

# Multilin™ Intelligent Line Monitoring System



## Optimierung der Netzauslastung und Verfügbarkeit durch dynamische Leitungsbewertung

Energieversorgungsunternehmen stehen vor der Herausforderung die Zuverlässigkeit ihrer Netze sowie den sicheren Betrieb und die Wartung Ihrer Infrastruktur zu optimieren. Gleichzeitig wachsen die Anforderungen der Regulierungsbehörden an einen kostenoptimierten Netzbetrieb. Das Multilin Intelligent Line Monitoring System von GE ermöglicht es Energieversorgungsunternehmen mit passenden Werkzeugen und Applikationen diesen Herausforderungen zu begegnen.

Als innovatives Freileitungs-Überwachungs-System ermöglicht das Multilin Intelligent Line Monitoring System von GE eine optimale Bewertung des Netzzustandes in Echtzeit. Hierdurch können Energieversorgungsunternehmen den Netzbetrieb auf die jeweils vorherrschenden Bedingungen anpassen, akute oder potenzielle Fehlerstellen identifizieren sowie durch gezielte Entstörmaßnahmen die Netzverfügbarkeit erhöhen. Die dynamische Leitungsbewertung gestattet eine Optimierung der Netzauslastung sowie die Bewertung sicherheitsrelevanter Aspekte wie z.B. Leitungsdurchhang.

Die mehr als 130-jährige Erfahrung von GE bildet die Grundlage, um heutigen und zukünftigen Herausforderungen in der Energieversorgung begegnen zu können. Damit unterstützt GE Energieversorgungsunternehmen bei einer zuverlässigen und nachhaltigen Optimierung Ihrer Netze.

## Hauptvorteile

- Komplettlösung inklusive umfangreicher Analysefunktionen für die Überwachung und Bewertung des Freileitungsnetzes
- Geringere Betriebskosten durch Sensoren von GE, die für eine einfache Installation während des Betriebs entwickelt wurden
- Speziell für die Erkennung von Fehlern in Freileitungsnetzen entwickelt
- Verringerte Netzausfallzeiten durch optimierten Außendienstesatz für Entstörung und Wartung
- Optimierte Netzkapazität durch dynamische Leitungsbewertung
- Fernaktualisierung der Firmware ermöglicht eine einfache Installation zukünftiger Applikationsentwicklungen und Anpassung an rechtliche und betriebliche Anforderungen

## Anwendungsbereiche



Fehlererkennung,  
Ort & Analyse



Leitungsdarstellung



Dynamische  
Leitungsbewertung



Systemdiagnose &  
Wartung

## Mehr Transparenz in Freileitungsnetzen

- Ermöglicht situationsbedingt eine optimale Bewertung des Netzzustandes
- Erlaubt Energieversorgungsunternehmen ihren Betrieb auf die jeweils vorherrschenden Bedingungen auszurichten, wodurch statische oder saisonale Bewertungen vermieden werden

## Reduzierte Ausfallzeiten

- Verbesserung der SAIDI- und CAIDI-Werte aufgrund schnellerer Reaktionszeiten
- Fehlerlokalisierung mit optischer Alarmierung des Leitwartenpersonals und Benachrichtigung des Wartungsdienstes via E-Mail oder SMS
- Effizientere Investitionsplanung auf Basis des Anlagenzustand anstatt des -alters

## Optimierte Netzauslastung

- Bietet eine Berechnungsübersicht der dynamischen Leitungsbewertung aufgrund der jeweiligen Betriebsbedingungen
- Unterstützt die Planung einer effizienten dezentralen Einspeisung erneuerbarer Energien



## Systemübersicht

Das modulare Design des Multilin Intelligent Line Monitoring System von GE ermöglicht es Kunden eine maßgeschneiderte Visualisierungsplattform zu erstellen, die ihre individuellen Ziele zur Netzoptimierung abbilden kann. Hierbei kann es sich um eine präzisere Fehlerlokalisierung, höhere Leitungskapazitäten durch dynamische Leitungsbewertung oder erhöhte Transparenz in den Netzen handeln. Das System besteht aus drei Hauptkomponenten:

- Multilin FMC Leitungssensoren, die genaue Daten über die jeweilige Last und Temperatur der Freileitung liefern
- Multilin SNG™ (Sensor Network Gateway) ermöglicht eine bidirektionale Kommunikation zwischen den Leitungssensoren, den lokal montierten Wetterstationen und den Server-basierten Anwendungen
- Server-basierte Anwendungen:
  - Anwendung zur Visualisierung von Freileitungen
  - Anwendung zur Fehlererkennung, -lokalisierung und -analyse (Multilin X-NET™)
  - Anwendung zur Berechnung und Analyse der dynamischen Leitungsbewertung (Multilin T-NET™)
  - Anwendungen zur Systemdiagnose und -wartung

## Datensynchronisierung

Das Multilin Intelligent Line Monitoring System von GE ist zeitsynchronisiert, so dass Daten von verschiedenen Orten des Verteilnetzes bis auf 40 Mikrosekunden genau synchronisiert werden können. Dadurch entsteht eine präzise Momentaufnahme des Verteilnetzes, die für komplexe Untersuchungen geeignet ist. Anwendungen von GE verwenden diese Methode, um die Daten der Umspannstationen und die Daten der Leitungen zu synchronisieren. Hierdurch entsteht ein zusammenhängendes Bild des Verteilnetzes unter normalen Betriebsbedingungen und im Störfall.

## Systemkomponenten

### Leitungssensoren

Als Teil des Multilin Intelligent Line Monitoring Systems spielen Sensoren eine Schlüsselrolle für die Transparenz im Netz. Diese messen und protokollieren sowohl die Amplitude als auch die Phasenlage des Stromflusses mit 32 Abtastwerten pro Periode und unterstützen eine bidirektionale Kommunikation mit dem Multilin SNG™ über ein 2,4 GHz Funkssystem.

Die Sensoren sind konfiguriert um Fehlerzustände unmittelbar zu identifizieren und entsprechende Benachrichtigungen zu erzeugen. Darüber hinaus können die Sensoren so konfiguriert werden, dass periodische Messungen vorgenommen werden, die eine verbesserte Einschätzung der Situation und des Betriebs ermöglichen. Der Sensor kann mit einer Temperatursonde ausgestattet werden, welche die Oberflächentemperatur des Leiters misst. Hierdurch kann die Leitertemperatur in die dynamische Leitungsbewertung mit einbezogen werden.

### Wetterstation

Wetterinformationen sind eine wichtige Datenquelle für die dynamische Leitungsbewertung sowie die Warnung vor Eisbildung. Diese Anwendungen benötigen die Daten der Windgeschwindigkeit und Windrichtung, der Umgebungstemperatur, dem Taupunkt sowie der Sonneneinstrahlung. Das Multilin Intelligent Line Monitoring System verbindet eine Wetterstation mit der Option eines Ultraschall-Windsensors, um exaktere Analysen zur dynamischen Leitungsbewertung durchführen zu können. Informationen über Windgeschwindigkeit und Windrichtung ermöglicht dem Energieversorgungsunternehmen eine optimalere Auslastung des Netzes. Die optionale Wetterstation und der Ultraschall-Windsensor kommunizieren mit dem Multilin SNG™ über eine Kabelverbindung.

