

Vestas Corporate – Handbuch zum Arbeitsschutz

Kapitel 11 – Regeln für Elektroarbeiten

Dokumenthistorie

Version snr.	Datum	Änderungsbeschreibung	Technische Prüfung
00	2007-04-16	Erstausgabe.	
01	2009-03-20	1000 V statt 1000v, 1500 V statt 1500v und 600 V statt 600v eingefügt. Original in 'Verwendung zugelassener Gummihandschuhe' geändert. Minimum Klasse 0' in Abschnitt 2.6. Inhalt in Abschnitt 2.6 hinzugefügt. Abbildungstitel zu den Abbildungen in Kapitel 2.6 hinzugefügt. Neues Layout.	PCESP PERHM
02	2011-10-21	Verschiedene Abschnitte und Layout von Informationen aktualisiert.	LAOD

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungen und technische Begriffe.....	2
2	Regeln für elektrische Arbeiten	3
2.1	Stromunfälle.....	3
2.2	Sicherheitsmaßnahmen	3
3	Arbeiten bei abgeschalteten Geräten (spannungsfreien Stromkreisen).....	5
3.1	Sicherheitstest und Abschirmungen.....	5
3.2	Erdung und Barrieren.....	5
4	Lockout-Tagout (LOTO).....	6
5	Sicherheitsmaßnahmen für Arbeiten mit Mittelspannung	6
6	Arbeiten bei eingeschalteten Geräten (spannungsführenden Stromkreisen)	7
7	Persönliche Schutzausrüstung.....	8
7.1	Verwendung von PSA und Werkzeugen	8
7.2	Beispiele für Sicherheitsmarkierungen und Geräte	9
8	Lokale Anforderungen.....	10

1 Abkürzungen und technische Begriffe

Abkürzung	Vollständige Form/Erklärung
HV	Mittelspannung
LOTO	Lockout-Tagout (LOTO)
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
RA	Risikoanalyse
RCD	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung
SWI	Service Work Instruction (Anweisung für Wartungsarbeiten)

Tabelle 1-1: Abkürzungen

Begriff	Erklärung
Spannungsloser Stromkreis und/oder System	Ein spannungsfreier/deaktivierter Stromkreis oder ein Gerät, an dem kein Strom oder Spannung anliegt und auf das das LOTO-Verfahren angewendet ist, sodass ein Monteur sicher Wartungsarbeiten an dem Gerät durchführen kann.
Erdung	Normalerweise ein Referenzpunkt in einem Stromkreis, für den andere Spannungen gemessen werden. Es kann sich auch um eine gemeinsame Rückleitung für elektrischen Strom oder eine direkte physische Verbindung zur Erde handeln (daher er begriff Erdung).
Mittelspannung	Ein hohes Spannungsniveau in Stromkreisen und/oder Systemen, das es erfordert, dass Monteure Sicherheitsmaßnahmen befolgen und bei der Wartung isolierte Handschuhe, Kleidung und Werkzeuge verwenden. Mittelspannung ist alles über 1000 Volt Wechselstrom oder 1500 Volt Gleichstrom. In den USA ist alles über 600 V als Mittelspannung definiert.
Spannungsführender Stromkreis und/oder System	Ein unter Spannung stehendes Gerät und/oder Komponente mit einer Spannung (Elektrizität), die zu Verletzungen führen kann.
Lockout-Tagout (LOTO)	Die Verwendung einer Folge von physischen Schlössern und Warningschildern soll sicherstellen, dass ein elektrisches oder mechanisches Gerät nicht zugänglich ist bzw. mit Strom versorgt werden kann.
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	Ein elektrisches Gerät, das einen Stromkreis und/oder System trennt, wenn der Strom nicht zwischen den spannungsgeladenen Leitern und dem neutralen Leiter ausgeglichen ist.

Tabelle 1-2: Erklärung von Begriffen.

