

LfULG - Berechnungstagung

am 24.11.2009 in Reinholdshain

Vortrag

Bewässerung in der landwirtschaftlichen Praxis

Gehalten von:

Kai-Uwe Eisenhut, Agrar-Genossenschaft eG Zodel



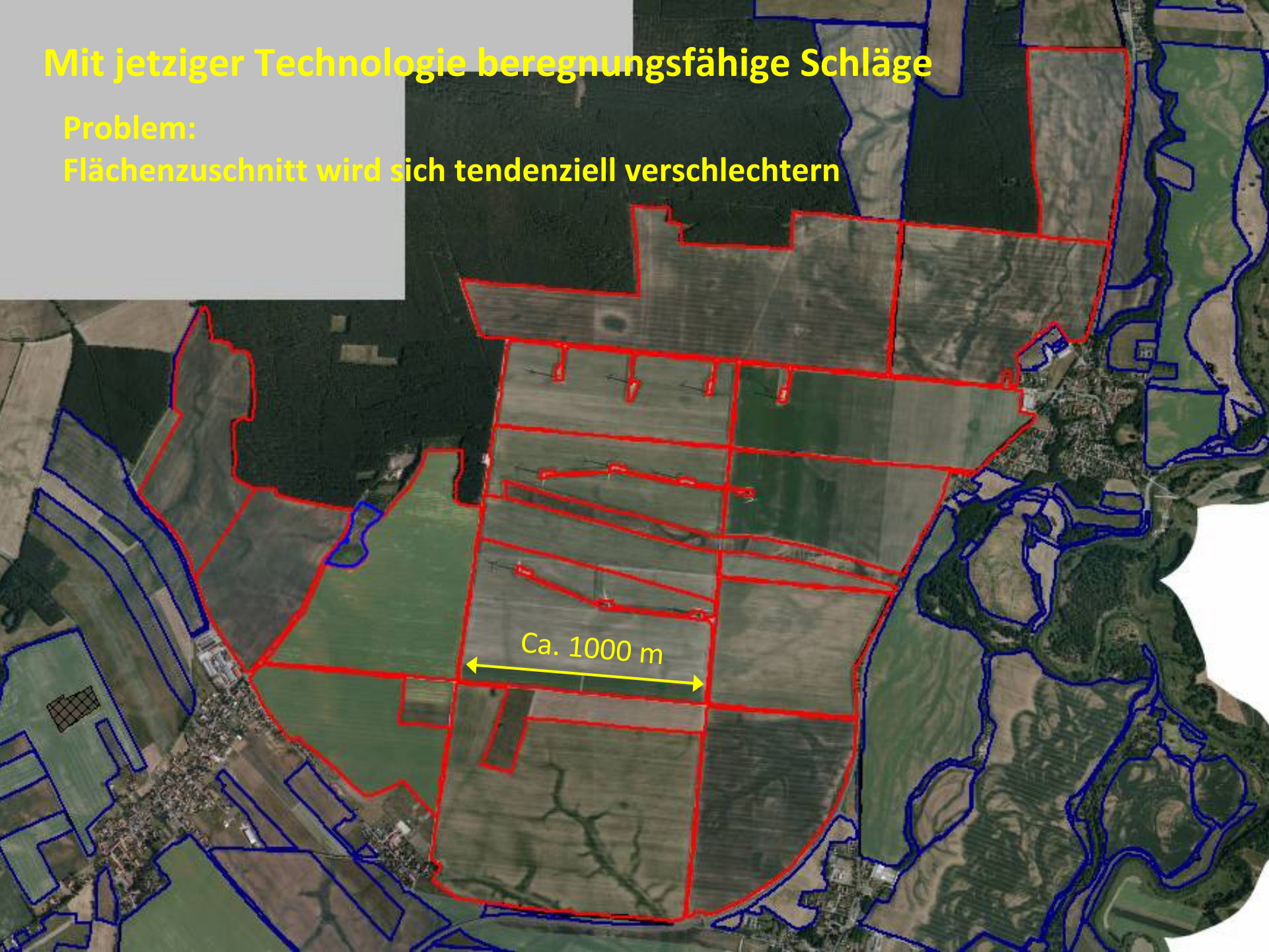
Vorstellung des Betriebes

- Agrar-Genossenschaft eG Zodel
- Lage nördl. von Görlitz
- N-S-Ausdehnung 15 km
- W-O- Ausdehnung 4 km
- Bodengüte S-N Gefälle
- Von 60 bis 15 BP
- ca. 3000 ha LN
 - dav. 90 ha Kartoffeln
 - 80 ha Zuckerrüben
 - 220 ha Grünland
- 350 Milchkühe +Nachzucht
- Ehemals 2100 ha Beregnungsfläche als Abwasserverregnung (von Görlitz)
- damals bis zu 6 Mio. m³ ganzjährig
- Altes Leitungsnetz (nicht mehr nutzbar)
- Derzeitig ca. 100 ha beregnete Fläche

Mit jetziger Technologie berechnungsfähige Schläge

Problem:

Flächenzuschnitt wird sich tendenziell verschlechtern



Technische Ausstattung

- 5 Brunnen bis 30 m Tief (Wasser ab 15 m)
Kapazität 120 – 50 m³/h
- 3 Bohrlochwellenpumpen (incl. 3 Diesellaggregate) max. Förderrate 100-120 m³/h
erreichbarer Betriebsdruck 10-12 bar
- 1 Druckerhöhungsaggregat (Diesel)
- Schnellkupplungsrohre (125´er u. 100´er)
- 3 Schlauchberechnungsmaschinen (110/450) mit Regner (Ø 16-34 mm)
- Tropfschlauchbewässerung (ca. 2,5 bar Betriebsdruck) für ca. 20 ha mit Fertigationseinrichtung
- 6 Rollregner á 250 m

Tiefbrunnen mit Pumpenaggregat und Bohrlochwellenpumpe

- hier noch provisorischem Zaun



Schlauchberegnungsmaschine

Steuerung über:

- Eingangsdruck
- Düsendurchmesser in der Wasserturbine
- Düsendurchmesser am Regner
- Getriebe (3 Gang-Schaltung)
- Bypass
- Feinsteuerung (Anzahl der Lagen auf Trommel)

