

## **DIE BESTÄUBUNG DURCH DIE HONIGBIENEN (*APIS* SPP.) UND DIE PRODUKTION VON SONNENBLUME-HYBRIDSAMEN: EINFLUSS DER ANPFLANZUNGSARTEN AUF DIE BEWEGUNGEN DER HONIGBIENEN UND DEREN TÄTIGKEITSAREAL**

R.N. YADAV, S.N. SINHA, N.C. SINGHAL

*Indian Agricultural Research Institute, Regional Station,  
Karnal-132001, INDIEN*

### **Einleitung**

Nach Soja nimmt die Sonnenblume in der Welt die zweite Position als Ölfrofrucht pflanze ein. Sie ist eine bedeutende Kultur in Ländern mit gemäßigttem Klima, wie Rußland, Bulgarien, Rumänien, Kanada und USA. Da die Sonnenblume kein Cholesterin enthält und anticholesterin wirkt, steigt die Nachfrage auf dem Weltmarkt von Tag zu Tag an. In Indien wurde die Sonnenblume zwischen 1999 und 2000 auf 1,33 mha angebaut, wobei ihre Produktion 0,8 mt und ihre Produktivität 601 kg/ha betragen.

Die Sonnenblume-Hybridsamen werden durch die Ausnutzung der zytoplasmatischen genetischen männlichen Sterilität (ZGMS) erhalten. Die ZMS-Linie (Linie A) wird für ihre Konservierung von der Konservierungslinie (Linie B) und für die Produktion von Hybridsamen von der Wiederherstellungslinie (Linie W) bestäubt. Der Sonnenblumepollen ist schwer und klebrig und kann deshalb vom Wind nicht befördert werden. Die Honigbienen sind die bedeutendsten Überträger des Pollens von der männlichen zur weiblichen Linie. Im allgemeinen sind die Gespenstersamen, d.h. kernlose oder leere Samen, vor allem die Folge einer unentsprechenden Bestäubung.

Im allgemeinen werden die A und W Linien in getrennten Reihen angepflanzt, wobei ein bestimmtes Verhältnis für die kommerzielle Produktion von Hybridsamen eingehalten wird. PARKER (1981) berichtete über wahllose Bewegungen der Honigbienen zwischen den Blüten der männlichen und weiblichen Blütenkörbchen. Dieses Verhalten, das Nektarsammeln, kann zur Übertragung des Pollens von der W-Linie zur A-Linie ausgenutzt werden, u. zwar durch die Positionierung dieser Pflanzen in den Anpflanzungen. SEETHARAM und SATYANARAYANA (1983) beobachteten ein besseres Ansetzen der Samen in den Reihen der A-Linie, wenn diese beidseitig oder nur einseitig von einer Elternlinie (W-Linie) flankiert waren. Dieses beweist, daß die Pollenübertragung durch die Bienen viel besser ist, wenn die Pollenquelle sich in der Nähe befindet. Folglich ist eine Veränderung der relativen Position der Pflanzen der A- und W-Linien (Anpflanzungsdesign) notwendig. Dadurch steigt die Zahl der Pflanzen der A-Linie, die wenigstens auf einer Seite von pollenliefernden Elternpflanzen flankiert sein muß. Dabei soll das Verhältnis der Elternlinien nicht geändert werden.

Zu diesem Zweck kann die Reihe der W-Linie in kleine Blocks eingeteilt werden, die einheitlich in den Reihen der A-Linie eingesetzt werden. Die Reihe der W-Linie kann sogar in kleinste Blocks fragmentiert werden, wie z.B. nur eine Pflanze. Diese Blocks werden wahllos in den samenerzeugenden Elternreihen eingesetzt. Mit anderen Worten, die Samen der A- und W-Linien können vor dem Aussäen vermischt werden. Dadurch wird die Zahl der samenliefernden Elternpflanzen vergrößert, die wenigstens auf einer Seite von pollenliefernden Elternpflanzen flankiert sind. Bei der Sonnenblume können die Pflanzen der W-Linie leicht identifiziert werden, da die Wiederherstellungslinien im Vergleich zu den samenliefernden Elternlinien (ein Zweig und ein Blütenkörbchen) viel mehr Zweige und Blütenkörbchen haben. Nach der Bestäubung können die Pflanzen der W-Linie aus der Anpflanzung von samenliefernden Pflanzen vollständig entfernt werden. Dadurch kann die mechanische Vermischung der Samen der W-Linie mit denen der Hybride vermieden werden.

