

ITADA

Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft



Abschlussbericht zum Projekt 2.1.5

Integrierte Produktion von Spargel im Rheintal

Projektleitung:	Dr. Reinhold Vetter, Dr. Ivika Rühling (IfUL), Müllheim	D
Projektpartner:	H. Paul Merckling (Landwirtschaftsberatung Unterelsass Schiltigheim / Spargelförderverein APA)	F
Mitbeteiligt:	Hans Pfunder (ehemals Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur Freiburg) Michael Würth (Regierungspräsidium Freiburg) Prof. P.J. Paschold (Forschungsanstalt Geisenheim)	D D D
Bericht:	Dr. Ivika Rühling; Paul Merckling	
Projektlaufzeit:	1999-2001	

Regierungspräsidium Freiburg (RPFR)
Institut für umweltgerechte Landwirtschaft Müllheim (IfUL)
Chambres d'Agriculture du Bas-Rhin et du Haut-Rhin

ITADA-Sekretariat: 2 allée de Herrlisheim, F-68000 COLMAR
Tel.: 00333 89229550 Fax: 00333 89229559 eMail: itada@wanadoo.fr www.itada.org

ITADA

**Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landbewirtschaftung**

**Das Aktionsprogramm II^{bis} des ITADA untersteht der Trägerschaft des
Conseil Régional d'Alsace und wird kofinanziert durch:**

Europäischer Regionalentwicklungsfonds (INTERREG Programm II Oberrhein Mitte-Süd)

Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg

Conseil Régional d'Alsace

Agence de l'Eau Rhin-Meuse

Landwirtschaftliche Berufsverbände des Elsass

Schweizer Eidgenossenschaft

Kantone Aargau, Basel-Landschaft und Basel-Stadt

Projekt 2.1.5

Integrierte Produktion von Spargeln im Rheintal

wurde durchgeführt von:

Projektleitung: Dr. Ivika Rühling und Dr. Reinhold Vetter (IfuL)

Projektpartner: Paul Merckling (CA 67 / APA)

Assoziiert: Hans Pfunder (ehemals ALLB Freiburg)
Michael Würth (Regierungspräsidium Freiburg)
Professor Paschold (Fachhochschule Geisenheim)

Abkürzungen

ALLB	Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur
BW	Baden-Württemberg
BID	Berechnungs-Informationsdienst
CH	Schweiz
D	Deutschland
DWD	Deutscher Wetterdienst
F	Frankreich
FAL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-Zürich-Reckenholz
GLA	Geologisches Landesamt (Baden-Württemberg)
K	Kalium
k.A.	keine Angabe
LAP	Landesanstalt für Pflanzenbau Bad.-Württ. (D-Rheinstetten-Forchheim)
LEL	Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Baden-Württemberg
MEKA	Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich
MLR	Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg
N	Stickstoff
nFK	nutzbare Feldkapazität
FK	Feldkapazität
N _{min}	mineralischer Stickstoff = Nitrat und Ammonium (NH ₄ wurde nicht analysiert)
P	Phosphor
pF	Wasserspannung
PWP	Permanenter Welkepunkt
SchALVO	Schutzgebiets- und AusgleichsLeistungsVerordnung des Landes Ba- den-Württemberg
TDR	Time Domain Reflectometry
TM (TS)	Trockenmasse (Trockensubstanz)
WSG	Wasserschutzgebiet

INHALT

TEIL A: BEWÄSSERUNGSSYSTEME (Rühling)

1	Einleitung und Problemstellung	6
2	Zielsetzung	7
3	Standort und Bewirtschaftung	8
4	Methoden	12
4.1	Versuchsanlage	12
4.2	Bodenprobenahme und Analytik	13
4.3	Bewässerungssysteme und Bodenfeuchtemessung	13
4.4	Bestimmung der Wasserversorgung und des Bewässerungsbedarfs	14
4.4.1	Nutzung des Berechnungsinformationsdienstes (BID)	14
4.4.2	TDR-Messung	16
4.5	Parzellenernte	16
4.6	Modellierung des Nitrataustrags	17
4.7	Bestandesbonitur	20
4.8	Auswertung	20
5	Ergebnisse und Bewertung	21
5.1	Erträge	21
5.2	Qualität	26
5.3	Klima und Wasserversorgung des Bodens	30
5.4	Phytophanitärer Zustand und Wachstum der Anlage	33
5.5	N-Versorgung des Standorts	34
6	Zusammenfassung und Fazit	36
7	Literatur	37
8	Anhang	40
8.1	Projekttermine und Präsentationen	40
8.2	Daten	41
8.3	Produktionsrichtlinien der Bundesfachgruppe Gemüsebau zum Integrierten Anbau von Spargel	42

TEIL B: SORTEN- UND BESTANDESDICHTEVERSUCH (Merckling)

Jahr 2000	44
Jahr 2001	49
Gesamtbetrachtung Jahre 1998 - 2001	53

1 Einleitung und Problemstellung

Der Spargelanbau in Südbaden hat seit den 60er Jahren von etwa 70 ha auf rund 400 ha Mitte der 90er Jahre zugenommen (Pfunder et al. 1996/2). Wie kam es zu dieser Entwicklung?

Die Gründe dafür sind u.a. in der Verbesserung des Anbauverfahrens zu suchen. In der Rheinebene Südbadens sind fluviatil entstandene Auenlehme sehr verbreitet. Anders als auf Sandböden stellte das die Anbauer vor Probleme in der Frühjahrsbestellung und vor allem in der folgenden Stechperiode: Diese Böden sind bei feuchten bis nassen Witterungsbedingungen anfälliger gegenüber Verdichtung und Strukturzerstörung, was das Aufdämmen erschwert, und insbesondere in der folgenden Ernteperiode bei Austrocknung den Boden ‚verhärten‘ lässt. Bei Sandböden gewährleistet eine überwiegend texturbedingte Struktur die ausreichende Durchlässigkeit der Dämme auch bei hohen Wassergehalten. Bei bindigen Böden ist die Verschlammungsneigung besonders bei intensiven Niederschlägen groß, so dass der Anbau erschwert wird. Abhilfe schafften schwarze Mulchfolien, die seit 1975 in Südbaden eingesetzt werden (Pfunder et al. 1996/2). Diese haben sich in anbautechnischer - und marktbezogener Hinsicht durchgesetzt und zur Verbreitung des Spargelanbaus in Südbaden beigetragen.

In den letzten 10 Jahren entspricht das dem bundesweiten Trend.

Die integrierte Produktion von Spargel umfasst nach den Produktrichtlinien der Bundesfachgruppe Gemüsebau z.B. die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) und weitere Maßgaben zu Fruchtfolge, Wahl der Anbaufläche, Pflanzenschutz und zur Behandlung der Ernteprodukte (vgl. Anhang Kap. 8.3).

Die Spargelproduktion wird am südlichen Oberrhein unter den derzeitigen und in naher Zukunft zu erwartenden marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Vergleich zu anderen Kulturen an Bedeutung zunehmen. In den letzten zwei Jahren wurden die Anbauflächen auf deutscher, wie auch auf französischer Seite deutlich auf nunmehr 650 bzw. 400 ha ausgeweitet. Nach wie vor werden in Hinblick auf Umweltverträglichkeit, Schutz des Grundwassers und Ressourcenschonung hohe Anforderungen an die Produktion landwirtschaftlicher Kulturen gestellt, welche in der Praxis noch nicht allgemein erfüllt werden.

Spargel als Dauerkultur mit einer Nutzungsdauer von zum Teil mehr als acht Jahren erfordert bei der Untersuchung neuer Produktionsverfahren Beobachtungszeiträume über mehrere Jahre hinweg. So wird der maximale Ertrag einer Spargelanlage erst nach vier bis fünf Jahren erreicht, und die in den ersten drei Entwicklungsjahren einer Anlage durchgeführten Maßnahmen, insbesondere die Bewässerung, können sich auch in den späteren Jahren auf das Ertrags- und Qualitätsniveau sowie die Gesamtnutzungsdauer einer Spargelanlage auswirken. Dieses Projekt sollte dazu unter den am südlichen Oberrhein gegebenen Anbaubedingungen auf schweren Böden Erkenntnisse bringen.

Im Bewässerungsversuch wurden in der ersten Projektphase von 1997 bis 1999 neuere Erkenntnisse zu Bewässerungsanlagen im Spargelbau auf schwereren Böden erarbeitet (Piepenbrock 1999 und 2001). Aufgrund der Ergebnisse der zwei (nicht trockenen) Versuchsjahre ist die Notwendigkeit einer Bewässerung bisher nicht nachweisbar.

2 Zielsetzung

Zur Bewässerung von Spargel auf schweren Böden gibt es unter vergleichbaren klimatischen Bedingungen nahezu keine Untersuchungsergebnisse bzw. Versuchsanlagen, da Spargel in Deutschland überwiegend auf sandigeren Böden angebaut wird.

Ziel der Weiterführung des Projekts zu Bewässerung und Anbauverfahren einzelner Sorten von Spargel ist die Absicherung der bisher aus den Untersuchungen von 1997 bis 1999 gewonnenen Ergebnisse. Die Untersuchungen sollen die Grundlage einer Produktionsempfehlung für eine umweltgerechte Spargelproduktion unter den besonderen Gegebenheiten der Oberrheinebene bilden.

Die bisher eingesetzten Methoden sollen unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse weiter verwendet werden. Der Einsatz der Bewässerungseinrichtungen sollte dem Anbauer übertragen und von ihm bewertet werden. Im Sortenversuch sollen die bisherigen Untersuchungen durch inhaltliche Analysen des Erntegutes und sensorische Prüfungen ergänzt werden. In Absprache mit den Beratungsorganisationen sollen Spargelbauern aus dem Oberrheingebiet die Ergebnisse des Projekts vermittelt werden. Sie sollen zur grenzüberschreitenden Verbreitung umweltgerechter und wirtschaftlicher Produktionsstrukturen bei Spargel beitragen.

Zum Inhalt dieses Berichts:

1. Aus dem ITADA-Projekt "Integrierte Produktion von Spargeln im Rheintal", (Bewässerungsverfahren) liegen die Versuchsergebnisse der Jahre 1997 bis 2001 vor. Dieser Bericht enthält die Ergebnisse dieser Untersuchungsjahre bis zur Beendigung der Versuchsernte. Wenn es zum besseren Verständnis sinnvoll war, wurden nicht nur die Ergebnisse der Projektjahre 2000 und 2001, sondern aller Jahre seit 1997 zusammen dargestellt.
1999 und 2000 bestand kein Bewässerungsbedarf für die Spargelanlage in Feldkirch. Daher konnte die technische Zuverlässigkeit der Bewässerungsanlagen und ein ökonomischer Zusatznutzen nicht geprüft werden.
Die allgemeinen Methoden zur Anlage und Durchführung des Bewässerungsversuchs in Feldkirch sind im Bericht "Integrierte Produktion von Spargeln im Rheintal", Abschlußbericht zum ITADA-Projekt A 3.4.2 (Piepenbrock 1999) ausführlich beschrieben. Soweit es methodische oder anbaubedingte Änderungen gegeben hat, sind diese aus den von Piepenbrock erhobenen Daten entnommen.
2. Des weiteren wurde auf der französischen Seite ein Sortenversuch auf einem Betrieb in Rumersheim durchgeführt. Die Ergebnisse von 1997 bis 1999 lagen vor und gingen ebenfalls in den Projektbericht ein (Piepenbrock 1999). Sie umfassen in der Hauptsache Erntemengen und Qualität (nach Handelsklassen) sowie Bonituren der Anlagen und Bodenuntersuchungen.

3 Standort und Bewirtschaftung

Die Versuche wurden auf einer Spargelanbaufläche eines Gemüsebaubetriebes in Hartheim-Feldkirch (Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald) durchgeführt. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,7 °C und die langjährigen Jahresniederschläge 644 mm (Piepenbrock 2002).

Der Standort befindet sich 210-220 m über NN auf den Niederterrassen des Oberrheins, ca. 50 m westlich des Seltenbaches, nördlich von Feldkirch in einem Wasserschutzgebiet. Hier sind Böden aus holozänen Auensedimenten der Flüsse der Vorbergzone des Schwarzwaldes verbreitet, die heute vorwiegend ohne Grundwassereinfluss und Auendynamik sind (Waldmann und Glomb 1989/1989). Laut Begutachtung durch das Geologische Landesamt in Freiburg im Mai 1996 handelt es sich um einen 8 bis 13 dm mächtiger Auenboden aus schluffigem Lehm, z.T. unterlagert von tonigem Lehm. Der Grundwasserstand liegt tiefer als 15 dm unter Flur. Im Profil waren daher hydromorphe Merkmale als Haftnässe-Pseudovergleyung anzutreffen (Piepenbrock 1999 und 2001). Gemäß der Stechzylinderbe-
probung im Oktober 1997, zur Bestimmung der Lagerungsdichte und pF-Analyse, hat der Boden folgende bodenphysikalische Eigenschaften (Tab. 1 und 2 aus Piepenbrock 2001):

Tab. 1: Porenanteile, Feldkapazität und nutzbare Feldkapazität (Piepenbrock 2001).

Entnahmetiefe [cm]	Porenanteil [Vol. %]					Feldkapazität [Vol. %]	nutzbare Feldkapazität [Vol. %]
	Gesamtporen	weite Grobporen	enge Grobporen	Mittelporen	Feinporen		
20	39,0	8,0	2,9	13,2	14,9	31,0	16,1
50	38,6	9,1	2,6	13,0	13,9	29,5	15,6
80	37,6	8,6	2,4	10,2	16,4	29,0	12,6
110	35,2	4,4	2,2	12,1	16,5	30,8	14,3

Tab. 2: Beziehung zwischen Wassergehalt und Saugspannung am Versuchsstandort.

Entnahmetiefe [cm]	Trocken-Raum-dichte [g/cm ³]	Wassergehalt [Vol. %] bei					
		pF 0 0 hPa	pF 0,3 2 hPa	pF 1,8 60 hPa	pF 2,5 300 hPa	pF 2,85 700 hPa	pF 4,2 16 000 hPa
20	1,62	39,0	32,8	31,0	28,1	26,7	14,9
50	1,63	38,6	32,1	29,5	26,9	26,0	13,9
80	1,66	37,6	31,6	29,0	26,6	25,4	16,4
110	1,72	35,2	32,2	30,8	28,6	27,3	16,5
Mittel	1,66	37,6	32,2	30,1	27,6	26,4	15,4

In der Entnahmetiefe 110 cm zeigt sich eine deutliche Abnahme der weiten Grobporen auf 4,4 % gegenüber den darüber liegenden Beprobungstiefen. Gleichzeitig ist die Lagerungsdichte mit 1,72 g/cm³ höher als in den darüber anstehenden Schichten. Damit ist die Luftka-

azität und Luftführung des Bodens in dieser Tiefe geringer als in den darüber anstehenden Schichten. Neben der hier nicht bestimmten Kontinuität der Poren werden die Infiltrationsfähigkeit des Bodens, die Durchwurzelungsfähigkeit sowie das Denitrifikationspotential in dieser Zone aufgrund dieser Eigenschaften verringert sein.



Abb. 1: Standorte Feldkirch und Rumersheim.

Für die Untersuchungen wurde der Standort Feldkirch als charakteristisch für die Anbaubedingungen in der Oberrheinebene bei gleichzeitiger technischer Möglichkeit zur Anlage von Unterflurbewässerungssystemen ausgewählt. Das entscheidende klimatische Kriterium ist die bisher regelmäßige Sommertrockenheit in der Oberrheinebene. Diese fällt in die Phase des vegetativen Wachstums von Spargel.

Die Bewirtschaftungsmaßnahmen nach Angaben des Landwirts (Tab. 3) haben im Jahr 2001 nach dem Aufdämmen eine witterungsbedingte Verzögerung erfahren. Durch die im März um 2/3 und im Juni um 1/3 über dem 4-jährigen Mittel liegenden Niederschläge mussten nach dem Aufdämmen die Dämme zunächst abtrocknen, bevor sie mit Folie abgedeckt werden konnten. Das Abdämmen im Juni verzögerte sich ebenfalls, da der Boden wenigstens oberflächlich mit Wasser gesättigt und somit nicht bearbeitbar war.

Die Bewirtschaftungsmaßnahmen haben sich an die Auflagen der SchALVO zu halten.

Tab. 3: Bewirtschaftungsmaßnahmen 2000 bis 2001.

Maßnahme	Datum
Aufdämmen ca. 1 Woche vor Erntebeginn	April 2000
Erntebeginn	12.04.00
Abdämmen (Ernteende)	14.06.00
Excello Bor 2 dt/ha	Juni 2000
Grubbern	08.07.00
Handhacke	10.07.00
Spritzung gegen Spargelrost (Bardos)	15.07.00
Grubbern	20.07.00
Spritzung gegen Spargelrost (Bardos)	30.07.00
Ölrettich Aussaat	10.08.00
Spritzung gegen Spargelrost (Bardos)	14.08.00
Grunddüngung	01.12.00
Kraut abschlegeln	18.12.00
Pflügen	30.01.01
Fräsen	10.02.01
Aufdämmen	04.04.01
Erntebeginn	21.04.01
Ernteende (Folien abgezogen)	19.06.01
Tiefengrubbern	19.06.01
Abdämmen	21.06.01

Die Probenahme zur Grundnährstoffversorgung erfolgte jeweils nach dem Abdämmen durch einen Lohnunternehmer nach LUFA-Methoden. Die Methoden der Bodenprobenahme sind im Kapitel 4.1 ‚Versuchsanlage‘ und die der Nährstoffanalytik im Kapitel 4.2 ‚Bodenprobenahme und Analytik‘ erläutert.

Der Standort ist seit den letzten zwei Jahren gut mit Nährstoffen versorgt (Tab. 4). Die Grunddüngung erfolgte jeweils nach den Ergebnissen der Nährstoffanalytik entsprechend den Düngeempfehlungen der LUFA.

Tab. 4: Grundnährstoffversorgung und Düngung sowie Empfehlungen für die Nährstoffversorgung und Düngung bis 2001.

Termin	03.04.97 15.02.98		Juni 1998 25.01.99		Empfehlung ¹⁾ 1999		Juni 1999 03.02.00		Juni 2000 Jan./Feb. 2001	
	Gehalt [mg/100g]	Düngung [kg/ha]	Gehalt [mg/100g]	Düngung [kg/ha]	Gehalt [mg/100g]	Düngung [kg/ha]	Gehalt [mg/100g]	Düngung [kg/ha]	Gehalt [mg/100g]	Düngung [kg/ha]
P ₂ O ₅	19	50	18	50	22	70	17	50	17	50
Stufe	C		C				C		C	
K ₂ O	13	250	21	250	30	300	27	180	28	180
Stufe	B		C				C		C	
MgO	7	80	10	80	15	65	11	80	12	50
Stufe	B		C				C		C	
CaO		1000		1000				1000		-
pH	6,5		6,6				6,7		6,9	

¹⁾ ALLB Freiburg

Die Ermittlung der Stickstoffversorgung und die Stickstoffdüngung wurden jeweils überbetrieblich durch Lohnunternehmer durchgeführt.

Spargel stellt über die Nutzungsdauer unterschiedliche Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Im Pflanzjahr ist der Stickstoffbedarf mit 3 g N/Pflanze sehr gering. Dieser Wert ent-

spricht bei 13.500 Pflanzen/ha einem Bedarf von ca. 40 kg N/ha. Im zweiten Standjahr wird wesentlich mehr Stickstoff durch die Pflanzenwurzeln aufgenommen, da die Wurzeln in diesem Jahr den größten Zuwachs haben. Der Bedarf pro Pflanze liegt in diesem Jahr bei 14 g/N bzw. etwa 190 kg N/ha. Ab dem dritten Standjahr verfügt eine Spargelkultur zu Beginn der Ernte über eine Reserve von 300 kg N/ha in den Wurzeln, so dass weiterer Stickstoff nur zum Ausgleich der Feldabfuhr durch die Ernte, für die Vergrößerung des Wurzelspeichers sowie für den im Herbst im trockenen Spargelkraut verbleibenden Stickstoff benötigt wird. Der Bedarf pro Pflanze liegt ab diesem Standjahr bei 7,5 g N/ha bzw. etwa 100 kg N/ha (Ziegler 1999 in Piepenbrock 2001).

Die Stickstoffdüngung erfolgte jeweils nach dem Stechende. Dabei wurde von folgenden Sollwerten ausgegangen: Pflanzjahr: 40 kg N/ha, 2. Standjahr: 180 kg N/ha, ab 3. Standjahr: 100 kg N/ha (Piepenbrock 2001). Die zu verabreichende Düngermenge errechnete sich aus der Differenz der zum Stechende gemessenen Menge an Stickstoff im Boden von 0 bis 90 cm Tiefe und dem dem Standjahr entsprechenden Sollwert. Berücksichtigt wurde eine entsprechende Mineralisation für den Zeitraum zwischen Stechende und Ende September. Da die Versuchsfläche in einem Wasserschutzgebiet liegt, wurden nochmals 20 % von der erforderlichen Düngung abgezogen (Tab. 5).

Tab. 5: Stickstoffversorgung des Bodens von 1997 bis 2001.

Probenahme	Tiefe	N _{min} -Gehalt [kg N/ha]	N-Düngung Istwert [kg N/ha]	N-Düngung nach Sollwert [kg N/ha]
28.05.97	0-30 cm	58		
	30-60 cm	33		
	60-90 cm	21		
	Summe	112	20	-2
02.06.98	0-30 cm	45		
	30-60 cm	16		
	60-90 cm	13		
	Summe	74	50	36
12.06.99	0-30 cm	30		
	30-60 cm	15		
	60-90 cm	17		
	Summe	62	60	48
14.06.00	0-30 cm	38		
	30-60 cm	14		
	60-90 cm	7		
	Summe	59	60	51

Als weitere Pflichtmaßnahme wurden jeweils in der zweiten Augushälfte die Fahrgassen mit Ölrettich begrünt. Die Aufgabe des Ölrettichs ist, noch vorhandenen Stickstoff im Boden zu binden und dadurch die Auswaschungsfahr von Nitrat zu mindern. Der Ölrettich wurde dann im Winter zusammen mit dem abgestorbenen Spargelkraut abgemulcht. Weitere Vorteile der Fahrgassenbegrünung mit Ölrettich sind ein positiver Einfluss auf die Bodenstruktur und die Zufuhr organischer Masse in die Kultur (Piepenbrock 2001).

