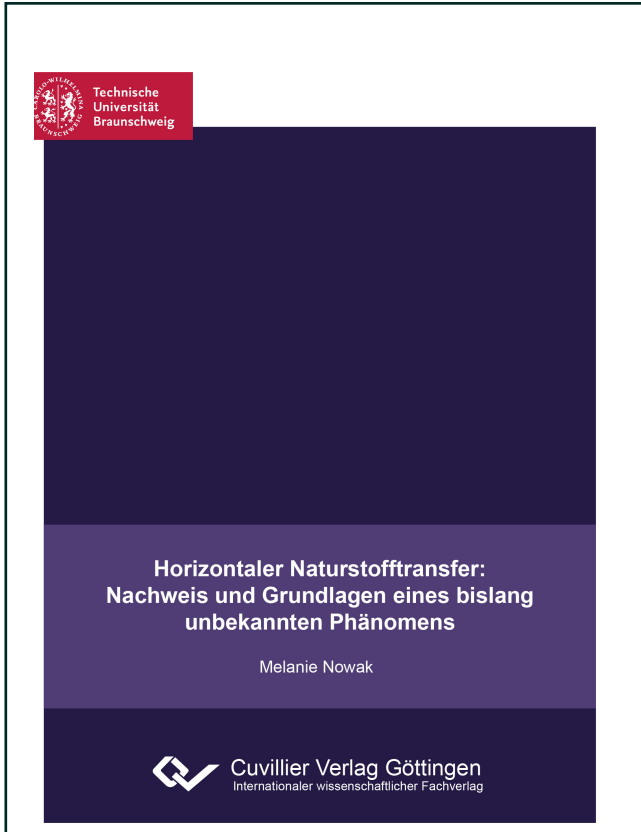




Melanie Nowak (Autor)

## Horizontaler Naturstofftransfer: Nachweis und Grundlagen eines bislang unbekanntes Phänomens



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7548>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Grundlagen .....	4
2.1	Pflanzliche Sekundärmetabolite – grundsätzliche Aspekte .....	4
2.2	Alkaloide .....	6
2.2.1	Nicotin .....	6
2.2.2	Pyrrrolizidinalkaloide .....	7
2.2.3	Purinalkaloide .....	8
2.2.4	Farbstoffe – natürliche Pigmente aus Rote Bete .....	9
2.3	Exogene Ursachen der Alkaloid-Kontaminationen – Übertragungswege .....	10
2.3.1	Ausschwemmung in den Boden – Quelle der Alkaloide .....	10
2.3.2	Ernte von Beikräutern im Falle der Pyrrrolizidinalkaloide .....	11
2.3.3	Verbreitung von Pollen und Samen über die Luft im Falle der Pyrrrolizidinalkaloide..	11
2.3.4	Eintrag über Rauch und Kondensate im Falle des Nicotins .....	12
2.3.5	Eintrag von Nicotin über Spritzmittel .....	12
2.4	Endogene Biosynthese als mögliche Ursache .....	13
2.4.1	Die Putrescin-Methyltransferase – das Schlüsselenzym der Nicotin-Biosynthese ....	13
2.4.2	Die Homospermidin-Synthase – das Schlüsselenzym der Pyrrrolizidin-Biosynthese .	15
2.5	Überblick Langstreckentransport innerhalb der Kormophyten .....	16
2.5.1	Xylemtransport .....	16
2.5.1.1	Guttation .....	16
2.5.2	Phloemtransport .....	17
2.6	Physikochemische Indikatoren für die Membranpermeabilität pflanzenfremder Naturstoffe .....	17
3	Ergebnisse .....	19
3.1	Nicotin – Aufnahme und Verlagerung .....	19
3.1.1	Aufnahme und Verlagerung von Nicotin in Pfefferminzpflanzen ( <i>Mentha x piperita</i> ). 20	
3.1.2	Aufnahme und Verlagerung von Nicotin in Kamillepflanzen ( <i>Matricaria chamomilla</i> ) 23	
3.1.3	Aufnahme und Verlagerung von Nicotin in Erdbeerpflanzen ( <i>Fragaria x ananassa</i> ). 27	



