



WHITEPAPER

# WIE DIE LANDTECHNIK DIE AKTUELLEN HERAUSFORDERUNGEN MEISTERN KANN

Gummi und Kunststoff in der modernen Landtechnik



**JÄGER**  
Gummi und Kunststoff

# WIE DIE LANDTECHNIK DIE AKTUELLEN HERAUSFORDERUNGEN MEISTERN KANN

## Gummi und Kunststoff in der modernen Landtechnik

Die zentrale Aufgabe der modernen Landwirtschaft ist nach dem Agrarpolitischen Bericht der Bundesregierung die Herstellung sicherer, bezahlbarer und gesunder Lebensmittel, um damit einen Beitrag zur Ernährung der Bevölkerung weltweit zu leisten. Vor dem Hintergrund einer stark anwachsenden Weltbevölkerung von mittlerweile 7,86 Mrd. Menschen im Jahr 2021 ist das keine leichte Aufgabe. Um die Versorgung zu gewährleisten, muss die moderne Landwirtschaft die anfallenden Probleme, wie eine Verknappung der Nutzfläche oder eine Zunahme der extremen Wetterlagen, überwinden und auch die stetig steigenden Qualitätsansprüche der Industrie, des Handels und der Verbraucher:innen befriedigen, um gleichbleibend hohe bzw. steigende Erträge zu erwirtschaften. Neben dem ökonomischen Erfolg gilt es dabei, die ökologischen Aspekte sowie die politischen Rahmenbedingungen zu beachten, um nachhaltig produzieren zu können.

Den Problemen der Landwirt:innen stehen wachsende Anforderungen an die Agrartechnikproduzenten gegenüber. Die Landwirt:innen erwarten von den Produzenten eine hohe Lebensdauer der eingesetzten Technik bei einem geringen Wartungsaufwand. Gleichzeitig sollen Reparaturen einfach und zügig durchführbar sein und in der Ernteperiode direkt auf dem Feld erfolgen können. Durch Leichtbau soll die Effizienz der Maschinen erhöht und gleichzeitig die Beanspruchung der Böden reduziert werden. Die Digitalisierung der Prozesse und damit einhergehend die Automatisierung in den Abläufen ist in wachsenden landwirtschaftlichen Betrieben ebenfalls ein wichtiges Thema, dem sich die Produzenten annehmen müssen, um erfolgreich zu bleiben.

Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen zeigen, wie Gummi und Kunststoff einen Beitrag zur Lösung dieser Probleme darstellen können. Sie erfahren unter anderem:

1

Welche Anforderungen an die heutige Landwirtschaft gestellt werden.

2

Wie Sie den steigenden Anforderungen von Handel und Verbraucher:innen begegnen und welche Rolle dabei Bauteile aus Gummi und Kunststoff bei den folgenden Punkten spielen:

- Gewichtsreduktion
- Individualisierung in der Fertigung
- Reduktion der Entwicklungszeit
- Steigende Qualitätsanforderungen

3

Welche Vorteile sich durch eine veränderte Materialauswahl ergeben, die auch regionale Einsatzbedingungen berücksichtigt.

# 1 PROBLEME DER HEUTIGEN LANDWIRTSCHAFT

## Verknappung der zur Verfügung stehenden Nutzfläche

Die Landwirtschaft steht in Bezug auf die zur Verfügung stehende Nutzfläche mit mehreren Akteur:innen in Konkurrenz. Siedlungs- und Straßenbau sowie der industrielle und gewerbliche Bau brauchen bebaubares Land. Neubauprojekte und Ortsumgehungen reduzieren ebenso wie die Errichtung von Industrieanlagen die zur Verfügung stehenden Flächen und stellen für Landbesitzer:innen eine profitable Alternative zur Verpachtung an landwirtschaftliche Betriebe dar. Darüber hinaus tragen Umweltschutzprojekte, Umweltvorgaben und die Forstwirtschaft zu einer Reduzierung der verfügbaren Flächen bei.

Die damit einhergehende Kostensteigerung bei den Pacht- und Kaufpreisen zwingt die Landwirt:innen zu einer erhöhten Effizienz, um weiterhin ökonomisch erfolgreich agieren zu können. Dies sorgt bei den Produzenten in der

Agrartechnik für einen erhöhten Druck auf die Entwicklung besonders effizienter Maschinen. Immer größere Fahrzeuge sollen für die notwendige Flächenleistung sorgen, um so das Maximum an Ertrag aus der bewirtschafteten Ackerfläche zu gewinnen. Gleichzeitig werden eine lange Haltbarkeit und eine hohe Flexibilität der Maschinen unter vielfältigsten Einsatzbedingungen erwartet.

## Steigende Anforderungen an die Qualität der produzierten Waren

Das Qualitätsbewusstsein der Verbraucher:innen und die Anforderungen des Handels steigen stetig an. Lebensmittel mit optischen Fehlern können nicht mehr direkt vermarktet werden und erzielen demzufolge geringere Preise. Die eingesetzte Technik muss sicherstellen, dass möglichst schonend mit den erzeugten Produkten umgegangen wird, um die Qualität des Ernteguts gewährleisten zu können.

