

Technische Beschreibung

ENERCON SCADA Edge System

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: <http://www.enercon.de>
Geschäftsführer: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D02569061/4.0-de		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-02-16	de	DB	WRD Wobben Research and Development GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Voraussetzungen	7
3	Lieferumfang	8
4	Standardkomponenten und -funktionalitäten	9
4.1	ENERCON SCADA Edge Server	9
4.1.1	Funktionalität	9
4.1.2	Datenarten	9
4.1.3	Zentrale Sollwertdokumentation	10
4.1.4	Datenübermittlung an den ENERCON Service	10
4.2	Ethernet-Datenbus	11
4.3	Status- und Informationsmeldungen	12
4.4	Datenqualität und -auswertung	13
5	Zusatzkomponenten und -funktionalitäten	14
5.1	Datenschnittstellen zu externen Systemen	14
5.1.1	Übersicht	14
5.1.2	ENERCON SCADA Edge OPC UA	15
5.1.2.1	Funktionalität	15
5.1.2.2	Datenaustausch	16
5.1.2.3	Externe Auswertungen	16
5.1.2.4	Störungssicherheit und Defaultwerte	16
5.1.3	ENERCON SCADA Edge REST-Interface	18
5.1.3.1	Funktionalität	18
5.1.3.2	Datenaustausch	18
5.1.3.3	Externe Auswertung	18
5.2	Komponenten zur Messwerterfassung	19
5.2.1	Übersicht	19
5.2.2	ENERCON Parkregler	19
5.3	Steuern und Regeln	20
5.3.1	Übersicht	20
5.3.2	Starten und Anhalten von Windenergieanlagen	20
5.3.3	ENERCON SCADA Farm Control Unit E2	21
5.3.3.1	Produktübersicht	21
5.3.3.2	Steuerungs- und Regelungsarten	21
5.3.3.3	Störungssicherheit und Defaultwerte	24
5.4	Automatischer Störmeldeversand	25
5.5	ENERCON SCADA Bat Protection	27
5.6	Länderspezifische Sonderlösungen und Applikationen	28

6	Wartung	29
6.1	Wartungsbedarf	29
6.2	ENERCON SCADA Edge System im ENERCON PartnerKonzept	29
	Fachwortverzeichnis	30

Abkürzungsverzeichnis

FCU	Farm Control Unit (Erzeugungsanlagenregler)
HTTP	Hypertext transfer protocol (Hypertext-Übertragungsprotokoll)
NTP	Network Time Protocol (Netzwerkzeitprotokoll)
OPC	Open Platform Communications (plattformunabhängige Kommunikation)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (überwachende Steuerung und Datenerfassung)
SFP	Small form-factor pluggable (Steckmodule für Netzwerkverbindungen)
UTC	Universal Time Coordinated (koordinierte Weltzeit)

1 Einleitung

Das ENERCON SCADA Edge System ist die Plattform für die Fernüberwachung und Fernsteuerung von ENERCON Windenergieanlagen und integraler Bestandteil des ENERCON Service- und Wartungskonzepts. Es bietet eine Vielzahl optionaler Funktionen und Schnittstellen für die netztechnische Einbindung von ENERCON Windparks und die Einhaltung technischer Kriterien der Netzanschlussrichtlinien. ENERCON SCADA Edge ist modular aufgebaut und kann flexibel an kundenspezifische Applikationen angepasst oder erweitert werden.

Unter dem ENERCON SCADA Edge System wird die Gesamtheit der SCADA Komponenten und ihr Zusammenwirken verstanden.

In diesem Dokument werden die Komponenten und Funktionalitäten des ENERCON SCADA Edge Systems vorgestellt. Detaillierte Informationen zu den einzelnen Komponenten können den entsprechenden Produktdokumentationen entnommen werden. Diese sind bei dem zuständigen Ansprechpartner im Vertrieb erhältlich.

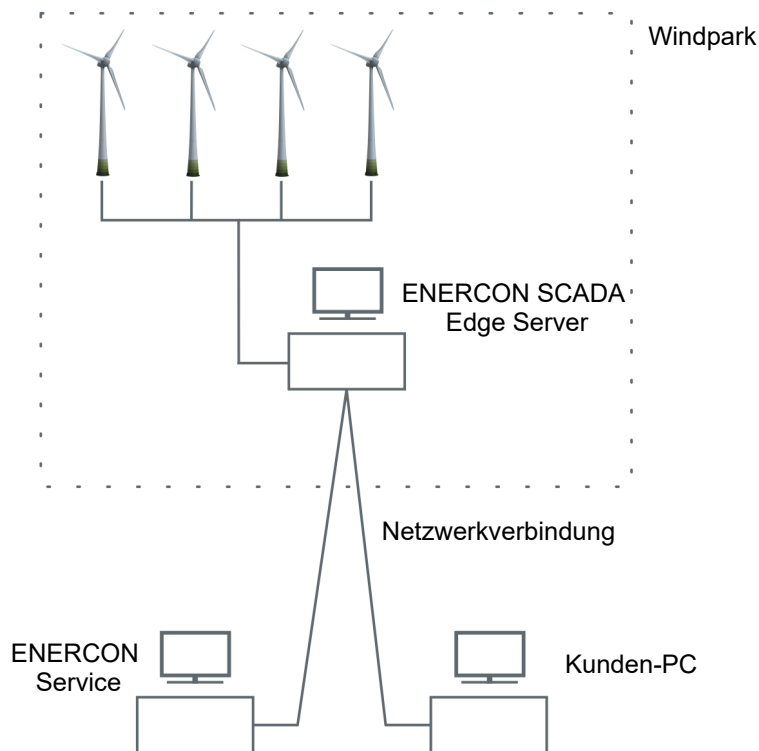


Abb. 1: Schematischer Aufbau des ENERCON SCADA Edge Systems mit Standardkomponenten

Die Abschalt- oder Drosselvorgänge einzelner Windenergieanlagen aufgrund eingesetzter Funktionen wie Schattenabschaltung oder Maßnahmen zur Verminderung von Schallemissionen sind unmittelbar in der Steuerung der Windenergieanlage integriert und werden nicht über das ENERCON SCADA Edge System realisiert.

Das ENERCON SCADA Edge System bietet Lösungen zur Steuerung und Regelung der Windenergieanlagen. Abschaltvorgänge einzelner Windenergieanlagen können, je nach Windenergieanlage, sowohl manuell als auch aufgrund ausgewählter Messwerte erfolgen. Die Funktion Fledermausschutz wird über das ENERCON SCADA Edge System realisiert.

Ansprechpartner für Fragen zur Erfüllung landes- oder projektspezifischer Anforderungen und zu hierzu notwendiger Ausstattung ist Sales-Grid-Integration, erreichbar unter sales-grid-integration@enercon.de.

2 Voraussetzungen

ENERCON SCADA Edge Server

Der ENERCON SCADA Edge Server ist eine Voraussetzung für den Betrieb des ENERCON SCADA Edge Systems im Windpark.

Datenkommunikation

Um die Datenkommunikation des ENERCON SCADA Edge Servers nach außen sicherzustellen, ist eine Internetverbindung notwendig.

Folgende Datenanbindungen sind möglich:

- DSL-Datenanbindung (bevorzugte Haupt-Datenanbindung)
- öffentliche Netzwerkanbindung (alternative Haupt-Datenanbindung)
- Satellitenanbindung (alternative Haupt-Datenanbindung)
- mobile Datenanbindung (ausschließlich als Backup-Datenanbindung)

Die Datenkommunikation vom Kunden zum ENERCON SCADA Edge Server muss durch einen VPN-Tunnel abgesichert werden. Eine VPN-Lizenz für die Verbindung über das ENERCON Netzwerk ist separat erhältlich.