2 Regeln für elektrische Arbeiten

Elektrizität kann töten. Auch nicht-tödliche Stromschläge können ernste und bleibende Verletzungen hervorrufen. Die Sicherheitsmaßnahmen sind immer zu befolgen, wenn Monteure an einem elektrischen Stromkreis/System arbeiten.

2.1 Stromunfälle

Die meisten Stromunfälle entstehen aus folgenden Gründen:

- Geräte, die man für spannungsfrei/abgeschaltet hielt, sind spannungsgeladen/eingeschaltet.
- Es wurde nicht mit einem Multimeter auf vorliegende Spannung/Strom überprüft, ob das Gerät stromfrei/abgeschaltet ist.
- Es war bekannt, dass das Gerät unter Strom stand/eingeschaltet war, das für die Arbeiten zuständige Personal hatte jedoch keine ausreichende Schulung, unzureichende Ausrüstung oder hat die korrekten Vorkehrungen nicht beachtet.

2.2 Sicherheitsmaßnahmen

Bei der Durchführung elektrischer Arbeiten sind folgende Vorkehrungen und Gegenmaßnahmen zu beachten, die in Tabelle 2-1, S. 5 aufgelistet sind.

Arbeitsanforderung	Vorkehrung/Gegenmaßnahme
Mittelspannung	Nicht ohne eine von einer kompetenten Person erstellte und ausgegebene Instruktion Abdeckungen von Mittelspannungsgeräten entfernen oder verschlossene Türen zu solchen öffnen.
	Nur geschultes und qualifiziertes Personal darf Tätigkeiten/Arbeiten an elektrischen Mittelspannungsgeräten ausführen.
	Der Zutritt zu elektrischen Geräten muss strengstens kontrolliert werden.
	Eine Risikobeurteilung muss abgeschlossen werden, bevor Arbeiten an elektrischen Geräten/Systemen durchgeführt werden. Hinweis: In der Risikobeurteilung muss angegeben werden, wie die Arbeiten sicher und ohne Risiko für das Personal durchgeführt werden können.
	Bei Arbeiten an Mittelspannungsgeräten/-systemen immer geeignete PSA tragen.
	Wenn zwei oder mehrere Arbeiten an elektrischen Geräten und/oder Systemen in einer Windenergieanlage gleichzeitig durchgeführt werden müssen, sind zwischen dem Arbeitspersonal formelle Absprachen zur Arbeitssicherheit (arbeiten in unmittelbarer Nähe, Kommunikation durch Rufe und/oder Funk) zu treffen, bevor mit der Arbeit begonnen

Arbeitsanforderung	Vorkehrung/Gegenmaßnahme
	werden kann.
	Feststellen, welcher Stromkreis, welches Gerät oder System gewartet werden soll. Hinweis: Die Durchführung der Arbeiten an spannungsfreien/abgeschalteten Geräten ist der normale Standard und sehr zu empfehlen. Nur in Ausnahmefällen sollte die Arbeit an spannungsgeladenen/eingeschalteten Geräten durchgeführt werden.
	Keine Signale oder vereinbarten Zeitintervalle verwenden, um den Strom ein- oder auszuschalten.
LOTO	Das LOTO-System zum 'Freischalten' verwenden, das Sicherungen gegen Wiedereinschalten mit eigenen Schlüsseln verwendet, um unbeabsichtigtes Wiedereinschalten zu vermeiden.
	Die LOTO-Schlüssel immer an einem sicheren und nur für die mit der Arbeit beauftragte Person zugänglichen Ort aufbewahren.
Dokumentation	Alle Sicherheitsvorkehrungen schriftlich festhalten; zur Vermeidung von Missverständnissen mit einer Dokumentation, die formelle schriftliche Angaben zu Isolation und Erdung enthält, falls erforderlich. Hinweis: Die Erlaubnis zum Beginn der Arbeit wird erst nach Erhalt des Dokuments mit den Details zu Isolation und Erdung gegeben.
	Die Arbeit an elektrischen Geräten/Systemen ist entsprechend der Komplexität zu planen. Wenn die Arbeiten komplex sind, muss die Vorbereitung durch alle einschlägigen schriftlichen Materialien unterstützt werden.
Inspektionen	Alle elektrisch betriebenen Geräte, fest eingebaut oder tragbar, müssen regelmäßig entsprechend den lokalen und Vestas-Standards geprüft und gewartet werden, wie von den Herstellern empfohlen.
	Netzanschlüsse oder Verlängerungskabel müssen vor Gebrauch auf Abnutzung und Beschädigungen überprüft werden.
	Defekte oder abgenutzte Netzanschlüsse oder Verlängerungskabel dürfen nicht verwendet werden.
	Verlängerungskabel dürfen nicht mit Schlamm oder Wasser in Berührung kommen und müssen vor Fußgänger- und Fahrzeugverkehr geschützt werden.
Werkzeuge	Wenn elektrisch angetriebene Werkzeuge verwendet werden, ist die Stromversorgung auf die für die Durchführung der Arbeit mindest erforderliche Spannung zu beschränken.
	Batteriebetriebene Geräte sind am sichersten zu verwenden. es ist auch möglich, Geräte zu verwenden, die für den Betrieb

Arbeitsanforderung	Vorkehrung/Gegenmaßnahme
	mit einer 110 V-Mittenanzapfung ausgelegt sind.
	Wenn Geräte verwendet werden, die bei höheren Spannungen (220/240 V) betreiben werden, kann ein RCD (FI-Schutzschalter) zusätzliche Sicherheit bieten.
	Für elektrisch betriebene Geräte nur konventionelle Steckdosen verwenden.

Tabelle 2-1: Vorkehrungen und Gegenmaßnahmen bei elektrischen Arbeiten.

3 Arbeiten bei abgeschalteten Geräten (spannungsfreien Stromkreisen)

Das Gerät/der Stromkreis, an dem die Arbeiten ausgeführt werden sollen, muss von allen Stromversorgungsquellen getrennt werden. Die Isolierung mithilfe des LOTO-Verfahrens sicherstellen.

Der Stromkreis muss solange als spannungsführend angesehen werden, bis er erwiesenermaßen spannungslos ist. Monteure müssen für die Arbeit geeignete PSA verwenden, bis der Stromkreis erwiesenermaßen spannungslos ist.

3.1 Sicherheitstest und Abschirmungen

Die Methode 'Testen – Prüfen – Testen' sollte bei Arbeiten mit elektrischen Geräten/Systemen immer angewendet werden. Immer eine zugelassene Testausrüstung für elektrische Sicherheit (Multimeter) verwenden. Immer das Gerät/System überprüfen, bevor und nachdem die Spannung vom Gerät getrennt wurde, um festzustellen, ob das Gerät abgeschaltet/spannungsfrei ist.

HINWEIS

In einem Dreiphasensystem oder bei Geräten mit mehr als einem Stromanschluss sicherstellen, dass alle Leitungen spannungsfrei/abgeschaltet sind.

Abschirmungen dürfen erst entfernt werden, wenn die abgeschirmten Komponenten erwiesenermaßen spannungsfrei/abgeschaltet sind. Wenn das Standardverfahren nicht durchführbar ist, muss eine Risikobeurteilung bereitgestellt werden, in der alle Ausnahmeverkehrungen aufgeführt sind.

3.2 Erdung und Barrieren

Um das Risiko für das Personal weiter zu reduzieren, empfiehlt es sich, alle Leiter mithilfe eines geeigneten Erdungsgeräts oder einer Erdungsleitung zu erden. Dies ist wichtig bei Mittelspannungsgeräten und allen Geräten mit gespeicherter Energie (d. h. Kondensatoren).

Die Anwendung von Erdungsvorrichtungen oder -leitungen kann unpraktikabel sein, wenn Folgendes zutrifft:

- Das Gerät/System ist auf Niederspannung eingestellt.
- Es besteht das Risiko eines Kurzschlusses mit benachbarten spannungsführenden/eingeschalteten Teilen.

