

# Chemische Konstitution und Zellstreckungswirkung verschiedener Stoffe. II

Weitere Ergebnisse

Von

Hans Linser und Oswald Kiermayer

Aus der Biologischen Abteilung der Österreichische Stickstoffwerke A.G.,  
Linz/Donau

Mit 1 Abbildung

(Eingelangt am 22. August 1956)

Die Kennzahlen von 119 verschiedenen, im Pastentest wirksamen Stoffen werden mitgeteilt und vergleichend diskutiert.

Weitere 60 Stoffe erwiesen sich als unwirksam. Neben Indol-3-acetonitril ergab der Methylester der Indol-3-essigsäure die stärkste bisher bekannte Wuchsstoffwirksamkeit. Dimethyl-thiuram-essigsäure, Tetramethyl-thiuram-disulfid, 3,4-Dichlor-phenoxy-essigsäure, 2-Hydroxy-benzthiazol-essigsäure und 3-Aminotriazol wirkten mäßig stark wachstumsfördernd. Als besonders starke Hemmstoffe wurden gefunden: 2,3,5-Tribrombenzoesäure, 2,3,5-Trijod-phenoxy-essigsäure, Erythrosin und Tetrachlorfluoreszein.

In Fortsetzung einer früheren Arbeit (*Linser*)<sup>1</sup> wurden weitere Stoffe, deren chemische Konstitution mit bisher bekannten Wuchsstoffen bzw. Hemmstoffen charakteristische Ähnlichkeiten oder Unähnlichkeiten aufweist, zur Prüfung im Pastentest<sup>2</sup> herangezogen und deren Konzentrations-Wirkungskurven bestimmt. Die verwendete Methodik war dabei die gleiche wie in der vorhergehenden Arbeit<sup>1</sup>. Ebenso erfolgte die Darstellung der Ergebnisse, welche in Tabelle 1 zusammengestellt sind, in gleicher Weise wie bisher<sup>1</sup>. Auf die rechnerische Auswertung der erhaltenen Konzentrations-Wirkungskurven im Sinne einer Ermittlung der molaren Konstanten, vor allem der Affinitäten zu den Wirklücken, sowie auf

<sup>1</sup> *H. Linser*, Mh. Chem. 85, 196 (1954).

<sup>2</sup> *H. Linser*, Planta 28, 227 (1938).

eine Diskussion über deren Beziehungen zwischen räumlichem Molekülbau und der Wirkung des Moleküls wurde an anderer Stelle näher eingegangen<sup>3</sup>.

Einer unmittelbaren Auswertung der Ergebnisse im Hinblick auf eine zahlenmäßige Ermittlung der molaren Wirkungswerte in bezug auf die Wirkung des einzelnen Moleküls (in Abhängigkeit von seiner räumlichen und chemischen bzw. physikalischen Struktur) am Wirkungsort selbst steht gegenwärtig noch unsere Unkenntnis über die Größe der Intransibilität der einzelnen Stoffe, welche in Pastenform aufgetragen werden, in das Innere der Koleoptile entgegen. Eine experimentelle Bestimmung der *Intransibilitätskonstanten* der bisher auf ihre Wirkung an der Koleoptile untersuchten Stoffe muß daher das Ziel weiterer Arbeit sein.

Allerdings stößt diese auf beträchtliche methodische Schwierigkeiten, deren Beseitigung zuvor angestrebt werden muß.

Die vorliegenden Befunde geben daher mehr einen Überblick über die für die Praxis wichtigen Wuchsstoffeigenschaften der verschiedenen untersuchten Stoffe<sup>4</sup> und können erst nach späterer Kenntnis der Intransibilitätskonstanten theoretischen Schlußfolgerungen über die Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution, räumlicher Struktur und Wirkung an der „Wirklücke“ zugrunde gelegt werden.