Lichtwellenleiterkabel

Für die Übertragung von Daten im Windpark ist eine zuverlässige und abhörsichere Datenverbindung notwendig. Für diese Datenanbindung werden Lichtwellenleiterkabel benötigt.

Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Der ENERCON SCADA Edge Server ist standardmäßig mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) ausgestattet.

3 **Lieferumfang**

Soweit vertraglich nicht anders vereinbart, enthält der Standard-Lieferumfang eines von ENERCON neu zu errichtenden Windparks folgende Komponenten:

- ENERCON SCADA Edge Server
- ENERCON SCADA Edge Server Software (Software auf dem ENERCON SCADA Edge Server zur Bereitstellung der Server-Funktionalität, inkl. Lizenz)

4 Standardkomponenten und -funktionalitäten

4.1 ENERCON SCADA Edge Server

4.1.1 Funktionalität

Der ENERCON SCADA Edge Server ist die zentrale Komponente des ENERCON SCADA Edge Systems. Der ENERCON SCADA Edge Server erfüllt eine Vielzahl von Funktionen im Zusammenhang mit der Kommunikation, Steuerung und Regelung im Windpark und ist der zentrale Bereitstellungsort für aktuelle und archivierte Betriebsdaten der Windenergieanlagen und SCADA-Komponenten. Darüber hinaus können Steuerungsalgorithmen im ENERCON SCADA Edge Server implementiert werden.

Der ENERCON SCADA Edge Server deckt z. B. folgende Funktionen ab:

- Erfassung und Speicherung der Betriebsdaten des Windparks
- Kommunikation des Windparks mit dem ENERCON Service
- Kommunikation des Windparks mit dem Kunden und dem Netzbetreiber
- Steuerung im Windpark (Start, Anhalten und Reset der Windenergieanlagen)

4.1.2 Datenarten

Folgende Datenarten werden durch den ENERCON SCADA Edge Server bereitgestellt:

Realtime-Daten

Realtime-Daten sind Momentanwerte, die durch den ENERCON SCADA Edge Server so oft aktualisiert werden, wie es das ENERCON SCADA Edge System im Windpark zulässt. Die Frequenz der Aktualisierung dieser Daten hängt von der Anzahl der am Datenbus des Windparks angebotenen Kommunikationsteilnehmer, z. B. Windenergieanlagen, der Struktur des Datenbusses und in erster Linie von der gewählten Kommunikations-Hardware ab.

Zur Gruppe der Realtime-Daten gehören Daten wie z. B. die Wirkleistung, die aktuell von einer Windenergieanlage produziert wird.

Die Daten können über die folgenden Schnittstellen des ENERCON SCADA Edge Servers abgerufen werden:

- ENERCON SCADA Edge OPC UA (optional)

Reportdaten

Die von den ENERCON Erzeugungsanlagen und Systemen, z. B. ENERCON Windenergieanlagen und ENERCON Parkregler, bereitgestellten Daten werden von den Datenloggern des ENERCON SCADA Edge Servers erfasst und aufgezeichnet.

Üblich sind Mittelwerte über eine Minute und zehn Minuten. Es werden u.a. die folgenden Werte vom ENERCON SCADA Edge Server gespeichert:

- Daten und Messdaten der Windenergieanlagen
- Daten und Messdaten der Parkregelung
- Parameterhistorie
- Softwareversionshistorie
- Statushistorie
- Sollwerthistorie

Die Reportdaten können über die folgenden Schnittstellen des ENERCON SCADA Edge Servers abgerufen werden:

- ENERCON SCADA Edge OPC UA (optional)
- ENERCON SCADA Edge REST-Interface (optional)

Zeitstempel der Daten

Die vom ENERCON SCADA Edge Server erfassten und gespeicherten Daten werden mit einem UTC-Zeitstempel versehen.

Die Synchronisation der Systemzeit des ENERCON SCADA Edge Servers erfolgt durch das Internet-Standardprotokoll Network Time Protocol (NTP).

Archivierung der Reportdaten

Die Kapazität der Festplatte im ENERCON SCADA Edge Server ermöglicht in der Regel die komplette Datensicherung innerhalb des Betriebszeitraums. Wenn die Festplattenkapazität zu 90 % ausgelastet ist, sendet der ENERCON SCADA Edge Server eine Warnmeldung an den ENERCON Service.

Eine Auswahl der aufgezeichneten Daten wird täglich an den ENERCON Service übertragen, siehe Kap. 4.1.4, S. 10.

4.1.3 Zentrale Sollwertdokumentation

Die zentrale Sollwertdokumentation des ENERCON SCADA Edge Servers zeichnet sämtliche über das ENERCON SCADA Edge System vorgegebenen Sollwerte und Steueraktionen auf und stellt diese zur Auswertung zur Verfügung. Neben den Sollwerten und Steueraktionen werden auch Systemevents des ENERCON SCADA Edge Servers und weiterer Systeme aufgezeichnet.

Aufzeichnung

Folgende Informationen werden aufgezeichnet:

- Zeitpunkt, an dem der Vorgang stattgefunden hat
- Quelle, die den Vorgang vorgegeben hat (z. B. ENERCON SCADA Edge OPC UA)
- Ziel, dass durch den Vorgang beeinflusst wurde (z. B. eine Windenergieanlage)
- Sollwert/Steueraktion, der vorgegeben wurde (z. B. ein Start-Befehl)
- Art der Vorgabe (z. B. Steuerung einer Windenergieanlage)

4.1.4 Datenübermittlung an den ENERCON Service

Die Daten aller weltweit an einen ENERCON SCADA Edge Server angeschlossenen ENERCON Erzeugungsanlagen und Systeme, z. B. ENERCON Windenergieanlagen und ENERCON Parkregler, werden jede Nacht an den ENERCON Service übermittelt und dort mindestens für den jeweiligen Betriebszeitraum gespeichert. Die Übermittlung der Daten setzt eine funktionierende Kommunikation und einen gültigen EPK- oder Wartungsvertrag voraus. Die Übertragung der Daten erfolgt dabei durch den ENERCON SCADA Edge Server des jeweiligen Projekts. Hierbei werden folgende Daten übertragen und gespeichert:

- Statusmeldungen der letzten 24 Stunden
- zentrale Sollwertdokumentation des letzten Tags und Monats
- 10-Minuten-Daten des letzten Tags und Monats

Sollte die letzte erfolgreiche Kommunikation länger als 24 Stunden zurückliegen, werden entsprechend längere Zeiträume abgefragt.

Der ENERCON SCADA Edge Server sendet 24 Stunden nach der letzten Kommunikation mit dem ENERCON Service mindestens eine Testmeldung. Damit ist gewährleistet, dass eine längere Kommunikationsstörung zum Windpark nicht unbemerkt bleibt.

Muss aufgrund eines Schadens oder eines Diebstahls der Festplatte eine neue Festplatte eingebaut werden, können die an den ENERCON Service übertragenen historischen Daten auf die neue Festplatte kopiert werden.

4.2 Ethernet-Datenbus

Der Datenbus eines Projekts (z. B. Windpark) wird in Form von Singlemode-Lichtwellenleitern ausgeführt. Die Anbindung des ENERCON SCADA Edge Servers und weiterer Kommunikationsteilnehmer an den Datenbus erfolgt Ethernet-basiert.

