

Forschung

Bodennahe Wärmeprozesse und vegetatives Wachstum bei Sonnenblumen

Danica Jancáryová, Nikolai Fuchs und Florian Leiber

Danica Jancáryová ist Projektmitarbeiterin, Nikolai Fuchs Leiter, und Dr. Florian Leiber wissenschaftlicher Mitarbeiter der Sektion für Landwirtschaft am Goetheanum, H \ddot{u} gelstr. 59, CH-4143 Dornach, www.sektion-landwirtschaft.org

Der Begriff Wärme spielt in der Landwirtschaft an vielen Stellen eine bedeutende Rolle. Seien es die elementaren klimatischen Wärmeverhältnisse von Luft und Boden oder die organische Wärme im Kompost, sei es der Einsatz von Wärme bei der Verarbeitung von Lebensmitteln oder die vielen Aspekte der Organischen und der seeli-

meprozesse auf neuralgische Punkte des geistig-seelisch-physischen Lebens im Hoforganismus hin. Man kann mit diesen Prozessen lebenspraktisch umgehen, man kann sich meditativ in sie vertiefen, man kann sich ihnen auch mit einer wissenschaftlichen Frage nähern. Letzteres ist nicht unproblematisch, wenn wir Wärme im landwirtschaftlichen Zusammenhang als Prozess begreifen wollen und nicht nur als zu messenden Temperaturzustand. Wir stehen an solchen Stellen immer neu vor der Herausforderung, nicht im Statischen zu bleiben oder uns im Phantastischen zu verlieren, sondern den nüchternen wissenschaftlichen Blick für das Prozesshafte sensibel zu machen.

Um hier einen Üb-Schritt zu tun, wurde von der Sektion für Landwirtschaft am Goetheanum im April 2005 ein kleiner Versuch angelegt. Es ging dabei darum, die Zusammenhänge in den elementaren Wärmeprozessen zwischen Luft, Boden und dem Pflanzenwachstum einer wissenschaftlichen Anschauung zu erschliessen. Um im Sinnlichen etwas erkennen zu können, muss man mitunter Kontraste erzeugen, bzw. das Phänomen unter verschiedenen Bedingungen beobachten.

Um einen solchen Kontrast zu den natürlichen Bedingungen zu schaffen, versuchten wir, die Erwärmung des Bodens durch eine schwarze, im Gartenbau übliche Pflanzfolie zu beeinflussen. Der Vergleich mit einer Kontrollvariante ohne Folie sollte zeigen, wie sich die bodennahen Erwärmungsvorgänge auf das Wachstum von Pflanzen (in diesem Fall Sonnenblumen) auswirken.

Aufbau des Versuchs

Es wurden zwei Standorte mit unterschiedlichen Klimalexpositionen gewählt, Anbauflächen in der Gärtnerei am Goetheanum und in der Gärtnerei Sonnhalde auf dem Gempfen. Der Standort Dornach (Gärtnerei am Goetheanum) befindet sich in einer Höhe von ca. 350 m n.N. Das Klima ist im Sommer häufig feucht und schwül. Die Sonne wirkt an heißen Tagen stechend und schwer erträglich. Die Luftverhältnisse sind wechselhaft, mit häufigem Föhn. Der Standort Gempfen (Heilpädagogisches Heim Sonnhalde) befindet sich in einer Höhe von ca. 700 m n.N. Das bergartige Klima wirkt erfrischend-luftig. Die Sonneneinstrahlung ist aufgrund der höheren Lage



Die Sonnenblume bietet sich als Testpflanze zum Thema Wärme an

schen Wärme bei Mensch und Tier. Insbesondere für die biologisch-dynamische Landwirtschaft weisen Wär-

Kurz & knapp:

- Wärme als qualitativer Naturprozess ist mehr als ein Temperaturzustand.
- In einem Versuch wurde das Wachstum von Sonnenblumen an zwei unterschiedlich exponierten Standorten mit und ohne Folie untersucht.
- Ein sensibler Zusammenhang zwischen Wärmeprozessen an der Erdoberfläche und der vegetativen Entwicklungsdynamik wurde festgestellt.

intensiver, die Sonne wirkt aber milder als in Dornach, der Ort ist windoffen.

