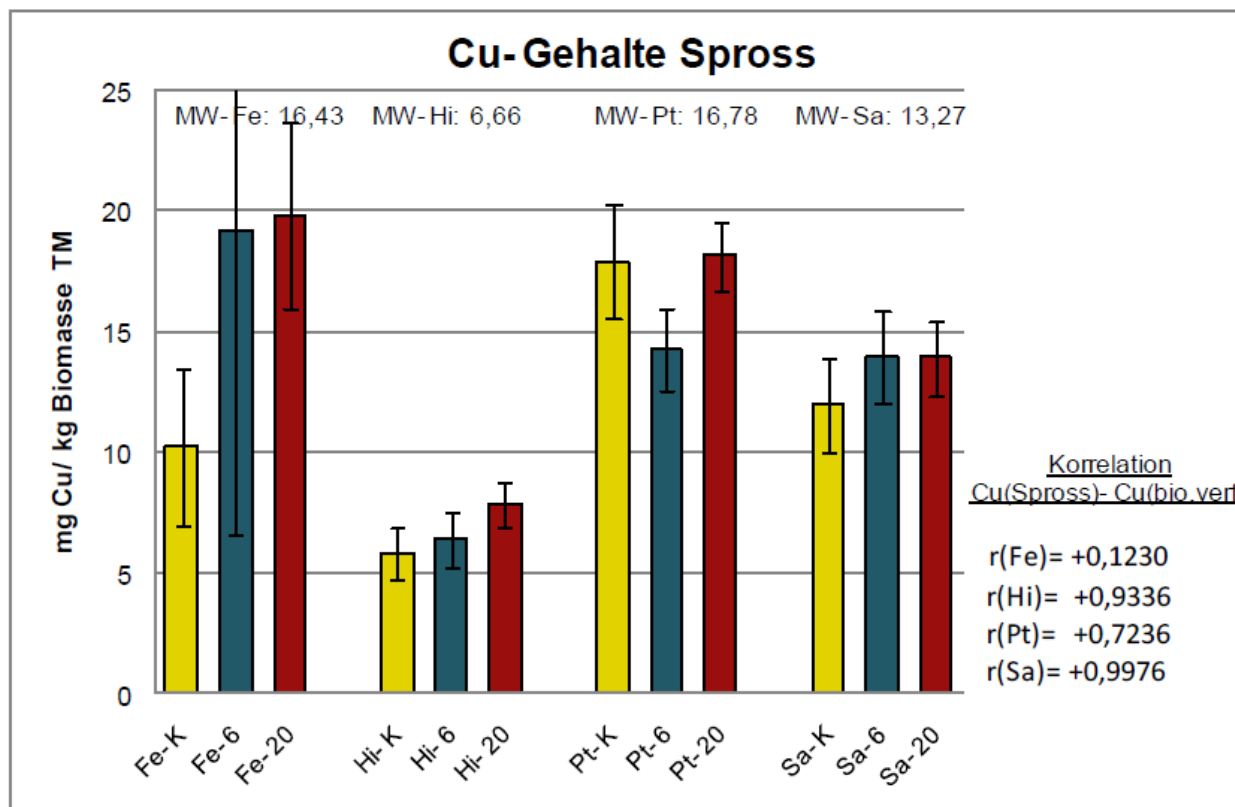
| Variante                      | Biomasse in g TM/m <sup>2</sup> * |                     |                      | Kupfergehalte Spross in mg/kg TM** |                     |                      |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|
|                               | Kontrolle                         | 6 mg/m <sup>2</sup> | 20 mg/m <sup>2</sup> | Kontrolle                          | 6 mg/m <sup>2</sup> | 20 mg/m <sup>2</sup> |
| <i>Fagopyrum esculentum</i>   | 398,4                             | 522,4               | 521,2                | 10,22                              | 19,24               | 19,84                |
| <i>Hirschfeldia incana</i>    | 858,0                             | 879,5               | 861,8                | <b>5,77</b>                        | <b>6,36</b>         | <b>7,84</b>          |
| <i>Phacelia tanacetifolia</i> | 1530,4                            | 1439,3              | 1284,0               | 17,93                              | 14,26               | 18,16                |
| <i>Sinapis alba</i>           | 431,9                             | 324,2               | 368,0                | 11,95                              | 13,95               | 13,92                |

