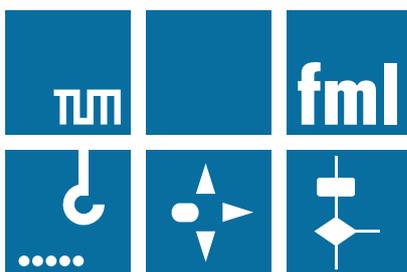


16. Fachtagung Schüttgutfördertechnik 2011 Anlagen - Bauteile - Computersimulationen

Schadenspotential von Fremdstoffen in Agrarrohstoffen

Stefan Rakitsch
Willibald A. Günthner

Alexandra Kirchner
Alexander Feil



Dipl.-Ing. Stefan Rakitsch (Referent)
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Willibald A. Günthner
Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Technische Universität München
Boltzmannstraße 15
85748 Garching b. München

Dipl.-Ing. Alexandra Kirchner
Dr.-Ing. Alexander Feil
Forschungsinstitut Futtermitteltechnik der IFF
Frickenmühle 1 A
38110 Braunschweig





Schadenspotential von Fremdstoffen in Agrarrohstoffen

Vor der innerbetrieblichen und anforderungsgerechten Fremdstoffabtrennung werden Agrarrohstoffe als Rohstoff-Fremdstoff-Gemisch transportiert und umgeschlagen. Die enthaltenen Fremdstoffe können problematisch für den störungsfreien und sicheren Betrieb von fördertechnischen Anlagen sein und Schäden unterschiedlichen Ausmaßes verursachen. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird deshalb eine Methodik entwickelt, mit der das Schadenspotential von Fremdstoffen für Förderanlagen ermittelt und Vorschläge zu dessen Reduzierung gemacht werden können. Ziel der ersten Arbeitspakete ist dabei eine detaillierte Aufnahme der durch Fremdstoffe verursachten Schäden, eine Charakterisierung der verursachenden Fremdstoffe sowie die Entwicklung einer Methodik zur Beurteilung des Schadenspotentials.

1 Problematik von Fremdstoffen in Agrarrohstoffen

Die letzten Jahrzehnte zeichnen sich durch eine stetige Zunahme der weltweiten jährlichen Agrarrohstoffproduktion aus. So ist seit 1960 nahezu eine Verdreifachung der Produktionsmenge von Getreide auf heute ca. 2,5 Mrd. t und eine Steigerung der Ölsaatenproduktion um Faktor sechs zu verzeichnen [1]. Diese kontinuierlich steigende Menge an Agrarrohstoffen führt natürlich auch zu einem steigendem Transport- und Umschlagaufkommen und erfordert eine hohe Verfügbarkeit der Fördergeräte. Problematisch für einen störungsfreien und sicheren Betrieb von Stetigförderern in Umschlagsanlagen für Agrarrohstoffe sowie in Verarbeitungsbetrieben können Fremdstoffe sein, die zu Schäden unterschiedlichen Ausmaßes führen. Schadensereignisse, die aus der betrieblichen Praxis bekannt sind, reichen dabei von Verschleiß an Einhausung oder bewegten Teilen bis hin zur Zerstörung der Anlage, beispielsweise durch Explosionen. Neben den entstehenden Kosten für Instandhaltung, Reparatur oder Neubeschaffung führen die schadensbedingten Stillstandszeiten zu Produktionsausfällen und sind so mit durchaus hohen wirtschaftlichen Einbußen verbunden. Als Beispiel für einen Schaden, verursacht durch eine im Getreide enthaltene Eisenstange, sind in Bild 1 die beschädigten Mitnehmer eines Kettenförderers abgebildet.



Bild 1: Durch Fremdstoffe beschädigte Mitnehmer eines Kettenförderers

Eine weitere Gefahr im Bereich der agrarrohstoffverarbeitenden Industrie stellen Staubexplosionen dar. Während der Umschlags- und Verarbeitungsprozesse von Agrarrohstoffen und deren Produkten fällt unweigerlich Staub an [2], der zusammen mit Sauerstoff und einer wirksamen Zündquelle zur Explosion führen kann. Schadensberichte zeigen, dass vor allem Förderanlagen, insbesondere Becherwerke, von Explosionsereignissen betroffen sind [3]. In Becherwerken bzw. Elevatoren erfolgt eine Dispergierung von staubförmigen Anteilen im Anlageninneren und im Kopfbereich bei deren Auswurf, so dass im Normalbetrieb des Stetigförderers eine explosionsfähige Staub-Luft-Atmosphäre mit unterschiedlicher Auftretswahrscheinlichkeit erwartet werden kann. Erfolgt ein Fremdkörpereintrag in einen Elevator, sind unterschiedliche Szenarien denkbar. Fremdkörper können verklemmen und so zu heißen Oberflächen führen, die entweder direkt oder in Form eines gebildeten Glimmnestes in nachfolgenden Prozessstufen als Zündquelle wirksam werden. Metallische Fremdkörper können durch Schleifen bei Relativgeschwindigkeiten > 1 m/s mechanische Funken erzeugen, die ebenfalls als Zündquelle wirksam werden können. Insgesamt stehen konkrete und wissenschaftlich bewertete Aussagen zur Häufigkeit von Schadensereignissen, zur Art der Beschädigung, zum Ausmaß von Schadensereignissen sowie deren Zuordnung zu Fremdstoffen in Agrarrohstoffen derzeit aber noch aus.

