

## Modul 1

# EINFÜHRUNG IN DAS FEUERVERHALTEN

### Ziele des Moduls

Ziel dieses Moduls ist es die wichtigsten Elemente die Feuerverhalten beeinflussen, einzuführen und im Detail zu beschreiben. Es werden folgende Fragen beantwortet:

- Inwieweit beeinflussen die drei Elemente des sogenannten Feuedreiecks (Brennmaterial, Sauerstoff und Wärmeenergie als Zündquelle) das Feuerverhalten?
- Wie wirken sich die Wetterfaktoren Wind, relative Luftfeuchte und Temperatur auf die Ausbreitung von Bränden aus?
- Welche Rolle spielen Ausbreitungsmuster, Brandgröße, Brandlast, Feuchtegehalt und Art / Verteilung des Brennmaterials im Feuerverhalten?
- Wie wirken sich Topographie / Exposition auf die Ausbreitung von Bränden aus?



## IMPRESSUM

Alle Module der Reihe und weitere Informationen können auf folgender Website abgerufen werden:  
[www.waldbrand-klima-resilienz.com](http://www.waldbrand-klima-resilienz.com)



**Zitierempfehlung:** Lindon Pronto und Alexander Held. 2021. WKR Ausbildungsmodul Feuerverhalten.

**Herausgeber:** Maria Schloßmacher und Andreas Schuck.

**Beiträge der Autoren:** Lindon Pronto und Alexander Held haben den Inhalt des

Moduls erarbeitet. Maria Schloßmacher und Andreas Schuck haben den Text umfanglich editiert.

**Illustrationen und Layout:** Jodie Watt

**Fotos:** Lindon Pronto, Andreas Schuck, Stock Adobe Bilder

### Haftungsausschuss:

Bei der vorliegenden Veröffentlichung handelt es sich um ein Produkt des Projekts „Waldbrand-Klima-Resilienz“ (kurz: WKR), das vom Waldklimafonds des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) finanziell unterstützt wird. Die Inhalte und Meinungen in dieser Veröffentlichung sind allein die der Autoren und entsprechen nicht unbedingt dem Standpunkt des European Forest Institute. European Forest Institute, 2021.

### Danksagung:

Das Material in diesem Ausbildungsmodul basiert sowohl auf den spezifischen Erfahrungen der Autoren in der operativen Praxis, als auch auf bestehenden Schulungsmaterialien (z.B. Ausbildungsrahmen der National Wildfire Coordinating Group (NWCG), Eurofire International Fire Management Training Materials, des "Guide to Integrated Fire Management" von Landworks, Südafrika, des Wildland Fire Management Handbook for Trainers der UN-FAO und der Integrated Community Fire Management - Training Manual des U.S. Forest Service International Programs und USAID). Dank gilt den zahlreichen Unterstützern des Projektes aus Forschung, Forst, Umwelt und Feuerwehr für die konstruktive Begleitung und Kommentierung.

### Über das WKR Projekt:

Das WKR Projekt bringt international vorliegendes Wissen über Waldbrandmanagement in die deutsche Praxis. Erfahrungswerte werden für den lokalen Kontext angepasst und dabei alle beteiligten Akteure aus Wissenschaft, Praxis und Politik berücksichtigt. WKR schafft Bewusstsein, dass Waldbewirtschaftung und Waldbrandbekämpfung nur zusammen zielführend sein kann. Es vereint Akteure aus Prävention, Praxis und Reaktion mit dem Ziel, dass durch (waldbauliche) Prävention nicht nur die Auswirkungen von Waldbränden reduziert werden, sondern auch die Bekämpfung für die Einsatzkräfte sicherer und effektiver wird.

European Forest Institute, 2021



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

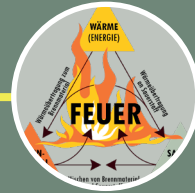
Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

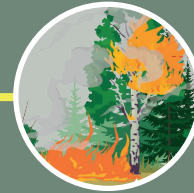
## ÜBERBLICK



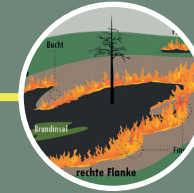
### S.5 Beschreibung von Bränden und ihrer Eigenschaften



### S.6 Das Feuerdreieck



### S.9 Feuerverhalten



### S.15 Brandentwicklung und Feuerverhalten

## KERNAUSSAGEN

- Das "Feuerdreieck" setzt sich aus Brennmaterial, Sauerstoff und Wärmeenergie zusammen; Veränderungen einzelner Elemente wirken sich auf Intensität und Feuerverhalten aus.
- Die Prämisse der Brandbekämpfung ist es ein oder mehrere Elemente des Feuerdreiecks zu entfernen.
- Feuerverhalten zu verstehen, ist der Schlüssel zum effektiven Umgang mit Vegetationsbränden.
- Temperatur, relative Luftfeuchte, Wind, Niederschlagsmenge wie auch die Zeit seit dem letzten Niederschlag spielen eine entscheidende Rolle für das Feuerverhalten.
- Eigenschaften von Brennmaterial, wie Größe, Menge, Form, Dichte und Feuchtegehalt können das Feuerverhalten deutlich beeinflussen.
- Feuer brennt intensiver und schneller bergauf und in Windrichtung.
- Enge Schluchten oder Täler begünstigen die Strömung heißer Luft, Rauch und Gasen und tragen somit zu einer beschleunigten Ausbreitung und Intensität des Feuers bei.
- An Hängen, mit erhöhter Sonnenexposition, kann Feuer intensiver brennen; jahreszeitlich und tageszeitlich bedingte Trockenheit wirkt sich an Südhängen daher stärker aus.
- Einsatzkräfte müssen verstehen, wie sich Feuer in der aktuellen Situation verhält; sie sollten ebenfalls einschätzen können, inwieweit sich Brandfaktoren und Feuerverhalten in Zukunft verändern können.
- Einsatzkräfte müssen sich praktische Erfahrung in der Vegetationsbrandbekämpfung aneignen. Was war das Besondere bei diesen Vegetationsbränden bzw. wie sind sie verlaufen? Wie unterscheidet sich das aktuelle Feuerverhalten von früheren Erfahrungen? Was sind mögliche Szenarien?
- Einsatzkräfte müssen vertrauensvoll und effizient zusammenarbeiten und mit der Fachterminologie gut vertraut sein um effektiv kommunizieren zu können.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Einleitung</b>	<b>5</b>	<b>5. Brandentwicklung und Feuerverhalten</b>	<b>15</b>
<b>2. Beschreibung von Bränden und ihrer Eigenschaften</b>	<b>5</b>	5.1 Feuerklassifizierung	15
<b>3. Das Feuerdreieck</b>	<b>6</b>	5.2 Brandausbreitung	21
3.1 Brennmaterialeigenschaften	6	5.3 Brandrauch-Eigenschaften	22
3.2 Sauerstoff	7	<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>23</b>
3.3 Wärmeenergie	7	<b>Schlüsselbegriffe und Konzepte</b>	<b>24</b>
<b>4. Feuerverhalten</b>	<b>9</b>	<b>Testen Sie Ihre Kenntnisse!</b>	<b>24</b>
4.1 Wetterbedingungen	9		
4.2 Topographie	10		
» Hang	10		
» Hangexposition	11		
» Höhe	11		
4.3 Brennmaterialeigenschaften	12		
» Form und Größe	12		
» Brandlast	12		
» Brennmaterialeuchte	13		
» Brennmaterialeanordnung	14		

eins

## Einleitung

Dieses Modul beschreibt grundlegende Handlungsanweisungen für das sichere Verhalten im Umgang mit Vegetationsbränden. Voraussetzung dafür ist die Kenntnis der wichtigsten Faktoren die das Feuerverhalten beeinflussen. Ein gutes Verständnis ihrer Auswirkungen sind Voraussetzung, um eine sichere und effektive Strategie und Taktik im Vegetationsbrandeinsatz herleiten zu können.

Dieses Modul erläutert das „**Feuerdreieck**“ und das „**Feuerverhaltensdreieck**“. Es beschreibt im Detail die Bedeutung und den Einfluss von Brennstoffeigenschaften, Wetter und Topographie auf die Entzündung, Intensität und Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Vegetationsbrandes.

zwei

## Beschreibung von Bränden und ihrer Eigenschaften

Für Vegetationsbrände gibt es viele verschiedene Namen: Landschaftsbrand, Waldbrand, Buschfeuer, Ackerbrand, Moor- oder Torfbrand usw. Für diese Ausbildungsunterlagen werden Brände in zwei Kategorien eingeteilt: **unkontrollierte Vegetationsbrände** und geplante, bzw. **kontrollierte Brände**. Jedes Feuer kann je nach Ort und lokalen

Gegebenheiten sehr unterschiedlich brennen - dies wird als Feuerumgebung bezeichnet. Während der chemische Prozess des Feuers in all diesen "Feuerumgebungen" derselbe bleibt, wird sich Feuer innerhalb der Landschaft unterschiedlich verhalten. Es kann geplant bzw. ökologisch erwünscht sein, aber auch katastrophale Folgen nach sich ziehen.

### Box 1: Definieren von Feuerbezeichnungen



**Vegetationsbrand (Schadfeuer):** ein sehr allgemeiner Begriff, der jedes ungewollte Feuer in der nicht bebauten Umwelt beschreibt. Zu Vegetationsbränden gehören z.B. Waldbrände, Buschfeuer, Brände landwirtschaftlicher Flächen, Böschungsbrände. Vegetationsbrände können aber übergehen in bebauten Gebiet (Wildland-Urban-Interface WUI). Im allgemeinen Sprachgebrauch hat sich „Waldbrand“ etabliert.