### **Material und Methode**

Der Versuch erfolgte mit Elternlinien (Sameneltern ZGS 7-1A und Polleneltern WHA 271) im Frühjahr 1999/2000 in einem öffentlichen Sektor mit Hybridsonnenblume (APSH 11) und in 2000/2001 auf der IARI-Farm, Regionalstation Karnal (Indien). Die Elternlinien wurden in einem Verhältnis von 1W:3A, 1W:5A und 1W:8A ausgesät, mit einer Isolierung von über 600 m. Die Samenkulturen wurden in Reihen von 5 m Länge am 15. und 19. Januar 2000 bzw. 2001 ausgesät. Der Abstand zwischen den Reihen betrug 60 cm, zwischen den Pflanzen 30 cm. Bei jedem Anpflanzungsverhältnis wurden drei Anpflanzungsarten verwendet. Diese waren:

- getrennte Reihen (D1): die Samenelternlinien und die Pollenelternlinien wurden in getrennten Reihen angepflanzt;
- gemischte Anpflanzung (D2): die Elternlinien wurden gemischt angepflanzt;
- Blocks (D3): die Pollenelternlinien wurden in Blocks angepflanzt, die innerhalb der Samenparzelle einheitlich verteilt waren.

Zwischen 9.00 und 11.00 Uhr wurden bei jeder Anpflanzungsart 15 Minuten lang die Bewegungen und das Tätigkeitsareal der Honigbienen (*Apis mellifera*) beobachtet. Die Pollen- und Nektarsammlerinnen wurden getrennt gezählt. Die Honigbienen mit Pollen im Pollenkörbchen wurden als Pollensammlerinnen registriert, die anderen als Nektarsammlerinnen. Die Daten wurden abhängig von dem Anpflanzungsverhältnis interpretiert, um auf diese Weise die Wirkung der drei Anpflanzungsarten festzustellen. Die Bewegungen der Pollen- und der Nektarsammlerinnen wurden in vier Kategorien gruppiert:

- M1: Honigbienen, die sich von männlichen zu männlichen Blütenkörbchen begaben;
- M2: Honigbienen, die sich von männlichen zu weiblichen Blütenkörbchen begaben;
- M3: Honigbienen, die sich von weiblichen zu männlichen Blütenkörbchen begaben;
- M4: Honigbienen, die sich von weiblichen zu weiblichen Blütenkörbchen begaben.

Eine Honigbiene, die sich auf einem Blütenkörbchen der männlichen Linie befand, wurde so lange beobachtet, bis sie das betreffende Blütenkörbchen verließ und sich auf ein anderes in ihrem Tätigkeitsareal niederließ. Die bei einem solchen Flug zurückgelegte Distanz wurde bestimmt und auch die Zahl der Blütenkörbchen, welche sie überflog. Ließ sich die Biene auf der nächsten Pflanze nieder, wurde diese als die „naheste Pflanze“ betrachtet. Überflog sie ein oder mehrere Blütenkörbchen, wurde die Pflanze, auf der sie sich niederließ, als die „entfernteste Pflanze“ betrachtet.

Fünf weibliche Blütenkörbchen, die sich in verschiedenen Abständen (30, 60, 120 und 180 cm) von männlichen Pflanzen befanden, wurden innerhalb der verschiedenen Anpflanzungsarten etikettiert. Das Anpflanzungsverhältnis betrug 1W:8A. Zur Bestimmung des Prozentsatzes des Samenansatzes wurden diese Pflanzen geerntet und einzeln gedroschen.

$$\text{Zahl der gebildeten Samen} = (\text{Zahl der vollen Samen} / \text{Zahl der vollen+ leeren Samen}) \times 100.$$

