



# LeguNet-Aktivitäten der GFL & Umgang mit Alkaloiden in der Wertschöpfungskette

# Gliederung

- LeguNet-Aktivitäten der GFL
  - Was ist das LeguNet?
  - Aufgabenbereiche
- Umgang mit Alkaloiden in der Wertschöpfungskette
  - Hintergrund und aktuelle Debatte
    - Lupinenanbau
    - Tierfütterung
    - Humanernährung
  - Probenahme und Analysen



Bildquelle: Rebecca Thoma



## Was ist das LeguNet?

- Vergangenheit:



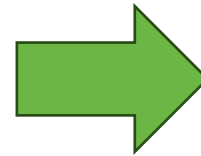
2019-  
2022

RELEVANT  
2017-2020



2014-  
2019

ProLegu-  
Projekt  
2014-2015



- Ziele:

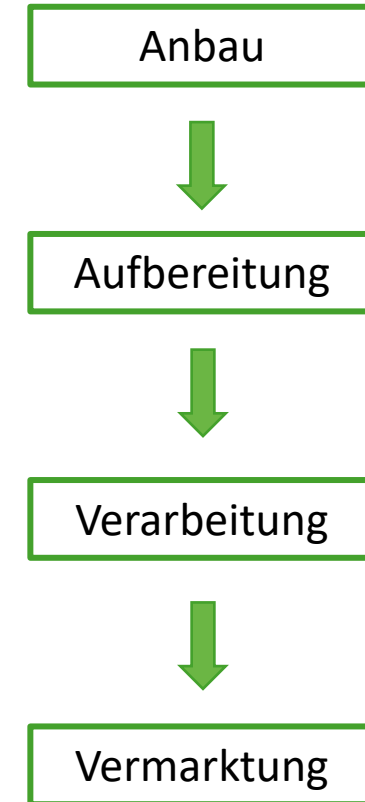
- Die zahlreichen Nutzungsmöglichkeiten aufzeigen und landwirtschaftliche Betriebe für den Anbau gewinnen.
- Die Akteure der Branche vernetzen und neue Absatzmärkte erschließen.
- Innovationen im Futter- und Lebensmittelbereich unterstützen.
- Mit Wissenstransfermaßnahmen Anbau und Verwertung fördern.
- Das LeguNet mit Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Eiweißpflanzenstrategie verbinden.

legu  
Sachsen  
2020-  
2022

Das Soja-  
Netzwerk  
(2014 –  
2019)

## Aufbau von Wertschöpfungsketten

- Angebot und Nachfrage in Deutschland zusammenbringen
- Markttransparenz fördern
- heimische Wertschöpfungsketten regional und überregional fördern
- Wir unterstützen Handel und Aufbereitung – die Voraussetzung für die Entwicklung neuer Produkte.
- Bringen Hülsenfrüchte in Kantinen, Mensen und der Gastronomie auf den Teller
- Wir unterstützen Strategien zur 100 % Biofütterung mit heimischen Körnerleguminosen.



## Projektpartner und Projektaufbau



### Koordination

Gesamtkoordinatoren  
 + Fachkoordinatoren:  
 Wissenstransfer / Beratung Pflanzenbau / Biodiversität  
 / Umweltleistungen / Wertschöpfungsketten  
 (konventionell, ökologisch, Tier, Human, Massenströme)



### Regionalmanagement

In 12 Bundesländern (SH, MV, NI, NRW, BB, ST, SN, TH, HE, RP, BW, BY)  
 + Überregionale Wertschöpfungskette Lupinen

## GFL-Aktivitäten im LeguNet

### Wertschöpfungskette Humanernährung

- Informationssammlung Verarbeitungsbetriebe und –prozesse
- Demobetrieb Umani Kulturgut
- Laboranalysen Tempeh-Herstellung (Alkaloide, Phytinsäure, Big 8)
- Betriebsbesichtigung

### Wertschöpfungskette Aquakultur

- Auswertung Ergebnisse aus FuE-Vorhaben
- Übersicht zu Einsatzmöglichkeiten und aktuelle Verwendung
- Suche nach Demobetrieb

