

Blitzschutz bei Biogasanlagen



Untersuchung zur Optimierung des Blitzschutzes bei Biogasanlagen

Alexander Kern

Inhalt

1	Aufgabenstellung und Hintergrund	7
2	Untersuchung von Schadensereignissen bei Biogasanlagen durch Blitzeinschlag	8
2.1	Prüfung der bereits vorhandenen Auswertung zu 39 Biogasanlagen in Sachsen	8
2.2	Internetrecherche zu Schadensfällen in anderen Bundesländern	12
3	Auswertung der Ergebnisse aus Kap. 2 und Vergleich mit dem aktuellen Stand der Technik im Bereich Blitzschutz	14
3.1	Stand der Technik bei Blitzschutzsystemen für Biogasanlagen – Rechtliche Anforderungen und technische Normen	14
3.1.1	BetrSichV, GefStoffV, TRBS 2152 Teil 3.....	14
3.1.2	Störfallverordnung.....	15
3.1.3	VdS 2010: Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz.....	16
3.1.4	Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): Biogasanlagen.....	16
3.1.5	Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): Gebäude und Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen.....	17
3.2	Risikoanalyse für zwei typische Biogasanlagen nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2)	21
3.3	Vergleich der Ergebnisse nach Kapitel 2 (IST) mit dem Stand der Technik nach Kapitel 3.1 und 3.2 (SOLL)	30
4	Vorschläge für die Verbesserung des Blitzschutzes in sächsischen Biogasanlagen und Anforderungen bezüglich des Blitzschutzes im Rahmen von Genehmigungsverfahren	30
4.1	Vorschläge für die Verbesserung des Blitzschutzes in sächsischen Biogasanlagen	30
4.1.1	Einteilung in Schutzklassen; Erfordernis eines äußeren Blitzschutzes.....	31
4.1.2	Fangeinrichtungen.....	31
4.1.3	Ableitungen.....	34
4.1.4	Trennungsabstand.....	35
4.1.5	Erdungsanlage.....	35
4.1.6	Blitzschutz-Potenzialausgleich.....	36
4.1.7	Kabelverlegung.....	36
4.1.8	Koordinierter Überspannungsschutz.....	39
4.2	Priorisierung bei Nachrüstungen	40
4.3	Konzept für Prüfung des Blitzschutzsystems einer Biogasanlage nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3)	41
5	Bewertung und Zusammenfassung	43
	Literaturverzeichnis	45
	Anlagenverzeichnis	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Erdblitzdichte in Deutschland (Durchschnitt der Jahre 1999–2011), aus [4].....	11
Abbildung 2:	Beispiel für die Planung von Fangeinrichtungen nach [7]	33
Abbildung 3:	Beispiel für einen Gärbehälter/Fermenter mit Folienhaube (Membrane), getrennte Fang- und Ableitungseinrichtungen ([2], Bild 13).....	33
Abbildung 4:	Fangstange zum isolierten Schutz eines metallenen Dachaufbaus [7]	34
Abbildung 5:	Vermaschte Erdungsanlage ([2], Bild 14).....	35
Abbildung 6:	Kabeltragkonstruktionen	37
Abbildung 7:	Möglichkeit der Leveltrennung	38
Abbildung 8:	Schutz einer Kabeltrasse im Erdreich durch die Verlegung eines zusätzlichen Erdungsleiters, Situation am Gebäudeeintritt ([2], Bild 4)	38
Abbildung 9:	Schutz einer Kabeltrasse im Erdreich durch die Verlegung eines zusätzlichen Erdungsleiters ([2], Bild 3) ...	39
Abbildung 10:	Typischer Aufbau eines eigenen Anschlusskastens für Überspannungs-Schutzgeräte.....	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Risikoanalyse nach [3, 10] für die BGA mit 75 kW („kleine“ BGA) mit EX-Zone 1	25
Tabelle 2:	Risikoanalyse nach [3, 10] für die BGA mit 1.000 kW („große“ BGA) mit EX-Zone 1	26
Tabelle 3:	Risikoanalyse nach [3, 10] für die BGA mit 75 kW („kleine“ BGA) mit EX-Zone 2	27
Tabelle 4:	Risikoanalyse nach [3, 10] für die BGA mit 1000 kW („große“ BGA) mit EX-Zone 2	28

Abkürzungsverzeichnis

BGA	Biogasanlage
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
EN	Europäische Norm
EX-Zone	Explosionsschutz-Zone
FE	Fundamenterder
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
LfULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freistaat Sachsen
L1	Verlust von Menschenleben - Schadensart nach DIN EN 62305-2 [4]
L2	Verlust einer Dienstleistung für die Öffentlichkeit - Schadensart nach DIN EN 62305-2 [4]
L3	Verlust von unersetzlichem Kulturgut - Schadensart nach DIN EN 62305-2 [4]
L2	Wirtschaftliche Verluste - Schadensart nach DIN EN 62305-2 [4]
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e. V.
VDS	VdS Schadenverhütung GmbH

Folgende Auszüge aus Beiblättern zu DIN-Normen mit VDE-Klassifikation und DIN-Normen mit VDE-Klassifikation sind wiedergegeben mit freundlicher Erlaubnis der DKE. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die über den VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, www.vde-verlag.de, bezogen werden können:

- Abbildung 1 in Abs. 2.1: aus Beiblatt 1 zur DIN EN 62305-2 [4], Bild 1
- kursiver Text in Abs. 3.1.4: aus Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 [2], Abs. 17
- kursiver Text in Abs. 3.1.5: aus Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 [2], Abs. 5
- Abbildungen 3, 5, 8 und 9 in Abs. 4.1: aus Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 [2], Bilder 3, 4, 13 und 14
- Abbildung 4 in Abs. 4.1: aus DIN EN 62305-3 [7], Bild E.29
- kursiver Text in Abs. 4.3: aus Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 [2], Abs. 5.5

1 Aufgabenstellung und Hintergrund

Biogasanlagen sind Anlagen, die unter die Störfallverordnung fallen können. Gemäß § 4 der Störfallverordnung hat der Betreiber einer solchen Anlage insbesondere Maßnahmen zu treffen, damit Brände und Explosionen innerhalb des Betriebsbereiches vermieden werden. Dazu werden üblicherweise auch Maßnahmen des Blitzschutzes gezählt. Damit dieser voll wirksam ist, muss auch der Überspannungsschutz sichergestellt sein. Ein vollständiger Blitzschutz besteht aus dem Äußeren Blitzschutz (Fangeinrichtungen, Ableitungen, Erdungsanlage) und dem Inneren Blitzschutz (Blitzschutz-Potenzialausgleich einschließlich Überspannungs-Schutzgeräte und Einhaltung des Trennungsabstandes).

Bei Biogasanlagen wird allerdings häufig auf einen Äußeren Blitzschutz verzichtet. Grund dafür ist insbesondere, dass in der VdS 2010 „Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz“ [1], einer Publikation des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV), kein solcher für landwirtschaftliche Biogasanlagen gefordert wird. In Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) „Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen – Beiblatt 2: Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen“ [2] wird dagegen ein Blitzschutzsystem der Klasse II als den normalen Anforderungen für Biogasanlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen entsprechend angesehen.

Schadensereignisse an landwirtschaftlichen Biogasanlagen durch Blitzeinschlag wurden bislang nicht systematisch ausgewertet. Erstes Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es daher, Blitzeinschläge bzw. Blitzschäden in landwirtschaftliche Biogasanlagen statistisch zu erfassen:

- für den Freistaat Sachsen auf Basis einer Umfrage bei allen bekannten landwirtschaftlichen Biogasanlagen
- für die Bundesrepublik Deutschland auf Basis einer Internet-Recherche

Im nächsten Schritt wird der normative Stand der Technik für den Blitzschutz von landwirtschaftlichen Biogasanlagen dargestellt. Dazu gehört auch eine Risikoanalyse für einige typische Biogasanlagen nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2): Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management [3]. Diese Anforderungen (SOLL-Zustand) werden dann mit dem IST-Stand des Blitzschutzes landwirtschaftlicher Biogasanlagen in Sachsen verglichen. Dargestellt bzw. diskutiert werden signifikante Abweichungen zum Stand der Technik, dadurch bedingte Schäden durch Blitzeinschläge und eine Einschätzung, ob die aufgetretenen Blitzschäden mit einem Blitzschutzsystem nach dem Stand der Technik hätten vermieden werden können.

Den Abschluss der Untersuchung bilden Vorschläge für die Verbesserung des Blitzschutzes in sächsischen Biogasanlagen und für Anforderungen bezüglich des Blitzschutzes im Rahmen von Genehmigungsverfahren. Dazu gehören auch Vorschläge für die Verbesserung vorhandener Blitzschutzsysteme und ein kurzes Konzept für die Prüfung des Blitzschutzsystems einer Biogasanlage.

2 Untersuchung von Schadensereignissen bei Biogasanlagen durch Blitzeinschlag

2.1 Prüfung der bereits vorhandenen Auswertung zu 39 Biogasanlagen in Sachsen

Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) wurde 2015 eine Umfrage bei allen im Freistaat Sachsen bekannten Biogasanlagen (BGA) durchgeführt. Abgefragt wurden dabei die folgenden blitzschutztechnisch bedeutsamen Aspekte:

- Fällt die BGA unter § 4 der Störfallverordnung?
- Ist eine äußere Blitzschutzanlage vorhanden?
- Baujahr der äußeren Blitzschutzanlage?
- Datum der letzten Prüfung der Blitzschutzanlage durch einen Sachkundigen?
- Ist ein innerer Blitzschutz (Potenzialausgleich) vorhanden?
- Baujahr des inneren Blitzschutzes (Potenzialausgleich)?
- Datum der letzten Prüfung des inneren Blitzschutzes (Potenzialausgleiches) durch einen Sachkundigen?
- Gab es in der BGA Störfälle oder Schadensereignisse durch Blitzeinschlag? Wenn ja, welche Anlagenteile waren betroffen?
- Sind sie (als Anlagenbetreiber) ausreichend über das Thema Blitzschutz an BGA informiert?
- Besteht in diesem Zusammenhang noch Beratungsbedarf durch ein Blitzschutz-Fachunternehmen?

Insgesamt liegen 39 Rückläufer aus dieser Umfrage vor, d. h. 39 BGA haben geantwortet. Eine Zusammenfassung dieser Antworten gibt Anlage 1.

Laut statista.com [19] waren 2014 im Freistaat Sachsen ca. 270 BGA bekannt; ihre Anzahl ist seitdem nahezu konstant geblieben. Damit liegen Antworten von 15 % der sächsischen BGA vor.

Somit lässt sich feststellen: Die Stichprobe von 39 BGA aus einer Gesamtheit von ca. 270 erscheint gering, sodass keine sicheren quantitativen Aussagen insbesondere zur Repräsentativität der vorliegenden Ergebnisse möglich sind. Sie erscheint aber gleichwohl noch ausreichend, um zumindest qualitative Aussagen zu treffen.

