

Allgemeine Waldbrandsituation in Bayern

Untersuchung der HSWT und der LWF identifiziert regionale Schwerpunkte und interpretiert am Beispiel Amorbach verschiedene Waldbrandindices

Jürgen Kolb, Lothar Zimmermann und Carsten Lorz

Bayern gilt allgemein nicht als waldbrandgefährdetes Bundesland. Aber die in jüngerer Vergangenheit häufiger aufgetretenen Großbrände wie am Sylvensteinspeicher im November 2011, in Amorbach im April 2012 oder am Thumsee im Juli 2013 zeichnen ein anderes Bild. Die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf untersuchte nun gemeinsam mit der LWF in einer Bachelor-Arbeit die tatsächliche Waldbrandgefährdung in Bayern und die für die Prognose der Waldbrandgefährdung verwendeten Waldbrandindices.

Untersuchungen wie das GLOWA-Danube-Projekt (Mauser 2010) oder die Projekte KLIP 8 und ALP FFIRS (Wastl et al. 2012) prognostizieren für Bayern zukünftig ein klimatisch bedingtes steigendes Waldbrandrisiko. Laut den Waldbrandstatistiken der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung spielt Waldbrand in Bayern aktuell eher eine untergeordnete Rolle. Errechnet man aber aus den Daten der Bundesanstalt das Flächenmittel des Einzelbrandes, verändert sich dieses Bild drastisch. Dann ist Bayern im Vergleich der anderen Bundesländer in den Jahren 2011 mit 0,5 ha und 2012 mit 0,7 ha je Einzelbrand jeweils in der Spitzengruppe vertreten (Lachmann 2012). Bei klimabedingt steigendem Waldbrandrisiko (Badeck et al. 2003) kann dies nicht nur für den durchschnittlichen bayerischen Waldbesitzer mit 2,0 ha Waldfläche enorme wirtschaftliche Bedeutung haben, sondern ebenso die Schutzfunktionen des Waldes und seine ökosystemaren Dienstleistungen beeinträchtigen.

Waldbrandgefährdungssituation in Bayern 2005 – 2012

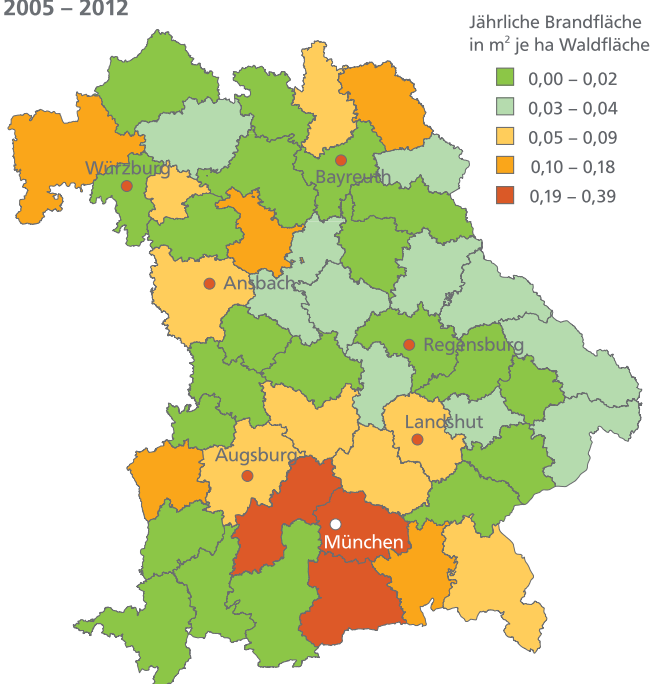


Abbildung 1: Jährliche Brandfläche in Bayern 2005 bis 2012 je ÄELF in m²/ha Waldfläche

Quelle: StMELF

Anhand dieser Problemstellung lassen sich folgende Fragestellungen ableiten: Gibt es in Bayern eine regional differenzierte Waldbrandgefährdung und wie stellt sie sich anhand der Datelage dar? Auf welchen Annahmen und Ansätzen basieren Prognoseverfahren und wie sind deren Ergebnisse zu interpretieren?

