

# Applikationsbeschreibung

## zertifizierte dynamische $P_{av,e}$ - Überwachung der Grenzkurve mit EFR4001IP (Pr9+10)

Stand: 2023-03-17 WL

### 1 $P_{av,e}$ - Überwachung Wozu?

Die  $P_{av,e}$  – Überwachung EFR4001IP gibt die Möglichkeit, mehr Erzeugungsleistung anzuschließen, als für den Netzanschlusspunkt genehmigt ist und überwacht die Einhaltung der Einspeisebegrenzung. Nach VDE-AR-N 4105:2018-11 muss die zulässige Einspeisewirkleistung  $P_{av,e}$  dabei mindestens 60% der installierten Wirkleistung  $P_{inst}$  aller Erzeugungsanlagen betragen.

Inzwischen lassen viele Netzbetreiber aber auch abweichende Leistungen zu, und das auch in der Mittelspannung. Bedingung ist immer, dass Grenzen nicht überschritten werden und dass deren Einhaltung überwacht wird.

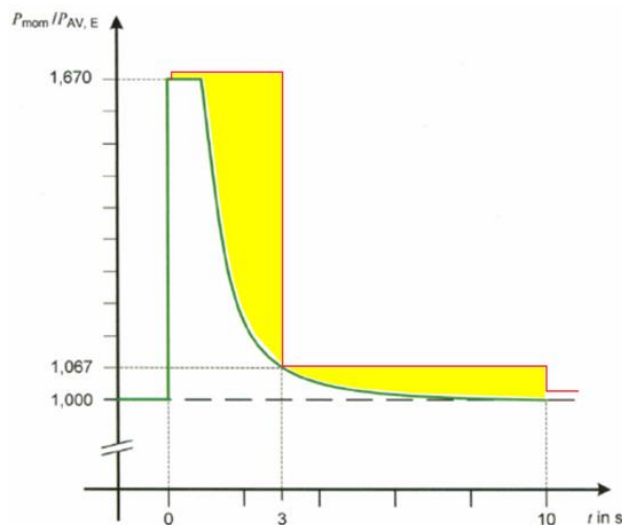


Bild 1 – Wirkleistungs-Grenzkurve für Erzeugungsanlagen

$P_{av,e}$ -Regler müssen dabei unterhalb einer Grenzkurve bleiben. Die **Überwachung**, ob das eingehalten wird, ist bisher nur an 3 Punkten der Kurve gefordert:

**1,02** \*  $P_{av,e}$  (Ansprechzeit 10 s)

**1,067** \*  $P_{av,e}$  (3 s) und

**1,69** \*  $P_{av,e}$  (0,2 s)

In den Programmen 7 und 8 ([siehe extra Applikation](#)) überwacht das zertifizierte EFR4001IP diese 3 voreingestellten Grenzwerte.

**In den neu zertifizierten Programmen 9 und 10 überwacht das EFR4001IP stufenlos die Einhaltung der gesamten Grenzkurve und verhindert so Überschreitungen (gelbe Fläche) entlang der gesamten Grenzkurve.**

Die Überwachung auf nur 3 Grenzwerte führt dazu, dass z.B. bei Überschreitungen zwischen  $1,067 \cdot P_{av,e}$  und  $1,69 \cdot P_{av,e}$  erst nach 3s abgeschaltet wird, obwohl die Grenzkurve bei Werten um  $1,67 \cdot P_{av,e}$  bei 0,8 s verläuft. Und zwischen  $1,02 \cdot P_{av,e}$  und  $1,067 \cdot P_{av,e}$  wird erst nach 10 s abgeschaltet.

In Programm 9, voreingestellt nach VDE-AR-N 4105:2018-11, muss dazu nur die genehmigte Einspeiseleistung  $P_{av,e}$  eingestellt werden.

In Programm 10 können beliebige Werte ab -0,01 kW für die zulässige Einspeisung ( $P_{av,e}$ ) und die maximale Abweichung ( $P_{inst,max}$  bzw.  $P_{abw,max}$ ) eingegeben werden. Das EFR4001IP errechnet dann die passende Grenzkurve.

### 2 $P_{av,e}$ Überwachung wo?

Der Messort für den Energiefluss zwischen öffentlichem Stromnetz auf der einen und Eigenverbraucher und Erzeugungsanlage auf der anderen Seite ist so zu wählen, dass alle Energieflüsse berücksichtigt werden (Bezug/Einspeisung, Erzeugung und Eigenverbrauch). **Stromflüsse mehrerer Leitungen können mit Summenstromwandlern zusammengefasst werden.** In der Regel ist **der Messort** so nah wie möglich am öffentlichen Netz. Eine Messung im ungezählten Bereich muss mit dem Netzbetreiber abgestimmt werden.