3.1.4	Aufnahme und Verlagerung von Nicotin in Gerstenkeimlingen ( <i>Hordeum vulgare</i> ) – Analyse der Guttationsflüssigkeit .....	32
3.1.5	Aufnahme und Verlagerung von Nicotin in Kaffee- ( <i>Coffea arabica</i> ) und Teepflanzen ( <i>Camellia sinensis</i> ) – Besonderheiten bei der Verlagerung .....	33
3.2	Pyrrolizidinalkaloide – Aufnahme und Transport .....	37
3.2.1	Aufnahme und Verlagerung von Pyrrolizidinalkaloiden in Kamillepflanzen ( <i>Matricaria chamomilla</i> ).....	37
3.2.2	Aufnahme und Verlagerung von Pyrrolizidinalkaloiden in Pfefferminze ( <i>Mentha x piperita</i> ) .....	39
3.2.3	Aufnahme und Verlagerung von Pyrrolizidinalkaloiden in Melisse ( <i>Melissa officinalis</i> ).....	40
3.2.4	Aufnahme und Verlagerung von Pyrrolizidinalkaloiden in Petersilie ( <i>Petroselinum crispum</i> ) .....	40
3.2.5	Nachweis möglicher Ab- und Umbauprodukte von Pyrrolizidinalkaloiden in Kamille- und Petersiliepflanzen.....	41
3.2.6	Aufnahmeverhältnisse der Pyrrolizidinalkaloide und der PA-N-Oxide in den Akzeptorpflanzen .....	43
3.2.7	Aufnahme und Verlagerung von Pyrrolizidinalkaloiden in Gerstenkeimlingen ( <i>Hordeum vulgare</i> ) – Analyse der Guttationsflüssigkeit .....	45
3.2.7.1	Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen zu Aufnahme und Transport von PA .....	45
3.3	Purinalkaloide – Aufnahme, Transport, Modifikation in Akzeptorpflanzen.....	47
3.3.1	Aufnahme und Modifikation der Purinalkaloide in Gerstenkeimlingen ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	47
3.3.2	Aufnahme und Verlagerung von Purinalkaloiden in Sprossabschnitte der Efeutute ( <i>Epipremnum aureum</i> ) .....	52
3.4	Aufnahme von Farbstoffen – Visualisierung des horizontalen Naturstofftransfers ....	53
3.5	Fazit.....	56
4	Diskussion .....	57
4.1	Aufnahme und Verlagerung von Naturstoffen in Akzeptorpflanzen.....	58
4.1.1	Aktive Aufnahme über Transporter.....	58
4.1.2	Passive Aufnahme über Diffusion .....	61



