

# **Stimulierung des Austreibens sekundärer Knospen bei Kaffeesämlingen durch Wachstumsregulatoren**

## **Stimulation of Sprouting of Secondary Buds on Coffee Seedlings by Growth Regulators**

Von S. Rehm\*), E. A. Zayed\*\*) und G. Espig\*)

### **1. Einleitung**

Die vegetative Vermehrung von Kaffee gewinnt im Hinblick auf die neuen Hybridzüchtungen eine besondere Bedeutung. Sie steht aber vor dem Problem, daß die Seitenzweige, die aus den „primären“ oder „legitimen“ Achselknospen hervorgehen, nur plagiotrop wachsende Stecklinge liefern. Die „primären“ Knospen sitzen einige Millimeter oberhalb eines jeden Blattes. Zwischen ihnen und der Ansatzstelle des Blattes finden sich Knospenanlagen („sekundäre“ oder „seriale“ Knospen), die am ungestörten Strauch ruhend bleiben. Wenn sie zum Austreiben gebracht werden, bilden sie orthotrope Triebe (REHM u. ESPIG, 1976). Das Austreiben kann durch Abschneiden oder Umbiegen des Hauptsprosses ausgelöst werden. Das Entfernen der Gipfelknospen ist wenig wirkungsvoll, weil danach nur das oberste Knospenpaar austreibt, das durch apikale Dominanz sofort das Austreiben tieferstehender serialer Knospen verhindert. Beim Umbiegen treiben gewöhnlich mehrere seriale Knospen aus. Das Verfahren ist aber zeit- und arbeitsaufwendig, und man benötigt schon verhältnismäßig altes Pflanzenmaterial. Deshalb wurde geprüft, ob Wuchs- und Hemmstoffe die serialen Knospen von Kaffee stimulieren können, wie es für viele andere Pflanzen bekannt ist.

### **2. Material und Methoden**

Die Versuche wurden mit *Coffea arabica* L. cv. Bourbon, einer im Anbau weitverbreiteten Sorte, und mit *C. arabica* L. var. nana Krug, Mendes et Carvalho, einer für die Topfkultur besonders geeigneten Zwergform, durchgeführt. Das

---

\*) Prof. Dr. S. Rehm und Dipl.-Ing. agr. G. Espig, Institut für Tropischen und Subtropischen Pflanzenbau der Universität Göttingen.

**Anschrift:** Grisebachstraße 6, D 3400 Göttingen

\*\*) E. A. Zayed, B. Sc. agr., Assistent an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kafr El-Sheikh, Ägypten.

Saatgut der cv. Bourbon stammte von der Gesamthochschule Kassel, OE Internationale Agrarwirtschaft Witzenhausen, das von var. nana von der Firma L. Beyer, Hannover. Die Samen wurden in Plastikschaalen in einer Mischung aus gedämpftem Kompost, scharfem Sand und Torf im Verhältnis 4:1:1 ausgesät und in Sprühnebelkammern bei 25° C gekeimt. Nach zwei Monaten wurden die Keimlinge getopft und im Gewächshaus weiter kultiviert. Dem Boden wurde eine Grunddüngung beigemischt und als Kopfdüngung Wuchsal-flüssig appliziert. Die Blätter der Pflanzen wurden jeweils sechs Monate nach der Aussaat mit den Wachstumsregulatoren (10 ml/Pflanze) unter Zusatz des Benetzungsmittels „Tween 20“ (2 ml/l) mit einem Glaszerstäuber vollständig besprüht. Die Applikation der Wachstumsstoffe wurde nach zwei Wochen einmal wiederholt. Jede Behandlung umfaßte fünf Wiederholungen, die statistische Auswertung erfolgte nach MUDRA (1958).

Folgende Wachstumsregulatoren wurden erprobt:

1. TIBA (2,3,5-Trijodbenzoesäure);
2. Alanap-3 (Natriumsalz der Naphtylphthalaminsäure);
3. Morphaktin CME 73170 P (2-Chlor-9-hydroxyfluoren-9-carbonsäure);
4. Ethephon (Ethrel) (2-Chloräthyl-phosphonsäure);
5. Dicamba (2-Methoxy-3,6-dichlor-benzoesäure);
6. BA (Benzyladenin);
7. CCC (2-Chloräthyl-trimethylammoniumchlorid);
8. B-9 (Bernsteinsäure-2,2-dimethylhydrazid);
9. GS (Gibberellinsäure);
10.  $\alpha$ -NES (Naphthyl-I-essigsäure).