Folgende Substanzen zeigten im Pastentest weder eine signifikante Wuchsstoff- noch Hemmstoffwirksamkeit:

Phenyllessigsäure, 2,5-Dichlor-phenyl-benzoat, p-Chlor-benzol-sulfosäure-2,4-dichlor-phenylester, 2,4,5-Trichlor-phenylurethan, 2,4,5-Trichlor-phenylglycin, Bis-(4-methoxy-2,5-dichlor-phenyl)-trichloräthan, 2,4-dichlor-phenoxy-äthylschwefelsaures Natrium, Benzol-sulfosäure-2,4,5-trichlor-phenylester, 2,4,6-Trichlor-phenoxy-essigsäureester von 2,4,6-Trichlor-phenyl-glycoläther, p-Chlorbenzyl-2,4,5-trichlor-phenyl-thioäther, 2,6-Dichlor-phenol-indophenol,  $\beta$ -naphthoxy-essigsäures Natrium, Indol-2-aldehyd, Isatin, 1-Methylindazol, indol-methansulfosaures Natrium, Benzthiazol, 2,3,5-Triphenyl-tetrazolium-chlorat, Tryptamin, p-Aminobenzoessäure, Benzol-3-chloranilin, Benzol-4-chloranilin, 3-Chlorbenzol-3-chloranilin, 3-Nitrobenzol-2-chloranilin, 2-Chlor-3-anilino-naphthochinon, Dichlor-brenzkatechin-diessigsäure, 4,6-Dichlor-resorzin-bis-carboxy-methyläther, Tetrachlor-dihydroxybenzol-mono-2-äthylhexyläther in Methylglykol-Natriumsalz, Imidazolkarbonsäure, Imidazol-essigsäure, Imidazol-4-(5)-acetonitril, Imidazolbrenztraubensäure, 4-Imidazolmethanol, Imidazylmethanol, amidosulfosaures Ammonium, thioglykolsaures Ammonium, thioglykolsaures Natrium, Butantetracarbon-

<sup>3</sup> H. Linser, in R. L. Wain und F. Wightman, The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances, S. 141—158. London. 1956.

<sup>4</sup> Der Großteil der untersuchten Substanzen wurde im organischen Laboratorium der Österreichische Stickstoffwerke AG., Linz, von Herrn Dr. A. Wagner hergestellt, dem hierfür gedankt sei.

säure, Tetraäthyl-ammoniumbromid, p-Acetylamino-benzaldehyd-thio-semicarbazon, N-Dimethyl-dithio-carbaminsäure-carboxy-methylester, Äthylen-diamin-tetraessigsäure, Äthanolamin, Nikotinsäureamid,

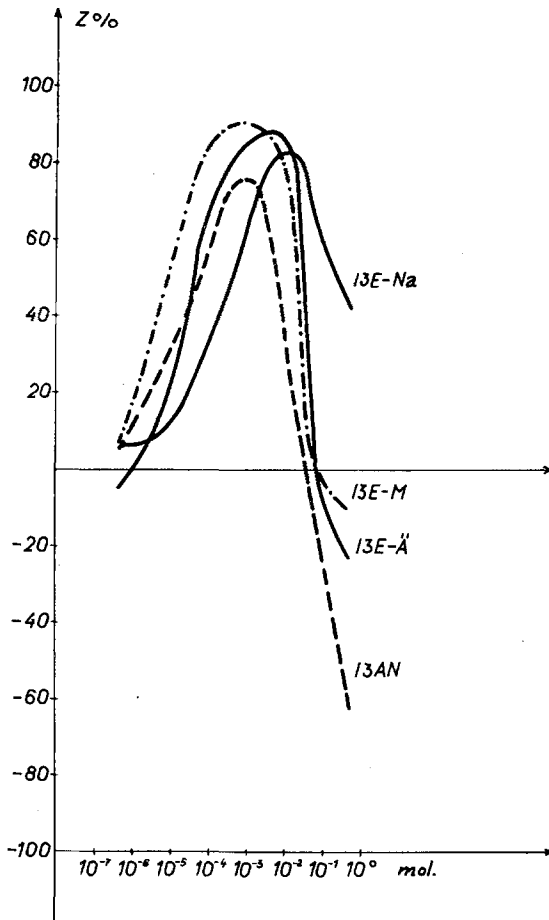


Abb. 1. Vergleichende Zusammenstellung der Konzentrations-Wirkungs-Kurven im Pastentest für Indol-3-essigsäure-Na (I-3-E-Na), Indol-3-essigsäure-methylester (I-3-E-M), Indol-3-essigsäure-äthylester (I-3-E-Ä) und Indol-3-acetonitril (I-3-AN). Abszisse: Molare Wuchsstoffkonzentration. Ordinate: Prozentualer Längenzuwachs der behandelten Koleoptilen gegenüber dem Zuwachs der Kontrollen

