

Verbindungseinrichtungen (Schnittstellen) zwischen Traktor und Arbeitsgerät

Clemens Nienhaus, Heinz Stuhmann

Kurzfassung

Traktoren sind die Universalmaschine für den Anhänger-, Maschinen- und Geräteeinsatz der mechanisierten Arbeitserledigung in der Landwirtschaft. Dabei muss man sie zu den komplexesten Fahrzeugen in Funktion und Ausstattung rechnen. Die Kombinationsmöglichkeiten mit dem Traktor bedingen entsprechende Verbindungselemente zur Übertragung mechanischer, elektrischer und hydraulischer Kräfte/Leistungen, sowie Informationen/Signale zur Steuerung und Überwachung ihrer Funktionen. Für diese universellen Einsatzbereiche sind die Schnittstellen international genormt und ergeben somit eines der umfassendsten Standardisierungswerke (Gesamtzahl 55).

Schlüsselwörter

Verbindungselemente für Mechanik, Hydraulik, Elektrik, Daten und Signale

Connecting Elements (Interfaces) Between Tractor and Implement

Clemens Nienhaus, Heinz Stuhmann

Abstract

Tractors are the Utility Power Unit for wagon, machine and implement use for mechanized farm works in the AG-business. Therefore, they are ranked as the most complex vehicles in function and optional equipment. The possibility of those combinations with the tractor require adequate connecting elements to transmit mechanical, hydraulic and electrical forces/power as well as data/signals to control their functions. For these universal areas of usage those connecting elements are internationally standardized and building up one of the most complete file of Standards (Total Number : 55).

Keywords

Connecting elements for Mechanics, Hydraulics, Electrics, Data/Signals

Einleitung

Die Entwicklung der Verbindungseinrichtungen zwischen Traktor und Anhänger, Maschine und Arbeitsgerät geht einher mit der Entwicklung der Grundfunktionen des Traktors, welche sich nach und nach erweiterten. Es sind dies die im Feld, auf dem Hof und im Güter- und Lastentransport benötigten Fähigkeiten als da sind: Ziehen/Schieben; Antreiben (mechanisch, hydraulisch, elektrisch); Heben/Senken und Tragen von Lasten. Erweitert wurden diese Grundfunktionen durch konstruktive Maßnahmen für die Einmannbedienung und der Entlastung des Fahrers, sowohl in der Bedienbarkeit des Traktors selbst als auch für die eingesetzten Anhänger, Maschinen und Arbeitsgeräte mit ihren Arbeitswerkzeugen, inklusive deren Steuerung und Überwachung. Der Traktor löste die Lokomobile (Dampfpflug) – die vornehmlich im quasi stationären Betrieb mittels Seilwinden zum Ziehen eines Pfluges und über Schwungräder mittels Flachriemen zum Antrieb stationärer Maschinen eingesetzt wurde – Anfang des 20. Jahrhunderts ab, in Europa über den Umweg der selbstfahrenden Pflüge, die man ab dem Jahre 1907 entwickelt hatte.

Entwicklung der Schnittstellen

Zunächst stand nur die Zugarbeit im Vordergrund, da es galt die tierische Anspannung zu ersetzen. Im Feld waren es Pflüge, Eggen und Grubber, die über diverse Zugelemente der tierischen Anspannung, wie z.B. Ketten, mit dem Traktor verbunden wurden. Hierzu wurde der Traktor vorwiegend in Nordamerika mit einer Zugstange ausgerüstet (**Bild 1**) [1]. Um die Beweglichkeit der Geräte zu erhöhen und um einen Seitenzug auszugleichen, war die Zugstange häufig seitlich beweglich und oft zwischen Rollen gelagert. Daher gibt es noch heute den weitverbreiteten Begriff Zugpendel oder auch Rollpendel. Zur Aufnahme der Zugkräfte war der Drehpunkt vor der Hinterachse des Traktors befestigt.



Bild 1: Zugpendel US-Version [1]

Figure 1: Drawbar US-Version [1]

In Europa war stattdessen die starre Ackerschiene stark verbreitet (**Bild 2**) [2]. Diese war zumeist über die gesamte Spurbreite am Heck angebracht. Durch die große Anzahl der in der Schiene angebrachten Bohrungen ergaben sich verschiedene Anhängemöglichkeiten. Für Transportfahrzeuge wie Ackerwagen befand sich am Heck des Traktors eine Zugverbindung - das sogenannte Zugmaul aus dem allgemeinen Transportwesen - zur Aufnahme der Deichsel. Für einachsige Fahrzeuge war die Zugvorrichtung je nach Gepflogenheit in einzelnen Regionen tief am Heck angeordnet. Daraus entwickelte sich die sogenannte Hitchanhangung mit dem Hitchhaken, der mit seiner hydraulischen Betätigung eine Einmannbedienung der Koppelung des Anhängers ermöglichte. In anderen, vorwiegend deutschsprachigen Regionen, wurde ausgehend von zweiachsigen Fahrzeugen das Zugmaul im oberen Bereich des Hecks angebracht. Damit entstanden zwei Arten der Anhängung, die bis in die Gegenwart erhalten und auch genormt sind: Obenanhangung und Untenanhangung. Die Untenanhangung ist besonders für hohe Stützlasten geeignet.

