

INHALT

1

Windenergieanlagen
Arbeitsschutz bei
Windenergieanlagen
(WEA)

4

PV-Anlagen
Gefahren bei Photo-
voltaikanlagen

6

Biogasanlagen
Gefahren in Biogas-
anlagen

8

Lithium-Ionen-Akkus
Sicherer Umgang mit
LI-Akkus

WINDENERGIEANLAGEN

Arbeitsschutz bei Windenergieanlagen (WEA)



© Gaia mbh

Je nach Standort (offshore oder onshore) treten bei Windenergieanlagen (WEA) unterschiedliche Gefährdungen auf. Eine DGUV-Auswertung zeigt, wo Unfälle hauptsächlich passieren und wie die Gefährdungen minimiert werden können. Weitere Gefahren bestehen durch die Wetterlage und die Witterungsverhältnisse, durch UV-Strahlung sowie durch optische Phänomene und Elektrizität.

Bei Windkraftanlagen treten Gefährdungen vor allem durch Montage- und Wartungsarbeiten in großer Höhe auf. Wichtig sind: persönliche Schutzausrüstungen (PSA) und Sicherungen gegen Abstürze. Darüber hinaus lauern weitere Gefahren: mechanische und elektrische Gefährdungen sowie Gefahrstoffe, bei Offshore-Anlagen außerdem Übergänge von Land zum Schiff, Risiken der Schiffsüberfahrt, Übernachtungen auf See sowie Rettungsmaßnahmen unter schwierigen Bedingungen.

Unfallgeschehen an Windkraftanlagen

Eine Auswertung von ca. 1.100 Onshore-Unfallarten (DGUV Information 203-007) ergab, dass die Unfallorte vorwiegend im Maschinenhaus und im Außenbereich sowie im Turm stattfanden. Die Unfälle standen meist im Zusammenhang mit der Passage eines Durchstiegs,

dem Benutzen von Drehmomentschlüsseln und dem Aufenthalt im Spinner bzw. in der Nabenkappe. Die Mehrzahl der Verletzungen waren Quetschungen und Prellungen, Dehnungen, Zerrungen und Verrenkungen sowie Schnitt- und Platzwunden und betrafen vor allem die oberen und unteren Extremitäten sowie den Kopf. Insbesondere Unfälle unter Beteiligung von Elektrizität sowie Absturzunfälle verliefen schwerwiegend. Die Orte von Unfällen im Bereich der Offshore-WEA waren überwiegend die Errichterschiffe, die Windenergieanlage selbst, das Schiff und die Umspannplattform. Unfälle ereignen sich sehr häufig in der Bauphase, bei Handwerksarbeiten, bei der Durchführung von Versatz- und Verladearbeiten sowie bei allgemeiner Fortbewegung. Verletzungen entstanden während der Arbeit mit Anschlagmitteln und Hebezeugen, Schneid- und Handwerkzeugen sowie Elektro- und Schraubwerkzeugen. Die Verletzungen selbst sind



Liebe Leserin, lieber Leser,

die Energiewende in Deutschland wird angesichts des Klimawandels und der politischen

Situation mit Russland weiter vorangetrieben. Die zahlreichen Förderprogramme zur Errichtung von Windenergie-, Photovoltaik-, Wasserkraft- und Biogasanlagen wird dazu führen, dass es zeitnah viele Baustellen für Erneuerbare-Energien-Projekte geben wird. Bei aller Dringlichkeit darf der Arbeits- und Gesundheitsschutz der Beschäftigten nicht vernachlässigt werden. Das ist deshalb so wichtig,

weil sich die Technologien weiter diversifizieren und die Beschäftigten sich mit immer neuen Gefahren auseinandersetzen müssen. Dafür braucht es Zeit, denn: Sicherheit geht vor!

Dipl. Ing. (BA) Markus Horn (VDSI) ist seit vielen Jahren als selbstständiger Sicherheitsingenieur auf den Gebieten Arbeitssicherheit und Arbeitsschutz sowie als Dozent für die BG HM und die BG ETEM tätig.

HINWEIS

Bei PSA-Unterweisungen sind bei Vorliegen von tödlichen Gefahren bzw. der Gefahr bleibender Gesundheitsschäden praktische Übungen verbindlich. Für die Durchführung praktischer Übungen sind die DGUV Grundsätze 312-001 und 312-190 hilfreich.

ähnlich wie jene im Onshore-Bereich, jedoch sind sehr oft Hände, Augen und Kopf, Unterschenkel und Füße sowie Oberschenkel, Knie und Arm betroffen.

Gefahren durch Wetterlage und Witterung

Bei Arbeiten an Onshore-Anlagen sind Wetterlage und Witterung in der Regel gut vorherzusehen und stellen keine besondere Gefahr für die Sicherheit der Beschäftigten dar. Dies ist bei Offshore-Anlagen anders. Hier können Veränderungen spontan erfolgen und z. B. die Bedingungen für Luft- und Schiffstransfers extrem erschweren. Prävention: Für jede Wetterlage die entsprechende PSA bereithalten, die Wetterlage genau beobachten und Wettervorhersagen beachten. Gefahren gehen insbesondere von Gewittern, extremen Lufttemperaturen, hohen Windgeschwindigkeiten und erhöhter Luftfeuchte aus. Mögliche Schutzmaßnahmen: Arbeiten nicht aufnehmen, unterbrechen oder abbrechen und Kriterien für das Ergreifen von Schutzmaßnahmen aufstellen und in Betriebsanweisungen festlegen. PSA (Schutzkleidung gegen Wind, Nässe, Kälte) muss bereitstehen. Bei Offshore-Arbeiten müssen für Transfer und Übertritt Überlebensanzüge bereitstehen und entsprechend der Herstellerangaben angelegt werden. Für sichteinschränkende Wolken-, Nebel- oder Niederschlagsereignisse müssen Schutz- und Verhaltensmaßnahmen bestimmt werden, z. B. Mindestbedingungen für Tätigkeiten im Freien.

