



# Kontamination von Biogetreide mit Phosphin

## Schlussbericht



**Sarah Bögli, Regula Bickel**

26. Oktober 2018

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Projektbeschrieb</b> .....	<b>2</b>
1.1 Projektziele .....	2
1.2 Ansprechpersonen .....	2
<b>2. Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Hintergrund/Wissensstand</b> .....	<b>3</b>
3.1 Phosphin als Schädlingsbekämpfungsmittel .....	3
3.1.1 Applikationsformen .....	4
3.1.2 Zerfall .....	5
3.2 Gesetzliche und private Richtlinien.....	6
3.3 Analytik .....	7
3.4 Die wichtigsten Labors, die Phosphinanalysen anbieten .....	7
3.5 Probenahme .....	8
3.6 Vorangegangene Studien zu Phosphin-Kontaminationen in Getreide .....	8
<b>4. Vorgehen/Methoden</b> .....	<b>11</b>
4.1 Erfassung Ist-Zustand.....	11
4.1.1 Phosphin-Rückstandsanalysedaten .....	11
4.1.2 Befragung der Getreidebranche.....	11
4.1.3 Interviews Schädlingsbekämpfungsunternehmen und Zertifizierungsstellen.....	12
4.1.4 Analytische Fragen/Ringversuche .....	12
<b>5. Resultate</b> .....	<b>12</b>
5.1 Phosphin-Analysedaten und Fälle über dem Interventionswert .....	12
5.2 Resultate der Befragung: Importfirmen, Lagerhalter und Verarbeiter....	18
5.2.1 Befragung zur Separierung von konventionellem Getreide und Biogetreide.....	19
5.2.2 Befragung zur Reinigung .....	19
5.2.3 Befragung zu Probenahme und Phosphinanalysen.....	20
5.2.4 Befragung zur Anwendung von Phosphin im Betrieb.....	21
5.2.4.1 Befragung zur Behandlung mit Phosphin bei Sammelstellen in der Schweiz.....	21
5.2.5 Befragung zur Annahme von konventionellem Getreide .....	22
5.2.6 Befragung zu den Massnahmen um Phosphin-Rückstände zu verhindern... ..	23
5.2.7 Einschätzungen der Befragten zu Gründen der Kontamination mit Phosphin.....	24
5.2.8 Verbesserungsvorschläge der Befragten .....	27
5.3 Befragung der Schädlingsbekämpfungsunternehmen .....	29
5.4 Analytische Fragen/Ringversuche .....	30
5.5 Marktanteil Importgetreide .....	31
<b>6. Diskussion und Schlussfolgerung</b> .....	<b>31</b>
6.1 Schlussfolgerung .....	34
<b>7. Empfehlungen zur Best-Practice Handhabung</b> .....	<b>34</b>
7.1 Risikoanalyse .....	34
7.1.1 Phosphinstaub Risikoanalyse .....	35
7.1.2 Identifikation der kritischen Punkte.....	35
7.1.3 Massnahmen .....	35

7.1.4	Überprüfung der Wirksamkeit und Monitoring.....	36
7.2	Probenahme und Analytik.....	36
7.3	Ausblick.....	36
8.	Literatur.....	37
9.	Danksagung.....	38
10.	Anhang.....	38

## I. Projektbeschreibung

### I.1 Projektziele

- Aufzeigen der Ist-Situation: Identifikation der Kontaminationsquellen und –ursachen von Phosphin, und Abschätzung der Bedeutung für die Schweizer Biogetreidebranche.
- Darlegen von Verbesserungsmaßnahmen/Vermeidung der Ursachen der Kontamination durch Phosphin (Best Practice Handhabung beschreiben)
- Grenzen der Kontaminationsvermeidung von Phosphin aufzeigen (Wirtschaftlichkeit).

### I.2 Ansprechpersonen

#### Begleitgruppe

- FiBL: Regula Bickel, Sarah Bögli, Bernhard Speiser
- Bio Suisse: Sarah Bulliard
- Importeur: Fenaco, Andreas Rohner
- Verarbeiter: Swissmill, Matthias Staehelin, Marisa Munz
- Verarbeiter: Groupes Minoteries SA, José Dorthe; Valérie Vincent
- Lagerhalter: Silo Wil AG, Jürg Tanner

## 2. Einleitung

### Problemstellung

Seit einigen Jahren können dank verbesserten analytischen Methoden sehr tiefe Phosphinwerte (Bestimmungsgrenze 0.0001 mg/kg, resp. 0.1 µg/kg) in Getreideprodukten nachgewiesen werden (Amstutz et al. 2003). Dabei werden auch in Bioprodukten unerwünschte Phosphin-Rückstände gefunden.

In der Schweiz führen Rückstände von Phosphin immer wieder zu erheblichem Abklärungsaufwand und zu Aberkennungen von Biogetreide-Chargen. Oft sind Betriebe und Firmen betroffen, welche selber nie Phosphin einsetzen. Die betroffenen Betriebe selber haben schon grosse Anstrengungen unternommen, um das Problem in

den Griff zu bekommen, dennoch ist die Beanstandungsquote nach wie vor unbefriedigend hoch. Dazu trägt auch bei, dass in der Weisung des BLW vom 20.11.2015 für Phosphin ein tieferer Interventionswert festgelegt wurde als für alle anderen Pestizide (0.001 mg/kg, resp. 1.0 µg/kg). Mit diesem Forschungsprojekt soll das Problem betriebsübergreifend untersucht werden.

### **Projektziele und Wissenslücken**

Ziel dieses Projekts ist es, die Ist-Situation der Kontaminationsquellen und Kontaminationsursachen von Phosphin in Biogetreide in der Schweiz aufzuzeigen. Entlang der Warenkette soll abgeklärt werden, woher Kontaminationen mit Phosphin in Biogetreide stammen könnten, und ob sich diese vermeiden liessen. Mithilfe der Erfassung des Ist-Zustandes sollen Massnahmen zur Verringerung von Phosphin Rückständen erarbeitet und gleichzeitig die Grenzen der Kontaminationsvermeidung aufgezeigt werden. Falls sich dabei herausstellen sollte, dass Phosphinrückstände in einer bestimmten Höhe technisch unvermeidbar sind, so sollen die Ergebnisse der Studie als Grundlage für die Diskussion zum Interventionswert dienen.

### **Hypothesen**

- Alle Anlagen auf denen auch konventionelle Ware bewegt wird, sind anfällig auf Kontaminationen.
- Staub in den Betrieben, in denen konventionelle Ware angenommen wird, ist meistens mit Phosphin belastet.
- Bewegung/Umlad von Ware erhöht die Staubbildung.

## **3. Hintergrund/Wissensstand**

### **3.1 Phosphin als Schädlingsbekämpfungsmittel**

Phosphorwasserstoff ist ein farbloses Gas, welches zur Gruppe der Phosphane/Phosphine gehört, und vielfach auch unter der Bezeichnung «Phosphin» bekannt ist. Phosphorwasserstoff gilt als sehr giftig, wirkt auf das zentrale Nervensystem und irritiert die Lungen (Scherbaum et al. 2013).

Synonyme Phosphorwasserstoff: Phosphin, Phostoxin, Phosphan, Monophosphan, PH<sub>3</sub>

Phosphin wird als Begasungsmittel für den Lagerschutz in Gebäuden, Räumen oder Containern verwendet. Für die Schädlingsbekämpfung werden vor allem Tabletten von Aluminiumphosphid oder Magnesiumphosphid angewendet.

### 3.1.1 Applikationsformen

Es gibt zwei unterschiedliche Applikationsformen von Phosphin, siehe Tabelle 1:

- direkte Behandlung durch Begasung des Warenguts mit Pellets/Tabletten oder Beuteln/Platten/Strips siehe Abb.1
- indirekte Behandlung durch Begasung des Leerraums mit Beutel, Platten oder Strips (mit oder ohne Produkt) siehe Abb. 1



Abbildung 1: Links: Pellets für die Direktbegasung; Rechts: Beutel für die Leerraumbegasung

Bei der direkten Begasung im konventionellen Lagerschutz werden Tabletten oder Pellets direkt dem Warengut zugefügt. Die Tabletten und Pellets bestehen aus Aluminiumphosphid, welches in Kontakt mit der Luftfeuchtigkeit im Silo (Wasserdampf) reagiert und zu gasförmigem Phosphorwasserstoff zerfällt. Dabei entsteht als Nebenprodukt Aluminiumhydroxid, das als Staub zurückbleibt. Wir gehen heute davon aus, dass sich in diesen Aluminiumhydroxidpartikeln noch Restmengen von Aluminiumphosphid befinden, die nicht oder nur ganz langsam zerfallen, was zu einer sehr hohen Konzentration an Phosphin im Silostaub führt. Diese verbleibenden Phosphin Stäube bleiben im Lagergut und können beispielsweise auch durch Aspiration nur schwer entfernt werden (Landau et al. 2011; Suckow & Meuser 1981). Diese Phosphid-Stäube setzen sich überall im Getreide, im Silo oder im Container etc. ab. Normalerweise werden 5 - 8 g Phosphin/1000 kg Getreide angewendet. Bei einer Temperatur von 20 ° C dauert die Begasung normalerweise sechs Tage, bis alle Schädlinge tot sind. Nach der Behandlung muss die Ware belüftet und die verbleibenden Stäube durch Aspiration entfernt werden.

Die indirekte Begasung mit Phosphid Platten, Strips, Beuteln oder Gas aus der Flasche hinterlässt keine Phosphinstäube auf dem Warengut oder in Lagerräumen. Der Wirkstoff (Aluminiumphosphid/Magnesiumphosphid) ist in gasdurchlässige Beutel verpackt, worin sich die entstehenden Stäube sammeln und nur das gasförmige Phosphin entweichen kann. Sie werden in leere Räume oder befüllte Siloräume, Lagerräume, Bahnwaggons sowie Container in/auf das Getreide gehängt/gelegt. Die Einwirkzeit dauert ca. 2.5 bis 5 Tage. Bei der Behandlung des Getreides im Silo oder in

der Lagerhalle, wird die Ware nur oberflächlich, ca. in den obersten 3 - 4 m behandelt (mündliche Mitteilung Schädlingsbekämpfungsunternehmen), was bei hohen Zellen zu wenig effizient ist.

Im Anhang 1 sind die Schädlingsbekämpfungsmittel die in der Schweiz erlaubt sind und vertrieben werden aufgelistet.

**Tabelle 1: Applikationsformen von Phosphin als Vorratsschutzmittel:**

<b>Formulierung</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Bildung von Staub</b>
<b>Pellet</b>	Produktbegasung	Verursachen Staub-Rückstände
<b>Tablette</b>	Produktbegasung	Verursachen Staub-Rückstände
<b>Platte (Plate)</b>	Produktbegasung oder Leerraumbegasung	Keine Stäube, da nur das Gas in Waren gelangt
<b>Strip (aus zusammenhängenden Plates)</b>	Produktbegasung oder Leerraumbegasung	Keine Stäube, da nur das Gas in Waren gelangt
<b>Beutel</b>	Produktbegasung oder Leerraumbegasung	Keine Stäube, da nur das Gas in Waren gelangt
<b>Phosphin als reines Gas aus Stahlflaschen</b>	Produktbegasung oder Leerraumbegasung	Keine Stäube, da nur das Gas in Waren gelangt

### 3.1.2 Zerfall

Wenn Phosphin als reines Gas oder in Form von Beuteln/Platten angewendet wird verflüchtigt es sich je nach Produktkategorie und Dichtigkeit des Silos wenige Tage nach der Anwendung. Dennoch kann es in die Warenzwischenräume eingeschlossen werden und an der Matrix des Nahrungsmittels haften und somit auch eine längere Lagerung und Verarbeitung der behandelten Lebensmittel «überleben». Wenn die Ware durch Umläufe genügend bewegt und belüftet wird, beschleunigt sich die Evaporation des stabilen Gases.

Im Gegensatz dazu bleibt bei der Anwendung von Pellets/Tabletten der Phosphingehalt durch nicht abgebaute Staubreste (Phosphidsalze) in der Ware bestehen. Die Abnahme des Phosphingehalts ist abhängig vom Begasungsgut (Oberflächenbeschaffenheit), der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Lagerungszeit, der Bewegung sowie der Dauer und Intensität der Belüftung und Aspiration der behandelten Ware (Meuser et al. 1977; mündliche Mitteilung Schädlingsbekämpfungsunternehmen).

## 3.2 Gesetzliche und private Richtlinien

In der Schweiz und der EU darf im konventionellen Bereich Phosphorwasserstoff als Lagerschutzmittel direkt auf dem Getreide angewendet werden. Im Gegensatz dazu, ist im biologischen Landbau die direkte Anwendung von Phosphorwasserstoff auf Getreide nicht erlaubt (SR 910.181, Anhang 1). Für Biogetreide darf bei der Leerraumbehandlung von Silos, in der Schweiz und der EU Phosphin eingesetzt werden (1 g/m<sup>3</sup> Phosphin)(Bio Suisse Richtlinie: Anhang 3 zu Teil 3, Kap. 1.12). Nicht geregelt ist dabei die Anwendungsform (Platten, Strips oder Beutel). Bio Suisse regelt die Massnahmen zur Produktbehandlung bei Schädlingsbefall von Biowaren in den Bio Suisse Richtlinien Teil 3, Anhang 3, Kap. 1.12., darin sind auch alle zugelassenen Mittel für die Leerraumbegasung aufgeführt. Die Räume müssen nach Freigabe der maximalen Arbeitsplatz- Konzentration mindesten 24 h belüftet werden.

Für Biogetreide existiert in der Schweiz für Phosphorwasserstoff-Rückstände ein Interventionswert von 0.001 mg/kg (Weisung vom 20.11.2015 zum Vorgehen bei Rückständen im Biobereich des BLW und BLV). Für alle anderen Kulturen gilt ein höherer Interventionswert von 0.01 mg/kg. Für konventionelles Getreide gilt in der Schweiz der Höchstgehalt an Phosphinrückständen von 0.1 mg/kg und bei Getreideprodukten wie Mehl 0.01 mg/kg (untere analytische Bestimmungsgrenze) (Verordnung EDI über die Höchstgehalte für Pestizidrückstände in oder auf Erzeugnissen pflanzlicher und tierischer Herkunft VPRH 817.021.23). Im internationalen Lebensmittelhandel und insbesondere in Deutschland wird für Phosphinrückstände der Orientierungswert von 0.01 mg/kg des Bundesverbandes Naturkost Naturwaren (BNN) e.V. als Anhaltspunkt für die Nichtanwendung von Pestiziden herangezogen (auf das unverarbeitete Produkt). Bei konventionellem Getreide wie beispielsweise Weizen gilt in Europa der MRL<sup>1</sup> von 0.1 mg/kg (EU Pesticides Database, (EC) No 149/2008).

Bio Suisse hat in der «Checkliste zur Einhaltung der Sorgfaltspflicht in Bezug auf Rückstände bei der Lagerhaltung von Knospe-Produkten» vom März 2013, sowohl verbindliche Vorgaben an die Lagerhalter zur Einhaltung der Sorgfaltspflicht gemacht, als auch freiwillige Massnahmen vorgeschlagen. Zudem werden auch maximale Zielwerte der Phosphinbelastung von Stäuben genannt (Bio Suisse 2013).