$\beta$ -Alanin, Lycoramasmin,  $\beta$ -Methylumbelliferon, Hexachlorcyclohexan ( $\alpha$ -Isomere), Hexachlorcyclohexan ( $\beta$ -Isomere), Hexachlorcyclohexan ( $\gamma$ -Isomere), Fluoreszein, Metylenblau, Methylgrün, Azur II, Trypanblau, Kristallviolett, Lichtgrün, Methylorange, Natriumfluorid.

In der folgenden Tabelle 1 sind jene untersuchten Stoffe zusammengestellt, die entweder Wuchsstoff- (*W*) oder Hemmstoff- (*H*) Wirksamkeit

zeigten. Neben Namen und Molekulargewicht der Substanz sind noch die Kennzahlen für die molare Halbwertschmammung, der Umschlagspunkt, das molare Optimum der prozentualen Förderung (Z%) und der Charakteristik (*W* oder *H*) wiedergegeben.

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, daß von den getesteten *Indolkörpern* neben der bekannten Wirkung des Na-Salzes der Indol-3-essigsäure (I-3-E) und Indol-3-buttersäure vor allem das Indol-3-acetonitril<sup>5, 6</sup> und der Äthyl- und Methylester der I-3-E eine besonders starke Wuchsstoffwirkung zeigte, während die übrigen getesteten Indolkörper nur geringe Wuchs- oder Hemmstoffwirksamkeit ergaben.

Neben Indol-3-acetonitril ergab somit Indol-3-essigsäure-methylester die stärkste bisher gefundene Wuchsstoffwirksamkeit. In Abb. 1 sind die Konzentrationswirkungskurven von Indol-3-essigsäure (I-3-E) und des Na-Salzes (I-3-E-Na), von Indol-3-acetonitril (I-3-AN) sowie von Indol-3-essigsäure-methylester (I-3-E-M) und Indol-3-essigsäure-äthylester (I-3-E-Ä), wie sie im Pastentest erhalten wurden, wiedergegeben. Die erhöhte Wuchsstoffwirksamkeit der Ester der Indol-3-essigsäure gegenüber der reinen Säure und des Na-Salzes ist vielleicht auf eine höhere Intransibilität der neutral wirkenden Ester gegenüber der Säure zurückzuführen und in dieser Hinsicht vielleicht mit der hohen Wuchsstoffwirkung des ebenfalls neutral wirkenden Indol-3-acetonitrils vergleichbar.

Von den *chlorsubstituierten Phenoxyessigsäure-Derivaten* waren p-Chlorphenoxy-essigsäure, 4-Chlor-2-methyl-phenoxy-essigsäure sowie eine große Anzahl von Salzen und Derivaten von 2,4-Dichlor-phenoxy-essigsäure stärkere bis mäßig starke Wuchsstoffe. Auch 2,5- und 3,4-Dichlorphenoxy-essigsäure waren stärker wuchsstoffwirksam.

Von den Trichlor-phenoxy-essigsäure-Derivaten zeigten verschiedene Abkömmlinge der 2,4,5-T mäßige bis starke Wuchsstoffwirkung. 2,3,5-Trijod-phenoxy-essigsäure war entsprechend der 2,3,5-Trijod-benzoesäure stark hemmend.

Hemmstoffwirkung zeigten ferner neben den Derivaten der 2,4,6-Trichlor-phenoxy-essigsäure auch das pentachlor-phenoxy-essigsäure Natrium, während der Butylester derselben Säure schwach wuchsstoffwirksam war.