### Alkaloid-AG

- Maßnahmen zur Qualitätssicherung und -management
- Erstellung Alkaloid-Broschüre
- Austausch zu aktuellen Entwicklungen
- „Monitoring“ (Analysen)

Vernetzung, Öffentlichkeitsarbeit, Homepage & Veranstaltungsorganisation

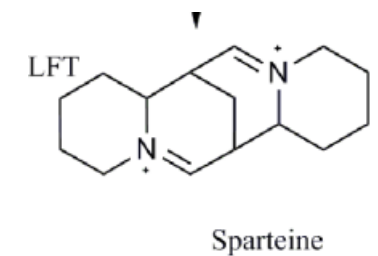
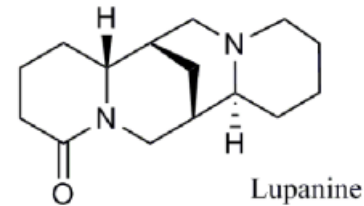
# Umgang mit Alkaloiden in der Wertschöpfungskette



Bildquelle: Rebecca Thoma

## Was sind Alkaloide?

- Stickstoffhaltige, organische Verbindungen
- Abwehrstoff gegen Fraßfeinde
- Vorkommen in Lupinen: 170 Alkaloidarten
- Toxisch: Chinolizidinalkaloide
- Mögliche gesundheitliche Risiken bei einer Überdosierung: Vergiftungssymptome wie
  - Schwindel
  - Herzrasen
  - Übelkeit
  - motorischer Kontrollverlust
  - Bis zu Herzstillstand und Atemlähmung



Quellen: Frick et al. (2017). *Quinolizidine Alkaloid Biosynthesis in Lupins and Prospects for Grain Quality Improvement*

European Food Safety Authority (2023). *Contaminants in the food chain*



# Hintergrund und aktuelle Debatte



www.bfr.bund.de



## Alkaloide aus Süßlupinen gehen in geringer Menge bei Verfütterung an Kühe in die Milch über

Mitteilung Nr. 025/2022 des BfR vom 17. Oktober 2022

Lupinen sind eine wertvolle einheimische Eiweißquelle, um importierte Futtermittel wie Sojaschrot zu ersetzen. Sie werden auch in der Milchkuhfütterung vermehrt als Bestandteil der Futtermischung eingesetzt. Mit den Pflanzen nehmen Tiere jedoch auch die in Lupinen natürlich vorkommenden Alkaloide auf. Werden blaue Süßlupinen an Kühe verfüttert, gehen diese Pflanzeninhaltsstoffe zum Teil in die Milch über, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) im Fachblatt „Journal of Agricultural and Food Chemistry“ berichten. Lupinen-Alkaloide (am besten untersucht ist hier das S-Cantharidin) blockieren die Andockstellen für den Botenstoff Acetylcholin an Nervenendungen, bei sehr hohen Dosen auch zu Kreislauf- und Atemstörungen führen.

Das Wissenschaftlerteam fütterte für mehrere Tage Schrot der blauen Süßlupine (*Lupinus albus*) als typischen Bestandteil der Futtermischung an Milchkühe. Danach wurde die Milch von den unterscheidlichen Alkaloiden in die Milch übergegangen. Der Alkaloidgehalt in der Milch unterschied sich je nach Alkaloid erheblich. Insgesamt wurden jedoch nur geringe Mengen an Alkaloiden in der Milch wiedergefunden. Die Studie zeigt aber, dass solche Alkaloide in der Milch überbetreten können. Sie gibt Anlass, den Alkaloidgehalt in Süßlupinen zu überprüfen – und zudem, welche Faktoren diesen beeinflussen.

Link zur Studie: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.2c00000>

Lupinen bilden Alkaloide, mit denen Fressfeinde abgewehrt werden.

BÖLW – Juli 2023

Liebe BÖLW-Mitglieder, bitte wenden Sie sich mit folgendem Schreiben an Ihre Biomolkereien bzw. Vertragspartner in der Milchverarbeitung.