Fremdstoffe werden vor der innerbetrieblichen und anforderungsgerechten Fremdstoffabtrennung, Reinigung bzw. Rohstoffaufbereitung zusammen mit dem Agrarrohstoff stets als Rohstoff-Fremdstoff-Gemisch transportiert und umgeschlagen. Nur für einige Agrarrohstoffe existieren bezüglich Art und Anteil von enthaltenen Fremdstoffen sowie deren stofflicher Charakteristik und dem Trennverhalten Schätzungen und Erfahrungswerte, aber keine wissenschaftlich belegten und belastbaren Angaben. In Abhängigkeit von Anbau- und Erntebedingungen sowie Witterungseinflüssen ist in den Erntegütern mit Erde, Steinen und Sand, Pflanzenresten und Fremdkörnern, Insekten und Insektenfragmenten, Milben, Haaren, Federn und deren Fragmenten, Metall, Glas sowie Kunststoffen in Form von Folien und Schnüren in verschiedenen Anteilen zu rechnen [4]. Insgesamt ist der Kenntnisstand zur stofflichen Charakteristik von Fremdstoffen, die in Agrarrohstoffen enthalten sind, zu deren Trennverhalten sowie zu deren Schadensauswirkung bzw. zur Vermeidung von Schäden an Stetigförderern insbesondere unter Berücksichtigung der erwarteten Änderungen der Rohstoffströme, aber unbefriedigend und weist noch erheblichen Forschungsbedarf aus.

In der getreideverarbeitenden Industrie erfolgt eine Fremdstoffabtrennung anforderungsgerecht in Abhängigkeit der angestrebten Produktqualität, z. B. Lebens- oder Futtermittelqualität. Verschiedene Verfahren und Systeme zur Getreidereinigung stehen zur Verfügung. Bei der Anwendung mechanischer Reinigungsverfahren (z. B. Trommelsieb- oder Zentrifugalsiebmaschine) sind wesentliche Forderungen zu erfüllen: hoher Durchsatz, minimaler Substanzverlust und effiziente Reinigung gemessen an der Besatzreduzierung [5]. Überschneidungen bei der Partikelgrößenverteilung von Fremdstoffen und Bruchkorn können zu einem nicht unerheblichen Masseverlust des Getreides führen, der insbesondere bei der Herstellung von Mischfutter aus wirtschaftlichen Gründen minimal gehalten werden sollte. Ein Kompromiss zwischen Reinigungseffekt und Materialverlust

ist zu finden [5]. In der betrieblichen Praxis wird daher in der Regel nicht die maximale Fremdstofffreiheit angestrebt, sondern eine bedarfsgerechte bzw. optimierte Fremdstoffabtrennung, welche einen wirtschaftlichen Vorteil darstellt. Auftretende Schäden oder kürzere Wartungsintervalle werden dabei in Kauf genommen.

2 Zielsetzung des Forschungsvorhabens

Um diesem Vorgehen gerecht zu werden, ist Ziel dieses Forschungsvorhabens die Verlängerung von Standzeiten bzw. die Reduzierung von Instandsetzungsmaßnahmen und damit die Reduzierung von Betriebskosten sowie die Verbesserung der Betriebssicherheit von mechanischen Förderelementen für Agrarrohstoffe. Dazu werden Maßnahmen untersucht, die eine bedarfsgerechte und fremdstoffspezifische Bereitstellung der Reinigungstechnik ermöglichen sowie Betreiber von Umschlags- und Produktionsanlagen befähigen, durch die Vorgabe konkreter Anforderungen bzgl. maximaler Fremdstoffgehalte an die Rohwarenlieferanten standzeitverlängernde Lieferbedingungen einzufordern.

Zur Erreichung des Projektziels werden folgende Teilaufgaben bearbeitet:

- Analyse von Rohstoff-Fremdstoffgemischen der betrieblichen Praxis bezüglich der Fremdstoffarten und -eigenschaften sowie deren Anteile und Klassifizierung.
- Analyse von Schadensfällen an Stetigförderern für Agrarrohstoffe, die durch Fremdstoffe verursacht werden sowie deren Bewertung und Klassifizierung.
- Untersuchung zu Trennmerkmalen und Trenneigenschaften von Rohstoff-Fremdstoff-Gemischen in verfahrenstechnisch relevanten Reinigungsstufen.
- Ableitung einer Bewertungsmethode hinsichtlich des Schadenspotentials von Fremdstoffen in Agrarrohstoffen aufbauend auf die vorhergehenden Ergebnisse.

Mit den erwarteten Forschungsergebnissen werden Betreiber und Hersteller in der Lage sein, Schadenspotenziale für den sicheren und störungsfreien Betrieb von Fördergeräten systematisch zu analysieren, zu bewerten und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten.

