



Fachbericht:

Herausforderungen und fachgerechte Lösungen bei der Abdichtung von Energiekabeln in Fundamenten von Onshore-Windkraftanlagen

Die technische Entwicklung bei Onshore-Windkraftanlagen hat sich in den letzten 20 Jahren auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit fokussiert. Dabei wuchsen mit der Leistung nicht nur die Dimensionen, sondern auch entsprechend die Anforderungen an die technische Ausstattung und vor allem deren Zuverlässigkeit. In vielen Belangen wurden so technische Spitzenleistungen erzielt.

Wenn man sich jedoch eine solche Anlage hinsichtlich des Schutzes vor dem möglichen Wasserein-, bzw. auch Ölaustritt in den Fundamentbereichen anschaut, dann stellt man fest, dass sich speziell die Bauweise gerade dieser sicherheitsrelevanten Bereiche nicht im gleichen Maße wie das gesamte System entwickelt hat.



Wassereintritt im Fundament einer Windkraftanlage

Denn gerade Feuchtigkeit und Wasser können in allen Arten von Gebäuden zerstörerische Kräfte entfalten. Es geht hier nicht um einen Wasserschaden, der mit Eimer und Feudel zu beheben ist, sondern um Schäden, die das ganze System auf Dauer lahm legen und enorme Kosten zur Wiederinbetriebnahme verursachen. So können in Gebäuden für die Stromversorgung, z.B. in Netzstationen, Schalthäusern, Umspannwerken oder eben auch in den Fundamenten von Windkraftanlagen durch

Immer. Sicher. Dicht.

diese Feuchtigkeit und Wasser elektrische Kurz-schlüsse für das Aus einer ganzen Anlage sorgen.

Zu Anfang des Windkraftanlagenbaus wurden, bedingt durch die damaligen Anlagengrößen, oft unterhalb 1MW, die notwendigen Trafostationen aus Platzgründen außerhalb des Turmes, in sogenannten Transformatorenstationen aus Beton oder Blechgehäusen, untergebracht. Für den Bau und Betrieb dieser Trafostationen gab und gibt es seit Jahrzehnten eine Vielzahl von Normen und Richtlinien, die es einzuhalten gilt, da die Trafostation, die Schaltanlage und die Niederspannungsverteilung vor Verschmutzung, Wasser, Feuchtigkeit etc. geschützt werden müssen. Ein wichtiges Detail bei diesem notwendigen Schutz stellen dabei neben einem wasserdichten Stationskörper die Einführungspunkte für die Kabel, also die Öffnungen in der Gebäudewand der Trafostation dar.

Aus langjähriger teilweise auch sehr kostspieliger Erfahrung legen die Betreiber von Energieverteilernetzen viel Wert darauf, dass in erster Linie Wasser keine Möglichkeit hat, in die Station einzudringen und dort Schäden an der Technik bis hin zum Komplettausfall der Anlage zu provozieren. Aber nicht nur Oberflächenwasser, Regenwasser oder Stauwasser stellen hier Gefahren für die Technik dar. Auch Kriechtiere und kleine Nagetiere, die diese Öffnungen als Zugang zu einem vermeintlichen trockenen und warmen Verweilplatz nutzen wollen und bei Kontakt mit einer Stromsammelschiene immensen Schaden durch Ausfall der Anlage verursachen können, sind nicht zu unterschätzen.

Nicht nur aus diesen Gründen sollte deshalb die Ausgestaltung von Fundamenten von Windkraftanlagen oberste Priorität haben. Denn die Sicherheit findet nicht nur innerhalb eines Gebäudes statt, sondern muss sich auch in unmittelbarer Nähe vermehrt den Erfordernissen von Umwelt und Gewässerschutz stellen.

Umspannwerke und Trafostationen, die in Wasserschutzgebieten oder daran angrenzend errichtet werden, dürfen in Havariefällen des Trafos, mit damit u. U. verbundenem Auslaufen der Transformatorenöle, auf keinen Fall eine Gefährdung des Grundwassers darstellen. Ein Austritt des Öles aus einer Trafostation muss daher mit fachgerechten Mitteln verhindert werden. Die in der Regel naturnahen Regionen, in denen Windkraftanlagen aufgestellt werden, fordern höchste Vorsicht, um langfristige Schäden im Grundwasser dauerhaft und sicher aus-zuschließen. Eine sinnvolle Maßnahme, denn schließlich sollte die Gewinnung erneuerbarer Energie nicht auf Kosten der Umwelt gehen.

