

Modul 2

FEUER- WETTER

Ziele des Moduls

- Einfluss und Wirkung von Feuer-Wetter auf das Feuerverhalten.
- Auswirkungen von Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag und Wind auf das Feuerverhalten
- Unterschiede zwischen einer stabilen und instabilen Atmosphäre
- Kritische Feuer-Wetterbedingungen



IMPRESSUM

Alle Module der Reihe und weitere Informationen können auf folgender Website abgerufen werden:
www.waldbrand-klima-resilienz.com



Zitierempfehlung: Lindon Pronto und Alexander Held. 2022. 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 umfänglich editiert.

Illustrationen und Layout: Jodie Watt

Fotos: Lindon Pronto, 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, 2022.

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. Besonderer Dank geht an Christian Lorenz (Staatliche Feuerwehrschiele Regensburg) und Jörg Häusler (Bergwacht Bayern) für ihre Beiträge und die Überprüfung dieses Moduls.

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, 2022



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

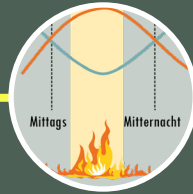
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

ÜBERBLICK



S.5 Einleitung



S.5 Witterungsbedingungen und Feuerverhalten



S.13 Wetterindikatoren für wechselndes oder extremes Feuerverhalten



S.14 Zusammenfassung

KERNAUSSAGEN

- Hohe Temperaturen und starke Winde können, die relative Luftfeuchtigkeit senken, was die Vegetation leichter brennbar macht.
- Leichter, aber langanhaltender Regen durchfeuchtet Brennmaterial besser als ein kurzer, heftiger Regen; leichtes Brennmaterial trocknet nach einem Niederschlag schneller aus als schweres.
- Zu den Witterungseinflüssen die Feuerverhalten beeinflussen gehören:
 - » Blitzschlag als Entzündungsquelle
 - » Schnelle Brandausbreitung durch starken Wind
 - » Brandausbreitung nimmt mit sinkender Luftfeuchtigkeit zu
- » Brandausbreitung verlangsamt sich bei steigender Luftfeuchtigkeit
- » Niederschläge verlangsamen die Brandausbreitung; je nach Menge können Feuer komplett erlöschen
- Stabile und instabile Atmosphären, einschließlich des Auftretens von Inversionswetterlagen, beeinflussen das Feuerverhalten und die Rauchentwicklung, sowie die Brandausbreitung (Richtung und Ausbreitungsgeschwindigkeit).

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	5
2. Witterungsbedingungen und Feuerverhalten	5
2.1 Temperatur	5
2.2 Relative Luftfeuchtigkeit	6
2.3 Wind	7
» Allgemeine Winde	7
» Lokale Winde	7
2.4 Niederschlag	8
2.5 Atmosphärische Stabilität	9
» Instabile Atmosphäre	10
» Stabile Atmosphäre	11
» Inversionen	12
3. Wetterindikatoren für wechselndes oder extremes Feuerverhalten	13
4. Zusammenfassung	14
Schlüsselbegriffe und Konzepte	15
Testen Sie Ihre Kenntnisse!	15

01 Einleitung

Das Wetter (vornehmlich **Wind, Temperatur, Luftfeuchtigkeit**) spielt eine entscheidende Rolle für die Eigenschaften der drei Elemente des **Feuer-Dreiecks** (Sauerstoff, Hitze / Zündquelle und Brennmaterial). Wetterbedingungen, die eine Entzündung, das Feuerverhalten als auch die Bekämpfung eines Brandes beeinflussen, werden zusammenfassend als **Feuer-Wetter** bezeichnet. Wetter ist das variabelste und am wenigsten vorhersehbare der drei Elemente des **Feuerverhaltens-Dreiecks** (Brennmaterial, Wetter und Topographie).

Die einzelnen und kombinierten Auswirkungen mehrerer Wetterfaktoren auf das Feuerverhalten müssen verstanden werden, um einen Vegetationsbrand zu bekämpfen und kontrolliertes Brennen einzusetzen (Prävention). Durch Verständnis der Wetterbedingungen können Einsatzkräfte bestimmen, wie sich Feuerwetter auf die Ausbreitung von Bränden auswirkt. Die wichtigsten Wetterbedingungen, die Feuerverhalten beeinflussen sind: **Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Wind, Niederschlag und atmosphärische Stabilität.**

Waldbrände können durch Blitzschlag verursacht, sowie durch nachfolgenden ergiebigen Regen wieder gelöscht werden. Unabhängig von der Ursache eines Brandes oder wie er schließlich gelöscht wird, spielt das Wetter eine entscheidende Rolle. Dies wurde bereits anhand des Feuerverhaltensdreiecks detailliert erklärt (siehe *Modul Feuerverhalten*). Die beiden kritischsten Wetter Elemente sind die schnelle Brandausbreitung durch starke Winde und die beschleunigende Wirkung einer niedrigen Luftfeuchtigkeit. In diesem Modul werden die verschiedenen Einflüsse des Feuerwetters auf Feuerverhalten im Detail erläutert.