4 Methoden

4.1 Versuchsanlage

Der Versuch ist eine am 01.04.1996 angelegte Spargelanlage der rein männlichen Sorte Gijnlim mit 2,05 m zwischen den Reihen und 0,37 m in der Reihe. Sie ist 2,4 ha groß, mit 2 Unterflur- (T-Tape 515, NETAFIM RAM 20) und einer Überkopfbewässerungsvariante (Kreisregner) und einer Kontrolle mit je zwei Blöcken. Die Blöcke wurden aufgrund des zentral liegenden Wasseranschlusses in den beiden Unterflurvarianten jeweils zusammen angelegt (Abb. 2 und 3).

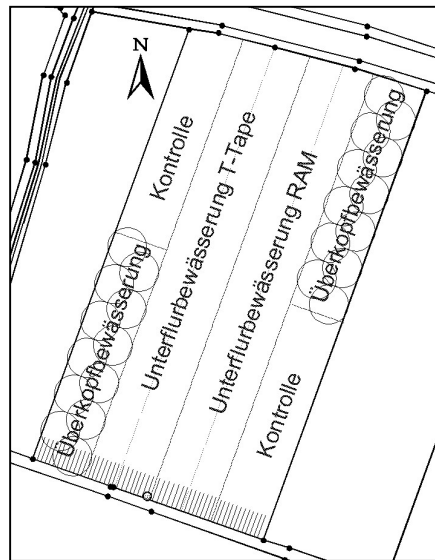


Abb. 2: Spargelanlage mit drei Bewässerungssystemen in Feldkirch.

Reihe 1	←25m→	←24,39m→	←15m→	←24,39m→	←16m→	←16m→	←24,39m→	←15m→	←24,39m→	←25m→	
2											53
3				Überkopf					Kontrolle		52
4		a	1	b			a		b	c	50
5											49
6											48
7		a		b			a		b	c	47
8											46
9											45
10		a		b	2		a		b	6	44
11											43
12											42
13					T-Tape						41
14				a							40
15											39
16											38
17											37
18											36
19											35
20				a							34
21											33
22											32
23											31
24											30
25				a							29
26											28
27	Schacht										27
28											26
29											25
30				a							24
31											23
32											22
33											21
34											20
35				a							19
36											18
37											17
38											16
39											15
40				a							14
41											13
42											12
43											11
44											10
45		a		b			a		b	c	9
46											8
47											7
48		a		b			a		b	c	6
49											5
50											4
51		a		b			a		b	c	3
52											2
53											1

Abb. 3: Spargelanlage mit Probenahmepunkten und Ernteparzellen in Feldkirch.

In jeder Variante sind 4 Ernteparzellen angelegt worden, d.h. je Block zwei Parzellen von je 100 m² Größe. Die Buchstaben kennzeichnen die Punkte, an denen die Bodenprobenahme stattgefunden hat. Dieses Schema wurde von der Beprobungsphase bis 1999 übernommen. Das hat den Nachteil, dass die Anzahl der Probenahmepunkte je Block unterschiedlich ausfiel, also eine unterschiedliche Beprobungsdichte je Variante daraus resultierte. Dieser Nachteil wurde in Kauf genommen, um über die Jahre an denselben Orten Messergebnisse zu erhalten. Ab 2000 wurde folgende Differenzierung innerhalb dieses vorgegebenen Probenahmeplans vorgenommen, um ggf. eine raumbezogene Auswertung bzw. selektive Modellierung vornehmen zu können: Der gleiche Buchstabe je Block bzw. Variante steht für eine Mischprobe aus je drei Einstichen mit mehreren Reihen Abstand, so dass man insgesamt 18 Mischproben über die gesamte Fläche erhält.

4.2 Bodenprobenahme und Analytik

Die Beprobung für die Grunduntersuchung der Nährstoffe P, K, Mg und die pH-Werte zur Ermittlung von Dünge- und Kalkbedarf, wurde zu Beginn der Vegetationsphase jeweils nach dem Abdämmen durchgeführt. An den genannten Beprobungspunkten fand sie einmalig 2000 statt. Die Analytik findet nach folgenden LUFA-Methoden in Augustenberg statt (Tab. 6):

Tab. 6: Zusammenstellung der Bodenuntersuchungsverfahren (Wagner und Degen 1998).

Bodenmerkmal	Untersuchungsverfahren
Bodenart	routinemäßig bestimmt durch Fingerprobe
pH-Wert	Messung in Calciumchlorid-Lösung
Phosphor-, Kaliumgehalt	Extraktion mit Calcium-Acetat-Lactat Lösung (CAL-Methode)
Magnesium-, Natriumgehalt	Extraktion mit Calciumchlorid-Lösung
Gesamt-Stickstoff-Gehalt	trockene Verbrennung mit photometrischer Bestimmung
Humus	Trockene Verbrennung mit photometrischer Bestimmung

Die N_{\min} -Gehalte wurden in 3 Tiefen bis 90 cm im 14-tägigen Rhythmus beprobt. Damit sollten die Einflüsse unterschiedlicher Bewässerungsverfahren auf den Nitratgehalt im Boden ermittelt werden. Analysiert wurde nur der Nitrat-, nicht jedoch der Ammoniumgehalt.

4.3 Bewässerungssysteme und Bodenfeuchtemessung

Spargelbewässerung ist aus folgenden Gründen sinnvoll:

- Sommertrockenheit ausgleichen
- Ertragsoptimierung
- Qualitätsverbesserung
- Stangengewicht erhöhen
- Jugendentwicklung fördern.

Bewässerungsversuche haben einen gesicherten Mehrertrag von 22 % bei Beginn der Bewässerung unter 50 % der nFK ergeben (Hartmann 1996).

Da die Bewässerungsanlage mangels Bedarfs für die Bestandesbewässerung in den Jahren 2000 und 2001 nicht in Betrieb genommen wurde, werden die im vorangegangenen Bericht ausführlich erläuterten anlage- und gebrauchstechnische Angaben im Folgenden kurz wiedergegeben:

- Bewässerung nach der Ernte in der Vegetationsphase Juli und August.
- Überkopfbewässerung mit Vollkreisregnern im Dreiecksverband.
- Unterflurbewässerung mit festen (RAM) bzw. flexiblen Schläuchen (T-Tape 515). Unterflurverlegung etwa 10 cm unterhalb und 30 cm seitlich der Pflanzenkrone im Boden, Tropferabstand 30 cm.
- Beregnungssteuerung Überkopf:
Steuerung nach Empfehlungen des Beregnungsinformationsdienstes (BID).
- Bewässerungssteuerung Unterflur:
Steuerung nach Empfehlungen des Beregnungsinformationsdienstes (BID) und
- Bewässerungsintervalle mit definierten Wassermengen. Messung der aktuellen Bodenfeuchte mit Sonden in 20, 50 und 80 cm Tiefe und Unterbrechung der Wasserzufuhr bei ausreichender Bodenfeuchte.

4.4 Bestimmung der Wasserversorgung und des Bewässerungsbedarfs

4.4.1 Nutzung des Beregnungsinformationsdienstes (BID)

Zur Ermittlung des Beregnungsbedarfs stand den Landwirten der Beregnungsinformationsdienst (BID) zur Verfügung. Die Nutzer (Landwirte) haben die Möglichkeit, in der Bewässerungsphase in den Monaten Juni bis August per Fax zweimal wöchentlich die Prognosedaten des DWD per FAX für den angefragten Standort und die Kulturart abzurufen. Im BID-FAX ist die aktuelle Bodenfeuchte in % der nFK angegeben und es wird eine Beregnungsmenge mit Ausbringungszeitpunkt empfohlen.

Hier wurde ebenfalls die BID-Information genutzt, um die Bewässerungsbedürftigkeit zu ermitteln: Während des Feldversuchs wurde bei Feldkirch eine Wetterstation unterhalten, die Niederschläge, Temperatur und weitere Wetterdaten in 5 Minuten-Intervallen aufgezeichnet hat. Aus dem Speicher der Wetterstation wurden die Stunden, Tages- und Monatswerte für Niederschlagssummen und Lufttemperaturen abgerufen bzw. vor Ort ausgelesen.

Dem BID wurden einmalig als Eingabeparameter für die Modellrechnung mitgeteilt die

- Bodenart,
- Feldkapazität,
- Lagerungsdichte des Bodens.

Dem BID wurden aktuell an jedem Tag der Beregnungsempfehlung die Tageswerte für

- Niederschlagsmenge,
- durchschnittliche Lufttemperatur,
- ausgebrachte Beregnungsmenge

mitgeteilt.

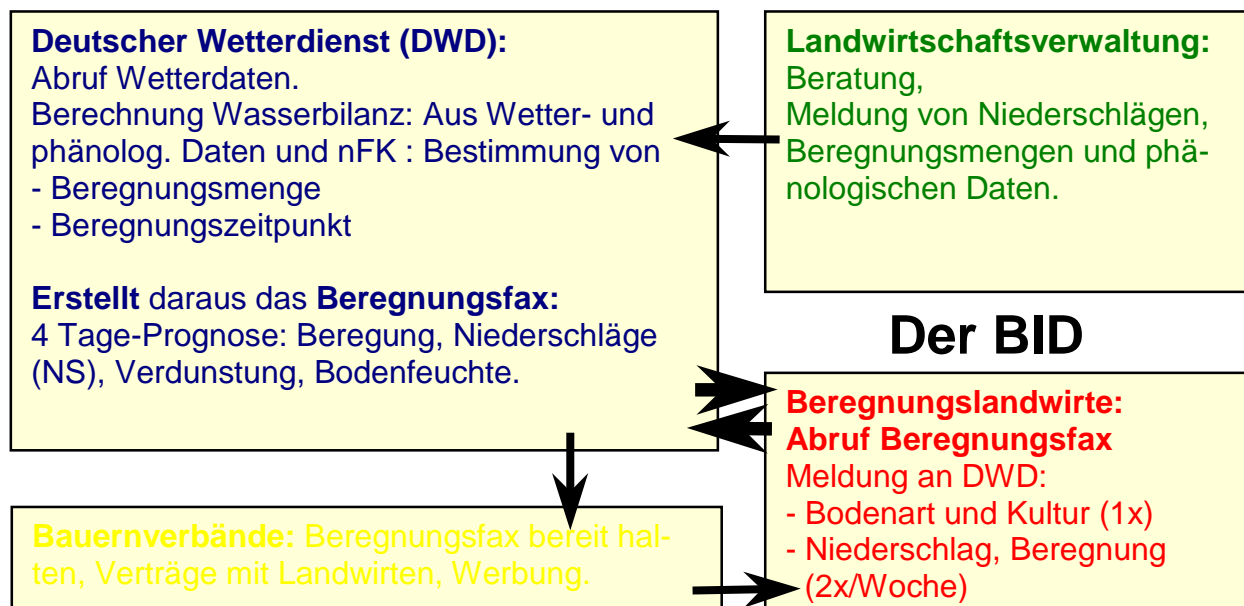


Abb. 4: Der BID (verändert nach Mastel, LAP 2001).

Zur Ermittlung des Beregnungsbedarfs, d.h.

- Beregnungszeitpunkt
- Beregnungsmenge

ist es erforderlich, folgende Parameter zu kennen

- Bodenfeuchte
- FK
- nFK.

Als Grenzwert für eine Beregnungswürdigkeit wurde eine nFK von $\leq 50\%$ für den effektiven Wurzelraum angesetzt. Das bedeutet, dass im durchwurzelten Boden 50 % und weniger an pflanzenverfügbarem Wasser vorhanden ist. Aus den genannten Größen lassen sich die Bodenfeuchte in Vol.-% bei 50 % nFK und die erforderliche Höhe der jeweiligen Beregnungsgabe in Abhängigkeit von der Bodentiefe und der Bodenfeuchte unter Anwendung folgender Formeln berechnen (vgl. Mastel et al. 2000).

Bodenfeuchte W (Vol.-%) bei 50 % nFK:

$$W = VG \cdot nFK/100 + TW$$

$$\text{z.B.} = 50 \cdot 13,7/100 + 3,1 = 9,95 \text{ Vol.-%}$$

Erforderliche Beregnungsmenge (mm):

$$= (TW + VG/100 \cdot nFK - W) \cdot d$$

$$\text{z.B.} = (3,1 + 80/100 \cdot 13,7 - 9,95) \cdot 7,5 = 31 \text{ mm}$$

TW	=	Totwasseranteil in Vol.-%
VG	=	gewünschter Wasser-Versorgungsgrad des Bodens in % der nFK (Zielfeuchte)
nFK	=	nutzbare Feldkapazität des Bodens in Vol.-%
W	=	aktuelle Bodenfeuchte in Vol.-%
d	=	Bodentiefe in dm

4.4.2 TDR-Messung

Die Messung der aktuellen Wassergehalte [Vol %] wurde auch im Jahr 2000 mittels TDR-Sonde (Time Domain Reflectometry), die mit elektromagnetischem Messprinzip arbeitet, durchgeführt. Dieses Verfahren liefert im Vergleich zu anderen Verfahren genaue Werte, hat aber einen hohen Anschaffungspreis.

Nach den Auswertungen der Bewässerungsdaten vergangener Untersuchungsjahre erwies sich der Einsatz von Tensiometern zur Bewässerungssteuerung auf diesem Standort als ungeeignet (Piepenbrock 2000). Der Grund liegt in der Anfälligkeit der Tensiometerzellen: Im oberen Messbereich war bei größerer Trockenheit vielfach ein Leerlaufen der Zelle zu beobachten. Die darauffolgende Wiederbefüllung brachte dennoch keine validen Messergebnisse. Daher fiel die Entscheidung auf TDR, als genaueres Verfahren.

Mitte Juni wurden Kunststoffrohre für die TDR-Messung bis 80 cm Tiefe an 8 Messstellen, d.h. je einer Messstelle pro Block bei Überkopf- und Unterflurvariante und jeweils einer in den zusammenliegenden Blöcken der RAM- und T-Tapevariante eingebaut. Das Sondenrohr muss überall Bodenschluss haben. Mit dreitägigem Abstand wurde an allen Messstellen möglichst zum gleichen Zeitpunkt am Vormittag in den drei Tiefen 30, 60 und 80 cm der Wassergehalt gemessen. In der entsprechenden Messtiefe wurde die Sonde, in drei möglichst gleichmäßig verteilten Stellungen, abgelesen und diese Werte gemittelt. Die Höhe der ersten Messwerte, direkt nach Einbau der Sondenrohre, ist unter Umständen messtechnisch bedingt niedriger als die tatsächlichen Werte. Die Sondenrohre haben u.U. im Boden noch keinen ausreichenden Bodenkontakt, da sie sich erst noch ‚setzen‘ müssen. Ein Luftspalt zwischen Rohr und Boden hat einen niedrigeren Messwert zur Folge. Die Sondenrohre wurden in die Pflanzreihen gesetzt, da die Fahrgassen zur Bodenbearbeitung bis mindestens zur Einsaat des Örettichs frei bleiben mussten. In den Fahrgassen sind höhere Bodenfeuchtwerte zu erwarten als in der Pflanzreihe, wie es Erfahrungen aus dem Jahr 1998 zeigten. Diese Tatsache ist bei der Entscheidung für eine Bewässerung zu berücksichtigen.

4.5 Parzellenernte

Die Versuchsernte wurde in 16 Parzellen à 100 m² wie folgt durchgeführt

- Ermittlung der Erträge und Sortierungen Mitte April bis Mitte Juni in 4-facher Wiederholung, d.h. 4 Parzellen je Bewässerungsvariante.
- Die Sortierung erfolgte nach der Vorschrift der deutschen Erzeugerorganisationen von 1997 (Tab. 7)
- Die Erfassung der einzelnen Klassen ist neben der jährlichen Ertragsfeststellung von Bedeutung, da der Erzeuger für diese Qualitäten unterschiedliche Erlöse erzielt.
- Für eine abschließende Beurteilung der Bewässerungssysteme ist die Ertrags- und Qualitätserfassung über die gesamte Lebensdauer der Anlage notwendig.

Zusätzlich wurde die nicht marktfähige Ware, d.h. die nicht in die Klassen der Sortiervorschrift einzuordnenden Stangen nach folgenden Kriterien sortiert:

- Bruch
- doppelte bzw. hohle Stangen

- aufgeblühte
- zu dünne Stangen
- berostete Stangen
- Fraßschäden
- zu krumme Stangen
- Fäulnis
- nur Köpfe
- braune Schuppenblätter
- sonstiges.

Tab. 7: Sortiervorschriften der deutschen Erzeugerorganisationen für Spargel ab Saison 1997.

Klasse	Durchmesser	Länge
I	26 – 36 mm	17 – 22 cm
I	16 – 26 mm	17 – 22 cm
I	12 – 16 mm	17 – 22 cm
I kurz	als Klasse II kurz vermarktet	
II	16 mm +	17 – 22 cm
II	12 mm +	17 – 22 cm
II	8 mm +	17 – 22 cm
II kurz	12 mm +	12 – 17 cm

Die Ernte erfolgte in jedem Jahr nach einem festen Plan von Versuchspartzen (vgl. Abb. 3). Die Spargelstangen wurden jeweils vor dem Ernten durch die betriebseigenen Arbeiter mit separaten Hilfskräften aus den Versuchspartzen gestochen und getrennt in eigene Körbe abgelegt. In der Halle des Betriebes wurden die gleichen Arbeitsschritte wie bei der Aufbereitung für die Vermarktung mit den separaten Hilfskräften durchgeführt. Die Stangen wurden gewaschen, um sie grob von dem anhaftenden Boden zu befreien. Dann wurden sie an einem im Betrieb zur Verfügung stehenden Sortierband auf 22 cm Länge geschnitten, gewaschen und anschließend von Hand nach Sortiervorschrift den einzelnen Handels- und Durchmesserklassen zugeordnet. Zuletzt wurde die je Klasse sortierte Menge gewogen, die Stangen gezählt und in einem Handprotokoll vermerkt.

4.6 Modellierung des Nitrataustrags

Wie die durchgeführten Arbeiten zeigen, erhöht die Bewässerung die Gefahr der Stickstoffauswaschung (Piepenbrock 1999). Die Beregnung kann die Wasserversickerung erhöhen und damit auch den Stickstofffluss. Deshalb wurde die Entwicklung der N_{\min} -Gehalte auch im Winter verfolgt, um die N-Auswaschungsgefahr bewerten zu können.

Obwohl in den Jahren 2000 und 2001 kein Bewässerungsbedarf vorlag, dies aber Jahre mit überdurchschnittlichen Niederschlägen in der Vegetationszeit waren, sollen im Rahmen dieser Untersuchung Aussagen bezüglich Nitrat-Auswaschung getroffen werden.

Auf Basis der N_{\min} -Werte im Jahr 2000 und 2001 wurde eine Modellierung des Nitrataustrags mit dem Modell von Rohmann (Miersch 1999) durchgeführt. Bis auf den Erntezeitraum von Anfang April bis Mitte Juni, wurde an 18 festen Probenahmepunkten (siehe Versuchsplan) N_{\min} -Proben von 0 bis 90 cm in drei Schichten entnommen. Diese wurden bei der LUFA Augustenberg auf ihren aktuellen N_{\min} - und Wassergehalt untersucht.

Berechnung der Nitratverlagerung im Boden nach Rohmann 1996

Dieses Modell ist für die Modellierung des Austrags in der vegetationslosen Zeit (Winter) konzipiert worden (vgl. Rohmann 1996).

Prinzip: Die durch jedes Regenereignis aus der untersten betrachteten Bodenschicht ausgelöste N-Verlagerung wird berechnet. Startwerte für Nitrat- und Wassergehalte im Boden stammen aus Beprobungen im Feld.

Ablauf:

- Startwerte eingeben.
- Alle Regenereignisse bis zur nächsten N_{\min} -Beprobung im Feld durchrechnen.
- Berechnete N_{\min} -Werte mit gemessenen vergleichen.
- Stimmen berechnete und gemessene N_{\min} -Werte überein, so ist die berechnete N-Verlagerung aus der letzten Schicht plausibel.
- Hat sich der gemessene N_{\min} -Gehalt im Profil gegenüber dem vorherigen Termin erhöht, wird angenommen, dass das zusätzliche N_{\min} in der Krume mineralisiert wurde. In diesem Fall wird mit einem entsprechend höheren N_{\min} -Startwert erneut gerechnet.
- Hat sich der gemessene N_{\min} -Gehalt im Profil gegenüber dem vorherigen Termin stärker verringert, als es nach dem N_{\min} -Austrag mit dem Sickerwasser zu erwarten gewesen wäre, müssen andere Erklärungsmöglichkeiten für den Verbleib des Nitrats geprüft werden. Entweder ist das Nitrat dann durch Denitrifikation gasförmig entwichen, wurde durch Bodenbakterien immobilisiert oder durch Pflanzen aufgenommen.

