



<u>Veranstaltung:</u>	F/B/K-III-WB-Sem F/B/K-WB-Instrukteur
<u>Ausbildungseinheit:</u>	Gefahren an der Einsatzstelle
<u>Ausgabe:</u>	10.07.2023
<u>Zuständig:</u>	Abteilung Trupp- und Führungsausbildung
<u>Bearbeitet von:</u>	Dr. Christiane Piegholdt
<u>Literaturhinweis:</u>	Rahmenempfehlung Wald- und Vegetationsbrand- bekämpfung in Hessen Handbuch Vegetationsbrandbekämpfung, TMIK Merkblatt Vegetationsbrände, SFSW Technik zur Vegetationsbrandbekämpfung, Rotes Heft 110 Wald- und Vegetationsbrände, Rotes Heft 107 Grundlagen Vegetationsbrandbekämpfung, Forest- FireWatch Vegetationsbrandbekämpfung – SER, Cimolino et al. Vegetationsbrandbekämpfung – Technik-Taktik-Ein- satz, Cimolino et al.



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Gefahren bei Wald- und Vegetationsbränden .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Einfache taktische Waldbrandprognose (ETW) .....</b>	<b>4</b>
2.1	Faktor Hangausrichtung .....	4
2.2	Faktor Wind .....	5
2.3	Faktor Topografie/Hangneigung .....	6
2.4	Faktor Brennstoffart .....	6
2.5	Addition der Faktoren .....	7
<b>3</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>8</b>

## 1 Gefahren bei Wald- und Vegetationsbränden

An Einsatzstellen von Feuerwehr, Rettungsdienst, Technischem Hilfswerk und anderen Hilfsorganisationen können zahlreiche Gefahren für Menschen, Tiere, Umwelt und Sachwerte auftreten. Für eine richtige, schnelle und vollständige Beurteilung sowie die daraus resultierende Befehlsgebung werden die Gefahren an jeder Einsatzstelle mit Hilfe der Gefahrenmatrix systematisch überprüft.

### A – Ausbreitung

Wärmestrahlung – durch Wärmestrahlung werden nicht betroffene Bereiche entsprechend aufgeheizt, ausgetrocknet und ggf. auch entzündet.

Flugfeuer – durch die bestehende Thermik können brennende Teile bis zu mehreren Kilometern mitgetragen werden und so bislang nicht betroffene Waldgebiete in Brand setzen. In diesem Fall spricht man von einem Spotfeuer.

Funkenflug – durch Funkenflug können Waldbrände ausgelöst werden. Funkenflug kann zum Beispiel bei einem Lager- oder Brauchtumsfeuer entstehen, wenn Funken durch die Luftströmung von der Feuer- oder Brandstelle fortgetragen werden. Aber auch bei Waldbränden entsteht sehr häufig Funkenflug, wenn Nadelbäume oder Reisig verbrennen. Dieses Phänomen kann zu einem weiteren Brand (einem Spotfeuer) führen.

Spotfeuer – dieses Phänomen tritt meist dann auf, wenn durch das Hauptfeuer eine große Thermik entwickelt wird und infolgedessen brennende und glühende Teile durch die Luft fliegen. Spotfeuer entstehen meist in sehr trockenen Gebieten, in denen eine geringe Zündenergie genügt, um diese Bereiche zu entflammen. Spotfeuer können sich im Verlauf ebenso zu großen Bränden entwickeln und die geplanten taktischen Maßnahmen der Feuerwehr stören, behindern oder gar unmöglich machen.

### Ausbreitungsgeschwindigkeit – Formel, Faust- und Richtwerte

Für die Berechnung der Ausbreitungsgeschwindigkeit legt man Mittelwerte der Temperatur und der relativen Luftfeuchte zugrunde. Der Temperaturmittelwert bei einem Waldbrand lag in der Vergangenheit bei ca. 30 Grad Celsius, dies ergibt sich aus den Aufzeichnungen des DWD und dem damit verbundenen Waldbrandgefahrenindex, der mindestens 3 beträgt.

Der Index setzt sich auch aus einem Mittelwert der Luftfeuchtigkeit zusammen, der um 30 % lag. Daraus ergibt sich aus einer Formel des ECASC (École d'application de Sécurité Civile, Tab. 1) der Faktor von 0,04 für eine mittlere Laufgeschwindigkeit.

Dieser Faktor wird mit der vorherrschenden Windgeschwindigkeit (angegeben in m/s) multipliziert. Aus dieser Faustformel kann nun schnell eine Prognose für die Laufgeschwindigkeit eines Bodenfeuers errechnet werden.

Beispiel für eine Windgeschwindigkeit von 8,3 m/s

$$0,04 \times 8,3 \text{ m/s} = 0,33 \text{ m/s} = 20 \text{ m/min}$$

Vom Brandausbruch bis zur Branderkennung vergehen inklusive der Ausrücke- und Anfahrzeiten der Einsatzkräfte leicht bis zu 20 Minuten. Erst dann kommt es zur ersten Identifizierung und Maßnahmeneinleitung. Im vorliegenden Beispiel hat sich der Brand in dieser Zeit bereits auf eine Länge von rund 500 Metern ausgebreitet, eine seitliche Ausbreitung verläuft verhältnismäßig langsamer.

Tab. 1: Ausbreitungsgeschwindigkeit nach ECASC

Windstärke			Ausbreitungsgeschwindigkeit des Feuers auf grader Fläche [1]	Ausbreitungsgeschwindigkeit des Feuers hangaufwärts [1]	Ausbreitungsgeschwindigkeit des Feuers in extrem Situationen [2]
km/h	m/sec	Bft.	Richtwerte für die Ausbreitungsgeschwindigkeit		
1 - 5	0,3 - < 1,6	1	3 m/min	6 m/min	9 m/min
6 - 11	1,6 - < 3,4	2	7 m/min	12 m/min	18 m/min
12 - 19	3,4 - < 5,5	3	12 m/min	21 m/min	30 m/min
20 - 28	5,5 - < 8,0	4	19 m/min	33 m/min	48 m/min
29 - 38	8,0 - < 10,8	5	24 m/min	42 m/min	60 m/min
39 - 49	10,8 - < 13,9	6	31 m/min	55 m/min	78 m/min
50 - 61	13,9 - < 17,2	7	40 m/min	71 m/min	102 m/min
62 - 74	17,2 - < 20,8	8	48 m/min	84 m/min	120 m/min

[1] Brandausbruch bei Waldbrandgefahrenstufe  $\geq 3$  +regionale Situationsgefährdung unter Berücksichtigung von +saisonalen Vegetationsperioden und Brennstofffeuchtigkeitsgehalt +aktuellen Wettereinflüssen, hier mit Lufttemperatur 30°C; relative Luftfeuchtigkeit  $\leq 30\%$   
 [2] Brandausbruch bei Waldbrandgefahrenstufe 5 +regionale Situationsgefährdung unter Berücksichtigung von +saisonalen Vegetationsperioden und **minimalem** Brennstofffeuchtigkeitsgehalt +aktuellen Wettereinflüssen, hier mit **38°C**; relative Luftfeuchtigkeit **<15%**

## A – Angstreaktion

Tiere und Tierherden können durch den Brand in Panik geraten und flüchten. Dabei geht eine erhebliche Gefahr von ihnen aus, da diese im Stresszustand nicht eingefangen werden können. Im besten Fall können diese Tiere nur geleitet werden.

Durch Zivilisten besteht die Gefahr von Gaffern, die die Löschmaßnahmen behindern. Direkt Betroffene treffen teilweise unüberlegte Entscheidungen, gefährden sich dadurch selbst und müssen ggf. von Einsatzkräften gerettet werden.

## A – Atomare Gefahren

Können ausgeschlossen werden.

## A – Atemgifte

Große Rauchentwicklung und drehende Winde, die durch Thermik und Topographie beeinflusst werden können. Auch im Freien besteht die Gefahr einer Rauchgasintoxikation!

## C – Chemie

Kann ausgeschlossen werden, sofern keine Bereiche besonders gekennzeichnet bzw. durch das Feuer direkt bedroht sind (Industrieanlagen, Abstellanlagen für Gefahrguttransporte, Altlasten ...).

## E – Explosion<sup>1</sup>

Munitionsbelastete Gebiete – Selbstumsetzung durch Feuer und Temperatur, Gefahr durch Splitterwirkung, Explosion und Zerknall. Diese Flächen sind in den Waldbrandeinsatzkarten mit roter Schraffur gekennzeichnet.

## E – Elektrizität

Stromleitungen durch Wald und Wiese, Gefahr des Herabhängens oder Zerreißens durch Wärmeeinwirkung, Gefahr durch Abbrand bei Holzmasten.

<sup>1</sup> Vgl. [4]

# Gefahren an der Einsatzstelle

---

## E – Erkrankung/Verletzung

Chirurgische Verletzungen, internistische Notfälle (Hitzeerschöpfung, Hitzschlag, Kreislaufstörungen).

## E – Einsturz

Die Gefahr durch Einsturz oder Absturz besteht bei Bäumen, die durch die Brandeinwirkung ihre Standfestigkeit verloren haben. In Steilhängen können Steine oder teilweise auch brennende Bäume den Hang herunterrollen. Dies birgt für Einsatzkräfte eine doppelte Gefahr, da hierdurch auch die Ausbreitung des Feuers nicht kontrolliert werden kann. Unbekannte Topografie und dadurch unerkannte Absturzkanten sind für Einsatzkräfte eine grundsätzliche Gefahr. Bei einem Löschwasserabwurf durch Hubschrauber können Bäume umgeworfen werden. Außerdem können Steine und andere Gegenstände, die bei der Befüllung aus dem offenen Gewässer mit aufgenommen wurden, herabfallen (siehe auch Hubschraubereinsatz zur Vegetationsbrandbekämpfung).

## 2 Einfache taktische Waldbrandprognose (ETW)<sup>2</sup>

Aufgrund der hohen Dynamik von Waldbränden sind nach einem festgestellten Brandverhalten eingeleitete Maßnahmen mitunter nicht vollumfänglich wirksam, da sich das Brandverhalten in seiner Richtung und Intensität schon wieder geändert haben kann. Daher laufen die Maßnahmen dem eigentlichen Brandgeschehen oftmals hinterher.

Ziel ist es, vor die Lage zu kommen.

### **Also: Agieren, nicht reagieren!**

Eine einfache taktische Waldbrandprognose (ETW) zur Einschätzung des Verhaltens eines Waldbrandes soll einsatztaktische Planungen möglich machen. Dabei wird das Brandverhalten im Wesentlichen von den vier Faktoren **Brennstofftemperatur, Wind, Topografie** und **Brennstoffart** beeinflusst. Die ETW ist ohne technische Hilfsmittel möglich und damit von allen Führungsebenen schnell und einfach anzuwenden.

Dabei gilt:

**Feuer folgt bestimmten physikalischen Grundsätzen und den Einflüssen des Wetters. Dadurch sind die Intensität und das Verhalten des Feuers übertragbar und vorhersehbar.**

### 2.1 Faktor Hangausrichtung

Die einfallende Sonnenstrahlung beeinflusst hauptsächlich die Brennstofftemperatur (zunächst an der Oberfläche des Brennstoffes). Im Tagesverlauf nimmt die Sonneneinstrahlung und damit auch die Temperatur von Brennstoffen zunächst zu und später wieder ab. Je höher die Brennstofftemperatur ist, umso geringer ist die benötigte Zündenergie, um eine Verbrennung starten. Beschattete Brennstoffe unterliegen dabei geringeren Temperaturschwankungen, als sonnenexponierte Brennstoffe. Mittags erreichen Brennstoffe in südexponierter Hanglage die höchste Temperatur, an Westhängen eher nachmittags (Abb. 1).

