

Entwicklung und Konstruktion einer Zugvorrichtung

für 58 relevante Variationen von gezogenen Kartoffelerntemaschinen

Berufsbildende Schulen
des Landkreises Osnabrück
Brinkstraße 17
49080 Osnabrück



Grimme Landmaschinenfabrik
GmbH & Co. KG
Hunteburger Str. 32
49401 Damme

Projektteamvorstellung



Name: Robert Kage
Alter: 26
Beruf: Industriemechaniker
Unternehmen: Grimme
Landmaschinenfabrik GmbH & Co KG



Name: Viktor Wist
Alter: 26
Beruf: Industriemechaniker
Unternehmen: Grimme
Landmaschinenfabrik GmbH & Co KG



Name: Jens Pentermann
Alter: 32
Beruf: Feinwerkmechaniker
Unternehmen: Ch. Büter
Präzisionswerkzeugelemente GmbH

Firmenvorstellung

Das Familienunternehmen wurde im Jahr 1861 als SchmiedebetrieB in Damme, Landkreis Vechta, gegründet. Die Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG ist heute ein mittelständiges Unternehmen mit über 2.200 Mitarbeitern weltweit, davon arbeiten 1.600 bei der Landmaschinenfabrik sowie den ortsansässigen Tochterfirmen in Damme. Die Firma Grimme hat sich auf die Entwicklung und Produktion von Landmaschinen im Bereich der Kartoffel-, Rüben- und Gemüsetechnik spezialisiert. Innovative Maschinen zum Legen, Pflegen und Ernten sowie zum Lagern und Transportieren von Kartoffeln gehören zum Produktspektrum. Die Produktpalette reicht von gezogenen, rein mechanischen Maschinen bis hin zu selbstfahrenden Vollerntemaschinen, die eine große Anzahl von Automatikfunktionen besitzen. Die Innovationsfähigkeit der Mitarbeiter, die hohe Flexibilität des Unternehmens, die Nähe zum Kunden, der weltweite Service sowie der hohe Automationsgrad der entwickelten und produzierten Maschinen sind nur einige der Erfolgsaspekte der Firma Grimme. Im Jahr 2011 konnte Grimme auf eine erfolgreiche 150-jährige Firmengeschichte zurück blicken.



Entwicklung und Konstruktion einer Zugvorrichtung für 58 relevante Variationen von gezogenen Kartoffelerntemaschinen

Berufsbildende Schulen
des Landkreises Osnabrück
Brinkstraße 17
49080 Osnabrück

bbs
GRIMME
Grimme Landmaschinenfabrik
GmbH & Co. KG
Hunteburger Str. 32
49401 Damme

Problemstellung

Die Problemstellung dieser Arbeit ist, dass nicht alle Variationen (insgesamt 58 Stück) der drei Typen von Kartoffelerntemaschinen „GT 170, SE 150 und SV 260“ über die vorhandene Zugvorrichtung mit einem Traktor für die Prüfung des hydrostatischen Radantriebs in Betrieb genommen werden können.



GT 170 mit hydrostatischen Radantrieb

Die vorher verwendete Zugvorrichtung (Abbildung 1), weist mehrere technische Unzulänglichkeiten auf. Die Nutzung wird dadurch eingeschränkt und erschwert den Prüfungsprozess.

Die wesentlichen Probleme sind:

- zu geringer Deichselwinkel bei Kurvenfahrt (siehe Abbildung 2).
- nur Bolzenkupplung für Zugösen verfügbar (siehe Abbildung 3) und somit keine Möglichkeit eine Maschine mit Zugkugelkopf in Betrieb zu nehmen
- die Anschlusshöhe bei einem mechanischen Stützfuß kann nicht immer erreicht werden (siehe Abbildung 4).
- Gelenkwellen werden außerhalb der vorgeschriebenen Überlappungsbereiche genutzt (siehe Abbildung 5).
- schlechte Erreichbarkeit der Maschinenschnittstellen zwischen Traktor und Kartoffelerntemaschine (Hydraulik-, Elektronik- und Druckluftanschlüsse).
- nur 1 3/8" 6 Zähne Gelenkwellenanschlussgabeln können genutzt werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die geschilderten Probleme keine korrekte, zeitliche Planung der Prüfung zulassen. Diese Planungsunsicherheiten entstehen durch die häufig notwendigen, zeitlich intensiven Umbauten der Kartoffelerntemaschine an der Zugvorrichtung. Die Umbauten verursachen einen Qualitätsverlust und ein hohes Verletzungspotential für die Mitarbeiter.