### 3 Pav,e - Überwachung Wie?

Das EFR4001IP wird am zentralen Zählerplatz oder in einem geeigneten Stromkreisverteiler installiert. Die Erfassung der Ströme in allen 3 Phasen erfolgt durch Stromwandler mit der Klasse 1 oder besser. Außerdem wird auch die Spannung (>230/400V über Spannungswandler) aller 3 Phasen zur Berechnung der saldierten Wirkleistung benötigt.

In Programm 9 und 10 wird die Einhaltung der Grenzlinie stufenlos überwacht.

**Die Überwachung ist dem Relais K3 zugeordnet**, somit kann mit den Relais K1 und K2 z.B. zusätzlich eine Last zugeschaltet oder ein Teil der Erzeugung abgeschaltet werden, bevor K3 ganz hart abschalten muss. **ACHTUNG: man muss sich gut überlegen, bei welchen Rückschaltpunkten die Lasten wieder aus und die Erzeugung wieder eingeschaltet werden soll.**

#### ACHTUNG:

Wie nach der VDE-AR-N 4105:2018-11 gefordert, garantiert das EFR4001IP die Abschaltung innerhalb von 100 ms. siehe Zertifikat. Dazu addiert sich noch die Reaktionszeit des Abschaltweges.

Bei Auslegung der Anlage nach VDE-AR-N 4105:2018-11, also max. 2/3 Überschreitung) kann  $1,69 * P_{av,e}$  nur erreicht werden bei sehr geringem Eigenverbrauch, maximaler Eigenerzeugung und gleichzeitig großen Lastsprüngen (Verbraucher abschalten) oder sprunghafter Zunahme der Erzeugung.

Bei Überschreitung der Grenzkurve kann entweder nur der zur Überschreitung führende Anlagenteil oder, falls nicht möglich, auch die gesamte Erzeugungsanlage abgeschaltet werden.

### 4 Pav,e - Abschaltwege

Anlagen oder Anlagenteile können auf verschiedene Arten abgeschaltet werden, z.B. durch das Abschalten von Kuppelschaltern oder Signale an Wechselrichter. Dabei reicht es nicht, dem Wechselrichter den Befehl zu geben, herunter zu regeln. Wenn die Grenzkurve schon erreicht ist, dann ist das zu langsam.

