



Frank  
Wirkner

Till Sybel

Sonderdruck  
Ausgabe  
07/2007

## Das Power Quality Center bei der Energieversorgung Offenbach AG

Vollständige Überwachung der  
Spannungsqualität in ausgedehnten  
Mittelspannungsnetzen

# Das Power Quality Center bei der Energieversorgung Offenbach AG

## Vollständige Überwachung der Spannungsqualität in ausgedehnten Mittelspannungsnetzen

### ■ Einleitung und Motivation

Der Fokus der Bundesnetzagentur, von Verteilnetzbetreibern und Netzendkunden richtet sich immer mehr auf die Spannungsqualität, die durch die Europäische Norm EN 50160 festgelegt ist. Für die Energieversorgung Offenbach AG (EVO) [1] stellte sich in diesem Zusammenhang die Frage, wie die Spannungsqualität im eigenen Netz überprüft und nachgewiesen werden kann.

Weiterhin waren bei EVO zahlreiche veraltete Geräte, wie z.B. Metallpapierschreiber, Kontaktvoltmeter und Messumformer zur Erfassung von Störungsdaten, Grenzwertmeldungen und Messwerten im Einsatz, die in näherer Zukunft hätten ersetzt werden müssen. Hier war man bestrebt, eine möglichst zukunftsweisende und kostengünstige Mess- bzw. Meldetechnik einzusetzen.

Im weiteren Verlauf der Überlegungen wurden beide Aspekte miteinander verknüpft.



**Bild 1:** Umspannwerk Dietzenbach

Die EVO ist Teil des Netzwerks der MWV-Energie-Gruppe [2]. Sie versorgt rund 170.000 Kunden in der Rhein-Main-Region mit Strom, Erdgas, Wasser und Fernwärme. Der Netzbetrieb der EVO betreibt im Auftrag der 24/7-Netze GmbH [3] zehn 110/20KV Umspannwerke (*Bild 1: Umspannwerk Dietzenbach*). Aus diesen Umspannwerken werden 15 Mittelspannungsnetze mit einer Gesamtlänge von ca. 900 km betrieben.

### ■ Technische und zukunfts-sichere Anforderungen

Durch die Forderung nach dem Austausch von bestehenden Altgeräten und der Umsetzung der vollständigen Überwachung der Spannungsqualität in der Region Offenbach lag die Vorgabe schon zu Projektbeginn auf dem Einsatz multifunktionaler Geräte. Bei der Auslegung des Gesamtsystems wurde darauf geachtet, dass der entstehende zeitliche Aufwand für die Bedienung und Pflege des Systems durch die Übernahme weiterer Funktionen mehr als kompensiert wird.

Im Detail wurden u.a. folgende Anforderungen gestellt:

- „Klasse A“-Gerät nach IEC 61000-4-30
- Überwachung der Spannungsqualität nach EN 50160
- Überwachung von Spannungen und Strömen mit einem Gerät
- kompakt und einfache Installation vor Ort
- vernetzbar
- Zeitsynchronisierung über DCF77
- fernauslesbar (automatisch)
- Ablösung von Altgeräten durch integrierte Messumformerkfunktion, Grenzwertüberwachung und den Betriebsschreiber
- Störschreiberfunktion
- kostengünstig
- zukunftssicher

Nach genauer Prüfung der am Markt befindlichen Lösungen hat sich die EVO für den Aufbau des Gesamtsystems mit dem Power-Quality-Interface PQI-D (*Bild 2: „Power-Quality-Interface PQI-D im Umspannwerk Dietzenbach der EVO*) der Fa. A. Eberle GmbH & Co. KG aus Nürnberg [4] entschieden. Die ausgewählten Geräte entsprechen den gestellten Anforderungen und überzeugen durch ein Gerätedesign, das sich problemlos in die verschiedensten Bauformen von Alt- und Neuanlagen integrieren lässt.



**Bild 2:** „Das PQI-D, hier im Wandaufbaugeschäft 30TE, mit Modemtechnologie passt jederzeit auch in bestehende Anlagen“

Dieses Gesamtsystem, bei der EVO auch Power-Quality-Center (PQC) genannt, überwacht und speichert die Qualitäts- und Störungsdaten des gesamten Mittelspannungsnetzes.