Abbildung 1: Alte Zugvorrichtung

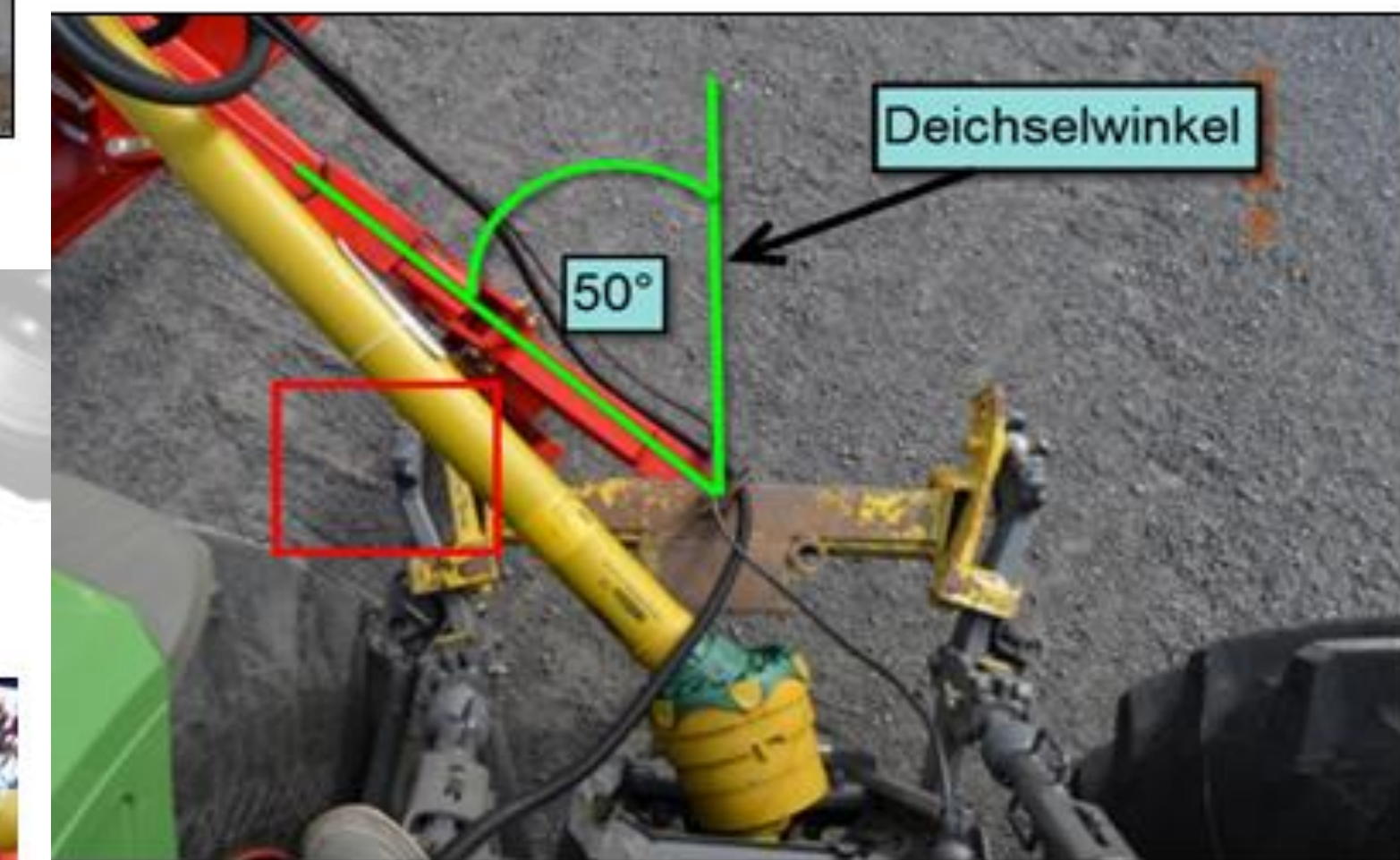


Abbildung 2: Deichselwinkel



Abbildung 3: Zugkugelkopf

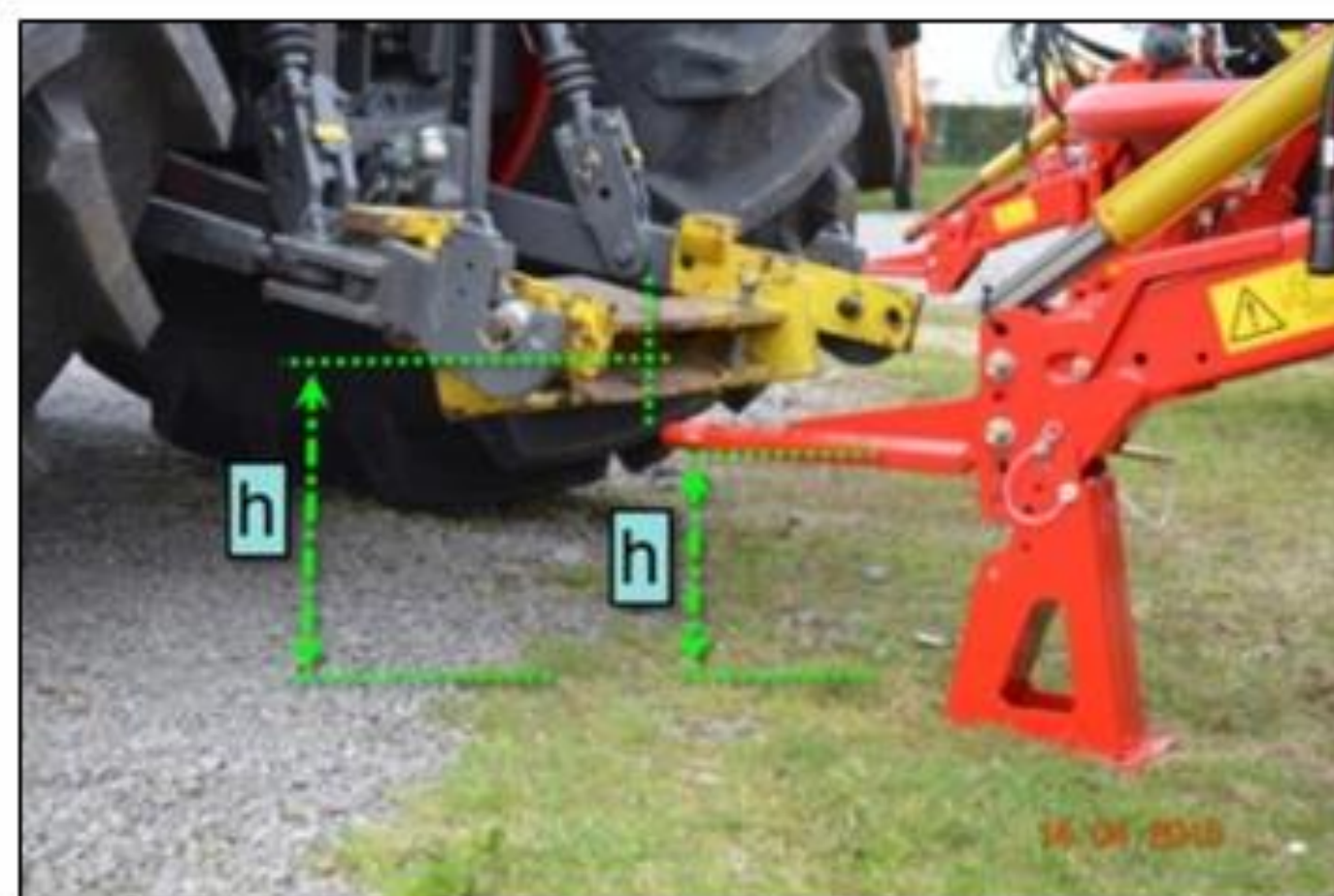


Abbildung 4: Maschinenaufnahme



Abbildung 5: Gelenkwelle

Aufgabenstellung

Die Anforderung an die Zugvorrichtung ist es, dass alle 58 Variationen der drei Baureihen an Kartoffelerntemaschinen mit einem Traktor für die Prüfung des hydrostatischen Radantriebs in Betrieb genommen werden können. Demzufolge soll sich die Zugvorrichtung flexibel der Maschinenfront anpassen können, damit der Prüfungsprozess vereinheitlicht werden kann.