## Chinolizidin-Alkaloide in Lupinen – dringende Empfehlung für die QS

Sehr geehrte Damen und Herren,

das Bundesinstitut für Risikoforschung (BfR) hat 2022 in Biomilch-Produkten, die im Lebensmittel Einzelhandel erworben wurden, kritisch erhöhte Werte für Chinolizidinalkaloide (QA) festgestellt. Weitere Untersuchungen ergaben, dass diese erhöhten QA-Werte offenbar auf die Verwendung von Lupinen-basiertem Futter mit hohen QA-Belastungen zurückgeführt werden können/müssen. Bund und Länder haben vereinbart, bereits ab Herbst 2023 Biomilch-Produkte verstärkt auf mögliche QA-Belastungen zu beproben.

Um entsprechenden Belastungen vorzubeugen, möchten wir Sie hiermit dringend bitten, bei allen Ihren Milchlieferanten mit Lupinen-Fütterung als Voraussetzung für die Milchfassung eine Analyse jeder zugekauften oder selbst hergestellten lupinenhaltigen Futter-Charge auf mögliche kritische QA-Belastungen einzufordern. So können eventuell belastete Milchmengen frühzeitig erkannt und ggf. so weiterverarbeitet werden, dass im Endprodukt keine erhöhten Werte zu erwarten sind. Außerdem empfehlen wir, den Milchviehbetrieben eine vorbeugende Limitierung des Lupinenanteils in der Futtermischung je nach Höhe der QA-Gehalte vorzugeben (max. 2 kg Lupinen/Tag bei Werten < 600 mg QA/kg Lupinen, max. 1 kg Lupinen/Tag bei > 600 mg QA/kg). Auch die professionellen Biofuttermittelhersteller werden ab Herbst ihre Futtermittel entsprechend untersuchen und QA-Belastungen minimieren (wird durch deren Verband GOETE organisiert).

www.bfr.bund.de

DOI 10.17590/20170327-102936

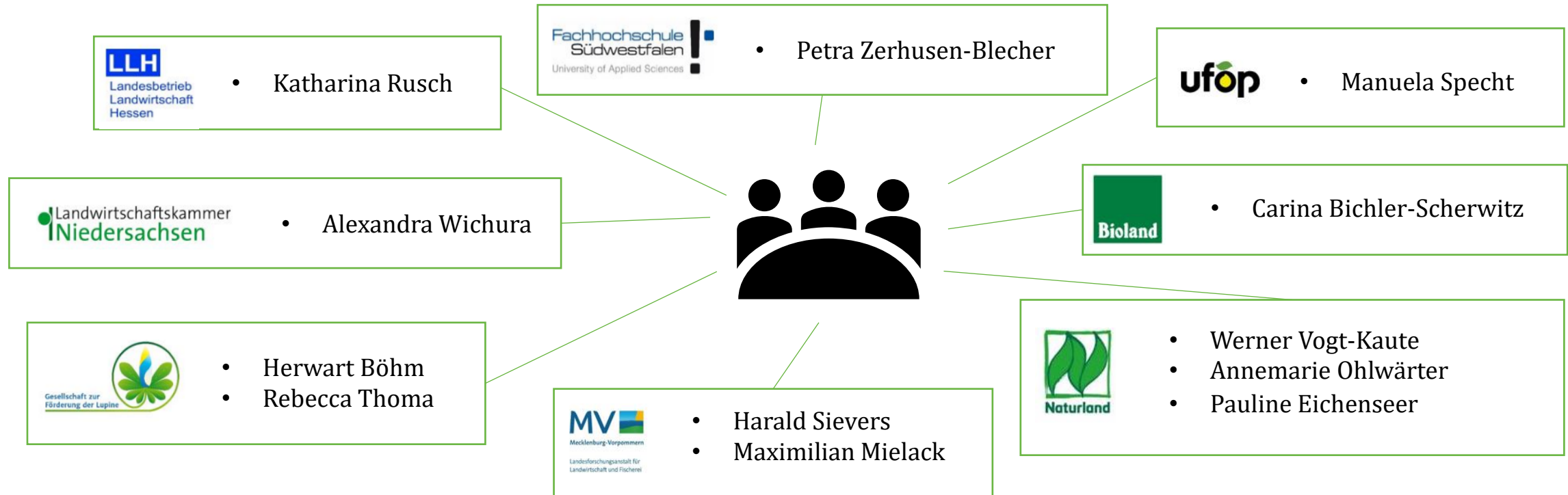
## Risikobewertung des Alkaloidvorkommens in Lupinensamen