Tab. 8: Die Modell-Variablen.

feste Größen		vorher Zustand a		Regenereignis a → b	nachher Zustand b	
Schichten	Feldkapazitäten (FK)	Wassergehalte (W)	Nitrat-N-Gehalte (N)	Regen (P) und Versickerung (S)	Wassergehalte (W)	Nitrat-N-Gehalte (N)
				↓P		
über Boden (0)				↓ SW0, SN0		
Schicht 1	FK1 [mm]	Wa1 [mm]	Na1 [kg/ha]	a → b	Wb1 [mm]	Nb1 [kg/ha]
				↓ SW1, SN1		
Schicht 2	FK2 [mm]	Wa2 [mm]	Na2 [kg/ha]	a → b	Wb2 [mm]	Nb2 [kg/ha]
				↓ SW2, SN2		
Schicht 3	FK3 [mm]	Wa3 [mm]	Na3 [kg/ha]	a → b	Wb3 [mm]	Nb3 [kg/ha]
		↓	↓	↓ SW3, SN3, cN, NN, WW		

SW_i Sickerwassermenge, die die Schicht i verlässt [mm]

SN_i Nitrat-N-Fracht, die die Schicht i verlässt [kg/ha]

cN Nitratkonzentration im Sickerwasser aus Schicht 3 im Mittel [mg/l]

NN Nitrat-N-Fracht aus Schicht 3, aufsummiert über alle Regenereignisse

WW Sickerwassermenge aus Schicht 3, aufsummiert über alle Regenereignisse [mm]

Tab. 9: Der Programmablauf. Wird für alle Regenereignisse zwischen zwei N_{\min} -Bestimmungen im Feld durchlaufen.

Label	Ablauf	Kommentar
Start	NN = 0	Gesamt-N-Austrag aus letzter Schicht über alle Regenereignisse = 0 setzen
	WW = 0	Gesamt-Wasser-Austrag aus letzter Schicht über alle Regenereignisse = 0 setzen
Regen	Schleife über alle Regenereignisse	
	SW0 = P x 0,9	Anteil des Regenwassers, der in den Boden einsickert (Hier 90 %). „Verdunstungsverluste können entweder mit bekannten Beziehungen berechnet (wie in der vorliegenden Untersuchung geschehen) oder in der vegetationslosen Zeit vor allem bei Ackerböden auch pauschal mit rd. 10 % der Niederschlagsmenge angenommen werden.“ (Rohmann, 1996).
	SN0 = 0	Annahme hier: kein Nitrat-N im Niederschlag
Überlauf	Schleife über alle Schichten	hier: Berechnung beispielhaft für Schicht 1. Für die nachfolgenden Schichten wird analog gerechnet
	Wenn $Wa1 + SW0 \leq FK1$, dann gehe zu Kein Überlauf . Sonst weiter	Erst wenn Bodenschicht wassergesättigt, fließt Sickerwasser in die nachfolgende Schicht.
	Wb1 = FK1	Schicht 1 ist wassergesättigt
	SW1 = Wa1 + SW0 - FK1	Sickerwassermenge, die Schicht 1 verlässt (Überschuss)
	$c = (Na1 + SN0)/(Wa1 + SW0)$	Rührkessel: In die Schicht einsickerndes Wasser und in der Schicht vorhandenes Wasser wird gemischt. Es entsteht ein Mischwasser mit neuer N-Konzentration c [kg/mm]
	Nb1 = c x Wb1	neue N-Menge in Schicht 1
	SN1 = c x SW1	N-Menge im Sickerwasser (N-Fracht), die Schicht 1 verlässt
Zähler weiter	zurück zu Überlauf und analoge Rechnung für die Schichten 2 und 3. Danach weiter	

Label	Ablauf	Kommentar
	NN = NN + SN3	N-Austräge aus letzter Schicht (Schicht 3) werden aufsummiert
	WW = WW + SW3	Wasser-Austräge aus letzter Schicht (Schicht 3) werden aufsummiert
b→a	Schleife über alle Schichten	vor dem nächsten Regenereignis wird Zustand b zu Zustand a
	Wa1 = Wb1	
	Na1 = Nb1	
	zurück zu b→a und analoge Rechnung für die Schichten 2 und 3. Danach weiter	
	zurück zu Regen und analoge Rechnung für alle weiteren Regenereignisse. Danach weiter	
	Wenn WW = 0, dann gehe zu Ausgabe. Sonst weiter	Wenn es keine Wasser-Austräge aus der letzten Schicht gab, dann kann auch keine Nitrat-Konzentration im Sickerwasser berechnet werden.
	$cN = (NN \times 443)/WW$	Nitrat-Konzentration im Sickerwasser [mg/l]
Ausgabe	Ausgabe von Nb1 ... Nb3, cN, NN und WW	
Ende		

Unterprogramm

Kein Überlauf		$Wb1 = SW0 + Wa1$	Sickerwasser aus der darüberliegenden Schicht zum Wassergehalt der Schicht addieren
		$Nb1 = SN0 + Na1$	N-Fracht aus der darüberliegenden Schicht zum N-Gehalt der Schicht addieren
		$SW1 = 0$	kein Sickerwasser
		$SN1 = 0$	keine N-Fracht im Sickerwasser
		zurück zu Zähler weiter	

4.7 Bestandesbonitur

Um den Zustand des Pflanzenbestandes zu beurteilen, wurde am 29.8.2000, wie in vorangegangenen Jahren, in den Ernteparzellen eine Bonitur durchgeführt. Hierzu wurden für jede Variante jeweils 4 x 10 Pflanzen ausgewählt. Erfasst wurden die Zahl der Triebe, die Anzahl abgestorbener Triebe, der Anteil der Triebe > 10 mm Durchmesser, die Anzahl der Triebe < 10 mm Durchmesser und die Anzahl neuer Triebe sowie die Anzahl noch geschlossener Köpfe und die Wuchshöhe.

4.8 Auswertung

Zur Datenauswertung wurde zunächst das Programm CES eingesetzt:

Zur einfacheren Eingabe und Verwaltung von Spargelversuchsdaten wurde das PC-Programm ‚CES‘ empfohlen. ‚CES Coverage and Evaluation Software‘ ist ein aus 5 Teilen bestehendes Programm zur Anlage und Auswertung von Spargelversuchen, welches für die Forschungsanstalt Geisenheim entwickelt wurde (Paschold 2000). Die Programmteile müssen unabhängig voneinander gestartet werden.

In der Administrationsebene (Programmteil ‚Konfiguration‘) sind die für eine Sortierung nach Handelsklassen (*Obergruppen*) wichtigen Voreinstellungen, wie z.B. die Vergabe der *Durchmessergruppen* oder *Eigenschaften* vorzunehmen. Für die *Gewichte*, die als Ergebnis eingegeben werden, können in diesem Programmteil Wertebereiche und Toleranzgrenzen angegeben werden, die bei der Datenaufnahme Eingabefehler verhindern sollen. Mit der ‚Versuchsverwaltung‘ werden Versuche angelegt und geändert, in ‚Eingabeebene‘ zur Erfassung der Daten und ‚Auswertungsebene‘ für Statistik.

Das Programm macht innerhalb seiner einzelnen Teile strenge Vorgaben, so dass eigene Vermerke nur innerhalb der vorgegebenen Eingabemasken möglich sind. Somit wird keine Abweichung von der ‚Standardversuchsterminologie‘ zugelassen. Dies ist offenbar für die ‚Anwenderfreundlichkeit‘ und zur Vermeidung ‚falscher Eingaben‘ vorgesehen. Dadurch ist CES allerdings ‚intransparent‘ für den Anwender. Eine Übersicht über die eingegebenen Daten ist nur in hierarchischer Ansicht, die entweder Varianten/Wiederholungen oder die Mengen/Gewichte zeigt, nicht aber in tabellarischer Form möglich. Eine Korrektur, z.B. bei Eingabefehlern, ist durch einfaches ‚Zurückgehen‘ und Ändern des falschen Werts nicht möglich. Bei der Dateneingabe war das Programm instabil – es ereigneten sich ‚Laufzeitfehler‘ und das Programm musste neu gestartet werden. Die bisher aufgenommenen Daten sind dann nicht gespeichert. Daher wurde das Programm für die Datenaufnahme und –auswertung nicht weiter eingesetzt.

Die Auswertung erfolgte in Diagrammen und Graphiken. Aus Zeitgründen wurde keine Statistik gerechnet (keine Eintragung des Standardfehlers in die Diagramme).

5 Ergebnisse und Bewertung

5.1 Erträge

Die Erträge sind als Zeitreihen in Abb. 5 und 6 für die vier Bewässerungsvarianten dargestellt.

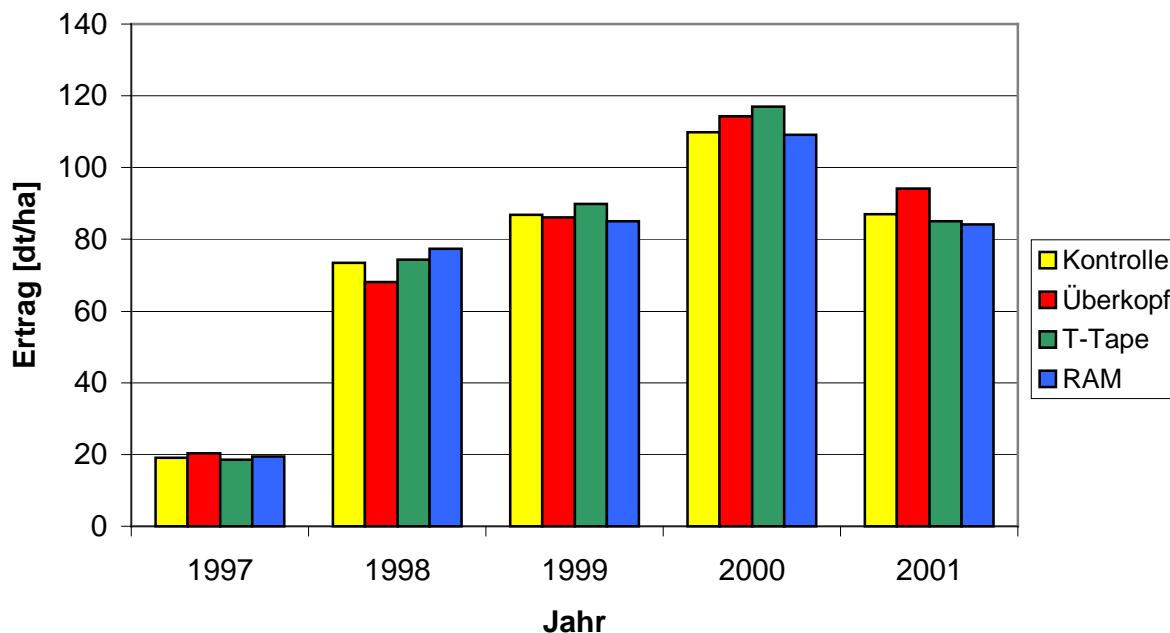


Abb. 5: Erträge der Bewässerungsvarianten in 5 Standjahren.

Bei Betrachtung des Ertragsverlaufs über die Jahre zeigen sich keine konstanten Mehrerträge einer Variante. Sollte die Bewässerung eine Wirkung haben, so wären wenigstens in den Folgejahren der Bewässerung in den bewässerten Varianten Mehrerträge zu erwarten gewesen, wenn Wasser der ertragslimitierende Faktor während der Assimilationsphase gewesen wäre. Auf diesem Standort hatte auch die Überkopfberegnung bisher zu keinem Mehrertrag gegenüber der unbewässerten Variante geführt. Dies wird durch andere Untersuchungen bestätigt (Hartmann 1996, Ziegler 1999).

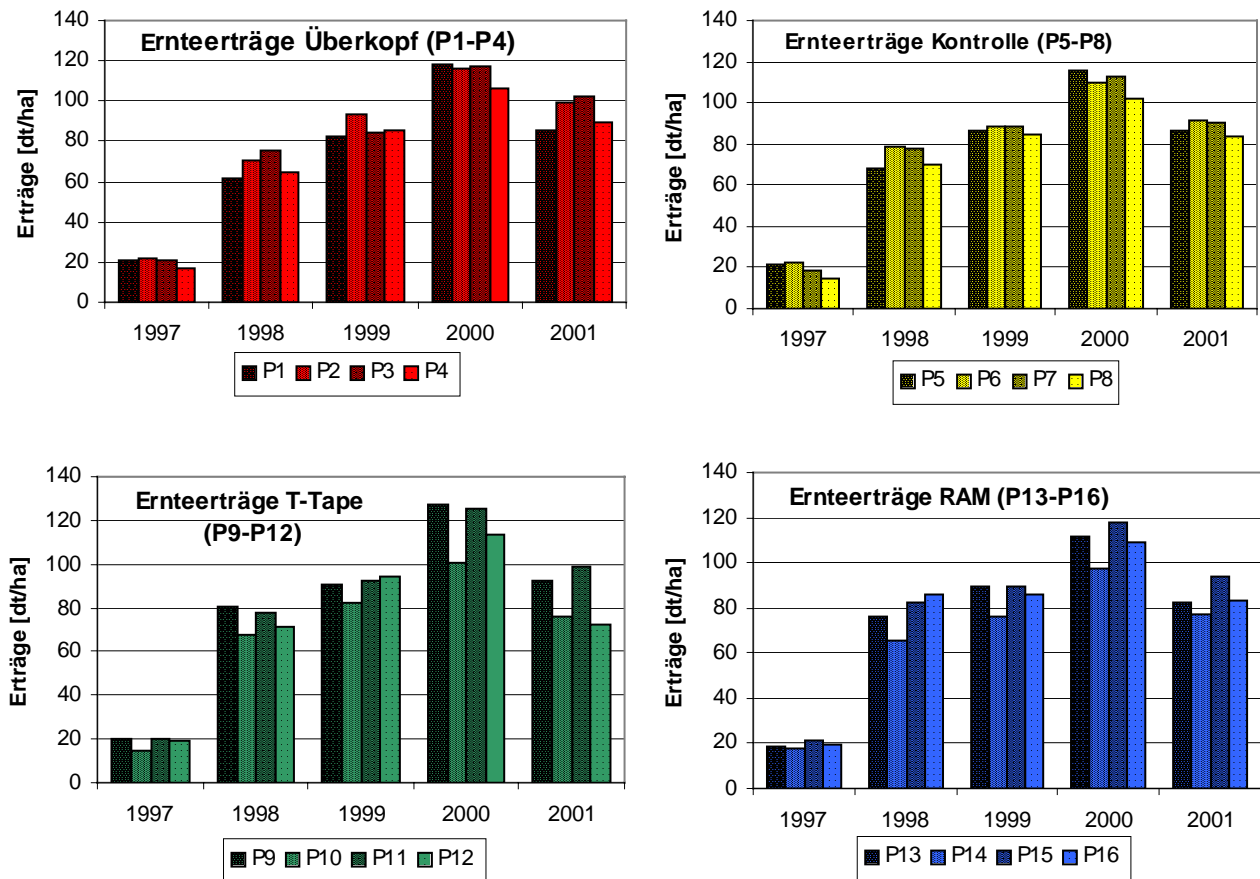


Abb. 6: Erträge der Ernteparzellen der Bewässerungsvarianten in 5 Jahren.

Zusätzlich zur Entwicklung der Ernteerträge von Spargel in den einzelnen Jahren (Abb. 5 und 6) gibt Tab. 10 einen Überblick über die Erträge je Variante und den Durchschnittsertrag der Anlage in einem Jahr. In den ersten 3 Jahren der Jugendentwicklung und dem folgenden ersten Vollertragsjahr sind die Erträge nahezu stetig gestiegen. Zu erwarten wäre ein etwa gleichbleibendes Ertragsniveau in den folgenden Ertragsjahren. Im 2. Ertragsjahr sind die Erträge auf das Niveau des 3. Entwicklungsjahres zurückgegangen, was mit dem sehr nassen und kühlen Juni zusammenhängt. Wahrscheinlich spielt auch das schlechtere Wachstum des Spargellaubs im kühlen Sommer 2000 dabei eine wichtige Rolle. Dies wird auch durch Erkenntnisse aus anderen Regionen bestätigt (Behrend und Behr 2001): Die Erntemengen lagen 2001 nach amtlichen Angaben allgemein um ca. 20 bis 30% unter dem Vorjahresniveau, was dem hier vorliegenden Ergebnis mit einem Ertragsrückgang von 22% im Jahr 2001 gegenüber dem Vorjahr entspricht. Absolut liegen die amtlichen Angaben beispielsweise für die Erträge 2001 mit 3,3 t/ha in BW bis 6 t/ha in Brandenburg (Behrend und Behr 2001) allerdings deutlich unter den hier erzielten Erträgen von 8,8 t/ha (Tab. 10). Möglicherweise sind erstere nur ‚scheinbar‘ niedrigere Erträge mit rein statistischem oder erhebungsbedingtem Ursprung.

Tab. 10: Jährliche Erträge der Bewässerungsvarianten und insgesamt über alle Varianten.

Jahr	Kontrolle [dt/ha]	Überkopf [dt/ha]	T-Tape [dt/ha]	RAM [dt/ha]	Mittlerer Ertrag [dt/ha]
1997	19,1	20,3	18,6	19,4	19,4
1998	73,5	68,1	74,4	77,4	73,4
1999	86,9	86,2	89,9	85,1	87,0
2000	109,9	114,3	117,0	109,2	112,6
2001	87,0	94,1	85,0	84,3	87,6
Gesamt [dt/ha]	376,4	383,0	384,9	375,4	379,9

Der Boden hatte Anfang bis Mitte April eine kaum zu bearbeitende Konsistenz aufgrund starker Durchfeuchtung (Abb. 7). Das führte zur Verzögerung des Erntebeginns von Ende der Woche 15 auf Ende der Woche 16 und dann alternierender Ernte mit ein bis drei Tagen Unterbrechung zwischen den ersten drei Erntetagen. Bereits diese Einflüsse haben zu mehreren dt/ha Ertragsverlust geführt.



Abb. 7: Spargelwachstum und Bodenzustand am 2. April 2001 nach Pflug im Januar (Feldkirch).

Die anhaltende Vernässung im nördlichen Teil der RAM-Variante (Abb. 8) sowie die Ausfälle im Pflanzenbestand nördlich der Parzelle 16 haben wahrscheinlich zu den geringeren Erträgen in dieser Fläche geführt.



Abb. 8: Pflanzenbestand und Bodenzustand nördlich der Parzelle 16 in der Variante RAM (Blickrichtung Süd) in der Spargelanlage Feldkirch am 3. Juli 2000.

Auffällig sind jedoch gerade bei den Varianten der Unterflurbewässerung die deutlich niedrigeren Erträge der in der Nähe der Achse der Schachtanlage liegenden Parzellen 10, 12, 14 und 16 im Vergleich zu den Erträgen der anderen Parzellen im jeweils gleichen Jahr (Abb. 6). Ein Einfluß der Bewässerung ist nahezu auszuschließen, da sich diese Ertragsverteilung in allen Untersuchungsjahren wiederfindet. Allerdings war der Streifen in NS-Richtung, in dem diese Parzellen liegen, nicht durchgängig als besonders vernässt erkennbar.

Beim Vergleich der Spannweiten der Erträge innerhalb eines Jahres in den 4 Varianten (Abb. 5) mit der Verteilung innerhalb der einzelnen Parzellen einer Variante (Abb. 6) wird deutlich, dass die Ertragsdifferenzen zwischen den einzelnen Parzellen (Wiederholungen) einer Variante größer ausfielen (z.T. mehr als 20 dt/ha) als zwischen den Varianten (ca. 10 dt/ha). Mit einer größeren Wiederholungszahl wäre dieser Effekt wahrscheinlich zu vermeiden oder wenigstens zu verringern gewesen.

Mit Hilfe der Ertragsmengen einer Ernteperiode (Abb. 9) im Vergleich mit dem Witterungsverlauf (Abb. 10) lassen sich mögliche Einflüsse der Niederschläge und Temperaturen auf die Ertragsentwicklung erklären. Hier wurde exemplarisch das Jahr 1999 ausgewählt, da im Vorjahr bewässert wurde, somit bewässerungsbedingte Unterschiede zwischen den Bewässerungsvarianten aufgetreten sein können. Allerdings waren die Niederschläge in nahezu jedem Monat des Jahres 1999 überdurchschnittlich. Möglicherweise führt dies zur Überlagerung oder Glättung der durch die Bewässerungsverfahren erzielten Unterschiede.

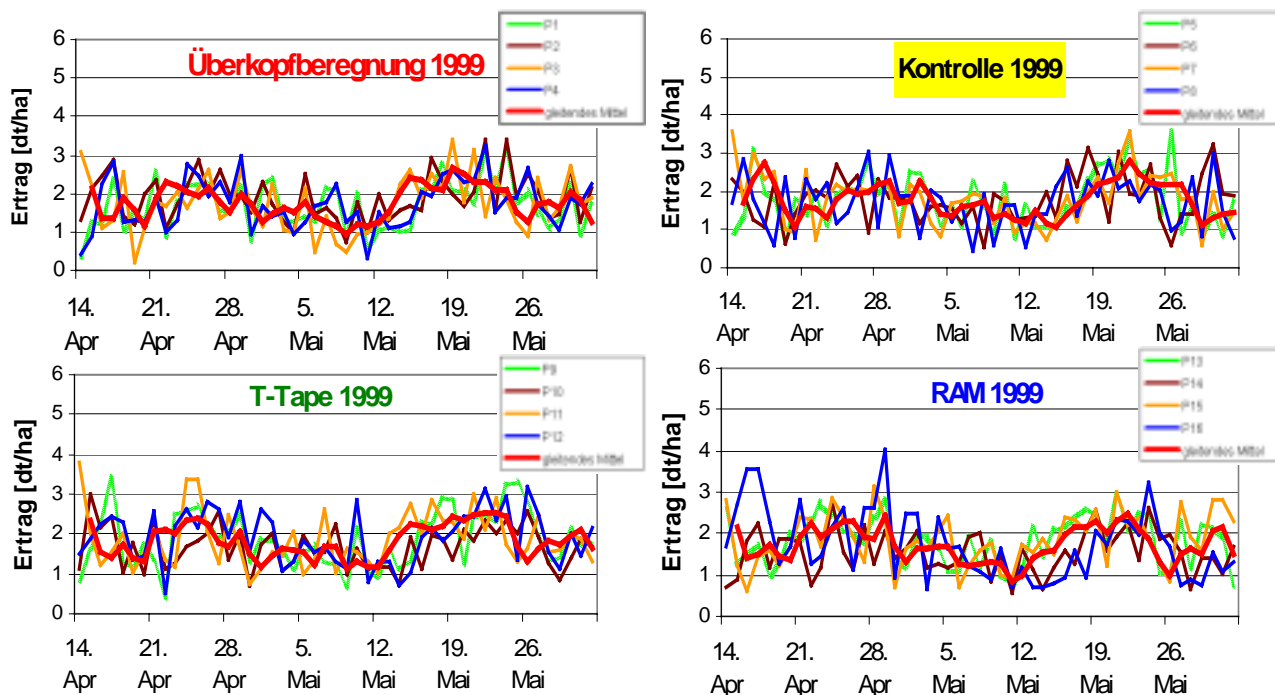


Abb. 9: Parzellenabhängige Erntemengen 1999 und die Ertragsentwicklung über den gesamten Erntezeitraum als gleitender Mittelwert.