Auf optische Phänomene achten

An On- und Offshore-Anlagen können plötzliche oder anhaltende optische Phänomene die Sicherheit der Beschäftigten gefährden.

- Sonnenlicht und Fremd- oder Eigenleuchtmittel blenden in kritischen Arbeitssituationen. Ebenso kann die Oberfläche der WEA eine Blendwirkung entfalten.
- Reflexionen von Schnee und im Falle von Offshore-Anlagen der Wasseroberfläche oder dem Meereis.
- Im Offshore-Bereich kommt es zu Orientierungsproblemen durch die mangelnde Unterscheidbarkeit von Himmel, Horizont und Wasseroberfläche.
- Irreführende optische Täuschungen (z. B. An-

- lagenteile, die sich scheinbar bewegen).
- Bei Sonnenlicht werden Hindernisse im Schatten übersehen.

Technisch können Reflexionen durch entsprechende Oberflächen vermieden werden. Tätigkeiten sollten außerdem auf Tageszeiten und Beleuchtungsintervalle abgestimmt werden. Als PSA sind getönte Schutzbrillen hilfreich, die aber gemeinsam mit Sehbrillen nutzbar sein müssen, sowie Kopfbedeckungen mit Augenbeschattung.

Auf UV-Strahlung und Hitze achten

Beschäftigte sind bei Arbeiten an WEA häufig UV-Strahlung und starker Hitze ausgesetzt. Die Folgen können Haut- und Augenschäden sowie starke Dehydrierung und in der Folge Schwindelanfälle sein.

- Tätigkeiten im Freien möglichst in den Morgen- und Abendstunden durchführen.
- Pausen sind einzuhalten, auf ausreichende Flüssigkeitszufuhr muss geachtet werden.
- Kopf- und Nackenbedeckungen zum Schutz vor Sonnenstich oder Hitzschlag bereitstellen.
- Sonnenschutzmittel für freiliegende Hautpartien auf die starke Exposition anpassen.
- Sonnenschutzbrillen mit ausreichendem UV-Schutz bereitstellen.
- Körperbedeckende, atmungsaktive und UV-resistente Kleidung bereitstellen. Diese soll bequem sein und die Beschäftigten nicht bei ihren Tätigkeiten behindern.

Beschäftigte müssen die Warnzeichen für eine Gefährdung kennen. Werden z. B. gerötete Haut, Verwirrtheit und Schläfrigkeit beobachtet und wird über Krampfanfälle und Schwindel geklagt, können dies Anzeichen für einen Hitzschlag sein.

Betriebsanweisungen erstellen

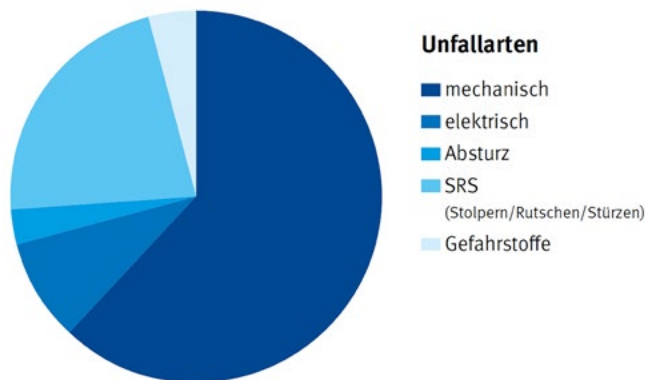
Auf der Basis der Gefährdungsbeurteilungen werden die Betriebsanweisungen erstellt. Bei WEA sind insbesondere folgende Betriebsanweisungen zu erstellen:

- In- und Außerbetriebnahmen,
- Durchführung von Instandhaltungsarbeiten,
- Maßnahmen außerhalb der Routinetätigkeiten wie z. B. Austausch von wichtigen Komponenten (Rotorblätter, Generatoren),
- Sichere Verwendung von Arbeitsmitteln und deren Reinigung,
- Nutzung von PSA,
- an Witterung angepasstes Verhalten,
- Sicherung der WEA gegen unbefugtes Betreten während der Durchführung von Tätigkeiten.

Weitere Betriebsanweisungen können für den Umgang mit Gefahrstoffen (Hilfsstoffe, Beschichtungsstoffe) erforderlich sein.

Elektrische Gefährdungen

Der Zugang zu elektrischen Anlagen in WEA darf nur von Elektrofachkräften (EFK) oder von elektro-



Unfallarten an Onshore- und Offshore-Windenergieanlagen

technisch unterwiesenen Personen (EUP) gewährt werden. EUP dürfen mit den Stueerelementen Bedienvorgänge und Schalthandlungen durchführen (z. B. Starten und Stoppen der WEA). Die direkte Betätigung von Schaltgeräten in Niederspannungs-Hauptstromkreisen bleibt EFK vorbehalten. Sofern EFK auch Mittelspannungsanlagen schalten sollen, sind sie dafür speziell zu qualifizieren. Alle Schalthandlungen sind in Betriebsanweisungen festzulegen, die u. a. die Vorgehensweise und den Ablauf, die Verantwortlichkeit, Zuständigkeit und Entscheidungsbefugnis sowie die Koordination, Meldung und Dokumentation festlegen.

- Wird bei Arbeiten im Bereich der Hilfsstromkreise der Berührungsschutz aufgehoben, müssen diese Arbeiten von einer EFK durchgeführt werden. Der Berührungsschutz im Bereich der Hauptstromkreise muss dabei erhalten bleiben.
- Montage- und Reinigungsarbeiten sind im spannungsfreien Zustand durchzuführen. Nach den Sicherheitsregeln der Elektrotechnik gilt: Nach dem Freischalten muss gegen Wiedereinschaltung gesichert werden, Erdung und Kurzschluss sind herzustellen und benachbarte unter Spannung stehende Teile sind abzudecken oder abzuschranken.
- Bei WEA-Nennleistungen von mehr als 1 MW bestehen in Leistungsstromkreisen bestimmter Transformatoren und Generatoren erhöhte Risiken für personengefährdende Störlichtbögen. Hier ist der vollständige Arbeitsbereich freizuschalten.