Zusätzlich zu den 39 BGA aus der Umfrage wird im Folgenden noch eine Anlage aus Oschatz berücksichtigt, die im Rahmen der Internetrecherche (Kapitel 2.2) erfasst wurde.

Die statistische Auswertung der Daten führt zu folgenden Ergebnissen:

■ **Alle Anlagen:**

- Die Anzahl aller betrachteten Anlagen beträgt 40, davon fallen nach eigenen Angaben 16 (= 40 %) unter § 4 der Störfallverordnung.
- Die Summe der Betriebsjahre für alle 40 BGA beträgt 314 (Stand 2015).
- Die Anzahl der bekannten Blitzschäden ist 6.

Daraus ergibt sich ein Blitzschaden in einer BGA ca. alle 52 Jahre, d. h. mit einer Wahrscheinlichkeit von 1,91 % pro Jahr.

Die sechs betroffenen BGA hatten folgende Blitzschäden dokumentiert: SPS (3 x), 8 Wärmemengenzähler, Geber des Gasfolienfüllstandes (1 x), Generator (1 x), Waage und Toranlage (1 x). Diese BGA wurden nochmals kontaktiert, um detaillierte Angaben, insbesondere auch zu den Schadenshöhen zu erhalten; es konnten aber keine weiteren Informationen gesammelt werden. Personenschäden sind jeweils nicht bekannt.

■ **Anlagen ohne äußeren Blitzschutz:**

- Die Anzahl dieser Anlagen beträgt 19.
- Die Summe der Betriebsjahre für diese BGA beträgt 143 (Stand 2015).
- Die Anzahl der bekannten Blitzschäden ist 1.

■ **Anlagen mit äußerem Blitzschutz:**

- Die Anzahl dieser Anlagen beträgt 21.
- Die Summe der Betriebsjahre für diese BGA beträgt 171 (Stand 2015).
- Die Anzahl der bekannten Blitzschäden ist 5.

Daraus ließe sich nun schließen, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Blitzschaden bei BGA mit äußerem Blitzschutz höher ist (2,92 % pro Jahr) als für BGA ohne äußeren Blitzschutz (0,70 % pro Jahr). Eine solche Schlussfolgerung ist naturgemäß widersinnig. Darin spiegelt sich lediglich, dass

- es sich um eine Untersuchung mit kleinen Fallzahlen handelt, sodass eine enorme statistische Unsicherheit besteht;
- nicht alle Blitzeinschläge und Blitzschäden als solche erkannt werden. Vielmehr besteht die Vermutung, dass bei Vorhandensein eines äußeren und damit sichtbaren Blitzschutzsystems der Anlagenbetreiber für Blitzschäden eher sensibilisiert ist und damit auftretende Schäden vermehrt dem Schadensauslöser Blitz zuordnet. Bei Fehlen eines äußeren Blitzschutzsystems tritt ggf. das Gegenteil auf, d. h. durch die weniger vorhandene Sensibilisierung werden auftretende Schäden nicht bzw. weniger mit dem Schadensauslöser Blitz in Verbindung gebracht;
- sich offenbar der Zustand des vorhandenen äußeren Blitzschutzsystems einschließlich des Überspannungsschutzes nicht immer in einem ordnungsgemäßen Zustand befindet.

Interessant erscheint jedoch eine grobe Abschätzung, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Blitzeinschlag zu einem Schaden an einer BGA führt. Dazu soll zunächst die Gesamtzahl der Blitzeinschläge in die betrachteten 40 BGA mit in Summe 314 Betriebsjahren abgeschätzt werden.

Die Fangfläche A_D einer BGA wird mit Hilfe der folgenden Gleichung bestimmt nach DIN EN 62305-2 [3]:

$$A_D = L \cdot W + 2 \cdot (3 \cdot H) \cdot (L + W) + \pi \cdot (3 \cdot H)^2 \quad (\text{Gl. 1})$$

mit: L : Länge der BGA
 W : Breite der BGA
 H : Höhe der BGA

Die einzelnen Gebäude einer BGA stehen nun zwar nicht unmittelbar in Kontakt zueinander, kommen sich jedoch i. d. R. geometrisch relativ nahe. Nimmt man für eine „typische“ BGA die Werte $L = 80$ m, $W = 40$ m, $H = 10$ m an, so ergibt sich:

$$A_D = 13.230 \text{ m}^2$$

Die jährliche Anzahl direkter Blitzeinschläge N_D in eine BGA folgt daraus ebenfalls aus [3] zu:

$$N_D = N_G \cdot A_D \cdot C_D \cdot 10^{-6} \quad (\text{Gl. 2})$$

mit: N_G : Erdblitzdichte im Bereich der BGA in $1/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$
 A_D : Fangfläche der BGA in m^2
 C_D : Standortfaktor der BGA

Die Erdblitzdichte kann dem Beiblatt 1 zur DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) [4] entnommen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Werte gemäß Abbildung 1 für Risikoanalysen noch verdoppelt werden sollen [4]. Damit werden die folgenden Einflussfaktoren konservativ berücksichtigt:

- die Tatsache, dass ein Erdblitz mehrere, räumlich voneinander getrennte Fußpunkte auf der Erdoberfläche haben kann
- die Tatsache, dass ein Erdblitz auch mehrere Folgeblitze mit jeweils hohen Stromsteilheiten haben kann

Für den Freistaat Sachsen ergeben sich aus Abbildung 1 zunächst Werte der Erdblitzdichte von ca. 1,3 ... 3,0 ($1/\text{km}^2 \cdot \text{a}$). In einer Studie zum Blitzaufkommen im Freistaat Sachsen wird das Phänomen Blitz noch detaillierter, also kleinräumiger analysiert [5]. Hier wird eine Bandbreite der Blitzdichten von 1 ... 5 ($1/\text{km}^2 \cdot \text{a}$) aufgeführt.

Nimmt man aus beiden Quellen in etwa den Mittelwert, so ergeben sich Blitzdichten von ca. 2,5 ($1/\text{km}^2 \cdot \text{a}$). Mit der o. g. Verdoppelung folgt daraus ein Wert von $N_G = 5$ ($1/\text{km}^2 \cdot \text{a}$), der im Folgenden weiterverwendet wird (Gl. 2).

Eine BGA kann als einzelstehend, also ohne nahe benachbarte Bebauung betrachtet werden. Daraus folgt der Standortfaktor zu $C_D = 1$.

SIEMENS

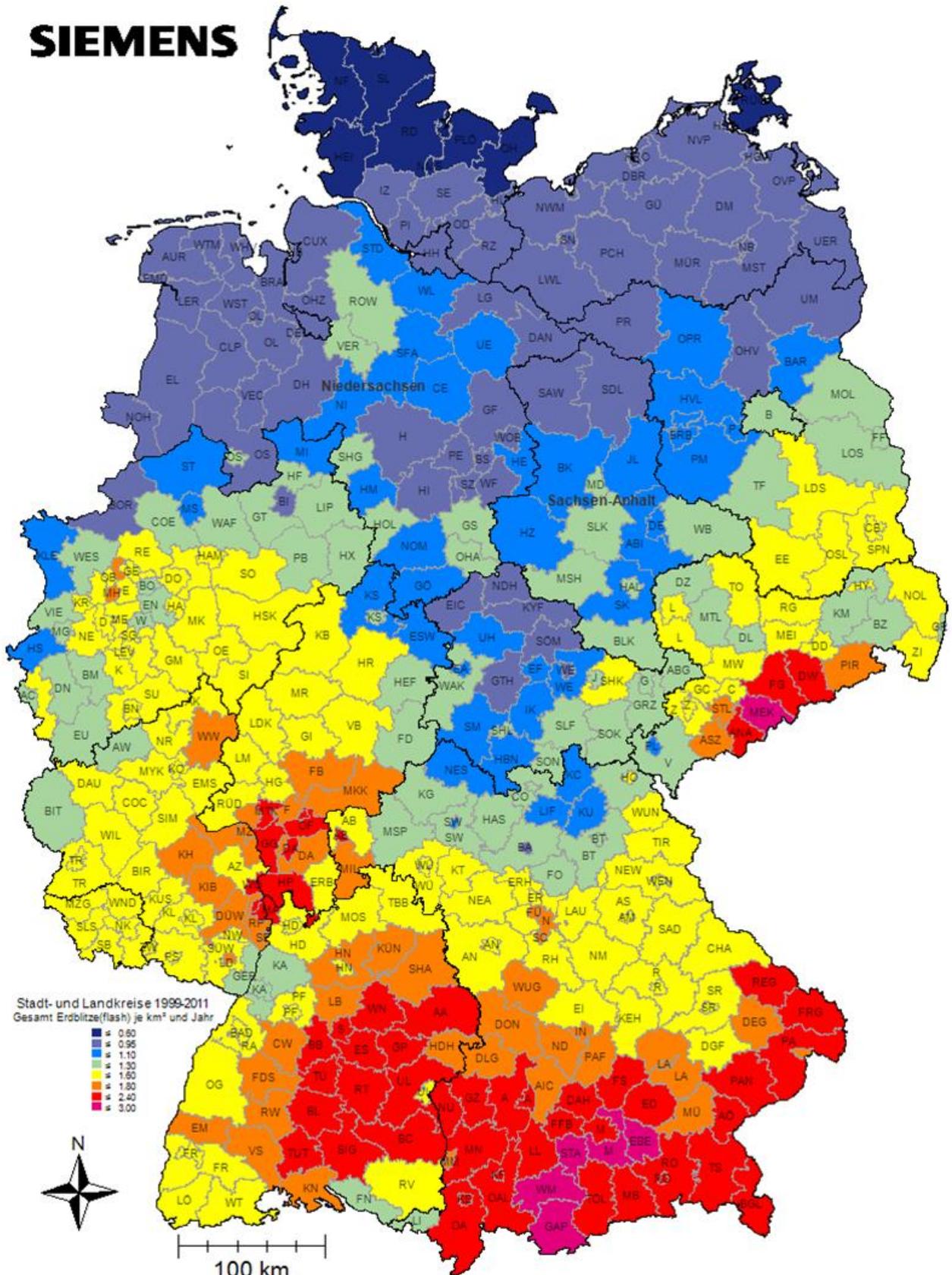


Abbildung 1: Erdblitzdichte in Deutschland (Durchschnitt der Jahre 1999–2011), aus [4]

Mit den genannten Werten ergibt sich daraus die jährliche Anzahl direkter Blitzeinschläge in eine BGA zu

$$N_D = 5 \text{ (1/km}^2\text{*a)} * 13.230 \text{ (m}^2\text{)} * 1 * 10^{-6} = 0,0662 \text{ 1/a.}$$

Bei 314 Betriebsjahren der analysierten 40 BGA folgen daraus ca. 21 prognostizierte direkte Blitzeinschläge. Geht man davon aus, dass diese Anzahl von Blitzen real eingeschlagen hat und dabei die o. g. sechs Blitzschäden entstanden sind, folgt daraus eine Schadenswahrscheinlichkeit von ca. 28 %, also etwa jeder vierte direkte Blitzeinschlag in eine BGA führte zu einem Schaden.

