

Brandschutz bei Windenergieanlagen

Auswahl von Schutzsystemen



EXTINGUISHING SECTION

Published: July 2026



FIRE
SECTION



EXTINGUISHING
SECTION



SECURITY
SECTION



SERVICES
SECTION



CROSS-SECTIONAL
TOPIC

Revisionsübersicht

Datum	Rev. Nr.	Absatz / Seite	Änderung
2026-07	1		Erste Ausgabe

VORWORT

Dieser Leitfaden ist als allgemeine Orientierungshilfe gedacht und ersetzt nicht eine ausführliche Beratung unter bestimmten Umständen. Obwohl bei der Zusammenstellung und Vorbereitung dieser Publikation mit großer Sorgfalt vorgegangen wurde, um die Richtigkeit zu gewährleisten, kann Euralarm unter keinen Umständen die Verantwortung für Fehler, Auslassungen oder erteilte Ratschläge oder für Verluste übernehmen, die durch das Vertrauen auf die in dieser Publikation enthaltenen Informationen entstehen.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Dieses Dokument dient ausschließlich der Information der Euralarm-Mitglieder und gegebenenfalls ihrer Mitglieder über den Stand der Dinge in diesem Bereich. Obwohl alle Anstrengungen unternommen wurden, um dessen Genauigkeit zu gewährleisten, sollten sich die Leser nicht auf dessen Vollständigkeit oder Korrektheit verlassen und es nicht als Rechtsauslegung verwenden. Euralarm übernimmt keine Haftung für die Bereitstellung falscher oder unvollständiger Informationen.

Hinweis: Die englische Version dieses Dokuments ist das genehmigte Euralarm-Referenzdokument.

Copyright Euralarm

© 2026, Zug, Schweiz

Euralarm · Gubelstrasse 11 · CH-6300 Zug · Schweiz

E: secretariat@euralarm.org

W: www.euralarm.org

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Zusammenfassung und wichtigste Schlussfolgerungen	4
3. Vorschriften und Normen	5
3.1. Einleitung	5
3.2. Identifizierung von Brandgefahren und risikobasierte Konzeption	5
3.3. Von Versicherern vorangetriebene Rahmenwerke zur Vermeidung von Sachschäden	5
3.4. Feststellbare regulatorische Lücken	5
4. Überlegungen zum Schutz	6
4.1. Schutzziele	6
4.2. Wesentliche Risiken	6
4.3. Auswirkungen auf die Umwelt	7
4.4. Unternehmensrisikomanagement	7
4.5. Kettenreaktion	8
5. Brandschutzstrategie	8
5.1. Brandmeldeanlagen	8
5.2. Automatische Brandbekämpfungs- und Löschsysteme (empfohlen)	9
5.3. Passiver Brandschutz	10
5.4. Blitzschutz	10
5.5. Überwachung und Wartung	11
6. Schlussbemerkung	11
Anhang – In diesem Dokument zitierte Materialien und Informationen	13

1. Einleitung

Dieses Dokument enthält Leitlinien zum Brandschutz bei Windenergieanlagen und deckt sowohl Onshore- als auch Offshore-Anwendungen über den gesamten Betriebslebenszyklus ab. Es befasst sich mit der Identifizierung, Bewertung und Minderung von Brandrisiken im Zusammenhang mit wichtigen Komponenten und Systemen der Windenergieanlage, darunter Gondeln, Naben, Türme, Transformatoren sowie zugehörige elektrische und hydraulische Ausrüstung.

Die Leitlinien unterstützen einen strukturierten, risikobasierten Ansatz zur Brandverhütung, -erkennung, -eindämmung und zum Brandschutz (d. h. Brandbekämpfung und Löschung) im Einklang mit der Normenreihe IEC 61400 und anerkannten internationalen Praktiken.

Diese Leitlinien gelten für neue Anlagen, Repowering-Projekte und bestehende Windenergieanlagen, bei denen Umbauten, Alterung oder Änderungen der Betriebsbedingungen das Brandrisiko beeinflussen können, und richten sich an Planer, Eigentümer, Betreiber, Versicherer, Genehmigungsbehörden und andere Interessengruppen.

Dieses Dokument ersetzt weder gesetzliche Verpflichtungen, Herstelleranweisungen noch landesspezifische Anforderungen und schreibt auch keine bestimmten Brandschutztechnologien vor. Die Verantwortung für die detaillierte Auslegung, die Systemauswahl und die Einhaltung der Vorschriften liegt weiterhin bei den jeweiligen Beteiligten.

2. Zusammenfassung und wichtigste Schlussfolgerungen

Der Brandschutz bei Windenergieanlagen wird nicht durch eine einzige, harmonisierte internationale Norm geregelt. Stattdessen wird er durch eine Kombination aus internationalen Auslegungsnormen, nationalen Vorschriften und von Versicherern vorgegebenen Leitlinien geregelt, von denen die meisten einen risikobasierten Ansatz erfordern, anstatt spezifische Schutzmaßnahmen vorzuschreiben.

