



11. ETG-FNN-Tutorial Schutz- und Leittechnik

## Schutz- und Leittechnik sicher beherrschen

Unter dem Motto „Schutz- und Leittechnik sicher beherrschen“ trafen sich am 18. und 19. Februar 2020 rund 600 nationale und internationale Entscheider und Experten auf dem 11. ETG-FNN-Tutorial in Berlin. Neben Erfahrungen aus Netzstörungen, schutz- und leittechnischen Projekten sowie neuen Anwendungsregeln, wurden auch aktuelle Themen aus den Bereichen Cybersecurity und Kommunikationstechnik diskutiert.

Die Tagung wurde von einer umfangreichen Fachausstellung mit 30 namhaften Herstellern und Dienstleistern begleitet und bot damit auch eine messeartige Plattform für die Marktpartner der Schutz- und Leittechnik.



Dr.-Ing. Heinrich Hoppe-Oehl (Tagungsleitung)  
Bild: Agentur BILDSCHEIN

Dank der traditionell guten Zusammenarbeit vor allem der deutschen, österreichischen und schweizerischen Fachgremien, hatte der Programmausschuss ein anspruchsvolles und aktuelles Tagungsprogramm erstellt. Getragen wurde das Tutorial von zahlreichen Referenten aus der Energiewirtschaft, Industrie und Wissenschaft.

Vier Workshops und eine Poster-Session mit 60 Postern ergänzten die Plenumsveranstaltungen. Die Poster-Session vertiefte die Vortrags- und Workshopthemen mit weiteren sehr interessanten Gesichtspunkten.

Zum fachlichen Austausch zwischen den Teilnehmern boten Pausen und Poster-Session ausgiebige Zeit, um das direkte Gespräch miteinander zu suchen. Der Ausstellungsbereich lud nicht nur tagsüber zum Entdecken ein, auch zur Abendveranstaltung

konnten die Teilnehmer in entspannter Atmosphäre die Themen der Veranstaltung diskutieren.

Die Veranstaltung richtete sich an Führungskräfte, Verantwortliche und Experten aus Netzbetrieb, Schutz- und Leittechnik. Angesprochen waren Netzbetreiber, Netzservices, Hersteller, Planungs- und Ingenieurbüros sowie Universitäten und Hochschulen mit den Schwerpunkten Elektroenergieversorgung, Schutz- und Automatisierungstechnik sowie Leittechnik. Die Bündelung dieser Besuchergruppen auf dieser Tagung garantierte eine intensive und umfassende Darstellung der aktuellen Techniken und Themen und eine Diskussion der anstehenden Probleme.

VDE Verband der Elektrotechnik  
Elektronik Informationstechnik e.V.  
Energietechnische Gesellschaft (ETG)  
Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main  
Tel. +49 69 6308-346  
[etg@vde.com](mailto:etg@vde.com)



Marcel Engel (Tagungsleitung)  
Bild: Agentur BILDSCHEIN

## Brennpunkt Schutztechnik – Neue Konzepte und Herausforderungen

Der einleitende Vortrag gab einen Überblick über die Ergebnisse aus der FNN-AG „Zukünftige Netze“. Durch die zunehmende Zahl dezentraler Energie-Einspeiser (DEE) verändern sich die Lastflüsse und es werden neue Schutzkonzepte in allen Spannungsebenen erforderlich. Es wurden auszugsweise sowohl Herausforderungen als auch Lösungen präsentiert. Unter anderem wurde die Problematik der Netz-Frequenzmessung aufgezeigt, die nur entweder schnell und ungenau oder langsam und genau durchgeführt werden kann.

Im folgenden Beitrag wurde ein neues Verfahren zur automatisierten Analyse und Optimierung von Zeitstaffelschutzplänen in vermaschten Stromnetzen mit DEE vorgestellt. Mit diesem neuen Verfahren werden teil- oder vollautomatisiert Zeitstaffelschutzpläne unter Berücksichtigung von anwenderdefinierten Anforderungen für verschiedene Netz-szenarien erstellt und bewertet.

Im dritten Beitrag wurden praktische Erfahrungen aus der Anwendung von Frequenzkriterien für die gesteuerte Inselnetzbildung von Großanlagen der Öl- und Gasindustrie mit eigenen Kombikraftwerken präsentiert. Da in der bisherigen Betriebspraxis mehrere ungewollte Inselnetzbildungen durch Schwankungen der Netzfrequenz eingeleitet wurden, stand das Frequenzverhalten im Verbund- und Inselnetzbetrieb im Fokus der präsentierten Simulationen und der neu entwickelten und getesteten Gegenmaßnahmen.