2,3,6-Trichlor-phenoxy-essigsäure sowie ihr Butylester ergaben schwache Hemmstoffwirkung. Starke Hemmstoffe waren die „Zwillinge“ Bis-2,4-dichlor-phenoxy-essigsäure und Bis-3,5-dichlor-phenoxy-essigsäure; Phenylimido-diessigsäure war nahezu wirkungslos.

Von den getesteten *substituierten Benzoessäuren* waren (mit zwei Ausnahmen) die meisten schwache, mäßige bis sehr starke Hemmstoffe.

<sup>5</sup> E. R. Jones, H. B. Henbest, G. F. Smith und J. A. Bentley, Nature **169**, 485 (1952).

<sup>6</sup> H. Linsler und O. Kiermayer, Biochim. Biophys. Acta **19**, 341 (1956).

Tabelle 1. Übersicht über die Kennzahlen einer Reihe verschiedener untersuchter Stoffe

Substanz (Mol.-Gewicht)	Molare Halbwert-hemmungs-konzentration	Umschlags-punkte	Molares Optimum	Förderung Z%	Charakte-ristik (W=Wuchs-stoff, H=Hemm-stoff)
Indol-3-essigsäures Na (197,17)	—	—	$5 \cdot 10^{-3}$	105—110	W
Indol-3-essigsäure-methylester (189,22)	$> 5 \cdot 10^{-1}$	$10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-4}$	90	W
Indol-3-essigsäure-äthylester (203,24)	$> 5 \cdot 10^{-1}$	$10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-3}$	75—80	W
Indol-3-acetonitril (156,19)	$4 \cdot 10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-4}$	70—80	W
Indazol (118,14)	$7 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
1-Methylbenzotriazol (133,16)	$> 7 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
2-Methylbenzimidazol (132,17)	$> 8 \cdot 10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-3}$	5—10	(W)
Indol-3-methyl-dimethylamin (174,25)	—	—	$6 \cdot 10^{-2}$	15—25	(W)
Indol-3-buttersäures Na (225,23)	—	—	$10^{-2}$	75—80	W
2-Hydroxy-benzthiazol-O-essigsäure (209,23)	$> 5 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$10^{-2}$	20—25	W
2-Merkaptobenzthiazol (167,26)	$> 6 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
Benzthiazol-2-thio-glykolsäure (225,29)	$5 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
2,5-Dichlor-phenyl-acetat (205,05)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
Benzol-sulfosäure-2,5-dichlor-phenylester (303,18)	—	—	$3 \cdot 10^{-2}$	20—25	W
2,4,5-Trichlor-phenyl-acetat (239,50)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
2,4,5-Trichlor-phenyl-essigsäure-nitril (220,50)	$> 5 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
2,2'-Diamino-3,5,3',5'-tetrachlor-diphenyl-methan (336,07)	$> 3 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	(H)

Substanz (Mol.-Gewicht)	Molare Halbwert- hemmungs- konzentration	Umschlags- punkte	Molares Optimum	Förderung Z%	Charakte- ristik ( <i>W</i> = Wuchs- stoff, <i>H</i> = Hemm- stoff)
4-Hydroxy-2,5-dichlor- benzophenon (267,12)	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	10—15	( <i>W</i> )
4-Hydroxy-2,5-dichlor- acetophenon (205,05)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	( <i>H</i> )
2,4,5-Trichlorphenol (197,46)	$5 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
p-Chlor-phenoxy- essigsäure (186,60)	$> 5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	20—30	<i>W</i>
4-Chlor-2-methyl- phenoxy-essigsäure (200,63)	$> 5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	5—15	( <i>W</i> )
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures Kalium (259,14)	—	—	$10^{-3}$	30—40	<i>W</i>
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures Ammonium (238,08)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-4}$	20—30	<i>W</i>
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures Calcium (480,16)	—	—	$2 \cdot 10^{-3}$	45—55	<i>W</i>
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures Magnesium (464,40)	$> 2 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$	30—40	<i>W</i>
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures Mangan (445,58)	$> 2 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	30—40	<i>W</i>
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures Barium (577,44)	$> 3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-4}$	35—45	<i>W</i>
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures Zink (505,46)	$> 2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-4}$	40—50	<i>W</i>
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures Kupfer (503,62)	$> 3 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	30—40	<i>W</i>
2,4-dichlor-phenoxy- essigsäures FeII (495,93)	$> 2 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	35—40	<i>W</i>
Triäthylaminsalz von 2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure (322,24)	—	—	$10^{-3}$	30—40	<i>W</i>

