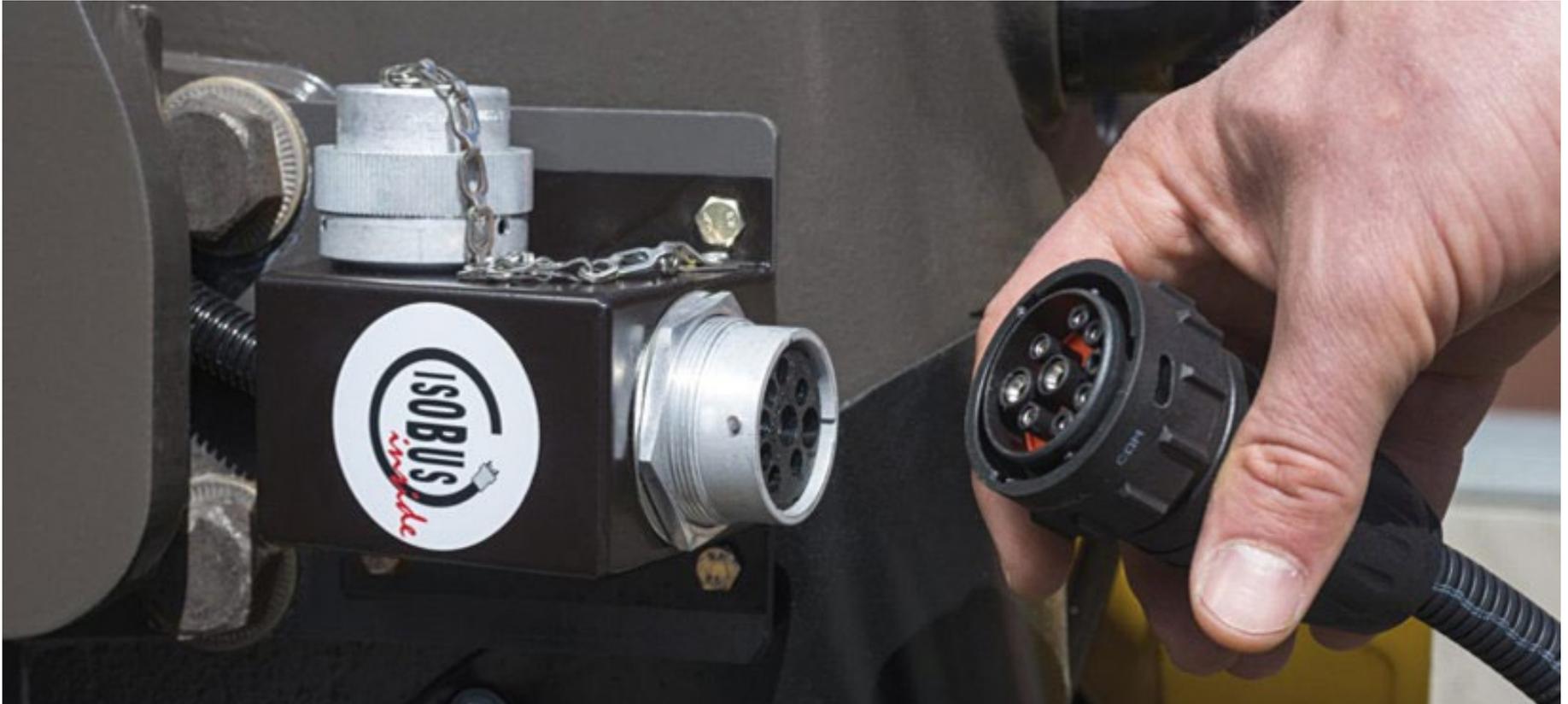
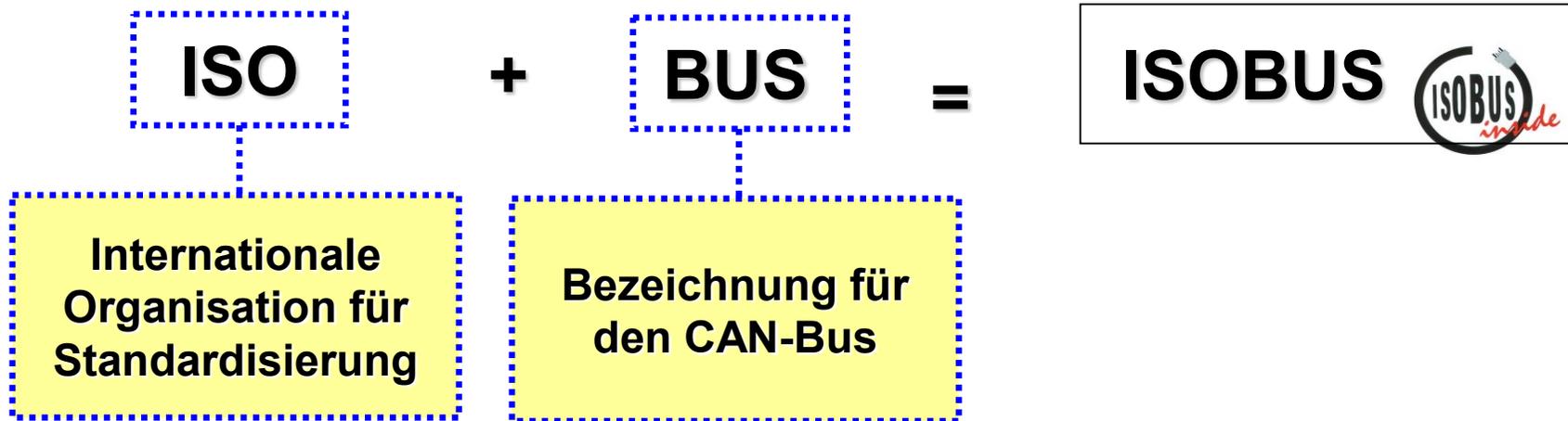


# 5. ISOBUS – Ein weiterer Baustein von „Precision Farming“



Quelle: Claas Gruppe

# Was bedeutet ISOBUS?



- » ISOBUS ist eine Spezifikation für ein elektrisches Kommunikationssystem zwischen Traktor und Anbaugerät, basierend auf der Norm ISO11783
- » **Was macht ISOBUS?**
  - › Ermöglicht einen schnellen Datentransfer zwischen Traktor, Terminal, Anbaugerät und Ackerschlagkartei durch herstellerunabhängigen Aufbau des Nachrichtennetzwerkes
  - › Liefert Traktorinformationen des CAN-BUS zum Anbaugerät
  - › Definiert einen mechanischen und elektronischen Kompatibilitätsstandard
  - › Mit einem Terminal kann jedes ISOBUS fähige Anbaugerät gesteuert und überwacht werden

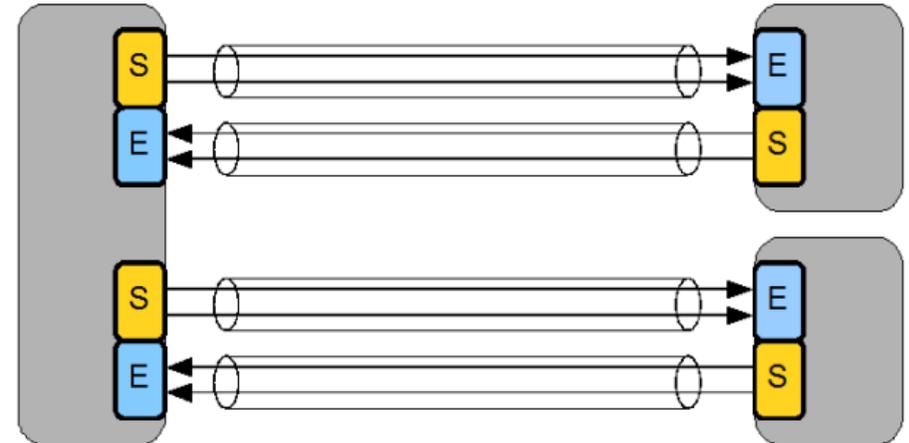
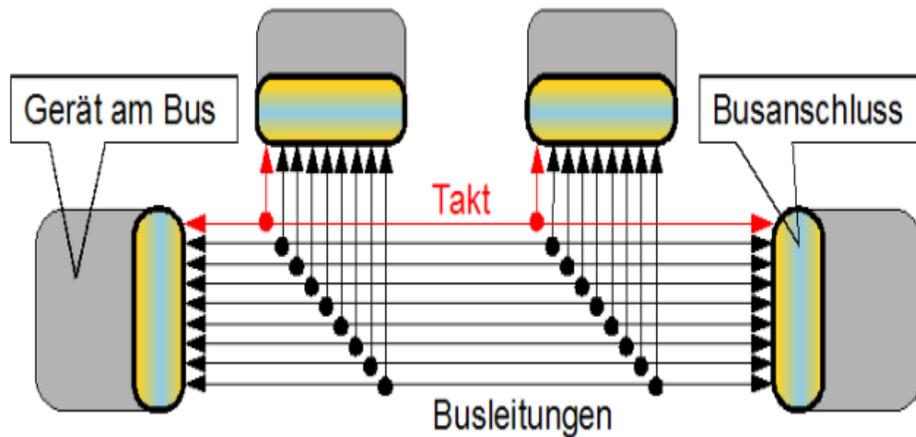
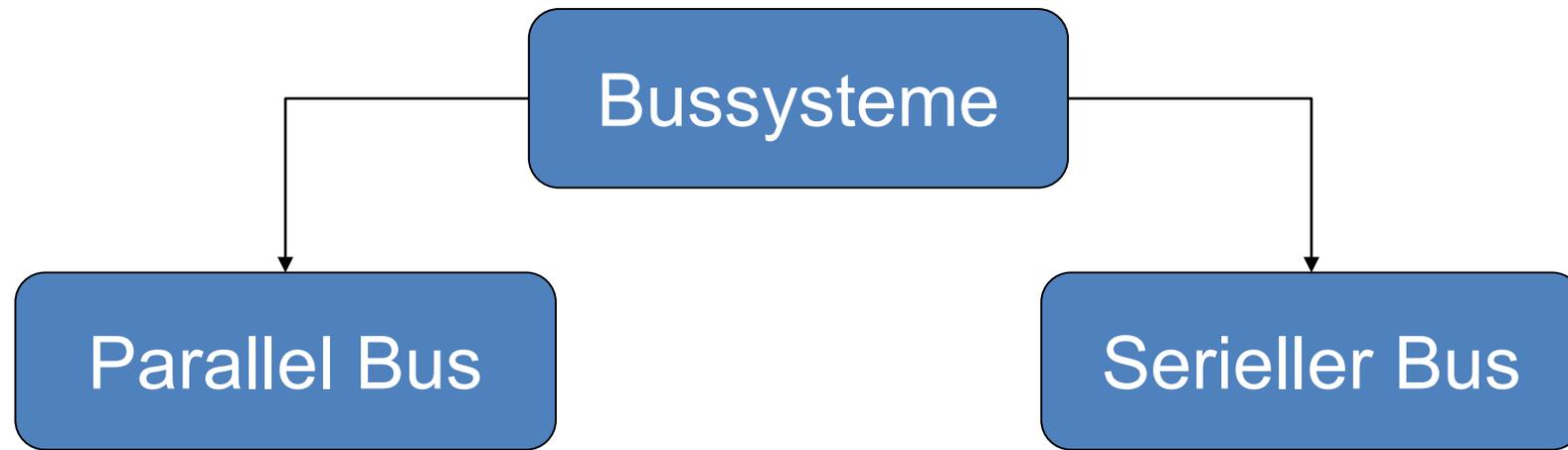
# Was ist ein BUS?

- » **B**inary **U**nit **S**ystem
- » System zur Datenübertragung
- » Datenübertragung zwischen mehreren Teilnehmern
- » Nutzung eines gemeinsamen Übertragungsweges