Der ENERCON SCADA Edge Server ist über das parkinterne Lichtwellenleiter-Datenbus-system mit den ENERCON Erzeugungseinheiten (z. B. Windenergieanlage) und dem ENERCON Parkregler (ENERCON SCADA FCU E2) verbunden.

Die Anbindung des ENERCON SCADA Edge Servers und weiterer Kommunikationsteilnehmer erfolgt über industrielle Ethernet-Switches und SFP-Steckmodule. Die SFP-Steckmodule dienen als Umsetzer zwischen elektrischen und optischen Signalen. Eine Integration in bestehende Netzwerke oder die Integration externer Systeme ist nicht möglich.

Im Interesse einer hohen Kommunikationssicherheit werden maximal 10 Kommunikationsteilnehmer über einen Ring an den Switch des ENERCON SCADA Edge Servers angebunden. Bei mehr Kommunikationsteilnehmern werden mehrere physikalische Ringe sternförmig aufgebaut.

Zur Steigerung der Ausfallsicherheit kann der am ENERCON SCADA Edge Server installierte Switch zweifach ausgeführt werden. Hierdurch können die Kommunikationsringe an einem Switch beginnen und an dem anderen enden. Durch eine direkte Verbindung der beiden Switches werden die Ringe geschlossen. Fällt ein Switch oder ein Kommunikationsteilnehmer aus, kann die Kommunikation weiterhin zu einem Großteil der Kommunikationsteilnehmer aufrechterhalten werden.

Im physikalischen Bussystem aus Singlemode-Lichtwellenleitern können zwischen 2 benachbarten Teilnehmern maximal 80 km liegen.

4.3 Status- und Informationsmeldungen

Allgemein

ENERCON Erzeugungseinheiten (z. B. Windenergieanlagen) und ENERCON Parkregler (ENERCON SCADA FCU E2) generieren während des Betriebs Meldungen, mit denen sie über ihren aktuellen Status informieren.

Die Meldungen werden an den ENERCON SCADA Edge Server übertragen. Der ENERCON SCADA Edge Server archiviert die Meldungen. Meldungen, die direkt mit der technischen Verfügbarkeit oder dem sicheren Betrieb des meldenden Systems zusammenhängen, werden vom ENERCON SCADA Edge Server an eine Datenbank des ENERCON Service weitergeleitet. In der Datenbank stehen die Meldungen dem ENERCON Service zentral zur Auswertung zur Verfügung. Die auflaufenden Meldungen werden 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche überwacht.

Auf Grundlage der Meldungen werden unter anderem Serviceeinsätze geplant. Im Falle eines technischen Defekts oder eines Brands werden Sofortmaßnahmen ergriffen. Diese reichen vom aktiven Eingriff des ENERCON Service in den Betrieb des jeweiligen Systems, bis hin zur Alarmierung der lokalen Rettungskräfte und des Energieversorgers.

Meldungen können nur bei ungestörter Datenkommunikation an den ENERCON Service übertragen werden. Bei Netzausfall oder aktiviertem Wartungsschalter werden keine Meldungen generiert und an den ENERCON Service übertragen.

Sämtliche Meldungen können über die optionalen Schnittstelle des ENERCON SCADA Edge Servers abgerufen werden. Der ENERCON SCADA Edge Server stellt hierfür die aktuellen und historischen Meldungen bereit.

Status

Der Status gibt den aktuellen Betriebszustand der ENERCON Erzeugungsanlage und des ENERCON Parkreglers an. Die Status protokollieren fortlaufend den Betriebszustand und ggf. den Grund, der den aktuellen Status herbeigeführt hat.

Jeder Status besteht aus dem Hauptstatus und dem Nebenstatus. Der Hauptstatus bezeichnet den generellen Betriebszustand, z. B. *Anlage gestoppt*. Der Nebenstatus gibt nähere Angaben und den Grund für den aktuellen Hauptstatus, z. B. *Parksteuerung* an.

Für jeden Haupt- und Nebenstatus gibt es einen Zifferncode. Status werden im Folgenden Format angegeben: *Zifferncode Hauptstatus : Zifferncode Nebenstatus Hauptstatustext : Nebenstatustext*.

Beispielstatus: 1:6 Anlage gestoppt : Parksteuerung

Statusmeldungen

Statusmeldungen entsprechen einem Status mit höherer Priorität. Die Statusmeldungen bestehen aus einer Haupt- und einer Nebenstatusmeldung. Statusmeldungen werden als Zifferncode mit Texterläuterung angezeigt.

Tritt an einer ENERCON Erzeugungseinheit oder einem ENERCON Parkregler ein außergewöhnlicher Betriebszustand auf, der zum sofortigen Anhalten führt, wird eine Statusmeldung gesendet.

Informationen

Informationen stellen im ENERCON SCADA Edge System Hinweise der ENERCON Erzeugungsanlage und des ENERCON Parkreglers und dessen Komponenten dar und sind ebenso wie Status strukturiert in Hauptinformation und Nebeninformation. Informationen werden als Zifferncode mit kurzer Texterläuterung angezeigt.

Warnmeldungen

Warnmeldungen entsprechen Informationen mit einer höheren Priorität. Die Warnmeldungen bestehen aus einer Hauptwarnmeldung und einer Nebenwarnmeldung. Warnmeldungen werden als Zifferncode mit kurzer Texterläuterung angezeigt.

Tritt an einer ENERCON Erzeugungseinheit oder einem ENERCON Parkregler ein außergewöhnlicher Betriebszustand auf, der nicht zum sofortigen Anhalten führt, jedoch eine Servicemaßnahme erfordert, wird eine Warnmeldung gesendet. Die ENERCON Erzeugungseinheit und der ENERCON Parkregler bleiben weiterhin in Betrieb.

4.4 Datenqualität und -auswertung

Bei der Verwendung von SCADA-Daten zur Auswertung der Performance oder für sonstige Zwecke ist der folgende Sachverhalt zu beachten:

Das ENERCON SCADA Edge System erfasst Mess- und Betriebsdaten der angeschlossenen Systeme. Die Daten werden gemittelt und aufgezeichnet. Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Daten ist von der Datenquelle abhängig.

Die in und an ENERCON Erzeugungseinheiten (z. B. Windenergieanlagen) verwendete Sensorik weist technisch bedingte Messunsicherheiten auf. Aufgrund der möglichen Messunsicherheiten und der Mittelwertbildung der Daten können die Daten nur bedingt zur Prüfung exakter Sachverhalte herangezogen werden (z. B. zur Ermittlung des Leistungsverhaltens der Windenergieanlage).

5 Zusatzkomponenten und -funktionalitäten

Die Zusatzkomponenten und -funktionalitäten für das ENERCON SCADA Edge System müssen getrennt vertraglich vereinbart werden. Ansprechpartner hierfür ist der zuständige Mitarbeiter im Vertrieb.

5.1 Datenschnittstellen zu externen Systemen

5.1.1 Übersicht

Die Datenschnittstellen werden eingesetzt, wenn flexibel und schnell Sollwertvorgaben vorgenommen und Daten ausgelesen werden sollen. Dafür ist eine permanente Datenverbindung notwendig.

Schnittstellen des ENERCON SCADA Edge Servers

Der ENERCON SCADA Edge Server kann optional um eine der folgenden Datenschnittstellen erweitert werden:

- ENERCON SCADA Edge OPC UA
- ENERCON SCADA Edge REST-Interface

Schnittstellen der Parkregler

Der ENERCON Parkregler (ENERCON SCADA FCU E2) unterstützen eine Vielzahl von Schnittstellen um Signale mit dem Energieversorger und dem Netzbetreiber auszutauschen.