**Die Abschaltung muss < 100 ms wirken\*.**

*\*Tipp:*

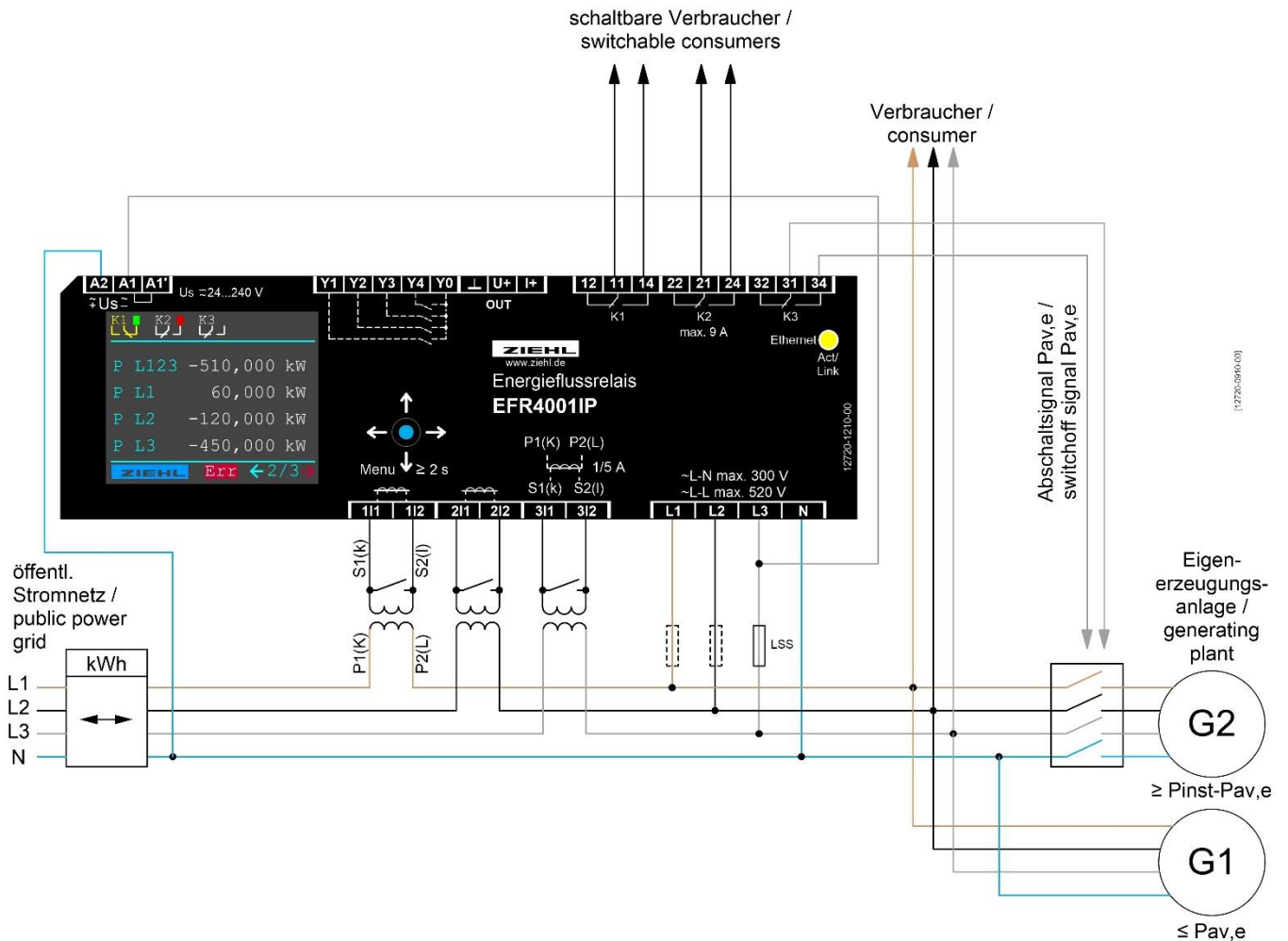
*Sollte nur ein Abschaltweg mit einer Reaktionszeit von < 150 ms zur Verfügung stehen, kann die Abschaltzeit im EFR4001IP auf 40 ms verringert werden, somit bleibt die Gesamtabschaltzeit unter 200 ms.*

Ist ein ZIEHL-NA-Schutz [UFR1001E](#) oder [UFR1002IP](#) verbaut, dann kann die Abschaltung der Gesamtanlage besonders einfach durch Schalten eines Kontaktes am Eingang E1/E2 erfolgen.