Beurteilungskriterien und ihre Ermittlung:

- „Anzahl der orthotropen Seitentriebe“: alle Triebe, die direkt am Hauptstamm ansetzen.
- „Länge der orthotropen Seitentriebe“: Abstand von der Achsel des Tragblattes bis zur Sproßspitze.
- „Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe“: Produkt aus durchschnittlicher Anzahl und durchschnittlicher Länge der orthotropen Seitentriebe.
- „Höhe der Pflanzen“: Abstand zwischen der Bodenoberfläche und der Sproßspitze.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. TIBA

Während der Versuchszeit von 3 Monaten herrschten bei diesem und den Versuchen 2–4 Temperaturen um 25° C. Die Anzahl der orthotropen Seitentriebe erhöhte sich bis zu einer Konzentration von 800 mg/l durch das Aus-

treiben von serialen Knospen an tiefer stehenden Blättern (Tab. 1, Abb. 1 u. 3). Bei Entfernung der Sproßspitze war der fördernde Einfluß von TIBA sehr viel stärker (Abb. 2 u. 3). Bei 1600 mg/l kam es wieder zu einer leichten Abnahme. Die durchschnittliche Länge der Triebe war häufig negativ mit ihrer Anzahl korreliert. Die Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe nahm bei höheren

Tabelle 1: Einfluß von TIBA auf die Anzahl orthotroper Seitentriebe und die Trieblänge bei cv. Bourbon (Konzentrationen in mg/l)

Merkmale	mit Sproßspitze					ohne Sproßspitze					GD	
	Konzentration										5 %	1 %
	0	200	400	800	1600	0	200	400	800	1600		
Anzahl orthotroper Seitentriebe	0	1,6	3,6	6,2	5,0	2,0	7,8	10,6	10,6	8,8	1,27	1,69
Durchschnittliche Länge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	14,2	14,3	10,7	12,8	17,2	9,8	13,1	14,4	10,9	2,24	3,00
Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	22,7	51,5	66,3	64,0	34,4	76,4	138,9	152,6	95,9	26,72	35,72
Gesamthöhe der Pflanzen (cm)	32,4	48,7	46,5	30,8	30,7	31,7	26,0	31,0	32,3	24,5	3,58	4,79

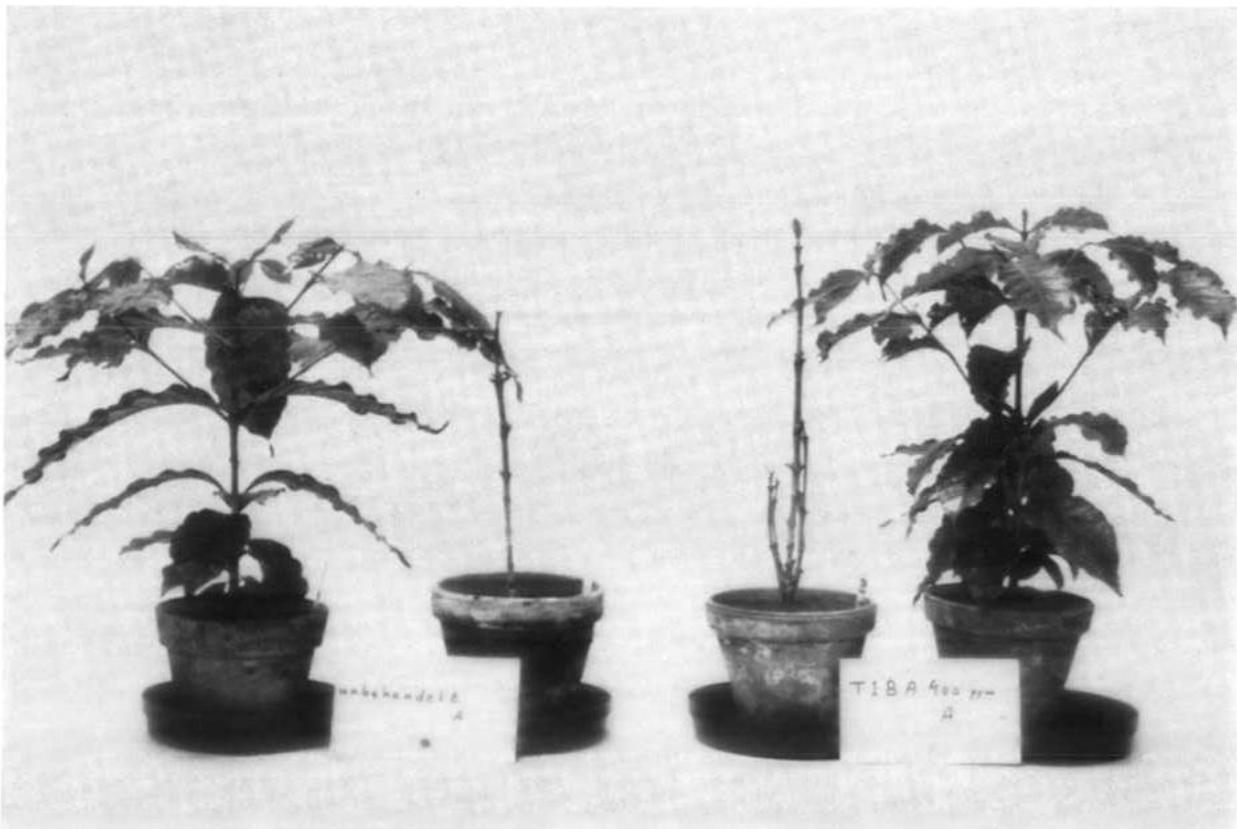


Abbildung 1: Linke Pflanzen Kontrolle, rechte Pflanzen mit 400 mg/l TIBA besprüht. Aufnahme drei Monate nach der ersten Behandlung. Bei jeweils einer Pflanze Blätter und plagiotrope Seitentriebe entfernt

Konzentrationen zu. Bei Pflanzen ohne Sproßspitze verdoppelte 200 mg/l die Länge gegenüber der Kontrolle, bei 400 und 800 mg/l wurde sie vervierfacht, bei 1600 mg/l nahm sie wieder ab.

