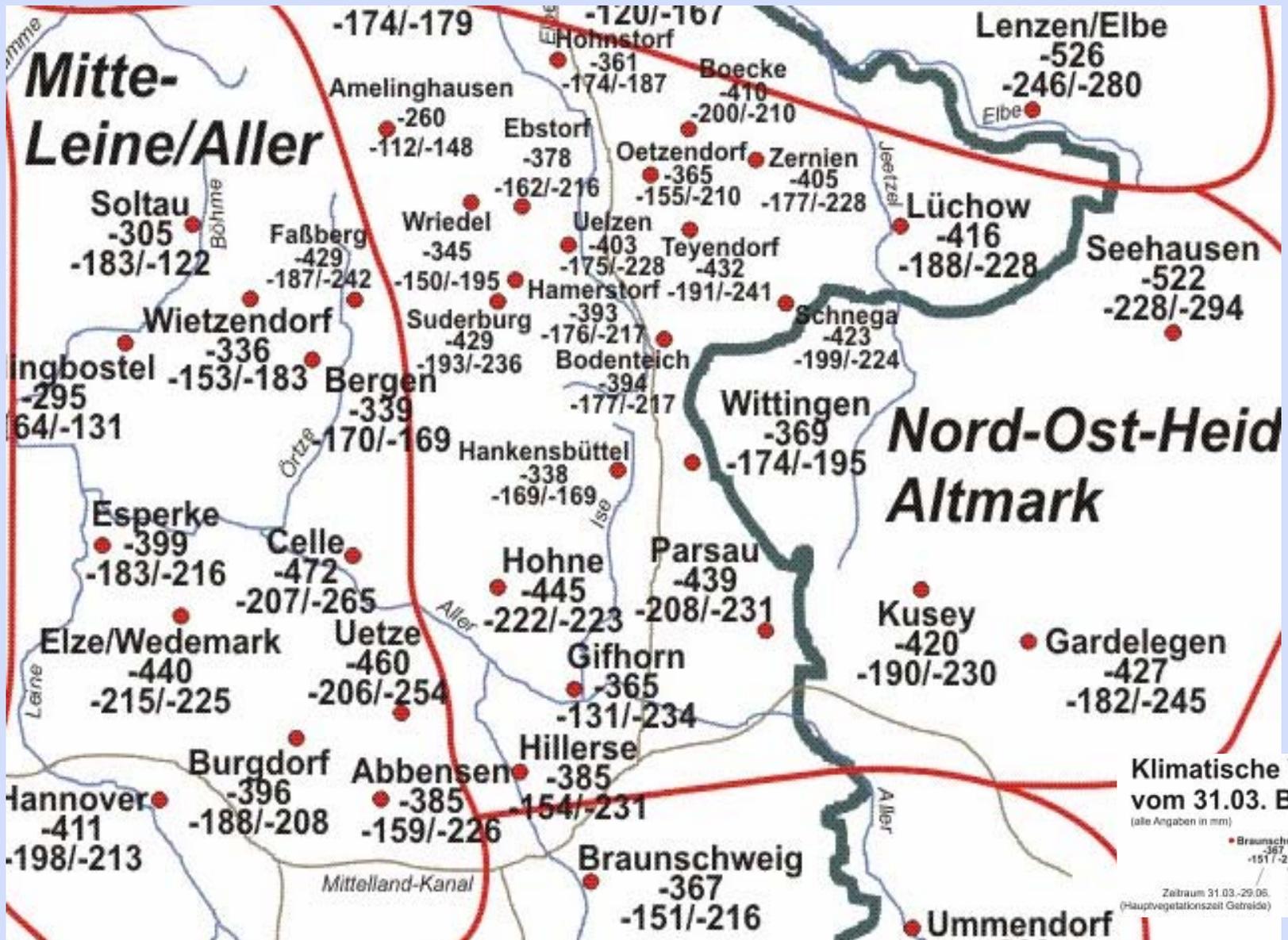


Bewässerungstechnik in landwirtschaftlichen Großbetrieben

Dr. Heinz Sourell, vTI, Braunschweig

Deutscher Wetterdienst

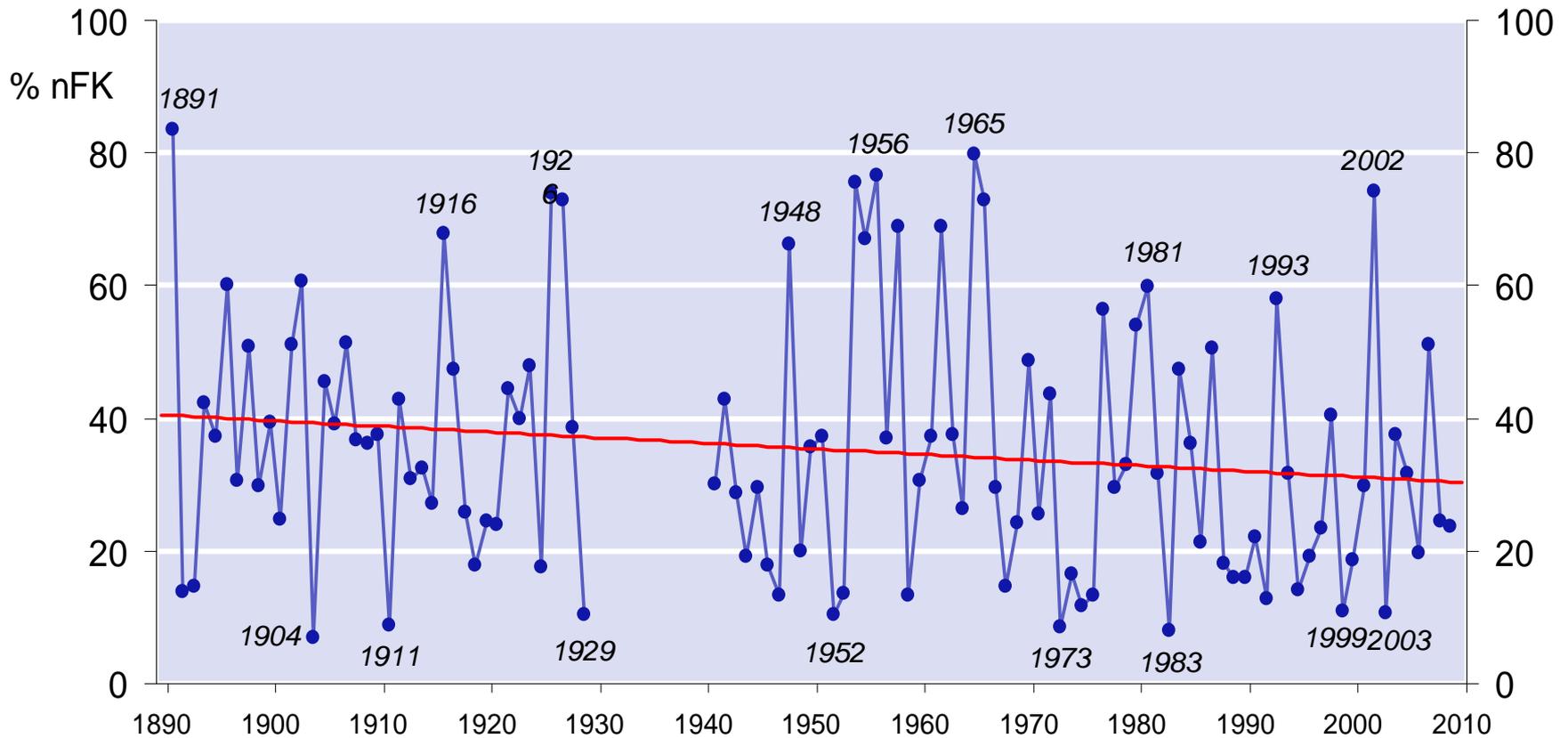
Agrarmeteorologische Forschung Braunschweig



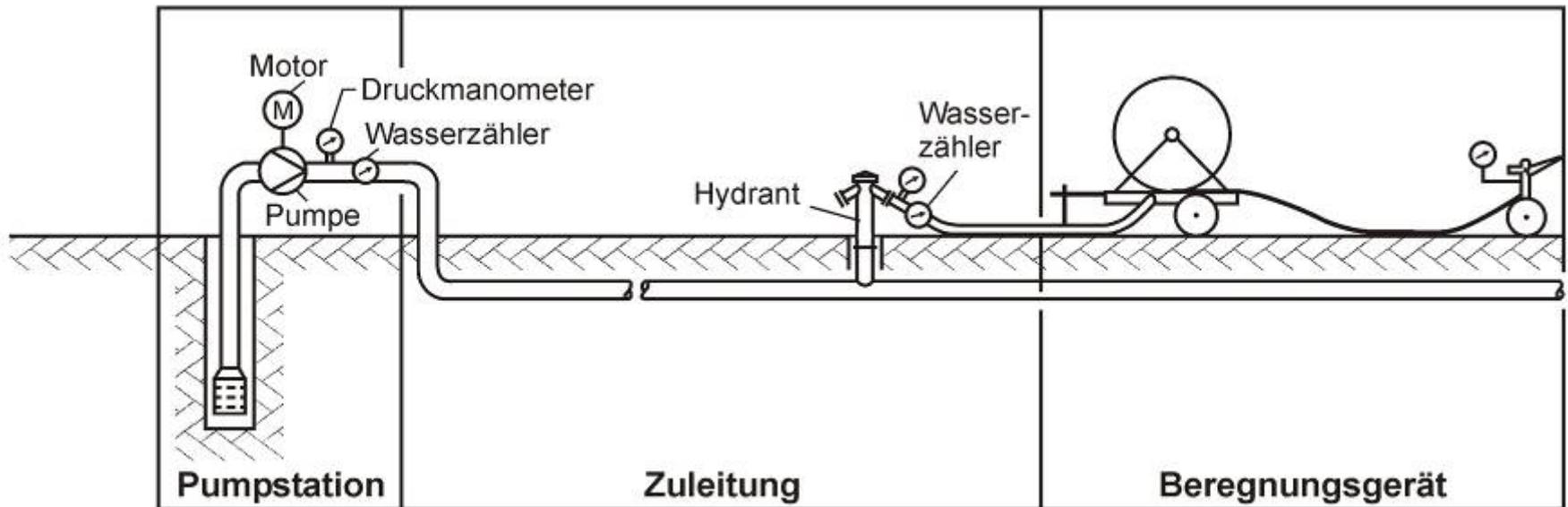
Klimatische Wasserbilanz vom 31.03. Bis 28.09.2009
(alle Angaben in mm)

- Braunschweig
- Zeitraum 31.03.-28.09. (Gesamte Vegetationszeit)
- Zeitraum 31.03.-29.05. (Hauptvegetationszeit Getreide)
- Zeitraum 30.05.-28.09. (Hauptvegetationszeit Hackfrüchte)

Mittlere Bodenfeuchte (Juli-August, % nFK) in Braunschweig 1891 - 2009, Sandboden Zuckerrüben



Bestandteile einer Beregnungsanlage



Wasserentnahme für die Berechnung

Bundesländer	Grundwasser	Flüsse, Seen	Speicher
Niedersachsen	90 - 95	5 – 10	-
Nordrhein - Westfalen	90	9	1
Bayern	85	15	-
Hessen	80	20	-
Rheinland – Pfalz (Obstanbau)	70	30	-
Rheinland – Pfalz (Gemüseanbau)	15	85	-
Schleswig - Holstein	50	42	8
Baden - Württemberg	50	40	10
Sachsen - Anhalt	47	44	9
Brandenburg	20	70	10
Sachsen	10	70	20
Mecklenburg – Vorpommern	20	80	-
Thüringen	5	55	40

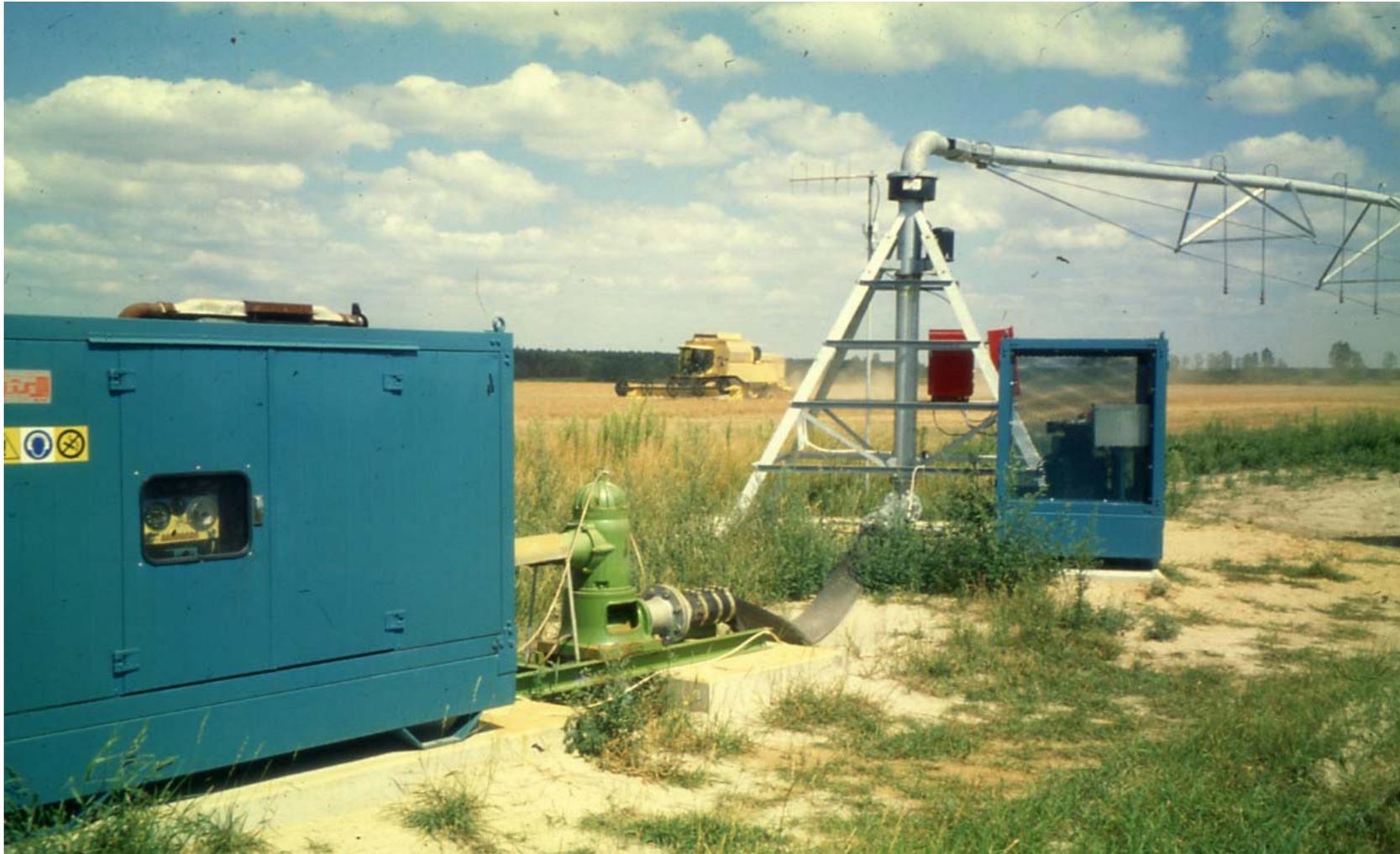
Übersicht der aufgestellten Randbedingungen