02 Witterungsbedingungen und Feuerverhalten

2.1 TEMPERATUR

Temperatur ist der Grad der Hitze oder Kälte einer Substanz. Beim Wetter wird dies als Lufttemperatur bezeichnet und wird in Grad Celsius angegeben.

Temperaturänderungen sind auf Schwankungen der Sonneneinstrahlung / Sonnenstand zurückzuführen. Zu den Variablen, die Temperatur beeinflussen, gehören: Tages und Nachtzeit, Breitengrad und Jahreszeit. Darüber hinaus spielen topographische Merkmale wie Höhe (ü.N.N.), Hangneigung und Hangausrichtung (Himmelsrichtung, Sonneneinstrahlung), eine entscheidende Rolle bei Temperaturunterschieden an einem bestimmten Standort.

Die Lufttemperatur hat aufgrund der benötigten Energie zur Entzündung und zur Fortsetzung des Verbrennungsprozesses einen direkten Einfluss auf das Feuerverhalten. Hohe Temperatur trocknet organisches Material, wodurch sich nicht nur die Entzündbarkeit des Brennmaterials, sondern auch die Geschwindigkeit und Intensität der Brandausbreitung nach einer Entzündung erhöht: der Zündpunkt wird herabgesetzt. Mit abnehmender Temperatur wiederum sinkt das Brandausbreitungspotenzial.

2. WITTERUNGSBEDINGUNGEN UND FEUERVERHALTEN

2.2 RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT

Die relative Luftfeuchtigkeit misst zu welchem Anteil die Luft mit Wasser gesättigt ist. Geht man von einem konstanten Feuchtigkeitsgehalt aus, sinkt die relative Feuchtigkeit mit steigender Lufttemperatur. Umgekehrt steigt die Luftfeuchte bei sinkender Temperatur. Die relative Luftfeuchte wird in Prozent ausgedrückt und kann von 1% bis 100% variieren.

Das Feuchtigkeitsniveau in der Luft hat einen direkten Einfluss auf das Feuerverhalten. Bei vielen Brennmaterialarten bewirkt eine Luftfeuchtigkeit unter 30% eine kritische Brandgefahr und erhöht Ausbreitungsgeschwindigkeit und Feuerintensität. Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit variiert jedoch je nach Brennmaterialart: In kontinentalen Beseiden zum Beispiel erfolgt die Brandausbreitung schon bei 50% relativer Luftfeuchtigkeit. Die relative Luftfeuchte wirkt sich direkt auf die Brennmaterialfeuchte von abgestorbenem und feinem Brennmaterial aus. Im Allgemeinen gilt: Je niedriger die relative Feuchte, desto niedriger ist der Feuchtegehalt von totem und feinem Brennmaterial – damit steigt ihre Entflammbarkeit. Lebendes Brennmaterial wird bei weitem nicht so stark von der relativen Feuchte beeinflusst wie totes.

Es besteht eine umgekehrte Korrelation zwischen Temperatur und relativer Feuchtigkeit, wie in Abbildung 1 dargestellt. Höhere Temperaturen bedeuten in der Regel eine geringere relative Luftfeuchtigkeit, weshalb ein Feuer am Nachmittag am intensivsten brennt und in der Regel nachts an Intensität verliert.

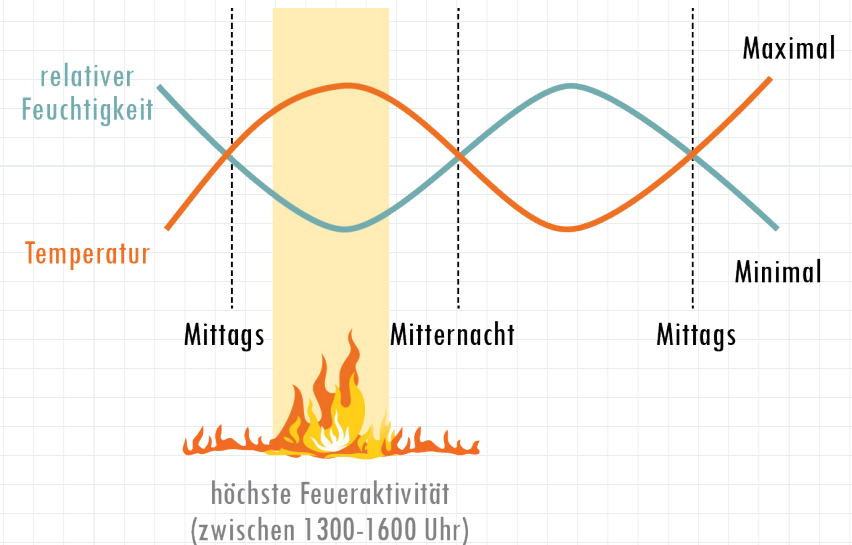


Abbildung 1: Inverse Beziehung zwischen Temperatur und relativer Feuchtigkeit. Die höchste Feueraktivität tritt folglich zwischen 13:00 und 16:00 Uhr auf.