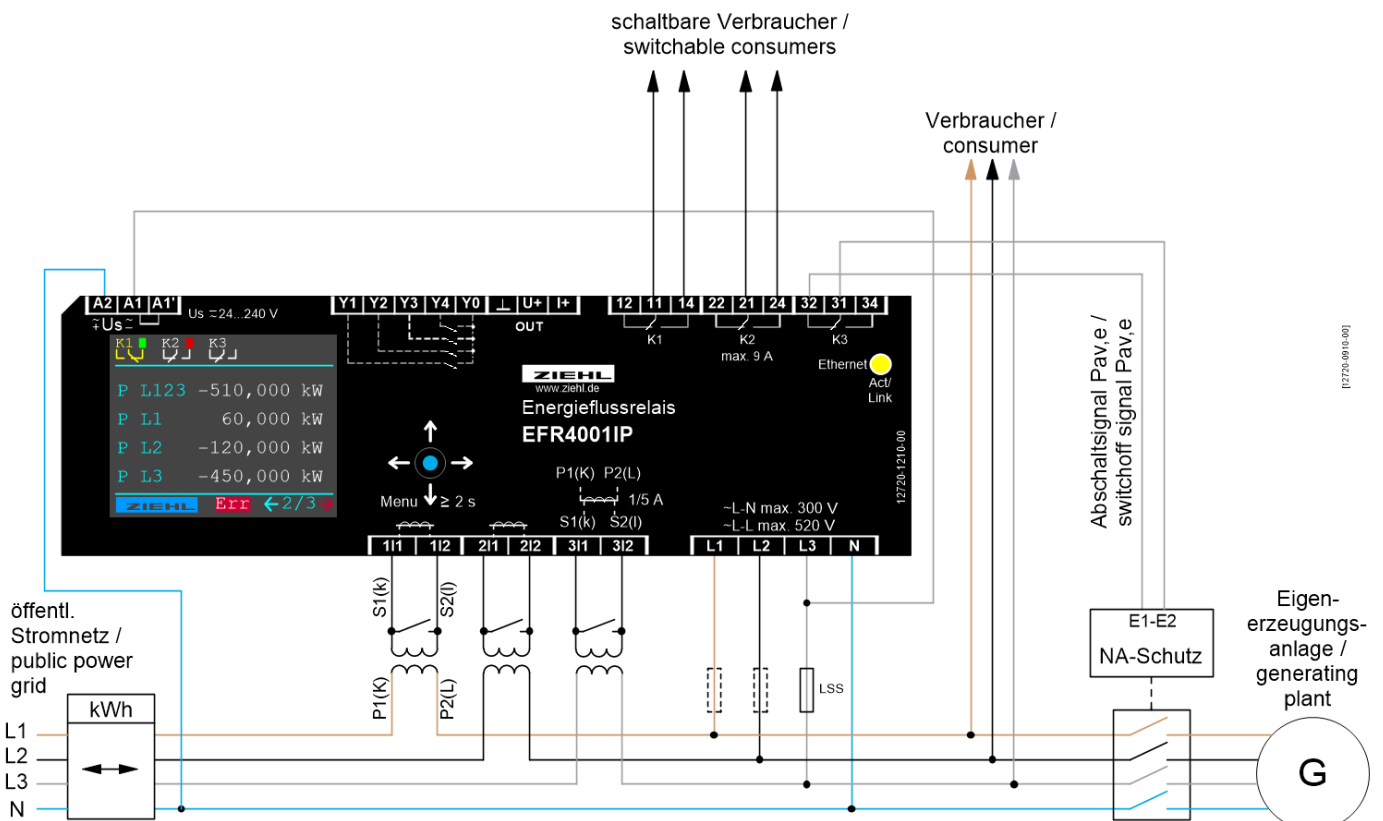
### 5 EFR4001IP und FRT? (keine Abschaltung wegen Unterspannung)

Die Pav,e-Überwachung EFR4001IP besitzt ein Weitbereichs-Netzteil, welches schon mit einer Eingangsspannung ab AC oder DC 24 V arbeitet. Damit erfüllt es alle FRT-Kriterien (Fault-Ride Through). Wird zur Abschaltung ein Koppelrelais und/oder ein Kuppelschalter eingesetzt, müssen auch diese die FRT-Forderungen einhalten z.B. durch einen Arbeitsbereich 24-230V oder eine Versorgung über eine gestützte Spannungsversorgung, vergleichbar wie beim Netz- und Anlagenschutz.

## 6 Pav,e Reduzierung durch Abschaltung von Anlagenteilen (optimal)



## 7 Pav,e Abschaltung der Erzeugungsanlage über UFR1001E, Eingang E1-E2



## 8 Konfiguration Programm 9 (Grenzkurve nach VDE-AR-N 4105)


Nach dem Umstellen auf Programm 9, müssen nur noch folgende Einstellungen vorgenommen werden:

1. Verhältnis der Stromwandler
2. ggf. Verhältnis der Spannungswandler (1,0 bei Direktmessung ohne Spannungswandler)
3. Anzeige der Leistung in kW oder MW
4. Leistung  $P_{av,e}$ , im Beispiel -100,00 kW


## 9 Einstellwerte (Beispiel $P_{av,e} = 100$ kW)

Programmwahl

Programm 

Programm 9 -  $P_{av,e}$  VDE-AR-N 4105, Kurv 

Wandlereinstellungen

Stromwandler $I_{prim}$	<input type="text" value="250"/>	1...2400 A
Stromwandler $I_{sek}$	<input type="text" value="1,0"/>	0,1...5,0 A
Spannungswandler Verhältnis	<input type="text" value="1,0"/>	1,0...250,0
Leistungsanzeige in	<input type="text" value="kW"/>	

$P_{av,e}$ -Überwachung (Relais K3)

 Parameter werden automatisch berechnet, können aber manuell verändert werden.

