



Netz- und Anlagenschutz VDE-AR-N 4105



1. Ausführung der Erzeugungsanlage / Netz- und Anlagenschutz	3
1.1. Integrierter NA-Schutz (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 6.1 / 6.3)	3
1.2. Kuppelschalter (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 6.4.1 / 6.4.3).....	3
1.3. Schutzeinrichtungen (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 6.5.1 / 6.5.2)	3
1.4. Einstellwerte für den NA-Schutz.....	3
1.4.1. Spannungsrückgangsschutz $U<$	4
1.4.2. Spannungssteigerungsschutz $U>$	4
1.4.3. Spannungssteigerungsschutz $U>>$	4
1.4.4. Frequenzrückgangsschutz $f<$	4
1.4.5. Frequenzsteigerungsschutz $f>$	4
1.4.6. Inselnetzerkennung.....	4
2. Zuschaltbedingungen und Synchronisation (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 8.3)	4
3. Verhalten des BHKW am Netz (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 5.7)	4
3.1. Wirkleistungseinspeisung bei Überfrequenz.....	5
3.2. Wirkleistungseinspeisung bei Unterfrequenz.....	5
4. Nachweis der elektrischen Eigenschaften	5
5. Kurzfassung: Die VDE-AR-N 4105 auf einen Blick	5

Die VDE-AR-N 4105 fasst die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die beim Anschluss von Erzeugungsanlagen (u.a. BHKW) an das Niederspannungsnetz des Netzbetreibers und den Netzparallelbetrieb zu beachten sind. Sie ersetzt die 4. Ausgabe der VDEW-Richtlinie „Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“. Anwendungsbeginn der Anwendungsregel war der 01.08.2011.

1. Ausführung der Erzeugungsanlage / Netz- und Anlagenschutz

1.1. Integrierter NA-Schutz (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 6.1 / 6.3)

Unsere BHKW der KWE- und smartblock-Serie sind serienmäßig mit einem integrierten Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz) entsprechend der VDE-AR-4105 ausgestattet.

HINWEIS: Entsprechend der Anwendungsregel muss bei BHKW >30 kVA ohne zentralen NA-Schutz eine für das Personal des Netzbetreibers jederzeit zugängliche Schaltstelle mit Trennfunktion vorhanden sein!

1.2. Kuppelschalter (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 6.4.1 / 6.4.3)

Die Wirkungskette besteht aus zwei bzw. vier integrierten Kuppelschaltern, die einfehlersicher ausgelegt sind. Das bedeutet im Wesentlichen, dass zwei Generatorleistungsschalter GLS (und bei BHKW mit Notstromfunktion zusätzlich zwei Netzleistungsschalter NLS) in Reihe eingebaut sind und getrennt zueinander geschaltet und überwacht werden.

1.3. Schutzeinrichtungen (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 6.5.1 / 6.5.2)

Die Spannungsschutzeinrichtungen sind so ausgeführt, dass Spannungen zwischen dem Außenleiter und dem Neutralleiter, sowie die drei verketteten Außenleiterspannungen dreiphasig erfasst werden. Die Frequenzschutzeinrichtungen sind einphasig ausgelegt.

Die Einstellwerte der Schutzfunktionen und die letzten fünf datierten Fehlermeldungen sind am Display der BHKW-Steuerung BR06 ablesbar. Eine Versorgungsspannungsunterbrechung führt nicht zum Verlust der Fehlermeldungen.

Die Einstellwerte werden werkseitig fest einprogrammiert und passwortgeschützt. Sie können, nach Absprache mit dem Netzbetreiber, ausschließlich vom Werkskundendienst geändert werden.

29.08.2012		NA-Schutz		11:49:51		
Datum	Zeit	Bezeichnung				
J	M	T	H	M	S	
2012	08	23	03	20	17	Spannungsrückgangsschutz U<
0000	00	00	00	00	00	x
0000	00	00	00	00	00	x
0000	00	00	00	00	00	x
0000	00	00	00	00	00	x
Spannungsrückgangsschutz U<		0.80		0.100	sek	
Spannungssteigerungsschutz U>		1.10		0.100	sek	
Spannungssteigerungsschutz U>>		1.15		0.100	sek	
Frequenzrückgangsschutz f<		47.50	Hz	0.100	sek	
Frequenzsteigerungsschutz f>		51.50	Hz	0.100	sek	
F1: zurück		F3: Cosphi				

1.4. Einstellwerte für den NA-Schutz

Die Schutzfunktionen sind so eingestellt, dass die Abschaltzeit (Summe der Eigenzeiten von NA-Schutz und Kuppelschalter) von 200ms nicht überschritten wird.

