

# ANGABEN ÜBER BODENTEMPERATUREN IN BAUMWOLLE- UND HANF-BESTÄNDEN

VON BOROS, J.—SUHAI, F.

**Zusammenfassung:** Das klimatologische Institut der Universität Szeged unternahm im Jahre 1953 in der Ortschaft Székkutas mikroklimatologische Untersuchungen in Baumwolle- und Hanfbeständen. Von einer Bodentemperaturreihe, die sich auf die Vegetationsperiode des Hanfes bezog, wurden auf Grund der charakteristischen phenologischen Perioden des Hanfes Fünftagemittel gebildet und auf dieser Grundlage wurden die Extremwerte und der Tagesgang der Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen untersucht.

Im Laufe der Untersuchungen über den Baumwollenbestand wurde es erwiesen, daß die höchsten Abweichungen der Bodentemperatur gegenüber den Bodentemperaturen eines freien Geländes in den Vormittagsstunden und in den Nachmittagsstunden verzeichnet werden.

Aus den Bodentemperaturangaben des Hanfbestandes konnte festgestellt werden, daß innerhalb des Bestandes von Ende Juni angefangen ein abhängiges Mikroklima vorhanden ist, und es wird (im Einklang mit ähnlichen Messungen, die durch andere Verfasser durchgeführt worden sind) angenommen, daß dieses abhängiges Klima unter der Einwirkung der Aussaatsdichte stehe.

Auch nach dem Schnitt des Hanfbestandes wurden noch die Bodentemperaturverhältnisse des Hanfstoppelfeldes untersucht.

**Summary:** The Climatological Institute of the University Szeged undertook in the course of the year 1953 at a locality called Székkutas some microclimatological investigations in cotton and hemp crops. From a series of soil temperature observations which extends to the growing period of hemp, five-day average values have been selected according to the characteristic phenological periods of the development of the hemp crop; and on this basis, we investigated the extreme values and the daily variation of soil temperatures at different depths.

In the course of the investigations concerning the cotton crop, it has been demonstrated that soil temperatures in the cotton crop are exhibiting the most discrepancy from soil temperatures at a free location during the forenoon and during the afternoon.

On the basis of soil temperature data of the cotton crop it has been demonstrated that, from the end of June, the crop is possessing a so-called dependent climate and we assumed, in accordance with similar measurements of other authors, that climate is depending on the crop density.

We investigated as well soil temperatures after the cutting of the hemp crop.

## Einleitung

Das Klima eines Pflanzenbestandes, das sog. Bestandklima, ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Durch die Geschlossenheit, durch die Masse und durch das Wurzelsystem des Bestandes wird der Strahlungsumsatz, der Wärme- und Wasserhaushalt, sowie auch die Luftbewegung innerhalb des Bestandes beeinträchtigt. Gleichzeitig wird vom Bestandklima eine Rückwirkung auf die Entwicklung der Vegetation ausgeübt, es werden die Lebensbedingungen der tierischen und pflanzlichen Schädlinge sowie das Bodenleben bestimmt, usw. Diese gegenseitige Wirkung kann im Wege einer richtigen Wahl der agrotechnischen Maßnahmen beeinflusst werden, hierzu ist es aber unumgänglich notwendig, daß man über eine genaue Kenntnis des tatsächlichen Bestandklimas verfügen soll. Zu einer vollständigen Erschließung aller Faktoren des Bestandklimas (D. BERÉNYI 1958, R. WAGNER 1956, 1965) kann es unter Versuchsbedingungen nur in seltenen Fällen kommen, doch kann die Bearbeitung einzelner Teilprobleme wichtige Angaben zur Erkenntnis des Bestandklimas liefern.

In der vorliegenden Arbeit werden die Bodentemperaturverhältnisse von Hanf- und Baumwollenbestände für charakteristische phenologische Perioden der betreffenden Pflanzen untersucht im Vergleich mit ein pflanzenloses „freies Gelände“.

Mit den Temperaturverhältnissen eines Hanfbestandes befaßten sich E. TAM (1936), G. HAVAS (1914), ÉVA BENEDEK (1954), R. WAGNER (1956), J. JUSTYÁK (1957) und durch diese Untersuchungen wurde das Bestehen gewaltiger Temperaturunterschiede zwischen Hanfbestand und freiem Gelände erwiesen.

Mit den klimatischen Ansprüchen der Baumwolle und mit den Messungen der Boden- und Lufttemperaturen in einem Baumwollenbestande befassen sich die Arbeiten von V. A. VIZGIN (1951), V. E. REINGARDT (1952) und R. WAGNER (1956).

Unsere Zielsetzung besteht darin, die Extremwerte und den Tagesgang der Bodentemperatur für die verschiedenen phenologischen Phasen zu beschreiben. Wir untersuchen auch die Bodentemperaturverhältnisse des Hanfstoppfeldes nach dem Schnitt der Hanfernte.

Die mikroklimatologischen Messungen wurden in der Zeit vom 13. Mai bis 2. September 1953 auf dem Gebiete der Forschungsanstalt für Baumwollenanbau in Székuta durch das Personal des Klimatologischen Instituts der Universität Szeged unter der Leitung von Prof. RICHARD WAGNER ausgeführt.

An den Versuchspartellen wurden ständige, stündlich ausgeführte Bodentemperaturmessungen, zu zwei Zeitabschnitten einige Tage lang ausgeführte Lufttemperaturmessungen, sowie visuelle Wetterbeobachtungen vorgenommen.

Die Bodenverhältnisse der Versuchspartellen an den drei Beobachtungsstationen waren identisch, und dieselben wurden seitens des Landes-Qualitätskontrollinstitutes als ein „auf einem Lößboden zustande gekommenes kalkiges Wiesen-Czernosom mit gutem Wasserhaushalte und mit großer Produktionstiefe“ bezeichnet. Bodentemperaturen wurden an allen drei Beobachtungsstellen in den Tiefen von 0 cm, 5 cm und 10 cm, und außerdem im Hanfbestande in einer Tiefe von 15 cm, und im freien Gelände in 20 cm Tiefe

gemessen. Bei den Vergleichen haben wir aber nur die Angaben für 0 cm, 5 cm und 10 cm verarbeitet.