3 In Agrarrohstoffen enthaltene Fremdstoffe

Als erstes Ergebnis einer Fragebogenaktion sowie Interviews und Begutachtungen bei Betreibern von Umschlags- und Verarbeitungsbetrieben für Agrarrohstoffe können Erkenntnisse zu den in Agrarrohstoffen enthaltenen Fremdstoffen gewonnen werden. Die dargestellten Ergebnisse stellen dabei den aktuellen Stand dar, der noch nicht als endgültig zu bezeichnen ist. Dazu müssen zunächst einheitliche Werte für die Kategorien „Art des Fremdstoffs“ und „Qualität“ definiert werden. Für die erwartete Qualität des gelieferten Agrarrohstoffs wird auf vier allgemein gebräuchliche Klassen zurückgegriffen: Agrarrohstoffe, die noch starke Verunreinigungen enthalten, werden als „Ungereinigt“ bezeichnet. Über die Zwischenstufen „Erntetechnisch Vorgereinigt“ und „Gereinigt“ ist ein Agrarrohstoff in „Lagerhausqualität“ quasi frei von groben Verunreinigungen, Stäuben und Besatz. Für die Art des Fremdstoffs wird je nach Größe bei den nicht-metallischen Fremdstoffen in

- Kleine Fremdstoffe (Fremdkörper deutlich kleiner als die durchschnittliche Korngröße),
- Mittlere Fremdstoffe (Fremdkörper ungefähr gleich groß wie die durchschnittliche Korngröße) und
- Große Fremdstoffe (Fremdkörper deutlich größer als die durchschnittliche Korngröße)

unterschieden. Zusätzlich werden metallische Fremdstoffe betrachtet. Bei diesen erfolgt bisher keine Unterscheidung nach der Größe, da diese gemeinsam am Metallabscheider abgetrennt werden und eine Größenbestimmung aus unterschiedlichen Gründen in der betrieblichen Praxis nicht vorgenommen wird.

Da in den befragten Betrieben meist keine zahlenmäßigen Angaben gemacht werden können und stichprobenartige Untersuchungen nicht ausreichend erscheinen, beschränkt sich die Datenerhebung auf die subjektive Beurteilung des Ist-Zustands durch die Betriebe. Als wichtigstes Ergebnis kann der Anteil der verschiedenen Fremdstoffarten in Agrarrohstoffen verschiedener Qualitätsklassen genannt werden. Diese sind in Bild 2 gezeigt. Ein nennenswerter Einfluss der verschiedenen Agrarrohstoffe – insgesamt wurden 18 verschiedene Agrarrohstoffe ausgewertet – konnte im Rahmen der Untersuchung nicht festgestellt werden.

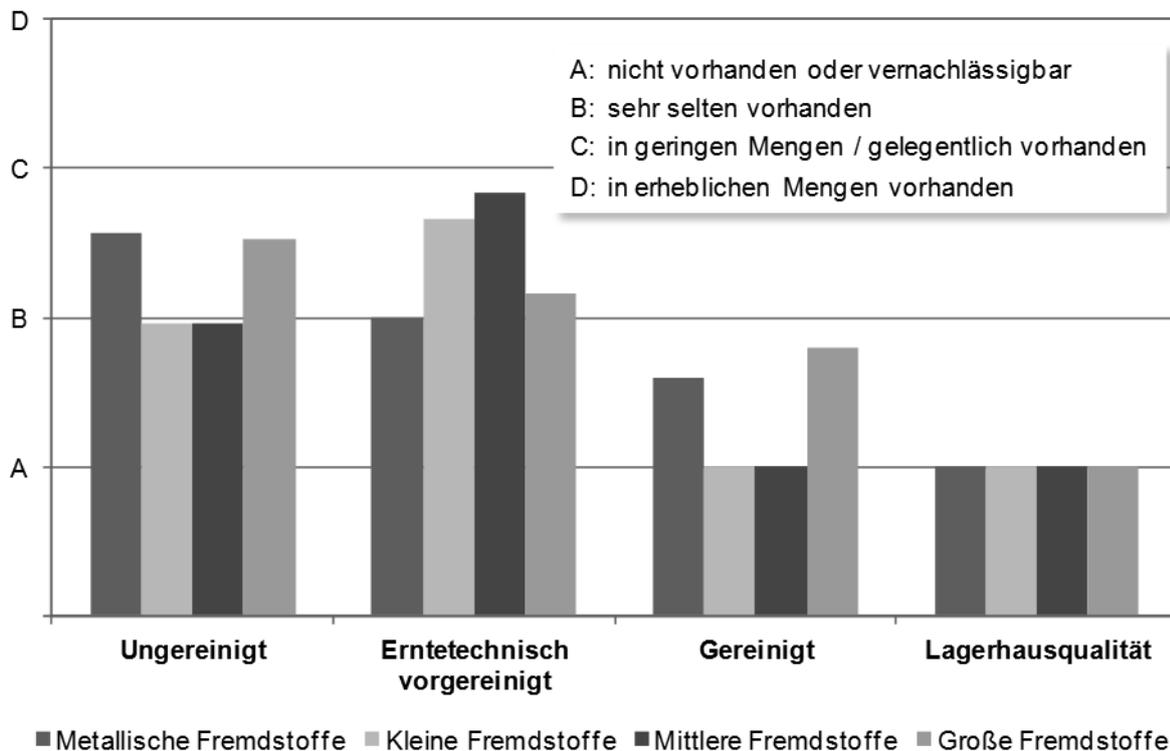


Bild 2: Anteil verschiedener Fremdstoffe in Agrarrohstoffen verschiedener Qualität