Um diese Gefährdungen auszuschließen gibt es seit nahezu 40 Jahren für den Trafostationsbau geeignete, gas- und wasserdichte, nagetierresistente und trafoöldichte Kabeldurchführungen des Systemstandards Hauff-Technik bei Energieversorgern. In den Fundamenten von Windkraftanlagen und den Türmen wurde bisher kaum Augenmerk auf wasserdichte Wände oder Fundamente und zuverlässige Abdichtungen der Kabel gelegt. Dabei sind nicht nur kostspielige Sanierungen, sondern auch der Stillstand der Anlage in vielen Fällen die Folge.

Fundamente werden nachträglich dicht

Die derzeit üblichen und auf Baustellen 'gelebten' Ausgestaltungsformen für Durchdringungen in Fundamenten für Windkraftanlagen orientieren sich am Kellerbau, bzw. der Errichtung von Bodenplatten für Ein-, bzw. -Mehrfamilienhäuser. Sofern der örtliche Energieversorger kein fachgerechtes System vorschreibt, nutzen die ausführenden Unternehmen dabei einfachste Kanalgrundrohre aus dem Abwasserbereich, um Zuführungen zu erstellen. Sie werden vor dem Vergießen des Ortbetons in die jeweilige Schalung eingebracht.

Die mangelhafte Haftung des Ortbetons auf Kunststoffrohren ist seit langem bekannt. Daher wird in manchen Fällen zumindest eine geeignete Wassersperre ('Mauerkragen') auf die Rohre aufgebracht. Sie erfordert allerdings eine zeitaufwändige Montage vor Ort. Wird diese Maßnahme unterlassen, so tritt Feuchtigkeit oder gar Wasser, das sich im nur durch einfache Steckmuffen verbundenen Kanalrohrsystem sammelt, zwischen Rohr und Wand ins Gebäude. Gerne wird an diesen Schlüsselstellen dann mit Dichtungsmassen auf Polyurethanbasis handwerklich nachgeholfen, um Mängel in der Dichtigkeit zu kaschieren. Oft wird mit diesen polymeren Materialien gleich die Abdichtung der gesamten Energiekabel im Kanalrohr ausgeführt. Diese Werkstoffe, die ursprünglich für das Fixieren von Fenster-

Immer. Sicher. Dicht.

oder Türrahmen gedacht waren, sind jedoch mit dieser Aufgabe eindeutig überfordert und stellen nur kurzzeitig eine 'billige Lösung' dar, die später in der Regel umso teurer wird.



Kanalgrundrohre mit Wassersperre eingebracht in Fundamentarmierung



Nichtfachgerechte Abdichtung von Energiekabeln an der Fundamentaußenseite

Eine geeignete Sanierung kann in dieser Umgebung mit mechanischen Ringraumdichtungssystemen HRD erfolgen. Sie sind einsetzbar für den individuellen Praxisfall mit Druckdichtigkeitsanforderungen bis zu 5 bar und wenn es darauf ankommt auch im 24-Stunden-Service. Das heißt, dass jeder Kunde bei Bedarf seine individuelle Dichtung mit beliebiger Anzahl an Kabel und Kabeldurchmessern deutschlandweit innerhalb von 24 Stunden in den Händen halten kann. Die individuellen Dichtungstypen werden spezifisch der Abdichtungsaufgabe des Kunden angepasst und jährlich tausendfach verbaut – in

Immer. Sicher. Dicht.

der Stückzahl eins oder eben um ein Vielfaches davon.

Das Ringraumdichtungssystem HRD bietet also alle Möglichkeiten zur zuverlässigen Abdichtung von Durchgängen für ein oder mehrere Kabel, als geschlossener Dichteinsatz bei der Erstinstallation oder aber auch in geteilter Ausführung zum nachträglichen Abdichten. Hierbei spielt es keine Rolle, ob es sich um ein oder mehrere Kabel handelt, diese zentrisch oder exzentrisch angeordnet sind oder die Durchmesser bei 50 oder 1000 mm liegen – Sicherheit und Individualität sind oberstes Gebot.