## Ergebnisse und Diskussionen

### Bewegung der Honigbienen

Als Bewegung der Honigbienen innerhalb der Hybridsamen-Sonnenblumeanpflanzung wurde der Flug einer Honigbiene von einer Blüte zur anderen, unabhängig von der Distanz und der Elternlinie, definiert. Da für die Produktion von Hybridsamen zwei Elternlinien angepflanzt wurden, gab es vier Kombinationen von Blütenkörbchen und Honigbienenbewegungen. Die Pollensammlerinnen konzentrierten ihre Tätigkeit auf den männlichen Blütenkörbchen und zeigten weniger Interesse für den Nektar oder für die Fortbewegung zu einer weiblichen Linie. Es wurde beobachtet, daß die Pollensammlerinnen den Pollen von der Spitze des Staubbeutel sammelten und ihn im Pollenkörbchen ablagerten. Das heißt, daß dieser Pollen nicht zur Bestäubung verwendet wurde. Deshalb waren sie vom Standpunkt der Bestäubung von geringer Bedeutung. Die Nektarsammlerinnen hingegen, die Kopf und Zunge zwischen Blütenkronen und Staubbeuteln steckten, waren mit Pollen bepudert (FREE, 1964). Aus diesem Grunde führen wir nur die Daten bezüglich der Nektarsammlerinnen an und diskutieren nur deren Bewegungen.

Tabelle I

Wirkung der Anpflanzungsart auf die Bewegungen der Honigbienen innerhalb der Hybridelternlinien der Sonnenblume APSH 11

Anpflanzungsart	Zahl der <i>Apis mellifera</i> in 2000							
	Nektarsammlerinnen				Pollensammlerinnen			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
Getrennte Reihen (D1)	31 (24)	22 (17)	19 (15)	57 (44)	46 (31)	26 (17)	20 (13)	58 (39)
Gemischte Anpflanzung (D2)	38 (31)	25 (21)	11 (9)	47 (39)	47 (35)	27 (20)	13 (10)	47 (35)
Blocks (D3)	36 (30)	19 (16)	22 (18)	42 (35)	47 (34)	24 (17)	24 (17)	45 (32)
Durchschnitt	35 (28)	22 (18)	17,3 (14)	48,7 (40)	46,7 (33)	25,7 (18)	19 (13)	50 (35)
Zahl der <i>Apis mellifera</i> in 2001								
Getrennte Reihen (D1)	21 (38)	5 (9)	4 (7)	25 (45)	24 (41)	5 (9)	4 (7)	25 (43)
Gemischte Anpflanzung (D2)	15 (26)	9 (16)	6 (10)	28 (48)	17 (28)	9 (15)	6 (10)	28 (47)
Blocks (D3)	18 (35)	7 (14)	3 (6)	23 (45)	22 (40)	7 (13)	3 (5)	23 (42)
Durchschnitt	18 (33)	7 (13)	4,3 (8)	25,3 (46)	20 (35)	7 (12)	4,3 (8)	25,3 (45)
Frequenz (%) der <i>Apis mellifera</i> (Durchschnitt der Jahre)								
D1	31,0	13,0	11,0	44,5	36,0	13,0	10,0	41,0
D2	28,5	18,5	9,5	43,5	31,5	17,5	10,0	41,0
D3	32,5	15,0	12,0	40,0	37,0	15,0	11,0	37,0
Durchschnitt	30,7	15,5	10,8	42,7	34,8	15,2	10,3	39,7

Die Klammern stellen den Prozentsatz der Werte dar. M1 = Fortbewegung von männlich zu männlich, M2 = von männlich zu weiblich, M3 = von weiblich zu männlich, M4 = von weiblich zu weiblich.

In den Jahren 2000 bzw. 2001 betrug die Frequenz aller Honigbienen (Tab. I), die sich innerhalb der Elternlinien (M1 + M4) bewegten, 68 und 80%, und 31 und 20% für die, die sich zwischen den Linien (M2 + M4) bewegten. Der Durchschnitt der Anpflanzungsarten ergab in den Jahren 2000 bzw. 2001, daß 33 und 35% der Honigbienen sich innerhalb der männlichen Elternlinie (M1) und 35 und 45% innerhalb der weiblichen Elternlinie (M4) bewegten. Die Frequenz der Honigbienen, die sich von der männlichen Linie zur weiblichen (M2) begaben, betrug in den zwei Jahren 18 und 12% und 13 und 8% im Falle derer, die sich von der weiblichen Linie zur männlichen (M3) begaben. Fast 30% der Nektarsammlerinnen (Durchschnitt der Arten und Jahre) bewegten sich innerhalb der männlichen Linie. Die Frequenz der Bienen (Durchschnitt der Jahre) mit M1-Bewegungen war im Falle von D2 (gemischte Anpflanzung) um 28,5% niedriger als bei D1 (getrennte Reihen) – 31% und als bei D3 (Blocks) – 32,5%. Die niedrige Frequenz der Bienenbewegungen innerhalb der männlichen Linie der gemischten Anpflanzung könnte eine Folge der Tatsache sein, daß bei dieser Anpflanzungsart die Pflanzen der männlichen Linie verstreut waren. Im Falle der Produktion von Hybridsamen war die wichtigste Fortbewegung der Bienen vom Standpunkt der Bestäubung diejenige von der männlichen zur weiblichen Linie (M2). Die Frequenz der Nektarsammlerinnen, die sich von der männlichen zur weiblichen Linie (M2) fortbewegten, war in 2000 bzw. 2001 am höchsten bei D2 (21 und 16%), gefolgt von D3 (16 und 14%) und D1 (17 und 9%). Die Durchschnittswerte der Anpflanzungsart zeigten, daß nur ein kleiner Teil (12,18%) aller Honigbienen sich von den männlichen zu den weiblichen Elternblüten begaben. DEGRANDI HOFFMAN und MARTIN (1993) berichteten über Frequenzen von 6,5 bis 12,8% bei den Fortbewegungen der Honigbienen von den männlichen zu den weiblichen Linien. MUÑOZ RODRIGUEZ (1979) hingegen, führte einen Wert von 4,2% an. Die Zahl aller Honigbienen (Pollen- und Nektarsammlerinnen) war am höchsten bei D2 (17,5%), gefolgt von D3 (15%) und D1 (13%) (Jahresdurchschnitte). Die höchste Frequenz der Honigbienen mit einem solchen Verhalten (M2) war durch die Tatsache bedingt, daß in einer gemischten Anpflanzung die Pflanzen der männlichen Linie von Pflanzen der weiblichen Linie umringt waren.

Die Fortbewegung der Honigbienen von den Blütenkörbchen der weiblichen Linie zu anderen, die ebenfalls einer weiblichen Linie angehören, ist für die Bestäubung kritisch, da der senkrecht von männlich zu weiblich übertragene Pollen auch waagrecht von weiblich zu weiblich übertragen werden kann. DEGRANDI HOFFMAN und MARTIN (1995) beobachteten in ihren Studien, daß der Großteil des Pollens vom Körper der Honigbienen, die von sterilen männlichen Pflanzen sammelten, von den vorher besuchten sterilen männlichen Blütenkörbchen stammte. Im vorliegenden Studium bewegte sich bei allen Anpflanzungsarten eine große Bienenzahl innerhalb der weiblichen Linie. Die Frequenz der Pollensammlerinnen mit einem solchen Verhalten (M4) war in diesen zwei Jahren am höchsten bei D1 (44,5%), gefolgt von D2 (43,5%) und D3 (40%). Die hohe Frequenz bei D1 war eine Folge der Anpflanzung aller weiblicher Pflanzen an der gleichen Stelle.

### **Tätigkeitsareal**

Je größer die Zahl der samenliefernden Elternpflanzen ist, desto besser wird die Samenernte pro Areal sein, aber nur unter der Bedingung, daß das Verhältnis zwischen Ernte und Pflanze nicht geändert wird. Folglich ist das Anpflanzungsverhältnis zwischen weiblichen und männlichen Linien von Bedeutung. Ausschlaggebend für dieses Verhältnis sind die Pollenproduktion der W-Linie und die Verbreitung des Pollens durch die Bestäuber. Unter Tätigkeitsareal der Honigbienen versteht man, wie weit der Pollen für eine effektive Bestäubung verbreitet wird. Im vorliegenden Studium wurde das Tätigkeitsareal auf drei Arten bestimmt.