Nur EFK oder elektrotechnisch unterwiesene Personen, die unter Aufsicht einer EFK arbeiten, dürfen elektrische Anlagen und Betriebsmittel prüfen.

Rettung von Beschäftigten

Es müssen Fluchtmöglichkeiten geschaffen werden, über die sich Beschäftigte im Notfall selbst retten können. In Unterweisungen muss sichergestellt werden, dass sie auch genutzt werden können. Zugangstüren müssen im Gefahrfall ohne besondere Hilfsmittel z. B. mittels eines Panikschlosses zu öffnen sein. Unabhängig vom Aufstiegsweg muss ein zweiter Fluchtweg vorhanden sein. Muss für einen Fluchtweg Ausrüstung genutzt werden, ist diese bereitzustellen und deren Nutzung regelmäßig zu unterweisen. Für den Fall, dass eine Selbstrettung nicht möglich ist, ist der Zugang für Rettungs- und Hilfskräfte zu gewährleisten. Für eigene Beschäftigte, die sich außerhalb der WEA befinden, sowie für externe Rettungskräfte muss ein Zugang bestehen. Kommunikationsmöglichkeiten mit den gefährdeten Personen müssen etabliert werden, z. B. durch offen sichtbare Hinterlegung von Mobiltelefonnummern im Servicefahrzeug, ein Sprechfunkgerät (ggf. auch die Schlüssel für die WEA-Türen). Die Durchführung von Rettungsmaßnahmen ist zu planen, z. B. nach diesem Schema:

1. Es muss vermieden werden, dass Personen Gefahrenbereiche oder Unfallbereiche ohne Schutz- und Sicherheitsvorkehrungen betreten.

2. Schnellstmögliches Absetzen eines Notrufes
3. Bereitstellung der Rettungsausrüstung
4. Kontrolle, ob sich die WEA in einem sicheren Zustand befindet bzw. Maßnahmen treffen, die die Anlage in einen sicheren Zustand bringen.
5. Eigenschutzmaßnahmen treffen und laufend kontrollieren
6. Rettung durchführen

Lebensrettende Sofortmaßnahmen sind unabhängig vom Rettungsschema unmittelbar durchzuführen, sofern keine Eigengefährdung vorliegt.

Themen für WEA-Unterweisungen

Aus den Gefährdungsbeurteilungen ergibt sich häufig ein Qualifizierungsbedarf. Typische Themen für WEA-Unterweisungen sind:

- Sprache: Je nach Zusammensetzung des Teams und des Standorts kann es wichtig sein, die Beschäftigten sprachlich zu qualifizieren. Dazu soll eine Arbeitssprache festgelegt und für diese die Fachsprache vermittelt werden.
- Aufzugsanlagen und Steigleitern: Beschäftigte sind in der Nutzung der Steigleitern inklusive des Steigschutzsystems und von ggf. vorhandenen Aufzugsanlagen zu unterweisen. Zusätzlich ist die Rettung anderer Beschäftigter aus dem Steigschutz bzw. die Selbstbefreiung mit praktischen Übungen nach DGUV Grundsatz 312-001 zu unterweisen.
- PSA: Die Beschäftigten sind in der Nutzung der bereitgestellten PSA zu unterweisen.
- Lastentransporte: Sofern Lasten mit Hebezeugen wie Kränen oder Winden transportiert werden, ist das Anschlagen der Lasten sowie die Nutzung des Hebezeuges zu unterweisen.
- Elektrotechnik: WEA sind abgeschlossene elektrische Betriebsstätten. Tätigkeitsbezogen können Unterweisungen in Schalthandlungen, elektrischen Prüfungen, Fehlersuche und Instandsetzung erforderlich sein.
- Enge Räume: In WEAs ist das Arbeiten in engen Räumen der Normalfall. Dies ist zu unterweisen.
- Rettung und Erste Hilfe: Nach Möglichkeit sollen Beschäftigte, die an WEAs tätig sind, in der Ersthilfe mit einer Grundausbildung und regelmäßigen Fortbildungen qualifiziert sein. Diese Ausbildung ist auf die Notfallorganisation und das Rettungskonzept abzustimmen.
- Fluchtwege: Thema der Unterweisungen sind auch das Fluchtwegekonzept inklusive der Ausrüstung, die für eine Flucht erforderlich ist (z.B. Abseilgeräte und Fluchthauben).
- Brandbekämpfung: Die Gefahren der Rauchentwicklung und Hinweise, wie kleinere Brände selbst bekämpft werden können, sind Thema der Unterweisungen zur Brandbekämpfung.

Für Gefährdungen an Offshore-Anlagen können weitere Unterweisungen erforderlich sein, z. B. hinsichtlich der erweiterten PSA, der Sicherheit auf Transportwegen und der Erreichbarkeit von Ersthelfern und Fluchtwegen.

! HINWEIS

Die Gefährdung von Beschäftigten hängt ab von getroffenen Maßnahmen zum Berührungs- und Lichtbogenschutz sowie der Bedienung: DGUV Vorschrift 3 oder 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“

! HINWEIS

Wird in der Nähe von Freileitungen gearbeitet, sind die Sicherheitsabstände einzuhalten. Dies gilt auch bei der Unterquerung von Freileitungen.

PV-ANLAGEN

Gefahren bei Photovoltaikanlagen

Bei Montage und Wartung von PV-Anlagen stehen die Gefahren während Dacharbeiten, die elektrische Sicherheit sowie der Materialtransport im Vordergrund. Die meisten PV-Anlagen werden an Bestandsbauten mit unterschiedlichem Gefährdungspotenzial installiert. Die Schutzmaßnahmen müssen deshalb individuell geplant und umgesetzt werden.