$P_{av,e}$ Leistung	<input type="text" value="-100,00"/>	-30000,00...0,00 kW
Ausschaltverzögerungszeit min	<input type="text" value="00:00,10"/>	00:00,04...59:59,99 mm:ss,ss
Ausschaltverzögerungszeit max	<input type="text" value="00:10,00"/>	00:00,04...59:59,99 mm:ss,ss
Additionszeit	<input type="text" value="00:00,00"/>	00:00,00...00:01,00 mm:ss,ss
Grenzwert Leistung ein	<input type="text" value="-98,00"/>	-30000,00...30000,00 kW
Einschaltverzögerungszeit	<input type="text" value="00:10:00"/>	00:00:00...23:59:59 hh:mm:ss
Automatischer Reset	<input checked="" type="checkbox"/> EIN	
Frequenzunterdrückung $f_U$	<input type="checkbox"/> AUS	Funktion "automatischer Reset" muss aktiv sein $P_{av,e}$ Überwachung inaktiv, wenn $f < 49,8$ Hz oder $f > 50,2$ Hz

### Weitere Werte:

Der Grenzwert Leistung ein wird automatisch auf 98% von  $P_{av,e}$  berechnet, die Einschaltverzögerungszeit ist auf 10 Minuten voreingestellt. Nach Erreichen dieses Wertes und Ablauf der Zeit schaltet das Gerät automatisch wieder ein (Autoreset EIN).

Mit den Parametern:

- Ausschaltverzögerungszeit min (kürzeste Zeit bei Überschreitung der maximalen Einspeiseleistung)
- Ausschaltverzögerungszeit max (längste Zeit bei Überschreiten von  $1,02 \times P_{av,e}$ )
- Additionszeit (Verschiebung der Grenzkurve um diese Zeit nach rechts)

Kann die Grenzkurve bei Bedarf angepasst und verschoben werden.

**ACHTUNG:** Änderungen nur in Absprache mit dem Netzbetreiber vornehmen.

## 10 Konfiguration Programm 10 (Grenzkurve individuell)

Bei Einstellen von Programm 10, wird zusätzlich zu den Einstellungen in Programm 9 der Wert für die maximal zulässige Einspeiseleistung (= oberes Plateau der Grenzkurve) eingegeben:

Pav,e Leistung	-100,00	-30000,00...-0,01 kW
Installierte Leistung Pinst,max / Pabw,max	-150,00	-30000,00...-0,01 kW

Größter möglicher Wert = -0,01 kW

Die Grenzkurve wird dann auf Basis dieser beiden Werte individuell berechnet.

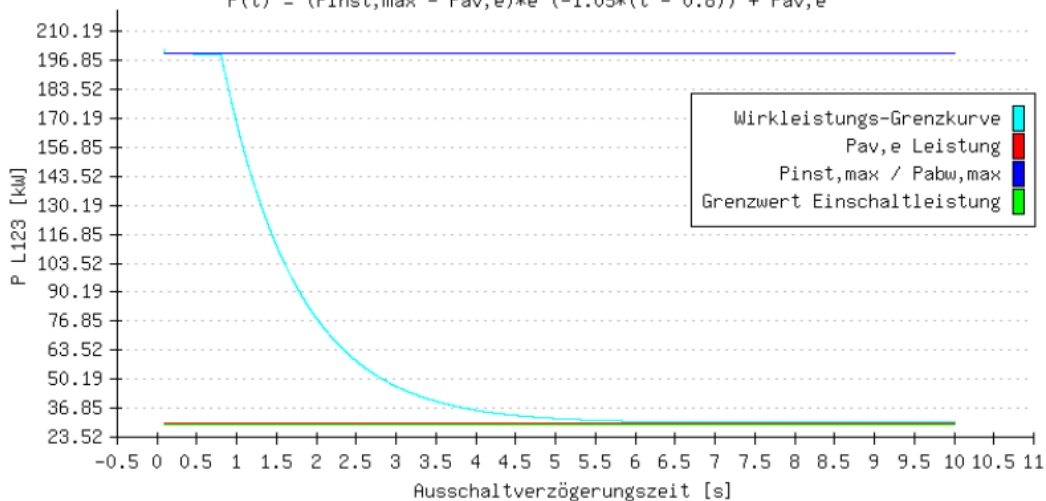
## 11 Dokumentation

Auf der Seite <http://print.ziehl.com/efr4001ip/> kann man eine übersichtliche Dokumentation erstellen, auf der u.a. übersichtlich alle Einstellungen sowie die Grenzkurve mit ausgewählten Beispielpunkten zusammengestellt sind:

### Stufenlose Pav,e-Überwachung (Relais K3)

Pav,e Leistung	-30.00 kW	Pinst,max / Pabw,max	-200.00 kW
Ausschaltverz.-Zeit min (Tmin)	0.10 s	Ausschaltverz.-Zeit max (Tmax)	10.00 s
Additionszeit (Tad)	0.00 s		
Grenzwert Leistung ein	-29.40 kW	Einschaltverzögerungszeit	600 s
Automatischer Reset	an	Frequenzunterdrückung fU	aus