## ■ Multifunktionaler Einsatz

Zur Überwachung aller 15 Mittelspannungs-Netzbezirke der EVO kommt an jedem der vorhandenen 17 Transformatoren (110/20kV) ein PQI-D zum Einsatz. Die Geräte sind eingangsseitig mit vier Strom- und vier Spannungswandlern bestückt. Die Abtastrate beträgt pro Messkanal 10,24kHz. Abhängig von den Möglichkeiten am Einbaulort – Mess- oder Schutzkern der eingesetzten Wandler – werden mit Blick auf die Störschreiberfunktion Geräte eingesetzt, die bis zum 2-fachen oder 20-fachen des Nennstromes aufzeichnen können. Die Messgeräte werden an den Sekundärseiten der Strom- und Spannungswandler angeschlossen. Die Anschlussart ermöglicht immer die gleichzeitige messtechnische Erfassung von

Spannungen, Strömen, Wirk- und Blindleistung. Bislang wurden diese Messwerte über mehrere separate, analogelektronische Messumformer erfasst und an die Netzleitstelle übertragen.

Um zusätzlich Spannungsgrenzwerte redundant zu überwachen wurde die freie Programmierbarkeit des PQI-D ausgenutzt, so dass beim Über- oder Unterschreiten eines eingestellten Grenzwertes mit Hilfe von Relaisausgängen in die Trafostufensteuerung eingegriffen werden kann. Diese Überwachung verhindert im Störfall ein Abdriften der Netzspannung. Auch hier können vorhandene, ungenaue Kontaktmessgeräte älterer Bauart durch PQI-D Funktionalität ersetzt werden.

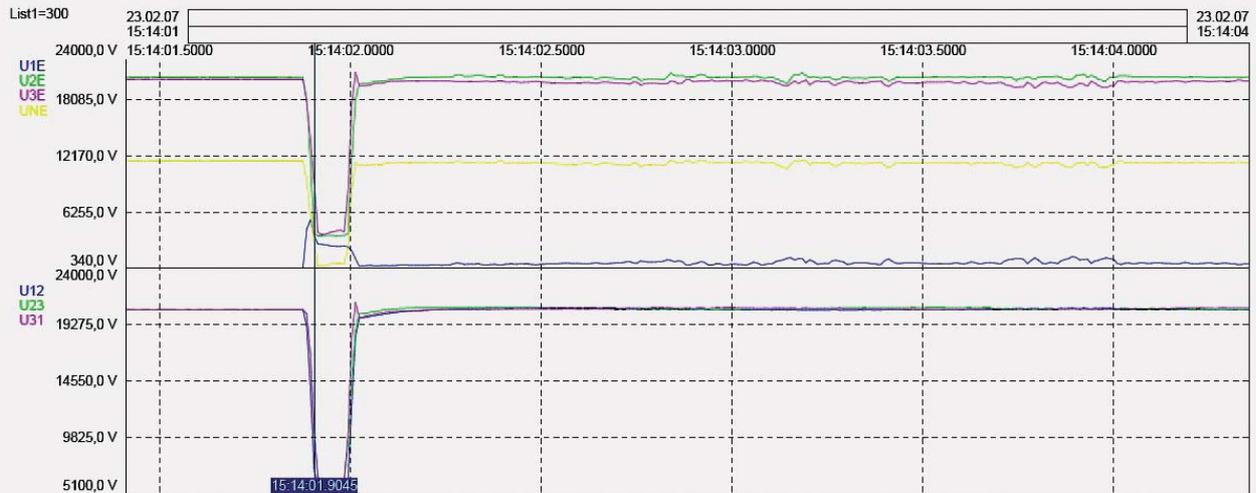
Bislang wurden alle Netzstörungen mit Metallpapierschreibern, verbunden mit einer schwierigen Ersatzteil- und Verbrauchsmaterialbeschaffung, aufgezeichnet. Auch die Wartung der Geräte und die Informationsbeschaffung im Störfall ist zeitaufwendig und teuer. Hier kommt die universelle Einsetzbarkeit der eingesetzten Geräte zur Geltung, die zusätzlich weitere Möglichkeiten bietet:

Das PQI-D besitzt mehrere Störwertschreiber. Im Effektivwertschreiber (Recorder B) werden ausgewählte Messgrößen als 10ms-Mittelwerte ereignisgesteuert aufgezeichnet (Bild 3). Der Oszilloskopschreiber (Recorder A) arbeitet mit 100µs-Abtastwerten und zeichnet jede Störung detailliert mit wählbarer Vor- und Nachgeschichte auf (Bild 4). Die Stördaten beider Recorder werden im internen Speicher des Gerätes abgelegt und können von dort manuell oder automatisch abgerufen bzw. übertragen werden.