Regionale Gefährdung in Bayern

Waldbrandgefährdete Regionen würde man in Bayern eher in den warmen und trockenen Bereichen wie Mittelfranken oder Teilen von Unterfranken vermuten. Um sich hier einen Überblick zu verschaffen, wurden alle in Bayern für den Zeitraum 2005 bis 2012 durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) dokumentierten Brände ausgewertet (exklusive Bundeswald). In diesem Zeitraum fanden 263 Waldbrände mit einer Gesamtbrandfläche von circa 122 ha statt. Die regionale Waldbrandgefährdung wurde über eine Häufigkeitsverteilung von Waldbränden in den einzelnen Amtsbezirken der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) untersucht. Um einen sinnvollen Vergleich zu schaffen, wurden die Waldbranddaten in Quadratmeter pro Hektar Waldbodenfläche ämterweise angegeben.

Für Bayern ergab sich eine regional sehr variable und auch teils überraschende Gefährdungssituation (Abbildung 1). Leider sind weiterführende Aussagen zu den standörtlichen Rahmenbedingungen wie Boden- oder Humustyp oder Bestandesart, der Entstehungsdynamik der Brände und ihren Folgen bisher nicht möglich, da die genauere Lage nicht dokumentiert ist und/oder keine weiteren Informationen vorliegen.

Neben den bekannten Gefährdungsschwerpunkten wie den fränkischen ÄELF Ansbach und Karlstadt sind die Umfelder der Metropolen München und Nürnberg zu den Gebieten mit hoher Waldbrandhäufigkeit zu zählen. Die Entwicklung in den hoch frequentierten Wäldern im großstädtischen Umfeld sollte daher künftig genauer beobachtet werden. Auch im Voralpenraum sowie in den Alpen selbst kann trotz der hohen Niederschläge aufgrund des dortigen Massentourismus eine dauerhaft erhöhte Gefährdungslage entstehen. Diese Brände können besonders in alpinen Wäldern mit Schutzfunktion fatale Folgen haben.

Prognoseverfahren

In der Vergangenheit wurden verschiedene Waldbrandindices entwickelt, um anhand meteorologischer Größen die Waldbrandgefahr zu einem bestimmten Zeitpunkt zu beschreiben (Arpaci et al. 2010). Dabei kann in empirische und physikalische, sowie distinktive und kumulative Verfahren unterschieden werden. Indices wie z. B. Baumgartner, M68 und Nesterov sind empirische Verfahren, die auf der Auswertung einer Vielzahl von Waldbränden und den zu diesen Zeiten gegebenen meteorologischen und phänologischen Variablen basieren. Der kanadische Waldbrandindex CFFWI (van Wagner 1987) oder auch der neue Waldbrandindex des Deutschen Wetterdiensts berücksichtigen im Gegensatz dazu rein physikalische Umgebungsvariablen. Weiterhin lassen sich Waldbrandindices in distinktive und kumulative Systeme unterscheiden. Bei distinktiven Indices erfolgt eine zeitliche Abgrenzung durch einen definierten Betrachtungszeitraum der meteorologischen Variablen. Hängt der Index von einer Akkumulation der Daten vom Eintreten bestimmter meteorologischer Schwellwerte ab, z. B. einer Tagesniederschlagssumme >3 l/m², können diese als semikumulativ betrachtet werden. Kumulative Verfahren summieren die Indexwerte über den gesamten Betrachtungszeitraum vor dem jeweiligen Bezugszeitpunkt auf.

Als distinktive Indices können der Waldbrandindex des Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) und der Fuel Moisture Index (FMI) gelten. Sie faktorisieren die meteorologischen Variablen Lufttemperatur und relative Luftfeuchte. Die Indexziffer wird täglich neu berechnet, ohne Betrachtung der Situation der Vortage, und wird als Indikator für eine Ausbreitungsrate des Feuers in der organischen Bodenauflage benutzt (Reifsnnyder und Albers 1994).

Der empirische Baumgartner-Index beruht auf einer statistischen Auswertung von 1.706 Waldbränden in den Jahren 1950 bis 1959 in Bayern. Über die Summe der negativen klimatischen Wasserbilanz (Potenzielle Verdunstung minus Niederschlag) der vergangenen fünf Tage wird das aktuelle Wald-

brandrisiko über eine monatlich differenzierte Klassifizierung beschrieben (Baumgartner et al. 1967).

Nesterov entwickelte ein semikumulatives System auf empirischer Basis zur Berechnung der Waldbrandgefährdung. Dieser Index errechnet sich aus dem Produkt der täglichen Differenz von Luft- zu Taupunkttemperatur und der Lufttemperatur. Er bezieht sich auf die Wahrscheinlichkeit für Waldbrände mit natürlichen Ursachen. Tritt ein Niederschlagsereignis mit einer Tagessumme von mindestens 3 l/m² ein, wird die Indexziffer auf null gesetzt und die Berechnung beginnt erneut (Reifsnnyder und Albers 1994).