Bei dieser groben Abschätzung bleibt allerdings noch die Zahl indirekter Blitzeinschläge außer Acht, durch die insbesondere über die Versorgungsleitungen Überspannungen eingekoppelt werden können. Diese Zahl dürfte noch höher ausfallen. Im Detail wird eine solche Abschätzung in Kapitel 3.2 für zwei virtuelle BGA durchgeführt; dann lassen sich die Ergebnisse noch exakter analysieren.

2.2 Internetrecherche zu Schadensfällen in anderen Bundesländern

Als Ergänzung zu den bereits vorhandenen Umfrageergebnissen im Freistaat Sachsen wurde eine eigene Internetrecherche zum Thema „Schadensereignisse an Biogasanlagen durch Blitzschäden“ durchgeführt. Dabei gefundene Treffer wurden kontaktiert und weiter befragt (Firmen aus dem Bereich des Blitzschutzes und der Biogasanlagen). Es wurden die gleichen Fragen verwendet wie bei der Umfrage im Freistaat Sachsen (Kapitel 2.1). Die daraus gewonnenen Kenntnisse sind detailliert in Anlage 2 dargestellt.

Laut statista.com [19] waren 2014 in Deutschland ca. 8.700 BGA bekannt, deren Anzahl sich bis Ende 2016 nur noch geringfügig auf ca. 9.000 erhöht hat.

Im Rahmen der Recherche wurden sechs Fälle ausfindig gemacht, bei denen die Betroffenen bereit waren, nähere Informationen transparent zu machen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden nachfolgend beschrieben:

- BGA in Bad Neustadt (Saale): Die Anlage unterliegt der Störfallverordnung. Der genaue Zeitpunkt des Schadens konnte nicht angegeben werden. Ein äußerer und innerer Blitzschutz sowie ein Potenzialausgleich sind vorhanden und wurden das letzte Mal 2014 nach BetrSichV geprüft. Durch den Einschlag wurden Schäden an der Fahrzeugwaage und der Technik des Waagenhäuschens hervorgerufen. Der Schaden beläuft sich auf 1.500 €.
- Hier geht es um in Summe 22 BGA: Die Daten wurden von einem Schadensgutachter zu Verfügung gestellt, der im Auftrag von diversen Versicherungen tätig ist. Bei den bearbeiteten Schadensfällen waren 18 BGA von indirekten Blitzeinschlägen bzw. Überspannungsschäden betroffen, vier BGA wurden durch einen Direkteinschlag und anschließenden Brand beschädigt. Bei keiner dieser Anlagen war ein äußerer Blitzschutz vorhanden. Der Überspannungsschutz wurde laut Aussage unprofessionell umgesetzt. Es war lediglich immer der Potenzialausgleich vorhanden, aber nur selten blitzstromtragfähig. Die Folge der Direkteinschläge waren üblicherweise Abbrand der Foliendächer und des darin vorhandenen Gases. Die wirtschaftlichen Schäden belaufen sich auf eine Summe zwischen 35.000 und 175.000 €.

- BGA im Gewerbegebiet Weselberg (Südwestpfalz): Der Blitz schlug im Juni 2014 in den Fermenter ein und erzeugte eine Explosion bzw. Gasverpuffung.
Der wirtschaftliche Schaden beläuft sich auf 50.000 bis 100.000 €. Es konnte angegeben werden, dass ein Potenzialausgleich vorhanden ist. Die restlichen Schutzmaßnahmen sind unbekannt.
- BGA in Sulingen Ortsteil Hereise (lt. diversen Zeitungsartikeln): Der Vorfall ereignete sich im April 2014. Schadensursache war ein Blitzeinschlag, durch den ein Vollbrand im Dachbereich eines Fermenters mit Übergriff auf einen zweiten Behälter ausgelöst wurde. Ein äußerer Blitzschutz war nicht vorhanden. Es entstand ein wirtschaftlicher Schaden in Höhe von 100.000 €.
- BGA in Duderstadt (Breitenberg) (Aussage Pressestelle Polizei Niedersachsen): Durch einen Direkteinschlag im September 2014 entstand ein Gasbrand und ein Drittel der Plane wurde zerstört. Es war kein äußerer Blitzschutz vorhanden. Zum inneren Blitzschutz wurde keine Aussage gemacht. Der Schaden umfasst eine Summe von 40.000 €.
- BGA in Oschatz¹: Diese wurde Ende 2011 in Betrieb genommen. Der genaue Zeitpunkt des Vorfalls ist nicht mehr bekannt. Es sind äußerer und innerer Blitzschutz installiert und unterliegen regelmäßiger Wartung und Kontrolle. Durch den indirekten Blitzeinschlag wurden Waage und Toranlage außer Betrieb gesetzt und es entstand ein wirtschaftlicher Schaden von 5.000 €.

In Summe wurden hier also 27 Schäden erfasst. Bei allen Schäden handelt es sich um Sachschäden; Personenschäden wurden nicht ermittelt.

Die Sachschäden betragen zwischen 1.500 und 175.000 €. Der Anteil der direkten Blitzeinschläge kann zu ca. 30 % abgeschätzt werden (8 aus 27). In diesen Fällen sind die Sachschäden naturgemäß wesentlich höher, weil hier nahezu immer von Brand und/oder Explosion ausgegangen werden kann.

Es kann leider keine Schadenswahrscheinlichkeit ermittelt werden, weil zwar die Gesamtheit der BGA in Deutschland in etwa bekannt ist (ca. 9.000), aber nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Schadensfälle bei der Internetrecherche erfasst wurden. Insofern ist die Nennung der Schäden in Kapitel 2.2 rein zufällig. Aufgrund der geringen Zahl von Schäden (27, wovon nur fünf örtlich zuordenbar sind), ist auch eine weitere statistische Auswertung dieser Datensammlung nicht möglich. Damit erübrigt sich auch ein Bezug zur unterschiedlichen Blitzdichte in den verschiedenen Regionen der Bundesrepublik (siehe Abbildung 1).

¹ Diese Anlage befindet sich im Freistaat Sachsen, ist allerdings nicht in der Umfrage gemäß Kapitel 2.1 enthalten. Die Daten wurden zusätzlich mit in der statistischen Auswertung in Kapitel 2.1 berücksichtigt.

3 Auswertung der Ergebnisse aus Kap. 2 und Vergleich mit dem aktuellen Stand der Technik im Bereich Blitzschutz

3.1 Stand der Technik bei Blitzschutzsystemen für Biogasanlagen – Rechtliche Anforderungen und technische Normen

Rechtliche Anforderungen zum Blitzschutz bei Biogasanlagen ergeben sich aus verschiedenen Rechtsbereichen. Zum einen aus dem Bereich des Arbeitsschutzes, insbesondere der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die für alle Betriebe mit Beschäftigten oder anderen Personen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bzw. der Verwendung von Arbeitsmitteln relevant sind. Zum anderen aus dem Immissionsschutzrecht, hier dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und der Störfallverordnung (12. BImSchV), unabhängig davon, ob in den Betrieben bzw. Anlagen Beschäftigte oder andere Personen tätig sind.

Bezüglich der materiellen Anforderungen zum Blitzschutz ist im Bereich des Arbeitsschutzes insbesondere die TRBS (Technische Regel Betriebssicherheit) 2152 Teil 3 [17] von Bedeutung. Aus dem BImSchG bzw. der Störfallverordnung gibt es dagegen kein nachgeordnetes Regelwerk mit materiellen Anforderungen zum Blitzschutz. Hier wird regelmäßig auf weitere Erkenntnisquellen wie die Normenreihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305) oder die VdS 2010 [1] zurückgegriffen.

3.1.1 BetrSichV, GefStoffV, TRBS 2152 Teil 3

Anforderungen an den Brand- und Blitzschutz in Hinblick auf Explosionsgefährdungen können aus § 9 Abs. 4 BetrSichV zusammen mit §§ 6, 11 und Anhang I Nr. 1 GefStoffV hergeleitet werden. Im Anhang I Nr. 1 der GefStoffV ist u. a. formuliert:

Kann das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Gemische nicht sicher verhindert werden, sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um eine Zündung zu vermeiden. Für die Festlegung von Maßnahmen und die Auswahl der Arbeitsmittel kann der Arbeitgeber explosionsgefährdete Bereiche nach Nummer 1.7 in Zonen einteilen und entsprechende Zuordnungen nach Nummer 1.8 vornehmen.

Die konkrete Umsetzung dieser Forderung zum Blitzschutz erfolgte bisher über die TRBS 2152 Teil 3: „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“ [17]. Mit dem Übergang des Explosionsschutzes von der Betriebssicherheitsverordnung in die Gefahrstoffverordnung sollte auch die genannte TRBS in eine TRGS (Technische Regel Gefahrstoffe) überführt werden, was bislang allerdings noch nicht erfolgt ist. Bis auf Weiteres kann daher die TRBS 2152 Teil 3 als Erkenntnisquelle verwendet werden. In dieser werden allerdings Begriffe wie äußerer und innerer Blitzschutz nicht verwendet; sie fordert für die Ex-Schutzzone 2 nicht explizit Blitzschutzmaßnahmen und bezieht sich auch nicht unmittelbar auf Biogasanlagen.

Bisherige Praxis ist deshalb, dass beim Blitzschutz für Biogasanlagen neben der TRBS 2152 Teil 3 die DIN EN 62305 (VDE 0185-305) zur Anwendung kommt [18].

3.1.2 Störfallverordnung

Vorangestellt ist eine kurze Darstellung der aus Sicht des Verfassers wesentlichen Aussagen der Störfallverordnung [6]. Grundsätzlich sind aus Sicht des Blitzschutzes in der Regel die „Grundpflichten“ der §§ 3 – 8 mit den dazugehörigen Anhängen zutreffend. Erwähnenswert sind hier insbesondere die §§ 3 und 4:

§ 3 *Allgemeine Betreiberpflichten*

- (1) *Der Betreiber hat die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern; Verpflichtungen nach anderen als immissionsschutzrechtlichen Vorschriften bleiben unberührt.*
- (2) *Bei der Erfüllung der Pflicht nach Absatz 1 sind*
 1. *betriebliche Gefahrenquellen,*
 2. *umgebungsbedingte Gefahrenquellen, wie Erdbeben oder Hochwasser, und*
 3. *Eingriffe Unbefugter**zu berücksichtigen, es sei denn, dass diese Gefahrenquellen oder Eingriffe als Störfallursachen vernünftigerweise ausgeschlossen werden können.*
- (3) *Über Absatz 1 hinaus sind vorbeugend Maßnahmen zu treffen, um die Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten.*
- (4) *Die Beschaffenheit und der Betrieb der Anlagen des Betriebsbereichs müssen dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen.*

§ 4 *Anforderungen zur Verhinderung von Störfällen*

Der Betreiber hat zur Erfüllung der sich aus § 3 Abs. 1 ergebenden Pflicht insbesondere

1. *Maßnahmen zu treffen, damit Brände und Explosionen*
 - a) *innerhalb des Betriebsbereichs vermieden werden,*
 - b) *nicht in einer die Sicherheit beeinträchtigenden Weise von einer Anlage auf andere Anlagen des Betriebsbereichs einwirken können und*
 - c) *nicht in einer die Sicherheit des Betriebsbereichs beeinträchtigenden Weise von außen auf ihn einwirken können,*
2. *den Betriebsbereich mit ausreichenden Warn-, Alarm- und Sicherheitseinrichtungen auszurüsten,*
3. *die Anlagen des Betriebsbereichs mit zuverlässigen Messeinrichtungen und Steuer- oder Regeleinrichtungen auszustatten, die, soweit dies sicherheitstechnisch geboten ist, jeweils mehrfach vorhanden, verschiedenartig und voneinander unabhängig sind,*
4. *die sicherheitsrelevanten Teile des Betriebsbereichs vor Eingriffen Unbefugter zu schützen.*

Für BGA mit über 50 t Biogas kommen die „Erweiterten Pflichten“ nach §§ 9 und 10 dazu. Dabei handelt es allerdings um die Erstellung von Sicherheitsberichten und Alarm- und Gefahrenabwehrpläne, also keine technischen Maßnahmen im engeren Sinne. Insofern sollen die „Erweiterten Pflichten“ für diese Untersuchung nicht weiter beachtet werden.

