

# Vorlesung und Gastvorträge

## „Hochspannungskabel und – garnituren“

(ME116) an der Fachhochschule Kiel

Wintersemester 2013/2014 // Prof. Dr.-Ing. Kay Rethmeier // Montags, [Raum C04-0.17](#)

### Kiel: Cable City

Mit Spannungsebenen von 400 Volt bis 110.000 Volt hat Kiel als reines Kabel-Stadtnetz alles zu bieten, was den Hochspannungstechniker erfreut. In einem historisch gewachsenen Netz sind dabei alle denkbaren Kabeltechnologien und Isoliermaterialien im Einsatz. Kiel ist zudem der Geburtsort der Kabelmesstechnik: Hier wurde das „Kieler-Kabel-Radar“ erfunden, mit dem Fehlstellen auf Hochspannungskabel bis heute genau geortet werden.

### Über ME116 ...

Die Vorlesung „Hochspannungskabel und –garnituren“ soll den Masterstudierenden des Studienganges „Elektrische Technologien“ (Elektrotechnik, Mechatronik und Technologiemanagement und –marketing) einen tieferen Einblick in die Vor- und Nachteile von Hochspannungskabeln bzgl. ihres Einsatzes in der Energieverteilung, aber auch zum Energietransport in übergeordneten Netzebenen liefern. Gerade in einem sich schnell und durch politische Einflussnahme auch zum Teil unvorhersehbar ändernden Umfeld müssen Kabelanlagen differenziert betrachtet werden. So haben Sie gegenüber klassischen Freileitungen oft Nachteile, können sich jedoch optisch unsichtbar in das Landschaftsbild einfügen. In urbanen Gebieten, aber auch in touristisch geprägten Regionen, steht dies unter Umständen an erster Stelle.



**Sind Kabel  
grundsätzlich nur  
2. Wahl gegenüber  
Freileitungen?**

**Die (Kabel-) Welt  
verändert sich  
ständig!**

### Der tagesaktuelle Bezug ...

Die Entwicklung von Hochspannungskabeln und deren Materialien ist nicht abgeschlossen. Neue Technologien, wie Supraleitung (z.B. Stadt Essen: „AmpaCity“), die aufkommende Nanotechnologie (platzsparende Kabelendverschlüsse mit feldabhängigen Steuerteilen), aber auch die wiederentdeckte Gleichstromtechnologie (s.a. Netzentwicklungsplan 2013, Korridor C ausgehend von Schleswig Holstein über Land gen Süden) machen es erforderlich, „am Ball“ zu bleiben. Hier ist für eine Hochschule der direkte Kontakt zu industriellen Partnern, die oftmals Marktführer in ihrem Tätigkeitssegment sind, unerlässlich. Ich bin daher sehr erfreut, dass sich eine große Zahl von Partnern des Fachgebietes „Hochspannungstechnik“ bereit erklärt hat, im Rahmen von Gastvorträgen ihr Expertenwissen den Studierenden zu vermitteln.

## Die Gastvorträge immer montags im Raum C04-0.17...

25. November 2013, 10:00 Uhr	<b>Fehlerortung auf Hochspannungskabeln</b>	Firma SEBA KMT, Heikendorf
25. November 2013, 14:15 Uhr	<b>Der „Monitored Withstand Test“ als neues Prüfverfahren für Mittelspannungskabel</b>	Firma BAUR PMT, Rendsburg
02. Dezember 2013, 14:15 Uhr	<b>Schutzkonzepte für Kabelstrecken am Beispiel eines 110-kV-Kabels in Kiel</b>	Firma 24/7 Stadtwerke Kiel
09. Dezember 2013, 14:15 Uhr	<b>Hochspannungs-Steckverbinder für extreme Einsatzbedingungen</b>	Firma GISMA Steckverbinder GmbH, Neumünster
16. Dezember 2013, 10:00 Uhr	<b>Trassierung und Kabelidentifikation</b>	Firma MS-Technik, Schönkirchen
16. Dezember 2013, 14:15 Uhr	<b>Monitoring an Kabelanlagen</b>	Firma OMICRON Energy, Berlin
13. Januar 2014, 10:00 Uhr	<b>Netzausbau in Schleswig Holstein</b>	Ministerium für Energiewende des Landes Schleswig-Holstein
13. Januar 2014, 14:15 Uhr	<b>Anpassung von Kabelnormen auf neue Technologien</b>	Firma E.ON Hanse AG, Quickborn



