

WEIHOFEN, Ulrich: Mikroprozessorgesteuerte Klein-Wetterstation - Erste Erfahrung aus einem bundesweiten Forschungsprojekt mit 10 Wetterstationen

Die vorliegenden Klein-Wetterstationen wurden für ein vom BMLF gefördertes Forschungsprojekt entwickelt, das sich mit der Halmbruchkrankheit an Winterweizen beschäftigt und u.a. die Abhängigkeit der Sporulation, der Infektion und des Wachstums von *Pseudocercospora herpotrichoides* vom Mikroklima möglichst nahe der Bodenoberfläche erforschen soll. Dazu wurden an zehn Standorten in der Bundesrepublik Versuche angelegt: Wilhelmshaven, Hildesheim, Werl, Göttingen (4 verschiedene Standorte), Gießen, Mainz und München. An jedem dieser Standorte werden folgende Wetterdaten erhoben: Lufttemperatur und rel. Luftfeuchtigkeit 2 cm über der Bodenoberfläche, rel. Luftfeuchtigkeit 6 cm über der Bodenoberfläche und der Benetzungsgrad des Bestandes infolge von Regen, Tau oder Reif.

Die Lufttemperatur wird mit einem käuflichen integrierten Schaltkreis (Fa. National-Semiconductor, Typ 2M3911) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ Grad C gemessen. Die rel. Luftfeuchtigkeit wird aus der elektrischen Leitfähigkeit eines etwa 5 cm langen Hanffadens (Fa. Robert G. Ernst, 2300 Kiel, Hanffaden dreifach gedreht) auf $\pm 5\%$ genau ermittelt. Der Benetzungsgrad des Bestandes wird in Anlehnung an (HÄCKEL, 1974) mit einer 6 x 6 cm großen Epoxyd-Kunstharzplatte gemessen, auf die Leiterbahnen in Form von zwei ineinandergreifenden Kämmen aufgedampft sind. Dieser Kunststoffkörper gibt jedoch den Benetzungsgrad des Bestandes nur sehr schlecht wieder. Die Fühler sind in einem doppelwandigen Gehäuse aus poliertem, innen schwarz mattiertem V2A-Stahl befestigt (Abbildung 1 auf Seite 202). Der Temperaturfühler ist an seinen elektrischen Zuleitungen freitragend aufgehängt.

Zur Registrierung der Wetterdaten ist ein Aufzeichnungsgerät erforderlich, das leicht transportabel ist und mit Batteriebetrieb im Freiland ohne feste Schutzhütte zuverlässig arbeitet. Mechanische Punktstreiber genügen diesen Anforderungen nicht (WEIHOFEN und WÖHL, 1981). Es wurde deshalb ein Datenerfassungsgerät auf Mikroprozessor-Basis entwickelt. Das Kernstück dieses Datenerfassungsgerätes ist ein käufliches Mikroprozessorsystem (Fa. Eltec, 6500 Mainz, Typ Eurocom I).

Es besteht aus dem Mikroprozessor Motorola 6802, 2 K-byte Festspeicher für das Betriebssystem, 1 K-byte Arbeitsspeicher, einer hexadezimalen Tastatur, einer seriellen Schnittstelle (V 24) und einem Kassetteninterface mit Ausgabe im Kansas-City-Standardformat. Das ganze Mikroprozessorsystem zusammengebaut und getestet kostet 450,- DM.

Für die Aufzeichnung der Wetterdaten dienen handelsübliche Kassettenrecorder (Fa. Quelle, 8510 Fürth, Typ CT 2182 - Fa. Karstadt, 3400 Göttingen, Typ CT 126). Der Funktionsablauf für die Erfassung der Wetterdaten ist in Abbildung 2 auf Seite 203 dargestellt.