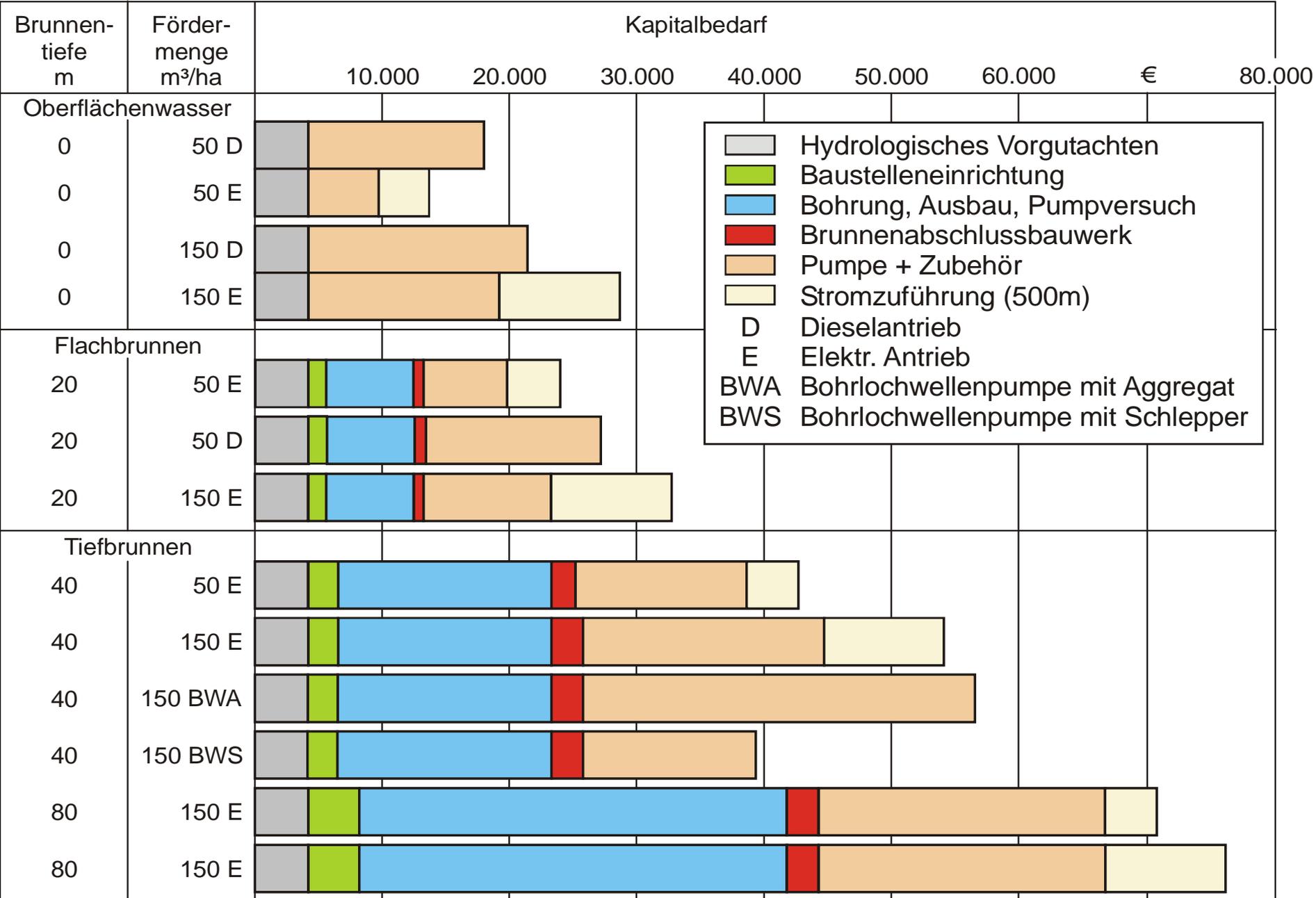
Wasserbereitstellungsverfahren	Oberflächenwasser				Grundwasser									
	Brunnentiefe (m)	-	-	-	-	20	20	20	40	40	40	40	80	80
Fördertiefe (m)	5	5	5	5	15	15	15	30	30	30	30	60	60	
Fördermenge (m ³ /h)	50	50	150	150	50	50	150	50	150	150	150	50	150	
Betriebsdruck an der Beregnungsmaschine Eingang (bar)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Pumpenantrieb	Die sel	Elek tro	Die sel	Elek tro	Die sel	Elek tro	Elek tro	Elek tro	Elek tro	Die sel	Die sel	Elek tro	Elek tro	
Pumpenart	KP	KP	KP	KP	KP	KP	KP	KP	KP	BW A	BW S	KP	KP	
Beregnungsfläche (ha)	25	25	75	75	25	25	75	25	75	75	75	25	75	
Stromkabelverlegungslänge (m)	-	500	-	500	-	500	500	500	500	-	-	500	500	

Dieselpumpe am Fluss

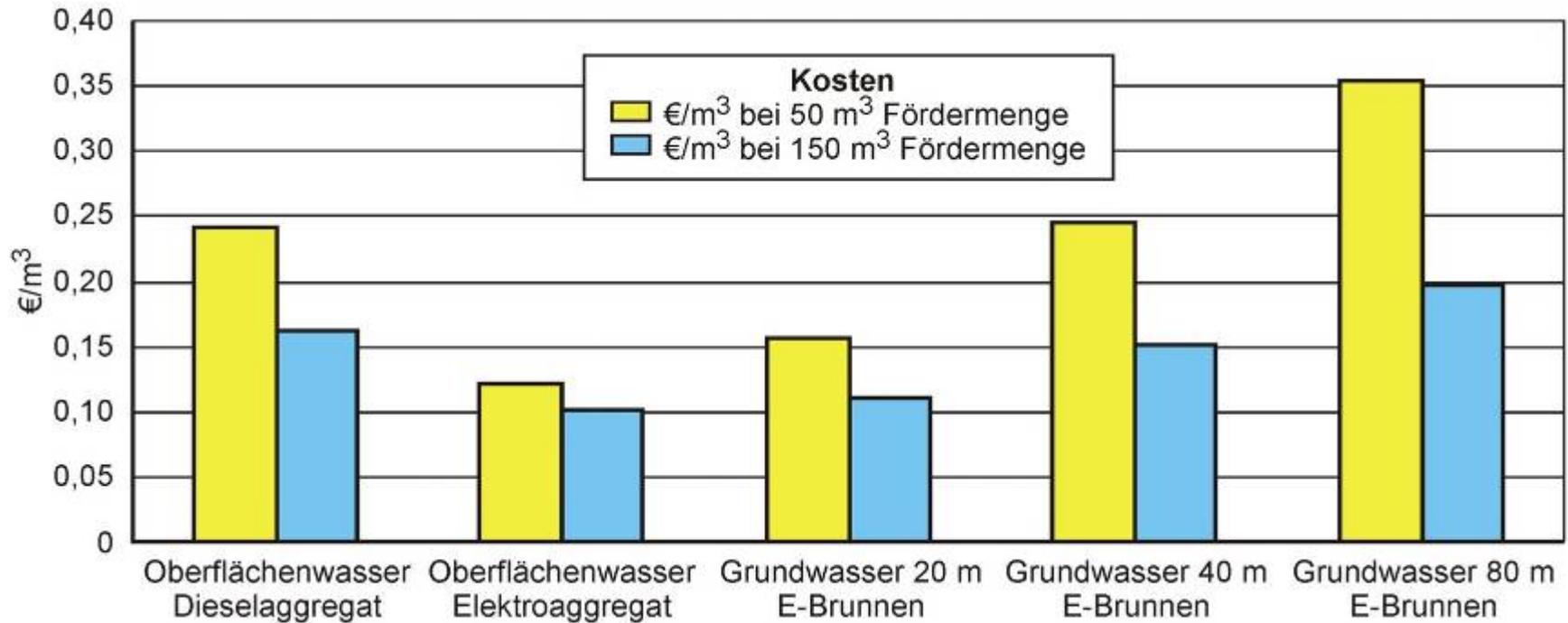


Bohrlochwellenpumpe mit Dieselaggregat





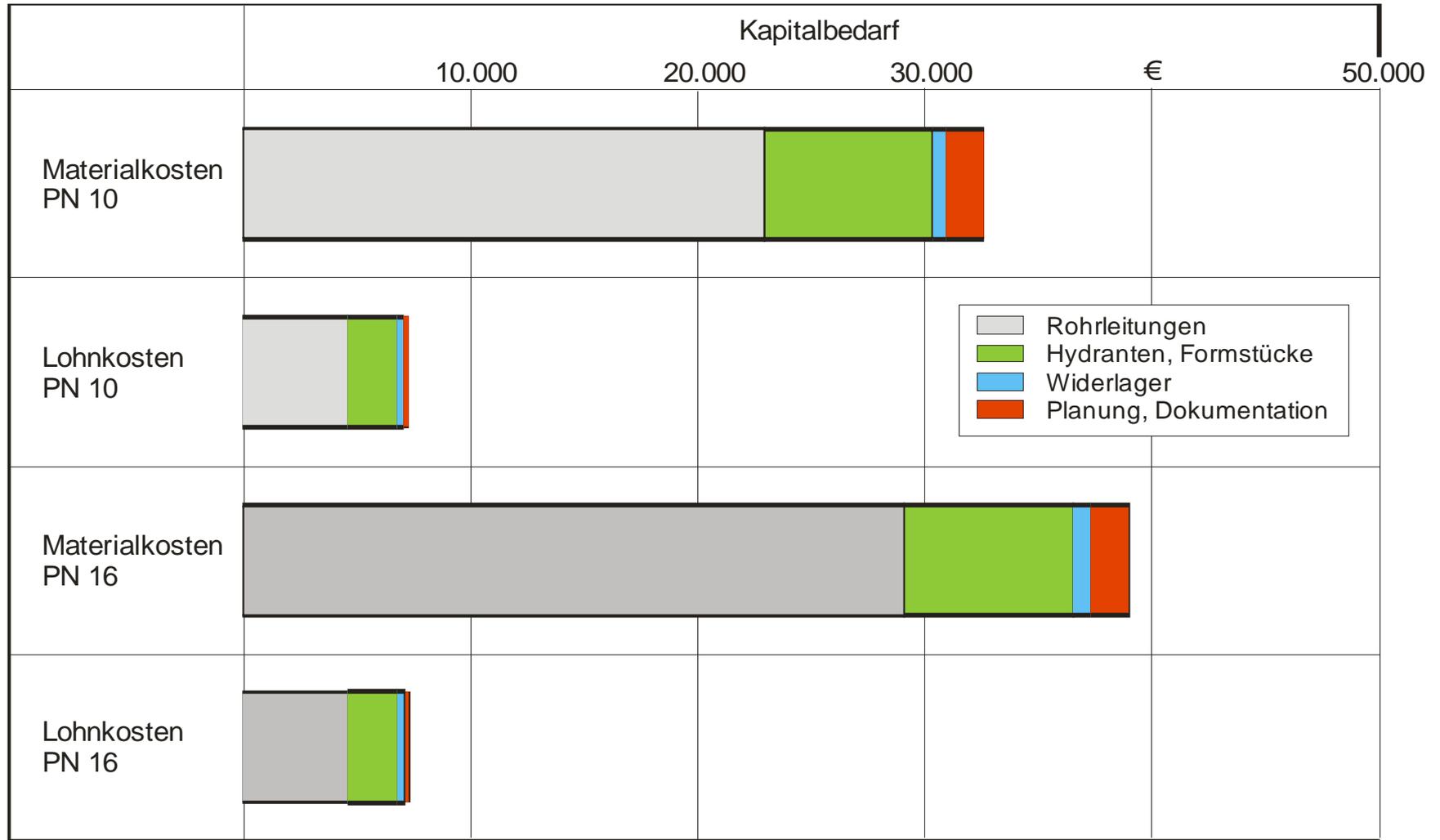
Betriebskosten pro Kubikmeter



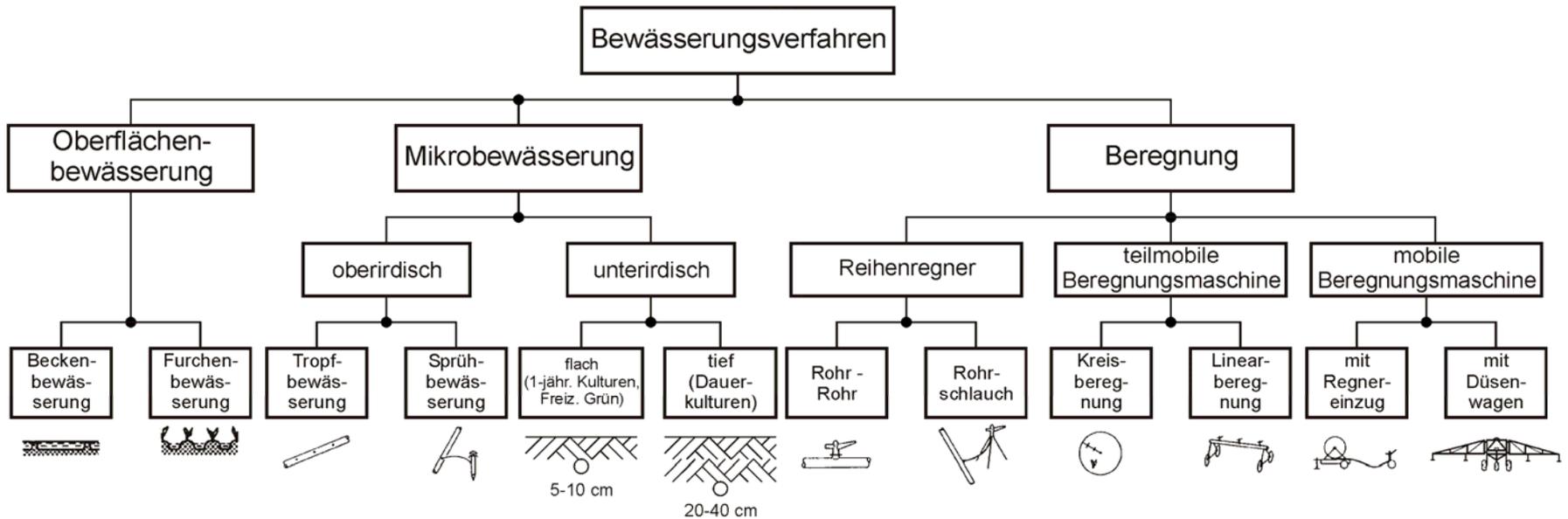
T-Stück mit Streckenschieber und Widerlager



Kapitalbedarf für die Zuleitung (Musterfläche 56 ha)



Verfahren der Feldbewässerung



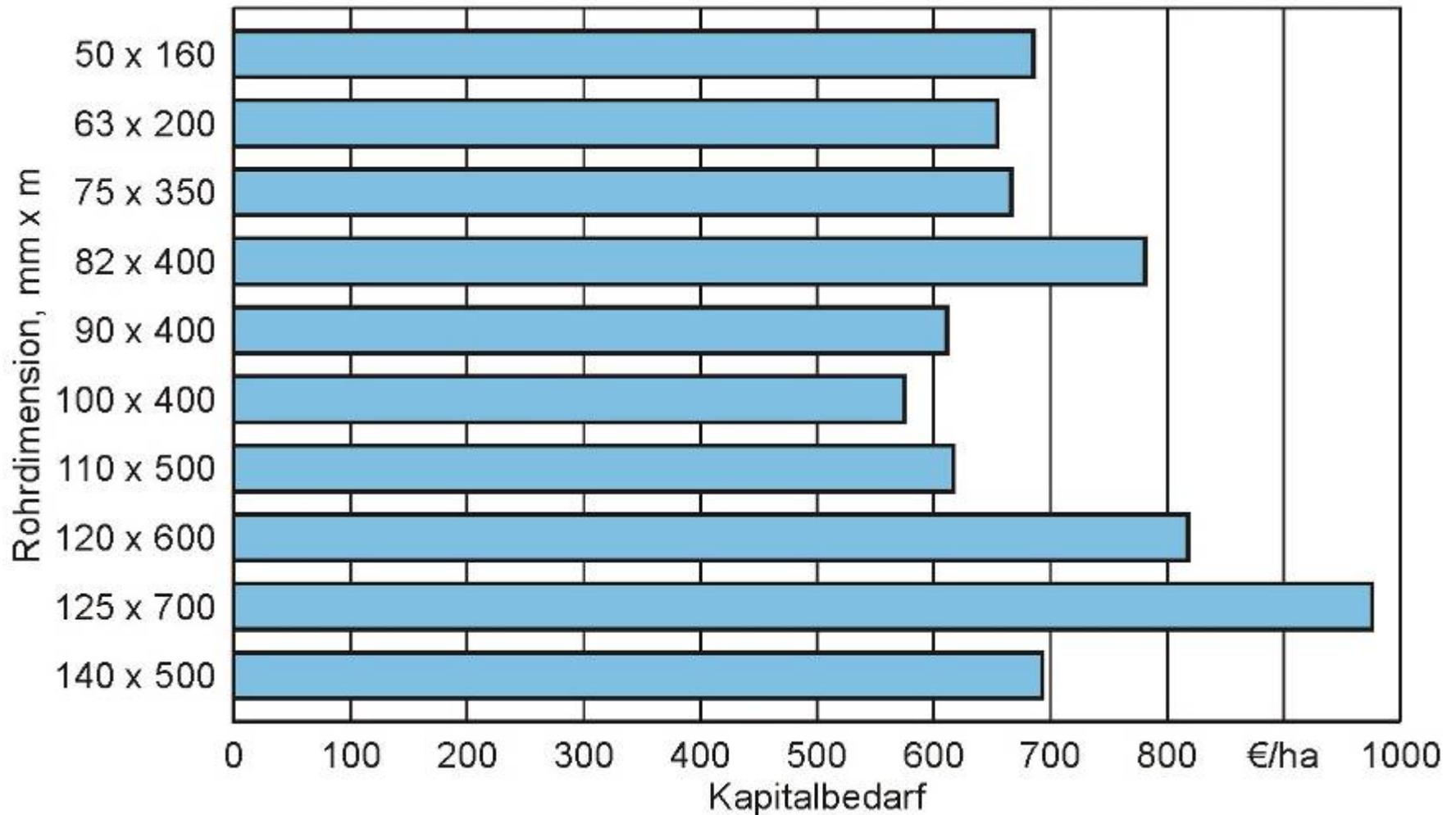
Beregnungsmaschine mit Großflächenregner