Die Gesamthöhe der Pflanzen mit Sproßspitze stieg bei niedrigen Konzentrationen um etwa 50%, während die hohen Konzentrationen den Längen-

Tabelle 2: Einfluß von Alanap-3 auf die Anzahl orthotroper Seitentriebe und die Trieblänge bei cv. Bourbon (Konzentrationen in mg/l)

Merkmale	mit Sproßspitze					ohne Sproßspitze					GD	
	Konzentration										5 %	1 %
	0	25	50	100	200	0	25	50	100	200		
Anzahl orthotroper Seitentriebe	0	0	0	0	0	2,0	2,2	3,2	3,4	3,6	0,40	0,54
Durchschnittliche Länge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	-	-	-	-	12,1	15,1	11,8	10,7	9,1	1,01	1,35
Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	-	-	-	-	24,2	33,2	37,8	36,4	32,8	3,76	5,02
Gesamthöhe der Pflanzen (cm)	26,4	34,0	29,2	26,9	25,8	31,7	31,1	29,1	29,4	23,9	1,32	1,76



Abbildung 2: Sproßspitze unmittelbar vor dem Besprühen entfernt, links Kontrolle, rechts mit 400 mg/l TIBA besprüht. Aufnahme fünf Monate nach der ersten Behandlung

wuchs nicht förderten. Bei Pflanzen ohne Sproßspitze nahm die Gesamthöhe nicht zu.

Zur Vermehrung des orthotropen Materials war die TIBA-Konzentration von 400 mg/l optimal, 800 mg/l brachten keine signifikante Steigerung mehr. Schädigungen der Pflanzen wurden bei diesen Konzentrationen nicht beobachtet, wohl aber bei 1600 mg/l, die Abfallen, Vergilben, Rollen und Kurzwüchsigkeit der Blätter verursachten.

### 3.2. Alanap-3

Bei Pflanzen mit Sproßspitze hatte Alanap keinen Einfluß auf die Anzahl der orthotropen Seitentriebe, förderte aber bei niedrigen Konzentrationen (25 und 50 mg/l) den Längenwuchs (Tab. 2). Pflanzen ohne Sproßspitze reagierten ab 50 mg/l mit einer Erhöhung der Seitentriebe um etwa 50%. Die höheren Konzentrationen waren nicht wirkungsvoller. Am längsten waren die Triebe der Pflanzen ohne Sproßspitze, die mit 25 mg/l behandelt waren. Die Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe wurde erhöht. Die Höhe der Pflanzen nahm nicht zu, bei 200 mg/l waren die Pflanzen geschädigt, sie blieben um 25% niedriger.