Blitzschutzsysteme mit Überspannungsschutz sind geeignet, „Störfälle zu verhindern“ bzw. „die Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten“. Der Blitzeinschlag ist unter „umgebungsbedingte Gefahrenquellen“ einzuordnen“. Mit den Schutzmaßnahmen sollen „Brände und Explosionen innerhalb des Betriebsbereiches vermieden werden“ und sie sollen „nicht in einer die Sicherheit beeinträchtigenden Weise von einer Anlage auf andere Anlagen des Betriebsbereichs einwirken können“. „Die Beschaffenheit und der Betrieb der Anlagen des Betriebsbereichs müssen dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen“. Somit bleibt zu klären, ob die „erforderlichen Vorkehrungen“, also die Maßnahmen des Blitz- und Überspannungsschutzes auch „nach Art und

Ausmaß der möglichen Gefahren“ zu treffen sind. Zur Beantwortung dieser Frage scheint eine Risikoabschätzung nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) [3] geeignet.

BGA unterliegen der Störfallverordnung dann, wenn in ihnen > 10.000 kg Biogas vorhanden sind (in der Regel > 500 kW elektrische Leistung des BHKW).

Bei Anlagen die nicht der Störfallverordnung unterliegen, ergeben sich folgende Forderungen aus dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), sofern sie genehmigungsbedürftig nach BImSchG sind: „Genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass zur Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt (1) schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können; (2) Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen getroffen wird, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen...“. Auch hier erscheint damit eine Risikoabschätzung nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) [3] geeignet, um zu prüfen, ob zur „Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen“ Maßnahmen des Blitz- und Überspannungsschutzes zu treffen sind. Bei Anlagen, die nicht dem BImSchG unterliegen (z. B. 75 kW Anlagen), können sich die Forderungen aus dem Arbeitsschutzrecht ergeben.

3.1.3 VdS 2010: Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz

Die VdS 2010 [1] in der Fassung von 2015 verzichtet auf die Anforderung eines äußeren Blitzschutzes für landwirtschaftlichen Biogas-Anlagen, hält aber einen inneren Blitzschutz für erforderlich. Dies ist überraschend, weil für andere Anlagen, die explosionsgefährdete Bereiche enthalten (z. B. Läger für brennbare Gase) wie auch für andere landwirtschaftliche Anlagen (z. B. Heu-/Strohlagerung) stets auch ein äußerer Blitzschutz gefordert wird.

Die VdS-Richtlinien des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) richten sich grundsätzlich an die einzelnen Sachversicherer und geben „Empfehlungen“ an diese, inwieweit bei Versicherungsverträgen bestimmte Anforderungen an den Versicherungsnehmer weitergegeben werden sollten. Es sind also keine gesetzlichen Forderungen; darauf wird auch explizit in den VdS-Richtlinien hingewiesen. Allerdings entfalten die VdS-Richtlinien durch die breite Anwendung in Fragen der Versicherungsverträge faktisch große Bedeutung.

Der Verzicht auf die Anforderung eines äußeren Blitzschutzes in [1] hat wohl auch dazu geführt, dass ein solcher regelmäßig nicht errichtet wird, sofern nicht explizit gefordert (z. B. im Genehmigungsbescheid). Es besteht die Gefahr, dass in solchen Fällen auch der innere Blitzschutz, der ja auch nach der VdS 2010 stets erforderlich ist, nicht anforderungsgemäß (z. B. durch eine Blitzschutz-Fachkraft) installiert wird.

3.1.4 Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): Biogasanlagen

Das Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [2] enthält „Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen“. Dazu zählen auch BGA, die in Abschnitt 17 behandelt werden. Im folgenden Kursivtext werden diese Festlegungen aus [2], Abschnitt 17, ausgeführt.

Ein Blitzschutzsystem, das für Schutzklasse II ausgelegt ist, entspricht den normalen Anforderungen für Biogasanlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen. In besonderen Einzelfällen ist die Erfordernis zusätzlicher Maßnahmen nach DIN EN 62305 2 (VDE 0185-305-2) [3] zu prüfen.

Für den Blitzschutz von Biogasanlagen gelten neben den Anforderungen der DIN EN 62305 3 (VDE 0185 305 3) [7] die Anforderungen der DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1) „Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsge-

fährdete Bereiche“. Daneben sind die Anforderungen aus Abschnitt 5 dieses Beiblatts zu beachten (siehe Abschnitt 3.1.5).

Zeigt eine Risikoanalyse, dass eine Installation gegen Blitz und sonstige Überspannungen besonders anfällig ist, werden Vorkehrungen zur Vermeidung dieser möglichen Gefährdungen getroffen.

17.1 Biogasanlagen werden durch getrennte Fang- und Ableitungseinrichtungen geschützt (siehe Abbildung 3), wenn durch zündfähige Funken Gefahren nicht ausgeschlossen werden können.²

17.2 Zur Vermeidung hoher Potentialdifferenzen zwischen einzelnen Erdungsanlagen werden diese zu einer vermaschten Erdungsanlage verbunden (siehe Abbildung 4).

17.3 Über Kabeltrassen werden eine oder (bei breiten Trassen) mehrere Erderleitung(en) eingebracht, um direkte Blitzeinschläge in die Kabel zu verhindern. Diese zusätzlichen Erder werden mit der Erdungsanlage verbunden (siehe Abbildungen 8 und 9).

Dieses Beiblatt 2 setzt also einen äußeren Blitzschutz der Schutzklasse II für typische BGA fest. Es wird aber auch auf DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) und die darin verankerte Risikoanalyse verwiesen.

Das Beiblatt 2 hat informativen Charakter, entfaltet also zunächst nicht die gleiche Bedeutung wie Normen selbst. Allerdings kann und muss man (informativen) Beiblättern zu VDE-Normen wie auch informativen Teilen von VDE-Normen selbst zugutehalten, dass bereits ein Kreis aus Experten zu einem fachlichen Problem eine „Antwort“ formuliert hat. Im Falle des o.g. Problems ist dies das Komitee K251: Blitzschutzanlagen und Blitzschutzbauteile der DKE: Deutsche Kommission Elektrotechnik. Nachdem dieser Kreis Experten aus verschiedenen Bereichen umfasst (hier: Errichter, Hersteller, Planer, Gutachter, Sachverständige, Behörden, Wissenschaftler, etc.) kann die „Antwort“ grundsätzlich als technisch/fachlich-wirtschaftlich ausgewogener Kompromiss angesehen werden.

Insofern sind die o.g. Festlegungen im Beiblatt 2 aus Sicht des Verfassers eine „good engineering practice“, die im Folgenden weiter untersucht und bewertet werden soll.

3.1.5 Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): Gebäude und Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen

In [2], Abschnitt 17: Biogasanlagen, wird bereits auf Abschnitt 5 des gleichen Beiblatts verwiesen. Dieser Abschnitt 5 behandelt Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen und nennt dafür unterschiedliche Anforderungen. Insofern stellt sich die Frage, welche Explosionsschutz-Zonen bei einer BGA auftreten.

In [8] wird eine „Einteilung der Explosionsschutz-Zonen bei Biogasanlagen“ durch die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DUGV) vorgenommen. Dort sind in weiten Teilen einer BGA Zonen 1 und Zonen 2 definiert. Die Zoneneinteilung wird aus der TRBS 2152 [9] übernommen und entsprechend interpretiert:

² Das bedeutet, dass natürlich auch integrierte Blitzschutzsysteme möglich sind, sofern keine zündfähigen Funken auftreten können oder an ihrem Entstehungsort keine Gefahren entstehen.

- Zone 0: liegt vor, wenn z. B. über eine Schicht zeitlich überwiegend eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) vorliegt. Zone 0 ist nur im Inneren von Behältern vorgesehen.
- Zone 2: liegt vor, wenn wenige Male im Jahr, z. B. einmal monatlich, eine g. e. A. nicht länger als ca. 30 Minuten vorliegt
- Zone 1: liegt vor, wenn Dauer und Häufigkeit der g. e. A zwischen Zone 0 und Zone 2 liegen

Es scheint allerdings in der Fachwelt umstritten, inwieweit welche EX-Zonen bei BGA wirklich existieren; eine Festlegung von größeren Bereichen einer BGA als EX-Zone 1 wird von vielen Experten nicht unterstützt. Für manche BGA sind nur Zone 2 ausgewiesen. Mit dem Übergang des Explosionsschutzes in die Gefahrstoffverordnung ist eine Einteilung von EX-Zonen auch nicht mehr zwingend vorgeschrieben. Dieser Aspekt wird bei der Risikoanalyse für BGA (Kapitel 3.2) wieder aufgegriffen.

Nichtsdestotrotz sind für BGA grundsätzlich die Anforderungen für EX-Zonen 1 und 2 aus [2], Abschnitt 5, relevant. Die wesentlichen Aussagen zu den technischen Maßnahmen des Blitz- und Überspannungsschutzes für EX-Zonen 1 und 2 sind hier im Kursivtext aufgeführt.

5.1 Allgemeines

Wird ein Blitzschutzsystem entsprechend der Schutzklasse II ausgelegt, entspricht dies den normalen Anforderungen für explosionsgefährdete Bereiche. In begründeten Einzelfällen oder bei besonderen Bedingungen, wie z. B. extremen Umwelteinflüssen, klimatischen Bedingungen oder gesetzlichen Vorgaben, kann davon abgewichen werden. Die nachfolgenden Anforderungen basieren auf der Schutzklasse II.