## Multilin Intelligent Line Monitoring System von GE



Die Komponenten des Multilin Intelligent Line Monitoring System von GE versetzen Energieversorgungsunternehmen in die Lage die Effizienz des Verteilnetzes durch Fehlererkennung, dynamische Leitungsbewertung und mehr Transparenz zu verbessern.

## Sensor-Netzwerk-Gateway

Das Multilin SNG™ (Sensor-Netzwerk-Gateway) stellt eine Verbindung zwischen den Server-Anwendungen und den im Feld installierten Sensoren bereit, wodurch eine genaue Übersicht über das Verteilnetz ermöglicht wird. Das Multilin SNG™ ist ein Kommunikations-Gateway für das Verteilnetz. Wetterinformationen werden für die komplexen Anwendungen wie z.B. Fehlererkennung, -lokalisierung und -analyse, dynamische Leitungsbewertung, Wartungsplanung und Leitungsdarstellung benötigt.

Das Multilin SNG™ nutzt eine bidirektionale 2,4 GHz Funkverbindung mit den Leitungssensoren und eine Kabelverbindung zur Wetterstation. Eine weitere wichtige Funktion des Multilin SNG™ ist es die Amplitude sowie die Phasenlage der Spannung (32 Abtastwerten pro Periode) aus der Schaltanlage oder über Spannungswandler aufzuzeichnen.

Das Multilin SNG™ unterstützt marktübliche drahtgebundene und drahtlose Kommunikationswege, wie z.B. serielle Anschlüsse und Ethernet-Schnittstellen aber auch Mobilfunk (2G/3G/GRPS/UMTS). Jedes Multilin SNG™ ist mit einem GPS-Empfänger ausgestattet und synchronisiert das gesamte System. Dies ermöglicht eine komplexe Netzanalyse durch das Multilin Intelligent Line Monitoring System.

Das Multilin SNG™ ist ein vielseitig einsetzbares System und kann in Freileitungsnetzen installiert werden, um mit den Leitungssensoren zu kommunizieren oder um in Umspannwerken die Spannungen zu überwachen. Eine typische Freileitungsinstallation umfasst ein SNG mit drei Sensoren (ein Sensor pro Phase) oder ein SNG mit sechs Sensoren, die sich an einem Abzweig befinden und diesen dadurch effektiv überwachen.

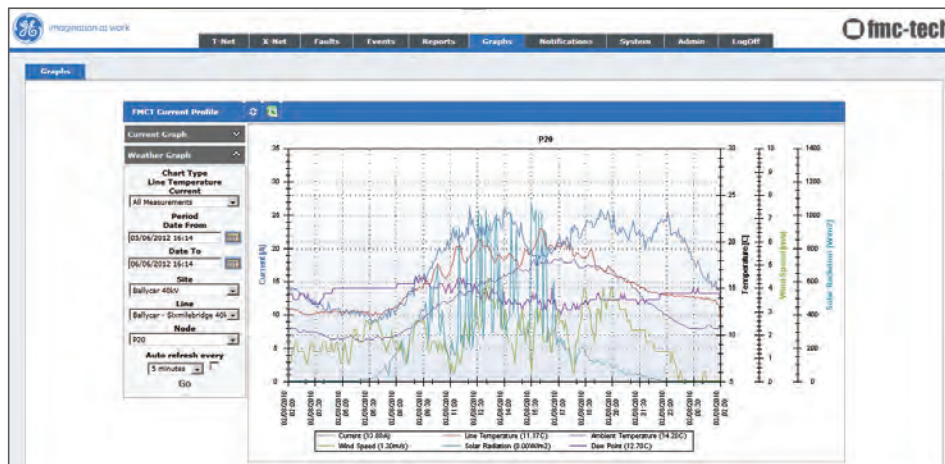


## Server-basierte Anwendungen

Das Multilin Intelligent Line Monitoring System bietet folgende Server-basierten Anwendungen:

- Multilin X-NET™ Software-Anwendung für Fehlererkennung, -lokalisierung und -analyse:
  - Fehlerlokalisierung
  - Zyklisch RMS Fehleraufzeichnung
  - Fehlerbenachrichtigung (SMS und E-Mail)
  - Grafische Darstellung der Ausfallhistorie
  - Funktion zum Daten-Download – protokollierte Netzdaten in anwenderdefinierten Zeitintervallen (im Microsoft® Excel Format)
- Multilin T-NET™ Software-Anwendung zur dynamischen Leitungsbewertung:
  - Dynamische Leitungsbewertung (CIGRE-Modell)
  - Lokale Berechnung von Durchhang und lichtigem Abstand
  - Ortsspezifische Warnung vor Eisbildung
  - Wetterdatenbeobachtung
  - Funktion zum Daten-Download – protokollierte Netzdaten in anwenderdefinierten Zeitintervallen (im Microsoft® Excel-Format)
  - Systemdiagnose und Wartung
- Systemdiagnose
  - Fernaktualisierung der SNG- und Sensor-Firmware
  - Adressbuch für E-Mail- und SMS-Empfänger
  - Definition der Fehlerschwellwerte
  - Überwachung der dynamischen Abtastrate

## Server-basierte Anwendungen: Wetterdatenbeobachtung



Die Nachverfolgung von Wetterbedingungen ermöglicht die Bestimmung des Effektes lokaler Wetterbedingungen auf die Kapazität der Leitungen

## Anwendungsübersicht: Analyse der dynamischen Leitungsbewertung

Die Analysefunktionen des Multilin T-NET™ von GE können basierend auf den vorherrschend Bedingungen eine dynamische Leitungsbewertung durchführen. Dies ermöglicht Energieversorgungsunternehmen

- eine effizientere Überwachung von Freileitungen,
- Überlastschäden zu vermeiden und
- eine gezieltere Einspeisung regenerativer Energien.

### Dynamische Leitungsbewertung (T-NET)

Die Anwendung zur dynamischen Leitungsbewertung liefert messbare Informationen, wodurch Energieversorgungsunternehmen in der Lage sind:



- Die Last auf den Leitungen zu erkennen
- Die Annäherung der Leitungen an die Nennkapazität zu erkennen
- Zusätzlich verfügbare Leitungskapazität aufgrund vorherrschender Bedingungen zu identifizieren
- Lokale Eisbildung zu erkennen und Entscheidungen für den weiteren Betrieb zu treffen
- Standortspezifischen Leitungsdurchhang aufgrund vorherrschender Bedingungen zu berechnen

