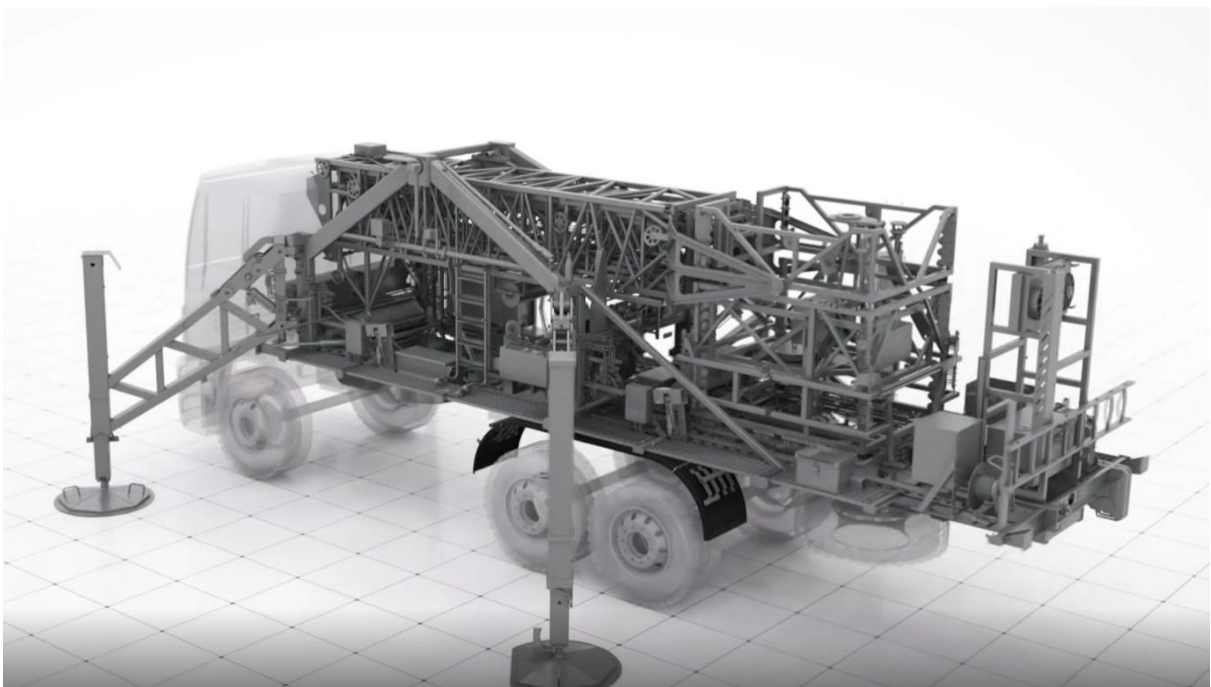


Konzept zur Standardisierung von Antrieben für die Abstützungen eines Container-Mastsystems



Projektgruppe: F. Karthaus, F. Strube, C. Sliwa

INFO:

Auf Grund der bestehenden vertraglichen Geheimhaltung entsprechen die abgebildeten Bilder nicht der tatsächlich bearbeiteten Anlage, sondern stammen von ähnlichen Anlagen. Daher dürfen auch keine Hersteller der einzelnen Komponenten genannt werden.

Aufgabenstellung

Im Zuge von umfangreichen Maßnahmen zur Standardisierung bei der Herstellung von Antennenträger, benötigte die SMAG Mobile Antenna Mast GmbH (SMAM) ein Konzept zur Standardisierung für die Abstützungen der Container-Mastsysteme, welches das Thema des Technikerabschlussprojektes war. Der Grund für das benötigte Konzept ist, dass die Abstützungen sich mit den Jahren entwickelt haben, jedoch ist dies unstrukturiert geschehen. Dies bedeute, dass lediglich immer wieder bereits vorhandene Baugruppen an das zu bearbeitende Projekt angepasst wurden.

Für die Bewegungsachsen ist jeweils zu erarbeiten, welche Antriebsvarianten möglich sind. Diese sollen zusätzlich hinsichtlich der Kriterien Wirtschaftlichkeit, Herstellbarkeit, Wartungsfreundlichkeit, Modularität und Bedienbarkeit mit geeigneten Methoden bewertet werden. Dies gilt für die einzelne Bewegungsachse, als auch für den Verband sinnvoller Kombinationsmöglichkeiten der Bewegungsachsen, inklusive der jeweils erforderlichen zugehörigen Sensorik. Besonderes Augenmerk ist hier dem Einsatzgebiet im Offroad Bereich der Abstützungen zu widmen. Die Antennenträger müssen jeder Zeit weltweit einsetzbar sein, daher muss das System vollständig funktionsfähig in einem Temperaturbereich von -33°C bis $+71^{\circ}\text{C}$ operieren können. Des Weiteren muss die Korrosionsschutzklasse C4 erfüllt werden, um hier nur einige Beispiele zu nennen. Hinzu kommt, dass die Systeme für eine Lebenszeit von ca. 15 Jahren ausgelegt werden. All dies muss bei der Auswahl der Antriebe für die Abstützungen berücksichtigt werden.

Ausgangssituation

Die Basis für einen Antennenträger bildet der Standard ISO-20-Fuß Containerrahmen. Die Abmaße des Containers bieten genug Platz für einen Mast mit Aufnahme für eine oder mehrere Antennen, sowie sämtliche Versorgungssysteme für einen autarken Einsatz.

Es existieren verschiedene Container-Mastsysteme. Es gibt zum einem die so genannten Roll-Off Container, welche von einem Trägfahrzeug (LKW) abgeladen werden. Zum anderen gibt es Mastsysteme die mit den Trägerfahrzeugen bis kurz vor der Errichtung des Mastes mit dem LKW verbunden bleiben. Unabhängig von dieser Eigenschaft haben alle Container-Mastsysteme vier Abstützungen an den Ecken des Containers montiert. Diese so genannten Stützarme dienen zur Abstützung und Stabilisierung des Containers, daher benötigten die Antennenträger keine zusätzlichen Abspannungen. Diese Abstützungen existieren in manuellen, halbautomatischen

und vollautomatischen Varianten. Die Basis für die Projektarbeit bildet die manuelle Variante des Roll-Off Containers, welche im Zuge der Standardisierung automatisiert wurde. Zur Veranschaulichung der Ausgangsvariante empfiehlt es sich das [Youtube-Video](#) anzuschauen.



Aufgestellte Antennenträger im Feld ohne LKW



Abstützarm eines Systems

In der aktuellen Bauform haben die Abstützungen drei Hauptbewegungsachsen, diese werden je nach Grad der Automatisierung durch hydraulische Zylinder bewegt. Bei den Hauptbewegungsachsen handelt es sich um die Ausschwenkachse, die Absenkachse und die Abstützachse. Zusätzlich zu diesen Achsen gibt es je nach Typ der Anlage eine vierte Verriegelungsachse, welche die Absenkachse in ihrer Endposition durch einen Elektrozyylinder verriegelt. Ist der Aufstellungsort der Anlage erreicht, wird als erstes der Arm über die Ausschwenkachse ausgeklappt. Im Anschluss daran wird der Arm über die Absenkachse abgesenkt, nun wird die Absenkachse über die Verriegelungsachse gesichert, damit der Hydraulikzylinder der Absenkachse nicht dauerhaft beansprucht wird. Im letzten Schritt wird die Ab-

stützachse soweit ausgefahren bis die gesamte Anlage einen sicheren Stand hat, im Anschluss daran wird die Anlage über die Abstützachse nivelliert. Der gesamte Vorgang findet an allen vier Abstützarmen gleichzeitig statt.

Für ein besseres Verständnis der Anlagen, sowie dem Aufbau empfiehlt es sich den Clip bzw. das Video auf der Homepage der [SMAM](#) anzuschauen.

Durchführung

Zu Beginn wurden von der Projektgruppe alle möglichen Antriebsalternativen eigenständig herausgesucht und in einem morphologischen Kasten zusammengetragen. Dabei wurde lösungsneutral vorgegangen. Für die Recherche der möglichen Antriebsalternativen musste sich die Projektgruppe zunächst in die Funktionsweise verschiedener Antriebstechnologien einarbeiten und klären, ob diese für ein Konzept in Frage kommen.

Im Anschluss daran wurden die möglichen Antriebsalternativen mit den Anforderungen, welche aus der Anforderungsliste stammen, verglichen und auf Grund dessen ausgewählt. Diese Anforderungsliste wurde zu Beginn von der Projektgruppe selbstständig aus Unterlagen von alten Projekten der SMAM herausgearbeitet. Um die verbliebenen Antriebsalternativen zu konkretisieren, hat die Projektgruppe Herstellerfirmen recherchiert und das Portfolio der Firmen durchsucht, um Daten für die möglichen Antriebe zu erhalten. Mit Hilfe dieser Daten, den Kriterien der Anforderungsliste und den zuvor erstellten Berechnungen der Projektgruppe wurden nun entsprechende Antriebe bestimmt. Diese Antriebe wurden dann mit vorher festgesetzten Bewertungskriterien in der Nutzwertanalyse verglichen, um für jede Bewegungsachse den optimalen Antrieb zu finden. Die Bewertungskriterien erhielten unter bei Hilfe eines Paarweisen-Vergleichs ihre Gewichtung. Es ist zu beachten, dass sich die Bewertung auf lediglich eine zu fertigende Anlage bezieht. Aus dieser Nutzwertanalyse entstanden somit verschiedene Lösungskonzepte.

Die Reihenfolge der Lösungskonzepte ist nach ihrer vorrangigen Umsetzung gewählt worden. Dies bedeutet Lösungskonzept 1 wird den Anforderungen am ehesten gerecht und bietet am meisten Vorteile. Lösungskonzept 2 kann die Anforderungen auch gut umsetzen. Wenn weiterhin das vollhydraulische Konzept genutzt werden soll, wie aus dem Ist-Zustand bekannt, kann man die Anlage durch Austausch, von den aus Lösungskonzept 3 stammenden Zylindern, verbessern. Hierbei bleibt das aufwändige Versorgen der hydraulischen Zylinder bestehen. Bei dem Lösungskonzept 4 werden viele unterschiedliche Lieferanten benötigt, somit entfallen mögliche Mengenrabatte. Zusätzlich wirkt das Lösungskonzept eher ungeordnet und hat keine klare Struktur.

Bei der halbautomatischen Variante könnte der hydraulische Zylinder durch den Elektrozyylinder ersetzt werden.

Lösungskonzepte

Lösungskonzept 1 ist eine elektrisch hydraulische Lösung, hierbei sollen an der Ausschwenk- und Absenkachse Elektrozyylinder verbaut werden. An der Abstützachse bleibt der bestehende Hydraulikzylinder. Durch die Kombination von elektrischen und hydraulischen Zylindern, kann das bisher verbaute Hydraulikaggregat verkleinert werden und bringt damit eine Gewichts- und Kostenreduzierung.

Lösungskonzept 2 ist eine voll elektrische Variante, hierbei werden alle Bewegungsachsen von Elektrozyindern angetrieben, bei dieser Variante sind zwei Elektrozyylinder eine Sonderkonstruktion des Herstellers. Hierbei kann auf das Hydraulikaggregat komplett verzichtet werden und der freigewordene Platz kann anderweitig genutzt werden.

Lösungskonzept 3 entspricht den aktuell genutzten Antrieben, eine voll hydraulische Anlage, jedoch würden die Zylinder der Ausschwenk- und Absenkachse durch Hydraulikzylinder mit einer hydromechanischen Verriegelung ersetzt werden. Dadurch entfällt die vorher benötigte Verriegelungsachse.

Aus- und Rückblick

Rückblickend kann festgestellt werden, dass das Ziel des Abschlussprojektes, die Erarbeitung von Antriebskonzepten, sehr gut umgesetzt und erreicht wurde. Die SMAM beabsichtigt ein von der Projektgruppe ausgearbeitetes Lösungskonzept für die nächsten Antennenträgerprojekte zu übernehmen. Des Weiteren wurden herausgesuchte Antriebsalternativen, welche nicht in die Lösungskonzepte für die Abstützung passten, von der Konstruktionsabteilung übernommen. Diese Antriebe wurden an anderer Stelle für die nächsten Anlagen eingeplant.

Zu Beginn des Projektes ist der Projektgruppe beim Thema Standardisierung aufgefallen, dass das Gelenk des Arms in der so genannten Seitenwand verbaut ist. Auch wenn es nicht direkt Teil des zu bearbeitenden Problems war, wurde erwogen, das Gelenk aus dem Rahmen zu entfernen. Dies würde zu einem bedeuten, dass der Rahmen ohne Berücksichtigung der Abstützung gefertigt werden und somit bereits unabhängig vorproduziert werden kann. Dadurch entsteht eine große Zeiteinsparung für die Produktion, zumal nun auch eine schwer herzustellende s.g. Schwarz-Weiß-Verbindung entfällt. Bei einer Schwarz-Weiß-Verbindung verschweißt man Edelstahl mit beispielsweise Baustahl, dieser Prozess ist aufwändig, zeit- und kostenintensiv. In diesem Fall besteht der Drehkopf aus Edelstahl und wird in den aus Baustahl bestehenden Containerrahmen geschweißt.



Altes Gelenk im Rahmen integriert