Wenn ein Gerät/System spannungsfrei/abgeschaltet ist, kann dennoch ein Schutz vor zufälligem Kontakt mit nahegelegenen spannungsführenden/eingeschalteten Teilen und Stromkreisen erforderlich sein. Physische Barrieren und/oder temporär isolierendes Material verwenden, um spannungsführende/eingeschaltete Geräte zu isolieren.

4 Lockout-Tagout (LOTO)

Diese Anleitung stellt die Mindestanforderungen für LOTO zum Isolieren von Geräten dar, wenn Arbeiten an elektrischen Geräten/Systemen durchgeführt werden.

Das LOTO-Verfahren stellt sicher, dass das Gerät 'ausgeschaltet', von allen potenziellen Stromquellen isoliert und gegen Wiedereinschalten gesichert ist, bevor Monteure Service- oder Wartungsarbeiten durchführen. Dadurch wird das Gerät gegen ungeplantes Wiedereinschalten oder Starten gesichert.

Jeder Mitarbeiter muss beim LOTO-Verfahren die festgelegten Standards für sichere Elektroarbeiten befolgen. Nur qualifizierte Monteure dürfen das LOTO-Verfahren durchführen.

HINWEIS

Wenn ein Monteur mit Service- oder Wartungsarbeiten an einem Gerät beginnt und feststellt, dass das Gerät oder Teile davon gesperrt und gegen Wiedereinschalten gesichert sind, dürfen Mitarbeiter **NICHT** beginnen, mit dem Gerät zu arbeiten, es unter Spannung zu setzen oder zu benutzen.

5 Sicherheitsmaßnahmen für Arbeiten mit Mittelspannung

HINWEIS

In diesem Handbuch ist alles über 1000 Volt Wechselstrom oder 1500 Volt Gleichstrom als Mittelspannung definiert. In den USA ist alles über 600 V als Mittelspannung definiert.

Mittelspannung kann einen Luftspalt überspringen, daher muss man ein spannungsführendes Element (angeschaltete Teile) nicht einmal berühren, um einen Stromschlag oder Verbrennungen zu erleiden.

Jeder Mitarbeiter muss bei der Arbeit mit Mittelspannungsgeräten Folgendes kennen und befolgen:

- Alle Bestimmungen in Abschnitt 2 Regeln für elektrische Arbeiten, S. 3 befolgen.
- Das LOTO-Verfahren befolgen.

- Bedienern/Service Monteuren ist der Zugang hinter die Abdeckungen/Türen erst gestattet, wenn die Mittelspannungsversorgung getrennt, verriegelt und sichtbar geerdet ist.
- Nur spezifisch geschultes und qualifiziertes Personal darf Tätigkeiten/Arbeiten an elektrischen Mittelspannungsgeräten/-systemen ausführen. Die Sicherheitsvorkehrungen sind immer zu befolgen. Mitarbeiter, die Arbeiten an Mittelspannungsgeräten/-systemen ausführen, müssen eine schriftliche Genehmigung einholen, bevor die Arbeit beginnt.
- Arbeiten an Mittelspannungsanlagen/-systemen müssen gemäß den Richtlinien des jeweiligen Landes und den von Vestas anerkannten Sicherheitsvorschriften für die Arbeit an Mittelspannungsanlagen ausgeführt werden.
- Die Erdung von stromführenden Teilen zwischen der Arbeitsstelle und der Trennstelle ist von großer Bedeutung. Es kann zusätzliche Erdung erforderlich sein, wenn Erdungspunkte nicht direkt an/in der Nähe der aktuellen Arbeitsstelle sichtbar sind.
- Nur geschultes und qualifiziertes Personal darf Tätigkeiten/Arbeiten an elektrischen Mittelspannungsgeräten ausführen.
- Bei Arbeiten an Mittelspannungsgeräten/-systemen ist immer die geeignete PSA zu tragen.
- Elektrische Anlagen/Systeme müssen von geschultem und spezifisch qualifiziertem Personal isoliert werden.
- Es ist immer durch eine zugelassene Testausrüstung zu überprüfen, dass das elektrische Gerät/System, an dem gearbeitet wird, spannungsfrei/abgeschaltet ist.
- Die zugelassene Testausrüstung muss getestet werden, bevor und nachdem ein Stromkreis getestet (als spannungsführend oder spannungsfrei verifiziert) wurde.
- Die Testausrüstung muss gegen Kontaktspannung gesichert sein und verhindern, dass ein Körperteil des Monteurs sich innerhalb des Sicherheitsabstands vom Testgerät und dem Gerät/System befindet, an dem Arbeiten ausgeführt werden.
- Die Trennstelle muss verriegelt sein, und der mit der Arbeit beauftragte Mitarbeiter muss den Schlüssel an einem sicheren Ort verwahren.
- Die Erdung muss zwischen der Arbeitsstelle und der Trennstelle angebracht werden.
- Ein Sicherheitsdokument muss erstellt und freigegeben werden, in dem genau aufgeführt wird, was gesichert wurde, wie dies erreicht wurde und welche Arbeiten auszuführen sind. Niemand darf Arbeiten ausführen, die nicht in dem Sicherheitsdokument aufgeführt sind.

6 Arbeiten bei eingeschalteten Geräten (spannungsführenden Stromkreisen)

Das Arbeiten bei eingeschalteten Geräten sollte nicht als Norm/Regel gelten. Das Arbeiten bei eingeschalteten Geräten muss ausschließlich auf diagnostische Tests beschränkt bleiben. Obwohl diagnostische Tests an spannungsführenden/eingeschalteten Geräten durchgeführt werden können, soll man NICHT folgern, dass die Reparatur nur an

spannungsführenden/eingeschalteten Geräten durchgeführt werden kann. Das LOTO-Verfahren ist immer einzuhalten.

Jeder Mitarbeiter muss bei der Arbeit mit spannungsführenden/eingeschalteten Geräten Folgendes kennen und befolgen:

- Nur spezifisch geschultes und qualifiziertes Personal darf Arbeiten an spannungsführenden/eingeschalteten Geräten/Systemen ausführen. Dieser Qualifikationsgrad muss schriftlich bestätigt sein.
- Vor Beginn der Arbeit sind metallische Gegenstände wie Armbanduhren, Ringe, Ketten usw. abzulegen.
- Alle Metallteile in der Nähe, die elektrisch mit der Erde oder Leitern mit einem anderem Potenzial als dem, mit dem gearbeitet wird, verbunden sind, müssen durch Schutzbarrieren oder Schilde aus isolierendem Material abgeschirmt sein, die stark genug sind, um eine versehentliche Verletzung des Personals zu verhindern.
- Nach Bedarf sind zugelassene isolierte Werkzeuge, Matten, Gummihandschuhe, Schutzbrillen und sonstige Schutzkleidung zu verwenden.
- Es müssen zugelassene Testinstrumente und Kontaktstifte verwendet werden.
- Bei Arbeiten an stromführenden/eingeschalteten Geräten müssen mindestens zwei Monteure anwesend sein. Der zweite Monteur muss darin geschult sein, Gefahren zu erkennen und wissen, wie die Stromversorgung abzuschalten ist und wie in einem Notfall zu helfen ist.

7 Persönliche Schutzausrüstung

Monteure müssen die zugelassene PSA und die zugelassenen isolierten Werkzeuge verwenden.

7.1 Verwendung von PSA und Werkzeugen

Es dürfen nur zugelassene Werkzeuge verwendet werden, die robust genug sind, physischer Beschädigung zu widerstehen. Die Werkzeuge müssen häufig geprüft werden und sind bei Beschädigung außer Gebrauch zu nehmen. Testinstrumente müssen über isolierte Kontaktstifte und Sicherungen mit hoher Trennungsstärke verfügen.

PSA wie isolierende Handschuhe, Kleidung und Matten sollten verwendet werden, um den Kontakt mit spannungsführenden/eingeschalteten Teilen zu vermindern.

Die anerkannten Standards und die nationale Gesetzgebung sind einzuhalten.

Mitarbeiter, die Arbeiten an elektrischer Ausrüstung durchführen, müssen die folgenden zugelassenen Elemente verwenden:

- Gummihandschuhe – mindestens Klasse 0
- Isolierende Matten
- Isoliertes Schuhwerk

- Isolierte Werkzeuge
- Testausrüstung und Prüfkabel
- Schutzbrille

7.2 Beispiele für Sicherheitsmarkierungen und Geräte

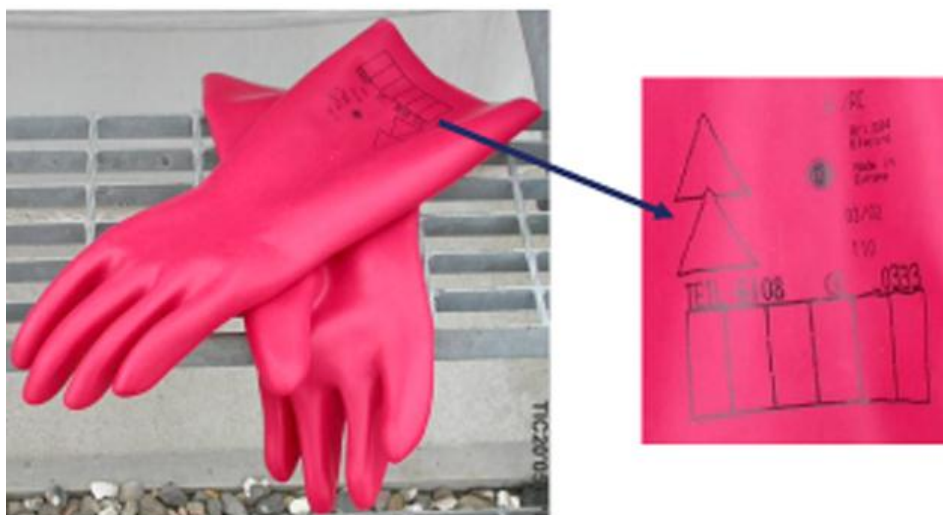


Abbildung 7-1: Schutzhandschuhe (mit Zulassungsaufdruck).

Zugelassene Ausrüstung muss mit zwei Dreiecken oder einer Glocke und dem Text '1000 V' gekennzeichnet sein. Vgl. Abbildung 7-1, S. 9 für ein Beispiel eines Schutzhandschuhs mit Zulassungsstempel.



Abbildung 7-2: Prüfausrüstung (Multimeter mit Kabeln).

Zugelassene Prüfausrüstungen und Messleitungen müssen mit 'cat. III 1000 V/cat IV 600 V' gekennzeichnet sein. Vgl. Abbildung 7-2, S. 9 für ein Beispiel eines Multimeters mit Kabel.



Abbildung 7-3: Satz isolierter Schraubendreher

Bei der Arbeit mit Mittelspannungsanlagen/-systemen sind isolierte Schraubendreher zu verwenden. Vgl. Abbildung 7-3, S. 10 für ein Beispiel mit isolierten Schraubendrehern. Nur die Spitzen der Schraubendreher sind nicht isoliert.



Abbildung 7-4: Isolierte Werkzeuge (Ratsche und Zubehör, Kneif- und Schneidzangen und Schlüssel/Spanner).

Bei der Arbeit mit Mittelspannungsanlagen/-systemen sind isolierte Werkzeuge zu verwenden. Vgl. Abbildung 7-4, S. 10 für ein Beispiel mit Ratsche und Zubehör, Kneif- und Schneidzangen und Schlüssel/Spanner.

8 Lokale Anforderungen

Weitere Informationen in den lokalen Anforderungen der BU (wenn verfügbar).