Entwicklung und Konstruktion einer Zugvorrichtung

für 58 relevante Variationen von gezogenen Kartoffelerntemaschinen

Berufsbildende Schulen
des Landkreises Osnabrück
Brinkstraße 17
49080 Osnabrück

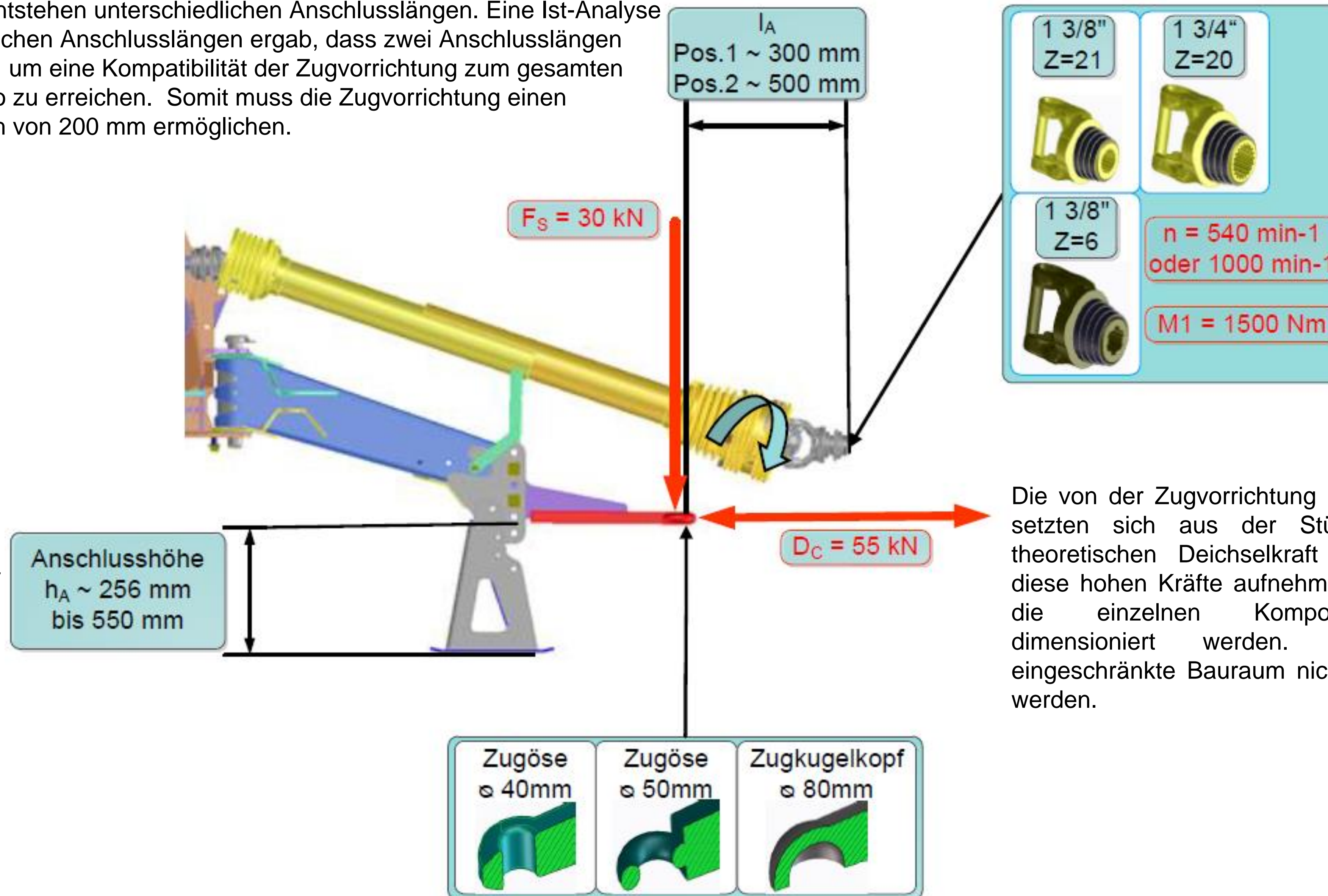
Herausforderungen

In der Abbildung ist dargestellt, welche Variablen für die Umsetzung des Projektes berücksichtigt werden müssen. Grundlegend besteht die projektrelevante Maschinenfront aus mehreren Bauteilen, welche durch Kundenwünsche unabhängig voneinander kombiniert werden können. Die relevantesten Anforderungen entstehen durch Kombination von Gelenkwelle, Maschinenaufnahme und Stützfuß.

Die Anschlusslänge l_A bestimmt den Abstand zwischen Maschinenaufnahme und Gelenkwellenanschluss. Aufgrund der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten entstehen unterschiedlichen Anschlusslängen. Eine Ist-Analyse der unterschiedlichen Anschlusslängen ergab, dass zwei Anschlusslängen erforderlich sind, um eine Kompatibilität der Zugvorrichtung zum gesamten Prüfungsportfolio zu erreichen. Somit muss die Zugvorrichtung einen Längenausgleich von 200 mm ermöglichen.

Die an der Gelenkwelle befindlichen Anschlussgabeln gibt es in drei unterschiedlichen Varianten, die sich durch verschiedene Zahnprofile unterscheiden. Um die Universalität der Zugvorrichtung zu gewährleisten, musste eine Möglichkeit gefunden werden, die verschiedenen Profile mit dem Standardprofil des bei der Prüfung verwendeten Traktors zu verknüpfen. Des Weiteren ist es erforderlich, dass das maximal auftretende Drehmoment von 1500 Nm übertragen werden kann. Dieses kann nicht durch handelsübliche Adapter realisiert werden.

Die Anschlusshöhe gibt den Abstand zwischen Boden und Maschinenaufnahme wieder. Diese kinematischen Aufnahmepunkte müssen von der Kupplung der Zugvorrichtung erreicht werden können. Zusätzlich gilt es, die Gegebenheiten des für die Prüfung vorgesehenen Abstellplatzes zu beachten. Hierbei entstand durch Kiesaufschüttung auf der Straße ein zusätzlicher Höhenunterschied von 100 mm. Dieser musste bei den konstruktiven Überlegungen berücksichtigt werden.



Die von der Zugvorrichtung aufzunehmenden Kräfte setzen sich aus der Stützkraft (F_s) und der theoretischen Deichselkraft (D_c) zusammen. Um diese hohen Kräfte aufnehmen zu können, mussten die einzelnen Komponenten ausreichend dimensioniert werden. Dabei durfte der eingeschränkte Bauraum nicht außer Acht gelassen werden.

Die Maschinenaufnahme ist das Verbindungsglied zum Traktor. Dabei ist anzumerken, dass zehn geometrisch unterschiedliche Maschinenaufnahmen gewählt werden können. Diese haben sowohl Einfluss auf die Anschlusshöhe als auch auf die Anschlusslänge haben. Der Kupplungsdurchmesser beschränkt sich auf drei Bauarten.

Entwicklung und Konstruktion einer Zugvorrichtung für 58 relevante Variationen von gezogenen Kartoffelerntemaschinen

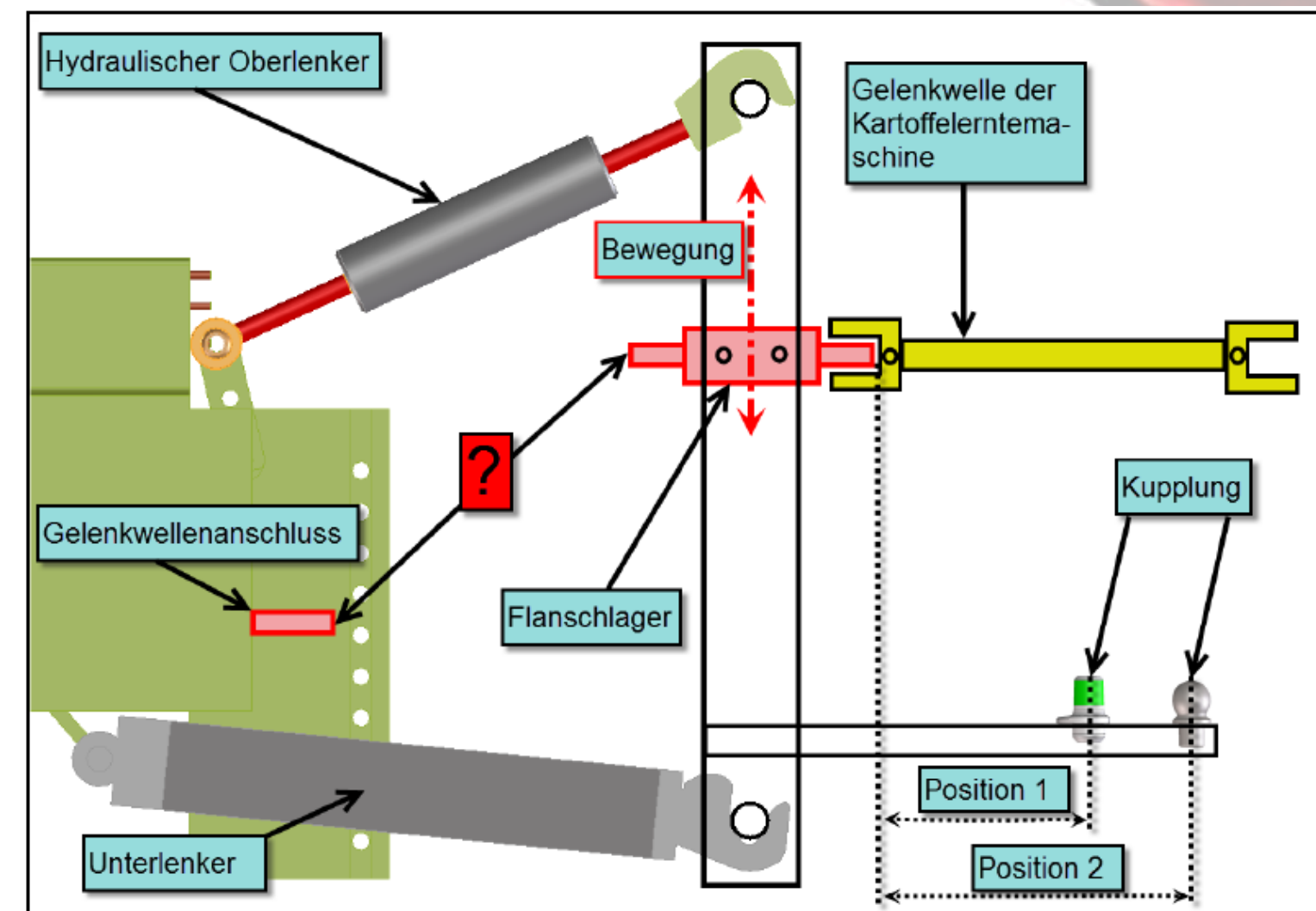
Berufsbildende Schulen
des Landkreises Osnabrück
Brinkstraße 17
49080 Osnabrück