Düsenwagen zur Wasserverteilung



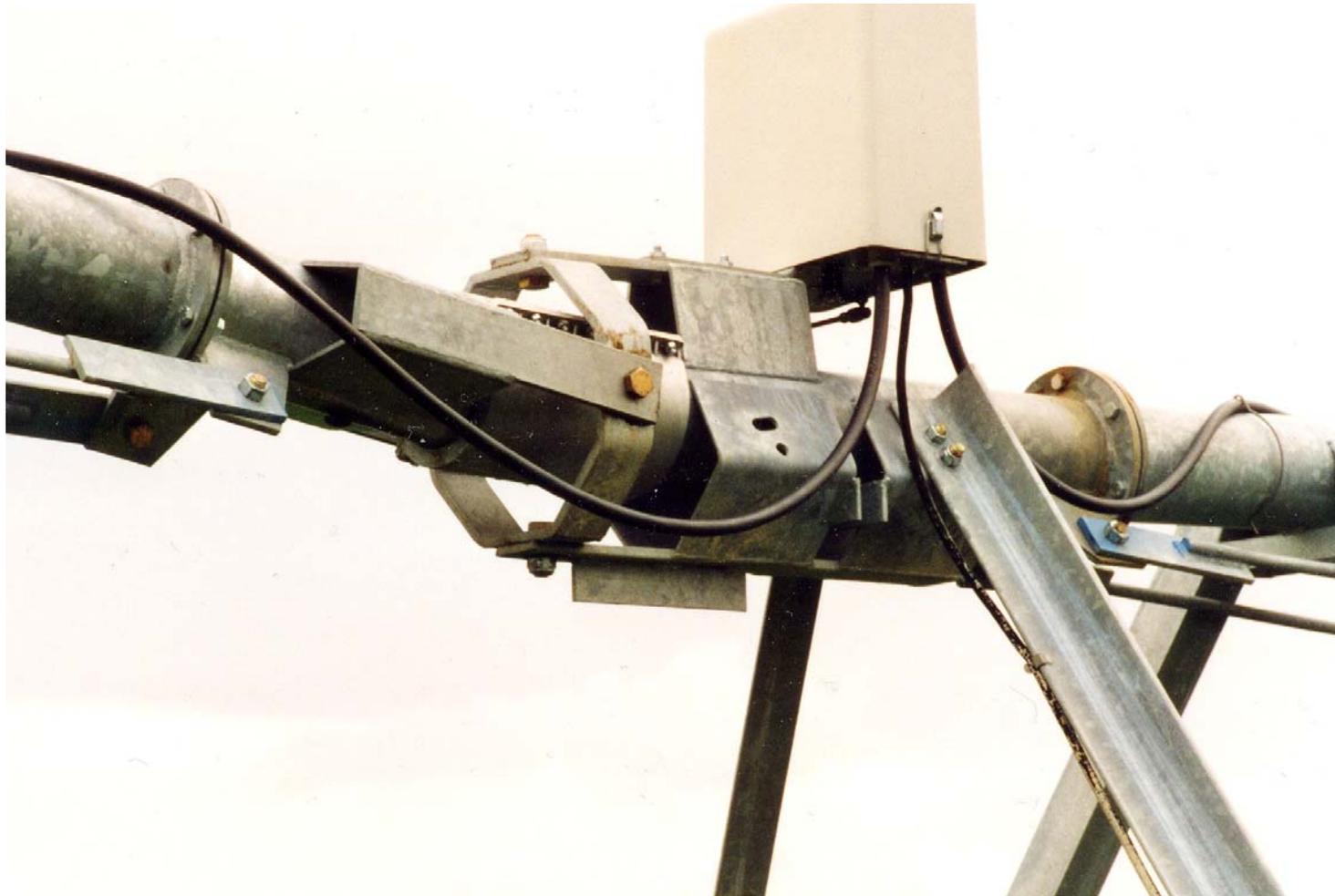
Kapitalbedarf mobiler Berechnungsmaschinen







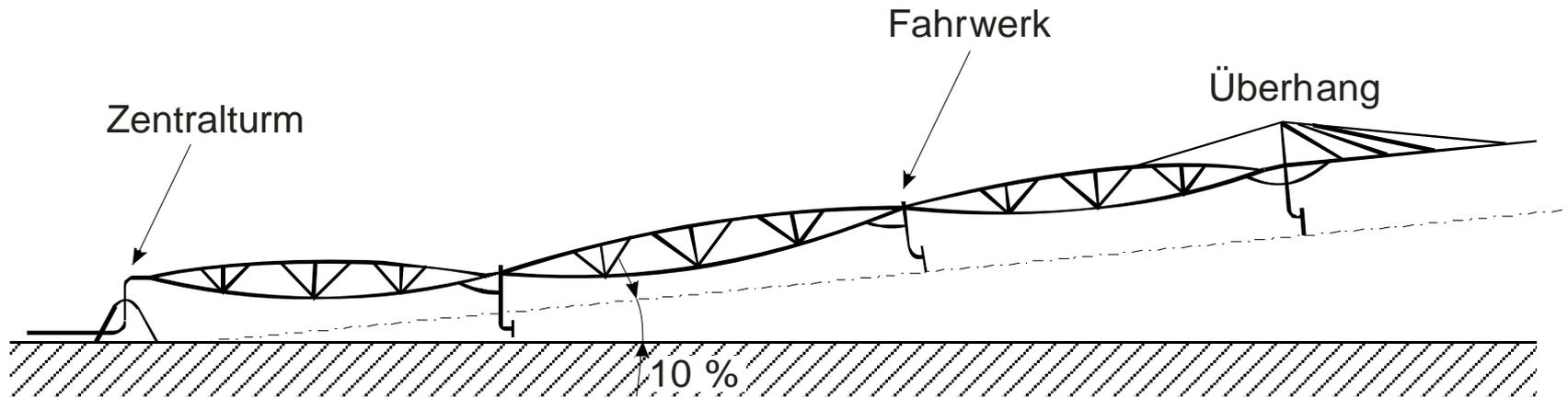
Verbindungselement von Span zu Span



Kreisberechnung am Hang



Gesamtneigung zwischen drei Segmenten = 10 %



Quelle: DIN-EN 909

Technische Kenndaten der Kreisberegnung

Radius m	Rohrdurch- messer mm	berechnete ¹⁾ Fläche ha	Druck am ²⁾ Zentralurm bar	Volumen- durchfluß m ³ /h
200	133	16	2,0	bis 120
300	133	33	2,5	bis 150
400	168	57	3,0	bis 220
500	168	87	3,5	bis 280

1) mit 15 m Überhang und 10 m nutzbare Wurfweite eines Mittelstarkregners

2) Wasserverteilung über Düsen

Kenndaten zur Umdrehungszeit einer Maschine

(Maschinenbreite 400 m $\hat{=}$ 57 ha)

Beregnungshöhe mm	Verdunstung pro Tag mm	notwendiger B-Turnus d	benötigte Beregnungszeit bei 120 oder 240 m ³ /h d	
15	3,5	4,3	3,2	1,6
20	3,5	5,7	4,3	2,2
25	3,5	7,2	5,4	2,7

Durchfluss und Leistungsbedarf in Abhäng. von der Umdrehungszeit (Maschinenbreite 400 m $\hat{=}$ 57 ha)

Beregnungshöhe mm	Durchfluss Leistung	Umdrehungszeit		
		2 d/U	3 d/U	4 d/U
15	m ³ /h kW	194 70	129 46	97 35
20	m ³ /h kW	258 93	172 62	129 46
25	m ³ /h kW	322 116	215 77	161 58

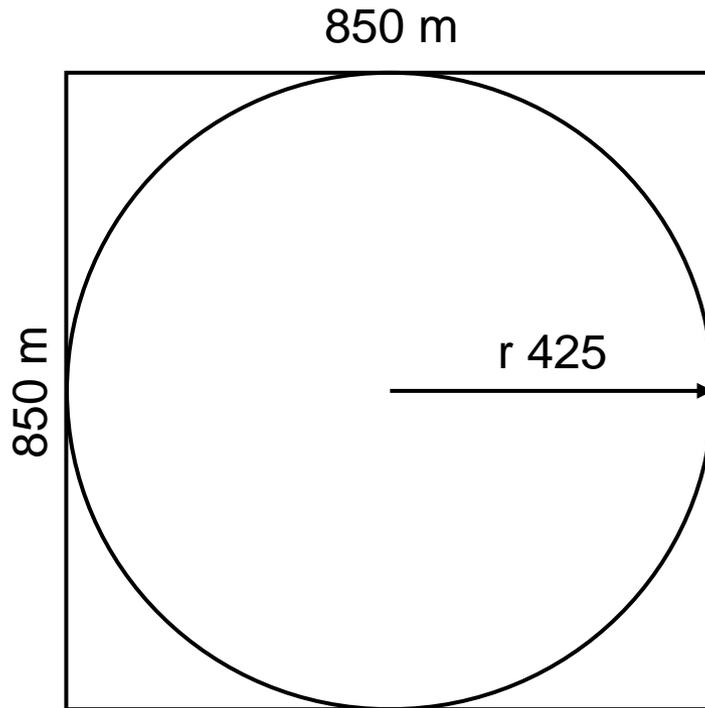
Spur eines Fahrwerkes an einer Kreisberegnungsmaschine







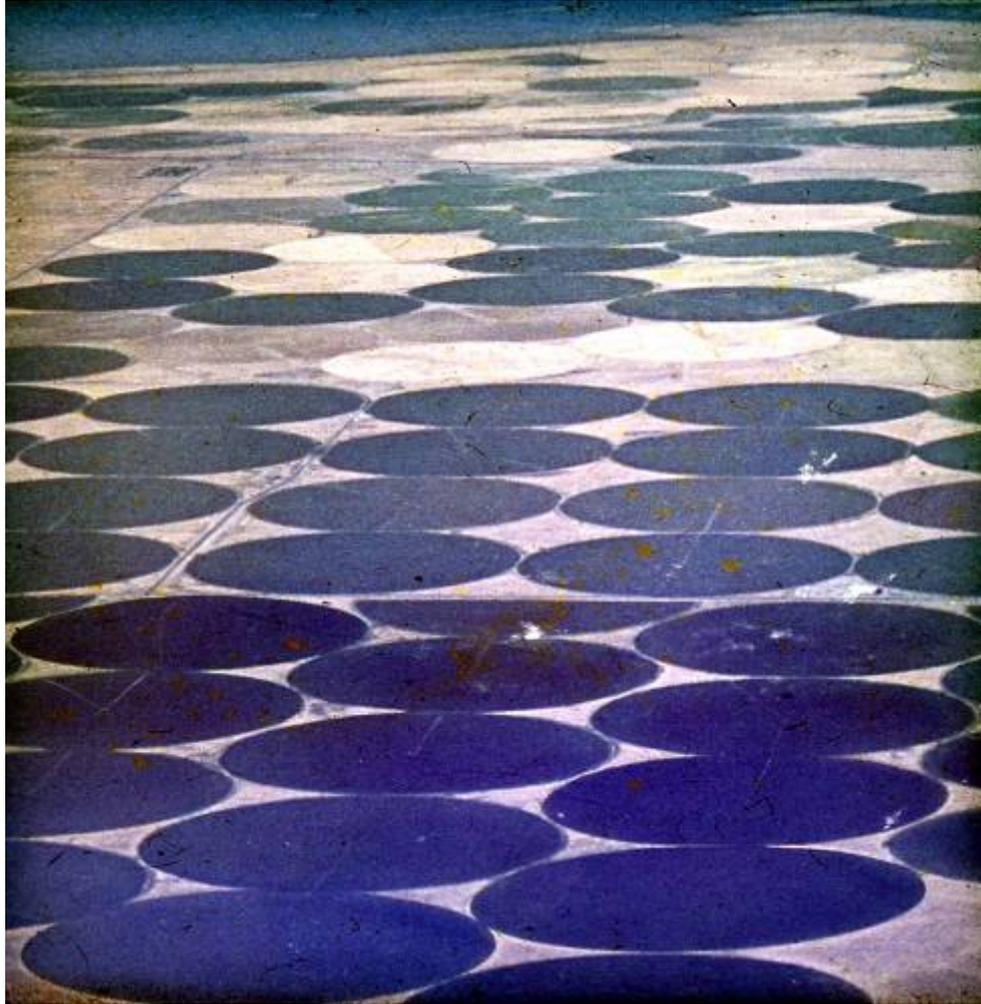
Flächennutzung einer Kreisberegnungsmaschine



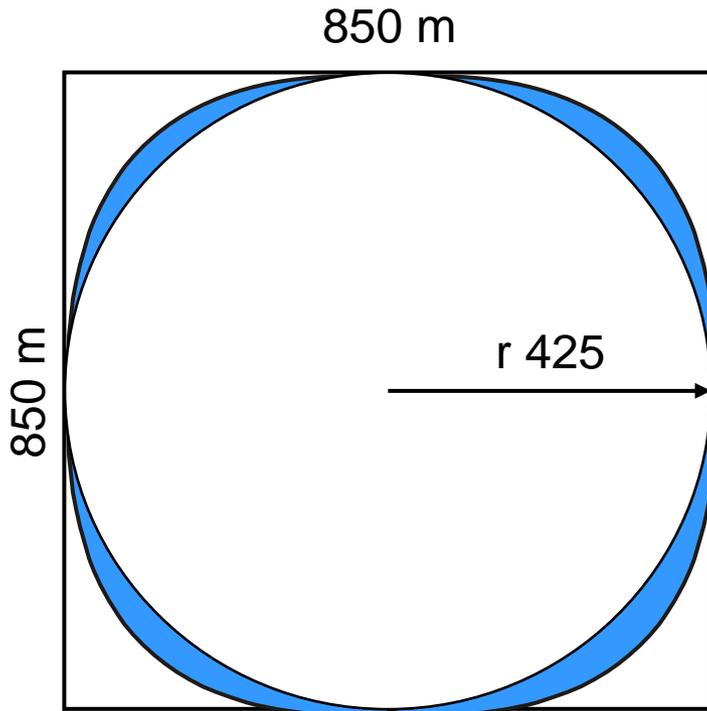
Gesamtfläche	72 ha
Beregnete Fläche	57 ha
Restfläche	15 ha $\hat{=}$ 21 %

r = incl. 15 m Überhang und 10 m nutzbare Wurfweite eines Regners
Mittlerer Kapitalbedarf 1087 €/ha

Kreisberegnungsmaschinenanordnung in Wüstengebieten



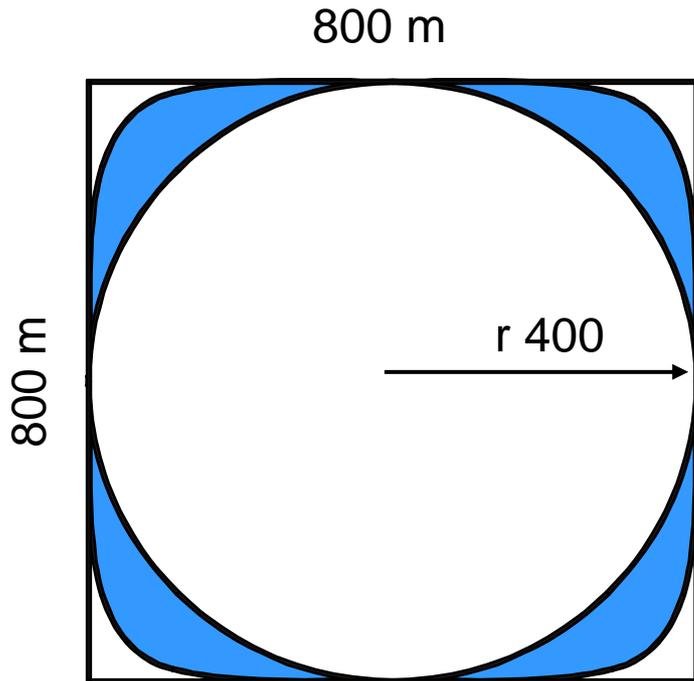
Möglichkeiten des Eckenausgleichs mit Mittelstarkregner und Druckerhöhungspumpe