**Geplantes / Kontrolliertes Brennen (Nutzfeuer):** jedes Feuer, das in Übereinstimmung mit den geltenden Gesetzen, Richtlinien und Vorschriften geplant und entzündet wird, um bestimmte Managementziele zu erreichen. Ziele können z.B. Naturschutz und Habitatpflege, oder die präventive Reduktion von Brandlast sein.

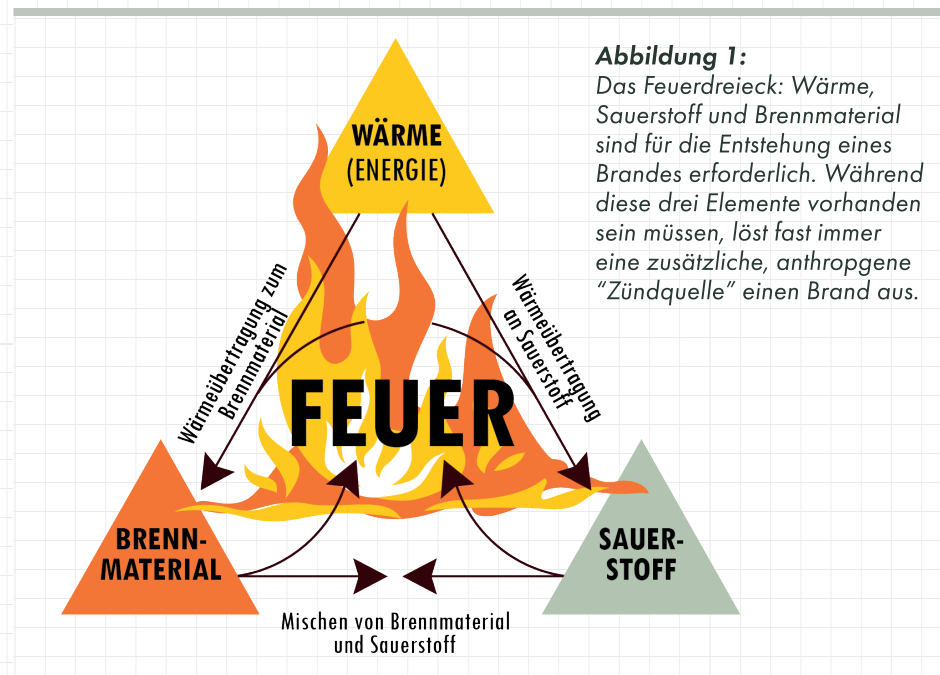


**Feuer als Technik des abwehrenden Brandschutzes:** taktische Vor- und Gegenfeuer.

Auf die einzelnen Feuerarten Untergrundfeuer, Bodenfeuer, Kronenfeuer und Flugfeuer wird in Kapitel 1.5 im Detail eingegangen.

## drei Das Feuerdreieck

**Brennmaterial, Sauerstoff und Wärme** sind die drei grundlegenden Voraussetzungen um ein Feuer zu entfachen und aufrechtzuerhalten. Brennmaterial muss in ausreichender Menge und Zustand zur Verfügung stehen, Wärme ist zum Entzünden erforderlich, und Sauerstoff wird benötigt, um die chemische Reaktion auszulösen. Diese Beziehung ist allgemein bekannt als das **Feuerdreieck** (Abbildung 1). In den allermeisten Fällen ist neben dem seltenen Blitzschlag oder Selbstentzündung durch Kampfmittel der Mensch die Hauptursache von Bränden.



Für eine erfolgreiche Eindämmung oder das Löschen eines Brandes, muss das Feuerdreieck entweder durch Ausbleiben oder Entfernen des Sauerstoffflusses, durch Entzug der Wärme (Kühlung), dem Entfernen des Brennmaterials oder durch eine beliebige Kombination dieser Möglichkeiten durchbrochen werden. Von den drei Variablen, die das Feuerdreieck bilden, lässt sich Brennmaterial am besten beeinflussen, um das potentielle Feuerverhalten zu verändern. Die Konstruktion einer Kontrolllinie (z.B. durch Entfernen von Brennmaterial) ist eine weit verbreitete Methode. Die Verwendung von Wasser als Löschmittel ist die gängige Praxis in Deutschland, weil es sowohl das Feuer kühlt als auch Sauerstoff verdrängt. Allerdings ist die ausreichende Wasserverorgung eine zunehmende Herausforderung. Daher bietet es sich an, die Wirksamkeit von Wasser durch die Zugabe von sogenanntem Sonderlöschmitteln zum Beispiel Netzmitteln oder Schaum zu erhöhen.

### 3.1. BRENNMATERIAL

Während alles, was brennbar ist, als Brennmaterial gilt, besteht die vorherrschende, wenn nicht gar ausschließliche Brennmaterialquelle in natürlichen Umgebungen aus pflanzlichen Materialien. Im Allgemeinen kann sämtliches Pflanzenmaterial, sowohl lebendiges als auch totes (z.B. Totholz, Reisig), als "Brennmaterial" betrachtet werden. Von den drei Schlüsselementen des Feuerdreiecks, ist Brennmaterial die am meisten durch den Mensch veränderbare Variable (siehe 4.3).

### 3. DAS FEUERDREIECK

#### 3.2. SAUERSTOFF

Damit eine Verbrennung (Feuer) stattfinden kann, muss Sauerstoff vorhanden sein. Die Menge an Sauerstoff, die einem Feuer zur Verfügung steht, kann zum Beispiel mit dem Wind variieren; eine Zunahme des Windes kann die Sauerstoffzufuhr erhöhen, wodurch ein Feuer weiter angefacht wird. Brennmaterial enthält je nach Dichte unterschiedlich viel Sauerstoff, weshalb ein Feuer schnell durch feines Brennmaterial wie Gras und Reisig, aber sehr langsam durch schweres Brennmaterial wie Baumstämme oder Starkäste brennt.



#### 3.3. WÄRMEENERGIE

Wärme ist die Energie, die benötigt wird, um brennbares Material dazu zu bringen, Dämpfe / Gase abzugeben, die sich mit dem Sauerstoff in der Luft vermischen und ein Feuer verursachen. Diese Wärmeenergie kann durch einen Blitzschlag, oder auch versehentlich, z.B. durch Lagerfeuer, Feuer zur Verbrennung pflanzlicher Abfälle in Land- und Forstwirtschaft, Funkenflug oder funkenschlagende Werkzeuge erzeugt werden. Brandstiftung ist eine weitere Ursache. Eine Selbstentzündung ist allerdings äußerst selten. Ein Beispiel hierfür wäre die Zersetzung organischen Materials, z.B. Mulch oder Holzspäne oder korrodierte Kampfmittel, bei der genügend Energie zur Selbstentzündung entsteht. Die Temperatur, bei der sich etwas entzündet, wird als Zündtemperatur bezeichnet. Neben der Entzündung von Brennmaterial bestimmt die Wärme auch die Entwicklung des Verbrennungsprozesses. Je wärmer die Vegetation / das Brennmaterial ist (z.B. Sonneneinstrahlung am Südhang), desto leichter ist es entzündlich.

Die Wärmeübertragung auf ein leitendes Brennmaterial ist der Prozess, der die Ausbreitung eines Feuers ermöglicht, wobei mehr umliegendes Brennmaterial erhitzt wird, um die Zündtemperatur zu erreichen. Wie Wärme von einem Ort zum anderen übertragen wird, beeinflusst die Ausbreitung und die Eigenschaften eines Feuers. Wenn man die Methoden der Wärmeübertragung kennt, kann man besser vorhersagen, wo und wie schnell sich das Feuer ausbreiten wird. Wärmeübertragung erfolgt auf drei Arten: durch Leitung, Konvektion und Strahlung.

## 3. DAS FEUERDREIECK

## WÄRMEENERGIE

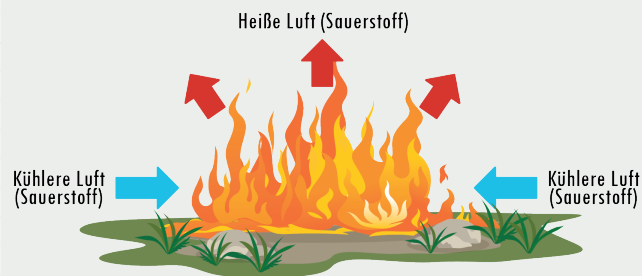


**Abbildung 2:** Langsame Wärmeübertragung durch Wärmeleitung.

### Leitung / Wärmeleitung (Konduktion)

ist die Übertragung von Wärme innerhalb des Materials selbst oder zwischen Objekten / Oberflächen, die direkt miteinander in Kontakt stehen. Die Geschwindigkeit dieses Prozesses wird durch die Zusammensetzung der Materialien bestimmt. Beispielsweise sind Metalle gute, während Holz und andere Vegetationsformen eher schlechte Wärmeleiter sind. Daher ist die Wärmeleitung normalerweise kein wichtiger Faktor bei der Ausbreitung von Vegetationsbränden.