Am 06.04. und 20.04.99 gab es einen Temperaturrückgang um etwa 10°C auf 5°C und vermehrte Niederschlagsmengen (Abb. 10). Dies hat insbesondere bei den Bewässerungsvarianten zu geringen Erträgen geführt (Abb. 9).

Temperatur (Mittel) und Niederschläge Feldkirch

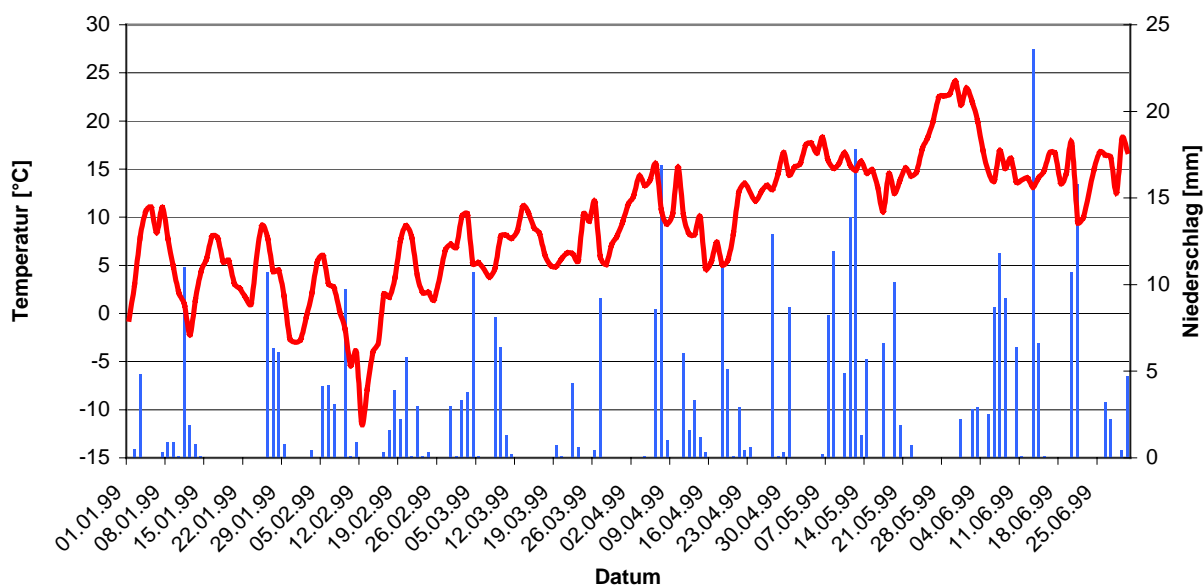


Abb. 10: Tageswerte der Temperaturen und Niederschlagssummen von Januar bis Ende August 1999.

Im Jahr 1999 war als einzige Erntesaison eine Beurteilung der unterschiedlichen Bewässerungsverfahren auf die Erträge von Spargel möglich. Der Trend des Ertrags (gleitendes Mittel als fette Kurve in den Graphiken) jeder Variante unterscheidet sich nicht deutlich in den 4 Varianten. Allerdings ist ein Unterschied zwischen der unbewässerten Kontrolle und allen Bewässerungsvarianten erkennbar. Gleich zu Erntebeginn ist ein Einbruch in den Erntemengen der Bewässerungsvarianten eingetreten. Dagegen hat die Kontrollvariante einen Mehrertrag erzielt. Möglicherweise ist dies eine Folge der Bewässerung im Vorjahr.

Eine weitere Erklärung für die niedrigen Erträge zu Beginn der Stechperiode 1999 ist die nasse, kalte Witterung in der zweiten Aprildekade, die zu insgesamt niedrigeren Erträgen in diesem Zeitraum geführt hat.

Um gesicherte Aussagen über den Einfluss der Bewässerung auf die Erträge (und Qualitäten) im Folgejahr machen zu können, sind mehr Bewässerungsjahre und -perioden erforderlich.

5.2 Qualität

Der Spargel erzielte nach den Sortiervorschriften der Erzeugerorganisationen folgende Qualitäten (Abb. 11).

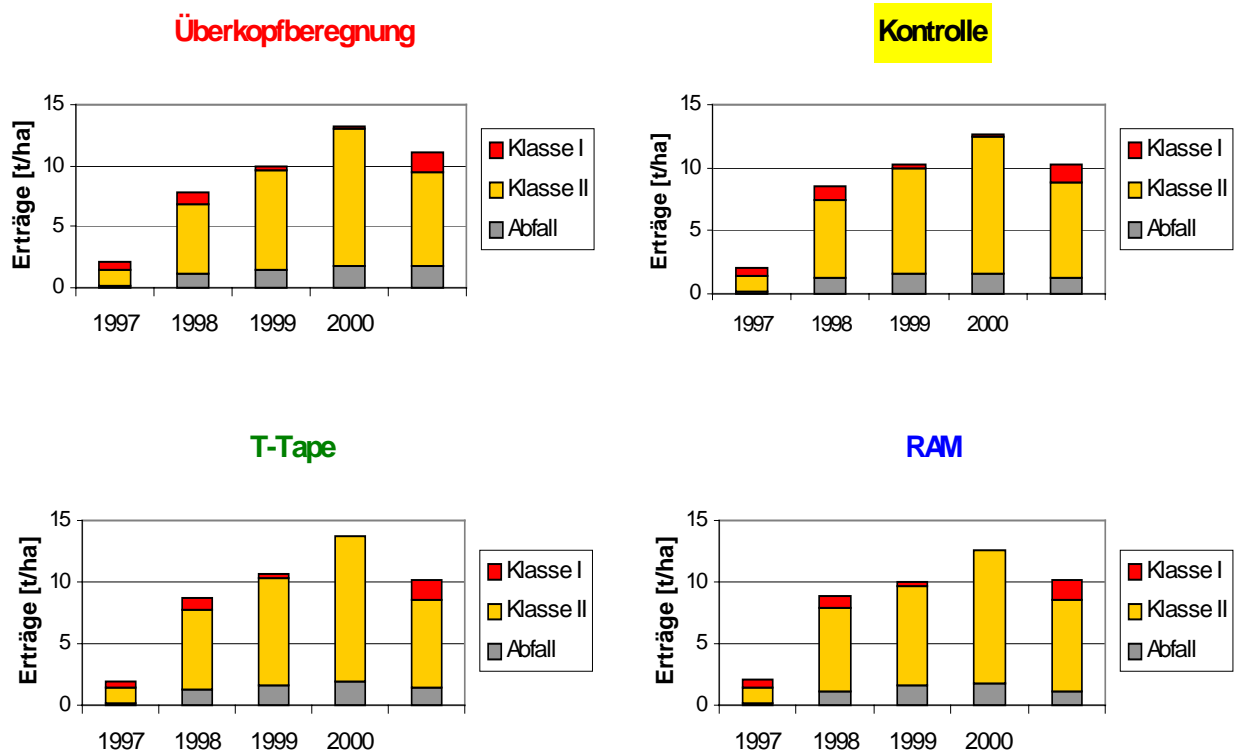


Abb. 11: Anteile der vermarktungsfähigen Ware der Handelsklassen I und II sowie nicht marktfähiger Ware (Abfall) in den Jahren 1997 bis 2001.

Gut erkennbar ist, dass die Mengen an Spargel, die jeweils in eine Handelsklasse eingeordnet werden konnten, über die Jahre bei allen Bewässerungsvarianten etwa gleich blieben. Auch in

den Jahren 1998 und 1999, den einzigen in denen sich die Bewässerung vom Vorjahr hätte auswirken können, hat sich die Relation der gestochenen Spargeln in Handelsklasse I und II sowie der nicht vermarktungsfähige Anteil (Abfall) nahezu nicht verändert. Weniger als ein Viertel der marktfähigen Ware fiel in die Handelsklasse I. Oft führte schon leichte Violett-färbung der Stangen, d.h. zumeist der Köpfe durch Anthocyanbildung unter Lichteinfluss, auch schon unter der Folie, zur Einordnung nach der Ernte in die Klasse II. Des weiteren wurden schon leicht gebogene Stangen von der Klasse I ausgeschlossen. Allerdings sind Einflüsse der unterschiedlichen Bonitierung durch von Jahr zu Jahr und auch während der Ernte wechselnde Arbeitskräfte nicht auszuschließen.

In Abb. 12 ist exemplarisch die Verteilung der Erträge nach den Sortiervorschriften der Erzeugerorganisationen, die sich an den Handelsklassen orientieren, für das Jahr 2001 dargestellt. Abweichend zu den Handelsklassen-bezogenen Relationen der Mengen in den Vorjahren, ist hier der Anteil violetter Stangen mit Durchmesser größer gleich 16 mm deutlich höher als in den anderen Jahren.

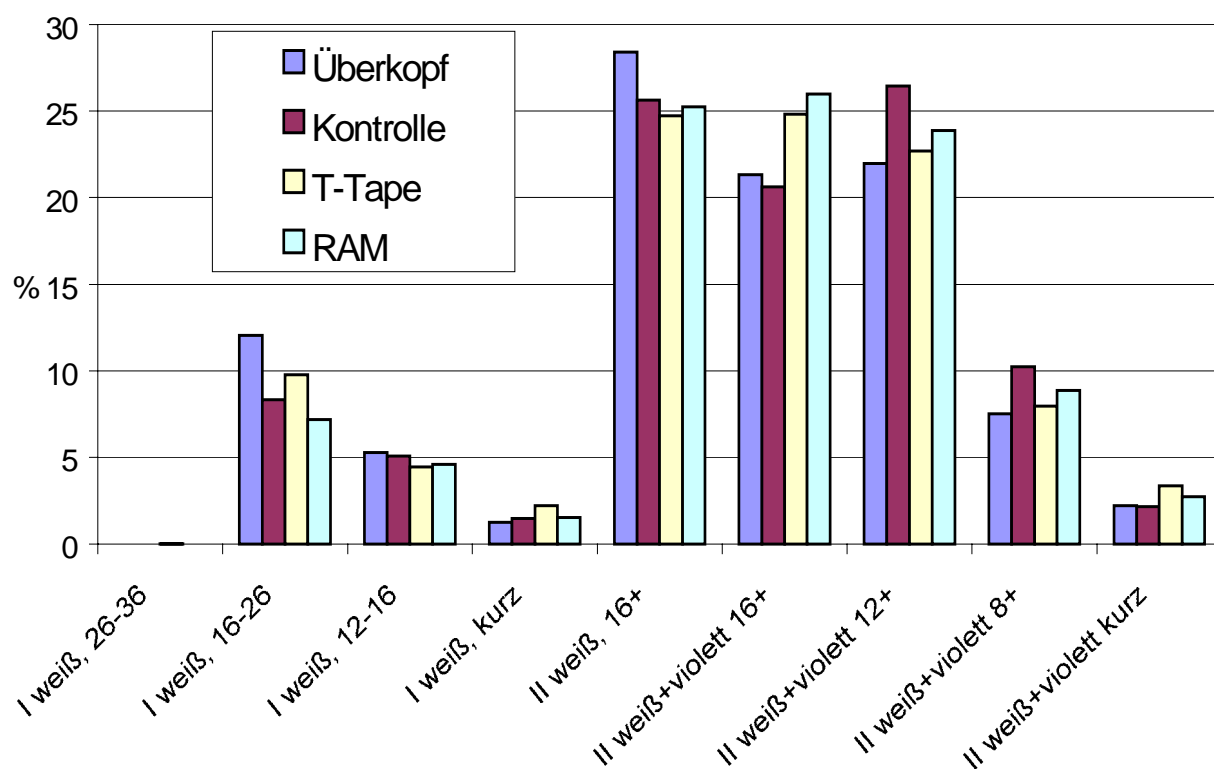


Abb. 12: Anteile der vermarktungsfähigen Ware nach Handelsklassen im Jahr 2001.

Bei der marktfähigen Ware nach Durchmesserklassen (o. Abb.) ist der Anteil an Stangen über 16 mm Durchmesser am größten. Über die Jahre nimmt deren Anteil leicht zu. Zu erwarten ist in den Vollertragsjahren ein Abfall (Hartmann 1989), der sich hier mit der Stagnation im Jahr 2000 bereits andeutet. Nur etwas geringere Mengen hat die Durchmesserklasse 12 – 16 mm erbracht. Dagegen fielen in die Durchmesserklassen 8 – 12 und kleiner als 8 mm deutlich geringere (nicht proportional geringere) Anteile des Gesamtertrags. In den Jah-

ren nach der Bewässerung 1998 und 1999 waren keine Änderungen in dieser Relation erkennbar.

Interessanter sind vielmehr die Saisonverläufe der Erntemengen (vgl. auch Abb. 9) nach Qualitäten bzw. nach Durchmesserklassen, da sie die Präsenz am Markt z.B. zu besonders frühem Zeitpunkt mitbestimmen. Im Folgenden ist die Differenzierung nach Durchmesserklassen der marktfähigen Ware vorgenommen worden (Abb. 13). Damit können die vielfältigen Kriterien, die leicht dazu führen, dass Stangen z.B. nicht in die Handelsklasse I eingeordnet werden können, unberücksichtigt bleiben. Die Durchmesserklasse 26 – 36 mm, die nur bei der Handelsklasse I ermittelt wird, wurde hier bei der Klasse größer 16 mm subsummiert, da ihr Anteil nahe Null war und nur im Jahr 1998 bis zu 1 % der Erntemenge auf diese Klasse entfielen.

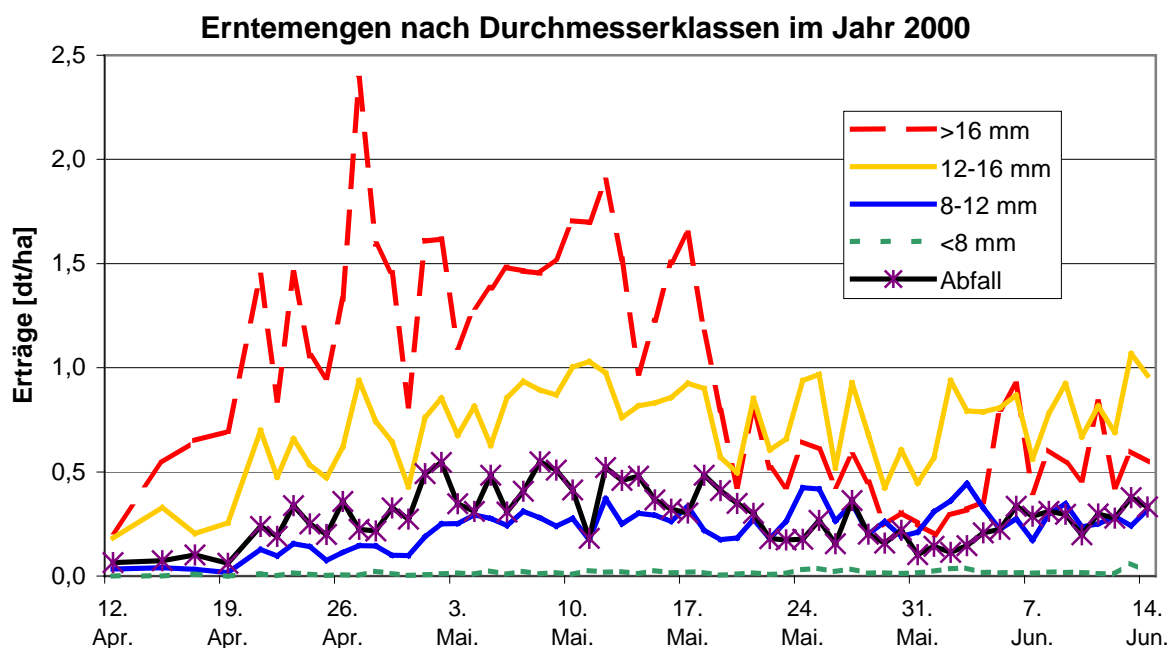


Abb. 13: Anteile der marktfähigen Ware in Handelsklasse I und II sowie nicht marktfähige Ware (Abfall) in den Jahren 1997 bis 2001.

Hier zeigt sich ein primär physiologisch bedingtes Phänomen (Hartmann 1989). Durch die Entfernung eines Haupttriebs zu Stechbeginn treiben im weiteren Verlauf die Seitenknospen aus. Dadurch steigt erst der Ertrag an Stangen über 16 mm Durchmesser an und fällt nach ca. 4 Wochen Erntezeit wieder ab. Der Anteil an Stangen unter 16 mm (10 – 12 mm nach Hartmann 1989) steigt nach Erntebeginn kontinuierlich bis zum Ende hin an.

Der Vergleich der marktfähigen Erntemengen mit Temperatur- und Niederschlagsverläufen (Abb. 14) während der Erntesaison 2000 zeigt zusätzlich zur physiologischen Ursache für die Erntemengenänderung in den verschiedenen Durchmesserklassen den Temperatureinfluss: Nach starkem Temperaturanstieg seit Erntebeginn sind auch die Erträge stark gestiegen. Nach dem Temperaturrückgang in der 2. Mai-Dekade sind auch die Erträge gesunken. Ein

weiterer mehrtägiger Temperatureinbruch ab dem 20. Mai führte dazu, dass die Erträge weiter zurückgingen und auf niedrigem Niveau bis zum Stechende blieben. Dieser Ertragsrückgang war nahezu vollständig durch den stark verminderten Anteil an Stangen der Durchmesser-Klasse über 16 mm verursacht worden. Hier ist ab Ende Mai trotz wieder ansteigender Temperaturen eine Art ‚Unterkompensation‘ aufgetreten: Es wurden nahezu keine Stangen in dieser Durchmesser-Klasse mehr gestochen.

Der Ertrag insgesamt hatte sich, obwohl die Temperaturen ab der 2. Juni-Woche deutlich über das Niveau im Mai anstiegen, nicht gleichermaßen erholen können.

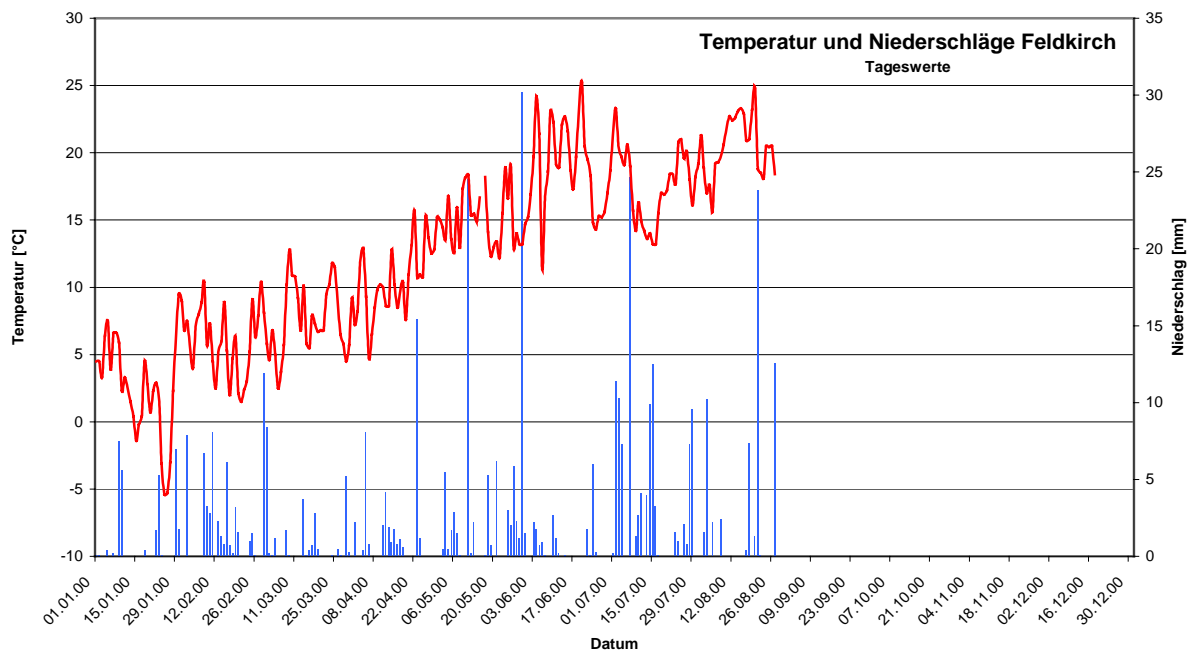


Abb. 14: Tageswerte der Temperaturen und Niederschlagssummen von Januar bis August 2000.

Vereinfacht gesagt hat sich die Spargelanlage durch die hohen Temperaturen zu Stechbeginn der Saison 2000 stärker verausgabt, als es primär durch den Einfluss des Stechens wahrscheinlich der Fall gewesen wäre.

5.3 Klima und Wasserversorgung des Bodens

Aus den in 5-Minuten-Intervallen aufgezeichneten Wetterdaten wurden Monatsmittel der Temperaturen und Niederschläge errechnet (Abb. 15 u. Tab. 16). In den Diagrammen sind zusätzlich 4-jährige Mittelwerte für beide Parameter zum Vergleich eingetragen.