Dornach hat einen mittelschweren Lehmboden mit höherem Tongehalt und geringerem Sandgehalt, der pH liegt bei über 7,5, der Humusanteil ist 4-6%. Nach dem Anbau bleibt der Boden locker, im Garezzustand. Auch in Gempfen findet sich ein mittelschwerer Lehmboden aber mit höherem Sand- und geringerem Tongehalt, der pH ist unter 7 (6,5 in KCl), der Kalkgehalt leicht überhöht, die Anbaufläche ist steinig. Der mineralogische Untergrund an beiden Standorten ist Kalk (Jura).

Je vier Parzellen (10 × 2,5 m) wurden auf einer Fläche von 40 × 2,5 m in Dornach und 20 × 5 m in Gempfen angelegt. Die Varianten (,Folie' und ,Frei'; je zweimal pro Standort) wurden im Wechsel angelegt. Ausgepflanzt wurden die Pflanzen mit einem Abstand von 0,4 m, d.h. in fünf Reihen, wobei die äußeren zwei Reihen nicht in die Wertung einbezogen wurden (Abbildung 1). Von jeder Parzelle wurden 54 Pflanzen ausgewertet. Die Bodenbedeckung wurde mit schwarzer perforierter PP-Gewebefolie (Firma Neeser) vorgenommen. Für jede Pflanze wurde ein Kreuzloch gestochen. Ferner wurden Temperatursonden (Chips in Plastikhüllen) in den Versuch eingebracht, je vier pro Parzelle. Die Sonden wurden paarweise so in die Mitte der Versuchsparzelle platziert, dass sich je eine Sonde 5 cm über und eine 5 cm unter dem Boden befand. Die Sonden-temperatur wurde in halb-

stündigen Intervallen aufgezeichnet. Die Sonden-Temperaturchips wurden von der Firma Hiscia zu Verfügung gestellt.

Als Kultur verwendeten wir die Biosorte Helena. Sie ist die letzte offen abblühende Sorte am Markt. Es bestand damit die Hoffnung, eine möglichst grosse Plastizität der Pflanzen zu erhalten. Das Saatgut für den Anbau wurde von der Sativa AG Rheinau bezogen. Die Samen sind unheimlich, sie unterscheiden sich in Grösse, Form und Farbe (schwarz, braun auch hellgrau, meistens gestreift). Die Samen der Sorte Helena sind für den Konsum, als Futter (Vögel) und für die Ölgewinnung geeignet.

Die Aussaat wurde am 19. April in Frühbeetkästen vorgenommen. Am 12. Mai wurden die Frühbeetkästen abgedeckt. Am 27. Mai wurden die Pflanzen ins Freiland ausgepflanzt. Die Ursache für die recht späte Aussaat waren die um diese Zeit ungünstigen Wetterverhältnisse. Im Frühling

(April 2005) wurde Hornmist auf die seit Jahren biologisch-dynamisch bewirtschafteten Flächen gespritzt. Die Ernte wurde am 5. September in



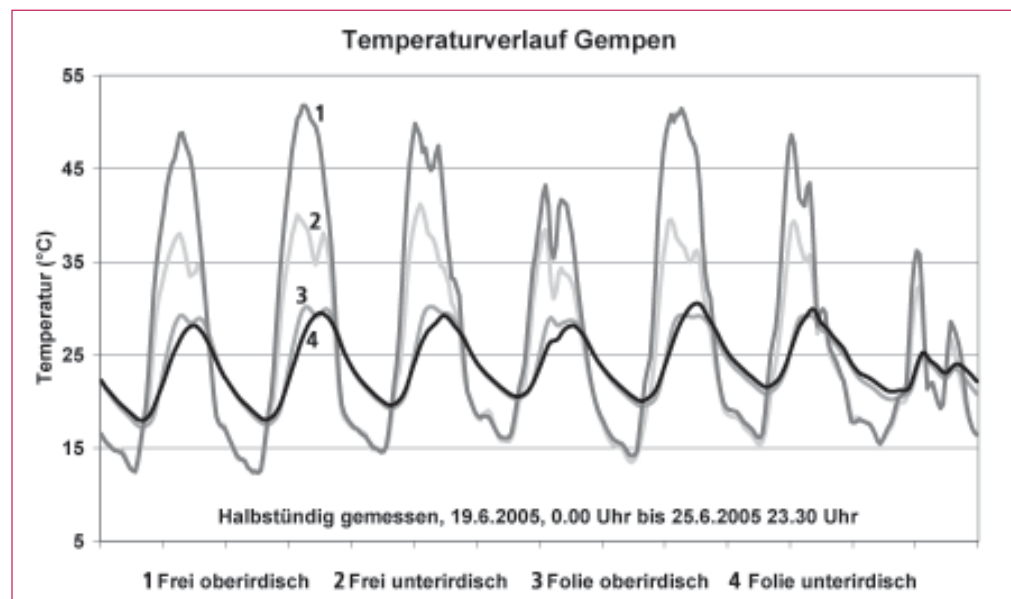
Dornach und am 6. September in Gempfen ausgeführt. Die Blütenkörbe wurden abgeschnitten, von Hand gedroschen und bei einer Temperatur von ca. 42° C getrocknet.