Stellungnahme 003/2017 des BfR vom 27. März 2017



...aren, Milch- und Sojaersatz...  
 ...atz zu Weizenmehl verwendet. In...  
 ...werden die Samen der Lupinen auch...  
 ...hinzunehmen. Diese...  
 ...vor, die das Nerven-, Kreislauf und...  
 ...me für Lupinenalkaloide sind...  
 ...eit, motorischer Kontrollverlust und...  
 ...ert je nach botanischem und geo...  
 ...nen. „Bitterlupinen“ liefern Lupi...  
 ...dinalalkaloiden einen bitteren Lupi...  
 ...e Vorbehandlung („Entbitterung“)...  
 ...rietäten, die Samen mit niedri...  
 ...halten wurden, werden als „Süß...  
 ...itterung für den Verzehr durch...  
 ...ur schwer erkennbar, ob es sich...  
 ...amen handelt. In der Vergan...  
 ...gsunfälle, ausgelöst durch Bit...

## Mitglieder und Tätigkeiten der AG Alkaloide



- Austausch zu neuesten Erkenntnissen und Entwicklungen
- Erstellen einer Broschüre zum Umgang mit Alkaloiden

# Alkaloidbroschüre

- Informativ Broschüre für Landwirt\*innen und Verarbeiter\*innen von Lupinen
- Digitale ausführlichere Version, die laufend aktualisiert werden kann
- Papierversion als Falblatt (Din A4) mit Verweis auf die Digitalversion (QR-Code)



**LeguNet**

### Umgang mit Alkaloiden in Lupinensamen

Alkaloide sind stickstoffhaltige organische Verbindungen, die in vielen zur menschlichen Ernährung geeigneten Pflanzen vorkommen, wie z.B. Kaffeebohnen oder Getreide. In der Natur sind Alkaloide in der Regel als Abwehrstoffe gegen Fraßfeinde wichtiger Pflanzenarten und Insekten vorhanden. Für Mensch und Tier können sie im Übermaß giftig wirken. Mit der richtigen Behandlung von Lupinen in der Futtermittelherstellung ist die Vermeidung von Alkaloiden im Futtermittel möglich.

In Lupinen können ca. 170 verschiedene Alkaloidklassen vorkommen, von denen fast alle toxisch sind. Die aufgrund ihrer Toxizität relevanten Alkaloide sind von Typ der Chinolizin-Alkaloide. Diese haben meist einen charakteristischen bitteren Geschmack. In der Natur sind Alkaloide in der Regel in Verbindung mit organischen Säuren wie Glukuronsäure, Malonsäure, Oxalonsäure, Salicylsäure, Gallonsäure, etc. gebunden. Diese Komplexe sind für die Toxizität von Alkaloiden verantwortlich. Bei der Verarbeitung von Lupinen in der Futtermittelherstellung werden diese Komplexe durch die Zugabe von Säuren (z.B. Phosphorsäure) gespalten. Die freigesetzten Alkaloide sind dann für die Toxizität verantwortlich.

**Welche Maßnahmen können landwirtschaftliche Betriebe ergreifen, um die Alkaloidgehalte gering zu halten?**

- Es nicht immer alle Lupinensorten in Art und Sorte angebaut werden.
- Die ansehnliche Keimkraft von Lupinen ist ein Indikator für den Gehalt an Alkaloiden. Ein hoher Keimkraftwert deutet auf einen niedrigen Alkaloidgehalt hin.
- Lupinen sollten möglichst vor dem Erntezeitpunkt geerntet werden. Ein zu spätes Erntedatum führt zu einem höheren Alkaloidgehalt.
- Die Erntezeitpunkte sollten so gewählt werden, dass die Keimkraft möglichst hoch ist.
- Die Erntezeitpunkte sollten so gewählt werden, dass die Keimkraft möglichst hoch ist.

