

Getreideentwesung mit Solarenergie

Die Nutzung von Solarenergie zur thermischen Entwesung von Getreide wurde an Weizen (Feuchtegehalt 12%) untersucht. Die Solarenergie wurde über ein Kollektormodell von 1 m² Absorberfläche empfangen. Die zur Abtötung von Insekten nötige Letaltemperatur von 60°C konnte im Stillstand unter Freilandbedingungen in Deutschland erreicht werden. Um zu klären, ob das System auch im Durchlauf betrieben werden kann, wurde ein Modellkollektor entwickelt, dessen Absorber mittels Infrarotenergie beheizt wurde, so dass konstante Absorbtemperaturen vorlagen. Bei Absorbtemperaturen von 80°C ließ sich mit einem Massendurchsatz von 22 kg/h eine thermische Entwesung des Getreides nachweisen.

Mahasin Ahmed ist Doktorandin und DAAD Stipendiatin am Institut für Agrartechnik, Universität Göttingen, Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen; e-mail: shwok@yahoo.com
Prof. Dr. Wolfgang Lücke ist Direktor des Instituts für Agrartechnik der Universität Göttingen.

Schlüsselwörter

Solarenergie, thermische Entwesung, Insekten im Getreidelager

Keywords

Solar energy, thermal disinfestation, insects in grain stores

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 05418 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die am weitesten verbreitete Methode zur Bekämpfung von Lagerschädlingen ist die Anwendung von Insektiziden, weil sie preiswert und sofort einsetzbar sind, wenn eine entsprechende Besiedlung entdeckt wird. Inzwischen geht man jedoch davon aus, dass die Anwendung chemischer Mittel zur Lagerentwesung wegen der potenziellen Gesundheitsgefahren, erheblichen Umweltbedenken, steigenden Kosten, gesetzgeberischen Restriktionen und der ständig steigenden Resistenz der Insekten problematischer und zudem immer weniger wirksam wird. Es ist deshalb dringend geboten, einfache, sichere und effektive Alternativverfahren zur Kontrolle der Insekten zu entwickeln. Eine vielversprechende Methode ist die Erwärmung des Getreides auf das Niveau der Letaltemperaturen der Schaderreger, so dass eine Behandlung und Konservierung des Getreides schnell und ohne Rückstände möglich ist. Die Methode gilt als sicher, effektiv und wird auf dem Markt ohne weiteres akzeptiert, doch findet man in der Literatur immer wieder Hinweise auf den hohen Energiebedarf [1].

Die bisherigen Arbeiten zur thermischen Entwesung von Getreide zeigen deutlich, dass Temperaturen von 60°C und eine Behandlungsdauer von weniger als zwei Minuten für die meisten Insekten absolut tödlich sind [1, 2, 3, 4]. In dieser kurzen Zeit hat sich bisher keine negative Wirkung der hohen Temperaturen auf die Qualität des Getreides nachweisen lassen [5]. Eigene Versuche sollten daher zeigen, ob es mit Solarenergie möglich ist, die Methode für entsprechend geeignete Gebiete in der Welt, wie beispielsweise den Sudan, nutzbar zu machen.

Material und Methoden

Die Versuche wurden im Institut für Agrartechnik der Universität Göttingen durchgeführt. Zur Beheizung des Getreides diente ein Modell eines Solarkollektors von 1 m² Absorberfläche, der aus preiswerten und einfachen Materialien aufgebaut wurde. Er besteht aus einem schwarz gestrichenen Metallabsorber mit einer Glasabdeckung, die 22,5 mm oberhalb des Absorbers auf den Kollektorrahmen aufgelegt ist. Das ganze System wurde mit Styropor isoliert, um an

den Kollektorwänden und am Kollektorboden einen übermäßigen Wärmeverlust zu verhindern. Der Rahmen des Kollektors besteht aus Holz. Unter dem Absorber wurde im Abstand von 2 cm und 4,5 cm ein einfacher verschiebbarer Holzboden eingezogen, auf dem das Getreide entsprechend ausgebreitet werden konnte. Über einen Klappmechanismus konnte der Absorber auf diese Getreideschüttung aufgelegt und mit dem Erwärmungsprozess begonnen werden. Die Solarstrahlung wurde mit einem Pyranometer ermittelt. Zusätzlich wurde die Umgebungstemperatur, die Temperatur im Kollektor, also im Luftraum zwischen Absorber und Glasscheibe, und die Getreidetemperaturen durch Widerstandsthermometer (PT100) gemessen. Die Messung der Kollektortemperatur fand an drei Stellen (am Rand, in der Mitte und mittig dazwischen) statt. Die Getreidetemperatur wurde in der Getreideschüttung in einer Tiefe von 1 cm unterhalb des Absorbers ermittelt. Als Versuchsmaterial diente Weizen der Sorte Magnus mit einem Wassergehalt von 10%, da unter dieser Bedingung der Erwärmungsvorgang wegen des geringen Wassergehalts besonders schwierig zu realisieren ist.