---

<sup>1</sup> Maximum Residue Level/Limit: ist die Höchstmenge an Pestizidrückständen, die für die menschliche Gesundheit unbedenklich ist.

**Tabelle 2: Grenz- und Interventionswerte für Phosphin-Rückstände in Getreide**

Land	Konv. Getreide Grenzwert mg/kg (unverarbeitet)	Biogetreide Interventionswert mg/kg (unverarbeitet)
Europa	0.1 mg/kg	-
Deutschland	0.1 mg/kg	0.01 mg/kg (BNN-Wert)
Schweiz	0.1 mg/kg	0.001 mg/kg

### 3.3 Analytik

Für den Nachweis von Phosphin wird das trockene Lebensmittel mit wässriger Schwefelsäure versetzt. Dabei entsteht gasförmiges Phosphin, welches sich im Dampfraum des verschlossenen Gläschens ansammelt. Für die Messung wird das Gas extrahiert und gaschromatographisch mit einem flammenphotometrischen Detektor bestimmt (Headspace-Technik; GC/FPD<sup>2</sup>)(Amstutz et al. 2003). Wir gehen davon aus, dass bei dieser Methode Phosphide zu Phosphin abgebaut und somit mitgemessen werden. Mit dieser Methode ist es möglich Phosphinrückstände bis zu 0.0001 mg/kg nachzuweisen. Die Kosten einer Phosphin Analyse belaufen sich auf ca. 120.- CHF (je nach Labor), dafür werden 50 g Probematerial benötigt. In der Weisung BLW/BLV steht, dass das Analyselabor für die spezifische Methode akkreditiert sein muss.

### 3.4 Die wichtigsten Labors, die Phosphinanalysen anbieten

Die untenstehenden Labors sind nicht alle für die Methode der Phosphinanalysen akkreditiert. Die nicht akkreditierten Labors geben die Analysen extern.

**Tabelle 3: Labors die Phosphinanalysen anbieten**

Labor	Bestimmung intern	Bestimmungsgrenze
Labor der Urkantone	Ja	0.0001 mg/kg
Interlabor Belp	Nein	0.0001 mg/kg
UFAG Laboratorien	Nein	0.0001 mg/kg
SQTS	Ja	0.001 mg/kg
Eurofins Schönenwerd	Ja	0.001 mg/kg
Eurofins Dr. Specht Hamburg	Ja	0.005 mg/kg

<sup>2</sup> GC/FPD: Gas Chromatography with Flame Photometric Detection; Gaschromatographie mit Flammenphotometrischem Detektor.

Die Bestimmungsgrenze hat eine höhere Genauigkeit als die Nachweisgrenze, sie definiert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % die genaue quantitative Menge des Rückstandes.

### 3.5 Probenahme

Die Studie von Landau et al. 2011 hat gezeigt, dass die Phosphin-Belastung im Getreide nicht gleichmässig, sondern in «Nestern» verteilt ist. Für eine repräsentative Probe muss deshalb das gesamte Warenlos engmaschig beprobt werden und selbst dann ist nicht garantiert, dass das Ergebnis reproduzierbar ist. Am besten ist dies mit einem automatischen Probenehmer während des Warendurchlaufs möglich. Falls jedoch die Anlage mit Staub belastet ist besteht die Gefahr, dass die Probe beim Warendurchlauf in der Anlage kontaminiert wird. Bei der Ein- und Auslagerung ist auch manuell eine einigermaßen repräsentative Beprobung möglich. Dazu müssen genügend viele Einzelproben zu einer Sammelprobe vermischt und homogenisiert werden. Bei Getreide, welches in einem Silo lagert, ist keine repräsentative Beprobung möglich. Für manche Fragestellungen ist eine risikobasierte Probe aussagekräftiger als eine repräsentative. In diesen Fällen wird meist nur die Getreideoberfläche in der Zelle oder der unterste Siloabschnitt beprobt. Die Phosphin-Werte der Proben an der Getreideoberfläche in der Zelle und am Auslauf der Zelle sind öfters höher als in der Mitte und bilden nicht die tatsächliche Phosphin-Konzentration der gesamten Getreidecharge ab. Da durch die Einlagerung in die Silozellen der an den Innenwänden haftende Phosphin-Staub mitgerissen wird.

- Die Phosphin-Belastung im Getreide ist nicht gleichmässig, sondern in Nestern verteilt.
- Für eine repräsentative Probe sollte ein automatischer Probenehmer verwendet werden. Ist keiner vorhanden, so sollten genügend viele Durchlaufproben in Form von Einzelproben während der Bewegung der Getreidechargen über die Fördererlemente oder Einzelproben beim Ablad genommen und am Schluss gemischt werden.

### 3.6 Vorangegangene Studien zu Phosphin-Kontaminationen in Getreide

Im folgenden Abschnitt werden Untersuchungen zu Phosphin-Rückständen bei Getreide vorgestellt.

In der Studie von Landau 2010 wurden Phosphinrückstände auf Weizenkörnern nach direkter Begasung mit Phosphin-Gas aus der Stahlflasche untersucht. Diese zeigt, dass die Weizenkörner 10 Wochen nach der Begasung mit Phosphin-Konzentrationen von 5 - 100 mg/kg keine Phosphin-Rückstände mehr nachweisen.

Begasungen mit Phosphin-Gas aus der Stahlflasche hinterlassen nach genügender Belüftung der Ware durch Bewegung keine Phosphin-Rückstände auf Weizenkörnern.

Untersuchungen zu Leerraumbegasungen mit Magnesiumphosphid-Platten in Silozellen (48 h Begasung), zeigen, dass Phosphin in den Luftraum der angrenzenden, abgedichteten Weizen Biozellen diffundiert. Die gemessene Konzentration von 26 ppm Phosphin in der Luft der abgedichteten Nachbarzelle verursachten jedoch keine nachweisbaren Rückstände in den Bio-Weizenkörnern (Analyse 4 Monate nach Begasung) (Landau 2010).

Durch Oberflächenbegasungen von Mehl und Getreidekörnern mit Magnesiumphosphid-Platten während 48 h wurde festgestellt, dass auch hier Phosphin aus den behandelten Zellen in benachbarte abgedichtete Bio-Zellen gelangt, jedoch auch in diesem Fall keine nachweisbaren Phosphin-Rückstände hinterlässt. Beim Mehl grenzten mehr als drei gleichzeitig behandelte Silozellen an die Biozelle, hier wurden Phosphin-Rückstände von 100 ppm in der Luft und geringe Mengen Phosphin bis zu 0.00011 mg/kg auf Bio Mehl verursacht (in den obersten 10 cm, gemessen 4.5 Monate nach der Begasung) (Landau 2010).

Kreuzkontaminationen der Siloatmosphäre mit Phosphin-Gas aus angrenzenden Silozellen sind möglich. Diese hinterlassen jedoch im Erntegut keine nachweisbaren Rückstände.

Die Studie von Landau et al. 2011 hat aufgezeigt, dass Staub aus unterschiedlichen Stellen eines Silos hochgradig mit Phosphin belastet ist und eine wichtige Kontaminationsquelle für Getreide darstellt. Die Versuche im Silo zeigen, dass Weizenkörner nach Begasung mit Phosphin-Pellets höhere Phosphin-Messwerte haben als nach Begasung mit Phosphin-Plates oder nicht begaste Weizenkörner. Dabei wiesen auch nicht begaste Weizenkörner wegen Querkontaminationen durch belasteten Getreidestaub Phosphin zwischen 0.0002 und 0.02 mg/kg auf. Gleichzeitig haben die Weizenkörner, die mit Plates begast wurden auch Phosphin-Rückstandsmengen zwischen 0.001 – 0.02 mg/kg enthalten. Werte über 0.1 mg/kg weisen eindeutig auf eine Begasung mit Pellets hin.

Neu ankommende konventionelle Chargen welche mit Phosphin-Staub belastet sind, hinterlassen einen Teil des Staubes in der Annahmegosse und den Fördererelementen von Silos und belasten somit die nächste Warencharge. Auf diesem Weg kann auch Biogetreide durch belasteten Staub mit Phosphin kontaminiert werden.

- Der Getreidestaub von Silos ist oft stark mit Phosphin belastet. Der belastete Staub stammt von konventionellem Getreide welches mit Aluminiumphosphid-Pellets behandelt wurde.
- Unbehandeltes Getreide kann durch belastete Annahmegossen, Förderanalgen und Silorzellen kontaminiert werden. In der Studie von Landau et al. 2011 erreichte die Phosphinkonzentration von unbehandelten Weizenkörner im Silo Werte von 0.0013 bis zu 0.017 mg/kg.

Die Studie zeigte zudem, dass Reinigungs- und Sanierungsmassnahmen in der Förderanlage und der Annahmegosse im Silo zu geringeren Phosphin-Belastungen im Staub geführt haben. Hierzu sind besonders erwähnenswert die Nassreinigung der Annahmegosse, (Reinigungseffekt hält bis 4 Monate) und die Reinigung der

Elevatorenfüsse (Reinigungseffekt hält bis 4.5 Monate). Die Untersuchungen veranschaulichen, dass nur durch das Gesamtpaket der Reinigung d. h. durch das Entsorgen des Aspirationsstaubes, der Reinigung der Annahmegosse, der Filter, der Elevatorenfüsse und der Überlaufklappen der Redler, die Phosphin-Kontaminationen reduziert werden können. Der Reinigungseffekt hält aber nur begrenzte Zeit an, sobald belastete Ware in den Umlauf kommt, wird die ganze Anlage erneut kontaminiert.

- Die Reinigung der Silooberflächen vom Staub verringert die Kontamination des Getreides signifikant.

Auch innerhalb der Siloanlage findet eine Kontamination der Silozelle statt, da die Innenwände mit Phosphin-Staub belastet sind und durch den Abrieb beim Einlagern in die Zelle der belastete Staub mitgerissen wird.

- Durch die Einlagerung in die Silozellen wird der an den Innenwänden haftende Phosphin-Staub mitgerissen.

Die Studie Pestizidrückstände in Silowänden von Rossier und Bickel 2015 zeigt, dass die Schädlingsbekämpfung keine nennenswerten Rückstände in den Silowänden verursachte und sich nur in einem von vier Silos geringe Mengen von Phosphin nachweisen liessen (0.001 mg/kg bzw. 0.0021 mg/kg).

### **Rückstandswerte aus der Literatur**

In der Studie von Scudamore und Goodship 1986 wurde gezeigt, dass Getreide das mit Phosphin behandelt wurde, nach einer Lagerungszeit von 29 Tagen Rückstände zwischen 0.0001 und 0.002 mg/kg aufwies. Mais zeigte hier nach derselben Lagerungszeit höhere Rückstandswerte zwischen 0.003 und 0.012 mg/kg. Weitere Studien bestätigen den Bereich der Rückstandswerte:

Die Untersuchung des CVUA 2012 analysierte unterschiedliche Produkte (Getreide, Nüsse, Gewürze Tee) auf Phosphin Rückstände, dabei zeigten 31 % (21 von 68 Produkten) der konventionellen Produkte positive Ergebnisse zwischen 0.0001 und 0.0037 mg/kg. Bei den biologischen Produkten zeigten 12 % (4 von 33 Produkten) Phosphin-Rückstände zwischen 0.00012 und 0.0011 mg/kg. Darunter wurden 11 Getreideproben untersucht, wobei eine Weizenprobe Phosphinrückstände von 0.0011 mg/kg hatte.

Das Kantonale Laboratorium Basel-Stadt fand 2012 in biologischem Getreide und getrockneten Früchten Phosphinrückstände zwischen 0.0001 bis 0.0037 mg/kg (8 von 40 Produkten). Bei konventionellen Nahrungsmitteln fanden sich Rückstände zwischen 0.0001 – 0.13 mg/kg, wobei 0.13 mg/kg Phosphin in Reis aus den USA ein Ausreisser war (Kantonales Laboratorium Basel-Stadt 2012).

Zusammenfassend liegen die normalerweise nachgewiesenen Konzentrationen von Phosphin in Lebensmitteln wie Getreide zwischen 0.0001 und 0.005 mg/kg. Diese Ergebnisse beziehen sich nicht nur auf konventionell hergestellte Lebensmittel, bei denen die Begasung mit Phosphin erlaubt ist, sondern auch auf Produkte aus dem

Biolandbau. Beide weisen Phosphingehalte in diesem Konzentrationsbereich auf, obwohl die Begasung mit Phosphin im ökologischen Landbau nicht erlaubt ist.

## **4. Vorgehen/Methoden**

### **4.1 Erfassung Ist-Zustand**

#### **4.1.1 Phosphin-Rückstandsanalysedaten**

Für die Auswertung der Kontaminationen mit Phosphin wurden Getreide-Importfirmen (Händler), Lagerhalter (Silobetreiber) und Lebensmittelmühlen (Verarbeiter/Industrie) gebeten, alle ihre Phosphin-Rückstandsanalysen mit und ohne Rückstandbefund (inkl. konventionelle Waren) der letzten drei Jahre (2015-2017) dem FiBL zur Verfügung zu stellen.

Wir haben die Analysedaten von 8 Akteuren (von insgesamt 17 Befragten) erhalten. Zudem wurden uns die Rückstandsdaten von Bio Suisse (2007-2017) und die Fälle einer Zertifizierungsstelle zur Verfügung gestellt. Die erhaltenen Analysedaten wurden zusammengetragen, miteinander verglichen und doppelte Fälle entfernt.

Die Rückstandswerte und der gesamte Warenfluss (Produzent, Herkunftsland, Transportart, Verpackung) wurde systematisch ausgewertet, im Hinblick auf die wichtigsten Warenwege der in- und ausländischen Getreide und der Identifikation der möglichen Kontaminationspunkte («Hot Spots»).

#### **4.1.2 Befragung der Getreidebranche**

Für die Erfassung des Ist-Zustandes wurde vom FiBL und der Begleitgruppe ein Fragebogen entwickelt, um Angaben zu Phosphin Rückstandsfällen, zum Warenfluss, und zur Handhabung der Schädlingsbekämpfung zu erhalten. Anschliessend wurden Importfirmen (Händler), Lagerhalter (Silobetreiber) und Futter- und Lebensmittelmühlen (Verarbeiter/Industrie) direkt vor Ort oder am Telefon befragt (insgesamt 17 Akteure). Der Fragebogen wurde den Firmen im Voraus zugestellt, damit sie sich auf die Befragung vorbereiten konnten. Der Fragebogen ist im Anhang 2 zu finden. Die Fragebögen wurden ausgewertet und in den Resultaten zusammengefasst. Zudem wurden vorgeschlagene Verbesserungsmassnahmen für die Handhabung in den Empfehlungen zusammengetragen und diskutiert, ob diese wirtschaftlich tragbar und durchführbar sind.

Die Aussagen und Rückstandsanalysedaten der befragten Firmen werden in diesem Bericht anonymisiert dargestellt.