\*) Mittelwerte aus 3 Ansätzen pro Variante

\*\*\*) Mittelwerte aus 3 Ansätzen pro Variante, 3 Mischproben je Ansatz und jeweils Doppelbestimmungen (= 18 Einzelwerte)

# Versuch „Krautgarten“

## Kupfergehalte Spross





# Versuch „Krautgarten“

## Rechnerische Kupferentzüge



|                               | Variante             | Appliz.<br>g Cu/ha | Entzug<br>g Cu/ha |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| <i>Fagopyrum esculentum</i>   | Kontrolle            | 0                  | 40,7              |
|                               | 6 mg/m <sup>2</sup>  | 720                | 100,5             |
|                               | 20 mg/m <sup>2</sup> | 2400               | 103,4             |
| <i>Hirschfeldia incana</i>    | Kontrolle            | 0                  | 49,5              |
|                               | 6 mg/m <sup>2</sup>  | 720                | 55,9              |
|                               | 20 mg/m <sup>2</sup> | 2400               | 67,6              |
| <i>Phacelia tanacetifolia</i> | Kontrolle            | 0                  | 274,5             |
|                               | 6 mg/m <sup>2</sup>  | 720                | 205,2             |
|                               | 20 mg/m <sup>2</sup> | 2400               | 233,2             |
| <i>Sinapis alba</i>           | Kontrolle            | 0                  | 51,6              |
|                               | 6 mg/m <sup>2</sup>  | 720                | 45,2              |
|                               | 20 mg/m <sup>2</sup> | 2400               | 51,2              |

# Versuch „Krautgarten“

## Rechnerische Kupferentzüge je ha



|                               | Variante             | Appliz.<br>g Cu/ha | Entzug<br>g Cu/ha | % der appl.<br>Menge | % der appl.<br>Menge, korrigiert* |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|
| <i>Fagopyrum esculentum</i>   | Kontrolle            | 0                  | 40,7              |                      |                                   |
|                               | 6 mg/m <sup>2</sup>  | 720                | 100,5             | 14,0                 | 8,3                               |
|                               | 20 mg/m <sup>2</sup> | 2400               | 103,4             | 4,3                  | 2,6                               |
| <i>Hirschfeldia incana</i>    | Kontrolle            | 0                  | 49,5              |                      |                                   |
|                               | 6 mg/m <sup>2</sup>  | 720                | 55,9              | 7,8                  | 0,9                               |
|                               | 20 mg/m <sup>2</sup> | 2400               | 67,6              | 2,8                  | 0,8                               |
| <i>Phacelia tanacetifolia</i> | Kontrolle            | 0                  | 274,5             |                      |                                   |
|                               | 6 mg/m <sup>2</sup>  | 720                | 205,2             | 28,5                 | - 9,6                             |
|                               | 20 mg/m <sup>2</sup> | 2400               | 233,2             | 9,7                  | - 1,7                             |
| <i>Sinapis alba</i>           | Kontrolle            | 0                  | 51,6              |                      |                                   |
|                               | 6 mg/m <sup>2</sup>  | 720                | 45,2              | 6,3                  | - 0,9                             |
|                               | 20 mg/m <sup>2</sup> | 2400               | 51,2              | 2,1                  | 0,0                               |

\*) Kupfergehalte der Kontrollpflanzen werden in Abzug gebracht

# Versuch „Krautgarten“

## Anstieg Kupfergehalt im Oberboden



Rechnerische Erhöhung des Gesamtkupfergehaltes im Oberboden (20 cm)\* je kg TM:

| Zugabe Cu mg/m <sup>2</sup> | entspricht g/ha | Anstieg Cu-Gesamt in mg/kg TM |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 72                          | 720             | 0,30                          |
| 240                         | 2.400           | 1,00                          |
| 300                         | 3.000           | 1,25                          |
| 600                         | 6.000           | 2,50                          |