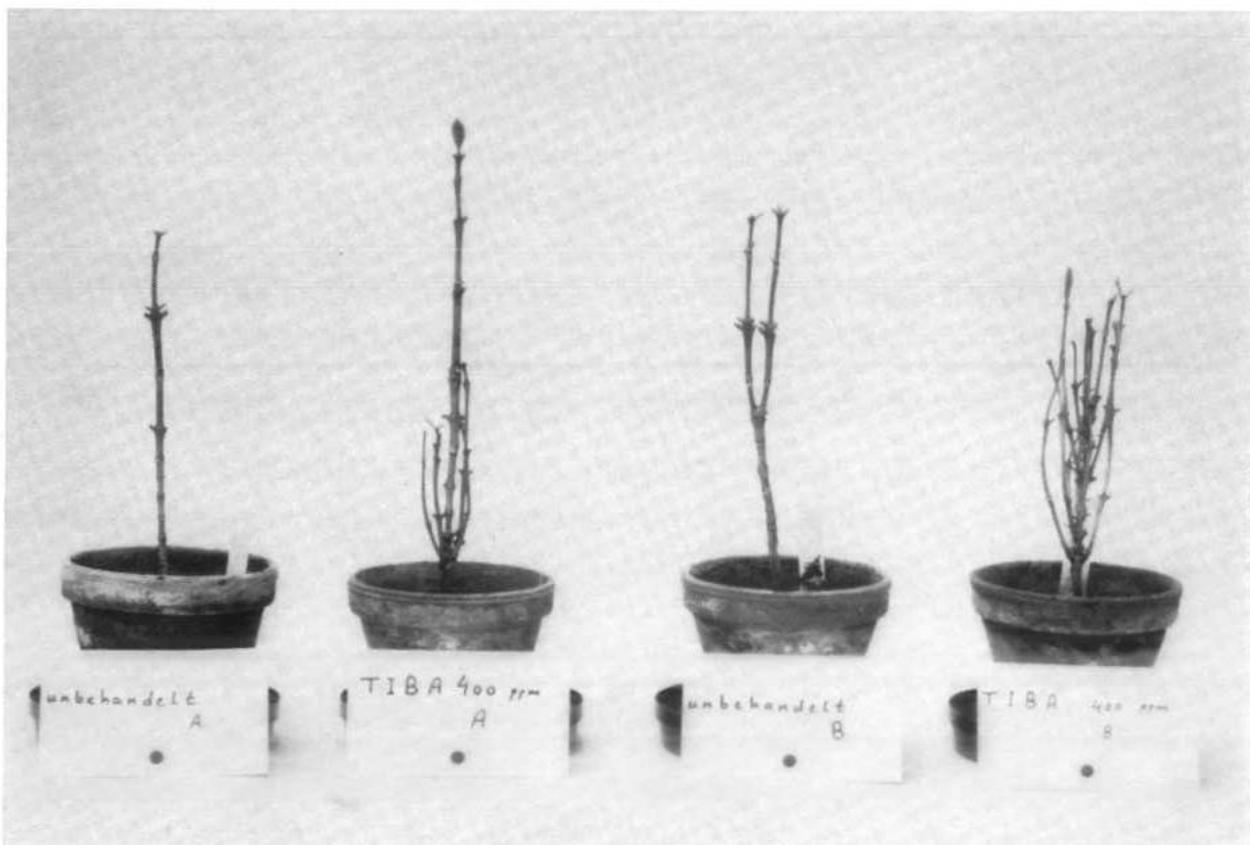


Abbildung 3: Pflanzen nach Entfernung der Blätter und plagiotropen Seitentriebe, drei Monate nach der ersten Behandlung. Von links nach rechts: Kontrolle mit Sproßspitze, TIBA-Behandlung mit Sproßspitze, Kontrolle ohne Sproßspitze, TIBA-Behandlung ohne Sproßspitze

Alanap 3 wirkte also nur auf Pflanzen ohne Sproßspitze. Mit 50–100 mg/l wurde eine verhältnismäßig geringe Steigerung des orthotropen Materials um 50% erreicht. Bei 200 mg/l traten ähnliche Schäden auf wie bei hohen TIBA-Konzentrationen.

### 3.3. Morphaktin CME 73170 P, Ethepon und Dicamba

Versuche mit diesen drei Wuchsstoffen dauerten zwei Monate. Bei Pflanzen mit Sproßspitze wurden nach der Behandlung mit Morphaktin oder Ethepon einzelne orthotrope Seitentriebe gefunden, Dicamba hatte keine Wirkung (Tab. 3). Ohne Sproßspitze war der fördernde Einfluß von Morphaktin und Ethepon sehr viel stärker, besonders die Knospen der unteren Blattachsen trieben aus. Dicamba bewirkte nur eine schwache Förderung. Gegenüber der Kontrolle stieg die Anzahl der orthotropen Seitentriebe bei Morphaktin auf das Dreifache, bei Ethepon auf das Vierfache, bei Dicamba nur auf das Doppelte. Die durchschnittliche Trieblänge nahm aber auf etwa die Hälfte, bei Dicamba sogar auf 40% ab. Die Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe der Pflanzen ohne Sproßspitze nahm bei Morphaktin um ein Drittel und bei Ethepon auf das Doppelte zu, dagegen kam es bei Dicamba zu einer deutlichen Abnahme. Die Gesamthöhe der Pflanzen wurde durch Morphaktin und Ethepon kaum beeinflußt, während Dicamba zu deutlichen Schäden führte.

Tabelle 3: Einfluß von Morphaktin, Ethepon und Dicamba auf die Anzahl orthotroper Seitentriebe und die Trieblänge bei cv. Bourbon (Konzentrationen in mg/l)

Merkmale	mit Sproßspitze				ohne Sproßspitze				GD	
		Morphaktin CME 73170 P	Ethe- phon	Dicamba		Morphaktin CME 73170 P	Ethe- phon	Dicamba		
	0	1	250	0,25	0	1	250	0,25	5 %	1 %
Anzahl orthotroper Seitentriebe	0	0,2	0,4	0	2,0	5,6	7,6	2,8	0,69	0,93
Durchschnittliche Länge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	4,2	4,0	-	10,7	5,0	6,1	4,1	1,45	1,96
Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	0,8	1,6	-	21,4	28,0	46,4	11,5	4,22	5,69
Gesamthöhe der Pflanzen (cm)	31,1	32,7	29,6	24,5	28,3	26,5	29,3	23,0	1,90	2,50

Wie Alanap-3 hatten auch diese Wuchsstoffe nur auf Pflanzen ohne Sproßspitze einen Einfluß. Dicamba schädigte die Pflanzen. Durch Morphaktin konnte das orthotrope Material wenig, durch Ethepon aber schon deutlich erhöht werden.

### 3.4. Benzyladenin (BA)

Nur bei Pflanzen ohne Sproßspitze trieben die serialen Knospen der obersten Knoten vermehrt aus; die Triebe blieben aber kürzer als in der Kontrolle.