2. WITTERUNGSBEDINGUNGEN UND FEUERVERHALTEN

2.3 WIND

Wind ist überwiegend eine horizontale Bewegung von Luft von einem Gebiet mit hohem zu einem mit niedrigem Luftdruck. Wind wird also durch Luftdruckunterschiede verursacht und ist einer der **wichtigsten** Einflussfaktoren auf das Feuerverhalten. Während Änderungen in Windrichtung und -geschwindigkeit vorhergesagt werden können, kann Wind lokal große Variabilität aufweisen und beeinflusst somit das lokale Feuerverhalten. Die Windrichtung wird durch die Richtung beschrieben, aus der er weht, z.B. wird ein Wind, der aus Süden kommt, als Südwind bezeichnet. Brandrauch kann zudem als sichtbarer Indikator für die Windgeschwindigkeit und -richtung verwendet werden.

Wind:

- Erhöht die Sauerstoffzufuhr
- Wirkt sich auf die Richtung und Geschwindigkeit der Brandausbreitung aus
- Senkt die Brennmaterialfeuchtigkeit
- Kann Partikelfunken transportieren und dadurch Flugfeuer verursachen
- Beeinflusst die Neigung der Flammen über unverbranntem Brennmaterial; es kann sich so stärker erwärmen und austrocknen; die Folge ist ein herabgesetzter Zündpunkt und eine leichtere Entflammbarkeit

Wind kann auch einen erheblichen Einfluss auf das Feuerverhalten haben, wenn er mit bestimmten topographischen Merkmalen wie engen Schluchten, Talkesseln und Bergsätteln (Trichtereffekt) oder über Bergrücken auftritt. Auf einem windabgewandten Hang (sogenannte *Leeseite*) z.B. können sich Turbulenzen entwickeln, die dann zu gefährlichem oder unvorhersehbarem Feuerverhalten in der Nähe eines Bergrückens führen.

Allgemeine Winde

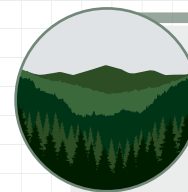
Allgemeine Winde sind Winde, die durch Hoch- und Tiefdrucksysteme verursacht werden und in der unteren Atmosphäre durch Topographie beeinflusst und modifiziert werden. Solche Winde erlauben es, das

Feuerverhalten besser zu prognostizieren, da sie zumeist mit größeren synoptischen Wetterlagen verbunden sind.

Lokale Winde

Hierbei handelt es sich um Winde, die auf einer vergleichsweise kleinen Fläche durch lokales Gelände und Wetter erzeugt werden. Lokale Winde können punktuell, z.B. auf eine bestimmte Schlucht oder einen Bergrücken beschränkt sein (oft durch Windwirbel, Turbulenzen oder Trichterbildung am Abhang charakterisiert), oder aber auch der Topographie (Gebirgsketten, Hochebenen) oder Gewässernähe, geschuldet regional vorherrschen. Es gibt drei Arten solcher lokaler Windphänomene: Meeres- und Landwinde, aufsteigende (anabatische) und abfallende (katabatische) Winde (Berg- und Talwinde) sowie die hierfür wichtigsten, die sogenannten Föhnwinde. Föhnwinde sind in der Regel am gefährlichsten, da sie plötzlich und sehr heftig auf der Leeseite von Hängen auftreten. Dies führt häufig dazu, dass sich ein Brand weniger berechenbar verhält und auch bergab schnellere Ausbreitung zeigt.

In hügeligem oder gebirgigem Gelände gilt als Faustregel, dass lokaler Wind tagsüber, wenn die Sonne die Erdoberfläche erwärmt und die warme Luft aufsteigt, sich eher hangaufwärts bewegt. Wenn sich die Temperatur am späten Nachmittag und Abend abzukühlen beginnt, dreht der Wind im Allgemeinen hangabwärts, da die kühlere Luft nach unten sinkt.



In einigen „Alpentälern“ oder Schluchten – vornehmlich Nord / Süd ausgerichtet - sind viele Stellen wesentlich trockener und mit mehr brennbaren Material behaftet als anderen Orts. Ein Grund kann der häufige Föhnwind sein – ein weiterer die Exposition. Orte am Alpenrand kennen dieses Phänomen. Ein Beispiel ist der Bereich Kenzen in den Ammergauer Alpen, oder die „Bleckenau“ am Rande zu den Allgäuer Alpen. Hier kam es bereits zu einem größeren Bergwaldbrand.