Sanierung mit standardisierten Ringraumdichtungen auf Segmentringbasis

Für den vorliegenden Fall bei der Abdichtung von bereits verlegten Energiekabeln in Windkraftanlagen haben sich vor allem Dichtungen von Hauff-Technik mit Segmentringen HRD-SG bewährt. Sie erlauben dem Anwender, die Dichtung an bereits verlegte Kabeldurchmesser, Kabelanzahl sowie an die jeweiligen Rohrdurchmesser anzupassen - weltweit. Die meisten Anwendungsfälle können auf diese Weise mit wenigen, an regionale Besonderheiten aber anpassbare, Standardvarianten erledigt werden.

Ein CNC-gesteuertes Herstellungsverfahren versieht hierbei die Dichtung mit sogenannten Segmentringen. Die Segmentringe haben eine umlaufende Dicke von etwa zwei Millimetern und können beim Einbau der Dichtung unter Berücksichtigung des benötigten Kabel- und Rohrdurchmessers entfernt werden. Dadurch entsteht ein Toleranzbereich für die durchzuführende Medienleitung von vier Millimetern. Das Austrennen eines einzelnen Segmentringes ermöglicht dem Anwender somit die Abdichtung eines Kabels oder Rohres in dem jeweiligen Toleranzbereich. Dieses aufwandfreie Anpassen der Dichtung auf den notwendigen Durchmesser ermöglicht eine einfache und flexible Handhabung durch den Anwender vor Ort.

Dass diese Segmentringtechnik tadellos funktioniert, belegt die bestandene Prüfung am VDE Prüf-

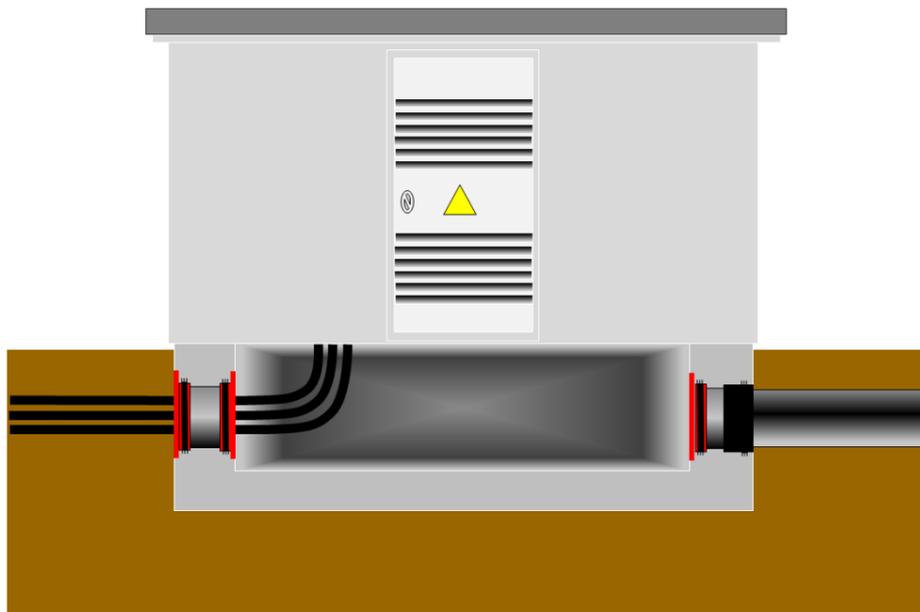
Immer. Sicher. Dicht.

institut in Offenbach, bei der diese Dichtungstechnik einer IP 68K-Prüfung sowie einem 2,5 bar-Drucktest problemlos standhielt. Auch dieses Dichtungssystem weist höchste Qualitätsmerkmale auf: Die Pressplatten beziehungsweise die Presselemente und Schrauben bestehen aus rostfreiem Edelstahl V2A, wobei die Gummidichtungen aus EPDM oder auf Wunsch auch aus NBR gefertigt werden. NBR weist eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Öle, Fette und alle handelsüblichen Kraftstoffe auf.