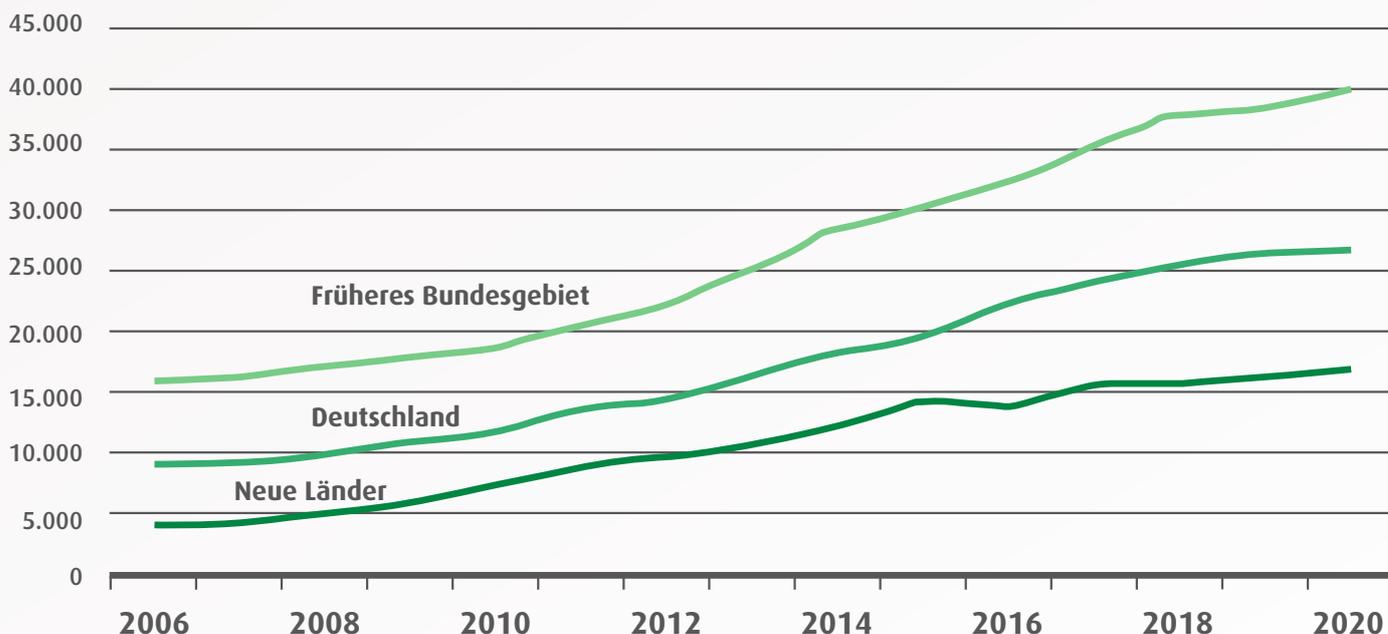


Abbildung 1:  
Durchschnittlicher Kaufwert je Hektar veräußerter Fläche der landwirtschaftlichen Nutzung  
Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 2.4, 2020

### **Schonender Umgang mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen**

Die steigenden Preise für Rohstoffe und die auf lange Sicht zu erwartende Verknappung fossiler Brennstoffe stellt die bisherigen Techniken in Frage und fordert eine Optimierung der Effizienz in der Produktion und über die gesamte Lebensdauer der Agrartechnik. Hier ist es die Aufgabe der agrartechnischen Industrie, den Anteil an wiederverwertbaren Materialien zu erhöhen sowie das Gewicht der Fahrzeuge zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs kontinuierlich zu optimieren. Gleichzeitig kann die Auswahl von Rohstoffen aus nachwachsenden Quellen einen Beitrag zur Ressourceneffizienz leisten und so die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft im Ganzen verbessern.

### **Zunahme von extremen Wetterlagen im Zuge eines fortschreitenden Klimawandels**

Die im Mittel steigenden Temperaturen und die Zunahme von extremen Wetterlagen führen zu deutlich erschwerten Bedingungen für die Landwirt:innen. Ausbleibende Erträge sind eine konstante Gefahr, die insbesondere kleine Betriebe vor schwierige Herausforderungen stellt. Die agrartechnische Industrie hat die Verantwortung, den Ausstoß klimaschädigender Gase zu senken und somit ihren Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels zu leisten.

### **Motivation für die Produzenten von Agrartechnik**

Die zunehmenden Anforderungen an Ressourceneffizienz, Haltbarkeit, Flexibilität und Qualität des Ernteguts sorgen in der Agrartechnikindustrie für einen hohen Entwicklungsdruck. Sie bieten aber auch die Möglichkeit, durch neue, innovative Produkte langfristig erfolgreich im globalen Wettbewerb zu bestehen. Effizient arbeitende Nutzfahrzeuge und Maschinen mit einer längeren Haltbarkeit und Ausfallsicherheit leisten einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Profitabilität der landwirtschaftlichen Betriebe. Gleichzeitig sorgt eine Bereitstellung von individualisierten, auf den jeweiligen Einsatzzweck angepassten Maschinen für eine kontinuierliche Steigerung der Erträge pro Nutzfläche. Dies ebnet den Weg zur Deckung des Ernährungsbedarfes einer stetig steigenden Weltbevölkerung.

## **Aktuelle Anforderungen an die Agrartechnik**

- Digitalisierung/Automatisierung
- Erhöhung der Lebensdauer bei geringen Wartungs- und Reparaturkosten
- Individuelle Bauweise flexibel einsetzbarer Aggregate
- Reduzierung der Emission
- Erfüllung steigender Qualitätsanforderungen

## 2 NEUE LÖSUNGEN FÜR DIE AGRARINDUSTRIE

Damit Unternehmen der Agrarindustrie zukunftsfähige Technik bereitstellen können, müssen sie einige wesentliche Punkte beachten. Im Folgenden werden die technischen Herausforderungen an moderne Agrartechnik dargestellt und dazu passende Lösungsansätze aufgezeigt.

### Gewichtsreduktion zur Erhöhung der Ressourceneffizienz

#### Was ist die Herausforderung?

Um für eine stetige Zunahme der Flächenleistung (Effizienz pro bewirtschafteter Nutzfläche) zu sorgen, nehmen die Dimensionen moderner landwirtschaftlicher Maschinen zu. Durch die Konstruktion breiterer Erntevorsätze und eine erhöhte Kapazität in den Vorratsbunkern kann eine Maschine in kürzerer Zeit eine größere Fläche abernten. Der positive Effekt auf der einen Seite sorgt andererseits für zunehmendes Gewicht und bedingt schwere und leistungsstarke Zugmaschinen. Durch das hohe Gewicht verursachen die Erntemaschinen einen höheren Ressourcenverbrauch und belasten den bearbeiteten Boden durch eine stärkere Verdichtung.

Es ist dabei zwischen den Geräten, die ein notwendiges hohes Gewicht aufweisen müssen, und solchen, bei denen es eher nachteilig ist, zu differenzieren. Ist für den Ernteerfolg ein hoher Druck auf den Boden notwendig bzw. muss durch eine schwere Konstruktion der Maschine die Stabilität sichergestellt werden, so ist eine Reduktion des Gewichts nicht sinnvoll. In der Regel ist es jedoch von Vorteil, das Gewicht zu

reduzieren. Ein reduziertes Gewicht erfordert eine geringere Leistung der Zugmaschine, was sich wiederum im Kraftstoffverbrauch niederschlägt. Das schont die Umwelt und spart den Landwirt:innen bares Geld.