Aus der 110 täglichen Angabenreihe wurden entsprechend der Witterung und den Phenophasen des Hanfes vier, je fünftägige Perioden ausgewählt, unter Zugrundelegung von heiteren Tagen mit Strahlungswetter.

Diese vier Perioden sind die folgenden:

1. Gewaltiger Beginn der vegetativen Entwicklung des Hanfes: 15., 16., 17., 18 und 20. Mai
2. Periode der gewaltigen vegetativen Entwicklung des Hanfes: 15., 16., 18., 20. und 21. Juni
3. Blüte des Hanfbestandes: 17., 18., 19., 22. und 23. Juli
4. Gelbe Verfärbung des Hanfbestandes: 17., 18., 19., 20. und 21. August

### Bodentemperatur des Baumwollenbestandes.

Innerhalb der untersuchten Periode fanden wir in der 0-cm-Schicht des Baumwollenbestandes keine wesentlichen Abweichungen gegenüber des freien Geländes. Die Unterschiede nehmen von Mai bis August langsam und gleichmäßig zu und erreichen in August ihren Maximalwert von 6,4 °C.

In den Niveaus von 5 und 10 cm sind die Maxima bis auf einige Zehntelgrade die gleichen (Tabelle I).

Die Minima der Bodentemperatur im 0-cm-Niveau sind im Baumwollenbestand um 1,7—1,0 °C höher, da der Pflanzenbestand einen Schutz gegenüber der unmittelbaren, raschen Abkühlung der Oberfläche bietet. In den größeren Tiefen hingegen ist der Boden infolge der gemäßigten Tageserwärmung schon kühler als im freien Gelände.

Tabelle I.

		0 cm			5 cm			10 cm		
		Max.	Min.	Δ	Max.	Min.	Δ	Max.	Min.	Δ
Mai	F	32,3	8,4	23,9	27,3	11,3	16,0	23,4	12,6	10,8
	H	27,3	10,1	17,2	25,3	11,4	13,9	21,8	12,6	9,2
	F—H	5,0	-1,7	6,7	2,0	-0,1	2,1	1,6	0,0	1,6
Juni	F	39,4	14,9	25,5	32,0	18,9	13,1	30,7	19,6	11,1
	Bw	35,0	16,2	18,8	31,8	17,9	13,9	29,8	18,9	10,9
	F—Bw	4,4	-1,3	6,7	0,2	1,0	-0,8	0,9	0,7	0,2
Juli	F	41,9	17,6	24,3	35,0	21,8	13,2	33,8	22,2	11,6
	Bw	37,2	18,6	18,6	35,0	19,7	15,3	32,9	20,9	12,0
	F—Bw	4,7	-1,0	5,7	0,0	2,1	-2,1	0,9	1,3	-0,4
August	F	42,7	15,8	26,9	32,9	20,7	12,2	31,8	21,1	10,7
	Bw	36,3	16,8	19,5	32,8	18,6	14,2	29,9	19,8	10,1
	F—Bw	6,4	-1,0	7,4	0,1	2,1	-2,0	1,9	1,3	0,6

Extremwerte der Bodentemperaturen im freien Gelände (F) und im Baumwollenbestande (Bw). Fünftägige Mittelwerte.

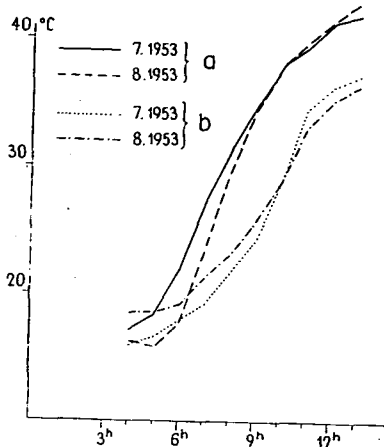


Abb. 1. Stundenwerte der Bodentemperatur für das 0-cm-Niveau zur Zeit der intensiven Erwärmung  
a = freies Gelände, b = Baumwollenbestand

Auf Grund einer Untersuchung der Extremwerte kann es festgestellt werden, daß die Unterschiede zwischen den Bodentemperaturen des Baumwollenbestandes und den Bodentemperaturen in gleichen Tiefen des offenem Geländes langsam und ständig zunehmen. Auf Grund der Extremwerte ergibt sich, daß die Beschattungswirkung des Baumwollenbestandes in der ganzen Beobachtungsperiode eine mäßige ist.

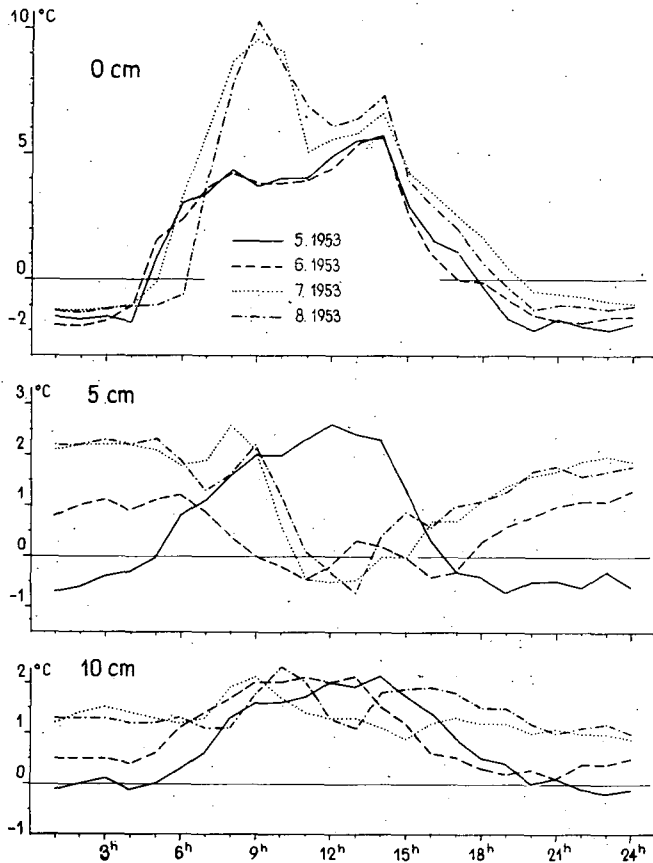
Auf Grund der Untersuchung der Tagesgänge der Bodentemperatur kann es erwiesen werden, daß die größten Temperaturunterschiede zwischen Baumwollenbestand und freies Gelände nicht zwischen den Extremwerten der Temperaturen auftreten,