Neue Netze brauchen neue Technologien

Die kompletten Anforderungen an Dichtheit, welche bisher bereits nachhaltig in den Trafostation und Umspannwerken gelöst wurden, müssen künftig durch geeignete Bauweisen der Fundamentkonstruktionen und ihrer Einführungspunkte für die Kabel bereits in der Planung ausreichend Berücksichtigung finden. Damit in den jeweiligen Kabelkeller eines Turmfundamentes kein Wasser eindringen kann, benötigt man zum einen eine Betonkonstruktion, bzw. Betonqualität, die entweder bereits wasserdicht ist oder mit entsprechenden Außenbeschichtungen dicht gemacht werden kann und vor allem deren Fugen wasserdicht ausgeführt werden.

Für Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung liegt eine DIBT Richtlinie für Windenergieanlagen (Fassung Oktober 2012) vor. Sie wird in eine DIN Norm überführt werden und dabei wichtige Ergänzung zum Thema Drainage und Wandabdichtungen sowie Beanspruchungsklassen erhalten. Es liegt nahe, die bereits erwähnten Standards bei der Erstellung von Ortsnetzstationen und Umspannwerken in geeigneter Weise auf die Fundamenterstellung von Windkraftanlagen zu übertragen.



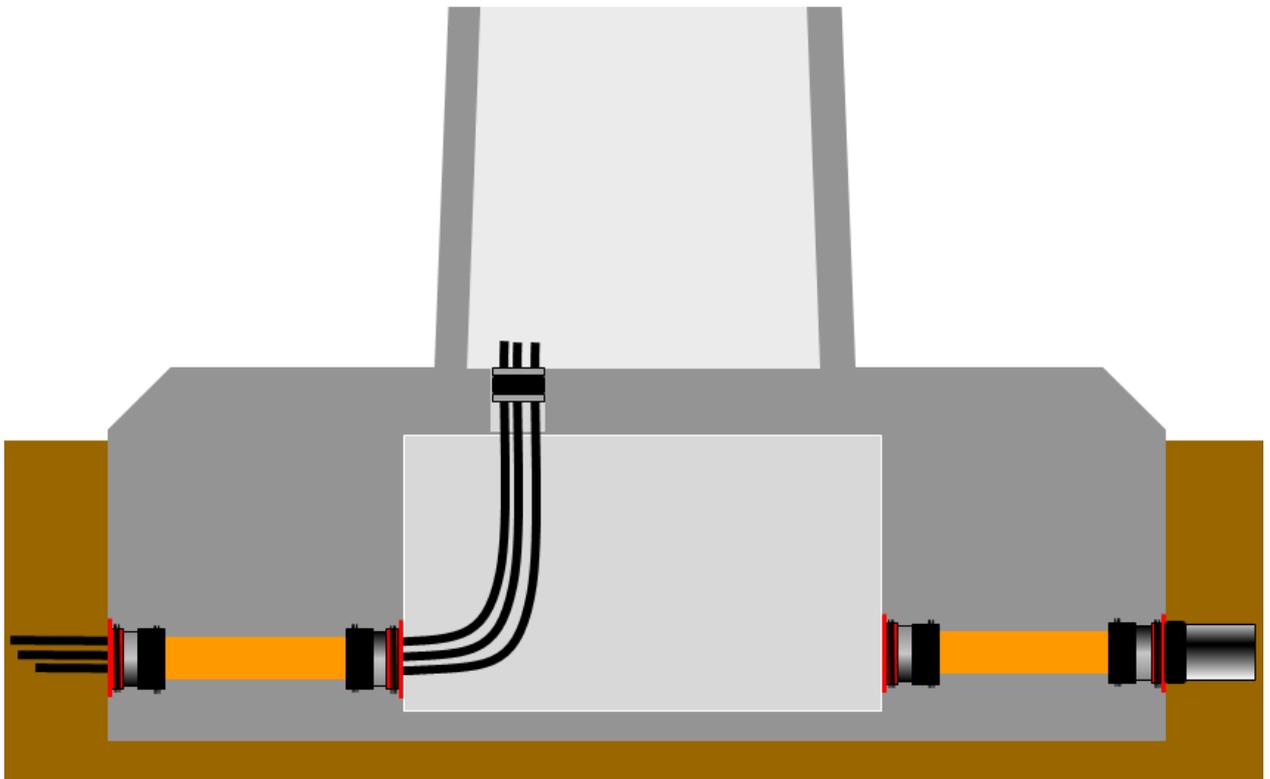
Fachgerechte Abdichtung von Energiekabeln in einer Ortsnetzstation