Die Anforderungen beruhen auf den in der Praxis bewährten Ausführungen von Blitzschutzsystemen in explosionsgefährdeten Bereichen. Zeigt eine Risikoanalyse, dass eine Installation gegen Blitz- und sonstige Überspannungen besonders anfällig ist, werden Vorkehrungen zur Vermeidung dieser möglichen Gefährdungen getroffen (siehe auch DIN EN 60079-25 (VDE 0170-10-1):2011-06, Abschnitt 12).

5.3 Explosionsgefährdete Bereiche

Bei einem nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) errichteten Blitzschutzsystem können das Entstehen zündfähiger Funken sowie störende oder schädliche Einwirkungen auf elektrische Anlagen durch Blitzeinwirkung nicht in allen Fällen verhindert werden.

Die Blitzschutzmaßnahmen müssen so ausgeführt werden, dass bei einem Blitzeinschlag außer an den Einschlagstellen keine Schmelz- und Sprühwirkungen entstehen.

In Ex-Anlagen mit Ex-Zone 2 und Ex-Zone 22 ist nur bei seltenen unvorhergesehenen Zuständen damit zu rechnen, dass Ex-Atmosphäre vorhanden ist. Daher ist es zulässig, dass in Ex-Zone 2 und Ex-Zone 22 Fangeinrichtungen unter Beachtung von Anhang D in DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) positioniert werden.

5.3.1 Für die Planung von Blitzschutzmaßnahmen hat der Betreiber Zeichnungen der zu schützenden Anlagen mit Eintragung der explosionsgefährdeten Bereiche mit Zoneneinteilung entsprechend der Betriebssicherheitsverordnung zur Verfügung zu stellen.

5.3.2 Erdüberdeckte Tanks brauchen keinen äußeren Blitzschutz. Für innerhalb von Tanks vorhandene Messrichtungen sind die Hinweise in 5.4.3 a) und b) zu beachten.

5.3.3 *Es ist ein gemeinsamer Potentialausgleich für den Blitzschutz nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185 305-3) und für die Installationen in explosionsgefährdeten Bereichen nach DIN EN 60079 14 (VDE 0165-1) vorzusehen.*

5.3.4 *Als Verbindungsleitungen zwischen den Metallteilen und Erdern gelten außer Leitungen nach den Tabellen 7 und 8 in DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) auch Rohrleitungen, die sicher elektrisch leitend verbunden sind.*

5.3.5 *Anschlüsse und Verbindungen mit Rohrleitungen sind so auszubilden, dass beim Blitzstromdurchgang keine Funken entstehen. Geeignete Anschlüsse an Rohrleitungen sind angeschweißte Fahnen oder Bolzen oder Gewindebohrungen in den Flanschen zur Aufnahme von Schrauben. Verbindungen in explosionsgefährdeten Bereichen werden gegen Selbstlockern gesichert. Ein Schutz gegen Selbstlockern kann z.B. durch die Verwendung von Federringen erreicht werden. Zahnscheiben haben sich nicht bewährt. Anschlüsse mittels Schellen sind zulässig, wenn deren Zündfunkenfreiheit durch Prüfungen bei Blitzströmen nachgewiesen wurde.*

5.3.6 *Für den Anschluss von Verbindungs- und Erdungsleitungen werden an Behältern, Tanks und metallenen Gebäudekonstruktionen besondere Anschlussstellen vorgesehen.*

5.3.7 *Verbindungen des äußeren Blitzschutzes zum Blitzschutz-Potentialausgleich mit Rohrleitungen und metallenen Installationen werden nur im Einvernehmen mit dem Betreiber der Anlage unter Beachtung des Ex-Schutzzoneendokuments ausgeführt.*

5.4 *Anlagen im Freien*

Die Anwendung des Risikomanagements nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) für explosionsgefährdete Anlagen im Freien bedarf einer detaillierten Untersuchung, insbesondere des Faktors r_f (Reduktionsfaktor in Abhängigkeit vom Brandrisiko einer baulichen Anlage).

5.4.1 *Für Fabrikationsanlagen aus Metall, wie z. B. Kolonnen, Reaktoren, Behälter usw. im Freien mit Bereichen der Zonen 2 und 22, bei denen das Material den Anforderungen von Tabelle 3 in DIN EN 62305 3 (VDE 0185-305-3) entspricht, gilt:*

- a) *Fangeinrichtungen und Ableitungen werden nicht benötigt, es sei denn, es ergeben sich zusätzliche Anforderungen aus der Richtlinie 97/23/EG über Druckgeräte*
- b) *Fabrikationsanlagen werden entsprechend 5.4 in DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) geerdet.*
- c) *Einzelstehende Tanks oder Behälter werden je nach horizontaler größter Abmessung (Durchmesser oder Länge) wie folgt geerdet:*
 - *bis 20 m: einmal;*
 - *über 20 m: zweimal.*

Für Tanks in Tankfarmen (z. B. von Raffinerien und Tanklagern) genügt unabhängig von der horizontalen größten Abmessung die Erdung jedes Tanks an nur einer Stelle.

Die Tanks in Tankfarmen werden miteinander verbunden. Als Verbindung gelten außer Verbindungen nach den Tabellen 7 und 8 in DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) auch Rohrleitungen, die sicher elektrisch leitend verbunden sind.

- d) *Oberirdische Rohrleitungen aus Metall außerhalb von Fabrikationsanlagen werden etwa alle 30 m mit einer Erdungsanlage verbunden oder mit einem Oberflächenerder oder einem Staberder geerdet. Etwa vorhandene elektrisch isolierende Auflager der Rohrleitungen brauchen nicht überbrückt werden.³*
- e) *An Füllstationen für Tankwagen, Schiffe usw. werden die metallenen Rohrleitungen nach DIN EN 62305 3 (VDE 0185-305-3) geerdet, sofern nicht schon eine Erdung nach 5.4.1 d gegeben ist. Außerdem werden die Rohrleitungen mit etwa vorhandenen größeren Stahlkonstruktionen und Gleisen verbunden, soweit erforderlich über Trennfunkstrecken zur Berücksichtigung von Bahnströmen, Streuströmen, elektrischen Zugsicherungen, kathodischen Korrosions-Schutzanlagen und dergleichen. Bei Umfüllanlagen an elektrischen Bahnen sind nationale Normen zu beachten.*

5.4.2 *Für Anlagen im Freien mit Bereichen der Zonen 1 und 21 gelten Festlegungen für Zonen 2 und 22 mit folgenden Ergänzungen:*

- a) *Sind in Rohrleitungen Isolierstücke eingesetzt, so hat der Betreiber die Schutzmaßnahmen festzulegen. Durch Einsatz von z. B. explosionsgeschützten Trennfunkstrecken kann ein Über- bzw. Durchschlagen verhindert werden. Wenn möglich sollten die Trennfunkstrecken und die Isolierstücke außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche eingebaut werden.*
- b) *Für Fernleitungen zum Befördern gefährlicher Flüssigkeiten gilt: In Pumpenkammern, Schieberkammern und ähnlichen Anlagen werden alle eingeführten Rohrleitungen einschließlich der metallenen Mantelrohre durch Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 50 mm² Cu durchverbunden und geerdet. Die Überbrückungsleitungen sind an besonderen angeschweißten Fahnen oder mit gegen Selbstlockern gesicherten Schrauben an den Flanschen der eingeführten Rohre anzuschließen. Isolierstücke werden durch Funkenstrecken überbrückt.*
- c) *Bei Schwimmdachtanks ist das Schwimmdach mit dem Tankmantel gut leitend zu verbinden. Metalltreppen dürfen als Verbindung benutzt werden, wenn sie durch bewegliche Leitungen mit dem Schwimmdach und mit dem oberen Tankmantelrand verbunden sind. Bei Schwimmdachtanks mit Stahlgleitschuhen und Aufhängevorrichtungen im Dampfraum unter der Abdichtung sind leitende Überbrückungen über jeder Aufhängevorrichtung zwischen dem Gleitschuh und dem Schwimmdach anzubringen.*

Unabhängig von den genannten konkreten technischen Maßnahmen, die im Einzelfall auf die verschiedenen Anlagenteile einer BGA in unterschiedlicher Weise zutreffen können, wird auch hier für Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen ein äußerer Blitzschutz der Schutzklasse II angesetzt. Im Detail wird bei Anlagen im Freien wieder auf DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) und die darin verankerte Risikoanalyse verwiesen.

³ Handelt es sich bei den oberirdisch verlegten Rohrleitungen um geschlossene metallene und elektrisch leitend verbundene Leitungsabschnitte, die über Metallauflager in deutlich kleineren Abständen als 30 m (z. B. alle 10 m) mit dem Erdungssystem verbunden sind, kann auf die geforderte Erdung alle 30 m verzichtet werden.

3.2 Risikoanalyse für zwei typische Biogasanlagen nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2)

Zur besseren Einschätzung der Notwendigkeit eines Blitzschutzsystems mit Überspannungsschutz wurden für zwei virtuelle BGA Risikoanalysen nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) [3] durchgeführt. Zwei BGA wurden ausgewählt, um eine gewisse Bandbreite der Eingabeparameter zu ermöglichen. Daneben wurden für die beiden BGA auch je zwei Varianten angesetzt. Natürlich kann die Vielzahl der möglichen Werte der Eingabeparameter für die Risikoanalyse hier nicht vollständig untersucht werden. Dies ist aus Sicht des Verfassers aber auch nicht erforderlich.

Die Risikoanalysen sind für folgende BGA gültig:

■ „Kleine“ BGA (75 kW elektrische Leistung):

- Fermenter: 2.000 m³
- Nachgärbehälter 2.000 m³
- Endlagerbehälter 2.500 m³
- daraus abgeleitet Abmessungen: 50 m (*L*), 20 m (*W*), 10 m (*H*)

Der Wert dieser BGA wird zu 300.000 € angesetzt (Anhaltswert: 4.000 € je kW). Die Blitzdichte für die Risikoanalyse wird gemäß [4] zu $N_G = 4$ (1/km²*a) angenommen (das ist ein relativ niedriger Wert für den Freistaat Sachsen nach Abbildung 1, mit Berücksichtigung der Verdoppelung nach [4] – siehe Kapitel 2.1).

■ „Große“ BGA (1.000 kW elektrische Leistung):

- Fermenter: 3.500 m³
- Nachgärbehälter 3.500 m³
- Endlagerbehälter 4.500 m³
- daraus abgeleitet Abmessungen: 100 m (*L*), 40 m (*W*), 10 m (*H*)

Der Wert dieser BGA wird zu 2.500.000 € angesetzt (Anhaltswert: 2.500 € je kW). Die Blitzdichte für die Risikoanalyse wird gemäß [4] zu $N_G = 8$ (1/km²*a) angenommen (das ist ein relativ hoher Wert für den Freistaat Sachsen nach Abbildung 1, mit Berücksichtigung der Verdoppelung nach [4] – siehe Kapitel 2.1).

