A photograph of an offshore wind farm with several white wind turbines on a blue sea under a clear sky. The foreground shows a close-up of a turbine's nacelle and part of a blade.

**Kühlen – Heizen – Entfeuchten  
Klimatisierte  
Pitch-Systeme für mehr  
Betriebssicherheit**

Elektronik reagiert empfindlich auf extreme und wechselnde Temperaturen. Dabei kann sich unliebsame Feuchte bilden, die zu Störungen und Ausfällen von elektrischen Systemen führt. Um dieser Problematik vorzubeugen, müssen Schaltschränke und Gehäuse klimatisiert werden.

ELMEKO hat Klimatisierungs- und Entfeuchtungssysteme entwickelt, die lageunabhängig – also auch in drehenden Rotornaben – sicher funktionieren.

Um den Wind unter allen Umständen effizient auszunutzen, können Windenergie-Anlagen ihre Rotorblätter pitchen, das heißt im Anstellwinkel zum Wind hin verstellen. Diese Blattwinkelverstellung ermöglicht auch die Leistungsbegrenzung bei zu hohen Windgeschwindigkeiten. Auch die Notabschaltung muss, selbst bei Netzausfall, sicher funktionieren. Pitch-Systeme sind daher eine der wichtigen WEA-Komponenten.

Kleinere Windenergieanlagen werden oft mit mechanischen Pitch-Systemen gebaut, die mit Federn und Gewichten arbeiten und über Fliehkräfte auf die Rotordrehzahl reagieren. Hydraulische Blattwinkel-Verstellungen befinden sich entweder im Maschinenhaus oder in der Nabe. Über eine Schubstange werden die Blätter verstellt. Elektrische Pitch-Systeme werden bei großen Windenergieanlagen (ab einer Nennleistung von 500 kW) verwendet.

### Elektro-Pitch-Systeme auf dem Vormarsch



Bei modernen Pitch-Systemen kommen in der Regel DC-Getriebemotoren zum Einsatz. Ein Akkusatz oder Hochleistungskondensatoren versorgen sie bei Netzausfall mit Energie. Alle Antriebskomponenten sowie die Energiespeicher sind innerhalb der Nabe installiert.

Die Entwickler moderner Pitch-Systeme stehen daher vor besonderen Herausforderungen, da die Steuerungssysteme in der Rotornabe extremen Bedingungen wie Rotation, Vibration und starke Sommer/Winter-Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Lange Lebensdauer, technische Verfügbarkeiten von nahezu 100%, Wartungsfreiheit, der Einsatz in verschiedenen Klimazonen sowie kompakte Bauweisen erfordern technische Lösungen.

### Kühl- und Heizsysteme halten Systeme zuverlässig auf Temperatur

Da Elektronik-Komponenten nur in einem begrenzten Temperaturbereich zuverlässig arbeiten (-20 °C bis +45°C) und Temperaturstress (stark wechselnde Temperaturen) zu sinkender Lebensdauer führt, müssen die Systemgehäuse klimatisiert werden.

Hitze führt zur Reduzierung der Lebensdauer und zu Totalausfall. Elektrogeräte erzeugen bei Betrieb Verlustwärme, die abgeführt werden muss. Im ungünstigen Fall kommt noch eine hohe Umgebungstemperatur hinzu, so dass eine aktive Kühlung erforderlich ist. Kälte und Temperaturschwankungen führen zu Feuchtebildung. Bei Anwendungen bei Tiefsttemperatur bis -40°C muss die Elektronik im Schaltschrank vor Inbetriebnahme aufgeheizt werden.

Feuchte tritt auch auf, wenn eine Absenkung der Temperatur stattfindet, z. B. bei Abkühlung in den Nachtstunden, bei Einsatz eines Kühlgerätes oder nach dem Abschalten der Anlage. Bei hoher Luftfeuchte beispielsweise von 90% kann Kondensation bereits auftreten, wenn die Temperatur um 2K absinkt, z. B. von +40°C auf +38°C. Erschwerend kommt hinzu, dass Schaltschränke mindestens eine Schutzart von IP 54 haben müssen, wenn möglich IP 65. Die Hauptanforderungen an Klimatisierungssysteme sind:

- kompakte Bauweise
- gute Regelbarkeit
- niedriger Energieverbrauch
- wartungsarmer Betrieb
- hohe Lebensdauer
- hohe Schutzart

Bei der Windenergie kommt noch hinzu, dass die Systeme in der rotierenden Rotornabe lageunabhängig arbeiten müssen, unter ständigen Vibrationen stehen sowie bei unterschiedlichen Beschleunigungs- und Bremswerten sicher funktionieren sollen.