Im letzten Beitrag wurde sehr anschaulich durch ein Video die mechanische Belastung einer Rohrleiter-Sammelschiene bei einem 50-kA-Kurzschluss in Kombination mit einer AWE gezeigt. Es wurde gezeigt, dass neben anderen Maßnahmen bereits durch eine Optimierung der Wiedereinschaltzeit der AWE im Schutzgerät eine wesentliche Reduktion der mechanischen Beanspruchung erreicht werden kann.

## Kommunikation und Cybersecurity im Kontext neuer leittechnischer Anwendungen

Unter der Überschrift „IEC 61850 – Quo vadis?“ gab der einleitende Vortrag eine Übersicht über die Geschichte der IEC 61850 von den Anfängen 1994 bis zur neu veröffentlichten Edition 2.1 im Jahr 2020. Im Fokus stand die Erweiterung der Normenreihe auf Anwendungsbereiche außerhalb der Schaltanlage auf alle wesentlichen Bereiche des Smart Grids. Neben Wasserkraft und Windenergie spielen zunehmend auch Themen wie die Einbindung dezentraler Erzeuger, Microgrids oder auch thermischen Kraftwerke und Elektromobilität in die Datenmodellierung eine Rolle. Schwerpunkte der aktuellen Arbeiten sind Verbesserungen zur Steigerung der Effizienz und Qualität des Engineerings unter Berücksichtigung neuer Anforderungen im Netzbetrieb. Auch Aspekte zur Sicherung der Aktualität der Normenreihe und Weiterentwicklungen wurden aufgezeigt, bevor der Vortrag mit einem Appel zur Mitarbeit in nationalen und internationalen Normungsgremien schloss.

Die praktische Anwendung und Bedeutung von Kommunikation in den Energienetzen der Zukunft wurde im zweiten Beitrag auf die einfache Formel „Messen + Steuern + Kommunizieren + Vernetzung = Intelligenz“ gebracht. Dabei stand die Betrachtung des Handlungsbedarfs zur Digitalisierung in der MS- und NS-Ebene im Vordergrund des Vortrags „Ortsnetzstationen meet IoT“. Anhand eines Pilotprojekts wurden die unterschiedlichen Anwendungsgebiete der Kommunikation zur Betriebsführung und zum Asset-Management verdeutlicht. Neben der Anwendung von normierten Kommunikationsstandards werden immer mehr IoT-Technologien eingesetzt, die die Verbindung zwischen dezentralen Betriebsmitteln und Cloud-Applikationen gewährleisten. In der Diskussion zu dem Vortrag zeigte sich, dass die Nutzung von Cloud-Lösungen durchaus noch kontrovers betrachtet wird. Dabei spielten auch Aspekte der Cybersecurity eine Rolle.

Der dritte Beitrag befasste sich dann auch mit „Aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen in der Praxis“ der Cybersecurity. Ausgehend von der aktuellen Bedrohungslage wurden die Entwicklungen zu Security-Vorgaben in Europa im Detail vorgestellt. Hierzu gehörten die geplante Novellierung des IT-Sicherheitsgesetzes, die EU-Empfehlung zur Cybersecurity im Energiesektor, der EU Cybersecurity Act und der ENTSO-E „Network Code on Cybersecurity“. Unter Berücksichtigung der Vorgaben wurde ein theoretisches, aber mögliches Szenario zu einem Security-Vorgang entwickelt. Am Beispiel einer fiktiven, behördlichen Sicherheitswarnung wurden die Schritte zu einem „Incident Response und Patchmanagement im Umfeld der Sekundärtechnik“ erläutert. Hierbei wurde deutlich, dass sowohl technische wie organisatorische Maßnahmen zur Beherrschung von Cybersecurity-Vorfällen ineinandergreifen müssen.

Der abschließende Vortrag „Integrierte PMUs zur Unterstützung für den Netzwiederaufbau“ zeigte anschaulich die Notwendigkeit der sicheren und schnellen Übertragung von Zustandsinformationen im Normalbetrieb und bei Großstörungen im Energienetz. In Abhängigkeit von der Art der Störung und von dem vom Netzbetreiber angestrebten Konzept für einen Netzwiederaufbau wurde die Notwendigkeit des Zugriffs auf konsistente Echtzeit-Messwerte (PMU – Phasor Measurement Unit) von Übergabestellen erläutert. Dieser Datenzugriff durch unterschiedliche Netzbetreiber ist nur auf Basis einer sicheren Kommunikationsarchitektur möglich, deren wichtigste Elemente erläutert wurden. Da die Anwendung in Verteilernetzen noch relativ neu ist, schloss der Vortrag mit einer kurzen Einführung in die Technik der Phasorenmessungen.