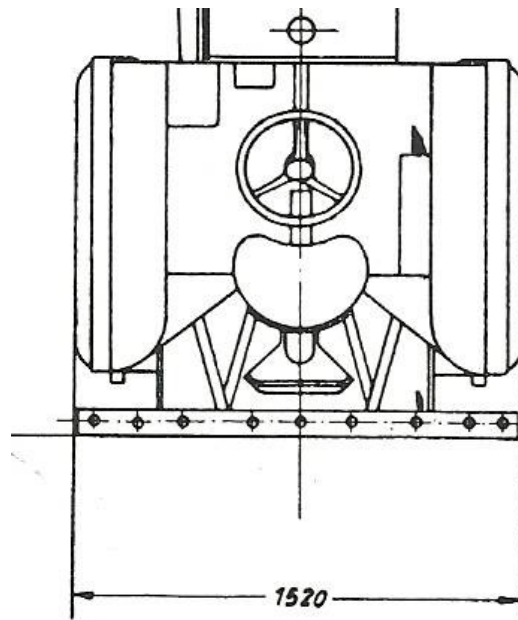


Bild 2: Ackerschiene [2]

Figure 2: Implement Attachment Bar [2]

Schon frühzeitig wurden Traktoren mit Riemenscheiben ausgerüstet, um ebenso wie mit Lokomobilen stationäre Maschinen antreiben zu können. Dabei hatten Traktoren den Vorteil der größeren Mobilität und der einfacheren Handhabung. Noch bis in die 1950er Jahre wurden Riemenscheiben an Traktoren optional angeboten.

Mobile Arbeitsmaschinen, ausgehend vom Gespannzug, wurden über ein Bodenrad angetrieben. So lag es nahe auch hier die Antriebsleistung der Zugmaschine zu nutzen. Bereits 1908 wurde die Zapfwelle durch International Harvester Company (IHC) patentiert und 1917 erstmals serienmäßig zum Antrieb eines Mähbinders mit Gelenkwelle angeboten, die bereits mit einer integrierten Überlastkupplung ausgestattet war. Schon 1914 hatte Lanz mit dem legendären Landbaumotor zum Antrieb einer rotierenden Bodenbearbeitungsmaschine des

in Ungarn propagierten Systems Köszegy` die Übertragung der Drehleistung mittels Gelenkwelle realisiert, was als Vorläufer des Zapfwellenantriebs gesehen werden kann.

Die Zapfwelle entwickelte sich schnell weltweit zur Standardausrüstung von Traktoren und ist in ISO 500 in ihren Ausführungsformen, wie Drehzahl und den erforderlichen Freiräumen für den Gelenkwellenanschluss, genormt.

Im Gegensatz zum großflächigen Nordamerika- mit zumeist gezogenen Geräten - entwickelten sich im vorwiegend kleinflächigen Europa, mit den engen Orts- und Hoflagen, angebaute Geräte und Maschinen, die vom Traktor ohne eigenes Fahrwerk getragen wurden. Abhängig von Herstellern und Funktionen der Geräte wurden individuelle Anbaukonstruktionen entwickelt, die an unterschiedlichen Befestigungspunkten des Traktors – zumeist an der Ackerschiene – montiert wurden (Bild 2). Das Heben und Senken z.B. von Pflugkörpern oder Mähwerken erfolgte zunächst durch Muskelkraft über Hebel, oft mit integrierten Federspeichern. Häufig waren diese kraftaufwendigen, stetig wiederkehrenden Tätigkeiten Ursache für Verletzungen bis hin zu schweren Unfällen. Dennoch fand diese Art des Anbaus eine große und langanhaltende Verbreitung. Erforderliche Antriebe der Geräte konnten über die Zapfwelle oder durch Sonderantriebe des Traktors erfolgen, z. B. bei den seitlich angebauten Mähbalken, welche die weitverbreiteten, von Gespannen gezogenen Mähmaschinen ablösten.

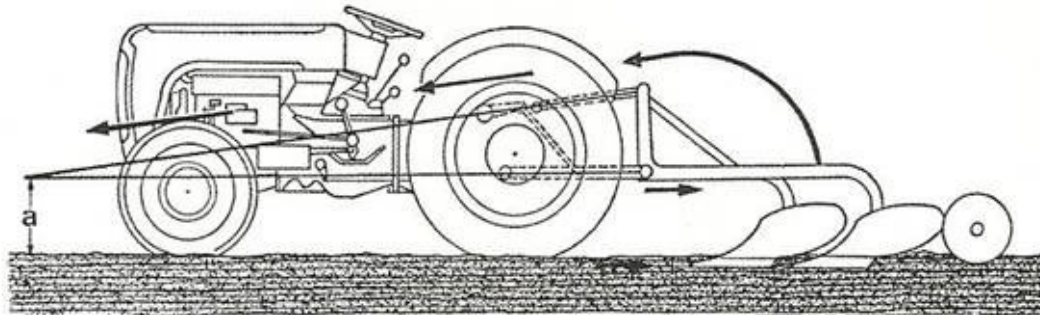


Bild 3: Dreipunktanbau, System Ferguson [3]

Figure 3: Three Point Hitch Linkage, System Ferguson [3]

In den 1930er Jahren entwickelte Harry Ferguson, zunächst mit der Firma David Braun und ab 1937 mit Ford, die legendäre Dreipunktanhängung mit hydraulischer Aushebung der Geräte. Des Weiteren konnte während des Pflügens ein Teil des Pfluggewichtes zur Erhöhung der Triebkraft auf den Traktor übertragen werden (**Bild 3**) [3]. Durch die mit einer Feder versehene Befestigung des Oberlenkers ließ sich auch die Veränderung der Zugkraft erfassen. Die dabei auftretende axiale Bewegung der Verbindungselemente wurde auf das Steuergerät der Hydraulik übertragen und es erfolgte eine Regelung der Arbeitstiefe, um so die Zugkraft konstant zu halten. Diese maßgebende Entwicklung des Dreipunktanbaus und die damit verbundene Regelung beeinflussen bis in die Gegenwart die Gestaltung der Traktor/Geräteverbindung. Dieses Anbausystem kam binnen kurzer Zeit weltweit zur allgemeinen Anwendung und ist in ISO 730 genormt (**Bild 4**) [4]. Die zwischenzeitlich von verschiedenen

Firmen, sowohl Traktoren- als auch Geräteherstellern, entwickelten Anbaumöglichkeiten, von Einpunkt- bis Vierpunktsystemen wie auch der Norm-Schwingrahmen, waren damit obsolet.