Tab. 1: Übersicht der Schnittstellen des Parkreglers

Schnittstellen	FCU E2
Modbus TCP	X
Modbus RTU	X
DNP3 seriell	X
IEC 60870-5-101	X
IEC 60870-5-104	X
Analog I/O	X
Digital I/O	X

5.1.2 ENERCON SCADA Edge OPC UA

5.1.2.1 Funktionalität

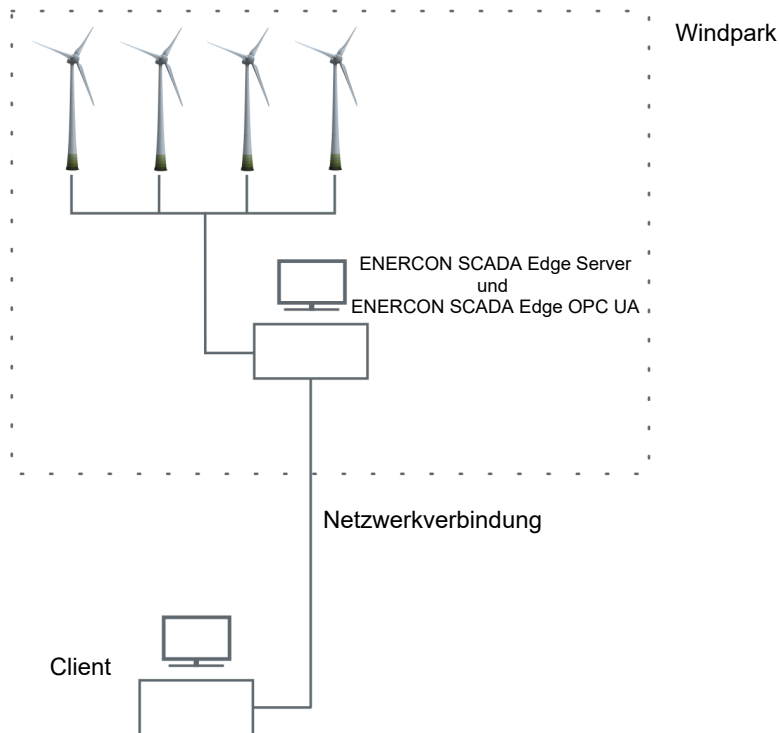


Abb. 2: ENERCON SCADA Edge OPC UA im ENERCON SCADA Edge System

ENERCON SCADA Edge OPC UA ist ein OPC UA-Server nach den Spezifikationen V1.04 der OPC-Foundation und kann zum Auslesen von Messwerten und zur Steuerung des gesamten Windparks oder auch einzelner Windenergieanlagen genutzt werden.

Zudem ist es möglich, mit Hilfe von ENERCON SCADA Edge OPC UA Sollwerte zu senden, um etwa die Regelung des Windparks zu beeinflussen. Des Weiteren können die Windenergieanlagen gestartet, angehalten und resettet werden.

Die Funktionen des ENERCON SCADA Edge OPC UA sowie die damit zur Verfügung stehenden technischen Schnittstellen und Signale sind in der jeweiligen Dokumentation beschrieben.

5.1.2.2 Datenaustausch

Folgende Daten werden durch das ENERCON SCADA Edge OPC UA bereitgestellt und können empfangen werden:

Realtime-Daten

Die Realtime-Daten werden durch den OPC UA-Server so oft aktualisiert, wie es das ENERCON SCADA Edge System im Windpark zulässt. Die Struktur des spezifischen Projekts wird vom System mit übermitteln über den Client angezeigt werden. Das kürzeste Aktualisierungsintervall innerhalb OPC UA ist eine Sekunde.

Weitere Informationen zu Onlinedaten siehe *Realtime-Daten*, S. 9.

Reportdaten

Der Verlauf der Reportdaten wird beibehalten, das heißt, der OPC UA-Server stellt nicht nur aktuelle Werte sondern auch Werte vergangener Zeitintervalle zur Verfügung und unterstützt damit die Sicherstellung der Übereinstimmung zwischen den Daten auf den PCs des Kunden und des Windparks.

Weitere Informationen zu Reportdaten siehe *Reportdaten*, S. 9.

Sollwertvorgabe

Mit Hilfe von Steuerungsdaten können der Windpark und einzelne Windenergieanlagen gestartet und angehalten werden. Die Windenergieanlagen können darüber hinaus noch resettet werden. Des Weiteren können Sollwerte für die Windparkregelung an den ENERCON Parkregler vorgegeben werden.

Zeitstempel der Daten

Der ENERCON SCADA Edge OPC UA-Server stellt die Daten mit einem Zeitstempel entsprechend der Zeitzone des Clients zur Verfügung.

5.1.2.3 Externe Auswertungen

Die Daten des ENERCON SCADA Edge OPC UA-Servers im Windpark können exportiert und anschließend weiterverarbeitet werden. Hierfür wird eine Software benötigt, die für den Datenaustausch mittels OPC UA-Protokoll ausgelegt ist. Auf dem Markt ist eine breite Auswahl von Softwareanwendungen verfügbar. Der Kunde kann selbst entscheiden, welche Daten er auswählt und auf seinem System anzeigt und speichert.

5.1.2.4 Störungssicherheit und Defaultwerte

Erfolgt die Sollwertvorgabe über die Schnittstelle ENERCON SCADA Edge OPC UA des ENERCON SCADA Edge Servers und wird diese Schnittstelle gestört, können vom ENERCON SCADA Edge Server keine neuen Sollwerte über die Schnittstelle empfangen werden. Die Sollwertvorgabe kann beispielsweise durch die folgenden Ereignisse gestört werden:

- Schnittstelle gestört
- Server offline

Störung der Schnittstelle

Ist die Kommunikation zur Schnittstelle oder die Schnittstelle selbst gestört und der Server online, setzt der eingesetzte Regler (ENERCON SCADA FCU E2) die Regelung mit den zuletzt empfangenen Sollwerten fort.

Server offline – Verhalten der FCU E2

Erfolgt die Regelung durch die ENERCON SCADA FCU E2 und wird der ENERCON SCADA Edge Server beispielsweise aufgrund eines Fehlers heruntergefahren (Server offline), setzt die FCU E2 ihren Betrieb mit den zuletzt empfangenen Sollwerten fort oder nutzt hinterlegte Default-Sollwerte.

Sollwertvorgabe prüfen

Ob ein Sollwert korrekt empfangen und von der FCU E2 korrekt verarbeitet wurde, kann über die zum jeweiligen Sollwert gehörenden Feedback-Datenpunkte der FCU E2-Schnittstellen ausgewertet werden.

Die Prüfung des korrekten Empfangs und die Übernahme eines Sollwerts ist Aufgabe der Stelle, die den Sollwert vorgegeben hat (z. B. der Betreiber).

5.1.3 ENERCON SCADA Edge REST-Interface

5.1.3.1 Funktionalität

Das ENERCON SCADA Edge REST-Interface ist eine REST-konforme Schnittstelle zur HTTP-basierten Maschine-zu-Maschine-Kommunikation. Über die Schnittstelle können die vom ENERCON SCADA Edge Server bereitgestellten Reportdaten abgerufen werden. Über das ENERCON SCADA Edge REST-Interface können keine Sollwerte vorgegeben oder Steueraktionen durchgeführt werden.

Verwaltung von SCADA-Accounts

Über das ENERCON SCADA Edge REST-Interface können SCADA-Accounts mit dem Berechtigungslevel *Kunde* verwaltet werden. Es können SCADA-Accounts auf dem ENERCON SCADA Edge Server angelegt, gelöscht und von diesem ausgelesen werden. Die Verwaltung der SCADA-Accounts ist nur nach entsprechender Freischaltung durch ENERCON möglich. Nähere Informationen können beim zuständigen Ansprechpartner des ENERCON Vertriebs und des ENERCON Service eingeholt werden.

5.1.3.2 Datenaustausch

Folgende Daten werden durch das ENERCON SCADA Edge REST-Interface bereitgestellt und können abgerufen werden:

Reportdaten

Der Verlauf der Reportdaten wird beibehalten, das heißt, das ENERCON SCADA Edge REST-Interface stellt nicht nur aktuelle Werte, sondern auch Werte vergangener Zeitintervalle zur Verfügung und unterstützt damit die Sicherstellung der Übereinstimmung zwischen den Daten des IT-Systems des Kunden und des Windparks.

Für jede Art von Daten steht ein definierter Endpunkt für die Datenabfrage zur Verfügung. Die genaue Art der Datenabfrage kann sich von Endpunkt zu Endpunkt unterscheiden. Zur gezielten Abfrage von Daten müssen Parameter zur genauen Identifikation der Daten und ggf. eines Zeitraums übergeben werden.

Weitere Informationen zu Reportdaten siehe *Reportdaten*, S. 9.

Zeitstempel der Daten

Das ENERCON SCADA Edge REST-Interface stellt die Daten mit einem UTC-Zeitstempel zur Verfügung.

5.1.3.3 Externe Auswertung

Die über das ENERCON SCADA Edge REST-Interface bereitgestellten Daten können abgerufen und anschließend weiterverarbeitet werden. Hierfür wird eine Software benötigt, die für den Datenaustausch mittels REST ausgelegt ist. Auf dem Markt ist eine breite Auswahl von Softwareanwendungen verfügbar. Der Kunde kann selbst entscheiden, welche Daten er auswählt und auf seinem System anzeigt und speichert.

5.2 Komponenten zur Messwerterfassung

5.2.1 Übersicht

Aufgabe der Komponenten zur Messwerterfassung ist die Messwertaufnahme von den spezifischen Messgeräten sowie Sensoren und die Aufbereitung der Daten und die Übergabe an das ENERCON SCADA Edge System im ENERCON-spezifischen Protokoll.

ENERCON bietet folgende SCADA-Komponenten zur Messwerterfassung und Netzmessung an:

- Netzmessung (z. B. am Netzanschlusspunkt): ENERCON SCADA FCU E2

5.2.2 ENERCON Parkregler

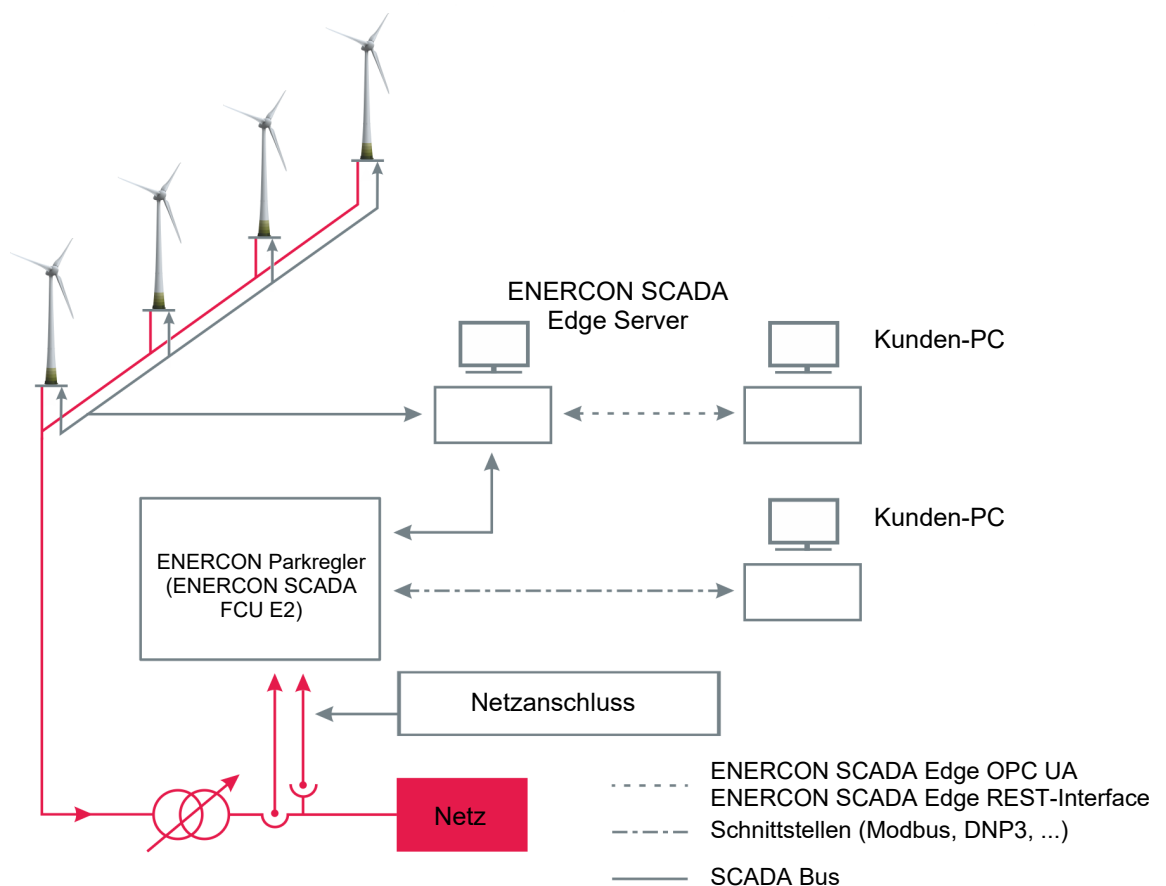


Abb. 3: Schematische Darstellung der Netzmessung

Der ENERCON Parkregler erfasst über die integrierte Messwerterfassung Strom (I_1 , I_2 , I_3) und Spannung (U_1 , U_2 , U_3 , N) dreiphasig am Referenzpunkt, in der Regel am Netzanschlusspunkt. Die Messwerterfassung nimmt Strom- und Spannungswerte dreiphasig auf und ermittelt daraus alle wichtigen Netzparameter wie Wirk- und Blindleistung.

Welche Werte genau erfasst und über die Schnittstellen des ENERCON Parkreglers abgerufen werden können, sind der Produktdokumentation des ENERCON Parkreglers zu entnehmen.

5.3 Steuern und Regeln

5.3.1 Übersicht

Das ENERCON SCADA Edge System ist ein komplexes Werkzeug, um verschiedene Steuerungs- und Regelungsfunktionen des Windparks auszuführen.

Hierbei können Steuerungen (offener Regelkreis, ohne Rückkopplung) und Regelungen (geschlossener Regelkreis, mit Rückkopplung) mit ENERCON SCADA Komponenten realisiert werden. Des Weiteren können Windenergieanlagen gestartet, angehalten und resettet werden.

Steuerungen und Regelungen können mit dem folgenden ENERCON Parkregler realisiert werden:

- ENERCON SCADA FCU E2

Die Übertragung von Soll- und Steuerwerten an den ENERCON Parkregler kann über die Schnittstellen des ENERCON Parkreglers erfolgen. Alternativ stehen hierfür auch die optionalen Schnittstellen des ENERCON SCADA Edge Servers zur Verfügung, siehe Kap. 5.1, S. 14.