Windenergieanlagen enthalten zahlreiche potenzielle Zündquellen und erhebliche Mengen brennbarer Materialien; zwar ist die Brandwahrscheinlichkeit gering, doch sind die Folgen häufig schwerwiegend und führen oft zum Totalverlust der Anlage sowie zu weitreichenden Auswirkungen auf die Umwelt und den Ruf. Die vorherrschende Annahme, dass ein Brand in einer Windenergieanlage unweigerlich katastrophale Folgen hat, hat sowohl die Konstruktionspraxis als auch die Versicherungsmodelle geprägt – trotz der Tatsache, dass viele Brände in identifizierbaren Komponenten entstehen und deren Risiken technisch beherrscht oder deutlich reduziert werden können.

Dieser Leitfaden legt eine strukturierte Brandschutzstrategie dar, die auf die Normenreihe IEC 61400 abgestimmt ist und den Schwerpunkt auf Prävention, Früherkennung und verhältnismäßiges Eingreifen über den gesamten Lebenszyklus der Windenergieanlage legt. Er zeigt, dass die frühzeitige Erkennung von abnormalen Zuständen und der wohlüberlegte Einsatz von automatischer Brandmelde- und automatischer Löschtechnik – ergänzend zu passivem Schutz und Blitzschutz – die Eskalation erheblich reduzieren, Schäden begrenzen und die Resilienz der Anlagen verbessern können. Indem sie über die bloße Einhaltung von Mindestanforderungen hinausgehen und den Brandschutz als integriertes System statt als isolierte Anforderung betrachten, können Planer, Betreiber, Versicherer und Aufsichtsbehörden Umweltschäden verringern, die Verfügbarkeit und Versicherbarkeit verbessern und das Vertrauen in die Windenergie als nachhaltige und verantwortungsvolle Technologie stärken.

Die traditionelle Annahme, dass ein Brand einer Windenergieanlage unweigerlich zu einem Totalverlust führt, wird zunehmend in Frage gestellt und ist weder technisch notwendig noch im Einklang mit den aktuellen Erwartungen hinsichtlich Sicherheit und ökologischer Verantwortung.

3. Vorschriften und Normen

3.1. Einleitung

Der Brandschutz bei Windenergieanlagen wird derzeit nicht durch eine einzige internationale Vorschrift geregelt, sondern durch eine Kombination aus internationalen Auslegungsnormen, Brandschutzrichtlinien, versicherungstechnischen Anforderungen und anderen nationalen Sicherheitsvorschriften. Zusammen bilden diese einen risikobasierten Rahmen, innerhalb dessen Brandgefahren identifiziert, bewertet und gemindert werden müssen – unabhängig davon, ob ein integriertes Brandbekämpfungssystem erforderlich ist oder nicht.

3.2. Identifizierung von Brandgefahren und risikobasierte Konzeption

Zwei international anwendbare Normen sind für Sicherheitsaspekte bei Windenergieanlagen relevant. Die ISO 19353 „Sicherheit von Maschinen – Brandverhütung und Brandschutz“ konzentriert sich auf die allgemeinen Grundsätze zur Identifizierung von Brandgefahren in Maschinen und zur Durchführung von Brandrisikobewertungen, während die IEC TS 61400-30 „Sicherheit von Windenergieanlagen – Allgemeine Grundsätze für die Konstruktion“ eine technische Spezifikation ist, die die wesentlichen Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen speziell für die Konstruktion von Windenergieanlagen definiert. Sie behandelt zudem Anforderungen an den sicheren Betrieb, die Inspektion, die Wartung, die Installation und die Stilllegung. Beide Normen betonen die Notwendigkeit der Durchführung einer Risikobewertung, durch die das Brandrisiko mittels der Maschinenkonstruktion und der Betriebsanweisungen auf ein akzeptables Maß reduziert werden soll, ohne die Möglichkeit der Integration eines integrierten Brandbekämpfungssystems vorzuschreiben.

Darüber hinaus befasst sich die Norm NFPA 850, „Brandschutz für Stromerzeugungsanlagen“, für den US-Markt mit dem Brandschutz für Stromerzeugungsanlagen im Allgemeinen, wobei in Kapitel 13 speziell auf Windenergieanlagen eingegangen wird. In diesem Kapitel legt die Norm die Anforderung an ein „Fire Protection Design Basis Document“ (FPDBD) fest, um potenzielle Brand- und Explosionsgefahren zu identifizieren und zu berücksichtigen. Sie definiert zudem den Rahmen der Gesamtsicherheitsstrategie für den angemessenen Schutz dieser Anwendung und verweist dabei auf die geltenden NFPA-Normen, die für die ausgewählten Brandbekämpfungssysteme einzuhalten sind.