Für große Zugkräfte entwickelte sich dann aber die Unterlenkerregelung. Dabei sind die Unterlenker auf einem im Getriebegehäuse gelagerten Biegestab fixiert, dessen Verformung stark übersetzt auf das hydraulische Steuergerät zur Regelung der Zugkraft übertragen wird. Mit der sogenannten Mischregelung kann der Anteil der Zugkraft- und der Lagebeeinflussung des Gerätes den jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Mit dem elektronischen Kraftmessbolzen der Fa. Bosch wurden der mechanische, durchgehende Biegestab sowie auch andere hydraulische Lösungen durch die Elektronische Hubwerksregelung (EHR) abgelöst. Diese ermöglicht es, die elektrischen Signale des Systems auf die zunehmend eingeführten elektrohydraulischen Ventile zu übertragen.

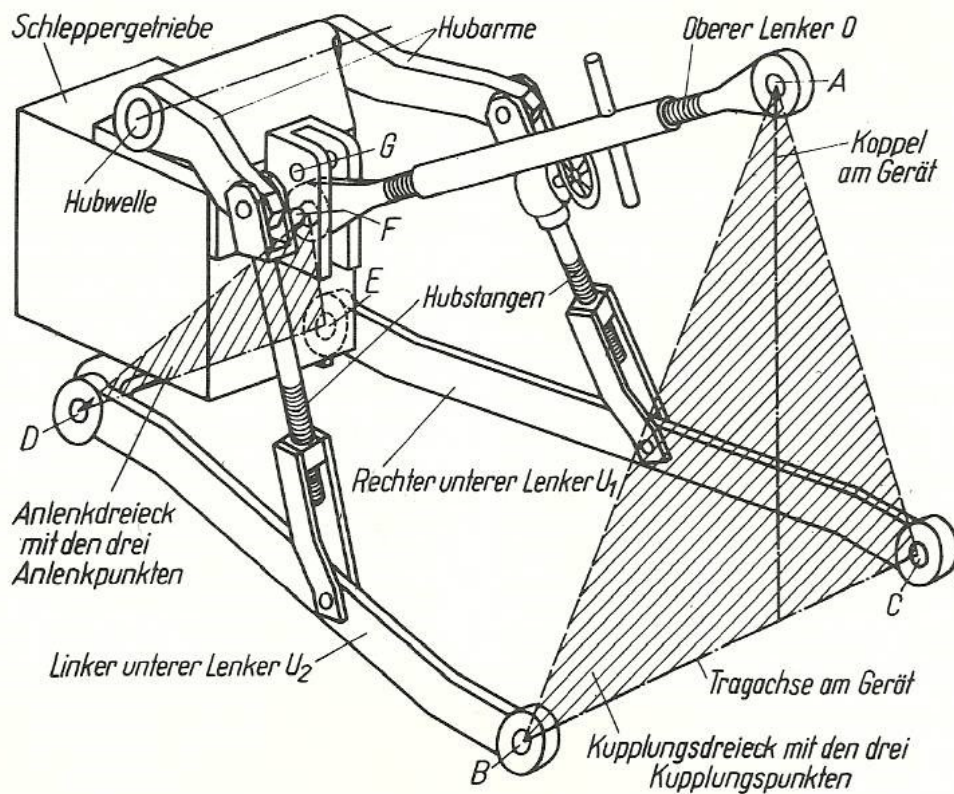


Bild 4: Systemdarstellung gemäß ISO 730 [4]

Figure 4: System according to ISO 730 [4]

In den 1940er/1950er Jahren erhielten die Traktoren mit dem Frontlader die weitere wichtige Aufgabe des Ladens und Transportierens. In Industrie und Gewerbe wird dies weitgehend durch den Gabelstapler erfüllt. Mit den geländegängigen Traktoren konnte diese Tätigkeit in Feld und Hof wirtschaftlich erledigt werden und löste so die schwere Handarbeit ab. Der Frontlader fand schnell eine nachhaltige Anwendung.

Mit dem Frontlader und besonders mit der serienmäßigen Einführung des hydraulischen Krafthebers wurden Traktoren mit leistungsfähigen Hydraulikanlagen ausgestattet. So lag es nahe, diese hydraulische Leistung auch für externe Anwendungen zum Heben, Stellen und Antreiben zu nutzen.

Daher wurden ab den 1960er Jahren, vorwiegend am Heck des Traktors, hydraulische Schnellkupplungen – sogenannte Remote Kupplungen – positioniert, um so hydraulische Hebe-, Stell- und Antriebsfunktionen bei Anhängern, Maschinen und Geräten durchführen zu können. In jüngster Zeit kommen Anschlüsse zur Übertragung von Daten und höherer elektrischer Leistung hinzu.

Mit steigender Motorleistung der Traktoren wurde auch der Frontanbau zunehmend populär, da hierdurch Arbeitsgänge kombiniert und größere Arbeitsbreiten, z. B. bei der Grünfuttergewinnung, realisiert werden konnten. Der Anbau der Geräte erfolgt weitgehend mit Komponenten des Dreipunktsystems, sodass eine weitere Schnittstelle entstanden ist, die alle Funktionselemente wie Hubwerk, Zapfwelle und Hydraulikanschlüsse des Heckanbaus nutzt. All diese sich nach und nach entwickelnden Grundfunktionen gehen einher mit der Gestaltung der Schnittstellen und zugehörigen Komponenten. Es haben sich drei Anbau-/Anhängearten gebildet: Dreipunktanbau für vom Traktor getragene Geräte; Obenanhangung für Anhänger, gezogene Geräte und Maschinen; Untenanhangung mit den Varianten der Kurzanhangung mit Zugmaul oder Pick up Hitch/Piton fixe und die Langanhangung mit dem Zugpendel. Letztere erlaubt jedoch keine großen Stützlasten.

All diese Koppelmöglichkeiten (**Bild 5**) unterliegen einem fortwährenden Wandel, um so die unterschiedlichen Anforderungen der Anwender bezüglich Komfort und wachsender Größe und Gewichten von Anhängern, Maschinen und Geräten entsprechen zu können [5]. Ferner wurden zur Erfüllung der Straßenverkehrsordnung die Traktoren mit Anschlüssen für Beleuchtung und Bremseinrichtungen für die mit dem Traktor gekoppelten Anhänger, Maschinen und Geräte ausgestattet. Diese Anschlüsse entsprechen den allgemeinen Fahrzeugrichtlinien und der STVZO.