### Moderne Leitungssensoren

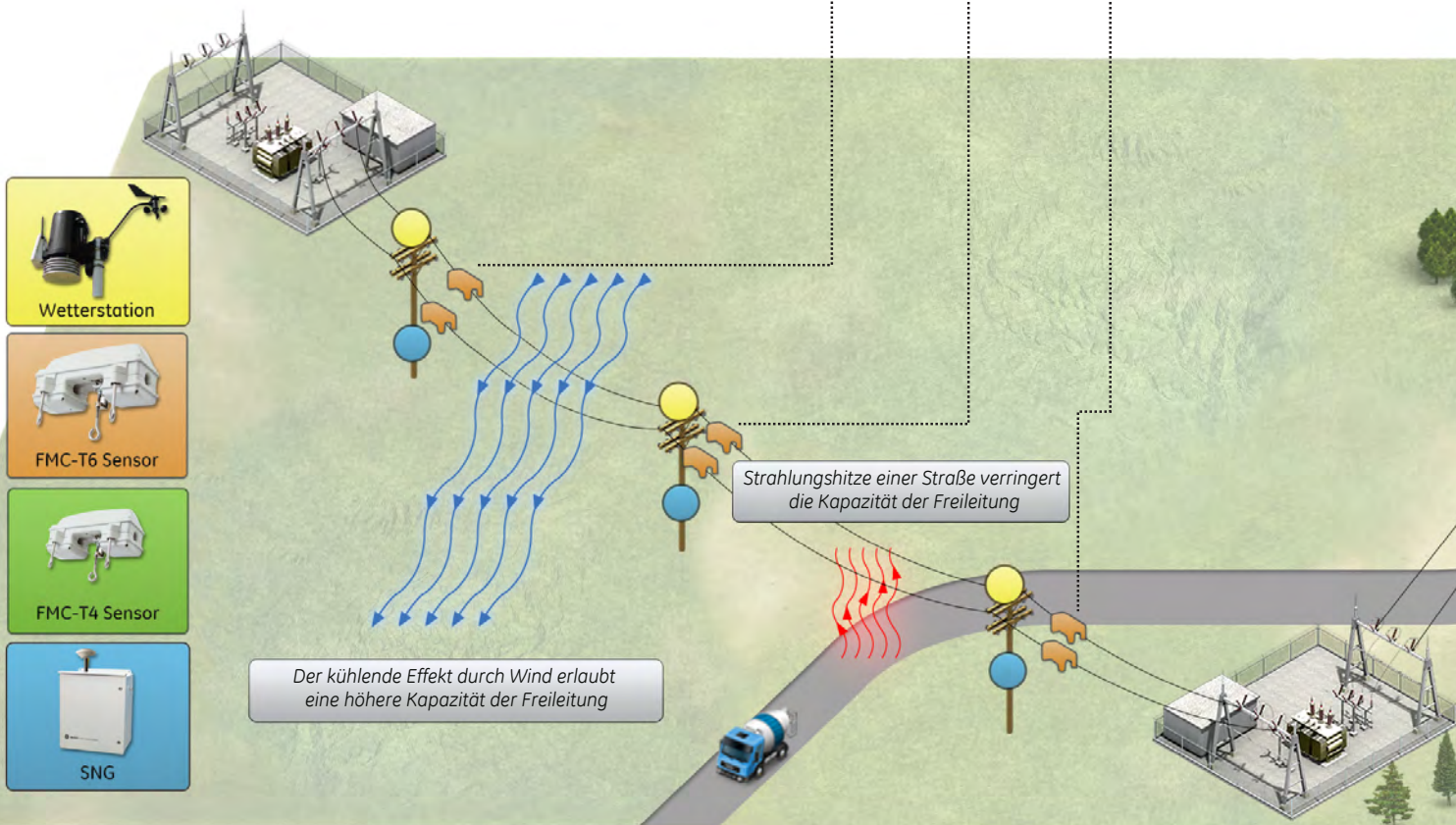
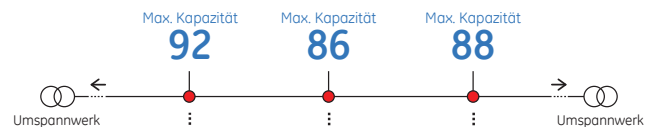
Die modernen Leitungssensoren von GE liefern zeitsynchronisierte Messungen, wodurch eine optimale Bewertung des Netzzustandes und des Betriebes, durch folgende Parameter erreicht wird:



- Leiterstrom, sowohl Amplitude als auch Phasenlage
- Temperatur der Leiteroberfläche

### Wetterdaten

Das Multilin Intelligent Line Monitoring System verbindet eine Wetterstation mit der Option eines Ultraschall-Windsensors, um exaktere Analysen zur dynamischen Leitungsbewertung durchführen zu können. Informationen über Windgeschwindigkeit und Windrichtung ermöglichen eine optimalere Auslastung des Netzes.



## Anwendungsübersicht: Fehlererkennung, -lokalisierung und -analyse

Das Multilin Intelligent Line Monitoring System liefert die erforderliche Übersicht und moderne Analytik für einen effizienten Betrieb von Freileitungen.

- Erkennung von Fehlern in hoch- und niederohmig geerdeten Netzen
- Fehlerlokalisierung mit optischer Alarmierung des Leitwartenpersonals und Benachrichtigung des Entstörungsdienstes

### Moderne Leitungssensoren

Der Sensor ist konfiguriert um Störfälle zu erkennen und ermöglicht daher eine unmittelbare Identifizierung der Störung sowie eine Benachrichtigung des Entstörungsdienstes. Der Sensor misst und protokolliert sowohl die Amplitude als auch die Phasenlage des Stromflusses, mit 32 Abtastwerten pro Periode, und unterstützt eine bidirektionale Kommunikation mit dem Multilin SNG™ über einen 2,4 GHz Funksystem.