Beim M68-Verfahren nach Käse handelt es sich um eine Modifizierung des Nesterov-Indexes für Ostdeutschland, da dieser ursprünglich für den deutlich kontinentaler geprägten russischen Klimaraum entwickelt wurde. Als Grundlage dienten Witterungsdaten von 1.625 Waldbränden mit natürlichen Ursachen in der ehemaligen DDR im Zeitraum von 1954 bis 1959. Die Waldbrandkennziffer entsteht durch fortlaufendes Summieren der Produkte aus Lufttemperatur und Wasserdampfsättigungsdefizit (Käse 1969).

Der kanadische Waldbrand-Index CFFWI ist ein kumulatives physikalisches Modell und wurde speziell für kanadische Wälder konzipiert. Er besteht aus fünf Komponenten, die in Kombination eine potenzielle Gefährdungslage definieren. Die Gefährdung wird beschrieben über die Streufeuchte in drei definierten Tiefen mit unterschiedlichen Lagerungsdichten der organischen Bodenauflage. Zwei weitere Module beschreiben zum einen die zu erwartende Ausbreitungsrate eines Feuers unter Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit und des Feuchtegehaltes der obersten Streuauflage und im anderen werden die Aussagen zum Feuchtegehalt der tieferen Streuschichten kombiniert, um auf die dem Feuer zur Verfügung stehende Biomasse zu schließen.

Der Waldbrandindex WBI des Deutschen Wetterdienstes (Wittich und Bock 2014) besteht aus einem System, welches sich verschiedener Module der oben beschriebenen Indizes bedient. Er orientiert sich mit seiner Struktur am kanadischen Index und übernimmt einzelne Ideen des Baumgartner-Ver-

Tabelle 1: Auswertung der meteorologischen Daten und Waldbrandkennziffern für die AGM-Station Heppdiel im Zeitraum 26.3. bis 4.4.2012

Quelle: LfL Bayern

Datum	Temperatur [°C]	Relative Feuchte [%]	Niederschlag [l/m ²]	Waldbrandkennziffer				
				FMI	BGI	CFFWI	M68	Nesterov
26.03.	10,62	53,75	0	3	4	3	4	3
27.03.	10,68	61,17	0	3	4	3	4	3
28.03.	11,49	61,50	0	3	4	2	4	3
29.03.	10,66	58,00	0	3	4	2	4	3
30.03.	8,35	84,25	0,6	2	4	2	5	4
31.03.	7,04	77,04	0,2	1	4	3	5	4
01.04.	3,56	54,83	0	1	2	2	5	4
02.04.	6,94	61,50	0	4	2	1	5	4
03.04.	10,68	66,71	1,9	3	2	1	5	4
04.04.	10,10	82,25	2	3	2	1	5	4

Baumgartner-Index (ETp Haude Gras)

Canadian Forest Weather Index

M68-Index



Baumgartner-Index (ETp Penman)

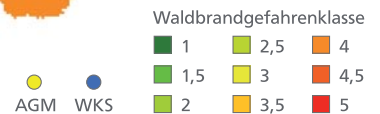
Fuel-Moisture-Index

Nesterov-Index



Abbildung 2: Flächeninterpolation der berechneten Waldbrandkennziffern (WBKZ) für den Amtsbereich des AELF Karlsruhe am 1. April 2012

Quellen: LWF, LfL



fahrens und des M68-Indexes (Wittich und Löpmeier 2013). Teile des angewandten Berechnungsverfahrens wie das Modul Streufeuchte sind veröffentlicht (Wittich 2005). Aktuell wird vom Deutschen Wetterdienst während der Waldbrandsaison eine tägliche Waldbrandgefahrenprognose bereitgestellt. Mit der Einführung des neuen Waldbrandindex des Deutschen Wetterdienstes im Jahr 2012 löste dieser die gewohnten Indices wie Baumgartner oder M68 ab. Allerdings wurde auch Kritik an den angewandten Waldbrand-Prognoseverfahren und ihrer Aussagekraft laut.