Bei den Beiträgen und Diskussionen wurde deutlich, dass die Anwendung von Cybersecurity in der Kommunikation einen immer größeren Stellenwert einnimmt, wie auch der nachfolgende Workshop zu Cybersecurity eindrucksvoll bestätigte.

## Spezielle Schutztechnik – Neue Netzkomponenten erfordern neue Lösungen

Den Anfang in dem sehr interessanten Themengebiet machten Kollegen aus Österreich, die in einem anschaulichen Vortrag auf die Anforderungen an Stromwandler für Schutzzwecke in Theorie und Praxis eingingen.

Im zweiten Beitrag wurde vorgestellt, welche Auswirkungen der Einsatz von Leistungselektronik auf die unterschiedlichen Schutzkonzepte haben und welche Maßnahmen erforderlich sind, um den neuen Herausforderungen gerecht zu werden.

Dazu passend wurde der Einfluss der Längskompensation in Form eines TCSC (Thyristor Controlled Series Capacitor) auf den Distanzschutz erläutert. Als Beispiel dienten zwei parallele 400-kV-Stromkreise zur Steuerung des Lastflusses.

Abschließend wurde ein Ansatz für einen neuen Schutz für Transformatoren mit Querregelung der ohne Rückmeldung oder weitere Wandler auskommt vorgestellt.

## Smarte Leittechnikanwendungen in Verteilnetzen

Der erste Vortrag ging auf die Notwendigkeit des Kapazitätsmanagements auf Grund der Netzsituationen durch EEG-Anlagen im Verteilnetz ein. Es wurde gezeigt, dass IT (von der Datenerfassung bis zur Netzleitebene), sowie OT (Steuerung im Verteilnetz) helfen können, Netzengpässe zu lösen. Die Rolle von genormten Schnittstellen und Datenmodellen wurde hervorgehoben.

Der zweite Vortrag, der sehr positiv und lebhaft vom Auditorium aufgenommen wurde, zeigte, was alles passieren kann, wenn in einem realen Verteilnetz mit Wasserkraftwerk und DEA (Dezentrale Erzeugungsanlagen), Black-Start-Versuche zum Aufbau eines Inselnetzes zur Notversorgung unternommen werden. Es wurde gezeigt, dass auf den Einsatz von rotierenden Maschinen (Wasserkraftwerk als Führungsgröße) in diesen Versuchen nicht verzichtet werden konnte. Eine Hauptidee war, dass scharfe Feldversuche (zu mindestens in Teilen) nicht durch eine Simulation ersetzt werden kann, sondern diese ergänzen. Reale Systeme und Einflüsse im Verteilnetz sind zu komplex, als dass man alles vorhersehen bzw. simulieren könnte.

## Blick in die Praxis – Aus Erfahrungen lernen

Der Blick in die Praxis hat den Bogen zwischen Microgrids über Anwendungen der IEC 61850, Kommunikation und Umspannwerken der nächsten Generation bis hin zu realen, netzübergreifenden Kurzschlussversuchen gespannt. Die Energiebezugsoptimierung in netzgekoppelten Microgrids gab einen Einblick, welche Möglichkeiten der Optimierung in einem Microgrid möglich sind im Besonderen in Richtung Energiebezug.

Der Beitrag über Anwendungen der IEC 61850 im Prozess- und Stationsbus einer 110/20-kV-Verteilnetzanlage und der Vortrag betreffend der nächsten Generation von digitalen und ökoeffizienten Umspannwerken, sind die ersten praktischen Beispiele für zukünftige Umspannwerke. Hier werden Erfahrungen für die Planung und Ausführung voll digitalisierter Verteilnetzanlagen gesammelt.

Auch der Vortrag „Digital Substation“ behandelte diese Thematik und gab einen sehr interessanten Einblick in international realisierte „digitale Anlagen“. Die zukünftigen Chancen und Herausforderungen dieser neuen Technologien wurden sehr anschaulich hervorgehoben.

Die Versuche und Messungen in einer 110-kV-Freiluftschaltanlage zeigten unter möglichst realen Bedingungen die Auswirkungen von Kurzschlüssen auf Sammelschienen und Erdungsgarnituren. Die mechanischen Belastungen im Kurzschlussfall und die Ausbildung von Lichtbögen wurden in sehr eindrucksvollen Videos gezeigt. Man kann gespannt sein, welche Ergebnisse die wissenschaftlichen Auswertungen der sehr umfangreichen Messdaten bringen werden.