Prinzipiell zeigen die Daten ein erwartetes Bild: Der Anteil der Fremdstoffe sinkt mit steigender Qualität des Agrarrohstoffs. Insgesamt sind Fremdstoffe aus Sicht der Betreiber, die in Sorge um ihre Fördertechnik eher kritisch urteilten, auch in den ungünstigen Fällen nur in geringen Mengen enthalten. Zwei Dinge erscheinen jedoch beachtenswert. Zum

Ersten fällt der Anteil kleiner und mittlerer Fremdstoffe im ungereinigten Agrarrohstoff geringer aus als beim ertetechnisch vorgereinigtem Agrarrohstoff, welcher eigentlich eine höhere Reinheit aufweisen sollte. Nach Rücksprache mit einigen Betreibern und Herstellern kann davon ausgegangen werden, dass diese Diskrepanz zwischen erwarteten und erhaltenen Werten auf dem subjektiven Charakter der Einschätzung der Befragten beruht. Die kleinen und mittleren Fremdstoffe bestehen im Wesentlichen aus Staub-, Sand- und Erdfragmenten. In ungereinigten Agrarrohstoffen sind diese Fremdstoffe direkt nach der Ernte naturgemäß häufig enthalten. Dies wird durch die Betreiber auch toleriert und nicht als Problem gesehen. In ertetechnisch vorgereinigtem Agrarrohstoff hingegen wird ein gewisser Reinigungsgrad erwartet und folglich eine vielleicht mengenmäßig gleiche Verunreinigung als schlimmer angesehen. Diese unterschiedliche Erwartungshaltung an die verschiedenen Qualitäten ist wohl ausschlaggebend für die auffällige Beurteilung. Die zweite Auffälligkeit stellen die Anteile an metallischen und großen Fremdstoffen im gereinigten Agrarrohstoff dar, da gerade diese Fremdstoffe bei gereinigten Agrarrohstoffen nicht mehr vorhanden sein sollten. Diese Fremdstoffe stammen meist auch nicht mehr aus dem ursprünglichen Agrarrohstoff-Fremdstoff-Gemisch sondern sind Teile von Fördergeräten oder sonstigen Maschinen, die der Agrarrohstoff nach den ersten Reinigungsstufen durchlaufen hat. Dennoch müssen diese Fremdstoffe natürlich beachtet werden, da sie die weiteren Fördergeräte beschädigen können und erneute Reinigungsstufen nötig machen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Abweichungen der einzelnen erhobenen Daten zum jeweiligen Mittelwert im Durchschnitt bei nur 15% der Mittelwerte liegen. Die Anteile der verschiedenen Fremdstoffe in den einzelnen Qualitätsstufen können also durch die in Bild 2 gezeigten Werte gut abgebildet und der Grad der auftretenden Verunreinigungen in den jeweiligen Qualitätsstufen vorhergesagt werden.

4 Schadensfälle durch Fremdstoffe

Als zweites Ergebnis der Datenerhebung können Erkenntnisse zu Schadensfällen, die von Fremdstoffen verursacht wurden, analysiert werden. Dazu werden zunächst sechs Schadensklassen abgeleitet, die in Tabelle 1 dargestellt sind. Durch die Definition dieser einheitlichen Schadensklassen können alle Schadensereignisse eindeutig zugeordnet werden und bei der später folgenden Bewertung des Schadenspotentials können allgemein die zu erwartenden Schäden und deren Folgen dargestellt werden.

Tabelle 1: Mögliche Schadensklassen an Fördergeräten für Agrarrohstoffe

Schadensklasse	Beschreibung des Schadens	Folgekosten des Schadens
Kl. 1	Kleine Schäden an Einhausung oder bewegten Elementen des Fördergerätes. Es treten keine Leistungseinschränkungen auf.	Geringe Kosten durch Instandhaltungsarbeiten.
Kl. 2	Stärkere Schäden an Einhausung oder bewegten Elementen des Fördergerätes, welche die Funktion des Gerätes noch nicht beeinflussen.	Mittlere Kosten durch Instandhaltungsarbeiten.

Kl. 3	Mittelschwerer Schaden am Fördergerät. Die Leistungsfähigkeit des Fördergerätes wird beeinflusst, es besteht erhöhtes Explosionsrisiko.	Mittlere Kosten durch Reparaturarbeiten und Ersatzteile.
Kl. 4	Schwere Schäden an Einhausung, bewegten Maschinenteilen oder Antriebselementen. Es kommt zum Ausfall des Fördergerätes.	Hohe Kosten durch Reparaturarbeiten, Ersatzteile und Produktionsausfall.
Kl. 5	Irreparable Zerstörung des Fördergerätes. Das Fördergerät muss ersetzt werden.	Sehr hohe Kosten durch Neubeschaffung und Installationsarbeiten.
Kl. 6	Schäden an Personen oder Infrastruktur durch die Fehlfunktion eines Fördergerätes oder eine Staubexplosion.	Sehr hohe Kosten für Personen- und Gebäudeschäden sowie Neubeschaffung.