Danach zeigt sich, dass im ganzen Jahr 1999 überdurchschnittliche Niederschlagsmengen fielen und die Monate Juni bis August unterdurchschnittlich warm waren. 1999 bis 2001 fielen in den Sommermonaten bis auf den Juni 2000 überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmengen.

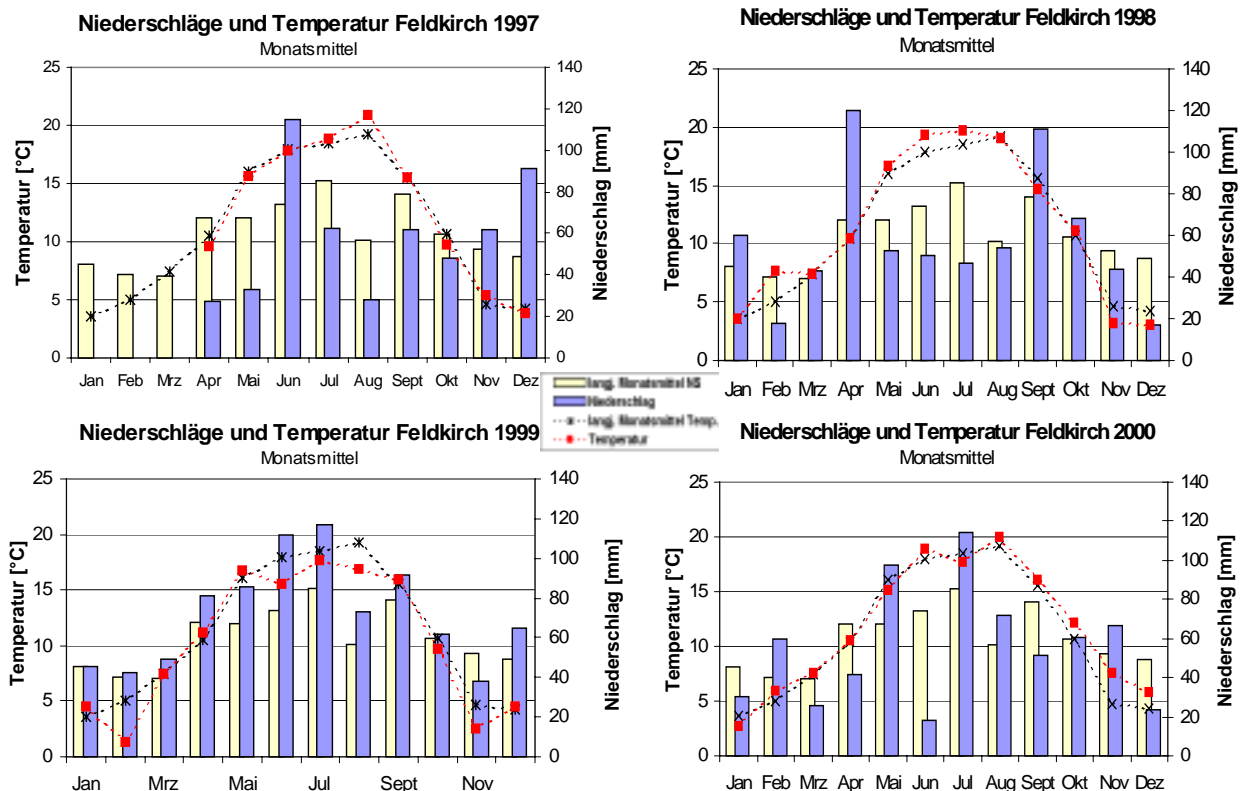


Abb. 15: Klimadiagramme für die Jahre 1999 bis 2000, Wetterstation Feldkirch.

Die Wetterdaten für das 1. Halbjahr 2001 sind im Folgenden tabellarisch dargestellt, da der komplette Jahres-Datensatz nicht vorlag.

Tab. 11: Temperaturen und Niederschläge im Jahr 2001, Wetterstation Feldkirch.

2001	Temperatur [°C]			Niederschlag [l/m ²]	
	Min	Max	Mittel	Mittel	Summe
Jan.	-3,3	9,9	3,6	1,4	42,3
Feb.	-1,1	13,2	4,8	0,6	15,9
März	1,5	13,9	8,5	4,2	130,8
April	3,8	15,2	9,3	2,1	61,7
Mai	9,3	24,0	17,3	2,4	74,0
Juni	11,0	23,9	17,2	3,5	106,0
Juli	14,3	24,2	20,3	2,1	64,1

2001 wurde auf die Diagrammdarstellung der Klimadaten aufgrund der Beendigung des Untersuchungsprogramms nach Abschluss der Versuchsernte verzichtet. Weit über dem Durchschnitt liegende Niederschläge (Tab. 11) haben im März und Juni zu einer Aufsättigung des Bodens geführt (im März das Dreifache der durchschnittlichen Niederschlagsmenge dieses Monats).

Die Bewässerung des Standorts erfolgte im Jahr 1997 in der zweiten Augushälfte, da insbesondere der Juni sehr niederschlagsreich war. 1998 wurde im Juli und August bewässert, da die Vormonate ab Mai trockener als im vierjährigen Mittel ausfielen. Aufgrund langanhaltend überdurchschnittlicher Niederschläge wurde im Jahr 1999 nicht bewässert.

Im Jahr 2000 wurden für ca. einen Monat die Wassergehalte in 3 Bodentiefen bestimmt (Abb. 16).

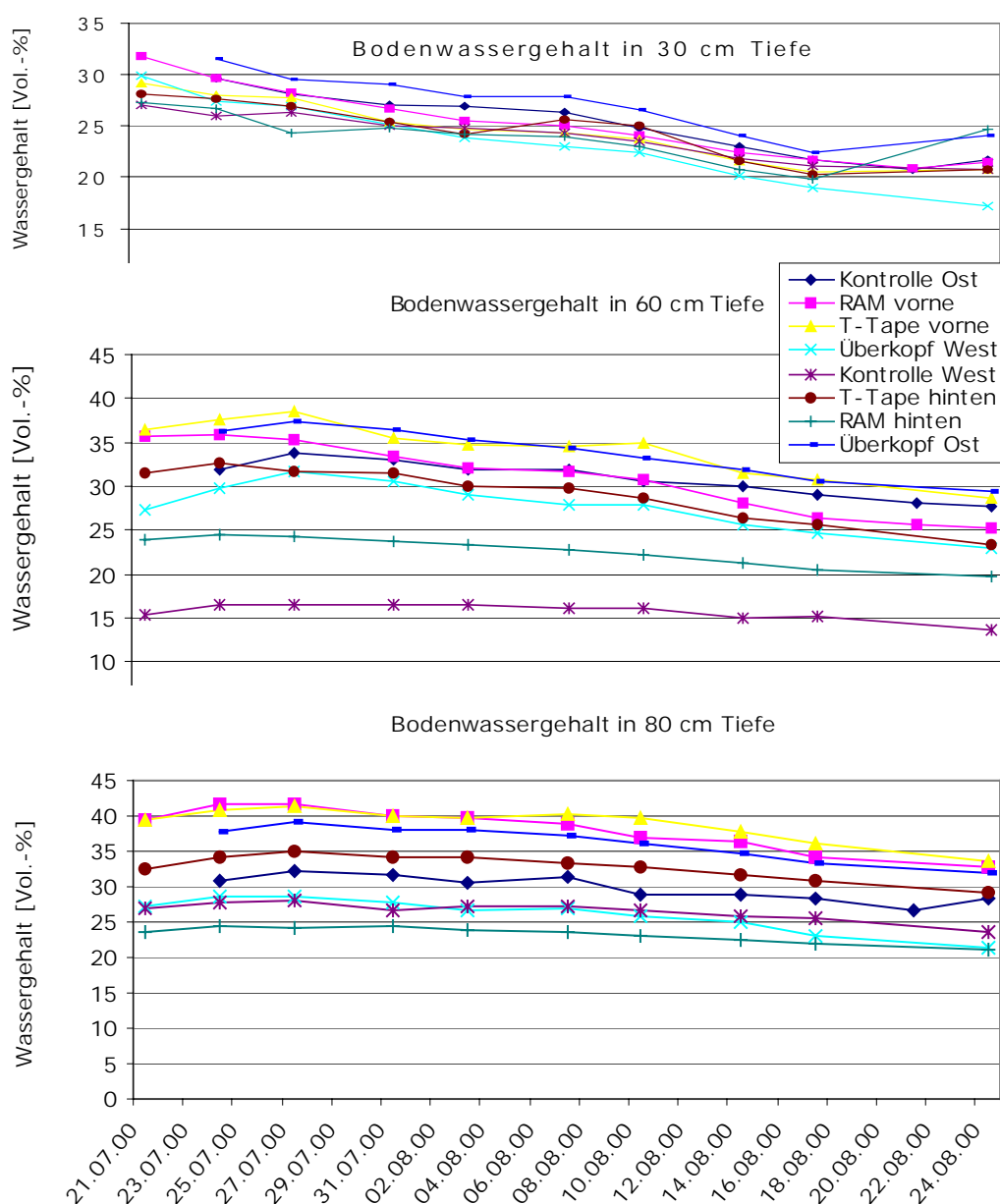


Abb. 16: Bodenwasser-Gehalt in drei Bodentiefen (TDR-Messungen); Juli und August 2000. Zur Legende: ‚Vorne‘ steht für den Messpunkt im südlichen Teil der Variante und ‚hinten‘ für den nördlichen Teil.

Bei der nutzbaren Feldkapazität dieses Bodens von etwa 12 – 14 % bei ca. 30 % Feldkapazität war der Boden bei den bestimmten Wassergehalten während der gesamten Bewässerungssaison gut mit Wasser versorgt. Besonders in der ersten Juli-Hälfte fielen die meisten Niederschläge, die den Juli überdurchschnittlich feucht ausfallen ließen. Bei Messbeginn war der Oberboden aber schon wieder trockener als die darunter liegenden Schichten. Die Bodenwassergehalte gingen in allen untersuchten Bodentiefen mit der Zeit zurück. Aus der dichter liegenden Kurvenschar der Wassergehalte des Bodens bis 30 cm Tiefe geht hervor, dass der Oberboden gleichmäßiger durchfeuchtet war als die darunter liegenden Bodenschichten.

In Abb. 17 ist der Bodenzustand nach Grubbern und Handhacke zu sehen. Der Boden zwischen den Reihen verschlämmt recht schnell. Niederschlagswasser konnte nicht schnell genug infiltrieren und blieb daher oberflächlich stehen.



Abb. 17: Bodenzustand mit oberflächlich stehendem Wasser in der Spargelanlage Feldkirch am 12. Juli 2000 (Blickrichtung Süd, T-Tape ‚hinten‘).

Nach BID-Empfehlungen bestand während den potentiellen Bewässerungsphasen im Juli und August ebenfalls kein Bewässerungsbedarf.

Diese Ergebnisse mit überwiegend feuchten Jahren 1999 und 2000 und guter Wasserversorgung des Bodens, auch während der potentiellen Bewässerungsphase Juli und August, lassen bisher nur den Schluss zu, dass dieser Standort unter diesen Bedingungen nicht beregnungswürdig ist.

5.4 Phytosanitärer Zustand und Wachstum der Anlage

Das Spross- und Laubwachstum nach der Ernte bedeutet Bildung von Assimilationsfläche und somit verbesserte Reservestoffeinlagerung in die Rhizome. Die in Tab. 12 aufgeführten Kriterien zeigen Wachstumsunterschiede auf.

Tab. 12: Spargelbonitur am 29.08.2000.

Kontrollparzellen

Parzelle	5	6	7	8
Zahl der Triebe	181	212	171	185
abgestorbene Triebe	10	2	3	5
> 10 mm	23	34	38	35
< 10 mm	117	141	109	129
noch geschlossene Köpfe	31	35	21	16
Wuchshöhe [cm]	100-110	110-130	90-110	100-110
Sonstiges	einzelne Köpfe noch geschlossen mit Pilzbefall		wie bei P5 eine Fehlstelle in der Reihe	

Parzellen T-Tape

Parzelle	9	10	11	12
Zahl der Triebe	196	160	163	157
abgestorbene Triebe	5	6	4	5
> 10 mm	34	29	30	24
< 10 mm	145	104	103	112
noch geschlossene Köpfe	12	21	26	16
Wuchshöhe [cm]	100-130	110-120	110-130	100-120
Sonstiges				

Parzellen RAM

Parzelle	13	14	15	16
Zahl der Triebe	148	218	223	170
abgestorbene Triebe	4	3	4	6
> 10 mm	36	21	39	24
< 10 mm	100	167	155	124
noch geschlossene Köpfe	8	27	25	16
Wuchshöhe [cm]	90-110	100-120	110-120	109-120
Sonstiges			wie bei Parzelle 5 auffällig	sehr ungleichmäß. Wuchs. Viele Triebe krumm gewachsen, jüngere Triebe z.T. schon absterbend

Parzellen Überkopf

Parzelle	1	2	3	4
Zahl der Triebe	163	177	168	159
abgestorbene Triebe	1	4	2	5
> 10 mm	17	29	44	43
< 10 mm	126	123	108	96
noch geschlossene Köpfe	19	21	14	15
Wuchshöhe [cm]	90-120	80-120	100-120	100-120
Sonstiges	einzelne noch geschlossene Köpfe mit Pilzbefall	einzelne noch geschlossene Köpfe mit Pilzbefall		

Während des Laubwachstums ist besonders in feuchten Jahren auf Laub- und Sprossschädigenden Befall mit Pilzkrankheiten zu achten, wie *Stemphylium botryosum*, *Puccinia asparagi* und *Botrytis cinerea* (Heupel und Kessler 2001). Aus Zeitgründen wurde hier auf die genauere Identifizierung von Schaderregern nicht näher eingegangen.

Bei Betrachtung der untersuchten Merkmale lässt sich keine besondere Ausprägung in Abhängigkeit von der Variante feststellen. Eine mögliche Ausnahme ist in der Überkopf-Variante festzustellen: In dem südlichen Block ist der stärkere Pilzbefall möglicherweise für mehr dünne Triebe infolge gehemmten Wachstums verantwortlich. In nördlichen Kontrollblock ist es ebenso. Hier kann die stärkere dauerhafte Vernässung des Bodens für eine höhere Anfälligkeit gegenüber Pilzbefall verantwortlich sein. Eine Beziehung zwischen den Merkmalen innerhalb der Varianten ist aus den Zahlen nicht eindeutig erkennbar.

5.5 N-Versorgung des Standorts

Die N_{\min} -Beprobung im möglichst 14-tägigen Rhythmus zeigt einen ausgeprägten Jahresgang (Abb. 18), wie er in diesem Gebiet durchaus typisch ist. Durch die Aussaat des Öletichs in der ersten August-Dekade hat sich durch dessen N-Aufnahme ein Abwärts-Trend der N_{\min} -Gehalte ab August 2000 eingestellt. Der Mineralisierungsschub im Oktober 1999 ist nicht witterungsbedingt zu erklären, da September und Oktober durchschnittlich warm waren, allerdings trockener ausfielen.

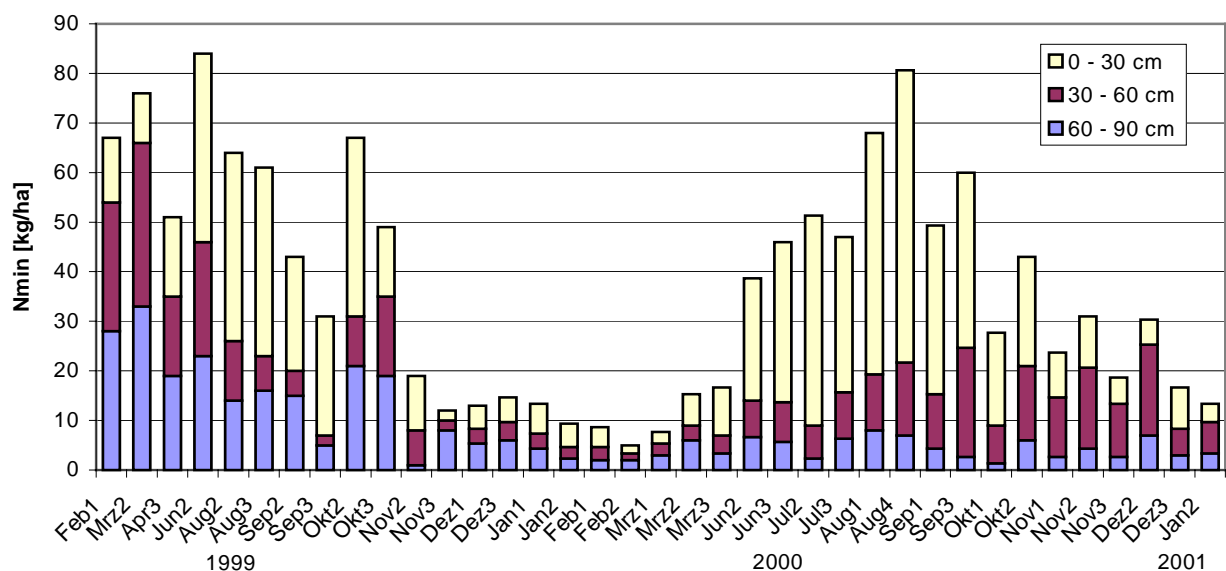


Abb. 18: Zeitreihe der N_{\min} -Gehalte 1999 und 2000 über drei Tiefen von 0 – 90 cm.

Nach neueren Erkenntnissen kann die Aufdüngung auf einen N-Sollwert von über 100 kg N/ha in den Ertragsjahren (ab ca. 4. Standjahr) gegenüber Varianten mit niedrigerem N-Sollwert u.U. zu niedrigeren Erträgen führen (Jannasch 1999, Krug und Kailuweit 1999). Der Verzicht auf die N-Düngung in diesem Zeitraum kann höhere Erträge erzeugen als bei gedüngten Varianten.

Die N-Modellierung hat einen kaum merklichen Nitrataustrag errechnet (Tab. 13).

Tab. 13: Zweiwöchentliche Niederschlagssummen, N_{\min} -Werte und modellierter Nitrataustrag für das Jahr 2000 und das Frühjahr 2001.

Datum		2000									
Probenahme		06.01.	20.01.	03.02.	17.02.	02.03.	16.03.	30.03.	15.06.	29.06.	13.07.
Niederschläge	Summe [mm]		13,7	23,8	32,1	28,1	7,3	10,2	149,3	8,2	66
Überkopf West (Modell)	N [kg/ha]								7,67		3,86
Überkopf West (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	15	12	9	4	8	16	24	42	52	57
T-Tape (Modell)	N [kg/ha]			0,37	0,51	0,34			4,78		4,41
T-Tape (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	15	3	3	13	10	4	13	20	34	70
RAM (Modell)	N [kg/ha]					1,65			8,58		3,29
RAM (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	14	10	12	12	4	9	22	78	44	56
Kontrolle Ost (Modell)	N [kg/ha]								3,97		
Kontrolle Ost (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	21	10	16	20	22	9	17	31	48	92
Datum		2000									
Probenahme		27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.	19.10.	02.11.	16.11.	30.11.
Niederschläge	Summe [mm]	31,3	33,3	33	40,6	20,1	18	39,5	15,1	43,5	23,2
Überkopf West (Modell)	N [kg/ha]										
Überkopf West (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	57	69	81	61	54	23	58	24	47	27
T-Tape (Modell)	N [kg/ha]										1,62
T-Tape (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	61	41	48	37	32	18	19	17	22	10
RAM (Modell)	N [kg/ha]										
RAM (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	66	50	84	16	32	14	21	22	28	25
Kontrolle Ost (Modell)	N [kg/ha]										
Kontrolle Ost (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	111	87	154	126	113	128	101	26	96	83
Datum		2000				2001					
Probenahme		14.12.	28.12.	11.01.	25.01.	08.02.	22.02.	13.03.	27.03.	25.06.	
Niederschläge	Summe [mm]	14,7	7,6	16,7	20,9	8,6	8,1	84,1	46,5	210	
Überkopf West (Modell)	N [kg/ha]							2,73	0,60	5,54	
Überkopf West (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	33	15	24	6	8	11	8	11	41	
T-Tape (Modell)	N [kg/ha]			0,43	0,57			1,10	0,89	1,74	
T-Tape (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	4	12	8	7	14	5	5	3	17	
RAM (Modell)	N [kg/ha]			0,98	0,39			2,79	1,47	4,50	
RAM (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	16	28	7	15	12	9	8	8	42	
Kontrolle Ost (Modell)	N [kg/ha]							7,99	5,81	10,53	
Kontrolle Ost (N_{\min} 0-90 cm)	N [kg/ha]	62	151	62	68	123	34	32	19	89	

Das Modell ist für die vegetationslose Zeit angepasst worden. Für die Spargelkultur bedarf es wahrscheinlich einer eigenen Anpassung, da sich die Bodenbearbeitung und der Bodenzustand deutlich von dem anderer Kulturen unterscheiden.

6 Zusammenfassung und Fazit

In dem vorliegenden Projekt zur Integrierten Produktion von Spargeln im Rheintal wird über den Versuch zur Bewässerung von Spargel berichtet. Die Berichterstattung zum Bewässerungsversuch baut auf die Beschreibung der Untersuchungsphase 1997 bis 1999 (Piepenbrock 1999) auf.

Mit der Bewässerung sollte die für die Oberrheinebene bisher typische Sommertrockenheit ausgeglichen werden. Produktionstechnisch fällt sie beim Spargel in die Haupt-Assimilationsphase in den Monaten der Laubentwicklung Juli und August. Daher stellt sich die Frage, wie sich die Bewässerung bzw. Beregnung mit verschiedenen Systemen auf den Ertrag und die Qualität von Spargel auswirkt.