## Neue Anwendungsregeln – In Theorie und Praxis

Der Schwerpunkt dieses Sitzungsblockes lag auf den notwendig gewordenen Anpassungen in den Anwendungsregeln, welche die Arbeitsprozesse in der Schutz- und Leittechnik bei Netzbetreibern betreffen. Die sich abzeichnenden Veränderungen in den Übertragungs- und Verteilnetzen durch die Integration Erneuerbarer Energien sowie durch den Wegfall von Großkraftwerken und mit den neuen europäischen Vorgaben, finden in den neuen Anwendungsrichtlinien für Einspeiser (VDE-AR-N 4100/05/-10/-20 und 30) ebenso Berücksichtigung wie in der VDE-AR-N 4142: Automatische Letztmaßnahmen sowie der VDE-AR-N 4141, welche sich mit dem Kommunikations- und Informationsaustausch von Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern (-1) und Verteilnetzbetreibern untereinander (-2 (noch nicht finalisiert)) beschäftigt. Gezeigt wurde in vier spannenden Beiträgen, welches Ausmaß die Einführung der neuen Anwendungsregeln in alle Bereiche der Schutz- und Leittechnik bei Netzbetreibern hat. Zeitgleich wurde in praktischen Anwendungsbeispielen dargelegt, wie Probleme, wie beispielsweise Überwachung der Konformität von Erzeugern über deren Lebenszeit, automatisierter Lastabwurf oder IoT-sichere Kommunikation, durch Anpassung der internen Prozesse behoben werden können.

## Workshop 1: Sekundärtechnik – Berufsfeld der Zukunft?

Mit Impulsvorträgen aus Sicht der Industrie (Hersteller) und der Netzbetreiber (Anwender) wurde ein Kompetenzprofil für die Sekundärtechnik skizziert, um aktuellen und zukünftigen Herausforderungen begegnen zu können. In einem weiteren Impulsvortrag wurden die Anforderungen den Ausbildungsschwerpunkten in einem Bachelor/Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik gegenübergestellt. Mit den Teilnehmern aus Industrie, Netzbetreibern und Hochschulbereich wurde diskutiert, welche Kompetenzen das Berufsbild des Sekundärtechnikers heute und zukünftig prägen und ob diese ausreichend in der Ausbildung berücksichtigt werden.

Es konnte eine breite Übereinstimmung gefunden werden, dass weiterhin eine fundierte netzphysikalische Grundlagenausbildung mit einem Schwerpunkt in der Schutztechnik erforderlich ist. Darüber hinaus wurden Kompetenzen in der Informationstechnik und Anwendungswissen gefordert, durch Teamfähigkeit und Projektmanagement abgerundet. Die Teilnehmer stimmten darüber überein, dass die vorgestellten Studienziele dieses Wunsch-Kompetenzprofil im Wesentlichen abdecken. Eine große Herausforderung erkannten die Teilnehmer darin, junge Menschen für die Ausbildung oder das Studium mit dem Ziel des Sekundärtechnikers zukünftig zu gewinnen.

## Workshop 2: Cybersecurity – Governments and Execution

Im Workshop 2 wurde über Cybersecurity - Governments and Execution - gesprochen. Dabei wurde ein breiter Bogen über das Thema gespannt, welcher beim Informationssicherheitsmanagement-System (ISMS) begann, sich um mögliche Maßnahmen und Methoden aus diesem heraus ergänzte und letztendlich in einer realen Systemkonfiguration, wie sie heute zur Sicherstellung der Konformität erforderlich ist, endete.

Die wesentlichen Inhalte und Erkenntnisse der Diskussion waren dabei:

- Beim ISMS ist der gesamte Lebenszyklus (Hersteller, Systemintegrator, Anwender) zu betrachten.
- Rollenbasierte Zugriffssteuerung hat gegenüber einem Passwort mehr Granularität und Vorzüge.
- Zertifikate besitzen in der Cybersecurity eine zentrale Rolle, sie sind Basis für viele Maßnahmen.

Aus der Reaktion der Teilnehmer und der Summe der Diskussionen kann abgeleitet werden, dass sich die Sekundärtechnik vermutlich nach ISMS auf dem Weg der Integration von Schutzmaßnahmen befindet. Ein nur am Rand angesprochenes Thema war das der Beobachtbarkeit und der Vorfallerkennung (Intrusion-Detection-System). Diese Themen werden vermutlich bei der nächsten Veranstaltung in 2 Jahren neben der Integrationserfahrung für lebhaftere Diskussionen sorgen.