Zusätzlich wurde untersucht, ob es möglich ist, die Letaltemperatur für Insekten von 60°C auch in einem dynamischen System, das heißt während des Durchflusses von Getreide durch einen Kollektor, zu erzielen. Zu diesem Zweck wurde ein Durchlaufkollektor als Tunnel konzipiert. Er hat eine Länge von 300 cm und eine Breite von 25 cm. Unter dem Absorber aus einer geschwärzten Stahlplatte von 0,5 mm Stärke wurde ein Kollektorboden aus Holz eingezogen, der sich im Abstand von 1 bis 4 cm zum Absorber verändern lässt, um damit unterschiedliche Befüllungszustände des Systems mit Getreide zu realisieren. Auch hier wurde Styropor zur Isolierung verwendet. Der Absorber wurde durch Infrarotstrahler auf unterschiedliche Absorbtemperaturen erwärmt, um den Wärmeübergang auf das durchströmende Getreide zu untersuchen. Da sich schon während der Vorversuche zeigte, dass es sehr schwierig ist, die Korntemperatur in einer strömenden Getreideschüttung sicher zu erfassen, erschien es zunächst zweckmäßig, den Wärmeübergang in der Getreideschüt-

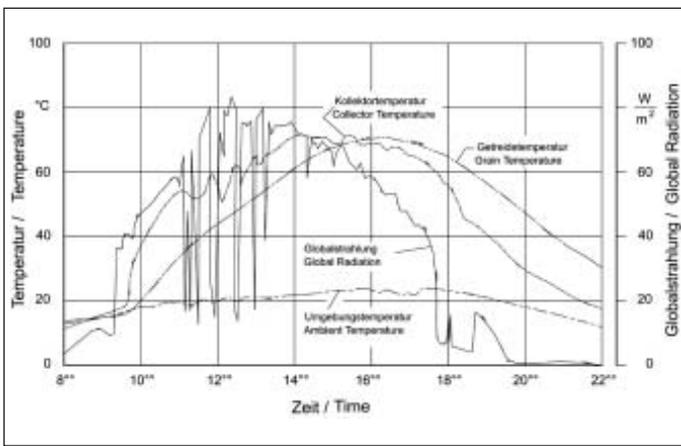


Bild 1: Globalstrahlung, Kollektor-, Getreide- und Umgebungslufttemperatur bei der thermischen Entwesung von Getreide mit Solarenergie, Getreideschichtdicke 2 cm, Kollektorfläche 1 m²

Fig. 1: Global radiation, collector-, grain- and ambient-temperature for a grain depth of 2 cm during solar disinfection, collector surface 1 m²

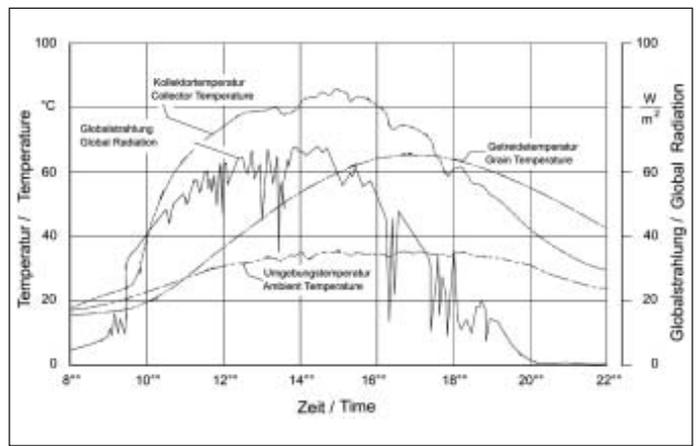


Bild 2: Globalstrahlung, Kollektor-, Getreide- und Umgebungslufttemperatur bei der thermischen Entwesung von Getreide mit Solarenergie, Getreideschichtdicke 4,5 cm, Kollektorfläche 1 m²

