

28 Nov 1972

#752

TECHNICAL LIBRARY MIL 8
NAVAL WEAPONS LABORATORY
DAHLGREN, VIRGINIA 22448

GERMAN

CONWAY

NSM

NATURWISSENSCHAFTEN VOL. 36 1949 pp 27-28

Kiepenhauer, E.O. et al CONCERNING THE EFFECT
OF METER WAVES ON THE GROWTH OF PLANTS

LIBRARY, INTERLIBRARY LOAN
NAVAL RESEARCH LABORATORY
WASHINGTON, D.C. 20390

SUSAN M. WILLETT, Supervisory Library Technician

Aus Vorstehendem folgt also:

1. Die Färbung der Zinnsteine wird in den allermeisten Fällen durch ihren Gehalt an hochdispersen, orientiert entmischten, instabilen Phasen aus der dem Zinnstein isomorphen Mischreihe Mossit-Tapiolit-Ilmenorutil-Strüverit verursacht.

2. Die Entmischung dieser Fremdphasen und ihre partiell-isomorphe Orientierung nach bestimmten Netzebenen des Trägergitters dürfte ferner zum Teil verantwortlich sein für die beobachtete wechselnde Leichtigkeit der Zinnsteinaufmalung, wie für sein sehr wechselndes flotatives Verhalten (Kohäsionsschwäche und stark geändertes Adsorptionspotential des Zinnsteins nach den Anreicherungsflächen der entmischten Fremdphase).

Auf die gleiche Ursache dürfte, wenigstens zum Teil, auch das sehr wechselnde magnetische Verhalten des an sich diamagnetischen Zinnsteins zurückgehen.

3. Chemismus und Verband der Fremd Beimengungen im Zinnstein gestalten Rückschlüsse auf die Bildungsbedingungen des betreffenden Zustandes und den Chemismus des Erzsponders.

Mineralogisches Institut d. T. H. Darmstadt

A. Neuhaus, W. Noll.

Eingegangen am 18. Dezember 1948.

¹⁾ Näheres s. Noll, W., Dissertation Darmstadt 1944 (im Druck in „Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie“).

Über die Wirkung von Meterwellen auf das Teilungswachstum der Pflanzen.

Neben einer großen Zahl natürlicher Außeneinflüsse auf das Pflanzenwachstum, wie z. B. Klima, Beleuchtung und Ernährung, besteht für gewisse Bäume die bekannte Korrelation zwischen Dickenwachstum (Jahresringe) und der Sonnenaktivität¹⁾, wobei die Dicke der Jahresringe im Sonnenfleckenmaximum jene im Minimum um das 2- bis 3fache übertreffen kann. Da die klimatischen Elemente dem Zyklus der Sonnenaktivität nur in äußerst geringem Maße folgen und überdies an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche häufig gegenständig verlaufen, so scheidet eine solare Steuerung des Wachstums auf dem Umwege über das terrestrische Klima aus²⁾. Vielmehr muß eine solare oder indirekt durch die Sonne gesteuerte Wellenstrahlung wirksam sein³⁾:

- a) deren Intensität sich mit der Sonnenfleckenrelativzahl merklich ändert,
- b) die den Erdboden erreicht, und
- c) deren Intensität und Wellenlänge für die beobachtete biologische Wirkung in Frage kommen.

Wie man leicht abschätzen kann, scheidet die solare Komponente der kosmischen Ultrastrahlung⁴⁾ wegen geringer Intensität und der Seltenheit ihres Auftretens aus. Auch eine durchdringende, sehr harte solare Röntgenstrahlung kommt nicht in Frage, da ihre Intensität am Erdboden unter 10^{-6} Quanten (cm^2sec) liegen müßte. Es bleibt nur die Strahlung der Sonne im Gebiete der Meterwellen ($0,5 \text{ m} < \lambda < 15 \text{ m}$), deren Verhalten als einzige den Bedingungen a) und b) entspricht, oder aber die Eigenstrahlung der Erdatmosphäre im Bereiche der Kilometerwellen ($\lambda \geq 10 \text{ km}$), auch als Luftstörungen bezeichnet, deren Intensität nicht nur deutlich mit der Sonnenaktivität korreliert ist, sondern auch während des Auftretens chromosphärischer Eruptionen um ein Vielfaches zunimmt.