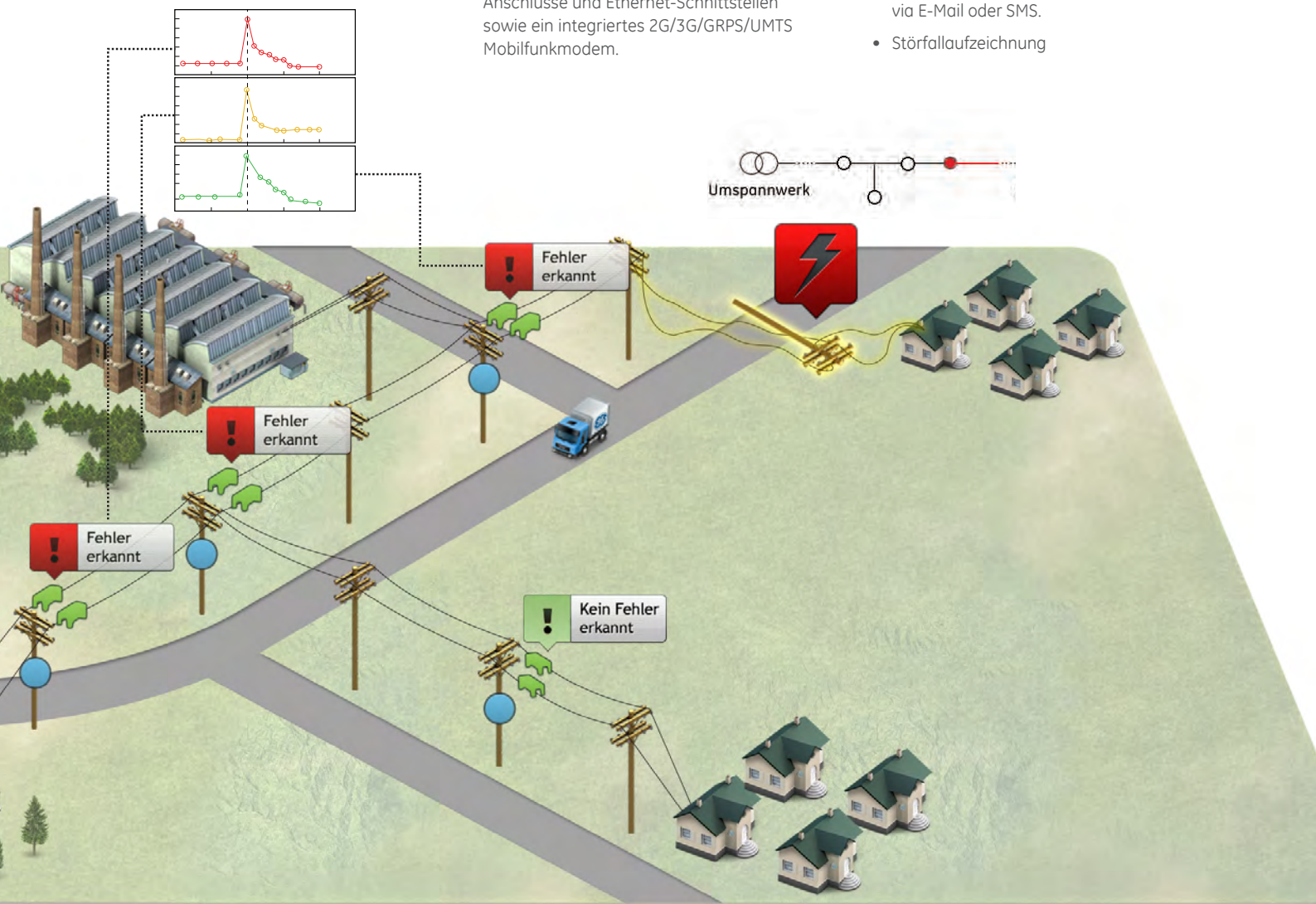
### Kommunikations-Gateway

Das Multilin SNG™ stellt ein Kommunikations-Gateway für die Verteilung von Netz- und Wetterinformationen bereit, die für moderne Anwendungen essentiell sind. Das Multilin SNG™ kommuniziert mit den Leitungssensoren und der Wetterstation und misst und protokolliert die Spannung, Amplitude sowie die Phasenlage. Das Gateway verfügt über mehrere Kommunikationsoptionen, wie z.B. serielle Anschlüsse und Ethernet-Schnittstellen sowie ein integriertes 2G/3G/GRPS/UMTS Mobilfunkmodem.



### Fehlererkennung, -lokalisierung und -analyse (X-NET)

- Überwacht das Verteilnetz rund um die Uhr auf Ereignisse und Fehler
- Automatische Filterung von Ereignissen und Fehlern zur Vermeidung von unwichtigen Störmeldungen, basierend auf Voreinstellungen des Energieversorgungsunternehmens
- Fehlerlokalisierung mit optischer Alarmierung des Leitwartenpersonals und Benachrichtigung des Entstörungsdienstes via E-Mail oder SMS.
- Störfallaufzeichnung



## Anwendungsübersicht: Leitungsvisualisierung

Das modulare Multilin Intelligent Line Monitoring System ermöglicht eine optimale Bewertung des Netzzustandes, wodurch Energieversorgungsunternehmen den Betrieb an die jeweils vorherrschenden Bedingungen anpassen und dadurch statische oder saisonale Bewertung vermeiden können.

Durch die Bereitstellung von genauen Informationen über den Netzzustand ermöglicht das Multilin Intelligent Line Monitoring System Energieversorgungsunternehmen einen optimierten Überblick über ihr Freileitungsnetz. Hierdurch können diese besser der Netzdynamik gerecht werden und sind in der Lage:

- 3-phasige Messung entlang der Freileitung zu analysieren,
- Optimierung der Lastverteilung für eine optimale Ressourcenausnutzung durchzuführen und dadurch Instandhaltungsinvestitionen zu reduzieren
- Leiterüberlast aufgrund von Phasenasymmetrie zu erkennen und regulierend einzugreifen,
- Belastung der Lastflussregler zu erkennen und regelnd einzugreifen.

Die stetig steigende nicht-regelbare Einspeisung erneuerbarer Energien in die Mittel- und Niederspannungsnetze stellt Netzbetreiber vor neue Herausforderungen an den sicheren und effektiven Netzbetrieb. Diese Herausforderungen erfordern eine Optimierung der Datenbasis für den Betrieb der Freileitungsnetze, aber auch für die Planung des Netzes und die Entwicklung von Schutzkonzepten. Schon heute hat der Einsatz von intelligenter Mess- und Regeltechnik einen großen Einfluss bei der Einhaltung der Anforderungen an die Verteilnetze von Morgen.

## Bewertung des Netzzustandes

Das Multilin Intelligent Line Monitoring System ist zeitsynchronisiert, so dass Daten von verschiedenen Orten des Freileitungsnetzes bis auf 40 Mikrosekunden genau miteinander synchronisiert werden können. Die Analysewerkzeuge von GE verwenden eine Methode, um die Daten der Umspannstationen und Leitungen zu synchronisieren. Hierdurch entsteht ein zusammenhängendes Bild des Verteilnetzes.

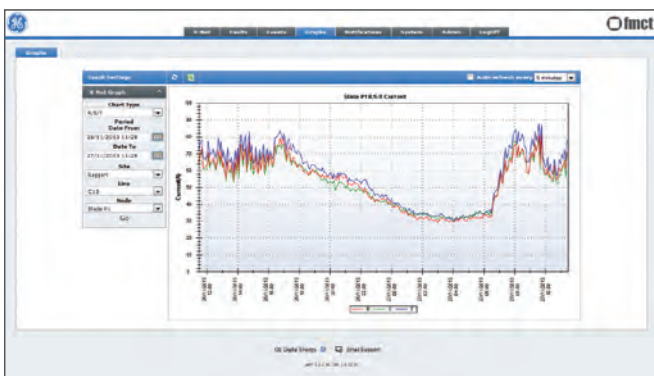


## Erhöhte Netzeffizienz und -kapazität

Bei Verteilnetze mit ein- und zweiphasigen Freileitungsabgängen sind diese asymmetrisch belastet. Dies führt zu einer asymmetrischen Lastverteilung mit negativen Auswirkungen auf Effizienz und Kapazität. Eine symmetrische Lastverteilung an einem Abgang der Umspannstation muss nicht gleichbedeutend mit einer symmetrischen Lastverteilung in den Sticleitungen sein. Die Überwachungsfunktion der Lastverteilung durch das Multilin Intelligent Line Monitoring System liefert eine zusätzliche Übersicht, die für die Korrektur und Verbesserung der Lastsymmetrie erforderlich ist. Durch die Zunahmen nicht-regelbarer dezentraler Einspeisung von erneuerbaren Energien ändert sich die Lastflussrichtung dynamisch und erhöht somit die Komplexität der Verteilnetze.

Über die Auswirkungen asymmetrischer Lastverteilungen hinaus, liefert die Aufzeichnung periodischer Daten durch das Multilin Intelligent Line Monitoring System eine genauere Übersicht über die Vorgänge im Netz und unterstützt somit eine tiefere Netzanalyse. Präzise Zeitsynchronisierung ermöglicht die Berechnung von Mit-, Gegen- und Nullsystem-Strömen an jedem Messpunkt mit Spannungsmessung. Die Verwendung von Lastprofilen ist ein hilfreicher Indikator bei der Untersuchung von Verbrauchsänderungen oder -verhalten, welcher frühzeitig nicht-technische Verluste anzeigt. Die Intervalle der Berichtserstellung sind vom Anwender frei konfigurierbar. Diese verbesserte Netzübersicht liefert verwertbare Informationen für:

- Netzplaner bei der Ermittlung von Maximallasten und bei der Planung von dezentralen Einspeisungen,
- Schutzingenieure bei der Einstellungen von Schutzparametern
- Netzingenieure bei der Erkennung nicht-technischer Verluste.