Schutzfunktion	Einstellwert	Auslösewert	Abschaltzeit
Spannungsrückgangsschutz U<	0,8 U _n	< 0,8 U _n	< 200 ms
Spannungssteigerungsschutz U>	1,1 U _n	> 1,1 U _n	< 200 ms
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,15 U _n	> 1,15 U _n	< 200 ms
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5 Hz	< 47,5 Hz	< 200 ms
Frequenzsteigerungsschutz f>	51,5 Hz	> 51,5 Hz	< 200 ms

1.4.1. Spannungsrückgangsschutz U<

Abschaltung innerhalb von 200ms bei einer Unterschreitung von 80% der Nennspannung. Der Alarm *"097 Netz-Unterspannung"* wird zusammen mit *"022 Netzstörung"* ausgegeben.

1.4.2. Spannungssteigerungsschutz U>

Abschaltung innerhalb von 200ms, wenn der gleitende 10-Minuten-Mittelwert den Einstellwerte überschreitet. Die Schutzfunktion ist werksseitig auf $1,1 U_n$ eingestellt. Bei Verwendung eines zentralen NA-Schutzes ist es zulässig den Spannungssteigerungsschutz in Absprache mit dem Netzbetreiber auf $1,15 U_n$ anzuheben. Dies kann ausschließlich vom Werkskundendienst durchgeführt werden. Der Alarm *"148 Spannungssteigerungsschutz"* wird zusammen mit *"022 Netzstörung"* ausgegeben.

1.4.3. Spannungssteigerungsschutz U>>

Abschaltung innerhalb von 200ms bei einer Überschreitung von 111% bzw. 115% der Nennspannung. Der Alarm *"093 Netz-Überspannung"* wird zusammen mit *"022 Netzstörung"* ausgegeben.

1.4.4. Frequenzrückgangsschutz f<

Abschaltung innerhalb von 200ms bei einer Frequenz $< 47,5\text{Hz}$. Der Alarm *"103 Netz-Unterfrequenz"* wird zusammen mit *"022 Netzstörung"* ausgegeben.

1.4.5. Frequenzsteigerungsschutz f>

Abschaltung innerhalb von 200ms bei einer Frequenz $> 51,5\text{Hz}$. Der Alarm *"102 Netz-Überfrequenz"* wird zusammen mit *"022 Netzstörung"* ausgegeben.

1.4.6. Inselnetzerkennung

Die Inselnetzerkennung ist im integrierten NA-Schutz realisiert und ist entsprechend dem passiven Verfahren mit Hilfe der dreiphasigen Spannungsüberwachung sichergestellt.

2. Zuschaltbedingungen und Synchronisation (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 8.3)

Die Zuschaltung des BHKW an das Netz erfolgt nur, wenn sich die Netzspannung im Toleranzbereich von $85\% U_n$ bis $110\% U_n$ und die Netzfrequenz im Toleranzbereich von $47,5\text{Hz}$ bis $50,05\text{Hz}$ für die Dauer von mindestens 60s befinden.

Liegen die Werte außerhalb der Toleranz wird der Alarm *"150 Netzwerte außerhalb der Zuschaltbedingungen"* ausgegeben.

Bei der Wiederschaltung nach einer Kurzunterbrechung (max. 3 Sekunden) schaltet das BHKW zu, wenn sich Netzspannung und Netzfrequenz 5s lang ununterbrochen innerhalb der o.g. Toleranzbereiche befunden hat. Bei längeren Unterbrechungen beträgt die Zeit 60s.

Im Falle der Wiederschaltung steigert sich die Wirkleistungsabgabe des BHKW um maximal 10% der Wirkleistung $P_{A\text{max}}$ pro Minute beginnend bei minimal 25% der Wirkleistung $P_{A\text{max}}$.

Im Handbetrieb (z.B. bei Inbetriebnahme oder Wartungen) werden die oben aufgeführten Netzberuhigungszeiten nicht berücksichtigt.

3. Verhalten des BHKW am Netz (siehe VDE-AR-N 4015, Kap. 5.7)

Entsprechend der VDE-AR-N 4105 wird das BHKW bei Frequenzen zwischen $47,5\text{Hz}$ und $51,5\text{Hz}$ nicht automatisch vom Netz getrennt. Die BHKW-Steuerung BR06 setzt die frequenzabhängige Wirkleistungsregelung entsprechend der Anforderungen um.