Gesamtfläche	72 ha
Berechnete Fläche	59 ha
Restfläche	13 ha $\hat{=}$ 18 %

- zusätzlich berechnete Fläche 2 ha
zusätzlicher Kapitalbedarf 1845 €/ha

Möglichkeiten des Eckenausgleichs mit mechan. Eckenausgleichssystemen



Gesamtfläche	64 ha
Kreisfläche	50 ha
Berechnete Fläche	58 ha
Restfläche	6 ha $\hat{=}$ 9 %

 zusätzlich berechnete Fläche 8 ha
zusätzlicher Kapitalbedarf 4236 €/ha

Eckenberechnung bei der Kreisberechnung mit schwenkbaren Ausgleichssystem



Kenndaten zum Eckenausgleich

(Maschinenbreite 400 m Radius, 57 ha)

System	berechnete Fläche			Zusätzlicher Kapitalbedarf	
	Kreis ha	Kreis + Ausgleich ha	%	€	€/ha
ohne Ausgleich *	57	—	79	—	—
Mittelstarkregner mit Druckerh. Pumpe	57	59	82	3.690	1.845
Schwenkbarer Überhang	50	54	85	10.111	2.351
Mech. Eckenaus- gleichsystem	50	58	91	33.890	4.236

* Grundgerät 1087 €/ha

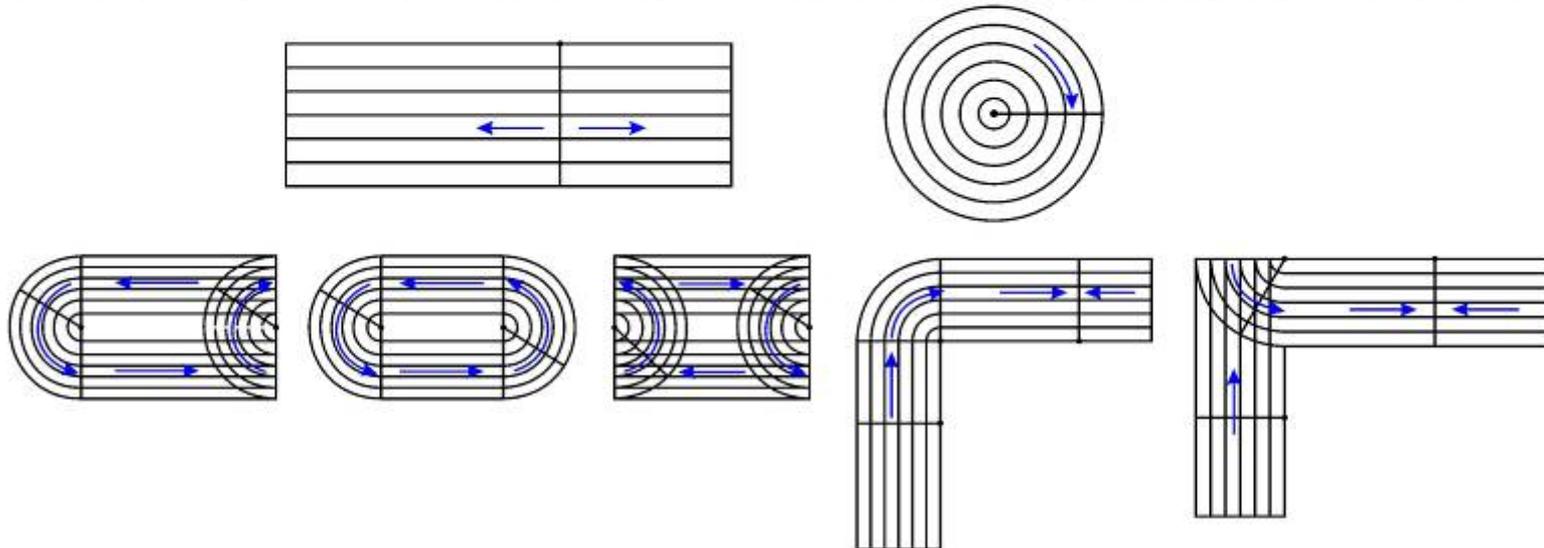
One-Span, Klein-Kreisberegnungsmaschine mit einer Traverse und Überhang. Antrieb: Segnerische Wasserrad



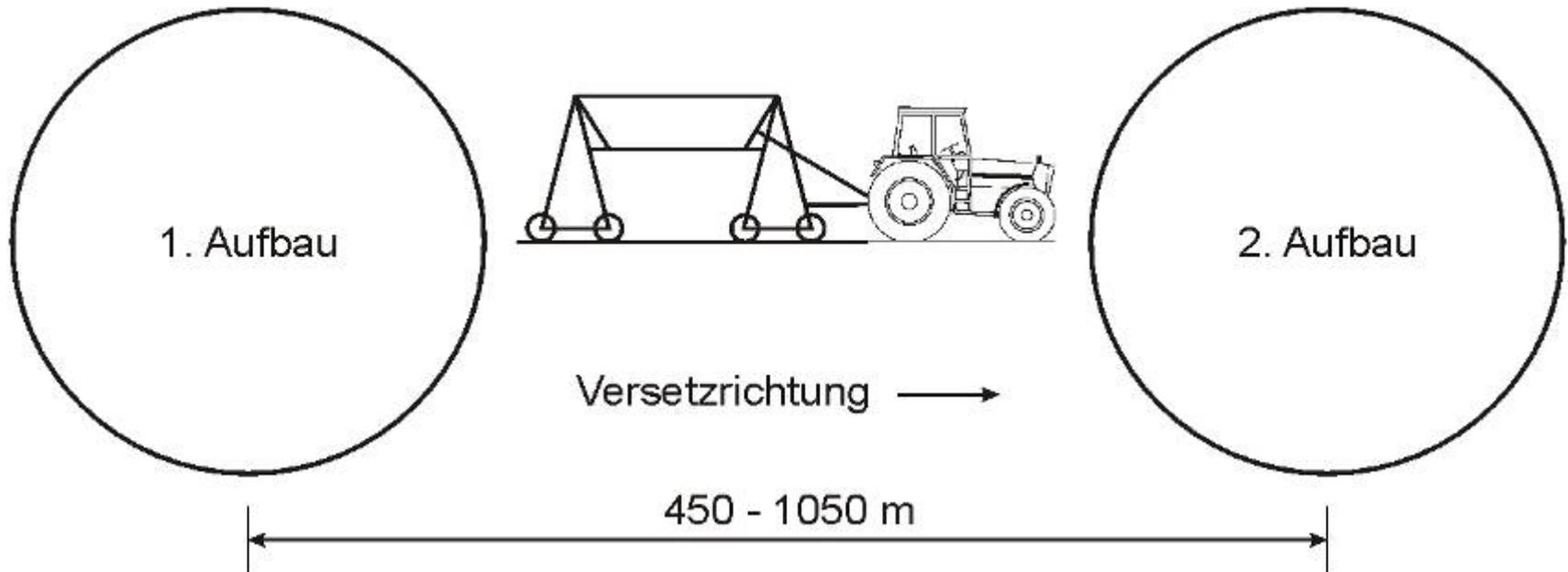
Verfahrensabläufe – Center Liner

Einsatzformen:

- a) • Linearbetrieb - (Vor- und Retourfahrt)
- b) • Pivotbetrieb
- c) • Schwenken nach außen (mit Beregnung) und nach innen (ohne Beregnung)
- d) • Schwenken nach außen 180°
- e) • Schwenken nach innen 180° - ohne Beregnung während des Schwenkens
- f) • Schwenken nach außen 90° mit Linearbetrieb vor und nach dem Schwenken
- g) • Schwenken nach innen 90° mit Linearbetrieb vor und nach dem Schwenken



Kreisberechnung Aufbauplan für den Arbeitsablauf beim Versetzen



Verziehbare Kreis- oder Linearmaschine



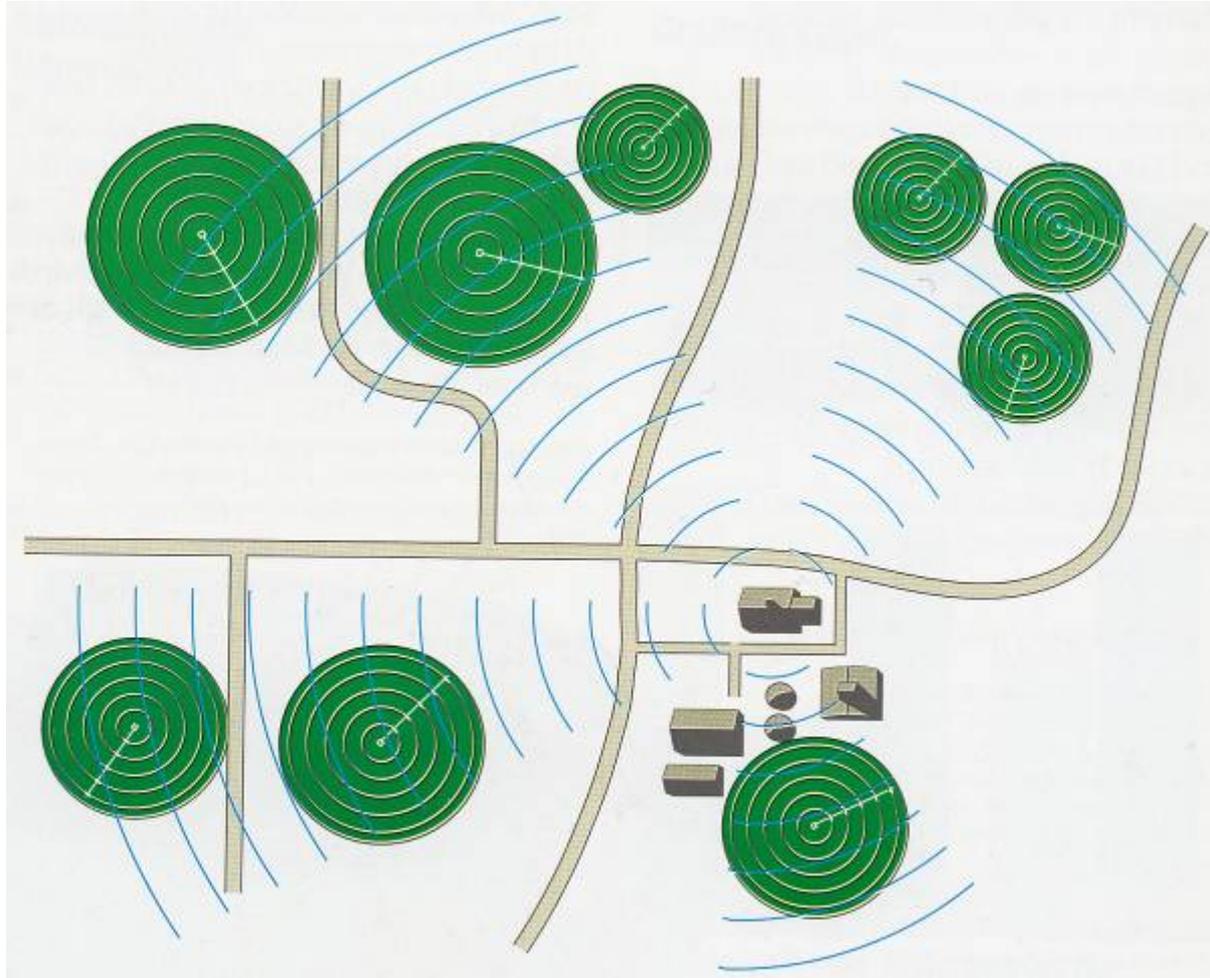
Falsche Berechnungsintensität oder falsche Sätechnik?



Erosion bei falscher Düsenbestückung einer Linearberegnungsmaschine



Beispiel der Datenübertragung mit einem Betriebsfunknetz



Verfahrenvergleich

mobile Berechnungsmaschine

Kreisberechnungsmaschine

Vorteile

- kleine und mittlere Betriebsgrößen
- Anpassung an Feldform
- Anpassung an Feldfrucht
- vertretbarer Kapitalbedarf
- hohe Einsatzflexibilität

- niedrigere Verfahrenskosten
- niedriger Arbeitszeitbedarf
- gute Wasserverteilung
- geringer Energiebedarf
- Mehrfachnutzung (Düngung) möglich

Nachteile

- höhere Verfahrenskosten
- höhere Arbeitszeit
- schlechtere Wasserverteilung
- hoher Energiebedarf
- keine Mehrfachnutzung

- für große Feldflächen einsetzbar
- flächengebunden
- einheitliche Kulturen
- kaum rechteckige Flächenberechnung
- hoher Kapitalbedarf zur Anschaffung

Ausblick

Warum teilflächenspezifische Berechnung ?