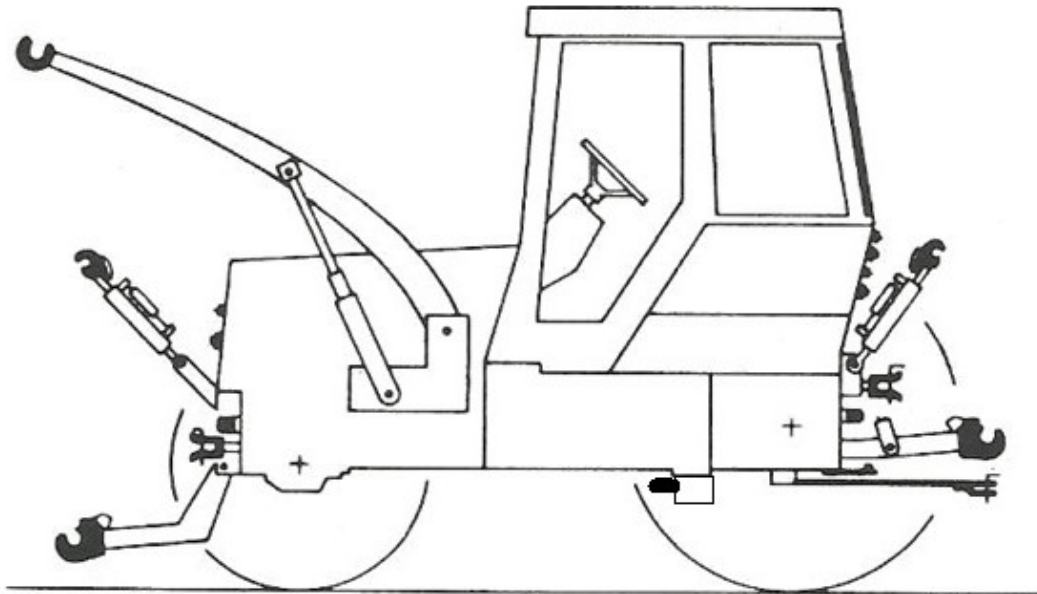


Bild 5: Gesamtdarstellung der Schnittstellen [5]

Figure 5: Overview of Interfaces [5]

Dreipunktanbau

Die Gerätekopplung erfolgt über drei Koppelpunkte: mit zwei Unterlenkern und einem Oberlenker, an deren Enden sich bewegliche Kugeln (Kugelaugen) befinden. Diese müssen auf entsprechende Aufnahmebolzen an den Geräten geschoben und dort axial gesichert werden. Der Koppelvorgang der Unterlenker erfordert ein millimetergenaues Fahrmanöver mit dem Traktor bzw. eine manuelle Handhabung zur Anpassung der Geräte. Bei schweren Geräten, z. B. Pflügen, ist dies nicht mehr möglich. So wurden vorwiegend in Nordamerika zur Kuppelerleichterung Teleskopunterlenker mit beweglichen, manuell ausziehbaren Enden ausgestattet, die im ausgezogenen Zustand eine seitliche und höhenmäßige und damit räumliche Anpassung erlauben. Beim Zurücksetzen des Traktors rasten die Enden in die Ursprungsposition wieder ein und werden dabei automatisch verriegelt (**Bild 6**) [6].

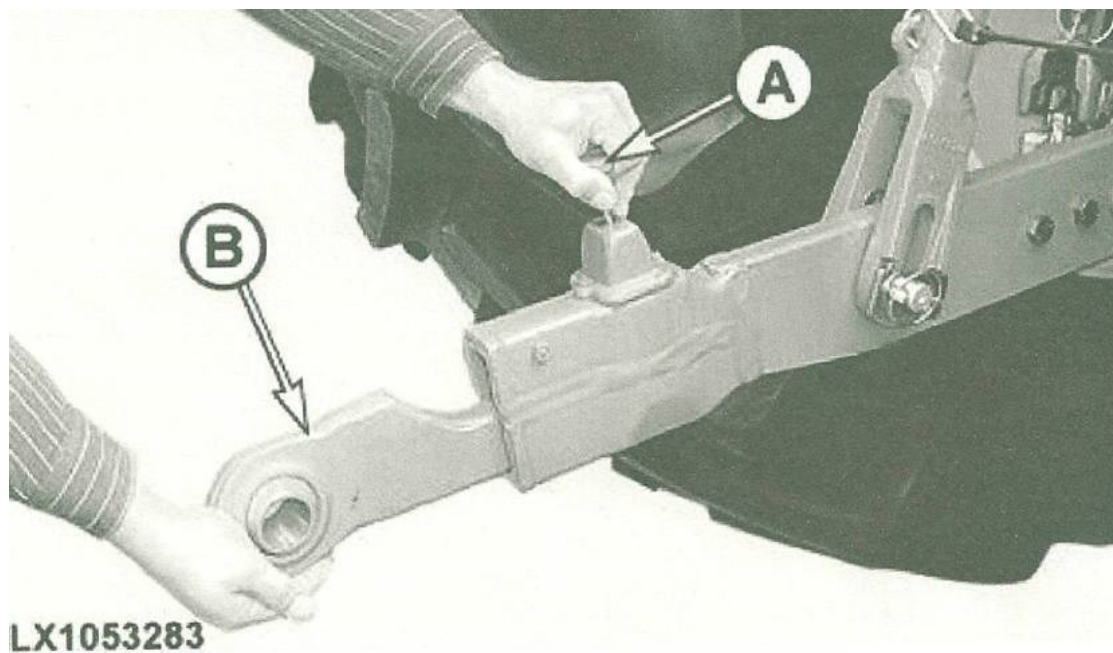


Bild 6: Teleskopunterlenker [6]

Figure 6: Telescoping Lower Link [6]