3-phasige Messung ermittelt die Phasenasymmetrie an jedem Messpunkt

## Anwendungsübersicht: Systemdiagnose und Systemwartung

Die Anwendungen zur Systemdiagnose und -wartung spielen eine wichtige Rolle bei der Sicherstellung einer einwandfreien Systemleistung und der Bereitstellung von Informationen über den Zustand der Netze.

### Systemdiagnose

Das Multilin Intelligent Line Monitoring System liefert wertvolle Netzdaten und wird dadurch zu einer wichtigen Komponente bei der Optimierung der Netzleistung und Netzeffizienz. Es überwacht das Netz dauerhaft auf technische Störungen und Kommunikationsfehler, zeichnet Geräteinformationen auf und benachrichtigt den Administrator per E-Mail oder SMS über feststellbare eventuelle Netzprobleme.

Das System protokolliert die Kommunikation auf:

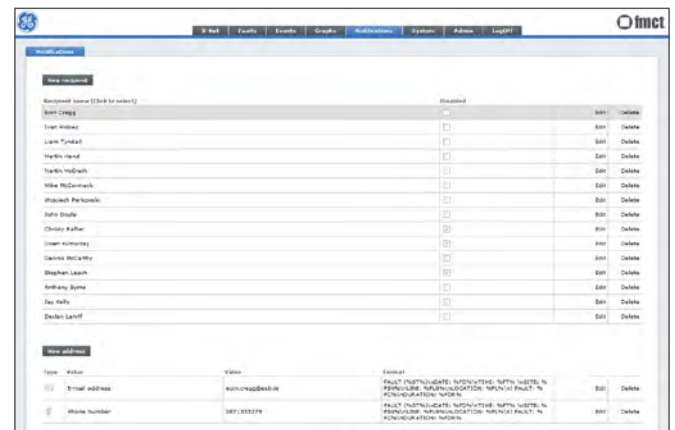
- Zeit der letzten Aktivität des SNG
- 2G/3G/GPRS/UMTS-Signalstärke
- 2G/3G/GPRS/UMTS-Modemneustart
- GPS Zeitsynchronisationsstatus
- Kommunikation mit Wetterstation und Ultraschall-Windsensor
- Kommunikation mit Leitungssensoren

Anwendungen zur Systemdiagnose protokollieren fortwährend den Systemstatus:

- Batteriespannung des SNG
- Batteriespannung der Leitungssensoren
- Lade- und Entladestrom des SNG
- Lade- und Entladestrom der Leitungssensoren

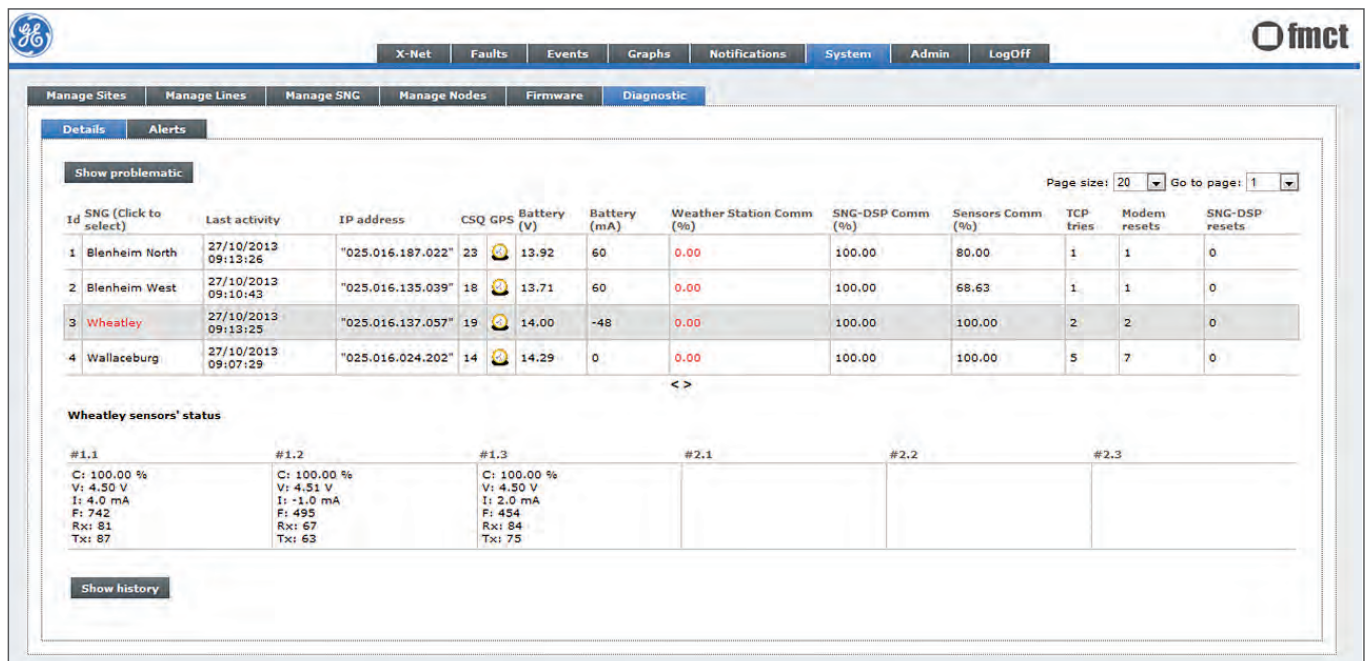
### Systemwartung

Die Anwendung zur Systemwartung stellt eine einheitliche Bedienung zum Management und zur Nachverfolgung der wichtigsten Systemkomponenten zur Verfügung. Dadurch lassen sich Firmware Aktualisierungen der Leitungssensoren und SNGs problemlos aus der Netzleitware durchführen. Gleichzeitig bekommt der Systemadministrator die Möglichkeit die Verteilerliste der SMS-Nachrichten und E-Mails für Fehlerbenachrichtigungen zu verwalten.



Das Benachrichtigungsmanagement ermöglicht dem Systemadministrator die Empfängerliste für Fehlerbenachrichtigungen zu verwalten

## Management-Tool zur Systemdiagnose



Management-Tool zur Systemdiagnose überwacht den Status von Systemkomponenten

## Multilin T-NET™: Analyseanwendung zur dynamischen Leitungsbewertung

Die moderne Analyseanwendung Multilin T-NET™ ermöglicht eine dynamische Leitungsbewertung auf der Basis vorherrschender Bedingungen, wodurch Energieversorgungsunternehmen ihre Netze effizienter betreiben, Überlastschäden vermeiden und nicht-regelbare dezentrale Energien besser integrieren können. Das Multilin Intelligent Line Monitoring System verwendet dabei Wetterdaten einer Wetterstation und eines Ultraschall-Windsensors, Leitertemperaturdaten und Lastdaten. Die kombinierte Verwendung dieser Daten stellt eine umfassende und kosteneffiziente Lösung dar, die dynamische Leitungsbewertung des Netzes durchzuführen und auf Basis dieser Informationen den Netzbetrieb zu optimieren.