Das Wachstum der Pflanzen vollzieht sich in verschiedenen Stufen, die sowohl bei dem Dicken- als auch bei dem Längenwachstum auftreten, und zwar als Teilungswachstum, das Zellvermehrung bewirkt, und als Streckungs- und Differenzierungswachstum, das hauptsächlich die Zellmembran betrifft. Die Beziehung zwischen Dickenwachstum der Bäume und Sonnenaktivität ist ausschließlich auf Zellvermehrung und nicht auf Zellvergrößerung zurückzuführen. Es liegt also nahe, eine Beeinflussung gerade des Teilungswachstums im Sinne einer Förderung durch die genannte Strahlung anzunehmen. Zur Klärung dieser Zusammenhänge schienen quantitative Versuche am einfachen biologischen Objekt bei wohldefinierter Bestrahlung angebracht. Auf Grund seiner besonderen Bedeutung wurden derartige Einwirkungen auf das Teilungswachstum wie üblich durch mikroskopische Auszählung der Kernteilungen getestet⁵⁾. Die somatische Kernteilung dauert nach den an den verschiedensten Pflanzen gemachten Beobachtungen 2 bis 7 Stunden. Aus der Häufigkeitsverteilung der in den jeweils erscheinenden Kernphasen, der Pro-, Meta-, Ana- und Telophasen, kann auf deren relative Dauer geschlossen werden. Die Zuhilfenahme dieser Stadienverteilung sowie die Untersuchung der ablaufenden Mitosen sind zur Interpretation des Verlaufes der Kernteilungsrates unerlässlich, denn dadurch wird erst die Entscheidung möglich, ob eine erhöhte Kernteilungsfrequenz tatsächlich einer Wachstumsförderung entspricht oder nur ein Scheineffekt vorliegt, indem der Mitoseablauf an einer bestimmten Stelle gehemmt wird oder Chromosomenpathologien verzögernd wirken.

Die Untersuchungen wurden an *Vicia Faba* (Pferdebohne) vorgenommen, deren natürliche Variationsbreite in bezug auf die angewandten Tests und deren Chromosomenmorphologie hinreichend bekannt sind⁶⁾. Die Keimlinge, die in Nährungsdurchtränkter Sägespäne im Thermostaten bei 20°C kultiviert waren und eine Länge von etwa 6 cm hatten, wurden mit der linear polarisierten Strahlung eines kleinen 0,1 Watt Röhrenoscillators mit einer Wellenlänge von $\lambda = 1,50 \text{ m}$ bestrahlt. Die elektrische Feldstärke am Orte der Pflanze konnte durch Abstandsänderungen zwischen 10^{-6} und $1,2 \cdot 10^{-2}$ Volt/cm verändert werden. Die Kontrolle erfolgte jeweils durch Messung der in

Die Untersuchungen wurden an *Vicia Faba* (Pferdebohne) vorgenommen, deren natürliche Variationsbreite in bezug auf die angewandten Tests und deren Chromosomenmorphologie hinreichend bekannt sind⁶⁾. Die Keimlinge, die in Nährungsdurchtränkter Sägespäne im Thermostaten bei 20°C kultiviert waren und eine Länge von etwa 6 cm hatten, wurden mit der linear polarisierten Strahlung eines kleinen 0,1 Watt Röhrenoscillators mit einer Wellenlänge von $\lambda = 1,50 \text{ m}$ bestrahlt. Die elektrische Feldstärke am Orte der Pflanze konnte durch Abstandsänderungen zwischen 10^{-6} und $1,2 \cdot 10^{-2}$ Volt/cm verändert werden. Die Kontrolle erfolgte jeweils durch Messung der in