**Konvektion** ist die Übertragung von Wärme durch die physikalische Bewegung von heißen Luftmassen nach oben und außen. Wenn Luft erwärmt wird, dehnt sie sich aus, wird leichter als die umgebende Luft und steigt somit nach oben. Kältere Luft strömt dann von den Seiten ein, um die erwärmte Luft zu ersetzen. Sie wird dann ebenfalls erwärmt und steigt nach oben. Dadurch bildet sich über dem Feuer eine sogenannte Konvektionssäule, erkennbar an dem Rauch, der nach oben getragen wird. Konvektion ist die wichtigste Form der Wärmeübertragung, weil die erhitzten Gase Brennmaterial vor dem Feuer vorwärmen, was zu einer beschleunigten Ausbreitung des Feuers führen kann. Eine Konvektionssäule transportiert auch Funken und Glut, die das vorgewärmte Brennmaterial beim Landen entzünden können.



**Abbildung 3:** Schnelle konvektive Wärmeübertragung.



**Abbildung 4:** Wärmeübertragung durch Strahlung.

**Wärmestrahlung** tritt auf, wenn Wärme von einem Objekt auf ein zweites Objekt durch die Luft übertragen wird, ohne direkten Kontakt der beiden Objekte in Form von Strahlen oder Wellen. Brennendes Material strahlt Wärme in alle Richtungen ab und trägt zur Erwärmung des umliegenden noch unverbrannten Brennmaterials bei. Die Sonne ist eine weitere Strahlungswärmequelle, die ebenfalls die Vegetation oder das Brennmaterial erwärmt und damit leichter entzündlich macht.



## vier Feuerverhalten

Das **Feuerverhalten** beschreibt die Art und Weise, wie sich Brennmaterial entzündet, eine Flamme entsteht und sich das Feuer ausbreitet. Die Feuerumgebung bestimmt weitgehend das Feuerverhalten. Die Feuerumgebung setzt sich aus drei Variablen zusammen: **Brenn Materialeigenschaften, Wetterbedingungen** und **Topographie**.

Obwohl es dem Feuertreieck ähnlich ist, bestimmen die Elemente, aus denen das **Feuerverhaltensdreieck** (Abbildung 5) besteht, die Art und Weise wie sich ein Feuer ausbreitet und wie intensiv es ist. Dabei greifen die Elemente beider Dreiecke ineinander.

**Abbildung 5:**  
Das Feuerverhaltensdreieck.



### 4.1 WETTERBEDINGUNGEN

Wetter ist das variabelste der drei Hauptelemente. Es kann sowohl die Entstehung als auch die Ausbreitung / Entwicklung von Bränden beeinflussen und über lange Zeiträume schwer vorhersehbar sein. Zu den kritischen Faktoren, die spezifische Wetterbedingungen schaffen, gehören: relative Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur, Wind (Geschwindigkeit und Richtung), Niederschlag (Menge) und Tageszeit bzw. Jahreszeit, sowie lokale Schwankungen der oben genannten Faktoren. Diese werden im Modul "Feuerwetter" ausführlicher behandelt.



4. FEUERVERHALTEN

4.2 TOPOGRAPHIE

Die Topographie wird durch die Form und die Merkmale der Landoberfläche definiert (Ebene, Hänge und Exposition). Die Topographie beeinflusst Variablen des Feuerverhaltens wie Windgeschwindigkeit und -richtung sowie die Geschwindigkeit der Brandausbreitung. Die Einflüsse der Topographie auf das Feuerverhalten sind im Allgemeinen leichter vorherzusagen als Wetter und Brennmaterial. Die vier einflussreichsten topographischen Merkmale sind: **Hangneigung**, **Exposition** (Himmelsrichtung), **Geländeform** und **Höhe**.



10 Grad Neigungszunahme verdoppeln die Ausbreitungsgeschwindigkeit.  
10 Grad Neigungsabnahme halbieren diese.

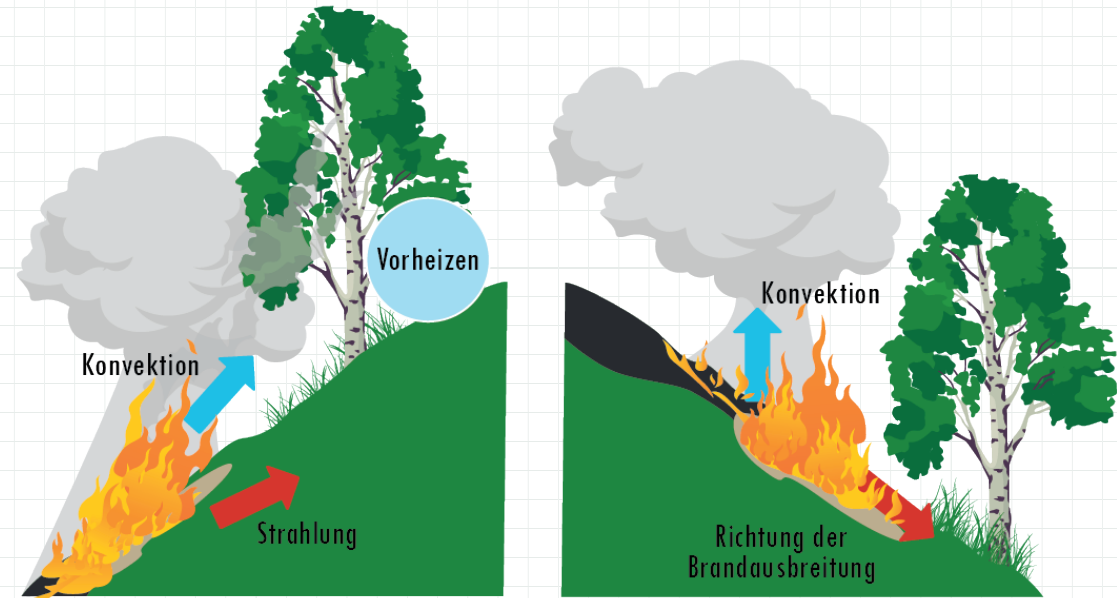


Abbildung 6: Einfluss der Neigung auf das Feuerverhalten, insbesondere die konvektive und strahlende Wirkung, die das Brennmaterial vor dem Hauptfeuer vorwärmt und entzündet.

Hang

Einhundert Meter Anstieg auf 100 Meter horizontale Distanz entspricht 100 Prozent Neigung. Die Neigung kann in Prozent oder Grad gemessen werden: eine Neigung von 100 Prozent entspricht 45 Grad Gefälle. Ein Feuer, das an einem Hang bergauf brennt, erzeugt mehr Konvektions- und Strahlungswärme, die unverbranntes Brennmaterial vor dem Feuer schneller erwärmt und entzündet als in der Ebene. Je steiler der Hang ist, desto größer ist dieser Effekt und desto gefährlicher und schwieriger ist es, einen Brand zu bekämpfen (Abbildung 6). Umgekehrt breitet sich ein bergab brennendes Feuer in der Regel deutlich langsamer aus. Ähnlich einem Gegenwindfeuer.

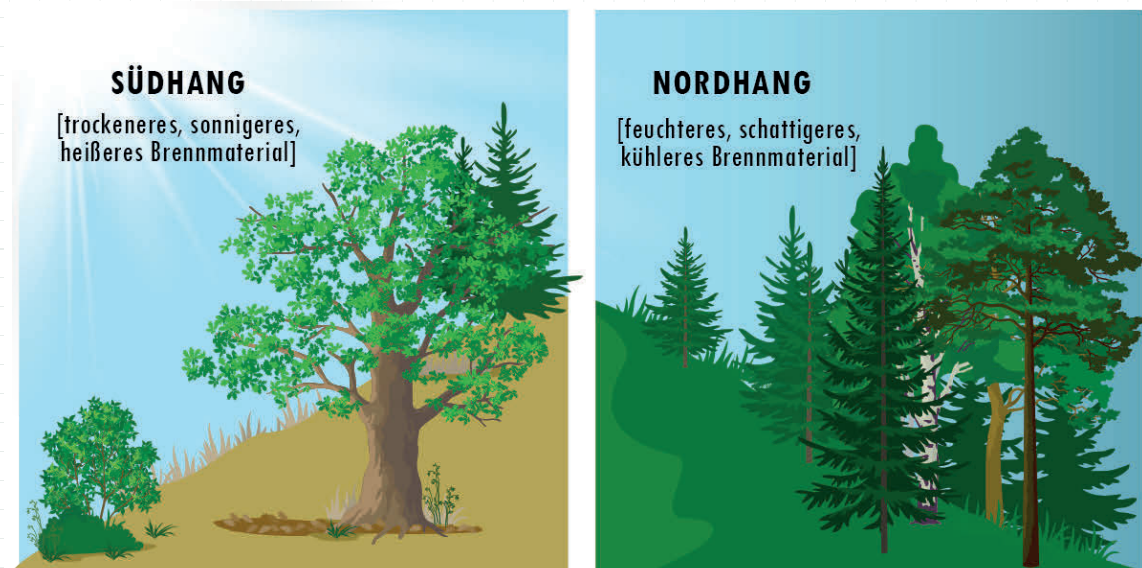
## 4. FEUERVERHALTEN

### Hangexposition

Unter Hangexposition versteht man die Ausrichtung des Hanges zur Himmelsrichtung. Die Exposition bestimmt die Dauer und Intensität der Sonneneinstrahlung und beeinflusst somit Brenn Materialeigenschaften und Brennbarkeit.

Potenzielle Auswirkungen auf das Feuerverhalten sind:

1. **Vorwärmeeffekt:** Nach Süden exponiertes Brennmaterial wird durch die Sonne wärmer und trockener und brennt dadurch leichter, schneller und intensiver. Nord-exponiertes Brennmaterial ist im Gegensatz oft feuchter und weniger brennbar. (Siehe Abbildung 7)
2. **Art des Brennmaterials:** Die Art und Menge der Vegetation kann je nach Exposition unterschiedlich sein. Ein Südhang hat in der Regel leichteres und trockeneres Brennmaterial, während ein Nordhang tendenziell Brennmaterial mit schattigeren, feuchteren Bedingungen aufweist.