## Die Referenten ...

<p><b>Helmuth Engelstätter, Seba KMT</b></p>	<p>Herr Engelstätter ist im „Technical Support“ bei Seba KMT tätig und bestreitet ausgehend von seinem Home-Office in Heikendorf bei Kiel seine Support-Einsätze zu Kabelkunden in aller Welt.  <b>Bezug zu Kiel:</b> Herr Engelstätter organisiert und leitet das jährlich in Kiel stattfindende Kabelexpertenseminar der Firma Seba.</p>
<p><b>Marco Green, Baur PMT</b></p>	<p>Herr Green leitet von Rendsburg aus die Vertriebsregion „Nord“ der Firma Baur PMT.  <b>Bezug zur FH-Kiel:</b> Herr Green studierte an der FH-Kiel Hochspannungstechnik bei Professor Scheibe (Vorgänger von Prof. Rethmeier).</p>
<p><b>Klaus Rimatzki, Timo Lübker, Stadtwerke Kiel 24/7</b></p>	<p>Herr Rimatzki und Herr Lübker arbeiten bei den Stadtwerken Kiel in der Abteilung Netzservice, Schutz- und Messtechnik. Zu ihren Aufgaben gehören u.a. die Sicherstellung des Versorgungsbetriebes, sowie die schnelle Fehlerbeseitigung im Störfall.  <b>Bezug zur FH-Kiel:</b> Die Stadtwerke Kiel sind sehr aufgeschlossen bzgl. neuer Messmethoden und stehen in unkomplizierter Weise als Kooperationspartner auch für Abschlussarbeiten (Bachelor und Master) zur Verfügung.</p>
<p><b>Janis Liebig, GISMA</b></p>	<p>Herr Liebig arbeitet als Projektmanager im Technischen Vertrieb der Firma GISMA Steckverbinder GmbH.  <b>Bezug zur FH-Kiel:</b> Herr Liebig studierte an der Fachhochschule Kiel, Schwerpunkt „Technologie-management und Marketing TMM“</p>
<p><b>Frank Peinl, MELUR</b></p>	<p>Herr Frank Peinl ist Referent für Energiepolitik und Energierecht im Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.  <b>Bezug zur FH-Kiel:</b> Herr Peinl studierte an der FH-Kiel Hochspannungstechnik bei Professor Scheibe (Vorgänger von Prof. Rethmeier).</p>
<p><b>Manfred Schacht, MS Technik</b></p>	<p>Herr Schacht ist Inhaber des von ihm gegründeten Unternehmens MS Technik mit Sitz in Schönkirchen.  <b>Bezug zur FH-Kiel:</b> Studierende der FH-Kiel arbeiten bei MS-Technik als Praktikanten oder fertigen dort ihre Abschlussarbeiten an.</p>
<p><b>Thomas Ritz, Omicron</b></p>	<p>Herr Ritz leitet von Berlin aus das Business Segment Monitoring der OMICRON GmbH, die weltweit Überwachungseinrichtungen an Hochspannungskabeln installiert.</p>
<p><b>Michael Gärtner, FH-Kiel, E.on Hanse</b></p>	<p>Herr Gärtner studiert an der <b>FH-Kiel</b> im Masterstudiengang „Elektrische Technologien“. Seine Masterthesis schrieb er in Kooperation mit E.on Hanse. Im letzten Jahr belegte er den Kurs ME116.</p>

## **Wenn's passiert ist: Wo genau ist der Fehler?**

Kabel müssen nach Norm und Gesetz geprüft werden. Die Prüfzeit auf der Baustelle ist dabei mit einer Stunde vorgeschrieben. Eigentlich. In der Praxis wird diese Stundenvorgabe jedoch fast nie eingehalten, da Kabelfehler in der Regel in den ersten Minuten der Prüfung zum Durchschlag führen. Nach ein paar Minuten ohne Fehler wird die Prüfung also oft abgebrochen. Hier hinkt die Normung offenbar der gelebten Praxis hinterher... Mit dem „Monitored Withstand Test“ hat die Firma BAUR ein Verfahren auf den Markt gebracht, welches auch bei einer geringen Prüfzeit eine qualifizierte Aussage über den Zustand der Kabelstrecke liefern kann. In den USA hat der MWT bereits Einzug in die IEEE-Normung gehalten. Auch im europäischen Teil der Welt wird von BAUR eine entsprechende IEC-Norm angestrebt.