Substanz (Mol.-Gewicht)	Molare Halbwert- hemmung- konzentration	Umschlags- punkte	Molares Optimum	Förderung Z%	Charakte- ristik ( <i>W</i> =Wuchs- stoff, <i>H</i> =Hemm- stoff)
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure-polyglykol- ester 300	$> 2 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-4}$	30—40	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure-polyglykol- ester 400	$> 2 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	30—40	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure-polyglykol- ester 600	—	—	$10^{-3}$	30—40	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure-polyglykol- ester 1000	—	—	$8 \cdot 10^{-4}$	20—30	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäureamid (220,07)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-4}$	35—45	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäurehydrazid (235,08)	—	—	$4 \cdot 10^{-3}$	40—50	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure-glykol-schwe- felsäureester (345,17)	$2 \cdot 10^{-1}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$	35—45	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure-diäthylamino- äthylester (320,23)	$> 3 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	30—40	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- keton (265,15)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	( <i>H</i> )
2,4-Dichlor-phenoxy- aceton (207,07)	$5 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure-diäthylamino- äthylester-chlorhydrat (357,72)	$> 3 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	45—55	<i>W</i>
Triäthyl-( $\beta$ -2,4-D- acetoxy)-ammonium- bromid (369,15)	$> 3 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	50—60	<i>W</i>
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäureester von 2,4- Dichlor-phenyl-glykol- äther (410,10)	—	—	$2 \cdot 10^{-3}$	50—60	<i>W</i>

Substanz (Mol.-Gewicht)	Molare Halbwert- hemmung- konzentration	Umschlags- punkte	Molares Optimum	Förderung Z%	Charakte- ristik ( <i>W</i> =Wuchs- stoff, <i>H</i> =Hemnu- stoff)
2,4-Dichlor-phenoxy- essigsäureester von 2,5- Dichlor-phenyl-glykol- äther (410,10)	—	—	$2 \cdot 10^{-3}$	45—55	<i>W</i>
2,4-Dichlorphenol (163,01)	$6 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
2,5-Dichlor-phenoxy- essigsäure (221,05)	$> 5 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-4}$	15—25	<i>W</i>
2,5-dichlor-phenoxy- essigsäures Na (243,03)	—	—	$4 \cdot 10^{-2}$	40—50	<i>W</i>
2,5-Dichlor-phenoxy- essigsäure-äthylester (233,10)	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	10—20	<i>W</i>
2,5-Dichlor-phenoxy- essigsäure-butylester (277,16)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-4}$	45—55	<i>W</i>
3,4-Dichlor-phenoxy- essigsäure (221,05)	$5 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	30—35	<i>W</i>
2,3,5-Trijod-phenoxy- essigsäure (529,86)	$8 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	<i>H</i>
2,4,5-trichlor-phenoxy- äthylschwefelsäures Na (343,56)	—	—	$8 \cdot 10^{-4}$	10—20	( <i>W</i> )
2,4,5-Trichlor-phenoxy- diäthylacetal (313,62)	$> 3 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	( <i>H</i> )
2,4,5-Trichlor-phenoxy- essigsäure-triäthanol- aminester (386,68)	—	—	$3 \cdot 10^{-4}$	25—35	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- essigsäureamid (254,52)	$4 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	55—65	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- essigsäurehydrazid (269,53)	—	—	$4 \cdot 10^{-3}$	35—45	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- acetonitril (236,50)	$2 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	30—40	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- essigsäure-diäthanol- amid (342,62)	—	—	$3 \cdot 10^{-3}$	35—45	<i>W</i>