Vergleich der Indices am Fallbeispiel Amorbach

Am Nachmittag des 1. Aprils 2012 gegen 15 Uhr verursachte ein Lanz-Bulldog einen Waldbrand entlang der B 47 von Amorbach in Richtung Michelstadt. Funkenflug aus dem Abgastrakt des Oldtimers entzündete Buchenstreu, welche sich im vorhergegangenen Herbst hinter den Leitplanken angesammelt hatte. Begünstigt durch einen böigen, hangaufwärts streichenden Wind wurde die brennende Streu in den Bestand verblasen und führte dort zu einem Waldbrand von 12 ha Ausdehnung (Zimmermann und Kolb 2012; Wittich et al. 2014).

Um das räumliche und zeitliche Verhalten der Indices zu untersuchen, wurden alle oben beschriebenen Indices für den

Amtsbereich des AELF Karlsruhe berechnet. Der zeitliche Verlauf der Indices wurde anhand der agrarmeteorologischen Station Heppdiel der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft analysiert. Diese Station liegt 13 km östlich der Brandflächen. In Tabelle 1 werden die Unterschiede der Verfahren deutlich: Distinktive Verfahren reagieren schneller auf Veränderung der meteorologischen Variablen als kumulative Indices. Im Gegensatz zu kumulativen Methoden wird bei ihnen der Einfluss der vorangegangenen Witterung vernachlässigt, was zu einer Unterschätzung des Risikos führen kann. Auffällig ist außerdem das kontinuierlich hohe Warnniveau des M68-Indexes.

Am Verhalten des M68- und des Nesterov-Indexes ist die Auswirkung des Korrekturfaktors für Niederschlag erkennbar. Diese Reglementierung erscheint in diesem Fall sehr sinnvoll, da der geringe Niederschlag am 30. und 31. März nicht ausreichend ist, um ein feuchteres Milieu und damit brandhemmendes Bestandinnenklima zu schaffen. Auch im räumlichen Verhalten weisen die Indices ein differenziertes Verhalten auf (Abbildung 2). Für die räumliche Interpolation der Waldbrandkennziffern wurden die verfügbaren agrarmeteorologischen Stationen (LfL) sowie die Waldklimastation Rothenbuch verwendet. Für den Bereich um Amorbach wird am Tag der Brandentstehung durch den FMI und den Baumgartner-Index mit der potenziellen Verdunstung nach PENMAN

eine niedrige Gefährdung beschrieben. Der Baumgartner-Index, berechnet mit der potenziellen Verdunstung nach HAU-DE mit dem Faktor für Gras, sowie der kanadische Waldbrandindex beschreiben eine mittlere Gefährdung. M68 und Nesterov zeigen jeweils die höchste Gefährdungsstufe.

Abbildung 2 verdeutlicht die unterschiedliche räumliche Wiedergabe der Waldbrandindices. Alle Indizes betrachten hauptsächlich witterungsbedingte Faktoren und berücksichtigen Standortparameter wie das Relief (Exposition, Hangneigung) nicht, das gerade beim Brand in Amorbach eine wichtige Rolle gespielt hat. Ebenso werden weitere Standortmerkmale wie Humusform, Bodenart sowie Bestockung und Bestandesstruktur nicht weiter berücksichtigt. Im Gegensatz zu den Bodeneigenschaften und Klima, die sich nur in längeren Zeiträumen ändern, unterliegen Bestandesparameter wesentlich kürzeren Zyklen der Veränderung. Neben der Witterung im Jahresverlauf sind sie hinsichtlich ihres gefährdungsfördernden Potenzials als Haupteinflussfaktoren einzuordnen. Waldbrände mit natürlichen Ursachen entstehen nur unter sehr spezifischen Witterungsbedingungen während längerer Trockenperioden mit Gewittern. Anthropogen verursachte Waldbrände kommen dagegen, wie das Beispiel Amorbach zeigt, auch unter deutlich feuchteren Witterungsbedingungen vor. Menschliche Aktivitäten sind witterungsunabhängig und bei einer Initialzündung durch Menschen, wie in unserem Beispiel der Funkenflug aus dem Traktorauspuff, wird ausreichend Energie freigesetzt, um auch feuchteres organisches Material zu entflammen (Weibel et al. 2010). Für die überwiegende Mehrheit aller Waldbrände muss daher diese spezielle Entstehungsdynamik beachtet werden.