Ertragsunterschiede



Bodenunterschiede

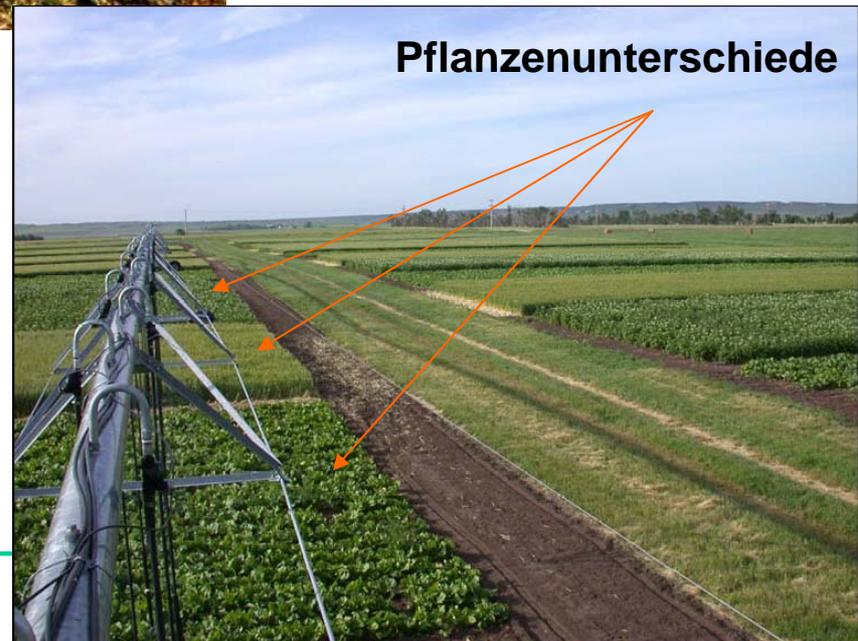


Lehm

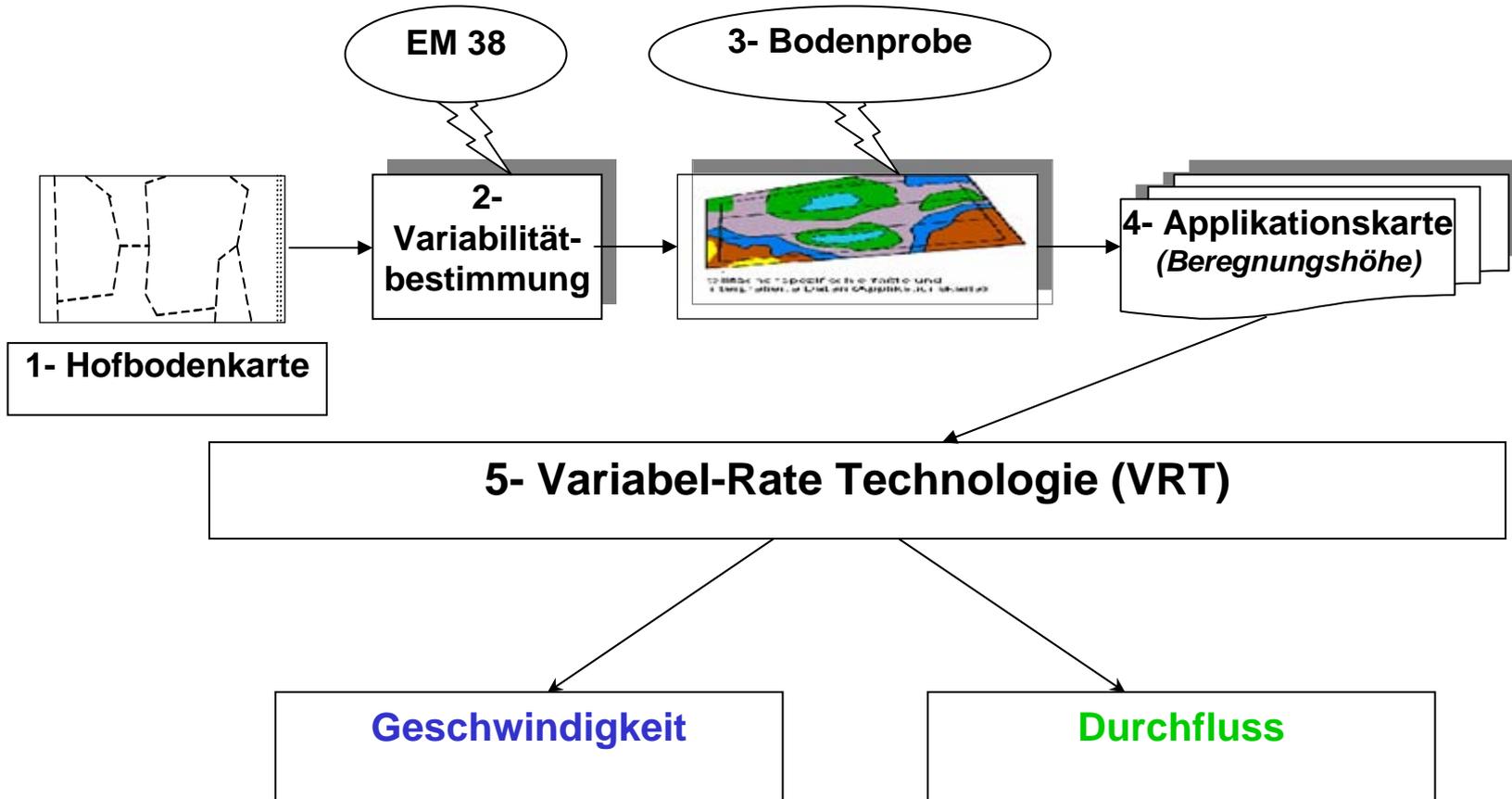
Ton

Sand

Pflanzenunterschiede

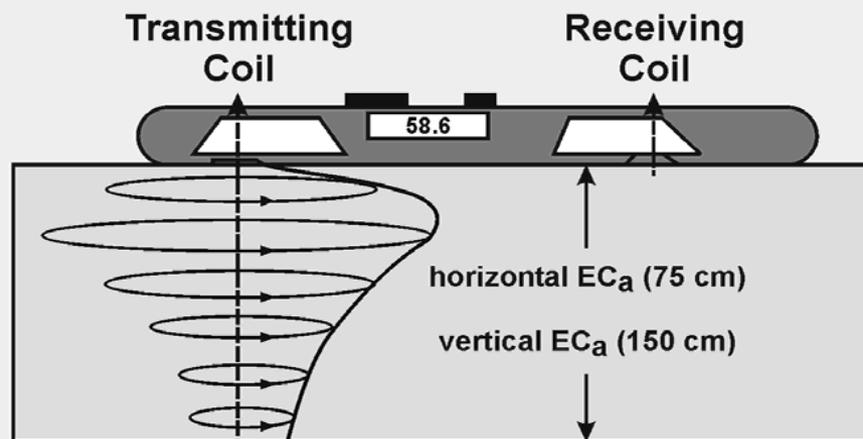


Vorgeschlagene Strategie für *Precision Irrigation*

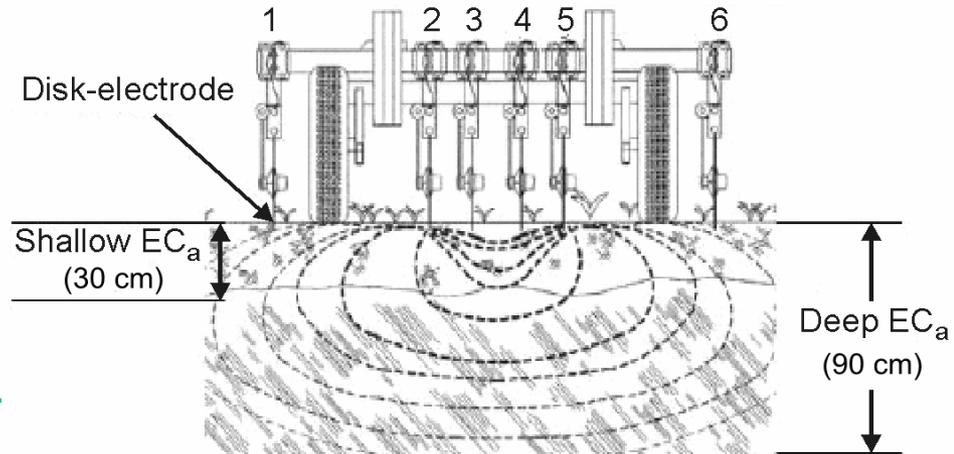


EC Datenaufnahme mit EM38 oder VERIS 3100

EM38

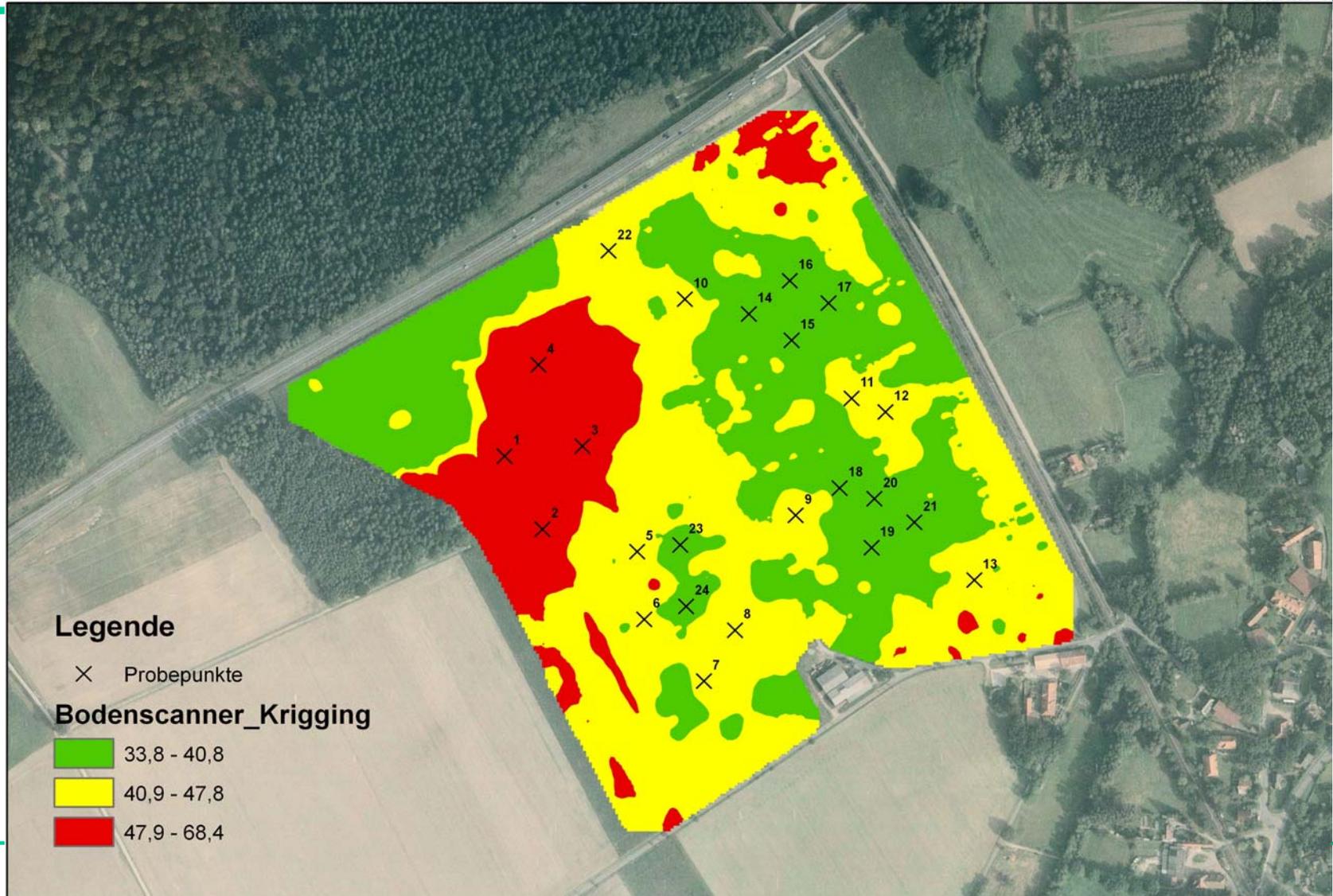


VERIS 3100

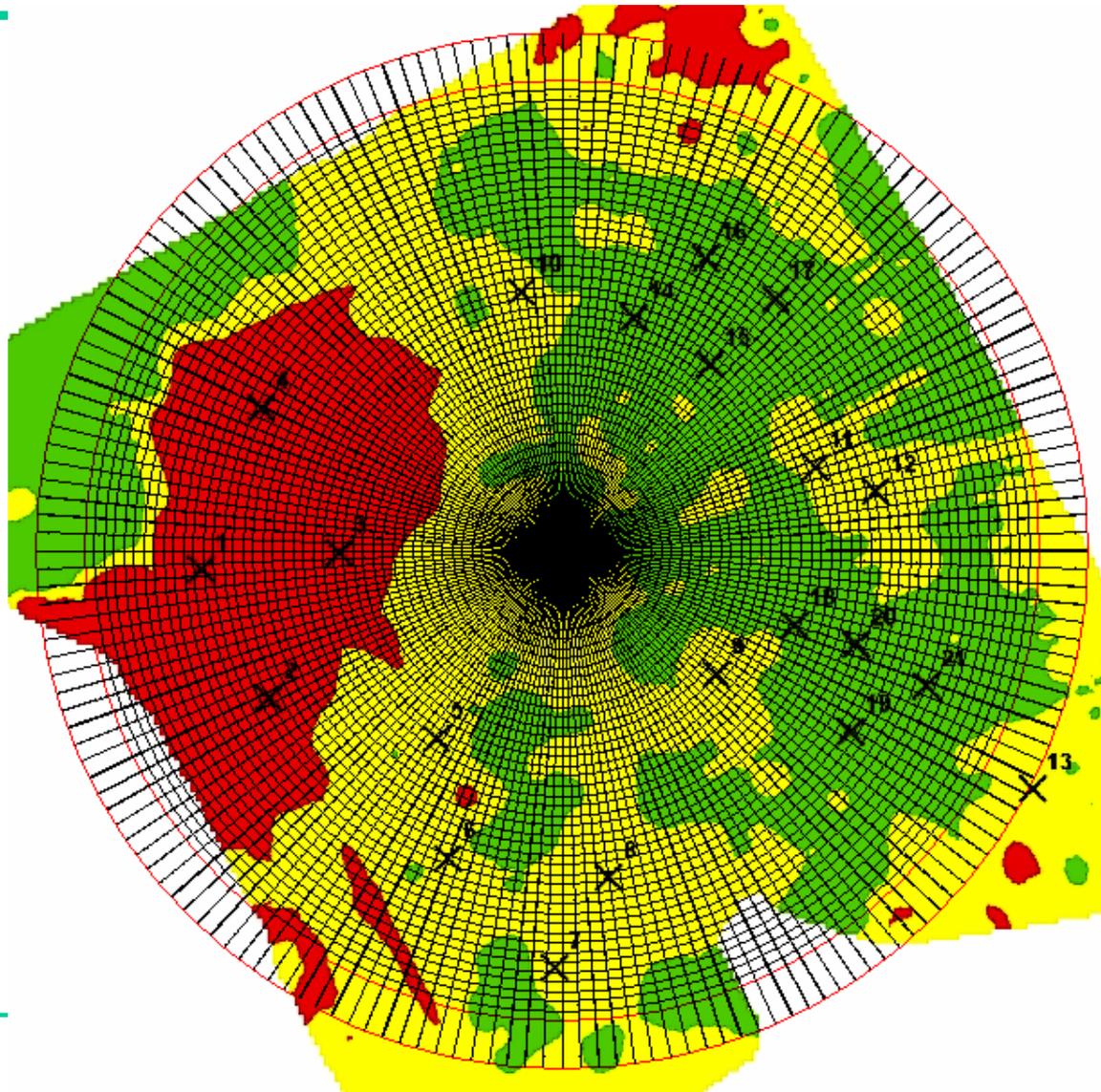


Create the irrigation application map

Gemessene Bodenunterschiede EC-Werte mit dem Gerät EM38, Feldgröße ca. 30 ha



Applikation Karte mit monitoring Punkten für Bodenproben



Irrigation Depth [%]

70

85

100

Technische Zielsetzung



Tropfbewässerung



Kreisberegnungs-
maschine



Mobile Tropfbewässerung

Linearmaschine mit mobiler TB



Mobile Tropfbewässerung im Salatbau auch mit Flüssigdüngung



Anforderungen und Schlussfolgerungen

- Beregnung ist eine wichtige Maßnahme zur Sicherung der Erträge
- Beregnungstechnik für ressourcenschonenden Umgang mit Wasser und Energie
- Präzise Wasserverteilung
- Gute Handhabung der Techniken
- Vertretbare Verfahrenskosten für eine wettbewerbsfähige Produktion, dazu mehr im nächsten Vortrag!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

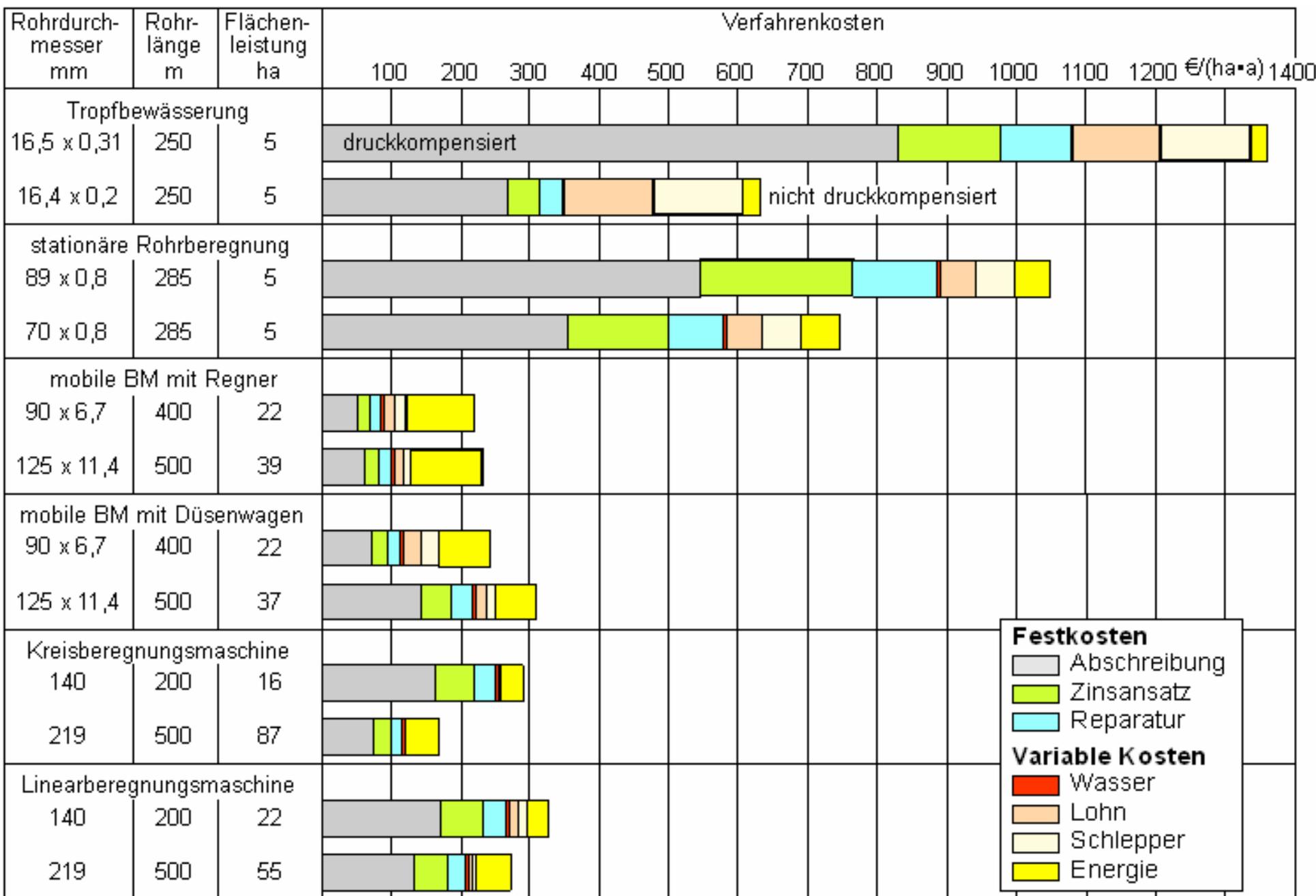
Was kostet Bewässerungswasser?