Die Gesamtlänge wurde bis zu einer Konzentration von 400 mg/l geringfügig erhöht (Tab. 4). Die Gesamthöhe der Pflanzen mit und ohne Sproßspitze wurde von BA nur wenig beeinflusst.

Das meiste orthotrope Material war bei der BA-Konzentration von 400 mg/l zu erzielen. Schädigungen der Pflanzen wurden in diesem Konzentrationsbereich nicht beobachtet, aber bereits bei 500 mg/l traten Wachstumshemmungen auf.

Tabelle 4: Einfluß von Benzyladenin (BA) auf die Anzahl orthotroper Seitentriebe und die Trieblänge bei cv. Bourbon (Konzentrationen in mg/l)

Merkmale	mit Sproßspitze				ohne Sproßspitze				GD	
	Konzentration								5 %	1 %
	0	200	400	500	0	200	400	500		
Anzahl orthotroper Seitentriebe	0	0	0	0	2,0	3,4	4,0	4,2	0,48	0,65
Durchschnittliche Länge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	-	-	-	14,0	9,2	8,2	6,8	1,28	1,72
Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	-	-	-	28,0	31,3	32,8	28,6	3,45	4,65
Gesamthöhe der Pflanzen (cm)	34,6	37,7	31,4	29,3	29,7	29,2	29,1	29,1	3,24	4,37

Tabelle 5: Einfluß von Hemmstoffen (CCC und B-9) auf die Anzahl orthotroper Seitentriebe und die Trieblänge bei cv. Bourbon (Konzentrationen in mg/l)

Stoffe/Merkmale	mit Sproßspitze				ohne Sproßspitze				GD	
	Konzentration								5 %	1 %
	0	500	1000	2000	0	500	1000	2000		
<u>CCC</u>										
Anzahl orthotroper Seitentriebe	0	0	0,4	0,2	2,0	2,4	3,6	2,6	0,84	1,13
Durchschnittliche Länge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	-	7,9	7,3	10,7	9,8	9,1	7,9	1,93	2,60
Gesamthöhe der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	-	3,2	1,5	21,4	23,5	32,8	20,5	5,24	7,07
<u>B-9</u>										
Anzahl orthotroper Seitentriebe	0	0	0,2	0,2	2,0	2,8	5,2	2,8	0,72	0,97
Durchschnittliche Länge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	-	5,6	6,8	10,7	9,3	8,0	6,8	2,19	2,95
Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe (cm)	-	-	1,1	1,4	21,4	26,0	41,6	19,0	7,71	10,4

### 3.5. Hemmstoffe (CCC und B-9)

Während der Versuchszeit von zwei Monaten herrschten bei diesem und den Versuchen 6 und 7 Temperaturen um 23° C. In Tab. 5 sind die Ergebnisse

zusammengestellt. Die apikale Dominanz wurde bei Pflanzen mit Sproßspitze sowohl durch CCC als auch durch B-9 bei Konzentrationen ab 1000 mg/l leicht gebrochen (Tab. 5). Bei Pflanzen ohne Sproßspitze lösten die Hemmstoffe das Austreiben der serialen Knospen in den Achseln der Keimblätter und an den obersten Knoten aus. B-9 wirkte stärker als CCC. Die durchschnittliche Trieblänge nahm mit steigender Hemmstoffkonzentration ab. Die Gesamtlänge der orthotropen Seitentriebe der Pflanzen ohne Sproßspitze nahm bei beiden Hemmstoffen nur bei 1000 mg/l zu.

Beide Hemmstoffe zeigten bei 1000 mg/l eine gewisse Wirkung auf Pflanzen ohne Sproßspitze, die bei B-9 besser war als bei CCC. Schädigungen der Pflanzen wurden bei dieser Konzentration nicht beobachtet.

### 3.6. Gibberellinsäure (GS) und Naphthyllessigsäure (NES)

Keine der beiden Verbindungen stimulierte das Austreiben der tiefer stehenden serialen Knospen. GS hatte keinen Einfluß auf das Treiben der obersten

Tabelle 6: Vergleich des Einflusses von verschiedenen Wachstumsregulatoren auf die Anzahl orthotroper Seitentriebe und die Trieblänge bei cv. Bourbon und var. nana (Konzentrationen in mg/l)