**Abbildung 7:** Mögliche Variationen der Vegetationsbedeckung zwischen einem nach Süden (links) und einem nach Norden (rechts) ausgerichteten Hang.

### Höhe

Die Höhe (Meter über N.N.) spielt bei der Entstehung von Waldbränden eine untergeordnete Rolle. Im Allgemeinen steht in größerer Höhe weniger Sauerstoff zur Verfügung; die Temperaturen sind niedriger; und die oft geringere Brandlast verringern die Intensität und Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Waldbrands. Der geringere Sauerstoffgehalt der Luft in größerer Höhe lässt allerdings das Brennmaterial schneller austrocknen (unter der Annahme, dass alle anderen Bedingungen,

wie Temperatur usw., gleich bleiben). Höhere Lagen können dem Wind stärker ausgesetzt sein.

Waldbrände an steilen Hängen, und in unwegsamem Gelände stellen eine besondere Herausforderung für die Waldbrandbekämpfung dar. Sie können sich auch negativ auf empfindliche, hochgelegene Ökosysteme auswirken. Je nach Höhenlage kann sich auch die Art des Brennmaterials verändern.

## 4. FEUERVERHALTEN

### 4.3 BRENNMATERIALEIGENSCHAFTEN

Brennmaterialien (Biomasse) können durch eine Reihe verschiedener Faktoren beschrieben werden: **Form und Größe**, **Brandlast**, **Brennmaterialfeuchte** und **Brennmaterialanordnung**.

#### *Form und Größe*

Pflanzliche Materialien brennen je nach Form und Größe, Volumen und Dichte mit unterschiedlicher Intensität. Sie können in zwei Hauptkategorien unterteilt werden:

- **Leichtes Brennmaterial** wie Blätter, Gräser, Sträucher und Streuauflage. Sie reagieren schnell auf Wetteränderungen und entzünden sich leichter. Das Feuer kann sich schnell und intensiv ausbreiten, allerdings brennt es relativ kurz und ist damit besser zu bekämpfen.
- **Schweres Brennmaterial** wie Äste, Stämme und Baumstümpfe reagieren langsamer auf Wetteränderungen. Wenn sie verbrennen, geben diese sogenannten dichten Brennmaterialien mehr Wärme ab, können intensiver brennen und erfordern mehr Sorgfalt beim Nachlöschen.

#### *Brandlast*

Die Brandlast ist die Brennmaterialmenge in einem bestimmten Gebiet, oft angegeben in Tonnen / Hektar (t/ha). Die Zusammensetzung und Menge des Brennmaterials hat einen wesentlichen Einfluss auf das Feuerverhalten. Je mehr Brennmaterial zur Verfügung steht, desto intensiver wird das Feuer und somit schwieriger zu löschen. Ein Weizenfeld oder eine Heidefläche kommen in etwa auf 5-30 t/ha während ein Wirtschaftswald mit Durchforstungsresten bis zu 150 t/ha aufweisen kann.



## 4. FEUERVERHALTEN



### Brennmaterialfeuchte

Brennmaterialfeuchte hat direkten Einfluss auf Intensität und Brennbarkeit der Biomasse. Sie wird beeinflusst von Luftfeuchte, Temperatur und Niederschlag und wirkt sich somit auf die Entflammbarkeit und Verbrennungsgeschwindigkeit aus (Tabelle 1). Man unterscheidet zudem zwischen totem und lebendem Brennmaterial.

BRENNMATERIALEIGENSCHAFTEN	FEUCHTIGKEITSGEHALT
Leichtes Brennmaterial	Schnellerer Feuchtigkeitsverlust, daher leichter entflammbar
Schweres Brennmaterial	Langsamerer Feuchtigkeitsverlust, längere Hitzeexposition erforderlich, bevor es brennbar wird
Brennmaterial mit niedrigem Feuchtigkeitsgehalt	Verliert schnell Feuchtigkeit; brennt schnell mit hoher Intensität
Brennmaterial mit hohem Feuchtigkeitsgehalt	Verliert langsam Feuchtigkeit, zum Entzünden ist mehr Energie erforderlich; brennt mit geringerer Intensität

**Tabelle 1:** Beziehung zwischen Brennmaterialfeuchte und Brennmaterial-Form und -Größe.

## 4. FEUERVERHALTEN

### Brennmaterialanordnung

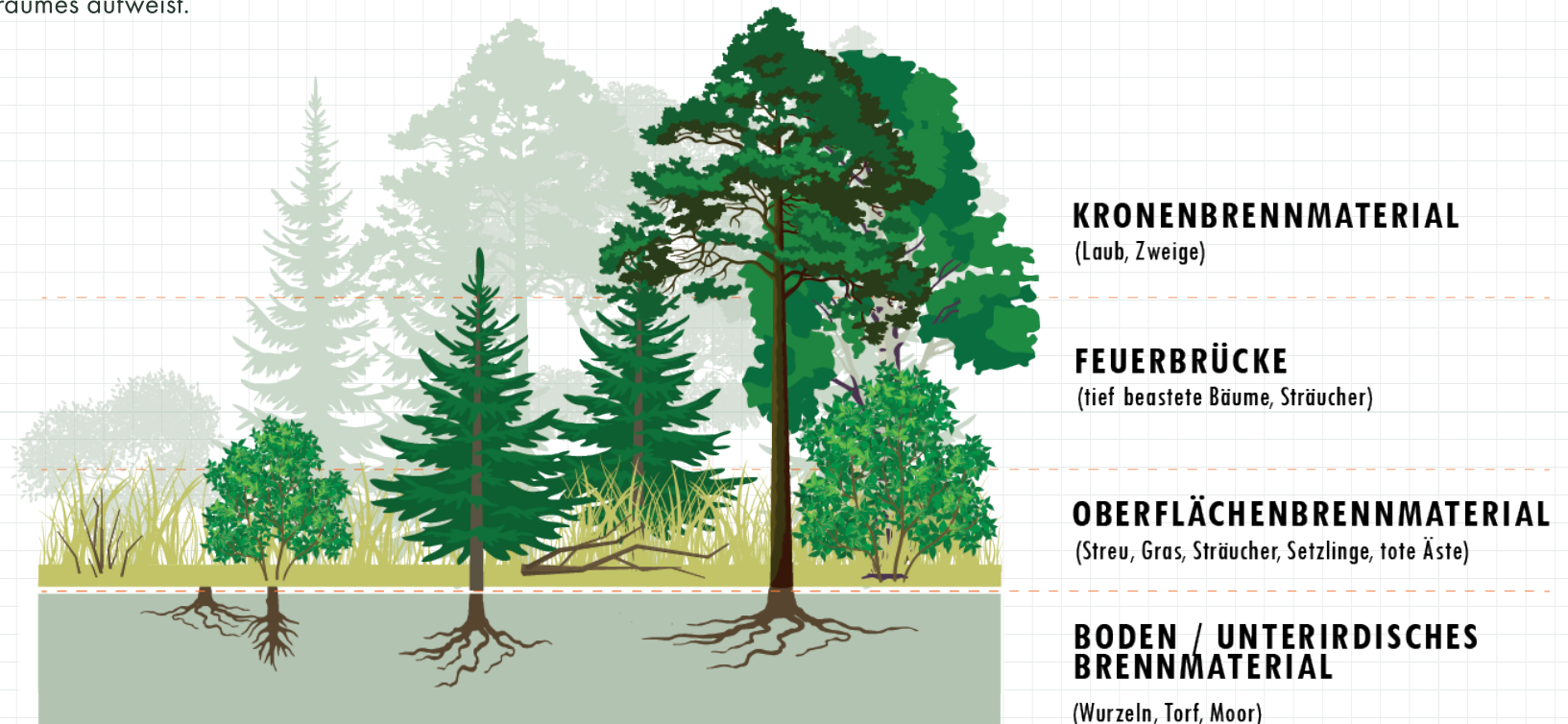
Die Anordnung von Brennmaterial auf einer Fläche kann einen erheblichen Einfluss auf das Feuerverhalten haben. Dazu gehören die vertikale und horizontale Ausrichtung des Brennmaterials (Abbildung 8).

- Die **vertikale Anordnung** kann durch die Menge und Verteilung von Boden-, Oberflächen- und oberirdischen Brennmaterialien beschrieben werden. Dies schließt **„Feuerbrücken“** wie z.B. tief beastete Bäume ein, die eine Verbindung zwischen Bodenfeuer (z.B. Gras, Reisig, Äste) und der Baumkrone herstellen können. So kann sich ein Bodenfeuer zu einem gefährlichen Vollfeuer entwickeln. Dies tritt eher in einschichtigem Altersklassenwald auf, da dieser eine sehr homogene Struktur des Kronenraumes aufweist.

- Bei einer **horizontalen Anordnung** kann das Brennmaterial gleichförmig oder aber lückenhaft auf der Fläche verteilt sein. Die Kontinuität des verfügbaren Brennmaterials ist einer schnellen Brandausbreitung förderlich. Das präventive Unterbrechen dieser Kontinuität schafft vordefinierte Kontrolllinien und hemmt die Ausbreitung.

Untergrundfeuer (Moor, Torf) brennen ohne sichtbare Flamme sehr langsam im Boden. Sie sind ohne Erdbewegung oder Flutung sehr schwierig zu löschen.