Versuchsanlage mit und ohne Folie

Unterschiedlicher Temperatureinfluss über bzw. im Boden

Wenn auch nicht so wie erwartet, hatte die Folie einen

Abbildung 1: Mit und ohne Folie: Temperaturverlauf (ober- bzw. unterirdisch) Gempfen. Mit Folie bleibt es im Boden kühler als ohne.



erheblichen Einfluss auf die Temperaturentwicklung in unmittelbarer Bodennähe. Abbildung 1 zeigt (exemplarisch für eine ausgesuchte Woche in Gempfen), dass die Folie tagsüber eine stärkere Erwärmung im oberirdischen Bereich bewirkte, aber im

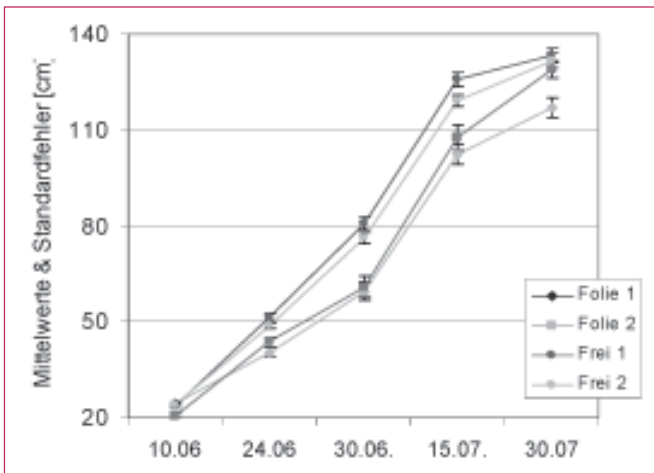


Abbildung 2:
Sonnenblumen 2006,
Höhenentwicklung Dornach:
Verzögerung durch Folie wird
aufgeholt

unterirdischen Bereich zu (leicht) niedrigeren Temperaturen führte! Dieser Effekt trat besonders stark an heißen Tagen (vor allem im Juni, während der vegetativen Wachstumsphase) und nur schwach an milderen Tagen (August) auf. Die Temperaturdifferenz zwischen dem oberirdischen und dem un-

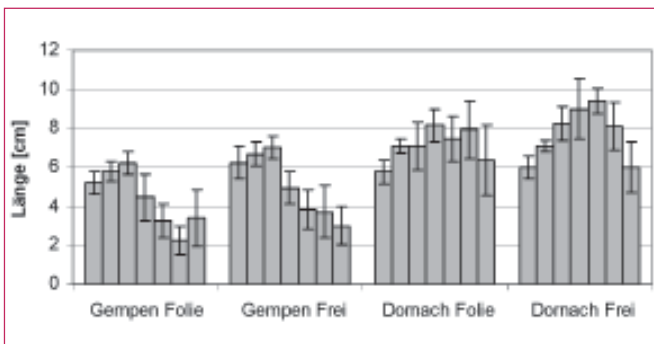


Abbildung 3:
Mittelwerte der Blattlängen
von Blatt 1 bis 7. Mit Folie sind die
Blätter weniger einheitlich.

terirdischen Bereich wurde durch die Folie deutlich vergrößert. Im Mittelwert über alle Tage (um 14⁰⁰ Uhr) betrug diese Differenz für Fo-

lie/Gempfen 7,6°C, für Frei/Gempfen 4,8°C, für Folie/Dornach 7,7°C und für Frei/Dornach 5,5°C. Die Unterschiede zwischen ‚Folie‘ und ‚Frei‘ sind statistisch hochsignifikant. Nachts traten keine Unterschiede zwischen ‚Folie‘ und ‚Frei‘ auf.