Behandlungen	Merkmale	Anzahl orthotroper Triebe			Durchschnittliche Länge der orthotropen Triebe (cm)			Gesamtlänge der orthotropen Triebe (cm)		
		cv. Bourbon	var. nana	GD 5 %	cv. Bourbon	var. nana	GD 5 %	cv. Bourbon	var. nana	GD 5 %
Kontrolle		2,0	2,0		10,7	8,5		21,4	17,0	
TIBA	200	3,4	4,4	0,80	9,7	6,5	0,89	33,0	28,6	9,36
	400	7,8	8,6		7,0	5,2		54,6	44,7	
	800	9,6	9,2		5,1	3,9		49,0	35,9	
Alanap-3	50	3,5	4,8	0,85	6,7	6,2	1,15	23,5	29,8	8,26
	100	3,8	5,8		6,0	5,5		22,8	31,9	
	200	4,6	4,6		5,7	5,1		26,2	23,5	
Morphaktin	5	4,9	6,2	1,28	5,9	4,0	0,75	28,9	24,8	6,61
	25	5,8	9,2		5,0	3,2		29,0	29,4	
	50	4,2	7,6		4,5	2,9		18,9	22,0	
Ethephon	1000	5,0	6,2	0,69	5,8	4,5	0,79	29,0	27,9	5,06
	2000	5,1	6,4		5,5	4,1		28,1	26,2	
	3000	5,2	5,6		4,8	3,4		25,0	19,0	
Dicamba	1	5,2	5,4	0,66	5,0	4,8	0,57	26,0	26,0	2,86
	5	5,6	5,2		4,3	3,6		24,1	18,7	
	10	3,4	3,6		3,6	2,9		12,2	10,4	
BA	200	3,2	4,4	0,78	9,8	6,5	0,99	31,4	28,6	4,92
	400	3,6	5,0		8,5	5,6		31,0	28,0	
	800	4,4	4,2		5,0	4,5		22,0	18,9	

\*) Die GD bezieht sich nur auf Konzentrationen und Sorten

Knospen dekapitierter Pflanzen, NES reduzierte die Zahl der aus diesen Anlagen hervorgehenden Triebe um bis zu 60%.

### 3.7. Reaktion der zwei Sorten auf Wachstumsregulatoren

Die aktiven Wachstumsregulatoren wurden in diesem Versuch an Sämlingen ohne Sproßspitze von var. nana geprüft, gleichzeitig wurden die Versuche mit cv. Bourbon wiederholt. In Tab. 6 und 7 sind die Ergebnisse beider Sorten gegenübergestellt. Die Stimulierung der serialen Knospen bei Pflanzen ohne Sproßspitze der cv. Bourbon konnte bestätigt werden. Die Wachstumsregulatoren wirkten bei var. nana stärker als bei cv. Bourbon, vor allem bei niedrigeren Konzentrationen. Besonders ausgeprägt war der Unterschied bei der Anzahl der orthotropen Seitentriebe. Die orthotropen Seitentriebe waren bei cv. Bourbon etwas länger als bei var. nana. Auch die Gesamtlänge war bei cv. Bourbon größer als bei var. nana, außer bei den Konzentrationen 50 und 100 mg/l Alanap-3, 25 und 50 mg/l Morphaktin und 1 mg/l Dicamba. Schädigungen an den Blättern wie Vergilben, Rollen, Kräuseln, Abfallen, Schmal- und Kurzwüchsigkeit, traten bei var. nana vermehrt auf.

Tabelle 7: Prozentuale Veränderung der Anzahl orthotroper Seitentriebe durch verschiedene Wachstumsregulatoren gegenüber unbehandelten Pflanzen bei cv. Bourbon und var. nana

Wachstumsregulatoren (Konzentrationen in mg/l)	cv. Bourbon %	var. nana %	Differenz nana-Bourbon %	
TIBA	200	70	110	+ 40
	400	290	330	+ 40
	800	380	360	- 20
Alanap-3	50	75	140	+ 65
	100	90	190	+100
	200	130	130	0
Morphaktin	5	145	210	+ 65
	10	190	360	+170
	50	110	280	+170
Ethephon	1000	150	210	+ 60
	2000	155	220	+ 65
	3000	160	180	+ 20
Dicamba	1	160	170	+ 10
	5	180	160	- 20
	10	70	80	+ 10
BA	200	60	110	+ 50
	400	80	150	+ 70
	800	120	110	- 10

\*) Berechnung nach den Werten von Tabelle 6

#### 4. Diskussion

Die Versuche zeigten, daß die serialen Knospen von *C. arabica* L. einer sehr starken apikalen Dominanz unterworfen sind, die jedoch durch Behandlung mit Wachstumsregulatoren gebrochen werden kann. Dieses Ergebnis stimmt mit Befunden bei anderen Pflanzen überein (für TIBA PANIGRAHI u. AUDUS, 1966, und LUCKWILL, 1968, für Analap-3 MITCHELL et al., 1965, und HUMPHRIES u. PETHIYAGODA, 1969, für Morphaktin MANN et al., 1966, und CHACKO et al., 1973, für Ethephon ANDERSON, 1970, und HRADILIK, 1973, 1974, für Dicamba REHM u. EL-MASRY, 1976, für Benzyladenin POLL, 1968, und JEREI u. TAYLOR, 1971, und für Hemmstoffe CHAILAKYON u. NEKRA-SOVA, 1973, und MAIKO, 1972).