3.1. Wirkleistungseinspeisung bei Überfrequenz

Über 50,2Hz friert das BHKW die momentane Wirkleistung P_M ein. Steigt die Frequenz weiter, wird die eingefrorene Leistung P_M mit einem Gradienten von 40% je Hz abgesenkt; Bei sinkender entsprechend gesteigert. Daraus folgt, dass das BHKW in dem Frequenzbereich zwischen 50,2Hz und 51,5Hz permanent auf der Frequenz-Kennlinie auf und ab moduliert wird.

Der Alarm "149 Netzfrequenz > – Leistungsvorgabe durch Frequenz" wird ausgegeben.

Bei Netzfrequenzen >51,5Hz wird das BHKW sofort vom Netz getrennt (siehe 1.4.5.).

3.2. Wirkleistungseinspeisung bei Unterfrequenz

Im Frequenzbereich zwischen 47,5Hz und 50,0Hz wird das BHKW nicht vom Netz getrennt.

4. Nachweis der elektrischen Eigenschaften

Die Konformität mit den Anforderungen der VDE-AR-N 4105 (siehe Kap. 9, Anhang F, Anhang G) bestätigen unsere Konformitätserklärungen (G.2 für Erzeugungseinheiten und G.3 für den NA-Schutz), die mit jedem BHKW ausgeliefert werden. Eine Vorabversion liegt der Auftragsbestätigung bei.

Die Prüfberichte (F.3 für Erzeugungseinheiten und F.4 für den NA-Schutz) können bei Bedarf von KW Energie angefordert werden.

Das Inbetriebsetzungsprotokoll (F.1) und das Datenblatt für Erzeugungsanlagen (F.2) wird in der Regel vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellt und können bei Inbetriebnahme durch einen Servicetechniker von KW Energie oder eine autorisierten Handwerkspartner ausgefüllt werden. Gerne unterstützen wir Sie auch vorab beim Ausfüllen des Datenblatts.

5. Kurzfassung: Die VDE-AR-N 4105 auf einen Blick

Die Anwendungsregel umfasst insgesamt 80 Seiten. Im Folgenden sind die wichtigsten Punkte für unsere BHKW zusammengefasst:

- **Anwendungsbeginn** ist der 01.08.2011. Die bisherige VDEW-/VDN-Richtlinie „Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ konnte bis zum **01.07.2012** angewendet werden. Der Anschlussnehmer ist der Eigentümer der Anlage. Er steht im Rechtsverhältnis zum Netzbetreiber.
- Als **Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz)** wird eine typengeprüfte Schutzeinrichtung mit Konformitätsnachweis bezeichnet, in der alle erforderlichen Schutzfunktionen integriert sind. Der NA-Schutz wirkt auf den Kuppelschalter.

Der NA-Schutz kann als integrierter NA-Schutz im BHKW verbaut sein, oder als zentraler NA-Schutz am Zählerplatz.

- | | | |
|---------------|------------------------|-------------------------------------|
| o Bis 30 kVA | Integrierter NA-Schutz | Keine Freischaltstelle erforderlich |
| o Über 30 kVA | Integrierter NA-Schutz | Freischaltstelle gefordert! |
| o Über 30 kVA | Zentraler NA-Schutz | Keine Freischaltstelle erforderlich |

Der zentrale NA-Schutz ist in einen geeigneten Stromkreisverteiler nach TAB 2007 am zentralen Zähler anzuschließen. Er muss plombierbar oder passwortgeschützt sein. Zur Prüfung des Auslösekreises „NA-Schutz – Kuppelschalter“ muss eine Prüftaste am zentralen NA-Schutz vorhanden sein.

Beim integrierten NA-Schutz kann der NA-Schutz in der programmierbaren Anlagensteuerung des BHKW integriert sein. Er wirkt auf einen integrierten Kuppelschalter. Auf eine Prüftaste und auf eine Plombierung kann verzichtet werden. Ein Passwortschutz ist aber erforderlich. Das Passwort darf den Anlagenbetreiber nicht bekannt gegeben werden.

Die Einstellwerte der Schutzfunktion und die letzten 5 datierten Fehlermeldungen müssen am NA-Schutz ablesbar sein. Versorgungsunterbrechungen dürfen zu keinem Verlust der

Fehlermeldungen führen. Beim integrierten NA-Schutz kann die Auslesung über eine Datenschnittstelle erfolgen.

- Der Netzanschluss eines BHKW erfordert nach der novellierten DIN VDE 0100-551 keine **jederzeit zugängliche Trennstelle** mehr. Voraussetzung dafür ist aber ein zentraler NA-Schutz bei Leistungen über 30 kVA (siehe oben).
- Für den Anschluss des BHKW an das Netz sind die **TAB des Netzbetreibers** zu beachten. Diese gelten zusätzlich zur VDE-AR-N 4105.