Gemeinsam werden für die beiden BGA die folgenden typischen Parameterwerte angenommen:

- alleinstehend, d. h. $C_D = 1$
- zwei ungeschirmte Versorgungsleitungen (Energie, Daten) über lange Strecken (max. 1.000 m)
- ca. 1/3 der BGA stellt eine Explosionsschutz-Zone 1 oder 2 dar
- die gesamte BGA wird damit in zwei Bereiche unterteilt: Z1 stellt den „normalen“ Bereich der BGA, Z2 die EX-Zone 1 oder 2 dar
- 12 h/Tag befinden sich Personen im Bereich der BGA, aber nur ca. 2 h/Tag sind Personen im Bereich der Explosionsschutz-Zone 1 oder 2
- die Verlustwerte L_X werden für die beiden Bereiche Z1 und Z2 aus den Standardwerten gemäß [3] abgeleitet. Die überspannungsrelevanten Verlustwerte werden dabei niedrig angesetzt, sonst ergeben sich unrealistisch hohe wirtschaftliche Verluste.

- automatische Brandschutzmaßnahmen, d.h. $r_p = 0,2$, sofern gegen Überspannungen geschützt

Bei der Einteilung in Explosionsschutz-Zonen werden damit jeweils zwei Fälle unterschieden:

- die BGA weist eine EX-Zone 1 auf; dies hat Einfluss auf die Verlustwerte L_x und die Einstufung des Brand/Explosionsrisikos r_f der BGA. So werden für die EX-Zone 1 folgende Werte gewählt:

- $r_f = 0,1$
- $L_F = 0,1$ und $L_O = 0,0001$ für die Schadensart L1
- $L_F = 0,5$ und $L_O = 0,001$ für die Schadensart L4

- die BGA weist nur eine EX-Zone 2 auf; Hier werden dann folgende Werte gewählt:

- $r_f = 0,01$
- $L_F = 0,02$ und $L_O = 0$ für die Schadensart L1
- $L_F = 0,1$ und $L_O = 0,001$ für die Schadensart L4

Mit den beiden Varianten EX-Zone 1 und EX-Zone 2 soll untersucht werden, welchen Einfluss insbesondere diese Einteilung auf das Erfordernis von Schutzmaßnahmen gegen Blitz und Überspannungen hat. Alle angenommenen Parameterwerte können den Anlagen 3 bis 6 entnommen werden. Die vier Risikoanalysen wurden mit Hilfe des Beiblatts 2 zur DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) [10] erstellt. Die Anlagen 3 bis 6 sind Screenshots dieser Berechnungen:

- Anlage 3: „Kleine“ BGA (75 kW) mit EX-Zone 1
- Anlage 4: „Große“ BGA (1.000 kW) mit EX-Zone 1
- Anlage 5: „Kleine“ BGA (75 kW) mit EX-Zone 2
- Anlage 6: „Große“ BGA (1.000 kW) mit EX-Zone 2

Untersucht wurden bei der Risikoanalyse folgende Schadensarten [3]:

- L1: Verlust von Menschenleben, einschließlich dauerhafter Verletzungen (das sind unmittelbare Personenschäden durch Blitzeinwirkungen). Dafür gilt gemäß [3] ein Wert des akzeptierbaren Risikos von $R_T = 1 \cdot 10^{-5} 1/a$;
- L4: Wirtschaftliche Verluste (das sind Sachschäden durch Blitzeinwirkungen, einschließlich der gegebenenfalls erforderlichen Wiederherstellungskosten). Hier erfolgt ein Vergleich der wahrscheinlichen jährlichen Kosten ohne Schutzmaßnahmen (das sind dann nur die Sachschäden) mit den jährlichen Kosten der Schutzmaßnahmen zuzüglich der noch verbleibenden wahrscheinlichen jährlichen Sachschäden (trotz Schutzmaßnahmen wird das Risiko nicht auf null reduziert). Die Variante mit den geringeren Kosten ist wirtschaftlich effizienter.

Die Schadensart L2: Verlust von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit wurde nicht angesetzt, weil sich die öffentliche Energieversorgung nicht auf die Verfügbarkeit von BGA stützt.

Auch für die i. d. R. benachbarte landwirtschaftliche Anlage wird man sich nicht ausschließlich auf die Verfügbarkeit der BGA verlassen, sondern die erforderliche Energieversorgung auf den „normalen“ Anschluss an die öffentlichen Netze stützen. Insofern führt eine Nichtverfügbarkeit der BGA i. d. R. nicht zu einer Versorgungslücke.

Die Schadensart L3: Verlust von unersetzlichem Kulturgut spielt hier ebenfalls keine Rolle; damit sind Kulturgüter wie Museen, Kirchen, Denkmäler gemeint, aber keine landwirtschaftlichen Anlagen.

Die vier Risikoanalysen kommen zu folgenden Ergebnissen für die erforderlichen Schutzmaßnahmen:

■ „Kleine“ BGA (75 kW) mit EX-Zone 1:

- Äußerer Blitzschutz der Schutzklasse IV (Kosten: 10.000 €)
- damit verbunden ist der Blitzschutz-Potenzialausgleich für alle in die BGA von außen eingeführten Versorgungsleitungen (Kosten: 5.000 €)
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik) im Bereich der EX-Zone 1 (Kosten: 2 x 2.000 €)
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA (Kosten oben bereits enthalten)

Durch die genannten Schutzmaßnahmen wird das Risiko für die Schadensart L1 von $R = 10,2 \cdot 10^{-5}$ 1/a auf $R = 0,4 \cdot 10^{-5}$ 1/a reduziert. Das ist unterhalb des akzeptierbaren Wertes $R_T = 1 \cdot 10^{-5}$ 1/a. Durch die Schutzmaßnahmen (Gesamtkosten: 19.000 €) wird in diesem Falle allerdings kein wirtschaftlicher Nutzen erzielt, d. h., die Schutzmaßnahmen können die wirtschaftlichen Verluste nicht wirkungsvoll reduzieren, weil die Verluste bereits ohne Schutzmaßnahmen auf einem relativ niedrigem Niveau sind. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse zusammengefasst; detailliert werden sie in Anlage 3 wiedergegeben.

■ „Kleine“ BGA (75 kW) mit EX-Zone 2:

- allein aus Sicht der Schadensart L1 ist kein äußerer Blitzschutz erforderlich
- Blitzschutz-Potenzialausgleich für alle in die BGA von außen eingeführten Versorgungsleitungen (Kosten: 5.000 €)
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA (Kosten: 2 x 1.000 €)

Durch die genannten Schutzmaßnahmen wird das Risiko für die Schadensart L1 von $R = 1,4 \cdot 10^{-5}$ 1/a auf $R = 0,2 \cdot 10^{-5}$ 1/a reduziert. Das ist unterhalb des akzeptierbaren Wertes $R_T = 1 \cdot 10^{-5}$ 1/a. Durch die Schutzmaßnahmen (Gesamtkosten: 7.000 €) wird hier sogar ein geringer wirtschaftlicher Nutzen von 280 € erzielt, d. h., die Schutzmaßnahmen dämmen die wirtschaftlichen Verluste etwas ein. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zusammengefasst; detailliert werden sie in Anlage 5 wiedergegeben.

■ „Große“ BGA (1000 kW) mit EX-Zone 1:

- Äußerer Blitzschutz der Schutzklasse III (Kosten: 20.000 €)
- damit verbunden ist der Blitzschutz-Potenzialausgleich für alle in die BGA von außen eingeführten Versorgungsleitungen (Kosten: 5.000 €)
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik) im Bereich der EX-Zone 1 (Kosten: 2 x 5.000 €)
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA (Kosten oben bereits enthalten)

Durch die genannten Schutzmaßnahmen wird das Risiko für die Schadensart L1 von $R = 13,2 \cdot 10^{-5}$ 1/a auf $R = 0,5 \cdot 10^{-5}$ 1/a reduziert. Das ist unterhalb des akzeptierbaren Wertes $R_T = 1 \cdot 10^{-5}$ 1/a. Gleichzeitig wird durch die Schutzmaßnahmen (Gesamtkosten: 35.000 €) ein deutlicher wirtschaftlicher Nutzen von 18.261 €

erzielt, d. h., die Schutzmaßnahmen dämmen auch die wirtschaftlichen Verluste wirkungsvoll ein. In Tabelle 2 sind die Ergebnisse zusammengefasst; detailliert werden sie in Anlage 4 wiedergegeben.

■ „Große“ BGA (1.000 kW) mit EX-Zone 2:

- alleine aus Sicht der Schadensart L1 ist kein äußerer Blitzschutz erforderlich
- Blitzschutz-Potenzialausgleich für alle in die BGA von außen eingeführten Versorgungsleitungen (Kosten: 5.000 €)
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA (Kosten 2 x 2.000 €)

Durch die genannten Schutzmaßnahmen wird das Risiko für die Schadensart L1 von $R = 3,8 \cdot 10^{-5}$ 1/a auf $R = 0,8 \cdot 10^{-5}$ 1/a reduziert. Das ist unterhalb des akzeptierbaren Wertes $R_T = 1 \cdot 10^{-5}$ 1/a. Gleichzeitig wird durch die Schutzmaßnahmen (Gesamtkosten: 9.000 €) wiederum ein deutlicher wirtschaftlicher Nutzen von 11.280 € erzielt. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse zusammengefasst; detailliert werden sie in Anlage 6 wiedergegeben.

Tabelle 1: Risikoanalyse nach [3, 10] für die BGA mit 75 kW („kleine“ BGA) mit EX-Zone 1

	Variante 1 ohne Schutz	Variante 2 mit Schutz
Schadensart 1: $R \leq R_T = 1,00$	$R = 10,2 \cdot 10^{-5}$	$R = 0,4 \cdot 10^{-5}$
Schadensart 4	$R = 526,1 \cdot 10^{-5}$	$R = 46,2 \cdot 10^{-5}$
P_B - Blitzschutzklasse	1 - Kein LPS	0,2 - LPS IV
P_{EB} – Potentialausgleich am Gebäudeeintritt	1 - Keiner	0,05 - LPL III
P_{SPD} – Koordinierter SPD Schutz (Zone Z2)	1 - Keiner	0,05 – LPL III
Kosten in €		
C_b - Gebäude	200.000	
C_c - Inhalt	-	
C_s - Systeme	100.000	
Äußerer Blitzschutz	10.000	
P_{EB}	5.000	
P_{SPD} - Leitung 1 – Energie (in Zone Z2)	2.000	
P_{SPD} - Leitung 2 – Automat. (in Zone Z2)	2.000	
Wirtschaftlicher Nutzen in €		
C_t – Gesamtwert der baulichen Anlage	300.000	
C_P – Kosten Blitzschutz	19.000	
Werte pro Jahr:		
C_L - Verlust ohne Schutz	1.578	
C_{RL} - Verlust mit Schutz	139	
P_M - Kosten Blitzschutz	1.900	
Ersparnis in €	-460	

Tabelle 2: Risikoanalyse nach [3, 10] für die BGA mit 1.000 kW („große“ BGA) mit EX-Zone 1