In die Auswertung aufgenommen werden alle Schäden an Fördergeräten, die auf Fremdstoffe zurückzuführen sind. Die genannten Schäden werden entsprechend der Art des verursachenden Fremdstoffs (siehe Abschnitt 3) und der Schwere des entstandenen Schadens (nach Tabelle 1) geclustert. Das Ergebnis dieser Zusammenstellung ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Schadensfälle an Fördergeräten für Agrarrohstoffe, verursacht durch Fremdstoffe

	Metallischer Fremdstoff	Kleiner Fremdstoff	Mittlerer Fremdstoff	Großer Fremdstoff
Schadensklasse 1	5 Vorfälle	-	-	4 Vorfälle
Schadensklasse 2	2 Vorfälle	-	-	1 Vorfall
Schadensklasse 3	2 Vorfälle	-	-	2 Vorfälle
Schadensklasse 4	4 Vorfälle	-	-	1 Vorfall
Schadensklasse 5	-	-	-	-
Schadensklasse 6	-	-	-	-

Auch wenn Tabelle 2 mehr leere als gefüllte Zellen aufweist, können daraus wichtige Hinweise für das Forschungsvorhaben gewonnen werden. Zunächst ist festzustellen, dass keiner der befragten Betriebe einen so schweren Schaden zu verzeichnen hatte, dass das Fördergerät zerstört, die Infrastruktur beschädigt oder gar Menschen verletzt wurden. Dies zeigt, dass die Schutzmaßnahmen gegen derartige Schäden, die oftmals durch Staubexplosionen verursacht werden, heute schon hoch sind. Die ATEX-Richtlinien seien hier nur am Rande erwähnt. So verfügen Endverarbeitungsbetriebe, wie Mischfutterwerke und Mehlmühlen, in der Regel über entsprechendes Reinigungsequipment oder haben über Kontrakte eine Vorreinigung vereinbart, um größere Schäden zu vermeiden. Bei Umschlags- oder Erfassungsbetrieben sind aber meist nur rudimentäre Reinigungsstufen vorhanden. Die Gefahr solch schwerer Unfälle darf dennoch nicht unterschätzt werden, da Fremdstoffe, wie bereits erwähnt, zum Beispiel als Zündquelle ursächlich sein können.

Als Zweites fällt auf, dass kein Schaden eingetragen ist, der auf kleine oder mittlere Fremdstoffe zurückzuführen ist. Dies ist allerdings auch nur auf den ersten Blick überraschend, da einleuchtend ist, dass Fremdstoffe, die kleiner oder gleich groß der Korngröße des Agrarrohstoffs sind, wohl nicht zu Schäden am Fördergerät führen können. Dennoch stellen natürlich auch diese kleinen und mittleren Fremdstoffe eine große Gefahr für die gesamte Produktionsanlage dar. Einerseits erhöhen diese je nach Material des Fremdstoffs den Verschleiß in der Anlage, andererseits können sie Verarbeitungsmaschinen beschädigen. Erwähnt seien hier Fremdstoffe, mit ähnlicher Korngröße wie die Agrarrohstoffe, wie kleine Steine. Die Produktsicherheit kann zum Beispiel durch Glassplitter oder Metallspäne beeinträchtigt werden. Da dies aber keine Beschädigung an den Fördergeräten darstellt, wird es im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht weiter verfolgt. Auch wird der erwähnte Verschleiß in Fördergeräten im Weiteren nicht mehr betrachtet, da die Fremdstoffe nicht allein ursächlich dafür sind und die das Projekt begleitenden Industrievertreter im Verschleiß keine Beschädigung im Sinne des Forschungsvorhabens erwarten.

Schäden an Fördergeräten werden also gemäß den bisherigen Ergebnissen nur von metallischen und großen Fremdstoffen verursacht. Als typische Exemplare solcher Fremdstoffe wurden unter anderem Steine, Holzklötze, Pflastersteine, Schrauben, Elevatorenbecher, Werkzeuge, Ketten und Eisenstangen identifiziert. Die Größe und das Gewicht der Fremdkörper gehen dabei mit der Schwere des Schadens einher. So verursachen Schrauben, kleinere Metallteile, kleinere Steine, Holzstücke und leichte Elevatorenbecher meist nur Schäden der Schadensklassen 1 und 2. Typisch sind hier abgerissene Mitnehmer oder Elevatorenbecher, die sich dann selbst wieder im Fördergerät verklemmten und zu Stillstandszeiten führten. Die wirtschaftlichen Schäden solcher kleinerer Schäden halten sich hier noch in Grenzen und werden von den Betreibern meist für tolerabel gehalten. Im Gegensatz dazu führte zum Beispiel ein Pflasterstein in einem Kettenförderer zu einem Schaden von über 50.000 EUR oder ein Werkzeug, das durch mehrere Fördergeräte transportiert wurde zu einem Schaden von ca. 100.000 EUR. Neben den reinen Instandhaltungskosten müssen zusätzlich noch die wirtschaftlichen Schäden durch den Produktionsausfall bilanziert werden, der sich über mehrere Tage erstrecken kann. Als Beispiel zur Demonstration des Ausmaßes eines solchen Schadens sind in Bild 3 der Schaden an einem Kettenförderer und die verursachende Eisenstange abgebildet.