Fazit

Ein direkter Vergleich der einzelnen Verfahren ist wegen der unterschiedlichen klimatischen Herkunft sowie wegen der systembedingten Kalibrierung an die Waldbrandursachen nicht sinnvoll. Zudem sind die Waldbrandkennziffern der Indices nicht standardisierte Bewertungen, ihr nominal gleiches oder ähnliches Skalenniveau trifft grundsätzlich unterschiedliche Aussagen. Gefährdungskennziffern sind dimensionslos. Indices können zwar in ihrer Methodik verglichen werden, aber nicht ihre Ergebnisse. Hierfür fehlt eine Referenzskalierung der Waldbrandgefahr, an der die einzelnen Verfahren gemessen werden können.

Werden die lokalen Effekte der Gefährdungskonstanten und ihrer Variablen nicht beachtet, wird dies zu einer Unterschätzung der Waldbrandgefahr führen. Im neuen DWD-Waldbrandindex besteht die Möglichkeit, solche Parameter zu berücksichtigen. Was allerdings fehlt, ist eine lagegenaue Dokumentation der Brandorte, um anhand der bereits heute verfügbaren digitalen Standortinformationen (BaSIS), ergänzt um eine entsprechende Bestandesinformation beispielsweise aus der Fernerkundung, besonders waldbrandgefährdete Bestände zu identifizieren. Angesichts eines künftig steigenden Waldbrandrisikos besteht hier Handlungsbedarf.

Literatur

- Arpaci, A.; Vacik, H.; Formayer, H.; Beck, A. (2010): A collection of possible Fire Weather Indices (FWI) for alpine landscape. http://www.alpfirs.eu/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=240&Itemid=21&lang=en (aufgerufen am 16.06.2013)
- Badeck, F.-W. et al. (2003): Steigendes klimatisches Waldbrandrisiko. AFZ-DerWald, S. 2–5
- Baumgartner, A.; Klemmer, L.; Raschke, E.; Waldmann, G. (1967): Waldbrände in Bayern 1950 bis 1959. Mitteilung aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Issue 36. Heft, Sonderdruck
- Käse, H. (1969): Ein Vorschlag für eine Methode zur Bestimmung und Vorhersage der Waldbrandgefährdung mit Hilfe komplexer Kennziffern. Abhandlung des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik, Nr. 94(Band XII)
- Lachmann, M. (2012): Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2011. Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
- Mauser, W. (2010): Global Change Atlas. München: GLOWA-Danube-Projekt
- Reifsnnyder, W. E.; Albers, B. (1994): Systems for evaluating and predicting the effects of weather and climate on wildland fires. Special Environmental Report No. 11, Band WMO-No.496
- Wastl C, Schunk C, Leuchner M, Pezzatti GB, Menzel A (2012): Recent climate change: Long-term trends in meteorological forest fire danger in the Alps. *Agricultural and Forest Meteorology* 162/162, S. 1–13
- van Wagner, C. (1987): Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Forestry Technical Report, Band 35
- Weibel, P. et al. (2010): Waldbrandmodellierung – Möglichkeiten und Grenzen. Schweizer Zeitschrift für Forstwesen, November, 161(11), S. 433–441
- Wittich, K.-P.; Löpmeier, F.-J. (2013): Der neue Waldbrandgefahrenindex des Deutschen Wetterdienstes. Braunschweig: Zentrum für Agrar-meteorologische Forschung
- Wittich K.-P. (2005): A single-layer litter moisture model for estimating forest-fire danger. *Meteorol. Zeitschrift* 14, S. 157–164
- Wittich, K.-P.; Bock, L. (2014): Der Weg zum neuen Waldbrandgefahrenindex des Deutschen Wetterdienstes – Teil 1: Historie der Waldbrandgefahrenvorhersage in Deutschland. AFZ-Der Wald (eingereicht).
- Wittich, K.-P.; Bock, L.; Zimmermann, L. (2014): Der Weg zum neuen Waldbrandgefahrenindex des Deutschen Wetterdienstes – Teil 2: Der WBI und dessen Anwendung auf bayerische Waldbrände. AFZ-Der Wald (eingereicht).
- Zimmermann, L.; Kolb, J. (2012): Waldbrand Amorbach. Interner Kurzbericht an das StMELF, Freising: (nicht veröffentlicht).

Jürgen Kolb fertigte an der LWF seine Bachelor-Arbeit zum Thema Waldbrand, die von Prof. Dr. Carsten Lorz (Professur für Forstliche Bodenkunde, Geologie und standortkundliche Grundlagen der Forstwirtschaft, HSWT) betreut wurde. Dr. Lothar Zimmermann ist Diplom-Geograf (Hydrologie) und wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Korrespondierender Autor: Lothar Zimmermann,
Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de