## ■ Vernetzt - Das Power-Quality-Center (PQC)

Der Einsatz von Systemen zum Speichern und Analysieren von großen Datenmengen ist erst dann sinnvoll, wenn die dezentral vorhandenen Informationen an einen zentralen Punkt übertragen und ausgewertet werden. Die Lage der einzelnen Umspannwerke im Netzgebiet und die fehlende Infrastruktur an Netzwerk-Technologie waren dafür verantwortlich, dass die mögliche TCP/IP-Variante schon in der Projektierungsphase verworfen wurde. Als kostengünstige und mittlerweile auch sichere Möglichkeit der Datenübertragung wurde bei der EVO die Modemtechnologie gewählt.

Störungsaufzeichnung Recorder-B (R2 1100112 [PQID]-> TRIGGER: Verletzung untere Schwelle U12)

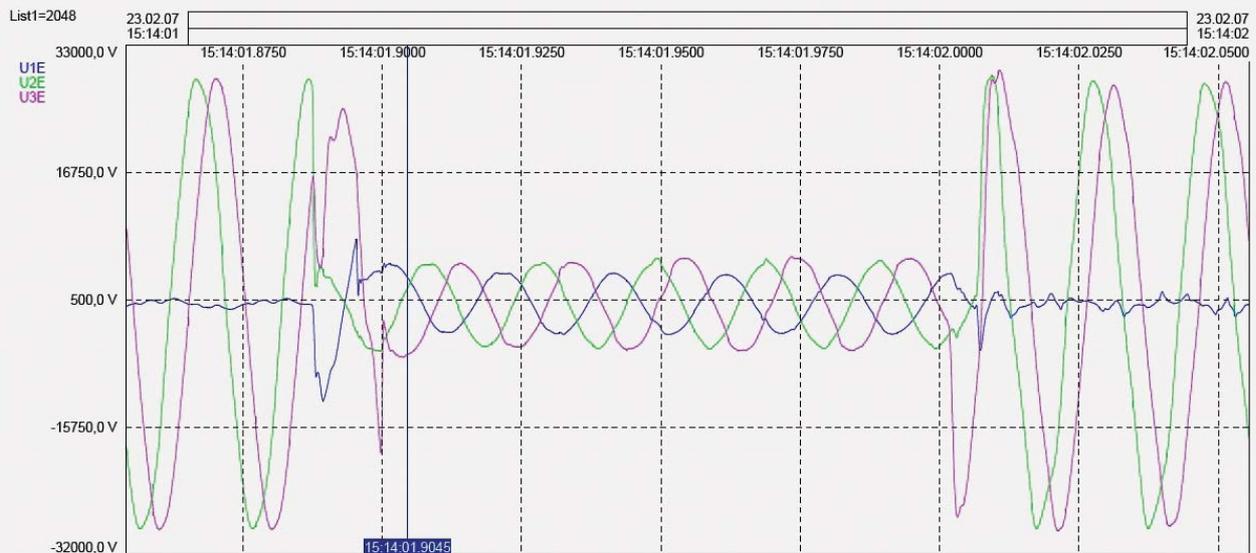


: [23.02.2007 15:14:01.9045]		Nominal	Untere Grenze	Obere Grenze	TRG [15:14:01.8947]	MIN	MAX		
U1E [V]	340,0 - 24000,0 V	11893,4 V	10704,1 V	13082,8 V	5444,3 V / -54,2%	379,7 V	-96,8%	5444,3 V	-54,2%
U2E [V]	340,0 - 24000,0 V	11893,4 V	10704,1 V	13082,8 V	11468,1 V / -3,6%	3796,4 V	-68,1%	20880,4 V	75,6%
U3E [V]	340,0 - 24000,0 V	11893,4 V	10704,1 V	13082,8 V	13786,1 V / 15,9%	3883,6 V	-67,3%	20968,7 V	76,3%
UNE [V]	340,0 - 24000,0 V	11893,4 V	10704,1 V	13082,8 V	5880,1 V /	596,0 V		11742,7 V	
U12 [V]	5100,0 - 24000,0 V	20600,0 V	18540,0 V	22660,0 V	13788,3 V / -33,1%	5725,4 V	-72,2%	20697,9 V	0,5%
U23 [V]	5100,0 - 24000,0 V	20600,0 V	18540,0 V	22660,0 V	16528,8 V / -19,8%	6111,7 V	-70,3%	20718,6 V	0,6%
U31 [V]	5100,0 - 24000,0 V	20600,0 V	18540,0 V	22660,0 V	16707,5 V / -18,9%	6200,4 V	-69,9%	21149,2 V	2,7%

