

# Mit Holzstäben Waldbrandgefahr beurteilen

Neuartige Messgeräte zur Abschätzung und Bewertung der Waldbrandgefahr an Waldklimastation getestet

Christian Schunk, Michael Leuchner, Christian Kölling, Lothar Zimmermann und Annette Menzel

**Die Feuchtigkeit von Waldstreu, abgestorbenem Gras und ähnlichen Materialien spielt eine bedeutende Rolle für die Waldbrandgefahr. Nachdem diese Parameter nur mit sehr großem Aufwand gemessen werden können, haben das Fachgebiet für Ökologie der Technischen Universität München und die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft nun ein automatisiertes Messverfahren erprobt.**

Waldbrände entstehen im Allgemeinen am Boden und sind dabei auf besonders trockene, leicht entzündbare Materialien angewiesen. Je trockener ein Material ist, desto weniger Energie muss beim Entzündungsvorgang für das Verdunsten des im Material vorhandenen Wassers aufgewendet werden und desto leichter lässt sich dieses entzünden. Am Waldboden trocknen vor allem feine, abgestorbene Pflanzenteile wie Streu oder abgestorbenes Gras besonders schnell aus (Pyne et al. 1996). Neben der Verwendung von Waldbrandindizes könnte also der Feuchtegehalt solcher Materialien zur Bestimmung der Waldbrandgefahr herangezogen werden.

Doch die klassische gravimetrische Messung des Feuchtegehalts dieser Materialien ist sehr aufwendig: Es müssen händisch Proben entnommen werden, die anschließend im Labor gewogen und getrocknet werden. Alleine durch die Trocknungszeit dauert es mindestens 24 Stunden, bevor die Messwerte verfügbar sind.

Über die Jahre gab es eine Vielzahl an Versuchen, die Feuchtigkeit der Waldstreu direkt und automatisiert zu messen (Borken et al. 2003; Ferguson et al. 2002; Schunk et al. 2011). Trotz einiger vielversprechender Ansätze sind diese Verfahren immer noch viel zu unsicher und wartungsintensiv für einen dauerhaften Betrieb an den Waldklimastationen.

## Verwendung von Referenzmaterialien und kapazitiver Messtechnik

Die Idee, andere, einfacher zu messende Referenzmaterialien anstelle von Waldstreu zu verwenden, stammt ursprünglich aus Dänemark und wurde dort vom amerikanischen Waldbrandforscher J.A. Larson im Jahr 1923 beobachtet. Diese grundlegende Idee wurde dann in den USA weiterentwickelt; unter anderem wurde dabei festgelegt, dass ein Rundstab aus Gelbkiefernholz (*Pinus ponderosa*) verwendet wird. Genaue Sortierkriterien sollten die Vergleichbarkeit der Messwerte sicherstellen. Die Holzstäbe wurden anfangs noch manuell gewogen, allerdings auf exakt 100 g Trockenmasse zurechtgeschnitten, so dass man den aktuellen Feuchtegehalt direkt an der Waage ablesen konnte (Hardy und Hardy 2007; Gisborne 1933).

Später wurden von mehreren Messgeräteherstellern Verfahren entwickelt, die die Feuchtigkeit der Holzstäbe automatisch erfassen. Bei dem nun erprobten Verfahren sind zwei Elektroden in die Holzstäbe eingelassen, über die der Feuchtegehalt der Stäbe gemessen werden kann. Die Messwerte können vor Ort gespeichert oder direkt an die interessierten Stellen übermittelt werden.

## Erprobung der Messgeräte im Labor und im Wald

Obwohl das Messverfahren – insbesondere in Nordamerika – bereits weit verbreitet ist, gab es einige Punkte, die vor einer möglichen Integration in das Messprogramm der bayerischen Waldklimastationen überprüft werden sollten. Dazu gehörten die Genauigkeit und Wiederholbarkeit der Messungen, der Einfluss der Alterung der Holzstäbe sowie die Zusammenhänge der Messwerte mit der Streufeuchte und anderen Parametern der Waldbrandgefahr. Weiterhin sollte überprüft werden, inwiefern sich diese neuartigen Messgeräte an die vorhandene Technik der Waldklimastationen anbinden lassen.



Foto: C. Schunk

Abbildung 1: Die mit Elektroden ausgestatteten Holzstäbe zur Ermittlung der Waldbrandgefahr der Waldklimastation Altdorf

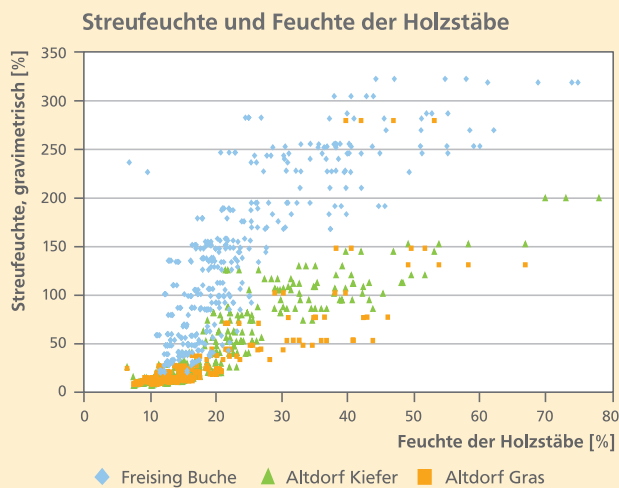


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen automatisch gemessener Feuchte der Holzstäbe und gleichzeitig manuell bestimmter Streu- bzw. Grasfeuchte

Zur Klärung dieser Punkte wurden Versuche unter konstanten Bedingungen in einer Klimakammer sowie an zwei ausgewählten Waldklimastationen (Altdorf und Freising) durchgeführt. An den Waldklimastationen wurde unter anderem auch die Feuchtigkeit von Waldstreu und abgestorbenem Gras mit der herkömmlichen, gravimetrischen Methode bestimmt. Abbildung 2 zeigt Zusammenhänge und Unterschiede der beiden Messverfahren.