#### Welche Lösungen gibt es?

Eine Möglichkeit, um die Funktionalität zu erhalten, gleichzeitig aber das Gewicht zu senken, ist der Einsatz von Kunststoffen und Elastomeren anstelle von metallischen Werkstoffen. Betrachtet man die durchschnittliche Dichte der gängigen Metalle, so ist, abgesehen von den Leichtbau-Werkstoffen wie Aluminium oder Magnesium, bei den meisten metallischen Werkstoffen ein Wert von über  $7 \text{ g/cm}^3$  zu berücksichtigen. Bei Kunststoffen und Elastomeren haben wir eine Dichte von in der Regel deutlich unter  $2 \text{ g/cm}^3$ , vielfach sogar unterhalb von  $1 \text{ g/cm}^3$ .

Nicht nur im Gewicht, auch in anderen Eigenschaften zeigen sich die polymeren gegenüber den metallischen Werkstoffen wie Stahl gleichwertig oder sogar überlegen. So zeigen insbesondere die thermoplastischen Kunststoffe



Abbildung 2: Tragrahle aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit einer Lauffläche aus Gummi

keine Anfälligkeit für Korrosion oder Alterungserscheinungen. Sie sind schlagzäh und lassen sich bei der Fertigung nahezu beliebig formen. Energieintensive Umformungen wie zum Beispiel bei der Metallgießerei entfallen. So lassen sich die Systemkosten reduzieren. Elastomere hingegen sind durch ihre gute Elastizität und Dehnbarkeit für viele Anwendungsfälle der Agrartechnik interessant.

In der Konstruktionsentwicklung muss auf die Eigenschaften der Kunststoffe und Elastomere eingegangen werden. Eine einfache Substitution der metallischen Werkstoffe durch einen Kunststoff ist nicht sinnvoll, da die Fertigungsverfahren und auch die Stabilität der Bauteile oftmals eine anforderungs- und fertigungsgerechte Neukonstruktion verlangen. Der Einsatz von Simulationstechniken wie der Finite-Element-Methode (FEM) ist ein bewährtes Mittel der Gummi- und Kunststoffbranche, um den Aufwand in der Prototypenherstellung und der anschließenden Werkzeugauslegung zu reduzieren.

### **Metallische Werkstoffe ersetzen**

Ein gelungenes Beispiel zur Substitution eines schweren Metallteils durch eine Gummi-Kunststoff-Verbindung ist die Tragrolle für Transport- und Siebbänder. Das ehemals komplett aus Metall bestehende Bauteil wurde durch einen glasfaserverstärkten Kunststoff ersetzt, der eine hohe Stabilität aufweist. Die Lauffläche ist aus einer je nach Bedarf angepassten Gummimischung. Diese Gummierung sorgt für eine hohe Laufruhe und gibt dem Element die benötigte Elastizität. Lediglich das Kugellager ist noch aus einem metallischen Werkstoff gefertigt. Bei bis zu 160 Tragrollen auf einer modernen Erntemaschine und einer Gewichtseinsparung von etwas mehr als einem halben Kilogramm pro Tragrolle ist der Beitrag zur Gewichtsreduktion deutlich messbar.

Ein weiteres Beispiel für den erfolgreichen Einsatz eines Elastomers sind die Antriebsriemen von Siebstab-Förderbändern. Im Vergleich zu

metallischen Antriebsketten zeigen die Riemen keine Dehnung; sie sind ausgesprochen laufruhig und zeigen eine hohe Langlebigkeit. Das bewirkt, dass die Fahrer:innen durch die geringe Geräuschentwicklung weniger belastet wird und das lästige Nachspannen der Kette entfällt.

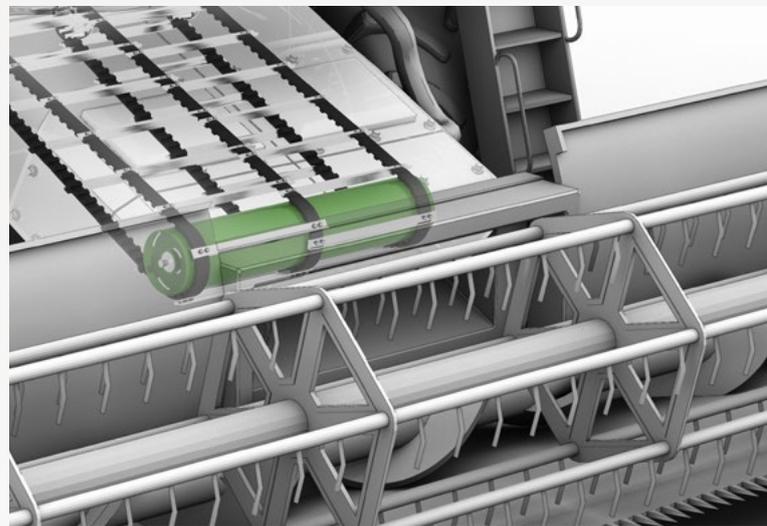


Abbildung 3: Silentium Drive mit parabolischen Gummi-Gewebe-Nockenriemen

Dies zeigt sich ebenfalls in den Einzugskanälen von Mähdreschern, durch die das Erntegut vom Schneidvorsatz zu den Dreschaggregaten befördert wird. Hier befördern bei konventioneller Bauweise Stahlleisten, die auf eine Stahl-Rollenkette aufgeschraubt sind, das Erntegut mit hoher Geschwindigkeit in das Innere des Mähdreschers. Das hat den Nachteil, dass die Kettenglieder beim Durchlauf durch den metallischen Förderschacht einen hohen Geräuschpegel verursachen. Durch die Notwendigkeit eines regelmäßigen Nachspannens und den hohen Verschleiß von Kette und Zahnrädern ist der Wartungsaufwand hoch.

Mit dem Ersatz der Förderkette durch einen parabolischen Gummi-Gewebe-Nockenriemen, der über nahezu verschleißfreie Umlenkrollen geleitet wird, lässt sich die Laufruhe erhöhen und der Wartungsaufwand reduzieren. Direkt in den Riemen einvulkanisierte Befestigungsschrauben für die Stahlleisten runden diese Lösung ab. Die Verwendung der Riemen entlastet die Fahrer:innen durch eine angenehmere Arbeitsatmosphäre und schont gleichzeitig die Umwelt. Zusätzlich sinken die Systemkosten für die Betriebe.