Der im Mikroprozessorsystem eingebaute Quarzoszillator steuert periodisch das Erfassen der Fühlermeßwerte. Die Erfassungsperiode ist im Bereich von 1/66 sec bis zu einer Stunde beliebig einstellbar. Die in einer Erfassungsperiode anfallenden Daten für einen Fühler werden gemittelt und im Arbeitsspeicher des Mikroprozessorsystems abgelegt. Die Kapazität des Arbeitsspeichers reicht aus, um 4 Tage lang halbstündliche Mittelwerte von vier meteorologischen Fühlern zu speichern. Jeden 4. Tag wird der Kassettenrecorder automatisch für 3 Minuten angeschaltet, um die Wetterdaten vom Arbeitsspeicher auf eine Kassette zu übertragen. Eine Kassette mit einer einseitigen Abspulzeit von 45 Minuten kann folglich die Daten von 60 Tagen speichern.

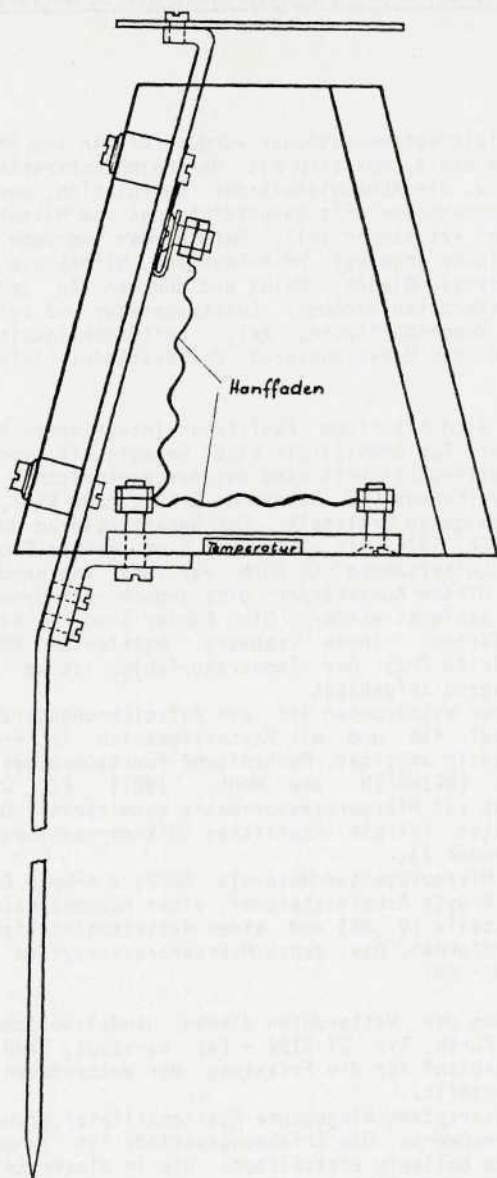


Abbildung 1: Fühler für Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Regen/Tau

Das Datenerfassungsgerät ist in einem wetterfesten, wasserdichten Behälter aus Aluminium (Essencontainer) untergebracht. Der Behälter ist in bequemer Arbeitshöhe auf einem Gestell von verzinktem Eisen montiert, das zum Zwecke des Blitzschutzes und der Diebstahlsicherung 60 cm tief in den Erdboden eingegraben