**Abbildung 8:** Die Anordnung von Brennmaterial beeinflusst die Brandausbreitung. Feuerbrücken ermöglichen den Übergang von Boden- zu Vollfeuern.



## Brandentwicklung und Feuerverhalten

Für Einsatzkräfte ist es wichtig zu verstehen, welches Potenzial ein Brand entwickeln kann. Es wurde bereits beschrieben, wie äußere Faktoren – u.a. Wetter, Brennmaterial und Topographie - das Feuerverhalten beeinflussen. Ausgebildete Einsatzkräfte können mit Hilfe der Elemente des Feuerdreiecks einschätzen und vorhersagen, wie sich ein Feuer entwickelt und sich auf der Grundlage der aktuellen und zu erwartenden Bedingungen weiter ausbreiten wird.

Brände werden üblicherweise nach dem Vegetationstyp oder dem Ort an dem sie brennen benannt. Beispiele hierfür sind:

- Grasfeuer
- Ackerbrand
- Buschfeuer
- Böschungsbrand
- Waldbrand
- Torfbrand / Moorbrand

Der vorherrschende Vegetationstyp, in dem ein Feuer brennt, bestimmt sein Verhalten und die Flammenhöhe. Zum Beispiel kann ein schwelender Moorbrand zum Löschen eine große Menge Wasser benötigen, das nur schwer in den torfhaltigen Boden eindringen kann. Ein Feuer in Schilf hingegen kann ein enormes Gefahrenpotenzial entwickeln und lässt sich daher nur schwer im Direktangriff löschen.

### 5.1 FEUERKLASSIFIZIERUNG

Brände können danach klassifiziert werden, wo sie in Bezug auf die Brennmaterialanordnung am aktivsten sind (Vergleich Abbildungen 8 und 9). Es gibt vier Arten von Feuer: **Untergrundfeuer**, **Bodenfeuer**, **Kronenfeuer / Wipfelfeuer** und **Flugfeuer**.

In Deutschland sind mehr als 80% aller Vegetationsbrände Bodenfeuer, also Feuer die AUF (nicht IM Boden) brennen.

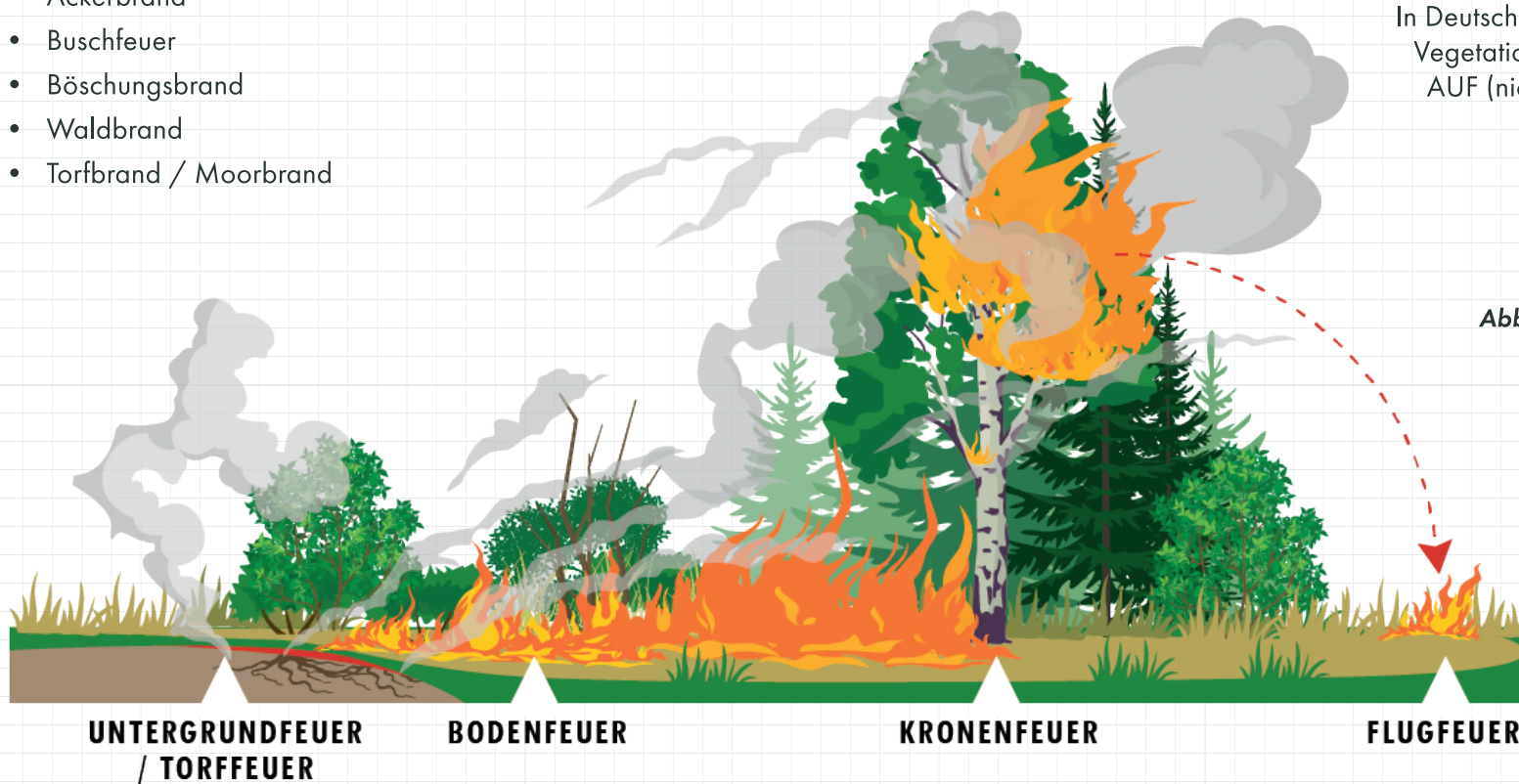
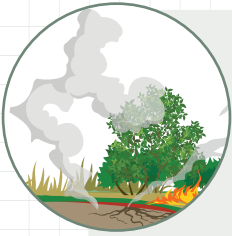


Abbildung 9: Feuerklassifizierung.

## 5. BRANDENTWICKLUNG UND FEUERVERHALTEN



Ein **Untergrundfeuer** brennt in den organischen Materialien unter der Streuauflage. Beispiele sind Torf, Humus, Wurzeln und andere unterirdische brennbare Materialien (u.U. auch Kohleflöze). Typische Merkmale eines Untergrundbrandes sind:

- Schwelbrand mit keiner / kleiner Flamme und wenig Rauch.
- Können wochen- oder monatelang unbemerkt brennen und möglicherweise wieder ein Bodenfeuer entzünden.
- Können in jedem Gebiet mit einer tiefen Bodenschicht oder großen Mengen organischen Materials vorkommen.



Ein **Bodenfeuer** verbrennt Streuauflage und Gestrüpp, Gräser oder Sträucher oder anderes organisches Brennmaterial, das auf oder leicht über dem Boden liegt. Es ist der häufigste Feuertyp. Typische Merkmale eines Bodenfeuers sind:

- Das Feuerverhalten kann von sehr niedrig bis extrem variieren.
- Feuerverhalten von Bodenfeuern werden stark von Wetter, Brenn Materialeigenschaften und Topographie beeinflusst.
- Können sich im Gelände relativ rasch ausbreiten.
- Haben offene Flammen.

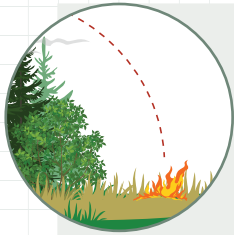


Ein **Kronen- / Vollfeuer** brennt in den Baumkronen über und vor einem intensiven Bodenfeuer. Konvektive- und Strahlungswärme eines intensiven Bodenfeuers können die Baumkronen entzünden. Selten brennt ein Kronenfeuer unabhängig von einem unterstützenden Bodenfeuer. Wenn das Bodenfeuer über die Äste in den Kronenbereich gelangt und mehr als ein einzelner Baum brennt, spricht man von einem Vollfeuer. Typische Merkmale eines Kronen- / Vollfeuers sind:

- Extremste Form des Feuerhaltens; bewegt sich äußerst schnell und brennt mit sehr hoher Intensität.
- Intensives Bodenfeuer folgt meist kurz nach einem Kronenfeuer. Ein Vollfeuer ohne unterstützendes Bodenfeuer ist sehr selten.
- Durch Funkenflug können punktförmige Flugfeuer entstehen; diese treten oft weit vor dem Hauptfeuer auf.
- Vollfeuer treten normalerweise nur auf kurzen Strecken auf, die entweder durch starken Wind, einen steilen Hang und / oder enormer Brandlast unterstützt werden. Bekämpfung sollte erfolgen wenn sich das Feuerverhalten ändert.



## 5. BRANDENTWICKLUNG UND FEUERVERHALTEN



**Flugfeuer** („Spotfire“) sind neue Brände, die außerhalb des Hauptfeuers durch Funkenflug in unverbranntem Brennmaterial entzündet wurden. Typische Merkmale eines Flugfeuers sind:

- Jeder Brandherd ist unabhängig vom Hauptfeuer, und Ausbreitung und Feuerintensität sind je nach Standort sehr unterschiedlich.
- Flugfeuer sind ein guter Indikator für extremes Feuerverhalten.
- Flugfeuer sind für die Einsatzkräfte extrem gefährlich, da sie unvorhersehbar sind und das Potenzial haben, sich zu einem zweiten oder dritten schnell ausweitenden Brand unabhängig vom Hauptbrand zu entwickeln.
- Flugfeuer können unbemerkt bleiben, indem sie durch starken Rauch des Hauptbrandes verdeckt werden, bis sie sich gut etabliert haben; es besteht das Risiko, zwischen den Feuerfronten eingeschlossen zu werden.