Man könnte sagen, dass die Folie dazu führte, dass tagsüber der Wärmeaustausch zwischen Luft und Boden unterbrochen war, dass sich oberirdisch Wärme staute und etwas verzögert an den Boden weitergegeben wurde. Die grössere Temperaturdifferenz zwischen Luft und Boden kann als Störung des Wärmehaushaltes an der Bodenoberfläche charakterisiert werden.

Mit Folie: unharmonische Gestalt

Wie entwickelten sich nun die Pflanzen unter diesen Bedingungen? Die mit der Folie angebauten Pflanzen unterschieden sich im vegetativen Bereich deutlich von den Pflanzen auf den folienlosen Varianten.

Am Standort Dornach bewirkte die *Folie* zunächst eine signifikante Hemmung des Sprosswachstums – die Pflanzen waren zwischenzeitlich 15 cm kleiner als die Pflanzen auf den freien Parzellen, sie holten diesen Rückstand jedoch bis zur Blüte fast wieder auf (siehe Abbildung 3). In Gempfen zeigte sich derselbe Effekt. Dort war jedoch nur eine der folienlosen Parzellen im Wachstum den anderen voraus. Die Sonnenblumen *ohne Folie* waren im Höhenwachstum einheitlich;

gleichzeitig hatte jede Pflanze Raum zur Entfaltung: Die Blätter waren dicht nebeneinander und übereinander am Stengel angeordnet. Von oben betrachtet entstand der Eindruck einer runden Verteilung. Alle Blätter hatten genug Möglichkeit, die Sonne zu empfangen. Es erschien eine runde Harmonie der Pflanze aus 8 bis 12 in Kreis angeordneten Blättern.

Die Blätter der Sonnenblumen auf dem *mit Folie* gedeckten Boden hingegen beschatteten sich teilweise gegenseitig. Eine runde, harmonische Anordnung war so nicht sichtbar, der Umriss der Pflanze von oben angeschaut war unregelmässig. Auch in der Höhe der Pflanzen zeigte sich kein geschlossenes, sondern ein chaotisches Bild. Das Ausmass dieses Chaos spiegelt sich in den Fehlerbalken (Standardfehler) in Abbildung 2 noch entfernt wieder.

Auch die Ausbildung der Blätter zeigte auf der Folie deutliche Unregelmässigkeiten (Abbildung 3, 4). In Dornach war das fünfte, in Gempfen das sechste Blatt „zu klein“ und durchbrach damit die Regelmässigkeit der vom Keim her grösser und gegen die Blüte hin wieder kleiner werdenden Blattgestalten, die in den folienlosen Varianten deutlich ausgeprägt war. Ferner bildeten auf der Folie deutlich mehr Pflanzen Nebentriebe (9 Pflanzen auf dem Gempfen, 14 Pflanzen in Dornach) als auf den freien Parzellen (nur je eine Pflanze mit Nebentrieben pro Standort).

Es ist bemerkenswert, dass sich die durch die Folie hervorgerufenen Unterschiede

fast ausschliesslich im Vegetativen fanden. Die generative Entwicklung war am Standort Gempen in beiden Varianten gegenüber dem Standort Dornach verzögert, auch traten signifikante *Effekte des Standortes* auf die Fettsäuremuster der Samen auf. Die *Folie* hatte hier jedoch keinen Einfluss mehr. Dies dürfte vor allem damit zusammenhängen, dass auf Grund der vollständigen Beschattung des Bodens durch die Blätter die Folie keine Bedeutung für die direkte Sonneneinstrahlung mehr hatte, was sich auch an den Temperaturdaten zeigt, bei denen ab August keine klaren Unterschiede mehr auftraten. Ausserdem ist der generative Bereich vollständig herausgehoben aus jener bodennahen Grenzschicht, die wir so deutlich durch die Folie beeinflussen konnten.

Was vermittelt der Austausch zwischen Luft und Boden?