Im kleingliederigen Europa – mit häufigem Wechsel der Geräte – wurden dafür Lösungen entwickelt, die eine Gerätekopplung mit Schnellkupplern ohne weiteren manuellen Eingriff erlauben. Es gab eine Vielzahl von firmenspezifischen Lösungsvorschlägen, die jedoch nicht kompatibel waren. Daher wurde seitens des Landmaschinen- und Ackerschlepperverbandes (LAV) eine Arbeitsgruppe gebildet, welche den sogenannten Norm-Schnellkuppler entwickeln sollte. Dies wurde jedoch von der Praxis überrollt. Besonders das von Helmut Weiste in den 1960er Jahren entwickelte und patentierte Kuppeldreieck erwies sich als geniale Konstruktion (**Bild 7**) [7]. In nur einem Hubvorgang erfolgt die Kopplung auch ohne hohe Anfahr- genauigkeit. Die Konstruktion besteht aus einem A-förmigen Rahmen der im Dreipunktgestänge befestigt wird und in einem ebenfalls A-förmigen, nach unten offenem Gegenstück, das an der Geräteseite montiert ist. Beide Rahmen rasten beim Koppelvorgang ineinander, sodass Traktor und Gerät sicher mit einander verbunden werden. Nachteilig erweist sich jedoch, dass das traktorseitige Kuppeldreieck bei einem Anhängereinsatz – speziell in der Obenanhangung – hinderlich ist und daher entfernt werden muss. Für den Frontanbau trifft diese Situation nicht zu, sodass diese Lösung allgemein im Frontanbau angewendet wird. Das traktorseitige Kuppeldreieck bildet so gleichzeitig – bei nicht gekuppelten Geräten – einen Auffahrschutz.

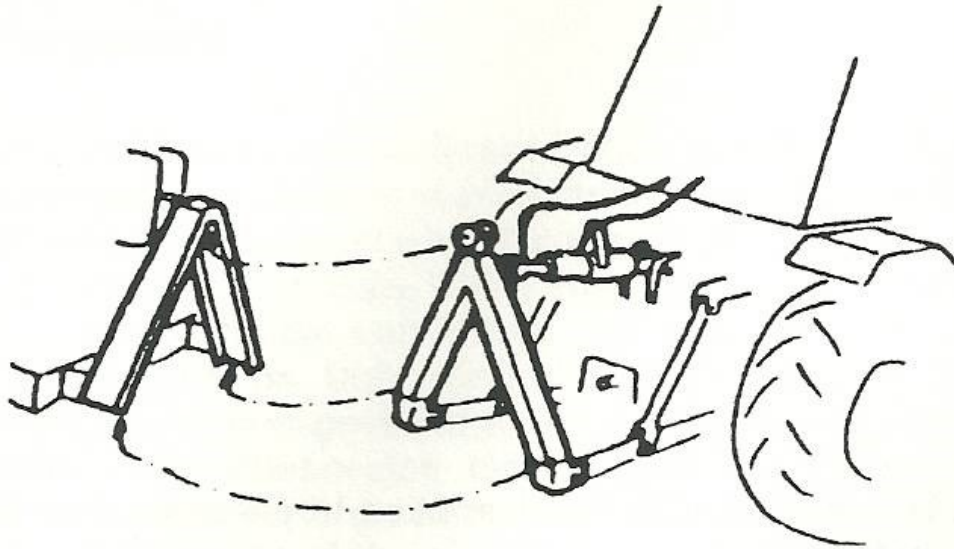


Bild 7: Dreieck-Kuppler [7]

Figure 7: A-Frame Coupler [7]

Vorwiegend in Frankreich entwickelte sich in den 1960er Jahren für den Pflug- und Grubberanbau der sogenannte Tragachsenkuppler (**Bild 8**) [8]. Hierzu wird im Dreipunktgestänge des Traktors eine Kuppelwelle montiert, die beim Anheben der Unterlenker in entsprechende Aufnahmen des Gerätes einrastet und geräteseitig verriegelt wird.

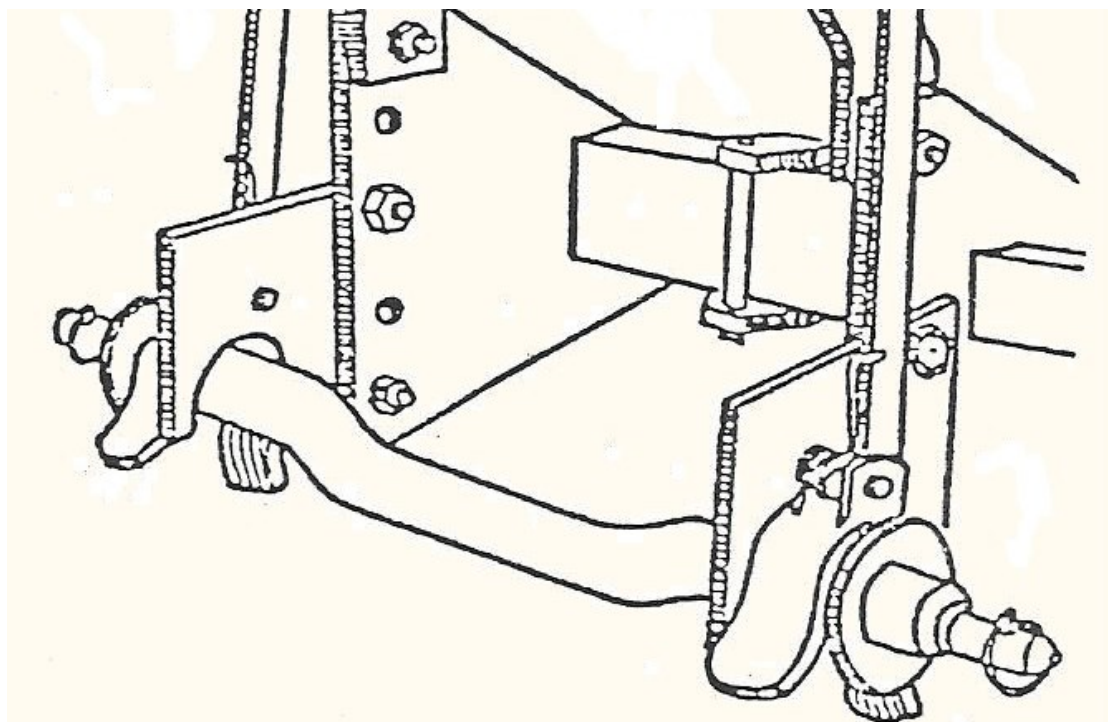


Bild 8: Tragachsenkuppler [8]