### **4.1.3 Interviews Schädlingsbekämpfungsunternehmen und Zertifizierungsstellen**

Mit den Schädlingsbekämpfungsunternehmen wurde in einem persönlichen Gespräch und durch E-Mail Korrespondenz, über die Anwendungsformen von Phosphin in der Schweiz diskutiert. Die Informationen wurden in die Auswertung miteinbezogen.

In der Ukraine wurde bei Lagerhaltern und bei den Zertifizierungsstellen zum Thema Phosphin nachgefragt.

### **4.1.4 Analytische Fragen/Ringversuche**

Es wurden mündliche Abklärungen mit Günter Lach von Lach & Bruns Partnerschaft gemacht, ob Ringversuche machbar sind, um die Reproduzierbarkeit der Phosphin-Analysen durch die Labors zu untersuchen. Gefragt wurde, ob standardisierte Proben möglich sind.

## **5. Resultate**

### **5.1 Phosphin-Analysedaten und Fälle über dem Interventionswert**

Die Analysedaten der Unternehmen wurden in unterschiedlichen Formen eingereicht und waren teilweise unvollständig. Einerseits wurden von einigen Unternehmen nur Biogetreide-Analysen über dem Interventionswert von 1 µg/kg Phosphin abgegeben. Andererseits wurden alle Analysedaten von biologischem und konventionellem Getreide eingereicht, die positive und negative Phosphinrückstandswerte hatten. Die Getreidechargen bestanden teilweise aus mehreren LKW Anlieferungen die beprobt wurden und somit aus mehreren Analyseresultaten für eine Charge. Die Angaben zu Transportart und Verpackung, sowie der Name des Produzenten wurden meistens nicht angegeben. Die Datenlage ist somit bei weitem nicht vollständig. Um die Lesbarkeit der Analysedaten zu vereinfachen, wird ab hier von µg/kg statt mg/kg gesprochen. Aus den Analyseresultaten ist zu lesen, dass sie in unterschiedlichen Labors eingereicht wurden, da die Bestimmungsgrenzen von 0.1 bis 1.0 µg/kg reichen.

Insgesamt wurden 418 Datensätze aus den Jahren 2007-2017 analysiert, diese bestanden aus 371 biologischen und 47 konventionellen Getreideanalysen. Es wurden die unverarbeiteten Getreidearten Dinkel, Gerste, Hafer, Hirse, Mais, Roggen und Weizen (inkl. Hartweizen) für den menschlichen Verzehr (d.h. ohne Futtergetreide) berücksichtigt. In den erhaltenen Daten ist beim Biogetreide der Weizenanteil mit 71 % (262 von 371 Analysen) am häufigsten vertreten, gefolgt von Dinkel 11 % (39 Analysen), Hafer 8 % (31 Analysen), Roggen 6 % (24 Analysen), Mais 2 % (7 Analysen), Hirse 1 % (5 Analysen) und Gerste 1 % (3 Analysen). Da sehr wenig konventionelle Daten (47) vorhanden sind, wird in der Auswertung auf einen Vergleich der Rückstandsmenge zwischen biologischem und konventionellem Getreide verzichtet.

Die Rückstandsdaten wurden in folgende Kategorien eingeteilt:

- $< 1 \mu\text{g/kg}$  ( $< 0.001 \text{ mg/kg}$ , unterhalb des Interventionswert CH, teilweise auch unterhalb der Bestimmungsgrenze)
- $1 \leq x < 10 \mu\text{g/kg}$  ( $0.001 \leq x < 0.01 \text{ mg/kg}$ , über dem Interventionswert CH, jedoch unter dem Orientierungswert BNN)
- $\geq 10 \mu\text{g/kg}$  ( $\geq 0.01 \text{ mg/kg}$ , Orientierungswert BNN überschritten)

Da manche Labore eine Bestimmungsgrenze von  $1 \mu\text{g/kg}$  ( $0.001 \text{ mg/kg}$ ) und andere  $0.5 \mu\text{g/kg}$  ( $0.0005 \text{ mg/kg}$ ) oder  $0.1 \mu\text{g/kg}$  ( $0.0001 \text{ mg/kg}$ ) haben, wurden alle Werte  $< 1 \mu\text{g/kg}$  zusammengenommen, inkl. der Angabe nicht nachweisbar. «n.n.».

In Biogetreide wurde bei 72 % (276 Analysen) kein Phosphin Rückstand gefunden. Die Anzahl Analysen über/gleich dem Interventionswert ( $1 \mu\text{g/kg} = 0.001 \text{ mg/kg}$ ) und kleiner  $10 \mu\text{g/kg}$  betrug 25 % (94 Analysen), die Anzahl über/gleich  $10 \mu\text{g/kg}$  waren 3% (11 Analysen) (siehe Abb. 2). Die gefundenen Rückstandswerte befanden sich zwischen n.n. und max.  $200 \mu\text{g/kg}$  (Ausreisser). Der Median von allen gemessenen Analysen der Bioware beträgt  $0.0 \mu\text{g/kg}$ . Da die Daten stark rechtsschief sind, wird auf die Angabe des Mittelwerts verzichtet.

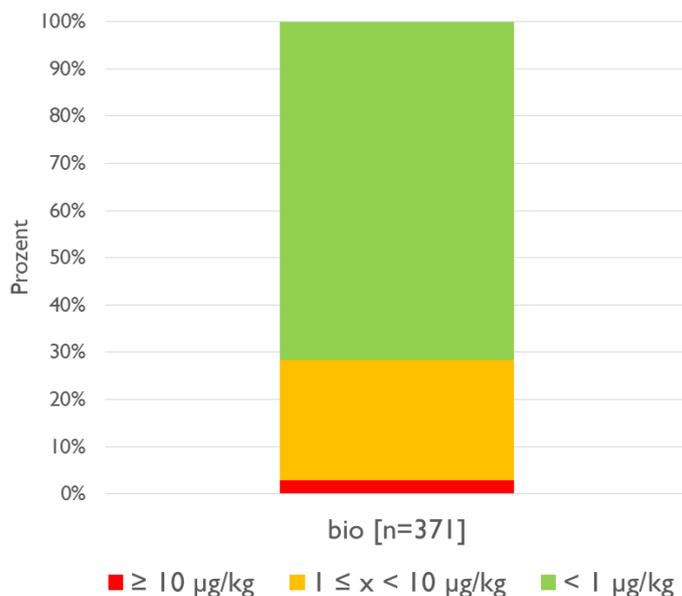


Abbildung 2: Anteile Phosphin-Rückstandsmenge in Biogetreide aus den Jahren 2007-2017:  $< 1 \mu\text{g/kg}$  ;  $1 \leq x < 10 \mu\text{g/kg}$  ;  $\geq 10 \mu\text{g/kg}$ .

### Aberkennung oder Freigabe der Fälle über dem Interventionswert

Für diese Auswertung wurden nur Messungen ab Inkrafttreten der Weisung zum Vorgehen bei Rückstandsfällen im Bio Bereich vom 20. 11. 2015 berücksichtigt. Für die Darstellung der Analysedaten über dem Interventionswert und der entsprechenden Entscheide der Kantonschemiker wurden die Analysedaten in Warenlose, resp. «Fälle» (bei Nachweisen) eingeteilt. Falls pro Getreidecharge mehrere Messungen vorhanden waren, wurde jeweils der höchste gemessene Wert berücksichtigt. Von den 27 Fällen wurden 25 Fälle (93 %) freigegeben und 2 Fälle (7 %) von Kantonschemikern zu konventioneller Ware deklassiert. (siehe Abb. 3).

25 Fälle haben einen Phosphingehalt zwischen 1-10 µg/kg (0.001 – 0.01 mg/kg), diese wurden alle von den Kantonschemikern freigegeben.

2 Fälle haben einen Phosphingehalt > 10 µg/kg (0.01 mg/kg), beide wurden deklassiert.

Entscheid Kantonschemiker [n = 27]

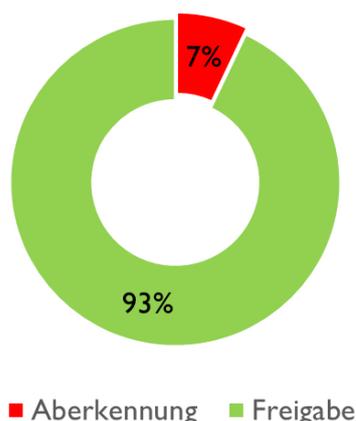


Abbildung 3: Prozentualer Anteil der Entscheide der Kantonschemiker zur Aberkennung oder Freigabe von Phosphin-Rückstandsfällen.

Bei den Phosphinfällen über dem Interventionswert in Abb. 4 ist ersichtlich, dass die beiden deklassierten Warenposten über dem Wert von 10 µg/kg (0.01 mg/kg) liegen. Alle Partien mit Rückständen unter dem BNN-Orientierungswert (rote Linie in Abb. 4) wurden nach Abklärungen freigegeben. Beim hohen Rückstandswert (>20 µg/kg) wird nicht von Kreuzkontaminationen ausgegangen, die Rückstände müssen auf anderem Wege entstanden sein, diese sind ungeklärt. Beim anderen Fall (<14 µg/kg) sind Kreuzkontaminationen mit Phosphin-Staub im Betrieb die vermutete Ursache für die Phosphinverunreinigung.

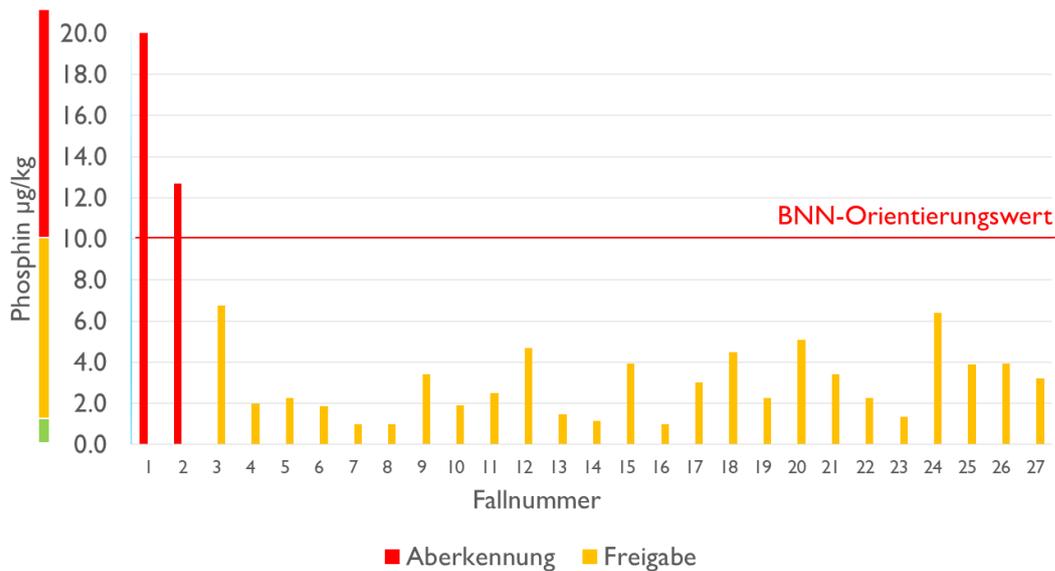


Abbildung 4: Beanstandete Phosphinfälle über dem Interventionswert ( $1 \mu\text{g/kg} = 0.001 \text{ mg/kg}$ ) mit Freigabeentscheid durch die Vollzugsbehörden (rot = Aberkennung; orange = Freigabe).

### Darstellung der Warenflussketten

Die Daten zeigen dass die Waren durch eine enorme Diversität an Transportmöglichkeiten und Zwischenlagern in die Schweiz gelangen.

Hier beispielhaft einige Kombinationsmöglichkeiten bei den Transportarten und Zwischenlagern:

- Inland: Feld - Traktor - Sammelstelle - LKW/Bahn - Silo - LKW/Bahn - Mühle
- Ausland (1): Feld - Sammelstelle/Silo - LKW/Bahn - Silo Ausland - LKW/Bahn - Silo/Mühle Schweiz - LKW/Bahn - Mühle
- Ausland (2): Feld - Sammelstelle/Silo - LKW/Bahn - Hafensilo - Containerterminal Ausland - Schiff - LKW/Bahn Schweiz (Container) - Silo - Bahn/LKW - Mühle

In der Abbildung 5 ist der Anteil der Transportarten von Biowaren aus den unterschiedlichen Ländern aufgezeigt. Die Fallzahlen entsprechen hier der Summe aller Analysedaten, die einen Eintrag bei der Transportart per LKW oder Bahn hatten, ohne Berücksichtigung der Rückstandsmengen. Zum Transport mit dem Schiff (auf Container) sind nur 2 Dateneinträge vorhanden (Türkei und Argentinien). Bei den meisten Ländern fehlt die Angabe zum Transport, so dass zu wenig Analysedaten vorhanden sind um eine gesicherte Aussage zu machen (Ukraine 6; Schweiz 6; Serbien 3; Kanada 2; Rumänien 2; Kasachstan 2; Türkei 1). Wir können lediglich beobachten, dass Chargen aus Österreich und Ungarn tendenziell eher mit der Bahn transportiert werden als Chargen aus den anderen Ländern. Aus den Ländern Deutschland, Italien und Tschechien wird die Ware ausschliesslich mit dem LKW transportiert.

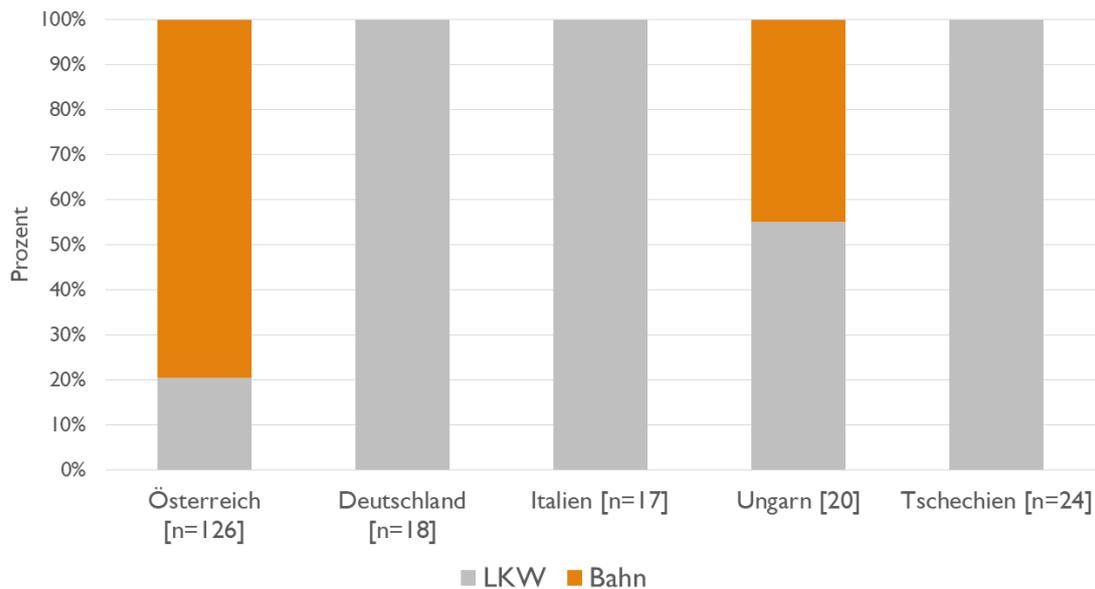


Abbildung 5: Anteil der Transportart (LKW und Bahn) von Biowaren nach Land, ohne Berücksichtigung der Rückstandsmenge.

Um eindeutige und aussagekräftige Aussagen und Vergleiche zu Kontaminations-«Hotspots» machen zu können, fehlt es an Daten aus den einzelnen Kategorien Herkunftsland, Transportart und Verpackung.

### Phosphinrückstände nach Herkunftsland

In Abbildung 6 ist der Anteil der Phosphin-Rückstandsmenge bei Biowaren nach Herkunftsland dargestellt. Es ist sichtbar, dass die Waren aus Österreich und der Ukraine tendenziell häufiger Rückstände zwischen  $\geq 1 \mu\text{g}/\text{kg}$  bis  $< 10 \mu\text{g}/\text{kg}$  nachweisen als die anderen hier dargestellten Länder. Argentinien und Tschechien weisen prozentual mehr Werte  $\geq 10 \mu\text{g}/\text{kg}$  auf. Die Ergebnisse sind aber nicht statistisch abgesichert, da bei vielen Ländern weniger als 10 Datenerhebungen vorhanden sind (diese Länder wurden in der Grafik nicht dargestellt). Zudem ist Österreich mit 151 Analyserhebungen überproportional vertreten, was den Vergleich mit anderen Ländern schwierig macht. Die Datenlage erlaubt keine statistisch signifikanten Aussagen darüber, ob die Herkunft der Charge ausschlaggebend für einen hohen Phosphingehalt ist.

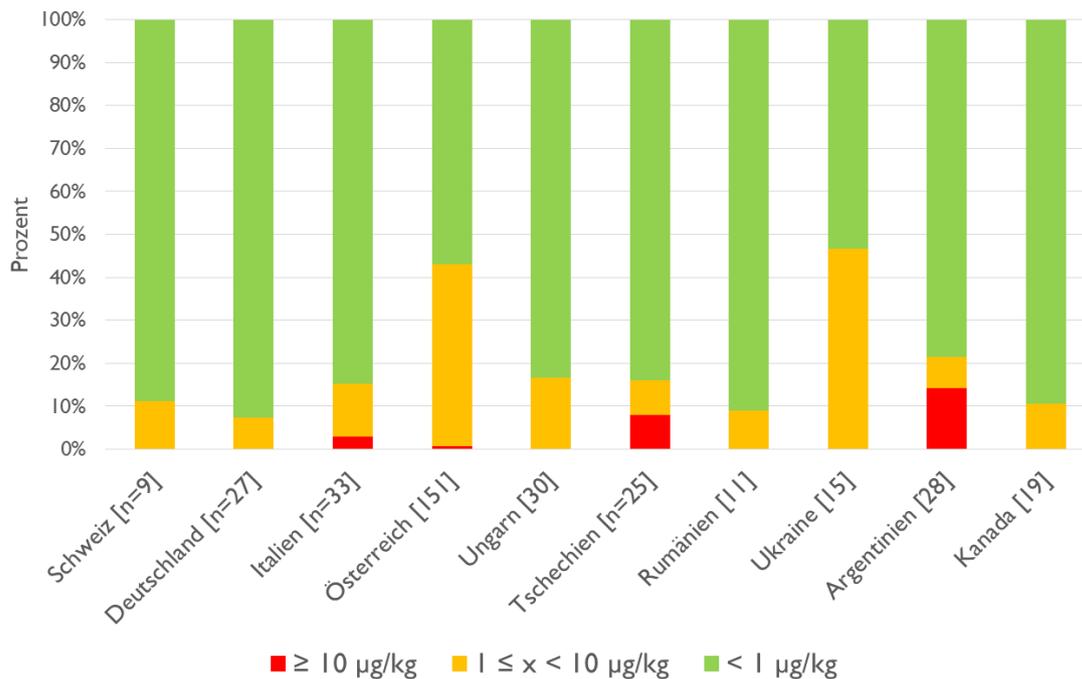


Abbildung 6: Anteil der Phosphin-Rückstandsmenge bei Biowaren nach Herkunftsland. Aufgeteilt in die Kategorien: < 1 µg/kg ; 1 ≤ x < 10 µg/kg ; ≥ 10 µg/kg.

### Phosphinrückstände nach Transportart

Bei 136 von insgesamt 371 Dateneinträgen der Biowaren fehlt die Angabe zur Transportart oder sie ist unvollständig. Die übrigen 235 Datensätze konnten ausgewertet werden. Davon sind 111 Datensätze Bahn, 114 LKW. In Abbildung 7 ist zu sehen, dass die per Bahn transportierten Chargen häufiger Rückstände aufweisen als die per LKW transportierten. Von der Kategorie Schiff (lose und in Container) waren zu wenige Daten für eine verlässliche Aussage vorhanden (total 2). Aus gleichem Grund wurden Dateneinträge ausgeschlossen, von denen die Information vorlag, dass sie in Kombination Bahn/Schiff; Bahn/LKW transportiert wurden. Wir vermuten, dass in vielen Fällen einfach das letzte Transportmittel in der Warenkette angegeben wurde. Nur ein Teilnehmer hat sämtliche Transportmittel aufgeführt. Im Allgemeinen muss die Auswertung mit Vorsicht interpretiert werden, weil die Datengrundlage lückenhaft ist.

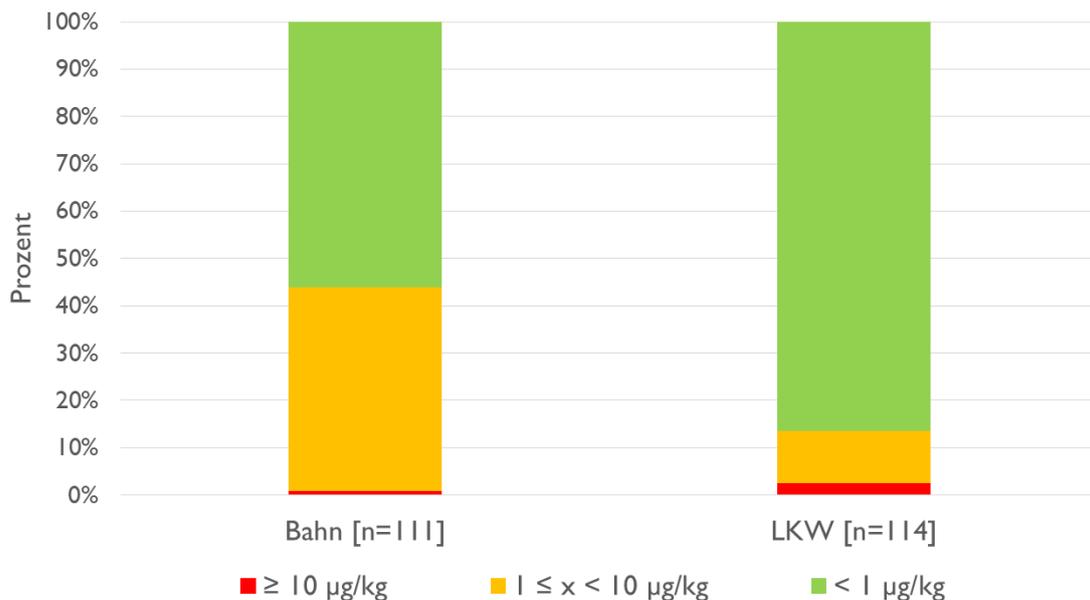


Abbildung 7: Anteil Phosphin-Rückstandswerte bei Biowaren nach Transportart. Aufgeteilt in die Kategorien: < 1 µg/kg ; 1 ≤ x < 10 µg/kg ; ≥ 10 µg/kg.

### Phosphinrückstände nach Verpackungsart

Bei der Art der Verpackung fehlten bei 187 Warenlose die entsprechenden Werte. Die Mehrheit der Waren wurde lose transportiert (224 Warenlose), nur für 4 Warenlose wurden Big Bags als Verpackung deklariert, und für 2 Warenlose Inlinerbags für Container. Eine statistische Auswertung und ein Vergleich ist auf Grund der wenigen Angaben bei den entsprechenden Kategorien nicht möglich.

## 5.2 Resultate der Befragung: Importfirmen, Lagerhalter und Verarbeiter

Es wurden insgesamt 17 Firmen befragt, darunter befanden sich 6 Importeure, 6 Silohalter (Lohnlager) und 5 Verarbeiter/Mühlen. Die Silohalter betreiben die Lager als Lohnlager, d.h. sie lagern im Auftrag eines Importeurs oder Verarbeitungsbetriebes die Waren ein.

Biogetreide für den menschlichen Verzehr macht in diesen Betrieben 5 - 80 % der gesamten Ware aus. Es wird Getreide aus folgenden Ländern importiert: Italien, Deutschland, Österreich, Ungarn, Ukraine, Rumänien, Kasachstan, Serbien, Tschechien, Kanada und Argentinien.

Die folgenden Aussagen stammen aus den Fragebögen und sind subjektive Meinungen der Befragten.

### **5.2.1 Befragung zur Separierung von konventionellem Getreide und Biogetreide**

Keiner der befragten Betriebe verfügt über eine separate Annahmegosse für Biogetreide bei der Bahn- und LKW-Annahme. Konventionelle und Biowaren werden somit an der gleichen Gosse angenommen und laufen danach auf denselben Förderbändern in die Silozellen. Nur ein einziger Betrieb besitzt eine separate Verladezelle im Warenausgang, über die nur Biowaren ausgelagert werden.

Bei der Einlagerung des Biogetreides haben fünf Betriebe ausschliessliche Biozellen, welche immer mit Biowaren befüllt werden. Alle anderen Betriebe versuchen, die Zellen sofern möglich mit Biowaren zu füllen, weichen aber bei Engpässen davon ab und befüllen die Zellen ausnahmsweise mit konventioneller Ware. Ein Grund weshalb sie nicht mit ausschliesslichen Biozellen arbeiten sei, dass es manchmal zu wenig Biowaren gibt, dann würden die Zellen leer stehen. Ein Betrieb ohne ausschliessliche Biozellen hat angegeben, dass vor dem Einfüllen die Zellen nach Staubrückständen kontrolliert würden und die Zellen bei Staubrückständen gereinigt würden. Mit Spülchargen arbeite kein Silo, das werde nur bei der Verarbeitung in Mühlen gemacht.

Oftmals sei die Annahmegosse nicht oder nicht stark genug aspiriert, sodass noch Produktrückstände und/oder Staub haften bleibe. Bei einem Betrieb sei eine Aspirationsanlage für die Annahmegosse in Planung. Der Aspirationsstaub wird von allen Silohaltern und Verarbeitern in der Biogasanlage oder Kehrrichtverbrennungsanlage entsorgt.

### **5.2.2 Befragung zur Reinigung**

Die Betriebe haben alle ausgesagt, dass sie sich an die Reinigungspläne im Rahmen des Qualitätsmanagements halten. Dennoch sind Unterschiede in der Reinigung vorhanden, die sich auf Bauart und Modernität der Anlage zurückführen lassen.

Viele reinigen die Annahmegosse regelmässig, bei Bedarf oder nach jeder Annahme mit Pressluft / dem Besen. Ein Betrieb wäscht die Annahmegosse alle 3 Monate nass aus. Einige reinigen die Annahmegosse nie, da die nächste Ladung die Waren- und Staubreste mitreissen würde. Zudem kann je nach Zugänglichkeit die Annahmegosse nur schlecht gereinigt werden. Je nach Material und Grösse seien Annahmegossen anfällig auf Staub- und Produktrückstände. Besonders bei älteren Betonwänden sei es problematisch, Chromstahl sei im Gegensatz dazu selbstreinigend. Dasselbe gelte für die Vor- und Nachbunker der Waage.

Elevatorenfüsse werden sehr unterschiedlich häufig gereinigt und entleert, dabei spielt auch die Zugänglichkeit eine Rolle (gar nicht bis sehr häufig). Je nach Beschaffenheit und Modernität der Anlage bleiben darin wenig bis keine Warenrückstände liegen.

Die Silozellen werden in den meisten Betrieben vor Einlagerung kontrolliert und geprüft, ob sich noch Produktreste oder Staubrückstände darin befinden. Bei Verschmutzung würden sie besenrein / mit Pressluft geputzt. Dazu haben einige Betriebe angemerkt, dass die besenreine Reinigung nicht viel bringe, ausser den Staub wieder aufzuwirbeln.

Aus diesem Grund reinigen einige die Silozellen gar nicht. Nur ein Unternehmen saugt die Silozellen mit dem Staubsauger aus. Ein Silo reinigt die Zellen bei Bedarf feucht, das sei aber sehr zeitaufwändig und verursache hohe Kosten. Die Ergebnisse seien aber sehr zufriedenstellend, da der ganze Staub entfernt würde. Einige Unternehmen haben auch gesagt, dass sie die Zellen aus Kosten- / und Zeitgründen nicht nach jeder Ein- und Auslagerung reinigen können.

### **5.2.3 Befragung zu Probenahme und Phosphinanalysen**

Es sind oftmals Importeure, die in Zusammenarbeit mit Verarbeitern die Probenahme bei der Einlagerung des Bioweizen in der Schweiz veranlassen. Diese werde vor der Einlagerung der Ware im Silo während dem Ablad genommen. Je nach Unternehmen werde entweder jede Bio-Charge oder erst Chargen ab 100-500 t auf Phosphin Rückstände untersucht. Importeure kriegen oftmals ein Vorabmuster der Bioware, wovon sie eine Phosphinanalyse veranlassen. Die meisten Importeure verlangen von den Exporteuren keine Analysen, da die Nachweisgrenze bei ausländischen Labors meist nicht bis zu 0.001 mg/kg reiche und somit unbrauchbar sei. Sie würden die Untersuchungen selber in Schweizer Labors durchführen. Generell würden die meisten Biochargen untersucht. Falls in einer Bio-Warenprobe Phosphin-Rückstände nachgewiesen würden, werden die ganzen Abklärungen gemacht sowohl im eigenen Betrieb als auch über die Zertifizierungsstelle und die Kantonalen Laboratorien. Dieser Prozess sei sehr aufwendig und stosse bei den Exporteuren häufig auf wenig Verständnis aufgrund der ungleichen Regelung im Ausland.

Den Lagerhaltern, welche normalerweise als Lohnlager arbeiten, werde oftmals vorgeschrieben wie sie die Proben ziehen müssen. Dies wird beispielsweise in der Anleitung für die Durchführung der Probenahme, im Anhang 1 der Schweizer Getreidebörse Luzern beschrieben, diese beruht auf der Richtlinie 2002/63/EG. Die befragten Betriebe halten sich an diese Art der Probenahme. Eine Frage, die sich während der Befragung gestellt hat ist, ob die Probenahme nicht ab Inverkehrbringen des Produkts genommen werden sollte, statt mitten im Prozess.

Die Probenahme wird oftmals mit der Stechlanze oder mit einem Eimer durchgeführt, dabei werden die Proben von jedem Lastwagen / Bigbag / Bahnwagen / Schiff / Container genommen und als Mischmuster abgefüllt und eingeschendet. Die Stechlanzen / Eimer werden mit Pressluft gereinigt. Viele stellen zusätzlich ein Durchlaufmuster aus dem Silo als Rückstellmuster zur Seite. Die Probenahme ab Ablad diene zusätzlich vor der Einlagerung ins Silo der Schädlingsbefallskontrolle. Keiner der Betriebe nimmt Proben in der Silozelle mit einer Wurfsonde (geht ca. 20 cm ab der Oberfläche in die Ware herein), weil die oberste Schicht die Staubrückstände der Silowände / Silooberraums beinhalte und das keine repräsentative Probe sei. Die Silohalter empfehlen deshalb ein Durchlaufmuster. Das kostet zwar, weil die ganze Ware in den Umlauf müsse, sei dafür aber repräsentativ.

Die meisten Unternehmen machen bei konventioneller Ware stichprobenartige Untersuchungen in Form von Monitorings. Deswegen sei die Datenlage bei konventioneller Ware eher klein.

Lohnlager veranlassen generell keine Phosphinanalysen, dennoch haben einzelne Lohnlager eigene Untersuchungen innerhalb des Betriebs veranstaltet, um Kontaminationswege und verunreinigte Anlageteile aufzudecken und dadurch die Handhabung im Silo zu verbessern.

#### **5.2.4 Befragung zur Anwendung von Phosphin im Betrieb**

Die Anwendung von Lagerschutzmitteln wird von den Lagerhaltern und Verarbeitern soweit es geht vermieden. Nur noch wenige verwenden Phosphin bei einem akuten Schädlingsbefall der gelagerten Güter. Wenn konventionelles oder biologisches Getreide mit Schädlingen belastet sei, werde die Ware entweder an den Verkäufer retourniert oder direkt mit einer Schädlingsbekämpfungsmethode (Phosphin bei konventioneller Ware oder alternative Methode) behandelt. Eine weitere Möglichkeit sei, die Ware schnellstmöglich zu verarbeiten, da im Reinigungsprozess alle Schädlinge ausgesiebt werden können. Wichtig sei dabei, dass die Ware bei einem Befall nicht lange gelagert werde.

Anwendung von Phosphin in der Schweiz:

- Leerraumbegasung: 2 von insgesamt 15 Betrieben.
- Direktbegasung (nur konventionelles Getreide): 5 von insgesamt 15 Betrieben. Dabei wird unterschieden zwischen der Behandlung mit Platten oder Pellets, da diese für Phosphinstäube verantwortlich sind.
  - 2 von 15 Betrieben mit Platten
  - 4 von 15 Betrieben mit Pellets
- 2 Betriebe in Zellen derselben Anlage
- 2 Betriebe in örtlich getrennten Anlagen (keine Einlagerung von Bio in dieser Anlage)

Der Grund für die Anwendung von Pellets seien die Kosten, eine Inertgas-Begasung sei gegenüber einer konventionellen Begasung in der Regel ca. drei Mal teurer. Entsprechend sei auch die «Hürde» für einen kompletten Verzicht respektive den Wechsel der Methode, rein aus Kostengründen, höher zu gewichten.

##### **5.2.4.1 Befragung zur Behandlung mit Phosphin bei Sammelstellen in der Schweiz**

18 Schweizer Sammelstellenhalter haben in einem Fragebogen beantwortet, ob sie in ihrer Sammelstelle Phosphin einsetzen. 8 von 18 wenden Phosphin in sehr unterschiedlichen Methoden und Frequenzen an. Die restlichen 10 wenden kein

Phosphin an. Generell wird sehr selten und nur « im Notfall» mit Phosphin behandelt, dennoch sei es eine sichere, akute Behandlungsmassnahme.

Befragung der Sammelstellen zur Phosphin-Anwendung:

- Leerraumbegasung mit Platten : 6 von 18 (4 davon nie in den letzten 3 Jahren)
- Direktbegasung mit Platten: 1 von 18
- Direktbegasung mit Pellets: 5 von 18 (2 davon nie in den letzten 3 Jahren)

Eine Sammelstelle plant eine EcO<sub>2</sub> Anlage und eine weitere behandelt alternativ auch mit Kieselgur. Zudem besitzen einzelne Sammelstellen ausschliessliche Biozellen.

### **Alternative Behandlungsmethoden**

Folgende Methoden werden von den befragten Betrieben als alternative Behandlungsmethoden angewendet:

- Physikalisch-mechanische Massnahmen: Reinigen, Sieben, Abtragen/Absaugen von kontaminierten Warenbereichen.
- Kieselgur (Siliziumdioxid): Damit es nachhaltig gegen Schädlinge wirke, braucht es eine grosse Menge. Es wird direkt auf die Waren gegeben z. B. in abgepackte Säcke.
- Sauerstoffarme Atmosphäre durch EcO<sub>2</sub>-Anlagen in geschlossenen Räumen: Der Stickstoff wird von unten ins Silo gegeben, bis ca. 0.5-1.5 % Sauerstoff vorhanden sei. Je nach Grösse der Silozelle dauere das 4 Stunden bis 4 Tage. Bis die Schädlinge nicht mehr leben, könne es bis zu acht Wochen dauern. Laut den befragten Betrieben sind die Nachteile die lange Anwendungsdauer, der hohe Energieaufwand und die hohen Stromkosten. Einige Betriebe besitzen selber keine EcO<sub>2</sub> Anlage und geben die Ware einem Dritten um sie zu behandeln.
- Thermische Massnahmen: Wärmebehandlungen 45-60 ° C der Produktionsräume.
- Thermische Massnahmen: Kühlen der Silozellen (Granifrigor <https://www.frigortec.de/de/50-jahre-granifrigor>)

### **5.2.5 Befragung zur Annahme von konventionellem Getreide**

Meistens wissen Importeure, Lagerhalter und Mühlen nicht, ob importierte konventionelle Waren zuvor mit Phosphin behandelt wurden. Nur ein Importeur hat im Übernahmeschein eine Frage, ob Getreide mit Phosphin behandelt wurde, das durch die Verladestelle entsprechend ausgefüllt werden muss. Bei den restlichen Befragten, würde es vom Exporteur sowie Lieferanten nicht mitgeteilt und auch vom Abnehmer nicht nachgefragt.

Die befragten Betriebe haben berichtet, dass sie oftmals riechen, wenn konventionelle Waren mit Phosphin behandelt wurden (stechender, knoblauchartiger Geruch). Wenn die Ware aber keinen Geruch abgibt, sei das keine Garantie dafür, dass sie nicht behandelt

wurde, da die Behandlung schon längere Zeit her sein kann. Bei der Pelletanwendung rieche man die Behandlung länger, da hier die Pelletreste stets abgebaut würden, bei einer Begasung mit Platten/Gas verflüchtigt sich das Gas schneller. Ein Silohalter besitzt ein Phosphinmessgerät, welches bereits beim Auslad anzeigt, ob die Ware mit Phosphin behandelt wurde.

Wenn Lagerhalter vom Geruch her wissen, dass konventionelle Ware mit Phosphin behandelt wurde, würde die Ware meistens trotzdem angenommen und eingelagert. Die Reaktionen der Befragten reichen von Zurückweisung der Ware, über zusätzliche Reinigung nach der Annahme bis zur Lagerung im demjenigen Teil der Anlage in dem Phosphin Behandlungen gemacht werden. In einigen Fällen wird ein Vermerk im Zellenjournal gemacht oder auch dem Kunden mitgeteilt. Die Ware wird nicht in speziell dafür vorgesehene Silozellen gelagert, da dies sowieso aus Kapazitätsgründen oft nicht möglich wäre. Die Einlagerung in dafür vorgesehene Silozellen wäre zudem nur planbar, wenn schon im Voraus bekannt wäre, dass die Ware mit Phosphin behandelt wurde. Eine solche Abfrage sowie Bestätigung, dass die Ware mit Phosphin behandelt wurde, gibt es derweilen nicht. Es sei fraglich, ob eine vertragliche Abmachung zur Informationsweitergabe bei konventioneller Ware im Ausland, in der Praxis durchsetzbar wäre. Anders sieht es in der Schweiz aus, hier sei es einfacher sich darüber zu informieren, ob in der Lagerstätte Phosphin angewendet wurde, dennoch wird auch hier nur äusserst selten nachgefragt/mitgeteilt. Das Risiko bleibe somit bestehen, dass Förderbänder und Siloanlagen mit Phosphin-Staub kontaminiert werden und anschliessend Bioware darüber läuft. Demgegenüber steht, dass gesunde und handelsübliche Ware geliefert werden soll, mit einer Begasung mit Pellets bei konventionellem Getreide wird das Risiko von Schädlingsbefall beseitigt.

### **5.2.6 Befragung zu den Massnahmen um Phosphin-Rückstände zu verhindern**

Ziel der Unternehmen sei es, den Anforderungen an Produktqualität und Schädlingsfreiheit zu genügen. Durch die regelmässige und gründliche Reinigung der Anlagen, könne ein Schädlingsbefall vorgebeugt werden, zudem werden Kontaminationen von Bioprodukten durch vorgelagerte konventionelle Produkte reduziert. Alle Befragten seien bestrebt, ihren Betrieb sauber zu halten. Bei den Befragungen stellte sich heraus, dass die Reinigung der Anlagen nach dem Reinigungsplan des Qualitätsmanagements gehandhabt wird und sich diese sehr unterschiedlich gestalten.

#### **Befragung zu permanenten Massnahmen**

- Wenn die Betriebe aus mehreren Siloanlagen bestehen, oder diese in Planung sind, werde ein Teil ausschliesslich mit konventionellem Getreide befüllt, um eine räumliche Trennung der Waren zu erzielen.
- Ein Unternehmen erneuere die Vorreinigungsanlage um Stäube bei der Einlagerung zu vermindern.

- Viele Betriebe haben die Aspirationsanlage erneuert oder verstärkt. Ein Betrieb überlegt sich in eine Verstärkung der Aspirationsanlage bei der Annahmegosse zu investieren.
- Die Elevatorenfüsse wurden bei mehreren Betrieben umgebaut, indem Rundfüsse eingebaut wurden, damit sich dort weniger Produktreste / Staub (max. noch einige mm) ansammeln könne.
- Einige Betriebe haben die Silozellen saniert. Teilweise wurden Betonwände und –böden erneuert, teilweise wurden die Wände Farbbeschichtet und viel Metallelemente in den Förderanlagen verwendet, damit möglichst wenig Staub haften bleibe.
- Ein Betrieb hat ein Viertel der Zellen festverrohrt und gleichzeitig die Aspiration verbessert, um weniger Staub im Siloboden zu haben.
- Einige Betriebe haben Investitionen in EcO<sub>2</sub>-Anlagen gemacht, weil sie kein Phosphin mehr anwenden wollen.
- Ein Betrieb hat eine Kühlanlage zur Schädlingsbekämpfung gekauft, die sie im Verarbeitungsbereich einsetzt, damit sie voll und ganz auf den Pestizideinsatz verzichten könne.
- Ein Betrieb hat den Probenehmer für Umlaufprobenahmen in der Anlage ersetzt, weil sich dort Staubreste angesammelt haben und die Proben verfälscht wurden.

Der Bau einer separaten Annahmegosse und Förderanlage würde beispielsweise bei einem befragten Betrieb über eine halbe Million Franken an Investition bedeuten, je nach Anlage und Grösse würden die Kosten höher ausfallen. Dies würde sich bei der Menge an Biowaren die eingelagert werden laut den Befragten nicht lohnen.

### **Befragung zu wiederkehrenden Massnahmen**

Laut den befragten Betrieben sei bei der Einlagerung des Getreides die Kompetenz der Arbeiter vor Ort sehr wichtig. Reinigungs- und Wartungspläne werden eingehalten und es wird sauber gearbeitet. Einige Verarbeiter wenden zudem regelmässig Wärmebehandlungen gegen Schädlinge an.

### **5.2.7 Einschätzungen der Befragten zu Gründen der Kontamination mit Phosphin**

Betrug wird von den Unternehmen als selten eingeschätzt. Hier werden nur Gründe besprochen, die nichts mit Betrug zu tun haben.

### **Meinungen zur Kontamination bei der Lagerung**

Der meistgenannte Grund der befragten Firmen und das grösste Problem für die Kontamination von Biogetreide mit Phosphin, sei der kontaminierte Staub in den Siloanlagen und Lagerstätten. Der Staub würde durch konventionelle Waren, die mit

Phosphin Pellets behandelt wurden in die Siloanlage eingetragen, durch Warenbewegungen verschleppt und überall in der Siloanlage verteilt. Die Waren können sowohl vor der Einlagerung in die Siloanlage, oder in der Anlage selber mit Phosphin behandelt worden sein. Wenn danach Biogetreide umgeschlagen werde, könne es zur Kontamination durch diesen Staub kommen. Bei jedem Umschlag, an dem gemeinsame Berührungspunkte von konventioneller und biologischer Ware geschehen, sind Kreuzkontaminationen wahrscheinlich. Es sind sich alle einig, dass bei gemischten Betrieben, in denen die Warenwege nicht vollständig getrennt seien Kontaminationen stattfinden können. Zur Rückstandsvermeidung sei die Reinigung zentral. Die befragten Akteure sind sich nicht sicher, ob alle Betriebe ihr Pflichtenheft gut einhalten und die Anlage genügend oft und sorgfältig vom Staub befreit wird. Das Pflichtenheft beinhaltet die Qualitätsmanagementvorgaben in Bezug auf die Lagerhaltung, wie beispielsweise die Reinigungspläne. Des Weiteren sei die Leistungsfähigkeit der Aspirationsanlage, die den Staub vom Getreide entfernt, äusserst wichtig.

Die Anwendung von Phosphin Pellets in der eigenen Siloanlage wird von den meisten Befragten als problematisch angesehen. Auch die Händler seien für die Anwendung von Pellets verantwortlich, denn sie können den Auftrag geben, dass bspw. befallene Ware mit Phosphin behandelt werden solle. Andererseits würden Silobetreiber oftmals auch selber entscheiden.

Auch Sammelstellen in der Schweiz wurden als mögliche Ursache genannt, da diese teilweise noch Pellets anwenden.

Die befragten Importeure/Verarbeiter arbeiten im Ausland am liebsten mit reinen Biolagern zusammen oder mit Bauern, die ihre Biowaren selber auf dem Betrieb einlagern. Gemischte Zwischenlager und weitere Umlagerungen die Kontaminationsrisiken beherbergen, werden möglichst vermieden. Die Ware wird bevorzugt ohne Zwischenlager direkt zum Kunden geliefert. Auch die Art der Zwischenlager und Umschlagorte im Ausland könne die Wahrscheinlichkeit für Kontaminationen erhöhen.