**Rechtliche Rahmenbedingungen in Deutschland**

In Deutschland gibt es derzeit keine rechtlich bindende Höchstgrenze für Alkaloidgehalte in Lupinen. Die allgemeine Kennzeichnungspflicht für Futtermittel ist jedoch anzuwenden. Auf Basis eigener Untersuchungen wird ein maximaler Gehalt von 2 mg Lupinotoxin pro kg Futtermittel empfohlen.

**Warum können Süßlupinen bitter sein?**

Die bitterstoffhaltigen gepulverten Lupinensamen (Mehl, Mehl) sind Süßlupinen. Diese sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind. Die Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Warum können Süßlupinen bitter sein?**

Die bitterstoffhaltigen gepulverten Lupinensamen (Mehl, Mehl) sind Süßlupinen. Diese sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**LeguNet**

### Süßlupinen

5) In der Traditionsliteratur (1) laut der VO (EU) Nr. 1831/2003 sind Süßlupinen als Futtermittel zugelassen.

Die Futtermittelherstellung von Süßlupinen ist ein komplexer Prozess, der von der Ernte bis zur Verarbeitung in der Futtermittelherstellung umfasst. Die Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Ernährung**

Zu anderen biologischen, chemischen und physikalischen Futtermittelzusatzstoffen, wie z.B. Vitaminen, Mineralen, Aminosäuren, etc., sind Süßlupinen in der Regel in Kombination mit anderen Futtermitteln zu verwenden. Die Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**LeguNet**

### Süßlupinen

Die Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**LeguNet**

### Süßlupinen

Die Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**LeguNet**

### Süßlupinen

Die Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**LeguNet**

### Süßlupinen

Die Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**LeguNet**

### Süßlupinen

Die Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

**Alkaloidgehalt**

Die Alkaloidgehalte in Süßlupinen sind von Süßlupinen zu unterscheiden, die von den Süßlupinen stammen und die in der Regel bitter sind.

## Rechtliche Rahmenbedingungen

### Deutschland:

- Keine rechtlich bindende Höchstgrenze für Alkaloidgehalte in Lupinen  
→ nur Richtwerte
- Tierfütterung: Rechtlich sind nur Süßlupinen (bitterstoffarme *Lupinus ssp.*) für die Tierfütterung gelistet [VO (EU) 68/2013 – Einzelfuttermittel]  
(Lupinen werden als Süßlupinen bezeichnet, wenn der Alkaloidgehalt  $< 0,05 \%$  [=  $500 \text{ mg kg}^{-1}$ ] beträgt)  
(Hama & Strobel 2020, Gremigni et al. 2001, Pilegard & Gry 2008 u.v.m.)
- Für die Humanernährung wird in Orientierung an anderen Ländern (Australien, Neuseeland, England, Frankreich) ein Richtwert von  $< 0,02 \%$  [=  $200 \text{ mg kg}^{-1}$ ] in der Trockensubstanz der Lupinenrohware angewandt
  - Australien (ANZFA = Australia New Zealand Food Authority 2001),
  - Frankreich (Direction Générale de la Santé 1998) und
  - Großbritannien (FSA = Food Standards Agency 1996)



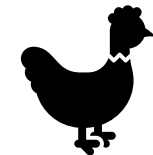
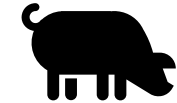
## Umgang mit Alkaloiden im Lupinenanbau

Welche Maßnahmen können landwirtschaftliche Betriebe ergreifen, um die Alkaloidgehalte gering zu halten?

- Es sollte immer **nur eine Lupinensorte** im Betrieb angebaut werden.
- Die ausschließliche Verwendung von Z-Saatgut. Der Nachbau von sortengeschützten Lupinen (außer Gelbe Lupine) ist in Deutschland verboten.
- Lupinen können aufgrund ihrer harten Schale lange im Boden keimfähig verweilen. Auf Flächen, auf denen in der jüngeren Vergangenheit bereits Bitterlupinen z. B. in Zwischenfruchtmischungen angebaut wurden, sollten daher keine Süßlupinen gesät werden, um eine Vermischung und Kreuzung durch Durchwuchslupinen zu minimieren.
- In unmittelbarer Umgebung der Anbaufläche sollten keine Bitterlupinen der gleichen Art in Zwischenfrucht- und Blümmischungen wachsen.
- Nur reife Lupinenbestände ernten. Grüne Körner weisen erhöhte Alkaloidwerte auf und können bei der Reinigung der Rohware nur schwer abgetrennt werden.