1. *Flugdistanz*: Flugdistanz ist diejenige Distanz, die zwischen zwei sukzessiv besuchten Blütenkörbchen zurückgelegt wird. Die Daten (Tab. II) ergaben, daß in den Jahren 2000 bzw. 2001 der größte Bienenprozentsatz (41 und 52%) 30 cm zurücklegte, gefolgt von 31-60 cm (20%), 61-90 cm (13 und 18%) und über 90 cm (18 und 20%). RIBBANDS (1964) berichtete, daß die Honigbienen ihr Sammelareal auf kleine Zonen beschränkten, wenn die Blüten in großer Zahl vorhanden waren und das Sammeln entlang der Pflanzenreihen stattfand. SEETHARAM und SATHYANARAYANA (1983) berichteten ihrerseits über ein besseres Ansetzen der Samen in den Reihen der A-Linie, die einerseits oder beiderseits von Reihen der W-Linie flankiert waren. Das beweist, daß die Honigbienen die nächstliegenden Pflanzen besucht haben. Im Jahre 2000 wurde der Höchstprozentsatz (72%) an Pollensammlerinnen, die innerhalb von 30 cm sammelten, bei D1 beobachtet, gefolgt von D3 (60%) und D2 (22%). Im nächsten Jahr war die Zahl der Pollensammlerinnen stark herabgesetzt. Der hohe Prozentsatz der Pollensammlerinnen, die sich in D1 innerhalb von 30 cm betätigte, wurde durch die Tatsache verursacht, daß alle männlichen Pflanzen in der Nähe angepflanzt waren. Im Jahre 2000 war der Prozentsatz der Nektar- und Pollensammlerinnen bei über 90 cm bei der Anpflanzungsart D2 maximal (25 und 33%), gefolgt von D3 (13 und 20%) und D1 (13 und 11%). Eine ähnliche Tendenz wurde auch im folgenden Jahr (2001) bei allen drei Anpflanzungsarten beobachtet. Das suggeriert, daß die gemischte Anpflanzung die beste wäre, da die Distanz zwischen männlichen und weiblichen Pflanzen größer ist.

**Wirkung der Anpflanzungsart (D) auf die Frequenz der Honigbienen, die verschiedenen große Flugdistanzen zurücklegten, und auf die Produktion von Hybridsamen der Sonnenblume APSH 11**

Anpflanzungsarten	Zahl der Honigbienen (2000)											
	Flugdistanz (cm)											
	Pollensammlerinnen (P)				Nektarsammlerinnen (N)				Insgesamt (P + N)			
	<30	31-60	61-90	>90	<30	31-60	61-90	>90	<30	31-60	61-90	>90
Getrennte Reihen (D1)	13 (72)	3 (17)	0 (0)	2 (11)	6 (40)	4 (26)	3 (20)	2 (13)	19 (58)	7 (21)	3 (9)	4 (12)
Gemischte Anpflanzung (D2)	2 (22)	1 (11)	3 (33)	3 (33)	10 (50)	3 (15)	2 (10)	5 (25)	12 (41)	4 (14)	5 (17)	8 (28)
Blocks (D3)	6 (60)	2 (20)	0 (0)	2 (20)	13 (54)	6 (25)	2 (8)	3 (13)	19 (56)	8 (24)	2 (6)	5 (15)
Durchschnitt	7 (57)	2 (16)	1 (8)	2,3 (19)	9,7 (49)	4,3 (22)	2,3 (12)	3,3 (17)	16,7 (52)	6,3 (20)	3,3 (10)	5,7 (18)
	Zahl der Honigbienen (2001)											
Getrennte Reihen (D1)	0 (0)	2 (50)	1 (25)	1 (25)	17 (52)	6 (18)	6 (18)	4 (12)	17 (45)	8 (22)	7 (19)	5 (14)
Gemischte Anpflanzung (D2)	0 (0)	2 (40)	0 (0)	3 (60)	14 (40)	6 (17)	7 (20)	8 (23)	14 (35)	8 (20)	7 (18)	11 (27)
Blocks (D3)	5 (71)	0 (0)	1 (14)	1 (14)	11 (37)	7 (23)	6 (20)	6 (20)	16 (43)	7 (19)	7 (19)	7 (19)
Durchschnitt	1,7 (32)	1,3 (25)	0,7 (13)	1,7 (32)	14 (43)	6,3 (19)	6,3 (19)	6,0 (18)	15,7 (41)	7,7 (20)	7 (18)	7,7 (20)

Die Klammern stellen prozentuelle Werte dar.