5.3.2 Starten und Anhalten von Windenergieanlagen

Die Windenergieanlagen können durch eine Vielzahl von Funktionen und Produkten gestartet und angehalten werden. Hierzu zählen unter anderem:

- Steuerungsfunktionen des ENERCON SCADA Edge Systems (Schnittstellen, ENERCON Parkregler, Bat Protection, ...)
- Steuerungsfunktionen der Windenergieanlagen (Eisansatzerkennung, Schattenabschaltung, ...)

Eine Wechselwirkung der Steueraktionen, aufgrund mehrerer parallel betriebener Systeme, kann nicht ausgeschlossen werden. Der bei einem Start und Anhalten an der Windenergieanlage resultierende Status muss überwacht werden. Die Überwachung des Status liegt in der Verantwortung des Kunden bzw. des Betreibers.

5.3.3 ENERCON SCADA Farm Control Unit E2

5.3.3.1 Produktübersicht

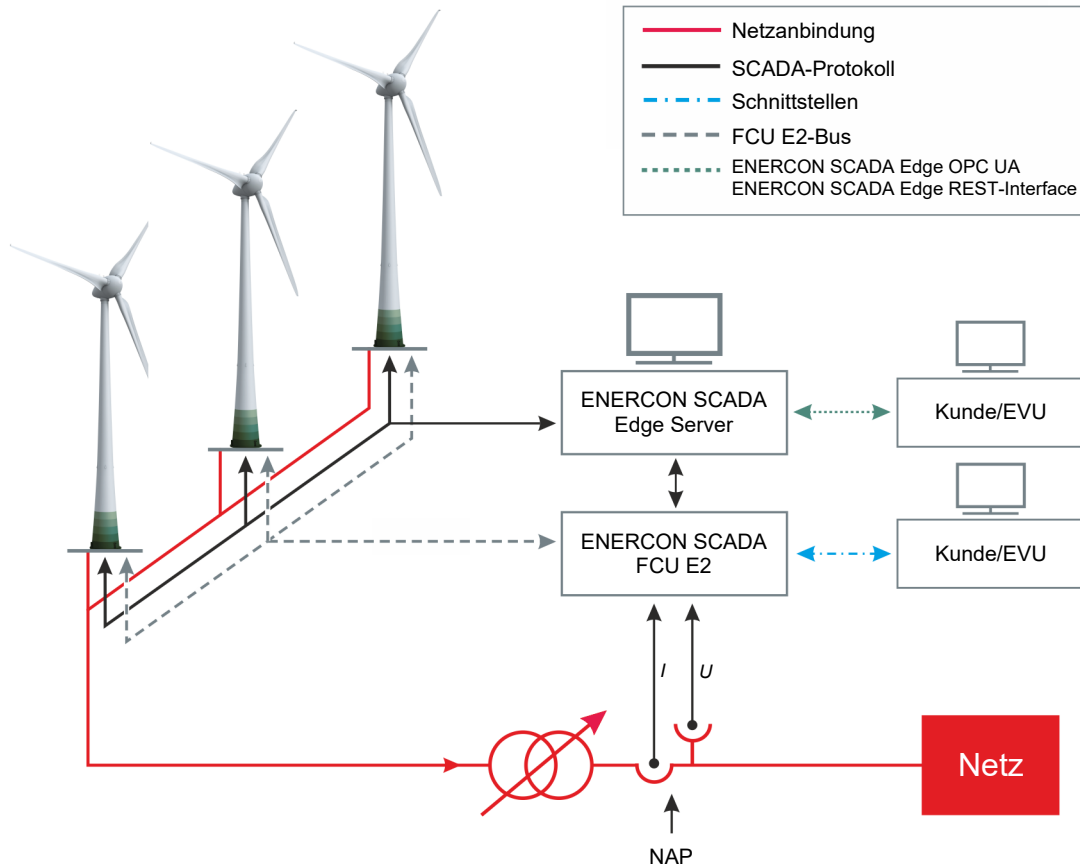


Abb. 4: ENERCON SCADA Farm Control Unit E2 im ENERCON SCADA Edge System

Mit Hilfe der ENERCON SCADA Farm Control Unit E2 (FCU E2) kann eine schnelle und kontinuierlich wirkende, zentrale Windparkregelung realisiert werden. Bezugspunkt dieser Regelung ist ein projektspezifisch definierter Referenzpunkt. Dieser ist üblicherweise identisch mit dem Netzanschlusspunkt des Windparks am Hoch- bzw. Mittelspannungsnetz.

Je nach Anforderungen des Netzbetreibers können einerseits die ins Netz eingespeiste Wirkleistung, andererseits die Blindleistung bzw. die damit verbundenen Größen Leistungsfaktor und Spannung geregelt werden.

Die FCU E2 umfasst neben der zentralen Hard- und Software (FCU-Steuerschrank) am Referenzpunkt zusätzliche Hardware in den einzelnen Anlagen und ein eigenes Lichtwellenleiter-Datenübertragungssystem.

5.3.3.2 Steuerungs- und Regelungsarten

Sollwertvorgabe

Es können folgende Arten von Sollwertvorgaben unterschieden werden:

- feste Sollwertvorgabe
Der Sollwert wird fest in der FCU E2 eingestellt.
- Online-Sollwertvorgabe
Der Sollwert wird über die definierte Schnittstelle vorgegeben.

- aus einer Kennlinie ermittelte Sollwertvorgabe
Hier wird der jeweilige Sollwert in einer Kennlinie ermittelt. Die Eingangsgröße der Kennlinie ist zum Beispiel die gemessene Spannung oder Wirkleistung am Netzan-
schlusspunkt (CosPhi(U) oder CosPhi(P)-Kennlinie).

Bei einer ausgewählten Blindleistungsregelung (Q-Regelung) wird der Sollwert als absolu-
ter Wert bezogen vorgegeben. Für die Leistungsfaktorregelung wird der Sollwert als relati-
ver Wert vorgegeben.

Regler zur Wirkleistungsregelung und Wirkleistungssteuerung

Der Regler kann je nach Anwendungsfall in verschiedenen Modi betrieben werden:

Tab. 2: Regelungsstruktur P

Reglertyp		Vorga- be Soll- wert	Messung erforderlich	Leistungsfrequenzrege- lung	dP/dt- Regler	Beschreibung
P-Typ 01	open- loop	nein	nein	nein	nein	Steuerung; P wird immer auf 100 % ge- halten. FCU E2 nur Q-Regelung.
P-Typ 02	clo- sed- loop	ja (P, P _{reserved})	ja	direkte Weitergabe an Windenergieanlage (Windenergieanlage P(f))	optio- nal	Wirkleistungsregler/- begrenzer
P-Typ 04	clo- sed- loop	ja (P, P _{reserved})	ja	ja (FCU E2 P(f))	optio- nal	Leistungsfrequenz- regler mit definierter Charakteristik
P-Typ 05	clo- sed- loop	ja (P, P _{reserved})	ja	ja (FCU E2 P(f))	optio- nal	Leistungsfrequenz- regler mit definierter Charakteristik
P-Typ 06	clo- sed- loop	ja (P, P _{reserved})	ja	ja (FCU E2 P(f))	optio- nal	Leistungsfrequenz- regler mit definierter Charakteristik
P-Typ 07	clo- sed- loop	ja (P, P _{reserved})	ja	ja (FCU E2 P(f))	optio- nal	Leistungsfrequenz- regler mit definierter Charakteristik
P-Typ 08	clo- sed- loop	ja (P, P _{reserved})	ja	ja (FCU E2 P(f))	optio- nal	Leistungsfrequenz- regler mit definierter Charakteristik
P-Typ 09	open- loop	ja (P, P _{reserved})	ja (nur Spannung)	nein (Steuerung FCU E2 P(f))	nein	Leistungsfrequenz- steuerung mit defi- nierter Charakteristik
P-Typ 10	clo- sed- loop	ja (P, P _{reserved})	ja	ja (FCU E2 P(f))	optio- nal	Leistungsfrequenz- regler mit definierter Charakteristik (drei Modi)
P-Typ 16	open- loop	ja (P, P _{reserved})	nein	direkte Weitergabe an Windenergieanlage (Windenergieanlage P(f))	nein	Steuerung