Die Anwendung zur dynamischen Leitungsbewertung liefert verwertbare Informationen, und ermöglicht es:

- Die Last auf den Leitungen darzustellen,
- Die Annäherung der Leitungen an die Nennkapazität darzustellen,
- Zusätzlich verfügbare Leitungskapazität aufgrund vorherrschender Bedingungen zu identifizieren,
- Lokale Eisbildung zu erkennen und Entscheidungen für den weiteren Betrieb zu treffen,
- Standortspezifischen Leitungsdurchhang aufgrund vorherrschender Bedingungen zu berechnen.



Basierend auf dem CIGRE-Algorithmus zeigt die Anwendung die derzeitige Leitungslast und verfügbare Kapazität an



Die Anwendung liefert ortsspezifische Daten über Durchhang und lichte Abstand für die Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und eine maximale Leitungsausnutzung

### Statische Leitungsbewertung

Energieversorgungsunternehmen gehen traditionell von einer statischen Leitungsbewertung oder einer saisonalen Bewertung aus, wobei diese Methode jedoch nicht die aktuell vorherrschenden Bedingungen berücksichtigt. Ohne diese Informationen kann die Leitungskapazität unterbewertet werden, wodurch Systembereiche möglicherweise nicht ausgelastet sind, die Investitionsrentabilität sinkt oder ein Lastbedarf nicht bedient werden kann. Umgekehrt kann die Leitungskapazität jedoch auch zu hoch bewertet werden, so dass es zu geringen lichten Abständen und/oder Überlastschäden kommen kann.

### Berechnung der dynamischen Leitungsbewertung

Die moderne Analyseanwendung Multilin T-NET™, ermöglicht eine dynamische Leitungsbewertung basierend auf den vorherrschenden Bedingungen und dem Berechnungsmodell CIGRE. Dieser Algorithmus berücksichtigt die folgenden Parameter:

- Maximaltemperatur des Leiters
- Widerstandskoeffizient der Temperatur
- Leitertyp
- Umgebungstemperatur
- Geschwindigkeit und Windangriffswinkel
- Leiterdaten

- Gleichstromwiderstand bei 20°C
- Sonneneinstrahlung
- Wechselstromwiderstand
- Breitengrad und Erhebung über Normalnull

Multilin T-NET™ berechnet automatisch basierend auf den vorherrschenden Bedingungen die verfügbare und maximale Kapazität die von den Multilin FMC-Leitungssensoren, den Wetterstationen und den Ultraschall-Windsensoren ermittelt werden. Die Anwendung zur dynamischen Leitungsbewertung zeigt die folgenden drei kritischen Werte für jeden Knotenpunkt:

- Momentane Last
- Momentane Leitungskapazität
- Momentane Kapazitätsreserve

Die Software-Anwendung Multilin T-NET™ berechnet den lokalen Leitungsdurchhang und ortsspezifische Eisbildung basierend auf den vorherrschenden Bedingungen, wie in der obigen Abbildung dargestellt.

Multilin T-NET™ kann die wichtigsten Messwerte sowie die Leitertemperaturen mit dem Netzleit- und Störfallmanagementsystem über die Protokolle DNP3, IEC60870-5-104 oder IEC60870-5-101 austauschen.



## Multilin X-NET™: Fehlererkennung, -lokalisierung und -analyse

Die Multilin X-NET™ Analysefunktion wurde speziell für die Erkennung von Fehlern in Freileitungsnetzen entwickelt. Das Multilin Intelligent Line Monitoring System erfasst, benachrichtigt und stellt dem Anwender Informationen über folgende Fehlerarten zu Verfügung:

- Kurzschlüsse
- Erdfehler
- überregionale Fehler

### Fehlererkennung, -lokalisierung und -analyse

- Überwacht das Freileitungsnetz rund um die Uhr auf Ereignisse und Fehler
- Automatische Trennung von Ereignissen und Fehlern zur Vermeidung von Störungsmeldungen, basierend auf individuellen Voreinstellungen
- Fehlerlokalisierung mit optischer Alarmierung des Leitwartenpersonals und Benachrichtigung des Wartungsdienstes via E-Mail und SMS
- Störfallaufzeichnung

### Priorisierung von Wartungsaufgaben

Durch die Multilin X-NET™ Software können Wartungsaufgaben effektiv priorisiert werden:

- Pflege einer Ereignisdatenbank, um die Erkennung wiederholt auftretender Ereignisse zu ermöglichen, Abgangsleistungen zu vergleichen und vorbeugende Wartungsprogramme zu definieren
- Grafische Darstellung der Ausfallhistorie für jeden Netzabschnitt

Die Multilin X-NET™ Anwendung erlaubt dem Energieversorgungsunternehmen:

- Service-Budgets gezielt in kritischen Netzbereichen einzusetzen,
- den Wartungsdienstes zu den zu wartenden Bereichen zu leiten
- Bedarfsabhängige Wartung durch Erkennen von sich wiederholenden Ereignissen durchzuführen. Verursacht durch:
  - Baumwuchs
  - Verunreinigung
  - Überlastschäden

### Fehleridentifizierung

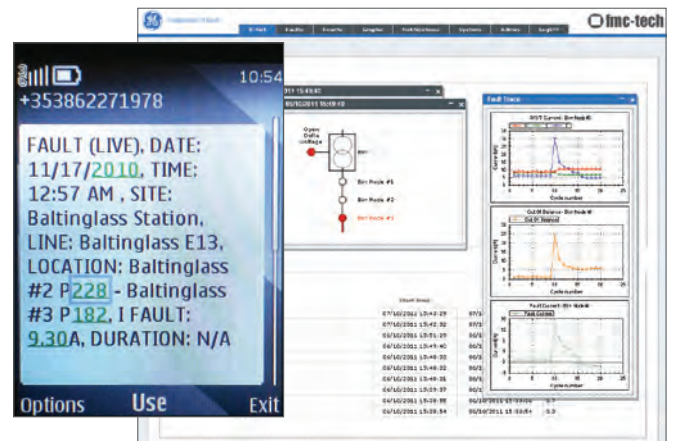
Das Multilin Intelligent Line Monitoring System überwacht das Freileitungsnetz rund um die Uhr auf Ereignisse und Fehler. Jedes Ereignis, das anwenderdefinierte Schwellwerte überschreitet und deren Dauer zwei Perioden überschreitet, wird in der Datenbank gespeichert und von Multilin X-NET™ als Netzereignis verarbeitet. Das System trennt automatisch Ereignisse und Fehler basierend auf nutzerspezifischen Voreinstellungen und vermeidet auf diese Weise Störungsmeldungen. Falls der Ausfall eine anwenderdefinierte Dauer überschreitet, wird er als Fehler klassifiziert und das System benachrichtigt Mitarbeiter per SMS oder E-Mail. Sowohl Fehler als auch Ereignisse werden für eine spätere Analyse in einer Datenbank gespeichert.