Entsprechend der Baustellenverordnung und der DGUV Vorschriften 38 und 39 gelten Arbeiten an PV-Anlagen als Bauarbeiten. Dementsprechend müssen die Arbeiten organisiert, eine Gefährdungsbeurteilung erstellt, Schutzmaßnahmen durchgeführt und die Beschäftigten unterwiesen werden. Sind mehrere Firmen beteiligt, sind nach der Baustellenverordnung Leitung, Aufsicht, Führung und Koordination erforderlich.



© Fotolia - Omika



PRAXISTIPP

In manchen Fällen sind auf Dächern durchsturz sichere Wellplatten angebracht. Wenn die Herstellerangaben eine Durchsturzicherheit garantieren, kann diese als gegeben angenommen und auf Maßnahmen zur Durchsturzicherheit verzichtet werden. Hier ist auf die Kennzeichnung „DS“ im Prägestempel zu achten.

Typische Gefährdungen bei PV-Anlagen

Der Einbau von PV-Anlagen findet häufig in bestehenden Gebäuden statt. Hier sind die Beschäftigten mit immer neuen Szenarien konfrontiert und müssen auf Ab- und Durchsturzgefahren z. B. durch morsche Balken und nicht tragende Dacheindeckungen gefasst sein. Zudem finden viele Arbeiten auf Dachflächen statt, was eine Absturzgefahr mit sich bringt. Arbeitsplätze auf Dächern sind so einzurichten, dass die Beschäftigten sicher arbeiten können. Dabei sind die Art der baulichen Anlage und insbesondere nicht begehbare Bauteile wie z. B. Dachüberstände oder Lichtkuppeln zu berücksichtigen. Auch wechselnde Bauzustände und der Baufortschritt können Einfluss auf die Sicherheit haben. Weitere Aspekte sind Gefährdungen durch andere Gewerke, Witterungsverhältnisse und Gefährdungen, die von durchgeführten Tätigkeiten ausgehen. Wesentliche Forderungen von §12 DGUV Vorschrift 38, 39 und ASR A2.1 sind:

- Bei Absturzhöhen über 1 Meter sind Absturzsicherungen an freiliegenden Treppenläufen und -absätzen, Bedienungsständen von Maschinen und Wandöffnungen erforderlich. Beträgt die Absturzhöhe 2 Meter oder mehr sind an allen Arbeitsplätzen und Verkehrswegen Absturzsicherungen anzubringen.
- Beträgt die Neigung der Arbeitsplätze weniger als 20 Grad und befinden sich mindestens 2 Meter von der Absturzkante entfernt Absperrungen, kann auf die Sicherung gegen Absturz verzichtet werden, außer: die Arbeitsplätze oder Verkehrswege befinden sich über Stoffen, in denen Beschäftigte versinken können (Wasser, Getreide).

Lassen sich Absturzsicherungen aus technischen Gründen nicht anbringen oder sind diese nicht zweckmäßig, sind Auffangeinrichtungen (Fanggerüste, Auffangnetze) bereitzustellen und zu nut-

zen. Sind diese ebenfalls nicht zweckmäßig und sind geeignete Anschlagvorrichtungen vorhanden, kann ein Anseilschutz verwendet werden. Zu beachten ist das TOP-Prinzip, nach dem technische und organisatorische Maßnahmen Vorrang haben vor persönlicher Schutzausrüstung.

Unterweisung direkt vor Arbeitsbeginn

Werden Arbeiten mit Absturzgefahr ausgeführt, sind vor Beginn der Tätigkeiten die vorhandenen Gefahren und die Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Das Unternehmen hat im Vorfeld zu prüfen, ob die Beschäftigten für die Tätigkeit geeignet sind.

Maßnahmen gegen Durchstürze

Bei der Gefahr von Durchstürzen sind häufig Absturzsicherungen oder Auffangvorrichtungen technisch nicht realisierbar oder aufgrund der Kürze der Arbeiten nicht zu vertreten. Es kann dann im Gefahrenbereich von beispielsweise Dachöffnungen oder nicht tragfähigen Dacheindeckungen persönliche Schutzausrüstung verwendet werden. Vorgesetzte müssen dazu objektbezogen ein Rettungskonzept erstellen, den Anschlagpunkt festlegen, die PSA gegen Absturz vorbereiten und die Anwendung kontrollieren.

Zugang zum Dach planen

In der Planungsphase ist festzulegen, über welche Verkehrswege das Dach erreicht werden kann. Nach Möglichkeit sollen vorhandene Verkehrswege durch das Gebäude und vorhandene Dachausstiege (z. B. für Schornsteinfeger) genutzt werden. Diese müssen nach DIN 18 160 Teil 5 ein Mindestmaß von 0,6 x 0,8 Meter aufweisen. Die Dachluke



PRAXISTIPP

Weitere Informationen bietet DGUV Information 203-080 „Montage und Instandhaltung von Photovoltaik-Anlagen“, zu finden auf der DGUV Website <https://bit.ly/3JCZyCA>.

muss sich leicht öffnen lassen und sich gegen unbeabsichtigtes Zuschlagen sichern lassen. Zudem müssen Möglichkeiten zum Festhalten vorhanden und nach dem Ausstieg ein sicherer Stand möglich sein. In der Nähe des Dachausstiegs muss sich ein Anschlagpunkt befinden. Sofern ein Zugang durch das Gebäude nicht möglich ist, ist ein anderer sicherer Zugang zu schaffen, z. B. Treppentürme in Verbindung mit Gerüsten. Leitern sollten möglichst nicht genutzt werden, da diese sehr unfallträchtig sind. Möglich ist es auch, Hubarbeitsbühnen einzusetzen und Arbeiten aus dem Arbeitskorb heraus durchzuführen, wobei der Übertritt auf das Dach nur dann erlaubt ist, wenn der Unternehmer eine spezielle Unterweisung durchführt und eine besondere Arbeitsanweisung zum Übersteigen ergeht.