Daß so verschiedenartige Wachstumsregulatoren einen ähnlichen Effekt – die Stimulation des Austreibens ruhender Knospen – haben, beruht wohl darauf, daß alle, wenn auch auf verschiedenem Wege, den Auxingehalt im Sproß herabsetzen. TIBA, Alanap, Morphaktin und Dicamba hemmen den basipetalen Auxintransport von der Sproßspitze (MORRIS et al., 1973; MORGAN, 1964; KRELLE u. LIBBERT, 1968; KEITT u. BAKER, 1966). Ethephon erhöht die Aktivität der IES-Oxidase, so daß der Auxingehalt sinkt (GAHAGAN et al., 1968). Dasselbe wird von Cytokinin (GASPAR et al., 1969; LEE, 1971) und den Hemmstoffen (GASPAR u. LACOPPE, 1968; HALEVY, 1963) berichtet. Die Frage, wie der Auxingehalt im Sproß das Austreiben ruhender Achselknospen reguliert, ist viel diskutiert worden. Am wahrscheinlichsten erscheint z. Z. die Deutung von ELIASSON (1975) und TUCKER (1976 a und b), daß das Auxin den Abscisinsäuregehalt der Knospen erhöht und dieser die Hemmung bedingt. Umgekehrt hat eine Abnahme des Auxins im Sproß eine Abnahme der ABS in den Knospen zur Folge, so daß sie austreiben können. In diese Erklärung paßt unsere Beobachtung, daß var. nana, die vermutlich einen niedrigeren Auxin- und Gibberellin-Spiegel hat als cv. Bourbon, stärker auf die Wachstumsregulatoren reagierte als cv. Bourbon.

Die praktische Bedeutung der hier berichteten Befunde liegt auf der Hand. Es ist durch Anwendung von Wachstumsregulatoren möglich, schon an jungen Pflanzen das Austreiben zahlreicher orthotroper Sprosse auszulösen. Besonders wirkungsvoll erwiesen sich hierfür TIBA und Morphaktin (Tab. 1 u. 3). Die besten Resultate wurden durch eine zweimalige Besprühung mit 400 mg/l TIBA in 14tägigem Abstand erzielt.

#### 5. Zusammenfassung

In allen Versuchen hat sich gezeigt, daß bei Kaffee (*Coffea arabica* L.) die apikale Dominanz der Endknospe sehr stark ist und das Austreiben der serialen Knospen völlig verhindert. Nach Abschneiden der Spitzenknospe übernehmen sofort die austreibenden serialen Knospen in den Achseln des obersten Blattpaares die Führung, so daß keine serialen Knospen in tiefer stehenden Blattachsen zum Austreiben kommen.

Zehn Wachstumsregulatoren wurden auf ihre Fähigkeit, das Austreiben ruhender, serialer Knospen an Kaffeesämlingen auszulösen, geprüft. Trijodbenzoesäure (TIBA), Alanap-3, Morphaktin CME 73170 P, Ethephon, Dicamba, Benzyladenin (BA), 2-Chloräthyl-trimethylammoniumchlorid (CCC) und 2,2-Dimethylbernsteinsäurehydrazid (B-9) erhöhten die Zahl der orthotropen Seitentriebe signifikant. Die Wirkung wurde durch Dekapitation erheblich gefördert, manchmal trat sie ohne Entfernung der Sproßspitze überhaupt nicht ein.

Die Behandlung mit TIBA brachte die besten Ergebnisse; zu empfehlen ist eine Konzentration von 400 mg/l, bei der die meisten Stecklinge pro Pflanze gewonnen werden konnten.

Gibberellin (GS) und Naphthyllessigsäure (NES) hatten keine Wirkung auf die Brechung der apikalen Dominanz bei Kaffee.

Die meisten Wachstumsregulatoren erhöhten die Anzahl der orthotropen Seitentriebe bei var. nana stärker als bei cv. Bourbon, die Gesamtlänge der Triebe war jedoch bei cv. Bourbon größer.

## Summary

All trials have shown that in coffee (*Coffea arabica* L.) the apical dominance of the terminal bud is very strong and prevents the sprouting of serial buds. After removal of the apical bud, the sprouting buds in the axils of the uppermost leaf pair become dominant so that none of the serial buds at lower nodes are able to sprout.

Ten growth regulators were tested for their ability to induce sprouting of dormant serial buds on coffee seedlings. Triiodobenzoic acid (TIBA), Alanap-3, morphactin CME 73170 P, ethephon, dicamba, benzyladenine (BA), 2-chloroethyl-trimethylammonium chloride (CCC) and 2,2-dimethylamino-succinamic acid (B-9) significantly increased the number of orthotropic side shoots. Decapitation increased this effect considerably, in some cases removal of the main-shoot tip was necessary to obtain a positive response. The best results gave the treatment with TIBA; the concentration of 400 mg/l is recommended at which the largest number of cuttings from one plant were obtained.

Gibberellin (GS) and naphthylacetic acid (NAA) did not break the apical dominance in coffee.

Most growth regulators increased the number of orthotropic side shoots more in the var. nana than in cv. Bourbon.

## Literaturverzeichnis

1. ANDERSEN, A. S., 1970: Plant growth modification by 2-chloroethylphosphonic acid (Ethrel). Apical dominance in 'Alaska' pea plants regulated by ethrel and benzyladenine. — Arsskr. K. Vet.-Landbohøjsk. 1970, 30–40.