Zusätzlich notwendig:

- 1 Ackerschlepper (ca. 100 PS)
- je 2 AK in 2 Schichten (beim Umsetzen)
- ansonsten 1 AK zur Kontrolle (wegen der hohen Drücke)

Nachteile:

- Krautbeschädigung beim Ausziehen
- Fremdkörper in der Turbine
- Fremdkörper in der Pendelsteuerung
- Hoher Druck – Kontrollaufwand wg. undichter Rohre
- Windfälligkeit
- PSM-Einsatz



Tropfschlauchbewässerung

Steuerung:

- 500 m pro Rolle
- Schlauchdurchmesser 22 mm
- Tropferabstand 0,40 m
- Durchfluss pro Tropfer 0,6 l/h
- Zusatzwasser 1,7 l/h und m² bei 90 cm Reihenabstand
- Fertigation
- Eingangsdruck ca. 2 - 2,5 bar

Zusätzlich notwendig:

- Verlegegerät, Schlauchhebergerät, Schlauchwickelgerät
- Bei Fertigation: je Segment 0,5 AK Std. (Befüllen, Rühren)
- ansonsten durch Automatisierung Kontrollaufwand gering

Nachteile

- Hohe Anschaffungskosten
- Hoher Arbeitsaufwand beim Aufbau
- Hoher Arbeitsaufwand beim Abbau
- sorgfältiger Umgang bei allen Arbeitsschritten

Zusatzgeräte für Tropfschläuche

Wickelgerät



Verlegegerät



Hebegerät

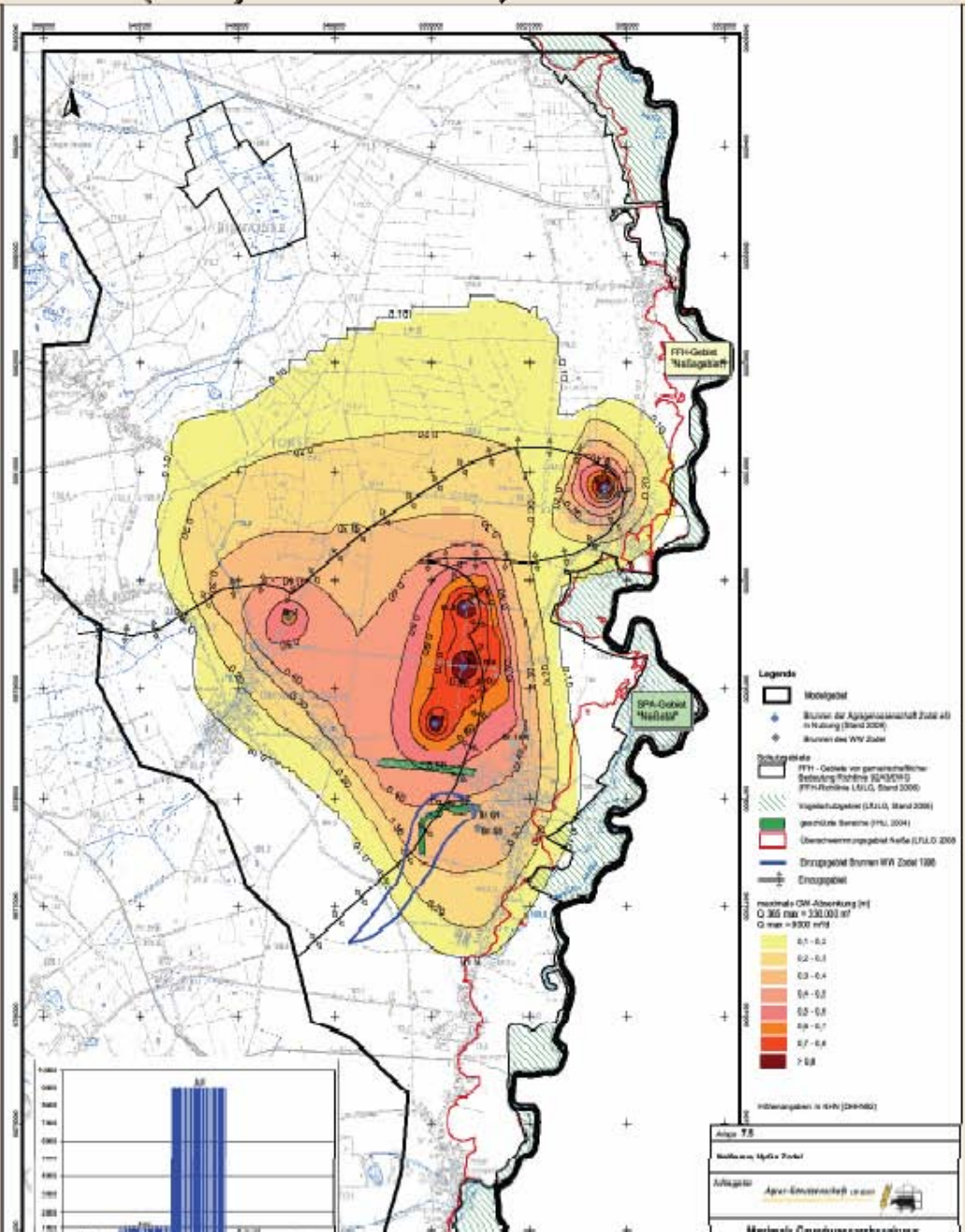


Rechtliche Ausstattung

Befristetes Wasserrecht bis 2010

Q_h mitt. $100\text{m}^3/\text{h}$	Q_h max. $200\text{ m}^3/\text{h}$
Q_d mitt. $1200\text{ m}^3/\text{h}$	Q_d max. $1833\text{ m}^3/\text{h}$
Q_a mitt. $80000\text{ m}^3/\text{h}$	Q_a max. $170.000\text{ m}^3/\text{a}$
3000 m^3/d für max. 14 Tage	

- Grundwasser-Monitoring
- Nitrat-Untersuchungen
- Pegelmessungen 2-mal monatlich (15 Pegel)
- Problem:
 - Wasserrecht ist so eigentlich nicht zu gebrauchen
 - Ursachen:
 - fehlende Erfahrung der Behörden mit Projekten dieser Größe
 - Fehler bei der Beantragung des Wasserrechtes, da Beeinflussung des FFH – Gebietes Neißeaue nicht ausreichend nachgewiesen werden konnte.