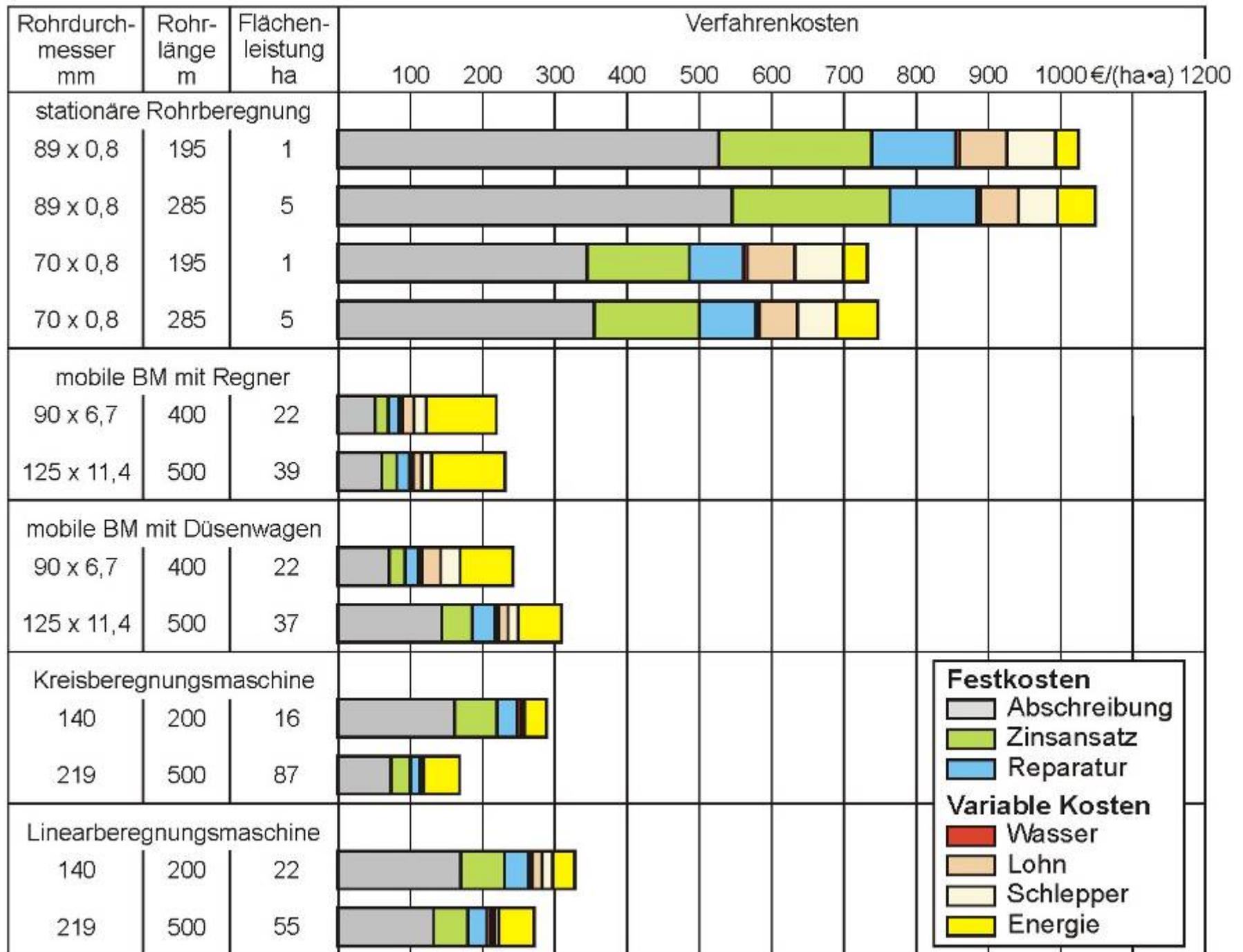
Abgabepreis Bewässerungswasser für Mitglieder Wasserverband = Variable Kosten, Entnahmetechnik diesel- bzw. strombetrieben				
wo	Preis €/m ³	Herkunft	staatliches Wasser-entnahmeentgelt in €-Cent/m ³	Information von
Niedersachsen	0,19	individuelle Grundwasserentnahme, dieselbetriebene Entnahmetechnik	0,5	Fachverband Feldberegnung e.V. Hannover
	0,11	individuelle Grundwasserentnahme, strombetriebene Entnahmetechnik	0,5	
Rheinland Pfalz	0,21		nein	Beregnungsverband Vorderpfalz
	0,3		nein	Südpfalz, Beregnungsverband Hatzenbühl
Baden-Württemberg, Nordbaden	0,19		Ausnahmeregelung möglich	Beregnungsverband Baden-Württemberg Dossenheim
Hessen, Hessisches Ried	0,195		nein	Wasserverband Hessisches Ried, Groß Gerau
Bayern, Knoblauchsland	0,2	zeitweilig 0,35 €/m ³ wegen Modernisierung	nein	Wasserverband Knoblauchsland, Nürnberg
Angaben ohne Anspruch auf Vollständigkeit				

Quelle: Gemüse Sonderbeilage Praxisratgeber Bewässerung 2/2007

Schlußfolgerungen

1. Es geht mit der Berechnung weiter!
Sie ist in Trockenjahren von existentieller Bedeutung, und leistet im Mittel der Jahre einen hohen positiven Beitrag zum Betriebsergebnis.
 2. Die Berechnung ist teuer!
Kapitalbedarf vergleichen!
Die Kosten werden von den Energiepreisen hochgetrieben.
Effizientere Antriebe müssen bereitgestellt werden.
 3. Nach wie vor sind der Arbeitsaufwand und die Verfahrenskosten für die Berechnungstechnik hoch. Die KTBL Datenbank soll Hilfe für Entscheidungen liefern.
-



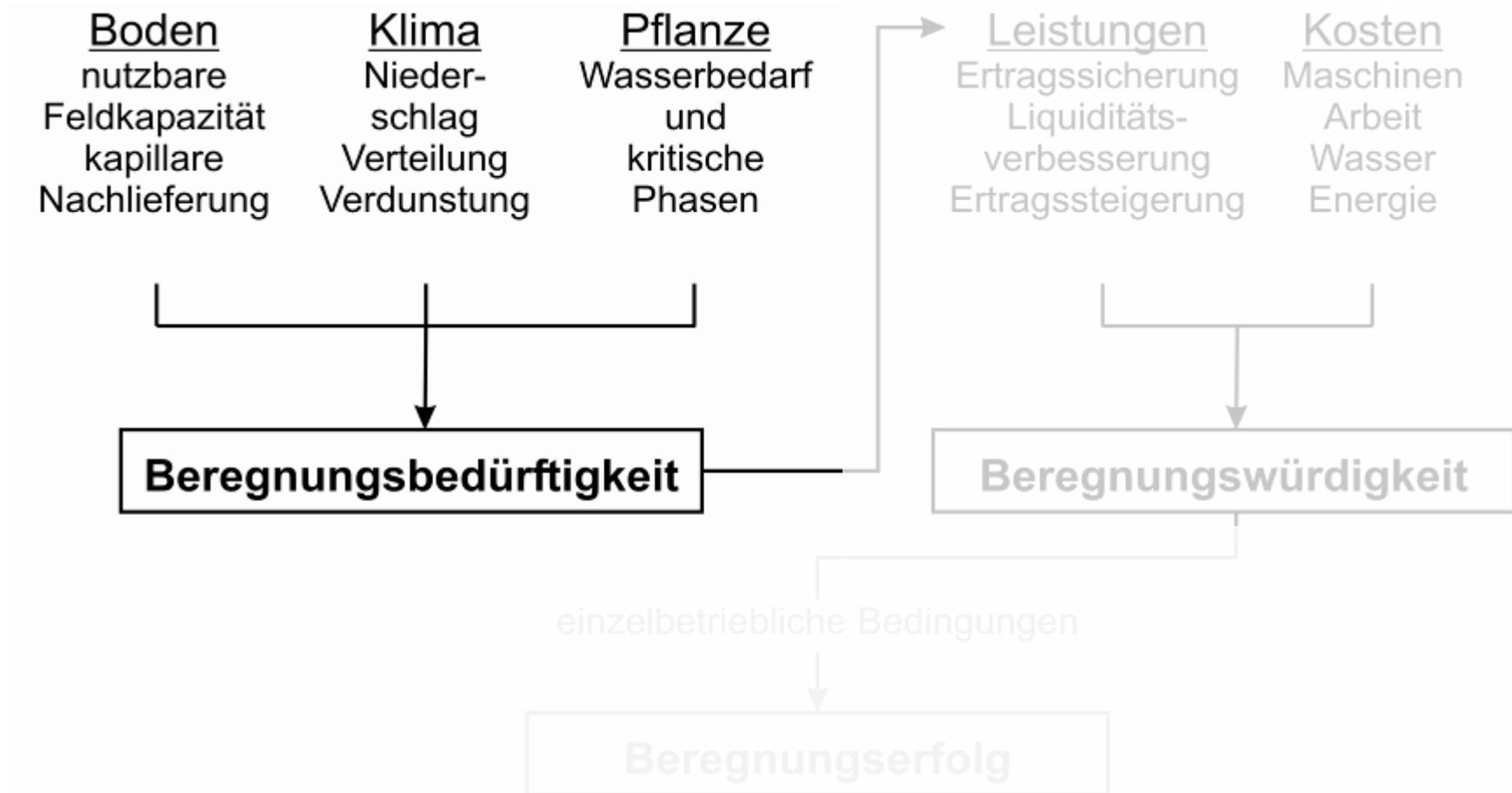


jt

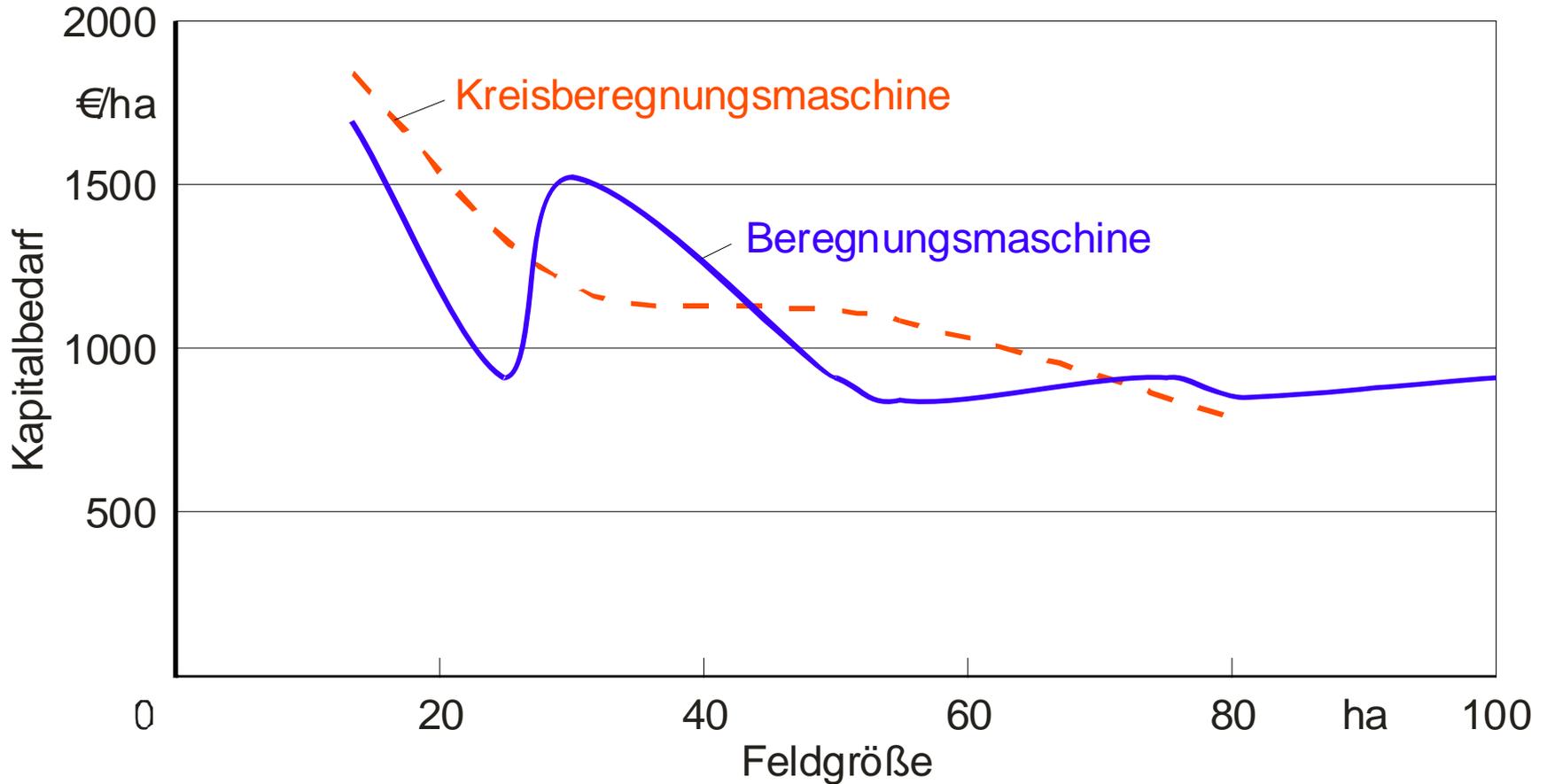
Trockenstehende Pumpe mit Gasantrieb. Eine Kostenalternative?

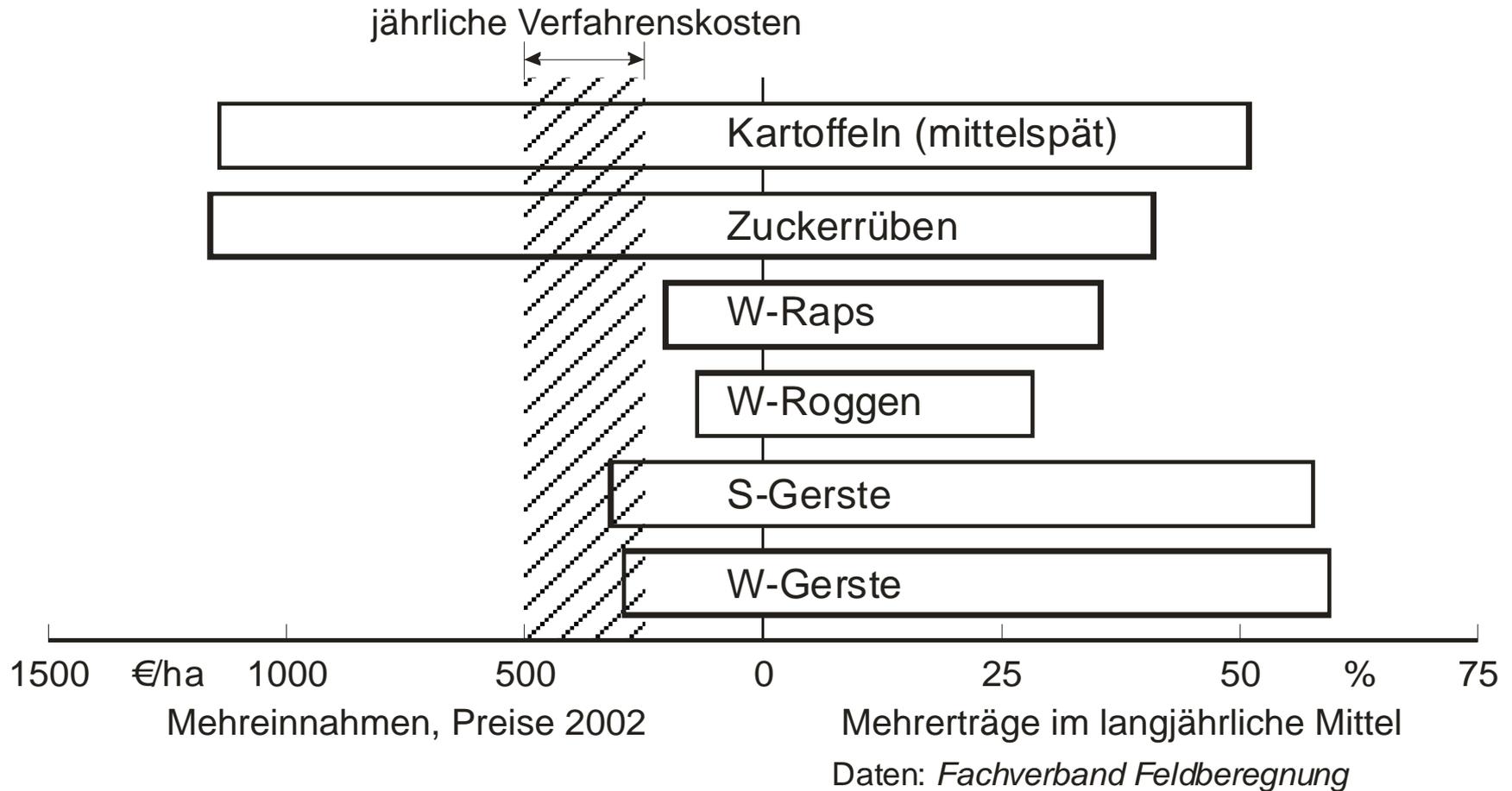


Faktoren des Berechnungserfolges



Kapitalbedarf verschiedener Berechnungsverfahren





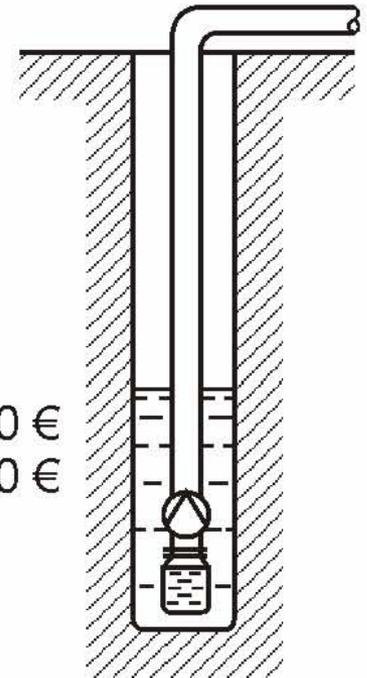
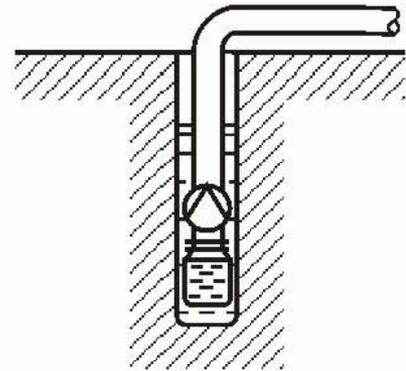
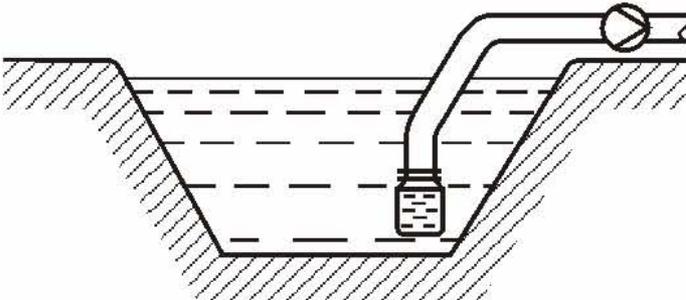
Kapitalbedarf der Wassergewinnung

Wasserentnahme aus

Oberflächengewässer

Flachbrunnen (15 m)

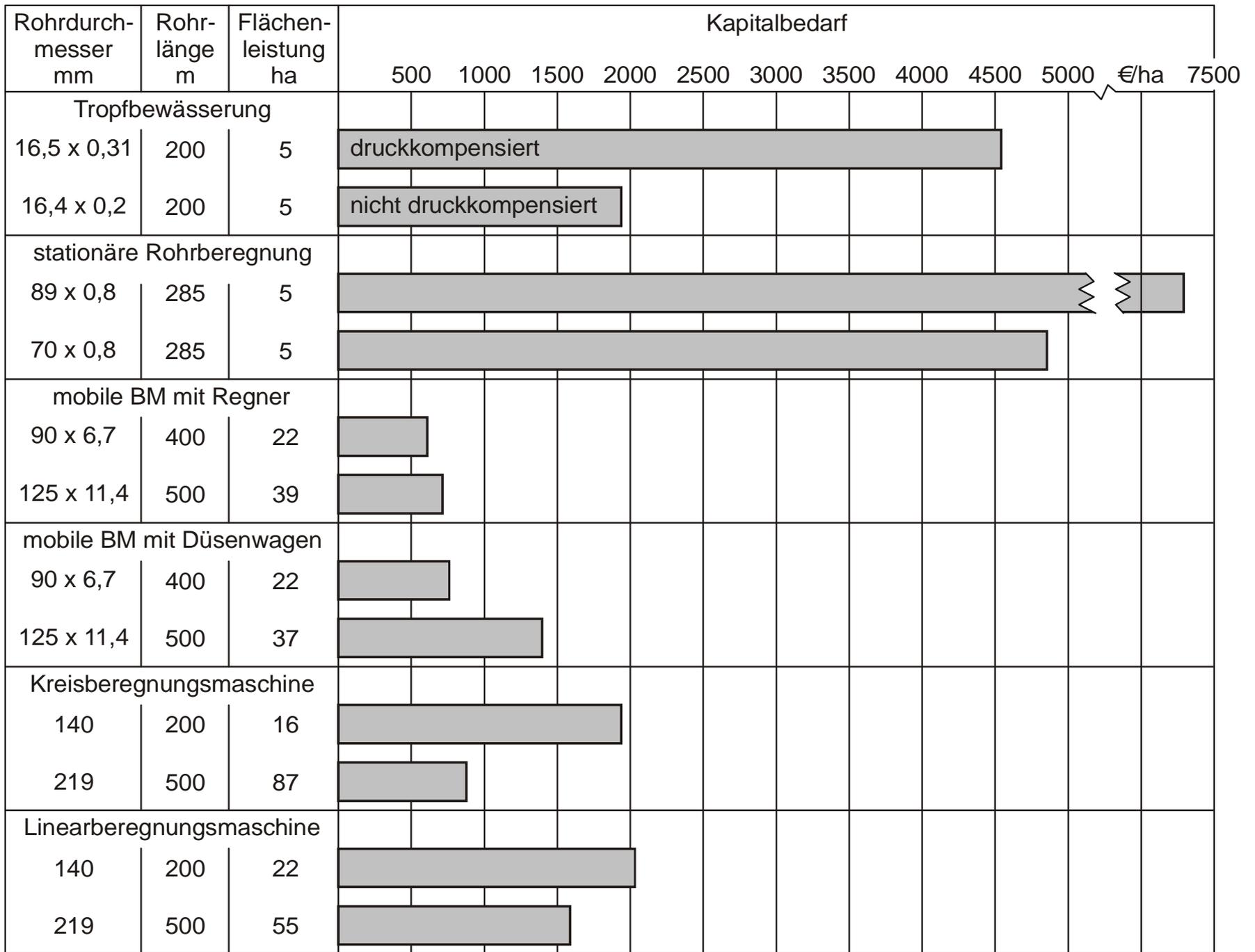
Tiefbrunnen (40 m)



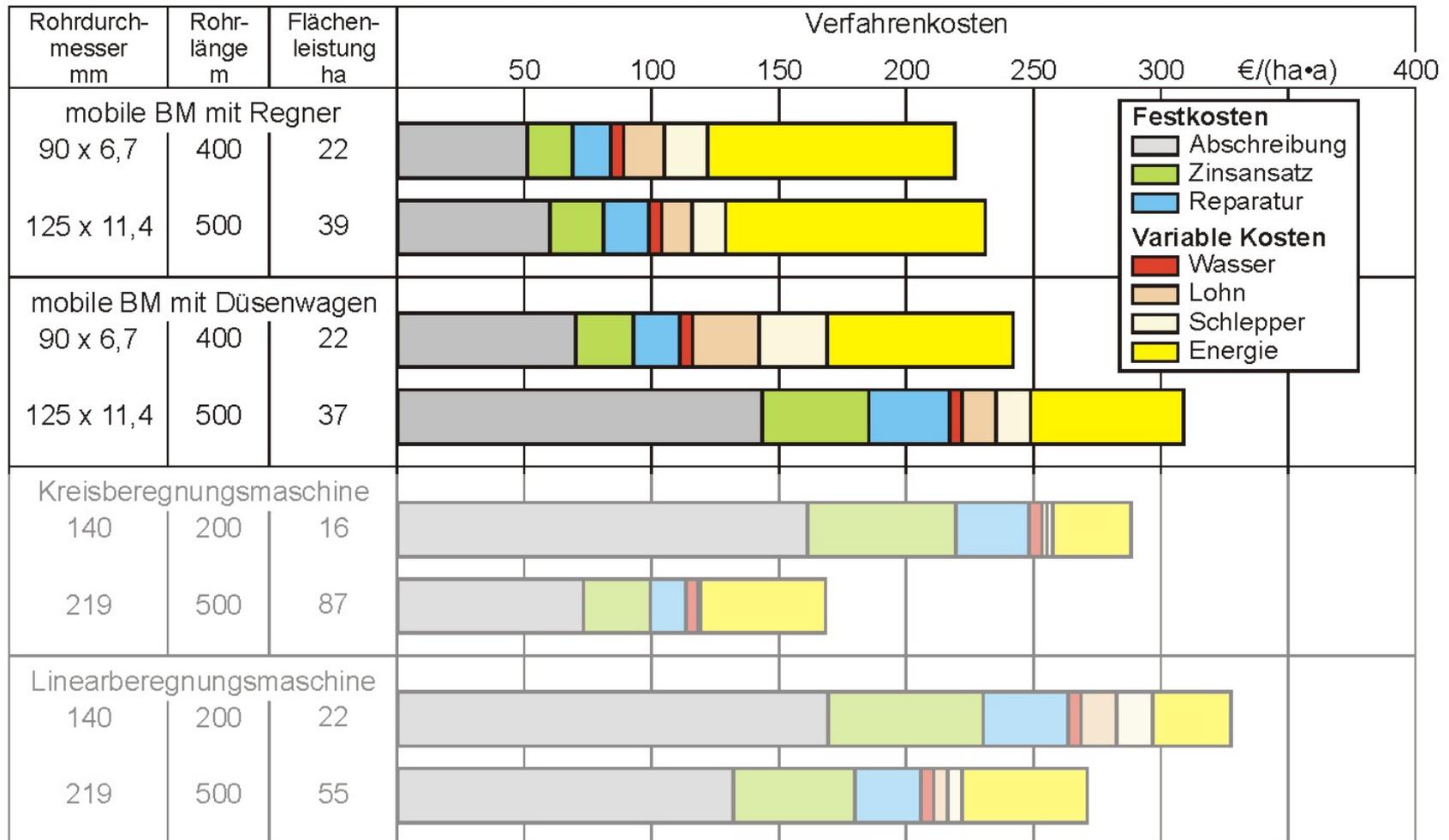
bei 50 m³/h ~ 12.000 €
bei 150 m³/h ~ 15.000 €