## Ergebnisse der Untersuchungen

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass das vorgestellte Messverfahren grundsätzlich für ein dauerhaftes Monitoring an den bayerischen Waldklimastationen geeignet ist.

So ist eine Wiederholbarkeit der Messungen gegeben. Die größte Unsicherheit kommt hierbei durch geringfügige Unterschiede zwischen den einzelnen Holzstäben zustande (z. B. ihrer Dichte), die sich auf die Messwerte übertragen. Diese kann durch eine Kalibrierung minimiert werden, ist aber auch ohne diesen Zusatzaufwand tolerierbar. Während des Testzeitraums (eine Vegetationsperiode) konnte keine nennenswerte Alterung der Referenzstäbe festgestellt werden. Insofern müssen die Holzstäbe nur – wie vom Hersteller empfohlen – einmal pro Jahr ausgetauscht werden.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, besteht ein erkennbarer Zusammenhang zwischen Werten des neuen Messverfahrens und der traditionell bestimmten Streufeuchte. Dieser ist für Kiefernstreu und abgestorbenes Gras an der Waldklimastation Altdorf deutlicher ausgeprägt als für Buchenstreu in Freising. Die Gründe hierfür liegen vermutlich in der geschichteten Struktur der Buchenstreu, wodurch diese deutlich langsamer abtrocknet als die Referenzstäbe sowie die Kiefernstreu und das trockene Gras aus dem Vorjahr. Weiterhin be-

stehen Zusammenhänge der Messwerte mit gängigen Waldbrandindizes wie dem aktuell verwendeten neuen Waldbrandindex des Deutschen Wetterdienstes. Auf Basis der Messwerte können Waldbrandindizes bewertet oder die Gefährdungseinschätzung anhand des zusätzlichen Parameters, der die Situation im Bestandsinneren wiedergibt, verfeinert werden.

Der Betrieb der verwendeten Messgeräte ist an der bestehenden Infrastruktur der Waldklimastationen ohne weiteres möglich, allerdings ist die jeweilige Kanalbelegung an den einzelnen Stationen zu beachten. Im diesem Jahr wird probeweise ein Messgerät an die Waldklimastation Ebersberg angeschlossen und betrieben. Daneben finden Feuchtemessungen in der organischen Auflage statt.

## Literatur

- Pyne, S.K.; Andrews, P.L.; Laven, R.D. (1996): Introduction to Wildland Fire. 2. Ausgabe, Wiley, New York, Chinchester, Brisbane, Toronto, Singapore
- Borken, W.; Davidson, E.A.; Savage, K.; Gaudinski, J.; Trumbore, S.E. (2003): Drying and wetting effects on carbon dioxide release from organic horizons. *Soil Science Society of America Journal* 67, S. 1888–1896
- Ferguson, S.A.; Ruthford, J.E.; McKay, S.J.; Wright, D.; Wright, C.; Ottmar, R. (2002): Measuring moisture dynamics to predict fire severity in longleaf pine forests. *International Journal of Wildland Fire* 11, S. 267–279
- Schunk, C.; Ruth, B.; Leuchner, M.; Wastl, C.; Menzel, A. (2011): Methods for automated in-situ measurement of dead fine fuel moisture dynamics. *Geophysical Research Abstracts* 13: EGU2011-9769
- Gisborne, H.T. (1933): The wood cylinder method of measuring forest inflammability. *Journal of Forestry* 31, S. 673–679
- Hardy, C.C.; Hardy, C.E. (2007): Fire danger rating in the United States of America: an evolution since 1916. *International Journal of Wildland Fire* 16, S. 217–231

---

Christian Schunk ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Ökologikologie der Technischen Universität München und bearbeitete das Projekt ST288 »Tauglichkeit des Messverfahrens der Campbell-Holzfeuchte- und -temperatursonden für die Anwendung im Monitoring der LWF hinsichtlich der Waldbrandgefährdung in Bayern«. [schunk@wzw.tum.de](mailto:schunk@wzw.tum.de)  
 Prof. Dr. Michael Leuchner ist Vertretungsprofessor am Fachgebiet für Ökologikologie. [leuchner@wzw.tum.de](mailto:leuchner@wzw.tum.de)  
 Prof. Dr. Annette Menzel leitet das Fachgebiet für Ökologikologie. [amenzel@wzw.tum.de](mailto:amenzel@wzw.tum.de)  
 Dr. Christian Kölling leitet die Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. [Christian.Koelling@lwf.bayern.de](mailto:Christian.Koelling@lwf.bayern.de)  
 Dr. Lothar Zimmermann ist Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima«. [Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de](mailto:Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de)