Nachweisführung Wasserentnahme

Berechnungsnachweis 2009

Brunnen 4

Datum	Brunn. Nr.	Aggr. Nr.	W.-Uhr Nr.	Messungen						Menge m ³ /Aggr	Stunden h	Menge m ³ /h
				Vor Beginn Beregnung			1/2Stunde vor Ende Beregn.					
				Uhrzeit	Pegel m	Wasseruhr Stand	Uhrzeit	Pegel m	Wasseruhr Stand			
18.05.2009	4	2	4711	9:30	17,75	172.753	13:30		172.876	123	4,00	31
18.05.2009	4	2	4711	17:00		172.876	20:40	17,83	173.042	166	3,67	45
19.05.2009	4	2	4711	6:30	17,81	173.042	11:45		173.295	253	5,25	48
19.05.2009	4	2	4711	14:15		173.295	18:50	17,84	173.507	212	4,58	46
20.05.2009	4	2	4711	6:00	17,81	173.507	9:35	17,82	173.669	162	3,58	45
30.07.2009	4	2	4711	7:30	17,69	173.669	19:40	17,85	174.733	1.064	12,17	87
31.07.2009	4	2	4711	4:30	17,74	174.733	21:30	17,90	176.073	1.340	17,00	79
01.08.2009	4	2	4711	7:30	17,79	176.073	19:15	17,94	177.061	988	11,75	84
02.08.2009	4	2	4711	7:00	17,82	177.061	20:00	17,96	178.190	1.129	13,00	87
03.08.2009	4	2	4711	7:45	17,81	178.190	9:30	17,87	178.345	155	1,75	89
05.08.2009	4	2	4711	7:30	17,82	178.345	12:30	17,87	178.751	406	5,00	81

Gleichmäßigkeit der Beregnung/Bewässerung (Auswertung der Saison 2008)

1. Beregnung mit Schlauchtrommeln und Regnerwagen

2. Tropfschlauchbewässerung

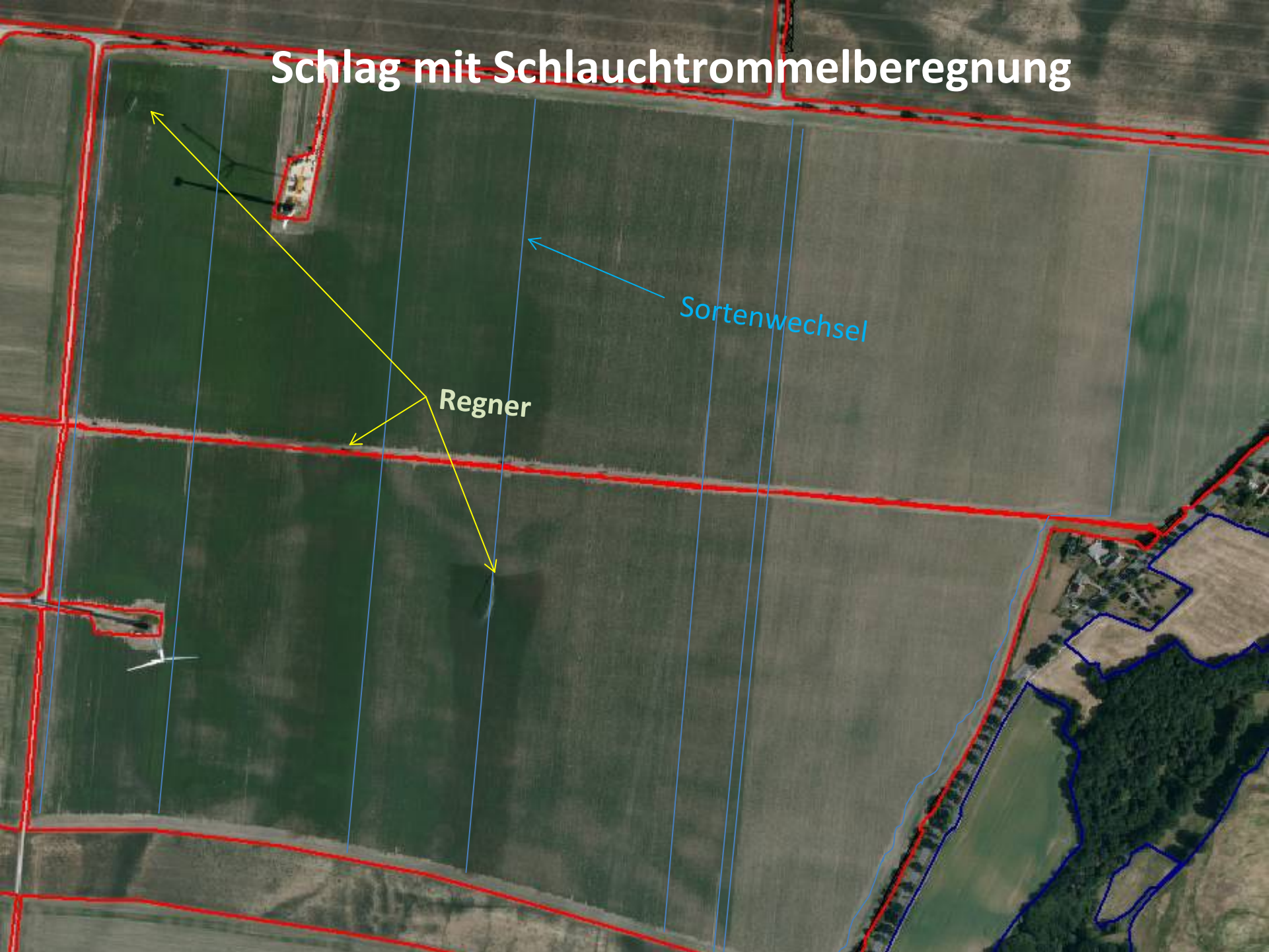
- 1 Pumpenaggregat
- 4 Sektionen
- 8,24 ha Pflanzfläche
- 95,58 km Tropfschlauch