## Umgang mit Alkaloiden in der Tierfütterung

- Aktuell geringe Datengrundlage, um eine konkrete Rationsempfehlung geben zu können
- Empfehlungen:
  - Rechtlich dürfen nur Süßlupinen verfüttert werden
  - Je höher der Alkaloidgehalt, desto geringer der Anteil in der Ration
  - In sensiblen Phasen (bei Kälbern/ Ferkeln/ Küken) sollte auf Lupinen in der Futterration verzichtet werden
  - Alkaloidanalyse durchführen



Quellen: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:029:0001:0064:DE:PDF>;  
LKV Sachsen: Chinolizidinalkaloide in der Tierernährung

## Umgang mit Alkaloiden in der Humanernährung

- Empfehlung des BfR an Hersteller, nur Lupinensamen in den Verkehr zu bringen, die ohne küchentechnische Entbitterungsprozesse verzehrfähig sind
  - **Qualitätskontrolle:** Untersuchung der Lupinensamen auf den Alkaloidgehalt. Verwendung für die Verarbeitung bzw. Inverkehrbringung von reinen Lupinenprodukten (Samen, Mehl, Schrot, etc.) nur, wenn der Alkaloidgehalt  $< 200 \text{ mg kg}^{-1}$
  - Bei Alkaloidgehalten  $> 200 \text{ mg kg}^{-1}$  müssen **Entbitterungsverfahren** eingesetzt werden, die sicherstellen, dass die Alkaloidgehalte  $< 200 \text{ mg kg}^{-1}$  sind  
-> Qualitätskontrolle durch Analyse der Alkaloide

## Umgang mit Alkaloiden in der Humanernährung

- Schälen reduziert den Alkaloidgehalt nicht, da sich die Alkaloide hauptsächlich im Inneren der Lupinensamen befinden
- Alkaloide sind **hitzebeständig**, aber **wasserlöslich**
  - Rösten reduziert den Alkaloidgehalt nicht, da die Alkaloide durch Hitzeeinwirkung nicht zerstört werden
  - Durch **wasserbasierte** Verfahren können bis zu 97 % der Alkaloide reduziert werden. (Zitronensäure oder Kochsalz können das Ausschwemmen der Alkaloide begünstigen.)