2. WITTERUNGSBEDINGUNGEN UND FEUERVERHALTEN



2.4 NIEDERSCHLAG

Niederschlag (Regen, Schnee) ist die Menge an Feuchtigkeit in flüssiger oder fester Form, die die Erdoberfläche erreicht. Die Menge und Dauer des Niederschlags beeinflussen den Feuchtigkeitsgehalt von leichtem bis hin zu schwerem Brennmaterial. Leichter Regen über einen langen Zeitraum hat eine wesentlich größere durchfeuchtende Wirkung als ein kurzer, starker Regenschauer. Daher hat die **Niederschlagsdauer** einen größeren Einfluss auf die Brennmaterialfeuchtigkeit als die eigentliche Niederschlagsmenge. Die Auswirkung des Niederschlags variiert je nach betroffener Brennmaterialart, Dauer, Menge und Zeitspanne seit dem letzten Niederschlag.

Tabelle 1: Niederschlag und Brennmaterial / Brandlast

LEICHTES BRENNMATERIAL	SCHWERES BRENNMATERIAL
Relativ schnelle Änderung des Feuchtegehalts	Relativ langsame Änderung des Feuchtegehalts
Reagiert schnell auf Niederschläge / steigende oder sinkende Luftfeuchtigkeit	Reagiert langsam auf Niederschläge / steigende oder sinkende Luftfeuchtigkeit

2. WITTERUNGSBEDINGUNGEN UND FEUERVERHALTEN

2.5 ATMOSPHERISCHE STABILITÄT

Atmosphärische Stabilität ist der Grad, in dem vertikale Bewegungen in der Atmosphäre verstärkt oder unterdrückt werden. Luft, die instabil geschichtet ist, ist einer raschen und unregelmäßigen Feuerausbreitung eher förderlich: Die Luft/Sauerstoff-Bewegung kann verstärkt werden, wenn das Feuer der bereits instabilen Luftmasse Wärme und aufsteigende Luft hinzufügt. Im Allgemeinen kann die atmosphärische Stabilität als **stabil** oder **instabil** kategorisiert werden. Atmosphärischer Druck und Lufttemperatur nehmen mit der Höhe ab; Ausnahme bei Inversionen: eine Schicht wärmere Luft schliesst darunter liegende kühlere Luft ein. (siehe Abb. 5 und 6).

Abbildung 2: Beispiele für instabile Atmosphäre, bei der sich die Rauchsäule aus einem wachsenden Brand schnell nach oben bewegt. Links bewirkt die Wärme- und Energiefreisetzung durch den Brand, dass sich die Rauchsäule beim Aufsteigen dreht (wie ein Wirbel), bevor sie beim Zusammenprall der heißen und kühleren Luft eine weiße Pyrocumulonimbus Wolke entwickelt. Auf der rechten Seite vermischt sich die Rauchsäule mit einem vorbeiziehenden Gewitter und erzeugt eine "explosive" Wirkung.

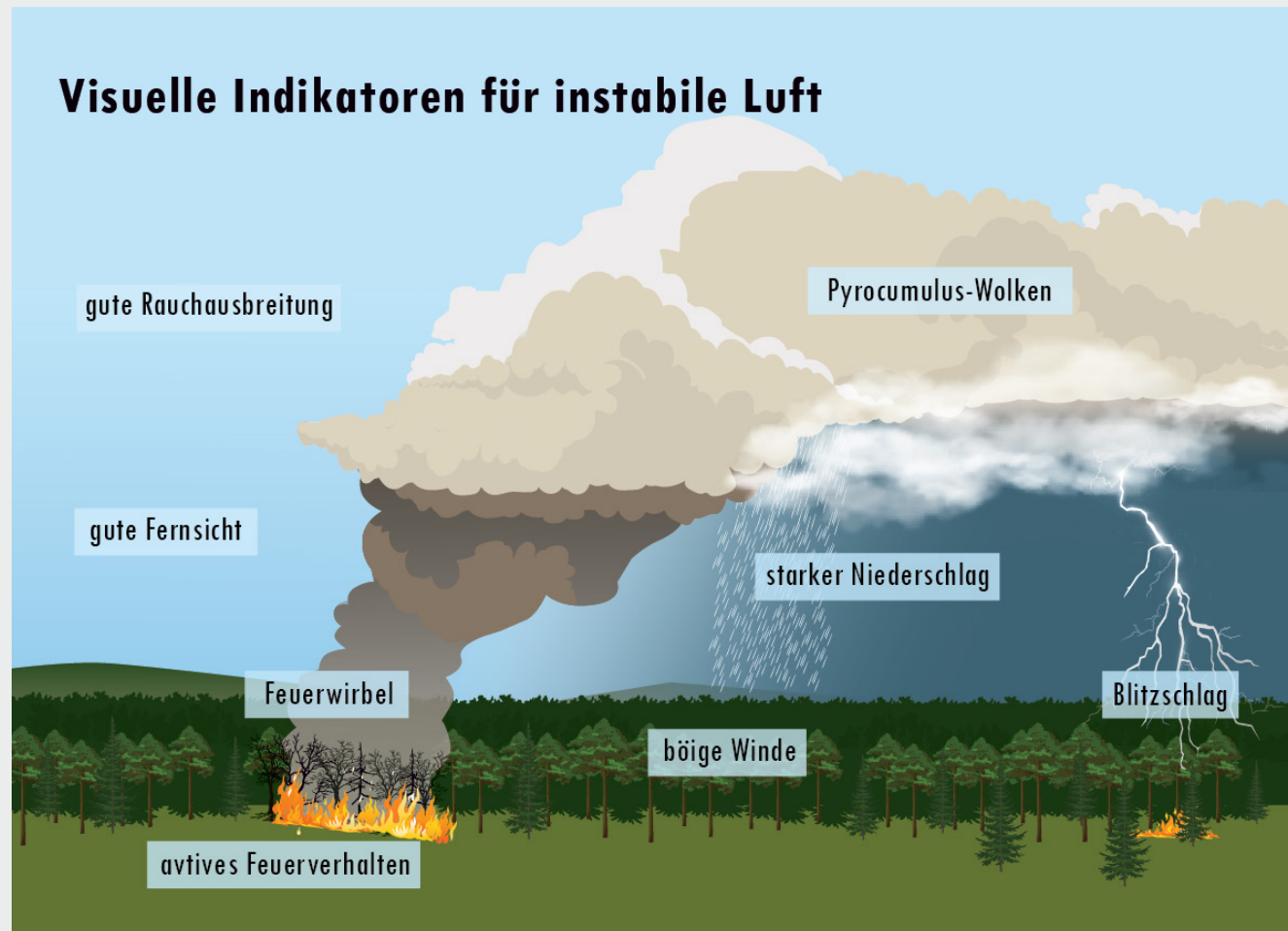


2. WITTERUNGSBEDINGUNGEN UND FEUERVERHALTEN

INSTABILE ATMOSPHÄRE

In einer instabilen Atmosphäre ist die vertikale Temperaturänderung so groß, dass die Luftpakete nach oben oder unten verdrängt werden und sich von ihrem Ursprungsniveau aus weiter beschleunigen. Sie fördert die Bildung von Aufwinden und sich vertikal entwickelnden Wolken, wie z.B. der Cumulus- und Cumulonimbus Wolken (Gewitterwolken); andere visuelle Indikatoren können in große Höhen aufsteigender Rauch, gute Sicht, böige Winde, Blitze (sehr selten), „Staubteufel“ und Feuerwirbel sein.

Abbildung 3: Visuelle Indikatoren für instabile Luft, Rauchausbreitung und Feueraktivität. Eine instabile Atmosphäre trägt zu einem aktiven und extremen Feuerverhalten bei.



2. WITTERUNGSBEDINGUNGEN UND FEUERVERHALTEN

STABILE ATMOSPHERE

Eine stabile Atmosphäre hat zur Folge, dass alle sich vertikal bewegenden Luftpartikel (z.B. sichtbar als Rauchsäule) auf ihr Ausgangsniveau zurückgedrängt werden, wo ihre Temperatur und Dichte ähnlich der umgebenden Atmosphäre ist. In einer stabilen Atmosphäre sind die Winde eher schwach, insbesondere über flachem Gelände und in Gebirgstälern. Visuelle Indikatoren können Wolken sein, die sich in Schichten bilden, Rauch, der nach begrenztem Aufstieg auseinanderdriftet, schlechte Sicht (besonders in der Grenzschicht) durch Rauch oder Dunst, Nebelschichten und stetige Winde. In gebirgigem Gelände können stabile atmosphärische Bedingungen jedoch böige Gratwinde und warme und trockene Fallwinde, so genannte Föhnwinde, erzeugen.

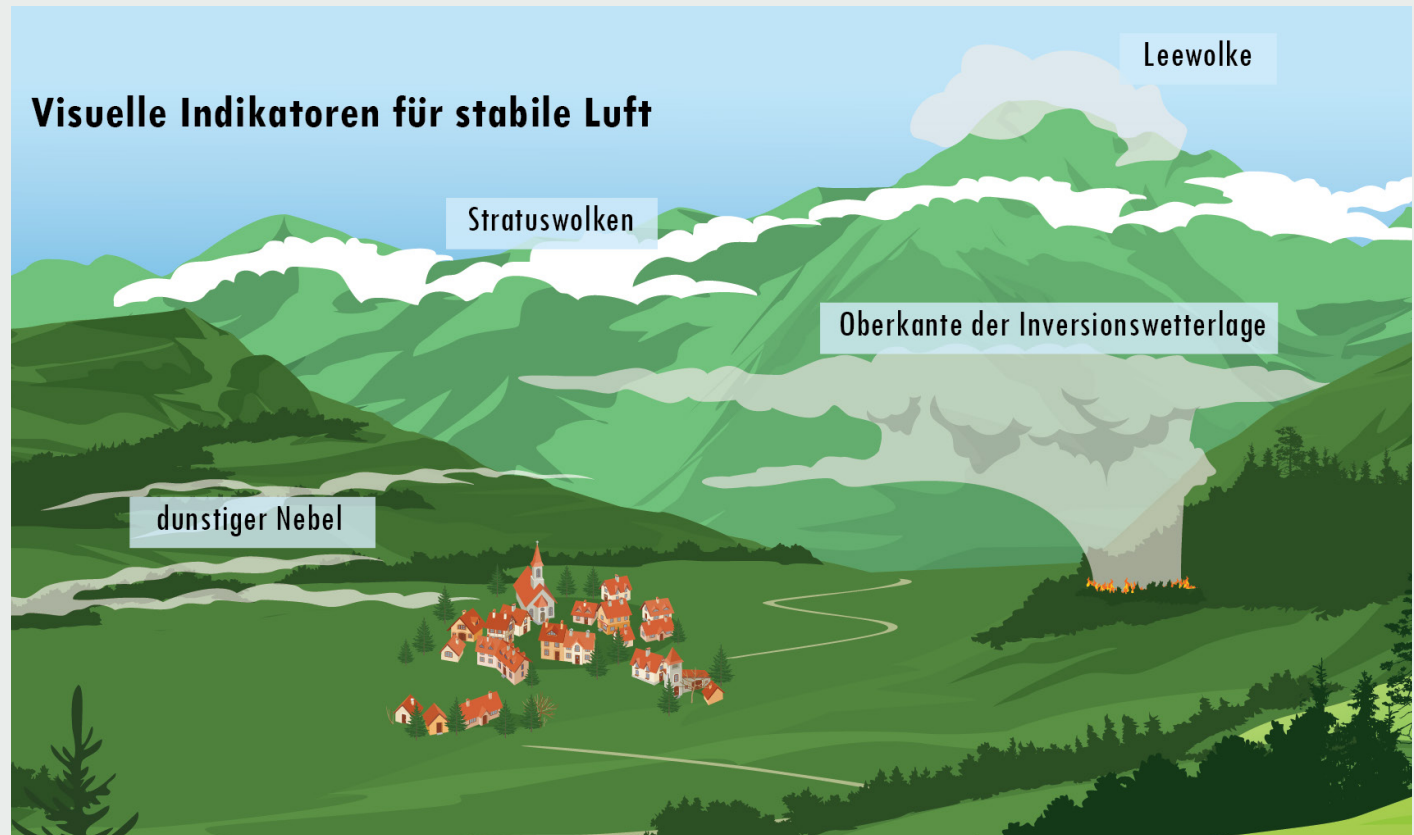


Abbildung 4: Visuelle Indikatoren für stabile Luft, Rauchausbreitung und Feueraktivität. Eine stabile Atmosphäre führt zu einer geringeren Brandintensität.

2. WITTERUNGSBEDINGUNGEN UND FEUERVERHALTEN

INVERSIONEN

Innerhalb einer stabilen Atmosphäre kann eine Schicht warmer Luft eine Schicht kühler Luft überlagern und einschließen. Dadurch wird eine Vermischung von Luftmassen unterschiedlicher Temperatur verhindert. Wenn diese Wirkung stark ist, vermischen sich die Schichten nur schwer und lassen so eine "Inversion" nahe der Erdoberfläche entstehen. Dies ist leicht zu erkennen, wenn sich Brandrauch in Oberflächennähe ansammelt, weil er nicht in die darüber liegende Hochdruckschicht aufsteigen bzw. eindringen kann; die Sicht in Oberflächennähe wird dabei stark beeinflusst.

Von den verschiedenen Inversionsarten in einer stabilen Atmosphäre, sind Nacht- und Senkungsinversionen die wichtigsten, auf die Einsatzkräfte achten müssen.

Es ist wichtig, eine Inversion im Brandbereich zu erkennen, da solche Bedingungen das Feuerverhalten und die Brandrauchausbreitung stark beeinflussen. Eine Inversion verhindert den vertikalen Aufstieg und die Ausbreitung von Brandrauch in höhere Ebenen und fängt stattdessen Rauch und Wärme in Bodennähe ab, wodurch die Sicht verringert und gleichzeitig Brennmaterial vorgewärmt und getrocknet wird. Wenn die Inversion sich auflöst (oft am späten Vormittag), können die instabilen Luftmassen das Feuerverhalten stark beeinflussen!