Gleichmäßigkeit der Beregnung/Bewässerung

1. Schlauchtrommelbewässerung



Schlag mit Schlauchtrommelberegnung



Sortenwechsel

Regner

Berechnungsbild bei Düse 30

- Druck ca. 6 bar an der Trommel
- ca. 76 m³/h Entnahme
- Arbeitsbreite : 36 Reihen oder 64,80 m



Berechnungsbild bei Düse 30

- Druck ca. 6 bar an der Trommel
- ca. 76 m³/h Entnahme
- Arbeitsbreite : 36 Reihen oder 64,80 m



Berechnungsbild bei Düse 30

- Druck ca. 6 bar an der Trommel
- ca. 76 m³/h Entnahme
- Arbeitsbreite : 36 Reihen oder 64,80 m

Umrechnung Einzugs geschwindigkeit

Von Brunnen 5: Düse 30
Entnahmenge /Stunde 70 m³
Arbeitsbreite: 36 Doppelzeilen oder 64,8 m

<u>Wassergabe</u> <u>l/m²</u>	<u>Einzugs geschw.</u> <u>Meter/Stunde</u>	<u>min /Meter</u>	<u>Zeitdauer (in Stunden)</u>	
			<u>350 m</u>	<u>380m</u>
<u>15</u>	72,02	0:49:59	4:51:35	5:16:35
<u>20</u>	54,01	1:06:39	6:28:49	7:02:09
25	43,21	1:23:19	8:06:00	8:47:39
30	36,01	1:39:58	9:43:10	10:33:09
35	30,86	1:56:39	11:20:30	12:18:49

Windeinfluss und Druckschwankungen



Berechnungsbild bei Düse 26

- Druck ca. 8 bar an der Trommel
- nur möglich mit Verdichter
- Arbeitsbreite : 44 Reihen oder 79,20 m



Berechnungsbild bei Düse 26

- Druck ca. 8 bar an der Trommel
- nur möglich mit Verdichter
- Arbeitsbreite : 44 Reihen oder 79,20 m



Berechnungsbild bei Düse 26

- Druck ca. 8 bar an der Trommel
- nur möglich mit Verdichter
- Arbeitsbreite : 44 Reihen oder 79,20 m

<u>Umrechnung Einzugsgeschwindigkeit</u>					
<u>Von Brunnen 4</u>		Düse 26			
<u>Entnahmenge /Stunde</u>		100 m ³	bei 2 Trommeln		
<u>Arbeitsbreite:</u>		44 Doppelzeilen oder 79,2 m	je Regner		
-					
<u>Wassergabe</u>	<u>Einzuggeschw.</u>	<u>Zeitdauer (in Stunden)</u>			
		<u>l/m²</u>	<u>Meter/Stunde</u>	<u>min /Meter</u>	<u>350 m</u>
10	63,13		0:57:02	5:32:39	6:01:10
15	42,09		1:25:32	8:18:56	9:01:42
20	31,57		1:54:02	11:05:11	12:02:12
25	25,25		2:22:34	13:51:41	15:02:58
30	21,04		2:51:06	16:38:06	18:03:39
35	18,04		3:19:33	19:24:05	21:03:51

Gleichmäßigkeit der Beregnung/Bewässerung

2. Tropfschlauchbewässerung



Schlag mit Tropfschlauchbewässerung

Krautentwicklung schon deutlich fortgeschritten
- sichtbar an der Fahrspuren der PSM-Spritze



aber Unterschiede im Pflanzgut werden sichtbar:

Reihenschluss steht bevor

Reihen noch sehr licht



Schlag mit Tropfschlauchbewässerung

Sicht vom Boden aus



Berechnungssteuerung

1. Schritt:

Einrichtung einer Bewässerungsschlagkartei (einmalig)

Einrichtung der Bewässerungsschlagkartei

Betriebsdaten

Name: Agrargenossenschaft Zodel
 Anschrift: Dorfstraße 143a
 Anzahl der Niederschlagsmeßstellen (1 - 4): 3



Schlagdaten							Kulturart		Technik		
Schlag-Nr.	Schlagbezeichnung	bewässerte Fläche (ha)	NS-Nr. (1-4)	NFT ⁽¹⁾	Standorttyp ⁽²⁾	Bodenart 0 - 30 cm ⁽³⁾ / 30 - 150 cm ⁽⁴⁾	Fruchtart ⁽⁵⁾ / Verwendungszweck ⁽⁶⁾	Saat- Pflanztermin ⁽⁷⁾	Bewässerungs- technik ⁽⁸⁾	Turnus ⁽⁹⁾	Maximal-/ Minimal-/ Normgabe ⁽¹⁰⁾
240	Stangenstück	23,67 ha	2	1	D2a	S	Krone (RG 3), 8	14.04.09	ST		30/ 20/ 25
		4,40 ha	2	1	D2a	S	Juwel (RG 1), 7	09.04.09	ST		30/ 20/ 25
520	Scheibe	4,49 ha	1	1	D3c	IS	Krone (RG 3), 8	22.04.09	ST		30/ 20/ 25
		11,95 ha	1	1	D3c	IS	Gala (RG 2), 8	24.04.09	ST		30/ 20/ 25
		7,64 ha	1	1	D3c	IS	Satina (RG 3), 8	25.04.09	ST		30/ 20/ 25
		0,8 ha	1	1	D3c	IS	Soraja (RG 3), 8	27.04.09	ST		30/ 20/ 25
		0,6 ha	1	1	D3c	IS	Gunda (RG 2), 8	27.04.09	ST		30/ 20/ 25
		3,34 ha	1	1	D3c	IS	Krone (RG 3), 8	27.04.09	ST		30/ 20/ 25
		0,6 ha	1	1	D3c	IS	Laura (RG 3), 8	30.04.09	ST		30/ 20/ 25
120	Pfarrbusch	18,94 ha	3	1	D2a	S	Gala (RG 2), 8	20.04.2009	Tröpfchenbewässerung		30/ 20/ 25
140					D2a	S					30/ 20/ 25

Klassifizierung der Schläge nach BEREST 90

- Einmaliger Erfassungsaufwand
- Anpassung an die heutige Nomenklatur wäre wünschenswert