Substanz (Mol.-Gewicht)	Molare Halbwert- hemmung- konzentration	Umschlags- punkte	Molares Optimum	Förderung Z%	Charakte- ristik ( <i>W</i> = Wuchs- stoff, <i>H</i> = Hemm- stoff)
2,4,5-trichlor-phenoxy- acetamido-äthylschwefel- saurer Natrium (400,62)	—	—	$2 \cdot 10^{-2}$	30—35	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- acetaldehyd (239,50)	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	10—15	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-benzol- sulfosäure-2,4,5-trichlor- phenylester (440,97)	—	—	$2 \cdot 10^{-2}$	15—20	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- essigsäure-butylester (311,61)	$3 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-4}$	40—45	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- essigsäure-äthylester (283,55)	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	45—50	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- essigsäure-nonylester (381,74)	$> 3 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	40—45	<i>W</i>
2,4,5-Trichlor-phenoxy- essigsäureester von 2,4,5-Trichlor-phenyl- glykoläther (478,99)	$> 2 \cdot 10^{-1}$	$10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-3}$	50—55	<i>W</i>
2,3,6-Trichlor-phenoxy- essigsäure (255,50)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
2,3,6-Trichlor-phenoxy- essigsäure-butylester (311,61)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
2,4,6-Trichlor-phenoxy- essigsäure-äthylester (269,53)	$10^{-3}$	—	—	—	<i>H</i>
Pentachlor-phenoxy- essigsäure (324,40)	$3 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	<i>H</i>
pentachlor-phenoxy- essigsäures Natrium	$3 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	<i>H</i>
Pentachlor-phenoxy- essigsäure-butylester (380,50)	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-7}$	10—20	( <i>W</i> )
2-Methyl-4-chlor-phen- oxy-acetyl-( $\beta$ , $\beta'$ -bis- hydroxy-äthylamid) (275,74)	$> 4 \cdot 10^{-1}$	$9 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	15—20	<i>W</i>

Substanz (Mol.-Gewicht)	Molare Halbwert- hemmungs- konzentration	Umschlags- punkte	Molares Optimum	Förderung Z %	Charakte- ristik (W=Wuchs- stoff, H = Hemm- stoff)
Phenyl-imido-diessig- säure (209,21)	$> 5 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	(H)
Bis-(2,4-dichlor- phenoxy)-essigsäure (382,05)	$10^{-3}$	—	—	—	H
Bis-(3,5-dichlor- phenoxy)-essigsäure (382,05)	$9 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	H
Na-Salz der N-(1-naph- thyl)-phthalamidsäure (313,29)	$3 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	H
Ammoniumsalz der 3,6- Endoxo-hexahydro-o- phthalsäure (266,26)	$10^{-2}$	—	—	—	H
Ammoniumsalz der 3,6- Endoxo-tetrahydro-o- phthalsäure (264,24)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
Anthranilsäure (137,14)	$8 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	H
2,3,5-Tribrombenzoe- säure (358,85)	$3 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	H
2,4,5-Trichlorbenzoe- säure (225,47)	$5 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	H
2-Hydroxy-3,5-dichlor- benzoesäure (207,02)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
3,5-Dinitro-2-methyl- benzoesäure (226,15)	$5 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	H
4,5-Dinitro-2-methyl- benzoesäure (226,15)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
2,3,6-Trichlorbenzoe- säure (225,47)	$4 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	50—55	W
2,3,6-Trichlorbenz- aldehyd (209,47)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-4}$	45—50	W
2,4,5-Trichlorbenz- aldehyd (209,47)	$10^{-2}$	—	—	—	H
2,4,6-Trichlorbenz- aldehyd (209,47)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
3,4,5-Trichlorbenz- aldehyd (209,47)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H