Herausforderungen

Anhand der hier dargestellten Grobkonzepte wird gezeigt, dass sich Teilfunktionen zwar leicht umsetzen lassen, aber diese dann im Zusammenspiel nicht miteinander korrespondieren.

Grobkonzept A

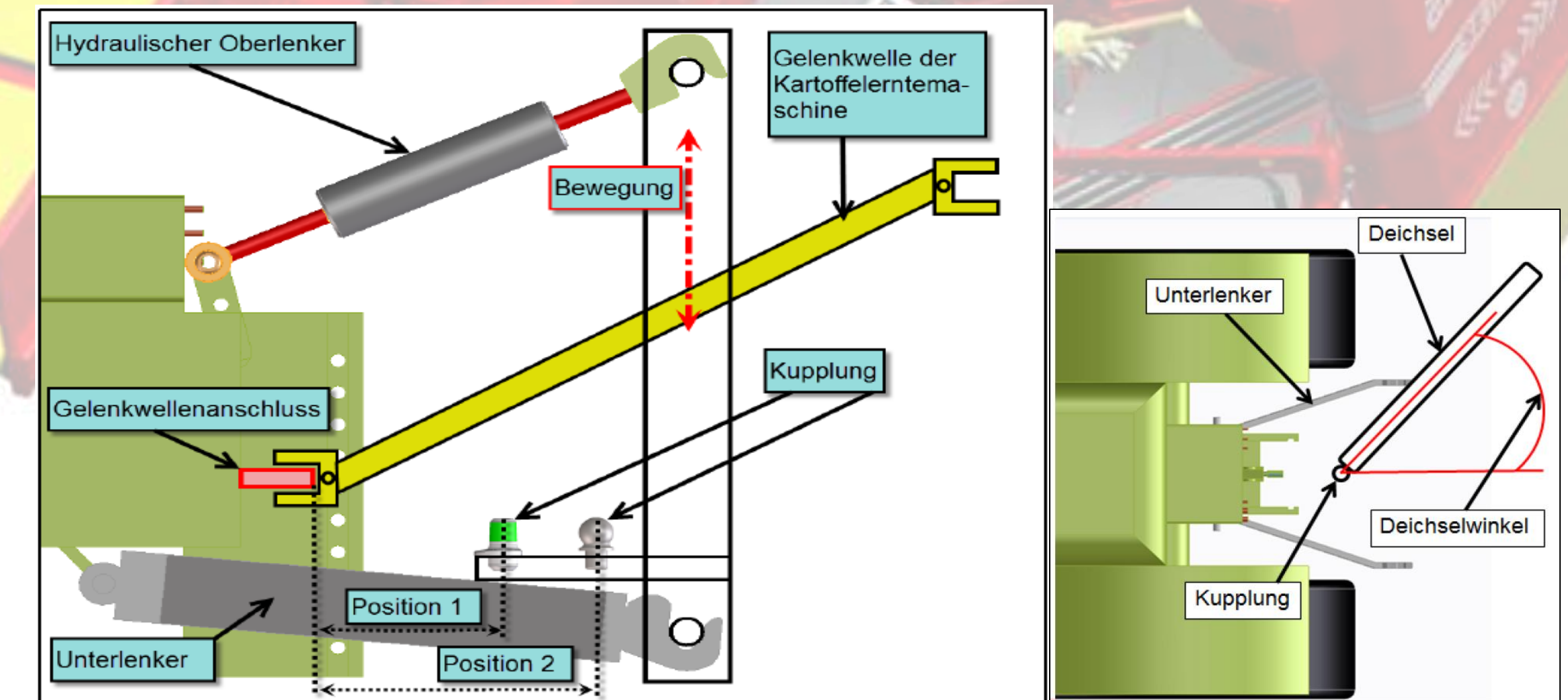
Die Höhe der Kupplung wird über den Dreipunkt-Kraftheber realisiert und die Verbindung vom Gelenkwellenanschluss zur Gelenkwelle der Kartoffelerntemaschine über das in der Basiskonstruktion integrierte Flanschlager.



Da bei diesem Konzept das Flanschlager in die Basiskonstruktion integriert wird, muss dieses der vertikalen Bewegung des Dreipunkt-Krafthebers folgen. Hierdurch kann es zu unzulässigen Ausgleichswinkeln an den Anschlussgabeln der Gelenkwellen kommen. Desweiteren ist anzumerken, dass die Positionen der Kupplung einen relativ großen Abstand zum Aufnahmepunkt des Unterenkers aufweisen. Daraus resultiert ein hohes Drehmoment, welches vom hydraulischen Oberlenker aufgenommen werden muss und den Zylinder überlasten kann.

Grobkonzept B

Die Höhe der Kupplung wird hier wie in Konzept A über den Dreipunkt-Kraftheber realisiert und die Verbindung zum Gelenkwellenanschluss über die Gelenkwelle der Kartoffelerntemaschine.