Berechnungsflochen

Bohr- Lager- Lage	Schlag-Nr.	Größe in m	Bha	Standorttypen						
				D1a1	D2a	D2b2	D3c1	D4b9	D4c1	
m	w.g	1	75,5	55,0						
m	w	2	107,5	150,0					150,0	
m	StR	3	41,0	41,0						41,0
n	w	6	50,5	50,5			50,5			
n	WW	7	44,0	34,0			34,0			
n	w	8	132,0	132,0			132,0			
n	K	9	41,0	41,0			41,0			
n	FK	10	59,5	55,0			55,0			
n	K	11	57,0	57,0			57,0			
n	w.g	12	61,0	61,0			61,0			
n	w.g	13	38,0	38,0			38,0			
n	WW	14	58,0	58,0		58,0				
n	WW	15	50,5	50,0		50,0				
n	StR	16	46,5	46,5			46,5			
n	StR	17	38,0	38,0		38,0				
n	w.g	18	50,0	47,5			47,5			
m	w	19	85,5	26,0						
m	W20R	20	24,0	24,0						
n	w.g	21	52,0	52,0		52,0				
n	StR	22	84,0	84,0		84,0				
n	K	23	27,5	27,5	27,5					
n	StH	24	30,5	30,5		30,5				
n	StH	25	43,0	43,0		43,0				
n	Ro	26	55,5	55,5	55,5					
n	K	27	61,0	61,0	61,0					
n	Ro	28	44,0	44,0	44,0					
n	w 10R	34	79,5	63,0						
n	Max	35	16,0	16,0					16,0	
n	Ro	37	9,5	9,5			9,5			
n	K	50	43,0	43,0			43,0			
n	Flas	51	51,0	52,0		52,0				
n	Max	52	35,0	64,5					64,5	
n	StH	53	48,0	43,0			43,0			
n	StR	54	58,5	52,0			52,0			
n	w.g	55	55,5	55,0			55,0			
n	StR	56	74,5	67,0			67,0			
sh	w.g	66	124,5	40,0						
n	w.g	84	104,5	48,0						
m				87,0						
				Jahr Sommer/Herbst nach Murre MFK - schwach						
			280,0 m ha	188	407,5	58,5	858,0	150,0	41,0	5
				1	1	1	1	2	1	

Bohrloch: 200 mm Durchmesser
 1,5 bis 2 m tiefe, ca. 22 m vom offenen Wasser entfernt
 Bodenwasserstandslyg n - niedrig h - hoch
 m - mittl. s h - sehr hoch

Berechnungssteuerung

2. Schritt:

Tägliche Erfassung der Klimadaten(Niederschlag, Temperatur)

Tägliche Erfassung der Berechnungsmengen nach Schlag, Frucht und Sorte getrennt

Zweimal wöchentlich Weitergabe der Daten an Beratungsfirma

Tropfbewässerung 2008 - Schlag 120/140							
Stand 15.11.09							
		Zusatzwasser					
Datum	natl. NS (l/m ²)	gesamt m ³ /d	Gala m ³ /d	17,8 (l/m ²)	Barcara m ³ /d	1,2 (l/m ²)	Bemerkungen m ³ Brunnen 5
13.05	0						
14.05	0	134	134	0,7075			1. Gabe
15.05	0	124	124	0,6547			
16.05	3	124	124	0,6547			
17.05	0						
18.05	0						
19.05	3	120	120	0,6309			
20.05	5	318	318	1,679			2. Gabe
21.05	0						
22.05	10	346	346	1,8268			
23.05	2	205	205	1,0824			3. Gabe Segmente 1+6
24.05	1	220	220	1,1616			Segmente 2+5
25.05	0	546	546	2,8828			Seg. 3. 3+4; Beginn 4. Gabe Segmente 1,6,2
26.05	26	394	394	2,0803			4. Gabe (Rest), Seg. 3,4,5

Beregnungssteuerung

3. Schritt:

Auswertung der Daten und Berechnung einer Beregnungsempfehlung

Beregnungsempfehlung



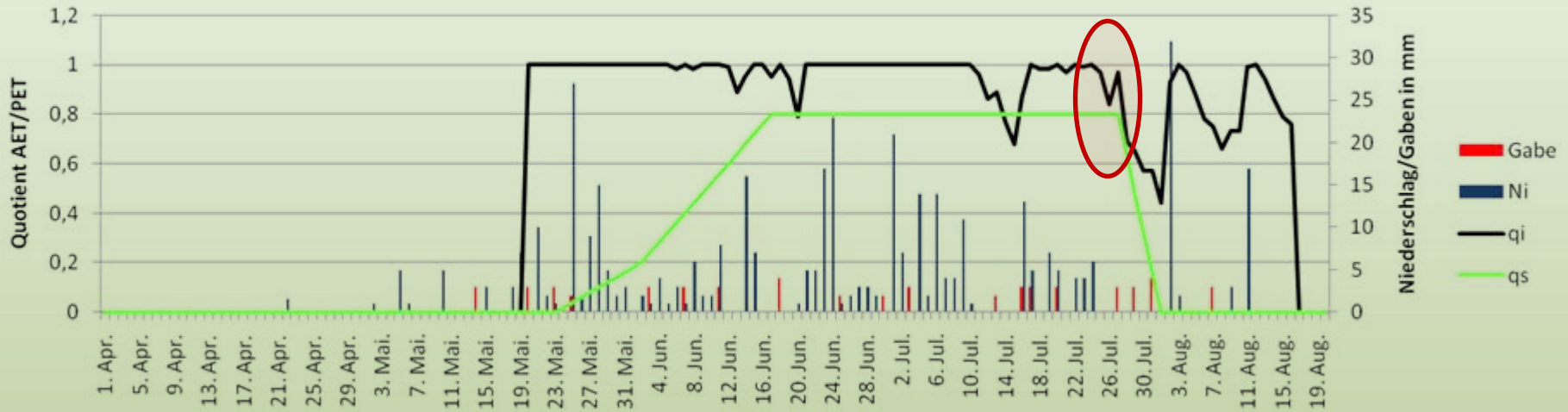
Betrieb	Agrar-Genossenschaft eG Zodel
	Dorfstr. 143 a; 02829 Neißeau
Rechendatum	26.06.09