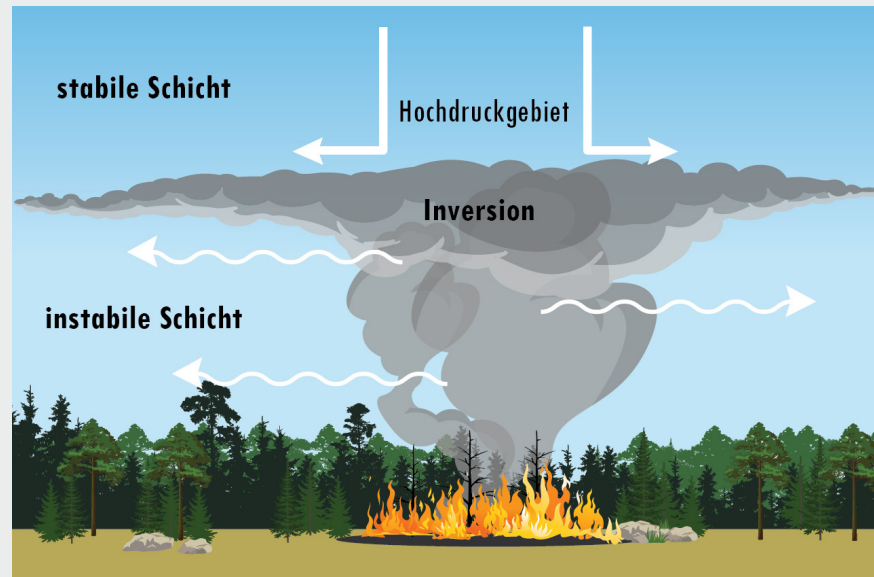


Abbildung 5: Inversionen gehen oft mit einem aktiven Feuerverhalten einher, das auf instabile Luft (d.h. variable Winde) unter der Inversionsstufe zurückzuführen ist.



Abbildung 6: Eine nächtliche Inversion liegt vor, wenn kühlere Luft die wärmere in Oberflächennähe einschließt. Dies kann dann zu einem sehr aktiven Feuerverhalten beitragen, wobei hier Topographie größeren Einfluss auf die Feuerausbreitung hat als der entstehende Wind.

03 Wetterindikatoren für wechselndes oder extremes Feuerverhalten

Das Verständnis der wichtigsten Wetterfaktoren, die Feuerwetter bestimmen, ist für eine effektive Brandbekämpfung unerlässlich. Ebenso für die sichere Durchführung kontrollierter, präventiver Brände. Eine Planung in Übereinstimmung mit Feuerwetter kann auch unerwünschte Folgen wie das Ausbrechen des Brandes außerhalb des geplanten Areal (der Brandzone) oder eine schlechte Rauchableitung verhindern. Bei der Bekämpfung von Vegetationsbränden ist die Überwachung und Anpassung an das sich ändernde Feuerwetter entscheidend für die Sicherheit und den Erfolg des Einsatzes. Es gibt bestimmte Indikatoren, auf die Einsatzleiter und Einsatzkräfte besonders achten müssen. Diese können vor extremen oder unvorhersehbaren Feuerverhalten warnen. Dazu gehören:



Starker Wind



Plötzliche Änderungen der Windrichtung oder -geschwindigkeit



Hohe, sich schnell bewegende Wolken



Unerwartete bzw. plötzliche Windstille



Aufziehende Gewitter



Entwicklung von "Staubteufeln" und Wirbeln



Hohe Temperaturen bereits am frühen Morgen

Viele dieser Indikatoren können in der Brandumgebung bzw. Brandzone natürlicherweise vorkommen. Daher ist es wichtig, diese bei der Entscheidungsfindung immer zu berücksichtigen. Offensichtliche oder auch uncharakteristische Veränderungen, Kombinationen mehrerer Indikatoren oder der Zeitpunkt von Ereignissen sollten genauestens beobachtet und gedeutet werden. Gewitter zum Beispiel sind in vielen brandgefährdeten Regionen eine häufige Wettererscheinung am frühen Nachmittag. Charakteristische Merkmale in Gewitternähe oder während eines Gewitters sind:

- Starke böige Bodenwinde, die die Richtung und Geschwindigkeit der Brandausbreitung nachhaltig beeinflussen können
- Fallwinde erscheinen unregelmäßig und unvorhersehbar und bedingen, dass sich ein Brand in alle möglichen Richtungen ausbreiten kann
- Blitze
- Potenzial für die Entwicklung von Pyrocumulonimbus-Wolken, wobei sich Gewitter über aktiven Bränden bilden und/oder verstärken

„Föhnlinen“ am Himmel sind ein sicheres Indiz für einen bevorstehenden Föhnsturm. Die Frage ist hier nicht, ob der Föhn durchbricht – sondern nur wann. Dies kann nahezu schlagartig passieren. Interessant: Häufig ist im Kammbereich schon massiver Wind vorhanden- während im Tal noch Windstille herrscht.

04 Zusammenfassung

Eine sichere und effektive Bekämpfung von Vegetationsbränden erfordert ausreichende Kenntnisse, welche Auswirkungen Niederschlag, Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit auf das Feuerverhalten haben. Dies bedeutet kritische, sich ändernde Feuerwetterbedingungen wie z.B. potenziell gefährliche Änderungen der Windgeschwindigkeit oder -richtung frühzeitig zu erkennen und darauf zu reagieren. Weiter ist es wichtig, atmosphärische Stabilität (stabile oder instabile Atmosphäre, Inversionen) sicher deuten zu können. So kann das Feuer- und Rauchverhalten sowie Brandausbreitung besser eingeschätzt werden und erlaubt zielgerichtetes Handeln.