19.000 €
23.500 €

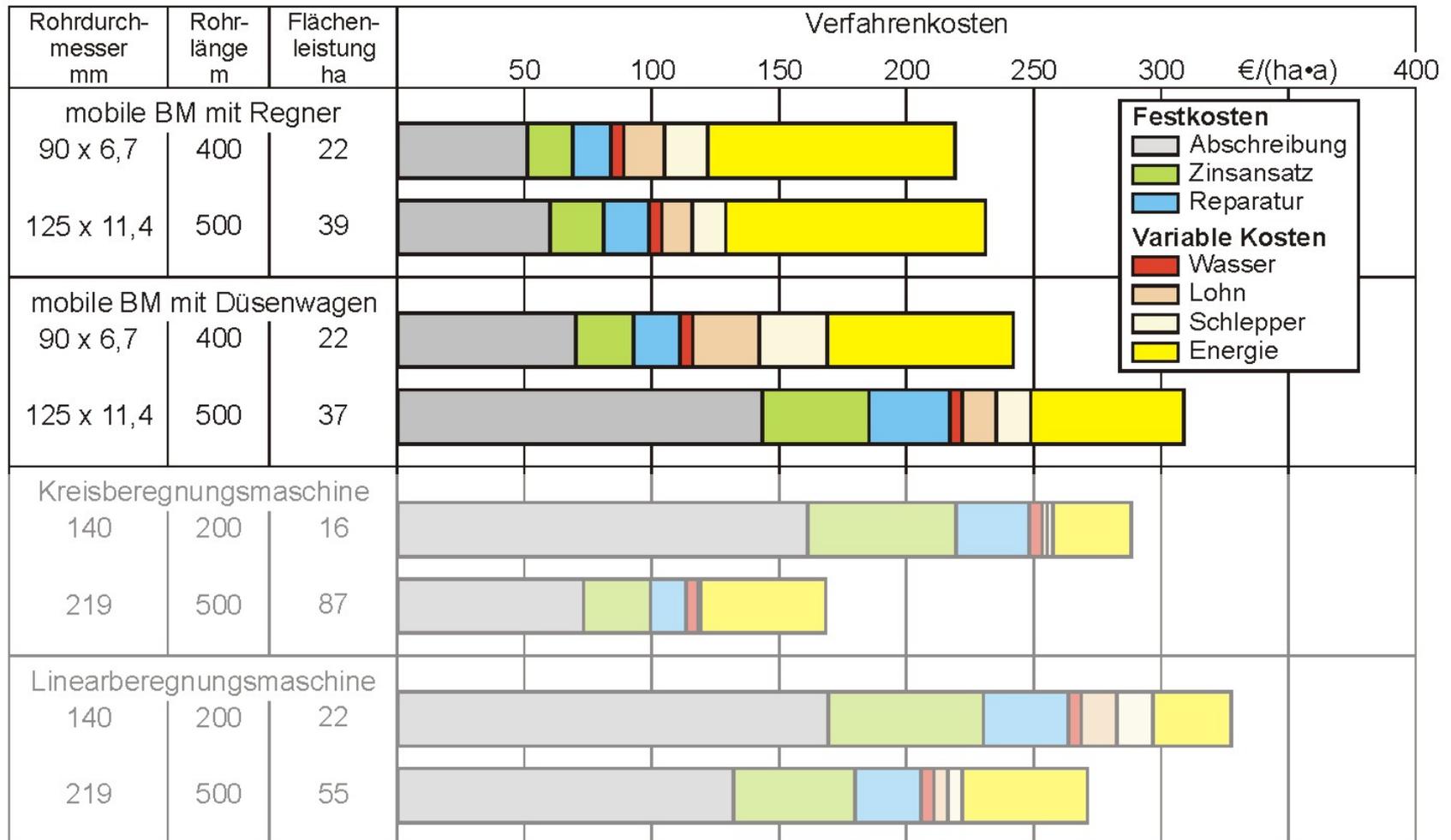
35.800 €
39.800 €



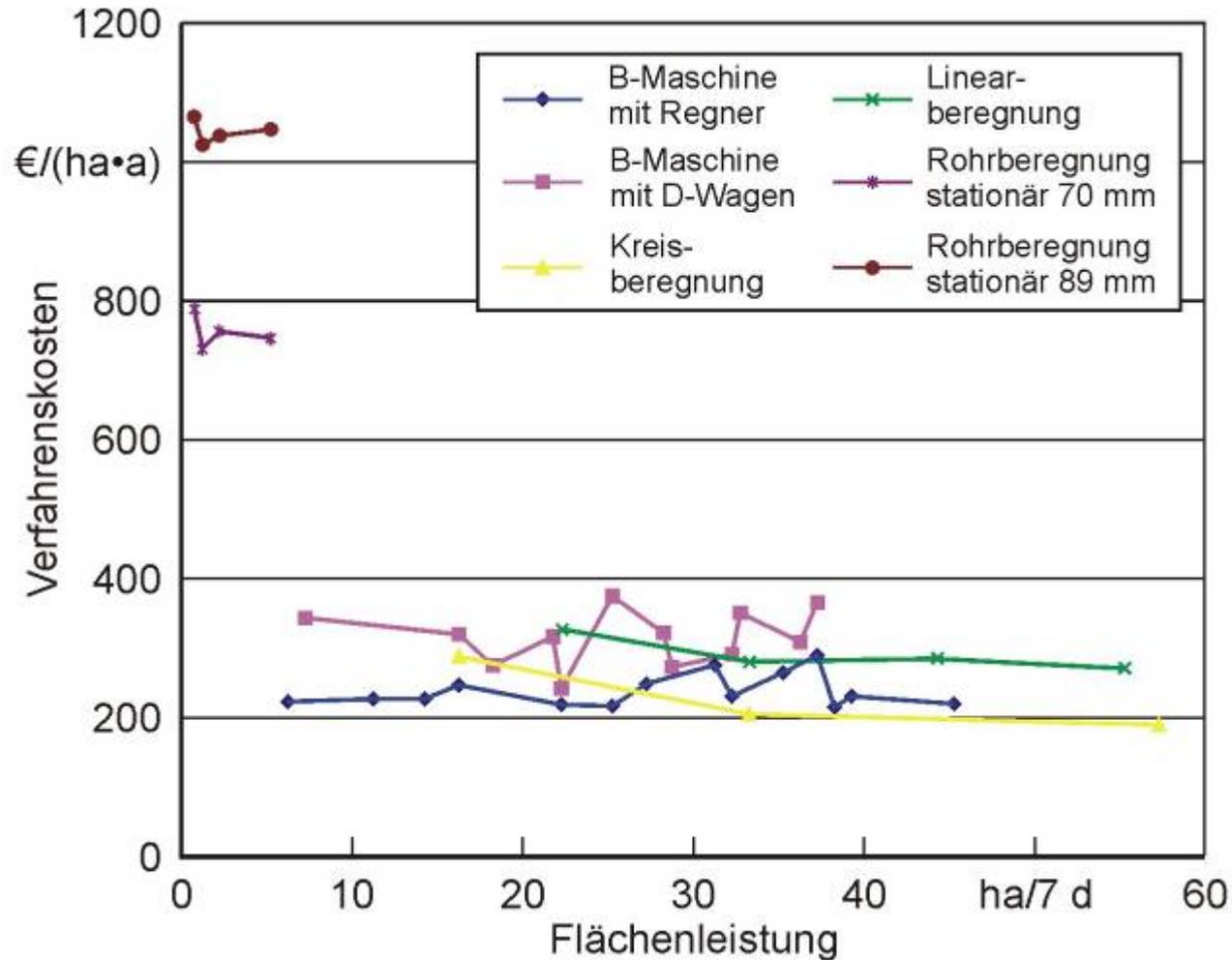
Kostenstruktur verschiedener Beregnungsmaschinen



Kostenstruktur verschiedener Beregnungsmaschinen

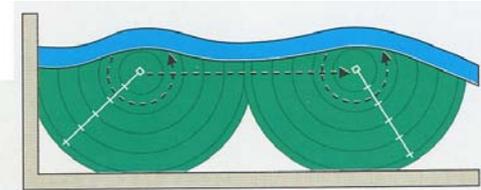
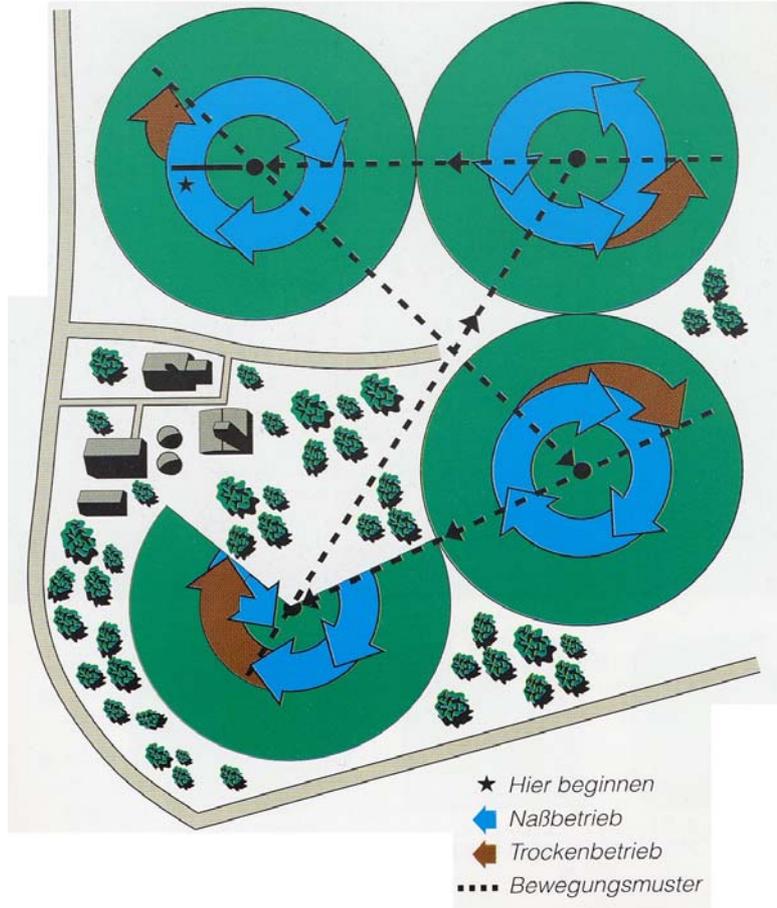


Kosten vs. Flächenleistung



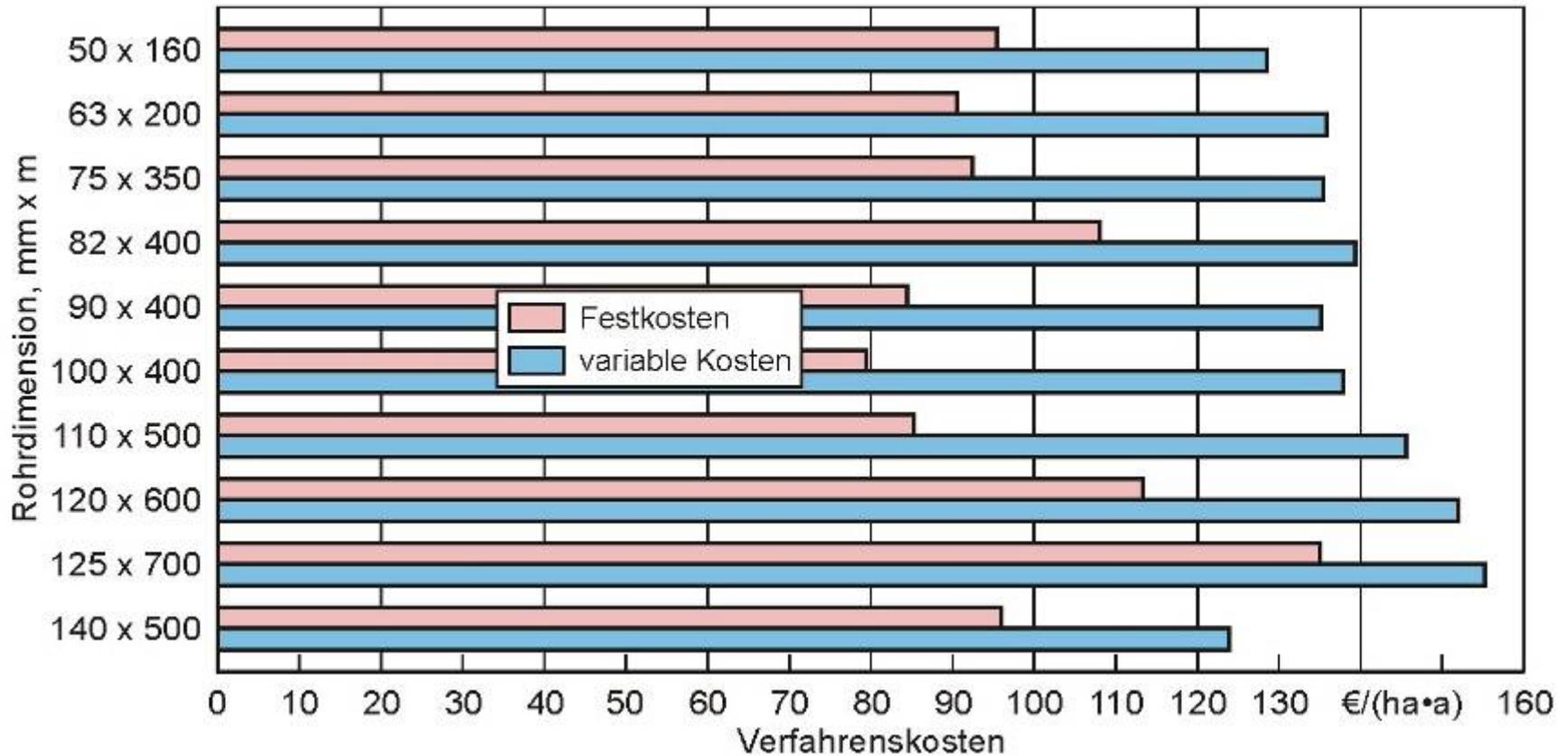
- DIN EN 12325-1 Angabe technischer Kennwerte
 - DIN EN 12325-2 Mindestanforderungen und tech. Kennwerte
 - DIN EN 12325-3 Terminologie und Klassifizierung
 - DIN EN ISO 11545 Bestimmung der Gleichförmigkeit der Wasserverteilung
-

Versetzbare Kreisberegnung



Sprechen Sie Ihren Valley Händler an und fragen Sie ihn, wie Sie mit einem Valley Schleppgerät Ihre Felder leicht und wirtschaftlich bewässern können.

Verfahrenskosten mobiler Berechnungsmaschinen (4 Gaben a 25 mm)



Linearberechnungsmaschine mit Flüssigdüngerbeimischpumpe



Kreisberegnungsmaschine



Betriebstechnische Eigenschaften von Kreisberegnungsmaschine

Aufbau —————> stationär / versetzbar

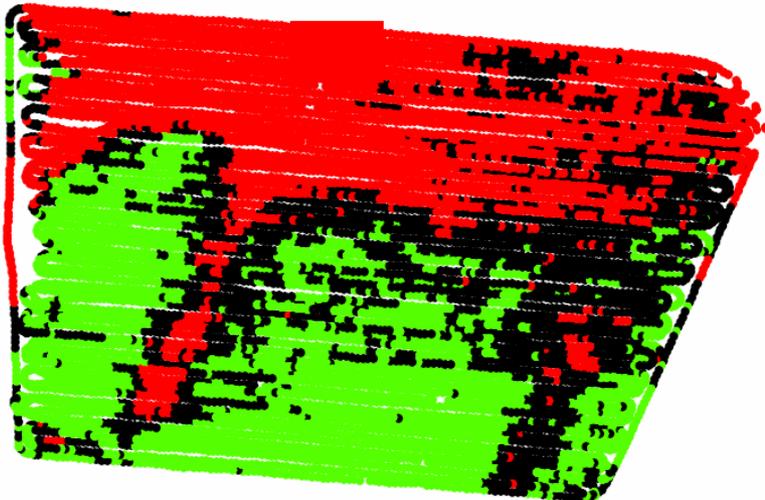
Antrieb —————> elektrisch / ölhydraulisch

Eckenausgleich ———> Regnerschaltung / Eckenausgleichsystem

Geländeneigung ———> 15 % bei 2 Spans / 10 % bei mehreren Spans

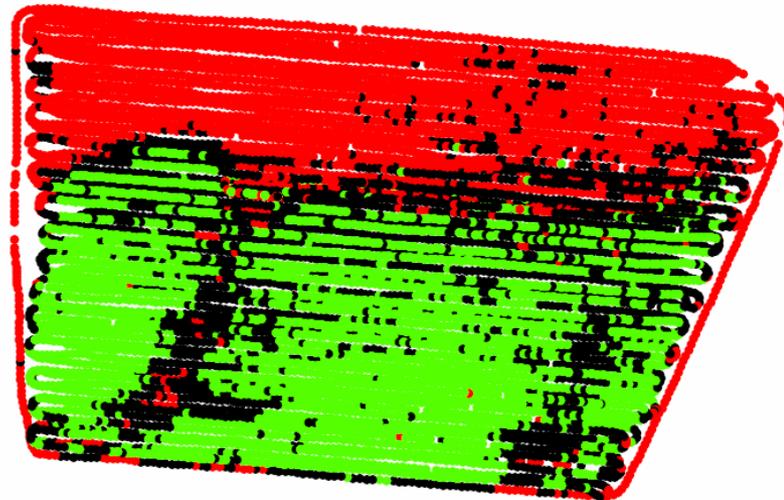
Durchfahrhöhe ———> 1,50 bis 3,00 m

Elektrische Leitfähigkeits Karten, EM38 & VERIS 3100



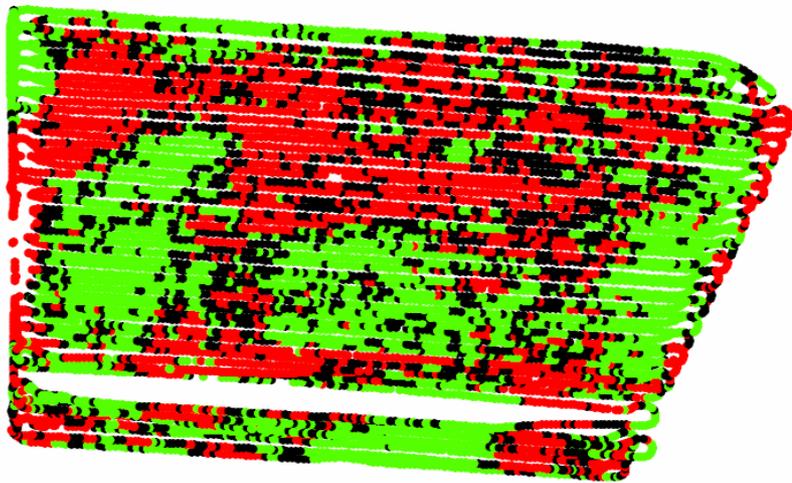
EC₂₅(EM38-v) [mS/m]

21.5-25.6 ● 25.6-27.3 ● 27.3-33.5 ●



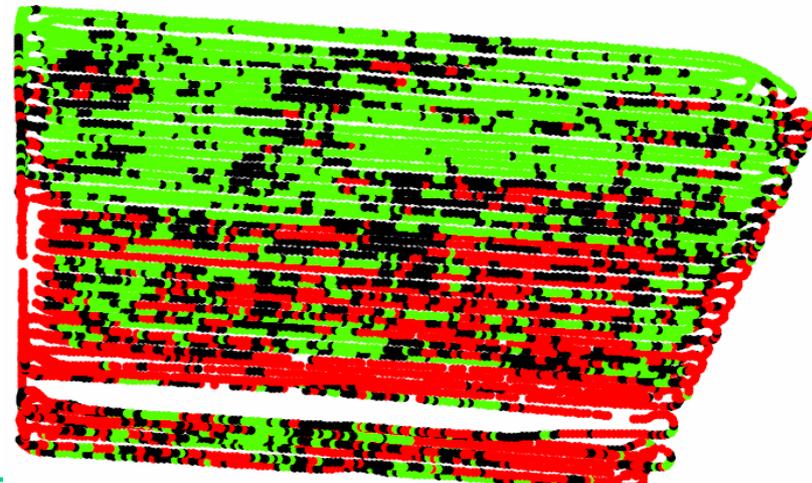
EC₂₅(EM38-h) [mS/m]

45.5-48.4 ● 48.4-49.9 ● 49.9-54.5 ●



EC₂₅(VERIS 3100-dp) [mS/m]

3.7-7.1 ● 7.1-8.1 ● 8.1-12.0 ●



EC₂₅(VERIS 3100-sh) [mS/m]

4.6-7.8 ● 7.8- 10.6 ● 10.6-16.4 ●

Create the irrigation application map

Schwenkvorrichtung für Eckenausgleich



Wasserverteilung einer Rohrberegnungsanlage



Kostenanteile beim Brunnenbau

	Teilgewerke	Schwankungsbreite (%)	Mittelwerte (%)
1	Baustelleneinrichtung	3-16	6
2	Bohrung und Ausbau	22 – 40	30
3	Entsandung und Pumpversuch	9 – 24	14
4	Brunnenabschlussbauwerk	14 – 27	22
5	U- Pumpe, Steigeleitung, Installation	14 – 34	23
6	Kamerabefahrung und Geophysik	2 – 4	3
7	Sonstiges (Entkeimung, Dokumentation, etc.)	1 - 3	2

Quelle: *Arbeitshilfen für den Brunnenbauer*