Bezeichnung	Variante 1 ohne Schutz	Variante 2 mit Schutz
Schadensart 1: $R \leq R_T = 1,00$	$R = 13,2 \cdot 10^{-5}$	$R = 0,5 \cdot 10^{-5}$
Schadensart 4	$R = 953,7 \cdot 10^{-5}$	$R = 83,2 \cdot 10^{-5}$
P_B - Blitzschutzklasse	1 - Kein LPS	0,1 - LPS III
P_{EB} – Potentialausgleich am Gebäudeeintritt	1 - Keiner	0,05 - LPL III
P_{SPD} – Koordinierter SPD Schutz (Zone Z2)	1 - Keiner	0,05 – LPL III
Kosten in €		
C_b - Gebäude	1.800.000	
C_c - Inhalt	-	
C_s - Systeme	700.000	
Äußerer Blitzschutz	20.000	
P_{EB}	5.000	
P_{SPD} - Leitung 1 – Energie (in Zone Z2)	5.000	
P_{SPD} - Leitung 2 – Automat. (in Zone Z2)	5.000	
Wirtschaftlicher Nutzen in €		
C_t – Gesamtwert der baulichen Anlage	2.500.000	
C_P – Kosten Blitzschutz	35.000	
Werte pro Jahr:		
C_L - Verlust ohne Schutz	23.842	
C_{RL} - Verlust mit Schutz	2.081	
C_{PM} - Kosten Blitzschutz	3.500	
Ersparnis in €	18.261	

Tabelle 3: Risikoanalyse nach [3, 10] für die BGA mit 75 kW („kleine“ BGA) mit EX-Zone 2

	Variante 1 ohne Schutz	Variante 2 mit Schutz
Schadensart 1: $R \leq R_T = 1,00$	$R = 1,42 \cdot 10^{-5}$	$R = 0,2 \cdot 10^{-5}$
Schadensart 4	$R = 369,2 \cdot 10^{-5}$	$R = 42,5 \cdot 10^{-5}$
P_B - Blitzschutzklasse	1 - Kein LPS	1 - Kein LPS
P_{EB} – Potentialausgleich am Gebäudeeintritt	1 - Keiner	0,05 - LPL III
P_{SPD} – Koordinierter SPD Schutz (autom. Brandschutzmaßnahmen)	1 - Keiner	0,05 – LPL III
Kosten in €		
C_b - Gebäude	200.000	
C_c - Inhalt	-	
C_s - Systeme	100.000	
Äußerer Blitzschutz	-	
P_{EB}	5.000	
P_{SPD} - Leitung 1 – Energie (in Zone Z2)	1.000	
P_{SPD} - Leitung 2 – Automat. (in Zone Z2)	1.000	
Wirtschaftlicher Nutzen in €		
C_t – Gesamtwert der baulichen Anlage	300.000	
C_P – Kosten Blitzschutz	7.000	
Werte pro Jahr:		
C_L - Verlust ohne Schutz	1.108	
C_{RL} - Verlust mit Schutz	127	
P_M - Kosten Blitzschutz	700	
Ersparnis in €	280	

Tabelle 4: Risikoanalyse nach [3, 10] für die BGA mit 1000 kW („große“ BGA) mit EX-Zone 2

Bezeichnung	Variante 1 ohne Schutz	Variante 2 mit Schutz
Schadensart 1: $R \leq R_T = 1,00$	$R = 3,8 \cdot 10^{-5}$	$R = 0,8 \cdot 10^{-5}$
Schadensart 4	$R = 564 \cdot 10^{-5}$	$R = 76,8 \cdot 10^{-5}$
P_B - Blitzschutzklasse	1 - Kein LPS	1 - Kein LPS
P_{EB} – Potentialausgleich am Gebäudeeintritt	1 - Keiner	0,05 - LPL III
P_{SPD} – Koordinierter SPD Schutz (autom. Brandschutzmaßnahmen)	1 - Keiner	0,05 – LPL III
Kosten in €		
C_b - Gebäude	1.800.000	
C_c - Inhalt	-	
C_s - Systeme	700.000	
Äußerer Blitzschutz	-	
P_{EB}	5.000	
P_{SPD} - Leitung 1 – Energie (in Zone Z2)	2.000	
P_{SPD} - Leitung 2 – Automat. (in Zone Z2)	2.000	
Wirtschaftlicher Nutzen in €		
C_t – Gesamtwert der baulichen Anlage	2.500.000	
C_P – Kosten Blitzschutz	9.000	
Werte pro Jahr:		
C_L - Verlust ohne Schutz	14.100	
C_{RL} - Verlust mit Schutz	1.920	
C_{PM} - Kosten Blitzschutz	900	
Ersparnis in €	11.280	

Aus den Ergebnissen der Risikoanalysen lässt sich Folgendes ableiten:

- Der Blitzschutz-Potentialausgleich für alle eingeführten Versorgungsleitungen ist immer erforderlich.
- Der koordinierte Überspannungsschutz für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA ist immer erforderlich.
- Ist eine EX-Zone 1 vorhanden, benötigen „große“ BGA mindestens einen äußeren Blitzschutz der Schutzklasse III, bei „kleinen“ BGA wäre eine Schutzklasse IV bereits ausreichend. Bei geringerer Blitzdichte als

der in der Berechnung angenommenen wäre bei „kleinen“ BGA sogar das Ergebnis „kein äußerer Blitzschutz“ möglich.

- Ist dagegen keine EX-Zone 1 vorhanden, sondern nur eine EX-Zone 2, benötigen die BGA i. d. R. keinen äußeren Blitzschutz, sofern nur die Schadensart L1: Verletzung oder Tod von Personen, zugrunde gelegt wird.
- Ist eine EX-Zone 1 vorhanden, ist ein koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik) im Bereich der EX-Zone 1 erforderlich.
- Ist nur eine EX-Zone 2 vorhanden, ist kein koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik) erforderlich.
- Durch die o. g. Schutzmaßnahmen werden bei „großen“ BGA, unabhängig ob eine EX-Zone 1 oder nur eine EX-Zone 2 vorhanden ist, auch wirtschaftliche Verluste deutlich reduziert; bei „kleinen“ BGA ist dies nur in geringerem Maße der Fall (weil die wirtschaftlichen Verluste bereits ohne Schutzmaßnahmen entsprechend gering sind). Bei großen BGA werden durch einen äußeren Blitzschutz die wirtschaftlichen Verluste weiter eingedämmt.

Die Begriffe „große“ und „kleine“ BGA sind hier natürlich nur sehr unscharf zu quantifizieren. Darüber hinaus hängt die Anforderung an den äußeren Blitzschutz auch noch direkt mit der Blitzdichte am Ort der BGA zusammen. Nachdem die Schutzmaßnahmen eines äußeren Blitzschutzes der Schutzklasse IV sich nur in relativ geringem Maße von denen der Schutzklasse III unterscheiden, wird als letztendlich gültiges Ergebnis dieser Risikoanalyse hier ein äußerer Blitzschutz der Schutzklasse III für erforderlich definiert, sofern die BGA eine EX-Zone 1 aufweist. Für BGA ohne EX-Zone 1, also nur mit EX-Zone 2, ergibt sich, dass kein äußerer Blitzschutz erforderlich ist, sofern nur die Schadensart L1 zugrunde gelegt wird. Dies zeigt, welchen enormen Einfluss die EX-Zonen-Einteilung auf das Erfordernis von Blitz- und Überspannungs-Schutzmaßnahmen hat. Diese Festlegung muss noch mit den bereits in Kapitel 3 genannten weiteren Anforderungen harmonisiert werden. Dies ist Gegenstand von Kapitel 4.

Soll allerdings auch die Eindämmung der wirtschaftlichen Verluste (Schadensart L4) für BGA als vorbeugende Maßnahme berücksichtigt werden, ist zumindest auch für „große“ BGA ohne EX-Zone 1 ein äußerer Blitzschutz dringend zu empfehlen.

Eine Analyse der einzelnen Risikokomponenten aus den Berechnungen für beide BGA führt weiterhin zum Ergebnis, dass die größere Zahl von Schäden nicht durch direkte Blitzeinschläge verursacht wird, sondern die Folge indirekter, benachbarter Einschläge ist. Dies ist auch der Grund dafür, warum der äußere Blitzschutz offenbar mit einer geringeren „Qualität“ (Schutzklasse III oder IV) bereits ausreichend ist. Der innere Blitzschutz (Blitzschutz-Potenzialausgleich für die von außen zugeführten Versorgungsleitungen), der koordinierte Überspannungsschutz für die automatischen Brandschutzmaßnahmen und, falls vorhanden, auch für die elektrischen Systeme in der sensiblen EX-Zone 1 sind stets erforderlich.

3.3 Vergleich der Ergebnisse nach Kapitel 2 (IST) mit dem Stand der Technik nach Kapitel 3.1 und 3.2 (SOLL)

Auf Basis der in Kapitel 2.1 dargestellten Schadensfälle ist jedenfalls nicht auszuschließen, dass der IST-Zustand des Blitzschutzsystems bei einigen BGA im Freistaat Sachsen nicht dem technischen Stand entspricht, wie er in Kapitel 3 als erforderlich dargestellt ist. Weil auch bei vorhandenem äußerem Blitzschutz Schäden an den BGA vorgekommen sind, können möglicherweise Mängel bei der Planung und Installation der Schutzmaßnahmen nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus sind wohl auch Mängel am inneren Blitzschutz, also dem Blitzschutz-Potenzialausgleich der von außen eingeführten elektrischen Versorgungsleitungen, anzunehmen. Dadurch werden Schäden durch indirekte, nahe Blitzeinschläge ebenfalls nicht ausreichend vermieden; es kommt zu Störungen und Zerstörungen von elektrischen Systemen und Einrichtungen.

In Auswertung der Umfrage wurde ermittelt, dass bislang durch Blitzeinschläge nur Sachschäden an den BGA aufgetreten sind. Die Risikoanalyse nach [3] zeigt, dass auch Personenschäden grundsätzlich möglich sind und durch Schutzmaßnahmen wirkungsvoll reduziert werden können. Dies steht im Einklang mit der gesetzlichen Forderung nach ausreichenden Schutzmaßnahmen gemäß der Störfallverordnung.

Blitzschutzmaßnahmen nach Kapitel 3.1.4 in Verbindung mit Kapitel 3.1.5 können Blitzschäden an den BGA und damit auch Gefährdungen für Personen wirkungsvoll und ausreichend reduzieren. Natürlich gilt dies nur für normgerecht geplante und installierte Schutzmaßnahmen. In Kapitel 4.1 werden die Anforderungen an den Blitz- und Überspannungsschutz für BGA nochmals zusammenfassend dargestellt. Dies beinhaltet die grobe Darstellung eines Konzepts für den Blitz- und Überspannungsschutz für BGA, das naturgemäß im konkreten Fall noch auf die Anlage hin detaillierter beschrieben werden muss.