Dauer: 2,5Sek Datum: Bearbeiter: Unterschrift:

Bild 3: „Doppelerdschluss im Mittelspannungsnetz“ –  
 Der Effektivwertschreiber (10ms-Raster) stellt Grenzwertverletzungen grafisch dar

Störungsaufzeichnung Recorder-A (R2 1100112 [PQID]-> TRIGGER: Verletzung untere Schwelle U12)



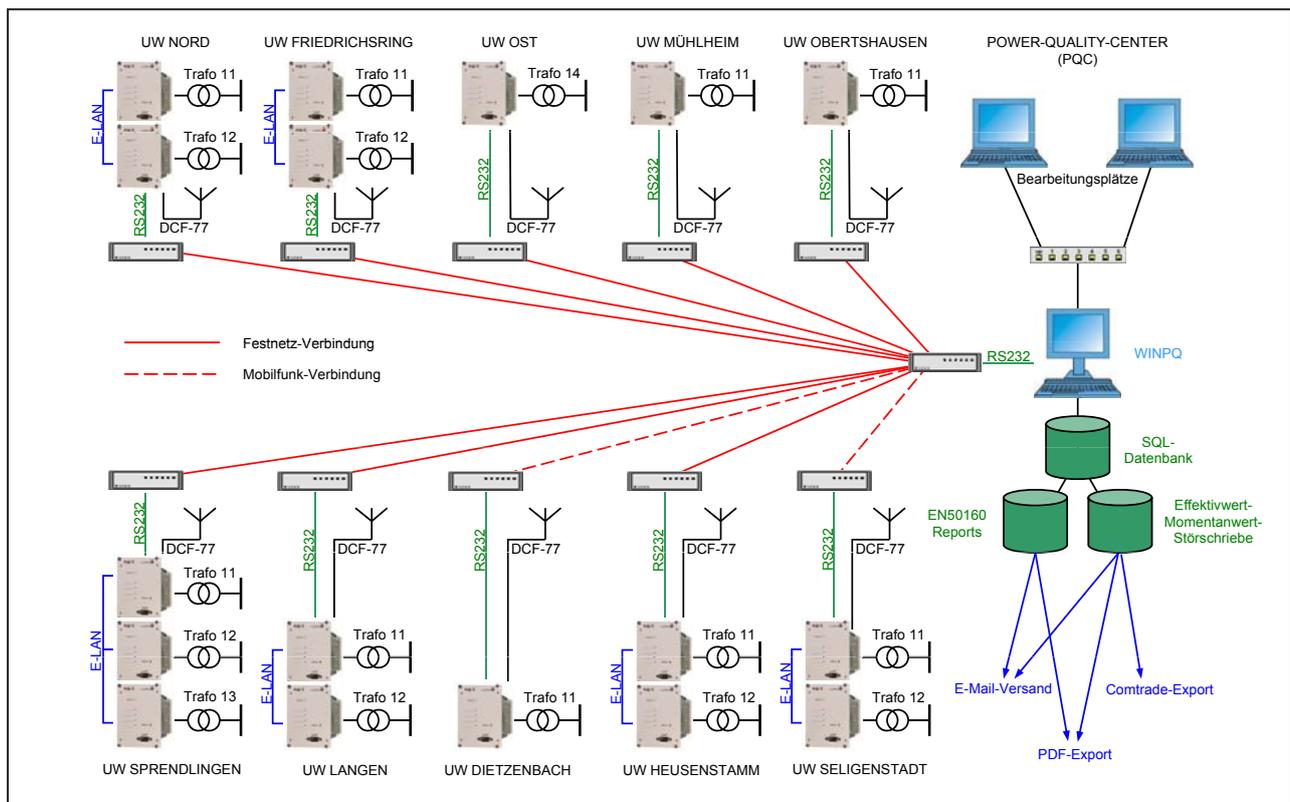
: [23.02.2007 15:14:01.9045]		Nominal	Untere Grenze	Obere Grenze	TRG [15:14:01.9044]	MIN	MAX
U1E [V]	-32000,0 - 33000,0 V	11893,4 V	10704,1 V	13082,8 V	3481,5 V	15:14:01.8893 -12362,4 V	15:14:01.8954 8291,6 V
U2E [V]	-32000,0 - 33000,0 V	11893,4 V	10704,1 V	13082,8 V	1780,6 V	15:14:01.8565 -28700,5 V	15:14:02.0095 29097,9 V
U3E [V]	-32000,0 - 33000,0 V	11893,4 V	10704,1 V	13082,8 V	-6486,7 V	15:14:02.0212 -28962,8 V	15:14:02.0108 29835,2 V