## **Wie werden Kabel im Betrieb geschützt?**

Die Erdarbeiten sind immer das Teuerste! Der reine Kabelpreis kann fast gegenüber den Ausgaben für Bodenaushub, Beseitigung des Aushubs (oft Sondermüll!), erneute Bereitstellung geeigneten Verfüllmaterials usw. vernachlässigt werden. Daher muss es das Ziel eines jeden Kabelnetzbetreibers sein, die Fehlerstelle so eng wie möglich eingrenzen zu können, um diesen Kostentreiber klein zu halten. Dafür muss der zunächst noch unsichtbare Defekt am vergrabenen Kabel elektrisch geortet werden. Zu diesem Zweck wurde das bekannte und in Kiel erfundene Echolotverfahren auf elektrische Kabel adaptiert.

## **Wie kann man die Kabelprüfung effizienter machen?**

Wie alle elektrischen Betriebsmittel können auch Hochspannungskabel Kurzschlüssen nicht dauerhaft widerstehen. Über Leistungsschalter muss der Fehler möglichst schnell, sicher und selektiv freigeschaltet werden. Den Schaltbefehl geben hochspezialisierte Schutzgeräte (Relais), die z.B. den Spannungswert, die Frequenz oder auch den Strom überwachen. Bei Kabeln hat sich ein Differenzialschutz bewährt: Der Strom, der vorne ins Kabel reinfließt, muss hinten wieder rauskommen, die Differenz muss damit im fehlerfreien Zustand „Null“ sein. Hier sind zwei Messsysteme erforderlich, die über Kilometer hinweg miteinander kommunizieren.

Soll eine elektrische Verbindung nicht dauerhaft bestehen bleiben, so kommen Steckverbinder zum Einsatz. Diese sind bereits bis zu Spannungen von einigen 100.000 Volt auf dem Markt verfügbar.

Solche Stecker sind jedoch in der Regel für den Einsatz in sauberer, kontrollierter Umgebung, z.B. an einem Trafo oder einer Schaltanlage, und für nahezu Reinraum-Montagebedingungen gedacht.

Schwieriger wird es, wenn die Steckverbindung auch im trüben Meerwasser funktionieren muss, wie z.B. bei der Anbindung von Generatoren in Gezeitenkraftwerken. Hier ist neben den elektrischen Anforderungen an den Stecker auch einiges an Mechanik zu beachten.

## **Wie sind die politischen Rahmenbedingungen für Kabel in SH?**

Bei der Neuinstallation von Kabelanlagen, wie auch bei der Behebung von Kabelstörungen, sind das sichere Auffinden und die eindeutige Identifikation der gesuchten Kabel gefordert. Oft sind mehrere Kabelsysteme, jeweils in dreiphasiger Ausführung, parallel dicht an dicht verlegt. Hier ist es im Rahmen des Arbeitsschutzes und der Versorgungssicherheit von extremer Wichtigkeit, vor dem Durchtrennen eines potenziell defekten Kabels eindeutig das richtige, bereits sicher geerdete Kabel zu finden.

## **Wie gut geht's meinem Kabel genau jetzt?**

## **Gibt es Kabelstecker für Hochspannung, die auch unter Wasser funktionieren?**

Schleswig-Holstein ist ein „Energiewende-Land“. Mit Offshore-Standorten in Nord- und Ostsee ist in der Zukunft mit einem erhöhten Windstromaufkommen zu rechnen. Zur Aufnahme dieser Leistung und zum Weitertransport an Land sind die Netze in SH noch nicht bereit. Der Netzentwicklungsplan sieht einige Neubautrassen, besonders an der Westküste, vor, für die auch Höchstspannungskabel zur Diskussion standen.

## **Wo ist mein Kabel?**

Der Zustand von Kabelanlagen wird in der Regel durch Offline-Messungen bestimmt, die eine Abschaltung der Strecke erfordern. Durch neuartige Online-Verfahren ist es heutzutage jedoch möglich, den Kabelzustand auch im laufenden Betrieb, also ohne Abschaltung von Kunden, zu erfassen. Dieses Online-Monitoring liefert z.B. Informationen über die Kabeltemperatur, und damit über potenzielle Reserven im Übertragungsvermögen der Strecke. Zudem können sich anbahnende Isolationsfehler durch eine empfindliche Teilentladungsmessung erkannt werden.

Anforderungen an elektrotechnische Anlagen sind in Deutschland in DIN VDE-Bestimmungen genormt. Im globalen Wettbewerb müssen Kabelhersteller jedoch auch international anbieten können, was eine übergeordnete Normung innerhalb Europas bzw. weltweit notwendig macht. Änderungen in der Kabeltechnologie müssen somit mit einer Vielzahl an Normen in vielen Ländern abgeglichen werden. Die Kabelnorm HD 620 beschreibt Hochspannungskabel für den europäischen Raum. Änderungen in der Kabeltechnologie, durch den Forschungsfortschritt bei Materialien und Fertigungsprozessen, müssen somit regelmäßig in aktuell gültige Normen eingearbeitet werden.

## Was ist alles erlaubt, was nicht verboten?

### Die Firmen in der Selbstdarstellung (auszugsweise zitiert)...

Seba Dynatronic Mess- und Ortungstechnik  
GmbH, Baunach

**sebaKMT**

A member of Megger Group

[www.sebakmt.com](http://www.sebakmt.com)

„...Wir sind das weltweit führende Unternehmen in der Entwicklung und Herstellung messtechnischer Geräte für die Zustandsanalyse und Fehlerortung. Unsere Marktsegmente sind Energieversorgungsnetze sowie Kommunikations- und Rohrleitungsnetze. Unsere Produkte leisten einen wichtigen Beitrag zum zuverlässigen und somit wirtschaftlichen Betrieb der Einrichtungen unserer Kunden. Dass wir den Grad der Zuverlässigkeit dabei durch permanente Weiterentwicklung ständig erhöhen, ist der Anspruch an unsere Arbeit und das Versprechen an unsere Kunden...“

„...BAUR ist der Weltmarktführer für Prüf- und Messtechnik. Die qualitativ hochwertigen Produkte, die Beratung vor Ort sowie die intensiven Schulungen und der umfassende Service von BAUR garantieren eine optimale Zustandsbestimmung elektrischer Isolierstoffe und Anlagen der Energieversorgung. Damit leistet das Unternehmen einen wesentlichen Beitrag zu einer effizienten und störungsfreien Energieversorgung. Weltweit...“

BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH, Sulz /  
Austria



ENSURING THE FLOW.

[www.baur.at](http://www.baur.at)

24/7 Stadtwerke Kiel

**24/7** STADTWERKE KIEL

<http://www.stadtwerke-kiel.de>

„...Wir versorgen Sie mit Sicherheit. Die Stadtwerke Kiel versorgen die Region mit Strom, Gas, Wärme und Wasser. Und wir liefern unsere Produkte dorthin, wo Privathaushalte und Wirtschaft sie brauchen. Wir stehen für regionale Verwurzelung und Verlässlichkeit – denn wir möchten die Region mitgestalten. Diese Verbundenheit zu unserer Heimat und unseren Kunden ist unsere Stärke. Die Stadtwerke Kiel stehen für Versorgungssicherheit, Verantwortung, Zuverlässigkeit und Flexibilität...“



„...Die GISMA Steckverbinder GmbH hat sich seit 1983 auf die Entwicklung, Konstruktion und Produktion von Unterwassersteckverbindern spezialisiert. Als unabhängiges, inhabergeführtes Unternehmen gehört GISMA weltweit zu den drei Marktführern der Branche...“

GISMA Steckverbinder GmbH, Neumünster



<http://www.gisma-connectors.de/>

MS Technik Mess- und Regelungstechnik GmbH  
& Co KG, Schönkirchen



„...Produkte und Dienstleistungen für die Kabelfehlerortung...“

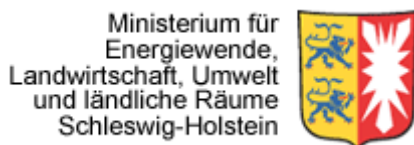
„...Wir helfen unseren Kunden dabei, den Überblick über ihre elektrischen Energiesysteme und Betriebsmittel zu behalten. Dabei stellen wir nicht nur die benötigte Hardware zur Verfügung. Unsere Kunden sind unsere Partner und dadurch, dass wir unser Wissen teilen, können wir gemeinsam wachsen...“

Omicron Energy, Berlin



[www.omicron.at](http://www.omicron.at)

MELUR



<http://www.schleswig-holstein.de/MELUR/>

„...Die Energiewende beschreibt eine zentrale politische Herausforderung der kommenden Jahre. Sie geht alle an: Die Menschen vor Ort, die Wirtschaft, Kommunen, Land, Bund und Europa.