Gefahren auf der Dachfläche

Werden Verkehrswege und Arbeitsflächen auf der Dachfläche eingerichtet, ist zu prüfen, ob die Tragfähigkeit und Begehbarkeit und damit Durchsturzsicherheit gegeben ist. Dies ist nicht der Fall bei Eindeckungen und Einbauten mit Faserzementplatten oder Faserzementwellplatten, Asbestzementplatten, Bitumenwellplatten, Lichtkuppeln, Oberlichtern und Glasdächern. Dachöffnungen und Lichtkuppeln sind durchsturzsicher abzudecken, alternativ durch Geländer zu sichern oder, falls dies nicht möglich ist, mit Auffangnetzen und Fanggerüsten unter den Öffnungen zu sichern. Werden über nicht tragfähige Dacheindeckungen Verkehrswege oder Arbeitsflächen eingerichtet, sind durchtrittsichere Lauf- und Arbeitsstege anzubringen.

Wechselrichtertyp beachten

Mit einer Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD) werden Wechselrichter mit und ohne galvanische Trennung überwacht. Ohne galvanische Trennung findet vor einer automatischen Zuschaltung (z. B. beim Nacht-Tag-Übergang) eine Prüfung des Isolationswiderstandes statt. Verfügt der Wechselrichter dagegen über eine galvanische Trennung, ist die Isolationsüberwachungseinrichtung dauerhaft in Betrieb. Je nach Wechselrichter-Typ sind unterschiedliche Anforderungen an eine sichere Montage und Fehlersuche zu stellen.

Elektrische Sicherheit

PV-Anlagen verfügen in der Regel über Gleichspannungssysteme. Sie sind wie Wechselspannungssysteme mit elektrotechnischen Schutzmaßnahmen nach VDE 0100 auszustatten. Zentral sind dabei der Schutz aller Personen vor elektrischen Schlägen und vor Überstrom. In der Regel geschieht dies durch doppelte oder verstärkte Isolierungen, eine erd- und kurzschlussichere Leistungsverlegung (VDE 0100-520) und einen zusätzlichen Schutzpotenzial- oder Funktionspotenzialausgleich.

Mit und ohne Spannung arbeiten

PV-Anlagen sollten bei Montage, Instandhaltung und Reparatur spannungsfrei sein. Dies ist in der Regel nur dann zu erreichen, wenn die Module lichtdicht abgedeckt werden. Ist dies nicht möglich, muss unter Spannung gearbeitet werden. Dazu sind zunächst durch Schaltheandlungen die Spannungen mindestens auf unter DC 120 V, besser auf DC 60 V zu reduzieren. Sinkt die Spannung auf unter DC 60 V, ist sie in der Regel nicht mehr berührungsgefährlich. Allerdings ist auch dann die Lichtbogeneinwirkung gegeben.

Die Spannungsreduzierung der Anlage muss für die Zeit der Arbeiten sicher aufrechterhalten werden können. Aufgrund der Störlichtbogengefahr sollen elektrische Verbindungsstellen von Modulen bzw. Strings nicht unter Last getrennt werden. Die Stromfreiheit kann mit Strommesszangen oder mit fest eingebauten Messgeräten bzw. Meldeleuchten festgestellt werden.

Arbeiten unter Spannung

Bestimmte Arbeiten unter Spannung an PV-Anlagen erfordern besondere technische und organisatorische Maßnahmen. Dies ist dann der Fall, wenn eine erhöhte Lichtbogengefahr besteht, Isolationsfehler vorliegen, Teilstromkreise überbrückt werden müssen oder unisolierte AC-Niederspannungsfreileitungen abgedeckt werden. Auch das Auswechseln von Zählern, Schalt- und Steuergeräten gehört in diese Kategorie. Die besonderen Maßnahmen sind in den DGUV Regeln 103-011 und 103-012 sowie VDE 0105-100 beschrieben. Dazu gehört, dass für Arbeiten unter Spannung ein geeignetes Arbeitsverfahren bestimmt werden muss. Bei PV-Anlagen wird das Arbeitsverfahren „Arbeiten mit Isolierhandschuhen“ empfohlen, z. B. beim Heranführen von Spannungsprüfern, Mess- und Justiereinrichtungen bei gefährlicher Spannung und unzureichendem Berührungsschutz der aktiven Teile.

Gefahren bei Materialtransporten

Der Materialtransport zur Dachfläche ist mit geeigneten Einrichtungen und Hilfsmitteln durchzuführen. Bei manuellem Transport sind geeignete Verkehrswege einzurichten. Leitern sollten aufgrund der Verletzungsgefahr vermieden werden. Besser geeignet sind Arbeitsgerüste. Werden dennoch Leitern genutzt, sind nach DGUV Vorschriften 38 und 39 bis zu 10 kg und Windangriffsflächen bis zu 1 m² für den Transport von Material zugelassen. In den meisten Fällen verfügen PV-Module über mehr als 1 m² Windangriffsfläche und dürfen deshalb nicht über Leitern transportiert werden. Zu empfehlen sind Transportmittel wie Baustellen- und Lastenaufzüge sowie Krane. Hubarbeitsbühnen sind nur eingeschränkt auf der Basis einer eigenen Gefährdungsbeurteilung und Angaben des Herstellers für den Materialtransport verwendbar. ■



PRAXISTIPP

Arbeiten unter Spannung, die keiner besonderen Schutzmaßnahmen bedürfen, sind Tätigkeiten, bei denen eine Spannung zwischen aktiven Teilen und Erde höchstens AC 50 V oder DC 120 V ist (SELV oder PELV). Ebenfalls keine besonderen Schutzmaßnahmen sind beim Heranführen von Prüf-, Mess- und Justiereinrichtungen bei Nennspannungen bis 1500 V DC nötig.

BIOGASANLAGEN

Gefahren in Biogasanlagen

In Biogasanlagen gibt es zwei Gefährdungsschwerpunkte: der Umgang mit unterschiedlichen Materialien, die biologische Arbeitsstoffe enthalten können und das Rohbiogas. Dieses kann bei Arbeiten an den Gasleitungen gefährlich werden.

Gefährlich sind in Biogasanlagen insbesondere die biologischen Arbeitsstoffe. So können Beschäftigte in Kontakt mit Gärsubstraten kommen (z. B. Gülle, Silage mit Schimmel) oder mit Gärresten und Rohbiogaskondensaten. Entstehende Gefährdungen müssen beurteilt werden. Die Gefahr geht von Mikroorganismen, Zellkulturen und Parasiten aus, die Infektionen und Krankheiten auslösen oder sensibilisierend und toxisch wirken können.



PRAXISTIPP

Sofern Brandgefahr besteht, sind Maßnahmen zur Brandbekämpfung vorzubereiten. Diese sind am Personenschutz auszurichten und geeignete Brandbekämpfungsmittel (z. B. PG 12-Feuerlöscher) sind bereitzustellen.

Besondere Gefährdungssituationen

Biogasanlagen steuern die Biogaserzeugung in einem fast geschlossenen System. Im Regelbetrieb sind die Beschäftigten keinen biologischen Arbeitsstoffen ausgesetzt. In der Gefährdungsbeurteilung geht es deshalb vor allem um besondere Gefährdungssituationen, in denen die Beschäftigten zu schützen sind:

- Entleerung von Anlieferungsfahrzeugen,
- Instandhaltungsarbeiten,
- Reinigungsarbeiten (Verschmutzungen, Arbeitsmittel, PSA),
- Molchen von Leitungen,
- Probenahmen.

In diesen Gefährdungssituationen können biologische Arbeitsstoffe über drei Wege von den Beschäftigten aufgenommen werden:

- Einatmung (Aerosole)
- Aufnahme über Magen-Darmtrakt (Stäube und Flüssigkeiten werden über Lebensmittel aufgenommen, die mit verunreinigten Händen berührt wurden),
- Aufnahme über die Haut (unbedeckte Schürf- und Schnittwunden, andere Hautschäden).

Mögliche Schutzmaßnahmen

Entsprechend den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung sind Schutzmaßnahmen zu planen und umzusetzen. Dazu gehören:

- Für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen wird eine Betriebsanweisung erstellt.
- Beschäftigte erhalten eine Angebotsvorsorgeuntersuchung für biologische Arbeitsstoffe sowie für eine Tetanusimpfung.
- Beschäftigte werden umfangreich unterwiesen.
- PSA wird zur Verfügung gestellt und die Arbeitskleidung in ausreichenden Intervallen gereinigt.
- Arbeitsmittel und Arbeitsplätze sowie Sozialräume werden regelmäßig gereinigt.
- Die Beschäftigten haben Gelegenheit, sich zu



© Panthermedia – A. Forkel

waschen und ihre Privatkleidung getrennt von Arbeitskleidung und PSA aufzubewahren.

Die Maßnahmen regelt die Biostoffverordnung. Ebenso ist die TRBA 230 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der Land- und Forstwirtschaft und bei vergleichbaren Tätigkeiten“ sowie die TRBA 500 „Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“ zu beachten. Werden in eine Biogasanlage Abfälle eingebracht, gilt auch die TRBA 214 „Abfallbehandlungsanlagen“.

Gefährdungen durch Rohbiogas

Gefahren für die Gesundheit gehen auch vom gewonnenen Rohbiogas aus. Dieses besteht aus Methan, Kohlendioxid und Spurengasen, wobei die Zusammensetzung schwankt, je nach den in die Biogasanlage eingebrachten Substanzen. Auch kann sich die Zusammensetzung des Rohbiogases je nach Arbeitsverfahren (z. B. unterschiedliche Temperaturen, Durchmischungen und pH-Werte) verändern. Wichtig für die Gefährdungsbeurteilung: Gesundheitsschädliche Wirkungen gehen nicht nur vom Rohbiogas aus, sondern auch von ggf. verwendeten Hilfsstoffen.

- **Methan (CH₄)** ist leichter als Luft, geruchlos und hochentzündlich und kann in Verbindung mit Luft eine explosionsfähige Atmosphäre bilden. Liegt die Konzentration im explosionsfähigen Bereich (zwischen 4,4 Vol.-% und 16,5 Vol.-%), können mechanische Funken oder elektrische Einschaltfunken eine Explosion auslösen. Zusätzlich droht bei höheren Konzentrationen Erstickungsgefahr durch die Verdrängung von Sauerstoff.
- **Kohlendioxid (CO₂)** ist geruchlos und schwerer als Luft. Bereits bei 1 Vol.-% können z. B. Schleimhautreizungen und Atembeschwerden

auftreten. Bei weiter steigenden Konzentrationen kann es zu Kopfschmerz, Schwindel, beschleunigtem Herzschlag, Anstieg des Blutdrucks, Atemnot und Bewusstlosigkeit kommen. Erreicht die Konzentration 8 Vol.-% oder mehr tritt der Tod innerhalb einer Stunde ein. Ebenso droht Erstickung durch Sauerstoffverdrängung. Der Arbeitsplatzgrenzwert liegt bei 9.100 mg/m³ bzw. 5.000 ml/m³ (ppm).

- **Schwefelwasserstoff (H₂S)** ist schwerer als Luft und riecht nach faulen Eiern. Der Geruch wird nur bei geringen Konzentrationen wahrgenommen, da die Geruchsrezeptoren ab etwa 100 ppm betäubt sind. Eine unkontrollierte Freisetzung führt fast immer zur Überschreitung des Schwefelwasserstoff-AGWs von 7,1 mg/m³ bzw. 5 ml/m³ (7,1/5 ppm). Erste Reizungen des Atemtraktes treten ab ca. 50 ppm auf. Ab 250 ppm ist mit schweren Lungenschäden zu rechnen. Eine Konzentration von 500 ppm kann Bewusstlosigkeit und Tod durch Vergiftung bedeuten.
- **Ammoniak (NH₃)** ist leichter als Luft und riecht auch in sehr verdünnter Form stechend. Dabei wird der Anteil von Ammoniak am Rohbiogas durch den pH-Wert beeinflusst. Insbesondere bei der Vergärung von Substraten mit viel Stickstoff (z. B. Reststoffe aus der Kartoffelverarbeitung, tierische Nebenprodukte) und einem pH-Wert von mehr als 8 kann der AGW von 14 mg/m³ bzw. 20 ml/m³ (ppm) überschritten werden. Über die Atmung aufgenommen entsteht eine stark ätzende Wirkung auf die Schleimhäute. Ebenso können die Augen stark gereizt werden. Dagegen besteht eine geringe Explosions- und Vergiftungsgefahr.

Ebenso können im Biorohgas biologische Arbeitsstoffe in Form von Bakterien, Viren, Pilzen und Endotoxinen vorhanden sein.

Anforderungen an Personal und Aufsicht

Arbeiten an Rohbiogasleitungen dürfen nur von geeignetem Personal durchgeführt werden. Dazu gehören die körperliche Eignung und eine fachliche Ausbildung sowie entweder einschlägige Berufserfahrung oder eine „zeitnahe fachliche Tätigkeit“ und Kenntnis der sicherheitsrelevanten Vorschriften. Eine Unterweisung muss mindestens einmal jährlich erfolgen. Arbeiten mit Gesundheits-, Brand- oder Explosionsgefahr sind unter Aufsicht einer zuverlässigen, mit den Arbeiten und auftretenden Gefährdungen und Schutzmaßnahmen vertrauten Person durchzuführen. Diese Person ist auf der Baustelle anwesend, weisungsbefugt und führt vorrangig die Kontroll- und Aufsichtsfunktion durch. Die Aufsicht ist schriftlich zu übertragen. Bei Neuverlegungen von Gasleitungen kann eine Aufsicht entfallen.

Sicherheit bei Arbeitsunterbrechungen

Vor allem bei längeren Gasleitungen muss man nach dem Absperrn des Gaszustroms mit Restgasen rechnen, die in den Arbeitsbereich gelangen

können. Diese Gefahr kann durch das Setzen einer zusätzlichen provisorischen Absperrvorrichtung, abschnittsweises Freispülen oder mit einem explosionsgeschützten Absauggebläse reduziert werden. Grundsätzlich ist der Zeitraum, in dem die Gasleitung offensteht zu minimieren (z. B. durch Presskolben). Wird die Arbeitsstelle verlassen oder gibt es aus anderen Gründen längere Arbeitsunterbrechungen, ist die Trennstelle gasdicht zu verschließen. Nicht in Betrieb befindliche Absperrarmaturen gelten dabei nicht als gasdichte Verschlüsse; geeignet sind vielmehr kraftschlüssig gesicherte Verbindungen wie Blindflanschen, Steckscheiben oder Gewindestopfen.

Gefährdete Bereiche ausweisen

Die Aufsicht legt – ggf. mit Messgeräten – den gefährdeten Bereich fest, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphären und Brandgefahr auftreten und gesundheitsgefährdende Stoffe austreten können. Der gefährdete Bereich ist für die Dauer der Arbeiten abzusperren. Entladungsfunken oder das Aufleiten von Personen ist z. B. durch ableitfähiges Schuhwerk zu vermeiden (siehe auch DGUV Regel 100-500). Wenn die Arbeiten abgeschlossen sind, muss die Dichtheit geprüft werden. Nach DIN EN 14291 sind dazu u. a. schaubildende Benetzungsmittel sowie Gaskonzentrationsmessgeräte geeignet. Offene Flammen dürfen nicht zur Dichtheitsprüfung oder Lecksuche verwendet werden.

Persönliche Schutzausrüstung

Beim Entlüften und bei Arbeiten an Rohbiogasleitungen (z. B. Anbohren, Trennen, Sperren) sind körperbedeckende Schutzkleidung und PSA zu tragen. Diese muss auch vor Verbrennungen (z. B. bei Verpuffung) schützen. Ebenso sind die Beschäftigten vor der Exposition mit Kondensaten oder Verunreinigungen biologischer Arbeitsstoffe zu schützen. Da die Aufnahme vorwiegend über die Haut (Schnittverletzungen, vorgeschädigte Haut) erfolgt, sind Schutzhandschuhe Pflicht. Treten größere Kondensatmengen aus, können Gummischürzen und -stiefel erforderlich sein. Weiterhin können Schutzbrille und Atemschutz (Halbmaske FFP2) erforderlich sein.

Erste Hilfe und Rettung

Viele Arbeiten an Rohbiogasleitungen werden in Schächten, hoch gelegenen, schwer zugänglichen Arbeitsplätzen und/oder in engen Räumen durchgeführt. Ein auf die betrieblichen Verhältnisse zugeschnittenes Rettungskonzept inklusive Fluchtwege und Rettungskette ist zu erstellen. Für die Dauer der Arbeitsausführung sind ggf. notwendige Rettungsgeräte, Rettungstransportmittel und andere Spezialausrüstung bereitzuhalten. Die Beschäftigten sind im Rettungskonzept und in der Handhabung der Spezialausrüstung zu unterweisen. ■



PRAXISTIPP

Wichtige Vorschriften und Regeln finden sich in der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), ASR A1.3 Sicherheits- und Gesundheits-schutzkennzeichnung sowie ASR A2.3 Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan.



INTERNET-TIPP

Weitere Informationen gibt die DGUV Information 203-081 „Arbeiten an Rohbiogasleitungen“, <https://t.ly/kyGff>. Zu beachten ist auch TRGS 529 „Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas“ <https://t.ly/7fiR>.