Datum: Bearbeiter: Unterschrift:

Bild 4: „Doppelerdschluss im Mittelspannungsnetz“ –  
 Die Erfassung der Momentanwerte im 100 µs-Raster (Oszilloskopschreiber) erlaubt die genaue Darstellung des Störungsverlaufes

In einer Sternstruktur (Bild 5) sind die einzelnen Umspannwerke über Wählmodemverbindungen mit einem zentralen PC-Server verbunden. Als Modems werden handelsübliche Geräte vom Typ Microlink 56k Fun II für Festnetzverbindungen und vom Typ Insys GSM 4.1 für die Datenübertragung über Mobilfunknetze eingesetzt. Sind mehrere PQI-D's in einem Umspannwerk eingebaut kommunizieren die Geräte über ihre RS485-Schnittstellen (E-LAN). Durch die E-LAN-Verbindung ist es möglich mit nur einer Modemverbindung pro Umspannwerk zu arbeiten. Die Zeitsynchronisierung erfolgt über einen DCF77-Empfänger pro E-LAN-Verbund.

Informationen der beiden internen Datenrecorder sofort unmittelbar übertragen. Alle Datensätze, ob zyklisch übertragen oder störungsbedingt, werden in einer SQL-Datenbank abgelegt, die in der Parametrier-, Bedien- und Visualisierungssoftware WinPQ bereits enthalten ist. Eine Datensicherungsroutine sorgt dafür, dass die Datenbank auf einer redundanten Festplatte gespiegelt wird. Da auch die PQI-D's ihre Daten intern zwischenspeichern, ist eine maximale Datensicherheit gewährleistet. Der Zugriff auf die Datenbank kann jederzeit von jedem Rechner im Netzwerk des PQC mit Hilfe der Anwendersoftware erfolgen. Informationen über Netzstörungen werden in Form von graphischen Berichten im PDF-Format gespeichert.



**Bild 5:** „Das Power-Quality-Center (PQC):  
Vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten sichern einen sofortigen Zugriff auf alle relevanten Informationen“

## ■ Vollautomatisch – Datenübertragung von Störschrieben und Berichten

Die Datenübertragung bei der EVO erfolgt im ungestörten Netzbetrieb einmal täglich. Im PQI-D wird festgelegt, wann und wie oft die gespeicherten Daten an den Server des PQC übertragen werden. Mit dieser Maßnahme wird gleichzeitig sichergestellt, dass jede Modemverbindung täglich automatisch überprüft wird. Bei Störungen im überwachten Mittelspannungsnetz werden die

Das integrierte E-Mail-System sorgt dafür, dass die Berichte den für den Netzbetrieb verantwortlichen Mitarbeitern sofort zugesendet werden und damit zeitnah zur Störungsbehebung zur Verfügung stehen. Der Versand der E-Mails geschieht bei der EVO selektiv, d.h. die Störungsberichte für die entsprechenden Mittelspannungsnetze bekommt nur der Mitarbeiter, der für diese Anlage bzw. diesen Netzbezirk verantwortlich ist. Der selektive E-Mail-Versand vermeidet Informationsfluten und „überlaufende Postfächer“ in sinnvoller Weise.

## ■ Zusammenfassung und Ausblick

Da das System für zukünftige Erweiterungen nahezu unbegrenzt geeignet ist, ist es vorgesehen die Spannungsqualitätsüberwachung auf das Hochspannungsnetz der EVO auszuweiten. Zur stichprobenartigen Überwachung des Niederspannungsnetzes stehen zusätzlich mobile Netzanalysatoren PQ-Box 1000 und PQ-Box 100 zur Verfügung, deren Messdaten sich automatisch in die Datenbank des Power-Quality-Centers integrieren lassen. Durch die Kombination von fest eingebauten und mobil einsetzbaren Geräten ergibt sich die Möglichkeit die Spannungsqualität aller Spannungsebenen mit einem einzigen System zu überwachen und zu dokumentieren.