3.3. Von Versicherern vorangetriebene Rahmenwerke zur Vermeidung von Sachschäden

Auf der anderen Seite sind auch öffentlich zugängliche Richtlinien von Versicherungsanbietern erhältlich, die sich mit Brandgefahren im Zusammenhang mit dem Betrieb von Windenergieanlagen befassen. So übernimmt und erweitert beispielsweise die CIPA-E-Richtlinie Nr. 22 die Grundsätze der VdS 3523 und legt den Schwerpunkt auf die Notwendigkeit automatischer Brandmelde- und stationärer Löschanlagen. Sie hebt zudem weitere wichtige betriebliche Maßnahmen hervor, die für den Ablauf einer Brandschutzstrategie unerlässlich sind, wie beispielsweise die Früherkennung, die automatische Abschaltung und die Netztrennung.

Dies unterscheidet sich vom Ansatz von FM Global zum Brandschutz bei Windenergieanlagen, der eher auf Prävention als auf Brandbekämpfung ausgerichtet ist. Dieser Ansatz identifiziert zentrale Brandgefahren wie Gondelöle, Hydrauliksysteme, elektrische Anlagen und Transformatoren und legt fest, dass das vorrangige Ziel die „Kontrolle von Zündquellen und die Verhinderung eines Brandes innerhalb der Gondel“ ist. Die FM-Strategie legt den Schwerpunkt auf nicht brennbare Bauweise, automatische Branderkennung mit Abschaltung der Windenergieanlage und Isolierung des Ölsystems sowie Notfallplanung, ohne automatische Brandbekämpfungssysteme vorzuschreiben.

3.4. Feststellbare regulatorische Lücken

Die verfügbaren Normen und Leitfäden bieten keine einheitliche Brandschutzvorschrift für Windenergieanlagen. Die in einigen Rechtsordnungen vorgeschriebenen Brandrisikobewertungen oder die normativen Anforderungen an die Konstruktion hinsichtlich des Einsatzes automatischer Brandbekämpfungstechnologien werden nicht

flächendeckend umgesetzt. Infolgedessen liegt die Verantwortung für die Festlegung geeigneter Schutzsysteme häufig beim Konstrukteur, Betreiber, Versicherer und der Genehmigungsbehörde, die gemeinsam über angemessene Schutzmaßnahmen entscheiden müssen.

4. Überlegungen zum Schutz

Die Windenergieanlagentechnologie entwickelt sich weiterhin rasant weiter. Angetrieben durch das Bedürfnis nach höherer Effizienz und niedrigeren Stromerzeugungskosten nehmen Größe, Leistung und Systemkomplexität der Anlagen zu. Zwar arbeiten einige Originalausrüster (OEMs) aktiv daran, bestimmte Gefahren zu verringern – beispielsweise durch die Reduzierung der Schmierölmengen oder den Einsatz alternativer Antriebskonzepte –, doch bleibt die grundlegende Beschaffenheit einer Windenergieanlage unverändert: Es handelt sich um ein großes, in der Höhe installiertes Energieumwandlungssystem, das oft im Dauerbetrieb und/oder ferngesteuert betrieben wird und erhebliche Mengen an kinetischer Energie in elektrische Energie umwandelt.

Aufgrund ihrer abgelegenen Lage ist im Brandfall kein schnelles Eingreifen durch Menschen möglich; hinzu kommen physische Einschränkungen beim Zugang – wie beispielsweise die Höhe der Windenergieanlage – selbst wenn Rettungskräfte zur Stelle sind. Insbesondere bei Offshore-Anlagen sind die Anlagen über gemeinsame elektrische Infrastruktur verbunden, was bedeutet, dass eine einzelne Anlage nicht nur den von ihr selbst erzeugten Strom, sondern auch die Leistung mehrerer benachbarter Anlagen übertragen kann. Dies erhöht sowohl die in der Anlage vorhandene elektrische Energie als auch die potenziellen Folgen von Ausfällen bei gemeinsam genutzten Komponenten oder Systemen.

Einfach ausgedrückt enthalten Windenergieanlagen zahlreiche brennbare Materialien und mehrere plausible Zündquellen. Zwar mag die Brandwahrscheinlichkeit pro Anlage gering sein, doch sind die Folgen eines Brandes – sollte es doch einmal dazu kommen – in der Regel schwerwiegend. Viele gehen davon aus, dass jeder Brand zu einem vollständigen und katastrophalen Verlust führt. Bei Schutzmaßnahmen muss daher nicht nur die Wahrscheinlichkeit berücksichtigt werden, sondern auch die Folgen, die Widerstandsfähigkeit und die Fähigkeit zum frühzeitigen Eingreifen.

4.1. Schutzziele

Die vorrangigen Ziele des Brandschutzes bei Windenergieanlagen sollten über die unmittelbare Rettung von Menschenleben hinausgehen, so wichtig diese auch ist. Schutzmaßnahmen sollten darauf abzielen:

- Brände zu verhindern, soweit dies vernünftigerweise machbar ist;
- Brände so früh wie möglich zu erkennen und zu bekämpfen bzw. zu löschen;
- Die Ausbreitung und Eskalation des Brandes innerhalb der Windenergieanlage zu begrenzen;
- Die Wahrscheinlichkeit eines Total- und katastrophalen Verlusts der Anlage zu verringern;
- Umweltschäden zu minimieren, einschließlich Sekundäreffekte außerhalb des Standortbereichs der Windenergieanlage (z. B. Waldbrände, Kontamination von Nutzpflanzen, Schäden an Meereslebewesen usw.);
- Geschäftskontinuität, Verfügbarkeit und Versicherbarkeit über die gesamte Betriebsdauer der Windenergieanlage zu gewährleisten.