## Individualisierung in der Fertigung flexibler Landmaschinen

### Was ist die Herausforderung?

Die große Vielfalt im modernen Anbau umfasst die klassischen Getreidesorten, zahlreiche Gemüse- und Obstvarianten, Futterpflanzen zur Viehzucht sowie einen steigenden Anteil an energiereichen Pflanzen zur Brennstoff- bzw. Rohstoffgewinnung. Dies erfordert eine zunehmende Variantenvielfalt in den Maschinenparks der Landwirt:innen. Zusätzlich gilt es, die Maschinen für die Bodenbeschaffenheit vor Ort und die spezifischen klimatischen Bedingungen auszurichten. Die Herausforderung besteht darin, für jeden Anwendungsfall ein passendes Angebot im Portfolio zu bieten, ohne dabei eine Explosion der Entwicklungs- und Produktionskosten in Kauf zu nehmen. Dafür müssen Agrartechnikunternehmen ihre Herstellungsprozesse effizienter gestalten.

### Welche Lösungen gibt es?

Eine Möglichkeit, dies zu gewährleisten ist die aus dem Automobilbereich bekannte Variante der Modulbauweise. Mehrere Maschinentypen können dabei auf einem einheitlichen Baumuster modular aufgebaut werden. Das spart Entwicklungszeit und senkt die Kosten.

Für die Lieferanten von Bauteilen ergibt sich aus dieser modularen Fertigungsart die Möglichkeit, ihre Anbauteile in Baugruppen zu fertigen und somit die Bauweise mit Modulen zu unterstützen. Mehrere Einzelbauteile, die zusammengefasst eine Einheit bilden, werden je nach Bedarf in die Maschinen eingebaut. Das spart zusätzlich Zeit in der Fertigung und ermöglicht dem Lieferanten eine höhere Wertschöpfung durch den gleichzeitigen Absatz mehrerer Komponenten.

Neben der Möglichkeit, Baugruppen einzusetzen, können die Maschinen leichter und schneller auf verschiedene Einsatzzwecke umgerüstet werden. Das erhöht die Flexibilität und erleichtert es Landwirt:innen bzw. Lohnunternehmer:innen, die hohe Investition zu rechtfertigen. Ein wichtiges Kriterium einer solchen Einheit ist der unkomplizierte Umbau, welcher am besten direkt vor Ort, während des Einsatzes, erfolgen kann.

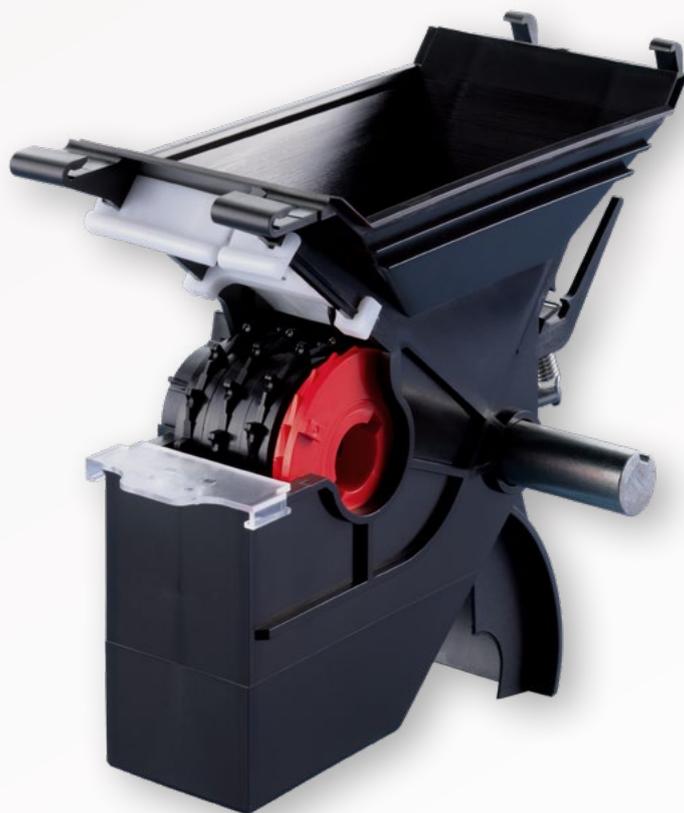


Abbildung 4:  
Sägehäuse aus Polyoxymethylen (POM) als Beispiel  
einer Baugruppe aus mehreren Einzelkomponenten

## **Komponenten flexibel austauschen**

Ein Beispiel für den flexiblen Austausch von Komponenten sind die Rotoren einer Dosier-  
vorrichtung zur Ablage des Saatguts. In der  
Einheit werden die Saatkörner über Rotoren  
dosiert und aus dem Vorrat gesteuert weiter-  
gegeben. Die einzelnen Rotoren sind dabei auf  
verschiedene Saatgüter optimiert. Sie haben  
alle den gleichen inneren Aufbau, über den die  
Verbindung zur Antriebswelle erfolgt. Auf der  
äußeren Seite sind sie spezifisch in Form und  
Größe an das jeweilige Saatgut angepasst. So  
können mit einer einzigen Saateinheit mehrere  
Sorten Saatgut für Getreide und Gräser auf dem  
Feld ausgebracht werden. Gleichzeitig kann der  
Hersteller die Materialien der Rotoren an die je-  
weilige chemische und klimatische Anforderung  
anpassen. Insbesondere bei der gleichzeitigen  
Dosierung von Düngemitteln ist die Beachtung  
der Beständigkeit von enormer Wichtigkeit.