Figure 8: Bar Coupler [8]

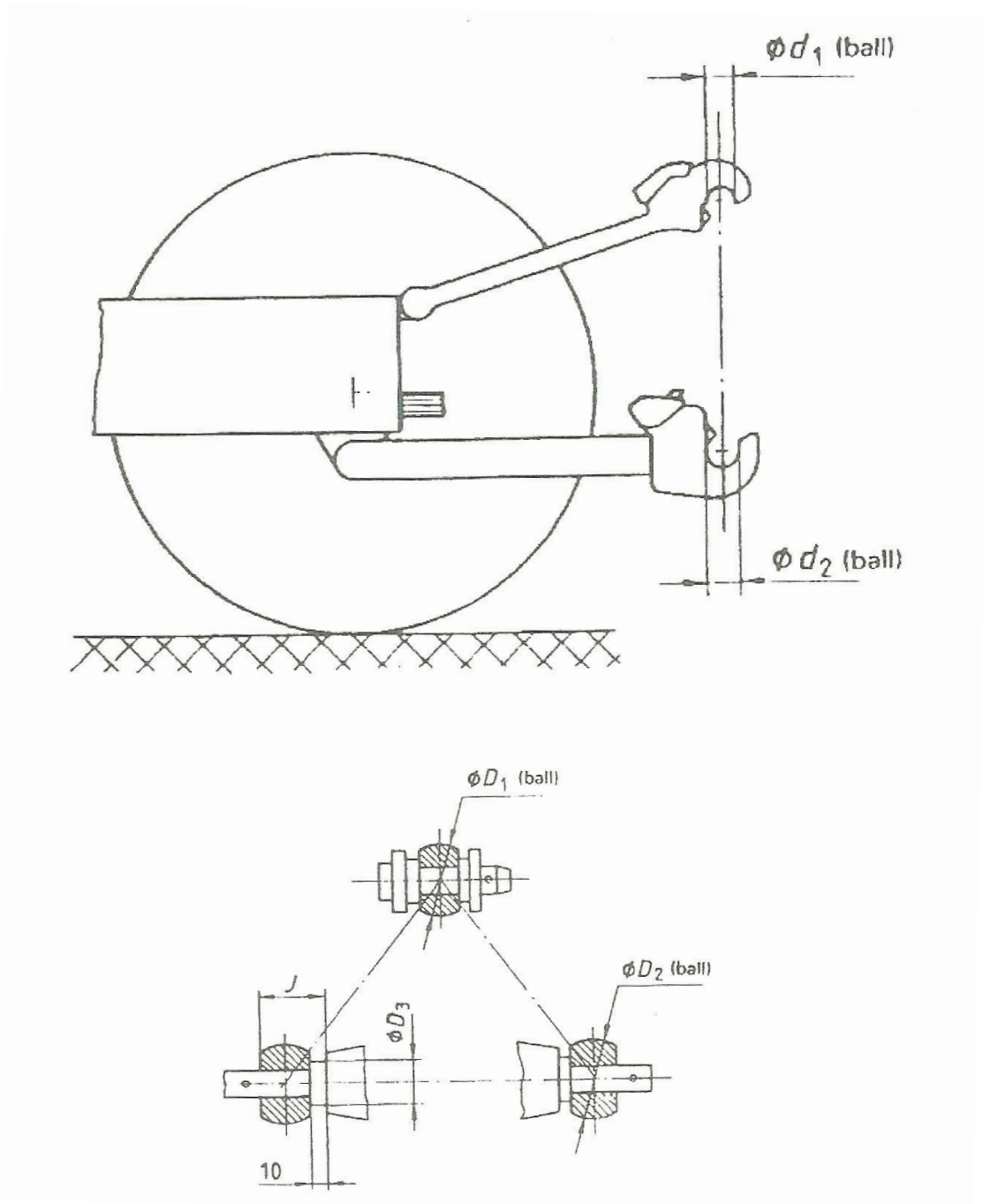


Bild 9: Fanghakenkuppler [9]

Figure 9: Link- Coupler [9]

Im deutschsprachigen Raum wurden in 1970er Jahren Hakenkuppler entwickelt (**Bild 9**), die ohne Adapter und weiteren Änderungen an Traktor und Gerät funktionsfähig sind [9]. Hierzu werden an Stelle der Kugelaugen des Dreipunktgestänges Haken mit einer Verriegelung angebracht. Die Zapfen der Geräte werden dauerhaft mit Kugeln ausgestattet, die mit der

Hakenausnehmung korrespondieren. Beim Anheben der Unterlenker rasten die Haken in die Kugeln ein und werden automatisch verriegelt. Der Oberlenker, ebenfalls mit einem Haken versehen, muss in einem separaten Arbeitsgang von Hand eingelegt werden. Auch hier findet eine sichere automatische Verriegelung statt. Hier ist vorteilhaft, dass Traktor und Gerät direkt gekoppelt werden können, da keine Adapterelemente erforderlich sind. Das System kann bei unterschiedlichen Spreizmaßen der Unterlenker eingesetzt werden und erlaubt gerätespezifische Koppelhöhen des Oberlenkers. Diese Lösung hat weltweit Anerkennung und breite Anwendung gefunden.