Der Bewässerungsversuch ist mit 2 Unterflurbewässerungsverfahren mit je einem flexiblen und einem inflexiblen Schlauchsystem (T-Tape bzw. RAM) und einem Überkopfbewässerungsverfahren in einer 1996 gepflanzten Spargelanlage angelegt worden. Diese befindet sich auf einem grundwasserfernen Auenstandort mit Lößlehm. Es wurden 3 Bewässerungsvarianten mit je zwei Blöcken und einer Kontrolle eingerichtet. In jeder Variante wurden 4 Parzellen à 100 m² zur Versuchsbeerntung angelegt. Des weiteren wurde ein Beprobungsraster mit 18 Punkten zur N_{min}-Probenahme vorgesehen. Dieses Versuchsschema wurde in der neuen Projektphase vom November 1999 bis zum Juni 2000 übernommen, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. In allen Jahren wurde die Beregnungsberatung durch den Beregnungs-Informationdienst in Anspruch genommen. Da sich die Ermittlung des Bewässerungsbedarfs mittels Tensiometern in der vorangegangenen Projektphase bis 1999 nicht bewährt hatte, wurden 2000 TDR-Sonden zur Messung des aktuellen Bodenwassergehalts eingesetzt.

Im Verlauf der Untersuchungsjahre bestand in den Jahren 1997 und 1998 Bewässerungsbedarf. 1998 wurde mehrwöchig bewässert, so dass 1999 das einzige bezüglich der Wirksamkeit der Bewässerung zu beurteilende Untersuchungsjahr ist. Die Versuchsernten über die gesamte betriebliche Stechperiode lieferten dennoch wertvolle Ergebnisse über die Ertrags- und Qualitätsentwicklung einer Spargelanlage. Es wurden recht hohe Erträge von bis zu etwa 110 dt/ha im Jahr 2000 ermittelt. Bis 2000 stiegen die Erträge an. Im Jahr 2000 waren die Monate Juli und August besonders feucht. 2001 war auch auf anderen Standorten ein schlechteres Ertragsjahr, so dass der Ertragsverlauf bis zum 2. Vollertragsjahr durchaus als typisch erachtet werden kann. Da ab 2000 die Vollertragsphase begann, wäre eine abschließende Beurteilung der gesamten Nutzungsdauer der Anlage nur unter der Einbeziehung der Folgejahre sinnvoll. Unter diesem Aspekt wurde 2001 eine weitere Versuchsernte durchgeführt, obwohl mangels Bewässerungsbedarfs im Vorjahr die Versuchsfrage nicht untersucht werden konnte.

Ein Einfluss der Bewässerung bzw. Beregnung auf den Ertrag und die Qualität von Spargel konnte nicht nachgewiesen werden.

Unter den Bedingungen feuchter Jahre mit überdurchschnittlichen Sommerniederschlägen ist ein Einsatz der Bewässerung auf schweren Böden nicht notwendig. Unter den hier gegebenen Bedingungen erscheint eine Installation von Bewässerungsanlagen nicht sinnvoll.

7 Literatur

- Achtnich, W. (1980): Bewässerungslandbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- AG Boden (1996): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl., Nachdr., Hannover.
- Albrecht, M. (2001): Alternative Anlagen bekommen ein neues Profil. Bauernzeitung 18: 22-23.
- Anonymus (1997): Ratschläge für den Spargelanbau. Vereinigung der Spargelanbauer in Westfalen-Lippe e. V.
- Anonymus (1998): Rückblick auf die Spargelsaison 1998. ZMP (Hrsg.).
- Anonymus (1998): Spargel nach Verbraucherwünschen. Gemüse 6: 369.
- Anonymus (1998): Spargel: Produziert Europa nur für Deutschland? ZMP (Hrsg.) (3).
- Anonymus (1998): TRIME Messsysteme für Boden- und Materialfeuchte.
- Anonymus (1998): ZMP-Bilanz Gemüse 1998 Deutschland-EU-Weltmarkt. ZMP (Hrsg.).
- Anonymus (1999): Der Markt Obst und Gemüse. ZMP (Hrsg.) (10).
- Anonymus (1999): ZMP-Bilanz Gemüse 1999 Deutschland-EU-Weltmarkt. ZMP (Hrsg.).
- Anonymus (2000): Wasserverbrauch in der Landwirtschaft soll begrenzt werden. Agra-Europe 31: 13.
- Anonymus (2001): Später Start der deutschen Spargelsaison. AGRA-EUROPE 20
- Behr, H.-C., C. Rampold (2000): Rückblick auf die Spargelsaison 2000. ZMP (Nov.): 1-4.
- Behrendt, S. und Behr, H.-C. (2001): Die Spargelsaison 2001 – Ein erster Rückblick. Spargel- und Erdbeer Profi, 4/01, 5-7.
- Bergmann, W. (1983): Ernährungsstörungen der Kulturpflanzen. Fischer-Verlag, Jena, Stuttgart, New York.
- Billau, W. (1999): Spargel: Aussteigen oder intensivieren? Badische Bauernzeitung (48): 26.
- Billau, W., H. Gebendorfer (1999): Prinz, Fuchs und Blitz auf dem Damm. BW-Agrar (52): 20-22.
- Brückner, U. (k.A.): Einsatz von Kompost auf leichten Böden. Verband Süddeutscher Spargelanbauer e.V.
- Buchter, B., C. Hinz, H. Wydler, H. Flühler (1999): Evaluation of temperature and bypass flow sensitivity of tensiometers in a field soil. Geoderma 87: 281-291.
- Carter, M. R. (1993): Soil sampling and methods of Analysis. Canadian Society of soil science.
- Deller, B., H. Pfeleiderer, M. Zeller, T. Würfel (1999): Grunddüngung im Ackerbau. Landesanstalt für Pflanzenbau (Hrsg.) Merkblätter für die umweltgerechte Landbewirtschaftung 4: 1-8.
- Ehlers, W. (1996): Wasser in Boden und Pflanze. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Eldredge, P. E., C. C. Clinton, T. D. Stieber (1993): Calibration of granular matrix sensors for irrigation management. Agronomy Journal 85: 1228-1232.
- Finck, A. (1969): Pflanzenernährung in Stichworten. Hirts Stichwortbücher. Hirt, Kiel. 200.
- Finck, A. (1979): Dünger und Düngung. Verlag Chemie, Weinheim, New York. 441.
- Fink, M., Feller, C., Scharpf, H.-C., Weier, U., Ziegler, J., Schlaghecken, J., Paschold, P.-J., Strohmeyer, K. (2001): N_{min}-Sollwerte für Freilandgemüse. Gemüse 2: 14-17 und 28-?
- Flühler, H. (1997): Bodenphysik.
- Fricke, E. (2001): Wasser marsch: Was Beregnung bringt. dlz 6: 24-29.
- Gutezeit, B. (2001): Freilandgemüse bewässern - wie steuern und Wasser einsparen? Gemüse 2: 18-21.
- Hartge, K. H., R. Horn (1989): Die physikalische Untersuchung von Böden. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

- Hartmann, H. D. (1989): Spargel - Grundlagen für den Anbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Hersemann, H. D., H. Pfleiderer, W. Übelhör (1998): Berechnung des Nitratgehaltes im Boden mit Simulationsmodellen unter Verwendung von landesweit durchgeführten Bodennitratuntersuchungen (SchALVO, NID).
- Heupel, M. und Kessler, J. (2001): Spargelanlagen müssen jetzt regenerieren können. Spargel- und Erdbeer Profi, 4/01, 24-25.
- Jannasch, H. (1999): Viel hilft nicht immer viel. BW-Agrar (37): 12-13.
- Karl, B. (2000): Ergebnis der Berechnung: 136 dt/ha Kartoffeln mehr. Bauernzeitung 29: 18.
- Krug, H. (1986): Gemüseproduktion Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg.
- Krug, H., D. Kailuweit (1999a): Gefährdet Spargelanbau die Umwelt? Gemüse 6.
- Krug, H., D. Kailuweit (1999b): Gefährdet Spargelanbau die Umwelt? Stickstoffhaushalt von Spargel. Gemüse (7): 433-436.
- Lühr, K. H. (2000): Entwicklung eines Prüfverfahren für Bodenfeuchtesensoren.
- Lühr, K. H., S. Kleisinger (1998): Ein Prüfverfahren für Bodenfeuchtesensoren. Gartenbauwissenschaft; Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 63.
- Mastel (2001): Schriftliche Mitteilung der Durchführung von Bewässerungsempfehlungen nach BID.
- Mastel, K., Schulze, R., Grimm, S., Monkos, A. (2000): Informationen für die Pflanzenproduktion Ergebnisse der produktionstechnischen Versuche in Baden-Württemberg 2000. LAP Forchheim. IfPP Heft 12/2000
- Matthies, H. J., F. Meier (2000): Jahrbuch Agrartechnik. Landwirtschaftsverlag GmbH Münster 12.
- Mc Cann, J. R., D. C. Kincaid, D. Wang (1992): Operational characteristics of the Watermark model 200 soil water potential sensor of irrigation management. Applied Engineering in Agriculture 8 (5): 603-609.
- Meier, R. (2001): Mündliche Mitteilung der Grundnährstoffversorgung nach LUFA und Düngung auf dem Spargel-Standort Feldkirch.
- Mengel, K. (1984): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 325.
- Miersch, M. (1999): Stickstoffversorgung und -dynamik in Fruchtfolgen vieharmen Betriebe des ökologischen Landbaus. Abschlussbericht zum ITADA-Projekt A1.5, 115 S.
- Mosler, T. (2001): Tropfbewässerung bei Spargel. Spargel & Erdbeer Profi 2: 28-31.
- Paschold, P. J. (1993): Ermittlung des Wasserbedarfs von Gemüse im Freiland für eine effiziente Bewässerung unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft 2: 161-174.
- Paschold, P. J., G. Hermann, B. Artelt (1998): Einfluß der Stehdauer auf den Anteil Spargel der Handelsklasse I. Gemüse 1.
- Paschold, P. J., G. Hermann, B. Artelt (1999): Stickstoff: Ertrag, Stangenqualität und N_{\min} -Reste bei Spargel. Gemüse (10): 588-592.
- Paschold, P. J. (2001): N-Düngung von Spargel im ersten Standjahr. Gemüse 3: 34-37.
- Paschold, P. J., Artelt, B., Hermann, G., Börding, E., Meyer, B., Müller, C., (2001): Nährstoffbilanzen bei Spargel im ersten Standjahr. Gemüse 2: 37-40.
- Pfunder, H. (1996): Spargelanbau unter Folie in: Regierungspräsidium Karlsruhe (Hg.): Spargelinfo 1996/2 (1-11)
- Pfunder, H. (2001): Hinweise für den Spargelanbau. Spargel Pflanzhinweise 01 -hpf-: 1-3.
- Piepenbrock, W. (1999): Integrierte Produktion von Spargeln im Rheintal. Abschlußbericht zum ITADA-Projekt A 3.4.2: 52.
- Piepenbrock, W. (2002): Untersuchungen zur Bewässerung in der Spargelproduktion. Dissertation Uni Hohenheim.
- Pogue, W. R. (1990): Watermark Soil moisture sensor - an update. American society of agricultural engineers (90): 2582.

-
- Reisch, E., J. Zeddies (1992): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Rohmann, U. (1996): Nitratrestgehalte von Böden unter verschiedenen Nutzungsbedingungen und standortabhängige Nitratauswaschung in: Veröffentlichungen aus dem TZW Wasser, Karlsruhe, Bd. 1 Von der Analytik zur Problemlösung: 51–69.
- Rößler, U., D. Roth (1998): Literaturübersicht zum Stand der Infrarot-Thermometrie für die Kennzeichnung des Wasserversorgungsstandes von Kulturpflanzenbeständen unter Feldbedingungen. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft (1): 69-85.
- Rößler, U., D. Roth (1998): Zur Eignung der Infrarotthermometrie für die Beregnungssteuerung in humiden Gebieten. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft (2): 279-293.
- Scheffer, F., P. Schachtschabel (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Schlichting, E., Blume, H.-P., Stahr (1995): Bodenkundliches Praktikum. Pareys Studentexte 81. Blackwell Wiss.-Verlag, Berlin, Wien.
- Schmitz, M. (2000): Bodenfeuchtemessung. Landtechnik (3): 228-229.
- Sourell, H. (1999): Feldberegnung III. Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft (RKL).
- Sourell, H., R. Foitzik (2000): Normung im Bereich der Bewässerung. Landtechnik 55 (4): 312-313.
- Thomson, S. J., C. F. Armstrong (1987): Calibration of the Watermark model 200 soil moisture sensor. Applied engineering in agriculture 3 (2): 186-189.
- Thomson, S. J., T. Younos, K. Wood (1996): Evaluation of calibration equations and application methods for the Watermark Granular matrix soil moisture sensor. Applied engineering in agriculture 12 (1): 99-103.
- Thörmann, H.-H. und Sourell, H. (2001): Großflächen rationell versorgen. Bauernzeitung (19): 36-38.
- v. Alvensleben, R. et al (1983): Taschenbuch des Gartenbaus. Storck, H. (Hrsg.), Verlag Eugen Ulmer 702.
- Vogel, G. (1996): Handbuch des speziellen Gemüsebaus. Ulmer, Stuttgart.
- Wagner, F. und Degen, B. (1998): Beratungsgrundlagen zur ordnungsgemäßen Düngung im Gartenbau. Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg (Hrsg.).
- Waldmann, F. und Glomb, G. (1989): Bodentypkarte 1:25000 für das Gebiet der Mengener Brücke und die Flussgebiete Möhlin, Neumagen und Sulzbach. GLA Baden-Württemberg.
- Wang, D., I. R. Mc Cann (1998): An evaluation of Watermark soil water content sensors for irrigation scheduling. American society of agricultural engineers (88) 301.
- Wirthensohn, C. (1997): CES CompuTech GbR.
- Yoder, R. E., D. L. Johnson, J. B. Wilkerson, D.C. Yoder (1998): Soil water performance. Applied engineering in agriculture 14 (2): 121-131.
- Ziegler, J. (1999): Bleichspargelanbau. Neustädter Hefte (101).
- Ziegler, J. (1999): Vorlage EXCEL Tabelle "Spargelkalkulation".
- Zollfrank, U. (2001): Nutzung von Wetterdaten im Gemüsebau - Aussichten heiter bis wolzig. Gemüse (3): 25-27.

8 Anhang

8.1 Projekttermine und Präsentationen

- **Vorträge, Präsentationen, Projektbesprechungen und Kontakte**

- 10.01.2000 Projektvorstellung und Diskussion (IfuL)
- 30.03.2000 ITADA-Besprechung zum Sortenversuch Spargel auf dem Betrieb A. Walter in Rumersheim mit den Herren Merckling, Pfunder, Recknagel und Walter.
- 04.06.2000 Besuch des Betrieb Walter und Gespräch mit A. Walter über den Stand des Versuchs und die Erntebonitur.
- 26.09.2000 ITADA-Zwischenberichterstattung Aulendorf.
- 08.01.2000 Spargelbörse an der OGA Bruchsal: Präsentation von drei Postern mit Ergebnissen des Bewässerungsversuchs.
- 19.01.2001 Projektvorstellung und Diskussion (IfuL)
- 04.04.2001 Treffen mit Gemüsebauberatern Herren Altmann, Würth und Pfunder des ALLB Freiburg am IfuL: Vortrag zum Stande der Ergebnisse des Bewässerungsversuchs Feldkirch und anschließende Diskussion mit dem Ergebnis trotz eingeschränkter Aussagemöglichkeit zu den Bewässerungsverfahren eine weitere Versuchs-Spargelernte mit Hilfe des ALLB durchzuführen.
- 07.05.2001 Ungarische Besuchergruppe, Delegation des Inst. für Getreideforschung, Szeged, Prof. Dr. Frank: Feldbegehung des Bewässerungsversuchs in Feldkirch. Posterdemo Bewässerungsverfahren.

- **Teilnahme an Tagungen und Fortbildungen**

- 08.01.2000 7. Pfälzer Spargeltag in Neustadt a. d. Weinstr.
- 17.05.2000 Seminar der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume mit Landesstelle für landwirtschaftliche Marktkunde (LEL) in Forchheim: Beregnung – neue Techniken und rechtliche Anforderungen.
- 16.06.2000 Feldkolloquium ‚Beregnung‘ in Colmar (AGPM/ITCF) mit den Herren Vetter, Recknagel und Kansy.
- 22.06.2000 DLG-Feldtage, Rottmersleben.

- **Öffentlichkeitsarbeit**

- Aufnahme der Projektbeschreibung in die Internetseite des IfuL.
- Verteilung von Projektbeschreibungen des Projekts bei Fachveranstaltungen und auf Anfrage.
- 3 Poster zu Versuchsergebnissen ‚Bewässerung von Spargel‘, die u.a. auf dem Spargeltag 2000 präsentiert wurden.
- Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg: Aufnahme der Projektbeschreibung und Literatur in das Internetportal "TA-Net-BW" (Dezember 2001).

8.2 Daten

Tab. 14: Nährstoffgehalte und Bodeneigenschaften des Bodens (0-30 und 30-60 cm), 18.06.2000.

0-30cm	Humus [%]	Bodenart	pH-Wert	Kalk Stufe	P ₂ O ₅ [mg/100g]	P ₂ O ₅ Stufe	K ₂ O [mg/100g]	K ₂ O Stufe	Mg [mg/100g]	Mg Stufe	Gesamt-N [%]
F 801a	1,4	uL	6,9	C	20	C	33	D	11	C	0,08
F 801b	1,5	uL	6,8	C	21	C	34	D	10	C	0,09
F 801c	1,4	uL	6,9	C	17	C	31	D	11	C	0,09
F 802a	1,4	uL	6,8	C	21	C	37	E	10	C	0,08
F 802b	1,2	uL	7,0	E	16	C	25	C	11	C	0,07
F 802c	1,3	uL	7,1	E	20	C	34	D	11	C	0,08
F 803a	1,3	uL	6,9	C	18	C	24	C	11	C	0,08
F 803b	1,4	uL	6,8	C	17	C	25	C	12	C	0,07
F 803c	1,1	uL	7,3	E	16	C	22	C	12	C	0,07
F 804a	1,2	uL	6,5	C	14	C	25	C	11	C	0,07
F 804b	1,3	uL	6,9	C	14	C	25	C	14	D	0,08
F 804c	1,3	uL	6,9	C	15	C	26	D	12	C	0,08
F 805a	1,3	uL	6,8	C	16	C	29	D	13	C	0,08
F 805b	1,2	uL	6,8	C	14	C	25	C	12	C	0,08
F 805c	1,2	uL	7,2	E	13	C	27	D	13	C	0,08
F 806a	1,2	uL	6,8	C	15	C	28	D	12	C	0,08
F 806b	1,2	uL	6,7	C	16	C	28	D	11	C	0,08
F 806c	1,2	uL	6,8	C	15	C	27	D	10	C	0,07
Mittelwert	1,3		6,9		17		28		12		0,08
Min	1,1		6,5		13		22		10		0,07
Max	1,5		7,3		21		37		14		0,09
Stabw.	0,0		0,0		0,5		0,5		0,5		0,00
CV	0		1		3		2		4		6
30-60cm	Humus [%]	Bodenart	pH-Wert	Kalk Stufe	P ₂ O ₅ [mg/100g]	P ₂ O ₅ Stufe	K ₂ O [mg/100g]	K ₂ O Stufe	Mg [mg/100g]	Mg Stufe	Gesamt-N [%]
F 801a	1,2	uL	6,9		14		14		11		0,07
F 801b	1,2	uL	6,8		12		17		11		0,07
F 801c	1,4	uL	6,8		13		15		11		0,08
F 802a	1,2	uL	6,8		12		14		11		0,08
F 802b	1,0	uL	6,9		8		9		11		0,06
F 802c	1,0	uL	6,8		10		11		10		0,07
F 803a	1,0	uL	6,9		11		10		13		0,07
F 803b	1,0	uL	6,8		7		8		11		0,06
F 803c	0,9	uL	7,2		7		6		10		0,05
F 804a	1,1	uL	6,7		10		11		12		0,07
F 804b	1,1	uL	6,4		9		9		11		0,07
F 804c	1,2	uL	6,8		12		10		12		0,08
F 805a	1,0	uL	6,7		8		10		12		0,07
F 805b	0,9	uL	6,7		5		7		12		0,06
F 805c	1,2	uL	6,5		7		8		12		0,07
F 806a	1,1	uL	6,9		10		12		13		0,07
F 806b	1,0	uL	6,7		10		13		12		0,07
F 806c	0,9	uL	6,9		7		12		10		0,06
Mittelwert	1,1		6,8		10		13		11		0,07
Min	0,9		6,4		5		12		10		0,06
Max	1,4		7,2		14		13		12		0,07
Stabw.	0,1		0,1		1,5		0,5		1,0		0,00
CV	5		1		16		4		9		8

8.3 Produktionsrichtlinien der Bundesfachgruppe Gemüsebau zum Integrierten Anbau von Spargel

1) Fruchtfolge:

- Beim Wiederaufbau von Spargel ist eine mehrjährige Anbaupause anzustreben

2) Wahl der Anbaufläche:

- Keine Staunässe im Wurzelraum

Standweite:

- Reihenabstände wegen Abtrocknens der Bestände mehr als 160 cm
- Reihenabstände auf Gründüngung im Herbst abstimmen

3) Nährstoffversorgung:

Stickstoff:

- Nach N_{\min} -Sollwerten
- N_{\min} -Restmengen zum Vegetationsende unter 80 kg/ha in 0-90 cm anstreben
- Bei Ertragsanlagen vor Stechende keine N-Düngung
- Rest N-Mengen durch Gründüngung zwischen den Reihen im Spätsommer/Herbst aufnehmen lassen und vor Auswaschung schützen

P_2O_5 - und K_2O -Düngung:

- Bei Gehaltsklassen B und C nach Feldabfuhr
- Bei Gehaltsklasse D reduzierte Düngung
- Bei Gehaltsklasse E keine Düngung

Magnesium:

- Gehaltsklasse C anstreben

Bor:

- Gehaltsklasse C anstreben

4) Pflanzenschutz:

- Regionale Warndienstmeldungen beachten und Bestandskontrollen durchführen
- Bevorzugt biotechnische Maßnahmen anwenden
- Bevorzugt nützlingsschonende und selektiv wirkende Mittel anwenden
- Chemische Maßnahmen nach Zulassungsstand anwenden
- Tolerante Sorten gegen Blattkrankheiten bevorzugen

5) Ernteprodukt:

- Schonende Behandlung und Kühlung nach der Ernte

KI. Farbgr. ø [mm] L [cm]	1		2		3		4		5		6		7		8	
	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.
I weiß 26-36 17-22																
I weiß 16-26 17-22																
I weiß 12-16 17-22																
II ku weiß in II kurz vermarktet																
II weiß 16+ 17-22																
II weiß+violett 16+ 17-22																
II weiß+violett 12+ 17-22																
II weiß+violett 8+ 17-22																
II ku weiß/violett 12+ 12-17																
Bruch																
hohle Stangen																
aufgeblühte																
zu dünn																
berostet																
doppelt																
Fraßschäden (nur schätzen)																
zu krumm																
Fäulnis																
Köpfe																
braune Schuppenblätter																
sonstiges																
		9		10		11		12		13		14		15		16
KI. Farbgr. ø [mm] L [cm]	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.	g	St.z.
I weiß 26-36 17-22																
I weiß 16-26 17-22																
I weiß 12-16 17-22																
II ku weiß in II kurz vermarktet																
II weiß 16+ 17-22																
II weiß+violett 16+ 17-22																
II weiß+violett 12+ 17-22																
II weiß+violett 8+ 17-22																
II ku weiß/violett 12+ 12-17																
Bruch																
hohle Stangen																
aufgeblühte																
zu dünn																
berostet																
doppelt																
Fraßschäden (nur schätzen)																
zu krumm																
Fäulnis																
sonstiges																

Tab. 15: Sortier- und Boniturprotokoll für die Spargel-Versuchsernte.