## 5. BRANDENTWICKLUNG UND FEUERVERHALTEN

### Box 2: Feuerverhalten

Feuerverhalten wird auch durch die Art des Feuers und die Verbrennungscharakteristik beschrieben. Es gibt eine Reihe von Begriffen, die zur Beschreibung unterschiedlichen Feuerverhaltens verwendet werden können.

1. **Schwelbrand:** Feuer, das ohne Flamme brennt und sich eher langsam ausbreitet.
2. **Kriechendes Feuer:** Feuer, das mit einer niedrigen Flamme brennt und sich langsam ausbreitet.
3. **Lauffeuer:** Verhalten eines sich schnell ausbreitenden Feuers mit einer gut definierten Feuerfront.
4. **Aufzünden / Durchzünden:** Das Abbrennen eines einzelnen Baumes oder einer kleinen Gruppe von Bäumen von unten nach oben.
5. **Aufflackern:** Jede plötzliche Beschleunigung der Ausbreitungsgeschwindigkeit oder Intensität des Feuers; ist in der Regel von relativ kurzer Dauer und beschränkt sich auf einen Teil des Hauptfeuers.
6. **Feuerwirbel / Feuerteufel:** Sich drehende Säule aus Luft und Gasen, die aus einem Feuer aufsteigen und Rauch, leichtes Brennmaterial und Flammen in die Höhe tragen. Die Größe der Brandwirbel reicht von 30cm bis zu einem Durchmesser von über 150 m. Große Feuerwirbel haben die Intensität eines kleinen Tornados. Feuerwirbel sind äußerst gefährlich und ihre Bewegungsrichtung unberechenbar.
7. **Rückseite / Gegenwindfeuer:** Der Teil des Feuers, in dem sich das Feuer langsamer ausbreitet, dessen Intensität geringer ist und der sich normalerweise in den Wind hinein / gegen den Wind und / oder den Hang hinunter bewegt.
8. **Feuer-Front:** Jene Zone eines sich bewegenden Feuers, in der die Flammenhöhe am grössten ist, meist in Windrichtung / bergauf brennend.
9. **Flankenfeuer:** Flankenfeuer brennen an der linken und rechten Flanke eines Brandes und haben mittlere Intensität und Ausbreitungsgeschwindigkeit.

5. BRANDENTWICKLUNG UND FEUERVERHALTEN

Box 3: Teile eines Brandes / Vegetationsbrand Terminologie

In Ausbreitungsrichtung blickend, kann man die Feuerfront, Rückseite und die seitlichen Flanken benennen. Direkt vorne ist die Feuer-Front (Mitwindfeuer). Die rechte Flanke befindet sich rechts, die linke Flanke links. Hinten befindet sich die Rückseite / Rückwärtige Front des Feuers. Um ein gemeinsames Verständnis für diese Teile des Feuers zu haben, wurde spezielle Terminologie entwickelt:

**Brandumfang:**

Die äußere Begrenzung eines Brandbereichs. Der Umfang eines Feuers ist die Gesamtlänge der Außenkante des brennenden oder verbrannten Bereichs. Dieser ändert sich ständig, bis die Kontrolle der weiteren Ausbreitung hergestellt ist.

**Entzündungspunkt:**

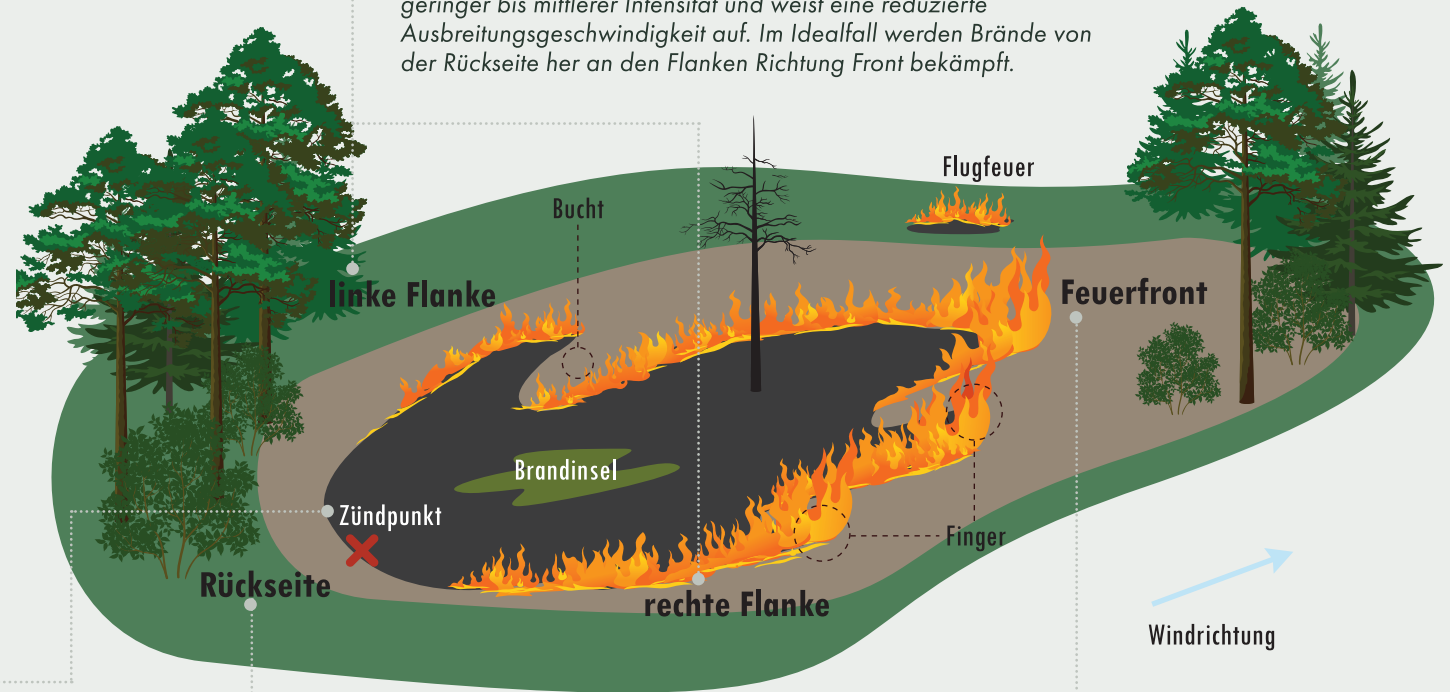
Der Punkt, an dem das Feuer entsteht oder beginnt; befindet sich meist in der Nähe der Rückseite des Feuers. Hier finden sich oft Hinweise auf die Ursache des Brandes; ggfls. markieren und absperren.



Mögliche Indikatoren am Entzündungspunkt können sein: Streichhölzer, Lagerfeuerreste, etc.

**Flanken:**

Die "Seiten" des Feuers. Diese werden als rechte und linke Flanke aus der Perspektive der Ausbreitungsrichtung definiert. Das Feuerverhalten an den Flanken ist in der Regel von geringer bis mittlerer Intensität und weist eine reduzierte Ausbreitungsgeschwindigkeit auf. Im Idealfall werden Brände von der Rückseite her an den Flanken Richtung Front bekämpft.



**Rückseite:**

Der Bereich des Feuers, der gegen den Wind brennt; das Feuerverhalten an der Rückseite ist gewöhnlich ruhig und breitet sich am langsamsten aus.