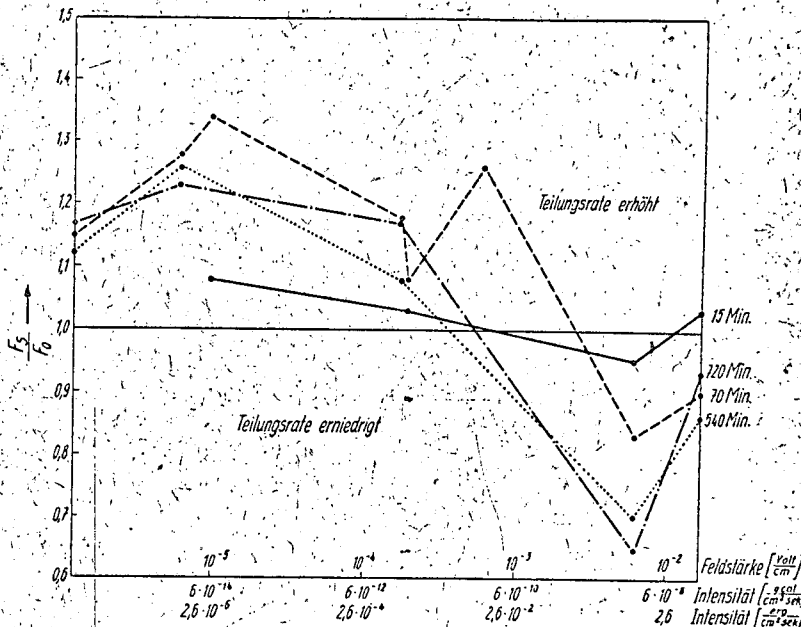


Fig. 1.

einem abgestimmten ($\lambda/2$ -Dipol) induzierten Spannung, die mit einem geeichten Detektor und einem μ -Ampereometer ermittelt werden konnte. Die Bestrahlungszeiten wurden zwischen 3 Minuten und 12 Stunden variiert. Jeder Versuch wurde mit 10 Pflanzen angesetzt, für die Teilungsfrequenz wurden jeweils 2000 Zellen, für die Phasenverteilung 500 Mitosen ausgewertet. Kontrollpflanzen wurden während der Bestrahlung in einem völlig abgeschlossenen Blechgefäß am gleichen Orte deponiert.

Das Ergebnis findet sich in der Fig. 1: Aufgetragen ist das Verhältnis (Teilungsfrequenz mit Strahlung)/(Teilungsfrequenz ohne Strahlung) = F_s/F_0 als Funktion der eingestrahlten Feldstärken in Volt/cm (logarithmische Skala) für verschiedene Bestrahlungszeiten. Um eine Vorstellung der außerordentlichen

Kleinheit der angewendeten Intensitäten zu vermitteln, sind diese überdies in $\text{geal}/(\text{cm}^2\text{sec})$ und in $\text{erg}/(\text{cm}^2\text{sec})$ einzutragen. Das Resultat ist sowohl biologisch als auch praktisch bedeutsam. Die biologische Wirkung von Meterwellen läßt sich noch herunter bis zu Feldstärken von etwa 10^{-6} Volt/cm nachweisen. Hochfrequenzfeldstärken $\leq 2 \cdot 10^{-6}$ Volt/cm führen im allgemeinen zu einer Wachstumssteigerung bis zu 30%, während die Anwendung stärkerer Dosen eine Verminderung der Teilungsbereitschaft zur Folge hat. Diesen letzteren Effekt kann man wohl mit der häufig im Strahlungsfeld von gerichteten Ultrakurzwellensendern in Wäldern und Schonungen beobachteten Wachstumshemmung längs der sogenannten „Ultrakurzwellen-Schneisen“ identifizieren. Der Wiederanstieg der Teilungsfrequenz bei $1,2 \cdot 10^{-2}$ Volt/cm beruht auf pathologischen Effekten.

