

Precision Farming

- als alles begann -

Prof. i.R. Dr. H. Auernhammer
TUM Emeritus of Excellence

„Online-Eröffnung des Innovationscampus der Hochschule
Weihenstephan-Triesdorf“

18.06.2021

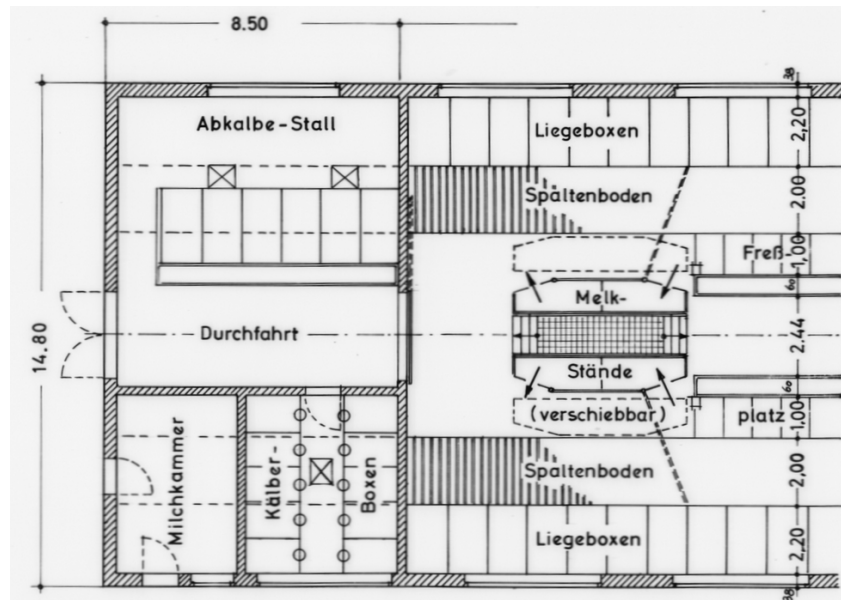
Aktuell (20.5.2021) - Anbindehaltung Milchvieh vor dem Aus!

Ende der 1950er

Landtechnik Weihenstephan plant einen Laufstall für Milchvieh

- Anbindestall = Melkstall (Melkstand wie, wohin ?)
- Kraftfutter individuell zuteilen (wie, wieviel ?)

→ Melkstand auf den Futtertisch (Gebäudehülle bleibt erhalten) ?



???

Der Laufstall steht im Mittelpunkt

1974 - 1986: *SFB 141 an der Landtechnik Weihenstephan*

Produktionstechniken der Rinderhaltung

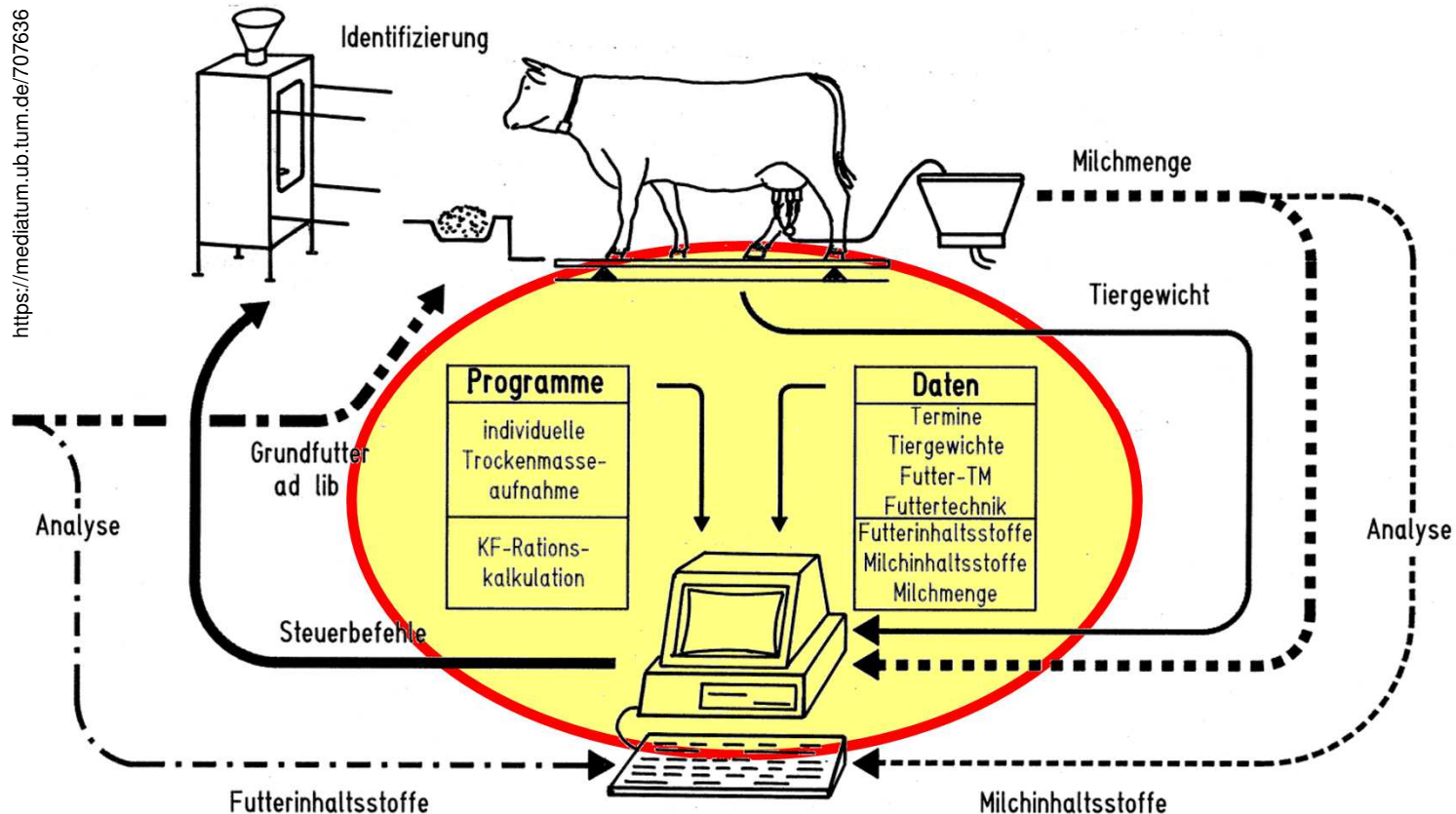
- Kraftfutterabrufautomat (RFID wird genutzt)
- Tierindividuelle Milchmengenmessung (Gewicht, Volumen)
- Einzeltierwiegung (Durchlaufwaage)