2. CHACKO, E. K., S. P. NEGI, R. R. KOHLI, R. D. SWAMY, and G. S. RANDHAWA, 1973: Note on promotion of lateral bud growth in mango (*Mangifera indica* L.) by a morphactin. — *Indian J. Agric. Sci.* 43, 509–511.
3. CHAILAKHYAN, M. K., and T. V. NEKRASOVA, 1973: Chemical regulation of the growth and generative development of peach, apricot, and lemon tree seedlings under greenhouse conditions. — *Agrokhimiya* 6, 95–108.
4. ELIASSON, L., 1975: Effect of indoleacetic acid on abscisic acid level in stem tissue. — *Physiol. Plant.* 34, 117–120.
5. GAHAGAN, H. E., R. E. HOLM, and F. B. ABELES, 1968: Effect of ethylene on peroxidase activity. — *Physiol. Plant.* 21, 1270–1279.
6. GASPAR, T., and J. LACOPPE, 1968: The effect of CCC and Amo-1618 on growth, catalase, peroxidase and indoleacetic acid oxidase activity of young barley seedlings. — *Physiol. Plant.* 21, 1104–1109.
7. GASPAR, T., R. VERBEEK, et H. van ONCKELEN, 1969: Variations de quelques activités enzymatiques (peroxydase, catalase, AIA-oxydase) et de la teneur en polyphénols au cours de la germination de l'orge. Influence de la kinétine. — *Physiol. Plant.* 22, 1200–1206.
8. HALEVY, A. H., 1963: Interaction of growth-retarding compounds and gibberellin on indoleacetic acid oxidase and peroxidase of cucumber seedlings. — *Plant Physiol.* 38, 731–737.
9. HRADILÍK, J., 1973: The effect of ethrel (2-chloro-ethylphosphonic acid) on the correlations between the cotyledon and cotylar in pea (*Pisum sativum* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.). — *Rostlinná výroba (Praha)* 19, 891–904.
10. —, 1974: Reversal of auxin-induced inhibition by ethrel. — *Biol. Plant. (Praha)* 16, 255–261.
11. HUMPHRIES, E. C., and U. PETHIYAGODA, 1969: Effect of morphactin on growth of potatoes. — *Dtsch. Bot. Ges., Symp. Morphaktine*, 3, 139–147.
12. JEREI, P. H., and B. K. TAYLOR, 1971: Influence of foliar sprays of growth regulating materials on the vegetative growth of one-year-old peach trees. — *Hort. Res.* 11, 136–142.
13. KEITT, G. W., and R. A. BAKER, 1966: Auxin activity of substituted benzoic acids and their effect on polar auxin transport. — *Plant Physiol.* 41, 1561–1569.
14. KRELLE, E., and E. LIBBERT, 1968: Inhibition of the polar auxin transport by a morphactin. — *Planta* 80, 317–320.
15. LEE, T. T., 1971: Cytokinin-controlled indoleacetic acid oxidase isoenzymes in tobacco callus cultures. — *Plant Physiol.* 47, 181–185.
16. LUCKWILL, L. C., 1968: The effect of certain growth regulators on growth and apical dominance of young apple trees. — *J. Hort. Sci.* 43, 91–101.
17. MAIKO, T. K., 1972: Growth characteristics of peach seedlings in relation to methods of treatment with retardants CCC and B-9. — *Primen. Fiziol. Akt. Veshchestv Sadovod. Mater simp.* 2, 72–78.
18. MANN, J. D., H. HIELD, K.-H. YOUNG, and D. JOHNSON, 1966: Independence of morphactin and gibberellin effects upon higher plants. — *Plant Physiol.* 44, 1751–1752.

19. MITCHELL, J. W., P. C. MARTH, and G. D. FREEMAN, 1965: Apical dominance in bean plants controlled with phthalamic acids. — *J. Agr. Food Chem.* 13, 326–329.
20. MORGAN, D. G., 1964: Influence of  $\alpha$ -naphthylphthalamic acid on the movement of indolyl-3-acetic acid in plants. — *Nature (London)* 201, 476–477.
21. MORRIS, D. A., G. O. KADIR, and A. J. BARRY, 1973: Auxin transport in intact pea seedlings (*Pisum sativum* L.): The inhibition of transport by 2,3,5-triiodobenzoic acid. — *Planta* 110, 173–182.
22. MUDRA, A., 1958: *Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche.* — Parey, Berlin.
23. PANIGRAHI, B. M., and L. J. AUDUS, 1966: Apical dominance in *Vicia faba*. — *Ann. Bot., N. S.* 30, 457–473.
24. POLL, L., 1968: The effect of cytokinin N-6-benzyladenine on bud break of fruit trees. — *Horticultura* 22, 3–12.
25. REHM, S., and R. EL-MASRY, 1976: The effects of growth regulators and herbicides on purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). I. The effect on sprout and root formation of dormant tubers. — *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 143, 98–108.
26. REHM, S., und G. ESPIG, 1976: *Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen.* — Ulmer, Stuttgart.
27. TUCKER, D. J., 1976 a: Effects of far-red light on the hormonal control of side shoot growth in the tomato. — *Ann. Bot., N. S.* 40, 1033–1042.
28. —, 1976 b: Endogenous growth regulators in relation to side shoot development in the tomato. — *New Phytol.* 77, 561–568.