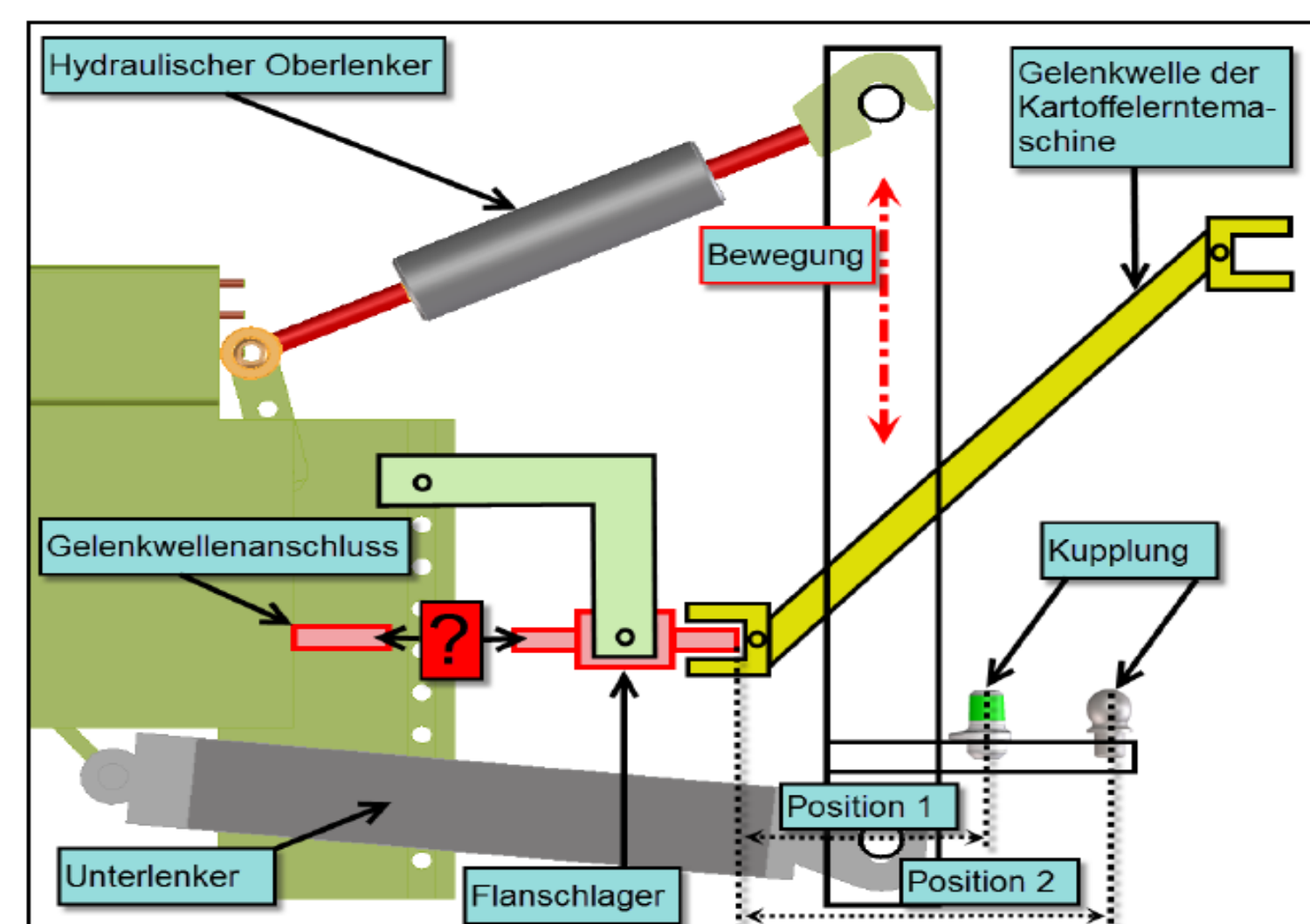


Bei diesem Konzept wird das Handling durch die direkte Verknüpfung der Kartoffelerntemaschinengelenkwelle mit dem Gelenkwellenanschluss des Traktors erschwert. Dieser Umstand resultiert daraus, dass die Gelenkwelle durch den Basisrahmen bis zum Gelenkwellenanschluss des Traktors geführt werden muss. Außerdem wird durch dieses Konzept der erreichbare Deichselwinkel stark eingeschränkt, da sich die Positionen der Kupplungen hinter dem Aufnahmepunkt des Unterenkers befinden und dadurch die Deichsel der Kartoffelerntemaschine mit dem Unterenker kollidieren kann.

Grobkonzept C

Auch hier wird die Höhe der Kupplung über den Dreipunkt-Kraftheber realisiert und die Verbindung vom Gelenkwellenanschluss zur Gelenkwelle der Kartoffelerntemaschine über ein eigenständiges Flanschlagermodul umgesetzt.

Das Grobkonzept C erreichte bei der technischen Bewertung die höchste Gesamtpunktzahl und wurde für die weiteren Phasen verwendet.



Entwicklung und Konstruktion einer Zugvorrichtung für 58 relevante Variationen von gezogenen Kartoffelerntemaschinen

Berufsbildende Schulen
des Landkreises Osnabrück
Brinkstraße 17
49080 Osnabrück

bbs
GRIMME
Grimme Landmaschinenfabrik
GmbH & Co. KG
Hunteburger Str. 32
49401 Damme

Projektergebnis

Das Projektergebnis ist eine Dreipunktzugvorrichtung, die in drei Module unterteilt ist (Dreipunktrahmen, Dreheinheit und Antriebseinheit). Diese Module sind Teilfunktionsträger, die einzeln konstruiert und anschließend zusammengefügt wurden.