Sicherer Umgang mit LI-Akkus

Bei LI-Akkus liegen die Gefahren im Bereich der Ladevorgänge sowie der Wartung von Ladestationen. Besonders wichtig: Brand- und Explosionsschutz.

Schutz vor Körperdurchströmung

Montagearbeiten nur an spannungsfreien bzw. spannungsreduzierten Batterieanlagen durchführen. Dabei die isolierten Polabdeckungen nutzen und unter Spannung stehende Teile z. B. mit isolierenden Abdecktüchern abdecken. Bei Spannungswerten über 120 V DC PSA in Form von Isolierhandschuhen nutzen. Nehmen Sie in die Betriebsanweisung ein Trageverbot für Schmuck auf.



PRAXISTIPP

Schwerere LI-Akkus z. B. von Flurförderzeugen sollten aufgrund ihres Gewichts nur zu zweit getragen werden. Beschäftigte sollten dabei Sicherheitsschuhe tragen, um Verletzungen beim Herunterfallen zu verhindern.

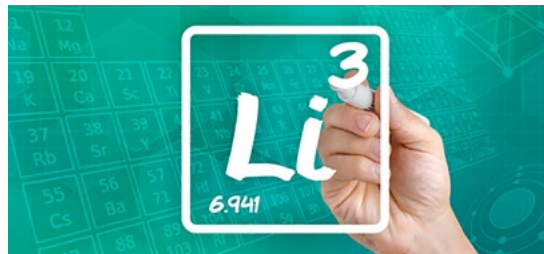
Gefährliche Lichtbögen verhindern

Bereits bei Spannungen von 15 bis 50 V DC können gefährliche Lichtbögen ähnlich wie Schweißlichtbögen entstehen. Bei Spannungen über 50 V DC können zusätzlich hohe thermische Energien auftreten. Beschäftigte sind je nach Gefährdungsbeurteilung gemäß DGUV Informationen 203-077 mit PSA gegen Störlichtbögen auszustatten (z. B. Schutzhandschuhe, -kleidung, -brillen).

Brandsicherheit gewährleisten

Ein Lithium-Ionen-Akkubrand kann verschiedene Ursachen haben. So können bei der Herstellung bzw. der Konfiguration Zellen beschädigt worden sein und beim Betrieb einen Brand auslösen. Weitere Gefahren gehen von einer unsachgemäßen und ungeschützten Lagerung (Kälte, direkte Sonneneinstrahlung) oder von Transporten und Montagearbeiten (mechanische Stöße) aus. Weitere auslösende Ereignisse sind die Entsorgung, die Aufladung und der Gebrauch der Lithium-Ionen-Akkus. Brand, freiwerdende Gefahrstoffe, Elektrizität sowie Hitze- und Flammenwirkung stellen Gefahren dar. Diese lassen sich minimieren:

- Keine LI-Akkus von unbekanntem Hersteller.
- Nur Ladegeräte, die vom Hersteller zugelassen sind, nutzen. Ladevorgänge sind nur unter Aufsicht und nicht in der Nähe von Brandlasten durchzuführen.



© Panthermedia – Zerbor

- LI-Akkus vor mechanischen Stößen und Beschädigungen schützen und nicht kurzschließen.
- Werden LI-Akkus gemeinsam gelagert und ist ein gegenseitiger Kurzschluss nicht auszuschließen, sind die Pole zu isolieren.

Gestörte, beschädigte LI-Akkus ohne Brandlasten lagern und zeitnah entsorgen.

„Thermisches Durchgehen“

LI-Akkus zeichnen sich durch hohe Energiedichten und hochentzündliche Elektrolyte auf engem Raum aus. Gefahren entstehen, wenn es zu einer unkontrollierten Freisetzung der Energie kommt. Häufig verdampft zunächst die Elektrolyseflüssigkeit und der Druck steigt an. Werden die entstehenden Gase frei, bilden sie mit der Luft ein zündfähiges Gemisch, das sich an der Außenseite des Akkus entzünden kann. Der LI-Akku brennt explosionsartig ab.

Gefahren durch freigesetzte Elektrolyte

LI-Akkus können giftige, krebserzeugende Metalle und Metalloxide enthalten (z. B. Blei/Bleioxid, Cadmium). Sind Zellen geöffnet oder beschädigt, kann Hautkontakt oder Einatmen gesundheitsschädlich sein. Beschäftigte sollen den Hautkontakt minimieren und Hygieneschutzmaßnahmen beachten und je nach Gefährdungsbeurteilung PSA tragen. Bei Ladevorgängen müssen die Anzeigen beachtet werden, um Überladung zu vermeiden. ■

IMPRESSUM

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
Römerstraße 4, 86438 Kissing
Tel.: 08233 23-4000, Fax: 08233 23-7400
E-Mail: service@weka.de
Internet: www.weka.de

Persönlich haftende Gesellschafterin:

WEKA MEDIA Beteiligungs-GmbH, Sitz in Kissing
Vertretungsberechtigte Geschäftsführer:

Stephan Behrens, Michael Bruns,
Jochen Hortschansky, Kurt Skupin

Chefredakteur:

Diplom-Volkswirt Martin Buttenmüller, München (V.i.S.d.P.)

Objektleitung: Kristina Wanner

Druck: Printed in Germany

Satz: Streifenschnitt, Andreas Pietsch

Erscheinungsweise: monatlich

Alle Angaben im „Arbeitsschutz Profi-Aktuell“ wurden mit äußerster Sorgfalt ermittelt und überprüft. Sie basieren jedoch auf der Richtigkeit uns erteilter Auskünfte und unterliegen Veränderungen. Eine Gewähr kann deshalb nicht übernommen werden, auch nicht für telefonisch erteilte Auskünfte. Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Einwilligung des Herausgebers.

ISSN: 1862-8931