Regler zur Blindleistungsregelung und Blindleistungssteuerung

Der Regler kann je nach Anwendungsfall in verschiedenen Modi betrieben werden:

Tab. 3: Regelungsstruktur Q

Reglertyp		Vorgabe Sollwert	Messung erforderlich	Virtuelle Spannungsmessung	Beschreibung
Q-Typ 01	closed-loop	ja (U)	ja	nein	Spannungsregler
Q-Typ 02	closed-loop	ja (U)	ja	ja	Spannungsregler mit Line Drop Compensation
Q-Typ 03	closed-loop	ja (U)	ja	nein	spannungsabhängiger Blindleistungsregler (Q(ΔU)-Regler)
Q-Typ 04	closed-loop	ja (Q)	ja	nein	blindleistungsabhängiger Spannungsregler
Q-Typ 05	closed-loop	ja (Q)	ja	nein	Blindleistungsregler
Q-Typ 06	closed-loop	ja (cos/tan Phi)	ja	nein	Phi-Regler
Q-Typ 07	closed-loop	ja (Q, U)	ja	nein	spannungsabhängiger Blindleistungsregler
Q-Typ 08	closed-loop	ja (U)	ja	nein	Spannungsregler
Q-Typ 09	closed-loop	ja (U)	ja	ja	blindleistungsabhängiger Spannungsregler
Q-Typ 12	closed-loop	ja (Q)	ja	nein	blindleistungsabhängiger Spannungsregler
Q-Typ 14	closed-loop	nein	ja	nein	Blindleistungsregler mit Kennlinien-Charakteristik
Q-Typ 15	open-loop	ja (cos Phi, Phi, Q/P)	nein	nein	Phi-Steuerung
Q-Typ 16	open-loop	ja (Q)	nein	nein	Blindleistungssteuerung
Q-Typ 17	closed-loop	nein	ja	nein	wirkleistungsabhängiger Cos-Phi-Regler mit Kennlinien-Charakteristik
Q-Typ 18	closed-loop	ja (U)	ja	nein	spannungsabhängiger Cos-Phi-Regler mit Kennlinien-Charakteristik
Q-Typ 19	closed-loop	ja (U)	ja	nein	spannungsabhängiger Blindleistungsregler mit Kennlinien-Charakteristik
Q-Typ 20	closed-loop	ja (Q, U)	ja	nein	spannungsabhängiger Blindleistungsregler mit Kennlinien-Charakteristik

Begrenzung des Blindleistungsstellbereichs

Um mögliche Ertragsverluste durch Überschreitung der geforderten Mindest-Blindleistung zu minimieren, kann der zu Regelzwecken genutzte Blindleistungsstellbereich am Netzan-schlusspunkt begrenzt werden. Zu diesem Zweck kann eine Kurvencharakteristik definiert werden, die den tatsächlich genutzten Blindleistungsstellbereich anhand von zwei Kennli-nien (Exportseite/Importseite) eingrenzt.

5.3.3.3 Störungssicherheit und Defaultwerte

Informationen zur Störungssicherheit und den Defaultwerten der FCU E2 können der Pro-duktdokumentation der FCU E2 entnommen werden.

5.4 Automatischer Störmeldeversand

Für die Kommunikation des ENERCON SCADA Edge Systems nach außen wird in der Regel TCP/IP genutzt. Das ENERCON SCADA Edge System sendet im Fehlerfall automatisch Stör- und Warnmeldungen an die ENERCON Servicezentrale. Diese Meldungen werden dort automatisch Serviceteams zugeordnet und gespeichert.

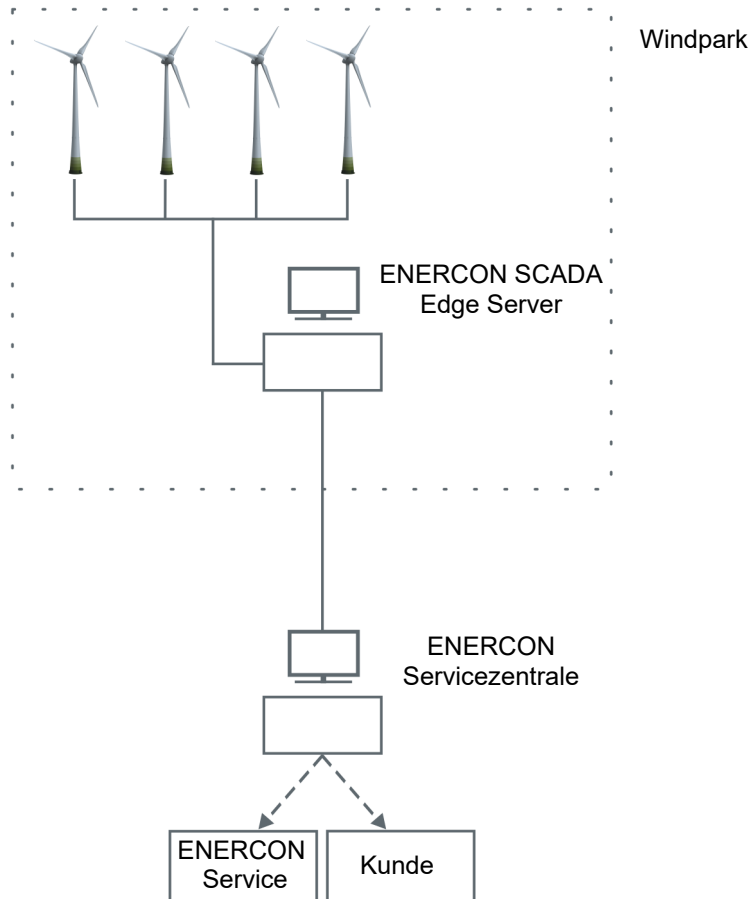


Abb. 5: Störungsmeldungen

Der Kunde kann optional bei Störungsmeldungen durch den ENERCON Service informiert werden. Die Meldung kann als E-Mail erfolgen. Sollen mehrere Personen über Störungsmeldungen informiert werden, kann die E-Mail durch den Kunden selbstständig weiterverteilt werden. ENERCON muss bei einer Änderung der E-Mail-Adresse benachrichtigt werden.