Schlag-Nr.	Bezeichnung	Fruchtart	Entwicklungsstadium am	Bodenfeuchte (% nFK)		Empfehlung			
				aktuell	03.07.09	Gabe		Hinweise	
				0-3 / 3 - 6	0 - 3 / 3 - 6	Nr.	optimal		maximal
120	Pfarrbusch	Gala (RG 2)	Blühende 03.07	127/124	34/91	9	0	0	Bodenfeuchte hoch
240	Stangenstück	Krone (RG 3)	Blühende 03.07	128/131	30/89	1	0	0	Bodenfeuchte hoch
		Juwel (RG 1)	Blühende 24.06.	129/134	35/93	1	0	0	Bodenfeuchte hoch
520	Scheibe	Krone (RG 3)	Blühbeginn 21.06.	131/116	42/97	1	0	0	Bodenfeuchte hoch
		Gala (RG 2)	Blühbeginn 20.06.	132/120	46/100	1	0	0	Bodenfeuchte hoch
		Satina (RG 3)	Blühbeginn 23.06.	132/127	42/99	1	0	0	Bodenfeuchte hoch
		Soraja (RG 3)	Blühbeginn 23.06.	132/129	42/99	1	0	0	Bodenfeuchte hoch
		Gunda (RG 2)	Sicht 1. Knospe 17.06.	133/136	50/104	1	0	0	Bodenfeuchte optimal
		Krone (RG 3)	Sicht 1. Knospe 17.06.	134/136	48/103	1	0	0	Bodenfeuchte optimal
		Laura (RG 3)	Blühbeginn 03.07.	133/132	45/101	1	0	0	Bodenfeuchte optimal

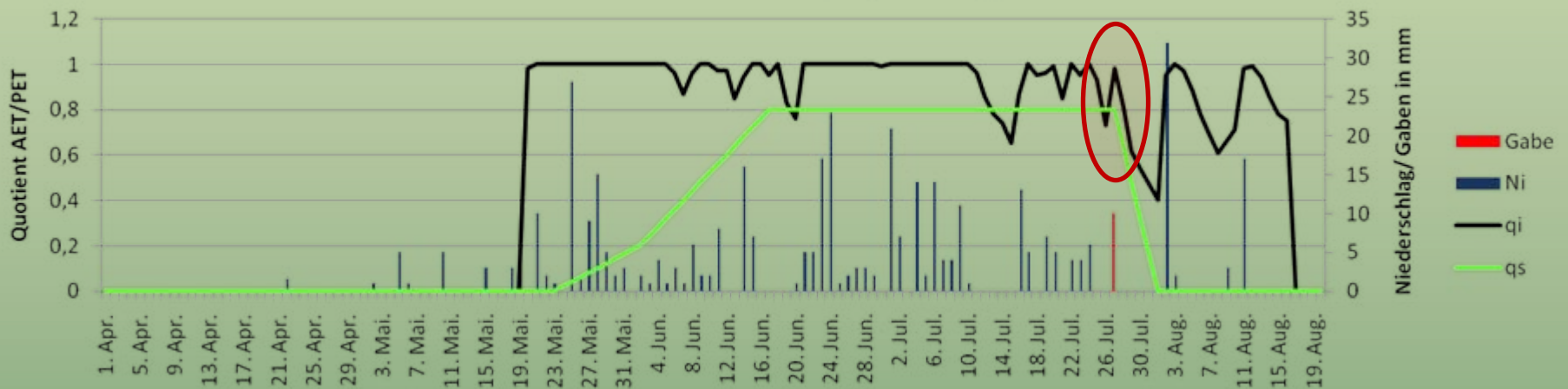
Wetterprognose	Datum	Verdunstung	Niederschlag
	27.06.09	1,9mm	0 mm
	28.06.09	1,9	0,0
	29.06.09	3,1	0,0
	30.06.09	3,2	0

Steuerkurven für Schlag 120 (Sorte Gala - Tropfschlauchbewässerung)

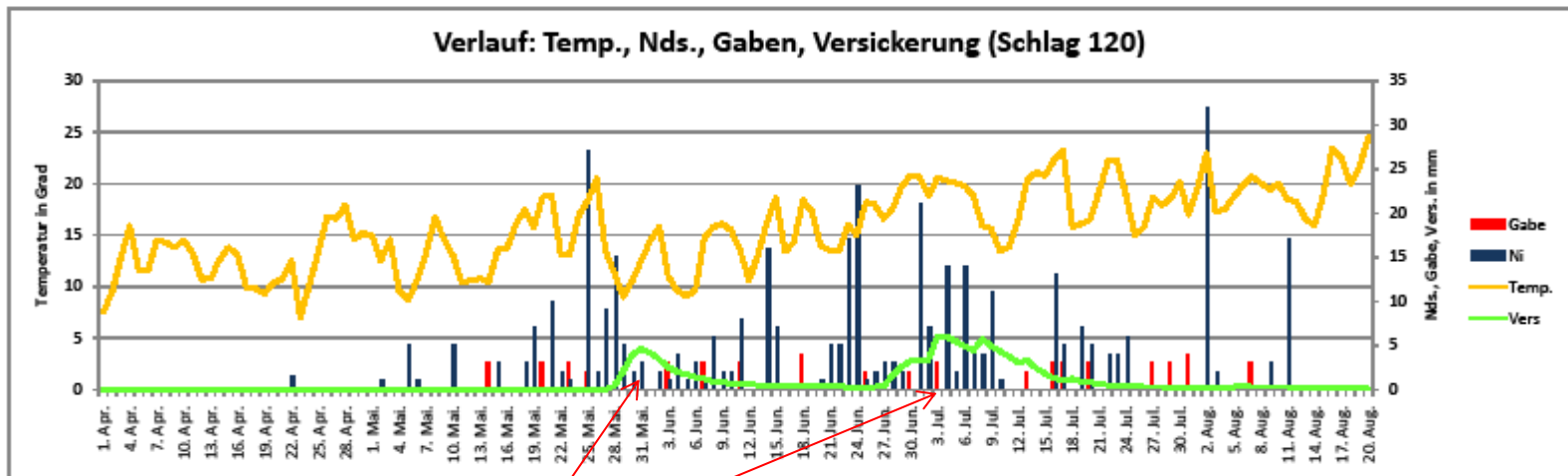
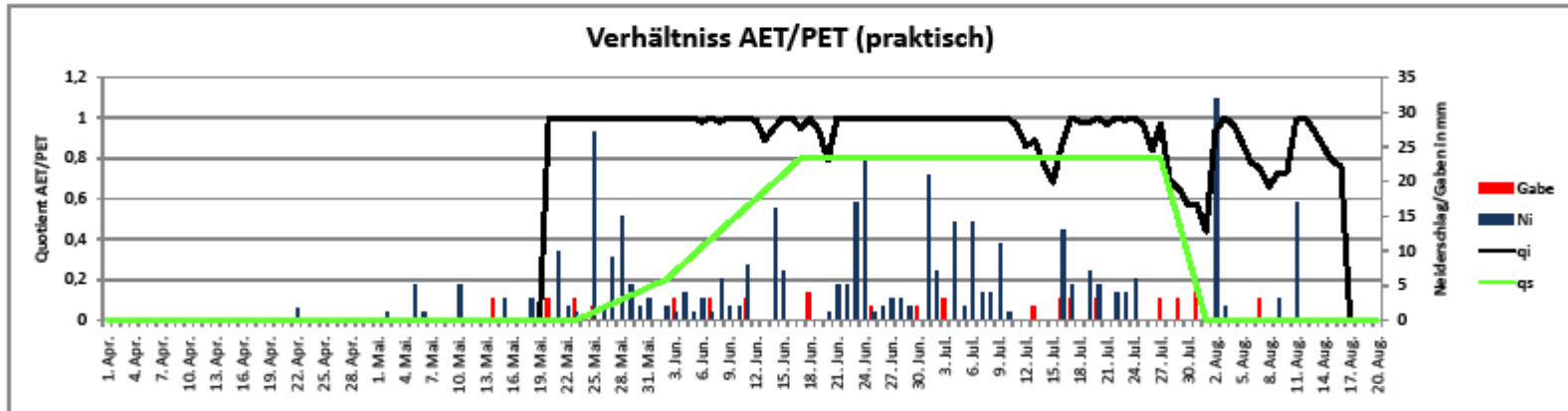
Verhältnis AET/PET (tatsächlich)