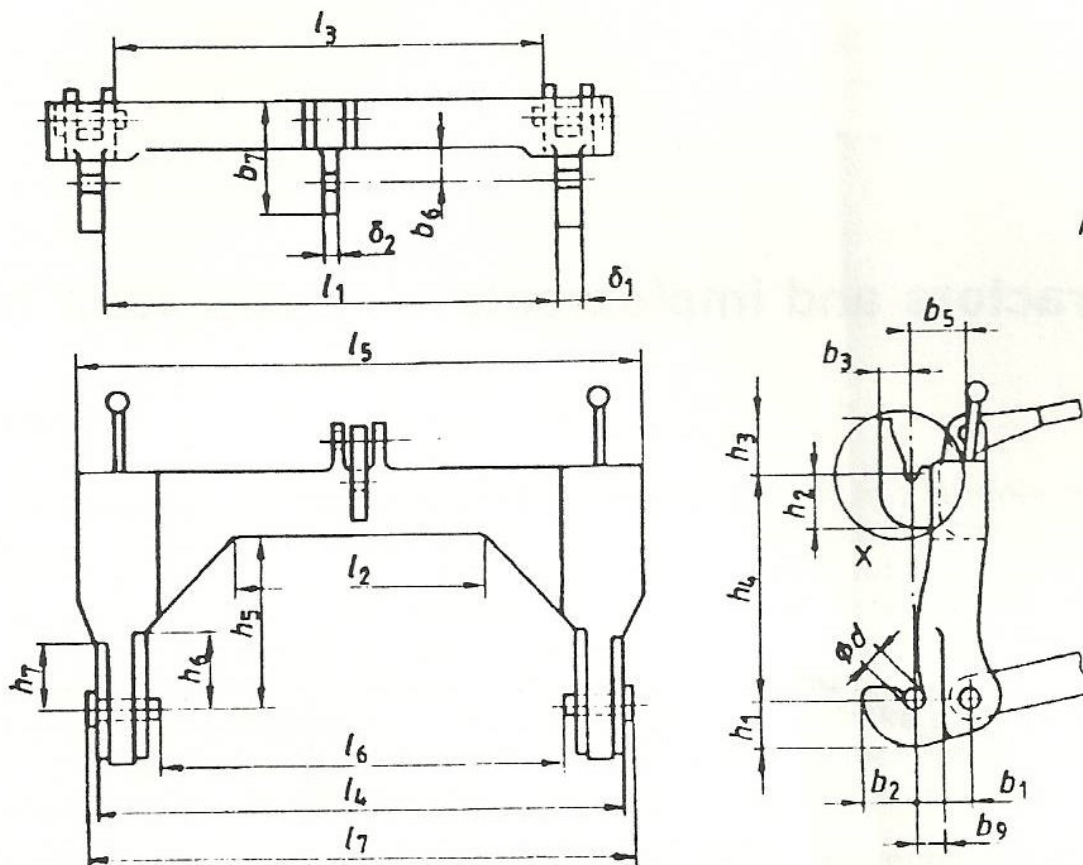


Bild 10: Rahmenkuppler [10]

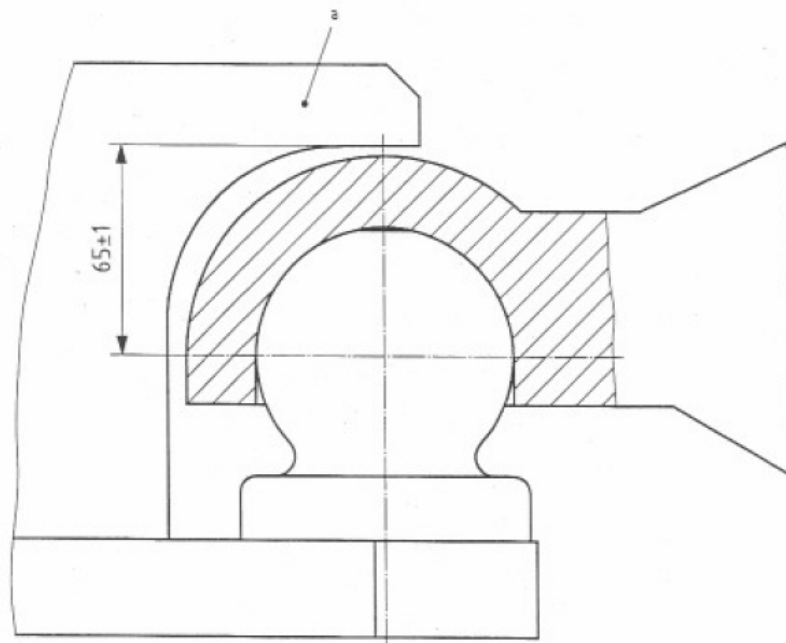
Figure 10: U-Frame Coupler [10]

In Nordamerika wurden sogenannte Rahmenkuppler (**Bild 10**) zur Nutzung schwerer Dreipunktgeräte entwickelt [10]. Der Rahmenkuppler nimmt die Geräte mit nach oben offenen Haken auf. Beim Anheben rasten die Koppelpunkte des Gerätes ein und werden verriegelt. Dazu muss die Anordnung der Kuppelbolzen der Geräte auf die vorgegebenen Maße des Rahmenkupplers abgestimmt sein, daher ist dieses System wenig flexibel. Auch wegen seiner Abmessungen und des Gewichtes hat dieser Kuppler in Europa keine breite Anwendung gefunden.

Alle zuvor behandelten Kuppelsysteme sind in ISO 11001 Teil 1-4 genormt, um damit eine Austauschbarkeit in den jeweiligen Anwendungsgebieten zu ermöglichen.

Untenanhängung mit 80er Kugel-Kupplung

Durch immer größere Anhänger, Maschinen und Geräte mit hohen Stützlasten, die auf die Koppellemente wirken, sind herkömmliche Verbindungseinrichtungen wie Zugmaul (< 2 t) und Hitch (< 3 t) überfordert. So entwickelte sich um die Wende 20./21. Jahrtausend eine weitere Koppelungsart als Untenanhängung. Die sogenannte Kugelkupplung (**Bild 11**) zeichnet sich durch ein geringes Spiel in der Verbindung sowie durch die Aufnahme hoher Stützlasten (4 t) aus [11]. Durch die Untenanhängung werden die Kräfte für die Fahrstabilität des Gespanns an günstiger Stelle in das Zugfahrzeug eingeleitet. Wegen der internationalen Bedeutung ist diese Lösung in ihrer Anordnung und Dimensionen seit 2005 in ISO 24347 genormt und findet bei obigen Bedingungen bevorzugte Anwendung.



^a Keeper shape optional.

Bild 11: Kugelkupplung 80 [11]

Figure 11: Ball-Type Hitch 80 [11]

Sonderentwicklungen

Über eine lange Zeit galt der Standard-Traktor für Pflegearbeiten als wenig geeignet. Diese wurden weitgehend weiterhin in Handarbeit und Maschinen im Gespannzug vorgenommen. Um auch hier die Motorisierung zu nutzen, wurde der Zwischenachsenbau entwickelt. Hierbei befanden sich die Arbeitswerkzeuge im Blickfeld des Fahrers und ermöglichten so eine präzise Lenkung. Diese Traktoren waren zwischen der Vorder- und Hinterachse besonders schlank, die sogenannte Wespentaille, um so die Geräte in diesem Bereich anordnen zu

können. Damit ergaben sich herstellerspezifische Schnittstellen. Für Hebe- und Senkfunktionen waren vorwiegend hydraulisch betätigte Einrichtungen vorhanden. Die Antriebe erfolgten über die Heckzapfwelle. Diese Bauart war im Wesentlichen Traktoren mit geringer Leistung und mit den schmalen Pfl gereifen vorbehalten. Insgesamt war es eine Episode weniger Jahre. Parallel entwickelten sich aus den gleichen Überlegungen die Geräteträger. Diese Spezialtraktoren tragen mit bauartspezifischen Schnittstellen die Geräte und deren Funktionseinheiten im Blickfeld des Fahrers. Diese zunächst von vielen Herstellern angebotene Bauweise wurde letztlich nur noch von der Fa. Fendt bis vor wenigen Jahren erfolgreich als Nischenprodukt vermarktet. Abgelöst wurde diese Bauweise durch sich schnell wandelnde Arbeits- und Anbaumethoden, sowie dem Anbau vor der Vorderachse – dem Frontanbau – und den größeren Motorleistungen der Traktoren.

Zusammenfassung

Der Traktor ist in der hochmechanisierten Landwirtschaft die dominierende Schlüsselmaschine, auch wenn selbstfahrende Arbeitsmaschinen spezielle Verfahren der Ernte und Ausbringung von Gütern übernommen haben. In den ca. 100 Jahren hat sich der Traktor vom Ersatz des Gespannzuges zur komplexen Universalmaschine mit ständig erweiterten Funktionen entwickelt. Auf den Traktor zugeschnittene Arbeitsgeräte und -verfahren bewirkten auch neue und angepasste Schnittstellen. Deren Komponenten sind weitgehend Bestandteil des Traktors und der zugehörigen Arbeitsgeräte und -maschinen. Zur Erfüllung der Funktion und zur Arbeitserleichterung/Arbeitskomfort werden diese stetig weiterentwickelt. Der Traktor gilt als die Universalmaschine, deren Schnittstellen gültigen ISO-Normen unterliegen und die dadurch unabhängig von Maschinen- und Geräteherstellern weltweit eingesetzt werden können und somit den Anbau kompatibel gestalten. Dies ist ein wesentlicher Aspekt für die Landwirtschaft im Hinblick auf die Verwendung der Arbeitsgeräte, -maschinen und Anhänger und auch deren überbetrieblichen Einsatz. Der Strukturwandel in der Landwirtschaft und die zunehmende Spezialisierung der Betriebe haben stets zu neuen Herausforderungen in Leistungsvermögen und Arbeitsverfahren geführt und damit einen ständig wechselwirksamen Einfluss auf die Gestaltung der Traktoren wie auch der Arbeitsmaschinen, -geräte und Transportsysteme ausgeübt und damit die Entwicklung der Schnittstellen beeinflusst.

Literatur

- [1] Deere & Company: Archivmaterial, Moline, IL., USA.
- [2] Bauer, A.: Schlepper. (2. Auflage). Augsburg: Weltbild Verlag, 1993, ISBN 9783893505357.
- [3] Bauer, G.: Faszination Traktoren & Ernte. Verlags Union Agrar 2007, ISBN 978-3769006919.
- [4] MEG/KTBL- Schrift: Miterlebte Landtechnik. Band 1, 1985, Seite 76, Abb. 8.
- [5] Nienhaus, C.: Landtechnik, 1986, Seite 50, Abb. 2.
- [6] John Deere Werke Mannheim: Bedienungsanleitung für Row Crop Traktoren.
- [7] ISO 11001-2. Agricultural wheeled tractors and implements - Three-point hitch couplers - Part 2: A-frame coupler.
- [8] ISO 11001-4. Agricultural wheeled tractors and implements - Three-point hitch couplers - Part 4: Bar coupler.
- [9] ISO 11001-3. Agricultural wheeled tractors and implements - Three-point hitch couplers - Part 3: Link coupler.
- [10] ISO 11001-1. Agricultural wheeled tractors - Three-point hitch couplers - Part 1: U-frame coupler.
- [11] ISO 24347. Agricultural vehicles - Mechanical connections between towed and towing vehicles - Dimensions of ball-type coupling device (80 mm).

Autorendaten

Dipl.-Ing. Clemens Nienhaus arbeitete vormals bei GKN Walterscheid, Dr.-Ing. Heinz Stuhmann arbeitete vormals bei John Deere, beide Mitglieder des Fachausschusses Geschichte der Agrartechnik im VDI-Fachbereich Max-Eyth Gesellschaft Agrartechnik.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Nienhaus, Clemens; Stuhmann, Heinz: Verbindungseinrichtungen (Schnittstellen) zwischen Traktor und Anbaugerät. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2018. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2019. S. 1-14

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201901211157-0>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2017/chapter/geschichte-verbundungseinrichtungen.html>