---

<sup>2</sup> Vgl. [5]



Abb. 1: Einfluss der Hangausrichtung und Tageszeit auf die Brennstofftemperatur

So gewinnt ein Feuer an Stärke, wenn es von beschatteten Gebieten in eine Freifläche läuft, z. B. aus einem Wald auf ein Feld.

## 2.2 Faktor Wind

Windrichtung und Windgeschwindigkeit beeinflussen das Brandverhalten von den vier Faktoren der ETW am meisten. Der Wind kann ein Feuer in seiner Richtung und Geschwindigkeit verstärken oder vermindern.

**Verstärkend:** Feuer brennt in Zugrichtung

**Vermindernd:** Feuer brennt entgegen oder seitlich zur Zugrichtung

Änderungen der Windrichtung und/oder Windgeschwindigkeit können sehr plötzlich auftreten und damit auch zu einer plötzlichen und unmittelbaren Änderung des Brandverhaltens führen. Die Zugrichtung ist am einfachsten an der Rauchfahne zu erkennen.

## 2.3 Faktor Topografie/Hangneigung

Wenige Grad Hangneigung reichen aus, um ein Feuer bergauf oder bergab laufen zu lassen. Bei 25° Hangneigung und mehr nimmt die Brandgeschwindigkeit und die Breite der Flammenfront erheblich zu (Abb. 2). Dabei greifen die Flammen am Hang eine vergleichsweise größere Fläche der Brennstoffe an, als in der Ebene, da der Winkel zwischen Flammen und Brennstoffen verkleinert wird. In Abb. 2 ist die Angriffsfläche der Flammen auf den Brennstoff in Abhängigkeit von der Hangneigung dargestellt.

Dabei ist **Winkel A** > **Winkel C** > **Winkel B**  
und daher **Angriffsfläche A** < **Angriffsfläche C** < **Angriffsfläche B**

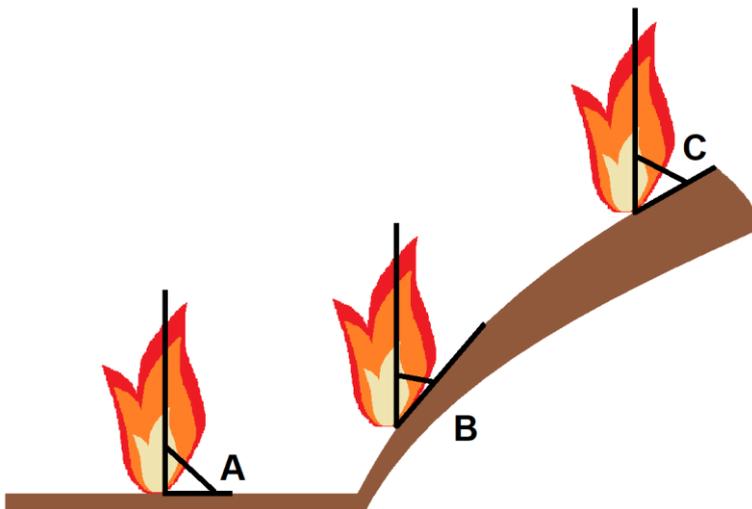


Abb. 2: Angriffsfläche der Flammen auf Brennstoff in Abhängigkeit von der Hangneigung

Gleichzeitig werden die Flammen durch den Wind an den Hang gedrückt, was wiederum zu einer flächenmäßigen größeren Angriffsfläche der Flammen auf die Brennstoffe führt.

Dabei gilt:

**Je 10° Hangneigung verdoppelt sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit hangaufwärts.**

Der Faktor Hangneigung kann durch den Faktor Wind überlagert werden, sodass sich ein Brand talabwärts fortsetzen kann.

## 2.4 Faktor Brennstoffart

Die Art des Brennstoffes beeinflusst die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Flammenlängen eines Waldbrandes. Leicht entzündbare Brennstoffe wie Gras und feine Zweige werden durch Sonneneinstrahlung schneller thermisch aufbereitet, da sie im Verhältnis zu ihrem Volumen eine größere Oberfläche haben als schwer entzündbare Stoffe wie dickere Zweige, Äste und Stämme. Eine Ausnahme bildet Nadelstreu, dass zwar ein ähnliches Oberfläche-Volumenverhältnis wie Gras hat, allerdings lagert die Streuschicht oftmals so dicht, dass nicht ausreichend Sauerstoff für die Verbrennung zur Verfügung steht.