**(Feuer-) Front:**

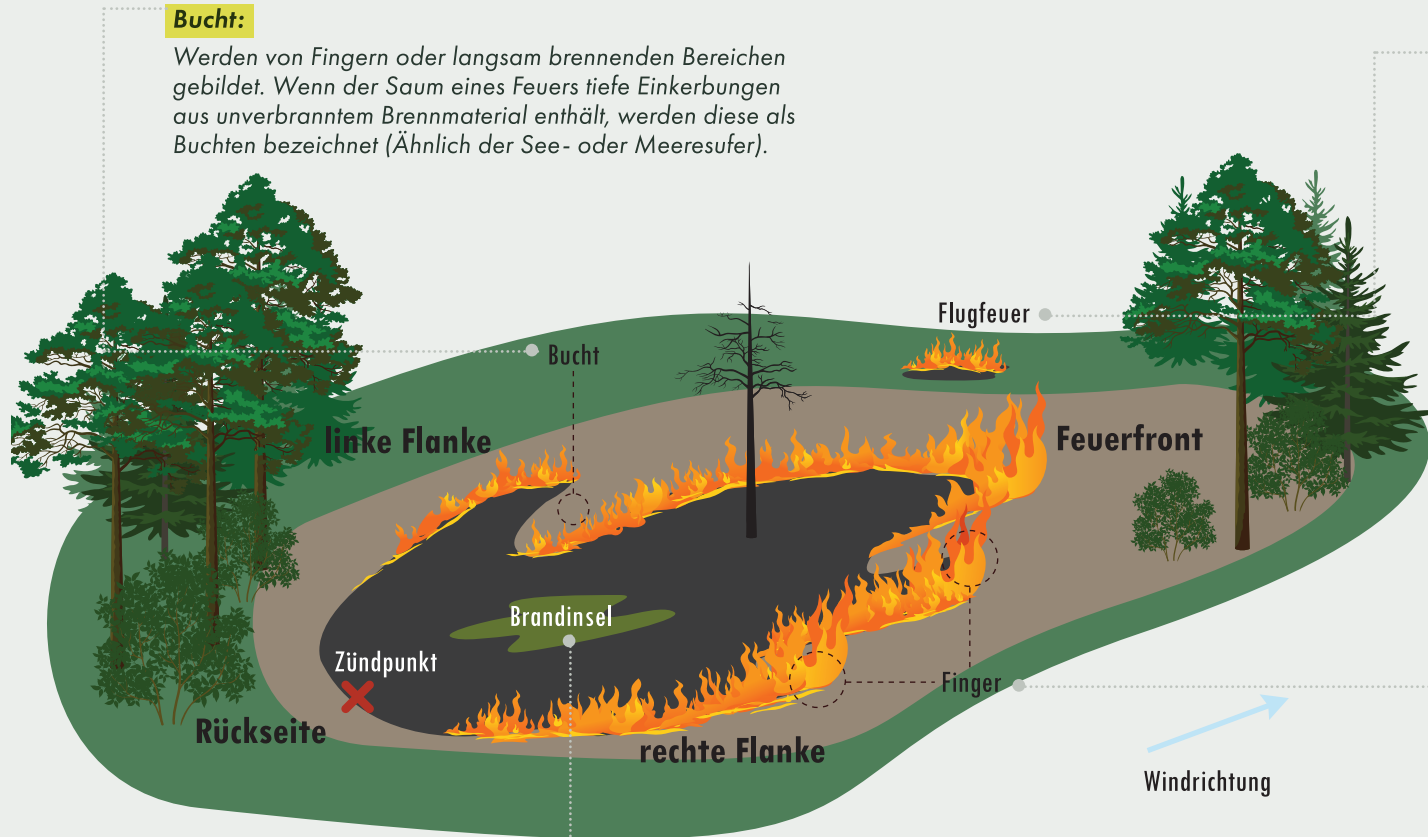
Der Teil des Feuers, der sich in Windrichtung oder bergauf bewegt. Es ist der Teil des Feuers mit der höchsten Intensität und Ausbreitungsgeschwindigkeit.



Dies ist der aktivste und gefährlichste Teil des Feuers. Ein direkter Angriff auf die Mitwind-Front muss sehr sorgfältig erwogen werden und ist oft nur dann ratsam, wenn die Flammenlängen weniger als 1-1,5 Meter hoch sind.

5. BRANDENTWICKLUNG UND FEUERVERHALTEN

Box 4: Teile eines Brandes / Vegetationsbrand Terminologie



**Bucht:**

Werden von Fingern oder langsam brennenden Bereichen gebildet. Wenn der Saum eines Feuers tiefe Einkerbungen aus unverbranntem Brennmaterial enthält, werden diese als Buchten bezeichnet (Ähnlich der See- oder Meeresufer).

**Flugfeuer (spotfire):**

Flugfeuer können meist in Windrichtung bis zu mehreren Kilometern vor dem Hauptfeuer neue Brände auslösen; dabei können auch Autobahnen, Flüsse und Siedlungen übersprungen werden.



Flugfeuer müssen (wenn sicher möglich) rasch und aggressiv bekämpft werden. Sie können sonst zu neuen Feuerfronten werden. Ein Flugfeuer stellt eine besondere Gefahr dar, da die Einsatzkräfte, Zivilisten und Siedlungen zwischen zwei aktiven Feuerlinien eingeschlossen werden können. Flugfeuer erfordern Anpassung von Strategie und Taktik; Es herrscht enormes Gefahrenpotenzial.

**Feuersaum:**

Oberbegriff der gesamten brennenden „Feuerlinie“.

**Brandinsel:**

Ein Gebiet innerhalb des Feuersaums, das nicht brennt. (z.B. Teiche, Sümpfe, Gebiete mit spärlichem Brennmaterial).



„Grüne“ Inseln können weiter austrocknen und brennbar werden, nachdem die Hauptflammenfront vorbeigezogen ist; ein schwelendes Feuer am Rand der Brandinsel kann das bis jetzt unverbrannte Brennmaterial wieder entzünden.

**Finger:**

Im Allgemeinen an der Feuerfront und entlang der Flanken des Feuers zu finden. Dabei handelt es sich um lange schmale Feuerstreifen, die vom Hauptfeuer ausgehen. Sie treten gewöhnlich dann auf, wenn das Feuer auf einen Bereich trifft, der sowohl leichte als auch schwere Brennmaterialien aufweist. Das leichte Brennmaterial brennt schneller als das Schwere, wodurch der „Fingereffekt“ entsteht.

## 5. BRANDENTWICKLUNG UND FEUERVERHALTEN

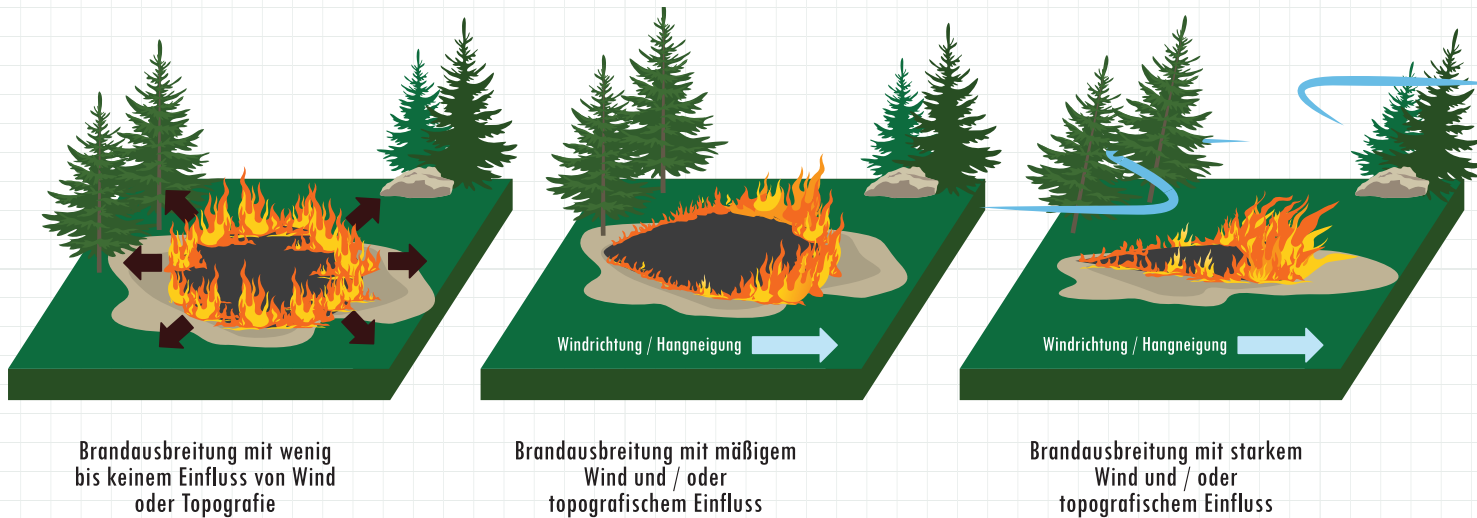
### 5.2 BRANDAUSBREITUNG

Die Ausbreitung eines Feuers wird durch die Wechselwirkung der Elemente des Feuerverhaltensdreiecks (Brennmaterial, Wetter, Topografie) beeinflusst. Da sich diese Faktoren ständig ändern können, breitet sich ein Brand selten gleichmäßig aus. Im Fall der gleichen Ausrichtung der Faktoren Wind, Hang, Exposition / Hangneigung und Brenn Materialeigenschaften ist extremes Feuerverhalten wahrscheinlich. Umgekehrt ist Feuer bergab, gegen den Wind, leichter und sicherer zu bekämpfen (Abbildung 10).

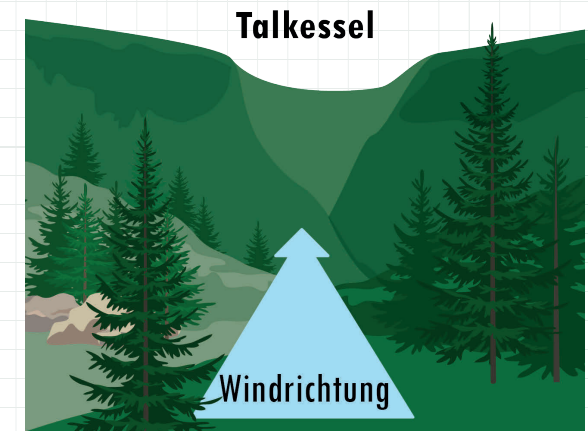
Unter dem Einfluss von Wind wird die Konvektionssäule des Feuers über die Front des Feuers getrieben und trägt zur Erwärmung unverbrannten

Brennmaterials bei. Auch die Hangneigung bewirkt eine weitere Zunahme der Erwärmung unverbrannten Brennmaterials. Je stärker der Windeinfluss oder je steiler (bergauf) der Hang ist, desto schneller breitet sich das Feuer nach vorne / oben aus. Bei einer übereinstimmenden Ausrichtung der Faktoren Windrichtung und Hang wird dieser Effekt verstärkt. Bestimmte topografische Merkmale, wie enge Schluchten oder Täler, können zu einer noch extremeren Ausbreitung des Feuers beitragen, nicht nur nach vorne, sondern auch nach außen an den Talflanken hinauf (Abbildung 11).