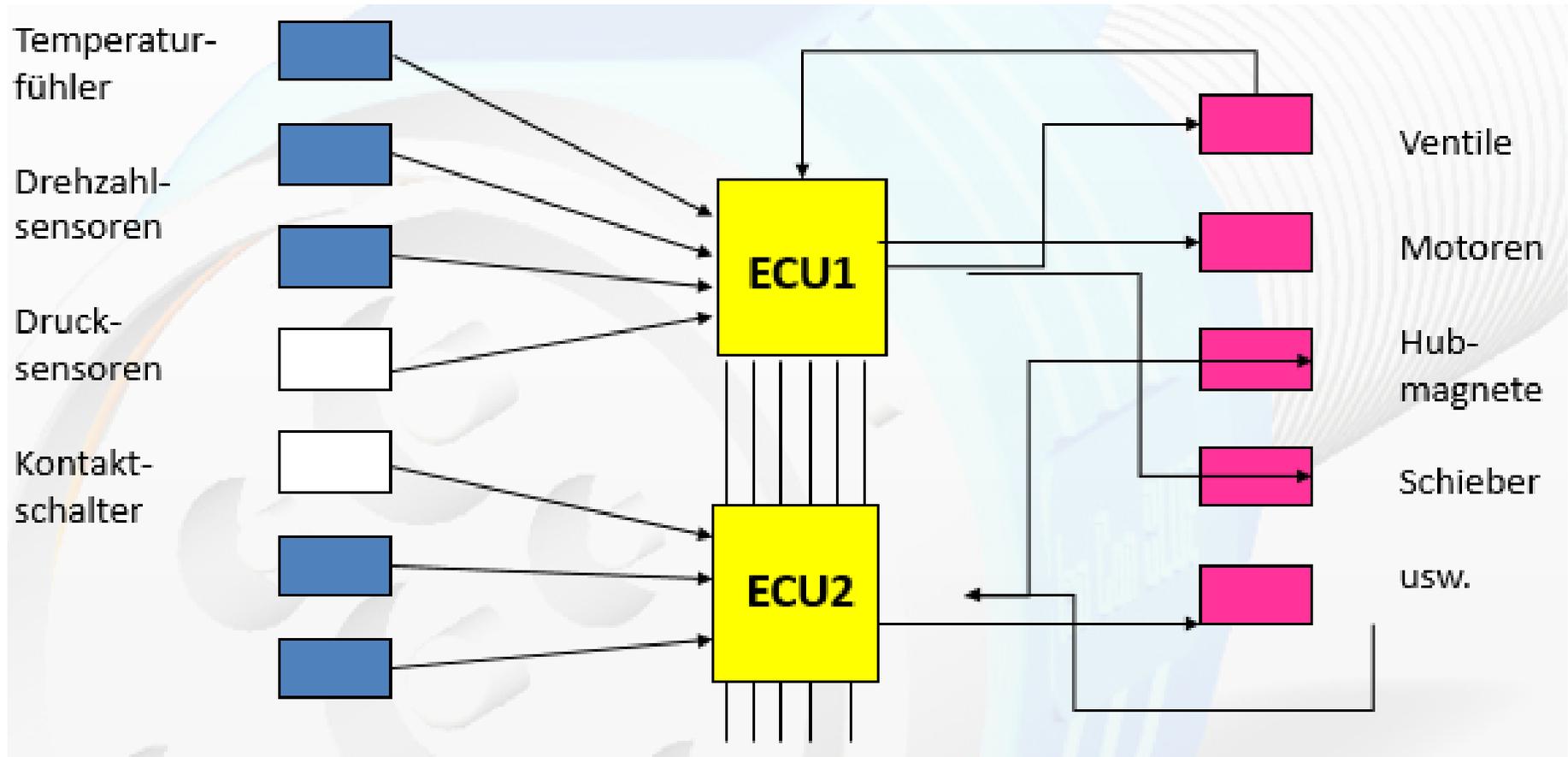


Quelle: Müller Elektronik

# Einteilung der Bussysteme



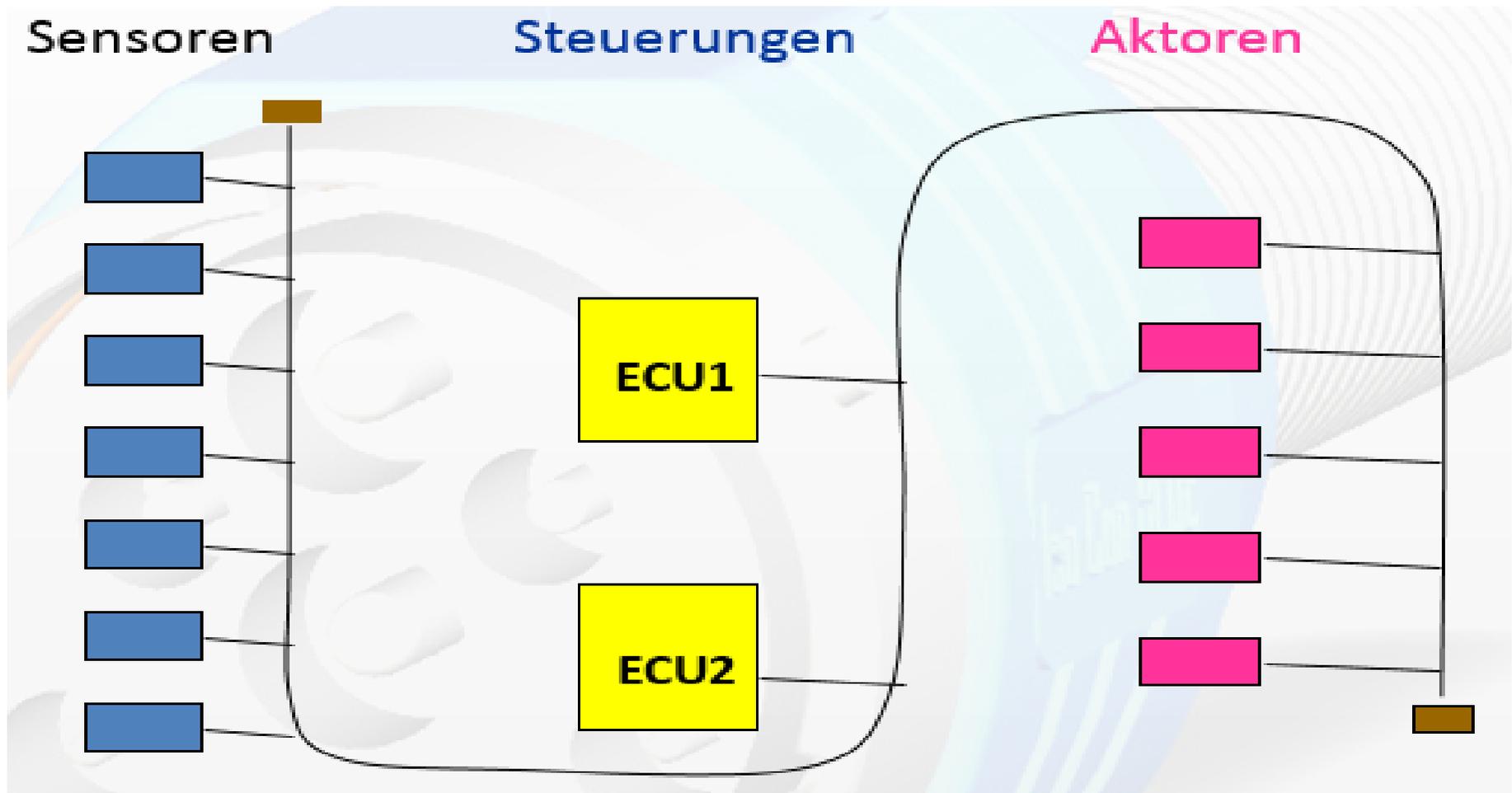
# Parallel Bus



» Netzwerk vor Einführung des ISO Bus bzw. LBS: Jeder Sensor bzw. Aktor war mit einem eigenen Kabel mit dem Jobrechner verbunden

## » Paralleles Netzwerk

# Serieller Bus



- » Nur ein Kabel, an dem jeder Teilnehmer angebunden ist, ist nötig
  - » **Seriell**es Netzwerk

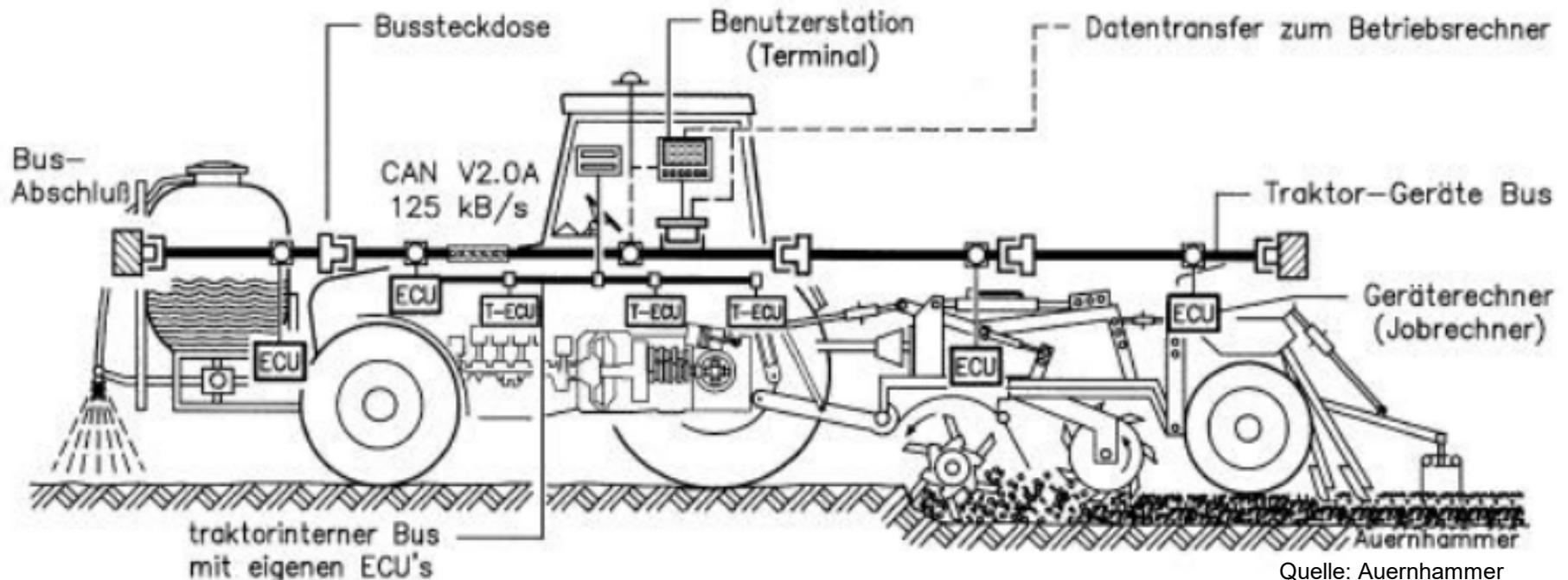
Quelle: „Die Kommunikation zwischen Schlepper und Anbaugerät“ von Johannes Feil

# Serieller Bus - Vorteile

- » Geringer Installationsaufwand
- » Nur eine Datenleitung
- » An- und Abkoppeln von Geräten ohne Systembeeinträchtigung
- » Ausfall von Teilnehmern ohne das ganze System zu beeinträchtigen (hohe Funktionssicherheit)
- » Stromversorgung über den BUS
- » Echtzeitfähig
- » Möglichkeiten zur Fehlerdiagnose

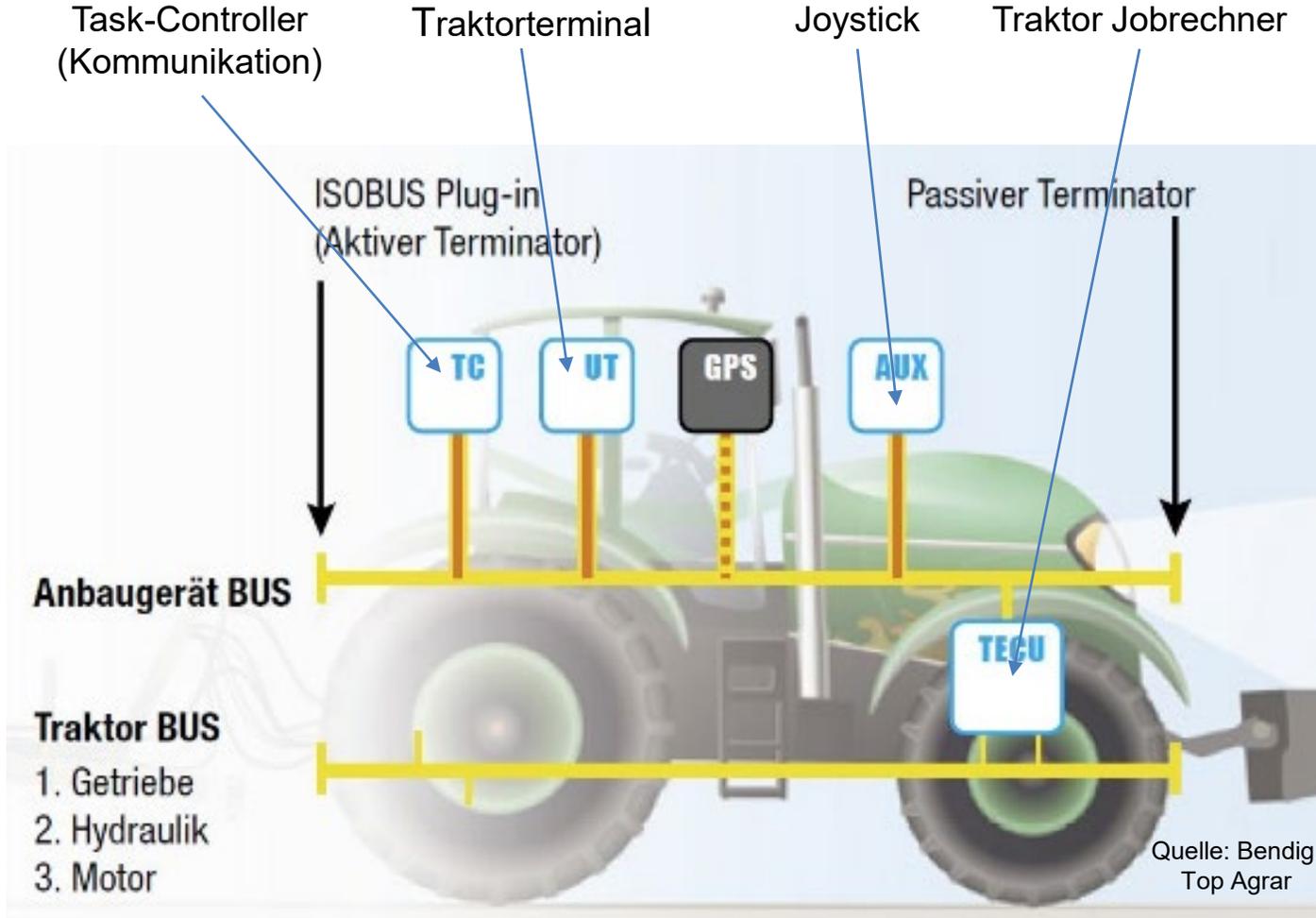
# Landwirtschaftliches Bussystem (LBS) – Vorstufe ISO-Bus

- » Zusammenwirken von Schlepper, Arbeitsgerät und Betriebs-PC
- » mehrere Teilnehmer (Steuergeräte, Terminals) können vernetzt werden



- » **CAN-Bus (Controller Area Network)** arbeitet nach dem „Multi-Master-Prinzip“ d.h., er verbindet mehrere gleichberechtigte Steuergeräte
- » **ECU's (Electronical Control Unit)** sind Geräterechner, die je nach Aufgabe Sensoren auslesen oder Aktoren (Ventile, Motoren) ansteuern

# ISOBUS - Funktionsweise



**1. Bedienterminal anschließen**

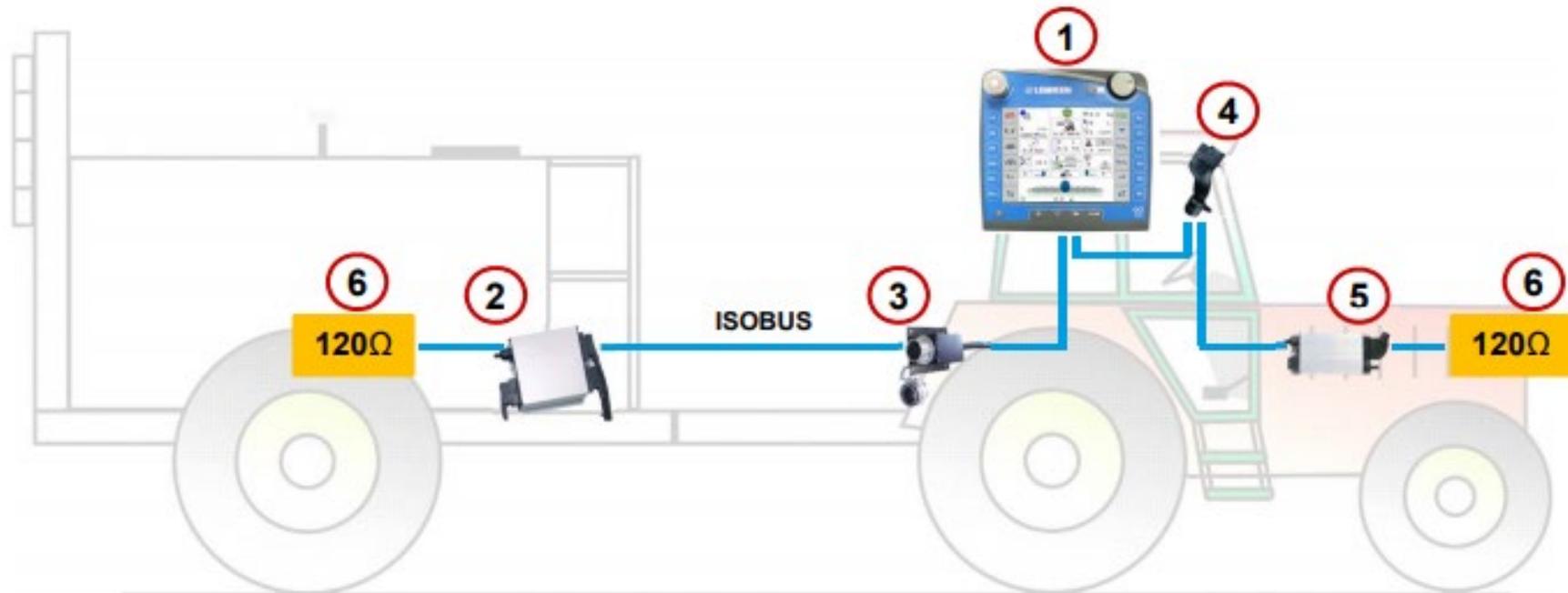
**2. Gerät anbauen**

**3. Gerätestecker anschließen**

**4. Zündung einschalten**

**5. Anbaugerät spielt automatisch die Software auf das Terminal (nur bei erster Koppelung)**

# Die wichtigsten ISOBUS-Bausteine



1. ISOBUS-Bedienterminal (UT)
2. ISOBUS-Jobrechner am Gerät
3. Normierte Traktor-Gerätesteckdose
4. ISOBUS-Zusatzbedienelement (AUX)
5. Traktor-ECU
6. Abschlusswiderstand (120 Ohm)

# ISOBUS-Stecker - Schnittstelle zwischen Schlepper und Maschine

- » Bildet die Schnittstelle zwischen Schlepper und Maschine bzw. zwischen den Teilnehmern
- » 9 Pins bzw. Adern
- » Staub und Wasserfest jedoch „abreißsicher“ konzipiert

Pin	Bezeichnung	Farbe	Beschreibung	Spannung	Querschnitt/ Bemerkung
1	GND	schwarz	Masse	Masse	6 mm <sup>2</sup>
2	ECU_GND	schwarz	Masse Steuereinheit	Masse	2,5 mm <sup>2</sup>
3	PWR	rot	Leistungsstromversorgung	12 V	6 mm <sup>2</sup>
4	ECU_PWR	rot	Stromversorgung der Steuereinheit	12 V	2,5 mm <sup>2</sup>
5	TBC_DIS	-	Steuerung Terminierung		Brücke
6	TBC_PWR	rot	Stromversorgung für Terminierung	12 V	
7	TBC_RTN	schwarz	Masse für Terminierung	Masse	
8	CAN_H	gelb	Datenübertragung		verdrillt
9	CAN_L	grün	Datenübertragung		verdrillt



# ISOBUS-Grundregeln

## 1. Der BUS muss geschlossen sein

- › Immer sichergehen dass ein Abschlussstecker auf dem letzten Anschluss steckt

## 2. Nur ein Task Controller (TC) am BUS

- › Es darf immer nur ein Terminal TC Aufgaben übernehmen

## 3. Nur ein primäres Terminal am BUS

- › Nur ein Terminal darf UT-Priorität 1 haben, dieses ist für die Belegung der Auxiliaries zuständig und das Anbaugerät meldet sich dort als erstes an

## 4. Geduld

- › Beim ersten Anschließen eines Gerätes wird der Objektpool hochgeladen, dies kann einige Minuten dauern und ist nicht auf jedem Terminal ersichtlich

## 5. „Reboot“ tut gut

- › Vor allem nach der Änderung von Einstellungen muss der BUS (Traktor + Terminal + Anbaugerät) mal neu gestartet werden

# ISOBUS - Kundenvorteile

- » ISOBUS standardisiert die Steuerungseinstellungen, verringert Rüstzeiten, minimiert Montage- und Schnittstellenprobleme. Kalibrierungen entfallen, die Bedienerfreundlichkeit steigt
- » Vereinfachung der Bedienung durch Angleichen von Bedienstrukturen
  - › Funktionstasten des Traktors können in das ISOBUS integriert werden
- » Nutzung von gemeinsamen sogenannten Auxiliaries
  - › Zusatzbedienelemente wie zum Beispiel ein Joystick
- » Der Anschluss der verschiedenen Komponenten ist kinderleicht aufgrund des normierten neunpoligen Steckers
- » Die Anschaffung von nur einem Terminal spart Kosten
- » ISOBUS ist Voraussetzung für eine einwandfreie Dokumentation und Precision Farming
- » Nutzung eines Terminals für mehrere Geräte und Maschinen
  - › Aufgeräumte Kabine
  - › In der Kabine herrscht freie Sicht, was die Sicherheit erhöht

# ISOBUS - Kundenvorteile



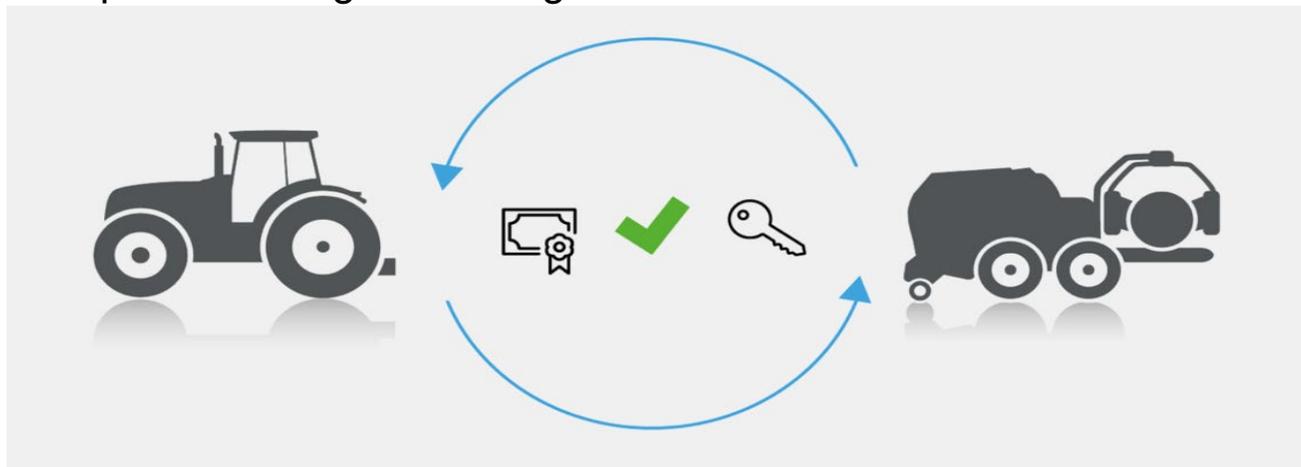
Quelle: Lemken



Quelle: Bogballe

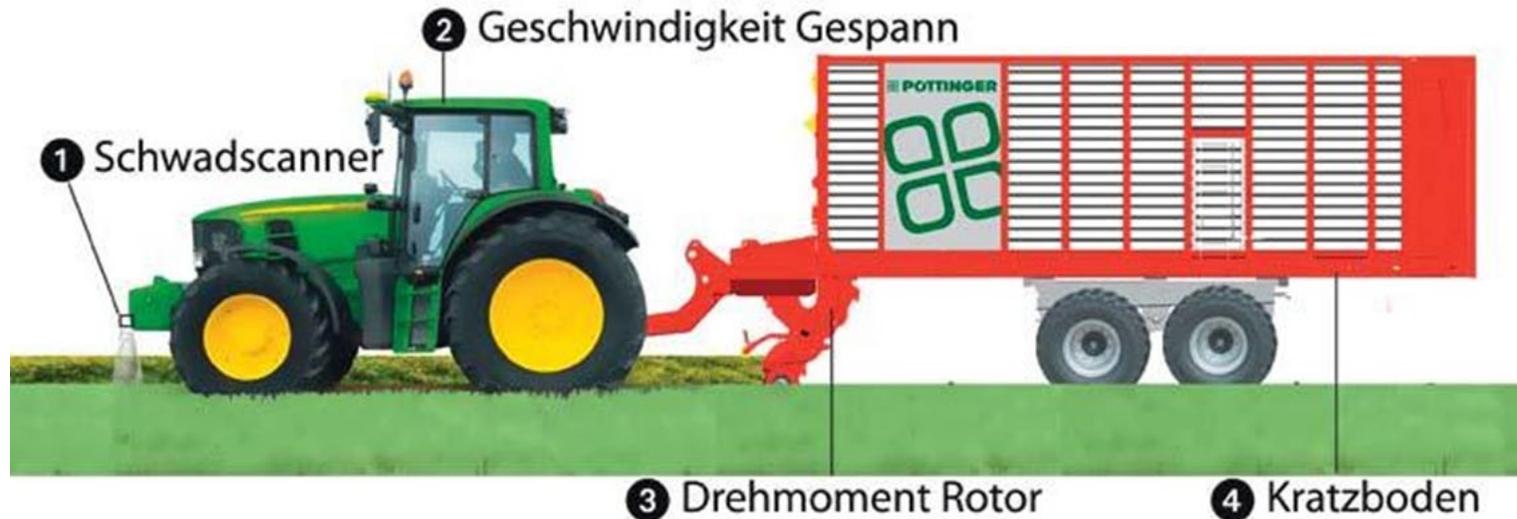
# TIM (Tractor Implement Management) – basierend auf ISOBUS

- » produkt- und herstellerübergreifende ISOBUS Lösung der Landtechnikindustrie
- » Schlüssel für diese neue Technologie ist die Nutzung der Vorteile des Gesamtsystems, bestehend zum Beispiel aus Traktor und Gerät
- » bei anderen Lösungen steuert ausschließlich der Traktor das Anbaugerät
- » bei TIM handelt es sich um einen Austausch, bei dem Daten in beide Richtungen übertragen werden (bidirektionalen Kommunikation)
- » Mithilfe von TIM kann ein Anbaugerät automatisch bestimmte Funktionen des Traktors steuern
  - › Gerät optimiert seinen Betrieb also selbst und gibt Steuerbefehle an den Traktor
  - › zum Beispiel die Fahrgeschwindigkeit oder die Steuerventile



Quelle: AEF

# Praxisbeispiele - TIM



Quelle: Pöttinger

## Funktionsprinzip Schwadsensor-Ladewagen Kombination (Pöttinger):

- » Schwadscanner (1) erfasst die Geometrie des Schwads
- » Gleichzeitig wird permanent das Drehmoment am Rotor (3) gemessen
- » Abhängig von den Parametern (1) + (3) regelt das BUS System die Vorfahrtsgeschwindigkeit (2)
- » Verstopfungen des Rotors werden auf ein Minimum reduziert
- » Das Gespann kann immer an der Leistungsgrenze gefahren werden

# Praxisbeispiele - TIM



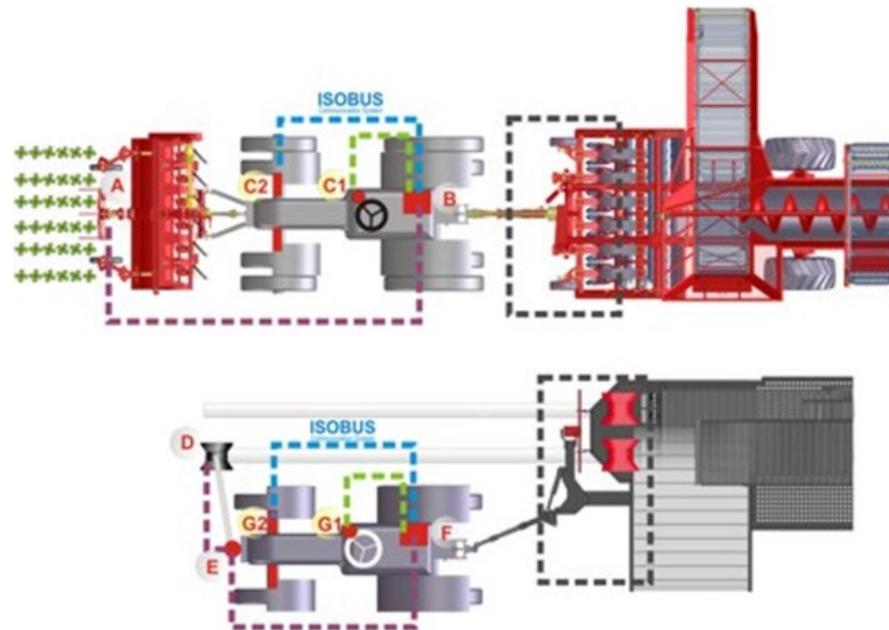
## Funktionsprinzip Tractor-Baler-Automation (John Deere):

- » Der Fahrer muss ausschließlich die Fahrtrichtung wählen
- » Sensoren erfassen die Dichte des Ballens sowie den Füllstand der Ballenkammer
- » Ist die Ballenkammer gefüllt und der Fahrer betätigt die Wendeschaltung beginnt der Bindevorgang
- » Nach Beendigung gibt die Presse an das Schleppersteuergerät ein Signal
  - › Heckklappe öffnet
- » Sensor erfasst Zustand: Heckklappe geöffnet
- » Nach einer bestimmten Zeit erfolgt ein weiteres Signal
  - › Heckklappe schließt
- » Sensor erfasst: Heckklappe geschlossen
  - › Meldung an das Terminal
- » Maschine kann wieder in den Schwad fahren



Quelle: Rundballenpresse mit TIM

# Praxisbeispiele - TIM



Quelle: Profi

## Funktionsprinzip „Root runner“ von Grimme:

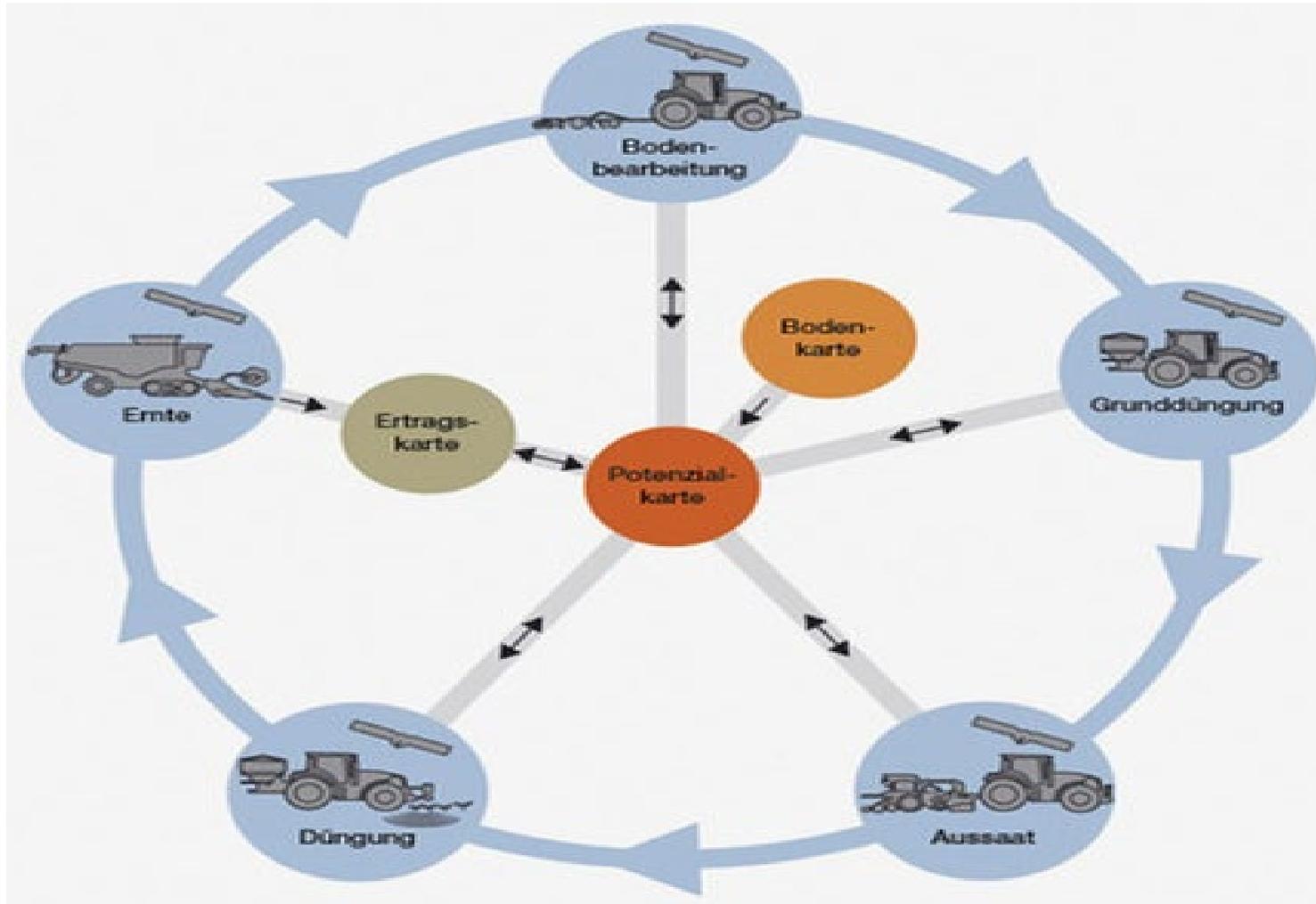
- » Mechanische Erfassung der Rübenreihe
- » Sensortechnische Übertragung an das ISOBUS System
- » Direkter Eingriff des Rechnersystems in die Lenkung des Schleppers
  - › Wesentliche Entlastung des Fahrers
  - › Höhere Auslastung des Schleppers
  - › Gleichbleibende Rodequalität

## 6. „Precision Farming“ – Präzision in der Teilfläche



Quelle: Claas

# Precision Farming Kreislauf



Quelle: Claas, Precision Farming

# Precision Farming – Der Ansatz

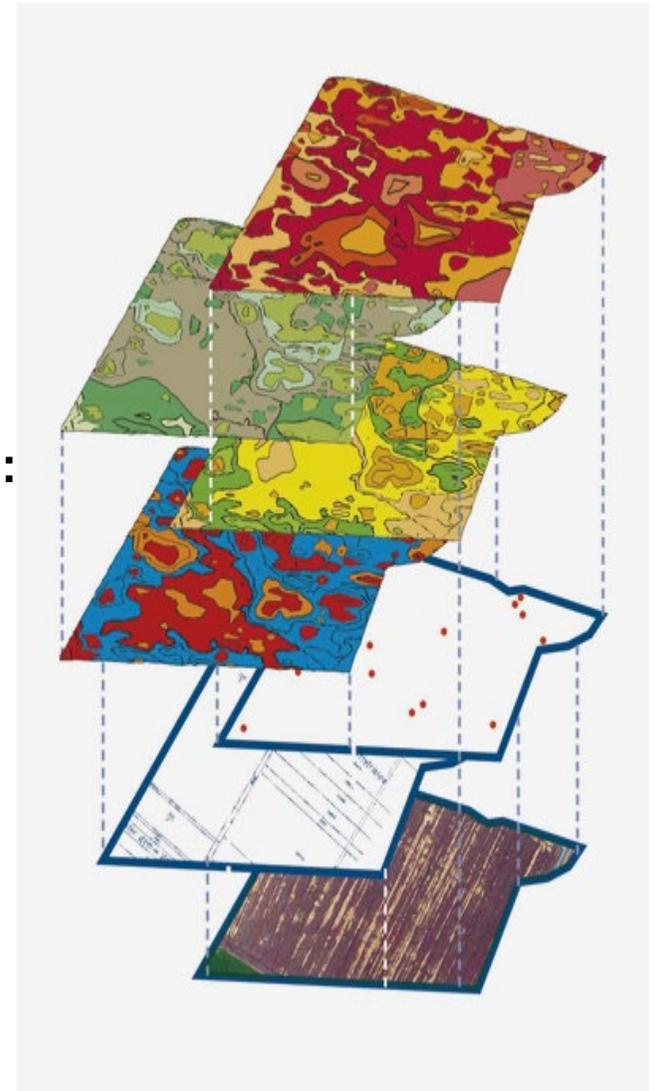
- » jede Fläche einzeln auf der Grundlage ihrer natürlichen Gegebenheiten zu betrachten und zu behandeln
- » Parallelfahrssysteme sind wichtiger Bestandteil

## zu den etabliertesten Teilflächenanwendungen zählen:

- » Grunddüngung
- » N-Düngung
- » Aussaat
- » Pflanzenschutz

## Unterschiedliche Kartierverfahren:

- » Offline-Verfahren
- » Online-Verfahren



Quelle: Claas, Precision Farming

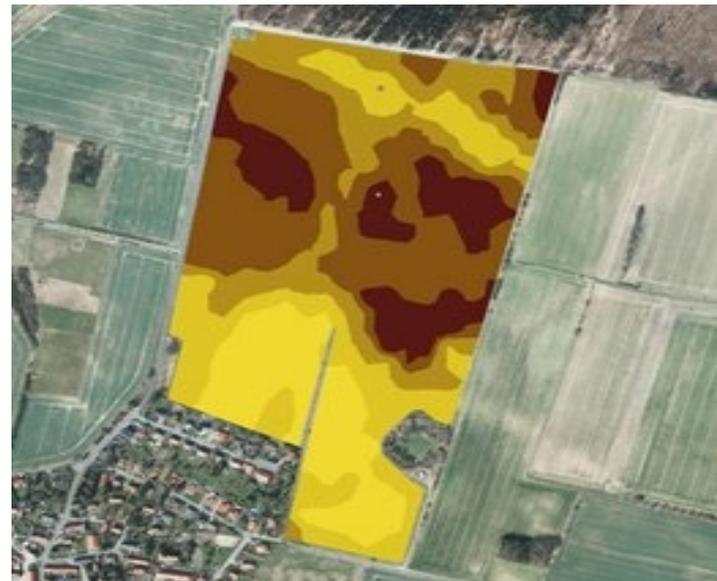
# Offline-Verfahren

- » Datensammlung und Ausbringung wird zeitlich getrennt durchgeführt
- » Grundlagen für entsprechende Applikationskarten:
  - › Ertragskartierung
  - › Kartierung mit Biomassesensor
  - › Biomassemessung mit Fernerkundungsdaten
  - › Bodennährstoffkarten auf Basis von Bodenuntersuchung
  - › Bodenkartierung über Leitfähigkeitsmessung

Ertragskartierung



Bodenkartierung



# Online-Verfahren

- » Messdaten werden während der Fahrt ermittelt und im selben Arbeitsgang in eine Ausbringmenge umgesetzt
- » Dazu zählen:
  - › N-Ausbringung mit Pflanzensensor (z.B. CROP SENSOR von Claas)
  - › Wachstumsreglerausbringung mit Pflanzensensor
  - › Zusätzlich können hier auch Daten aus dem Offline-Ansatz miteinbezogen werden



Quelle: Claas, Precision Farming

# Präziser Ackerbau Precision Farming

## Automatische Datenerfassung

- Betriebsführung
- Administration und Verwaltung
- Qualitätsmanagement

## Teilschlag-technik

- Bestellung
- Düngung
- Pflanzenschutz
- Beregnung
- Ernte nach online-Entscheidung

## Flottenmanagement

- Standortüberwachung
- zentrale Maschinenüberwachung und -steuerung
- Routenplanung mit autonomer Ablaufgestaltung
- Routenplanung mit zentraler Ablaufgestaltung
- Gefahrensignalisierung (map matching)

## Feld-Robotik

- automatische Lenkung
- bemanntes Führungsfahrzeug und unbemannte Satellitenfahrzeuge
- unbemannte Fahrzeuge herkömmlicher Bauart
- unbemannte Fahrzeuge in spezialisierter Bauart

Betriebsmanagement

Bestandesmanagement

Maschinenmanagement

Arbeitsmanagement

Traceability (Dokumentation)

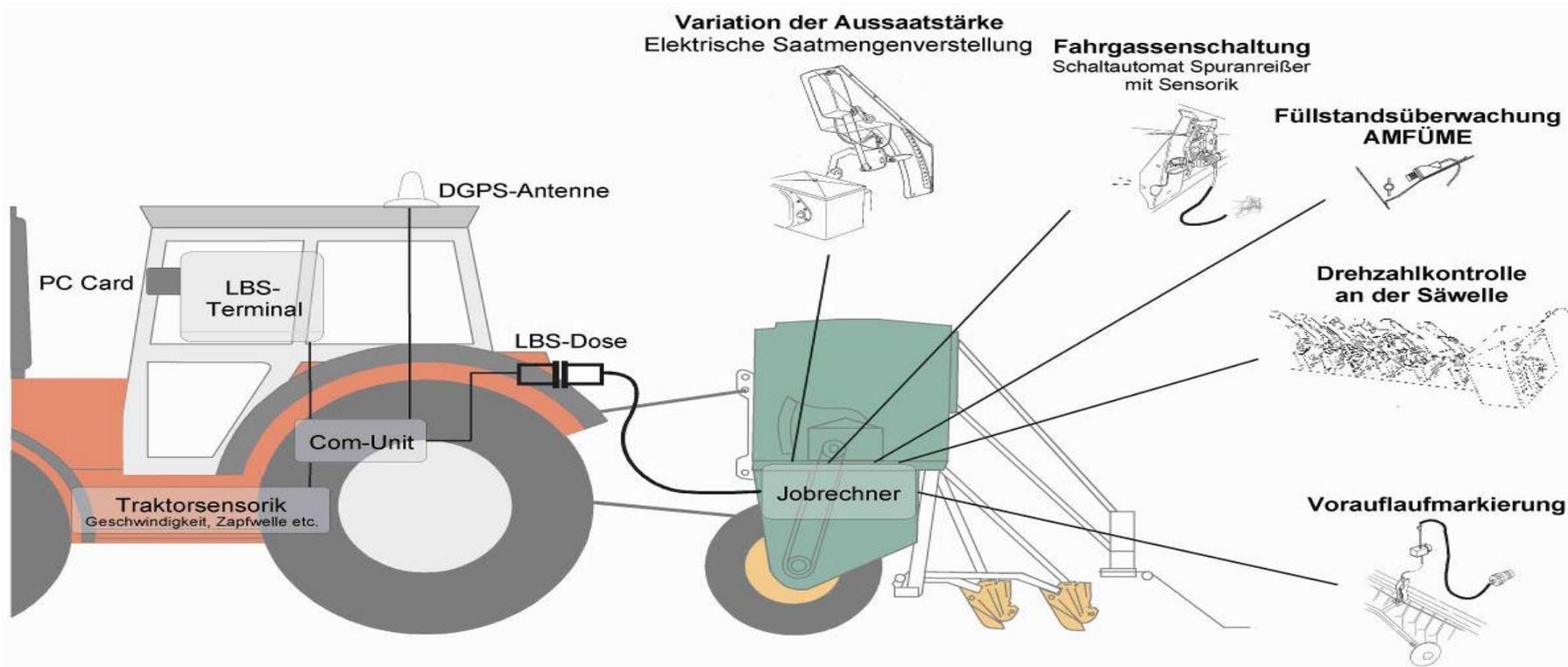
# Ziele von Precision Farming

- » Unterschiede in den Bodeneigenschaften und der Ertragsfähigkeit von Teilflächen innerhalb der Schläge zu erkennen und darauf bedarfsgerecht zu reagieren:
  - › Ertragspotenzial nutzen
  - › Düngereinsparung
  - › Lagervermeidung
  - › Erträge steigern
  - › Kornqualität steigern
  - › Ausgeglichene Stickstoffbilanz
  - › Höhere N-Ausnutzung
  - › Umwelt entlasten



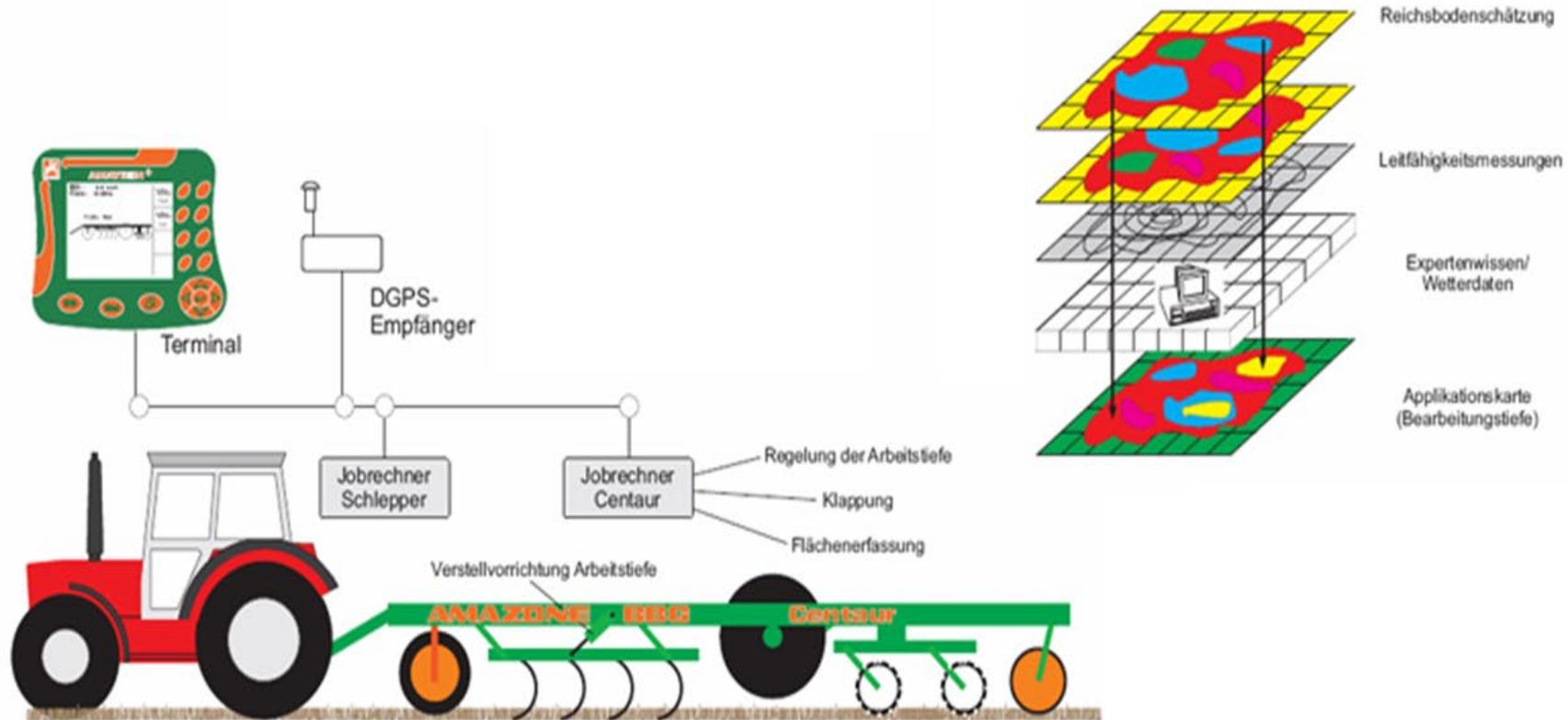
Quelle: Claas, Precision Farming

# Praxisbeispiele – Precision Farming in Verbindung mit ISOBUS und GNSS



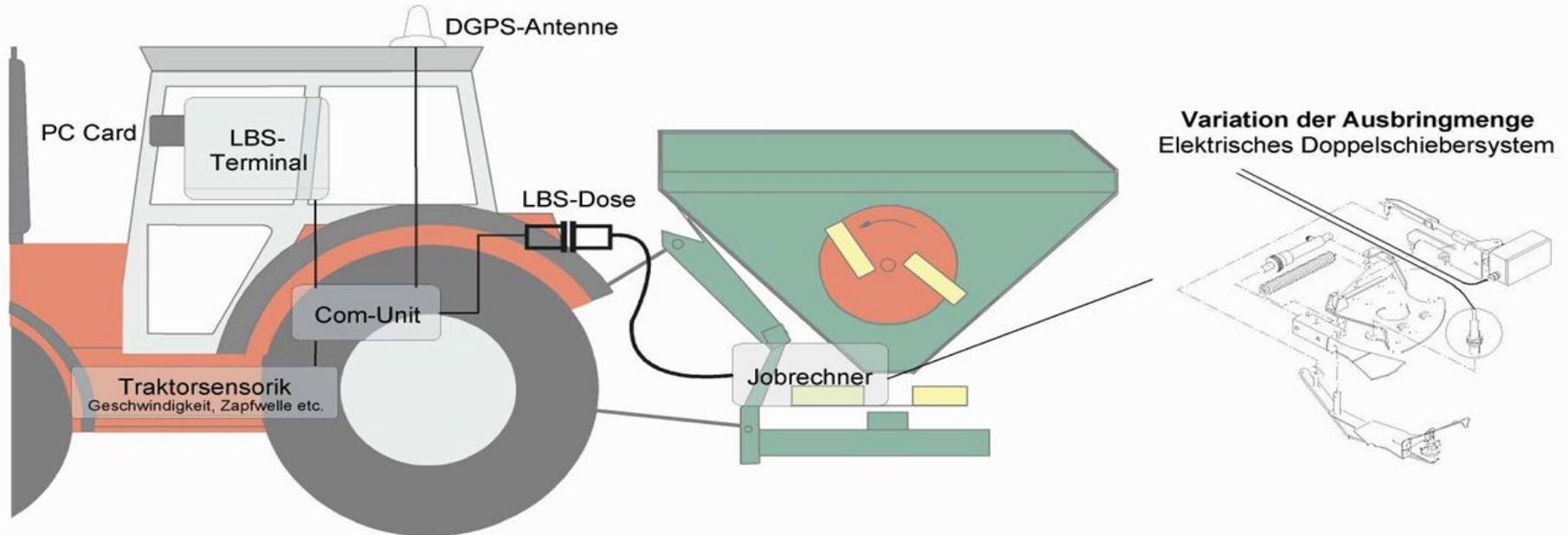
- » Jobrechner regelt, überwacht und steuert alle angeschlossenen Baugruppen einer SÄmaschine
- » Ausbringungsmenge wird entsprechend den eingestellten Sollwerten je Dosiereinheit mit bis zu vier unterschiedlichen Produkten (Saatgut und Dünger) geregelt
- » Zur Regelung können sowohl Elektro- als auch Hydraulikmotoren verwendet werden

# Praxisbeispiele - Precision Farming in Verbindung mit ISOBUS und GNSS



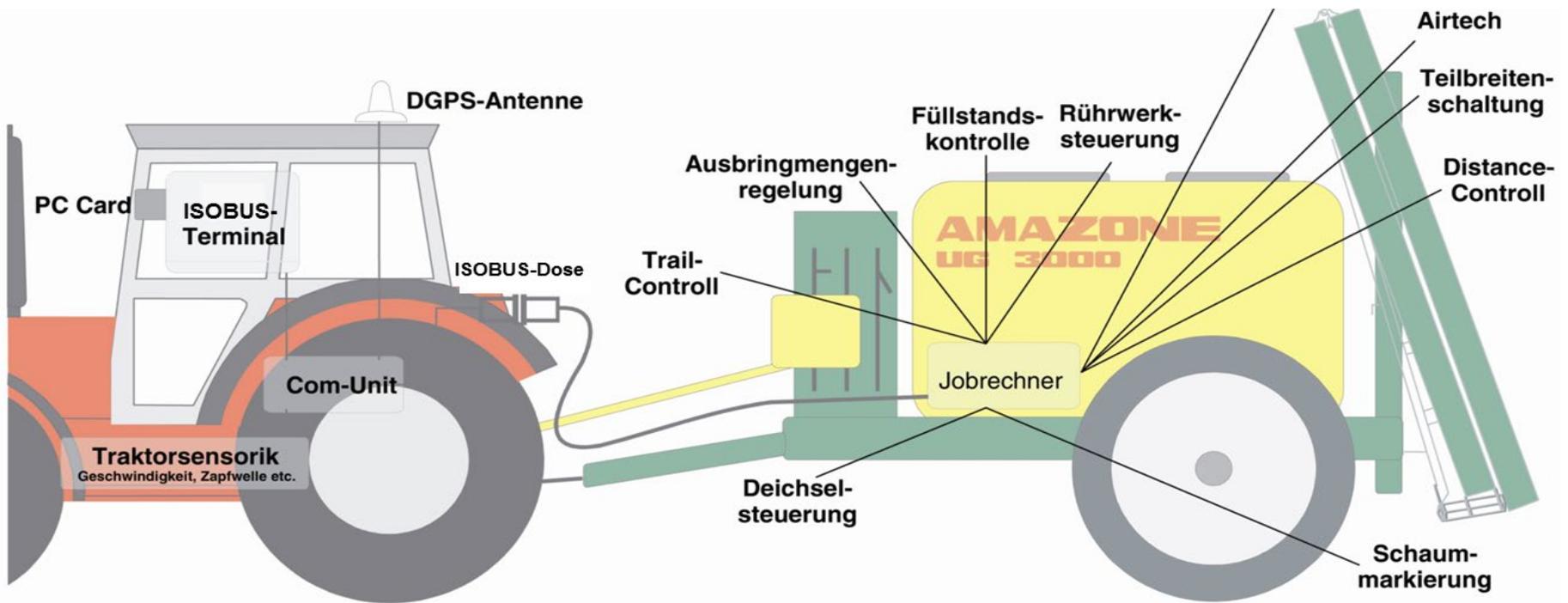
- » Maschine kann automatisch der Gründigkeit bzw. Lockerungswürdigkeit des Bodens angepasst werden (Regelung der Arbeitstiefe)
  - » durch hinterlegte Applikationskarten
  - » durch direkte Messung des Scherwiderstandes

# Praxisbeispiele - Precision Farming in Verbindung mit ISOBUS und GNSS



- » Ausbringmenge kann geschwindigkeitsabhängig geregelt werden
- » Kombination mit Applikationskarte (Ertragsfähigkeit des Standorts) möglich
- » Kombination mit N- Sensoren möglich
- » Bestreben nach elektrischen Antrieben um die Applikationsgenauigkeit weiter zu steigern

# Praxisbeispiele - Precision Farming in Verbindung mit ISOBUS und GNSS

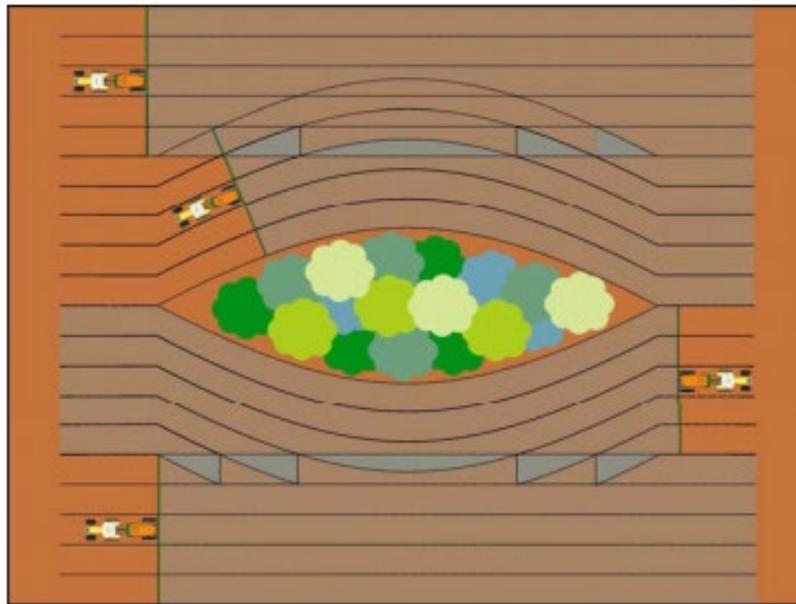
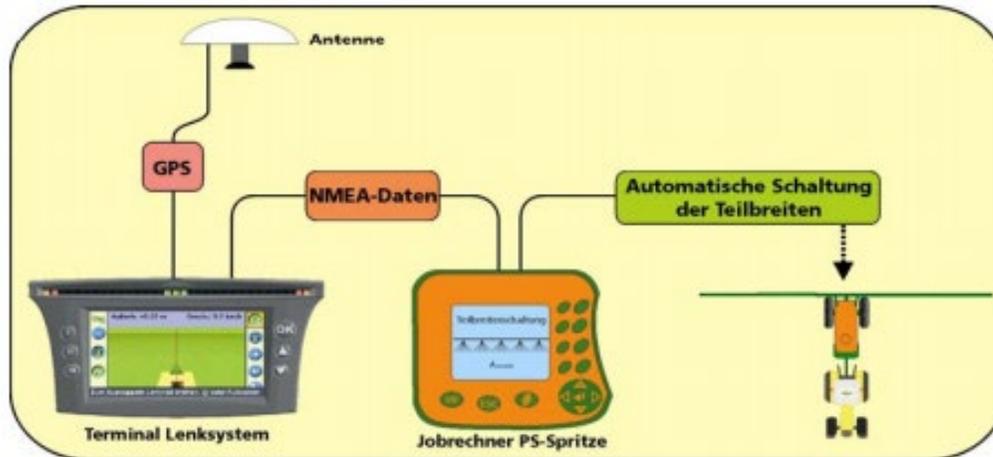


- » Technisch ist bereits heute die eigenständige Erkennung von Unkräutern möglich
  - » Mehrtanksystem, Mehrleitungssystem
- » Zunehmend elektrische bzw. hydraulische Antriebe
  - » Bessere Regelbarkeit
  - » Einzeldüsenabschaltung

# 6. Möglichkeiten für satellitengestützte Landwirtschaft

- » Automatische Teilbreitenschaltung (Pflanzenschutz)
- » Automatische Schaltung des Mineraldüngerstreuers
- » Automatische Reihenabschaltung bei Einzelkorndrillmaschinen
- » Automatische Fahrgassenschaltung
- » Controlled Traffic Farming
- » Anbaugerätesteuerung mit Kamera
- » Kollaborierende Fahrzeuge
- » Autonome Traktoren
- » Feldroboter

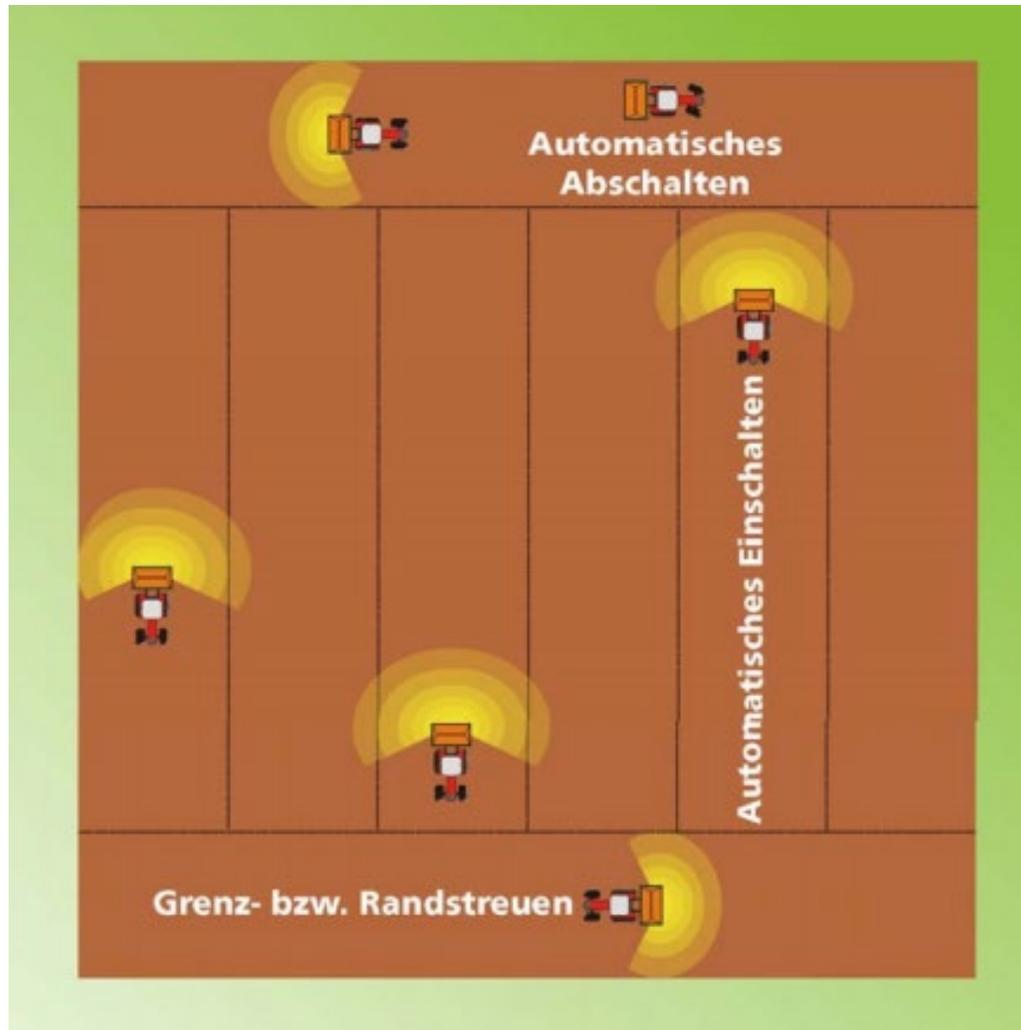
# Automatische Teilbreitenschaltung



Quelle: Geo-Konzept

- » Die Pflanzenschutzspritze schaltet automatisch die Teilbreiten ein und aus
- » Selbst durch einfache GPS-Technik lassen sich Einspareffekte erzielen
- » Optimaler Mitteleinsatz
  - › Kosteneinsparung

# Automatische Schaltung beim Mineraldüngerstreuer



Quelle: Geo-Konzept

- » Schleuderstreuer erkennt die Feldgrenzen und schaltet automatisch ein und aus
- » Optimaler Mitteleinsatz
  - » Kosteneinsparung

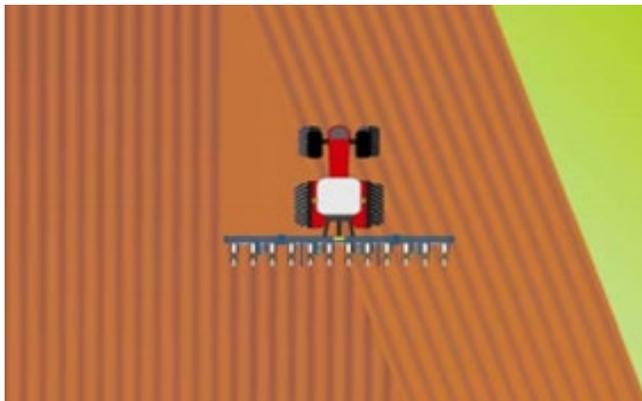
# Automatische Reihenabschaltung



**Ohne automatische  
Reihenabschaltung**



**Mit automatischer  
Reihenabschaltung**

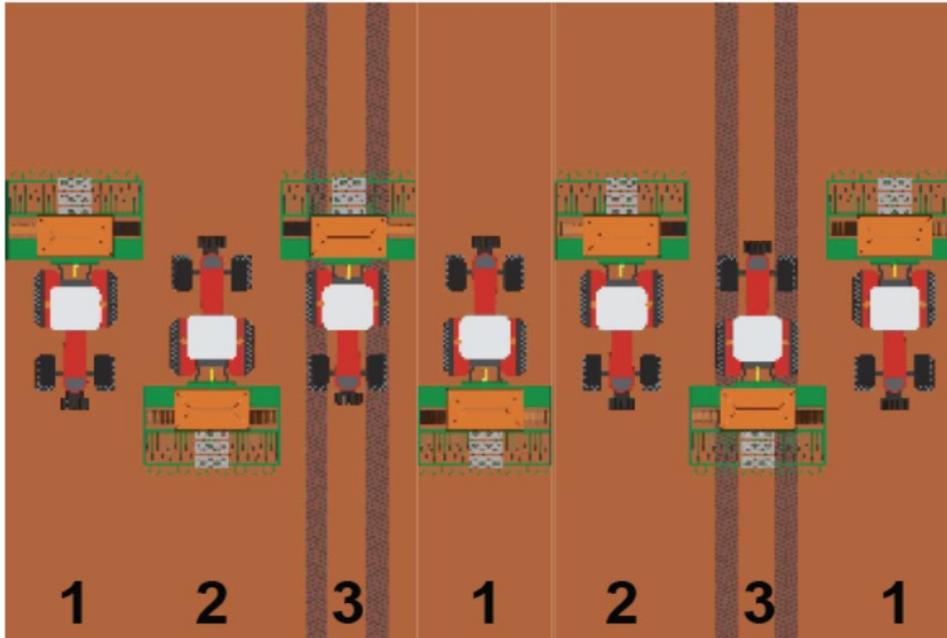


Quelle: Geo-Konzept

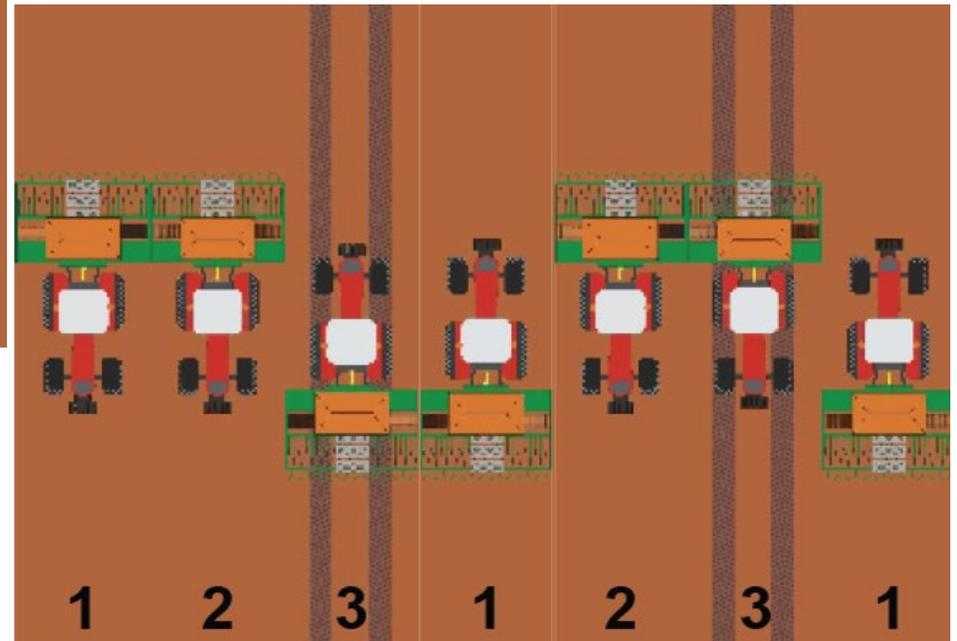
- » Automatisches Ein- und Abschalten von Säorganen beim Einfahren in Spitzen oder das Vorgewende
  - › Saatguteinsparung
  - › Ernteerleichterung

# Automatische Fahrgassenschaltung

**Bisher:** Fester Rhythmus notwendig



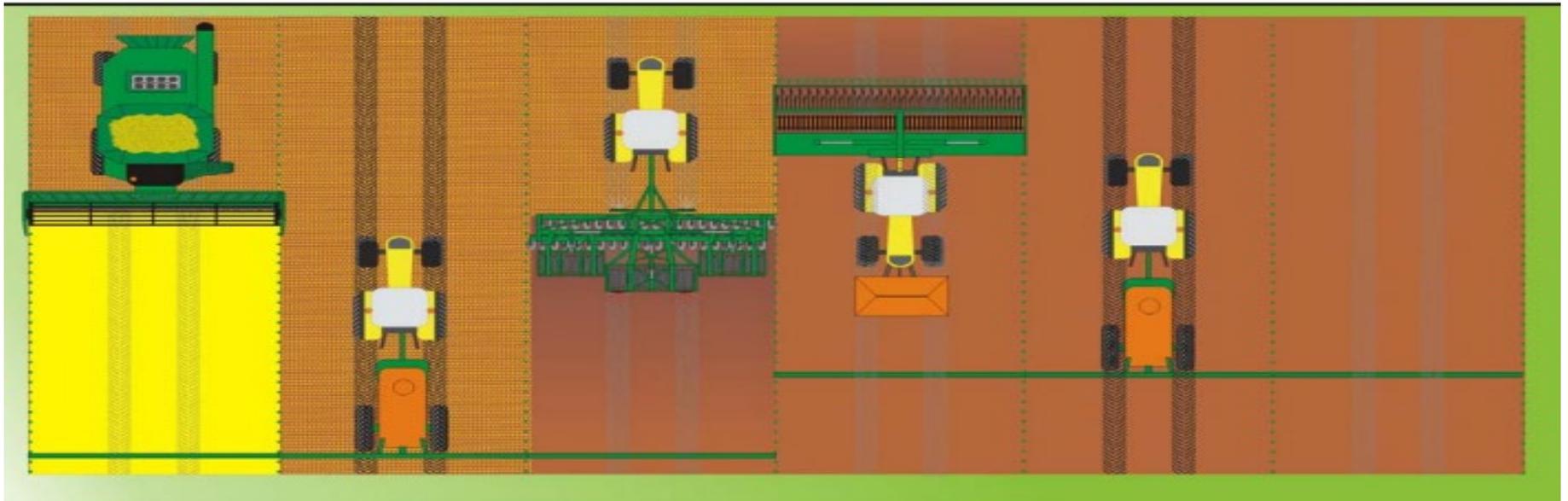
**Satellitengestützt:** kein fester Rhythmus notwendig



Quelle: Geo-Konzept

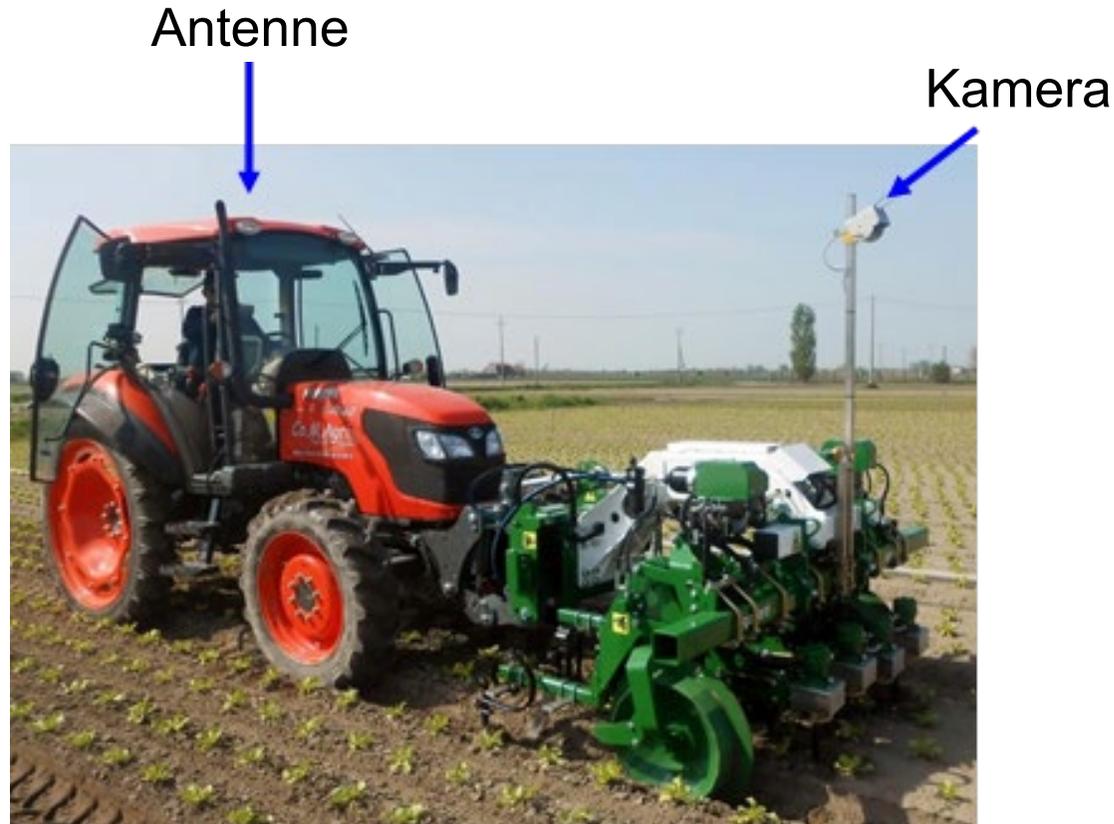
# Controlled Traffic Farming

- » Einmal angelegte Fahrspuren werden immer wieder verwendet
- » Reduzierung der Grundbodenbearbeitung möglich
- » Steigerung des Ertrags (ca. 10%)
- » Reduzierung des Zugwiderstands in den unbefahrenen Teilflächen auf ca. 87% des Ausgangsniveaus



Quelle: Geo-Konzept

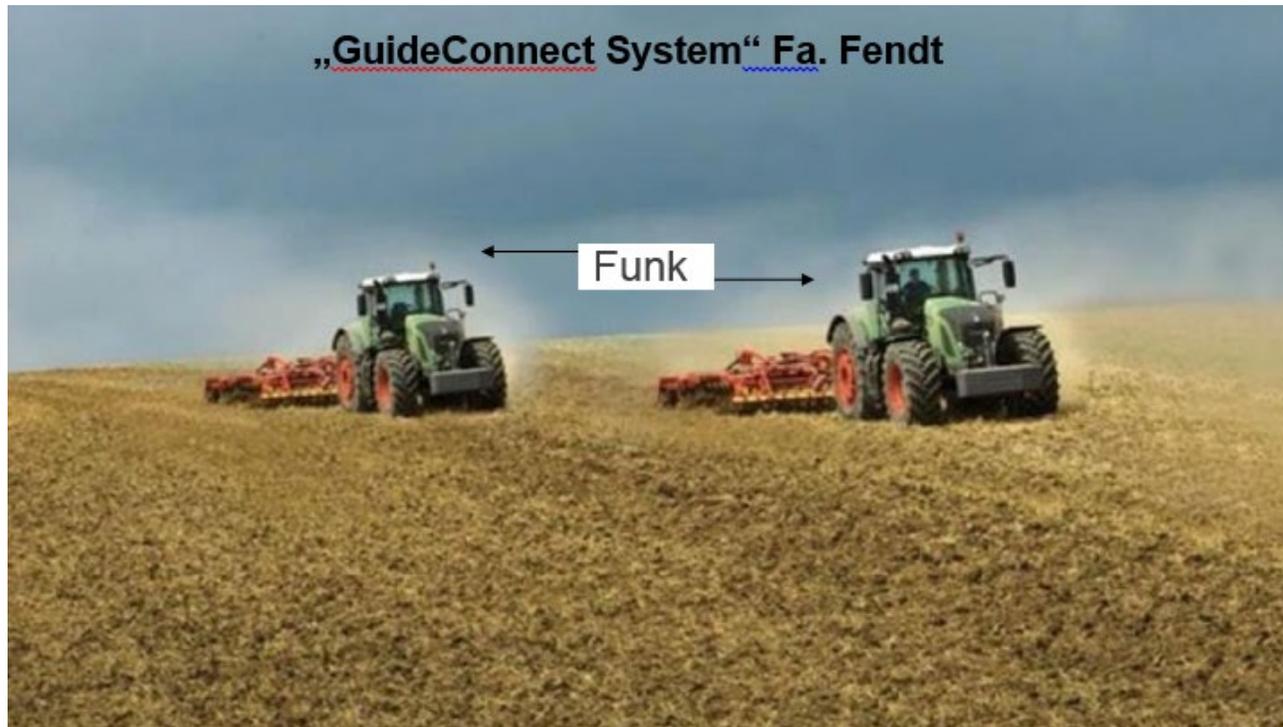
# Aktive Anbaugerätesteuerung mit Kamera



Quelle: Landwirtschaftskammer Oberösterreich

**Antenne am Traktor – Kamera am Gerät:** Traktor hält die Spur zwischen den Reihen – Kamera führt das Gerät in den Reihen (mit Verschieberahmen oder eigener Lenkung)

# Kollaborierende Fahrzeuge



Quelle: Auto-Medienportal.Net/Fendt

- » Ein unbemanntes elektronisch geführtes Fahrzeug wird an ein bemanntes Fahrzeug angekoppelt

# Autonome Traktoren



Quelle: agrarheute.com



Quelle: topagrar

# Feldroboter

## Feldroboter FRANC für die Unkrautbekämpfung



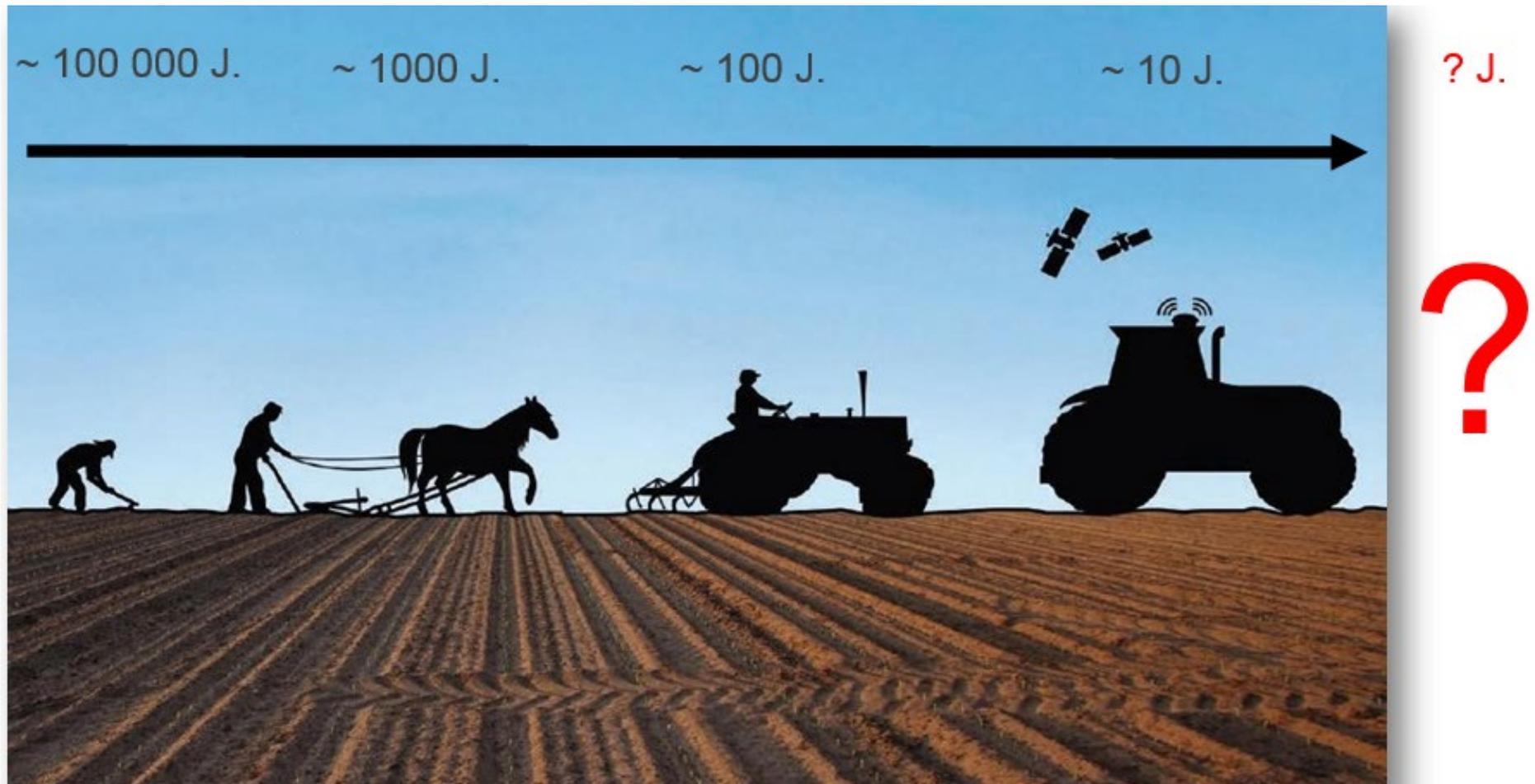
Quelle: Landforst

## Feldroboter XAVER für die Maisaussaat



Quelle: AGCO GmbH

# Zukunftsentwicklung des Ackerbau?



Quelle: Landwirtschaftskammer Oberösterreich

# Abbildungsverzeichnis

- » „Die Kommunikation zwischen Schlepper und Anbaugerät“ von Johannes Feil
- » „Einsatz von Geobasisdaten und GNSS in der Forstverwaltung“ von Elisabeth Riepel Christoph Jobst (2009), [https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/10542/Diplomarbeit\\_Riepel\\_und\\_Jobst.pdf](https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/10542/Diplomarbeit_Riepel_und_Jobst.pdf)
- » 3D Center, <http://www.3dcenter.org/artikel/paralleler-bus-vs-seriellem-punkt-zu-punkt>
- » Ackerbaubetrieb Rauth, [http://www.urauth.de/Die\\_Pflanzenproduktion/Die\\_Bodenbearbeitung/hauptteil\\_die\\_bodenbearbeitung.html](http://www.urauth.de/Die_Pflanzenproduktion/Die_Bodenbearbeitung/hauptteil_die_bodenbearbeitung.html)
- » AGCO GmbH (2017), <https://www.agrarheute.com/technik/ackerbautechnik/fendt-neuer-feldroboter-fuer-maisaussaat-538611>
- » Agrarheute.com (2016), <https://www.agrarheute.com/technik/traktoren/brandneu-autonome-traktor-case-ih-526391>
- » Agrarservice Bank, [http://www.agrarservice-bank.de/bodenbearbeitung+\\_aussaat.html](http://www.agrarservice-bank.de/bodenbearbeitung+_aussaat.html)
- » Allnav GmbH (2019), <https://docplayer.org/59424846-Agenda-trimble-und-allnav-gmbh-grundprinzip-gnss-wie-genau-kann-man-messen-kurzer-systemueberblick.html>
- » Amazone, <https://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=46550>
- » Amazone, ZA® – Der Streuer (2014), [https://landtechnik-schmitz.de/files/820017/userupload/ZA\\_DerStreuer\\_P.pdf](https://landtechnik-schmitz.de/files/820017/userupload/ZA_DerStreuer_P.pdf)
- » Auernhammer (1999), [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt\\_317.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_317.pdf)
- » Auto-Medienportal.Net/Fendt, <https://www.auto-medienportal.net/artikel/detail/17152#image47218>
- » Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, <https://www.wochenblatt-dlv.de/feld-stall/landtechnik/hacke-selber-lenkt-554081>
- » BayWa, (2020), [https://www.baywa.de/technik/land\\_hoftechnik/landtechnik/precision\\_farming/was\\_ist\\_precision\\_farming/](https://www.baywa.de/technik/land_hoftechnik/landtechnik/precision_farming/was_ist_precision_farming/)
- » BayWa, [https://www.baywa.de/technik/land\\_hoftechnik/landtechnik/precision\\_farming/angebot\\_lenksysteme/](https://www.baywa.de/technik/land_hoftechnik/landtechnik/precision_farming/angebot_lenksysteme/)
- » Bendig, Top Agrar (2017), <https://obstwein-technik.eu/Core?aktiveNavigationsID=879&fachbetaegelID=209>
- » BISZ, <https://bisz.suedzucker.de/anbau/anbauverfahren/strip-till/lenksysteme/>
- » Boels, <https://www.boels.de/mieten/geotechnik-und-sicherheit/gps/leica-gps-antenne-rover-mit-tilt-funktion>
- » Bogballe (2020), <https://www.bogballe.com/de/duengerstreuer/kontrolleinheiten/elektronik-strategien/ich-habe-einen-schlepper-mit-isobus-und-gps/>
- » Bombien (2008); RKL-Schrift 4.1.0 „Parallelfahrssysteme im Vergleich“

- » Claas (Youtube), <https://i.ytimg.com/vi/zoNBdRNSqQQ/maxresdefault.jpg>
- » Claas Futterernte, <https://www.claas.cz/cl-pw-de/produkte/futtererntemaschinen/linerschwader2017/zweikreiselmittenschwader-2017>
- » Claas Gruppe (2020), <https://www.claas-gruppe.com/presse/medien/pressemitteilungen/der-optische-pflanzensensor-von-claas-kann-mehr/304406>
- » Claas Lenksysteme, <https://www.claas.de/produkte/easy-2018-de/nachruistung-gps-lenksysteme>
- » Claas, <https://www.claas.de/aktuell/meldungen-veranstaltungen/meldungen/rtk-field-base-ermoeglicht-uneingeschraenkte-nutzung-automatischer-lenksysteme-mit-hoechster-genauigkeit/901848>
- » Claas, Precision Farming (2020), <https://www.claas.de/produkte/easy-2018/precision-farming>
- » Claas, <https://www.claas.de/blueprint/servlet/blob/1658216/53520d80316902399cf6278ad67309d9/321540-23-dataRaw.pdf>
- » CLEAN PNG, <https://de.cleanpng.com/png-4ksnri/>
- » DLG-Merkblatt 388: Satellitenortungssysteme (GNSS) in der Landwirtschaft, <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/digitalisierung-arbeitswirtschaft-und-prozesstechnik/dlg-merkblatt-388/>
- » Elektroniknet (2016), <https://www.elektroniknet.de/elektronik/messen-testen/do-it-yourself-130035.html>
- » Elektronikpraxis Vogel (2020), <https://www.elektronikpraxis.vogel.de/stoersignale-in-mobilfunknetzen-erkennen-und-gezielt-auffinden-a-857770/>
- » Environmental-studies, [http://www.environmental-studies.de/Teilflächenbewirtschaftung/EGNOS\\_WAAS/3.html](http://www.environmental-studies.de/Teilflächenbewirtschaftung/EGNOS_WAAS/3.html)
- » Farmers Weekly, <https://www.fwi.co.uk/machinery/budget-gps-buyers-guide>
- » GeoKonzept, [http://preagro.auf.uni-rostock.de/docs/S2\\_Muhr.pdf](http://preagro.auf.uni-rostock.de/docs/S2_Muhr.pdf)
- » Geo-Konzept, [https://geo-konzept.de/uebersicht-landwirtschaft\\_backup/maschine\\_lenksystem/](https://geo-konzept.de/uebersicht-landwirtschaft_backup/maschine_lenksystem/)
- » Global Farming, [http://global-farming.de/Services-in-agricultural-sector\\_81\\_de.html](http://global-farming.de/Services-in-agricultural-sector_81_de.html)
- » GPS-Camera (2020), <http://gps-camera.eu/wissen/25-software/229-wie-genau-ist-gps-oder-warum-das-keiner-so-genau-sagen-kann-genauigkeit-fehlerquellen-stoerungen.html>
- » Innospace2Agriculture (2020), <https://www.space2agriculture.de/>
- » ISOBUS Einheit (Sämaschine&Schlepper), Unveröffentlichte Vorlesungsunterlagen Prof. Dr. U. Groß, Triesdorf 2012
- » ISOBUS Einheit (Schlepper&Bodenbearbeitungsgerät), Unveröffentlichte Vorlesungsunterlagen Prof. Dr. U. Groß, Triesdorf 2012
- » ISOBUS Einheit (Schlepper&Mineraldüngerstreuer), Unveröffentlichte Vorlesungsunterlagen Prof. Dr. U. Groß, Triesdorf 2012

- » ISOBUS Einheit (Schlepper&Pflanzenschutzspritze), Unveröffentlichte Vorlesungsunterlagen Prof. Dr. U. Groß, Triesdorf 2012
- » John Deere (2020), <https://www.deere.de/de/agrar-management-systeme/C3%B6sungen/lenk-und-steuersysteme/tractor-integrated-active-implement-guidance/>
- » Kompendium (2020), <https://kompendium.infotip.de/id-4-fehlerquellen-erweiterungen-und-verbesserungen.html>
- » Kreismedienzentrum Reutlingen (2020), <https://kmz-reutlingen.de/pages/geraete/gps-in-der-schule/gps-wissen/was-ist-gps/fehlerquellen/mehrwegeffekt.php>
- » KTBL (Parallelfahrssysteme), <https://www.ktbl.de/fileadmin/produkte/leseprobe/40067excerpt.pdf>
- » Landforst (2020), <https://www.landforst.at/feldroboter-technologie-mit-zukunft+2400+2798629>
- » Landtechnik Gradwohl, <http://www.gradwohl.eu/aktuell/news/lexion-8000-und-7000--neue-hochleistungsmaehdrescher--mit-bis-zu-790-ps/2026068>
- » Landwirtschaft Sachsen, [https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Block1\\_2\\_Sourell\\_2.pdf](https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Block1_2_Sourell_2.pdf)
- » Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westafeln (2013), <https://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/rueckblick/pdf/2013-06-19-rentabilitaet-pf.pdf>
- » Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Manfred Nadlinger Lehr- und Forschungszentrum Francisco Josephinum 30. Nov. 2017 Sierning, „LENKSYSTEME UND GPS, GRUNDLAGEN UND ÜBERBLICK“, [http://www.josephinum.at/fileadmin/content/BLT/6\\_News/2015-02-26\\_InnovativeAgrartechnik/01\\_NadlingerManfred.pdf](http://www.josephinum.at/fileadmin/content/BLT/6_News/2015-02-26_InnovativeAgrartechnik/01_NadlingerManfred.pdf)
- » Lange Electronic (2020), <https://www.lange-electronic.de/de/themen/navigationen-satelliten-signal-gnss-simulation/item/231-wie-funktionieren-gnss-systeme-wie-gps-oder-galileo>
- » Laremo, <https://www.laremo.de/landtechnik/precision-farming-rtk-netzwerk.html>
- » LGL Baden-Württemberg (2020), <http://www.sapos-bw.de/messverfahren.php>
- » Motor-Talk, <https://www.motor-talk.de/forum/news-john-deere-t2322156.html>
- » Müller Elektronik, <https://www.mueller-elektronik.de/isobus/>
- » Müller Elektronik, <https://www.mueller-elektronik.de/produkte/fahrmodi/>
- » Patrick Ole Noack „Precision Farming“ (2019), Precision Farming - Smart Farming - Digital Farming – Grundlagen und Anwendungsfehler
- » Pocketnavigation, <https://www.pocketnavigation.de/wp-content/uploads/2014/05/GPS-Bodenstation.jpg>
- » Pöttinger, Thomas Reiter (2010), <https://docplayer.org/113517161-Landtechnik-im-alpenraum.html>
- » Profi (2009), <https://www.profi.de/aktuell/neuheiten/grimme-root-runner-11751847.html>

- » Rundballenpresse mit TIM, [http://www.agriculture.com/machinery/5-machines-get-top-hons\\_197-ar20985](http://www.agriculture.com/machinery/5-machines-get-top-hons_197-ar20985)
- » Schafmeister Agrarservice, <https://www.schafmeister-agrar.de/leistungen/streuen-von-feststoffen/>
- » Science ORF, <https://science.orf.at/v2/stories/2990864/>
- » Steyr Center Nord (2020), <https://www.steyrcenternord.at/gps-lenksysteme/>
- » Technik Plattform, <https://obstwein-technik.eu/Core?aktiveNavigationsID=879&fachbetaegelID=209>
- » Technische Universität München (2001), „Precision Farming - Technische Möglichkeiten im Ackerbau“ , Prof. Dr. Hermann Auernhammer, Technik im Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan, [http://www.tec.wzw.tum.de/downloads/dig/auernhammer/2001/Precision\\_Farming-Ackerbau\\_Langfassung.pdf](http://www.tec.wzw.tum.de/downloads/dig/auernhammer/2001/Precision_Farming-Ackerbau_Langfassung.pdf)
- » Topagrar (2019), <https://www.topagrar.com/technik/news/das-ist-der-autonom-elektrische-traktor-von-john-deere-11895623.html>
- » Trimble, <https://www.agriexpo.online/de/prod/trimble-agriculture/product-170463-13765.html>
- » WEMAG, <https://www.wemag.com/aktuelles-presse/blog/sicherheit-fuer-landwirte-im-einsatz>
- » Wikipedia (2020), [https://sv.m.wikipedia.org/wiki/Fil:GPS-24\\_satellite.png](https://sv.m.wikipedia.org/wiki/Fil:GPS-24_satellite.png)

# Literaturverzeichnis

- » „Die Kommunikation zwischen Schlepper und Anbaugerät“ von Johannes Feil
- » AEF, <https://www.aef-online.org/de/ueber-uns/aktivitaeten/tractor-implement-management-tim.html>
- » Allnav GmbH (2019), <https://docplayer.org/59424846-Agenda-trimble-und-allnav-gmbh-grundprinzip-gnss-wie-genau-kann-man-messen-kurzer-systemueberblick.html>
- » Claas Lenksysteme, <https://www.claas.de/blueprint/servlet/blob/1658216/53520d80316902399cf6278ad67309d9/321540-23-dataRaw.pdf>
- » Claas, Precision Farming (2020), <https://www.claas.de/produkte/easy-2018/precision-farming>
- » DLG-Merkblatt 388: Satellitenortungssysteme (GNSS) in der Landwirtschaft, <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/digitalisierung-arbeitswirtschaft-und-prozesstechnik/dlg-merkblatt-388/>
- » Elibote-online.com, <https://www.elibote-online.com/artikel/korrektursignale-was-kostet-die-genauigkeit-genau-7649/>
- » Environmental-studies, [http://www.environmental-studies.de/Teilflächenbewirtschaftung/EGNOS\\_WAAS/3.html](http://www.environmental-studies.de/Teilflächenbewirtschaftung/EGNOS_WAAS/3.html)
- » [https://de.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System#Satelliten](https://de.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System#Satelliten)
- » <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/1201071.htm>
- » <https://www.glonass-iac.ru/en/GLONASS/index.php>
- » <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>
- » KTBL-Heft 96 “Parallelfahrssysteme” von Hendrik Treiber-Niemann, Reinhart Schwaiberger, Norbert Fröba, Florian Kloepfer; 2013, 2. Ausgabe
- » Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Manfred Nadlinger Lehr- und Forschungszentrum Francisco Josephinum 30. Nov. 2017 Sierning, „LENKSYSTEME UND GPS, GRUNDLAGEN UND ÜBERBLICK“, [http://www.josephinum.at/fileadmin/content/BLT/6\\_News/2015-02-26\\_InnovativeAgrartechnik/01\\_NadlingerManfred.pdf](http://www.josephinum.at/fileadmin/content/BLT/6_News/2015-02-26_InnovativeAgrartechnik/01_NadlingerManfred.pdf)
- » LGL Baden-Württemberg (2020), <http://www.sapos-bw.de/messverfahren.php>
- » Patrick Ole Noack „Precision Farming - Smart Farming - Digital Farming – Grundlagen und Anwendungsfehler“ (2019)
- » Thomas Muhr, Geo-Konzept GmbH, [http://preagro.auf.uni-rostock.de/docs/S2\\_Muhr.pdf](http://preagro.auf.uni-rostock.de/docs/S2_Muhr.pdf)
- » Uni Münster (2020), [https://ivvgeo.uni-muenster.de/vorlesung/GPS\\_Script/grundlagen\\_genauigkeiten.html](https://ivvgeo.uni-muenster.de/vorlesung/GPS_Script/grundlagen_genauigkeiten.html)