### Workshop 3: Aktuelle und zukünftige Herausforderungen beim Prüfen von sekundärtechnischen Anlagen

In diesem Workshop wurden in einem ersten Diskussionsblock die Fragen

- Wie finde ich die für mich passende Prüfmethodik? und
- Ist Prüfen bei modernen Schutz- und Kombischutzgeräten noch notwendig?

äußerst kontrovers diskutiert.

Aus der Diskussion kann festgestellt werden, dass in einigen Unternehmen die aktuellen Prüfvorgaben sukzessive aus der konventionellen Technik auf die digitalen Relais angepasst werden, in anderen Unternehmen beim Wechsel auf digitale Relais / digitale Stationsleittechnik ein gemeinsames Prüfkonzept auf Basis der neuen Kommunikationsnormen erarbeitet wird. Den „richtigen Weg“ wie zukünftig zu prüfen ist, muss jedes Unternehmen aber für sich finden, da dies von vielen Faktoren abhängt.

Im zweiten Diskussionsblock „Wie verändert sich das Prüfen in digitalen Schaltanlagen?“ wurde in den Impulsen der Blick auf die Prüfung von nichtkonventionellen Messwandlern mit Prozessbus und die neuen Prüfmöglichkeiten, die sich mit dem Einsatz der Edition 2 der IEC 61850 umsetzen lassen, gerichtet.

Als Rückmeldung aus den Diskussionen war zu entnehmen, dass für die Akzeptanz der „neuen Welt“ der digitalen Schaltanlagen die diversen Fragen der zukünftigen Anwender gemeinsam von Pilotanwendern und den Herstellern ausführlich zu beantworten und ggfs. in einem Dokument zu veröffentlichen sind.

### Workshop 4: Aus Netzstörungen lernen

Der Workshop diente dem Erfahrungsaustausch. Mittels fünf Impulsvorträgen zu aufgetretenen Netzstörungen sollten zum einen Methoden zur Aufklärung von komplizierten Fehlerabläufen unter Nutzung moderner Tools gezeigt werden, aber auch praktische Erfahrungen mit neuen Schutzfunktionen aufgezeigt werden. Natürlich ging es letztendlich darum, aus den gezeigten Netzstörungen zu lernen und für sich selbst Schlussfolgerungen hinsichtlich Schutzeinstellungen, Schutzfunktionen bzw. Wandleranschlaltungen zu ziehen.

Folgende Impulsvorträge wurden präsentiert:

- Störungsanalyse mittels dynamischer Simulation
- Erste Erfahrungen mit der adaptiven AWE im Höchstspannungsnetz
- Lastauslösungen im 20-kV-Transformator-Einspeisefeld – Ursachen und Abhilfen
- Überfunktionen von Schutzeinrichtungen im Zusammenwirken mit Linearkernen bei unsymmetrischen Fehlern
- Netzstörungen in niederohmig geerdeten Mittenspannungsnetzen

Durch gezielte Fragestellungen zu den einzelnen Impulsvorträgen mittels Mentimeter wurden die Teilnehmer des Workshops animiert, ihre Meinungen kundzutun und somit einen Workshopcharakter zu erreichen.

### Ausblick

Das nächste Tutorial Schutz- und Leittechnik wird voraussichtlich am **15.-16. Februar 2022** in Berlin stattfinden. Auf Basis der Feedbackbögen und der aktuellen Themen wird in 2022 wieder eine sehr interessante Tagung vorbereitet werden. Über die Schwerpunkte des nächsten Tutorials wird ab Mitte 2021 informiert:

<https://www.schutz-leittechnik.de/>

## Autoren

Johannes Arnold, Siemens AG, Nürnberg

Jenny Bünger, FGH GmbH, Aachen

Henry Dawidczak, Siemens AG, Nürnberg

Gernot Druml, Sprecher Automation GmbH, Linz/Österreich

Marcel Engel, Netze BW GmbH, Stuttgart

Wolf Fischer, Stromnetz Berlin GmbH, Berlin

Jens Hauschild, 50Hertz Transmission GmbH, Neuenhagen

Heinrich Hoppe-Oehl, Westnetz GmbH, Arnsberg

Ignaz Hübl, CIRED Technical Committee, Rapporteur Session 3

Michael Igel, htw saar, Saarbrücken

Thomas Rudolph, Schneider Electric GmbH, Seligenstadt

Oliver Skrbinjek, Energienetze Steiermark GmbH, Graz/Österreich

## Tagungsunterlagen

Bei Fragen zur Tagung oder zu den Tagungsunterlagen wenden Sie sich bitte an Frau Anna Wonde, EW Medien & Kongresse: [Anna.Wonde@ew-online.de](mailto:Anna.Wonde@ew-online.de)

Stand: Mai 2020