### **Meinungen zur Kontamination im Herkunftsland**

Die befragten Betriebe geben an, dass im Ausland die Anwendung mit Phosphin Pellets/Tabletten teilweise noch üblich ist und importiertes konventionelles Getreide deshalb des Öfteren mit Phosphin belastet sei. Da die Ware bei Schädlingsbefall meistens wieder zurück geschickt werde, versucht man im Ausland durch die Anwendung von Phosphin, den Schädlingsbefall zu verhindern. Einige vermuten, dass die Schädlingsbekämpfungsmethoden nicht sorgfältig und sachgerecht ausgeführt würden und z. B. in Flachlagern nicht sauber genug gearbeitet wird (Lagerpraxis). Ausserdem fehle es im Ausland oftmals an gut ausgebildete Siloarbeiter, die etwas vom Lagerschutz verstehen. Die Probleme können schon beim Bauern beginnen, wenn er die Ware nicht trocken genug einlagert, das erhöht das Risiko für Schädlingsbefall, was eine Behandlung mit Phosphin nach sich ziehe.

Eine Zertifizierungsstelle in der Ukraine deklassiert Ware schon vor dem Export, wenn Phosphin-Rückstände gefunden werden. (Interview mit Zertifizierungsstelle Ukraine).

Argentinien und die Türkei werden von den Befragten als unsichere Länder eingeschätzt, die klimatischen Bedingungen dieser Länder sind für Schädlinge förderlich. Kanada sei in dieser Hinsicht besser, weil das Klima bei der Ernte und Einlagerung kühler ist.

Aus der Ukraine werde die Ware in Bigbags in LKWs angeliefert. Österreichische Bioware werde auch über Schiffe in die Schweiz importiert. Ware aus Argentinien und Kanada komme mit dem Container über Schiffe in die Schweiz.

Einige denken, dass die Kontaminationen mit Phosphin nicht zwingend im Herkunftsland geschehen, sondern ein hausgemachtes Problem seien und in den gemischten Silos und Sammelstellen in der Schweiz geschehen.

### **Meinungen zur Kontamination durch die Transportart**

Die Transportart wird von den Befragten nicht als wichtigste Ursache für Kontaminationen eingeschätzt. Das Risiko für Kontaminationen sei aber vorhanden, wenn biologische Waren offen im selben Transportmittel transportiert werden in dem vorher konventionelle Ware war, die mit Phosphin behandelt wurde.

#### **Transport LKW**

Die Kontamination durch LKWs sei eher unwahrscheinlich. Es gebe hier Reinigungsdokumente mit entsprechenden Zertifikaten. Der Vorteil bei LKWs sei, dass sie nass gereinigt werden können und von den Chauffeuren gewartet werden. Bioware aus dem Ausland werde oft mit dem LKW angeliefert.

#### **Transport Bahn**

Bei der Sauberkeit der Bahnwagen unterscheiden sich die Meinungen der Befragten: Einige sagen, dass die Bahnwagen aus dem Osten oftmals verschmutzt seien und andere sagen, dass sie die gleiche Sauberkeit hätten wie in der Schweiz. Österreichische Bahnwaggons wurden als sehr sauber eingestuft. Von einigen werden Bahnwagen bei der SBB für den Biotransport bestellt, diese seien dann frisch ausgewaschen, müssen aber lange im Voraus bestellt werden. Es gibt auch Firmen, die nicht mehr mit Bahnwaggons arbeiten, sondern mit LKWs, da sie von der Sauberkeit nicht überzeugt seien.

#### **Transport Schiff**

Auf dem Schiff komme die Bioware fast ausschliesslich im Container, nur ein kleiner Anteil komme als Offenware in die Schweiz. Einige waren der Meinung, dass der Transport mit dem Schiff ein grösseres Risiko darstelle, da die Waren länger unterwegs sind und teilweise Seecontainer mit Phosphin behandelt würden. Auch wurden die

Verladehäfen an der Donau / Rhein als problematisch genannt, weil auch dort das Risiko für Kontaminationen vorhanden sei. Dennoch gäbe es an der Donau auch reine Bio-Silos mit Schiffs-Verlademöglichkeiten, die Kontaminationsrisiken verringern.

### **Meinungen zur Kontamination durch die Verpackung**

Die Befragten sind sich einig, dass bei loser Ware das Risiko einer Kontamination am höchsten sei. Verpackte Waren würden mehr Schutz vor Kreuzkontaminationen bieten.

Die meisten sehen in Bigbags das geringste Risiko für Kontaminationen. Nur die Entsorgung sei nicht umweltfreundlich, da Bigbags nicht wiederverwertet werden können. Bigbags seien dennoch für Massengüter keine sinnvolle Lösung, allenfalls für kleinere Mengen. Aus der Ukraine würden Bigbag-Transporte gemacht, aber mehr aus transporttechnischer Sicht: damit können auch Rückfrachten mit irgendwelcher Ware, auch palettierte, durchgeführt und damit die Frachtkosten reduziert werden.

In Container werden Inliner-Bags hineingehängt, diese verhindern eine Verunreinigung der Ware mit möglichen Produkteresten im Container. Auch diese müssen anschliessend entsorgt werden.

### **5.2.8 Verbesserungsvorschläge der Befragten**

Die befragten Betriebe haben folgende Verbesserung- und Lösungsvorschläge genannt, um Phosphinkontaminationen zu verringern oder verhindern:

- Die Vorabmuster sollten analysiert werden und bei der Warenannahme von Bioprodukten sollten weiterhin Phosphinanalysen gemacht werden.
- Eine sorgfältige visuelle Kontrolle der angelieferten Ernte könne das Risiko von eingeschleppten Schädlingen minimieren, und somit den Gebrauch von Lagerschutzmitteln verringern oder gar vermeiden.
- Solange international Pellets angewendet würden und das Phosphinstaub Problem nicht behoben werden könne, sollte die Anlieferung möglichst mit Bigbags (für Kleinmengen) und Inlinern in Containern geschehen, um Kreuzkontaminationen durch Transportmittel zu verhindern.
- Die Meisten seien davon überzeugt, dass keine Phosphinbehandlungen im eigenen Betrieb gemacht werden dürfen. Den Gebrauch von Tabletten/Pellets für die Direktanwendung in der Schweiz sollte durch ein Verbot reguliert werden. Dafür sollten alternative Methoden, bei denen kein Staub im Getreide bleibt angewendet werden, (wie z. B. die Kühlung der Silozellen bei Verarbeitern, was aber ein finanzieller Aufwand bedeutet und energieintensiv sei). Zudem bräuchte es mehr Innovationen seitens der Schädlingsbekämpfung z. B. Einsatz von Nützlingen, Schleppbegasung etc..
- Die Hygiene in den Sammelstellen und Lagern sollte verbessert werden. Es brauche gut ausgebildetes Personal das wisse, worauf man bei der Einlagerung

von Getreide und bei der Schädlingsbekämpfung achten müsse, damit die Ware stabil gelagert werden könne.

- Biowaren sollten in ausschliesslichen Biozellen gelagert werden.
- Transparenz sollte hergestellt werden, indem Lieferanten und Exporteure aus dem Ausland vertraglich dazu verpflichtet werden sollen, mit Tabletten/Pellets begaste Waren anzumelden und zu deklarieren. Diese Anforderung dürfte jedoch schwer durchsetzbar sein, denn die Schweiz habe generell hohe Anforderungen an die Qualität, und der Aufwand wäre noch höher. Ob es sich dann noch lohne in die Schweiz zu liefern ist fragwürdig. Als weitere Möglichkeit wurde die Schaffung eines Logos genannt, das garantiere, dass die Ware nicht mit Phosphin Tabletten/Pellets behandelt wurde. Aber auch hier hätte es einen finanziellen Aufwand zur Folge. Der Informationsfluss zwischen Exporteur, Importeur und Lagerhalter/Verarbeiter sollte verbessert werden, indem generell nachgefragt sowie mitgeteilt würde, ob die Ware mit Phosphin behandelt wurde. Somit könnten die Lagerhalter die Einlagerung der belasteten Ware koordinieren und mit Massnahmen wie Reinigung, dafür angelegte Phosphinzellen etc. arbeiten. Es sei aber fraglich, ob diese Informationen von den Partnern im Ausland erhältlich seien, da dies einen Mehraufwand in der Informationsübergabe bedeute.
- Um das Problem mehrheitlich zu lösen, sollte eine ganzheitliche Trennung des Warenstroms von biologischer und konventioneller Ware vorgenommen werden. Das Betreiben von reinen Bio-Siloanlagen in der Schweiz würde das Problem zumindest im Inland beheben. Eine komplette Trennung sei in den befragten Silos aber nicht möglich, weil die Umbaumassnahmen wirtschaftlich nicht tragbar wären. Schwierig zu beurteilen sei die Tatsache, wenn kontaminierte Charge die Bio-Siloanlage verunreinigt. Die ganze Anlage müsste danach intensiv vom Staub befreit werden.
- Um Umschläge sowie Zwischenlager zu vermeiden, versuchen viele Importeure und Verarbeiter die Ware direkt vom Produzenten zum Verarbeiter zu importieren, um Kontaminationsrisiken zu verringern. Das sei aber bei kleinen Chargen nicht immer möglich, diese müssen an einer Stelle gesammelt und anschliessend zusammen ausgeliefert werden.
- Waren in Pflichtlager in der Schweiz sollten nicht mehr über mehrere Jahre liegen bleiben, das erhöhe nur das Risiko für Schädlingsbefall und eine anschliessende Behandlung mit Phosphin Pellets.
- Der Interventionswert sollte heraufgesetzt werden, damit derselbe Interventionswert wie in der EU gelte. Folgende Gründe wurden von den Befragten genannt:
  - Der aktuelle Unterschied sei ein nicht-tarifäres Handelshemmnis, welches beseitigt werden müsse.

- Es sei nicht nachvollziehbar, weshalb dieser tiefe Interventionswert festgelegt wurde.
- Die Branche sei bereits seit 10 Jahren daran, Optimierungen vorzunehmen und Phosphinrückstände zu vermeiden. Es gäbe jedoch Grenzen der Machbarkeit aufgrund der in der Praxis vorhandenen Strukturen und Gegebenheiten.
- Die Abklärungen für meldepflichtigen Fälle seien für alle Beteiligten mit einem sehr hohen Aufwand verbunden. Die Unsicherheit ob die Ware freigegeben werde und die grosse zeitliche Verzögerung welche entsteht, löse viel Frustration aus.
- Der tiefe Interventionswert erschwere u.a. aufgrund des vorgenannten Grundes die Beschaffung im Ausland. Fallweise haben ausländische Anbieter schon abgelehnt, da keine Garantie für den tiefen Rückstandswert abgegeben werden könne.
- Die Handhabung der Waren in der EU würde sich laut der Befragten nicht dem Schweizer Interventionswert anpassen.

### 5.3 Befragung der Schädlingsbekämpfungsunternehmen

Wenn ein Schädlingsbefall vorliegt, sei laut Schädlingsbekämpfungsunternehmen Phosphin das effizienteste und günstigste Lagerschutzmittel. Zugelassene Selbstanwender beziehen die Pellets in der Schweiz bei den Schädlingsbekämpfungsunternehmen. Die Wahrscheinlichkeit, dass Kontaminationen mit Phosphin aus dem Ausland kommen, sei laut Einschätzungen der Befragten Unternehmen hoch, da die Dosierung von Phosphin dort höher ist.

Der Hersteller der Pellets in Deutschland, hat dem FiBL mitgeteilt, dass die Verkaufszahlen in der Schweiz seit einigen Jahren tendenziell abnehmen, das hat uns auch ein Schädlingsbekämpfungsunternehmen in der Schweiz bestätigt.

Nach Aussage der Schädlingsbekämpfungsunternehmen gehören zu den besten alternativen Behandlungsmethoden die kontrollierte Atmosphäre und Wärme-/Kältebehandlungen. Die Behandlung mit Stickstoff durch die EcO<sub>2</sub> Anlage gehe lange, sei energieaufwändig und deshalb teuer. Kieselnur sei nicht sehr effizient gegen Schädlinge, schon gar nicht auf Grossmengen. Ausserdem seien die Fördereigenschaften des Produktes schlechter und es führe zu grösserer Abnutzung der Anlagen. Deshalb werde es nicht sehr oft angewendet.

Eine andere Methode sei die Schleppegasung, die vom Experten durchgeführt werden muss. Bei der Schleppegasung werden Detia Gas Ex Bänder in das Produkt im Silo gehängt, bzw. in der oberen Produkteschicht eingestochen. Das austretende Phosphingas werde mithilfe der Zugabe von wenig Kohlenstoffdioxid durch das Produkt gezogen. Der Vorteil sei, dass die Schädlinge ohne Produkteumlauf in der Silozelle behandelt und nicht verschleppt werden und keine Phosphinstaub Rückstände entstehen.

Seitens der Verarbeiter kam die Idee, Pellets in kleine Beutel einzupacken und damit das ganze Warenlos zu behandeln, ohne die problematischen Staub-Rückstände zu erhalten. Ein Schädlingsunternehmen hat aber erklärt, dass die Beutel während dem Transport im Silo durch Kettenbeförderung und Elevatoren kaputt gehen/zerrissen würden und das Staubproblem somit nicht gelöst wäre.

## 5.4 Analytische Fragen/Ringversuche

Immer wieder wird von Praxisbetrieben angebracht, dass die Analysemethoden nicht sicher und die Phosphinanalysen schlecht reproduzierbar seien. Um diese analytischen Fragen zu klären und die Reproduzierbarkeit der Analysemethoden durch Ringversuche zu überprüfen, wurde ein Expertengespräch mit Herr Günter Lach von Lach & Bruns Partnerschaft geführt.

Laut mündlichen Aussagen von Günter Lach (2018) kann das Präparieren von standardisierten Proben entweder mit pulverisiertem Phosphid erfolgen oder mit gasförmigem Phosphin, welches auf das Getreide gebracht wird. Die Herstellung des pulverisierten Phosphids ist sehr aufwändig, da es unter hohen Sicherheitsanforderungen geschehen muss. Weiterhin ist es extrem schwierig, wenn nicht unmöglich, eine so feine Verteilung des Pulvers zu erreichen, dass jede Teilprobe exakt gleiche Teile aufweist. Hierfür müsste sowohl das Probenmaterial als auch das Phosphid-Pulver äußerst fein vermahlen werden. Weniger aufwändig ist die Behandlung des Getreides mit gasförmigem Phosphin unter kontrollierten Bedingungen und nachherigem Versand in geschlossenen, tiefgekühlten Behältern.

Problematisch wäre dabei, dass es keine Doppelblindstudie mehr wäre, da die Labore diese Behälter separat erhalten und der Effekt des Doppelblindversuches dahin wäre. Die Idee, dass die Betriebe «normale» Proben einsenden und analysieren lassen um die Labore auf ihre Genauigkeit der Analytik zu testen, ist demnach nicht möglich. Unter diesen Bedingungen würden die Ergebnisse kaum unterschiedlich ausfallen. Auf einen solchen Ringversuch soll deshalb verzichtet werden.

Ein weiterer Aspekt ist, dass man davon ausgehen muss, dass die Verteilung des Phosphids in einer Getreidecharge sehr inhomogen ist, sofern Phosphid-Pulver (Tabletten, was die übliche Anwendung darstellt) zum Einsatz kommt. Die unterschiedlichen Ergebnisse aus den Mustern haben nicht mit der Analytik als solche zu tun, sondern sind auf die Inhomogenität der Chargen zurückzuführen. Auch wenn eine repräsentative Probe z.B. während des Umlaufs gezogen wird, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die ganze Charge dieselbe Belastung aufweist. Somit kann auch bei einem negativen Analysenwert kein Rückschluss auf die gesamte Charge gezogen werden. In der Praxis bedeutet das, dass mit einer Einzelanalyse keine gesicherte Aussage gemacht werden kann. Dies ist bei inhomogen verteilten Rückständen in stückigem Gut, wie dem Phosphin auf Getreide normal. Eine zweite oder besser eine Mehrfachbeprobung könnte mehr Klarheit schaffen, ist aber kaum durchführbar.

## 5.5 Marktanteil Importgetreide

Die Daten zu den Gesamtmengen von importiertem Getreide (bio und konventionell) wurden von der Schweizerischen Branchenorganisation Swiss Granum zur Verfügung gestellt (Swiss Granum 2017). Über die letzten drei Jahre (2015-2017) wurde ca. die Hälfte des Futtergetreides und Getreides für den menschlichen Verzehr in die Schweiz importiert. Wenn nur der Anteil des Speisegetreides betrachtet wird, wurden in den letzten 3 Jahren ca. 40 % des Getreides importiert (Bsp. 2017: 446'430 t inländische Produktion Brotgetreide (<http://www.swissgranum.ch/inlandproduktion>) vs. 309'025 t Total Getreideimport zum menschlichen Verzehr ([http://www.swissgranum.ch/documents/376663/444484/2018-02-23\\_Einfuhr\\_Getreide.pdf/23ca4142-a3be-4793-b5f6-1be0e0675da5](http://www.swissgranum.ch/documents/376663/444484/2018-02-23_Einfuhr_Getreide.pdf/23ca4142-a3be-4793-b5f6-1be0e0675da5)). Knapp die Hälfte davon ist Weizen (Weichweizen und Hartweizen), gefolgt von Hafer (ca. 10 %) und Gerste (ca. 3 %). Die Zollstatistik des Bundes unterscheidet bislang nicht zwischen importiertem konventionellem Getreide und Biogetreide. Bio Suisse erhebt nur den Import der Knospe-Waren, wieviel EU Bio-Ware in die Schweiz importiert wird ist nicht bekannt. Über die letzten drei Jahre (2015-2017) wurden ca. 63 % Knospe-Brotgetreide importiert (Bio Suisse 2018). Bei der Knospe-Ware ist die Mehrheit des importierten Getreides Weizen, der hauptsächlich aus Deutschland und Österreich stammt, gefolgt von Hafer, grösstenteils aus Deutschland.

## 6. Diskussion und Schlussfolgerung

Im Folgenden werden die Problempunkte, welche sich aus den Resultaten ergeben haben aufgezeigt und diskutiert. Die Schlussfolgerungen dazu jeweils kursiv.

Grundsätzlich gilt, dass die Datenqualität nur bedingt Aussagen zulässt zu Kontaminationsquellen, -ursachen und «Hot Spots». Teilweise sind Trends ersichtlich, die aber nicht direkt auf die Ursache schliessen lassen.

### Kontaminationsrisiken

- Die Studie unterstreicht, dass die Lagerung und Beförderung von Bioprodukten und konventionellen Produkten im gleichen Silo das grösste Risiko einer Kreuzkontamination durch Verschleppung mit Phosphin birgt. In der Praxis wird bereits versucht mit Biozellen zu arbeiten. Wenn es jedoch zu Engpässen kommt, werden auch konventionelle Produkte in Biozellen eingelagert.

*Die Bio-Verordnung (Art. 16j Absatz 1 SR 910.18) gibt vor, dass die Herstellung verarbeiteter biologischer Lebensmittel räumlich oder zeitlich getrennt von derjenigen nicht biologischer Lebensmittel erfolgen muss. Somit können Anlagen sowohl für Bio-Lebensmittel wie auch für andere Lebensmittel benutzt werden. Im Idealfall sollten Bioprodukte örtlich versetzt angenommen (2. Annahmestelle), auf separaten Förderbändern bewegt und in reinen Biozellen gelagert werden. Da in der Schweiz heutzutage für Bioprodukte keine Siloanlagen mit separaten Annahmegossen, Förderbändern und Zellen existieren, ist das Szenario der reinen Biolager unrealistisch. Die gesetzliche Forderung*

*seitens Bio-Verordnung der zeitlichen oder räumlichen Trennung wird mit der heutigen Handhabung eingehalten, von den Zertifizierungsstellen als genügend beurteilt und gilt damit als konform.*

- Einige Betriebe wenden für das konventionelle Getreide bei Schädlingsbefall Phosphin an. Darauf sollte, wenn möglich, verzichtet werden.

*Je nach Betrieb ist dies mit hohen Kosten verbunden und nicht einfach umsetzbar. Zudem werden auch in Silos, in denen kein Phosphin angewendet wird, Waren beanstandet. Offensichtlich wurden sie durch Kreuzkontaminationen verunreinigt. Das bedeutet, dass nicht unbedingt die eigene Anwendung zur Kontamination führen muss.*

- Bei der Herkunft hat Österreich anteilmässig mehr Analyseergebnisse über dem Wert von 1 µg/kg. Auch hat der offene Bahntransport einen höheren Anteil an Phosphinrückständen als der Transport mit dem LKW. Zudem wird in Österreich in hohem Masse mit reinen Bio-Silos gearbeitet, welche jedoch irgendwann umgestellt wurden. Trotz der Umstellung werden auch bei Bio-Silos Phosphinwerte über dem Interventionswert festgestellt.

*Diese Trends müssen jedoch mit Vorsicht interpretiert werden. Von vielen Ländern sind nur sehr wenige Analyseergebnisse (10-20 Ergebnisse) vorhanden und diese können nicht mit Österreich (151 Ergebnisse) verglichen werden, da dort viele Analyseergebnisse vorhanden sind. Auch wurde bei vielen die Transportart nicht vollständig angegeben.*

- Ca. 40 Prozent des Getreides wird in die Schweiz importiert. Phosphinanwendungen auf konventionellem Getreide wird den Schweizer Betrieben von den Lieferanten im Ausland nicht mitgeteilt, da die Anwendung legal ist.

*Es ist den Schweizer Betrieben kaum möglich bei den heutigen logistischen Bedingungen und internationalen Handelswegen Rückstände von Phosphorwasserstoff aus eigener Kraft vollständig zu eliminieren. Sie fühlen sich ohnmächtig gegenüber Phosphin-Kontaminationen und haben das Gefühl, dass es vom Zufall abhängt, ob ein Rückstand über 1 µg/kg gefunden wird. Zudem lässt die Inhomogenität der Phosphid-Belastung in einer Getreidecharge auch bei fachgerechter Probenahme keine gesicherten Aussagen zur Gesamtbelastung der Charge zu.*

- Die Auswertung zeigt, dass die Lagerhalter die Sorgfaltspflicht einhalten und bereits viele Massnahmen ergriffen haben, um die Problematik der Staubrückstände zu minimieren.

*Mit den im Kapitel 7 aufgeführten Empfehlungen kann das Risiko der Kontamination nochmals gesenkt werden.*

## Interventionswert

- In den Jahren 2015-2017 waren es 27 Fälle, die über dem Interventionswert lagen und den Vollzugsbehörden gemeldet wurden (unverarbeitetes Getreide). Davon wurden zwei Warenlose zu konventioneller Ware deklassiert und 25 Warenlose wurden freigegeben. Die zwei deklassierten Warenlose hatten beide Phosphinrückstände über 10 µg/kg. Bei Rückständen zwischen 1 und 10 µg/kg konnte nach Abklärungen keine Phosphin-Anwendung festgestellt werden und die Ware wurde jeweils freigegeben.

*Dass 25 von 27 Warenlose nach Abklärungen freigegeben werden konnten, zeigt auf, dass bei diesen Chargen kein Verschulden der Betriebe vorlag. Wir müssen davon ausgehen, dass im tiefen Spurenbereich von 1 µg/kg bis 10 µg/kg trotz sorgfältigen Gegenmassnahmen immer wieder Beanstandungen vorkommen könnten, wenn am Wert von 1 µg/kg festgehalten wird. Es handelt sich dabei um technisch unvermeidbare Rückstände, die nicht auf Unregelmässigkeiten oder Betrug bei der Produktion hindeuten.*

*Diese Abklärungen verursachen unplanbare Lieferschwierigkeiten, grossen administrativen Aufwand und Analysekosten. Die Studie zeigt, dass der grösste Teil der Warenlose nach den diversen Abklärungen freigegeben wurden. Damit ist ersichtlich, dass der tiefe Interventionswert unnötig ist und keinen Nutzen bringt. Deklassiert wurden nur Fälle weit über 10 µg/kg, welche auch in Deutschland und der EU beanstandet worden wären. Auch bei diesen konnte eine Anwendung nicht bewiesen werden. Generell ist die Beweislast aufgrund eines Analysenresultates schwierig.*

- Die Getreidebranche empfindet den Interventionswert von 1 µg/kg als zu tief. Dies vor dem Hintergrund, dass in den meisten Ländern der EU, insbesondere im Nachbarland Deutschland der BNN Wert von 10 µg/kg normalerweise als Interventionswert angewendet wird.

*Da ca. 60 Prozent des Knospe-Biogetreides (Gesamtmenge Biogetreide ist höher) aus dem Ausland kommt, stösst der Interventionswert von 1 µg/kg bei den Exportfirmen auf Unverständnis. Ware die in Deutschland problemlos als BioWare verkauft werden kann, wird in der Schweiz beanstandet. Die Beanstandungspraxis bei Rückstandsfällen sollte harmonisiert werden. Die Getreidebranche muss die Möglichkeit haben, Biogetreide im Ausland zu den dort üblichen Konditionen einzukaufen und darf durch den Interventionswert nicht von nicht-tarifären Handelshemmnissen betroffen sein.*

- Die Schweizerische und die europäische Biogesetzgebung gelten offiziell als gleichwertig, und anerkennen gegenseitig die Biozertifizierung.

*Diese Gleichwertigkeit wird im Umgang mit Phosphin-Rückständen nicht beachtet. Dies führt zu nicht-tarifären Handelshemmnissen. Zudem kommt es immer wieder zu Beschaffungsschwierigkeiten.*

## 6.1 Schlussfolgerung

Auf Grund der Studie von Bettina Landau 2011 unterstützen wir die Meinung der Branche, dass der Staub der Hauptverursacher der Kontaminationen ist. Die folgenden Hypothesen konnten bestätigt werden:

- Alle Anlagen, auf denen auch konv. Waren bewegt werden, sind anfällig auf Kontaminationen.
- Staub in den Betrieben in denen konv. Ware angenommen wird, ist meistens mit Phosphin belastet.
- Die Bewegung und der Umlad von Waren erhöhen die Staubbildung.

Kontaminationsquellen, -ursachen sowie klare «Hot Spots» für Phosphinbelastungen entlang der Warenkette (Produktionsort Ausland; Lagerstätte Ausland; Lagerstätte Schweiz; Transportart) konnten wegen mangelhafter Datenlage nur beschränkt identifiziert werden. Dass die importierten Waren der Hauptverursacher der Kontaminationen sind, kann nicht bestätigt werden. Nicht nur im Ausland, sondern auch in der Schweiz wird Phosphin in Tablettenform verwendet, was zu einer zusätzlichen Kontaminationsquelle führen kann.

Die Studie zeigt, dass der Grossteil der Betriebe sich der Thematik bewusst ist und die von der Bioverordnung, bzw. den Zertifizierungsstellen vorgegebenen Sorgfaltspflichten befolgen. Die Unterschiede in den Betrieben sind gross, möglicherweise müssten einzelne Betriebe detaillierter auf ihr Kontaminationsrisiko beurteilt und analysiert werden. Verbesserungsmassnahmen und Empfehlungen zur Best Practice Handhabung konnten aus der Studie abgeleitet werden und sind im nächsten Kapitel 7 aufgelistet.

## 7. Empfehlungen zur Best-Practice Handhabung

Auf Grundlage der Erkenntnisse der Studie empfiehlt das FiBL die untenstehenden Massnahmen zu ergreifen.

### 7.1 Risikoanalyse

Sowohl das Lebensmittelgesetz wie auch die Food Safety Zertifizierungen basieren auf Eigenverantwortung und fordern betriebspezifische Risikoanalysen. Wir empfehlen ein striktes Staubmanagement, insbesondere für Betriebe welche biologische und konventionelle Waren im gleichen Betrieb lagern und/oder verarbeiten, um Kreuzkontaminationen mit Phosphinstaub soweit es geht zu minimieren. Hierfür kann eine Risikoanalyse Klarheit schaffen. Bei Sammelstellen existiert die im Qualitätsmanagement integrierte gute Sammelstellenpraxis GSP, welche prozessorientiert unter Einbezug des HACCP-Konzeptes (hazard analysis and critical control points) verbindliche Regelungen für alle relevanten Arbeitsschritte enthält.

### **7.1.1 Phosphinstaub Risikoanalyse**

Die Risikoanalyse zur Staubbelastung soll in das bestehende HACCP integriert werden. Es sollen die kritischen Staubansammlungspunkte bezogen auf die Phosphin Kontamination betriebsspezifisch erfasst werden und daraus, die Massnahmen bestimmt und deren Wirksamkeit abgeleitet werden.

Die Verankerung der Phosphin-Staub-Risikoanalyse soll noch geklärt werden. Optimal wäre, wenn dies in der Weisung des BLW/BLV festgeschrieben würde. Möglich wäre auch eine Verankerung in den Bio Suisse Richtlinien.

### **7.1.2 Identifikation der kritischen Punkte**

Das Konzept orientiert sich an der Staubmenge im Betrieb, mit dem Ziel den Staub soweit als möglich zu verringern. Die kritischen Staubansammlungspunkte müssen betriebsspezifisch in einem ersten Schritt erfasst werden.

### **7.1.3 Massnahmen**

Durch gezielte Massnahmen kann die Staubansammlung im Betrieb minimiert werden. Mögliche Massnahmen könnten sein:

#### **Betrieb**

- Reinigung mit Absaugen bevorzugen, statt mit Besen. Durch die Besenreinigung wird der Staub in der Silozelle und allen Betriebs- und Anlageteilen aufgewühlt und umgelagert.
- Der obere Bereich und die Decke der Silozellen weisen oftmals Staub-Ablagerungen auf, da diese nicht mit dem Warengut weggespült werden. Um solche Ablagerungen zu verhindern, sollte der oberste Zellenbereich vor einer Neubefüllung des Silos kontrolliert und wenn nötig gereinigt werden.
- Regelmässige Reinigung (risikobasiert) der Annahmegosse, Überlaufklappen, Redler, Elevatorenfüsse, Filter und Silozellen.
- Bioware sollte in dafür eigens geschaffenen Biozellen gelagert werden. Wenn das aus logistischen Gründen nicht möglich ist, müssen die Zellen vor der Einlagerung sauber und staubfrei sein.
- Aspirationsanlagen wenn notwendig sanieren, oder aufstocken/ausdehnen.