Zwar sind Notfallmaßnahmen und Evakuierungsverfahren von entscheidender Bedeutung – insbesondere angesichts der Herausforderungen bei der Flucht aus Gondeln, die sich mehr als 100 Meter über dem Boden oder dem Meeresspiegel befinden –, doch sollten moderne Brandschutzstrategien nicht davon ausgehen, dass das einzige mögliche Ergebnis eines Windenergieanlagenbrands ein vollständiger Totalbrand ist.

4.2. Wesentliche Risiken

Das Brandrisiko in einer Windenergieanlage entsteht durch das Zusammenspiel von Zündquellen, brennbaren Materialien und Betriebsbedingungen.

Die meisten Zündrisiken sind im Inneren der Windenergieanlage zu finden und stehen im Zusammenhang mit dem normalen Betrieb oder Wartungsarbeiten. Dazu gehören elektrische Störungen (wie Ausfälle von Umrichtern,

Transformatoren, Schaltanlagen oder Verkabelungen), mechanische Reibung oder Überhitzung (beispielsweise in Bremsen, Lagern, Getrieben oder Schwenksystemen), Ausfälle des Hydrauliksystems sowie Wartungsarbeiten, bei denen Wärme oder elektrische Eingriffe zum Einsatz kommen. Zudem können Bremsvorgänge die Brandgefahr erhöhen, da die Bremsen hohe Temperaturen entwickeln und Funken verursachen können; in Verbindung mit auslaufendem Öl und brennbaren Materialien kann dies zu einem Brand führen.

Gleichzeitig enthalten Windenergieanlagen erhebliche Mengen an brennbaren Materialien. Dazu gehören Hydraulik- und Transformatorenöle, Schmiermittel, polymere Isolierungen, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe wie glasfaserverstärkte Kunststoffe, die in Gondeln und Rotorblättern verwendet werden, sowie umfangreiche Verkabelungen und elektronische Komponenten. Die beengten und erhöhten Verhältnisse in der Gondel können die Brandausbreitung verschlimmern, sobald eine Entzündung erfolgt ist.

Ein weiterer Faktor ist das Alter der Anlagen. Mit zunehmendem Alter der Windenergieanlagen können sich Komponenten, Dichtungen, Verkabelungen und Schutzsysteme zersetzen, was die Wahrscheinlichkeit von Störungen erhöht, wenn Inspektions-, Überwachungs- und Instandhaltungs-/Modernisierungsstrategien nicht konsequent umgesetzt werden.

Blitzschlag stellt ein eigenständiges und externes Zündrisiko dar, das die gesamte Anlage betrifft. Obwohl Blitzschutzsysteme weit verbreitet und unverzichtbar sind, bleibt der Blitz eine plausible Ursache für Windenergieanlagenbrände und ist getrennt von den Risiken auf der Ebene der internen Komponenten zu betrachten.

Risiken auf der Ebene der internen Komponenten müssen bewertet werden – sowohl bei Neubauten als auch im Hinblick auf einen möglichen Nachrüstbedarf.

4.3. Auswirkungen auf die Umwelt

Die Folgen eines Windenergieanlagenbrands gehen über den Verlust der Anlage selbst hinaus. Bei vollständigen Ausbränden können Luftschadstoffe freigesetzt werden, darunter Verbrennungsprodukte aus Ölen, Polymeren und Verbundwerkstoffen. Darüber hinaus können herabfallende Trümmer – ob brennend oder nicht – durch Schwerkraft und Wind über ein weites Gebiet verteilt werden.

Zu diesen Trümmern können Fragmente von Rotorblättern, Gondelmaterialien und Isolierungen gehören, wodurch möglicherweise Mikroplastik und andere Schadstoffe in die Umgebung gelangen. Offshore kann dies marine Ökosysteme und die Wasserqualität beeinträchtigen. An Land können sich die Auswirkungen auf Ackerland, Nutzpflanzen, Vieh oder nahegelegene Gemeinden erstrecken.

Es besteht zudem ein durchaus plausibles Risiko, dass brennende Trümmer oder Glut als Zündquelle für Sekundärbrände außerhalb des unmittelbaren Bereichs des Fundaments der Windenergieanlage dienen können. In einer Zeit zunehmender Klimaschwankungen, anhaltender Dürren und extremer Wetterereignisse darf dieses Risiko nicht außer Acht gelassen werden. Obwohl Strafverfolgungen und eindeutige Kausalzusammenhänge heute relativ selten sind, können die Auswirkungen auf den Ruf und die Umwelt selbst bei einem bloßen Verdacht auf einen Zusammenhang zwischen dem Brand einer Windenergieanlage und einem Waldbrand erheblich sein.