Die HSI-Systemlösung wird mit speziellen Kunststoffbauteilen zum längswasserdichten Einbetonieren in Betonwände geliefert, die für eine anschließend fachgerechte Abdichtung von Kabeln auf beiden Seiten vorgesehen ist. Die im Zweikomponenten-Kunststoffspritzgussverfahren aus Acryl-Butadien-Styrol und thermoplastischem Elastomer hergestellten Einbetonierteile besitzen zur Sicherstellung der Wasserdichtigkeit industriell aufgespritzte Dreisteg-Dichtungen. Sie gewährleisten entlang der Materialgrenzen Beton und Einbetonierkörper eine Dichtigkeit bis zu der angegebenen Wasserdruckbelastung von 2,5 bar.

Der Systemverschlussdeckel mit Bajonettverriegelung verhindert während des Betonierens das Eindringen von Wasser, Schlamm oder Beton und bleibt als druckwasserdichter Abschluss bis zum Ge-

Immer. Sicher. Dicht.

brauch der Durchführung in Funktion. Zu diesem Zweck besitzt er eine am Außenumfang schon im Herstellungsprozess angeformte, mehrlippige Radialdichtung. Sobald die Durchführung genutzt wird, kann der Verschluss einfach und ohne Werkzeug entfernt werden, um die gewünschten System-einsätze einzubauen. Zur Prüfung der Funktionsfähigkeit enthält der Systemverschlussdeckel ein Qualitätssiegel, das an der Nahtstelle zwischen Verschlussdeckel und Einbetonierbauteil funktioniert. Somit wird sichtbar kontrolliert, ob sich der Deckel noch im Ursprungszustand befindet oder bereits einmal für eine Nutzung entfernt wurde.



Vorschlag für fachgerechte Abdichtung von Energiekabeln im Fundament von Windkraftanlagen

Sind die Dichtpackungen einmal einbetoniert, erlauben sie als Teil eines modularen Ergänzungssystems eine ungewöhnliche Anwendungsbreite zur Abdichtung von Kabeln, sowie zur professionellen Anschlussmöglichkeit von Kabelschutzrohren, bzw. biegsamen Kabelschutzschläuchen. Für den Anwendungsfall in Ortbetonfundamenten liegt eine spezielle Ausführungsform mit integrierter Gummi-steckmuffe GSM vor, die auf beiden Seiten starrer Rohrtrassen zwischen 110 und 160mm Durchmesser einfach aufgesteckt werden kann. So können beliebige Längen mit industriell vorgefertigten Bauteilen für die schnelle Montage im Rohbau anwendungssicher vorkonfektioniert werden.

Die einzigartige Segmentringtechnik findet auch in der HSI-Systemlösung ihr Pendant. So bietet der platzsparende, dauerelastische DG-Systemdeckel eine druckdichte, schnelle, einfache und montagefreundliche Abdichtlösung.

Das Unternehmen

Hauff-Technik ist einer der bedeutendsten europäischen Hersteller von Kabel-, Rohr- und Leitungsdurchführungen. Zu seinen Kunden gehören unter anderem Energieversorger, Stadtwerke, Bauunternehmen, Installationsbetriebe, Industriefirmen und private Bauherren. Mit innovativen Lösungen sichert das Unternehmen die Kosteneffizienz, Funktionsfähigkeit und Langlebigkeit des jeweiligen Projekts.

Immer. Sicher. Dicht.

Verfasser

Thomas Esswein, Anwendungstechnik, thomas.esswein@hauff-technik.de

Ralf Kurz, Leitung Technik, ralf.kurz@hauff-technik.de

Uwe Lorenz, Vertrieb Key Account Windenergie, uwe.lorenz@hauff-technik.de

Dr. Michael Seibold, Geschäftsführung, michael.seibold@hauff-technik.de

Hauff-Technik GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Str. 9

89568 Hermaringen

Tel.: +49 7322 1333-0

Fax: +49 7322 1333-999

E-Mail: office@hauff-technik.de

Web: <http://www.hauff-technik.de>