\*) Gewicht 1 qm Oberboden und 20 cm Tiefe: ca. 240 kg TM

# Versuch „Krautgarten“

## Rechnerische Kupferentzüge je m<sup>2</sup>



| Kupferaufnahme durch Versuchspflanzen berechnet je Versuchsquadrat |             |                                   |                       |                       |   |  |                                      |                 |                   |
|--|-------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---|--|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
| 1 qm Oberboden, 20 cm, Gewicht TM in kg:                           |             | 240                               |                       |                       |   |  |                                      |                 |                   |
|  |             | Zugabe<br>Cu<br>mg/m <sup>2</sup> | Cu_Ges<br>mg/kg<br>TM | Cu_bio<br>mg/kg<br>TM | Cu_Ges.<br>mg/m <sup>2</sup><br>Oberboden | Cu_bio<br>mg/m <sup>2</sup><br>Oberboden | Aufnahme<br>in<br>Sprosssteile<br>mg | % von<br>Cu_bio | % von<br>Cu_appl. |
| <i>Fagopyrum<br/>esculentum</i>                                    | Kontrolle   | 0                                 | 30,5                  | 0,22                  | 7.320                                     | 52,8                                     | 3,8                                  | 6,7             |                   |
|  | Variante 6  | 72                                | 32,6                  | 0,19                  | 7.824                                     | 45,6                                     | 10,15                                | 18,2            | 14,1              |
|  | Variante 20 | 240                               | 32,5                  | 0,26                  | 7.800                                     | 62,4                                     | 10,29                                | 14,2            | 4,3               |
| <i>Hirschfeldia<br/>incana</i>                                     | Kontrolle   | 0                                 | 32,9                  | 0,23                  | 7.896                                     | 55,2                                     | 4,79                                 | 8,0             |                   |
|  | Variante 6  | 72                                | 32,6                  | 0,22                  | 7.824                                     | 52,8                                     | 5,53                                 | 9,5             | 7,7               |
|  | Variante 20 | 240                               | 36,8                  | 0,30                  | 8.832                                     | 72,0                                     | 6,78                                 | 8,6             | 2,8               |
| <i>Phacelia<br/>tanacetifolia</i>                                  | Kontrolle   | 0                                 | 31,0                  | 0,23                  | 7.440                                     | 55,2                                     | 27,73                                | 33,4            |                   |
|  | Variante 6  | 72                                | 29,5                  | 0,22                  | 7.080                                     | 52,8                                     | 20,68                                | 28,1            | 28,7              |
|  | Variante 20 | 240                               | 27,0                  | 0,25                  | 6.480                                     | 60,0                                     | 23,51                                | 28,2            | 9,8               |
| <i>Sinapis<br/>alba</i>  | Kontrolle   | 0                                 | 32,0                  | 0,25                  | 7.680                                     | 60,0                                     | 5,11                                 | 7,8             |                   |
|  | Variante 6  | 72                                | 31,6                  | 0,26                  | 7.584                                     | 62,4                                     | 3,66                                 | 5,5             | 5,1               |
|  | Variante 20 | 240                               | 28,8                  | 0,26                  | 6.912                                     | 62,4                                     | 5,09                                 | 7,5             | 2,1               |

# Versuch „Krautgarten“

## Auswertung/Aussagen



- Von allen Versuchspflanzen wird Kupfer in die Sprosssteile aufgenommen
- Wider Erwarten sind die aufgenommenen Kupfermengen bei *Hirschfeldia incana* am geringsten, zeigen aber eine klare Korrelation zur dotierten Kupfermenge.
- Die bei diesem Versuch erreichten Kupferentzüge liegen zwischen 41 und 275 g Cu/ha/a (zu) niedrig. Außer bei *H. incana* ist kein deutlicher Zusammenhang zur applizierten Kupfermenge erkennbar. Aufgrund der hohen Biomasse wird mit *Phacelia tanacetifolia* der höchste Entzug erreicht.
- Eine Ursache für die insgesamt nur geringen Entzüge könnte die kurze Vegetationsdauer und die extreme Trockenheit des Jahres 2015 sein (Jahresniederschlag 400,4; Bilanz -252,3 mm).
- Weitere Versuche müssen zeigen, ob der Kupferentzug gesteigert werden kann.