Im Laufe der Entwicklung des Baumwollenbestandes und mit der Zunahme des Beschattungseinflusses ergibt sich im 0-cm-Niveau in der intensiven Tageserwärmung, die nach dem morgendlichen Temperaturminimum einsetzt, eine Verzögerung, welche in den Monaten Juli und August etwa zwei Stunden beträgt; in der Zeit zwischen 06 und 07 Uhr übertrifft die Erwärmungsgeschwindigkeit im freien Gelände schon den Wert von 5,0 °C/Stunde, beträgt aber zur selben Zeit im Baumwollenbestande nur 1,4 °C/Stunde und erreicht erst zwischen 09 und 10 Uhr den Wert von 5,1 °C/Stunde (Abb. 1). Hieraus folgt, daß die täglichen maximalen Temperaturunterschiede nicht bei dem höchsten Sonnenstand, sondern erst später, bei einem Sonnenstande erreicht werden, der weniger günstig für eine Besonnung des Bestandes ist, das Minimum der Unterschiede tritt hingegen zur Zeit des höchsten Sonnenstandes auf.

Im Tagesgange der Temperaturunterschiede zwischen den beiden Stationen können, für das 0-cm-Niveau, in den vier Angabenserien, zwei Typen unterschieden werden. Im Mai und Juni ist bis 04 Uhr der Boden des Baumwollenbestandes um 1,0—1,2 °C wärmer; eine Stunde später ist aber schon das freie Gelände um 1,5 °C wärmer und um 07 Uhr erreicht dieser Unterschied schon den Wert von 3,0—3,5 °C; zwischen 07 und 11 Uhr besitzt er einen Wert von 4,0 °C (mit einem sekundären Maximum von 4,5° um 8 Uhr), und das Hauptmaximum (6,2°) wird um 14 Uhr erreicht und in den darauffolgenden 3 Stunden nimmt er, infolge der raschen Abkühlung des freien Geländes, auf 1,0—0° ab.

Im Laufe des Julis und des Augusts tritt der zweite Typus in den Vorder-

Abb. 2. Unterschiede der Stundenwerte der Bodentemperatur im freien Gelände und im Baumwollenbestand. Fünfstägige Mittelwerte.



grund (Abb. 2), in welchem das Doppelmaximum um 10 und 14 Uhr entschieden getrennt erkennbar ist. Das Vormittagsmaximum ist das Hauptmaximum mit einem Wert der in August 10,4 Grade erreicht. Zur Zeit des höchsten Sonnenstandes nimmt aber der Unterschied auf 5,0—6,0 Grade ab. In den Nachtstunden, als eine Folge der geringeren Tageserwärmung, konvergieren die Abweichungen in der Beobachtungsperiode zu 0 °C.

Der Tagesgang der Bodentemperaturen in 5 cm Tiefe besitzt einen anderen Charakter. Hier hat man im Mai bei Nacht eine um 0,5—0,8° höhere Temperatur und bei Tage eine um 2,6° niedrigere Temperatur als im freien Gelände. In den nächsten drei Monaten bildet der Tagesgang ein Spiegelbild des Tagesganges in Mai: der Baumwollenbestand ist während der ganzen Nacht kühler und bei Tage wärmer als das freie Gelände. In allen drei Monaten sind die Werte der Mittagsstunden die gleichen; im Juli und im August ist der Baumwollenbestand bei Nacht um 1,0—1,2° kühler. Somit erreicht die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe unter einem Baumwollenbestand, unter der Einwirkung des beschattenden, aber zu gleicher Zeit auch die Ausstrahlung vermindernenden Einflusses des Bestandes, in den Mittagsstunden die Temperatur im freien Gelände, und die letztere wird sogar übertroffen; jedoch gelangt im

Laufe der ganzen Bestrahlungsperiode nicht genug Energie in den Boden, um zu verhindern, daß der Boden zu Nacht kühler werde als das freie Gelände.

Im 10-cm-Niveau findet man ebenfalls eine zweifache Gliederung: in Mai und Juni sind die Nachttemperaturen nahezu gleich an den beiden Stationen, doch ist in den nachfolgenden zwei Monaten der Baumwollbestand nachts kühler als das freie Gelände. Die maximale Abweichung hat in allen vier Monaten nahezu den selben Wert. Der Unterschied zwischen den beiden Typen kann auch durch die Tagesamplitude ausgedrückt werden, im Mai—Juni beträgt die Tagesamplitude der Temperaturabweichung 2,0—2,2°, in Juli und August beträgt sie nur 1,0—1,3°.

Somit gelangt der beeinträchtigende Einfluß des Baumwollenbestandes auf die Bodentemperaturen dadurch zum Ausdruck, daß im Laufe der Entwicklung der Baumwolle die höchsten Temperaturabweichungen auf die Vormittagsstunden und die Nachmittagsstunden verschoben werden, und demzufolge im Tagesgang der Temperaturabweichungen ein Doppelmaximum und ein Doppelminimum verzeichnet werden.