4.4. Management des Unternehmensrisikos

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht herrscht unter vielen Fachleuten der Windenergiebranche die Auffassung vor, dass jeder Brand innerhalb einer Windenergieanlage wahrscheinlich zu einem vollständigen und katastrophalen Totalverlust dieser Anlage führt. Diese Annahme hat sowohl die betrieblichen Erwartungen als auch die Versicherungsmodelle geprägt.

Dieses Ergebnis ist jedoch keineswegs zwangsläufig. Viele Brände entstehen in bestimmten, identifizierbaren Komponenten oder Teilsystemen. Sind diese Risiken bekannt und technisch beherrschbar, kann ein gezielter Schutz den Ausgang wesentlich verändern – von einem Totalschaden hin zu einem reparablen Ereignis, der nur zu einer geringfügigen und vorübergehenden Ausfallzeit führt.

Die Minderung der Schwere von Brandereignissen kann Ausfallzeiten erheblich verkürzen, den Reparaturumfang begrenzen, die Versicherungsbedingungen stabilisieren und den Wert der Anlagen langfristig sichern. Vor allem trägt dies auch dazu bei, die Glaubwürdigkeit der Windenergie als eine wirklich umweltfreundliche und nachhaltige Technologie zu wahren – und nicht als eine, deren Risiken lediglich in Kauf genommen werden.

4.5. Kettenreaktion

Die Kettenreaktionen eines Windenergieanlagenbrands können erheblich sein. Über den direkten Anlagenverlust hinaus können folgende Folgen auftreten:

- Umweltfolgen, die sich auf Boden, Meer, Luftqualität und Artenvielfalt auswirken;
- Sicherheitsrisiken für Rettungskräfte und Wartungspersonal;
- Reputationsschäden für Betreiber, Projektentwickler und die Windenergiebranche insgesamt;
- Behördliche Überprüfung oder Verzögerungen bei zukünftigen Projekten;
- Erhöhte Versicherungsprämien, Selbstbehalte oder Deckungsbeschränkungen.

Im Gegensatz dazu kann ein frühzeitiges Eingreifen – durch Erkennung, Eindämmung und automatische Löschmaßnahmen bis zur vollständigen Brandbekämpfung – eine Eskalation verhindern. Viele der Komponenten, an denen Brände entstehen, lassen sich praktisch und angemessen schützen. Die Bekämpfung von Bränden in ihrer Entstehungs- oder frühen Ausbreitungsphase kann die Schadensfolgen erheblich begrenzen und die Wiederherstellung der Anlage erleichtern.

Im Wesentlichen muss zwar das Blitzschlagrisiko stets auf baulicher Ebene berücksichtigt werden, doch die meisten Brandrisiken bei Windenergieanlagen sind interner Natur, gehen auf einzelne Komponenten zurück und sind daher technisch beherrschbar. Eine Schutzstrategie, die dieser Realität Rechnung trägt, kann Umweltschäden erheblich reduzieren, das Personal schützen, die Verfügbarkeit der Anlagen verbessern und die langfristige Nachhaltigkeit der Windenergie stärken.

5. Brandschutzstrategie

Die Brandschutzstrategie für Windenergieanlagen soll dem in der Normenreihe IEC 61400 festgelegten risikobasierten Rahmen folgen. Ihr übergeordnetes Ziel ist es, die Entstehung von Bränden zu verhindern, abnormale Zustände so früh wie möglich zu erkennen, die Ausbreitung eines eventuell auftretenden Brandes zu begrenzen sowie Personal, Ausrüstung und die Umwelt zu schützen. Da Windenergieanlagen insbesondere während des Betriebs schwer zugänglich sind, muss die Strategie den Schwerpunkt auf Früherkennung und automatische Schutzmaßnahmen legen. Zu den relevanten Normen gehören die IEC 61400-1 für Konstruktionsanforderungen, die IEC 61400-24 für den Blitzschutz, die IEC TS 61400-23 und die IEC TS 61400-4-1 für die Integrität der Struktur und des Antriebsstrangs, die IEC 61400-25 für Kommunikation und Überwachung, IEC 60204-1 und IEC 60364 für elektrische Sicherheit sowie die Normenreihe IEC 60695 für Brandgefahrenprüfungen.

5.1. Brandmeldeanlagen

Gemäß IEC 61400-1 müssen Brandmeldeanlagen in der Lage sein, abnormale thermische oder verbrennungsbedingte Zustände zu erkennen, bevor diese zu einem voll ausgebrochenen Brand eskalieren. Diese Systeme müssen auf die betrieblichen und umgebungsbedingten Herausforderungen von Windenergieanlagen zugeschnitten sein.

5.1.1. Gondel

Innerhalb der Gondel müssen die Erkennungsmaßnahmen auf Komponenten abzielen, die ein erhöhtes Entzündungsrisiko darstellen, wie z. B. den Generator, das Getriebe, den Stromrichter, Bremswiderstände und Hydrauliksysteme. Zu den geeigneten Erkennungstechnologien gehören Wärme- und Rauchmeldeanlagen, die für raue, vibrationsreiche Umgebungen ausgelegt sind, sowie die Flammenerkennung in Bereichen, in denen offene Anlagen sichtbare Flammensignaturen zulassen. Die installierten Systeme müssen robust gegenüber Staub,

Kondenswasser und betrieblichen Wärmebelastungen sein und gleichzeitig gemäß IEC 61400-25 zuverlässige Informationen an die Steuerungs- und SCADA-Systeme der Anlage liefern.

Es ist besondere Sorgfalt geboten, um Täuschungs- und Falschalarme zu vermeiden. Aufgrund der abgelegenen Lage sind Sichtkontrollen und manuelle Überprüfungen kaum durchführbar, und der Einsatz von Videoüberwachung ist möglicherweise nicht geeignet. Der normale Betrieb einer Windenergieanlage kann eine Vielzahl von Täuschungsgrößen hervorrufen, wie unter anderem erhöhte Temperaturen, Funkenflug und Aerosole durch Bremsvorgänge. Wärme-, Rauch- und Flammenmelder sollten daher über eine entsprechende Programmierung verfügen und/oder geeignete Technologien nutzen, um die Wahrscheinlichkeit **von Täuschungs- und Falschalarmen zu minimieren**.

5.1.2. Nabe

Die Rotornabe erfordert eine Überwachung der hydraulischen oder elektrischen Blattverstellung, der Bremsen und der Lagerbaugruppen. Temperaturüberwachung und lineare Wärmeerkennung sind in der Regel geeignet, insbesondere in der Nähe von Hydraulikkomponenten, wo Leckagen ein zusätzliches Zündpotenzial darstellen können.

5.1.3. Turm

Die Branddetektion im Turm sollte sich auf Risiken konzentrieren, die mit elektrischen Kabeln, Schaltanlagen und Hilfsstromversorgungsanlagen verbunden sind. Die Rauchdetektion ist im Allgemeinen in den unteren Turmabschnitten am effektivsten, wo sich Rauch ansammelt, ergänzt durch eine Wärmeüberwachung entlang der Kabelverläufe, um Überhitzung oder Isolationsfehler zu erkennen.

5.1.4. Transformator

Transformatoren müssen mit einer thermischen Überwachung der Wicklungen und, sofern zutreffend, der Ölsysteme ausgestattet sein. In geschlossenen Transformatorräumen bietet die Rauch- oder Gasdetektion eine wesentliche zusätzliche Sicherheitsebene und trägt dazu bei, im Falle interner Fehler eine schnelle Reaktion zu gewährleisten.

5.2. Automatische Brandbekämpfungs- und Löschsysteme (empfohlen)

Obwohl die IEC-Normen kein bestimmtes Löschmittel vorschreiben, betonen sie, dass eine manuelle Brandbekämpfung innerhalb einer Windenergieanlage in der Regel nicht praktikabel ist. Daher sollten automatische Brandbekämpfungssysteme überall dort in Betracht gezogen werden, wo eine gemäß IEC 61400-1 durchgeführte Risikobewertung inakzeptable Risiken identifiziert.

Es gibt zahlreiche Ansätze für den Brandschutz.

- Gasförmige Systeme für geschlossene Räume, die zur Vollflutung eingesetzt werden und in die Geräte eindringen können.
- Wassernebel im Nieder- und Hochdruckbereich sorgt für Benetzung und Kühlung sowie für Sauerstoffverdrängung.
- Druckluftschaumsysteme erzeugen eine stabile, feinblasige Schaumdecke mit hohem Impuls.
- Kondensierte Aerosole für geschlossene Räume im Vollflutungsmodus, die den Verbrennungsprozess chemisch unterbrechen können.
- Pulversysteme nutzen Trockenpulver zum Löschen von Bränden, indem sie die chemische Reaktion des Feuers unterbrechen.

Diese ermöglichen eine schnelle Zufuhr des Löschmittels direkt zum zu schützenden Objekt und sind im Hinblick auf die oben genannten Punkte eine praktikable Lösung. Den Lesern wird empfohlen, sich an einen Brandschutzfachmann zu wenden, um sich über die Vor- und Nachteile der oben genannten Technologien Klarheit zu verschaffen.

5.2.1. Brandbekämpfung in der Gondel

Eine automatische Brandbekämpfung in der Gondel kann kritische Komponenten wie den Generator, das Getriebe und die Leistungselektronik schützen. Geeignete Systeme müssen elektrisch nichtleitend sein, für geschlossene und normalerweise unbesetzte Räume geeignet sein und über den gesamten Umgebungsbereich der Windenergieanlage zuverlässig funktionieren. Zu den typischen Lösungen zählen gasbasierte und kondensierte Aerosolsysteme sowie lokale Löschsysteme für den objektspezifischen Schutz.