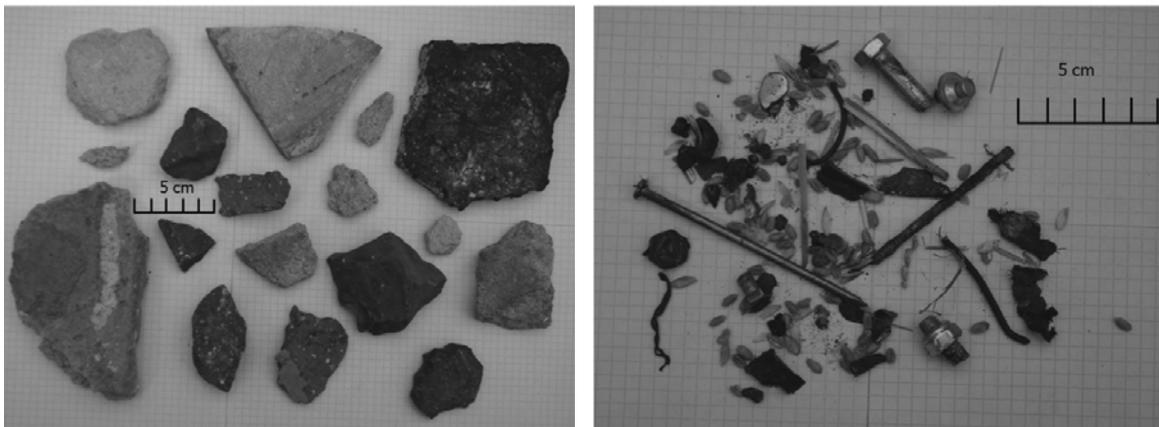
Bild 3: Beschädigter Kettenförderer und ursächlicher Fremdkörper

Insgesamt scheint es möglich, von der Art eines Fremdstoffes auf den möglichen Schaden schließen zu können. Dazu müssen im weiteren Projektverlauf aber noch genauere Untersuchungen der gefundenen Fremdstoffe und der verursachten Schäden vorgenommen werden, um beispielsweise die Art des Fremdstoffs spezifizieren zu können.

5 Trenneigenschaften von Rohstoff-Fremdstoff-Gemischen

Erntefrische Agrarrohstoffe enthalten in der Regel grobe Fremdanteile (z. B. metallische Anteile, Steine), Besatz (Korn- und Schwarzbesatz) sowie Restanteile von Ackerböden, insbesondere mineralische Komponenten, hier Sand- und Schlufffraktionen, deren Partikelgröße, besonders für die Sandfraktion (63 – 2.000 µm), eine Überschneidung mit dem körnigem Erntegut aufweisen kann. Wesentliche Trennmerkmale der Rohstoff-Fremdstoff-Gemische sind Form- und Größen- sowie Dichteunterschiede und magnetische Eigenschaften, die die Auswahl anforderungsgerechter Trenn- und Sortierprozesse bedingen.

In der getreideverarbeitenden Industrie erfolgt während der Rohstoffannahme zunächst eine Grobteilabscheidung über feste Gitterroste. Diese Grobteilabscheidung kann als einfacher Siebprozess betrachtet werden, wobei die Abmessungen der Rostöffnungen nach Anwendungsfall verschieden sind. Zur Entnahme von magnetischen Fremdstoffen werden anschließend Magnetabscheider eingesetzt. In Bild 4 sind beispielhaft mittels Gitterrost (a) und Plattenmagnet im Annahmeelevatorfuß (b) abgetrennte Grobteile abgebildet. Grobe Fremdkörper wie Schnüre und Holzteile können in Trommelsieben abgeschieden werden. Die Intensität der Reinigung mit Blick auf eine Verbesserung der Rohstoffqualität ist jeweils als niedrig einzustufen. Hochleistungsreiniger sind für die Entfernung von leichten Verunreinigungen und Staub, grobem Besatz und feinen, schweren Verunreinigungen (Sand) sowie Schmachtkörnern vorgesehen. Die Reinigungsintensität zur Verbesserung der Rohstoffqualität ist als hoch zu bewerten.



a)

b)

Bild 4: a) Grobe mineralische Fremdstoffe in Agrarrohstoffen, Abtrennung mit Gitterrost
b) Grobe magnetische Fremdstoffe, Abtrennung mit Dauermagnet

Für die mit dem Forschungsprojekt angestrebte Zweiproduktentrennung in Rohstoffe und schadensverursachende Fremdstoffe sind die Massenbilanz (Fremdstoffanteil zu Rohstoffanteil) sowie die stofflichen und granulometrischen Eigenschaften der Trennprodukte als Bewertungsgröße für das Schadenspotential heranzuziehen. Die Bewertung des

Trennerfolges bzw. der Produktreinheit mit Blick auf die Produktqualität sowie den möglichen Rohstoffverlust kann durch Trennfunktionen erfolgen, die Aussagen zur Reinheit der Trennprodukte erlauben (z. B. Rohstoffanteil im abzutrennenden Fremdstoffanteil).