Weitere wichtige Punkte auf die Einsatzleiter und Einsatzkräfte besonders achten sollten:

- Heißere bzw. steigende Temperaturen und niedrigere relative Luftfeuchtigkeit führen zu einem intensiveren Feuerverhalten
- Eine schnelle Brandausbreitung ist in der Regel auf starke Winde zurückzuführen
- Stabile und instabile Atmosphären, einschließlich des Auftretens von Inversionen, beeinflussen das Feuer- und Rauchverhalten und die Brandausbreitung

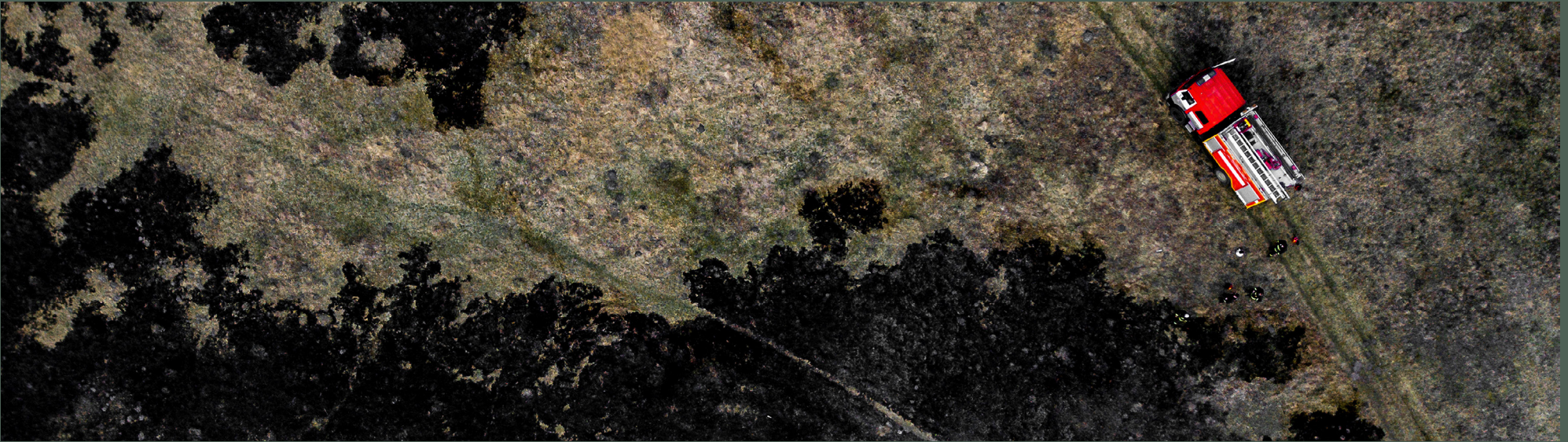
- Einsatzkräfte müssen in der Lage sein "kritische Feuerwetterfaktoren" zu erkennen und Einsatzoptionen dementsprechend anzupassen; Dies kann bedeuten die Taktik von einem direktem zu indirektem Löschangriff umzustellen, oder aber auch den Einsatz abzubrechen bzw. zu unterbrechen.
- Gerade bei der Vegetationsbrandbekämpfung sollte immer das lokale Wetter beobachtet werden; bei der Planung Wettervorhersage (Änderungen) berücksichtigt werden.



Kritische Werte beachten: die sogenannte **30-30-30 Regel:**

- Luftfeuchte: 30% oder weniger
- Wind: 30km/h oder mehr
- Lufttemperatur: 30 Grad oder höher





SCHLÜSSELBEGRIFFE UND KONZEPTE (DEUTSCH UND ENGLISCH)

Brennmaterialfeuchte – *Fuel moisture*

Einfluss der Atmosphärischen Stabilität (stabil vs. instabil) –
Influence of atmospheric stability (stable vs. unstable)

Einfluss von allgemeinen und lokalen Winden –
Influence of general and local winds

Einfluss von Niederschlag; Blitzschlag –
Influence of precipitation; lightning

Einfluss von Temperatur und Luftfeuchte –
Influence of temperature and relative humidity

Feuerwirbel - *Firewhirl*

Föhnwinde – *Foehn winds*

Inversionswetterlagen – *Weather inversions*

Lufttemperatur – *Air temperature*

TESTEN SIE IHRE KENNTNISSE!

1. Beschreiben Sie, wie sich die inverse Beziehung zwischen Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf das Feuerverhalten auswirkt
2. Was wird einen größeren Einfluss auf die Entflammbarkeit von Brennmaterialien haben: starker Regen über einen kurzen Zeitraum oder wiederholte leichte Regenfälle über einen längeren Zeitraum? Warum?
3. Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen einer stabilen und einer instabilen Atmosphäre und wie sie das Feuerverhalten beeinflussen
4. Beschreiben Sie allgemeine und lokale Winde: Warum sind Föhnwinde gefährlicher als andere lokale Winde?
5. Nennen Sie drei kritische Feuerwetter-Indikatoren
6. Was ist die „30-30-30 Regel“?

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, 2022
www.waldbrand-klima-resilienz.com