Dreipunktrahmen

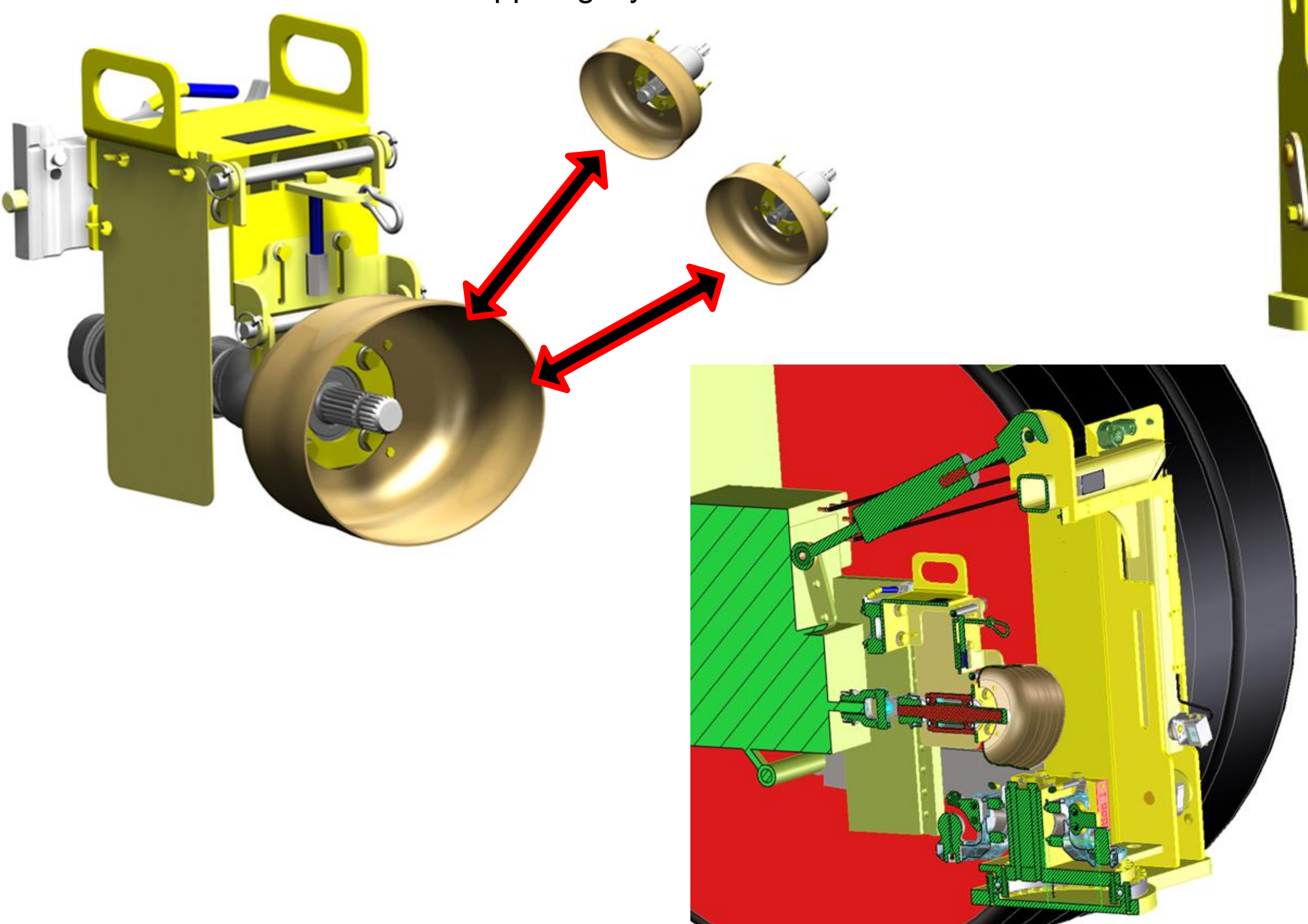
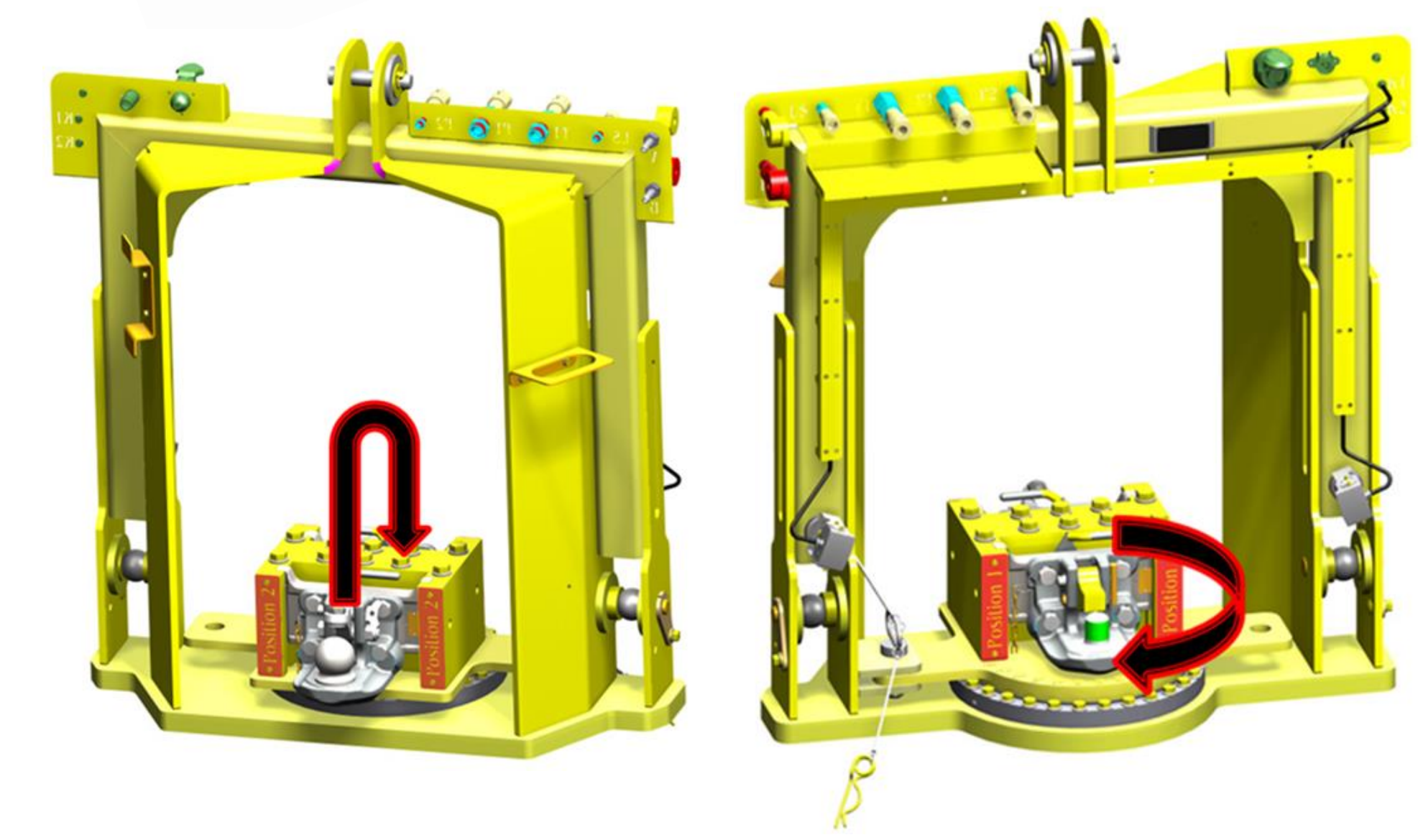
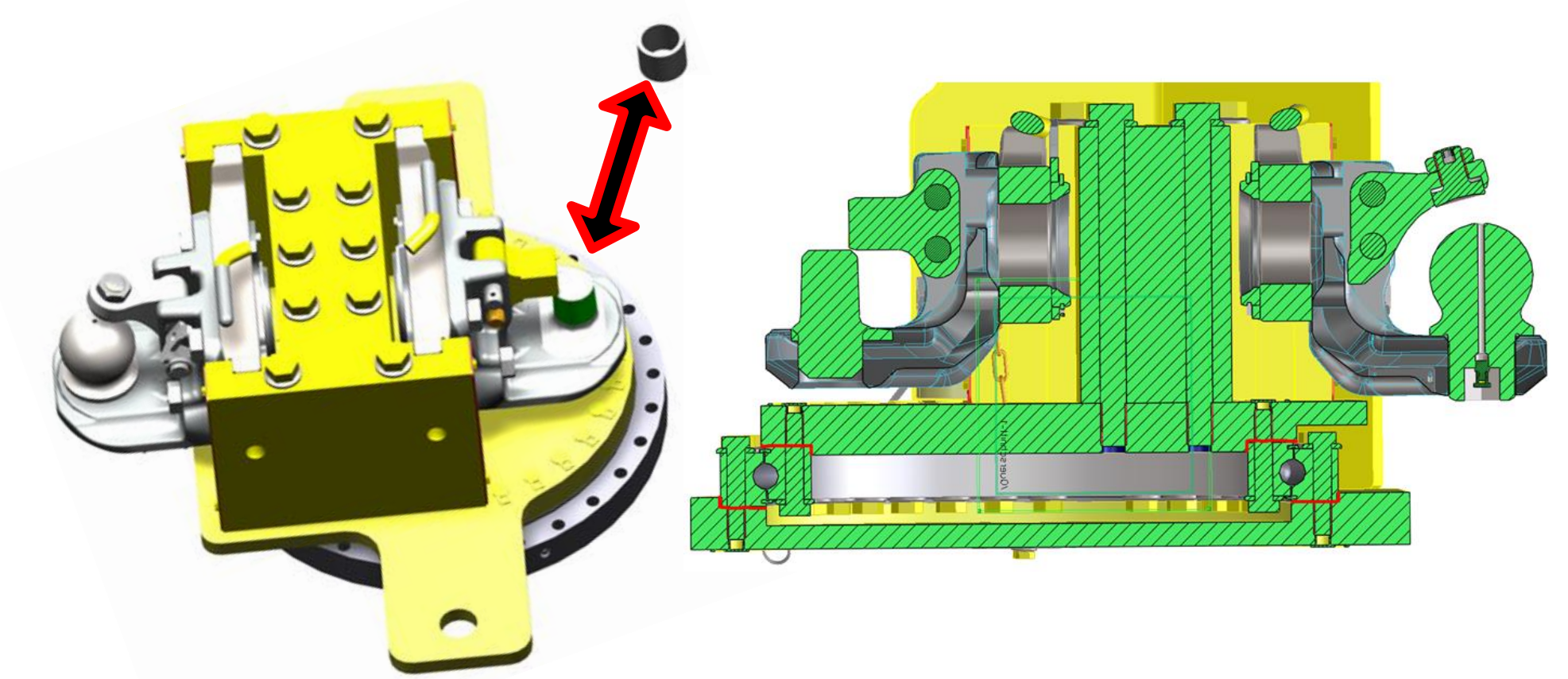
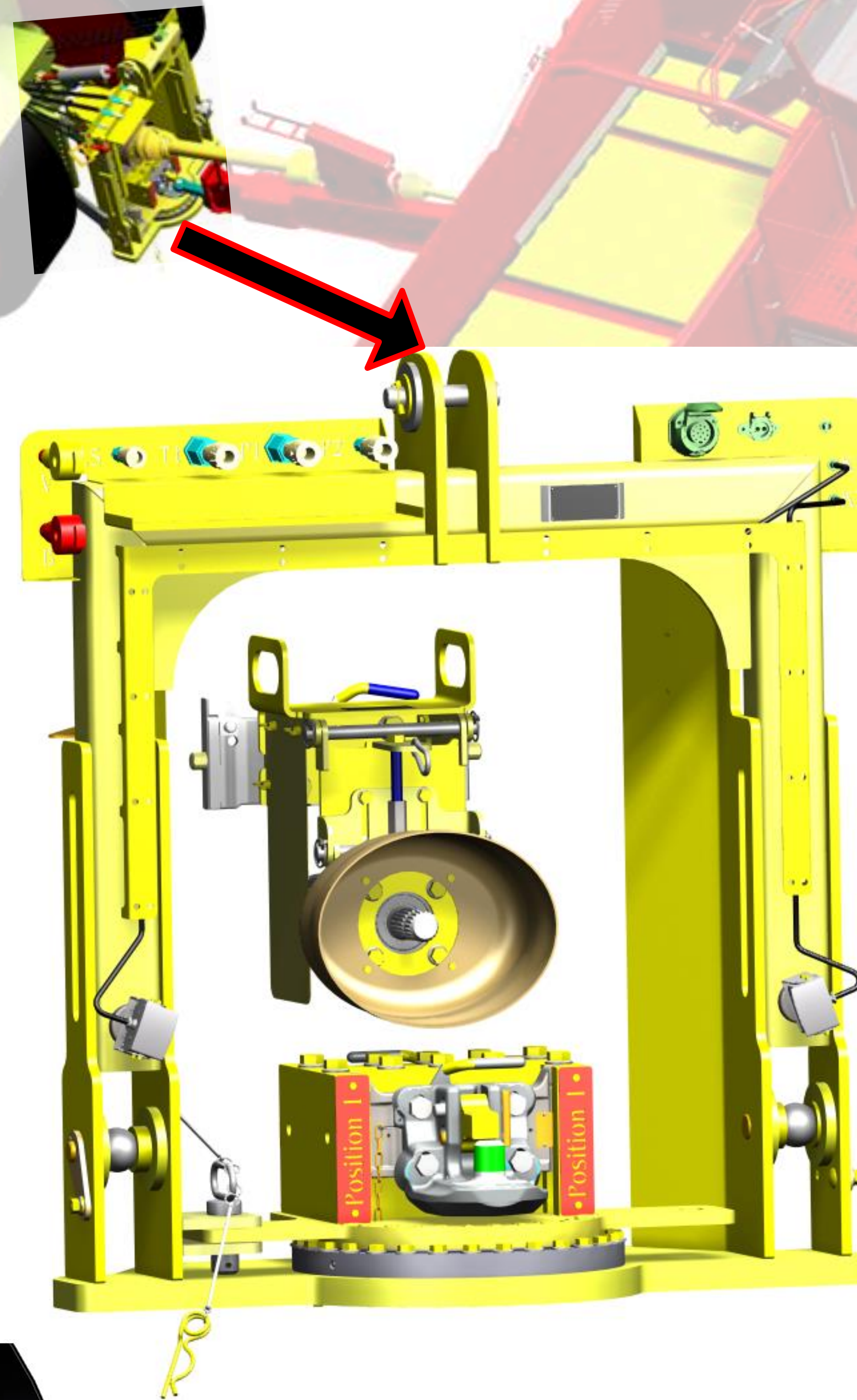
- Dreipunktaufnahmen verhindert ein starkes Ausschwenken des Rahmens in Kurvenfahrten.
- Vereinfachung der Zugänglichkeit beim An- und Abkuppeln der Kartoffelerntemaschine durch Hydraulik-, Elektronik-, und Druckluftschnittstellen.
- Manövriererleichterung durch zwei Kameras.