Neben der Vielfalt im Angebot und der Flexibi-  
lität der Komponenten ist es genauso wichtig  
für die Teilelieferanten, die Individualisierungs-  
strategie der Hersteller zu unterstützen. Eine  
individuelle Fertigung, die auf die Wünsche von  
Landwirt:innen bzw. Lohnunternehmer:innen  
angepasst ist, erfordert ebenso eine Bereit-  
stellung der Anbauteile in kleinen Losgrößen.  
Insbesondere die Anforderungen von Lohnun-  
ternehmer:innen, die einen großen Fuhrpark  
unterhalten müssen und demnach eine steigen-  
de Einkaufsmacht gegenüber den Herstellern  
repräsentieren, werden mit dieser Strategie  
besser erfüllt. Dabei geht die Forderung der  
Hersteller an die Lieferanten bis hin zu Los-  
größen mit der Stückzahl 1, die im Bedarfsfall  
kurzfristig angefragt und geliefert werden soll.  
Dies setzt eine flexible Produktion mit einer gut  
strukturierten Logistik voraus.



Abbildung 5: Wechseleinsätze aus Gummi  
für die automatische Dosiereinheit zur Saatgutablage

## Time to Market – Reduktion der Entwicklungszeit

### Was ist die Herausforderung?

Die Entwicklung neuer Maschinentypen erfordert eine gewissenhafte Prüfung aller Komponenten. Nichts ist für die Landwirt:innen schlimmer, als wenn in dem kurzen Erntezeitraum ein fehlerhaftes Bauteil den Ausfall der gesamten Maschine bewirkt und so die Ernte nicht rechtzeitig eingefahren werden kann. Genauso sind die Lohnunternehmer:innen, die auftragsbezogen für mehrere Landwirt:innen den Ernteprozess übernehmen, auf die Zuverlässigkeit ihrer Maschinen im Einsatz angewiesen.

Um diese erwartete Zuverlässigkeit und Standfestigkeit der Produkte garantieren zu können, setzen die Hersteller auf langwierige Tests unter realen Erntebedingungen. Auf teilweise hausinternen Testfeldern werden die Maschinen dazu über einen vollen Erntezeitraum erprobt und auf Schwachstellen in der Konstruktion und Materialauswahl untersucht. Insgesamt kann über den gesamten Entwicklungszeitraum eines Maschinentyps so ein Zeitraum von mehreren Jahren zusammenkommen.

### Welche Lösungen gibt es?

Die Reduktion der Entwicklungszeit ist ein wichtiges Thema in der Agrartechnik. Ein probates Mittel ist dabei die rechnergestützte Berechnung der Bauteile mit Simulationstechniken wie der Finite-Elemente-Methode. Komplexe Prototypen können so mit Hilfe der gewonnenen Erkenntnisse gefertigt werden. Das reduziert die Anzahl der Iterationsschleifen in der Entwicklung bis zur Freigabe eines Serienartikels.

Um über die Simulation den Gesamtaufwand bis zum Feldtest zu reduzieren, ist es von Vorteil, wenn die Bauteile von der Materialseite hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften analysiert werden. Hier kann der Zulieferer durch eigene Labortests mitwirken

und Bauteile ausliefern, die im Idealfall ohne weitere Tests in das Gesamtsystem eingefügt werden können. Die Errichtung von speziellen Prüfständen ist ein weiteres Mittel, um die Vorabkontrolle der Werkstoffe und Baugruppen durchzuführen, aber auch, um die Serienfertigung langfristig überwachen zu können. Somit kann der Zulieferer den Hersteller unterstützen, einen entscheidenden Beitrag zur Qualität der Agrartechnik liefern und gleichzeitig die Entwicklungszeit senken.

Durch die umfangreiche Erfahrung mit den Materialien und eine schnelle Auswahl der Gummi- oder Kunststoffmischungen kann der Lieferant vorhandene Materialkompetenz einbringen und zügig auf die Anfragen der Hersteller eingehen. Fertige Standardmischungen für bekannte Anwendungsfälle erleichtern den Auswahlprozess. Gleichzeitig ist der Agrartechnikhersteller in der Lage, seine Kompetenzen zu verstärken und diese extern um den Bereich Gummi und Kunststoff zu erweitern.

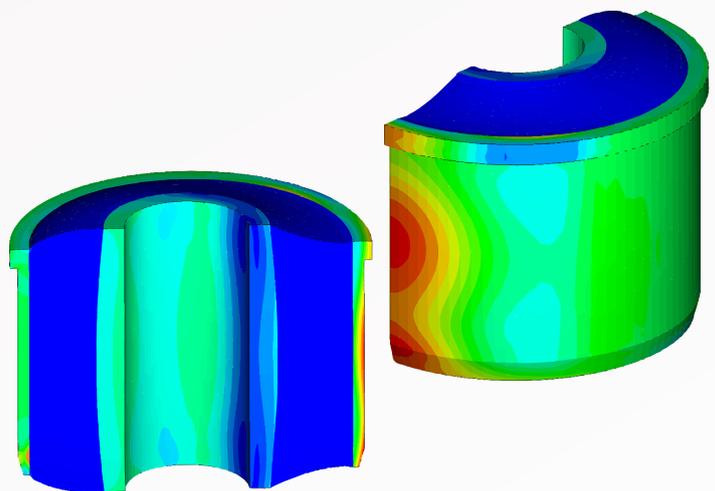


Abbildung 6:  
Beispiel einer Simulation zur Bauteilauslegung  
nach der Finite-Elemente-Methode

## Steigende Qualitätsanforderungen an das Erntegut

### Was ist die Herausforderung?

Die Anforderungen der Verbraucher:innen an perfekte Waren steigen stetig an. Äpfel, die Druckstellen aufweisen, werden im Handel ebenso liegen gelassen wie zu kleine oder große Kartoffeln. Damit stehen diese optischen Anforderungen bei vielen Verbraucher:innen auf einer Stufe mit den Anforderungen an hygienische Standards in der Verarbeitung und die Qualität der Ware an sich. Heute werden Produkte mit optischen Mängeln auch von den Einzelhandelsketten nicht mehr akzeptiert. Selbst bei Futtermitteln für die Viehhaltung ist dies inzwischen ein wichtiges Kriterium. Dementsprechend steigt der Druck auf die Erzeuger, ihre Ware möglichst unbeschadet vom Feld ins Lager zu bekommen.