- **Kuppelschalter**

Der Kuppelschalter besteht aus 2 in Reihe geschalteten, elektrischen Schalteinrichtungen und ist damit redundant auszuführen. Der Kuppelschalter wird vom NA-Schutz angesteuert und löst automatisch aus, wenn mindestens eine Schutzfunktion anspricht. Die max. Abschaltzeit beträgt 200 ms und darf in keinem Fall überschritten werden. Für beide Schalteinrichtungen des Kuppelschalters sind Schalter mit mindestens Lastschaltvermögen einzusetzen. Zudem muss eine allpolige Abschaltung, einschließlich des Neutralleiters, gewährleistet sein. Ein PEN-Leiter gehört nicht dazu. Der Kuppelschalter (z.B. Schütz, mechanischer Leistungsschalter usw.) stellt einfehlersicher eine allpolige galvanische Abschaltung sicher.

- **Einfehlersicherheit**

Der zentrale NA-Schutz, der integrierte NA-Schutz, der Kuppelschalter sowie der Auslösekreis aus integriertem NA-Schutz und integrierten Kuppelschalter müssen den Anforderungen der Einfehlersicherheit genügen.

Die Betriebsmittel müssen unter Verwendung der grundlegenden Sicherheitsprinzipien mindestens so gestaltet, gebaut, ausgewählt, zusammengestellt und kombiniert werden, dass sie den zu erwartenden Betriebsbeanspruchungen standhalten können.

Ein einzelner Fehler darf nicht zum Verlust der Betriebssicherheit führen. Fehler gemeinsamer Ursache müssen berücksichtigt werden, wenn die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines solchen Fehlers von Bedeutung ist. Wann immer in angemessener Weise durchführbar, muss der einzelne Fehler angezeigt werden und zu einer Abschaltung des BHKW führen.

Zur Umsetzung der Einfehlersicherheit werden in den Geräten alle für die Schutzfunktionen notwendigen Einheiten so ausgeführt, dass beim Auftreten eines Fehlers (z. B. Fehlfunktion eines Prozessors oder eines Messverstärkers) diese Fehlfunktionen von einer anderen Einheit detektiert wird und zur Abschaltung führt.

Die in Reihe geschalteten Schalter müssen unabhängig voneinander ein Schaltvermögen entsprechend dem Bemessungsstrom des BHKW haben. Mindestens ein Schalter muss als Leistungsschutz ausgeführt werden und für die Überspannungskategorie 2 geeignet sein. Der zweite Schalter darf von elektronischen Schaltelementen der Umrichter- Brückenschaltung oder einer anderen elektronischen Schaltung gebildet werden, sofern die elektronischen Schaltelemente durch Steuersignale ausgeschaltet werden können und sichergestellt ist, dass ein Versagen erkannt wird und zur Betriebshemmung führt.

- Die **Neustartverzögerung** nach einem Netzausfall von länger als 3 Sekunden muss mindestens 60 Sekunden betragen.

- **Zuschaltbedingungen und Synchronisierung**

Die Zuschaltung darf nur erfolgen wenn die Netzspannung im Bereich von 85% bis 110% liegt und die Netzfrequenz im Bereich 47,5 Hz bis 50,05 Hz liegt.

Nach einer Kurzunterbrechung (kürzer als 3 Sekunden) darf das BHKW wieder zuschalten, wenn sich die Netzwerte 5 Sekunden lang ununterbrochen innerhalb der Toleranzbereiche befunden haben.

Nach Wiedereinschaltung, in Folge einer Auslösung des NA-Schutzes, darf die in das Netz des Netzbetreibers abgegebene Leistung nicht schneller als 10% pro Minute steigen.

Synchrongenerator: Die Einstellwerte der Synchronisierung sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Übliche Maximalwerte: Differenzwinkel = +/- 10°, Differenzfrequenz = +/-0,5 Hz, Differenzspannung = +/-10% Un

Asynchrongenerator: Asynchrongeneratoren, die durch den Motor hochgefahren werden, dürfen mit 95% bis 105% der Synchron Drehzahl zugeschaltet werden. Dabei wird von einem Zuschaltstrom von 4x Nennstrom ausgegangen.

- Als **maximalen Kurzschlussstrom** wird für Synchrongeneratoren der 8-fache und bei Asynchrongeneratoren der 6-fache Nennstrom angenommen.
- Wenn netztechnische Belange eine **Netzstützung** erfordern und der Netzbetreiber diese Forderung erhebt, muss sich das BHKW an der statischen Netzstützung beteiligen. Eine dynamische Netzstützung nicht erforderlich.
- **Inselnetzerkennung**
Die Inselnetzerkennung muss mit im passiven Verfahren mit Hilfe der dreiphasigen Spannungsüberwachung erfolgen. Es kann der Einsatz weiterer Schutzfunktionen erforderlich sein (Vektorsprung- oder Lastsprungrelais).
Die Erkennung eines Inselnetzes und die Abschaltung des BHKW über den Kuppelschalter müssen innerhalb von 5 Sekunden erfolgen.
- **Bemessungsstrom I_r** des BHKW ist der Dauernennstrom und wird von BHKW-Hersteller festgelegt.
- Als **Flicker** wird ein subjektiver Eindruck bezeichnet, der über die Wirkungskette *Lampe-Auge-Gehirn* entsteht und durch Spannungsschwankungen hervorgerufen wird.
- Die zulässige **Spannungsänderung** durch alle vorhandenen Erzeugungsanlagen darf am Anschlusspunkt den Wert von 3% nicht überschreiten.
Nach Maßgabe des Netzbetreibers darf im begründeten Einzelfall von diesem Wert abgewichen werden. Gilt anscheinend nach oben und unten.
- **Frequenzüberwachung**
Bei Frequenzen zwischen 47,5 und 51,5 Hz ist eine automatische Trennung vom Netz nicht mehr zulässig. Ausnahme bilden nicht regelbare Maschinen. Die dürfen sich ab 50,2 Hz vom Netz trennen.
- **Wirkleistungseinspeisung bei Überfrequenz**
Hier muss entsprechend einer Kennlinie die Leistung geregelt werden. Beschreibung folgt.
Drehzahlüberwachungen müssen wir anpassen!
- Bei **Überschreitung der Abschaltfrequenz** muss das BHKW innerhalb von einer Sekunde vom Netz getrennt sein.
- **Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz**
Nicht regelbare BHKWs dürfen alternativ zur Wirkleistungsreduzierung ab 50,2 Hz vom Netz genommen werden.
Bedingt regelbare Anlagen (z.B. 70 bis 100% Regelbereich) können in diesem Regelbereich entsprechend der Kennlinie abgeregelt werden. Außerhalb des Regelbereichs erfolgt dann die Abschaltung.
- **Wirkleistungseinspeisung bei Unterfrequenz**
Bei Frequenzen zwischen 47,5 und 50 Hz ist eine automatische Trennung vom Netz in Folge einer Frequenzabweichung nicht zulässig.
- **Blindleistung**
Grenzwert, BHKW bis 13,8 kVA: Zwischen 0,95 untererregt und 0,95 übererregt.
Grenzwert, BHKW über 13,5 kVA: Zwischen 0,90 untererregt und 0,90 übererregt.
Der einzustellende Wert kann vom Netzbetreiber vorgegeben werden.

- **Blindleistung bei Asynchrongeneratoren**

Asynchrongeneratoren werden mit einem festen $\cos\Phi$ gefahren.

Der Wert wird vom Netzbetreiber vorgegeben! Eine Regelung ist nicht erforderlich. Der zulässige Fehler für den $\cos\Phi$ bei Nennspannung darf maximal 0,02 betragen.

- **Blindleistung bei Synchrongeneratoren**

Der $\cos\Phi$ muss innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte frei einstellbar sein. Abhängig von den Netzgegebenheiten kann der Netzbetreiber einen festen $\cos\Phi$ oder eine $\cos\Phi$ /Wirkleistungskennlinie vorgeben. Wird eine Kennlinie vorgegeben, muss sich jeder aus der Kennlinie ergebende Sollwert innerhalb von 10 Sekunden einregeln.

Standardkennlinie: Bis 50% der Leistung = $\cos\Phi$ 1,0

Bei 100% der Leistung = $\cos\Phi$ 0,90/095

Dazwischen wird entlang der sich ergebenden Linie geregelt.

In dieser Einstellung sollen die Maschinen ausgeliefert werden. Abhängig von den Netzwerten kann aber der Netzbetreiber auch eine andere Kennlinie verlangen. Die Standardkennlinie hat in der Regel 3 Stützpunkte. Es könne aber bis zu 4 Stützpunkte verlangt werden.

Weitere Informationen und Details zu diesem Thema sind der VDE-AR-N 4105 und den darin aufgelisteten Normen und Verordnungen zu entnehmen. Diese Zusammenfassung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist nicht rechtsverbindlich!

KW Energie GmbH & Co. KG

Neumarkter Straße 157
D - 92342 Freystadt

T +49 (0) 9179 96434 - 0
F +49 (0) 9179 96434 - 29
M info@kwenergie.de
W www.kwenergie.de