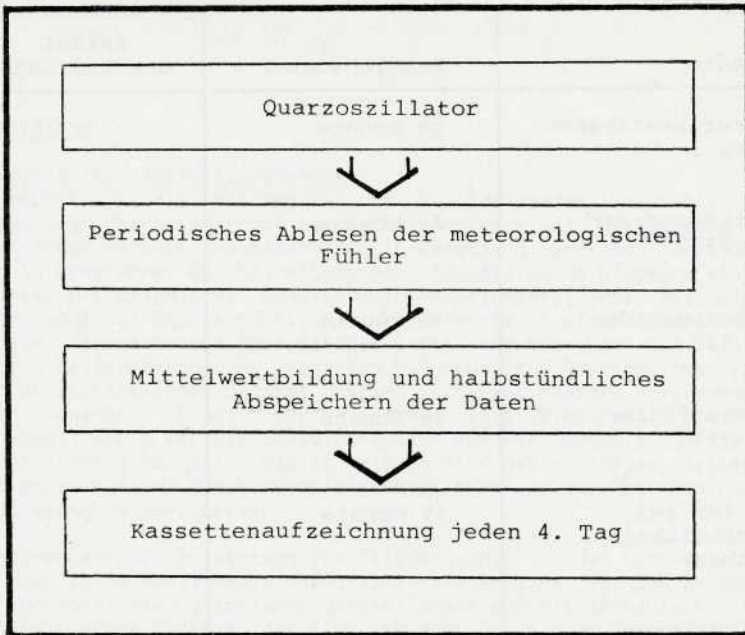


Abbildung 2: Funktionsablauf der Datenerfassung

wurde (Abbildung 1). Die Stromversorgung leisten zwei 6-V-Autobatterien a 112 Ah, die alle 6 Wochen nachgeladen werden müssen. Tabelle 3 auf Seite 204 gibt eine Übersicht über die Zuverlässigkeit der aufgestellten Wetterstationen. Die gesamte Betriebsdauer von 59 Monaten ergibt sich aus der Erprobungszeit eines Prototyps von 9 Monaten und aus jeweils 5 Monaten Betriebszeit von 10 Wetterstationen. Die eine Störung am Mikroprozessorsystem zusammen mit einer Störung am Kassettenrecorder führte zu einem Datenausfall von 6 Wochen, die zweite Störung am Kassettenrecorder zu einem solchen von 4 Tagen. Es ist jedoch an den meisten Standorten Vorsorge getroffen, daß fehlende Wetterdaten durch Standortdaten aus 2 m-Aufzeichnungen ergänzt werden können. Die Störungen am Regen/Tau-Fühler resultierten aus Durchrostungen von Dioden-Anschlüssen. Dieser Mangel wurde beseitigt, indem die Diodenschaltung in den Aluminiumbehälter verlegt wurde. Das Mikroprozessorsystem mit der gesamten Elektronik und den Fühlern arbeitet zuverlässig im Temperaturbereich $-25 \text{ Grad C} < T < 40 \text{ Grad C}$; der nicht mehr lieferbare Kassettenrecorder Typ CT 2182 im Bereich $-13 \text{ Grad C} < T < 40 \text{ Grad C}$ und der Kassettenrecorder Typ CT 126 im Bereich $-3 \text{ Grad C} < T < 40 \text{ Grad C}$. Da der zu untersuchende Pilz bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt konserviert wird, reicht für die vorliegenden Untersuchungen auch das kleinste der drei Temperaturintervalle.

Ich danke Herrn dipl.phys. Rainer WÖHL für die Mitarbeit beim Entwickeln des Benetzungsfühlers und beim Entwerfen von Hardware und Software für die Klein-Wetterstation.

Komponente	Betriebsdauer	Anzahl der Störungen
Mikroprozessorsystem Eurocomp I	59 Monate	1
Kassettenrecorder Typ CT 2182	29 Monate	0
Kassettenrecorder Typ CT 126	30 Monate	2
Temperaturfühler Typ LM 3911	59 Monate	0
Fühler für rel. Luftfeuchtigkeit (Eigenbau)	59 Monate	0
Fühler für Regen/Tau (Eigenbau)	59 Monate	4

Tabelle 3: Zuverlässigkeit der Einzelkomponenten der Wetterstationen

Literatur

1. HÄCKEL, H.: Eine elektrische Methode zur Messung der Blattbenetzungsdauer unmittelbar am Blatt; Agr. Meteorology, 13, 91-103, 1974
2. WEIHOFEN, U. und WÖHL, R.: A lowcost, multi purpose data acquisition device based on a microprocessor; Agr. Meteorology, 24, 111-116, 1981