Aufbau der Meldung

Meldungen, die per E-Mail an den Kunden gesendet werden, besitzen folgendes Format:

[Nummer des Windparks]_[Nummer der Windenergieanlage]_[Seriennummer]_[EC DB Nr.]_[Name des Kunden]_[Name des Standortes]_[Zeitpunkt der Störung]_[Art der Meldung]_[Status der Windenergieanlage]_[Nummer der Stör- bzw. Warnmeldung]_[Beschreibung des Status]_[Beschreibung der Stör- bzw. Warnmeldung]

Beispielmeldung

3252 01 70217 1 Test GmbH Testpark 01.07.2013 15:59:57 (Warnung) 0:0 190:2 Hinder-
nisfeuer Störung

Störmeldeversand beantragen

Folgende Informationen sind dem ENERCON Service (Abteilung Customer Support Center) bei gewünschtem Störmeldeversand mitzuteilen:

- Versandart: E-Mail
- Seriennummer(n) der Windenergieanlage(n)
- Windparknummer
- Name des Standorts
- Kontaktdaten des Empfängers

Adresse

ENERCON Service Deutschland GmbH

Dornumer Strasse 20

26607 Aurich, Deutschland

E-Mail: serviceoffer@enercon.de

Tel.: +49 4941 976 388

Zusätzliche Kosten

Je nach Standort des Windparks und Art des Wartungsvertrags können zusätzliche Kosten für den Versand anfallen.

5.5 ENERCON SCADA Bat Protection

In Genehmigungsbescheiden zum Betrieb von Windenergieanlagen können Maßnahmen zum Schutz von Fledermäusen gefordert werden. Während der Flugzeit von Fledermäusen kann daher das Anhalten der Windenergieanlagen erforderlich sein.

Mit ENERCON SCADA Bat Protection kann datums- und zeitabhängig auf Änderungen meteorologischer Daten reagiert werden. Die Windenergieanlagen werden abhängig von den aktuell vorgegebenen Parametern entweder angehalten oder wieder gestartet. Die relevanten Daten werden von den ENERCON Windenergieanlagen bereitgestellt.

ENERCON SCADA Bat Protection wird als Programm auf dem ENERCON SCADA Edge Server installiert und ausgeführt.

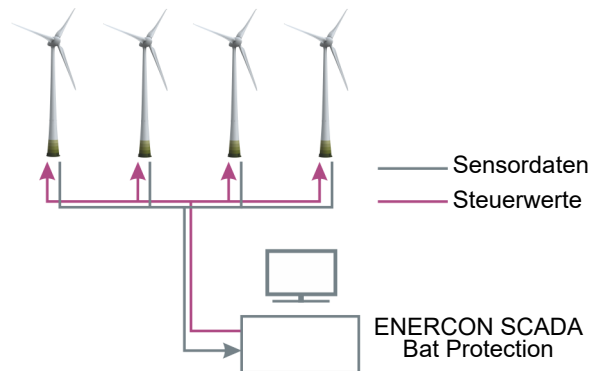


Abb. 6: Schematische Übersicht der Kommunikation von ENERCON SCADA Bat Protection

Mittels ENERCON SCADA Bat Protection können Bedingungen für das Anhalten der Windenergieanlagen hinsichtlich der Flugzeit von Fledermäusen definiert werden.

Die Bedingungen können anhand der folgenden Parameter festgelegt werden:

- Zeit
- Sensordaten, z. B. Windgeschwindigkeit
- Kombination von Zeit und Sensordaten

Ergibt die Auswertung, dass die definierten Bedingungen für den Flug der Fledermäuse erfüllt sind, löst ENERCON SCADA Bat Protection das Anhalten der Windenergieanlagen aus. Sobald die Flugbedingungen nicht mehr erfüllt sind, werden die Windenergieanlagen wieder gestartet.

Eine Reduzierung der Wirkleistung ist mit ENERCON SCADA Bat Protection nicht möglich. Alle eingetretenen Ereignisse werden gesondert dokumentiert.



Mit ENERCON SCADA Bat Protection können keine sicherheitsrelevanten Steuerungen realisiert werden.

5.6 Länderspezifische Sonderlösungen und Applikationen

Länder- oder projektspezifische Sonderlösungen sind nach Absprache möglich.

6 Wartung

6.1 Wartungsbedarf

Die erforderlichen Wartungsmaßnahmen der verschiedenen Hard- und Softwarekomponenten des ENERCON SCADA Edge Systems sind in den jeweiligen Produktdokumentationen festgehalten.

6.2 ENERCON SCADA Edge System im ENERCON PartnerKonzept

Ob und wie das ENERCON SCADA Edge System durch das ENERCON PartnerKonzept (EPK) abgedeckt wird, ist projektspezifisch festzulegen.

Fachwortverzeichnis

Client	Computerprogramm auf einem Endgerät oder ein Endgerät, das eine Verbindung zu einem Server aufbaut, um Dienste des Servers in Anspruch zu nehmen. Je nach Art des Clients ist der Zugriff auf verschiedene Dienste möglich.
Datenbus	System zur bidirektionalen Datenübertragung zwischen der Zentraleinheit, den Hardware-Komponenten, Registern, Speichern, Caches und Peripheriegeräten innerhalb eines Computers oder zwischen mehreren Computern. Es gibt Datenbusse mit Datenbusbreiten von 4, 8, 16, 32 und 64 Bit. Je höher die Datenbusbreite, desto schneller die Datenübertragung.
EPK	Serviceprodukt, das einen optionalen Vollwartungsvertrag zwischen dem Betreiber einer Windenergieanlage und ENERCON vorsieht, wonach ENERCON die Wartung, Instandhaltung und Reparatur der Windenergieanlage übernimmt und eine festgelegte technische Verfügbarkeit garantiert.
Hauptstatus	Teil eines Status im ENERCON SCADA Edge System, der den allgemeinen Betriebszustand eines Geräts oder einer Erzeugungseinheit beschreibt. Der Hauptstatus wird als Zahlencode mit einer zusätzlichen Erläuterung generiert.
Information	Meldung, die Hinweise zum Zustand eines Geräts oder einer Erzeugungseinheit und der einzelnen Komponenten des Geräts oder der Erzeugungseinheit liefert. Eine Information besteht aus einer Hauptinformation und einer Nebeninformation.
Nebenstatus	Teil eines Status im ENERCON SCADA Edge System, der als Ergänzung zum Hauptstatus detaillierte Informationen zum aktuellen Betriebszustand eines Geräts oder einer Erzeugungseinheit und den Grund für den Status liefert. Der Nebenstatus wird als Zahlencode mit Erläuterung generiert.
Status	Meldung, die den aktuellen Betriebszustand eines Geräts oder einer Erzeugungseinheit beschreibt. Ein Status besteht aus einem Hauptstatus und einem Nebenstatus.
Statusmeldung	Meldung im ENERCON SCADA Edge System, die an den ENERCON Service oder den Betreiber gesendet wird, wenn ein in einem Gerät oder einer Erzeugungseinheit generierter Status auf einen außergewöhnlichen Betriebszustand hinweist, der eine Servicemaßnahme erfordert und zum sofortigen Anhalten des Geräts oder der Erzeugungseinheit führt. Eine Statusmeldung besteht aus einer Hauptstatusmeldung und einer Nebenstatusmeldung.
Unterbrechungsfreie Stromversorgung	Technisches System, das bei Ausfall des Stromnetzes praktisch verzögerungsfrei die Versorgung von Stromverbrauchern übernimmt.

Warnmeldung

Meldung im ENERCON SCADA Edge System, die an den ENERCON Service oder den Betreiber gesendet wird, wenn eine in einem Gerät oder einer Erzeugungseinheit generierte Information auf einen außergewöhnlichen Betriebszustand hinweist, der eine Servicemaßnahme erfordert, aber nicht zum sofortigen Anhalten des Geräts oder der Erzeugungseinheit führt. Das Gerät oder die Erzeugungseinheit bleibt zunächst in Betrieb. Eine Warnmeldung besteht aus einer Hauptwarnmeldung und einer Nebenwarnmeldung.