Verhältnis AET/PET (Empfehlung)



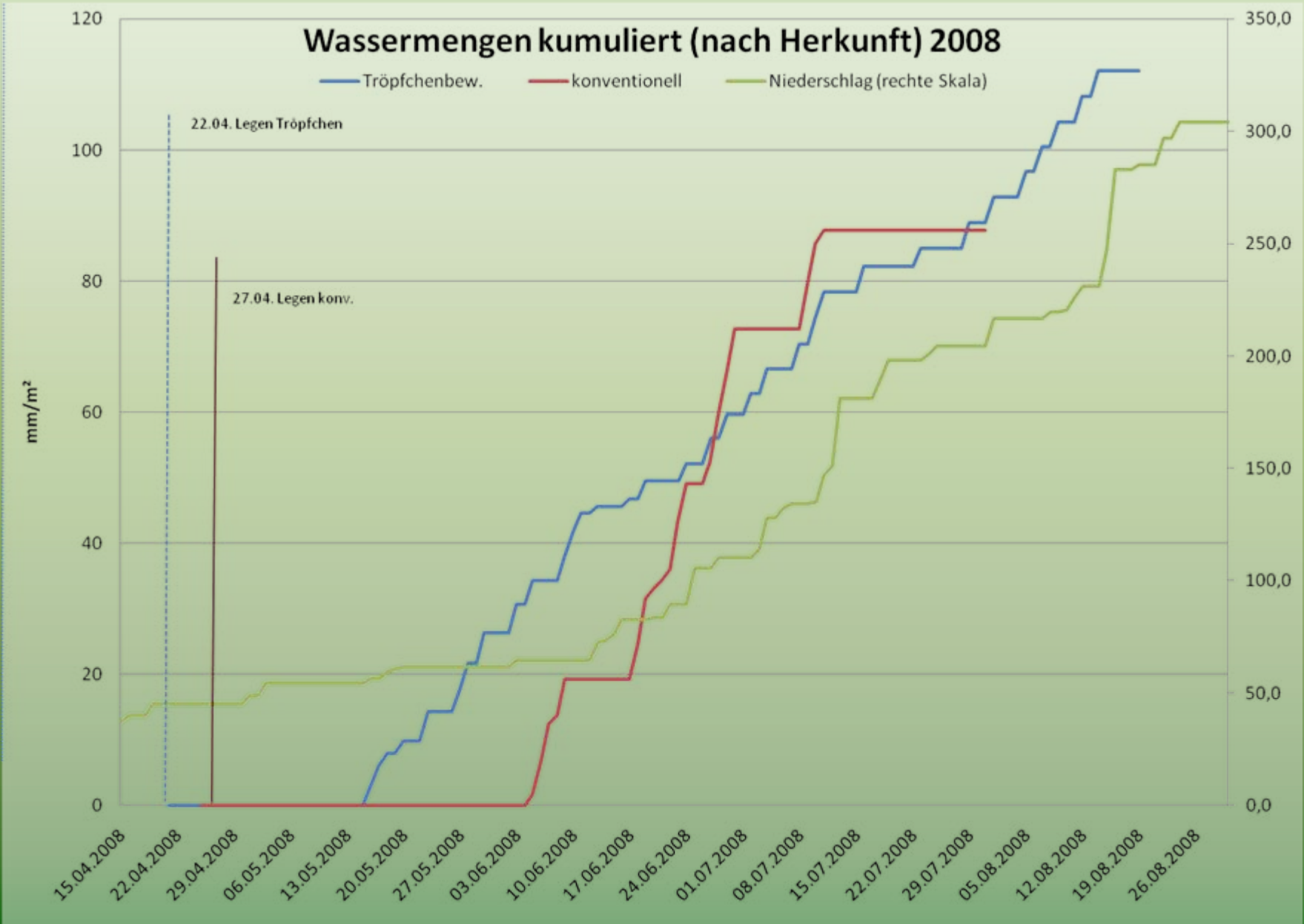
Steuerkurven für Schlag 120 (Sorte Gala - Tropfschlauchbewässerung) mit Verläufen Temperatur, Niederschlag, Versickerung