Die tatsächlich von der Sonne ausgestrahlten Intensitäten im Bereiche der Meterwellen schwanken außerordentlich und können nur dann mit den von uns angewendeten Intensitäten verglichen werden, wenn gewisse Annahmen über die Breite des wirksamen Wellenlängenbereiches gemacht werden. Setzen wir für diesen in Ermangelung einer besseren Erkenntnis eine Oktave, so bewegt sich die wirksame solare Feldstärke zwischen $5 \cdot 10^{-8}$ Volt/cm (permanente Strahlung) und etwa 10^{-6} Volt/cm (vereinzelte Strahlungsspitzen oder sogenannte „Bursts“¹⁾). Die Intensität der solaren Strahlung dürfte daher in vereinzelt Fällen ausreichen, um an Keimlingen beobachtbare biologische Wirkungen hervorzubringen. Die bei gleichen Intensitäten in der Natur, z. B. an Bäumen, zu erwartenden Effekte sollten vom physikalischen Standpunkt aus infolge Antennenwirkung die bei künstlich bestrahlten Keimlingen erzielten Wirkungen um ein Vielfaches übertreffen, um so mehr, als die Bestrahlungszeiten dort wesentlich größer sind. Entsprechende Versuche sind in Vorbereitung. Desgleichen bedarf der eventuelle Einfluß der eingangs erwähnten langwelligeren Strahlung der Erdatmosphäre ($2 > 10$ km) noch eingehender experimenteller Klärung. Die Wirkung eines elektrostatischen Feldes in der Erdatmosphäre stellte sich auf Grund von Versuchen im künstlichen statischen Feld von 7 Volt/cm. als belanglos heraus.

Aus den in der Fig. 1 auch in $\text{geal}/(\text{cm}^2\text{sec})$ eingetragenen Intensitäten geht eindeutig hervor, daß thermische Effekte ganz aus dem Spiel bleiben. Die bei der kleinsten noch eindeutig biologisch wirksamen Hochfrequenzfeldstärke auf die Zelle entfallende Spannungsdifferenz bleibt unter 10^{-8} Volt. Der Vorgang der Teilung spricht also mit einer außerordentlich hohen, offenbar spezifischen Empfindlichkeit auf elektrische Wechselfelder an, wie sie sonst nur noch an bestimmten koloidalen Lösungen beobachtet wird (z. B. an Arsentrisulfidol).

Eine ausführliche Darstellung der Versuche befindet sich in Vorbereitung und wird in Kürze von einem der Verfasser (Brauer) an anderer Stelle veröffentlicht.

Freiburg i. Br., Fraunhofer Institut,
Forstbotanische Abteilung des Botanischen Instituts
der Universität

K. O. Kiepenheuer, I. Brauer, G. Harter.

Eingegangen am 3. Januar 1949.

¹⁾ Douglas, A. E., Publ. Carnegie Inst. Washington (1936).

²⁾ Vgl. z. B. Baur, F., Einführung in die Großwetterkunde, p. 109, Wiesbaden (1948).

³⁾ Kiepenheuer, K. O., 6-ème rapport de la commission pour l'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres (UNESCO, Paris) p. 35 (1948).

⁴⁾ Forbush, S. E., Phys. Rev. 70, 771 (1946). — Ehmert, A., Zs. f. Naturforschung 3a, 264 (1948).

⁵⁾ Marquardt, H., Zs. f. Botanik 32, 401 (1938); 36, 273 (1940).

⁶⁾ Brauer, I., Planta 1948 (im Druck).

⁷⁾ Pawsey, J. L., Nature 153, 633 (1946).

Über die Wirkung von Röntgenstrahlen und schnellen Elektronen auf Mitosevorgänge in Wurzelspitzenzellen von Hordeum.