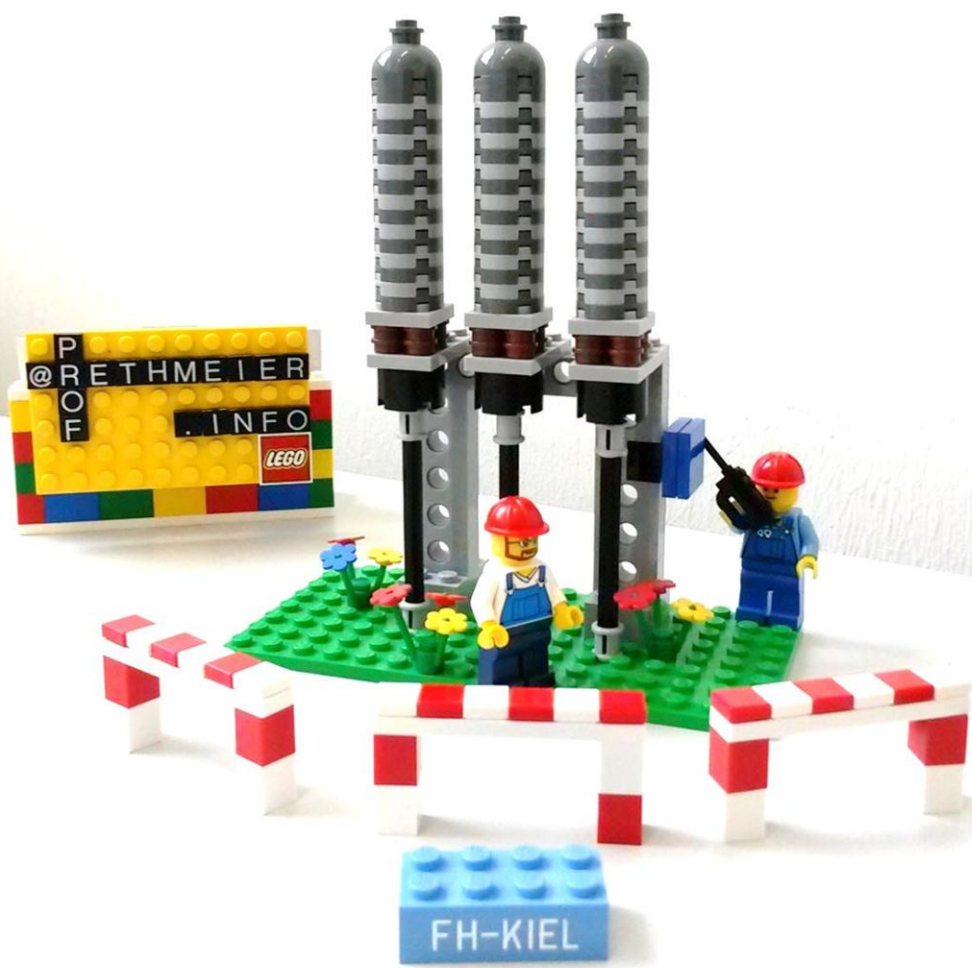
Schleswig-Holstein muss wieder Vorreiter bei der Energiewende werden und seine großen Potenziale nutzen. Zur Sicherung der Umsetzung des Atomausstieges, zur Erreichung der Klimaschutzziele und zur Gewährleistung einer nachhaltigen Energieversorgung müssen sehr schnell alle Anstrengungen unternommen werden, den Einsatz regenerativer Energien zu stärken und nachhaltige Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen...“

„...E.ON Hanse AG ist einer der größten regionalen Energiedienstleister in Deutschland. Wir stellen die Lieferung von Strom und Erdgas an alle Kunden in unserem Netzgebiet sicher. Darüber hinaus bieten wir diverse technische Dienstleistungen an...“

E.ON Hanse AG



<http://www.eon-hanse.com>



Kontakt: [prof@rethmeier.info](mailto:prof@rethmeier.info)