**2. Landung der Honigbienen auf der nächsten/entferntesten Blüte:** Für die Bestäubung ist von größter Bedeutung, wo die Honigbiene nach dem Besuch einer männlichen Blüte landen wird. Wenn nach ihrem Abflug von einer männlichen Blüte die Biene über keine andere Pflanze hinwegflog, wurde angenommen, daß sie sich auf der nächsten Pflanze niedergelassen hat. Ist sie wenigstens über eine Pflanze hinweggeflogen, dann wurde angenommen, daß sie sich auf einer entfernten Pflanze niederließ. Fast 83% der Nektarsammlerinnen und 64% der Pollensammlerinnen (Tab. III) ließen sich auf der nächsten Pflanze nieder, wahrscheinlich um Energie zu sparen. ROBINSON (1984) berichtete, daß nach dem Besuch einer männlichen Pflanze die Honigbienen es vorzogen, sich auf einer nahen Pflanze als auf einer entfernten sterilen männlichen Pflanze niederzulassen. Ungefähr 55% der Pollensammlerinnen von D2 landeten auf der nächsten Pflanze, 62,5% von D2 und 675,5% von D3 (Durchschnitte der Jahre). Die Zahl der Honigbienen war in D2 kleiner, da die pollenliefernden Pflanzen in der Parzelle verstreut waren. Der hohe Prozentsatz von Nektarsammlerinnen, die in allen drei Anpflanzungsarten sich auf der nächsten Pflanze niederließen, ist eine Folge der wahllosen Bewegungen zwischen männlichen und weiblichen Blüten.

Tabelle III

**Prozentsatz (%) der Honigbienen, die nach dem Abflug von einer pollenliefernden Hybridsonnenblume APSH 11 sich auf der nächsten/entferntesten Pflanze im Rahmen der verschiedenen Anpflanzungsarten niederließen**

Anpflanzungsart	Prozentsatz (%) der Honigbienen mit Landung auf					
	der nächsten Blüte			der entferntesten Blüte		
	P	N	T	P	N	T
Getrennte Reihen (D1)	62,5	88,5	83,0	37,5	11,5	17,0
Gemischte Anpflanzung (D2)	55,0	82,5	77,0	45,0	17,5	23,0
Blocks (D3)	75,5	77,5	76,5	24,5	22,5	23,5
Durchschnitt	64,3	82,8	78,8	35,7	17,2	21,2

P = Pollensammlerinnen; N = Nektarsammlerinnen; T = Insgesamt (P + N)

**3. Ansetzen der Samen bei unterschiedlicher Entfernung vom Elternpollen:** im allgemeinen stellt bei der Sonnenblume die Disponibilität des Pollens kein Problem dar, da eine einzige Pflanze eine sehr große Zahl (125 – 250 Millionen) Pollenkörner erzeugt (DEODIKAR et al., 1977). Vergrößert sich der Abstand von der Pollenquelle, dann wurde ein Nachlassen der Samenansetzens festgestellt (Abb. 1). Im Vergleich zu D3 und D1 war es niedriger in D2, wahrscheinlich eine Folge der größeren Verstreuerung der pollenliefernden Pflanzen in der Anpflanzung. ROBINSON (1984) und SKINNER (1988) stellten fest, daß die Samenernte sich verkleinerte, wenn die Distanz zur Pollenquelle anstieg.