**Abbildung 10:** Einfluss von Wind oder Hangneigung auf die Brandausbreitung.



**Abbildung 11:** Ein Talkessel zwingt den Luftstrom nach oben. Ein Brand der in solch einen Talkessel läuft kann extrem gefährliches Feuerverhalten entwickeln.



5. BRANDENTWICKLUNG UND FEUERVERHALTEN

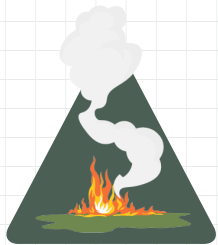
5.3 BRANDRAUCH-EIGENSCHAFTEN

Ein wichtiger Indikator zum besseren Verständnis des Echtzeit-Feuerverhaltens ist die Überwachung des Brandrauchs. Dies ist besonders wichtig für Einsatzkräfte, die auf eine Alarmierung reagieren. So kann bereits bei der Anfahrt eine Strategie zur Brandbekämpfung auf der Grundlage des aktuellen und erwarteten Feuerverhaltens festgelegt werden. Für Einsatzleiter von kontrollierten Bränden (Naturschutz oder präventive Maßnahme) liefert die Beobachtung des Rauchs wichtige Hinweise darauf, wie das Feuer sich entwickelt – d.h. wie es auf

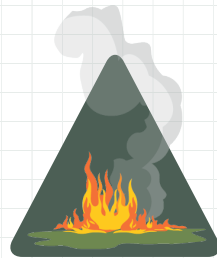
Brennmaterial, Wetter und Topographie reagiert. Als Faustregel gilt, dass die Rauchausformung und -farbe Hinweise geben, die zum Verständnis der Brandbedingungen beitragen können.

Verschiedene weitere Faktoren beeinflussen die Rauchfarbe und Rauchausformung. Schwarzer Rauch kann auch ein Indikator für unvollständige Verbrennung, sehr harziges Holz oder brennenden Müll sein (z.B. Autoreifen).

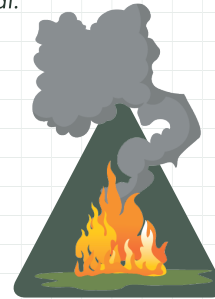
Abbildung 12: Raucheigenschaften als Indikator für Brennmaterialfeuchte und Feuerintensität.



**RAUCHFARBE:**  
Dichtes Weiß  
**BRENNMATERIALFEUCHTE:**  
Sehr feucht  
**BRANDINTENSITÄT:**  
Niedrig



**RAUCHFARBE:**  
Grau  
**BRENNMATERIALFEUCHTE:**  
Feucht  
**BRANDINTENSITÄT:**  
Mäßig bis hoch



**RAUCHFARBE:**  
Dunkelgrau / Schwarz  
**BRENNMATERIALFEUCHTE:**  
Trocken  
**BRANDINTENSITÄT:**  
Hoch bis sehr hoch



**RAUCHFARBE:**  
Schwärzlich / Kupferbronze  
**BRENNMATERIALFEUCHTE:**  
Sehr trocken  
**BRANDINTENSITÄT:**  
Extrem

## sechs **Zusammenfassung**

Die sichere Bekämpfung eines Vegetationsbrandes erfordert von jeder Einsatzkraft, dass sie das Feuerverhalten versteht und in der Lage ist, Strategie, Taktik und Technik der Feuerbekämpfung entsprechend abzuleiten und ggfls. anzupassen. Erfahrung aus anderen Waldbränden ist hilfreich, um aktuelles und zukünftiges Feuerverhalten besser einschätzen zu können. Der regelmäßige Erfahrungsaustausch, auch über Grenzen hinweg, ist ebenfalls von grosser Bedeutung, um die eigenen Kompetenzen in adequate Strategie, Taktik und Technik umzusetzen. Um Feuer sicher und effektiv zu beherrschen müssen die Wechselwirkungen aus Feuedreieck und Feuerverhaltensdreieck gut verstanden werden.

Bei der Bekämpfung eines Brandes ist es von entscheidender Bedeutung, dass alle Einsatzkräfte ein gemeinsames Verständnis von Feuerverhalten und Terminologie haben, um Entwicklungen des Brandes richtig zu interpretieren. So kann im Ernstfall effektiv kommuniziert, Strategie, Taktik und Technik logisch hergeleitet und sicher umgesetzt werden. Das Modul Feuerverhalten ist daher die Grundlage für weitere Ausbildung in Sicherheit, Feuerbekämpfung und Einsatztaktik.



## 6. ZUSAMMENFASSUNG

**SCHLÜSSELBEGRIFFE UND KONZEPTE (DEUTSCH UND ENGLISCH)**

Aufzünden, Durchzünden – <i>Torching</i>	Front – <i>Head</i>
Aufflammen – <i>Blow-up, flare-up</i>	Funkenflug – <i>Spotting</i>
Ausrichtung /Übereinstimmung der Feuerverhaltensfaktoren (z.B. Feuer an Südhang, bergauf mit Wind!) – <i>Alignment</i>	Gegenwindfeuer – <i>Backing (fire)</i>
Bodenfeuer – <i>Surface fire</i>	Gelände – <i>Terrain</i>
Brandinsel – <i>Island (of fuel)</i>	Geplantes, kontrolliertes Brennen – <i>Prescribed / planned fire</i>
Brandumfang, Feuersaum – <i>Perimeter</i>	Hang – <i>Slope</i>
Brennmaterial Form und Größe – <i>Fuel shape and size</i>	Höhe über NN – <i>Elevation</i>
Brennmaterialanordnung – <i>Fuel arrangement</i>	Konduktion – <i>Conduction</i>
Brenn Materialeigenschaften – <i>Fuel characteristics</i>	Konvektion – <i>Convection</i>
Brennmaterialfeuchte – <i>Fuel moisture</i>	Kriechendes Feuer – <i>Creeping (fire)</i>
Brennmaterialmenge / Brandlast – <i>Fuel loading (quantity)</i>	Laufend – <i>Running</i>
Entzündungspunkt – <i>Point of origin</i>	Leiterbrennstoffe – <i>Ladder fuels</i>
Exposition, Ausrichtung – <i>Aspect</i>	Lufttemperatur – <i>Air temperature</i>
Feuer-Verhaltensdreieck – <i>Fire behavior triangle</i>	Niederschlag – <i>Precipitation</i>
Feuerdreieck – <i>Fire triangle</i>	Rauchfarbe – <i>Smoke color</i>
Feuerfront – <i>Flaming front</i>	Relative Luftfeuchte – <i>Relative humidity</i>
Feuerwirbel oder-teufel – <i>Fire whirl</i>	Rückseite – <i>Rear / heel</i>
Finger – <i>Finger(s)</i>	Schwelend, glimmend – <i>Smoldering</i>
Flanken – <i>Flanks</i>	Strahlung – <i>Radiation</i>
Flugfeuer – <i>Spot fire</i>	Taschen, Bucht – <i>Pockets / bays</i>
	Untergrundfeuer – <i>Ground fire</i>
	Vollfeuer / Kronenfeuer – <i>Crown fire</i>
	Wildfire / unplanned fire – <i>Waldbrand</i>

**TESTEN SIE IHRE KENNTNISSE!**

1. Welches Element findet sich sowohl im Feuerdreieck als auch im Feuer-Verhaltensdreieck? Erläutern Sie den Einfluss dieses Elementes auf das Feuerverhalten.
2. Skizzieren Sie einen Waldbrand und benennen Sie dessen Bereiche und Teile. Beschreiben Sie drei davon näher.
3. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen konvektiver, leitender und strahlender Wärmeübertragung.
4. Skizzieren Sie die vertikale Brennmaterialanordnung in einem Wald.
5. Bei welcher Exposition eines Hangs ist eine größere Feuerintensität wahrscheinlich und warum?
6. Beschreiben Sie die verschiedenen Feuerarten bei Vegetationsbränden.
7. Wie verändert sich das Ausbreitungsmuster eines Brandes bei zunehmender Hangneigung und zunehmender Windgeschwindigkeit?
8. Wie verändert sich das Feuerverhalten, wenn Wind und Hangneigung in Übereinstimmung kommen (besonders in Schluchten oder Tälern)? Beschreiben Sie dann das Feuerverhalten bei einem Brand dessen Feuerverhaltensfaktoren NICHT in Übereinstimmung sind.
9. Wie deuten Sie bei der Anfahrt zu einem Waldbrand die Rauchfarbe und Rauchsäule?



---

Ziel der ‚WKR Ausbildungsmodule‘ ist es, international abgestimmte Ausbildungsmaterialien bereitzustellen, die alle Bereiche integrativen Waldbrandmanagements unterstützen: Prävention, Reaktion, Nachsorge. Gesteigerte Resilienz der Landschaft und der Akteure führt zu mehr Sicherheit im Einsatz und zu Reduktion der Schäden. Dabei werden in dem vom Waldklimafonds des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) finanziell unterstützten Projekt „Waldbrand-Klima-Resilienz“ (WKR), international anerkannte Standards auf den lokalen Kontext angepasst und allen relevanten Akteuren zugänglich gemacht. WKR möchte im Besonderen das Bewusstsein stärken, dass Waldbewirtschaftung und Waldbrandbekämpfung nur zusammen zielführend sind.

European Forest Institute, 2021  
[www.waldbrand-klima-resilienz.com](http://www.waldbrand-klima-resilienz.com)