Multilin X-NET™ bietet die Möglichkeit zur Datenauswertung, wodurch der Anwender einen Zeitraum definieren kann, in dem er erfasste Fehler und Ereignisse überprüfen kann. Die Ergebnisse werden grafisch angezeigt, so dass fehlerhafte Netzbereiche leicht identifiziert und vorbeugende Wartungsmaßnahmen unterstützt werden können, während besonders kritische und problematische Bereiche des Netzes markiert werden.

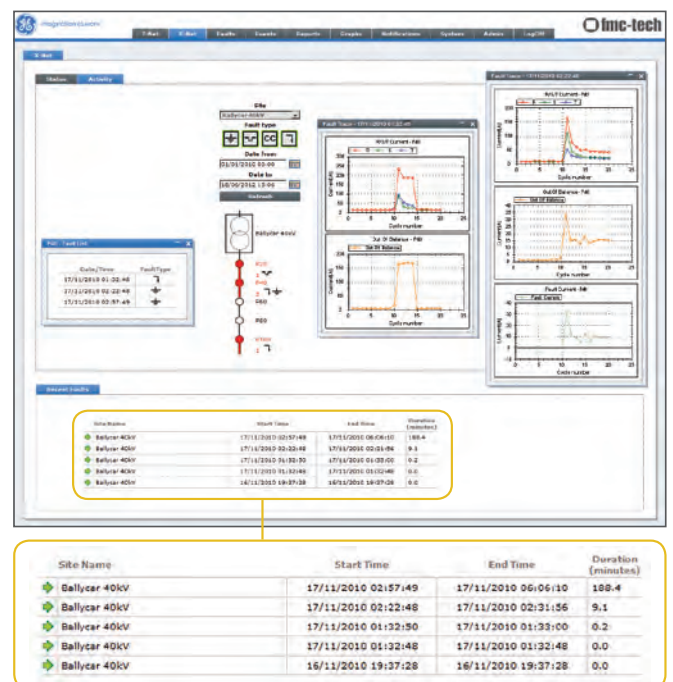
### Fehleranalyse

Die Meldung eines Netzfehlers wird durch verschiedene Arten ausgelöst. Falls ein Leitungssensor erkennt, dass die Last einen eingestellten Schwellwert über- oder unterschritten hat oder falls ein SNG eine Überspannung erkennt, die den eingestellten Maximalwert überschritten hat (in isolierten Netzen).

Bei einer Meldung wählt die Multilin X-NET™ Software das Umspannwerk eigenständig aus, welches die Fehlerquelle speist und fragt die Daten der Sensoren entlang des Abgangs ab (Zehn Perioden zu beiden Seiten des Fehlerzeitpunktes). Auf diese Weise erhält der Netzbetreiber ein Gesamtbild des fehlerhaften Bereiches. Die Multilin X-NET™ Software analysiert die erhaltenen Daten und stellt den Abschnitt dar, in dem der Fehler aufgetreten ist. Nachdem der Fehler behoben und die Versorgung wieder hergestellt ist, verläuft die Sequenz umgekehrt und die Anzeige wird wieder gelöscht.



Fehlermeldungen werden direkt zu den mobilen Geräten des Außendienstes gesendet



Priorisierung von Wartungsaufgaben aufgrund der Fehlerhistorie für einzelne Abschnitte des Abgangs

## Installation

### Multilin FMC Leitungssensoren

Die Installation der Multilin FMC Leitungssensoren bei stromführenden Freileitungen kann mit geeigneten Werkzeugen unter Wahrung des Sicherheitsabstandes oder durch Verwendung geeigneter Schutzausrüstung innerhalb weniger Minuten durchgeführt werden. Die Sensoren können in Freileitungen von 480 V bis 140 kV mit einem Durchmesser von 10 mm bis 28 mm installiert werden. Der Sensor beginnt zu arbeiten, sobald er den Leiter umschließt und arretiert wurde. Eine kleine blinkende LED im Gehäuse des Sensors zeigt dessen Betrieb an. Der Sensor wird induktiv durch die Leitung gespeist und lädt hierdurch gleichzeitig eine Batterie mit einer Kapazität von 48 Stunden, die den Sensor im Störfall mit Strom versorgt.

Um die Oberflächentemperatur des Leiters zu messen kann der Sensor mit einer Temperatursonde ausgestattet werden, die an einem Kabel montiert ist. Das Kabel wird um den Leiter gewickelt, wobei die Temperatursonde am Ende der Leitung an der Leiteroberfläche befestigt werden muss. Um zu gewährleisten, dass die Sonde thermisch mit dem Leiter verbunden ist, empfiehlt GE eine thermische Verbindung zwischen dem Leiter und der Temperatursonde herzustellen (siehe Installationshandbuch für die Sensorinstallation).

### Multilin SNG™

Das Multilin SNG™ kann entlang eines Abgangs oder in einer Umspannstation zur Spannungsüberwachung installiert werden. Es kann innerhalb einer Funkreichweite von 30 m mit den Multilin FMC Leitungssensoren kommunizieren und über einen vorgesehenen Anschluss mit einer installierten Wetterstation verbunden werden. Das Multilin SNG™ wird normalerweise am gleichen Mast unterhalb des Sensors installiert. Aufgrund des niedrigen Stromverbrauchs kann es durch ein Solarmodul oder mit einer 100 V / 250 VAC-Stromversorgung betrieben werden. Das Solar-Kit von GE steht optional zur Verfügung (siehe Abschnitt Bestell-Codes).

### Software

Das Multilin Intelligent Line Monitoring System wird auf einem Server mit Microsoft Windows.NET betrieben und verwendet eine Microsoft SQL Server®-Datenbank.

## Kommunikation

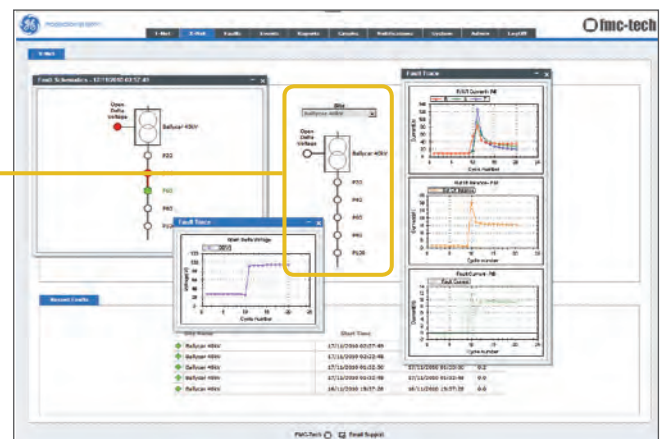
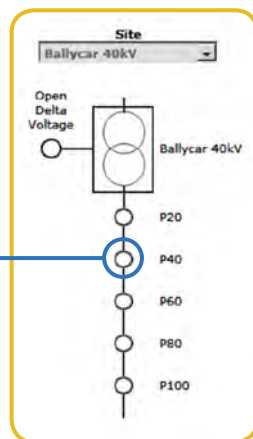
Das Multilin SNG™ unterstützt mehrere Kommunikationsoptionen (Mobilfunk, serielle Anschlüsse und Ethernet-Schnittstellen), um mit der Anwendungssoftware zu kommunizieren. Ein im Multilin SNG™ installierter SIM-Kartenleser unterstützt die 2G/3G/GPRS/UMTS-Kommunikation. Die seriellen Kabel der Wetterstation und/oder des Ultraschall-Windsensors können ebenfalls an das Multilin SNG™ angeschlossen werden, um die Übertragung von Wetterdaten zu ermöglichen. Der Gateway kommuniziert per Funk mit 2.4 GHz bidirektional mit den Leitungssensoren.