Antriebseinheit

- Umsetzung der Variantenvielfalt der Anschlussgabeln.
- Gute Montagezugänglichkeit der Gelenkwelle.
- 85° Deichselwinkel bei Kurvenfahrt.
- Übertragung der rotatorischen Energie.
- Unterschiedliche Anschlussgabeln der Gelenkwellen werden über drei Flanschlager mittels verschiedener Zahnprofilen abgedeckt. Diese sind wechselbar über ein Schnellkupplungssystem.

Dreheinheit

- Die unterschiedlichen Maschinenaufnahmen werden über zwei Maschinenkupplungen (Zugkugelkopf 80 mm, Zugöse 40 mm) und einer Adapterbuchse für Zugöse 50 mm abgedeckt.
- Zum einen wird über eine 180° Drehung die Anschlusslänge um 200 mm verändert (exzentrisch positionierte Kupplungen auf dem Drehkranz) und zum anderen kann dadurch der Wechsel der Kupplungsprofile erfolgen.
- Bei ca. 35% der Maschinenkombinationen muss der Wechsel durch Tauschen der Kupplungen über den Einrastmechanismus erfolgen, weil dieser nur auf einer Anschlussposition genutzt werden darf.



Entwicklung und Konstruktion einer Zugvorrichtung für 58 relevante Variationen von gezogenen Kartoffelerntemaschinen

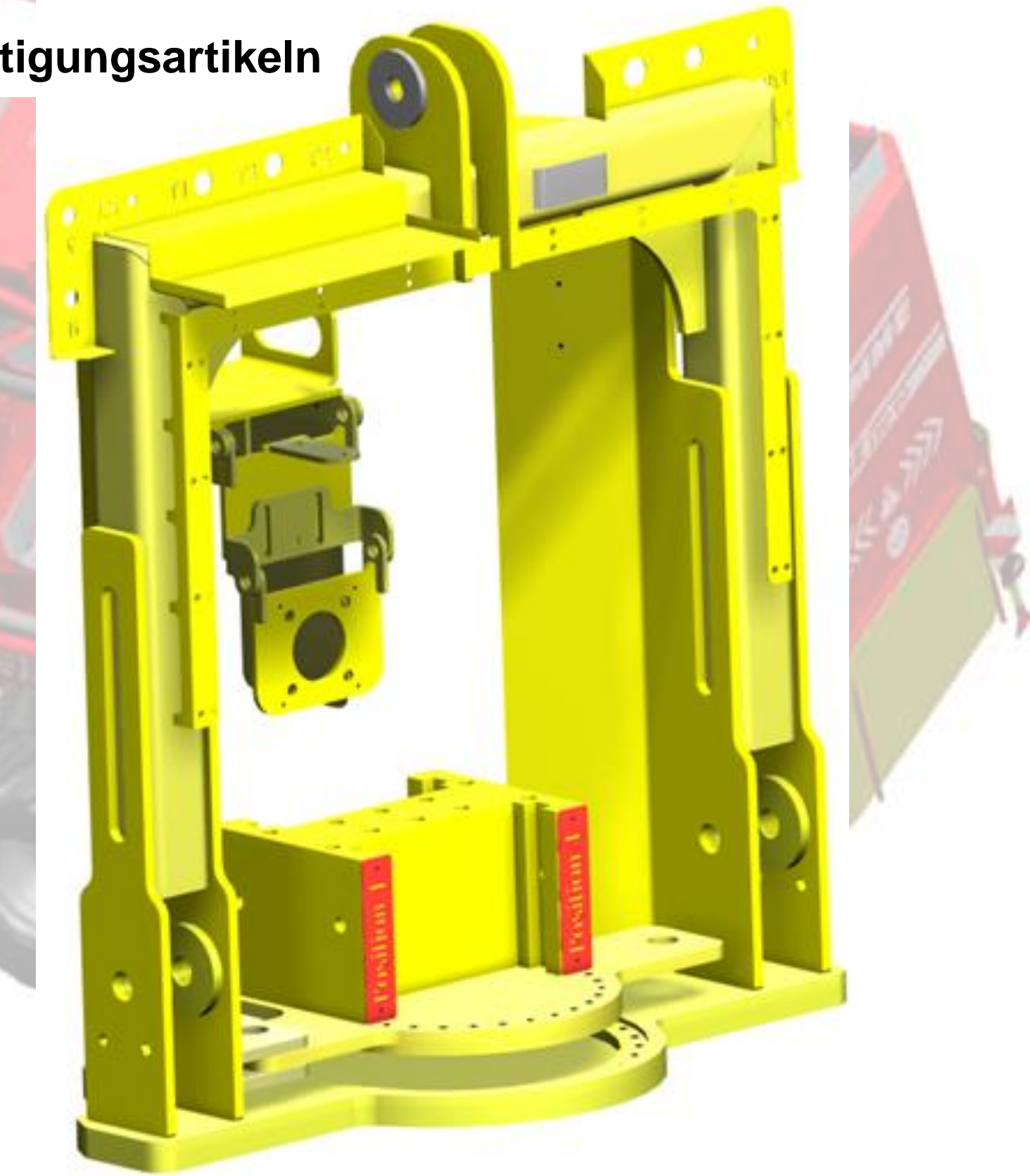
Berufsbildende Schulen
des Landkreises Osnabrück
Brinkstraße 17
49080 Osnabrück