5.2.2. Nabenabsicherung

Falls die Risikobewertung dies für notwendig erachtet, können auch kompakte automatische Löschanlagen in der Nabe installiert werden. Diese Systeme müssen so ausgelegt sein, dass sie sicher funktionieren, ohne die Blattverstellmechanismen oder die Rotordynamik zu beeinträchtigen.

5.2.3. Transformatorschutz

Der Brandschutz für Transformatoren muss mit den Anforderungen an die elektrische Sicherheit und den Maßnahmen zur Verhinderung von Umweltverschmutzung abgestimmt werden. Je nach Transformatorentyp können ortsfeste Löschanlagen und Ölauffangvorrichtungen sowohl die Ausbreitung des Feuers als auch Folgeschäden an der Struktur der Windenergieanlage erheblich reduzieren.

5.3. Passiver Brandschutz

Der passive Brandschutz spielt eine entscheidende Rolle bei der Erfüllung der IEC-Ziele zur Fehlerbegrenzung und Schadensminimierung. Er ergänzt aktive Systeme, indem er die Wahrscheinlichkeit einer Brandausbreitung verringert und die strukturelle Integrität schützt.

5.3.1. Materialien und Komponenten

Die im Inneren der Windenergieanlage verwendeten Materialien sollten die Anforderungen an die Flammhemmung gemäß IEC 60695 erfüllen. Halogenfreie, raucharme Kabel und, soweit möglich, feuerbeständige Hydraulikflüssigkeiten reduzieren sowohl die Brandlast als auch die toxischen Gefahren im Brandfall.

5.3.2. Brandabtrennung und Brandabschnitte

Eine interne Brandabschnittsbildung sollte die Ausbreitung von Bränden zwischen elektrischen, hydraulischen und mechanischen Systemen begrenzen. Dazu gehören der Einsatz feuerbeständiger Trennwände, ordnungsgemäß abgedichtete Kabeldurchführungen sowie konstruktive Maßnahmen, die eine vertikale Ausbreitung durch den Turmschacht verhindern.

5.3.3. Struktureller Schutz

Die Tragwerksplanung muss die Brandbelastung der tragenden Bauteile berücksichtigen. Passive Maßnahmen müssen sicherstellen, dass lokale Brände nicht zu einer Instabilität oder zum Einsturz des Bauwerks führen, um so das Personal zu schützen und die Eindämmung des Brandes zu gewährleisten.

5.4. Blitzschutz

Blitzschlag stellt eine der häufigsten Zündquellen für Windenergieanlagen dar. Daher muss der Blitzschutz die Anforderungen der Norm IEC 61400-24 vollständig erfüllen.

5.4.1. Externer Blitzschutz

Die Rotorblätter müssen Blitzableiter und Ableitungen aufweisen, die Blitzströme sicher durch die Gondel und den Turm in das Erdungsnetz des Fundaments leiten. Das gesamte System muss während der gesamten Dauer des Blitzereignisses einen durchgehenden, niederohmigen Pfad bereitstellen.

5.4.2. Interner Blitz- und Überspannungsschutz

Im Inneren der Anlage müssen Überspannungsschutzgeräte installiert werden, um sowohl die Stromverteilungs-

als auch die Kommunikationsleitungen zu schützen. Alle metallischen Komponenten müssen potentialausgeglichen sein, und empfindliche Systeme – einschließlich Erkennungs- und Unterdrückungsgeräte – müssen vor transienten Überspannungen abgeschirmt werden.

5.4.3. Minderung der Brandgefahr

Ein ordnungsgemäß ausgelegtes Blitzschutzsystem minimiert Brandgefahren, indem es Lichtbogenbildung verhindert, thermische Auswirkungen auf in der Nähe befindliche Materialien begrenzt und das Risiko einer Entzündung durch elektrische Entladungen minimiert.

5.5. Überwachung und Wartung

Brandschutzmaßnahmen müssen in den Betriebslebenszyklus der Windenergieanlage integriert und durch systematische Überwachungs-, Inspektions- und Schulungsmaßnahmen unterstützt werden. Die Fernüberwachung von Brandmeldeeinrichtungen ermöglicht die Erfassung der Historie von brandrelevanten Ereignissen, Störungen, Verschmutzungsgraden und Wartungsinformationen sämtlicher an die Brandmelderzentrale (BMZ) angeschlossenen Peripheriegeräte. Dies kann sowohl die Gesamtbetriebskosten reduzieren als auch Systembeeinträchtigungen vorbeugen.

5.5.1. Zustandsüberwachung

Die Temperaturüberwachung brandkritischer Komponenten sowie die Analyse elektrischer Lastmuster und Fehlertrends müssen gemäß IEC 61400-25 Teil der SCADA-basierten Zustandsüberwachungsstrategie der Windenergieanlage sein.

