




Intelligente Landtechnik - die Zukunft hat schon begonnen !

Prof. i.R. Dr. Dr. habil.
Hermann Auernhammer

Weihenstephan
11. Juli 2008

- 
- ***Der Blick zurück***
 - ***Landtechnik und Forschung in Bayern***
 - ***Precision (Crop) Farming***
 - Teilschlagtechnik
 - Automatische Prozessdatenerfassung
 - Virtuelle Flurbereinigung
 - Automatisierung und Feldrobotik
 - ***Precision Lifestock Farming***
 - Automatische Kälberaufzuchtanlage „Hirschau“
 - Elektronik auf der Alm
 - ***Energie heute und morgen***
 - ***Neue Antriebssysteme***
 - ***Lehre und Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik***

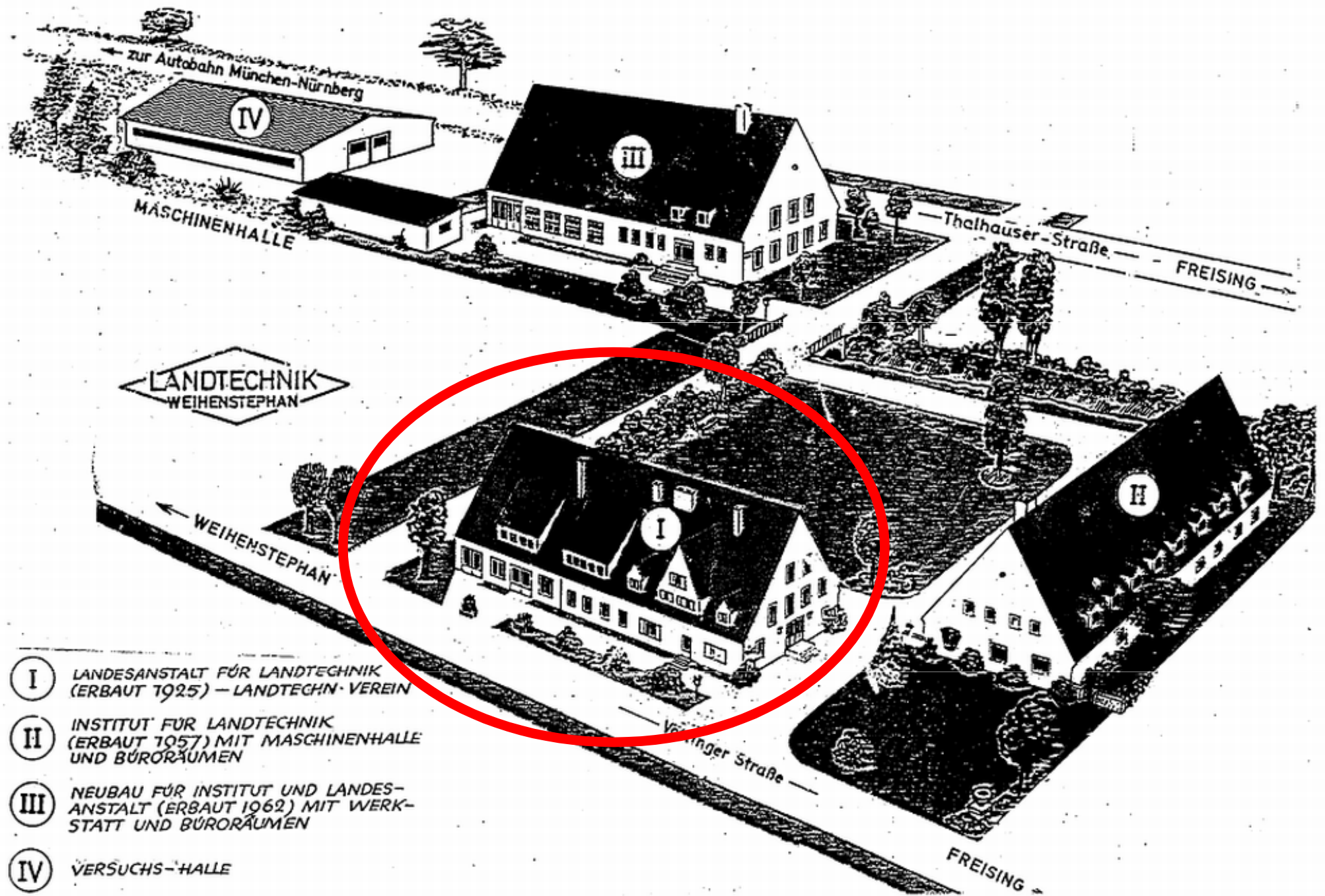
Zur Agrartechnik Hohenheim 1893

...

*"Ein weiterer Ausbau erfolgte zunächst nicht, war doch Direktor Voßler 1893 der Ansicht, daß **"die Konstruktion der bäuerlichen Maschinen als nahezu abgeschlossen anzusehen ist"**, und daß in einem Lande mit vorherrschendem Kleinbesitz wie Württemberg überhaupt weniger Maschinen Anwendung finden als in Ländern mit Großbesitz. Die Landmaschinenindustrie, aber auch die praktische Landwirtschaft war anderer Ansicht.,*

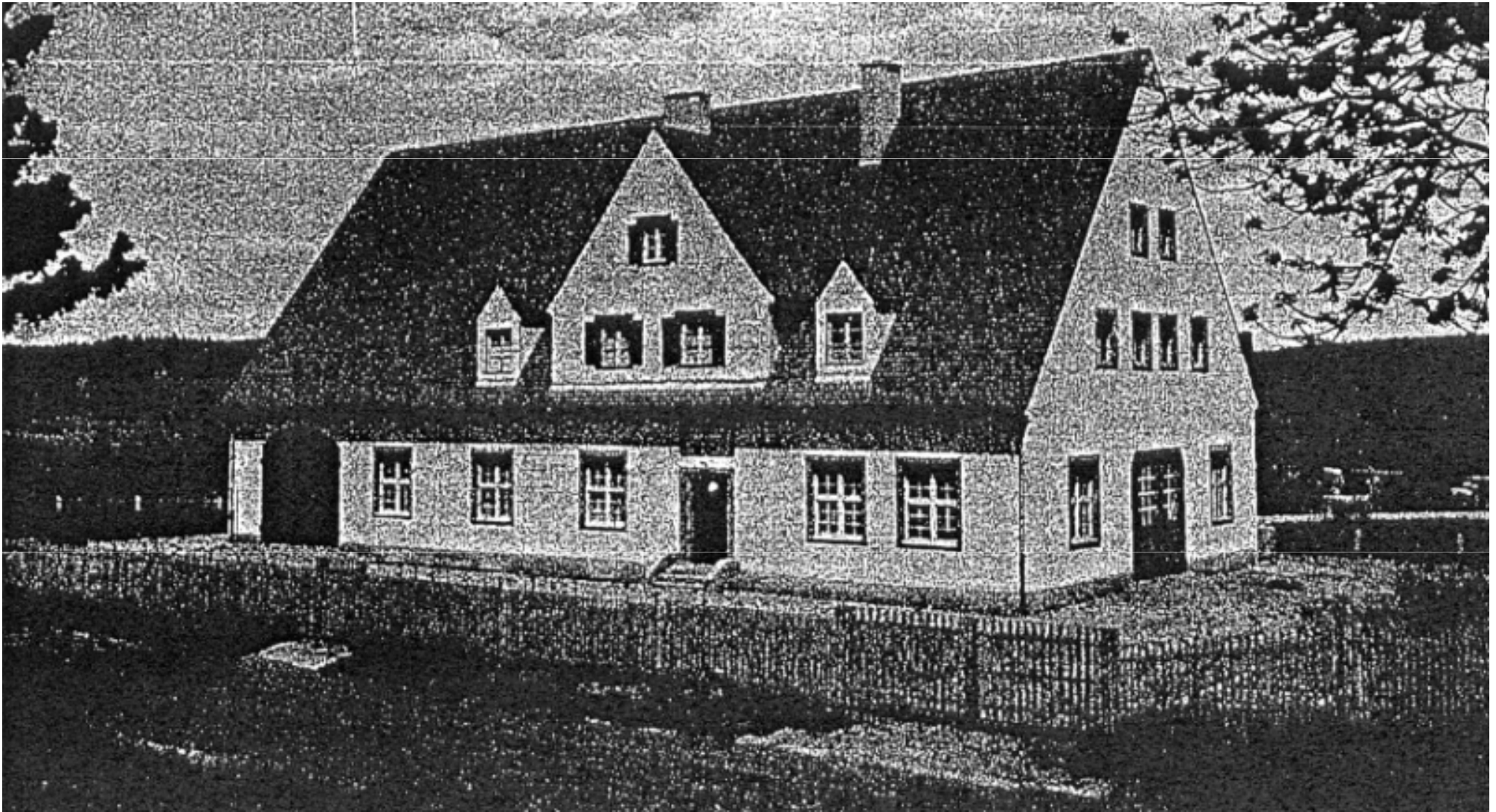
...

Franz, G.: Universität Hohenheim. Landwirtschaftliche Hochschule 1818 – 1968. Stuttgart: Ulmer Verlag 1968

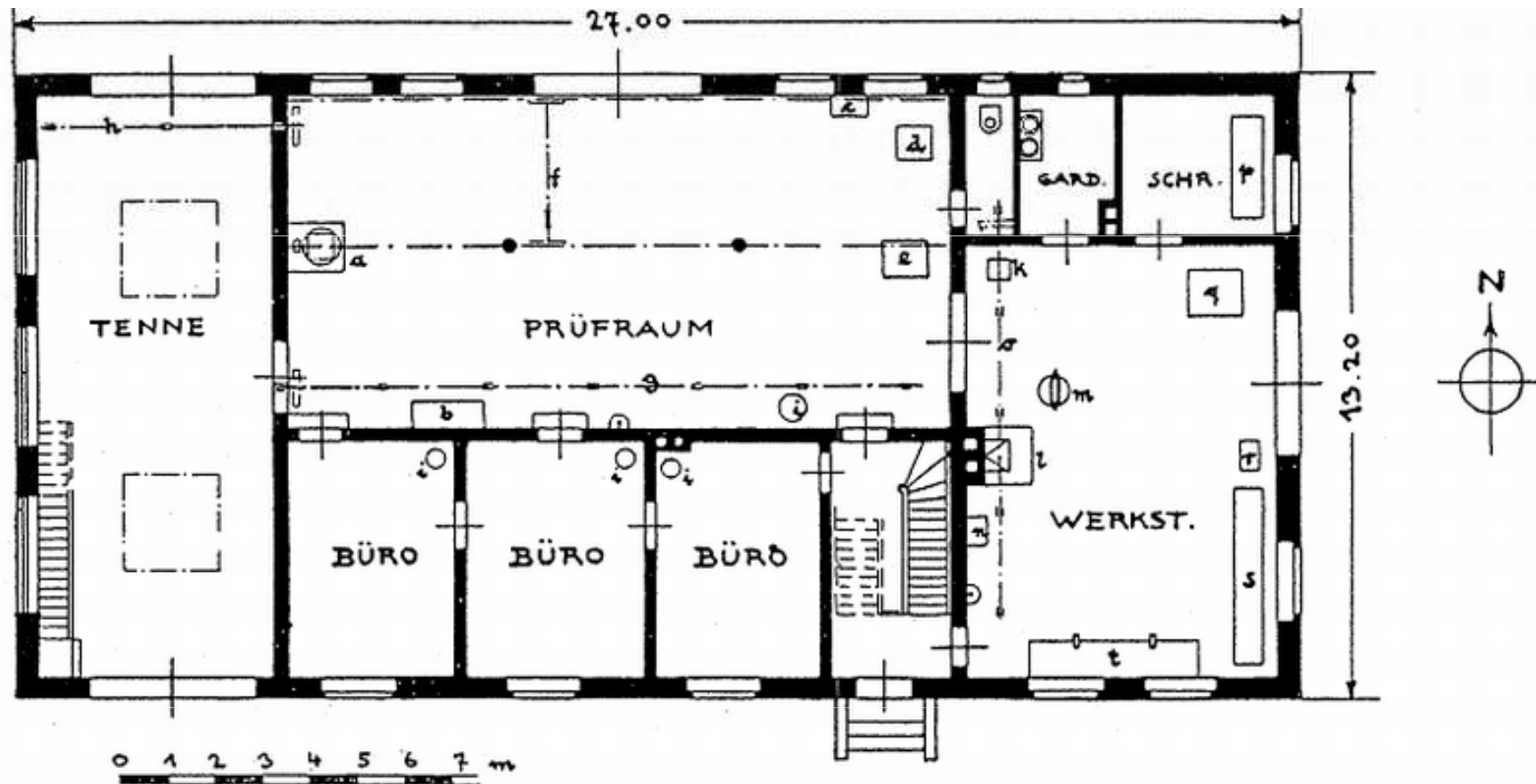


- I LANDESANSTALT FÜR LANDTECHNIK (ERBAUT 1925) – LANDTECHN. VEREIN
- II INSTITUT FÜR LANDTECHNIK (ERBAUT 1957) MIT MASCHINENHALLE UND BÜRO-RÄUMEN
- III NEUBAU FÜR INSTITUT UND LANDESANSTALT (ERBAUT 1962) MIT WERKSTATT UND BÜRO-RÄUMEN
- IV VERSUCHS-HALLE

Bayerische Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weihenstephan 1924



Bayerische Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weihenstephan 1924



Vorgesehene Erweiterungen:

- Verlängerung des Gebäudes um 11m (erfolgt)
- Verlängerung der Maschinenhalle in Nordrichtung um 40 m
- Verlängerung der Werkstätte in Nordrichtung um 40 m
- Verbindung der beiden Veränderungsbauten durch einen Querbau

Ausstattung der "Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weihenstephan" 1924

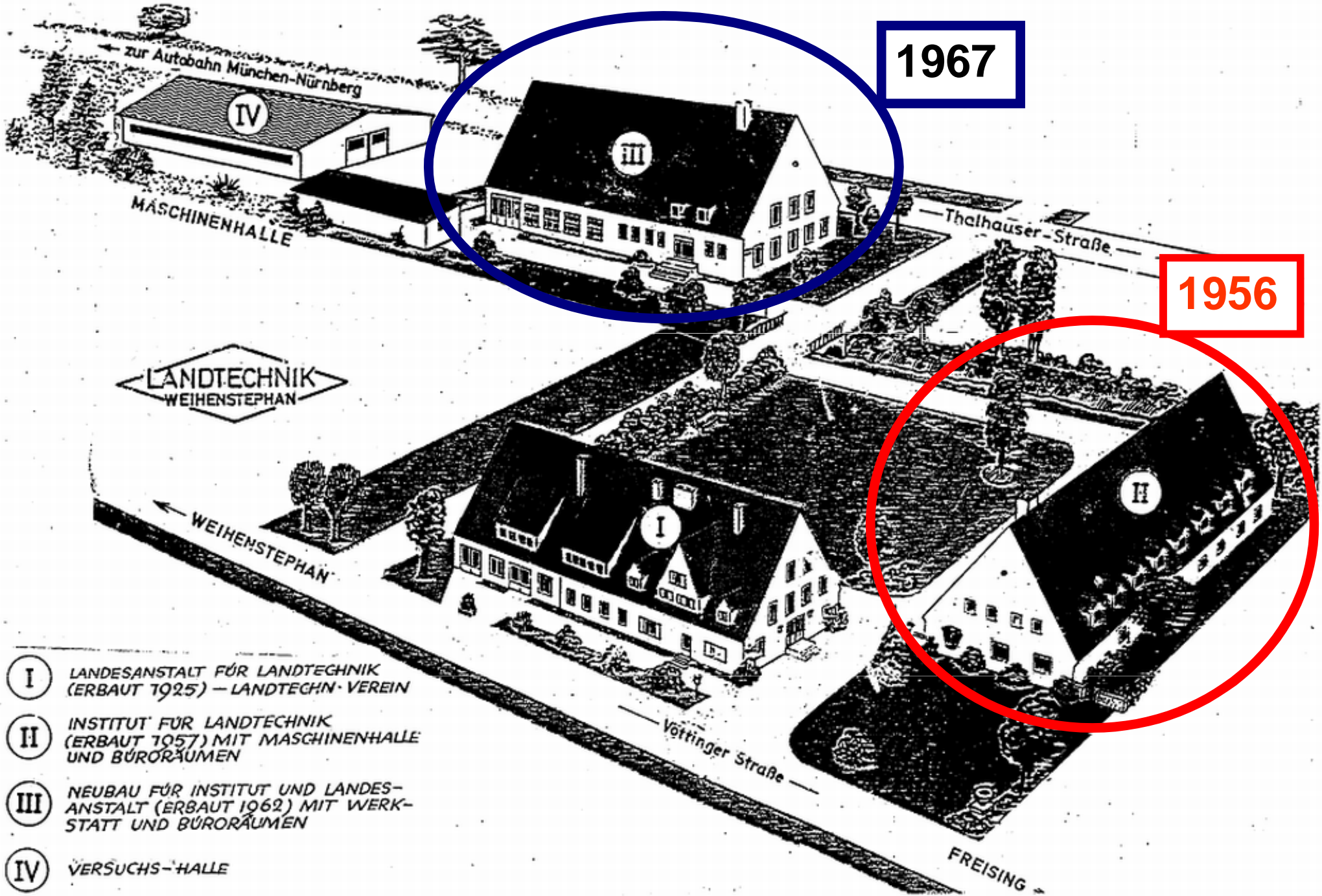
- Fahrprüfstand
- Pendel-Dynamo
- Motor von 4/6 PS und Riemenvorgelege
versehener Prüfwagen
- selbstschreibender hydraulischer Kraftmesser
für Riemenantrieb
- zwei Bremszäume
- ein Kurbel-Dynamometer
- Zugkraft-Messapparate
- Tachograph mit Tourenzähler
- dazu: **600 Diapositive**
- zwei Handtachometer
- zwei Indikatoren für Kolbenmaschinen
- Anemometer
- Apparat zur Feststellung der Bodenkrümelung
- elektrische Messinstrumente für alle Stromarten
- analytische Wage
- drei andere Wagen
- Stoppuhr
- Sortierapparat für Getreideproben
- moderne Kurbel-Rechenmaschine

Von den einschlägigen Zeitschriften werden von der Anstalt gehalten:

- Technik in der Landwirtschaft
- Die Landmaschine
- Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure
- Mitteilungen des Vereins deutscher Ingenieure
- Elektrotechnische Zeitschrift
- Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft
- Fortschritte der Landwirtschaft
- Kruppsche Monatshefte
- A.E.G.-Mitteilungen

Maschinenprüfungen an der "Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weihenstephan" 1925

1. Beizapparat "Degesch" der Deutschen Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung m.b.H., Frankfurt a. Main.
2. Jauche-Kreiselpumpe "Pfalz II" der Guß- und Armaturenwerke Kaiserslautern.
3. Jauchepumpe "Triumphator" der Guß- und Armaturenwerke Kaiserslautern.
4. Pflugtransporteur "Z" von Jos. Zauser, Neufahrn b. Freising.
5. Sensenring von Danzer, Starnberg.
6. Hackmaschine der Maschinenfabrik Schmotzer, Windsheim.
7. Hackmaschine "Essenia" der Maschinenfabrik Neumarkt a. Rott.
8. Hackmaschine der Maschinenfabrik Wolf, Uffenheim.
9. Hack- und Häufelpflug "Monachia I" der vereinigten Landsberger Pflug- und Münchener Eggenfabriken, Pasing.
10. Hack- und Häufelpflug "Monachia II" der vereinigten Landsberger Pflug- und Münchener Eggenfabriken, Pasing.
11. Vorderwagen für Heuwender von Happ, Erding.
12. Radheber von Schillert, München.
13. Hack- und Häufelpflug von Josef Wunderlich Söhne, Schonwald.
14. Düngerstreumaschine "Tünzenbergia", Tünzenberg Pst. Mengkofen.
15. Untergrundpflug "Patent Mörich" der Eisenwerke Bassum.
16. Grasmähmaschine "Nova Palatia" von Lanz-Wery, Zweibrücken.
17. Dreschmaschine "DKS" der Maschinenfabrik A. Schlüter Freising.
18. Prüfung des Monopolin I auf Brauchbarkeit in stationären Motoren und Kraftpflugmotoren.
19. Gutsfräse der Siemens-Schuckertwerke Berlin (Wettbewerb Kaiserslautern).
20. Toro-Kippflug der Toro-Motorpflug-A.-G. Hannover (Wettbewerb Kaiserslautern).
21. WD.-Radschlepper der Deutschen Kraftpflug-Ges., Berlin (Wettbewerb Kaiserslautern).
22. Fordson-Trekker, Vertretung Strauß, Grünstadt (Wettbewerb Kaiserslautern).
23. Viehselbsttränkebecken von Batzer und Wulf, München.



1967

1956

- I LANDESANSTALT FÜR LANDTECHNIK (ERBAUT 1925) – LANDTECHN-VEREIN
- II INSTITUT FÜR LANDTECHNIK (ERBAUT 1957) MIT MASCHINENHALLE UND BÜRORÄUMEN
- III NEUBAU FÜR INSTITUT UND LANDESANSTALT (ERBAUT 1962) MIT WERKSTATT UND BÜRORÄUMEN
- IV VERSUCHS-HALLE

- **Die Vollmechanisierung über den Schlepper und die Melkmaschine in der Milchviehhaltung in den 50ern**
- **Die nahezu ausschließliche Ernte mit selbstfahrenden Mähdreschern und erste Laufställe für Milchvieh in den 60ern**
- **Größere Schlepper und generelle Ausrüstung mit Umsturzbügel bis hin zu einfachen Kabinen, Trac-Systeme sowie erste Kraftfutterabrufanlagen in den 70ern**
- **Kabinenschlepper mit höherer Geschwindigkeit und mehr Leistung, sowie leistungsfähige Anhänger in den 80ern**
- **Der leistungsfähige Systemschlepper heutiger Bauart mit Front- und Heckanbau und Nutzung der Elektronik als Insellösungen im Schlepper und in den Verteilgeräten; der Milchviehlaufstall wird zum Standardsystem in den 90ern**

➤ **Agrarland Nr. 1**

➤ **1/3 der deutschen Landtechnikproduktion aus Bayern** (und nicht zu vergessen: Deutschland ist Exportweltmeister in der Landtechnik)

➤ **Weltspitzentechnologieführer in Bayern**

- FENDT mit Stufenlostechnik im Getriebebau
- HOLMER und Ropa mit selbstfahrender Zuckerrübenerntetechnologie
- HORSCH im Bereich pflugloser Bestellsysteme
- ZF im Getriebe- und Achsenbau
- FRITZMEIER in der Lasertechnologie
- Und und und !



Drei Probleme beherrschen die Diskussion

- **Umwelt** Klimawandel, Regenwälder, Pestizide, Nitrat, Wasser nach Menge und Reinheit
- **Nahrung** Zunahme der Weltbevölkerung contra Nachwachsende Rohstoffe, Versorgung, Preiswürdigkeit
- **Energie** Endlichkeit der fossilen Energien, Effizienzsteigerung, Energiemix für morgen

Einige Beispiele sollen nun zeigen, dass auch hier Weltspitzenleistungen erzielt wurden und dass für die moderne Landtechnik vielfach die Wiege in Bayern stand

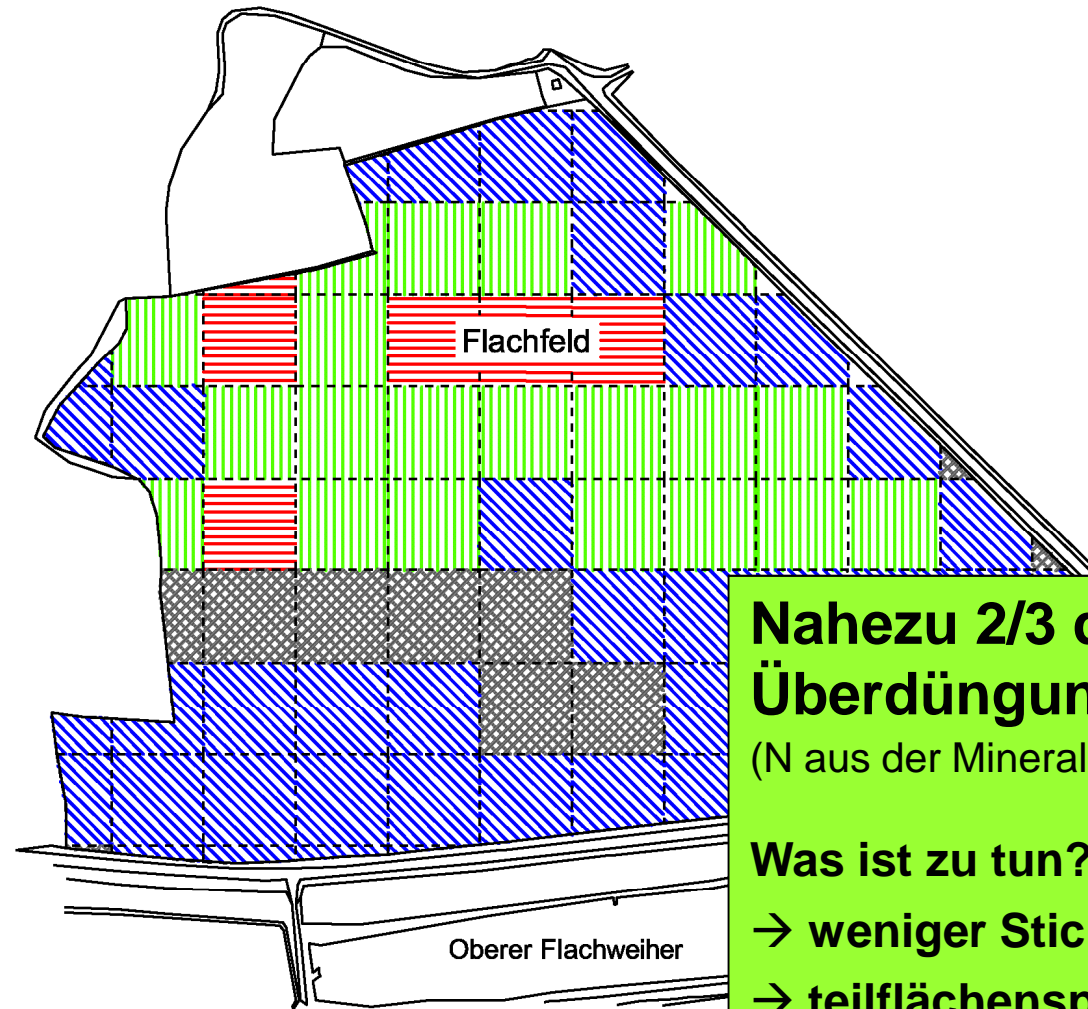
Precision Farming „life“ in Scheyern ab 1990







Erster Serienmähdrescher mit GPS und Ertragsermittlung 1990 in Scheyern eingesetzt und getestet!

Kalkulierter Reststickstoff „Flachfeld“ 1991

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



Nach Maidl, Demmel, Auernhammer

<u>Reststickstoff</u>	<u>Flächen- anteile</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 %
\emptyset 42,4 kg/ha	= 26,5 % Reststickstoff

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

(N aus der Mineralisation nicht berücksichtigt)

Was ist zu tun?

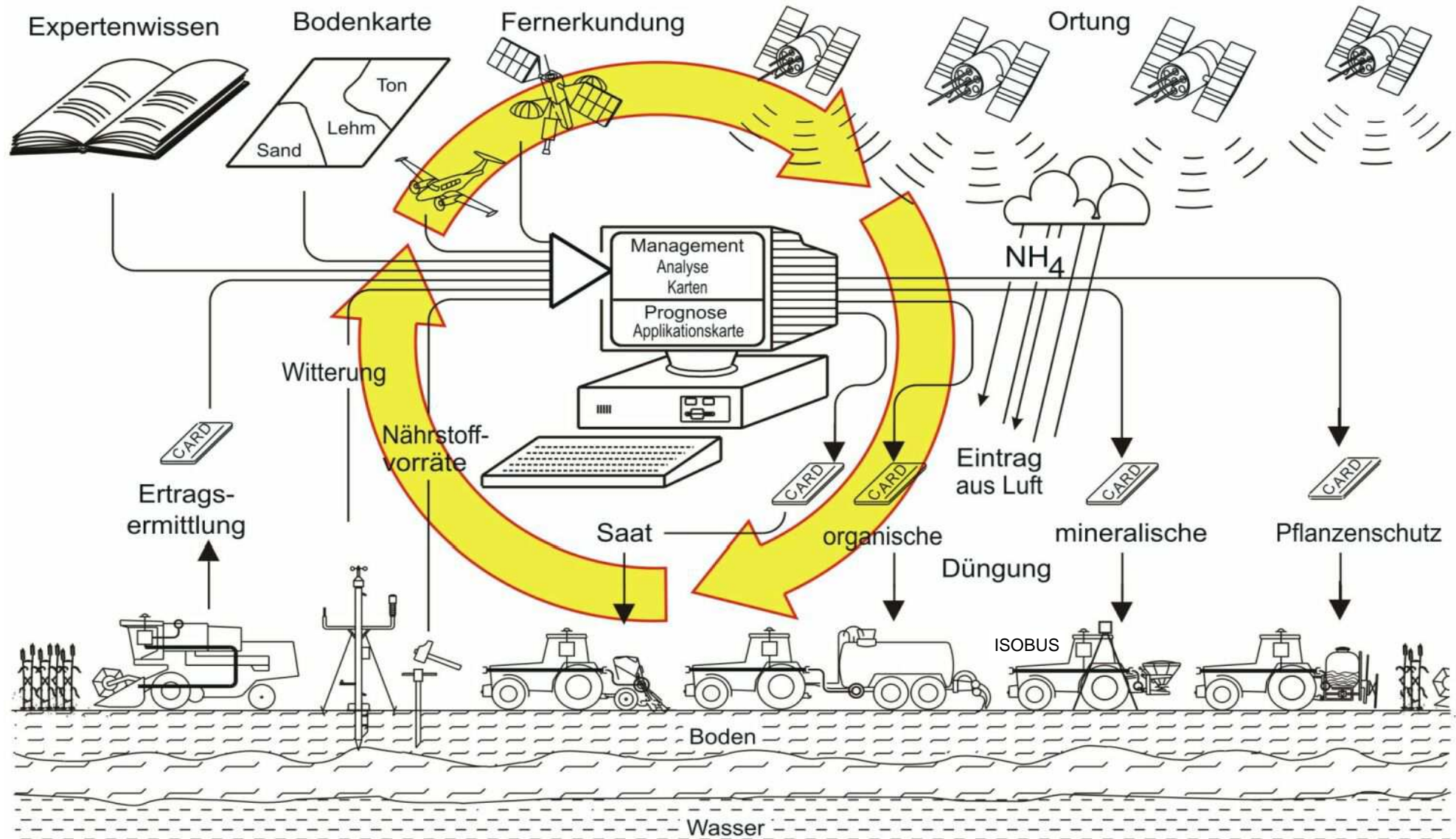
→ weniger Stickstoff

→ **Ertragsverzicht !**

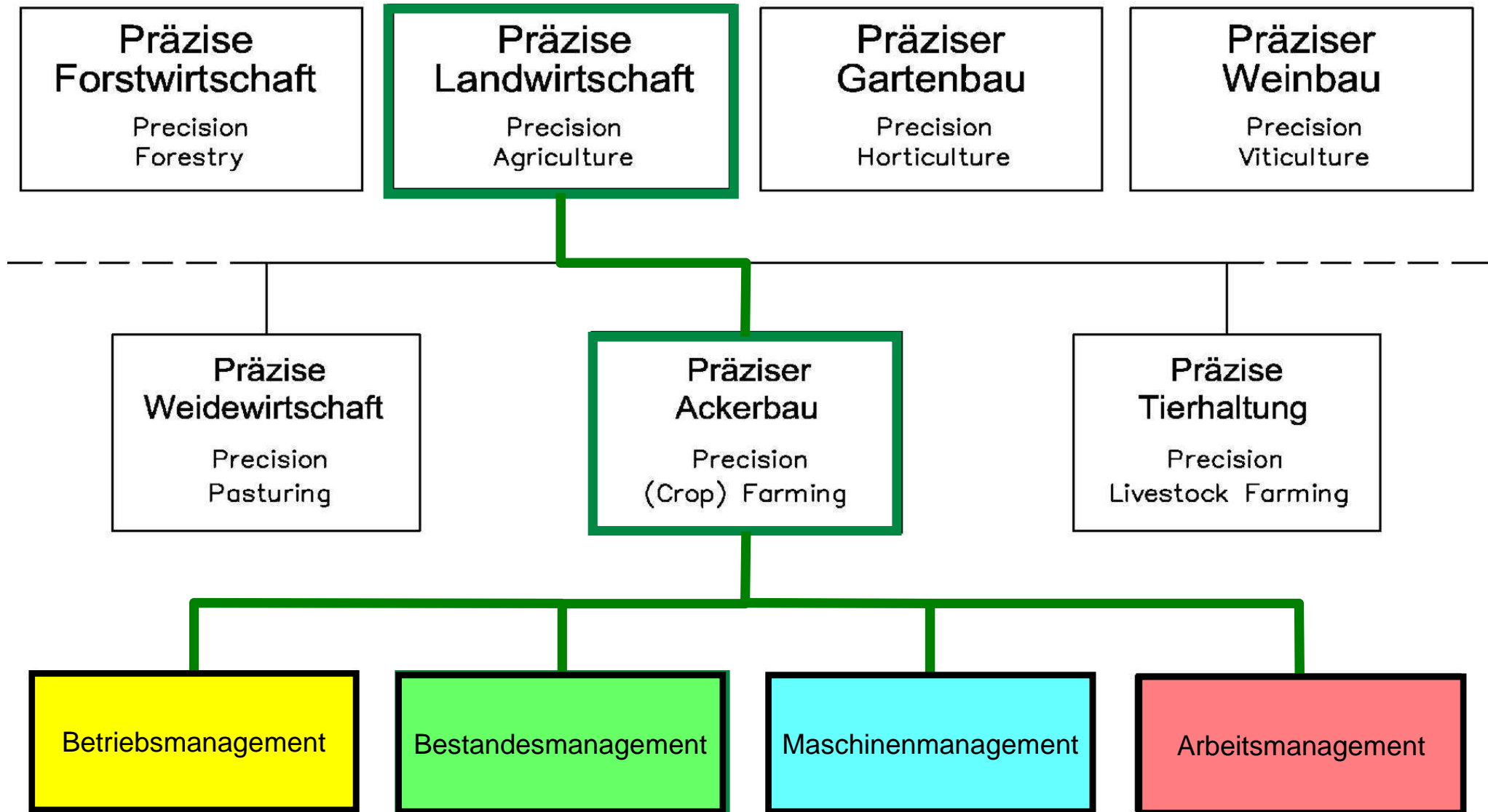
→ teilflächenspezifische Applikation

→ **benötigt adäquate „Technik und Wissen“ !**

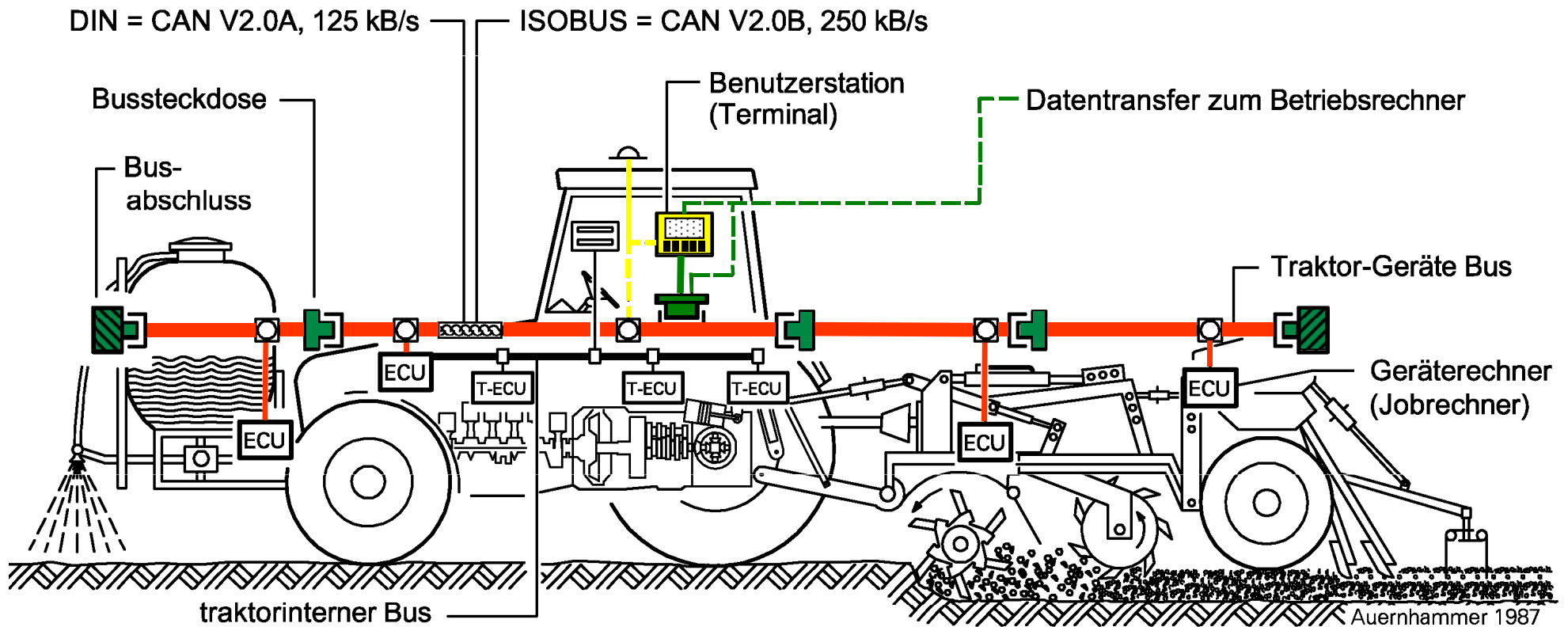
Teilschlagtechnik im „Präzisen Pflanzenbau“ (Precision Farming)



Von der Präzisionslandwirtschaft zur „präzisen Landnutzung“



Die Wiege von LBS/ISOBUS stand in Weihenstephan



T-ECU Traktorinterner Jobrechner

Teilflächenspezifische N-Düngung mit LBS (in Dürnast 1997)



Mech. Widerstand



Bestandsdichte auf
kleiner Messfläche

NIR passiv



NIR aktiv



Bestandsoberfläche (indirekt
Bestandsdichte) auf
größerer Messfläche

Laser



Pflanzenzustand,
Pflanzenzahl (und
Bestandshöhe = Biomasse)

Online-Düngung – automatisch rund um die Uhr



Erste Vergleichsergebnisse (nach MAIDL)

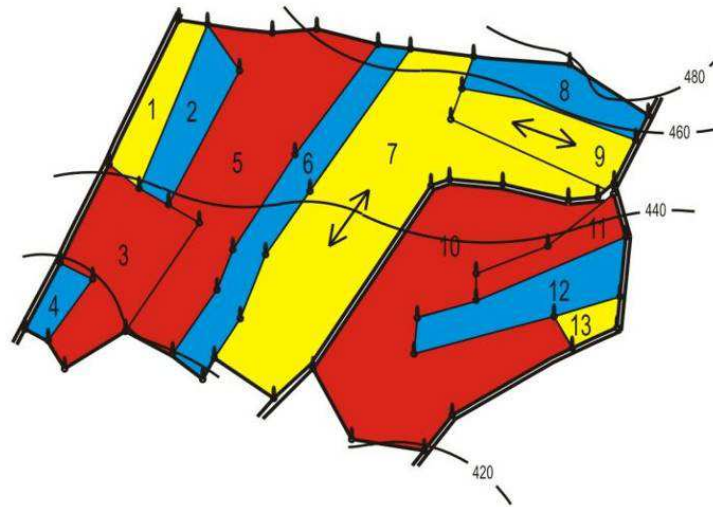
Ertagspotential	Einheitlich	Mapping	Online	Online+Map
N-Düngung insgesamt (kg/ha)				
hoch	180	200	163	175
mittel	180	180	193	180
niedrig	180	160	204	146
gesamtes Feld	180	180	187	167
Korn - Stickstoffbilanz (kg N/ha)				
hoch	3,6	23,2	-19,2	-9,6
mittel	48,2	48,2	26,5	10,5
niedrig	45,2	40,4	60,5	-8
gesamtes Feld	32,3	37,3	22,6	-2,4
N-kostenfreier Ertrag (€/ha)				
hoch	984	947	995	1014
mittel	780	780	822	935
niedrig	745	706	799	889
gesamtes Feld	849	804	902	944

Automatische Datenerfassung (Stickstoffapplikation auf Schlag TH01)

Datum	Startzeit	Stopzeit	Schlag	Traktor	Gerät	Maßnahme
30.04.2001	19:45 Uhr	20:30 Uhr	TH01	MB-trac	Exaktstreuer	Düngen
Benötigte Zeit auf dem Feld						
<i>Gesamt</i>	<i>Arbeit</i>	<i>Wenden</i>	<i>Stand</i>	<i>Zeit / Fläche</i>		
0.59 h	61 %	23 %	16 %	0.10 h/ha		
Zurückgelegter Weg auf dem Feld						
<i>Gesamt</i>	<i>Arbeit</i>	<i>Wenden</i>	<i>Weg / Fläche</i>			
4.11 km	81 %	19 %	0.71 km/ha			
Arbeitsgeschwindigkeit			Zapfwellengeschwindigkeit bei der Arbeit			
<i>Mittel</i>	<i>Standardabweichung</i>		<i>Mittel</i>	<i>Standardabweichung</i>		
9.26 km/h	2.27 km/h		450 U/min	61 U/min		
Bearbeitete Fläche			Applizierte Menge			
<i>Summe</i>			<i>Summe</i>	<i>Mittel</i>	<i>Stand.abw.</i>	
4.75 ha			915.6 kg	203.4 kg/ha	34.9 kg/ha	

„Virtuelle Flurbereinigung“ (Gewannebewirtschaftung)

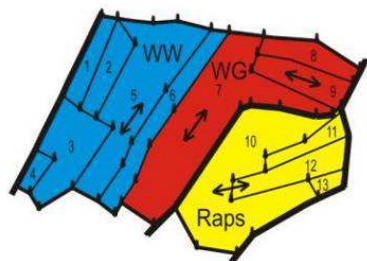
bestehende Struktur



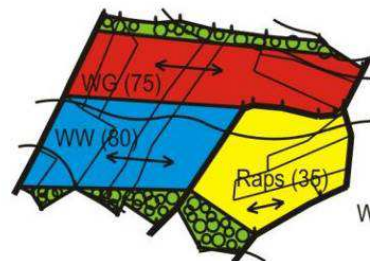
Landwirt		WW	WG	Raps
A		12	5	1
"	B	4;6	10	9
"	C	8	3	13
"	D	2	11	7

Ertragsorientiert (ökonomisch)

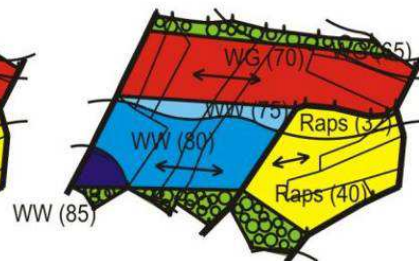
umweltorientiert (ökologisch)



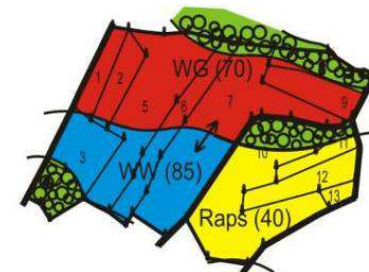
besitzorientiert



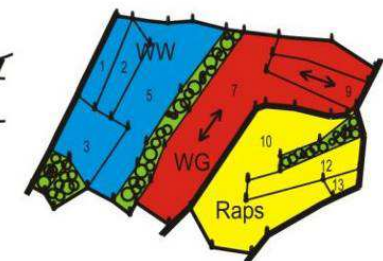
gemeinsames Ertragsziel



teilflächenorientiert



erosionsmindernd

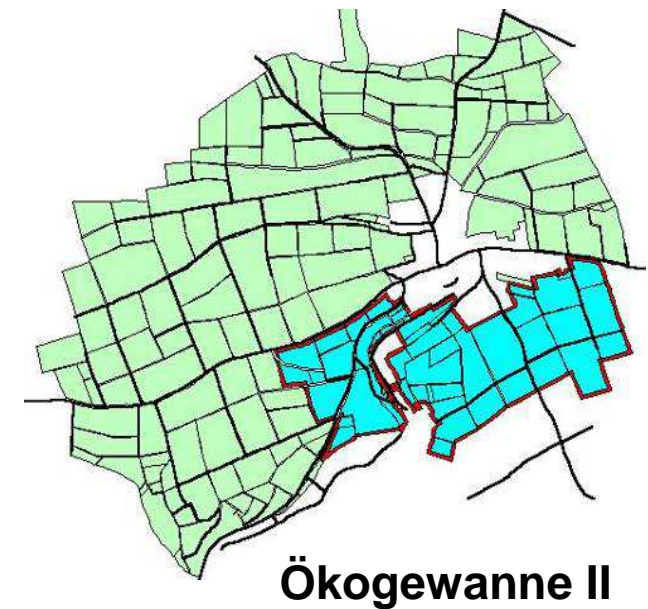
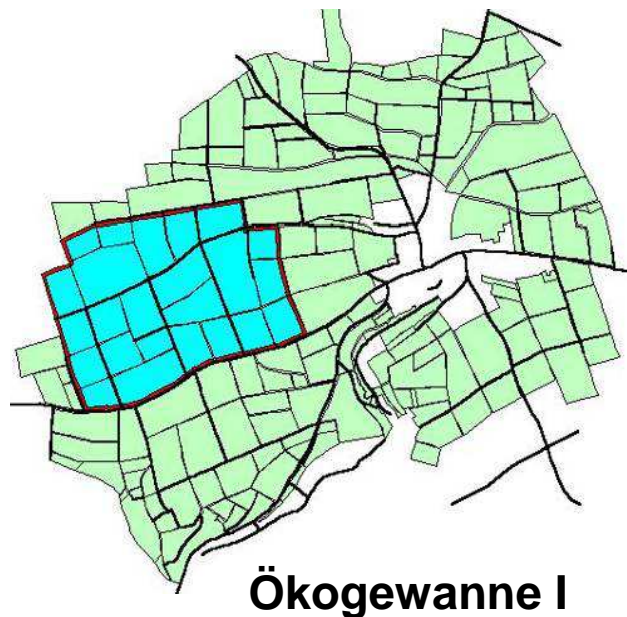
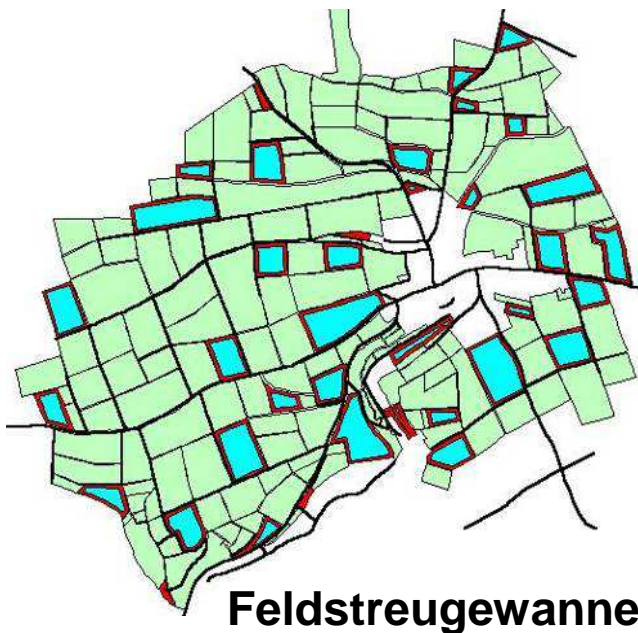
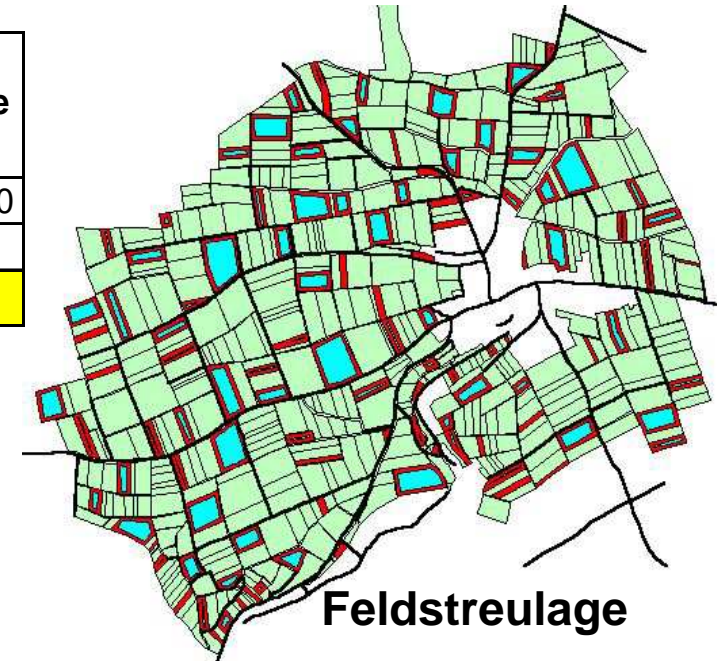


Landschaftserhaltend

Ökolandwirtschaft in der Gewannebewirtschaftung

	Feld- streu- lage	Feld- streu- gewanne	Öko- Gewanne I	Öko- Gewanne II	Gemeinde- gesamtfläche (660,15 ha)
Ökofläche (20%) [ha]	132,0	132,1	132,8	132,3	132,0
Grenzflächen [ha]	82,6	51,9	9,4	17,5	
Grenzflächenverlust	63%	39%	7%	13%	

Zeilitzheim mit 20% Öko-Flächenanteil (nach HUBER, 2002)



Lenkhilfe



Gibt optische die Abweichung einer vorgegebenen Abstandslinie an!

Lenkassistent



Assistent übernimmt das Lenken bei Bedarf, kann auf wechselnden Geräten eingesetzt werden!

Autotrack



Ist über Ventil in den Lenkkreis integriert und damit Bestandteil der Maschine!

Sensorik: Optik, Laser, Ultraschall, GPS

Bemannter Mähdrescher mit unbemannten „Drohnen“



Bemannter Reismähdrescher mit „Follower“ in Japan



Unbemannter Reispflanzer in Japan



Archiv: Landtechnik Weihenstephan

00 2AB 510.psd

Modulare Plattform für künftige Feldbearbeitung (Finnland)



Quelle: Agricultural Engineering March 1993, Vol. 74, No 2, P. 29



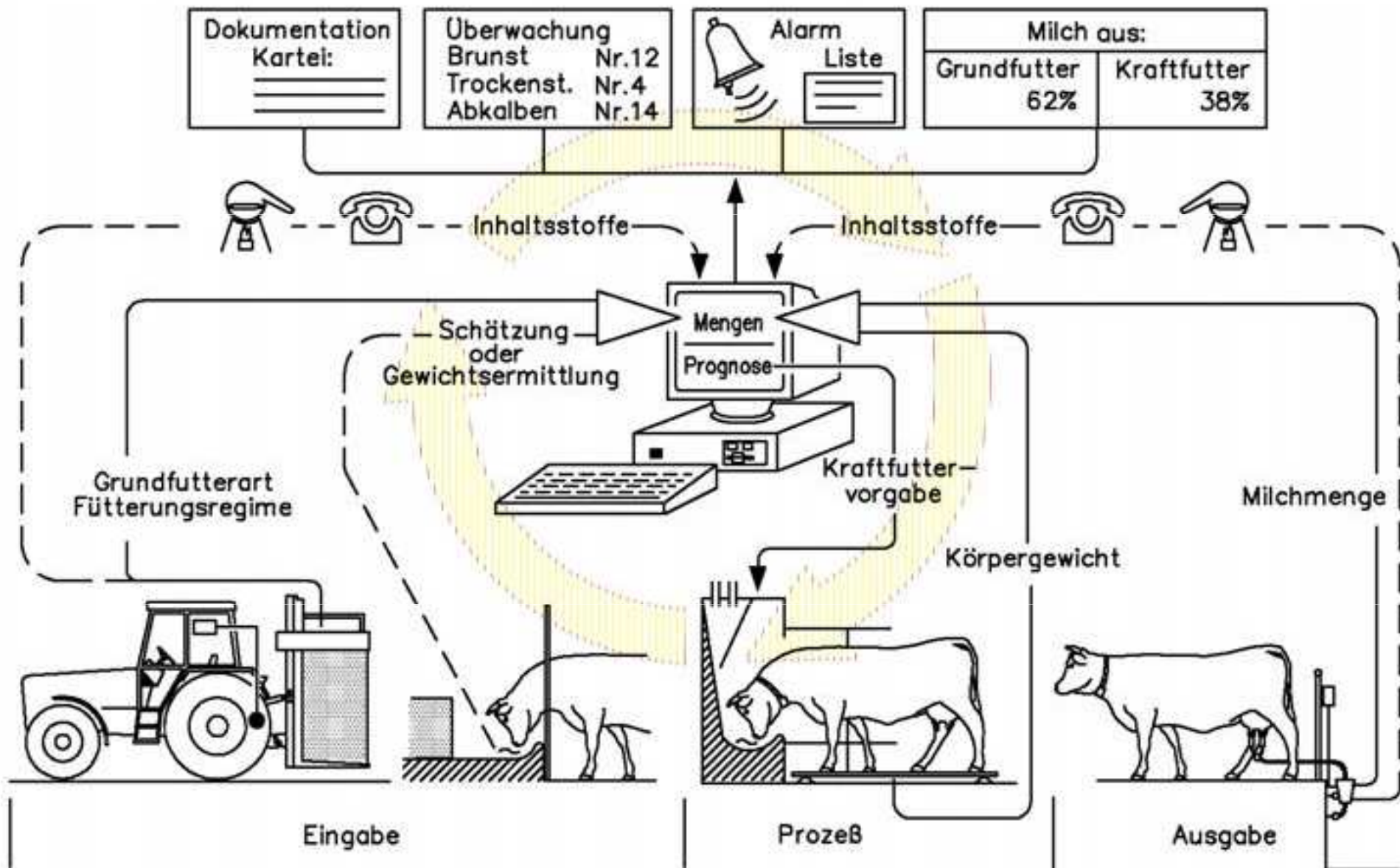
01 2AU 029.tif

Landtechnik von morgen ?



Designstudie
"Autonomes Saat- und Pflegesystem"
Ch. Pilgram, Pfortzheim 1995

Tierindividuelle leistungsbezogene Kraftfutterversorgung (Precision Lifestock Farming)



Automaten versorgen unsere Tiere

Prozessführung (Steuerung, Regelung und Überwachung)
wird zur Aufgabe in neuen Dimensionen !

Mit Tränkeautomaten fing es an

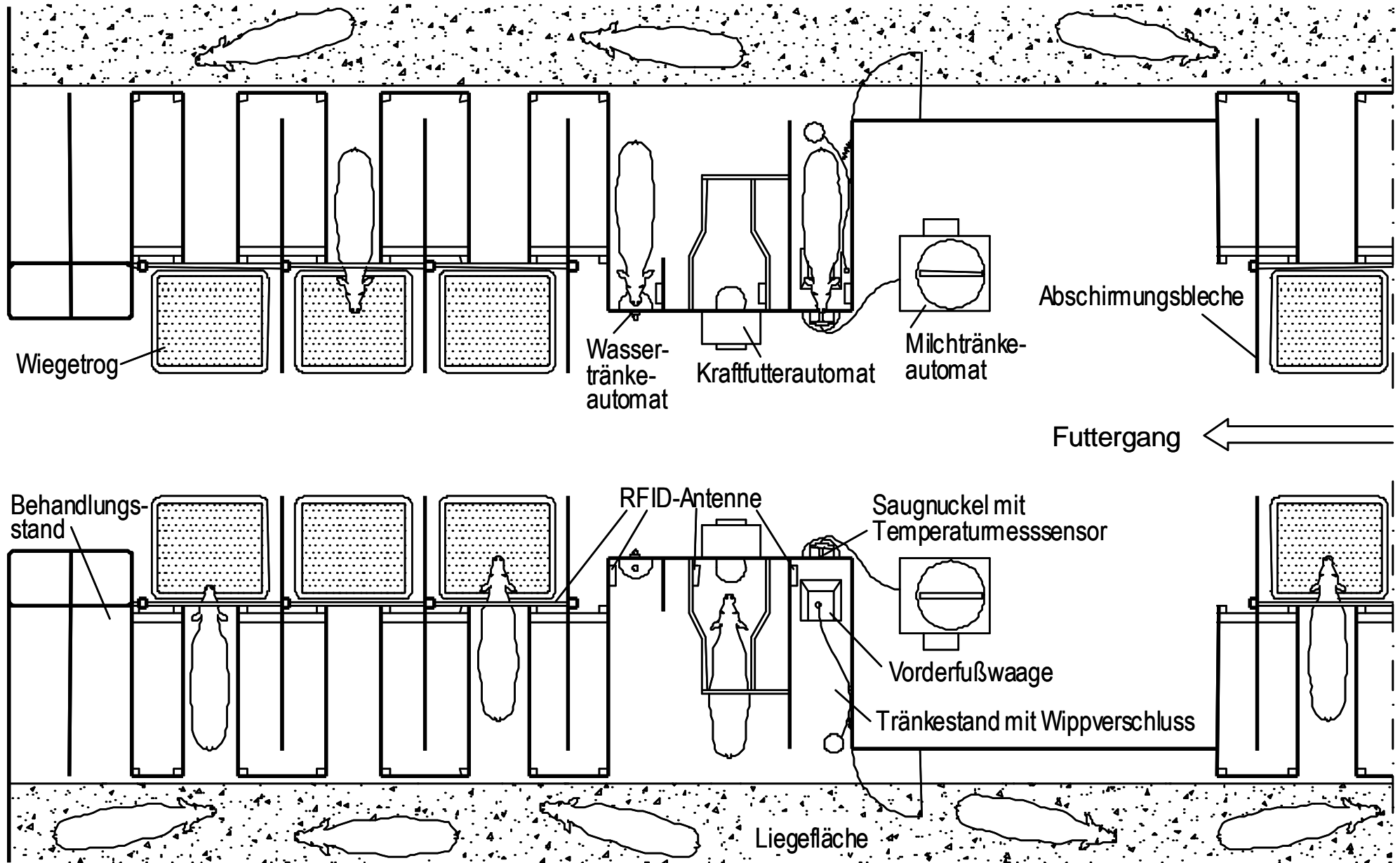


Automatische Melksysteme sind die Technik für morgen



Automatische Kälberaufzuchtanlage „Hirschau“ (AKH)

Parallel angeordnete Technik für vergleichende Grandlagenuntersuchungen



AKH - Gesamtbild



Tränke-
automat

Saugnuckel mit
Temperatur-
messung und
Vorderfußwaage

Krafftutter-
automat

Wasser-
tränke-
automat

Wiegetröge

AKH – Frontalansicht der Automaten

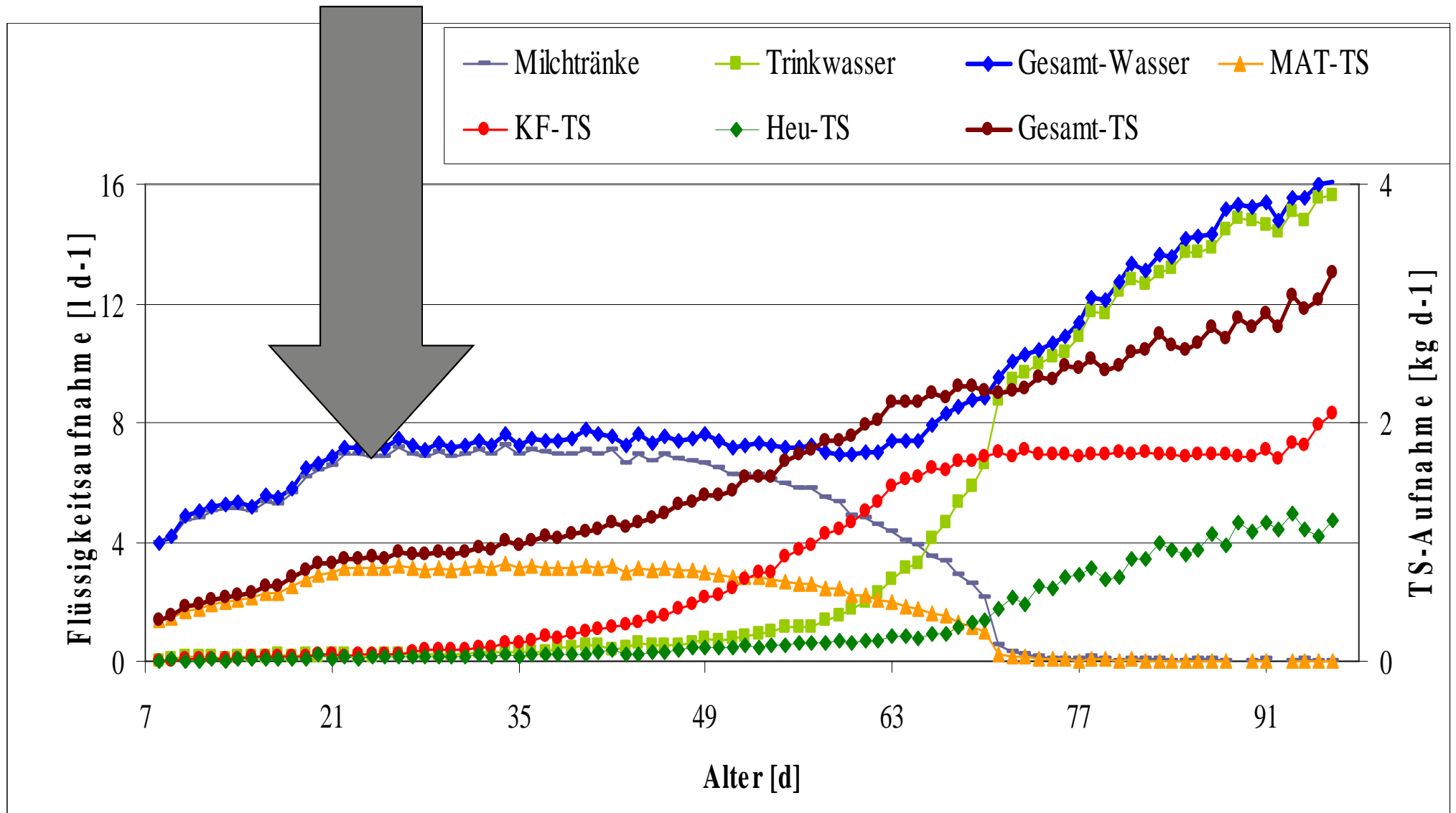


AKH - Kälber in den Stationen



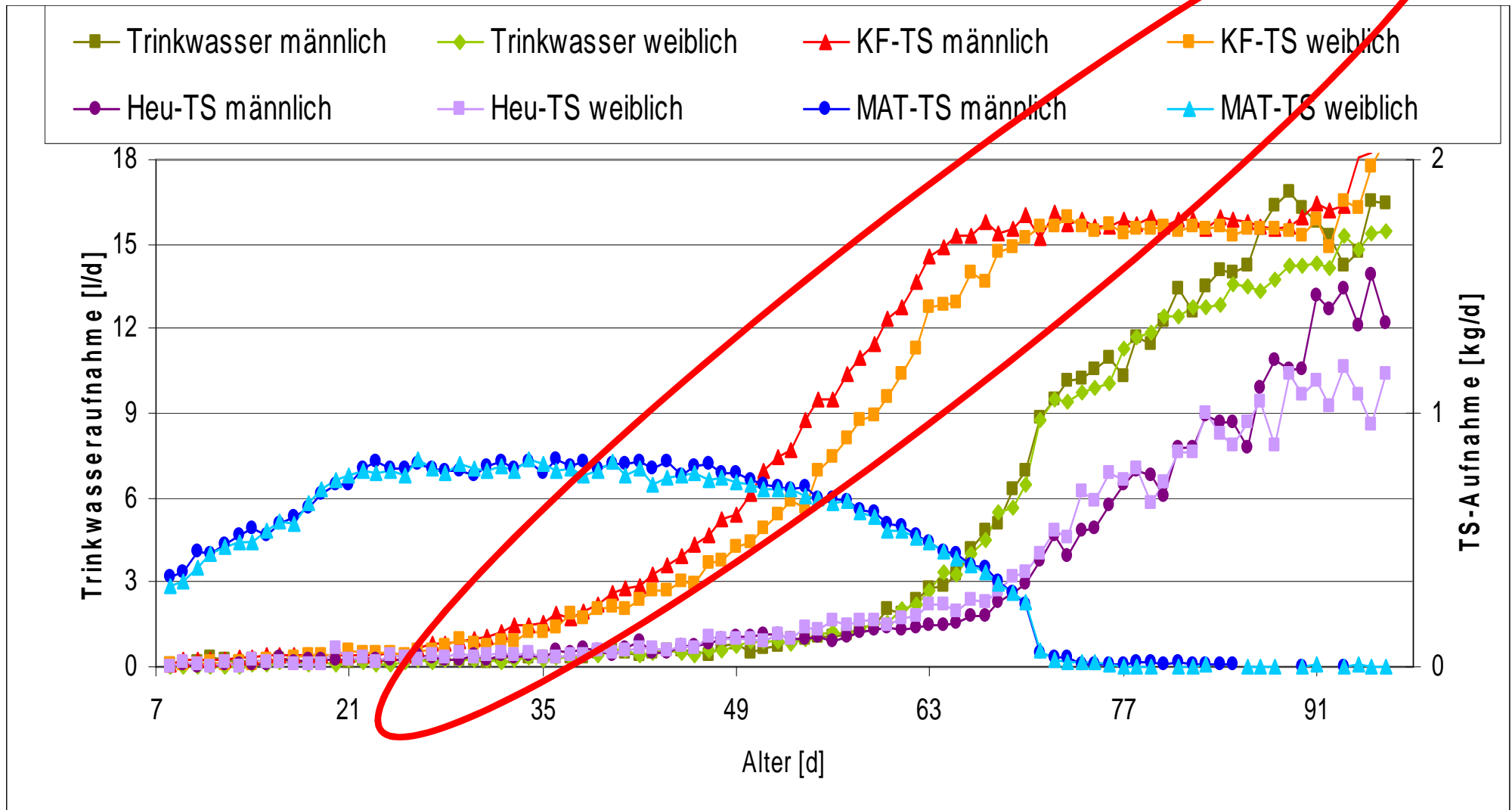
AKH – MAT-Steuerung

Steuerung der Tränkeabrufrmenge über ein Zeitprogramm vom 7. bis 70. Tag !



AKH - Trinkwasseraufnahme

Reaktion der Kälber auf die verminderte MAT-Menge



Introduction: Summer pasturing on European Alps

- In **Austria** there are more than 12.000 alps, where 70.000 farmers keep about **500.000 cattle, sheep and goats**
The total area accounts 851.128 ha (a quarter of farmland in Austria).
- Grassland and forage production accounts in **Bavaria** (Germany) for nearly 50 % (40.000 hectares) of the mountainous farmland
 - divided into 1.380 alpine fields
 - with about **50.000 cattle, sheep and goats.**

But:

- Since about 100 years, more and more alpine fields are no more used for pasturing (willingness of stuff, isolation, economics, ...).
- Areas have to be kept open to preserve the man-made landscape (hiking, tourism, landscape, ...).



How can we react to depopulation and to have open landscape ?

Material and methods – data gathering

Kalkalpen National Park, Austria
(**???** ha; 1370 m N.N. \approx 4500 ft) :

Herd size 62 cattle

3 free grazing cattle with GPSplus and ALT

2 free grazing cattle only with GPSplus

GPS position:
32 s interval

**Activity (steps),
Laying time,
Temperature:**
64 s interval



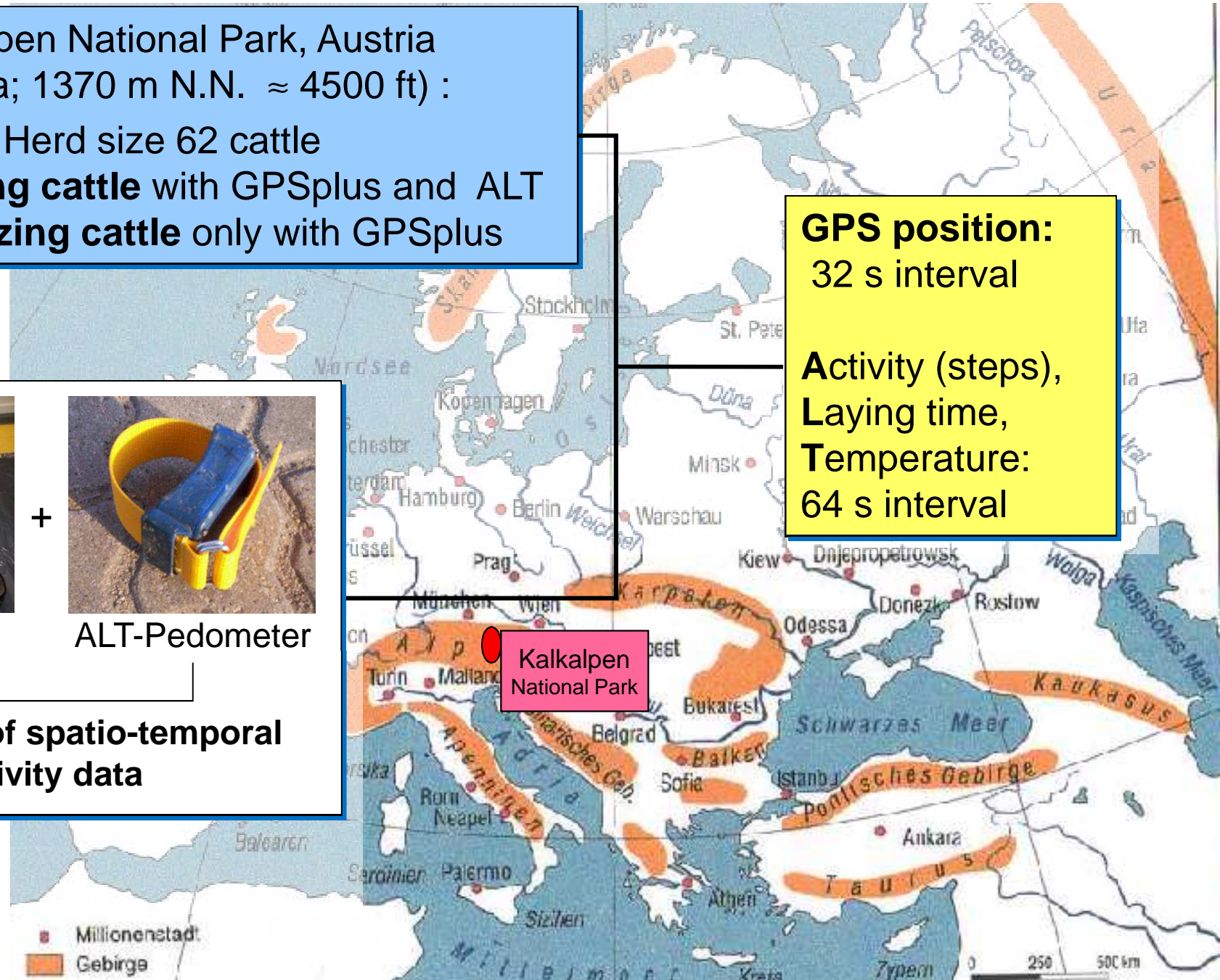
+



GPSplus

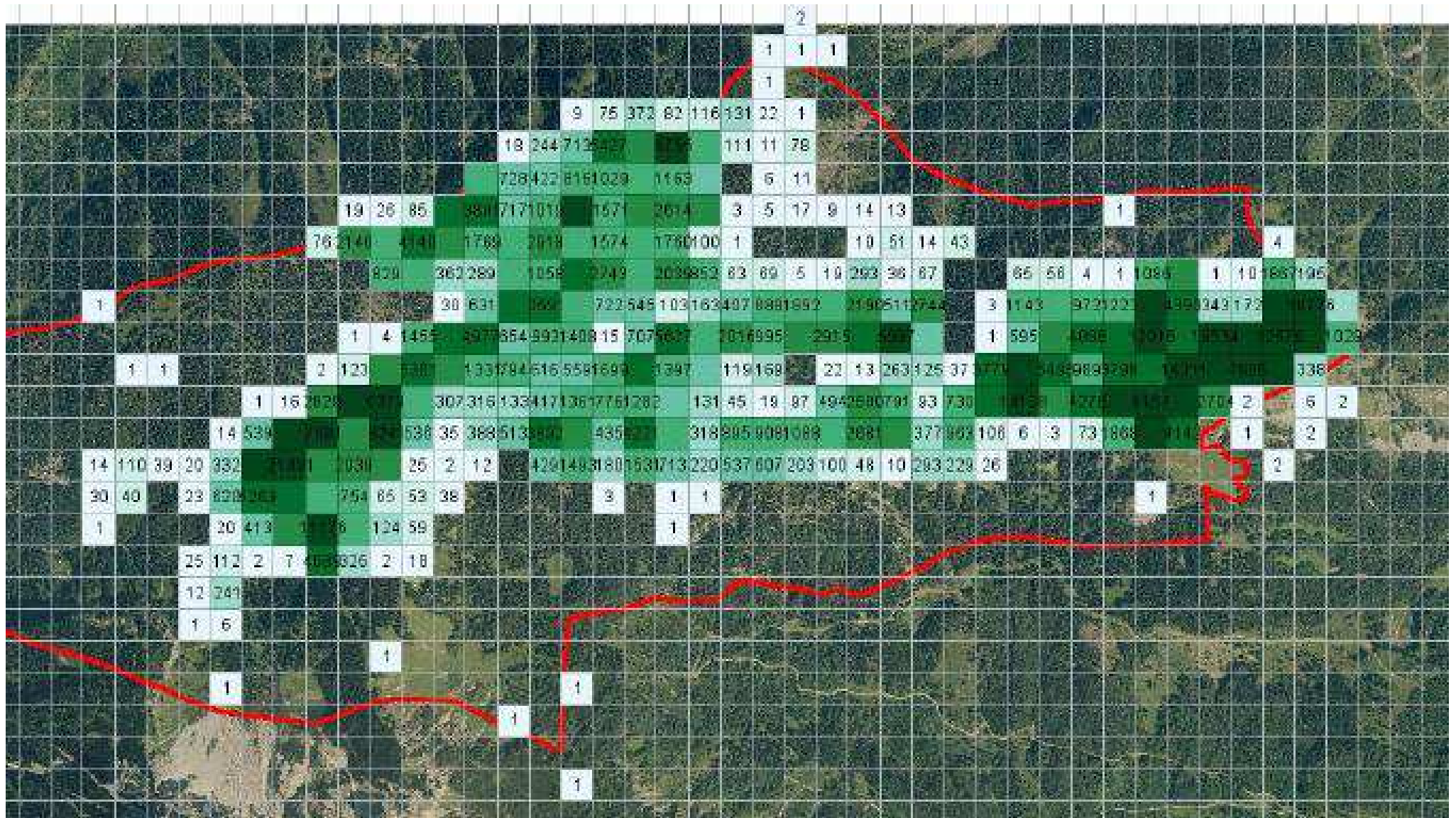
ALT-Pedometer

**Recording of spatio-temporal
activity data**



Kalkalpen
National Park

Intensity of land use (50 x 50 m grids) – whole pasturing period

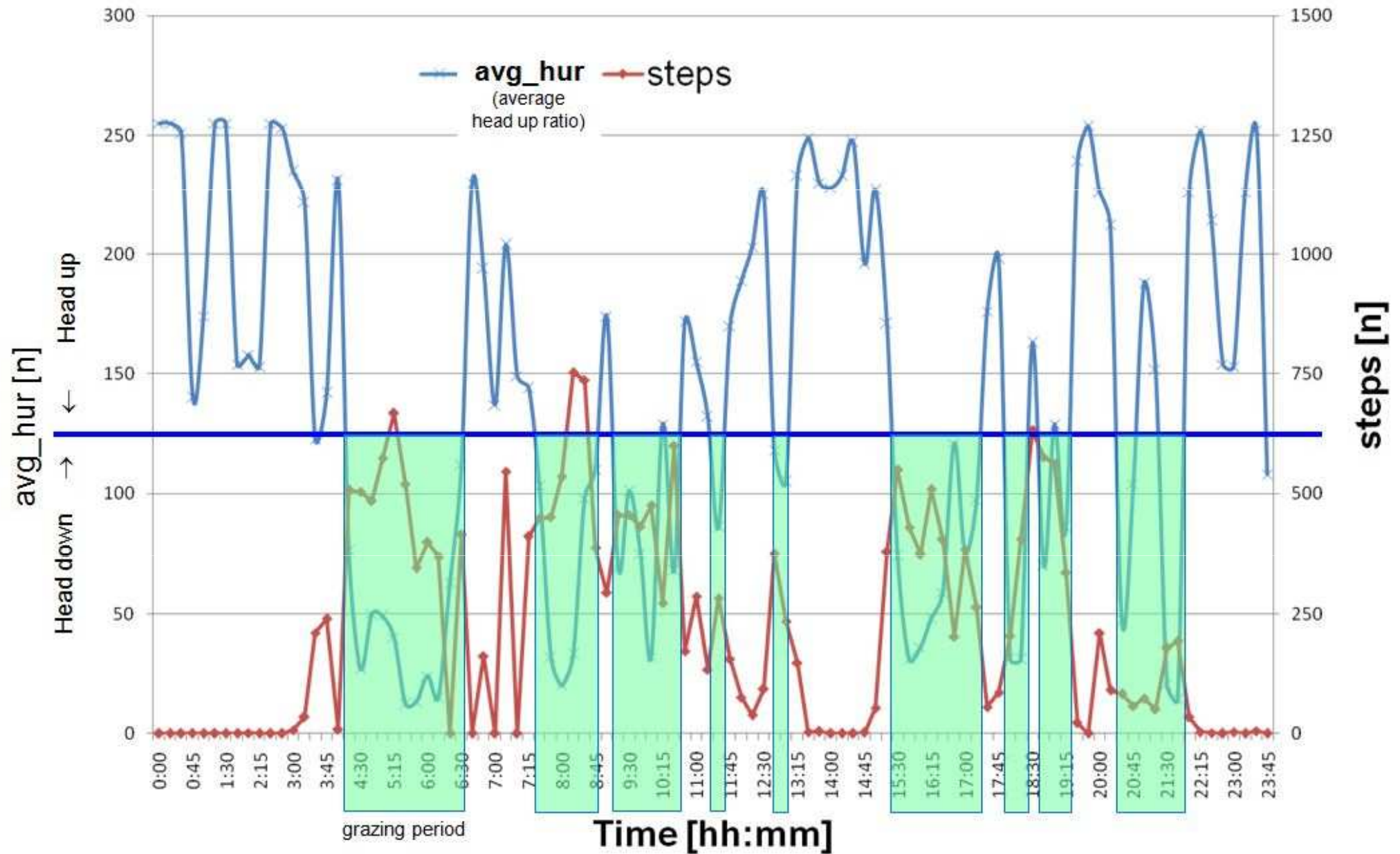


Intensity of land use differs in a wide range !

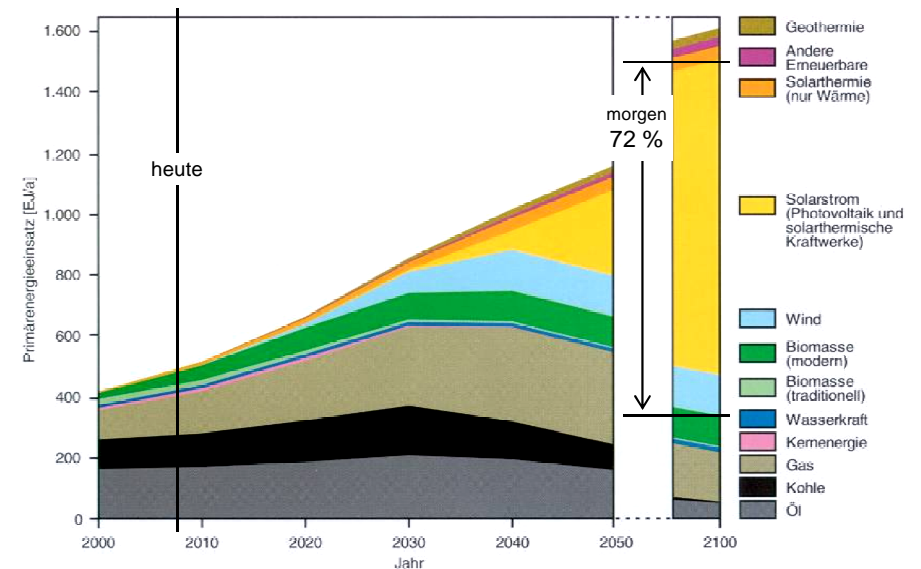
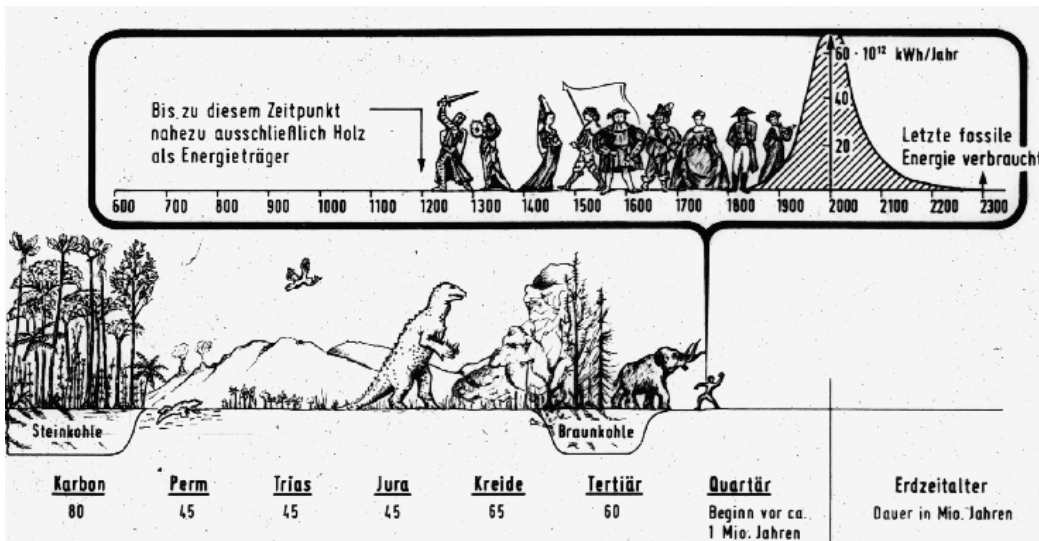
Distances and sum_steps of ,Butzi' per day



Activity of 'Butzi' at June 21, 2007 !



Energie heute und morgen



Quelle: Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit, Berlin, 2003

- **Endlichkeit der „fossilen Energievorräte“ absehbar:**
 - Energie effizienter nutzen (heutige Systeme kritisch hinterfragen)
 - Einsatz der Zukunftsenergien vorbereiten (nationalen Vorsprung erarbeiten)
- **Zukunft führt ins „Elektroenergie-Zeitalter“:**
 - Elektrische Energie dominant (auch diese effizient nutzen)
 - Mobile Technik keine Ausnahme (Antriebsstrukturen entwickeln)

Alternative Antriebe im Vergleich (Beispiel Traktor)

Bewertungskriterien	Elektrisch	Mechanisch	Hydraulisch
Leistungsgewicht	gut	gut	gering
Leistungsdichte	gering	gut	sehr gut
Energieübertragung	sehr gut	gut	gut
Energiespeicherung	sehr gut	gut	gut
Steuer- und Regelbarkeit	sehr gut	gering	gut
Wirkungsgrad	sehr gut	gut	gering
Konstruktive Gestaltung	sehr gut	gut	sehr gut
Kosten	teilweise hoch	hoch	gering

Mobile Notstromversorgung	sehr gut	nicht	nicht
---------------------------	----------	-------	-------

Aumer, W., Lindner, M., Geißler, N., Herlitzius, T.: Elektrischer Traktor: Vision oder Zukunft? Landtechnik 63 (2008), 14-15

Diesel-elektrischer Antrieb im Feldhäcksler

Zweimotoren-Maschine bietet **ideale Plattform** für modulares Forschungskonzept



Hybrid

Generelles elektrisches Konzept

Vorsatz und Einzug

Keine mechanische Leistungsverzweigung im Vorsatz

Stufenloser Antrieb beim Einzug ohne Zusatzgetriebe



Hybrid

Optimierung des elektrischen Konzepts

Fahrertrieb

Antriebsschlupf-Regelung mit Erweiterung ESP

(Rekuperation)



Hybrid

Antriebsintegration in Bauteil

Häckseltrommel

Drehzahlentkoppelung zum Dieselmotor und Schleifmanagement

(Rekuperation)



Brennstoffzelle

Generelles elektrisches Konzept

Leistungs-BUS

Systemvereinfachung

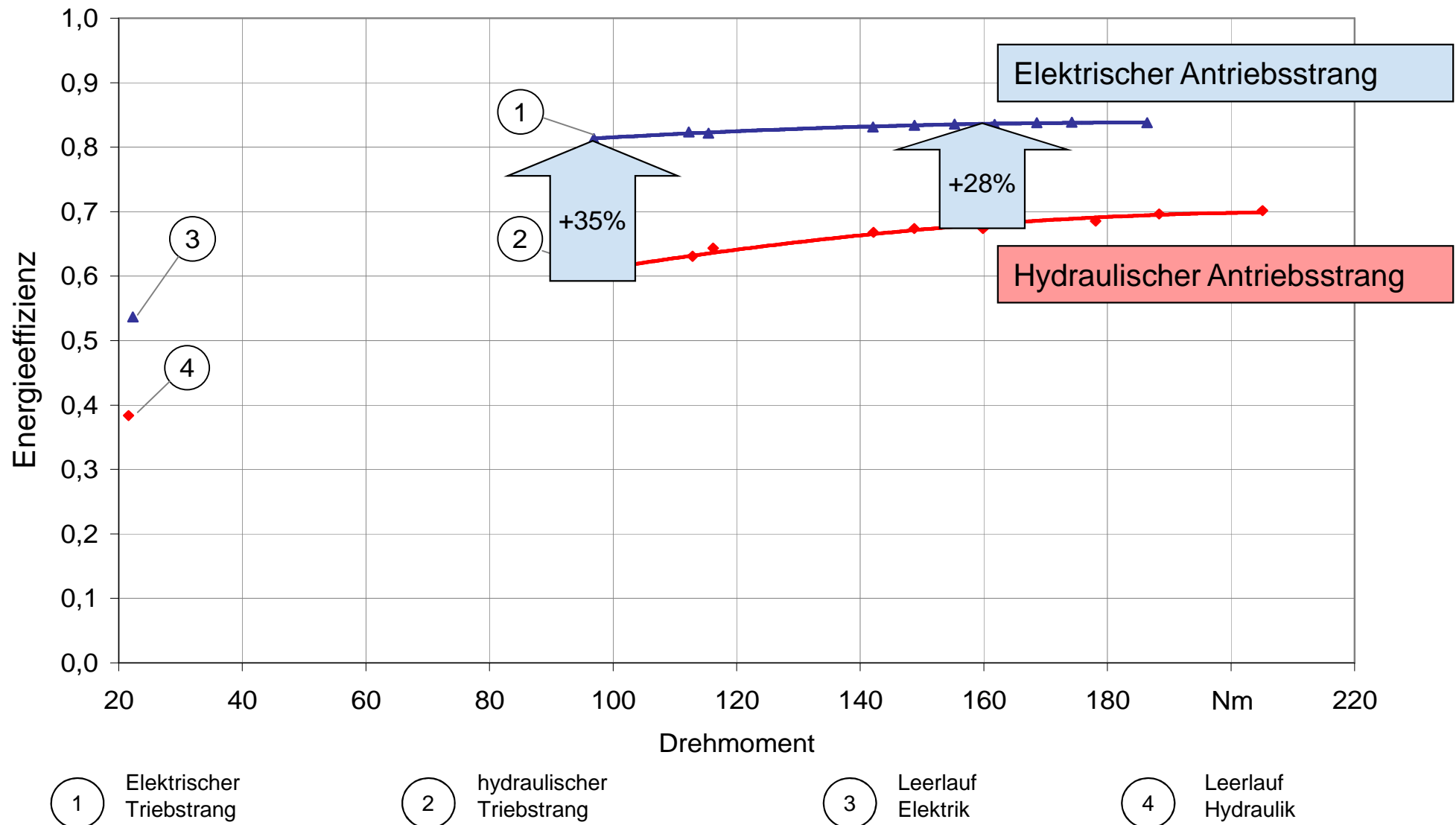
Versuchsträger Big X mit easyCollect



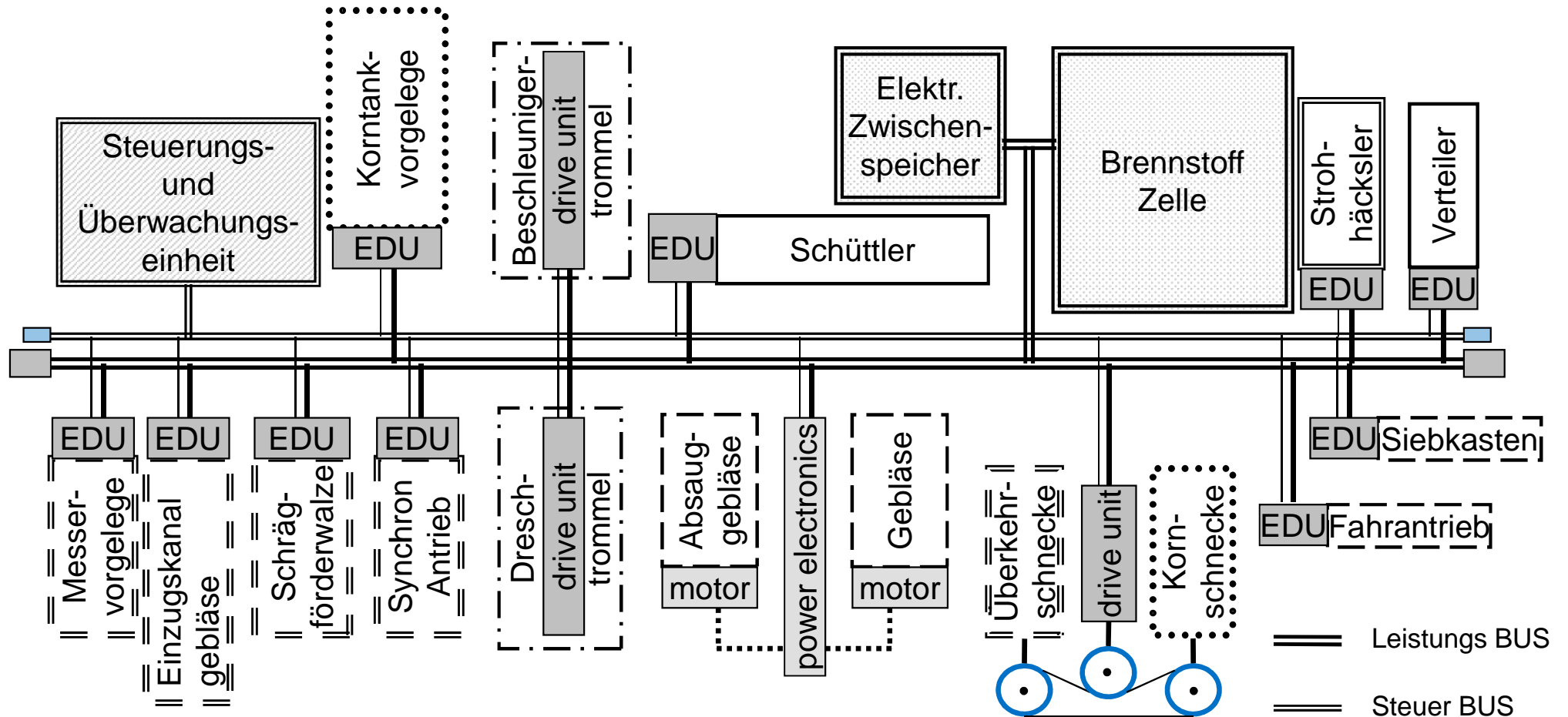
Diesel-elektrischer Antrieb im Feldhäcksler



Energieeffizienz alternativer Antriebe im Feldhäcksler



Der Antriebsstrang morgen



Bachelor Landnutzung – ein wirklich großer Wurf !

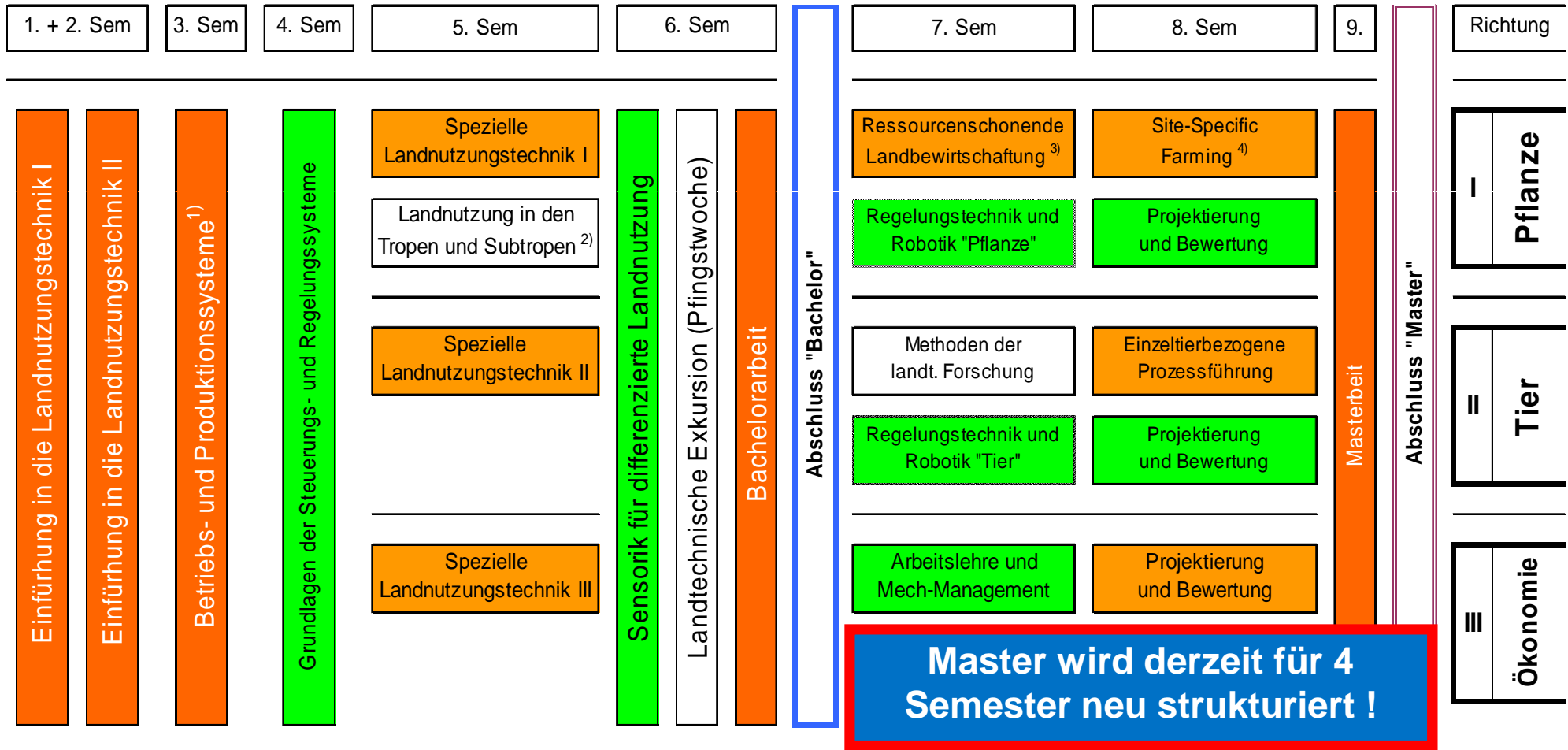
Modell zu Struktur und Inhalten des B.Sc. Studiengangs Landnutzung

(Eignungsfeststellungsgespräch, 6 Semester Studiendauer)

5. & 6. Semester	Agrar od. Gartenb. **	Agrar od. Gartenb. **	Land- nutzung	Prop. Fächer
3. & 4. Semester	Agrar od. Gartenb. **	Landnutzung		Prop. Fächer
1. & 2. Semester	Landnutzung (Pflanze, Tier, Technik, WiSo)		Prop. Fächer (Physik, Chemie, Botanik, ..)	

** Paralleles Lehrangebot für Agrarwissenschaften und Gartenbauwissenschaften

Landtechnik (Agrarsystemtechnik) in der Lehre heute !



Master wird derzeit für 4 Semester neu strukturiert !

- Pflichtfach
- spez. Pflichtfach
- Wahl-/Pflichtfach
- Wahlfach

- 1 Gemeinsam mit den Masterrichtungen
- 2 Beitrag zur Ringvorlesung mit 4 Std.
- 3 gemeinsam mit Pflanzenernährung, Ackerbau und Wirtschaftslehre (insges. 8 Std.)
- 4 gemeinsam mit Pflanzenernährung, 2 SWS

Landtechnik im Master Agrarwissenschaften ???

Pflichtmodule

Wahlpflichtmodule (schwerpunktspezifisch)

Agrobio-
wissenschaften

Pflanze

Agrobio-
wissenschaften

Tier

Agrar -
**Ökosystem-
wissenschaften**

Agrarökonomie
und
Agribusiness

Wahlpflichtmodule (schwerpunktübergreifend)

Wahlpflichtmodule "Projekt"

Wahlpflichtmodule "Allgemeinbildung"

Agrarsystemtechnik morgen an der TUM ???

- **Berufungsverfahren laufen seit Herbst 2001 !**
- **Ernst gemeintes Verfahren ab 2006, im Februar 2008 gescheitert !**
- **Im Nachfolgeverfahren 5 Kandidaten eingeladen, 3 Kandidaten ausgewählt !**
- **Vorgestern (9.7.2008) hat Berufungsausschuss endgültige Liste mit externen Gutachten fertig gestellt und an den Präsidenten der TUM übergeben!**
- **Alleine der Präsident entscheidet über die Berufung und ist dabei nicht an die Vorschläge (Listung) des Berufungsausschusses gebunden!**
- **Zum 1.10.2008 soll (muss) eine Unterschrift vorliegen !**