### Lageunabhängig heizen

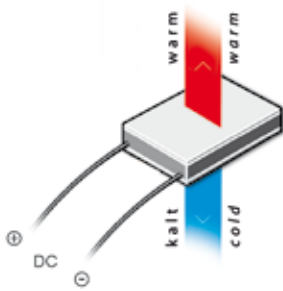


Zur ELMEKO-Heizungsgeneration SL 250-650 gehören vier Typen mit Heizleistungen von 250 bis 650 W bei +20°C. Sie sind so konzipiert, dass sie in das gleiche Kompaktgehäuse passen.

Bei den Heizungen ist der lageunabhängige Betrieb kein Problem, da sie auf wartungsfreien PTC-Heizelementen basieren. Die ELMEKO-SL-Heizungen schützen die im Schaltschrank eingebauten Komponenten vor zu niedrigen Temperaturen und vermeiden die Kondensatbildung im Schaltschrank durch große Temperaturschwankungen oder erhöhte Luftfeuchte.

Zur ELMEKO-Heizungsgeneration SL 250-650 gehören vier Typen mit Heizleistungen von 250, 350, 500 und 650 W bei +20°C. Sie sind so konzipiert, dass sie in das gleiche Kompaktgehäuse passen. Das erleichtert das Schrankdesign und ermöglicht den einfachen Austausch, sollte sich die erforderliche Heizleistung z.B. durch verschiedene Aufstellorte ändern. Das Gehäuse aus robustem hochtemperaturbeständigem Kunststoff misst nur 86 mm x 100 mm x 105 mm (B x H x T).

Mit zwei individuell schaltbaren Heizkreisen aus wartungsfreien PTC-Heizelementen und einem starken Lüfter ausgestattet sorgen die Heizungen für optimale Temperaturen im Schaltschrank und minimieren die Feuchtebildung. Ein integrierter Temperaturwächter schaltet bei Lüfterausfall die Heizung ab, um Überhitzungen zu vermeiden.



Die Schaltschrank-Kühlgeräte PK 30 bis PK 300 (u) arbeiten mit Peltier-Technik und klimatisieren kompakt, sicher und energiesparend.



Wird an ein Peltier-Element (o) eine Gleichspannung angelegt, so kühlt eine Seite ab, während sich gleichzeitig die gegenüberliegende Seite erwärmt. Dieser Effekt lässt sich zum Klimatisieren nutzen.

## Lageunabhängig kühlen

Anders ist die Situation bei den Kühlgeräten. Diese basieren in der Regel – wie beim bekannten Kühlschranks – auf einer Kompressortechnik, bei dem eine Kühlflüssigkeit durch Wärmetauscher gepumpt wird. Dieses Verfahren funktioniert aber nur zuverlässig in still stehenden Schaltschränken. Auch starke Vibrationen machen den empfindlichen Systemen schnell den gar aus.

ELMEKO nutzt für die Klimatisierung und Entfeuchtung von Gehäusen in Rotornaben die sogenannte Peltiertechnik: Dieses innovative Verfahren arbeitet ohne Kühlflüssigkeit und Kompressor und ist damit völlig lageunabhängig und unter Vibrationen einsetzbar – also auch bei Rotation und hoher Dynamik, wie sie in Rotornaben moderner Windenergie-Anlagen täglich vorkommen.

Wird an ein Peltier-Element eine Gleichspannung angelegt, so kühlt eine Seite ab, während sich gleichzeitig die gegenüberliegende Seite erwärmt. Die ELMEKO-Kühlgeräte der PK-Serie gibt es mit Kühlleistungen von 30 bis 300 W. Sie sind in einem robusten Metallgehäuse untergebracht mit Schutzart IP 65.

## Lageunabhängig entfeuchten

Speziell für mobile Anwendungen hat ELMEKO die Entfeuchtungsgeräte der PSE-Serie mit Peltier-Technik entwickelt, die in Kombination mit Heiz- und Kühlsystem für eine maximale Betriebssicherheit sorgen. Das kompakte Entfeuchtungsgerät PSE 30 LP arbeitet bei Betriebstemperaturen bis +65°C und benötigt erheblich weniger Energie als herkömmliche Schaltschrank-Klimatisierungssysteme.