### Welche Lösungen gibt es?

Um die Qualität der geernteten Waren zu erhalten und Druckstellen, Beschädigungen der Schale und ähnliches zu vermeiden, ist der Einsatz von Siebstabbändern mit gummierten Mitnehmern zielführend. Die elastischen Eigenschaften des Werkstoffs Gummi ermöglichen einen sanfteren Transport der Feldfrüchte, als dies bei der Verwendung von metallischen Materialien (zum Beispiel Stahl) der Fall ist. Das Erntegut weist in der Konsequenz weniger Druckstellen auf. Gerade bei sensiblen Früchten wie Tomaten ist dies ein entscheidender Faktor, um die Optik, aber auch die Haltbarkeit zu verbessern.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Elastomeren zur schonenden Bearbeitung des Ernteguts ist der Rollenaufbereiter für die Aufarbeitung von Grünfutter. Direkt im Anschluss an den Mähvorgang wird der Grünschnitt in diesem durch spiral- oder V-förmig ineinander verzahnte Walzen gefördert. Dabei werden die Stängel der Futterpflanzen gequetscht, die nährstoffreichen Blätter jedoch geschont. Die Aufbereitung erfolgt über die gesamte Arbeitsbreite des Mähwerks, was für einen hohen und gleichmäßigen Durchsatz sorgt. Ein großer Rollendurchmesser garantiert dabei einen niedrigen Energieverbrauch. Als Folge ergibt sich eine effektive Antrocknung des Grünschnitts bei einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit.

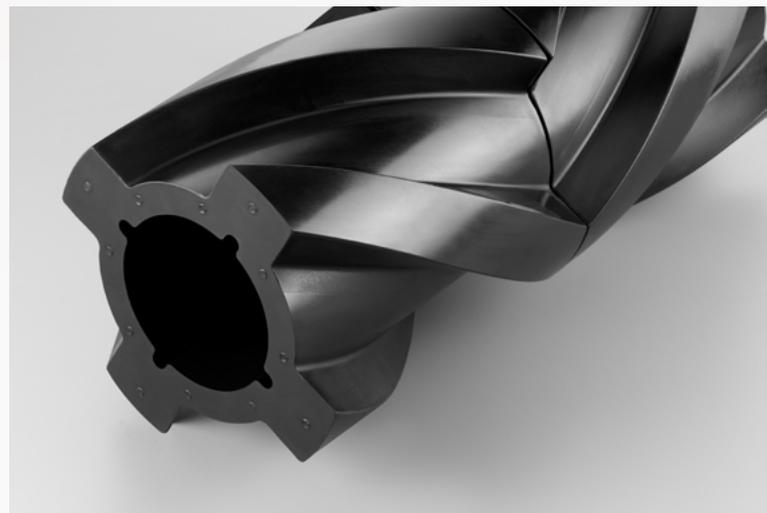


Abbildung 7: Rollenaufbereiter aus Gummi für die Aufbereitung von Grünfutter mit einem hohen Blattanteil

Rollenaufbereiter aus Gummi eignen sich insbesondere bei der Verarbeitung von blattreichen Leguminosen wie der Luzerne. Metallische Walzen oder Walzen aus harten Kunststoffen würden die Blätter zerdrücken und die enthaltenen Nährstoffe könnten im Silageprozess oder bei der Lagerung verderben. Rollenaufbereiter aus Polyurethan hingegen zeigen hier im Vergleich zum Gummi eine schlechtere Langzeitbeständigkeit gegen die aus dem Erntegut austretenden Säuren.

## 3 MATERIALKOMPETENZ

Die deutsche Agrartechnikindustrie erzielt drei-viertel der jährlichen Erlöse durch den Export von Waren ins europäische und weltweite Ausland. Dies bedingt, dass die hergestellten Maschinen und Teile neben ihrer Funktion auch in den regionalen klimatischen Bedingungen beständig sein müssen. Zusätzlich müssen die chemischen Einflüsse aus dem Ernte- oder Saatgut und Faktoren wie die Bodenbeschaffenheit beachtet werden.

Durch ein breites Wissen über die verwendeten Materialien und eine gezielte Auswahl der Gummi- oder Kunststoffmischungen kann der Lieferant vorhandene Materialkompetenz einbringen und zügig auf die Anfragen der Hersteller eingehen. Insbesondere im Bereich der Gummiwaren setzt dies eine enge Verzahnung aus Mischungsentwicklung, Mischungsfertigung und der anschließenden Analyse der physikalischen Eigenschaften im Labor voraus. Fertige Standardmischungen für bekannte Anwendungsfälle, aber auch das Wissen um die qualitativen Anforderungen an die Materialien, erleichtern dabei die Auswahl. Dem Agrartechnikhersteller ergibt sich so die Möglichkeit, von dem Know-how des Lieferanten im Bereich Gummi und Kunststoff zu profitieren.

### Worauf kommt es bei der Materialauswahl an?

Die Auswahl der Materialien ist einer der ersten Schritte in der Entwicklung eines neuen Bauteils. Dabei gilt es, zunächst die allgemeinen Anforderungen zu definieren. Allgemeine Vorgaben wie die Härte, die Farbe oder die Frage, gegen welche Medien das Material beständig sein muss, spielen ebenso eine Rolle wie der zu erwartende Einsatzzweck. Durch die Kenntnisse der Anforderungen verschiedener Einsatzfälle kann das Verfahren enorm beschleunigt werden. Standardmischungen für die unterschiedlichen Einsatzzwecke, die lediglich an die speziellen Anforderungen ange-

passt werden müssen, gehören dabei genauso zu den Aufgaben der Materialentwicklung wie die Neugestaltung von Rezepturen.

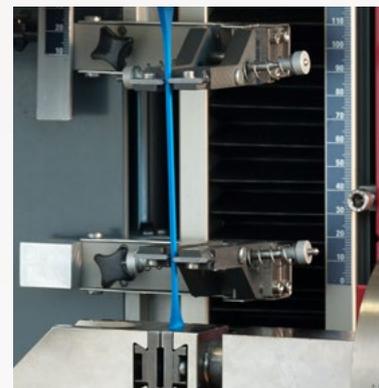


Abbildung 9: Herstellung und Prüfung der Mischungen in Mischsaal und Labor

Neben der allgemeinen Kenntnis der Beständigkeit der Materialien gegen bestimmte Medien ist es von Vorteil, die speziellen Anforderungen an die Beständigkeit zu kennen bzw. ermitteln zu können. Dabei hilft nach der Auswahl der Materialien ein Quellungstest. Die Materialien werden dazu in dem entsprechenden Medium eingelegt und über einen längeren Zeitraum beobachtet. Durch Lagerung des Probengefäßes in einem Umluftofen kann eine Temperaturstabilität in dem Quellmedium abgebildet werden.