## Systemübersicht



Typische Installation zur Messung des Abgangs

## Modell des Netzsystems



Das Netzmodell ermöglicht eine Darstellung der Abgänge mit Informationen über die Systemkomponenten

## Spezifikationen der Anwendungsdaten

MULTILIN FMC-T6	LEISTUNG
Strombereich	2 Versionen: 300A oder 600A
Strommessgenauigkeit	+/- 1% Amplitude Plus 0.3A
Phasengenauigkeit	+/- 0.6°
Messbereich Leitertemperatur	-10°C bis +85°C
Genauigkeit der Leitertemperatursonden	+/- 2°C
Messabtastrate	32 Abtastwerte pro Periode
Mindestleiterstrom für den Betrieb des Sensors	10A (300A Version)/ 30A (600A Version)
Netzspannungsbereich	480V bis 140kV
Sendefrequenz des Sensors	2.4GHz
Signalreichweite des Sensors	30m bei Sichtverbindung
Flash-Speicher	Daten von 80 Minuten
Batteriepufferung	Maximal 48h mit vollständig geladenem Akku
Betriebstemperatur	-40°C bis +65°C
Gewicht	6kg

MULTILIN SNG	LEISTUNG
Spannungsmessgenauigkeit	0.5% vom Messwert +/-0.5% des Messbereichs
Voltage Phase Accuracy	1°
Signalreichweite zum Sensor	30m bei Sichtverbindung
Batteriepufferung	48 Stunden bei 25°C
Betriebstemperatur	-40°C bis +65°C
Datenmenge	150 MB pro Monat (normal)
Datenspeicherung	48 Stunden (bei einem Überwachungsintervall von 5 Minuten)

SYSTEM-OPTIONEN	STANDARD	OPTIONAL
GPS Ort und Zeit	•	
2.4 GHz Sender	•	
Anschluss für Davis Wetterstation	•	
Anschluss für Ultraschall-Windsensor	•	
2G/3G (GPRS/UMTS)	•	
RS232 Serieller Schnittstelle	•	
Ethernet Schnittstelle	•	
Spannungseingang	•	
Dreiphasiger Spannungseingang	•	
Standard Leitungsmast-Befestigung	•	
Stromversorgung AC (Input 85-250VAC 50/60 Hz)	•	
Stromversorgung DC (Input 22.5-28VDC)	•	
Leitungsvisualisierungs-Software	•	
Multilin X-NET Software Anwendung		•
Multilin T-NET Software Anwendung		•
Solar-Panel & Akku		•
Standard Wetterstation		•
Ultraschall-Windsensor		•

## System Management Spezifikationen

SYSTEMKONFIGURATION UND MANAGEMENT-TOOLS	BESCHREIBUNG
SNG Firmware	Fernaktualisierung
Sensor Firmware	Fernaktualisierung
Überwachungsfrequenz	Fernaktualisierung
Fehlerschwellwerte	Fernaktualisierung
SCADA Integration	Server basiert (DNP3/IEC101/104)
Fehlerbenachrichtigung	Fernkonfigurierbar (SMS & Email)
Netzmodell	Server-basiertes Tool

## Softwarefunktionen

SOFTWARE FUNKTIONEN	BESCHREIBUNG
Leitungs-darstellung (Standard)	Information: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasenströme, Mit-, Gegensystemströme</li> <li>• Sammelschienenspannung</li> <li>• Knotenspannung</li> <li>• Leitertemperatur*</li> <li>• Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Taupunkt und Solarertrag**</li> </ul>
Multilin X-NET Anwendung	Information der Knoten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erdfehlerstrom</li> <li>• Überströme</li> <li>• Unterstromerkennung)</li> </ul>
Multilin T-NET Anwendung	Berechnet und meldet an jedem Knoten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Bewertung des Leiters (CIGRE Modell)**</li> <li>• Durchhang und Durchgangshöhe*</li> <li>• Warnung vor Eisbildung***</li> </ul>

\* benötigt Multilin FMC Sensoren mit Temperatursonden.

\*\* benötigt Wetterstation.

\*\*\* benötigt Multilin FMC-T6 Sensoren mit Temperatursonden und Wetterstation.

## Certifications

ISO	Hergestellt gemäß ISO9001
CE	Entspricht den folgenden Normen: 2004/108/EG EMV Richtlinie Dezember 2004 2006/95/EG Niederspannungsrichtlinie Dezember 2006 1999/5/EG Richtlinie über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen R&TTE März 1999

## Typenprüfung

Dokument Nr.	Titel	Ausgabe / Auflage
2004/108/EG	EMV Richtlinie	Dezember 2004
2006/95/EG	Niederspannungsrichtlinie	Dezember 2006
1999/5/EG	Richtlinie über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen R&TTE	März 1999

# Bestell-Codes

SENSOR				
FMC-T6 -	*	*	*	Beschreibung
Typ	0			ohne Temperatursonde
	1			mit Temperatursonde
Frequenz		0		50Hz
		1		60Hz
Strombereich			0	300A
			1	600A

SNG		
SNG-2-	*	Beschreibung
Typ	0	Standard

SNG SOLAR SUPPLY KIT		
SKIT-	*	Beschreibung
Typ	0	Standard 30W Solarstrom-Kit

WEATHER STATION		
WKIT -	*	Beschreibung
Typ	B	Standard Wetterstation
	C	Ultraschall-Windsensor

ON LINE TRAINING MODULES		
TM-	*	Beschreibung
Typ	0	Modul 1 Installation
	1	Modul 2 System Installation
	2	Modul 3 Controller Installation
	3	Modul 4 Server Installation
	4	Modul 5 SCADA Integration

MULTILIN T-NET HOSTED SOFTWARE		
T-NET -	*	Anzahl der Knoten
Typ	1	1 Knoten
	2	5 Knoten
	3	10 Knoten
	4	25 Knoten
	5	50 Knoten

REMOTE COMMISSIONING SUPPORT		
CS-	*	Beschreibung
Typ	0	Unterstützung 1 Tag
	1	Unterstützung 2 Tage

MULTILIN X-NET HOSTED SOFTWARE		
X-NET -	*	Anzahl der Knoten
Typ	1	1 Knoten
	2	5 Knoten
	3	10 Knoten
	4	25 Knoten
	5	50 Knoten

GE Germany  
 Energy  
 Bleichstraße 64-66  
 60313 Frankfurt am Main  
 Telefon +49 (0) 69 45 09 09 110  
 E-Mail: [german.energyge.com](mailto:german.energyge.com)

## GEDigitalEnergy.com

Microsoft ist eine eingetragene Marke von Microsoft Corporation.  
 GE, das GE-Monogramm, Multilin, FMC-T6, FMC-T4, SNG, X-NET und T-NET sind Marken der General Electric Company.

GE behält sich das Recht vor, jederzeit und ohne vorherige Benachrichtigung und ohne jede Verpflichtung einer Benachrichtigung Änderungen an den technischen Daten der hierin beschriebenen Produkte vorzunehmen.

© Copyright 2014, General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.



imagination at work