Bei einer hohen Dichtigkeit des Schaltschranks arbeitet das Entfeuchtungsgerät je nach Umgebungsbedingungen nur eine

kurze Zeit, um den Schrank zu entfeuchten. Solange, wie sich die Luftfeuchtigkeit nicht wieder erhöht hat, ist das Gerät auf Standby. Im Gegensatz dazu muss eine Schaltschrankheizung dauerhaft in Betrieb sein, um die Temperatur ununterbrochen über dem Taupunkt zu halten. Je nach Temperaturgefuge, Dichtigkeit des Schrankes und der Leistung der Heizung ergeben sich hierdurch deutliche Energieeinsparungen.

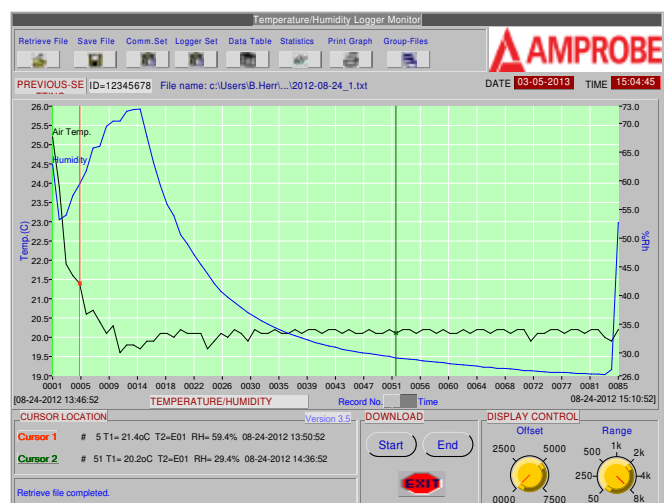
Der Luftstrom aus dem Schaltschrank wird im PSE-Gerät über eine kalte Fläche geführt. Dort schlägt sich die Feuchtigkeit nieder, das Kondensat wird gesammelt und durch eine Membranpumpe sicher aus dem Schaltschrank abgeleitet – selbst bei Rotation der Nabe. So wird ausgeschlossen, dass Kondensat in der Nabe „herumfliegt“. Da die Kondensation innerhalb des PSE-Gehäuses stattfindet, können auch keine Wassertropfen in den Schaltschrank gelangen.

Das PSE 30 LP lässt sich in einen Ausschnitt von 135 mm x 85 mm an beliebiger Stelle der Gehäusewand montieren und benötigt eine Einbautiefe von nur 90 mm. Bei der Montage in die Schaltschrankwand oder innen im Schaltschrank wird dessen IP-Schutzart nicht eingeschränkt. Das Gerät arbeitet an 24 V DC mit einer Leistungsaufnahme von nur 56 W und wiegt ganze 1,6 kg.

Die Kombination der beschriebenen Heiz-, Kühl- und Entfeuchtungsgeräte macht den zuverlässigen Betrieb moderner Windenergie-Anlagen selbst unter extremen Klimabedingungen möglich. Jederzeit ist sichergestellt, dass die Luft im Schaltschrank nicht zu kalt, nicht zu heiß und vor allem trocken ist – genau das richtige Klima für sensible Elektronik!



Das Entfeuchtungsgerät PSE 30 LP arbeitet völlig lageunabhängig und ist damit prädestiniert für den Einsatz für Pitch-Systeme in Rotornaben von Windenergie-Anlagen.