Im Folgenden sind die Ergebnisse eines Quellungsexperiments bei Raumtemperatur gezeigt. Dazu wurden Probekörper verschiedener vulkanisierter Gummimischungen in einer wässrigen Lösung eines Kalkammonsalpeter-Düngers, kurz KAS, gezeigt. In mehreren Intervallen werden die Probekörper aus dem Medium entnommen, das Volumen oder die Masse bestimmt und anschließend wieder in das Quellmedium eingelegt. In dem gezeigten Beispiel wurde die Beobachtung über einen Zeitraum von drei Wochen durchgeführt.

Die verwendeten Mischungen basieren auf Naturkautschuk (NR), Butadien-Kautschuk (BR), Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM) und Hydriertem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR). Die Versuchsreihe zeigt dabei, dass alle ausgewählten Mischungen lediglich eine minimale Aufnahme des Quellmediums zeigen.

Gleichzeitig ist die Härte vor und nach dem Quellexperiment auf einem einheitlichen Niveau innerhalb der Fehlertoleranz. Somit kann über die Quellungsmessung die Eignung der Material-

Wirkstoffkombination nachgewiesen werden. Ungeeignete Materialien zeigen eine starke Veränderung in den Quellmedien. Dies kann sich in einem starken Quellen äußern, das im Extremwert zu einer Auflösung des Materials führt. Andere Kombinationen führen zu einer Versprödung oder einem Zerbröseln, da die Weichmacher aus dem Gummi in das Quellmedium übergehen. In beiden Fällen verlieren die Materialien ihre benötigte Eigenschaft und sind zum Beispiel als Dichtung oder Dämpfer nicht mehr geeignet.

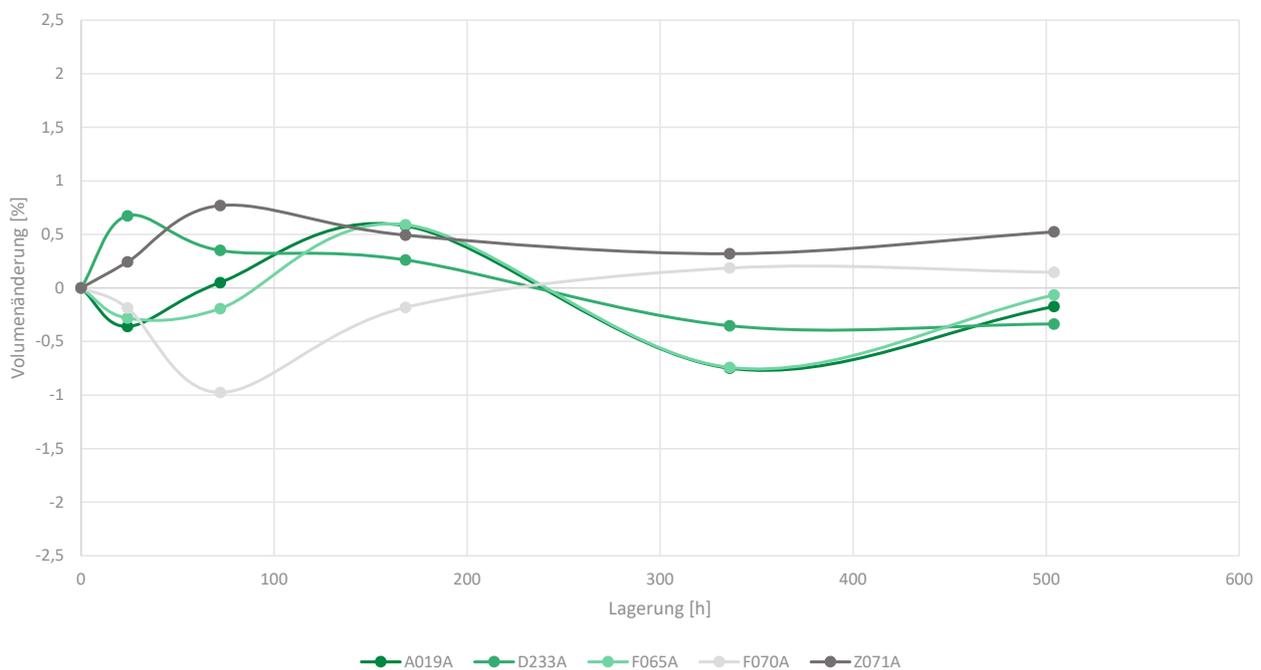


Abbildung 8a: Volumenänderung der Probekörper während des Quellexperiment und die Veränderung der Härte vor und nach dem Experiment

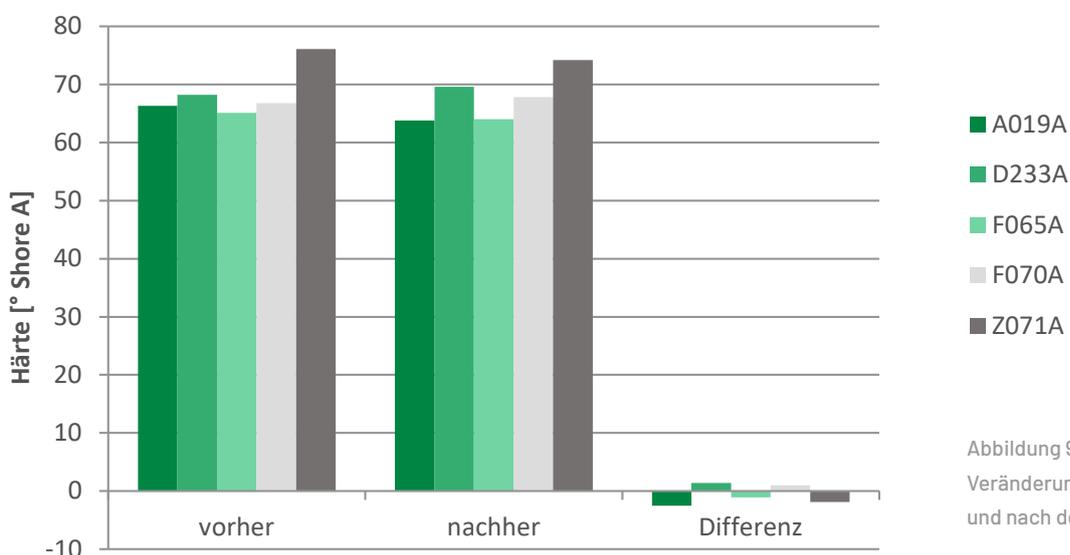


Abbildung 9b: Veränderung der Härte vor und nach dem Experiment

## Typische Werkstoffe für die Agrartechnik

Zwei der vielfach im Bereich der Agrartechnik eingesetzten Werkstoffe sind Naturkautschuk (NR) und Polyurethan (PUR). Beide Werkstoffe zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit und eine gute Elastizität aus. Sie zeigen eine hohe Dehnbarkeit und sind gut (NR) bzw. sehr gut (PUR) im Abriebverhalten.