Fig. 2: Global radiation, collector-, grain- and ambient-temperature for a grain depth of 4.5 cm during solar disinfection, collector surface 1 m²

tung unabhängig von der Art der Wärmequelle zu studieren. Die Einhaltung der Absorberrtemperatur wurde über Infrarotmessungen am Absorber und den Abstand der Infrarotstrahler zum Absorber eingestellt. Zusätzlich konnte die Spannung der Infrarotstrahler zur Einstellung einer konstanten Absorberrtemperatur variiert werden. Die in diesen Versuchen zugrunde gelegte Absorberrtemperatur beträgt 80°C. Nachdem unterschiedliche Temperaturmessverfahren (PT100) sowie faseroptische Temperaturmessensoren zur Messung der Getreidetemperatur unterhalb des Absorbers getestet worden waren, zeigte sich, dass mit Hilfe modifizierter PT100 Temperaturfühler mit einer wirksamen Oberfläche von 3 mm² die Temperatur des Getreides hinreichend genau erfasst werden kann. Die Getreidetemperatur wurde an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Tiefen der Schüttung gemessen und kontinuierlich aufgezeichnet. Die Messungen begannen im Abstand von 30 cm nach dem Eintritt des Getreides in den Tunnel, weitere Messstellen lagen bei 110, 190 und 270 cm, gemessen vom Eintrittspunkt des Getreides. In jeder dieser Positionen waren mehrere Messfühler in definierten Abständen von 4 cm nebeneinander und 1 cm unterhalb des Absorbers installiert. Die Ausgangstemperatur des Getreides lag bei 30°C, die gesamte Schüttungshöhe betrug 2 und 4 cm. Durch Schrägstellung des Systems in einem Winkel von 35° war es möglich, über das Gefälle einen automatischen Getreidefluss zu induzieren. Die Durchflussregelung erfolgte mit einem am Ausgang des Tunnels angebrachten elektrisch verstellbaren Zellenrad.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Freilandversuche unter statischen Bedingungen (also ohne Bewegung des Getreides) sind beispielhaft in den Bildern 1 und 2 zu erkennen. Im Bild dargestellt sind die Kollektortemperatur (Luft-

spalt zwischen Absorber und Glaseindeckung), die Temperatur im Getreide sowie die Umgebungstemperatur und die Globalstrahlung. Dieses ist statthaft, da der Kollektor horizontal ausgerichtet war. Die dargestellten Getreide- und Kollektortemperaturen sind Mittelwerte von zwei Messungen. Die Bilder zeigen deutlich, dass es möglich ist, Getreidetemperaturen von 60°C und mehr auch unter deutschen Globalstrahlungsbedingungen zu erzielen. Bei Getreideschüttthöhen von 2 cm können Temperaturen erreicht werden, die sehr dicht an der Absorberrtemperatur liegen. Durch Erhöhung der Getreideschüttungstiefe auf 4 cm nimmt die Getreidetemperatur ab, aber es lassen sich immer noch Temperaturen von 60°C erzielen. Der Versuch zeigt, dass es grundsätzlich möglich ist, mit Solarenergie die für eine thermische Entwesung nötigen Temperaturen zu erreichen.

Bild 3 zeigt den Erwärmungsprozess im Laborexperiment mit künstlicher Strahlungsquelle. Unabhängig von der Schütthöhe des Getreides (2 und 4 cm) zeigen sich in der gleichen Messtiefe (1 cm) praktisch gleiche Temperaturen, was sicherlich auf das reichliche Energieangebot durch die IR-Strahler und die fehlenden Abstrahlungsverluste zurückzuführen ist. Um am Ende des

Prozesses 60°C Getreidetemperatur sicher zu erreichen, durfte die maximale Durchflussrate des Getreides 22 kg/h nicht überschreiten. Im Mittel stieg die Getreidetemperatur unter den genannten Bedingungen etwa um 1°C pro 10 cm Tunnellänge.

Die Ergebnisse machen deutlich, dass es auch im Durchflussverfahren möglich sein könnte, Getreide sicher zu entwesen, wenn man eine Absorberrtemperatur von 80°C aufrecht erhalten kann. Da es denkbar ist, unter dem Einfluss von geeigneten Einbauten zur Verbesserung des Wärmeüberganges auch noch größere Schichtstärken von Getreide sicher auf die Letaltemperatur zu erwärmen, sollen die Untersuchungen weiter geführt werden, um einen möglichst hohen spezifischen Massendurchsatz (bezogen auf eine definierte Kollektorfläche) zu realisieren und den Wärmeübergang an das Getreide unter diesen Bedingungen besser zu verstehen. Ausgehend von diesen Ergebnissen ist es denkbar, eine Pilotanlage zu konzipieren, die unter praktischen Bedingungen im Sudan die Möglichkeit eröffnet, die thermische Entwesung von Getreide mit Solarenergie in kleinbäuerlichen Betrieben zu realisieren.

Bild 3: Einfluss einer Absorberrtemperatur von 80 °C auf die Getreidetemperatur im Abstand von 1 cm unterhalb des Absorbers, spezifischer Getreidefluss 22 kg/h.

Fig. 3: Grain temperature at 1.0 cm under the absorber in different positions inside the heating tunnel using an absorber temperature of 80 °C, specific grain flow 22 kg/h