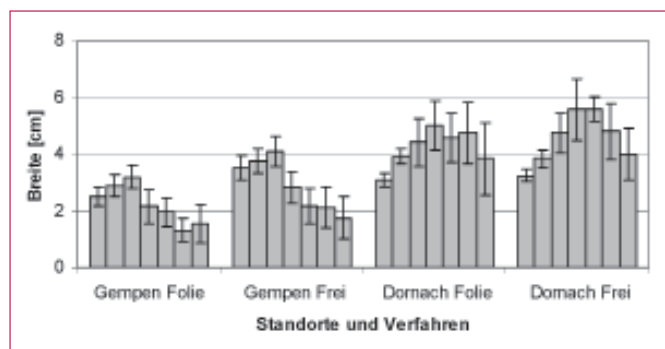
Liest man in Steiners Landwirtschaftlichem Kurs, so gibt es ein durch den Kalk vermitteltes Einströmen der „toten“ Wärme der Luft in die Erde, wo sie in einen „Zustand leiser Lebendigkeit“ übergeht (vgl. STEINER, 1924, S.48). Der Bereich kurz über dem Boden ist also ein Grenzbereich, ein Bereich des Strömens, der Atmung. Diese

Atmung sei, so sagt Rudolf Steiner in Koberwitz 1924, für eine bestimmte Verlebendigung des „Luftigen“ und der „Wärme“ notwendig. Gleichzeitig geht es bei dem Strömen zwischen Luft und Boden und umgekehrt auch um die Vermittlung von *Formkräften* aus dem Kosmischen ins Irdische und aus dem irdischen Wurzel- und Samenbereich wieder in die wachsende Pflanze. Diese Prozesse sind von Steiner auf sehr unterschiedliche Weise beschrieben worden (z. B. aus ganz anderer Perspektive in STEINER 1923, 7. Vortrag). Um zu diesen Beschreibungen Steiners in ein eigenständiges Verhältnis zu kommen, ist ein Weg der, sich den erfahrbaren Phänomenen auf verschiedene Weise zu nähern.

Wir haben ungewollt die etwas drastische Methode gewählt und mit der Folie den Wärmestrom zwischen Luft und Boden offenbar gehemmt. Das Ergebnis ist sprechend: die Pflanzen können zwei Gesten nicht richtig vollziehen, die viel mit der Wärme zu tun haben (BASFELD, 1998, S. 102 ff.): Sie kommen nicht in die Leichte, in das Sichnach-Oben-Heben und sie bilden keine Regelmässigkeit im Ausdehnen und Zusammenziehen ihrer Blattfolge. Auch in der Anordnung der Blätter um den Stängel herum sind sie aus ihrer klaren Ordnung heraus geworfen. Sie finden nicht ganz in ihre Gestalt, welche sich auf den benachbarten Parzellen schön ausgebildet hat.

Die hier beschriebenen Unregelmässigkeiten in der vegetativen Pflanzenentwicklung, die durch die Folie

hervorgerufen wurden, haben eine auffallende Ähnlichkeit mit dem bei Kartoffeln beschriebenen Einfluss eines gentechnischen Eingriffes (WIRZ/RICHTER, 2002). Es soll hier nicht über die mögliche *Ähnlichkeit der Ursachen* spekuliert werden, aber die Bilder sagen doch etwas über die qualitative *Ähnlichkeit der Wirkungen*.



Fazit:

Als Schlussfolgerung kann herausgestellt werden, dass ein sensibler Zusammenhang zwischen den Wärmeprozessen an der Erdoberfläche und der vegetativen Entwicklungsdynamik der Sonnenblume als deutliches Phänomen existiert. Er wird durch eine im Gartenbau übliche Folie negativ beeinflusst. Das könnte auch eine Anregung zur Überprüfung für die Praxis sein. ■

Abbildung 4: Mittelwerte der Blattbreiten von Blatt 1 bis 7

QUELLEN:

BASFELD, W., 1998: Wärme: Ur-Materie und Ich-Leib, Stuttgart
 STEINER, R., 1923: Der Mensch als Zusammenklang, GA 230, Dornach
 STEINER, R., 1924: Landwirtschaftlicher Kurs, GA 327, Dornach
 WIRZ, J./RICHTER, R., 2002: Das Kartoffelprojekt nach dem ersten Versuchsjahr. Ernährungsrundbrief 2/2002, S.38-42.