Ein zu gutes Abriebverhalten ist in einigen Anwendungsfällen allerdings von Nachteil. Am Beispiel einer Tragrolle, auf der ein Riemen läuft, sorgt eine PUR-Beschichtung im Vergleich zu einer Gummierung dafür, dass sich das Gummi der Laufriemen schneller abnutzt. Die Kombination aus vergleichbaren Gummi-Mischungen aus Naturkautschuk weist dagegen eine hohe Haltbarkeit auf. Der Abrieb an Rolle und Riemen ist gering.

Ein weiterer Vorteil des Naturkautschuks ist seine Flexibilität bei sehr geringen Temperaturen. Auch bei  $-50\text{ °C}$  ist Naturkautschuk noch verwendbar. Polyurethane hingegen zeigen hier eine Versprödung und sind nicht mehr gebrauchsfähig. Ein Vorteil der Polyurethane ist die gute Alterungs- und Ozonbeständigkeit, die der Naturkautschuk nicht aufweisen kann.

Betrachtet man die Beständigkeit gegenüber verschiedenen Medien, so sind Polyurethane im Vorteil, wenn es um den Einsatz in Kombination mit Ölen und Fetten geht. Hier zeigen Bauteile aus Naturkautschuk eine hohe Quellung und können im schlimmsten Fall ausfallen. Im Kontakt mit Wasser, insbesondere bei erhöhten Temperaturen, ist das Verhalten genau entgegengesetzt. Hier sind es die Polyurethane, die lediglich eine geringe Beständigkeit gegen Wasser aufweisen.

Durch Variation der Zusammensetzung innerhalb des Polyurethans kann diesem Verhalten etwas entgegengewirkt werden. Dazu muss die Weichkomponente der Polyurethane auf Ether-, anstatt auf Esterbasis gewählt werden, was zu einer geringfügigen Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften führt. Die wesentlichen Eigenschaften von Naturkautschuk und Polyurethanen sind in Abbildung 10 vergleichend zusammengestellt.

Ein weiterer Vorteil im Vergleich zu Stählen liegt in dem relativ geringen Preis der Kunststoffe. Großtechnisch hergestellt bieten diese damit eine gute Alternative und zeigen sich in den meisten Anwendungen als gleichberechtigt oder sogar überlegen.

Eigenschaft / Polymer	Naturkautschuk	Polyurethan
<b>Härtebereich (Shore A)</b>	30 bis 100	10 bis 100
<b>Einsatztemperatur (°C)</b>	-55 bis +100	-20 bis +80
<b>Rückprall</b>	sehr hoch	moderat
<b>Zugfestigkeit</b>	hoch	sehr hoch
<b>Elastizität</b>	hoch	hoch
<b>Abriebverhalten</b>	gut	sehr gut
<b>Druckverformungsbeständigkeit</b>	sehr gut	moderat
<b>Ölbeständigkeit</b>	schlecht	gut
<b>Wasserbeständigkeit</b>	sehr gut	schlecht bis moderat
<b>Alterungsverhalten</b>	schlecht	sehr gut
<b>Ozonbeständigkeit</b>	schlecht	sehr gut
<b>Flammbeständigkeit</b>	schlecht	moderat
<b>Preis</b>	gering	moderat

## ! FAZIT

Der Einsatz von Gummi und Kunststoffen ermöglicht es Herstellern von Agrartechnik, die steigenden Anforderungen an Qualität und Zuverlässigkeit zu meistern. Dabei wird die Ressourceneffizienz erhöht und eine nachhaltige Bodenbearbeitung ermöglicht. Insbesondere im Leichtbau sind aktuelle Kunststoffe ein wichtiger Beitrag zur Verringerung des Gewichts und in der Kombination mit Gummi ergibt sich bei einer sinnvollen Konstruktion eine Symbiose aus Steifigkeit und Elastizität in einem Bauteil.

Die Befürchtungen vieler Landwirt:innen, dass Kunststoffe einen Qualitätsverlust im Vergleich zum Stahl bedeuten, können dabei durch die modernen Polymere ausgeräumt werden. Viele Nachteile metallischer Werkstoffe wie die Anfälligkeit für Korrosion entfallen. In Zusammenarbeit mit den Lieferanten ergibt sich für die Hersteller die Möglichkeit, ihr eigenes Wissen zu

erweitern und die Konstruktion der neuen Landmaschinen schneller und effektiver voranzutreiben. Simulationen und Berechnungen sorgen dabei für eine Zeitersparnis. Durch Analysen im Labor und auf Prüfständen werden die aufwändigen Felderprobungen reduziert.

Der Anteil an polymeren Werkstoffen in der Agrartechnik nimmt stetig zu. Waren früher die Maschinen zum Großteil aus Stahl, so wandelt es sich in Richtung einer Kombination aus vielen verschiedenen Materialien. Nur, wenn diese sinnvoll kombiniert werden und die Vorteile aller Materialien miteinander ausgespielt werden, können die Agrartechnikproduzenten langfristig erfolgreich sein und kosteneffizient und ressourcenschonend produzieren. So erfüllen die Hersteller die politischen, ökonomischen und ökologischen Herausforderungen unserer Zeit.

## → KONTAKT

JÄGER Gummi und Kunststoff  
www.jaeger-gk.de  
info@jaeger-gk.de  
Tel. +49 511 - 53580

### Standorte in Deutschland

*Klicken Sie auf den Standort,  
um zum Kontakt  
weitergeleitet zu werden.*