### Bodentemperatur des Hanfbestandes

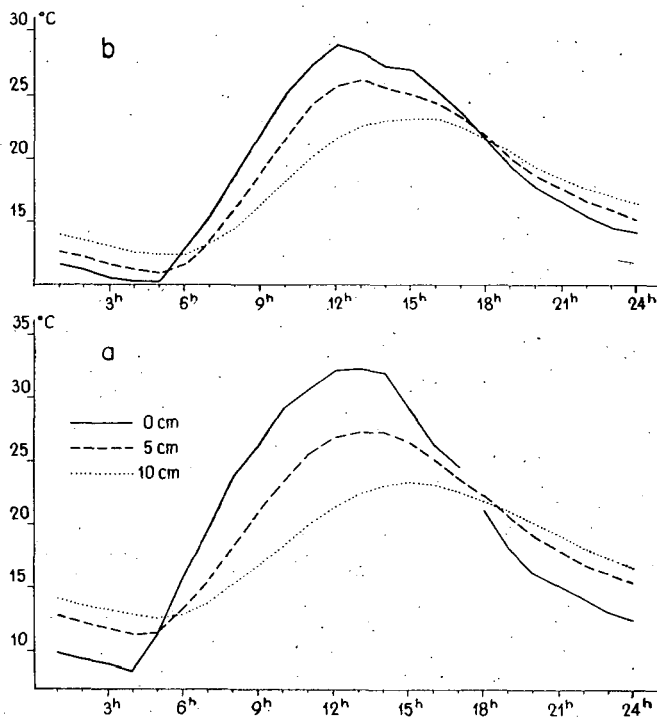
Die Höhe des Hanfbestandes beträgt im Mai 25—28 cm. In diesem Zeitabschnitte ist die Abweichung der Maxima der Bodentemperatur gegenüber den Bodentemperaturen im freien Gelände in 0 cm 3,4°, in 5 cm 1,1° und in 10 cm 0,3°. In Bezug auf die Minimumtemperaturen ist das 0-cm-Niveau des Bestandes um 1,0—1,5° wärmer, doch sind die tieferen Schichten um einige Zehntelgrade kühler als das freie Gelände (Tabelle II.).

Tabelle II.

		0 cm			5 cm			10 cm		
		Max.	Min.	Δ	Max.	Min.	Δ	Max.	Min.	Δ
Mai	F	32,3	8,4	23,9	27,3	11,3	16,0	23,4	12,6	10,8
	H	28,9	10,2	18,7	26,2	10,9	15,3	23,1	12,3	10,8
	F—H	3,4	-1,8	5,2	1,1	0,4	0,7	0,3	0,3	0,0
Juni	F	39,4	14,9	25,5	32,0	18,9	13,1	31,7	19,6	11,1
	H	23,7	16,2	7,5	22,8	16,5	6,3	21,7	17,2	4,5
	F—H	15,7	-1,3	18,0	9,2	2,4	6,8	9,0	2,4	6,6
Juli	F	41,9	17,6	24,3	35,0	21,8	13,2	33,8	22,2	11,6
	H	25,8	17,6	8,2	24,4	17,9	6,5	23,2	18,6	4,6
	F—H	16,1	0,0	16,1	10,6	3,9	6,7	10,6	3,6	7,0
August	F	42,7	15,8	26,9	32,9	20,7	12,2	31,8	21,1	10,7
	H	25,3	16,5	8,8	24,0	17,0	7,0	22,8	17,9	4,9
	F—H	17,4	-0,7	18,1	8,9	3,7	5,2	9,0	3,2	5,8

*Extremwerte der Bodentemperaturen im freien Gelände (F) und im Hanfbestande (H). Fünftägige Mittelwerte*

Abb. 3. Bodentemperaturen im Monat Mai (Fünftägige Mittelwerte). a=freies Gelände b=Hanfbestand.



Die Länge der Periode zwischen Eintreten der Minimum- und Maximumtemperatur (d. h. der Periode mit einem positiven Werte des Wärmeumsatzes), erfährt in jeder Schicht eine Abkürzung von etwa 2 Stunden, da der Bestand schon bei Sonnenaufgang eine Behinderung für die Besonnung des Inneren des Bestandes darstellt und der Zeitpunkt der Maximaltemperatur im 0-cm-Niveau unmittelbar mit dem Zeitpunkt des höchsten Sonnenstandes zusammenfällt und dann setzt eine Abkühlung mit der Geschwindigkeit von 0,5—1,0 °C/Stunde ein. Somit kommt die Beschattungswirkung während des ganzen Tages zur Geltung, selbst im Falle dieses niedrigen Bestandes. Die austrahlungsvermindernde Wirkung des Bestandes geht daraus hervor, daß das 0-cm-Niveau im Bestande bei Nacht um 1,7—2,0° wärmer ist, als im freien Gelände; und die tieferen Schichten, obwohl ihre Maximumtemperatur um etwa 1° geringer ist, sich nur um 0,2—0,4° mehr abkühlen, als die gleichen Tiefen des freien Geländes.

Die großzügige vegetative Entwicklung des Hanfbestandes wird gegen Ende Juni abgeschlossen. Im Laufe eines Monats erreicht sie eine Höhe von 110—115 cm, das Blattersystem bildet sich aus, die Blätter vergrößern sich. Für die Ausmaße dieser Entwicklung ist es charakteristisch, daß (nach den Angaben von Gy. Csókás, 1941) der Trockenstoffgehalt des Blattes (der eine zur Blattoberfläche proportionale Größe darstellt) im Laufe dieses Monats fünf- bis sechsmal so viel als im Mai zunimmt, doch beobachtet man in Juli und August nur die gleiche Zunahme wie im Mai. Mit dieser großzügigen Entwicklung wird der Zusammenschluß der Blätter praktisch beendet, der Bestand wird für die direkte Strahlung undurchdringlich, somit wird die