Teil B: Sorten- und Bestandesdichteversuch SPARGEL (F)

Verantwortlicher: Paul MERCKLING (GDPLA-SUAD Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin)

Zielsetzung :

- Anpassung von Spargel an die regionalen Besonderheiten von Boden und Klima.
- Versuch "Sorten x Bestandesdichten" Begleitung und Auswertung der Ergebnisse.
 - Versuch mit neuen Sorten und Bewertung für den französischen Nordosten.

Untersuchte Faktoren:

6 Sorten: ANDREAS - GIJNLIM - THIELIM - BACKLIM - VULCAN – MARS

2 Bestandesdichten: D1 gepflanzt mit 33 cm Abstand in der Reihe

D2 gepflanzt mit 50 cm Abstand in der Reihe.

Versuchsstandort:

M. Adrien WALTER in Rumersheim-le-Haut (F-68)

Jahr 2000

Bewirtschaftungsmaßnahmen:

- ♦ Januar: Ausbringung von 100 t/ha Grüngutkompost
- ♦ Ende Februar: Pflügen
- ♦ Ende März: Ausbringung von 450 kg/ha de 0-20-30 (P/K)
- ♦ Ende März: 1 Bearbeitungsgang mit Kreiselegge
- ♦ Ende März: Anhäufeln und Abdecken mit Plastikfolie
- ♦ Mitte Juni: Nach der Ernte, Bodenlockerung und Abhäufeln mit Federzahnegge
- ♦ Mitte Juli: Ausbringung von 250 kg/ha 12-12-17-S und 150 kg/ha Kalkammonsalpeter
- ♦ 10. Juli: Spritzung mit 1.25 l/ha Technoate (Dimethoat), 2 l/ha Bor, 2 l/ha Rovral (Iprodione), 0.5 l/ha Score (Difenoconazol), 800 l/ha Spritzbrüheaufwand
- ♦ 10. August: Behandlung mit 5 l/ha Fungistop (Chlorotalonil), 0.5 l/ha Score, 2 l/ha Cartoon, Magnesium
Alle 2-3 Wochen Hacke mit engem Federzahnkultivator
- ♦ Anfang August: Unkraut-Handhacke in der Reihe
gezielte Herbizidbehandlung mit 1.5 l/ha Lentagran (Pulver) (Pyridat), 2 l/ha Targa (Quizalofop-ethyl), 2 l/ha Cent 7 (Isoxaben)
- ♦ September: Spritzung mit 1,5 l/ha Rovral, 0.5 l/ha Score, 4 l/ha Fungistop, Netzmittel
- ♦ Dezember: Krautschlegeln

EINFÜHRUNG:

Der beim Vater-Tochter Gemeinschaftsbetrieb (GAEC) WALTER in Rumersheim-le-Haut (F-68) angelegte Versuch soll Antwort geben auf eine sehr aktuelle Fragestellung: Kann eine umweltgerechte Spargelanlage (mit reduziertem Betriebsmittelaufwand) den Anforderungen des Marktes hinsichtlich Qualität und Wirtschaftlichkeit gerecht werden?

In diesem Versuch wurden sechs Sorten in Bezug auf Mengenertrag und Qualität geprüft. Es wurde in zwei Bestandesdichten ausgepflanzt, um zu sehen, inwiefern mit einer reduzierten Bestandesdichte der Gesundheitszustand der Pflanzen verbessert werden kann.

Hier werden die Ergebnisse der Saison 2000 vorgestellt. Verglichen werden die sechs Sorten und zwei Bestandesdichten hinsichtlich Ertrag, Frühreife, Stangenstärke und weiteren Kriterien der Spargelqualität.

MATERIAL UND METHODEN:

Der Mitte Mai auf einer Fläche von 9,6 ar angelegte Versuch befindet sich 2000 im zweiten Ertragsjahr. Zwei Faktoren werden variiert: Die Sorte und die Bestandesdichte.

Sechs Sorten sind in zwei Dichten ausgepflanzt:

ANDREAS	(F)
GIJNLIM	(NL)
THIELIM	(NL)
VULKAN	(D)
BACKLIM	(NL)
MARS	(D)

Reihenabstand = 2 m

3 Pflanzen/Laufmeter = D1

2 Pflanzen/Laufmeter = D2

Es handelt sich um einen Blockversuch mit 4 Wiederholungen je Sorte und je Abstand, also insgesamt 48 Einzelparzellen. Die Düngung, die Pflanzenschutzbehandlungen und die Beregnung entsprechen den Empfehlungen der ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung (raisonné).

Im dritten Produktionsjahr erstreckt sich die Ernte über 8 Wochen. Im Versuch dauerte sie 50 Tage, von Ende April bis zum 14. Juni 2000.

Geerntet wird täglich oder alle zwei Tage, je nach Witterungsverhältnissen. Geerntet werden alle Triebe, die bis in die obersten 5 cm des Dammes vordringen. Das Erntegut jeder Einzelparzelle wird getrennt erfasst. Nach dem Waschen und Schneiden wird gewogen; schließlich werden die 4 Wiederholungen einer Variante (Sorte x Dichte) zu einer Partie vereinigt. Anschließend werden die Spargel gewogen und nach den europäischen Normen sortiert (Klassifizierungsschema der deutschen Obst- und Gemüseproduzenten).

Vier bis fünf Mal je Saison wird die Sortierung und Kalibrierung kontrolliert sowie eine Qualitätsbeurteilung durch einen Versuchstechniker vorgenommen.

SORTENVERGLEICH – ERTRAG UND FRÜHREIFE:

Die Ernte begann im Jahr 2000 Ende April. Die Sorten ANDREAS und GIJNLIM erwiesen sich als am frühesten, gefolgt von MARS und THIELIM und schließlich VULKAN und BACKLIM.

Infolge der Hitzeperiode Anfang Mai kommen alle Sorten zu 100 % in den Ertrag und die späten Sorten holen die frühen schnell ein. So erreichen auch THIELIM, MARS, VULKAN und BACKLIM sehr schnell ein hohes Ertragsniveau.

Im übrigen sind die Erträge des Jahres 2000 außergewöhnlich hoch. An einigen Tagen waren sie phänomenal (über 300 kg/ha/Tag).

Nachstehend die Bruttoerträge der gesamten Saison bis zum Saisonende:

GIJNLIM	13,0 bzw. 10,8 t/ha
ANDREAS	10,0 bzw. 9,4 t/ha
THIELIM	10,7 bzw. 9,5 t/ha
VULKAN	11,7 bzw. 8,5 t/ha
MARS	9,3 bzw. 8,4 t/ha
BACKLIM	9,9 bzw. 8,1 t/ha

Die frühen Sorten erweisen sich regelmäßig als die ertragreichsten, selbst in einem außergewöhnlich warmen Jahr.

PRÜFUNG VON DURCHMESSER, SORTIERUNG UND QUALITÄT:

Qualitätskontrolle

Während der Erntesaison wurden vier Qualitätskontrollen, betreffend den äusseren Aspekt der Stangen durchgeführt.

Beurteilungskriterien:	Spitzen:	geschlossen bis geöffnet
	Form:	rund oder abgeplattet
	Krümmung:	sehr gerade bis sehr gebogen
	Schuppen:	flach bis sehr ausgeprägt
	Farbe:	keine bis starke Anthocyanfärbung
	Rost :	kein bis starker Rostbefall
	Allgemeinnote :	sehr gut bis schlecht

Es ergibt sich folgende Sortenklassifizierung:

SPITZEN:	In der Reihenfolge abnehmender Qualität:					
	GIJNLIM	THIELIM	BACKLIM	VULKAN	ANDREAS	MARS
	Geschlossen					Offen
FORM:	Von der Form her sind alle zylindrisch; lediglich THIELIM ist etwas abgeplattet und BACKLIM sowie MARS sind etwas konischer.					
KRÜMMUNG :	Sehr gerade			leicht gekrümmt		
	GIJNLIM	THIELIM	BACKLIM	ANDREAS	MARS	VULKAN
SCHUPPEN:	Kaum Unterschiede.					
FARBE:	weiss			anthocyangefärbt		
	ANDREAS	VULKAN	MARS	BACKLIM	THIELIM	GIJNLIM
ROST:	kein Befall					
	ANDREAS	GIJNLIM	MARS	VULKAN	THIELIM	BACKLIM
GESAMTNOTE:	GIJNLIM	BACKLIM	THIELIM	VULKAN	ANDREAS	MARS
	7	6.25	6	5.25	4.80	4.25

BEWERTUNG DER QUALITÄT:

Die gewichtete Gesamtnote von Qualität und Kaliber wird in der Tabelle 'Tagesbericht, Klassifizierung nach Handelsklassen' dargestellt. Daraus werden folgende Kriterien ausgewählt:

<u>Kriterium 1</u>	Prozentanteil der Spargel in Handelsklasse I (+ 16 mm) / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 2</u>	Prozentanteil der Spargel in Handelsklasse I (+ 12 mm) / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 3</u>	Prozentanteil der Spargel in Handelsklasse II (+ 8 mm) / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 4</u>	Prozentanteil der nicht marktfähigen Spargel / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 5</u>	Prozentanteil der marktfähigen Spargel / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 6</u>	Durchschnittsgewicht der Stangen

Mit dieser Analyse soll, ausgehend vom Bruttoertrag, der Marktwarenertrag in Abhängigkeit von der Qualität der Sorten ermittelt werden.

Für das Kriterium 1: Spargel in Handelsklasse I (+ 16 mm) zeigt sich folgendes Bild:

- Spitzengruppe:
GIJNLIM ist die Spitzensorte mit

	D1 : 75 %	und	D2 : 80 %
THIELIM	D1 : 74 %	und	D2 : 77 %
- Mittelfeld:

VULKAN	D1 : 73 %	und	D2 : 64 %
BACKLIM	D1 : 69 %	und	D2 : 73 %
- Schlussgruppe:

ANDREAS	D1 : 63 %	und	D2 : 65 %
MARS	D1 : 63 %	und	D2 : 59 %

Die Spargel der Handelsklasse I (+ 16 mm) sind für das Wirtschaftsergebnis von größter Bedeutung.

Für das Kriterium 2: Spargel in Handelsklasse I (+ 12 mm), treten die Sorten mit etwas feineren Stangen und guter Qualität klar hervor und liefern einen erheblichen Beitrag zu einem hohen Anteil an Ware in Handelsklasse I.

GIJNLIM	D1 : 88 %	und	D2 : 90 %
VULKAN	D1 : 91 %	und	D2 : 79 %
MARS	D1 : 78 %	und	D2 : 70 %

Bei den anderen Sorten mit größerem Durchmesser ist der Unterschied in Bezug auf Kaliber I weniger signifikant.

Kriterium 3 Prozentanteil der Spargel in Handelsklasse II (+ 8 mm) / bezogen auf Gesamt
Je geringer die Prozentanteile in dieser Kategorie, desto höher ist der Geldertrag der Sorte

- Spitzengruppe:

GIJNLIM	D1 : 8 %	und	D2 : 6 %
---------	----------	-----	----------
- Mittelfeld:

VULKAN	D1 : 6 %	und	D2 : 16 %
THIELIM	D1 : 14 %	und	D2 : 11 %
BACKLIM	D1 : 19 %	und	D2 : 8 %
- Schlussgruppe:

ANDREAS	D1 : 21 %	und	D2 : 20 %
BACKLIM	D1 : 18 %	und	D2 : 26 %

Bei den Kriterien 4 und 5: Vermarktungsfähige und nicht vermarktungsfähige Spargel, interessieren uns nur die vermarktungsfähigen Spargel. Hier zeichnet sich dieselbe Klassifizierungs-Rangfolge in abnehmender Reihung ab.

GIJNLIM	D1 : 98 %	D2 : 97 %
THIELIM	D1 : 96 %	D2 : 97 %
VULKAN	D1 : 98 %	D2 : 96 %
MARS	D1 : 97 %	D2 : 97 %
ANDREAS	D1 : 91 %	D2 : 97 %
BACKLIM	D1 : 94 %	D2 : 91 %

Der Fehlbetrag zu 100% sind die nicht vermarktungsfähigen Abfälle.

Beim Kriterium 6: Mittleres Stangengewicht, ergibt sich folgende Reihenfolge :

BACKLIM	D1 : 59 g	D2 : 49 g
ANDREAS	D1 : 48 g	D2 : 49 g
THIELIM	D1 : 40 g	D2 : 46 g
VULKAN	D1 : 40 g	D2 : 35 g
MARS	D1 : 38 g	D2 : 39 g
GIJNLIM	D1 : 38 g	D2 : 42 g

Kommentar zur Tabelle "Gewichteter Bruttoertrag der Varianten (Sorte x Dichte) mit dem Preis für die jeweilige Qualität, dargestellt als Indexzahl im Bezug auf ANDREAS"

Aus dieser Tabelle können wir den tatsächlichen Einfluss der Qualität auf das Wirtschaftsergebnis ermessen. Die Rangfolge von Bruttoertrag und Geldertrag stellt sich folgendermaßen dar:

Sorte	Bruttoertrag			Wirtschaftsergebnis		
	Klassifizierung	Index D1	Index D2	Klassifizierung	Index D1	Index D2
GIJNLIM	1	122	102	1	137	115
THIELIM	2	101	90	2	108	99
ANDREAS	3	100	88	3	100	93
VULKAN	4	80	74	4	91	79
BACKLIM	5	76	77	5	79	80
MARS	6	75	71	6	80	73

Das außergewöhnlich warme Jahr 2000 kommt den späten Sorten entgegen, sowohl was den Ertrag, als auch was die Qualität angeht.

In punkto Wirtschaftlichkeit beträgt der Rückstand der schlechtesten Sorte MARS gegenüber der Spitzensorte GIJNLIM 40 %. Dabei liegt der Bruttoertrag nur 34 % niedriger. Der Einfluss der Sortenwahl erweist sich als erstrangig.

Einfluss der Bestandesdichten auf die Wirtschaftlichkeit:

- Geringer Einfluss: BACKLIM
- geringer - mittlerer Einfluss: ANDREAS - THIELIM - MARS
- mittlerer bis starker Einfluss: VULKAN - GIJNLIM

SCHLUSSFOLGERUNG:

Im witterungsmäßigen Ausnahmejahr 2000 haben alle Sorten außergewöhnliche Erträge geliefert. Die späten Sorten haben von diesem warmen Jahr besonders profitiert: THIELIM - BACKLIM und VULKAN.

Der außergewöhnlich hohe Ertrag hat sicherlich Auswirkungen auf die vegetative Entwicklung der Parzellen und auf die weitere Entwicklung der Spargelanlage.

JAHR 2001:

Bewirtschaftungsmaßnahmen :

- ♦ Januar: 100 t/ha Kompost
- ♦ Februar: Pflügen
- ♦ Anfang April: PK-Düngung mit 500 kg/ha 0-20-30
Kreisellegge
Anhäufeln und Abdecken mit Plastikfolie
- ♦ Juni: Grubbern zwischen den Reihen
Unkrautbekämpfung mit Federzahnegge
NPK-Düngung mit 12-12-17-S
- ♦ Juli: N-Düngung mit 150 kg/ha Kalkammonsalpeter 33,5%
Behandlung mit Dithane M 45, Technoate, 0,5 l. Score
Hacke
Unkrautbekämpfung mit 2,5 kg/ha Dinurex, 1,5 kg/ha Cent 7
- ♦ 10. August: Behandlung mit 5 l/ha Fungistop, 0,5 l/ha Score, Magnesium
- ♦ Ende August: Hacken
- ♦ September: Hacken
- ♦ Dezember: Abschlegeln des Krauts

Die Ergebnisse des Jahres 2001 werden nachstehend dargestellt. Dabei handelt es sich um den Vergleich zwischen 6 Sorten und zwei Bestandesdichten im Hinblick auf Ertrag, Frühreife, Stangendurchmesser und die verschiedenen Qualitätskriterien von Spargeln.

MATERIAL UND METHODEN:

Die Versuchsanlage von 9,6 ar kommt in ihr drittes Ertragsjahr.

Zwei Variable werden geprüft: Sorte und Pflanzdichte.
Anlage wie im Jahr 2000 mit vier Wiederholungen.

Insgesamt sind es also 48 Einzelparzellen. Düngung, Pflanzenschutz und Beregnung erfolgen ordnungsgemäß bzw. 'überlegt' (raisonné), nach den Regeln der guten fachlichen Praxis.

Im vierten Ertragsjahr wird im Mittel über 7 Wochen gestochen. Im Versuch dauerte die Stechperiode 50 Tage, von Anfang Mai bis zum 22. Juni 2001.

Ernteverfahren und Qualitätsbonitur entsprechen denen des Jahres 2000.

SORTENVERGLEICH – ERTRAG UND FRÜHREIFE:

Wegen der schlechten Frühjahrswitterung und dem späten Anhäufeln hat die Ernte erst Ende April begonnen. Die ersten Erntemengen wurden jedoch nicht erfasst. Zur Kompensation der 10 verlorenen Tage und der Früheunterschiede wurden die Ergebnisse der ersten Erntewoche des Jahres 2000 eingefügt, um so die Ergebnisse auszugleichen und die Ertrags-hierarchie wiederherzustellen, wobei die tatsächliche Frühreife der Sorten berücksichtigt wurde.

Ergebnistabelle und Produktionskurven:

Folgende Erträge wurden erzielt:

	GIJNLIM		ANDREAS		THIELIM		MARS		BACKLIM		VULKAN	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Ertrag	8184.16	7020.00	6795.00	7155.00	6649.16	6052.50	5931.66	6131.66	6791.66	5235.83	6140.83	5451.66
Ertrags- ergänzung	1990.48	2275.40	2033.33	1589.68	1766.67	1844.44	2044.44	1392.86	1377.78	1010.32	1726.19	1274.60
korrigierter Ertrag	10174.64	9295.40	8828.33	8744.68	8415.83	7896.94	7976.10	7524.52	8169.44	6246.15	7867.02	6726.26

Die Rangfolge der frühen Sorten mit GIJNLIM und ANDREAS an der Spitze ist gleich wie im Jahr 2000. Da das Jahr (im Schnitt) kälter war, sind die späten Sorten wie VULKAN und BACKLIM schwächer. Die restlichen Sorten THIELIM und MARS liegen dazwischen.

Feststellung von Durchmesser, Sortierung und Qualität:

Qualitätskontrolle

Während der Erntesaison wurden vier Kontrollen der äußeren Qualität der Stangen vorgenommen.

Die Kriterien bewerten:	Köpfe:	geschlossen bis offen
	Form:	zylindrisch oder abgeplattet
	Krümmung:	sehr gerade bis sehr gekrümmt
	Schuppen:	flach bis sehr ausgeprägt
	Farbe:	keine bis starke Anthocyanfärbung
	Rost:	fehlend bis stark berostet
	Gesamtnote:	sehr gut bis schlecht.

Die Sorten wurden folgendermaßen klassifiziert:

KÖPFE:	Sehr große Unterschiede:					
	GIJNLIM	THIELIM	VULKAN	BACKLIM	MARS	ANDREAS
	8.4	7.9	7.2	6.8	5.6	5.4

FORM: Alle sind zylindrisch, bis auf THIELIM (etwas abgeplattet).