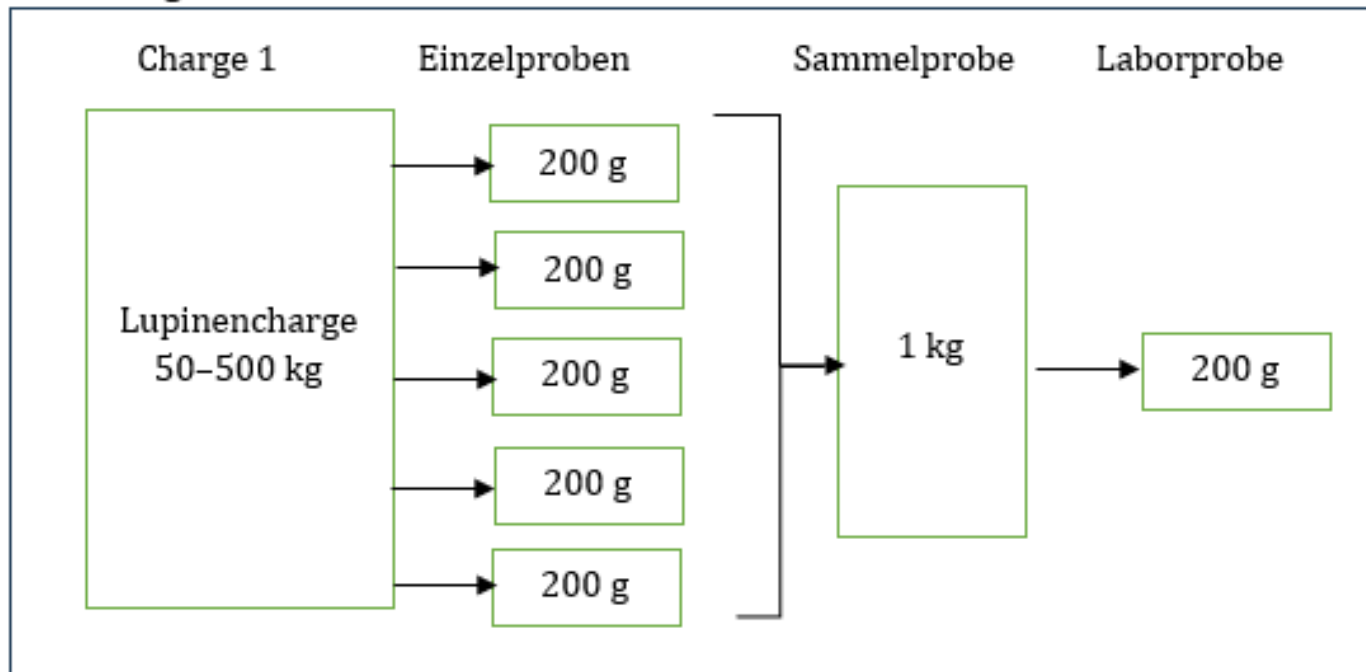




## Analyse des Alkaloidgehalts

- Probenahme:

Abbildung 1: Schema zur Entnahme der Probe



In Anlehnung an Brändle, I., Arncken, C., Kretschmar, U., Nicod, L., & Lazzaro, M. (2023). Alkaloidanalyse bei Lupinen. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1363-alkaloidanalyse-lupinen.pdf>.

## Analyse des Alkaloidgehalts

Tabelle 2: Labore, die Alkaloidgehalte analysieren

Labor	Analyseumfang (Stand September 2023)	Web	Mail
<b>Euofins Scientific AG</b>	3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11	www.euofins.com -contact@euofins.com	
<b>GBA Group</b>	3, 4, 5, 7, 8, 10, 11	www.gba-group.com	
<b>JenaBios GmbH</b>	<u>1</u> , 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11	www.jenabios.com	
<b>PiCA GmbH</b>	3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 und zusätzlich auf Nachfrage <u>1</u>	https://www.pica-berlin.de	
<b>QSI-Q3 Group</b>	4, 6, 7, 8, 9, 11	www.qsi-q3.de	<a href="mailto:sales@qsi-q3.de">sales@qsi-q3.de</a>

Weiße Lupine <i>Lupinus albus</i>	Schmalblättrige (Blaue) Lupine <i>Lupinus angustifolus</i>	Gelbe Lupine <i>Lupinus luteus</i>	Andenlupine <i>Lupinus mutabilis</i>
Albin	Lupanin Angustiflorin 13-Hydroxylupanin	Lupinin Spartein	Lupanin 13-Hydroxylupanin 3-Hydroxylupanin Spartein Tetrahydrohombifolin

1Albin, <sup>2</sup>Anagyrin, <sup>3</sup>Angustifolin, <sup>4</sup>Cytisin, <sup>5</sup>13-Hydroxylupamin, <sup>6</sup>Alpha-Isolupanin, <sup>7</sup>Lupanin, <sup>8</sup>Lupinin, <sup>9</sup>Matrine, <sup>10</sup>Multiflorin, <sup>11</sup>Spartein

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Weiterführende Links:**

LeguNet:

<https://www.legunet.de/>

Alkaloid-Broschüre:

[https://www.legunet.de/fileadmin/legunet/Bilder/Lupine/Alkaloid-Broschuere LeguNet 20231207.pdf](https://www.legunet.de/fileadmin/legunet/Bilder/Lupine/Alkaloid-Broschuere_LeguNet_20231207.pdf)

**Veranstaltungshinweis:**

19. – 28.01.2024: LeguNet-Stand auf der IGW

**Kontaktdaten:**

Mail: [r.thoma@lupinenverein.de](mailto:r.thoma@lupinenverein.de)

Tel.: +49 157 54162639



*Bildquelle: LeguNet (2023)*