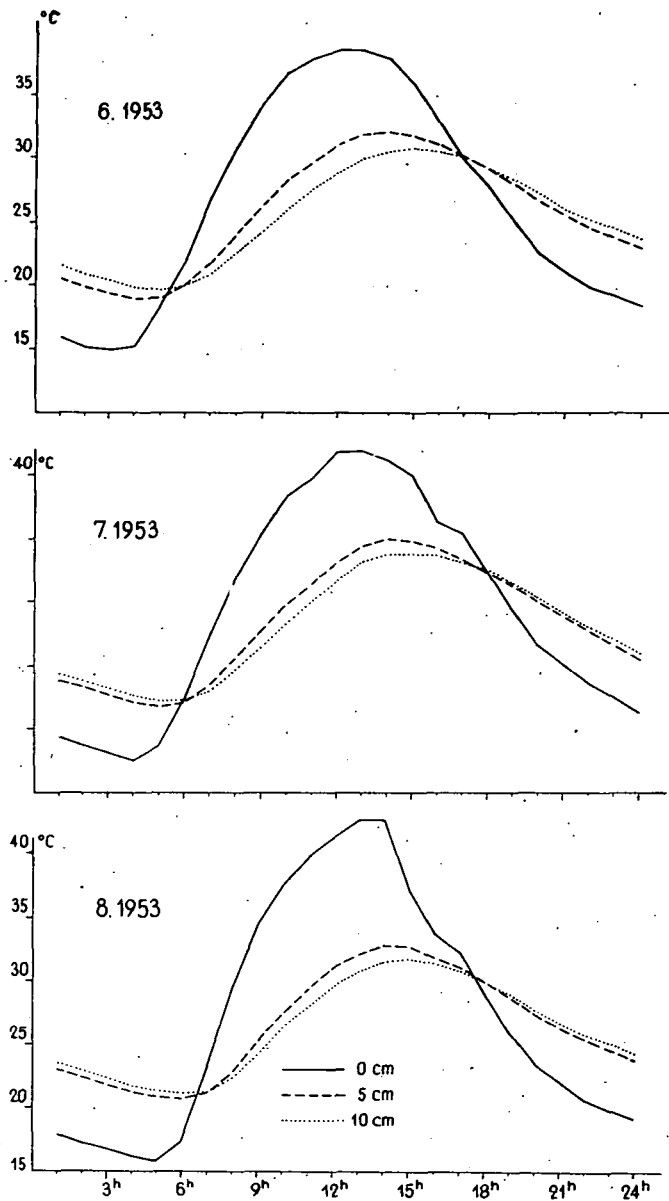
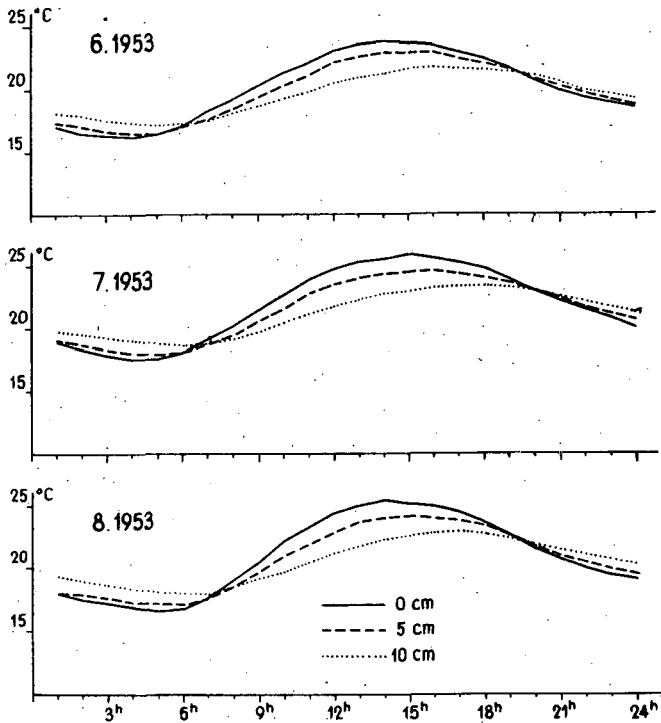


Abb. 4-a. Bodentemperaturen im freien Gelände. Fünftägige Mittelwerte.

direkte Aus- und Einstrahlung kräftig herabgesetzt. Folglich ist die tätige Oberfläche schon Ende Juni nicht mehr am Boden sondern in einem höheren Niveau anzutreffen, namentlich im Blätterniveau des Bestandes, und so kann es angenommen werden, daß im Hanfbestand ab Ende Juni ein abhängiges Mikroklima zur Ausbildung gelangt.



Abb. 4-b. Bodentemperaturen im Hanfbestande.  
Fünftägige Mittelwerte.



Am Ende von Juni, im Juli und August besitzen die Bodentemperaturen des Hanfbestandes in den verschiedenen Tiefen gleiche Tagesgänge und Amplituden. Für den Tagesgang ist es bezeichnend, daß die Maxima und Minima in jeder Tiefe mit einer Phasenverzögerung von zwei Stunden gegenüber dem freien Gelände auftreten (Abb. 4-a und 4-b).

Die Tagesamplituden der Bodentemperatur sind in allen drei Monaten sehr mäßig, im 0-cm-Niveau beträgt die Amplitude nur ein Drittel, in den tieferen Schichten nur die Hälfte der Amplituden, welche im freien Gelände auftreten.

Obwohl es im 0-cm-Niveau bei Tage einen Temperaturunterschied von 15—17° gibt, ist der Boden im Hanfbestand bei Nacht um 1,0—1,5° kälter.

Der gleichmäßige Tagesgang der Bodentemperatur, die Phasenverschiebung beim Eintreten der Extremwerte, die Geringheit der Tagesamplitude, sowie die gewaltige Temperaturabweichung gegenüber dem freien Gelände, dies sind alle Beweise dafür, daß die Bodentemperaturverhältnisse des Hanfbestandes neben der Streustrahlung, der in den Bestand eindringt, durch die Lufttemperaturen des Bestandes beeinflusst werden, d. h. der Boden erhält nicht im Strahlungswege, sondern durch molekulare Wärmeleitung die Energie aus der Luft, und somit besitzt der Bestand ein abhängiges Mikroklima.