6 Bewertung des Schadenspotentials

Um das oben bereits beschriebene Ziel des Forschungsvorhabens zu erreichen, sollen Maßnahmen untersucht werden, die vorhandene Fördergeräte durch die Empfehlung bedarfsgerechter Reinigungstechnik vor Schäden durch Fremdstoffe schützen sowie helfen die geforderte Lieferqualität bezüglich des Fremdstoffanteils so zu definieren, dass Schäden vermieden werden. Als Zwischenschritt dahin ist es notwendig eine Methode zu entwickeln mit der das Schadenspotential eines Fremdstoffs in Abhängigkeit von eingesetzten Reinigungsgeräten abgeschätzt werden kann, um in weiteren Schritten gezielt darauf reagieren zu können. Als Grundlage für ein derartiges Bewertungswerkzeug scheint die FMEA (engl. Failure Mode and Effects Analysis) geeignet. Durch diese können potentielle Ausfälle (Ausfälle, die möglicherweise entstehen, aber nicht entstehen müssen) systematisch erfasst und vermieden werden, indem das Risiko dieser Ausfälle analysiert und bewertet wird [6]. Damit liefert die FMEA genau das Grundgerüst welches zur Bewertung des Schadenspotentials von Fremdstoffen in Agrarrohstoffen gesucht wird.

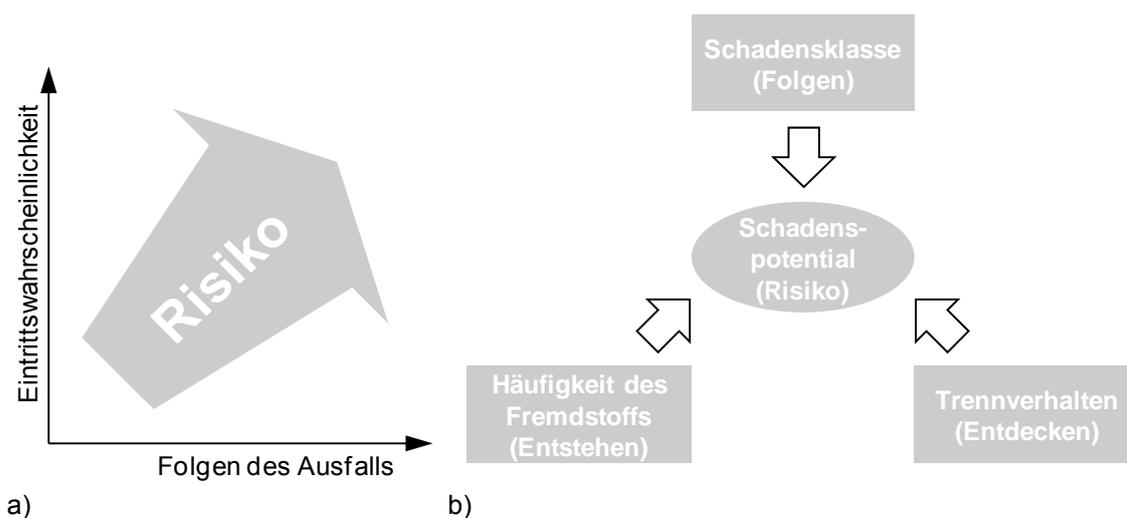


Bild 5: a) Risiko von Ausfällen nach der FMEA (Eigene Darstellung in Anlehnung an [6])
b) Anpassung der FMEA auf die Bewertung des Schadenspotentials von Fremdstoffen

In der FMEA werden das Risiko eines Ausfalls und damit das Schadenspotential eines Fremdstoffes durch die Schwere der Folge des Ausfalls und durch die Eintrittswahrscheinlichkeit charakterisiert. Wie in Bild 5 a) dargestellt steigt das Risiko also mit zunehmenden Folgen eines Ausfalls und höherer Wahrscheinlichkeit, dass der Ausfall eintritt. Um das Schadenspotential abschätzen zu können, müssen beide Faktoren berücksichtigt werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit setzt sich dabei wiederum aus der Wahrscheinlichkeit, dass ein Ausfall entsteht (= Entstehungswahrscheinlichkeit) und der Wahrscheinlichkeit der Entdeckung (= Entdeckungswahrscheinlichkeit) zusammen. Da die Folgen des Ausfalls in der Regel nicht beeinflusst werden können, ist eine Senkung des Risikos meistens nur durch Maßnahmen zu erreichen, die die Entstehungswahrscheinlichkeit reduzieren oder die Entdeckungswahrscheinlichkeit erhöhen [6].