5.5.2. Inspektion und Prüfung

Regelmäßige Inspektionen und Funktionsprüfungen sowohl der Erkennungs- als auch der Löschsysteme sind für die Aufrechterhaltung der Systemzuverlässigkeit unerlässlich. Auch Blitzschutzsysteme müssen regelmäßig überprüft werden, um die Kontinuität und die Einhaltung der Auslegungsanforderungen sicherzustellen.

5.5.3. Dokumentation und Schulung

Alle Brandschutzmaßnahmen müssen in den technischen Handbüchern der Windenergieanlage dokumentiert werden. Das Wartungspersonal muss in Bezug auf Brandrisiken und die richtigen Reaktionsabläufe geschult werden, und alle Inspektionen, Prüfungen und Vorfälle sind zu protokollieren, um eine kontinuierliche Verbesserung zu unterstützen.

6. Schlussbemerkung

Brände in Windenergieanlagen sollten nicht länger als unvermeidbare Ursache für Total- und Katastrophenschäden angesehen werden. Wie dieser Leitfaden gezeigt hat, gehen die meisten Brandrisiken auf identifizierbare Komponenten zurück und können durch eine strukturierte, risikobasierte Kombination aus Prävention, Früherkennung und geeigneten Schutzmaßnahmen bewältigt werden.

Indem die Windindustrie Brände als technisch beherrschbares Risiko und nicht als unabwendbares Ereignis betrachtet, hat sie eine klare Chance, die Schadensresistenz zu verbessern, die Umweltbelastung zu verringern und sowohl die Anlagenleistung als auch die Versicherbarkeit zu steigern. Um dies zu erreichen, ist ein Wandel von der bloßen Einhaltung von Mindestanforderungen hin zu integrierten, lebenszyklusbasierten Brandschutzstrategien erforderlich, die den Realitäten des modernen Windenergieanlagenbaus und -betriebs Rechnung tragen.

Der Einsatz aktiver Brandbekämpfungssysteme kann, abhängig vom Ergebnis der Risikobewertung, einen wirksamen Beitrag zur Begrenzung der Folgen von Brandereignissen leisten. Die Verbesserung des Sicherheitsschutzes in diesem Anwendungsbereich wird dazu beitragen, das Vertrauen in die Windenergie als sicheren, zuverlässigen und nachhaltigen Eckpfeiler der globalen Energiewende zu stärken.

Es gibt zahlreiche Ansätze. Zu den anwendbaren Löschsystemarten zählen beispielsweise gasförmige Löschmittel, Nieder- und Hochdruck-Wassernebel, Druckluftschaum, Pulver und Aerosole. Die allgemeinen Merkmale all dieser Technologien sind in veröffentlichten ISO-, EN- und NFPA-Normen geregelt. Darüber hinaus erarbeitet die ISO derzeit eine neue Norm für rohrbasierte Löschsysteme und ähnliche Ansätze. Diese ermöglichen eine schnelle Zuführung des Löschmittels direkt zur Anlage und sind als praktikable Optionen in Betracht zu ziehen.

Anhang - In diesem Dokument zitierte Materialien und Informationen

CFPA-E-Richtlinie Nr. 22:2022. Richtlinie zum Brandschutz bei Windenergieanlagen.

FM-Datenblätter zur Vermeidung von Sachschäden 13-10. April 2025. Landgestützte Windenergieanlagen und Windparks.

IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 CSV. Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

IEC 60364-Reihe. Niederspannungs-Elektroinstallationen.

IEC 60695-Reihe. Prüfung auf Brandgefahr.

IEC 61400-1:2019+AMD1:2025 CSV. Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen.

IEC TS 61400-4-1:2026. Windenergieanlagen – Teil 4-1: Zuverlässigkeitsbewertung von Antriebsstrangkomponenten in Windenergieanlagen.

IEC TS 61400-23:2014. Windenergieanlagen – Teil 23: Strukturelle Prüfungen von Rotorblättern im Maßstab 1:1.

IEC 61400-24:2019+AMD1:2024 CSV. Windenergieanlagen – Teil 24: Blitzschutz.

IEC 61400-25-Reihe. Kommunikation zur Überwachung und Steuerung von Windenergieanlagen.

IEC TS 61400-30:2023. Windenergieanlagen – Teil 30: Sicherheit von Windkraftgeneratoren – Allgemeine Grundsätze für die Auslegung.

ISO 19353:2019. Sicherheit von Maschinen – Brandverhütung und Brandschutz

NFPA 850:2026. Norm für den Brandschutz von Stromerzeugungsanlagen und Hochspannungs-Gleichstrom-Umrichterstationen (HVDC).

VdS 3523:2008-07. Windenergieanlagen (WEA) – Leitfaden für den Brandschutz.



Published: July 2026

Euralarm
Gubelstrasse 22
CH-6301 Zug (Switzerland)

Swiss Commercial Registration No: CHE-222.522.503

E. info@euralarm.org
W. www.euralarm.org



FIRE
SECTION



EXTINGUISHING
SECTION



SECURITY
SECTION



SERVICES
SECTION

CROSS-SECTIONAL
TOPIC