Die zu überwachende stufenlose Wirkleistungs-Grenzkurve  
 $P(t) = (P_{inst,max} - P_{av,e}) * e^{(-1.05 * (t - 0.8))} + P_{av,e}$



Konstante Grenzwerte:

Wirkleistung [kW]	Ausschaltverz.-Zeit [s]
P L123 ≤ 29.40	Keine Abschaltung
P L123 = 30.60 (=1.02*Pav,e)	Tmax = 10.00
P L123 > 30.60 (>1.02*Pav,e)	T(P L123) dynamisch, siehe *
P L123 ≥ 200.00 (≥Pinst,max)	Tmin = 0.10

\*Dynamische Beispiel-Punkte aus der Grenzkurve:

Wirkleistung [kW]	Ausschaltverz.-Zeit [s]
P L123 = 46.87	T(P L123) = 3.00
P L123 = 78.22	T(P L123) = 2.00
P L123 = 111.52	T(P L123) = 1.50
P L123 = 167.80	T(P L123) = 1.00

## 12 Schutz vor unbefugtem Zugriff

Über die integrierte Codesperre kann das EFR4001IP vor unbefugtem Zugriff und versehentlichem Verstellen geschützt werden.

Hier finden Sie alle aktuellen Dokumentationen zum EFR4001IP:  
<https://www.ziehl.com/de/Produktuebersicht/detail/EFR4001IP-362>

Bei Fragen dürfen Sie uns gerne kontaktieren:



Herbert Wahl  
Verkaufsleiter  
ZIEHL industrie-elektronik  
+49 791 504 34  
[herbert.wahl@ziehl.de](mailto:herbert.wahl@ziehl.de)



**BUREAU  
VERITAS**

# Zertifikat

<b>Hersteller / Antragsteller:</b>	<b>ZIEHL industrie-elektronik GmbH + Co KG</b> Daimlerstraße 13 74523 Schwäbisch Hall <b>Deutschland</b>
<b>Produkt:</b>	<b>Energieflussrelais</b>
<b>Modell:</b>	<b>EFR4001IP</b>
<b>Firmwareversion statisch:</b>	<b>ab 12720-1410-00</b>
<b>Firmwareversion dynamisch:</b>	<b>ab 12720-1410-01</b>
<b>Netzanschlussregel:</b>	<b>VDE-AR-N 4105:2018-11 – Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – 5.5.2 P<sub>AV,E</sub>-Überwachung (Einspeisebegrenzung)</b> Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz
<b>Mitgeltende Normen / Richtlinien:</b>	<b>DIN VDE V 0124-100 (VDE V 0124-100):2020-06 – Netzintegration von Erzeugungsanlagen – Niederspannung – 5.7 Nachweis der P<sub>AV,E</sub>-Überwachung</b> Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb am Niederspannungsnetz – 5.7.2.2 Prüfung der Abschaltfunktion – Messung der Auslösezeit P <sub>AV,E</sub> dynamisch entlang der Wirkleistungs-Grenzkurve für Erzeugungsanlagen.

Das oben bezeichnete Energieflussrelais EFR4001IP wurde nach der Prüfrichtlinie VDE 0124-100 geprüft und zertifiziert. Die in der Netzanschlussregel geforderten elektrischen Eigenschaften als unabhängiges Gerät für die P<sub>AV,E</sub>-Überwachung und für die dynamische P<sub>AV,E</sub>-Überwachung entlang der Wirkleistungs-Grenzkurve für Erzeugungsanlagen wird erfüllt. Das EFR4001IP verhindert eine unzulässige Energieeinspeisung, außerhalb der Normativ vorgegebenen P<sub>AV,E</sub>-Grenzwerte, in das öffentliche Netz.

maximale Auslösezeit  $(1,69 * P_{AV,E}) \leq 0,109 \text{ s}$

<b>Berichtsnummer:</b>	<b>22TH0359-VDE0124- 100:2020_1</b>	<b>Zertifizierungsprogramm:</b>	<b>NSOP-0032-DEU-ZE-V01</b>
<b>Zertifikatsnummer:</b>	<b>U23-0040</b>	<b>Ausstellungsdatum:</b>	<b>2023-01-19</b>



Zertifizierungsstelle der Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17065

Prüflabor akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025

Eine auszugsweise Darstellung des Zertifikats bedarf der schriftlichen Genehmigung der Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH