



## BEWERTUNGSBERICHT ZUM EINHEITENZERTIFIKAT

ERSTELLT FÜR:  
**KRAFTWERK KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG  
GMBH**  
PROJEKT NR.: 12807127

*Bericht Nr.: R12807127-27, Rev. 1,  
2020-12-17*

Erzeugungseinheit: Typ 2 - VKM  
Typ: Mephisto G8  
Mephisto G16+  
Mephisto G20+  
Mephisto G22  
Mephisto G26  
Mephisto G34  
Mephisto G48  
Mephisto G50  
Wirkleistung: 8 - 50 kW

Bewertungsgrundlage:  
VDE-AR-N 4105  
Anwendungsregel: 19.10.2018  
Erzeugungsanlagen am  
Niederspannungsnetz

**KLASSIFIZIERUNG**  
**CLIENT'S DISCRETION**

## SCHLÜSSEL ZUR DOKUMENTENKLASSIFIZIERUNG

STRICTLY CONFIDENTIAL	For recipients only
CONFIDENTIAL	May be shared within client's organization
UL INTERNAL ONLY	Not to be distributed outside UL
CLIENT'S DISCRETION	Distribution at the client's discretion
FOR PUBLIC RELEASE	No restriction

## DOKUMENTEN HISTORIE

REVISION	RELEASE DATE	AFFECTED PAGE(S)	MODIFICATION
0	2020-11-30	-	Initial Document
1	2020-12-17	Deckblatt, 8, 18, 20	<ul style="list-style-type: none"><li>- Editorielle Korrekturen</li><li>- Ersatz Konformitätsbeschreinigung des NA-Schutz mit neuer Version</li><li>- Ersatz Datenblatt und Auszug aus dem Prüfbericht G48 mit neuer Version</li><li>- Ersatz Datenblatt G26 mit neuer Version</li></ul>

## Inhaltsverzeichnis

1. Dokumente .....	3
1.1 <i>geprüfte Dokumente</i> .....	3
2. Angewandte Normen und Richtlinien.....	7
3. Bewertungsumfang .....	8
4. Bewertung.....	10
4.1 <i>Prüflabor</i> .....	10
4.1.1 Anforderungen an das Prüflabor .....	10
4.1.2 Bewertung des Prüflabor .....	11
4.2 <i>Bewertung der Vermessung und Vermessungsergebnisse</i> .....	11
4.2.1 Allgemein .....	11
4.2.2 Netzurückwirkungen .....	12
4.2.3 Verhalten der Erzeugungseinheit am Netz .....	15
4.2.4 NA-Schutz.....	17
4.2.5 Zuschaltbedingungen.....	17
4.3 <i>Übertragung der Messergebnisse</i> .....	18
4.4 <i>Bewertung der elektrischen Eigenschaften</i> .....	19
4.4.1 Netzurückwirkungen .....	19
4.4.2 Nachweis des Symmetrieverhaltens.....	19
4.4.3 Verhalten der Erzeugungseinheit am Netz .....	19
4.4.4 Wiederanfahen nach Schutzauslösung und Wirkleistungsgradient .....	20
4.4.5 Verhalten bei Störungen im Netz .....	20
4.4.6 NA-Schutzeinrichtung .....	21
5. allgemeine Anforderungen.....	22
6. Zusammenfassung .....	22

## 1. DOKUMENTE

### 1.1 geprüfte Dokumente

- /1.1.1/ UL International GmbH: Report  
"Prüfbericht; Bestimmung der elektrischen Eigenschaften; entsprechend VDE V 0124-100 BHKW KWK Mephisto G22, BHKW KWK Mephisto G20+ 22kW und 20kW (bedingt regelbare EZE)",  
Doc. No. UL-GER-NR19-12815936-01-02 Rev. 0, 2020-11-26, 111 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +001 )
- /1.1.2/ Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH: Documentation  
"Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-11095-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005",  
Doc. No. Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-11095-01-00 Rev. 0, 2017-08-21, 6 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +002 )
- /1.1.3/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"Konformitätsnachweis NA-Schutz MEPHISTO G8/G16+/G20+/G22/G26/G34/G48/G50",  
Doc. No. 2020-0001 Rev. 0, 2020-12, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +003 )
- /1.1.4/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Data Sheet  
"DATENBLATT - ERZEUGUNGSANLAGEN AM NIEDERSPANNUNGSNETZ MEPHISTO G8",  
Doc. No. - Rev. -, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +004 )
- /1.1.5/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"KONFORMITÄTSNACHWEIS ERZEUGUNGSEINHEIT MEPHISTO G8",  
Doc. No. 2019-0002 Rev. 0, 2019-04-24, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +005 )
- /1.1.6/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht für den NA-Schutz "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G8",  
Doc. No. 2018-0003 Rev. 0, 2018-11-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +006 )
- /1.1.7/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitszertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G8",  
Doc. No. 2018-0006 Rev. 0, 2018-12-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +007 )
- /1.1.8/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Data Sheet  
"DATENBLATT - ERZEUGUNGSANLAGEN AM NIEDERSPANNUNGSNETZ MEPHISTO G16+",  
Doc. No. - Rev. -, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +008 )
- /1.1.9/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"KONFORMITÄTSNACHWEIS ERZEUGUNGSEINHEIT MEPHISTO G16+",  
Doc. No. 2019-0003 Rev. 0, 2019-04-24, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +009 )
- /1.1.10/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitszertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G16+",  
Doc. No. 2019-0009 Rev. 0, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +010 )

- /1.1.11/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht für den NA-Schutz "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G16+/G20+/G22",  
Doc. No. 2013-0002 Rev. 0, 2013-05-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +011 )
- /1.1.12/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Ergänzung zu den Prüfberichten "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" Nr. 2019-009 / 2019-0010 / 2019-0011",  
Doc. No. 2019-0011b Rev. 0, 2019-12-01, 3 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +012 )
- /1.1.13/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Data Sheet  
"DATENBLATT - ERZEUGUNGSANLAGEN AM NIEDERSPANNUNGSNETZ MEPHISTO G20+",  
Doc. No. - Rev. -, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +013 )
- /1.1.14/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Data Sheet  
"DATENBLATT - ERZEUGUNGSANLAGEN AM NIEDERSPANNUNGSNETZ MEPHISTO G22",  
Doc. No. - Rev. -, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +014 )
- /1.1.15/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"KONFORMITÄTSNACHWEIS ERZEUGUNGSEINHEIT MEPHISTO G20+",  
Doc. No. 2019-0004 Rev. 0, 2019-04-24, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +015 )
- /1.1.16/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"KONFORMITÄTSNACHWEIS ERZEUGUNGSEINHEIT MEPHISTO G22",  
Doc. No. 2019-0005 Rev. 0, 2019-04-24, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +016 )
- /1.1.17/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitszertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G20+",  
Doc. No. 2019-0010 Rev. 0, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +017 )
- /1.1.18/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitszertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G22",  
Doc. No. 2019-0011 Rev. 0, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +018 )
- /1.1.19/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Data Sheet "DATENBLATT - ERZEUGUNGSANLAGEN AM NIEDERSPANNUNGSNETZ MEPHISTO G26", Doc. No. - Rev. -, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +019 )
- /1.1.20/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Data Sheet  
"DATENBLATT - ERZEUGUNGSANLAGEN AM NIEDERSPANNUNGSNETZ MEPHISTO G34",  
Doc. No. - Rev. -, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +020 )
- /1.1.21/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"KONFORMITÄTSNACHWEIS ERZEUGUNGSEINHEIT MEPHISTO G26",  
Doc. No. 2019-0006 Rev. 0, 2019-04-24, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +021 )
- /1.1.22/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"KONFORMITÄTSNACHWEIS ERZEUGUNGSEINHEIT MEPHISTO G34",  
Doc. No. 2019-0007 Rev. 0, 2019-04-24, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +022 )

- /1.1.23/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht für den NA-Schutz "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G26/34",  
Doc. No. 2012-0005 Rev. 0, 2012-07-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +023 )
- /1.1.24/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Ergänzung zu den Prüfberichten "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" Nr. 2018-0004 / 2018-0005",  
Doc. No. 2018-0005b Rev. 0, 2019-12-01, 3 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +024 )
- /1.1.25/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitenzertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G26",  
Doc. No. 2018-0004 Rev. 0, 2018-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +025 )
- /1.1.26/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitenzertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G34",  
Doc. No. 2018-0005 Rev. 0, 2018-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +026 )
- /1.1.27/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitenzertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G34",  
Doc. No. 2014-0005FU Rev. 0, 2014-11-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +027 )
- /1.1.28/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht für den NA-Schutz "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G48",  
Doc. No. 2017-0003 Rev. 0, 2017-06-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +028 )
- /1.1.29/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"KONFORMITÄTSNACHWEIS  
ERZEUGUNGSEINHEIT MEPHISTO G48",  
Doc. No. 2017-0002 Rev. 0, 2017-06-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +029 )
- /1.1.30/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Data Sheet  
"DATENBLATT - ERZEUGUNGSANLAGEN AM NIEDERSPANNUNGSNETZ  
MEPHISTO G48",  
Doc. No. - Rev. -, 2020-11-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +030 )
- /1.1.31/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitenzertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G48",  
Doc. No. 2019-0013 Rev. 0, 2019-05-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +031 )
- /1.1.32/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheitenzertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" MEPHISTO G50",  
Doc. No. 2019-0012 Rev. 0, 2019-05-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +032 )
- /1.1.33/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Data Sheet  
"DATENBLATT - ERZEUGUNGSANLAGEN AM NIEDERSPANNUNGSNETZ  
MEPHISTO G50",  
Doc. No. - Rev. -, 2019-04-01, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No. +033 )

- /1.1.34/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"KONFORMITÄTSNACHWEIS  
ERZEUGUNGSEINHEIT MEPHISTO G50",  
Doc. No. 2019-0008 Rev. 0, 2019-04-24, 1 page ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 -  
Doc No. +034 )
- /1.1.35/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Report  
"Ergänzung zu den Prüfbericht el. Eigenschaften 2019-0012",  
Doc. No. 2019-0012b Rev. 0, 2019-12-01, 3 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127  
- Doc No. +035 )
- /1.1.36/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"HANDBUCH Brennwert-Blockheizkraftwerk MEPHISTO G8",  
Doc. No. - Rev. 0, 2019-11-01, 84 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No.  
+036 )
- /1.1.37/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"HANDBUCH Brennwert-Blockheizkraftwerk MEPHISTO G16+ | G20+",  
Doc. No. - Rev. 0, 2019-09-01, 86 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No.  
+037 )
- /1.1.38/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"HANDBUCH Brennwert-Blockheizkraftwerk MEPHISTO G22",  
Doc. No. - Rev. 0, 2019-05-01, 82 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No.  
+038 )
- /1.1.39/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"HANDBUCH Brennwert-Blockheizkraftwerk MEPHISTO G26 | G34",  
Doc. No. - Rev. 0, 2019-01-01, 84 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No.  
+039 )
- /1.1.40/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"HANDBUCH Brennwert-Blockheizkraftwerk MEPHISTO G50",  
Doc. No. - Rev. 0, 2019-10-01, 84 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No.  
+040 )
- /1.1.41/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"Datenbuskommunikaton 2019-02 Brennwert-Blockheizkraftwerk MEPHISTO G50",  
Doc. No. - Rev. 0, 2019-02-01, 14 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No.  
+041 )
- /1.1.42/ Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH: Documentation  
"LIEFERPROGRAMM Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennwert-Blockheizkraftwerken der  
Baureihe Mephisto",  
Doc. No. - Rev. 0, 2020-01-01, 26 pages ( DEWI-OCC Order-No.: 12807127 - Doc No.  
+042 )

## 2. ANGEWANDTE NORMEN UND RICHTLINIEN

Die Bewertung wurde auf Grundlage der folgenden Normen und Richtlinien durchgeführt:

/2.1/ VDE-AR-N 4105 Anwendungsregel:19.10.2018 Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz

/2.2/ Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten, -anlagen und Speicher sowie für deren Komponenten TEIL 8 (TR 8), Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Stromnetz, Revision 09, Stand 01.02.2019

/2.3/ IEC61000-2-11: 2017 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 3-11: Grenzwerte – Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom  $\leq 75$  A je Leiter, die einer Sonderanschlussbedingung unterliegen

/2.4/ VDE V 0124-100: 2020 Netzintegration von Erzeugungsanlagen – Niederspannung – Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb am Niederspannungsnetz



### 3. BEWERTUNGSUMFANG

UL wurde von Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH beauftragt die Erzeugungseinheiten nach Typ 2 (direktgekoppelte Asynchrongeneratoren) nach den in Kapitel 2 aufgeführten Normen und Richtlinien zu bewerten. Die Bewertung erfolgt auf Basis der in Kapitel 1 aufgeführten Dokumente. Bei der Erzeugungseinheit handelt es sich nach FGW TR8 Rev.9 /2.2/ um einen Typ 2 (direktgekoppelte Asynchrongeneratoren) für den Anschluss an das Niederspannungsnetz.

Hersteller	Typ	$P_{E_{max}}$ / kW	$S_{E_{max}}$ / kVA	Bezeichnung	Software Version NA Schutz	Kommentar
Kraftwerk Kraft-Wärme-Kopplung GmbH	Mephisto G8	8,0	8,5	BHKW, Typ 2, Asynchrongenerator	NA-3.1	n/a
	Mephisto G16+	16	16,8		NA-3.1	n/a
	Mephisto G20+	20	21,1		NA-3.1	Prüfling für Vermessung nach /1.1.1/
	Mephisto G22	22	23,2		NA-3.1	Prüfling für Vermessung nach /1.1.1/
	Mephisto G26	24	25,3		NA-3.1	n/a
	Mephisto G34	34	35,8		NA-3.1	n/a
	Mephisto G48	48	50,5		NA-3.1	n/a
	Mephisto G50	50	52,6		NA-3.1	n/a

**Tabelle 3-1: Auflistung der EZE zum Bewertungsumfang**



**Abbildung 3-1: Illustration eines Beispielhaften Mephisto BHKW**

## 4. BEWERTUNG

### 4.1 Prüflabor

Das Prüflabor UL International GmbH DEWI, Ebertstraße 96, 26382 Wilhelmshaven hat die notwendigen Tests des EZA-Reglers nach VDE V 0124-100 /2.4/ in den folgenden Prüfzeiträumen an den angegebenen Aggregaten durchgeführt.

- a) Mephisto G20+, Seriennummer G224982070,  $P_n = 20\text{kW}$ , Prüfdatum 14.07.2020

Prüfungen:

- Verhalten der Erzeugungseinheit am Netz – Wirkleistungsreduktion durch Sollwertvorgabe bzgl. Messung Priorität Schnittstellen
- Verhalten der Erzeugungseinheit am Netz – Wirkleistungseinspeisung bei Unterfrequenz
- Nachweis des NA-Schutz – Integrierter NA-Schutz

- b) Mephisto G22, Seriennummer G224211089,  $P_n = 22\text{kW}$ , Prüfzeitraum 26.08.2020-30.08.2020

Prüfungen:

- Schnelle Spannungsänderungen (Schalthandlungen)
- Flicker
- Oberschwingungen
- Messung des Wirk- und Blindleistungsbereiches
- Wirkleistungsreduktion durch Sollwertvorgabe ohne Messung Priorität Schnittstellen
- Wirkleistungseinspeisung von EZE bei Überfrequenz
- Statische Spannungshaltung / Blindleistungsbereitstellung
- Zentraler NA-Schutz
- Kuppelschalter
- Meldung des NA-Schutzes
- Bauliche Merkmale des NA-Schutz
- Zuschaltbedingungen

- c) Mephisto G22, Seriennummer G225102090,  $P_n = 22\text{kW}$ , Prüfzeitraum 01.10.2020

Prüfungen:

- NA-Schutz

#### 4.1.1 Anforderungen an das Prüflabor

Das Prüflabor muss eine DIN IEC ISO17025 Akkreditierung nach der VDE V 0124-100 /2.4/ vorweisen.

#### **4.1.2 Bewertung des Prüflabor**

UL International GmbH ist ein nach DIN IEC ISO 17025 akkreditiertes Prüflabor, welches die Akkreditierung nach der VDE V 0124-100 /2.4/ vorweist. Der Zertifizierungsstelle wurde die Akkreditierungsurkunde mit der Nummer D-PL-11095-01-00 vorgelegt. UL International GmbH ist weiterhin ein sehr erfahrenes Prüflabor im Bereich der Vermessung von elektrischen Eigenschaften und Funktionen von Energieerzeugungseinheiten, -anlagen und deren Komponenten nach den deutschen Netzanschlussrichtlinien.

#### **4.2 Bewertung der Vermessung und Vermessungsergebnisse**

Einer der Hauptbewertungspunkte ist die Prüfung und Bewertung der Messergebnisse des akkreditierten Prüflabors. Dieses Kapitel Dokumentiert die Ergebnisse der Prüfung durch die Zertifizierungsstelle. Falls Abweichungen zu den Anforderungen existieren, sind diese in den jeweiligen Unterkapiteln dokumentiert.

##### **4.2.1 Allgemein**

Basis der Prüfung und Bewertung ist der Prüfbericht gemäß /1.1.1/ vom 26.11.2020. Beim Prüfling handelt es sich um ein nach VDE-AR-N 4105 /2.1/ definierte Verbrennungskraftmaschine des Typ 2. Die Mephisto BHKW Serie ist ein Blockheizkraftwerk im Leistungsbereich von 8kW bis 50kW für den Anschluss an das Niederspannungsnetz. Das Prüflabor hat die nach VDE V 0124-100 /2.4/ aufgeführten Prüfungen für EZE Typ 2 (direkt gekoppelte Asynchrongeneratoren) durchgeführt. Prüflinge und die durchgeführten Prüfungen sind dem Kapitel 4.1 zu entnehmen.

## 4.2.2 Netzurückwirkungen

In den folgenden Unterpunkten werden die spezifischen Tests zu den Netzurückwirkungen bewertet.

### 4.2.2.1 Schnelle Spannungsänderungen

Es wurden die schnellen Spannungsänderungen bei Einschalten mit beliebiger Leistung, Nennleistung sowie Serviceabschaltung bei Nennleistung betrachtet unter Verwendung der Testresistanz  $R=0,06\Omega$  sowie der Testreaktanz  $X=0,0375\Omega$  betrachtet. In folgender Tabelle werden die Maximalwerte der Testergebnisse den Grenzwerten gemäß IEC61000-3-11 Ed. 2.0 /2.3/ Kapitel 5 gegenübergestellt.

Schaltvorgang	$k_{i\max} / \%$		$d_c / \%$		$d_t / ms$	
	Test	Limit	Test	Limit	Test	Limit
Einschalten bei beliebiger Leistung	3,7	4,0	1,7	3,3	0	500
Einschalten bei Nennleistung	3,6		0,3		0	
Serviceabschaltung bei Nennleistung	1,2		0,8		0	

**Tabelle 4-1. Bewertung der schnellen Spannungsänderungen**

### 4.2.2.2 Flicker

Es wurde der Flicker unter Verwendung der Testresistanz  $R=0,06\Omega$  sowie der Testreaktanz  $X=0,0375\Omega$  betrachtet. In folgender Tabelle werden die Maximalwerte der Testergebnisse den Grenzwerten gemäß IEC61000-3-11 Ed. 2.0 /2.3/ Kapitel 5 gegenübergestellt.

Flicker	Test	Limit
Kurzzeitflickerstärke $P_{st,max}$	0,12	1,0
Langzeitflickerstärke $P_{lt,max}$	0,1	0,65

**Tabelle 4-2: Bewertung des Flicker**

### 4.2.2.3 Oberschwingungen

Es wurden die Oberschwingungsströme wie folgt vermessen. Das Minimale Leistungsbin des Prüfling beträgt 50%, somit wurden die Messergebnisse ab dem  $P_{bin}$  50% dokumentiert. Nachfolgend werden die maximalen Oberschwingungsströme angegeben. Die Oberschwingungsergebnisse der folgenden Kapitel beziehen sich auf den Bemessungsstrom.

#### 4.2.2.3.1 Ganzzahlige Oberschwingungsströme

Der maximale THC beträgt 5,47

H	$I_{h\_max} / \%$	H	$I_{h\_max} / \%$	H	$I_{h\_max} / \%$	H	$I_{h\_max} / \%$
2	2,48	15	0,81	27	0,22	39	0,44
3	1,02	16	0,11	28	0,09	40	0,06
4	0,09	17	0,38	29	1,64	41	0,4
5	1,75	18	0,09	30	0,07	42	0,06
6	0,09	19	1,04	31	1,16	43	0,36
7	2,55	20	0,06	32	0,05	44	0,05
8	0,07	21	0,35	33	0,38	45	0,39
9	0,47	22	0,07	34	0,06	46	0,04
10	0,07	23	0,95	35	0,84	47	0,45
11	2,79	24	0,08	36	0,06	48	0,04
12	0,09	25	1,34	37	0,59	49	0,45
13	0,99	26	0,07	38	0,06	50	0,04
14	0,08						

Tabelle 4-3: Bewertung der Oberschwingungsströme bis zur 50. Ordnung

#### 4.2.2.3.2 Zwischenharmonische Oberschwingungsströme

f / Hz	I <sub>h_max</sub> / %	f / Hz	I <sub>h_max</sub> / %	f / Hz	I <sub>h_max</sub> / %
75	2,00	725	0,11	1375	0,07
125	0,42	775	0,10	1425	0,10
175	0,15	825	0,25	1475	0,18
225	0,13	875	0,10	1525	0,12
275	0,09	925	0,15	1575	0,08
325	0,42	975	0,09	1625	0,06
375	0,08	1025	0,06	1675	0,08
425	0,06	1075	0,06	1725	0,08
475	0,06	1125	0,10	1775	0,07
525	0,21	1175	0,10	1825	0,09
575	0,10	1225	0,12	1875	0,08
625	0,21	1275	0,21	1925	0,07
675	0,10	1325	0,07	1975	0,07

Tabelle 4-4: Bewertung der Zwischenharmonischen Oberschwingungsströme

#### 4.2.2.3.3 Höherfrequente Oberschwingungsströme

f / kHz	I <sub>h_max</sub> / %	f / kHz	I <sub>h_max</sub> / %	f / kHz	I <sub>h_max</sub> / %
2,1	0,51	4,5	0,12	6,9	0,05
2,3	0,52	4,7	0,09	7,1	0,05
2,5	0,51	4,9	0,09	7,3	0,058
2,7	0,62	5,1	0,07	7,5	0,04
2,9	0,49	5,3	0,09	7,7	0,04
3,1	0,4	5,5	0,08	7,9	0,04
3,3	0,26	5,7	0,07	8,1	0,04
3,5	0,14	5,9	0,06	8,3	0,04
3,7	0,15	6,1	0,06	8,5	0,04
3,9	0,15	6,3	0,05	8,7	0,03
4,1	0,17	6,5	0,06	8,9	0,04
4,3	0,14	6,7	0,05		

Tabelle 4-5: Bewertung der höherfrequenten Oberschwingungsströme

#### 4.2.2.4 Kommutierungseinbrüche

Diese Bewertung entfällt, da die Technologie der Erzeugungseinheit nicht auf Umrichter basiert.

#### 4.2.2.5 Einspeisung von Gleichströmen

Diese Bewertung entfällt, da die Technologie der Erzeugungseinheit nicht auf Umrichter basiert.

#### 4.2.2.6 Nachweis des Symmetrieverhaltens

Die Vermessung ergab eine Spannungsunsymmetrie von <1%.

### 4.2.3 Verhalten der Erzeugungseinheit am Netz

Die Vermessung des Verhaltens am Netz wurde gemäß VDE V 0124-100 /2.4/ durchgeführt und in den folgenden Kapitel bewertet.

#### 4.2.3.1 Messung des Wirk- und Blindleistungsbereichs

<b>COS <math>\phi_{\text{Test}}</math></b>	<b>COS <math>\phi_{\text{Limit}}</math></b>
0,964	0,93 – 0,97
0,965	0,93 – 0,97
0,965	0,93 – 0,97

**Tabelle 4-6: Testergebnisse Blindleistungsbereitstellung**

$P_{\text{Emax}}$ / kW	21,73
$S_{\text{Emax}}$ / kVA	22,6

**Tabelle 4-7: Maximale Wirk- sowie Scheinleistung**

#### 4.2.3.2 Wirkleistungsreduktion durch Sollwertvorgabe

Die Vermessung Sollwertvorgabe erfolgte bis zur Mindestleistung des BHKWs. Darunter erfolgte die Trennung des BHKW.

	<b>Abweichung / kW</b>	<b>Einstellgenauigkeit bezogen auf <math>P_n</math> / %</b>
Maximale Sollwertabweichung	-0,29	1,32

**Tabelle 4-8: Wirkleistungsreduktion durch Sollwertvorgabe**

#### 4.2.3.3 Messung des Leistungsgradienten

Die Ermittlung des Leistungsgradienten erfolgte 30s nach Sollwertänderung bis 30s vor Zielerreichung. Der Wirkleistungsgradient

<b>Sollwertsprung</b> <b><math>P / P_n</math> in %</b>	<b>Minimum</b> <b><math>P_n / s</math> in %</b>	<b>Maximum</b> <b><math>P_n / s</math> in %</b>	<b>Mittelwert</b> <b><math>P_n / s</math> in %</b>
Von 100 auf 45,45	0,41	0,52	0,47
Von 45,45 auf 100	0,45	0,58	0,50

**Tabelle 4-9: Messung des Leistungsgradienten**



#### **4.2.3.4 Wirkleistungseinspeisung von EZE bei Überfrequenz**

Die Messungen der Leistungsbegrenzung bei Netzfrequenzerhöhung wurden entsprechend der VDE V 0124-100 /2.4/ Kapitel 5.4.4 zum Nachweis der Anforderungen der VDE-AR-N 4105 /2.1/ Kapitel 5.7.4.3 und Kapitel 8.3.1 durchgeführt.

Die Statik der frequenzabhängigen Wirkleistungseinspeisung wurde auf 10%  $P_n$ /min bzw 10,1%  $P_{E_{max}}$ /min eingestellt.

Die Genauigkeit des Wirkleistungsgradienten entspricht bezogen auf  $P_n$  -1,7%  $P_n$ /min bei einer Ermittlung über 200ms Mittelwerte sowie -2,1%  $P_n$ /min bei einer Ermittlung nach VDE V0124-100 über 1min Mittelwerte. Bezogen auf  $P_{E_{max}}$  -1,6%  $P_{E_{max}}$ /min bei einer Ermittlung über 200ms Mittelwerte sowie -2,0%  $P_{E_{max}}$ /min bei einer Ermittlung nach VDE V1024-100 über 1min Mittelwerte.

Die Anschwingzeit beträgt maximal 7,19s.

Die Einschwingzeit beträgt maximal 3,76s.

#### **4.2.3.5 Wirkleistungseinspeisung bei Unterfrequenz**

Die Messungen der Wirkleistungseinspeisung bei Unterfrequenz wurden entsprechend der VDE V 0124-100 /2.4/ Kapitel 5.4.6 zum Nachweis der Anforderungen der VDE-AR-N 4105 /2.1/ Kapitel 5.7.4.3 durchgeführt.

Die Statik der frequenzabhängigen Wirkleistungseinspeisung wurde auf 10%  $P_n$ /min eingestellt.

Die Genauigkeit des Wirkleistungsgradienten entspricht bezogen auf  $P_n$  +8,5%  $P_n$ /min bei einer Ermittlung über 200ms Mittelwerte.

Die Anschwingzeit beträgt maximal 5,36s.

Die Einschwingzeit beträgt maximal 3,21s.

#### **4.2.3.6 Statische Spannungshaltung / Blindleistungsbereitstellung**

Da es sich um einen Asynchrongenerator gem. Typ 2 handelt wurde die maximale Einspeisewirkleistung entsprechend Kapitel 5.4.8 der VDE V 1024-100 /2.4/ inklusive Leistungsfaktorvermessung durchgeführt.

Die maximale Wirkleistung beträgt 21,74kW (+8,7%  $P_n$ ).

Der vermessene Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  beträgt bei der Vermessung 0,964.

#### 4.2.4 NA-Schutz

Beim NA-Schutz handelt es sich um einen internen NA-Schutz, der gemäß VDE V 0124-100 /2.4/ Kapitel 5.5.7 mit den folgenden Ergebnissen vermessen wurde.

Der integrierte Kuppelschalter besitzt eine Verzögerung von ca. 87ms.

Funktion	Eingestellter Auslösewert	Simulierte Spannung	Eingestellte Auslösezeit	Messwert Abschaltzeit
U>>	1,15 U <sub>n</sub>	1,18 U <sub>n</sub>	0 s	126 ms
U> (Test a)	1,1 U <sub>n</sub>	1,12 U <sub>n</sub>	0 s	501 ms
U> (Test b)	1,1 U <sub>n</sub>	1,08 U <sub>n</sub>	0 s	-
U> (Test c)	1,1 U <sub>n</sub>	1,12 U <sub>n</sub>	0 s	260 ms
U< (Test a)	0,8 U <sub>n</sub>	0,83 U <sub>n</sub>	0 s	-
U< (Test b)	0,8 U <sub>n</sub>	0,77 U <sub>n</sub>	0 s	86 ms
f> (Test a)	51,5 Hz	51,3 Hz	0 s	-
f> (Test b)	51,5 Hz	51,7 Hz	0 s	187
f< (Test a)	47,5 Hz	47,7 Hz	0 s	-
f< (Test b)	47,5 Hz	47,3 Hz	0 s	196

**Tabelle 4-10: Messergebnisse NA-Schutz**

#### 4.2.5 Zuschaltbedingungen

Der Nachweis der Zuschaltbedingungen erfolgte gemäß der VDE V 0124-100 /2.4/ Kapitel 5.6 zum

Nachweis der Anforderungen der VDE-AR-N 4105 /2.1/ Kapitel 8.3.

Bedingung	Stufe	
	Frequenz [Hz]	Zuschaltung
Unterfrequenz (47,5Hz)	47,44	Nein
Unterfrequenz (47,5Hz)	47,55	Ja
Überfrequenz (50,5Hz)	50,16	Nein
Überfrequenz (50,5Hz)	50,05	Ja
Unterspannung (85% U <sub>n</sub> )	83	Nein
Unterspannung (85% U <sub>n</sub> )	86	Ja
Überspannung (110% U <sub>n</sub> )	112	Nein
Überspannung (110% U <sub>n</sub> )	108	Ja

**Tabelle 4-11: Messergebnisse Zuschaltbedingungen**

### 4.3 Übertragung der Messergebnisse

Die Vermessungen wurden unter Verwendung der Erzeugungseinheit Mephisto G20+ durchgeführt. Die Ergebnisse des Kapitel 4.2.2.3. Oberschwingungen werden unverändert für die folgenden BHKW Typen unter Zugrundelegung der jeweiligen Bemessungsströme gemäß Tabelle 4-12 übertragen.

Die Messergebnisse der schnellen Spannungsänderungen gemäß Kapitel 4.2.2.1 sind prozentual gemäß IEC61000-3-11 /2.3/ angegeben und können für alle Mephisto Typen unverändert herangezogen werden.

Aufgrund der identischen NA-Schutz Steuerung sowie Funktion der Wiederschaltung und Wirkleistungs- und Blindleistungssteuerung können die Messergebnisse der Kapitel 4.2.3.1, 4.2.3.2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, 4.2.3.5, 4.2.3.6, 4.2.4 und 4.2.5 unverändert für alle Mephisto Typen angewendet werden. Die Prozentualen Ergebnisse werden je nach Typ gemäß den Bemessungsleistungen und Bemessungsströmen aus Tabelle 4-12 angesetzt.

Typ	In / A	P <sub>n</sub> / kW	P <sub>E<sub>max</sub></sub> / kW	S <sub>E<sub>max</sub></sub> / kVA
Mephisto G8	12,2	8	7,90	8,22
Mephisto G16+	24,3	16	15,80	16,44
Mephisto G20+	30,4	20	19,75	20,55
Mephisto G22	33,4	22	21,73	22,60
Mephisto G26	36,5	26	25,68	26,71
Mephisto G34	51,7	34	33,58	34,93
Mephisto G48	70,7	48	47,41	49,31
Mephisto G50	75,9	50	49,39	51,37

**Tabelle 4-12: Strom und Leistungswerte je Typ als Grundlage zur Übertragung**

Bezüglich des Flicker werden die nachfolgenden worst-case Übertragungen festgelegt.

Typ	P <sub>st_max</sub>	P <sub>lt_max</sub>
Mephisto G8	0,12	0,1
Mephisto G16+	0,12	0,1
Mephisto G20+	0,12	0,1
Mephisto G22	0,12	0,1
Mephisto G26	0,14	0,12
Mephisto G34	0,19	0,15
Mephisto G48	0,26	0,22
Mephisto G50	0,27	0,23

**Tabelle 4-13: Flickerwerte übertragen auf jeden BHKW Typ**

## 4.4 Bewertung der elektrischen Eigenschaften

### 4.4.1 Netzurückwirkungen

Die Netzurückwirkungen wurden gemäß VDE V 0124-100 /2.4/ vermessen und im Kapitel 4.2.2 ausgewiesen und bewertet. Die Messergebnisse überschreiten die Anforderungen gemäß FGW TR8 Rev.9 /2.2/ sowie der IEC61000-3-11 /2.3/ nicht.

#### 4.4.1.1 Kommutierungseinbrüche

Da es sich bei dieser EZE um eine Verbrennungsmaschine mit Asynchrongenerator ohne Umrichter handelt, entfällt diese Bewertung.

#### 4.4.1.2 Einspeisung von Gleichströmen

Da es sich bei dieser EZE um eine Verbrennungsmaschine mit Asynchrongenerator ohne Umrichter handelt, entfällt diese Bewertung.

### 4.4.2 Nachweis des Symmetrieverhaltens

Da es sich bei dieser EZE um eine Verbrennungsmaschine mit Asynchrongenerator ohne Umrichter handelt, entfällt diese Bewertung.

### 4.4.3 Verhalten der Erzeugungseinheit am Netz

#### 4.4.3.1 Quasistationärer Betrieb

Es erfolgt eine Auslösung des internen NA-Schutzes und somit des internen Kuppelschalters bei  $>1,10 U_n$  (nach Absprache mit dem Netzbetreiber auch bei  $>1,15U_n$ ) sowie  $<0,8U_n$  als auch bei  $>51,5\text{Hz}$  sowie  $<47,5\text{Hz}$  nach maximal 200ms.

Im Bereich von  $0,8 U_n$  bis  $1,1 U_n$  (bzw.  $1,15U_n$ ) sowie  $47,5\text{Hz}$  bis  $51,5\text{Hz}$  erfolgt der Normalbetrieb. In dem Bereich ist die Wirkleistungsanpassung in Abhängigkeit der Netzfrequenz gemäß Kapitel 4.4.3.4 zu beachten.

#### 4.4.3.2 Statische Spannungshaltung / Blindleistungsbereitstellung

Der Leistungsfaktor befindet sich im geforderten Bereich von  $0,95 \pm 0,02$ . Die Vermessung erfolgte gemäß Kapitel 4.2.3.1.

#### 4.4.3.3 Wirkleistungsreduktion durch Sollwertvorgabe

Die Einstellgenauigkeit beträgt 1,32 und liegt somit unter der geforderten Genauigkeit von  $\pm 5\% P_n$  vom Sollwert.

Der Wirkleistungsgradient bewegt sich zwischen  $0,47\%$  und  $0,50\% P_{Amax}/s$  und befindet sich somit im geforderten Gradientenbereich von  $0,33\%$  bis  $0,66\% P_{Amax}/s$ .

Die Vermessung erfolgte gemäß 4.2.3.2.

#### 4.4.3.4 Wirkleistungsregelung bei Frequenzabweichungen

Die Wirkleistungsregelung bei Frequenzabweichungen erfolgt im internen Controller. Die Funktion wurde entsprechend Kapitel 4.2.3.4 und 4.2.3.5 vermessen und entspricht den Anforderungen.

#### 4.4.3.5 $P_{AV,E}$ -Überwachung

Die  $P_{AV,E}$  Überwachung erfolgt in der internen Steuerung und entspricht im groben der gleichen Steuerung wie die Wirkleistungseinspeisung nach Sollwertvorgabe. Dies wurde gemäß Kapitel 4.2.3.2 vermessen. Die Abweichung befindet sich im geforderten Rahmen.

#### 4.4.3.6 Nachweis der Zuschaltbedingungen

Die Zuschaltbedingungen wurden in der internen Steuerung realisiert. Die Vermessung erfolgte gemäß Kapitel 4.2.5 und entspricht den Anforderungen.

#### 4.4.4 Wiederanfahren nach Schutzauslösung und Wirkleistungsgradient

Der Wirkleistungsgradient wird in der internen Steuerung realisiert. Die Vermessung erfolgte gemäß Kapitel 4.2.3.3. Die Ergebnisse befinden sich im geforderten Rahmen.

#### 4.4.5 Verhalten bei Störungen im Netz

##### 4.4.5.1 Dynamische Netzstützung Typ 1-EZE

Da es sich bei dieser EZE um eine Verbrennungsmaschine mit Asynchrongenerator ohne Umrichter (Typ 2) mit einer Gesamtleistung von  $\leq 50\text{kW}$  handelt, entfällt diese Bewertung.

##### 4.4.5.2 Dynamische Netzstützung Typ 2-EZE

Da es sich bei dieser EZE um eine Verbrennungsmaschine mit Asynchrongenerator ohne Umrichter (Typ 2) mit einer Gesamtleistung von  $\leq 50\text{kW}$  handelt, entfällt diese Bewertung.

##### 4.4.5.3 Ermittlung der Kurzschlussstrombeiträge

Vom Hersteller wurden folgende Kurzschlussstrombeiträge je BHKW Typ bereitgestellt.

Typ	$I_k / \text{A}$
Mephisto G8	100
Mephisto G16+	200
Mephisto G20+	200
Mephisto G22	200
Mephisto G26	350
Mephisto G34	350
Mephisto G48	650
Mephisto G50	650

Tabelle 4-14: Kurzschlussstrombeiträge je BHKW Typ

#### **4.4.6 NA-Schutzeinrichtung**

Beim NA-Schutz handelt es sich um einen integrierten NA-Schutz. Dieser wirkt auf den integrierten Kuppelschalter und die Gasmagnetventile sobald eine Auslösung detektiert wird, werden diese beiden Einrichtungen geöffnet.

##### **4.4.6.1 NA-Schutz und Kuppelschalter**

Da es sich um einen integrierten NA-Schutz mit integrierten Kuppelschalter handelt, wurde die gesamte Wirkungskette überprüft. Die Prüfung wurde am laufenden BHKW durchgeführt. Die Abschaltzeit der gesamten Wirkungskette betrug 87ms.

##### **4.4.6.2 Schutzeinrichtungen und -einstellungen**

Die Einstellungen des NA-Schutzes sind Passwort geschützt. Der Spannungssteigerungsschutz U> ist einstellbar, die Zeitverzögerungen für U< und U<< sind nicht einstellbar. Alle anderen Schutzfunktionen, die in der VDE-AR-N 4105 /2.1/ Kapitel 6.5 beschrieben sind, sind fest einprogrammiert.

##### **4.4.6.3 Inselnetzerkennung**

Die Inselnetzerkennung erfolgt gemäß VDE-R-N 4105 /2.1/ Kapitel 6.5.3 Verfahren b. Der integrierte NA-Schutz überwacht den Spannungssteigerungs- sowie Spannungsrückgangsschutz und schaltet das BHKW bei Erreichen der eingestellten Spannungsschwellen ab. Diese Abschaltung erfolgt in <9s.

## 5. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

- a. Beachten der Verzögerung der Gesamtwirkungskette von 87ms
- b. Bitte die Typenspezifischen Werte und Angaben gemäß Kapitel 4.3 beachten
- c. Bitte die Typenspezifischen Kurzschlussstromwerte gemäß Kapitel 4.4.5.3 beachten

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Die aufgeführten Typen der Mephisto Baureihe sind mit moderner Technik ausgestattete gasbefeuerte Brennwert-Blockheizkraftwerke. Das Mephisto G22 BHKW wurde der Vermessung nach VDE V 0124-100 /2.4/ unterzogen und die Ergebnisse gemäß den Angaben aus Kapitel 4.3 auf die gesamte Mephisto Baureihe G8 bis G50 übertragen worden. Es bestehen keine Einwände in der Richtlinienkonformen Nutzung der BHKWs für den Anschluss an das Niederspannungsnetz.

Die allgemeinen Anforderungen aus Kapitel 5 sind im Zuge der Verwendung des Einheitenzertifikates zu beachten.

Änderungen am Design, der Hardware oder Software müssen der Zertifizierungsstelle angezeigt und geprüft werden, ansonsten verliert dieser Report und das dazugehörige Zertifikat seine Gültigkeit.

Cuxhaven, 2020-12-17

Expert in Charge

Verified by

Saptarshi Chatterjee  
DEWI-OCC GmbH

Guido Bröring  
DEWI-OCC GmbH