Diese drei genannten Einflussfaktoren können nun auf die Bewertung des Schadenspotentials von Fremdstoffen in Agrarrohstoffen übertragen werden. Wie in Bild 5 b) dargestellt, werden die Folgen eines Schadens dann durch die mögliche Schadensklasse eines bestimmten Fremdstoffs, die Entstehungswahrscheinlichkeit durch die Häufigkeit eines Fremdstoffes in der vorliegenden Lieferqualität und Entdeckungswahrscheinlichkeit durch das Trennverhalten des Fremdstoffs beschrieben. Den möglichen Ausprägungen der drei Einflussfaktoren müssen als nächste Arbeitsschritte im Forschungsvorhaben nun Zahlenwerte zugewiesen werden, wobei auf die Ergebnisse der in den Abschnitten 3 - 5 beschriebenen Arbeitspakete zurückgegriffen wird. Das Schadenspotential lässt sich dann analog zur Risikoprioritätszahl der FMEA als Produkt der drei Einflussfaktoren bestimmen [7]. Die Entwicklung von Hilfen zur Interpretation des berechneten Zahlenwerts für das Schadenspotential ist ebenfalls Inhalt der weiteren Arbeitspakete. Ziel ist es, ähnlich zu existierenden Normen für FMEAs in der Produktentwicklung oder Produktion [7], Tabellen zur Verfügung zu stellen aus denen die Zahlenwerte für die Einflussfaktoren sowie Interpretationshilfen für das Schadenspotential für vorhandene und geplante Systeme von Fördergeräten und Reinigungsgeräten abgelesen werden können, um den Erfolg von Maßnahmen bewerten zu können. Diese Maßnahmen können dann zum Beispiel in einer Anpassung der geforderten Lieferqualität oder geänderten Reinigungskonzepten, beispielsweise mit zusätzlichen Geräten, liegen.

Durch diese FMEA-ähnliche Bewertungsmethodik ist es möglich, eine quantifizierte Bewertung des Schadenspotentials durchzuführen, notwendigen Handlungsbedarf zu identifizieren und die Wirkung von Maßnahmen im Vorfeld zu evaluieren. Die gestellten Anforderungen an die Bewertungsmethodik können damit mit dem geplanten Vorgehen erfüllt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Ziel des beschriebenen Forschungsvorhabens ist die Reduzierung von Schäden an Fördergeräten für Agrarrohstoffe, die auf Fremdstoffe zurückzuführen sind. Um dies zu erreichen liegt der erste Schwerpunkt in der Entwicklung einer Methodik zur Bewertung des Schadenspotentials von Fremdstoffen, um bei verschiedensten Systemen beurteilen zu können, ob ein Risiko für einen Schaden vorliegt, dem entgegnet werden muss, oder ob geplante Maßnahmen das vorhandene Risiko auf ein akzeptables Maß reduzieren können. Die Grundlage dieser Bewertungsmethodik liefern detaillierte Untersuchungen der in Agrarrohstoffen enthaltenen Fremdstoffe, der durch Fremdstoffe verursachten Schadensfälle sowie der Trenneigenschaften von Rohstoff-Fremdstoff-Gemischen.

Es wird vorgeschlagen die Bewertungsmethode ähnlich der aus der Produktentwicklung und Produktion bekannten FMEA aufzubauen, da diese die gestellten Anforderungen erfüllen kann. Als kommende Aufgaben müssen die Erkenntnisse, die aus den ermittelten Daten gewonnen werden konnten, in die Bewertungsmethode integriert werden, um eine solide Zahlengrundlage für zukünftige Bewertungen zu schaffen.

Das zweite Ziel des Forschungsvorhabens ist die Bereitstellung von Handlungsanweisungen, wie Defiziten in der Sicherheit gegen Schäden begegnet werden kann. Aufbauend

auf den Ergebnissen der Bewertung können dann bedarfsgerecht und fremdstoffspezifisch Anlagen und Anlagenteile bereitgestellt werden sowie durch die Vorgabe konkreter Anforderungen bezüglich maximaler Fremdstoffgehalte standzeitverlängernde Maßnahmen formuliert werden.

Das IGF-Vorhaben 16742 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Quellenverzeichnis:

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAOSTAT Database "Production, Crops". URL: <http://faostat.fao.org>. Download am: 08.06.2011.
- [2] DRV, VDM, DVT, BVA: Leitfaden Explosionsschutz in der Getreide- und Futtermittelwirtschaft auf Grundlage der Betriebssicherheitsverordnung. URL: http://www.muehlen.org/fileadmin/redaktion/pdf/leitlinien/Leitfaden_Explosionsschutz.pdf. Download am: 09.06.2011.
- [3] Jeske, A.; Beck, H.: Dokumentation Staubexplosionen – Analyse und Einzelfalldarstellung. BIA-Report Nr. 2/87. Sankt Augustin: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, 1987.
- [4] Schäfer, W.; Flechsig, J.: Das Getreide – eine Waren- und Sortenkunde. 5., verb. und erg. Aufl. Frankfurt am Main: Alfred Strothe, 1985.
- [5] Löwe, R.; Feil, A.: Reinigung von Futtergetreide – Erste Erkenntnisse. In: Mühle + Mischfutter, Jg. 147 (2010), Nr. 10, S. 298-300.
- [6] Reinhart, G.; Lindemann, U.; Heinzl, J.: Qualitätsmanagement – Ein Kurs für Studium und Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer, 1996.
- [7] DIN EN 60812:2006-11: Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen – Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA). DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin: Beuth.