Substanz (Mol.-Gewicht)	Molare Halbwert- hemmungs- konzentration	Umschlags- punkte	Molares Optimum	Förderung Z%	Charakte- ristik ( <i>W</i> = Wuchs- stoff, <i>H</i> = Hemm- stoff)
(3-Chlorbenzal)-2-chlor- anilin (250,14)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
Benzolsulfonsäure- hydrazid (172,21)	$> 10^{-2}$	$10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	10—15	( <i>W</i> )
3-Nitrobenzalanilin (226,24)	$4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
2,3,5,6-Tetrachlor- nitrobenzol (260,91)	$> 4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
Methylureido-oxadiazol (142,12)	$8 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	( <i>H</i> )
3-Aminotriazol (84,06)	—	—	$10^{-1}$	35—40	<i>W</i>
Lacton der $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ - <i>o</i> -carboxyphenyl- propionsäure (192,17)	$> 5 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
$\alpha, \alpha$ -Dichlorpropion- säure (142,98)	$7 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
Cyanessigsäure-allyl- ester (125,13)	$4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
Thioglykolsäure (92,12)	$6 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	<i>H</i>
Natrium-isopropyl- xanthogenat (158,22)	$> 6 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
Synth. Vitamin K (2-Methyl-1,4-naphtho- chinon) (172,19)	$> 6 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	( <i>H</i> )
Naphthochinon (158,16)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
2-Chlor-3-amino- naphthochinon (207,62)	$5 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
2,3-Dichlor-5-nitro- naphthochinon (272,06)	$4 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
Azobenzol (182,23)	$2 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	<i>H</i>
Monojodessigsäure (185,96)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	<i>H</i>
Trichloressigsäures Na (185,38)	$> 5 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	<i>H</i>
Dimethylthiuram- isopropionsäure (207,32)	$> 5 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	( <i>H</i> )

Substanz (Mol.-Gewicht)	Molare Halbwert-hemmungs-konzentration	Umschlags-punkte	Molares Optimum	Förderung Z%	Charakte-ristik (W=Wuchs-stoff, H=Hemm-stoff)
Dimethylthiuram-essigsäure (179,27)	$> 3 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	15—20	W
Tetramethylthiuram-disulfid (240,44)	$> 4 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-4}$	10—15	(W)
p-Chlordiphenylsulfon (252,73)	$> 4 \cdot 10^{-1}$	—	—	—	(H)
1-(p-Chlorphenyl)-3,5-dimethyl-4-nitroso-pyrazol (235,68)	$2 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	H
3,5-Dichloranthranil-säure (206,04)	$10^{-2}$	—	—	—	H
Hexachloreyclohexan ( $\gamma$ -Isomere) (290,86)	$> 3 \cdot 10^{-2}$	—	—	—	(H)
Malachitgrün (364,93)	$> 3 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-1}$	$3 \cdot 10^{-4}$	10—15	(W)
Tetrachlorfluoreszein (504,11)	$2 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	H
Erythrosin (869,92)	$2 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	H

Vor allem die 2,3,5-Tribrombenzoesäure und die 2,4,5-Trichlorbenzoesäure ergaben starke Hemmstoffwirkung. Im Gegensatz dazu war eine uns von *J. A. Bentley* (Manchester) freundlich überlassene Probe von 2,3,6-Trichlorbenzoesäure und 2,3,6-Trichlorbenzaldehyd stark wachstumsfördernd.

Unter den verschiedenen anderen getesteten Substanzen befanden sich einige schwach wirksame Wuchsstoffe wie: 3-Aminotriazol (nur in einer Konzentration von  $10^{-1}$  Mol), Dimethyl-thiuram-essigsäure, Tetramethyl-thiuram-disulfid und 2-Hydroxy-benzthiazol-O-essigsäure<sup>7</sup>. Stark hemmende Wirkung zeigten die Farbstoffe Erythrosin (Tetrajodfluoreszein) und Tetrachlorfluoreszein, während das nichtsubstituierte Fluoreszein vollkommen wirkungslos war. An stärkeren Hemmstoffen sind ferner zu nennen:

Naphthochinon, Benzol-sulfonsäure-hydrazid, Cyanessigsäure-allyl-ester, Monojodessigsäure, 2,3-Dichlor-5-nitro-naphthochinon, 3,5-Dichloranthranilsäure, 1-(p-Chlorphenyl)-3,5-dimethyl-4-nitrose-pyrazol, N-(1-naphthyl)-phthalamidsäure-Na, 3,6-Endoxo-tetrahydro-o-phthalsäure-NH<sub>3</sub>, 3,6-Endoxo-hexahydro-o-phthalsäure-NH<sub>3</sub>.

<sup>7</sup> *R. J. Weaver*, Bot. Gaz. **115**, 365 (1954).