Dies wird auch durch die Lufttemperaturen belegt, welche im Bestand gemessen wurden. Auf Grund der Lufttemperaturen, welche zwischen den 21. und 28. Juni in den Höhen von 5, 90, und 130 cm gemessen wurden (Abb. 5), ist bei Tage das 90-cm-Niveau am wärmsten, und bei Nacht das 5-cm-Niveau.

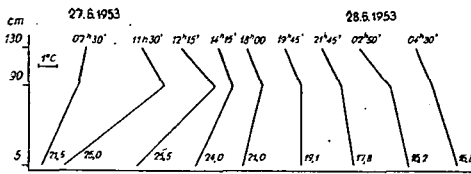


Abb. 5. Senkrechte Verteilung der Lufttemperatur im Hanfbestande (17—15. Juni)

Durch einen Vergleich der Lufttemperaturangaben vom 27. Juni mit der Temperatur der Bodenoberfläche kann festgestellt werden, daß die Bodenoberfläche bei Tage kühler und bei Nacht wärmer ist, als das 5-cm-Niveau des Bestandes.

Die Abhängigkeit des Mikroklimas des Hanfbestandes wurde auch durch J. JUSTYÁK (1957) mittels Messungen erwiesen, welche im Jahre 1950 in Palagpuszta ausgeführt wurden, jedoch nur bei niedrigem Sonnenstande. In den Mittagsstunden befand sich die tätige Oberfläche des betreffenden Bestandes an der Bodenoberfläche.

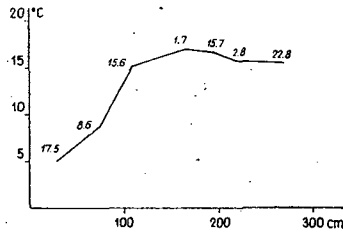
Nach den Untersuchungen, die ÉVA BENEDEK (1953) in Mezőhegyes, in einem blühenden Hanfbestande ausführte, wurde die tätige Oberfläche zwischen 8 und 19 Uhr ebenfalls an der Erdoberfläche aufgefunden.

Infolge der methodischen Abweichungen, und infolge anderer Umstände, können unsere Meßergebnisse mit denen der beiden angeführten Autoren nicht größtmäßig verglichen werden, doch kann es aus den Angaben des Bestandes in Mezőhegyes festgestellt werden, daß an einem heiteren Strahlungstage im 2-cm-Niveau am vormittag eine Erwärmungsgeschwindigkeit von 1,8—2,0°C/Stunde erreicht wird. Unter ähnlichen äußeren Verhältnissen erreicht diese Größe im 0-cm-Niveau des Hanfbestandes in Székkutas nicht den Wert von 1,3°C/Stunde.

Betreffend der Saattiefe und der agrotechnischen Umstände des Hanfbestandes in Székkutas verfügen wir über keinerlei Angaben; auch in den Arbeiten von JUSTYÁK und BENEDEK befinden sich keine diesbezügliche Bemerkungen. Die Unterschiede aber, welche sich zwischen den Verhältnissen in den drei verschiedenen Beständen ergeben, stehen unbedingt im Zusammenhang mit der Saattiefe dieser Bestände.

Aus Tabelle II ist es ersichtlich, daß in den Monaten Juni, Juli und August die Temperaturamplituden für die einzelnen Niveaus, und die Abweichungen der Extremwerte gegenüber derselben des freien Geländes, nur annähernd die selben sind: im August verzeichnet man eine Zunahme der Temperaturamplituden von einigen Zehntelgraden gegenüber den Werten des freien Geländes. Ende August beginnt die Vergilbung der Blätter, die unteren Blätter fallen ab, oder rollen sich zusammen. Mit der Abnahme und der Einstellung der Lebenstätigkeit der vegetativen Organe wird der Wasserumsatz der Pflanze und der Wasserhaushalt des Bestandes und des Bodens verändert; mit dem Kahlwerden der Stengel, mit der Vergilbung der Blätter wird die Größe und die Qualität der in der Bestand eindringenden Strahlung und dadurch der gesamte Wärmehaushalt des Bestandes verändert. Die genaue Erforschung dieses Vorganges könnte nur im Wege spezieller Strahlungsmessungen, Wasserhaushalt- und Wärmehaushaltuntersuchungen durchgeführt werden. Aus der Größenordnung der Abweichungen wird es ersichtlich, daß dieselben nur einen theoretischen Wert besitzen, und dieselben berühren weder die Existenz des abhängigen

Abb. 6. Unterschied der Bodentemperatur-Maxima im 0-cm-Niveau zwischen freiem Gelände und Hanfbestand für die Vegetationsperiode, und dessen Zusammenhang mit dem Wachstum des Hanfbestandes



Mikroklimas, noch die Größe der Temperaturabweichung gegenüber dem freien Gelände.

Somit bildet sich im Hanfgebiet im Laufe der rapiden Ausbildung der vegetativen Organe am Ende des Monats Juni ein abhängiges Mikroklima aus mit großen Temperaturunterschieden gegenüber dem freien Gelände und mit geringer Temperaturamplitude in allen Niveaus. Das abhängige Mikroklima verbleibt bis Ende August, bis zum Schnitt des Hanfes, ein charakteristischer Zug des Bestandes. Die Vergilbung und das Abfallen der Blätter am Ende August verursacht nur eine Abweichung von einigen Zehntelgraden.

Durch eine gleichzeitige Darstellung der Differenz der Maximaltemperaturen im freien Gelände und der Maximaltemperaturen im Hanfbestand einerseits, und des Wuchses des Hanfbestandes andererseits kann man denjenigen Wert der Pflanzenhöhe bestimmen, von der ein weiteres Wachstum von keiner praktisch wesentlichen Temperaturabweichung mehr begleitet wird (Abb. 6).