Energetischer tierindividueller Regelkreis wird möglich:

Tiergewicht stabil, wenn (vereinfacht):

$$E_{\text{Grundfutter (Schätzfunktion)}} + E_{\text{Kraftfutter (1 kg = 2 l Milch)}} - E_{\text{Milchmenge (gemessen)}} = 0$$

Milchviehhaltung wird Precision Livestock Farming



2. April 1984: Erstmals wird täglicher Report je Kuh automatisch erstellt (MS-DOS, ORACLE, proprietäre Schnittstellen)

Normungsversuch: „Elektronische Kommunikation Innenwirtschaft“ 1984 – 1986 scheitert, Standard auch heute noch nicht verfügbar!

Silsoe (GB) und seine Folgen 1984

Sabbatical am Silsoe College in Großbritannien

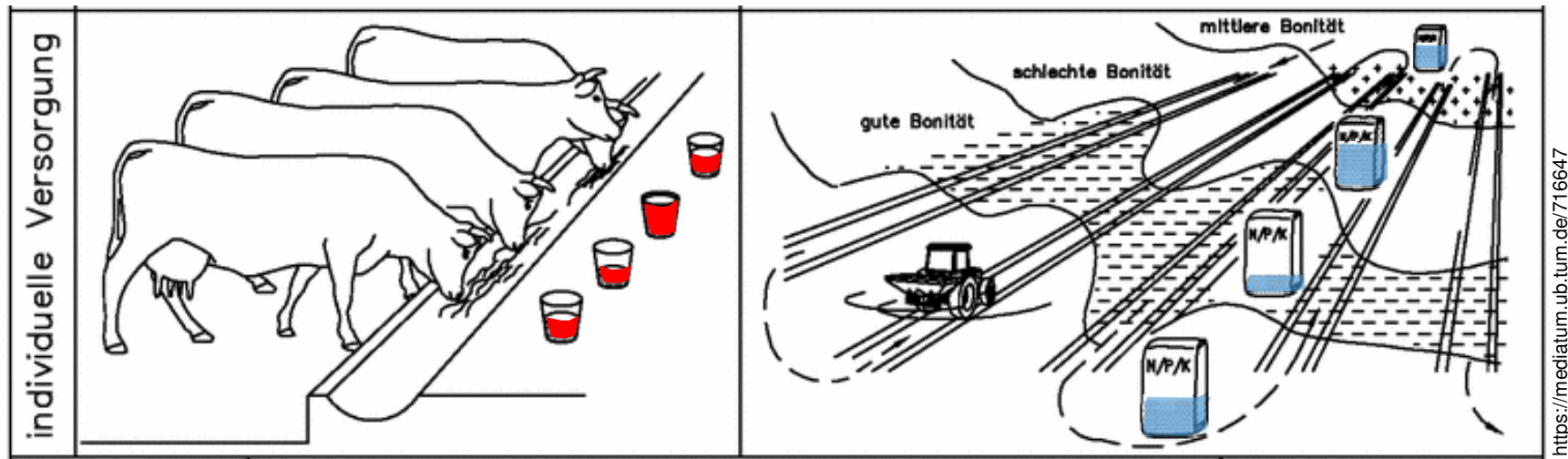
- Studium der Arbeitswissenschaften in Großbritannien
- Studium des Elektronikeinsatzes in der Milchviehhaltung Großbritanniens

John TAYLOR zeigt mir ein Handheld-NIR Device

- Könnte bei der Düngung das Auge des Fahrers unterstützen (oder ersetzen) ?
- Generelle Frage: Wie wird Mineraldüngertechnik in der Praxis eingesetzt ?

Individuelle Nährstoffversorgung 1986

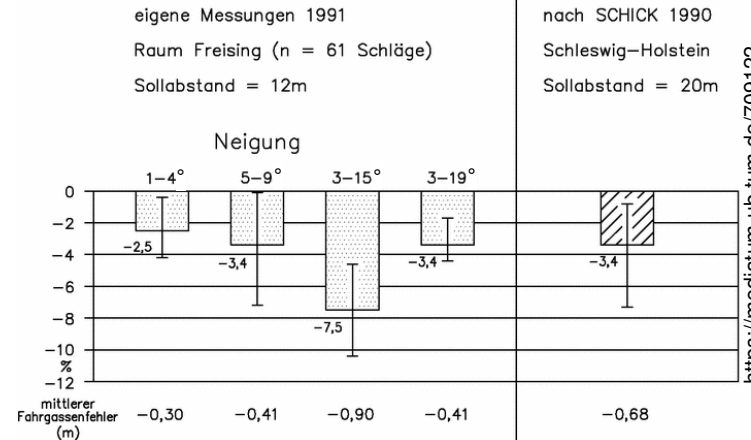
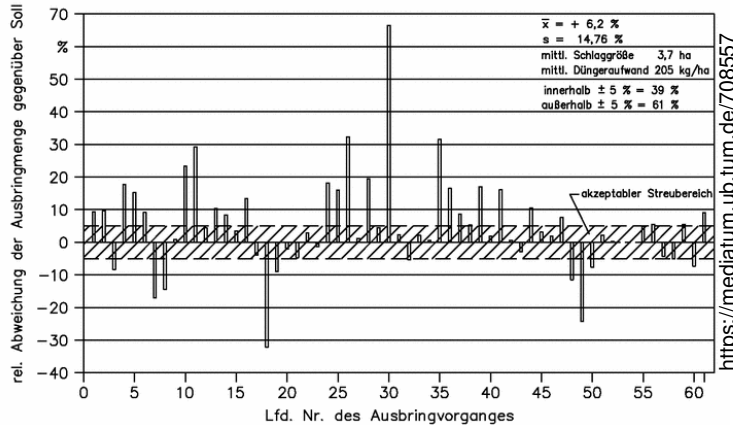
→ Forschungsstrategie aus der Milchviehhaltung in den Pflanzenbau übertragen !



Umsetzung „Individuelle Nährstoffversorgung“ in die Außenwirtschaft“ benötigt:

- Teilschlaggrenzen ($\hat{=}$ Einzeltier)
- exakte variable Düngermengensteuerung ($\hat{=}$ Kraffutterabrufautomat)
- Ortung ($\hat{=}$ Tieridentifizierung)

Düngermengen und Fahrgassen 1986 - 1992

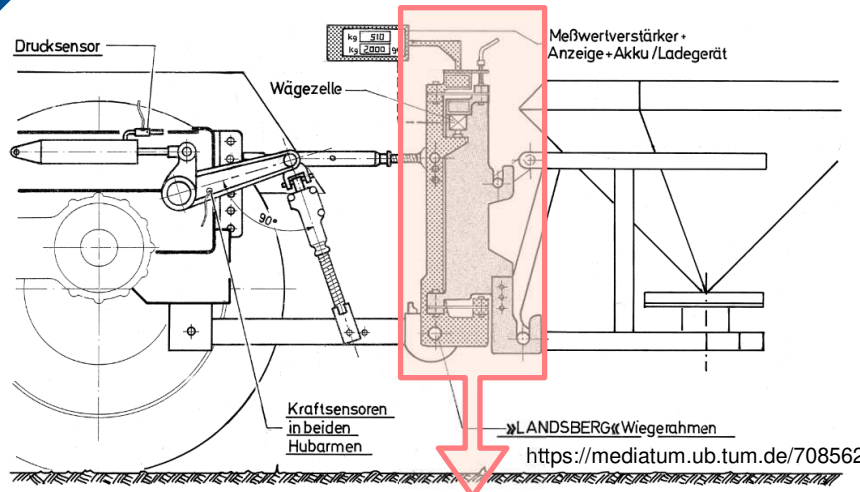


Wiegetechnik ein „muss“ !

Spurführung unumgänglich

Universell im Dreipunktgestänge:

- Verantwortung Traktorhersteller
- Traktorinterne Kommunikation ?



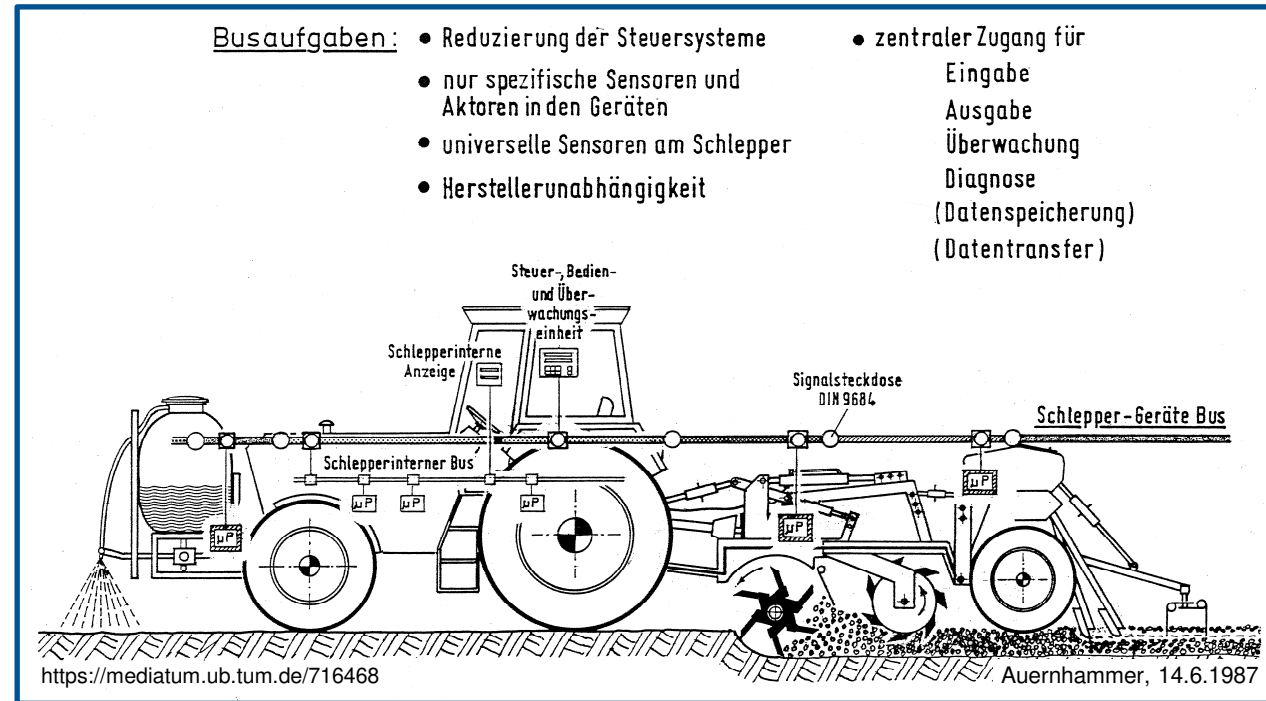
Zusatzgerät, Schwerpunktverlagerung, Kalibrierung, ... !
 Als Übergangslösung → ja

Im Gerät:

- Verantwortung Gerätehersteller
- Traktor-Geräte Kommunikation
- **LBS / ISOBUS**

Elektronische Kommunikation

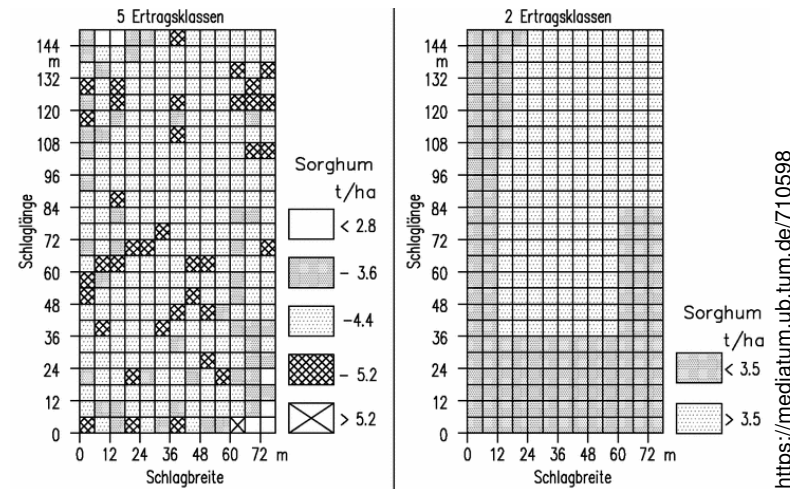
Traktor – Gerät – FMS → LBS (23.6.1987 – 19.1.1998) & ISOBUS (26./27.2.1990 - ?)



Normungsverfahren LAV (DIN 9684)

- Größtes Normungsverfahren zu dieser Zeit im DIN
- Erstmals wird Norm vor der Umsetzung und Nutzung erarbeitet
- Umsetzung in ISO 11783 wird initiiert und begleitet

Ortung und GPS – der Anfang 1986/1987



Texas A&M 1986

(Stout, Schueller, Searcy et al.):

Triangulation + Parzellendrescher = Ertragskartierung

- Erfordert **Infrastruktur** (nicht in die Praxis umzusetzen !)
- Nutzung militärisches **GPS** (In der Entwicklung, Zeitpunkt Verfügbarkeit offen, zivile Nutzung möglich?, Genauigkeit?, Kosten?)

→ **Fortsetzung der Versuche eingestellt !**

GPS-Empfänger in Deutschland, die unbekannte Technik (10 Satelliten verfügbar):

- Einziger Anbieter 1987 SEL Alcatel (Stuttgart), Empfängerpreis = 42.000 DM
- Einziger Anbieter 1988 SEL Alcatel (Stuttgart), Empfängerpreis = 18.000 DM
- Einziger Anbieter 1989 SEL Alcatel (Stuttgart), Empfängerpreis = 9.800 DM, System erworben

→ **Stationäre Genauigkeitstests 1989 Lehrstuhl Landtechnik Weihenstephan und Gut Wittenfeld**

Lokale Ertragsmessung 1990



DANIA MD mit Ertragssensor + eigens GPS

(12 Satelliten verfügbar, kein SA, Golf-Krieg, Versuch die Druschzeit an GPS-Verfügbarkeit anzupassen)

12.08.1990

Flachfeld Scheyern
17,1 ha WW

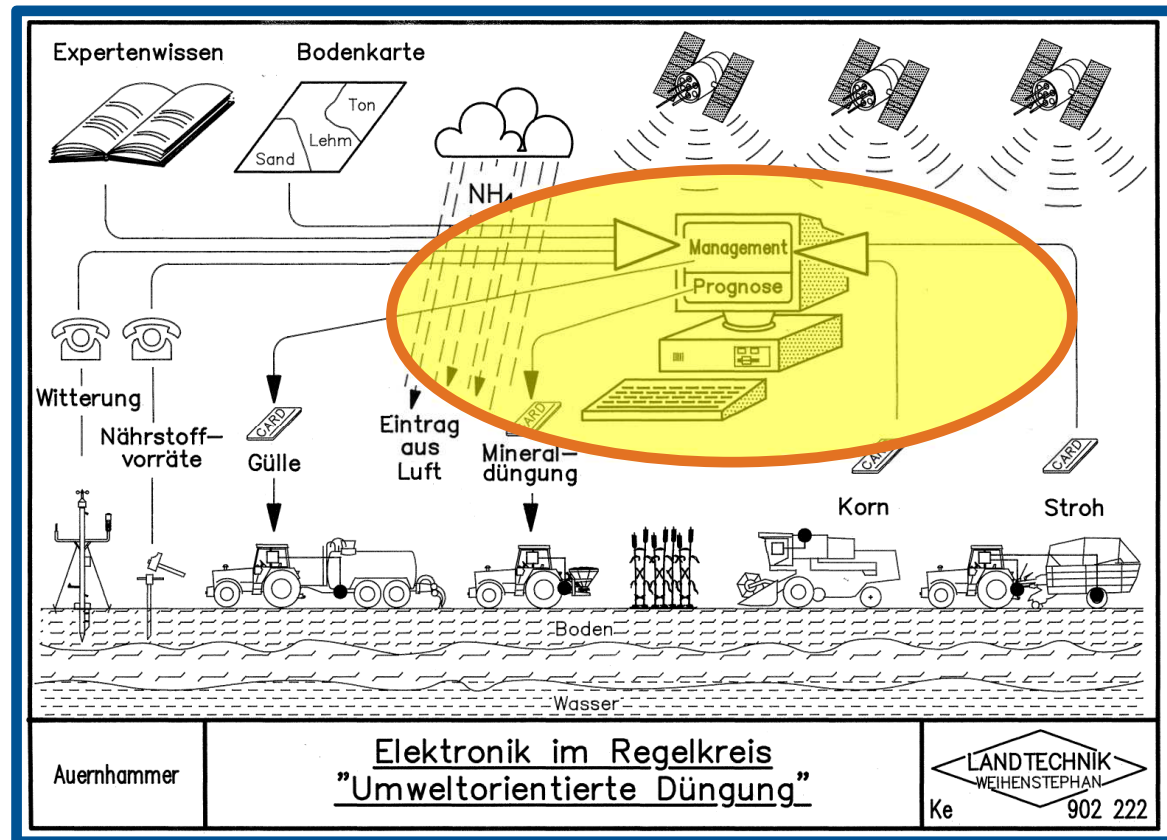


20.08.1990

Gut Schlüterhof
7,9 ha WW



Auch im Ackerbau Information im Mittelpunkt



<https://mediatum.ub.tum.de/?id=710617>, erstellt am 14.08.1990

Teilschlagspezifischer Nährstoffversorgungs-Regelkreis wird möglich:

Nitratbelastung Umwelt, wenn (vereinfacht):

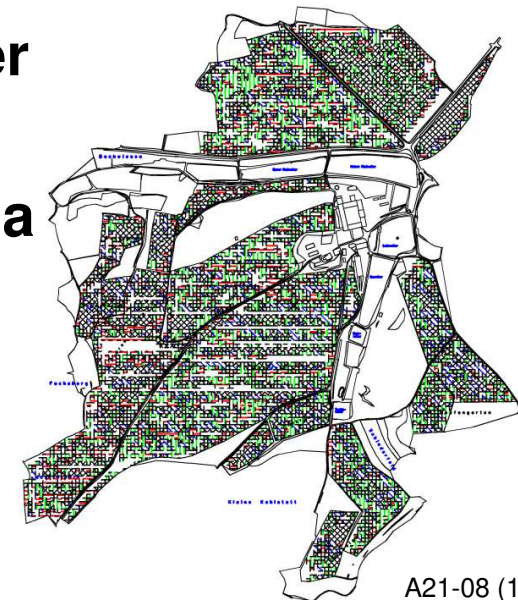
$$N_{\text{exakte Düngung}} + N_{\text{Eintrag Luft}} + N_{\text{Mineralisierung}} - N_{\text{Ertrag (Stroh verbleibt)}} = 0$$

Lokale Ertragsmessung ab 1991 FAM Scheyern



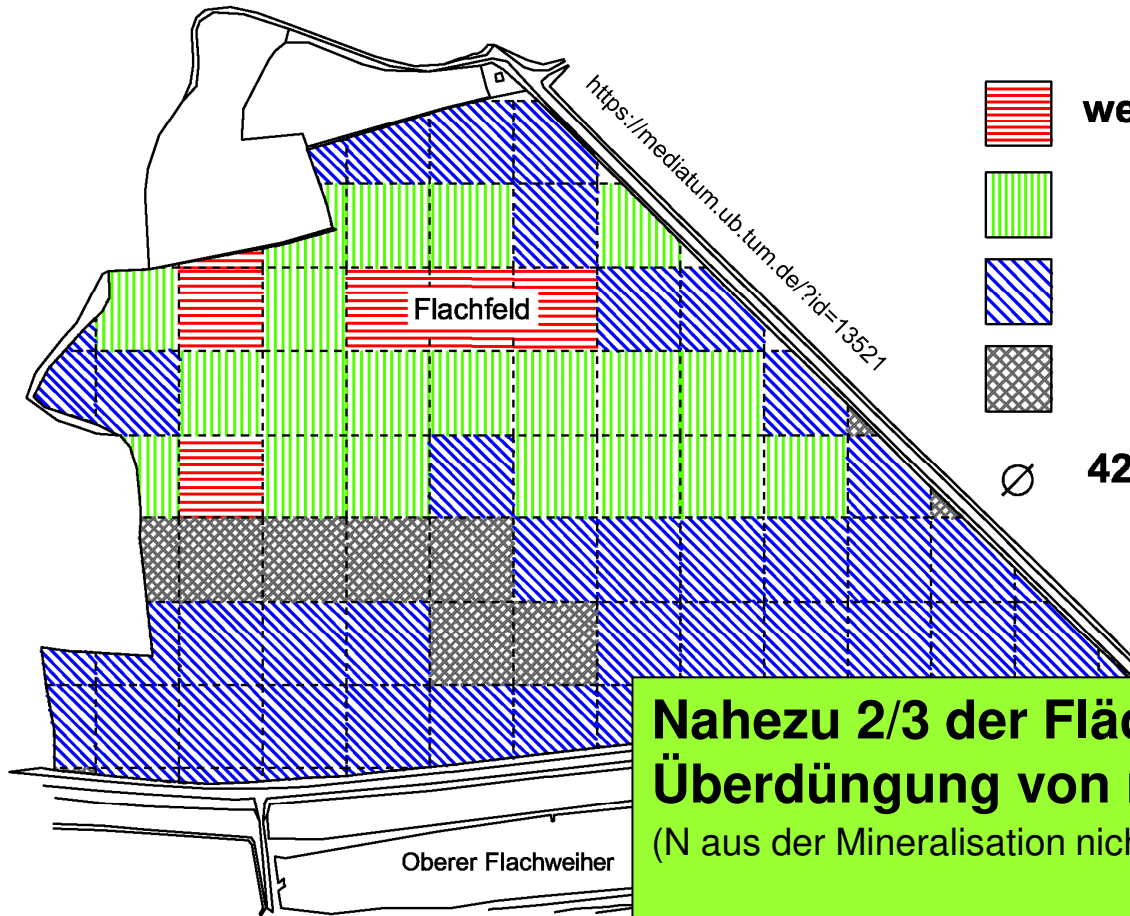
Weltweit erstmaliger Großflächeneinsatz der lokalen Ertragsermittlung 1991 & 1992 mit Serienmähdreschern und DGPS auf > 100 ha

- Fahrspuranalysen
- Ertragskartierungen abs. im Rasterformat (5, 12, 24 m Seitenlänge)
- Ertragskartierungen rel. im Rasterformat (5, 12, 24 m Seitenlänge)
- Feuchtekartierung in späteren Jahren



Kalkulierter Reststickstoff „Flachfeld“ 1991

(Winterweizen „ORESTIS“; Vorrucht Getreide, 16,6 ha; Düngung 160 kg N/ha einheitlich)



Nach Maidl, Demmel, Auernhammer

<u>Reststickstoff</u>	<u>Flächenanteile</u>
weniger als 20 kg/ha	= 7,7 %
20 bis 40 kg/ha	= 30,8 %
40 bis 60 kg/ha	= 50,8 %
mehr als 60 kg/ha	= 10,7 %
42,4 kg/ha = 26,5 % Reststickstoff	
Maximum/Raster	71 kg/ha = 44,4 %
Raster	50 x 50 m
Werte pro Rast.	25 (a 100 m ²)

Nahezu 2/3 der Fläche hatten eine Überdüngung von mehr als 25% !

(N aus der Mineralisation nicht berücksichtigt)

Was ist zu tun?

→ weniger Stickstoff

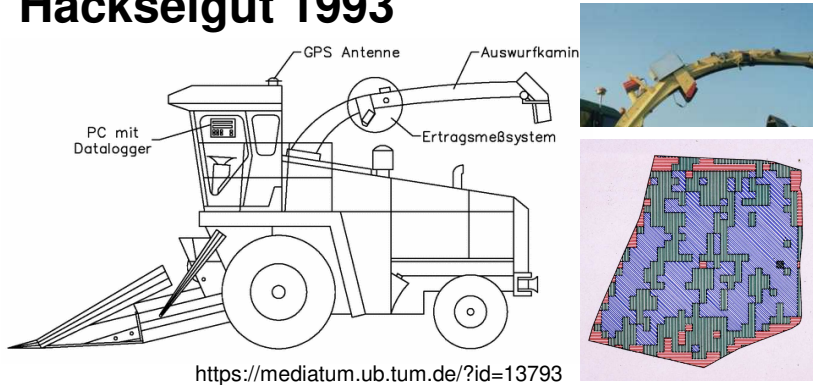
→ Ertragsverzicht !

→ teilflächenspezifische Applikation

→ benötigt adäquate „Technik und Wissen“ !

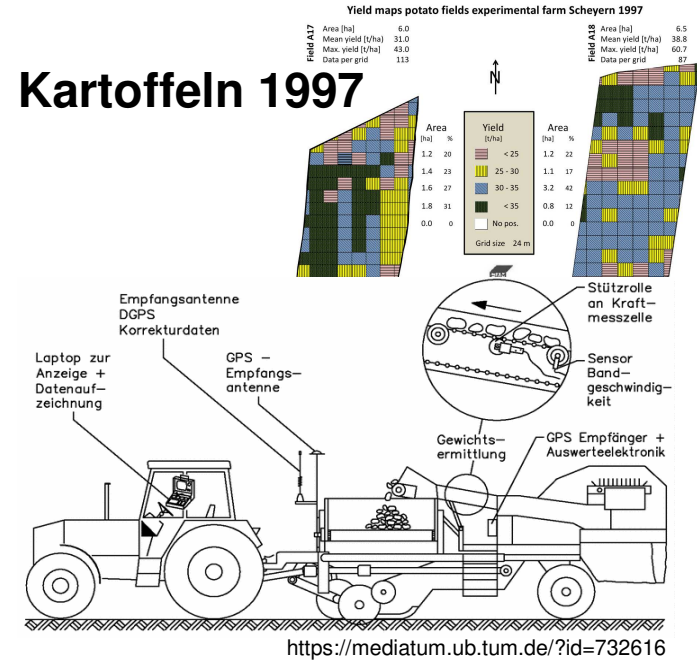
Lokale Ertragsermittlung für die Fruchtfolge

Häckselgut 1993

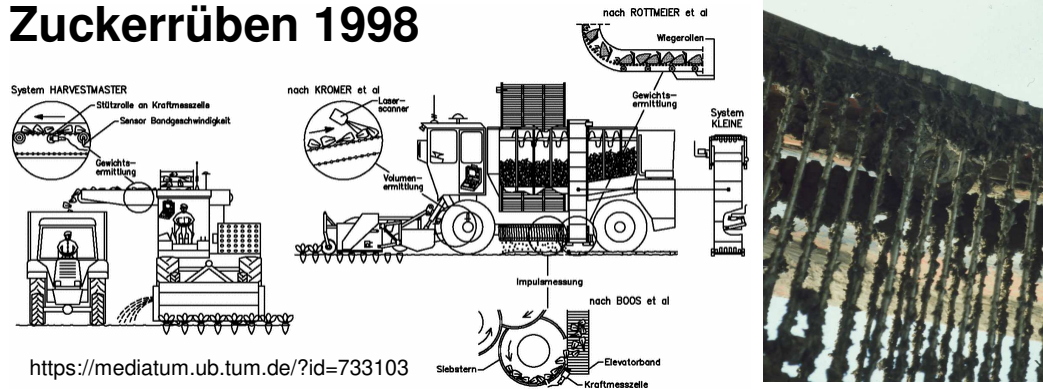


<https://mediatum.ub.tum.de/?id=13793>

Kartoffeln 1997



Zuckerrüben 1998



<https://mediatum.ub.tum.de/?id=733103>

Wird man Hackfrucht- Erträge je per Satellit ermitteln können ?

Theoretische Überlegungen zur Robotik 1995

Autonome Bestellkombination



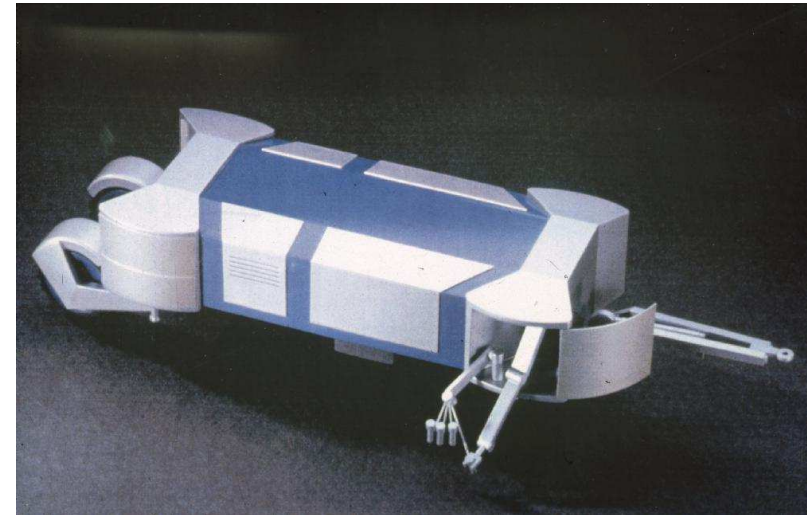
<https://mediatum.ub.tum.de/?id=1449070>

Folgt der Saatbettvorbereitung

Hybridantrieb mit Biokraftstoff

**Ausreichende Saatgutkapazität für
ganztägige Arbeit**

Mobiler Melkroboter



<https://mediatum.ub.tum.de/?id=1449073>

Für den Weidebetrieb im Sommer

**Als mobiler Melkstand im Winter
überbetrieblich für „kleine“
Milchviehbetriebe mit Liegehalle
und Kraftfutterautomat ohne
eigene Melktechnik**

Teilschlagtechnik und Gleichstandsaat 1996 - 1998

LBS und Teilschlagtechnik 1996



LBS im Standardtraktor

**Händische Aktivierung der
Teilschlag- und Teilbreitenschaltung
im Exaktstreuer**

GPS-Integration vor der Realisierung

Gleichstandsaat 1998

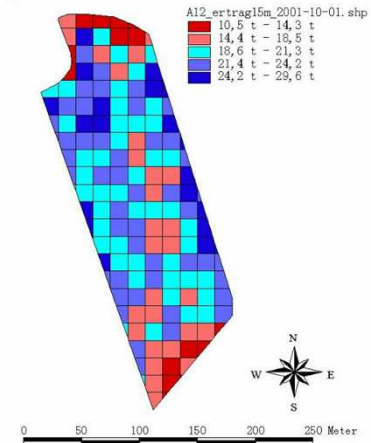
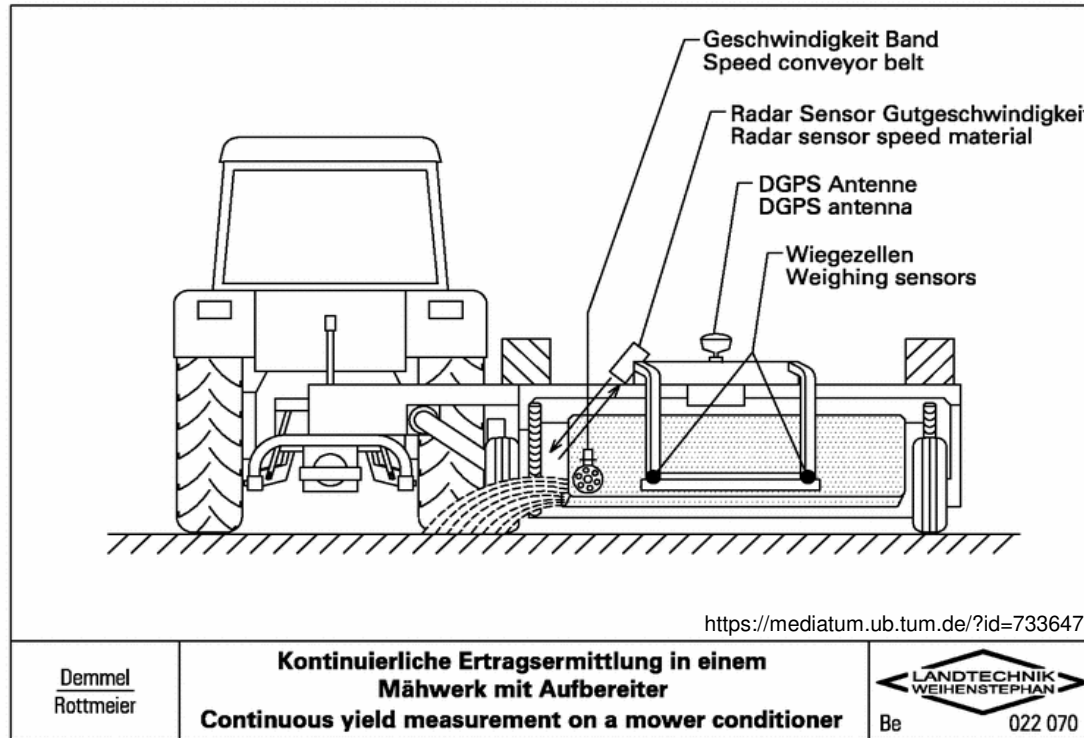


Jede Pflanze gleichen Standraum

**Manuell angepasster diagonaler
Anschluss am Feldanfang** (heute
problemlos über GNSS realisierbar)

**Mit Diagonalhacke Verzicht auf
Pflanzenschutzmittel** (Voraussetzung für
optimalen Robotikeinsatz)

Grünlandertrag, dort messen wo er entsteht 1998



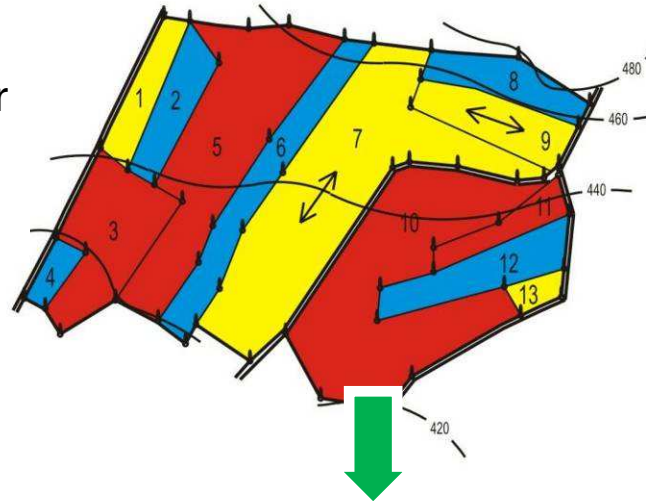
Zunehmend rotierende Mähwerke mit Schwadzusammenführung

- Wiegen + Feuchtemessung mit Inhaltsstoffen (NIRS)
- **Relativ einfache Integration (Schmetterlingskonfiguration) !**

Kleinstruktur = Teilschlag (Gewannebewirtschaftung) 1998

Bestehende Struktur

Beispiel:
„Hersbrucker Land“

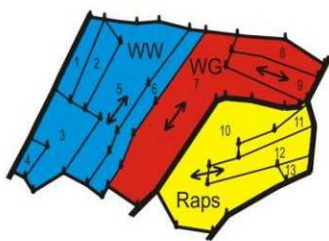


WW	WG	Raps
----	----	------

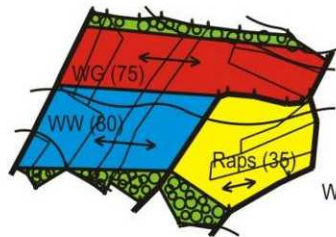
Landwirt		WW	WG	Raps
A		12	5	1
B		4;6	10	9
C		8	3	13
D		2	11	7

Ertragsorientiert (ökonomisch)

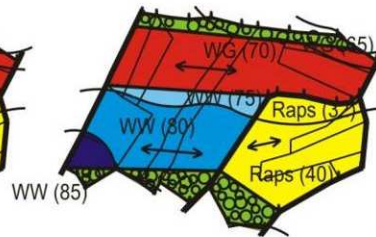
umweltorientiert (ökologisch)



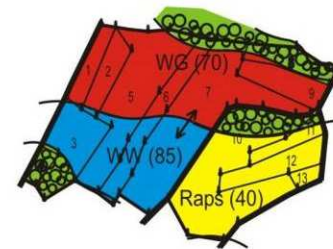
besitzorientiert



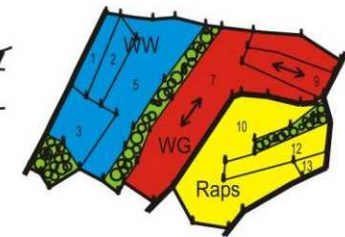
gemeinsames Ertragsziel



teilflächenorientiert



erosionsmindernd

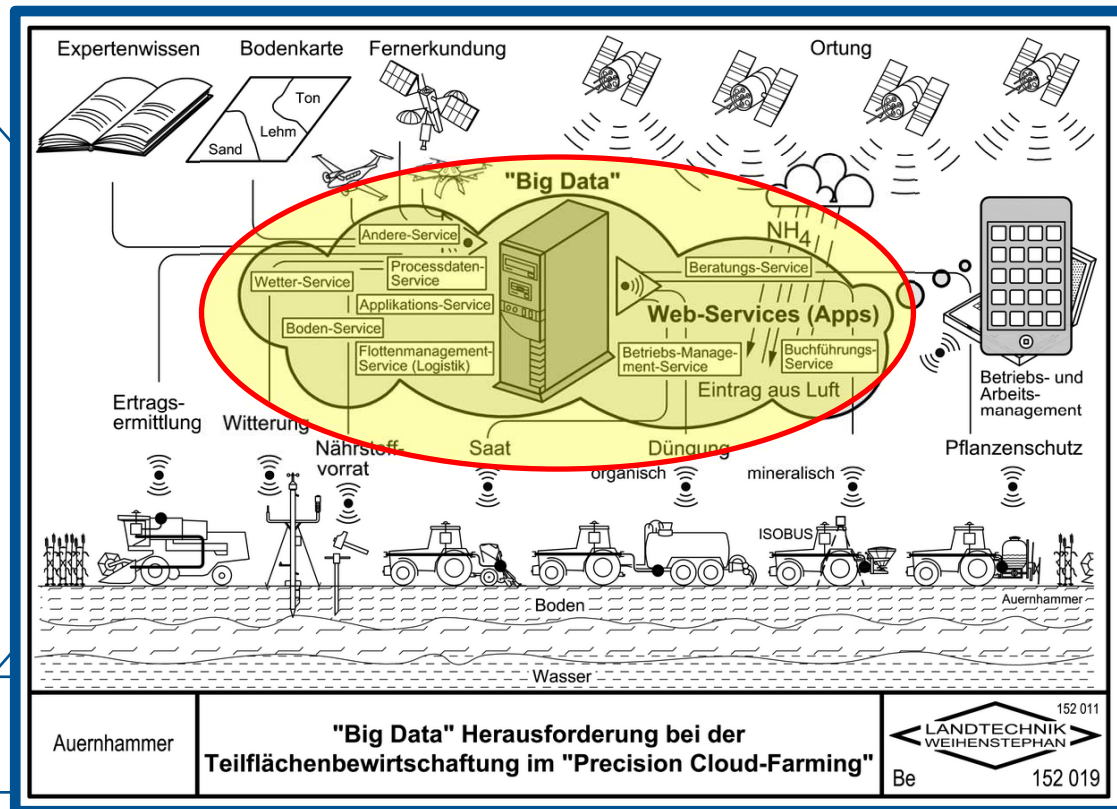


Landschaftserhaltend

Ökonomie „und“ Umwelt in Einklang bringen !

Precision Farming „Quo vadis ?“

Sie alle: Pirkelmann, Wendl, Wendling, Stanzel, Taylor, Gerl, Reinholz, Nienhaus, Robra, Buschmeier, Goense, Toft, Muhr, Demmel, Rottmeier, Wild, Kormann, de Baerdemaeker, Schueller, Terao, Ostermeier, Schneider, Pilgram, Fröhlich, Spangler, Trukenbrod, Perger von, Steinmayr, Maidl, Stout, Searcy, Blackmore, Wagner, Vellidis, Motobayashi, Gemtos, Ehrl, Werner, Rothmund, Spreng, Molin, Noguchi, Steinberger, Noack, Gallmeier, Heckmann ... **und viele mehr!**



<https://mediatum.ub.tum.de/?id=1279102>

**Vieles hat sich verändert und wurde weiter entwickelt,
viele wurde erreicht
und viele neue Herausforderungen stehen an !**

Aus der Praxis für die Praxis

Ein guter Zeitpunkt für KoDA

- Bestehende Mängel, Chancen und Herausforderungen zu erkennen,
- auf Fakten beruhende praxisnahe Lösungen zu erarbeiten,
- diese hartnäckig zu verfolgen,
- in der Umsetzung zu begleiten
- und immer kritisch zu bewerten und zu hinterfragen !

Und dabei nicht zu vergessen (*Santayana 1905*):

→ Wer die Vergangenheit nicht kennt ist dazu verdammt sie zu wiederholen !

Viel Glück und Erfolg !