Versickerung = Nährstoffauswaschung

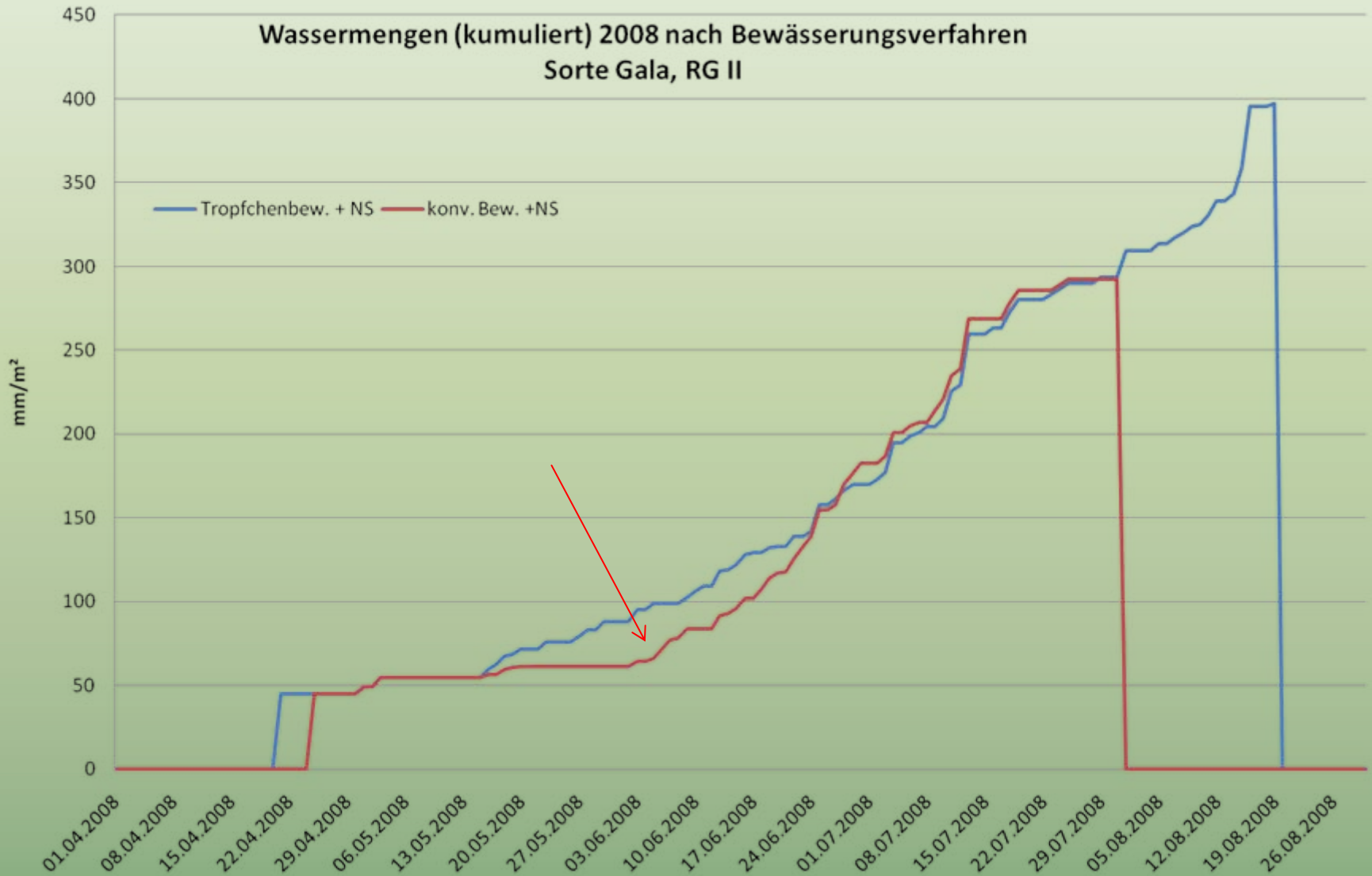
Verfahrensvergleich Tröpfchenbewässerung - Schlauchtrommelberegnung

Beregnungssteuerung über IRRIGAMA



Verfahrensvergleich

Schlauchtrommelberechnung - Tröpfchenbewässerung



Verfahrensvergleich

Schlauchtrommelberegnung - Tröpfchenbewässerung

beregnet

Ertrag: 552 dt/ha



tropfschlauchbewässert

Ertrag: 815 dt/ha



Aufnahmen vom 09.07.2008

Verfahrensvergleich

Schlauchtrommelberegnung - Tröpfchenbewässerung

beregnert

tropfschlauchbewässert

Qualitative Unterschiede

Schorfbefall
Wurmfraß

Kein Schorfbefall
Kein Wurmfraß

Aufnahmen vom 09.07.2008

Verfahrensvergleich

Schlauchtrommelberegnung - Tröpfchenbewässerung

Berechnungskosten 2008

	Tröpfchen	Konv.
<u>Diesel €/ha</u>	242,38	236,23
€	2.091,77	2.926,91
l/m ³	0,19	0,23
<u>Maschinenkosten /ha</u>	745,38	309,03
Trommeln		70,35
Brunnenkosten	58,45	45,88
Aggregate	131,38	98,23
Aufbau und Betrieb		94,58
Tropfschläuche	341,23	
Kopfstation	214,31	
<u>Personalkosten (€/ha)</u>	330,93	168,25
Zeit (Std./ha)	36,77	20,79
<u>Berechnungskosten (€/ha)</u>	1.318,69	713,51
<u>l/m²</u>	<u>111,70</u>	<u>87,68</u>
<u>€/m³</u>	1,18 €	0,81€
<u>€/dt</u>	1,69	1,42

Vergleich Entwicklungsstadien Sorte Gala – Tröpfchenbewässerung

Witterungseinfluss

Normaljahr

Regenjahr



Zukünftige Entwicklung

- Ausweitung der Berechnungsmöglichkeiten nur wenn:
 - Flächensicherung (Kauf, Pachtverlängerung)
 - Projektierung der gesamten Bewässerungsanlage
 - Auswahl der geeigneten Bewässerungsverfahren
 - Betriebswirtschaftliche Kalkulation
 - Sicherung der Leitungsrechte
 - positives Gutachten
 - möglichst langes ausreichendes Wasserrecht

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