Der Systemgedanke der Gerätefamilien der A. Eberle GmbH & Co. KG ermöglicht die Einbindung weiterer im Einsatz befindlicher Komponenten, wie Spannungsregler für Transformatoren mit Stufenschalter und Petersenspulenregler in den Systemverbund des PQC.

Mit dem Aufbau des EVO-eigenen Power-Quality-Centers ist es durch den Einsatz von multifunktionalen PQI-D's gelungen, ein Gleichgewicht zwischen zukunftssicherer Technologie, den damit verbundenen Kosten und dem gleichzeitigen Ersatz von erneuerungsbedürftigen Geräten zu schaffen. Die Multifunktionalität macht es möglich eine kontinuierliche Spannungsqualitätsüberwachung aufzubauen, gleichzeitig auf den Austausch von Altkomponenten zu verzichten und somit im Endeffekt Kosten einzusparen. Eigenschaften wie Effektivwert-, Oszilloskopschreiber und vollautomatische Berichterstellung sind sinnvolle Ergänzungen im Instrumentarium eines modernen Netzbetreibers, die im Verbund des PQC zur Reduzierung der Kosten im Betriebsalltag führen.

Mit dem Power-Quality-Center der EVO kommt ein flexibles Überwachungssystem zum Einsatz, das den stark gestiegenen Anforderungen an den Nachweis der Spannungsqualität gerecht wird. Damit ist die EVO als einer der ersten deutschen Energieversorger in der Lage, die Eigenschaften der übertragenen Energie im eigenen Mittelspannungsnetz praktisch vollständig nachzuweisen.

[1] [www.evo-ag.de](http://www.evo-ag.de)

[2] [www.mvv-energie-ag.de](http://www.mvv-energie-ag.de)

[3] [www.24-7-netze.de](http://www.24-7-netze.de)

[4] [www.a-eberle.de](http://www.a-eberle.de)



## ■ WIR ÜBER UNS

A. Eberle GmbH & Co. KG, Elektrische Mess- und Regeltechnik, wurde im Jahre 1980 gegründet. Firmenziel war es zu dieser Zeit, Entwicklungs und Fertigungsleistungen für Elektronikunternehmen durchzuführen. Seit 1995 haben sich die Schwerpunkte verschoben. A. Eberle GmbH & Co. KG verfügt seit 1995 über eine eigene Vertriebsorganisation und über deutlich verlagerte Schwerpunkte.

Die wichtigsten Geschäftsfelder sind:

- Spannungsregelung von Stufentransformatoren und Trafo Monitoring
- Regelung von Erdschluss-Löschspulen (E-Spule oder Petersen-Spule), auch mit Stromeinspeisung
- Erdschlussortung in Mittel- und Hochspannungsnetzen
- Spannungsqualität (Power Quality) in Mittel- und Hochspannungsnetzen
- Früherkennung von Blackouts in EVU-Netzen
- Kalibrier- und Simulationstechnik von Mehrleitersystemen

Unser Ziel ist es, alle Mess-, Steuer-, Regel- und Registrieraufgaben rund um den Transformator und die Petersen-Spule zu lösen. Aus diesem Grund ist der Anteil an hochqualifizierten Mitarbeitern (Diplom-Ingenieuren) mit 50 Prozent der Belegschaft extrem hoch. Zu unserem Selbstverständnis gehört daher auch die Bereitschaft, zusammen mit unseren Partnern neue, unkonventionelle Aufgaben anzupacken und zu lösen. Das Unternehmen beschäftigt derzeit rund 50 Mitarbeiter.

Geschäftsführer: Lothar Mayer,  
Leitung Vertrieb: Till Sybel;  
Leitung Technik: Werner Haussel.



Frank Wirkner (37)  
ist Teamleiter für Sekundär- und Messtechnik bei der Energieversorgung Offenbach AG“  
E-Mail: frank.wirkner@evo-ag.de



Dipl.-Ing.  
Till Sybel,  
Leiter Vertrieb der  
A. Eberle GmbH & Co. KG,  
Nürnberg

## A.Eberle GmbH & Co. KG

Aalener Str. 30/32  
D-90441 Nürnberg  
Tel.: +49 (0) 911 / 62 81 08-0  
Fax: +49 (0) 911 / 62 81 08 96

<http://www.a-eberle.de>  
[info@a-eberle.de](mailto:info@a-eberle.de)

überreicht durch: