

AUCO-Systems

WHITEPAPER

Die nächsten Schritte der horizontalen Transportautomatisierung

Rüdiger Metternich

**Technischer
Direktor
und
Chefingenieur**

AUCOS Systems
GmbH
Müllerstraße 10
21244 Buchholz i. d. N.
Telefon: +49(0)4181 – 9230721 Technische Anfragen
Telefon: +49 (0)151 – 68815532 Kommerzielle Anfragen
Mail: mail@aucos-systems.de
Web: www.rmm-hamburg.de

Inhalt

Management Summary	2
Geschichte AUCOS-SYSTEMS	3
Die Bedeutung von automatischen Kupplungen auf Containerterminals	4
Produktivität:	4
Wirkungsgrad:	4
Capex:	4
Opex:	5
Beispiel für einen Berechnungszyklus	6
Container-Frachtbahnhof CFS	7
Definition	7
Simulationspfad "manuell gekoppelt / entkoppelt"	8
Simulationspfad "automatisch gekoppelt / entkoppelt"	9
Wirtschaftliche Berechnung	10
Auswirkungen auf die Umwelt:	12
Mittelfristige Marktentwicklung 2025-2030	12
Zukünftige Entwicklungen RMM	13
Straßenversion Europa	13
Automatische Schlösser	13
Automatische Stützfüße (Aucos-Leg)	13

Management

Zusammenfassung

Die Automatisierung von Terminalzugmaschinen und Straßenfahrzeugen ist die nächste Phase der Automatisierung des Verkehrs. Zunächst in beengten Umgebungen wie Bergwerken und Häfen, aber bald auch auf öffentlichen Straßen.

Nach Angaben der IRU gibt es in Europa einen 20prozentualen Mangel an Fahrern. Das Wirtschaftswachstum und das typische Online-Shopping werden diesen Mangel noch verschärfen. In Amerika prognostiziert die ATA kurzfristig ähnliche Engpässe. Große Lkw-Hersteller entwickeln innovative Lösungen, aber auch bekannte Technologieunternehmen sind daran beteiligt.

Zwei Innovationen, die zur Automatisierung des Transports beitragen, sind "Aucos-Coup" (automatisches Ankuppeln) und "Aucos-Lock" (automatische Verriegelung). Beide Innovationen sparen Zeit und ermöglichen es dem Fahrer, seine Aufgaben von der Sicherheit der Kabine aus zu erledigen. Natürlich kommt nach der Fernsteuerung die vollautomatische Steuerung.

Wenn wir all die Capex- und Opex-Einsparungen und Effizienzsteigerungen vergessen und nur an die Vermeidung von Unfällen denken, haben einige 95 % aller Unfälle eine menschliche Ursache. Die Verringerung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine wird das allgemeine Wohlbefinden aller in der Verkehrsbranche Tätigen erheblich verbessern.

Rüdiger Metternich

Anmerkung: IRU - International Road-transport Union und ATA - American Trucking Association

Geschichte des Aucos Systems

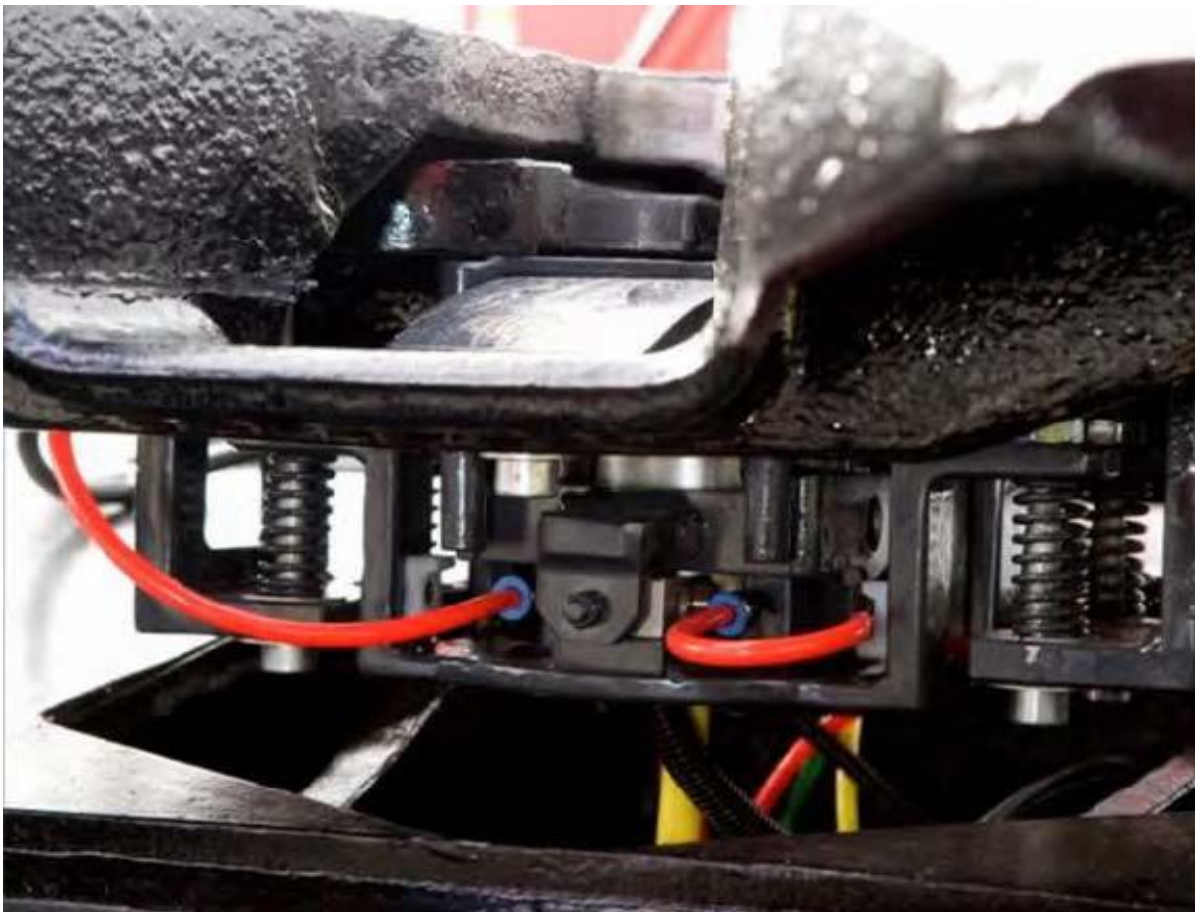
Rüdiger Metternich ist von Haus aus Schmied und RMM (Rüdiger Metternich Mechatronik GmbH) ist ein innovatives Familienunternehmen, das seit mehr als Jahren 30 in der Konstruktion und Entwicklung von automatisierten Nutzfahrzeugkomponenten tätig ist.

Das Unternehmen und Rüdiger sind dann am besten, wenn ihr Know-How gefordert ist, die Ideen und Vorgaben der Kunden auf höchstem Qualitätsniveau umzusetzen.

Von der Herstellung spezieller Maschinen oder Anlagen bis hin zur Modifikation bestehender Systeme oder der Entwicklung völlig neuer Technologien bietet RMM seinen Kunden stets eine Lösung für spezielle Probleme mit hohen Anforderungen.

Die Kernkompetenzen liegen im Komponentenbau für Nutzfahrzeuge (teil- oder vollautomatisiert), im Geräte- und Anlagenbau für die Transport- und Logistikbranche sowie im Anlagen- und Vorrichtungsbau.

RMM wurde in Aucos-Systems 1989 GmbH gegründet, um den Vertrieb von automatischen Kupplungen zu unterstützen. Zur Zeit sind weltweit ca. 400 Zugmaschinen und Anhänger mit Aucos-Kupplungen ausgestattet und haben in den letzten Jahren ca. 20 Millionen Kupplungsvorgänge ohne größere Störungen bewältigt. RMM / Aucos sind derzeit in Europa und Amerika aktiv.



Die Bedeutung von automatischen Kupplungen auf Containerterminals

Wann immer Ausrüstung in der Transportkette wartet, kommt es zu Produktivitäts-, Effizienz-, Investitions- und Betriebskostenverlusten.

Produktivität:

In jedem Verkehrssystem, ob in geschlossenen oder offenen Terminals, entstehen Wartezeiten, wenn Terminalzugmaschinen (TTs) oder Lkw mit Fahrern auf das Absetzen/Abholen von Containern oder Stückgut warten.

Sind diese Wartezeiten zu lang, werden die Trailer schon heute manuell abgekoppelt, vor den Hallen, auf dem Hof des Terminals oder auf speziellen Abstellflächen abgestellt, ein neuer Trailer abgeholt und der nächste Transportauftrag bearbeitet.

Dazu muss der Fahrer den TT/Lkw bei allen Witterungsbedingungen, einschließlich Eis und Schnee, verlassen, die Luft- und Stromversorgung unterbrechen, die Beine abstellen, den Anhänger abkoppeln, wieder auf den TT/Lkw steigen, zu einem freien Anhänger fahren und dort den gleichen Vorgang in umgekehrter Reihenfolge durchführen.

Selbst unter optimalen Voraussetzungen ergibt sich daraus eine unproduktive Zeit von etwa Minuten³ für jeden Vorgang bzw. Minuten⁶ für einen kompletten Zyklus (An-/Abkuppeln). Bei einem kompletten Hin- und Rückfahrzyklus von Minuten³⁰ können mit AUCOS-Coup etwa 20 % der kompletten Zykluszeit eingespart werden, da das An- und Abkuppeln von Anhängern in wenigen Sekunden erledigt ist.

Wenn bei einem Containertransport auch der Container auf dem Anhänger ver- oder entriegelt werden muss, erhöht sich die Stillstandszeit des TT/LKW um weitere ca. Minuten³.

Durch den Einsatz des AUCOS-Coup wird auch die Sicherheit des Fahrers deutlich erhöht, da er den TT/LKW nicht mehr verlassen muss.

Effizienz:

Bei der Abgabe/Abholung von Containern und der Be- und Entladung in einem Schuppen können für den Kunden unkalkulierbare Wartezeiten entstehen. Das Absetzen/Abholen eines Containers kann in wenigen Minuten erledigt sein, kann 5 aber auch bis zu Minuten³⁰ dauern, je nach unvorhergesehenen Wartezeiten. Das gleiche Bild ergibt sich beim Entladen oder Beladen eines Containers/Anhängers mit Stückgut.

Durch den Wechsel des Anhängers mit automatischer An- oder Abkopplung (AUCOS-Coup) kann die Steuerung des gesamten Fuhrparks mit einer wesentlich höheren und besseren Genauigkeit erfolgen und ungeplante Verspätungen durch unvorhersehbares Handling können vermieden werden. Die Gesamtaufträge eines Tages und die Auslastung der vorhandenen Flotte können auf vorhersehbare Weise optimiert werden.

Investitionen:

Auch wenn die Investition von 32,400 USD für ein komplettes Set (1 Zugmaschine und Anhänger²) zunächst recht hoch erscheint, mit 18% Mehrkosten, verglichen mit den Anschaffungskosten von einer Zugmaschine und zwei Anhängern, ca. USD180,000, wird die Investition relativ schnell zu einem positiven Ergebnis.

Bei einer Abschreibungsdauer von 8 Jahren entspricht die Investition einem jährlichen Abschreibungswert von ca. 4,050 USD/Jahr.

Allerdings wird ein Teil dieser Kosten, nämlich etwa 30%, direkt durch geringere Investitionen in Traktoren ausgeglichen. Bei einer Produktivitätssteigerung von nur 10 % kann die Investition von z. B. TTs10 auf nur 9

TTs, wodurch die zusätzlichen jährlichen Abschreibungskosten des kompletten Aucos-Coup-Sets auf nur 2,550 USD.

Neben den direkten Einsparungen durch geringere Investitionen in Traktoren werden natürlich auch die Kosten für die Fahrer sowie die Wartungs-, Reparatur- und Kraftstoffkosten gesenkt.

Wenn der Einsatz von autonomen Fahrzeugen auf dem Terminal für die nächsten Jahre geplant ist, ist einerseits der Einsatz eines automatischen Kupplungssystems (AUCOS) unabdingbar, andererseits liegen die Anschaffungskosten für autonome Zugmaschinen bei rund 300,000 USD bis USD 350,000. Die Mehrkosten für AUCOS-Coup liegen nur bei ca. 10% und amortisieren sich allein durch die geringere Anschaffungsinvestition für Traktoren.

Opex:

Während die Anschaffungspreise von TTs und Anhängern weltweit nur geringe Unterschiede aufweisen, sind die Arbeitskosten für Fahrer und Wartungspersonal von Land zu Land sehr unterschiedlich.

In einigen Ländern betragen die jährlichen Gesamtkosten eines Fahrers bis zu USD 150,000, in anderen nur etwa

24,000 USD. Dementsprechend gibt es auch unterschiedliche Amortisationszeiten für jedes Land und jedes Terminal.

In diesem White Paper haben wir anhand von statistischen Daten eines südamerikanischen Containerterminals gezeigt, wie man selbst in einem Land mit sehr niedrigem Lohnniveau und sehr niedrigen Treibstoffkosten einen schnellen Return of Investment (ROI) erzielen kann.



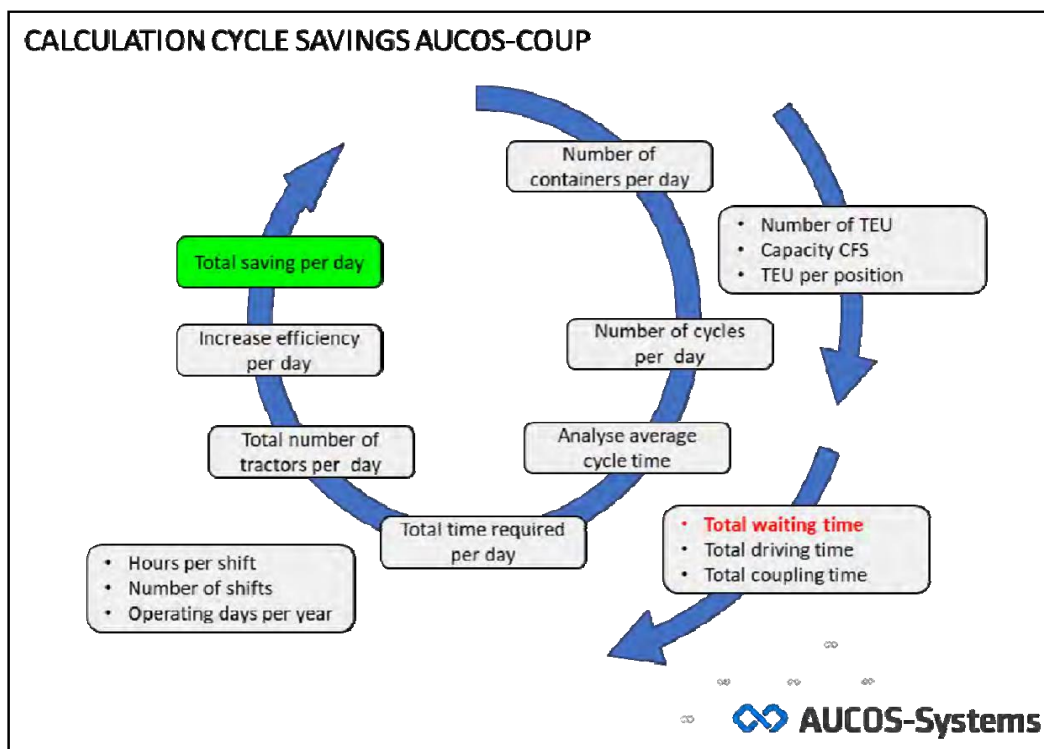
Ansicht des gebohrten Achsschenkelbolzens von oben mit dem Aucos-Verbinder im Inneren.

Beispiel für einen Berechnungszyklus

Durch die Abkopplung der Zugmaschine vom Anhänger wird erreicht, dass Zugmaschine und Fahrer, der teuerste Teil, vom Anhänger und der Ladung getrennt werden.

Das bedeutet, dass Sie die Zugmaschine und den Fahrer effizienter einsetzen können. Wenn also eine Zugmaschine im Terminal steht und auf das Be- oder Entladen wartet, kann es sich lohnen, den Transportprozess mit einer Berechnungszyklusanalyse zu bewerten.

Ein Beispiel ist unten aufgeführt. Im Wesentlichen geht es darum, den Vorgang oder einen Teil davon zu beobachten und die gesamte Fahr-, Warte-, Transfer- und Kopplungszeit abzubilden.



Container-Güterbahnhof CFS

Definition

CFS steht für "Container Freight Station"; eine Station, ein Schuppen oder ein Lager, in dem Waren für den Versand oder die Entladung in Containern abgefertigt werden.

In einem CFS gehören die Waren in der Regel einer Reihe von verschiedenen Kunden.

CFS- Empfang

Die Dienstleistungen umfassen:

- Transport von Leercontainern von einem Containerdepot zu einem CFS
- Transport der beladenen Container vom CFS zum Containerdepot
- Zählung
- Ausstellung von Verladescheinen oder Versandaufträgen
- Die physische Bewegung von Fracht in oder aus einem Containerfrachtbahnhof
- Befüllen, Verschließen und Kennzeichnen von Behältern zur Etikettierung und Identifizierung
- Lagerung von Containern
- Ordentliches Sortieren und Stapeln von Containern vor oder nach dem Versand
- Vorbereitung des internen Ladeplans für Container

Der CFS-Betrieb ist in der Regel für Containerhäfen und -terminals mit einer geringeren Umschlagszahl vorgesehen. Wo es viele Import-Export-Aktivitäten gibt, gibt es auch viele CFS-Dienste.

Solche Vorgänge bestehen aus der Abholung eines leeren oder vollen Containers aus einem Depot oder Stapel und dem Transport zu einem Schuppen, einem Lager oder einer anderen Einrichtung, wo die oben beschriebenen Dienstleistungen ausgeführt werden.

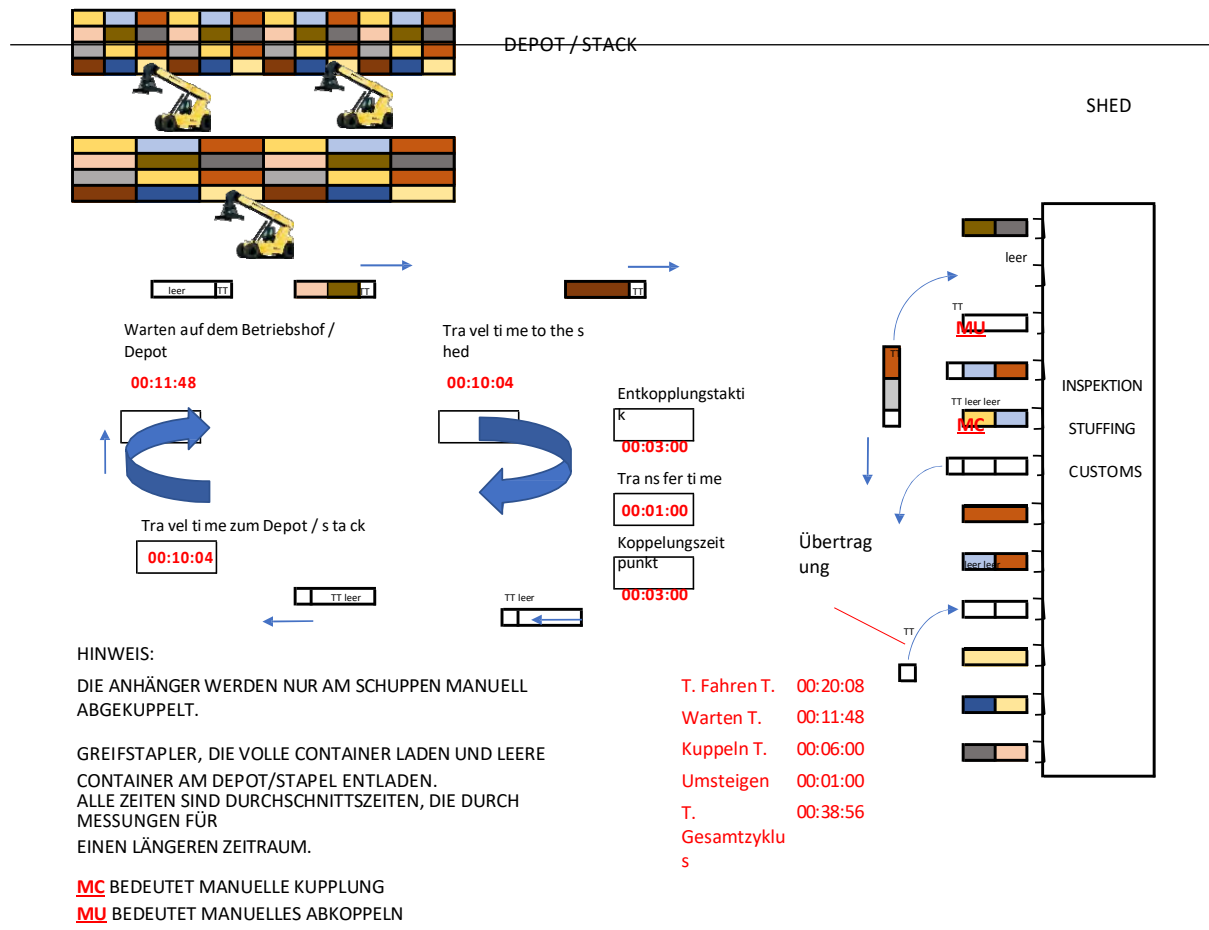


Diese Art von Betrieb ist oft durch erhebliche Wartezeiten gekennzeichnet. Im Depot oder auf dem Stapel, aufgrund der Suche nach Containern oder der Anzahl der Geräte zur Bedienung der Terminalzugmaschinen. Am anderen Ende der logistischen Kette gibt es ähnliche Wartezeiten.

All diese Warte- oder Leerlaufzeiten haben ihren Preis. Personal- und Kraftstoffkosten und die Abkopplung der Zugmaschine vom Anhänger führen zu einer effizienteren Nutzung von Ausrüstung und Personal. Um einen Einblick in die Effizienzverbesserung zu erhalten, empfiehlt es sich, einen einfachen Simulationspfad zu erstellen. Ein einfaches Diagramm mit den verschiedenen Parametern, die während einer bestimmten Zeit gemessen werden sollen.

Ein Simulationspfad wird auch hilfreich sein, wenn Sie Ihren Vorschlag der DMU in Ihrem Terminal präsentieren.

Simulationspfad "manuell gekoppelt /



Es wird ein Simulationspfad erstellt, um den Betrieb des Terminals zu beschreiben. Ziel des Simulationspfades ist es, die verschiedenen Zeiten zu bestimmen.

- Fahrzeit - Nettozeit für das Fahren des Traktors
- Wartezeit - Zeit, in der im Depot, auf dem Stapel oder in einem anderen Bereich gewartet wird, bis andere Geräte den Container be- oder entladen können.
- Abkoppelzeit: Zeit zum Abkuppeln eines Anhängers und zum Trennen der Luft- und Elektroanschlüsse.
- Transferzeit - Zeit für den Transfer zu einem anderen Slot, um einen Anhänger abzuholen.
- Kupplungszeit - Zeit zum Ankuppeln eines Anhängers und Einstecken des Luft- und Elektroanschlusses.

Jeden Tag wird eine Anzahl von Containern zu einem Bereich transportiert, in dem die Container gewartet werden. Zum Beladen der Container im Depot werden Reach Stacker (RS) eingesetzt. Ein Traktor transportiert die Container zu einem Schuppen für CFS-Dienste.

Es ist wichtig, sich ein klares Bild von der Anzahl und der Art der benötigten Geräte und des Personals für den Betrieb der Fahrzeuge zu machen. Diese Informationen werden in einer späteren Phase benötigt, um die Gesamteffizienz und die Einsparungen zu berechnen.

Ein guter Anhaltspunkt für die Aufnahme eines Betriebs mit automatischer Kupplung ist natürlich eine hohe Anzahl von An- und Abkupplungen, eine geringe Fahrzeit und/oder eine lange Wartezeit.

Wirtschaftliche Berechnung

Vergleich der Kosten mit und ohne automatisches Kupplungssystem

Zu entleerender Container pro Tag	120 Container
Faktor TEU	1.6
Gesamtzahl der pro Tag zu entstauenden TEU	192 TEU
Verfügbare Zeiträumen in Schuppen insgesamt	40 Position
Durchschnittliche Auslastung	75%
Erforderliche Anzahl der am Schuppen abgestellten Anhänger	30
Erforderliche Zyklen zur Bedienung des Schuppens mit vollem Container	120
Erforderliche Zyklen zum Entfernen des leeren Behälters	120
Gesamtzahl der erforderlichen Zyklen pro Tag	240

Das Beispiel beschreibt eine Berechnung auf der Grundlage von zwei Schuppen mit unterschiedlichen Betriebsarten. Ein Schuppen dient nur zum Entstauen von Importcontainern, der andere Schuppen wird zum Entstauen und Stauen verwendet. (Konsolidierung und Abrechnung)

Durchschnittliche Zykluszeit bei manuellem An- und Abkuppeln

Wartezeit auf der Werft	0:11:48
Fahrzeit Hof zu Schuppen	0:10:04
Manuelles Abkoppeln des Anhängers mit vollem	0:03:00
Übertragungszeit auf einen anderen Steckplatz	0:01:00
Manuelle Anhängerkupplung mit leerem Container	0:03:00
Fahrzeit vom Schuppen zum Hof	0:10:04
Durchschnittliche Zykluszeit manuelle Kopplung	0:38: 56Stunden
Gesamtzeitaufwand pro Tag	155:44:00 Stunden
2 Schicht pro Tag	16:00:00 Stunden
Erforderliche Zugmaschinen pro Tag	9.7

Hinweis: in rot manuelle Kupplung, in grün automatische Kupplung.

Wartezeit auf der Werft	0:11:48
Reisezeit Hof zu Schuppen	0:10:04
Automatisches Abkoppeln eines Anhängers mit vollem Container	0:00:15
Übertragungszeit auf einen anderen Slot	0:01:00
Automatischer Kupplungsanhänger mit Leercontainer	0:00:15
Reisezeit vom Schuppen zum Hof	0:10:04
Durchschnittliche Zykluszeit automatisches Kuppeln (AUCOS)	0:33: 26Stunden
Gesamte benötigte Zeit pro Tag	133:44: 00Stunden
2 Schichten pro Tag	16:00: 00Stunden
Erforderliche Zugmaschinen pro Tag	84Traktoren /
Tag Weniger benötigte Traktoren	1-Traktoren375
Weniger Betriebsstunden erforderlich	22:00: 00Stunden/Tag
Betriebstage pro Jahr	300 Tage
Weniger Betriebsstunden pro Jahr	6600:00: 00Stunden

Alle Zykluszeiten basieren auf tatsächlichen Durchschnittswerten während eines Betriebsjahres.

Durch den Wegfall der Wartezeit am Depot/Stapel können weitere Einsparungen erzielt werden. Typische Vorgänge, um dies zu erreichen, sind Depots mit einem Transferbereich oder Stapel mit senkrechter Be-/Entladung. (ASC, RMG oder ARMG)

Bei manuellem An- und Abkuppeln beträgt die zusätzliche Einsparung Minuten5 (12%). Mit automatischer Kupplung / Entkopplung beträgt die zusätzliche Einsparung Minuten10 (25%).

Mögliche Kostensenkung durch ein automatisches

Investitionskosten pro Traktor 120,000 USD

Gesamtkosteneinsparungen bei Investitionen -USD165 ,000.00

Betriebskosten pro Traktor pro Stunde (inkl. Brennstoffe) 8.25 USD Senkung der Traktorbetriebskosten pro Jahr 54,450 USD Kosten pro Fahrer pro Stunde 12.50 USD Senkung der Fahrerkosten pro Jahr 82, 500USD

Senkung der Betriebskosten pro Jahr 136, 950USD

Anmerkung: Jahreslohn Traktorfahrer \$ 15.00 0; Lohnnebenkosten 60% \$9 .00 0; Jährliche Gesamtkosten des Fahrers \$24 .000; Arbeitsstunden pro Woche 40; Arbeitswochen pro Jahr 48; Arbeitsstunden pro Jahr 1. 920; Traktorfahrerkosten pro Stunde \$ 12,50

Automatische Kupplungsinvestitionen

Kosten pro Traktor (8. 4)	15,600.00 USD	130,390.00 USD
Kosten pro Anhänger (38,4 - am30 Schuppen und 8.4	8,400.00 USD	322,210.00 USD
Gesamtinvestition Automatisches Kupplungssystem		452,600.00 USD
Einfache Amortisation in Jahren (Investition/Kosteneinsparung)		2.10 Jahre

Die Berechnung basiert auf tatsächlichen Zahlen in Südamerika. Die Kosten für Traktorfahrer sind im weltweiten Vergleich das absolute Minimum.

Dies gilt nicht nur für die Fahrerkosten, sondern auch für die Arbeitskosten für die Wartung und die sonstigen Betriebskosten der Terminalzugmaschine. In dem Beispiel beträgt der Preis pro Liter Diesel etwa USD0.57

Mit eigenen statistischen Daten und detaillierten Personal- und Ausrüstungskosten lässt sich die individuelle Amortisationszeit leicht berechnen.

Auswirkungen auf die Umwelt:

Weltweit steigen die Anforderungen an eine Vielzahl von Umweltvorschriften. Einheitlich ist jedoch die Diskussion über die CO₂-Reduzierung.

Durch den Einsatz von Aucos-Coup werden zwar nicht die Wege am Terminal verkürzt, dafür aber die Wartezeiten ganz erheblich.

Heiße Temperaturen im Sommer oder kalte Temperaturen im Winter führen dazu, dass die Fahrer entweder die Heizung oder die Klimaanlage benutzen und der Motor auch während der Wartezeiten läuft. Dies verbraucht zwar deutlich weniger Kraftstoff, verursacht aber dennoch CO-Emissionen², die durch automatisches An- und Abkuppeln reduziert werden können.

Bei einem Verbrauch von ca. Liter/Stunde⁸ im Vollbetrieb reduziert sich der Verbrauch im Leerlauf auf ca. Liter/Stunde¹, was einer Emission von 2. 665kg CO/Stunde² entspricht.

Bei Stunden¹⁶ pro Tag und mit Traktoren⁹ ergibt dies eine Einsparung von ca. kg 385CO₂ pro Tag oder an¹¹⁵ CO₂ pro Jahr.

Mittelfristige Marktentwicklung 2025- 2030

Die automatische Kupplung ist der logische nächste Schritt in der Terminalautomatisierung. Es gibt mehrere Möglichkeiten, die horizontale Transportkette zu entkoppeln, aber das automatische Ankuppeln des Anhängers ist die wirtschaftlichste, effizienteste und sicherste Art, dies zu tun.

Das automatische An- und Abkuppeln der Ladung hat sich auf so genannten geschlossenen Terminals in Europa und Nordamerika bewährt. Dieses Prinzip wird in den nächsten Jahren von geschlossenen Terminals auf die öffentliche Straße übertragen werden⁵.

Derzeit wird das fahrerlose Fahren in mehreren europäischen Ländern getestet, da mittelfristig ein zunehmender Fahrermangel erwartet wird. Experten schätzen einen Mangel von rund 60000Fahrer allein in Deutschland.

Fahrerlose Lkw sind flexibel und können die Straßen bei 24/7. Denken Sie an Schüttgut Postdienste oder Supermarkt liefern, in der Nacht transportiert, wenn der allgemeine Verkehr ist gering.

Die Entkopplung des Lkw vom Anhänger/von der Ladung bedeutet eine effizientere Nutzung des automatisierten Lkw und eine Verbesserung des ROI. Die ersten Einsatzfälle werden die stark frequentierten Hub-to-Hub-Routen sein. Zum Beispiel: Schüttguttransporte von der Fabrik zu intermodalen Hubs und umgekehrt.

Zukünftige Entwicklungen RMM

Für die nahe Zukunft sind die folgenden Entwicklungen vorgesehen.

Straßenversion Europa

Die Straßenversion oder Version für den öffentlichen Straßenverkehr ist im Grunde die bestehende Technologie mit verbesserten Spezifikationen, um den Anforderungen des öffentlichen Straßenverkehrs gerecht zu werden.

Dazu gehört z. B. eine Schmutzabdeckung, die eine Verschmutzung der Steckverbinder beim Fahren auf öffentlichen Straßen verhindert. Die technische Spezifikation muss so beschaffen sein, dass Staub und Schlamm, vermischt mit Wasser und Fett, eingeschlossen sind: Schmutzabdeckung, mechanisch oder pneumatisch, Transponder zur Anhängererkennung,

Automatische Schlösser

Besonders im Straßentransport, aber nicht nur dort, sind automatische Twistlocks zur Sicherung der Container auf dem Trailer ein wesentlicher Bestandteil jeder Automatisierung im Containertransport. RMM Aucos-Systems hat hierfür verschiedene Lösungen entwickelt und patentiert (Aucos-Lock).

Die ersten Trailer mit automatischen Twistlocks wurden vor mehr als Jahren5 im Hamburger Hafen installiert und haben lange Zeit ohne größere Ausfälle funktioniert. RMM Aucos ist derzeit dabei, die verschiedenen Lösungen in unterschiedlichen Versionen in großem Umfang in Europa einzuführen.



Automatische Stützbeine (Aucos-Leg)

Neben dem manuellen An- und Abkuppeln von Anhängern und dem manuellen Entriegeln müssen bei vielen Terminals auch die Stützfüße manuell auf unterschiedliche Höhen eingestellt werden. Die verschiedenen Hersteller bieten individuelle Lösungen an, die zum Teil sehr benutzerunfreundlich und zeitaufwendig sind.

Mit Aucos-Leg bietet RMM-Aucos eine automatische Lösung, die wie die anderen Komponenten auch direkt aus der Kabine gesteuert werden kann. Damit kann auch das Verlassen der 'Fahrerkabine vermieden werden, was zu einer weiteren Zeitersparnis, Optimierung und Unfallvermeidung im gesamten Prozess führt.