Annähernd gleich große Gerstenkörner wurden bei 22°C im Thermostaten angequollen und 24 Stunden später gleichzeitig mit Röntgenstrahlen einer Douglas-Therapieröhre (180 kV, 6 ml, 0,5 mm Al-Filterung, HWS 0,25 mm Cu, 19,5 cm Fokusabstand) oder mit schnellen Elektronen aus einer Elektronenschleuder der Siemens-Reiniger-AG (4 MeV Elektronenenergie, 4×2 cm Feldgröße in 10 cm Abstand vom Elektronenaustrittsfenster) bestrahlt. Je 100 Gerstenkörner pro Versuch erhielten Dosen von 500 bis 2000 r mit einer Dosisleistung von 250 r/min. 52 Stunden nach der Bestrahlung wurden entsprechend gleich lange Wurzeln in einem Alkohol-Eisessiggemisch fixiert, dann die Spitzen abgetrennt, Quetschpräparate hergestellt und diese mit Karmin-Eisessigsäure nach Geitler gefärbt. Die Ergebnisse der Versuche¹⁾ sind in der Tabelle und in den beiden Abbildungen dargestellt. In der Tabelle 1 sind Zellen in der Anaphase weniger ver-

Tabelle 1. Relative Wirksamkeit gleicher Dosen von schnellen Elektronen und Röntgenstrahlen.

Dosis in r	Beobachtete Zellen in der		Chromosomen-Fragmente in der		Chromosomen-Brücken in der	
	Ana-phase	Telo-phase	Ana-phase	Telo-phase	Ana-phase	Telo-phase
500	309	1263		0,32	0,34	0,31
1000	388	1688	0,43	0,66	0,65	0,91
1500	233	1315	0,48	0,50	0,38	0,91
2000	112	548	0,48	0,56	0,38	0,73

treten als Telophasezellen, weil nur solche Anaphasezellen ausgewertet wurden, in denen eine deutliche Trennung der Chromosomen in Diastereen erfolgt war. Die Gesamtzahl der im Gewebe vorhandenen Mitosen nimmt mit steigender Dosis ab. Aus den Dosiseffekt-kurven der Abb. 1 und 2 geht hervor, daß die Anzahl

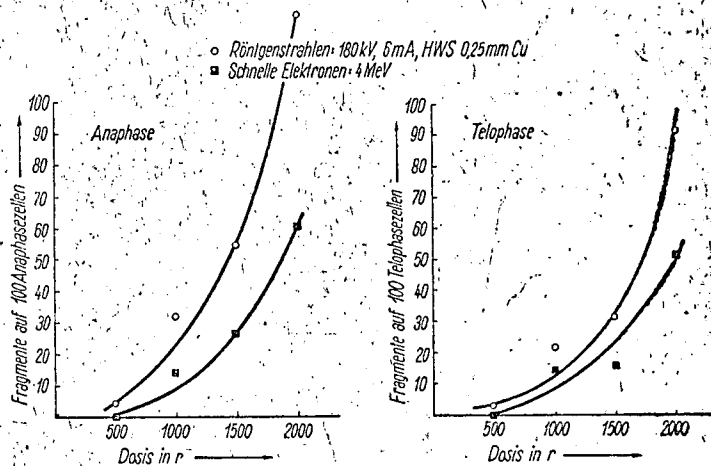


Fig. 1: Häufigkeit von Chromosomenfragmenten in Wurzelspitzenzellen der Gerste bei Bestrahlung mit Röntgenstrahlen oder schnellen Elektronen.

der beobachteten Fragmente und Brückenbildungen in den Anaphase- und Telophasezellen bei Vergrößerung der Dosis anwächst. In jedem Falle scheinen Röntgenstrahlen je Doseinheit wirksamer zu sein als schnelle Elektronen (Betastrahlen).

Die statistisch gesicherten Unterschiede sind in der Anaphase stärker ausgeprägt als in der Telophase. Bei den Brückenbildungen in Telophasezellen ist der Wirkungsunterschied von Beta- und Röntgenstrahlen am geringsten; hierfür ergibt sich ein Wirkungsverhältnis, das im mittleren Dosisbereich nicht weit von 1 liegt (Tab. 1). Bei niedrigeren Dosen (500 r) ist dagegen die Wirkung von schnellen Elektronen vergleichsweise viel geringer als die von Röntgenstrahlen, gleichgültig, ob es sich dabei um das Auftreten von Fragmenten oder um Brückenbildungen handelt. In Anaphasezellen gelangten Fragmente von 500 r überhaupt nicht zur Beobachtung, bei gleichen