## Gefahren an der Einsatzstelle

### 2.5 Addition der Faktoren

Bei Erfüllung einer oder mehrerer Faktoren der Punkte 2.1 bis 2.4 werden die Faktoren addiert, sodass die Spanne zwischen „0“ und „4“ liegen kann.

Feuer bis zum Faktor 2 lassen sich mit Handwerkzeugen bekämpfen. Zu beachten sind hier zudem die aktuellen Flammenlängen, da der Einsatz von Handwerkzeugen zur Brandbekämpfung nur bis zu einer Flammenlänge von einem Meter sinnvoll ist.

Faktor-3-Feuer können zum Beispiel mit C- und D-Schlauchleitungen bekämpft werden.

Faktor-4-Feuer sind kaum sinnvoll zu bekämpfen, da die Löschmaßnahmen oft nicht ausreichend sind. Die Flammenlängen sind meist so groß, dass eine direkte Brandbekämpfung nicht möglich ist.

Beispiel: In Abb. 3 werden die Faktoren:

- Wind,
- Hanglage,
- Hangausrichtung und
- Brennstoff

erfüllt, sodass es sich um ein Faktor-4-Feuer handelt.

Schematisch dargestellt ist ein Hang mit Südausrichtung, auf den der Wind aus Richtung Süd trifft.

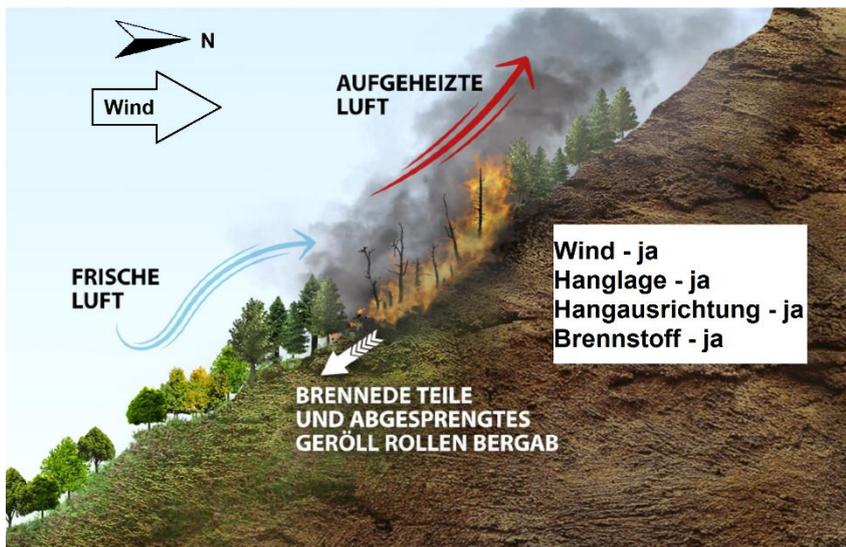


Abb. 3: Beispiel zur Herleitung der einfachen taktischen Waldbrandprognose, verändert nach [1]

## 3 Quellenverzeichnis

1. Staatliche Feuerweherschulen Bayern, „Vegetationsbrände - Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns,“ Staatliche Feuerweherschule Würzburg, Würzburg, 2022
2. Hessische Landesfeuerwehrschule  
Abb. 2
4. HMdIS V1 / V45, *Handlungsempfehlung Wald- und Flächenbrände in munitionsbelasteten Gebieten (Anlage 5 zum Sonderschutzplan Waldbrand)*, Wiesbaden: Land Hessen, 2019.
5. Cimolino et al., Vegetationsbrandbekämpfung-Technik, Taktik, Einsatz, ecomed Sicherheit, 2020.
6. Waldbrandteam – Verein für Wald- und Flächenbrandbekämpfung e.V.  
Abb. 1