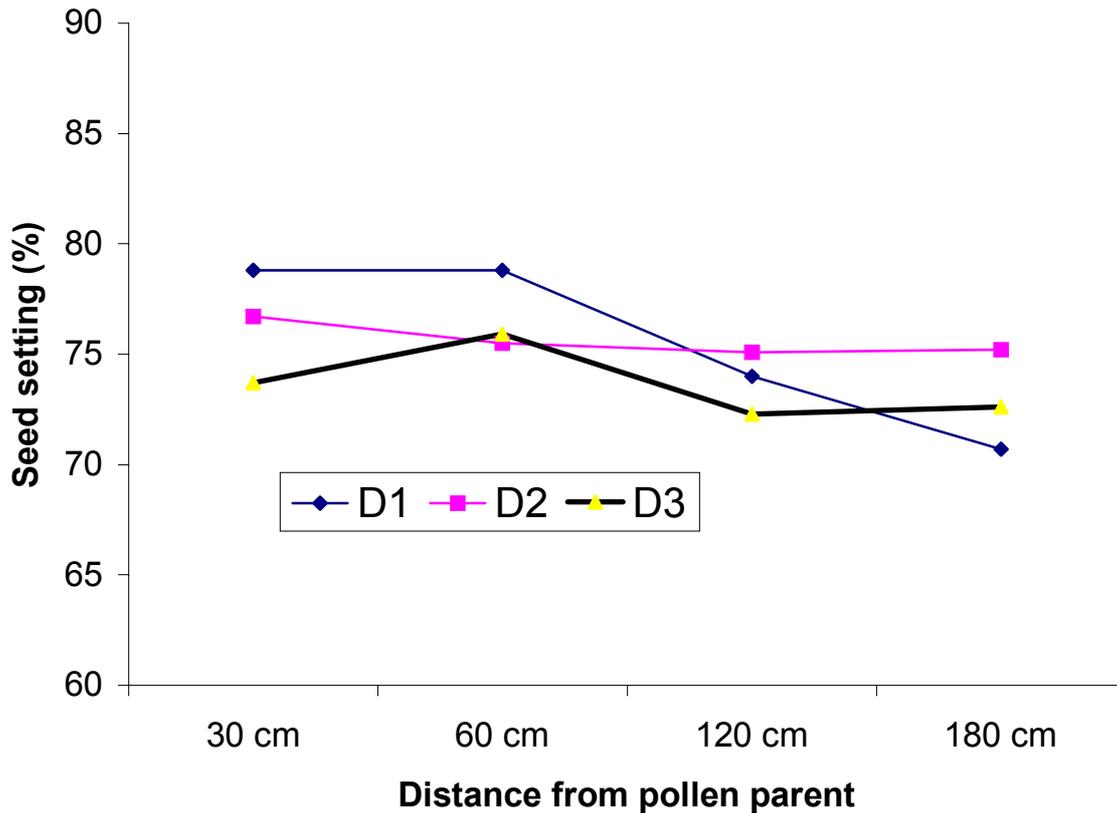


Abb. 1 – Samenansetzen (%) bei den weiblichen Elternpflanzen, die in unterschiedlicher Distanz zu den pollenliefernden Elternpflanzen standen.

Die Ergebnisse über das Samenansetzen und über das Tätigkeitsareal der Honigbienen in den verschiedenen Anpflanzungsarten lassen vermuten, daß die Populationen der weiblichen und männlichen Elternpflanzen an größere Anpflanzungsverhältnisse angepaßt werden können, u. zwar gemäß der gemischten Anpflanzung (D2), in der die Verluste durch das Ansetzen kleiner sind. Diese Anpflanzungsart fordert aber mehr Arbeit und größere Aufmerksamkeit vonseiten des Samenherstellers. Eine höhere Samenernte/Areal kann durch einen operationellen Kompromiß erhalten werden: gemischtes Aussäen der Elternlinie in einem größeren Anpflanzungsverhältnis.

#### L I T E R A T U R

- DeGrandi Hoffman G. and Martin J.H. (1993) The size and distribution of the honeybee (*Apis mellifera* L.) cross-pollinating population on male-sterile sunflowers (*Helianthus annuus* L.), *Journal of Apiculture Research* 32(3-4), 135-142
- DeGrandi Hoffman G. and Martin J.H. (1995) Does a honeybee (*Apis mellifera*) colony's foraging population on male-fertile sunflowers (*Helianthus annuus*) affect the amount of pollen on nestmates foraging on male-steriles? *Journal of Apiculture Research* 34(3), 109-114
- Deodikar G.B., Seethalaxmi V.S. and Suryanarayana M.C. (1977) Floral biology of sunflower with special reference to honeybees, *Journal of Palynology* 18, 115-125
- Free J.B. (1964) The behaviour of honeybees on sunflowers (*Helianthus annuus* L.), *Journal of Applied Ecology*, 1(1), 19-27
- Munoz Rodriguez A.F. (1979) Sunflower pollination by honeybees, *Vida Apicola* 84, 14-17
- Parker F.D. (1981) Sunflower pollination: Abundance, Diversity and seasonality of bees and their effect on seed yields, *Journal of Apiculture Research* 20(1), 49-61
- Ribbands C.R. (1964) The behaviour and social life of honeybees, Dover Publications, NY, USA
- Robinson R.G. (1984) Distance from pollen source and yields of male sterile sunflower and sorghum, *Canadian Journal of Plant Science* 64(4), 857-861
- Seetharam A. and Satyanarayana A.R. (1983) Method of hybrid seed production in sunflower (*Helianthus annuus* L.). I. Effect of parental ratios and method of pollination on hybrid seed yield and its attributes, *Seed Research* 11(1), 1-7
- Skinner J.A. (1988) Pollination of male sterile sunflower by bees in California, *Dissertation Abstracts International: B (Science and Engineering)* 48(8), 2198B, 120 pp