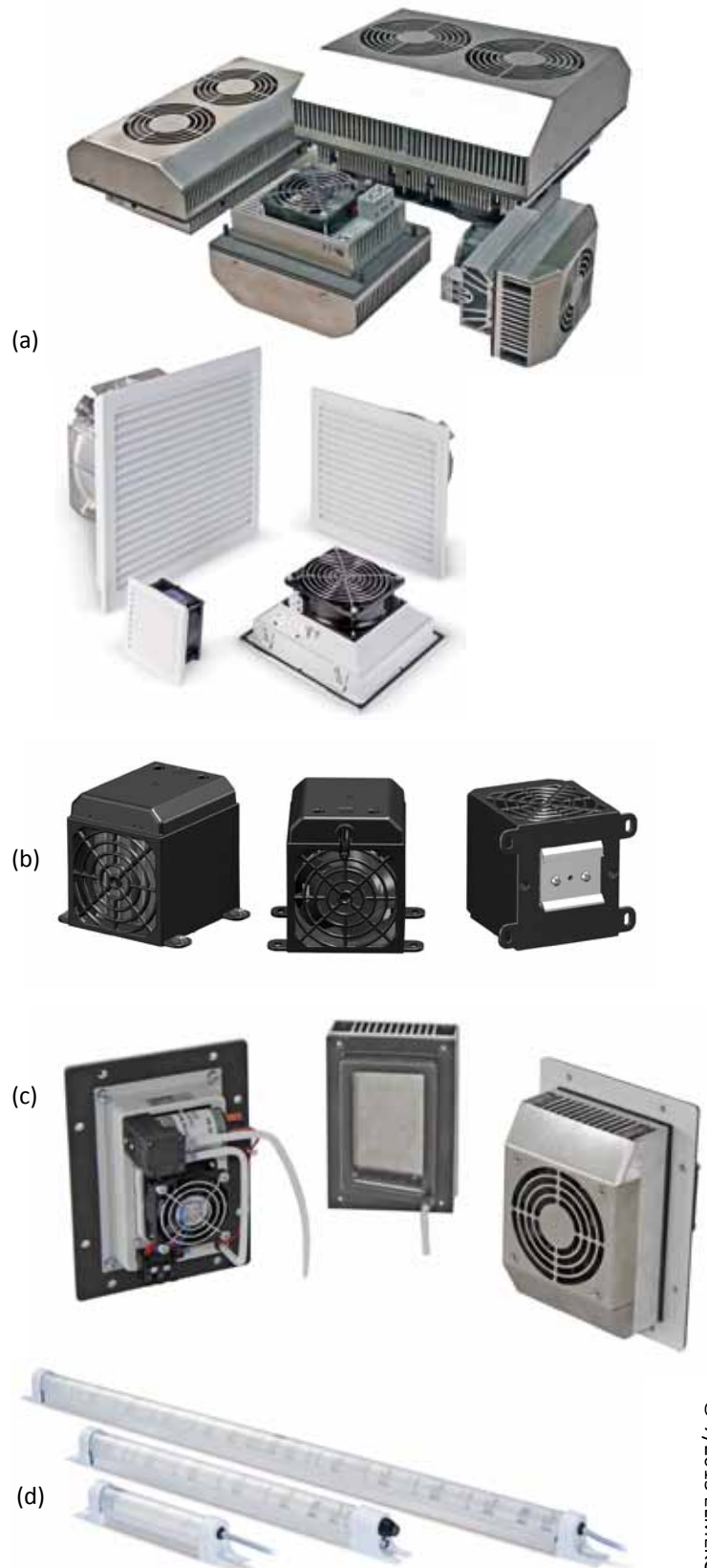
Das Feuchtediagramm zeigt die Effizienz der Peltier-Entfeuchtungsgeräte: Nach deren Einschalten sinkt die Luftfeuchtigkeit im Schaltschrank nach kurzer Zeit auf ein unkritisches Minimum ab.

## ELMEKO – der Systempartner rund um die betriebssichere Schaltschranktechnik

ELMEKO steht für Elektromechanische Komponenten rund um die moderne Schaltschranktechnik. Als kompetenter Partner für die Industrie mit jahrzehntelanger Erfahrung in den Bereichen Elektrosteuerungsbau und Schaltschrank-Klimatisierung entwickelt, fertigt und vertreibt ELMEKO innovative Komponenten für den Schaltschrank zum

- (a) Kühlen
- (b) Heizen
- (c) Entfeuchten
- (d) Beleuchten

Darüber hinaus liefert ELMEKO wichtiges Zubehör wie Temperatur- und Feuchteregler. Neben den ab Lager verfügbaren Standardprodukten sind kundenspezifische Sonderlösungen kurzfristig realisierbar.



**Kontakt:**  
ELMEKO GmbH + Co. KG

Graf-Zeppelin-Str. 5  
56479 Liebenscheid  
Tel. +49 27 36 - 50 97 48-0  
Fax +49 27 36 - 50 97 48-30  
e-mail: info@elmeko.de