#### **Transport**

- Reinigung von LKWs (Reinigungszertifikate) und
- Nutzung von gereinigten Bahnwaggons für Biowaren.
- Für einen sicheren Schutz vor Kontaminationen Benutzung von Bigbags für den Transport per LKW und Nutzung von Inlinerbags bei Containern.

### **Behandlung in gemischten Anlagen (bio und konv. Waren):**

- Silohalter und Sammelstellen sollten auf den Einsatz von Phosphin-Pellets zur Schädlingsbekämpfung in gemischten Silos möglichst verzichten.
- Förderung alternativer Methoden wie Wärmebehandlungen (Verarbeitung) und Kältebehandlungen (Silozellen), Schleppbegasungen und sauerstoffarme Atmosphäre.

### **Transparenz schaffen**

- Damit die Einlagerung von konventioneller Ware, die mit Phosphin-Tabletten/Pellets behandelt wurde, geplant werden kann, müssten Silohalter über deren Behandlung informiert werden. Der Importeur sollte beim Exporteur nachfragen, ob die konventionelle Ware im Ausland oder während dem Transport mit Phosphin behandelt wurde. Das Wissen über Phosphin-Behandlungen kann eine Verbesserung bringen.

#### **7.1.4 Überprüfung der Wirksamkeit und Monitoring**

Die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen zeigt sich an einer Reduktion der Staubmenge im Betrieb. Ein daraus resultierendes Ergebnis sollten weniger Phosphin-Rückstandsfälle im eigenen Betrieb sein. Die Überprüfung und das Monitoring könnten die Kontrollstellen periodisch durchführen. Bei einer Fehlentwicklung müssen die kritischen Kontrollpunkte nochmals überprüft und die Massnahmen angepasst werden.

## **7.2 Probenahme und Analytik**

Die Probenahme mit einer Wurfsonde an der Warenoberfläche im Silo ist keine repräsentative Probe, weil sich auf der Warenoberfläche Staubreste ansammeln können, die von der Silodecke stammen. Bei eingelagerter Ware ist für eine repräsentative Probe eine Durchlaufprobe notwendig. Dafür müssen mehrere Einzelproben genommen und zu einer Sammelprobe vermischt und analysiert werden.

## **7.3 Ausblick**

- Diskussion über eine Anpassung des Interventionswertes mit den zuständigen Schweizer Behörden führen, damit das technische Handelshemmnis beseitigt werden kann.
- Checkliste zur Sorgfaltspflicht für die Betriebe erstellen. Grundlage dafür könnte die bestehende Checkliste der Bio Suisse 2013 sein (Bio Suisse 2013).
- Merkblatt zur Verbesserung der Warenhandhabung für vorgelagerte Länder in Bezug auf die Risikoanalyse zur Staubbelastung erstellen.

- Vorschlag für weitere Forschung:
  - Analyse der Staubbelastung und entsprechenden Phosphinbelastung in Schweizer Betrieben. Stauts Quo (Detail)-Erfassung der Schweizer Betriebe, v.a. Lagerhalter (quantitativ und qualitativ).
  - Analyse und Vergleich der Staubbelastung und entsprechenden Phosphinbelastung in Betrieben mit und ohne Pelletbehandlungen vor Ort, um die Wirksamkeit des Verzichts auf eigene Phosphin-Behandlungen zu überprüfen.
  - Weitere Forschung für alternative Methoden zur Schädlingsbekämpfung in Getreide.

## 8. Literatur

- Amstutz R., Knecht A., Andrey D. (2003): Detection of Phosphine residues in organic cereals. Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchungen und Hygiene 94 (6) 603-608.
- Bio Suisse (2013): Checkliste zur Einhaltung der Sorgfaltspflicht in Bezug auf Rückstände bei der Lagerhaltung von Knospe-Produkten.
- Bio Suisse (2018): Marktspielgel Brotgetreide.
- Bio Verordnung SR 910.18: Verordnung über die biologische Landwirtschaft und die Kennzeichnung biologisch produzierter Erzeugnisse und Lebensmittel.
- CVUA Stuttgart: Scherbaum, Ellen; Perz, Roland; Caspart, Erika; Barth, Anja; Wolheim, Anne; Köhl, Dieter: Rückstände des Begasungsmittels Phosphorwasserstoff in wasserarmen pflanzlichen Lebensmitteln.  
[http://www.cvuas.de/pub/beitrag.asp?subid=1&Thema\\_ID=5&ID=1605](http://www.cvuas.de/pub/beitrag.asp?subid=1&Thema_ID=5&ID=1605)
- Kantonales Laboratorium Basel-Stadt (2012): Getreide, Getreideprodukte und Dörrfrüchte / Begasungsmittelrückstände.
- Landau, Bettina (2010): Zusammenstellung der versuche 2009 und Erkenntnisse über Phosphin-Rückstände in Bio-Getreide. Projektbericht FiBL.
- Landau, Bettina; Fassbind, Daniel (2011): Zusammenstellung der Praxisversuche 2010-2011 in einem Silo und Erkenntnisse über Phosphin-Rückstände in Getreide. Projektbericht FiBL.
- Rossier, Raphaël; Bickel, Regula (2015): Pestizidrückstände in Silowänden. Projektbericht FiBL. (Interner Bericht)
- Scherbaum, Ellen; Perz, Roland; Caspart, Erika; Barth, Anja; Wolheim, Anne; Köhl, Dieter (2013): Rückstände des Begasungsmittels Phosphorwasserstoff in wasserarmen pflanzlichen Lebensmitteln.
- Scudamore K.; Goodship G. (1986): Determination of Phosphine Residues in Fumigated Cereals and other Foodstuff. Pesticide Science 37, 385-395.
- Suckow, P.; Meuser F. (1981): Rückstände von Phosphorwasserstoff und Methylbromid in Getreide und Getreideprodukten. In «Rückstände in Getreide und Getreideprodukten», Bericht über das Kolloquium am 12.-13.10.1978, Deutsche Forschungsgemeinschaft.
- Swissgranum (2017): [http://www.swissgranum.ch/documents/376663/444484/2018-02-23\\_Einfuhr\\_Getreide.pdf/23ca4142-a3be-4793-b5f6-1be0e0675da5](http://www.swissgranum.ch/documents/376663/444484/2018-02-23_Einfuhr_Getreide.pdf/23ca4142-a3be-4793-b5f6-1be0e0675da5)

## **9. Danksagung**

Wir danken allen Befragten Betrieben und Schädlingsbekämpfungsunternehmen für die Teilnahme an der Befragung und das entgegen gebrachte Vertrauen.

## **10. Anhang**

### **Fragebogen**

Unten ist der Fragebogen für Lagerhalter aufgeführt, die Fragebögen für Importeure und Verarbeiter wurden diesem angepasst und beinhalten sinngemäss dieselben Fragen.

## Anhang I

### Erlaubte Schädlingsbekämpfungsmittel mit Magnesiumphosphid in der Schweiz

Name Produkt	Bewilligungsinhaber	Anwendungsbereich	Anwendung Konzentration	Gehalt
<b>Degesch Plate</b> = <b>Phostoxin Plates</b>	Desinfecta AG (Pflanzenschutzmittel)  Detia Freyberg (Biozidprodukt)	Erntegut, leere Lagerräume (Strip besteht aus 20 zusammenhängenden Degesch Plates)	Anwendung: Max. 5 g Phosphin pro Tonne bzw. m <sup>3</sup> ; während ganzem Jahr ab Warentemperatur von +10°C.	56 % [entsprechend 33.3% Phosphin / Plate à 117 g]

### Erlaubte Schädlingsbekämpfungsmittel mit Aluminiumphosphid in der Schweiz

Name Produkt	Bewilligungsinhaber	Anwendungsbereich	Anwendung Konzentration	Gehalt
<b>Detia Gas-EX-P (Pellets)</b> = <b>Phostoxin Pellets</b>	Insektol AG Pest Control (Pflanzenschutzmittel)  Desinfecta AG (Pflanzenschutzmittel)	Erntegut, leere Lagerräume	Anwendung: 3 bis 5 g Phosphorwasserstoff pro Tonne bzw. m <sup>3</sup> ; während ganzem Jahr ab Warentemperatur von +10°C.	56 % [entspricht 0.2 g Phosphin / Pellet à 0.6g] und Ammoniumcarbammat
<b>Detia-GAS-EX-B (Beutel)</b>	Insektol AG Pest Control (Pflanzenschutzmittel)	Erntegut, leere Lagerräume	Anwendung: 1 bis 5 g Phosphorwasserstoff pro Tonne bzw. m <sup>3</sup> ; während ganzem Jahr ab Warentemperatur von +5°C.	57%

## Anhang 2

# Fragebogen zum Projekt PH3 in Biogetreide

## Für Lagerhalter

24.1.2018

Kontakt: Sarah Bögli, sarah.boegli@fibl.org, Tel: 062 865 04 37

Die untenstehenden Fragen beziehen sich auf biologisches und konventionelles Getreide.

**Diese Angaben werden vertraulich behandelt.**

Firma: \_\_\_\_\_

Verantwortliche Person: \_\_\_\_\_

Tel. und E-Mailadresse: \_\_\_\_\_

## Allgemeine Fragen

1. Lagern Sie sowohl biologische wie auch konventionelle Ware?
  - 1.1. Wenn ja: wie ist das Verhältnis von biologischer zu konventioneller Ware zueinander?
2. Wenn ja: wie separieren Sie?
  - Räumlich? (Gosse, Siloanlage, Zellen etc.)
  - Zeitlich? (Gosse, Siloanlage, Zellen etc.)
3. Wie gehen Sie mit Aspirationsstaub um? Wird der Aspirationsstaub entsorgt oder/und besteht eine Rückführungsmöglichkeit?
  - 3.1. Ist die ganze Anlage aspiriert?
4. Wie und wie oft reinigen Sie die unterschiedlichen Anlageteile (Annahmegosse, Silooberräume, Silounterräume, Silowände, Überlaufklappen Redlerenden, Produktbremsen/«Totschläger», Elevatorenfüsse, Filter und andere Behältnisse wie z. B. Vor- und Nachbunker Waagen)?

## Fragen zu Phosphorwasserstoff (PH<sub>3</sub>) Rückständen

5. Wie oft im Jahr werden in Ihrem Betrieb Analysen zu PH<sub>3</sub>-Rückständen gemacht?
  - Bei Bioware:
  - Bei Konventioneller Ware:
6. Bei welchen Getreidearten werden Analysen gemacht?
7. Nach welcher Methode und wo werden die Proben gezogen?
- 7.1. Probenahmegeräte: Werden diese vor der Probenahme speziell gereinigt?
8. Können Sie bei Ankunft der Ware riechen, ob sie mit PH<sub>3</sub> behandelt wurde? Ab wie viel mg/kg ist PH<sub>3</sub> mit dem Geruchssinn wahrnehmbar?
9. Wird in Ihrem Betrieb PH<sub>3</sub> zur Leerraumbehandlung (Raumbegasung) gegen Schädlinge eingesetzt?
- 9.1. Wenn ja, wie (PH<sub>3</sub> Platten, Strips, Beutel etc.), wann, wo (gemischte Silos) und wie oft?
10. Wird in Ihrem Betrieb PH<sub>3</sub> zur direkten Behandlung (Produktbegasung) von Getreide gegen Schädlinge eingesetzt?
- 10.1. Wenn ja, wie (PH<sub>3</sub> Pellets, Tabletten etc.), wann, wo (gemischte Silos) und wie oft?
11. Wie viele PH<sub>3</sub> Rückstandsfälle (Getreide) hatten Sie in den letzten 3 Jahren (bio und konventionell)?
12. Können Sie uns einen Datenbankauszug oder eine Auflistung der einzelnen Fälle zur Verfügung stellen? Wir brauchen folgende Informationen: Getreideart, bio/konventionell, Rückstandsmenge, Herkunft/Land, Produzent, Exportfirma, Importfirma, Transportart, Verpackungsart, Zwischenlager  
**Achtung: Auch Analyseergebnisse ohne Rückstandsbefund angeben!**
13. Wie viele und welche Fälle (Produkt, bio/konventionell, Rückstandskonzentration) wurden in den letzten 3 Jahren vom Kantonschemiker beanstandet? In wie vielen Fällen wurde die Ware von biologische auf konventionelle Ware deklassiert?

14. Wie viel Prozent der gesamten Warenmenge macht die kontaminierte Ware aus? (Sind es proportional gesehen grosse Chargen die kontaminiert sind?)
15. Erhalten Sie gelegentlich konventionelle Getreidechargen, von denen Sie wissen, dass sie im ausländischen Ursprungslager mit PH3 behandelt worden sind?
  - 15.1. Wenn ja: Wie wird damit umgegangen?
16. Welche Massnahmen ergreifen Sie, um PH3 Rückstände in Ihrem Betrieb zu minimieren?
  - Einmalige permanente Verbesserungen?(Verbesserung der Infrastruktur: Aspirationsanlage, bauliche Massnahmen)
  - Wiederkehrende Verbesserungen? (Anpassung Reinigungs-, Wartungs- und Unterhaltsarbeiten)

**Ihre Meinung und Ihr Wissen sind gefragt!**

17. Wo denken Sie, dass das grösste Risiko einer Kontamination mit PH3 besteht? Warum?
  - Beim Produzent
  - Im Herkunftsland
  - Beim Exporteur
  - Beim Importeur
  - Etc.
- 17.1. Wenn ja, haben Sie auch Waren aus diesem Land / von diesem Produzenten / Exporteur / Importeur die keine PH3 Rückstände haben?
18. Haben Sie Lösungsvorschlä
19. Denken Sie, dass die Transportart das Risiko von Rückständen beeinflusst? Warum?
  - 19.1. Was müsste man beachten um PH3 Kontaminationen zu vermeiden, die durch den Transport verursacht werden?
20. Denken Sie, dass die Art der Verpackung das Risiko von Rückständen beeinflusst? Warum?
  - 20.1. Was müsste man beachten um PH3 Kontaminationen zu vermeiden, die durch die Art der Verpackung verursacht werden?

21. Denken Sie, dass die Art der Zwischenlagerung entlang der ganzen Warenkette das Risiko von Rückständen beeinflusst? Warum?
- 21.1. Was sind Verbesserungsvorschläge um PH3 Kontaminationen bei der Zwischenlagerung zu vermeiden?
22. Welches sind Ihrer Ansicht nach die 3 wichtigsten Gründe/Ursachen für PH3-Kontaminationen und wie weit können diese eliminiert/beherrscht werden?
- 22.1. Kennen Sie weitere Gründe, die für die Kontaminationen verantwortlich sein könnten? Welche?
23. Kennen Sie weitere Verbesserungsmaßnahmen, um Kontaminationen mit PH3 zu vermeiden?