### Bodentemperaturen zur Zeit des Hanfschnittes

Der Schnitt des Hanfbestandes erfolgte am 26. August. Im Folgenden suchen wir eine Antwort auf die Frage, in welcher Weise nach dem Schnitte die Erwärmung des Hanfstoppelfeldes vor sich geht, und welche Unterschiede sich nach der Herstellung des Gleichgewichtes des Wärmeumsatzes zwischen dem offenen Gelände und dem Stoppelfelde ergeben. Zu diesem Zwecke wurden die Angaben des Tages vor dem Schnitte (25. August) mit den Angaben des Tages, an dem der Schnitt durchgeführt wurde (26. August) und mit den Angaben des 31. August verglichen (da in der Zwischenzeit ein bedecktes und regnerisches Wetter herrschte).

Wie aus den Angaben der Tabelle III und der Abb. 7. ersichtlich, sind bis zum Zeitpunkt 26. August 09 Uhr, die Unterschiede zwischen den Temperaturen des freien Geländes und des Hanfbestandes die gleichen als am Vortage, es liegen nur Abweichungen von Zehntelgraden vor. Nach dem Schnitte, um 10 Uhr, wird der Unterschied um  $4,2^\circ$  kleiner, und um 11 Uhr ist er um  $6,3^\circ$  kleiner als am 25. August. Dementsprechend ist die Temperaturzunahme auch in den tieferen Niveaus eine gewaltige: um 10 Uhr beträgt die Abnahme der Temperaturunterschiede in den 5-cm und 10-cm-Niveaus um 13 Uhr  $2,4^\circ$  bzw.  $0,6^\circ$ , um 13 Uhr  $5,9^\circ$  bzw.  $4,6^\circ$ . In den Nachtstunden war der Hanfbestand vor dem Schnitte um  $2,0$ — $2,4^\circ$  kühler, doch schon in der Nacht vom 26. zum 27. August war die Temperatur die selbe als im offenen Gelände. Im 5-cm und 10-cm Niveau bleiben aber die Temperaturunterschiede bestehen, welche vor dem Schnitte vorhanden waren.

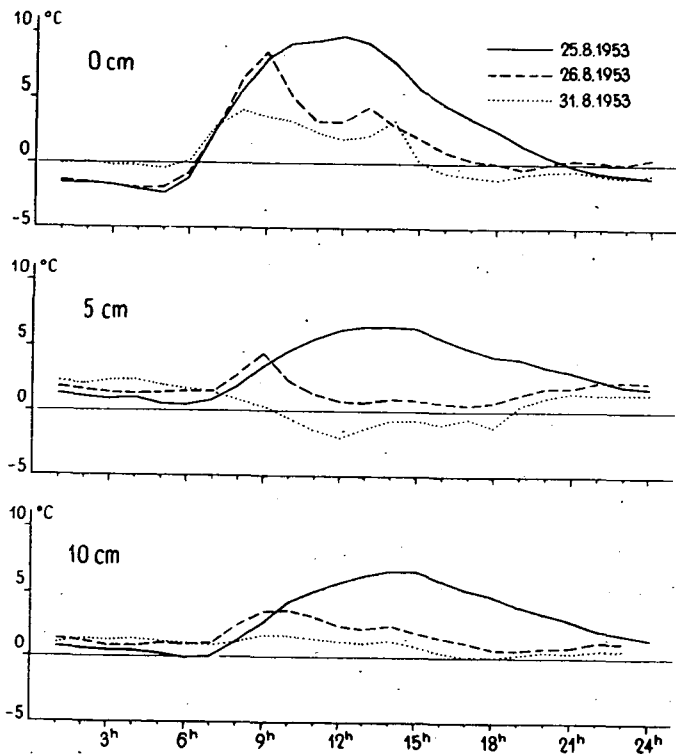


Abb. 7. Unterschied der Stundenwerte der Bodentemperatur im freien Gelände und im Baumwollenbestand im Laufe des Hanfschnittes

Tabelle III.

		0 cm			5 cm			10 cm		
		Max.	Min.	Δ	Max.	Min.	Δ	Max.	Min.	Δ
25. VIII.	F	29,6	12,0	17,6	26,5	15,0	11,5	25,8	15,3	10,5
	H	20,8	14,4	6,4	20,0	14,5	5,5	19,6	15,4	4,2
	F-H	8,8	-2,4	11,2	6,5	0,5	6,0	6,2	-0,1	6,3
26. VIII.	F	31,8	13,8	18,0	26,9	17,0	9,9	26,3	17,3	9,0
	H	27,6	15,4	12,2	26,0	15,5	10,5	24,6	16,4	8,2
	F-H	4,2	-1,6	5,8	0,9	1,5	-0,6	1,7	0,9	0,8
31. VIII.	F	33,6	13,2	20,4	27,6	15,9	11,5	26,6	16,2	10,4
	H	31,0	13,6	17,4	28,6	14,0	14,6	25,8	15,2	10,6
	F-H	2,6	-0,4	3,0	-1,0	1,9	-2,9	0,8	1,0	-0,2

Extremwerte der Bodentemperaturen zur Zeit des Hanfschnittes: H=Hanfbestand, F=freies Gelände.

Fünf Tage nach dem Schnitte des Hanfes, nachdem das Wärmegleichgewicht des Bodens wiederhergestellt wurde, deuten die Abweichungen gegenüber des freien Geländes auf das Vorhandensein der zurückgebliebenen Wurzelreste, auf das Vorhandensein der an der Oberfläche sich befindlichen Blätterreste und Stengelreste. Die Stundenwerte der Temperaturunterschiede am 31. August besitzen ein Doppelmaximum (08 und 14 Uhr) im 0-cm-Niveau, und dasselbe kann unter einer Phasenverzögerung auch in den tieferen Niveaus gefunden werden. Es ist anzunehmen, daß diese Erscheinungen die Folgen einer Beschattungswirkung durch die trockenen Rückstände darstellen dürften.

Eine Merkwürdigkeit des Tagesganges der Temperaturabweichungen besteht darin, daß im 0-cm-Niveau die Abweichungen nur Zehntelgrade betragen, doch ist bei Tage das Hanfstoppelfeld um 2,8—4,0 Grade kühler; im 5-cm-Niveau ist das Stoppelfeld in der Nacht kühler als vor dem Schnitte, hingegen ist es bei Tage wärmer als die gleichen Niveaus des freien Geländes. Das 10-cm-Niveau ist bei Nacht und bei Tag kühler am Hanfstoppelfelde als im freien Gelände.

### Folgerungen

Auf Grund einer vergleichenden Untersuchung der Bodentemperaturmessungen, welche im Jahre 1953 in S z é k k u t a s vier Monate hindurch in einem Hanfbestande, einem Baumwollbestande und im kahlen Boden eines freien Geländes ausgeführt wurden, können die folgenden Feststellungen gemacht werden:

1. Die Beschattungswirkung des Baumwollenbestandes erreicht bei dem täglichen mittleren Sonnenstande ihr Maximum, demzufolge treten die höchsten Temperaturunterschiede gegenüber dem freien Gelände nicht zwischen den Extremwerten der Temperatur auf, sondern bei mittleren Sonnenhöhen am Vormittag und am Nachmittag, somit besitzt der Tagesgang der Temperaturabweichungen ein Doppelmaximum.

Die während der Entwicklung des Baumwollenbestandes auftretende Veränderung kann nicht allein durch eine Untersuchung der Extremwerte gekennzeichnet werden, da dieselben hindurch der ganzen Entwicklungsperiode eine fast gleiche Abweichung von den Angaben des freien Geländes aufweisen. Der zwischen des Wachstums des Bestandes und der Veränderung des Bestandklimas bestehende Zusammenhang konnte erst durch einer Untersuchung des Tagesganges der Temperaturabweichungen aufgedeckt werden.

2. Für den Hanfbestand ist ab Mitte Juni, als eine Folge der Dichte des Bestandes, ein abhängiges Mikroklima bezeichnend, welches in den folgenden Erscheinungen zum Ausdruck gelangt: geringe Temperaturamplitude in den einzelnen Niveaus; eine Oberflächentemperatur, die (selbst in der Einstrahlungszeit) kühler ist als die Lufttemperatur im Luftraum oberhalb der Oberfläche; Phasenverzögerung in der Erwärmung, hervorgerufen durch die Wärmeübergabe durch Wärmeleitung; und Temperaturabweichung gegenüber des freien Geländes.

Die Temperaturverhältnisse sind grundlegend für die Entwicklungszyklen der pflanzlichen und tierischen Schädlinge welche im Pflanzenbestand und dessen Boden leben, für die Entwicklung der Pflanze selbst, und für die Gestaltung des Bodenlebens. Bodentemperaturen und Bestandtemperaturen stehen in

enger Verbindung mit der Saatendichte, somit kann durch eine sinnreiche Planung der Saatendichte (natürlich neben anderen agrotechnischen Faktoren) eine Förderung der Pflanzenentwicklung, bzw. eine Vorbeugung gegenüber Schädlinge erreicht werden.

Die nach dem Schnitte des Hanfbestandes am Stoppelfelde und im Boden zurückbleibenden pflanzlichen Teile üben durch ihre Beschattungswirkung und teilweise durch eine Umgestaltung der physikalischen Eigenschaften des Bodens, einen Einfluss aus, durch welchen die Abweichungen gegenüber der Kontrollstation hervorgerufen werden.

#### LITERATUR

- BENEDEK, É. (1954): Mikroklíma vizsgálatok kenderállományban. (Mikroklimatologische Untersuchungen in einem Hanfbestande). Időjárás 58.
- BERÉNYI, D. (1958): Az állományklímát kialakító tényezők. (Die Faktoren durch welche das Bestandsklima bestimmt wird). MTA Agrártudományok Osztályának Közl. Heft 1—3.
- CSÓKÁS, GY. (1941): A kender tápanyagfelvétele és hatása a rost mennyiségére (Nährstoffaufnahme des Hanfes und ihre Auswirkung auf die Fasermenge). Kísérletügyi Közlemények, Heft 12.
- HAVAS, G. (1915): Vizsgálódások a kender virágzása körül. (Untersuchungen betreffend die Hanfblüte), Kísérletügyi Közlemények, Heft 2.
- JUSTYÁK, J. (1957): Adatok az 1950. évi kenderállomány mikroklímájához. (Beiträge zum Mikroklíma des Hanfbestandes im Jahre 1950). A Kossuth Lajos Tudományegyetem Meteorológiai Int. Tudományos Közleményei, Debrecen, Heft. 1.
- REINGARDT, V. E. (1952): Gyapottermelés (Baumvollenerzeugung), Verlag Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- TAMM, E. (1936): Vergleichende Temperaturmessungen in der Zone des Pflanzenklimas, Landwirtschaftliche Jahrbücher.
- VIZGIN, V. A. (1951): Az öntözetlen gyapot agrotechnikája (Agrotechnik der unberieselten Baumwolle), Verlag Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- WAGNER, R. (1955): A mikroklíma fogalma és módszere a természetföldrajzi kutatásokban (Begriff und Methode des Mikroklímas in den Forschungen der Naturgeographie). Földrajzi Értesítő 4.
- WAGNER, R. (1956): Adatok a Délkelet-Alföld mikroklímájához (Beiträge zum Mikroklíma des südöstlichen Teiles der ungarischen Tiefebene). Földrajzi Értesítő 5.
- WAGNER, R. (1965): Die Temperatur des Bodens, des Wassers und der Luft in Kopáncs, I. Teil, Acta Clim. Univ. Szegediensis 4—5.