4.1.2.1 Physikochemische Voraussetzungen für eine passive Aufnahme .....	61
4.1.2.2 Der Einfluss des pH-Wertes .....	64
4.1.2.3 Differenzierungen der Transportwege von Wasser und darin gelöster Substanzen..	66
4.1.3 Hauptverlagerungswege in höheren Gefäßpflanzen – Phloem und Xylem .....	66
4.2 Besonderheiten der untersuchten Alkaloide .....	68
4.2.1 Aufnahme und Verlagerung von Nicotin .....	68
4.2.2 Aufnahme und Verlagerung von Pyrrolizidinalkaloiden und deren <i>N</i> -Oxiden.....	70
4.2.3 Aufnahme und Verlagerung von Coffein und anderen Purinalkaloiden.....	72
4.3 Aufnahme und Verlagerung natürlicher Pigmente aus Rote Bete.....	73
4.4 Schicksal der Alkaloide in der Akzeptorpflanze .....	74
4.5 Wo ist der horizontale Naturstofftransfer im Kontext der biochemischen Ökologie einzuordnen? .....	75
5 Material und Methoden .....	77
5.1 Verwendete Chemikalien .....	77
5.2 Sonstige Verbrauchsmittel .....	79
5.3 Verwendete Kleingeräte.....	80
5.4 Methoden.....	81
5.4.1 Mulchversuche mit Nicotin .....	81
5.4.1.1 Kultur und Behandlung der Pfefferminze ( <i>Mentha x piperita</i> ) .....	81
5.4.1.2 Kultur und Behandlung der Kamille ( <i>Matricaria chamomilla</i> ) .....	82
5.4.1.3 Kultur und Behandlung der Erdbeere ( <i>Fragaria x ananassa</i> ).....	83
5.4.1.4 Kultur und Behandlung der Tee- ( <i>Camellia sinensis</i> ) und Kaffeepflanzen ( <i>Coffea arabica</i> ) .....	86
5.4.1.5 Kultur und Behandlung von Gerstenkeimlingen ( <i>Hordeum vulgare</i> ) mit Tabak zur Gewinnung der Guttationsflüssigkeit .....	86
5.4.1.6 Extraktion der Nicotinproben .....	87
5.4.1.7 Experimentelle Bestimmung des $\log P'$ für Nicotin .....	89
5.4.2 Mulchversuche mit Pyrrolizidinalkaloiden .....	89
5.4.2.1 Kultur und Behandlung der Kamillepflanzen ( <i>Matricaria chamomilla</i> ) .....	89
5.4.2.2 Kultur und Behandlung der Pfefferminzpflanzen ( <i>Mentha x piperita</i> ) .....	91



5.4.2.3 Kultur und Behandlung der Melissepflanzen ( <i>Melissa officinalis</i> ).....	91
5.4.2.4 Kultur und Behandlung der Petersiliepflanzen ( <i>Petroselinum crispum</i> ) .....	92
5.4.2.5 Kultur und Behandlung von Gerstenkeimlingen ( <i>Hordeum vulgare</i> ) mit Pyrrolizidinalkaloiden zur Gewinnung der Guttationsflüssigkeit .....	93
5.4.2.6 Extraktion der Pyrrolizidinalkaloide mit Einzel-Standardsubstanzen .....	94
5.4.2.7 Extraktion der Pyrrolizidinalkaloide nach der Summenparameter-Methode .....	94
5.4.3 Mulchversuche mit Purinalkaloiden .....	95
5.4.3.1 Kultur und Behandlung von Gerstenkeimlingen ( <i>Hordeum vulgare</i> ) mit Purinalkaloiden zur Gewinnung der Guttationsflüssigkeit .....	95
5.4.3.2 Extraktion der Purinalkaloide.....	95
5.4.3.3 Aufnahme von Coffein über Blattmembranen am Beispiel von Efeutute ( <i>Epipremnum aureum</i> ) .....	96
5.4.4 Applikation von Farbstoffen aus Rote Bete ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	97
5.4.4.1 Anzucht der etiolierten Keimlinge von Gerste ( <i>Hordeum vulgare</i> ) und Erbse ( <i>Pisum sativum</i> ) .....	97
5.4.4.2 Erstellung des Rote Bete-Rohextraktes.....	98
5.5 Analyse der applizierten Alkaloide.....	98
5.5.1 Verwendete Großgeräte und Analyseparameter für die Nicotinanalytik.....	98
5.5.2 Verwendete Großgeräte und Analyseparameter für die Pyrrolizidinalkaloidanalytik mit Einzel-Standardsubstanzen.....	99
5.5.3 Verwendete Großgeräte und Analyseparameter für die Pyrrolizidinalkaloidanalytik nach der Summenparameter-Methode .....	100
5.5.4 Verwendete Großgeräte und Analyseparameter für die Purinalkaloidanalytik .....	102
6. Zusammenfassung .....	103
7. Summary.....	105
8. Literaturverzeichnis .....	107
A. Anhang .....	126