KRÜMMUNG :	GIJNLIM	THIELIM	VULKAN	ANDREAS	BACKLIM	MARS
	8	8	7.8	7	6.8	6.3
	gerade				etwas gekrümmt	

SCHUPPEN:	Wenig Unterschiede bis auf Backlim, die ausgeprägtere Schuppen hat.					
	MARS	VULKAN	ANDREAS	GIJNLIM	THIELIM	BACKLIM
	7.8	7.7	7.6	7.4	7	6.2

FARBE:	Geringe Unterschiede bis auf GIJNLIM (Anthocyanfärbung)					
	ANDREAS	VULKAN	BACKLIM	MARS	THIELIM	GIJNLIM
	7.8	7.4	7.3	7.2	7.2	5.4

ROST:	Wenig Unterschiede, leichte Berostung bei THIELIM und BACKLIM.					
	ANDREAS	VULKAN	GIJNLIM	MARS	THIELIM	BACKLIM
	8.1	8	7.8	7.7	7.5	7.4

GESAMTNOTE:	GIJNLIM	THIELIM	BACKLIM	VULKAN	ANDREAS	MARS
	7.8	7.7	6.6	6.6	5.8	5.4

ANALYSE VON STANGENDURCHMESSER UND QUALITÄT:

Die gewichteten Ergebnisse der Qualitäts- und Durchmesseruntersuchungen erlauben die Erstellung einer Tabelle 'Tagesbericht, Klassifizierung nach Handelsklassen'. Aus dieser Tabelle seien hier die folgenden Kriterien dargestellt:

<u>Kriterium 1</u>	Prozentanteil der Spargel in Handelsklasse I (+ 16 mm) / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 2</u>	Prozentanteil der Spargel in Handelsklasse I (+ 12 mm) / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 3</u>	Prozentanteil der Spargel in Handelsklasse II (+ 8 mm) / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 4</u>	Prozentanteil der nicht marktfähigen Spargel / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 5</u>	Prozentanteil der marktfähigen Spargel / bezogen auf Gesamt
<u>Kriterium 6</u>	Durchschnittsgewicht der Stangen

Diese Analyse erlaubt es, ausgehend von den Bruttoerträgen, die Handelswarenerträge in Abhängigkeit von der Qualität der Sorten aufzuzeigen.

Beim Kriterium 1 : Spargel der Handelsklasse I + 16 mm, ergibt sich folgende Rangfolge:

GIJNLIM	D1 : 74 %	und	D2 : 75 %
THIELIM	D1 : 71 %	und	D2 : 75 %
BACKLIM	D1 : 78 %	und	D2 : 68 %
VULKAN	D1 : 68 %	und	D2 : 66 %
ANDREAS	D1 : 58 %	und	D2 : 61 %
MARS	D1 : 53 %	und	D2 : 48 %

Insgesamt sehr große Unterschiede zwischen den Sorten.

Beim Kriterium 2: Spargel der Kategorie I über 12 mm, weisen die Sorten mit feineren und schöneren Stangen einen deutlich höheren Anteil in Handelsklasse 1 auf:

GIJNLIM	D1 : 74 %	⇒	82 %
	D2 : 75 %	⇒	83 %
VULKAN	D1 : 68 %	⇒	84 %
	D2 : 66 %	⇒	83 %

Der Unterschied ist weniger groß bei den anderen Sorten mit größerem Stangendurchmesser und mäßigerer Qualität..

Bei Kriterium 3: Spargel der Kategorie II + 8mm. Hier gilt, je niedriger der Prozentanteil, desto höher der Verkaufserlös der Sorte. Die Reihenfolge zeigt den zunehmenden Anteil an Handelsklasse II:

VULKAN	D1 : 8 %	und	D2 : 7 %
GIJNLIM	D1 : 13 %	und	D2 : 7 %
THIELIM	D1 : 13 %	und	D2 : 10 %
BACKLIM	D1 : 12 %	und	D2 : 15 %
MARS	D1 : 17 %	und	D2 : 27 %
ANDREAS	D1 : 22 %	und	D2 : 23 %

Bei den Kriterien 4 und 5 : Verkaufsfähige und nicht verkaufsfähige Spargel, untersuchen wir nur die verkaufsfähigen Spargel. Dabei ergibt sich folgende Rangfolge:

GIJNLIM	D1 : 97 %	und	D2 : 92 %
THIELIM	D1 : 93 %	und	D2 : 95 %
VULKAN	D1 : 95 %	und	D2 : 93 %
BACKLIM	D1 : 94 %	und	D2 : 92 %
ANDREAS	D1 : 86 %	und	D2 : 92 %
MARS	D1 : 88 %	und	D2 : 86 %

Die Differenz zu 100% ergibt die nicht verkaufsfähigen Abfälle.

Bei Kriterium 6: Mittleres Stangengewicht, ergibt sich folgende Rangfolge:

BACKLIM	D1 : 70 g	und	D2 : 51 g
ANDREAS	D1 : 50 g	und	D2 : 53 g
GIJNLIM	D1 : 45 g	und	D2 : 46 g
VULKAN	D1 : 39 g	und	D2 : 37 g
MARS	D1 : 38 g	und	D2 : 43 g
THIELIM	D1 : 25 g	und	D2 : 50 g

Kommentar zur Tabelle "Gewichteter Bruttoertrag der Varianten (Sorte x Dichte) mit dem Preis für die jeweilige Qualität, dargestellt als Indexzahl im Bezug auf ANDREAS"

Aus dieser Tabelle können wir den tatsächlichen Einfluss der Qualität auf das Wirtschaftsergebnis ermessen. Die Rangfolge von Bruttoertrag und Geldertrag stellt sich folgendermaßen dar:

Sorte	Bruttoertrag		Wirtschaftsergebnis	
	Klassifizierung	Index	Klassifizierung	Index
GIJNLIM	1	110	1	126
ANDREAS	2	99.50	3	102
THIELIM	3	92	2	104
MARS	4	87.50	6	87.50
BACKLIM	5	82	5	91
VULKAN	6	82.50	4	94

Das Jahr 2001 war kälter als das Jahr 2000 und erwies sich als günstiger für die frühen und mittelfrühen Sorten. GIJNLIM bleibt bei Bruttoertrag und Wirtschaftlichkeit an der Spitze. Doch THIELIM mit dem 3. Rang beim Bruttoertrag rückt bei der Wirtschaftlichkeit auf den 2. Platz. MARS mit dem 4. Platz beim Bruttoertrag fällt in der Wirtschaftlichkeit auf den 6. Platz zurück, während VULKAN vom letzten Platz beim Bruttoertrag auf den 4. Platz in der Wirtschaftlichkeit vorrückt. BACKLIM bleibt in beiden Kategorien auf dem 5. Platz.

MARS liegt in der Wirtschaftlichkeit 30 %, beim Bruttoertrag dagegen nur 20 % zurück. Der Einfluss der Qualität ist also für den Produzenten ausschlaggebend, umso mehr als das Qualitätsbewusstsein des Verbrauchers bei Spargel sehr ausgeprägt ist. Die Sortenwahl ist also entscheidend!

Einfluss der Bestandesdichten auf die Wirtschaftlichkeit:

- Bei ANDREAS und THIELIM: Geringe Unterschiede zwischen den beiden Dichten
- Bei GIJNLIM (+ 9.4 %) und MARS (+ 6 %): mittlerer bis geringer Einfluss höherer Dichten.
- Bei VULKAN (+ 16 %) und BACKLIM (+ 30 %): Bedeutende Unterschiede.

SCHLUSSFOLGERUNG:

Die Ergebnisse zeigen die Bedeutung des Bruttoertrags auf, weisen gleichzeitig aber auch auf die Bedeutung der Qualität für den Produzenten hinsichtlich des Einkommens, wie auch für das Qualitätsimage von Spargel beim Verbraucher hin.

Die Sortenwahl ist von zentraler Bedeutung: GIJNLIM und THIELIM erwiesen sich als die beiden interessantesten Sorten. ANDREAS würde ebenfalls dazuzählen, wenn ihr größter Fehler nicht die offenen Spitzen wären und bleibt auf jeden Fall eine der besten, was den Geschmack angeht.

Ergebnisse und Kommentare zu den vier Erntejahren 1998 - 2001 bei H. Adrien WALTER

Vegetationszustand im September 2001

Während der gesamten vier Jahre gab es ein größeres Problem: Die Anlage des 4. Blocks in einer kleinen Senke, in der sich das Wasser sammelt, hat zu einem schnellen Abbau geführt, so dass wir gezwungen waren, diesen 4. Block im Jahr 2000, dem dritten Erntejahr, herauszunehmen. Die restlichen drei Blocks sind von diesem Problem nicht betroffen. Der sehr verschlammungsanfällige sandig-lehmige Boden mit problematischer Struktur hat bei bestimmten Sorten zu einem schnelleren Abbau geführt.

Die nachstehende Tabelle vermittelt einen Überblick über den Vegetationszustand des Versuchs nach 4 Erntejahren:

Block B1	GY 2	TH2	VU2	BA2	AN 2	MA2	AN 1	BA 1	VU 1	MA 1	GY 1	TH 1
Anzahl Stangen/Parzelle	215,00	215,00	216,00	108,00	199,00	129,00	205,00	152,00	226,00	220,00	310,00	207,00
Mittel pro Pflanze	10,75	10,75	10,80	5,40	9,95	6,45	6,83	5,07	7,53	7,33	10,33	6,90
Fehlstellen /Parzell	2	2	4	2	1	1	3	2	1	3	0	1
schwache Pflanzen/Parz.	0	0	1	2	1	5	1	5	1	2	0	1

Block B2	GY 2	TH 2	VU 2	BA 2	AN 2	MA 2	AN 1	BA 1	VU 1	MA 1	GY 1	TH 1
Anzahl Stangen/Parzelle	262,00	234,00	196,00	130,00	209,00	249,00	267,00	168,00	250,00	236,00	354,00	207,00
Mittel/Pflanze	13,10	11,70	9,80	6,50	10,45	12,45	8,90	5,60	8,33	7,87	11,80	6,90
Fehlstellen/Parzelle	1	1	0	1	0	0	1	5	1	5	0	2
Schwache Pflanzen/Parz.	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	2

Block B3	GY 2	TH2	VU 2	BA 2	AN 2	MA 2	AN 1	BA 1	VU 1	MA 1	GY 1	TH 1
Anzahl Stangen / Parzelle)	353,00	260,00	259,00	180,00	231,00	218,00	262,00	178,00	239,00	254,00	304,00	192,00
Mittel / Pflanze	17,65	13,00	12,95	9,00	11,55	10,90	8,73	5,93	7,97	8,47	10,13	6,40
Fehlstellen/Parzelle	0	1	0	0	0	2	3	2	1	5	3	3
Schwache Pflanzen/Parz.	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	2

Mittel B1-B2-B3	GY 2	TH2	VU 2	BA 2	AN 2	MA 2	AN 1	BA 1	VU 1	MA 1	GY 1	TH 1
Anzahl Stangen / Parzelle	276,67	236,33	223,67	139,33	213,00	198,67	244,67	166,00	238,33	236,67	322,67	202,00
Mittel / Pflanze	13,83	11,82	11,18	6,97	10,65	9,93	8,16	5,53	7,94	7,89	10,76	6,73
Fehlstellen / Parzelle	1	1	1	1	0	1	2	3	1	4	1	2
Schwache Pflanzen/Parz.	0	0	0	1	0	2	1	3	1	1	0	2

D1 : 3 Pfl. / lfd. m - 0,33 m Abstand

D2 : 2 Pfl. / lfd. m - 0,50 m Abstand

Abkürzg. : Sorten

GY : GIJNLIM

TH : THIELIM

BA : BACKLIM

AN : ANDREAS

MA : MARS

VU : VULKAN

Die höheren Bestandesdichten hatten größere Ausfälle als die niedrigeren:

		Fehlstellen	schwache Pflanzen
Mittel der 3 Blöcke hohe Bestandesdichte	MARS	4	1
	BACKLIM	3	3
	THIELIM	2	2
	ANDREAS	2	1
	VULKAN	1	1
	GIJNLIM	1	0
Mittel der 3 Blöcke niedrige Bestandesd.	ANDREAS	0	0
	MARS	1	2
	BACKLIM	1	1
	VULKAN	1	0
	THIELIM	1	0
	GIJNLIM	1	0

Mittlere Anzahl Spargelstangen pro Pflanze und laufenden Meter in Abhängigkeit von der Pflanzdichte (2 oder 3 Pflanzen pro laufenden Meter):

		pro Pflanze		pro Laufmeter
D1 x 3	GIJNLIM	10.76		32.28
	ANDREAS	8.16		24.48
	VULKAN	7.94		23.82
	MARS	7.89	x 3	23.67
	THIELIM	6.73		20.19
	BACKLIM	5.53		16.59
D2 x 2	GIJNLIM	13.83		27.66
	THIELIM	11.82		23.64
	VULKAN	11.18		22.36
	ANDREAS	10.65	x 2	21.30
	MARS	9.93		19.86
	BACKLIM	6.97		13.94

Die Anzahl Stangen je laufenden Meter steigt nicht linear mit der Pflanzdichte.

Die Spargelpflanzen haben weniger Stangen bei höherer Pflanzdichte, die Anzahl Stangen je laufenden Meter ist aber dennoch höher, was auch die Steigerung des Gesamtertrags erklärt.

Der Versuch wies auch einige Plätze auf, wo punktuell Krankheiten auftraten, was die Gültigkeit der Ergebnisse nicht grundsätzlich in Frage stellt.

Bemerkungen zur Durchführung des Versuchs

1. DÜNGUNG

Die Kali- und Phosphatdüngung wurde in Abhängigkeit von den Bodenuntersuchungsergebnissen durchgeführt. Hinzu kam eine größere Menge an Grüngutkompost, was zu der guten Wüchsigkeit und die für eine Spargelanlage relativ hohen Erträge geführt hat.

Die Stickstoffdüngung wurde von der Pflanzung bis ins Jahr 2000 nach der Bilanzmethode unter Berücksichtigung der Frühjahrs- N_{\min} -Werte durchgeführt.

2. PFLANZENSCHUTZMASSNAHMEN

Ziel der Bewirtschaftungsmaßnahmen des Versuchs war, zu einer Verminderung der Anzahl der Behandlungen, insbesondere gegen Krankheiten zu kommen. In den ersten Jahren wurde versucht, mit weniger Behandlungen auszukommen als der Landwirt in seinen Anlagen. Im zweiten Vegetationsjahr gab es große Probleme, die Bestände gesund zu halten. Deshalb wurde dann eine Strategie zwischen den systematischen Routinespritzungen und einer integrierten Strategie gewählt, welche uns zu riskant erschien.

Es hat sich gezeigt, dass die höheren Bestandesdichten etwas anfälliger sind. Der Unterschied in der Bestandesdichte erlaubt jedoch keine substantielle Reduzierung der Anzahl von Behandlungen. Dafür müssten die Bestandesdichten noch stärker abgesenkt werden, was den Ertrag zu sehr beeinträchtigen würde. Hier liegen die höheren Bestandesdichten meistens an der Spitze, die Ertragsunterschiede zwischen D1 und D2 werden im 3. und 4. Erntejahr jedoch geringer.

Um die Spritzungen gegen Pilzkrankheiten (Rost – Stemphyllium – Botrytis) besser zu terminieren zu können wäre ein Modell erforderlich, mit dem sich die Spritzungen objektiver entscheiden und effizienter gestalten ließen.

Tabelle der Bruttoerträge (kg/ha) über 4 Jahre nach Sorten - Mittelwert D1 + D2.

Sortenmittel	GIJNLIM	Indice	ANDREAS	Indice	VULKAN	Indice	THIELIM	Indice	MARS	Indice	BACKLIM	Indice
kg/ha	D 1 - D 2	Jahr	D 1 - D 2	Jahr	D 1 - D 2	Jahr	D 1 - D 2	Jahr	D 1 - D 2	Jahr	D 1 - D 2	Jahr
2001	9 735	111	8 786	100	7 296	83	8 156	93	7 750	88	7 207	82
2000	11 951	119	10 041	100	10 148	101	10 157	101	8 911	89	9 029	90
1999	9 900	111	8 920	100	6 760	76	7 180	80	5 950	67	6 100	68
1998	3 150	89	3 529	100	1 881	53	2 870	81	2 813	80	2 866	81
TOTAL 4 JAHRE	34 736	108	31 276	100	26 085	78	28 363	89	25 424	81	25 202	80

Ergebnisse des Sorten- und Bestandesdichterversuchs

Erträge (kg/ha)

	1998		1999		2000		2001 (korrig.)		TOTAL	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
ANDREAS	3 695	3 278	8 868	7 750	10 673	9 409	8 828	8 745	32 064	29 182
Indice AND1	100	89	100	87	100	88	100	99	100	91
GIJNLIM	3 407	2 961	9 437	9 437	13 010	10 892	10 175	9 295	36 029	32 585
Indice AND1	92	80	106	106	122	102	115	105	112	102
THIELIM	3 121	3 025	6 886	6 402	10 729	9 584	8 416	7 897	29 152	26 908
Indice AND1	84	82	78	72	101	90	95	89	91	84
VULKAN	3 060	2 795	6 587	5 870	11 747	8 549	7 867	6 726	29 261	23 940
Indice AND1	83	76	74	66	110	80	89	76	91	75
BACKLIM	2 235	1 652	5 898	5 487	9 948	8 109	8 169	6 246	26 250	21 494
Indice AND1	60	45	67	62	93	76	93	71	82	67
MARS	3 196	2 521	6 037	5 025	9 344	8 478	7 976	7 525	26 553	23 549

D 1 = 3 Pfl./Laufmeter

D2 = 2 Pfl./Laufmeter

Klassifizierung der Sorten nach Brutto- und Nettoertrag (Verkaufsware):

	Gesamtertrag in 4 Jahren	Index Bruttoertrag		Index Nettoertrag	
		2000	2001	2000	2001
GIJNLIM	34 736 kg	115	105	133	119
ANDREAS	31 276 kg	100	99	100	104
VULKAN	26 085 kg	89	76	102	86
THIELIM	25 780 kg	95	89	106	102
BACKLIM	25 202 kg	93	71	105	77
MARS	25 424 kg	90	85	93	82

Kommentare zu den einzelnen Sorten:

- GIJNLIM** Bester Ertrag – beste Gesamtqualität – sehr schöne Köpfe – gerade Stangen – wenig Rost – mittlere bis große Durchmesser – größter Fehler ist, dass die Stangen rötlich anlaufen, wenn es warm wird.
- THIELIM** Guter Ertrag – gute Gesamtqualität – schöne Köpfe – gerade Stangen – etwas Rost bei kaltem Wetter – große Durchmesser – ein wenig Erröten bei heissem Wetter.
- ANDREAS** Guter bis sehr guter Ertrag – mittlere Gesamtqualität – Köpfe öffnen sich – gerade Stangen – kein Rost – mittlere bis große Durchmesser – kein Erröten.
- VULKAN** Mittlerer bis guter Ertrag – mittlere Qualität – mittlere Köpfe – ziemlich gerade Stangen – wenig Rost – mittlere Durchmesser, aber höherer Anteil unter einem Durchmesser von 12 mm – wenig Erröten.
- BACKLIM** Mittlerer Ertrag – mittlere Qualität – mittlere bis schöne Köpfe – ziemlich gerade Stangen – große Durchmesser – Erröten bei Hitze mittel – Die Stangen sind manchmal hohl.
- MARS** Mittlerer Ertrag – Die Köpfe öffnen sich ein wenig – Stangen ein wenig gekrümmt – mittlere Durchmesser – schwaches Erröten.

Kommentare zu den Bestandesdichten :

Insgesamt erbringt die höhere Bestandesdichte (3 Pflanzen / Laufmeter) bessere Natural- und Gelderträge

Ertragsunterschiede zwischen D1 und D2 über 4 Jahre :

VULKAN (5 321 kg/ha) weist den größten Unterschied auf, gefolgt von BACKLIM (4 756 kg/ha), GIJNLIM (3 444 kg/ha), MARS (3 004 kg/ha), ANDREAS (2 882 kg/ha) und THIELIM (2 244 kg/ha).

Der Abstand scheint jedoch mit fortschreitendem Alter der Spargelanlage abzunehmen.

Das Durchschnittsgewicht der Spargel stellt sich folgendermaßen dar:

Sorten	1998		1999		2000		2001	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
GIJNLIM	52	58+	57	59+	38	42+	45	46
ANDREAS	61+	58	55	58+	48	49+	50	53
VULKAN	47+	48	46+	44	40+	35	39	37
THIELIM	59+	60	58+	55	40	46+	55	50
MARS	58	61+	46+	43	38	39+	38	43
BACKLIM	66+	56	60+	58	59+	49	70	51

Von Jahr zu Jahr nimmt der mittlere Stangendurchmesser ziemlich schnell ab. Im ertragreichen Jahr 2000 war der Rückgang besonders deutlich

Für die Dichten:

Das durchschnittliche Gewicht von GINJLIM ist günstig für niedrige Bestandesdichten.

ALLGEMEINE SCHLUSSFOLGERUNGEN:

Der Spargelsorten- und Pflanzdichteversuch von M. Adrien WALTER in Rumersheim-le-Haut erlaubt folgende Erkenntnisse:

Sorten:

GINJLIM: Am ertragreichsten, sieht am besten aus, errötet aber schnell bei Hitze und lässt im Durchmesser schnell nach.

THIELIM: Etwas weniger produktiv, aber gut aussehend; etwas Rost bei Kälte und etwas Erröten bei Hitze.

ANDREAS: Sehr ertragreich, aber von durchschnittlicher Qualität und Präsentation (Köpfe öffnen sich); eine Sorte mit gutem Geschmack für die Direktvermarktung.

Bestandesdichte:

Die höhere Bestandesdichte (3 Pflanzen je laufendem Meter) bringen die besseren Natural- und Gelderträge, sind aber etwas anfälliger für Blattkrankheiten (Stemphilium und Botrytis). Eine Reduzierung der Spritzungen gegen Krankheiten ist schwierig, insbesondere bei höheren Pflanzdichten. Bei geringeren Dichten ist der Krankheitsdruck niedriger, was aber nicht genügt, um die Anlage gesund zu erhalten. Für eine integrierte Bewirtschaftung der Spargelanlagen müsste es Modelle geben, mit denen sich das Auftreten und die Entwicklung von Krankheiten besser vorhersagen lassen.

Ergänzende Auskünfte bei:

Paul MERCKLING - Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin - 2 rue de Rome
67309 SCHILTIGHEIM CEDEX. Tél. 03 88 19 17 13 Fax 03 88 81 27 29