bbs
GRIMME
Grimme Landmaschinenfabrik
GmbH & Co. KG
Hunteburger Str. 32
49401 Damme

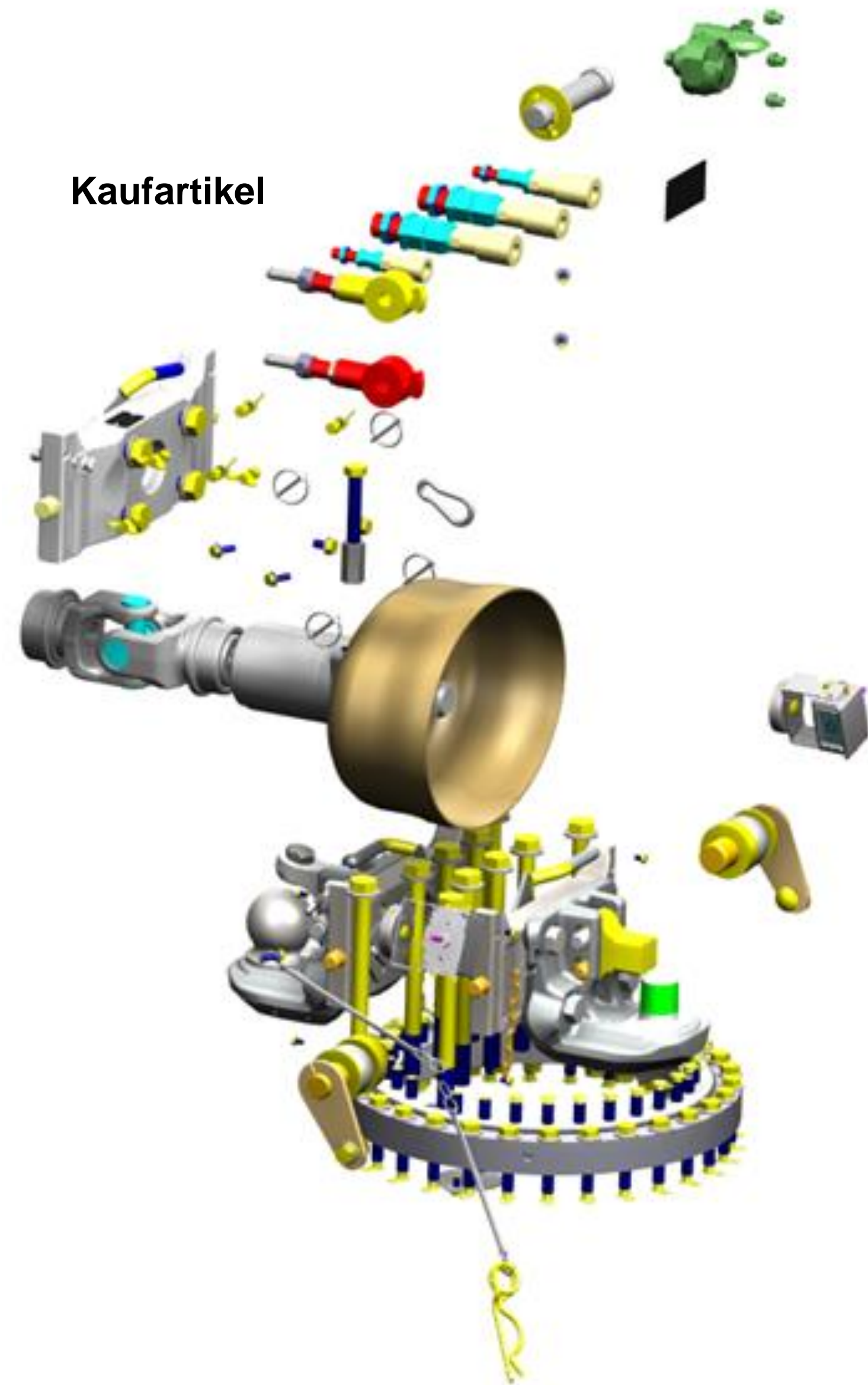
Erreichte Ziele

- Alle relevanten 58 Variationen der drei Maschinentypen können mit dem gleichen Umfang und Ablauf geprüft werden, weil die Zugvorrichtung flexibel der Kartoffelerntemaschine angepasst werden kann.
- Der Aufbau der Zugvorrichtung verbessert die Ergonomie und das Handling des Prüfablaufs. Dadurch werden Verletzungsgefahren minimiert.
- Die Prüfungsstruktur von allen Variationen der Kartoffelerntemaschinen wurde vereinheitlicht und die Prüfprozesszeiten verkürzt. Somit ist eine bessere Kapazitätsplanung möglich.
- Die Prüfungsprozesszeit wurde bei einzelnen Maschinenvariationen von ca. 5,5 Std. auf ca. 45 min minimiert.
- Alle für die Verknüpfung relevanten Bauteile werden innerhalb der Herstellervorgaben genutzt, somit wird der Verschleiß minimiert und die Qualität gesteigert.
- Die Zugvorrichtung ist mit allen Traktoren kompatibel, die mit einem Dreipunkt-Kraftheber Kat.3 ausgestattet sind.
- Durch die fertigungsgerechte Konstruktion und die Verwendung von Standardkomponenten (Kaufartikel) lässt sich die Dreipunktzugvorrichtung im Hause Grimme jeder Zeit, relativ kostengünstig und zeitnah mit den vorhandenen Fertigungsmöglichkeiten herstellen.

Fertigungsartikeln



Kaufartikel



Projektabschluss

Die Fertigung der Dreipunktzugvorrichtung erfolgte unmittelbar nach der Präsentation bei der Firma Grimme. Dadurch hatten wir die Möglichkeit unser Ergebnis bei der Schulischen Projektmesse zu präsentieren.