4 Vorschläge für die Verbesserung des Blitzschutzes in sächsischen Biogasanlagen und Anforderungen bezüglich des Blitzschutzes im Rahmen von Genehmigungsverfahren

4.1 Vorschläge für die Verbesserung des Blitzschutzes in sächsischen Biogasanlagen

Im Folgenden wird ein grobes Konzept für den Blitz- und Überspannungsschutz von BGA beschrieben, das insbesondere beim Neubau solcher Anlagen Anwendung finden soll. Natürlich sind die Maßnahmen auch zum Teil als Nachrüstungen bzw. Nachbesserungen existierender Anlagen möglich; dies ist jedoch vom jeweiligen Zustand der Anlage abhängig und muss konkret im Detail überprüft werden. In jedem Fall kann das hier beschriebene Konzept als Grundlage dienen.

4.1.1 Einteilung in Schutzklassen; Erfordernis eines äußeren Blitzschutzes

Die Risikoanalysen für zwei beispielhafte BGA in Kapitel 3.2 zeigen, dass bei Vorhandensein einer EX-Zone 1 ein äußerer Blitzschutz erforderlich ist. Ist dagegen lediglich eine EX-Zone 2 existent, ist kein äußerer Blitzschutz im Ergebnis der Risikoanalysen und bei Zugrundelegung ausschließlich der Schadensart L1 erforderlich, hier erscheint ein innerer Blitzschutz ausreichend.

Zieht man dieses Ergebnis heran und berücksichtigt gleichzeitig alle in Kapitel 3 aufgeführten Dokumente und Analysen, erscheint für BGA, die eine **EX-Zone 1** aufweisen (unabhängig von deren räumlichen Umfang), grundsätzlich ein äußerer Blitzschutz erforderlich. Für das Blitzschutzsystem sollte Schutzklasse II festgelegt werden. Nur dadurch lassen sich auch die Anforderungen aus den TRBS und dem Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-35-3) [2] erfüllen. Diese Schutzklasse II ist dabei insbesondere relevant für die Festlegung von Fangeinrichtungen; für die anderen Schutzmaßnahmen wirkt sich eine hohe Schutzklasse nicht oder nur relativ unbedeutend aus. In Bezug auf die Fangeinrichtungen könnte dabei noch eine Anpassung möglich sein (siehe Fußnote 5), die aber in dieser Untersuchung noch nicht weiterverfolgt werden soll.⁴

Weist die BGA dagegen keine EX-Zone 1 auf, ist also lediglich eine **EX-Zone 2** oder auch keine EX-Zone vorhanden, kann auf Basis der Ergebnisse der Risikoanalysen aus Kapitel 3.2 ein äußerer Blitzschutz nicht zwingend ausschließlich auf Basis der Schadensart L1 begründet werden. Insofern kommt der EX-Zonen-Einteilung eine entscheidende Bedeutung zu. Ein Verzicht auf einen äußeren Blitzschutz muss aus Sicht des Verfassers eindeutig begründet und detailliert dokumentiert sein. Es muss also zweifelsfrei gesichert sein, dass keine EX-Zone 1 vorhanden ist. Wurde für eine BGA keine EX-Zonen-Einteilung durchgeführt, sollte als worst-case-Betrachtung stets von einer EX-Zone 1 ausgegangen werden. Damit ist ein äußerer Blitzschutz erforderlich und es sollte Schutzklasse II für das Blitzschutzsystem festgelegt werden.

Allerdings stellt sich auch für BGA ohne eine EX-Zone 1 die Frage, ob es zur Eindämmung wirtschaftlicher Verluste im Rahmen einer vorbeugenden Maßnahme nicht sinnvoll ist, einen äußeren Blitzschutz zu errichten. Die Risikoanalysen zeigen, dass dadurch die wirtschaftlichen Verluste zumindest für „große“ BGA weiter reduziert werden können. Insofern wird auch für solche BGA ohne EX-Zone 1 ein äußerer Blitzschutz dringend empfohlen. Im Sinne einer Vereinheitlichung mit den übrigen Anforderungen sollte dieser auch wieder nach Schutzklasse II ausgeführt werden.

In allen Fällen muss aber klar herausgestellt werden: Auch wenn auf einen äußeren Blitzschutz verzichtet werden soll, werden dadurch lediglich die Maßnahmen nach den Kapiteln 4.1.2 bis 4.1.4 eingespart. In jedem Fall sind für alle BGA die Maßnahmen nach den Kapiteln 4.1.5 bis 4.1.8 erforderlich!

4.1.2 Fangeinrichtungen

Fangeinrichtungen sind nur bei Festlegung eines äußeren Blitzschutzes zu errichten.

⁴ Wird eine Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) [3] für eine BGA, auch mit EX-Zone 1, durchgeführt, deren wesentliche Parameter deutlich abweichend von Kapitel 3.2 eingeschätzt werden und/oder an deren Ort die Blitzdichte wesentlich geringer angesetzt werden kann, ist auch ein abweichendes Ergebnis für den äußeren Blitzschutz möglich. In diesem Fall kann für die konkrete BGA dann vor Ort festgelegt werden, ob dem Ergebnis der detaillierten Risikoanalyse oder der in diesem Bericht ausgesprochenen grundsätzlichen Festlegung gefolgt werden soll.

Für alle Gebäude und Anlagenteile einer BGA sind Fangeinrichtungen nach Schutzklasse II gemäß DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [7] zu installieren. Der Radius R der Blitzkugel für die Planung dieser Fangeinrichtungen beträgt 30 m. Der Schutz vor direkten Blitzeinschlägen sollte vor allem in Form von Fangstangen realisiert werden. Dabei sind insbesondere alle Dachränder, -kanten und -ecken der Gebäude und Anlagenteile zu schützen (Abbildung 2). Übertragende Dachaufbauten sind mit zu schützen. Eine getrennte Fangeinrichtung für einen Gärbehälter/Fermenter mit Folienhaube (Membrane) einer BGA zeigt Abbildung 3⁵.

Es ist auf eine ausreichende „Vermaschung“ der Fangstangen untereinander durch die Ableitungen (siehe Kapitel 4.1.3) zu achten, um eine ausreichend gleichmäßige Blitzstrom-Verteilung zu erreichen.

Es besteht keine absolute Notwendigkeit, für alle Anlagenteile einen isolierten äußeren Blitzschutz zu errichten. Eine BGA bietet ausreichend Metallteile, die in den Schutz als natürliche Bestandteile mit einbezogen werden können. Voraussetzung dafür ist, dass entweder keinerlei Funken auftreten können, die Brände oder Explosionen verursachen können, oder dass diese nur dort auftreten, wo sie keine Brände oder Explosionen verursachen können. Dabei ist insbesondere die Festlegung von EX-Zonen 1 zu beachten. Ein solches integriertes Blitzschutzsystem kann sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhaft sein. In diesem Fall sind metallene Dachaufbauten grundsätzlich mit den Fangeinrichtungen auf kurzem Wege zu verbinden.

⁵ Die Planung eines äußeren Blitzschutzes mit der Blitzkugel nach Schutzklasse II ist äußerst konservativ. Untersuchungen zeigen, dass anstelle der eigentlich für Schutzklasse II unterstellten Einfangwirksamkeit von 97 % (siehe [11], Abschnitt 8.2) durch Fangstangen wesentlich höhere Werte für die eingefangenen Blitzeinschläge erreicht werden können [12, 13]. Solche Untersuchungen sind mit dem dynamischen elektro-geometrischen Modell (DEGM) möglich.

Bei einer Planung von Fangeinrichtungen mit dem DEGM ist eine deutliche Reduzierung der Anzahl der Fangstangen so möglich, dass das Schutzniveau, d. h. die Einfangwirksamkeit der Fangstangen, gegenüber dem „Standardfall“ entweder gleich bleibt oder der gemäß [10] unterstellte Wert von 97 % sicher erreicht wird.

Es sei hier nur festgehalten, dass eine Planung der Fangstangen mit dem DEGM stets nur für eine reale Anlage möglich ist. Damit können Anzahl, Lage und Höhe von Fangstangen optimiert werden. Das Verfahren stellt allerdings eine moderne Interpretation der Normenanforderungen aus DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1) und DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) dar [3, 11]. Die Regeln zur Installation von Fangeinrichtungen gemäß DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [7] werden dabei nicht vollständig erfüllt.

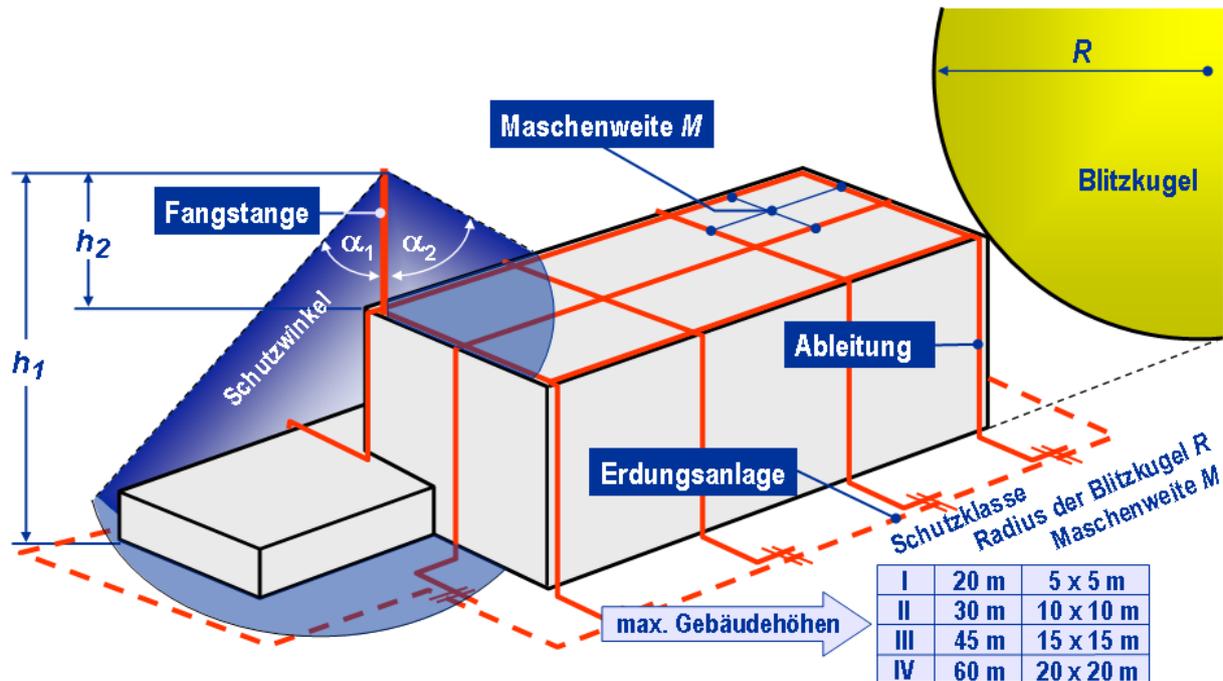


Abbildung 2: Beispiel für die Planung von Fangeinrichtungen nach [7]

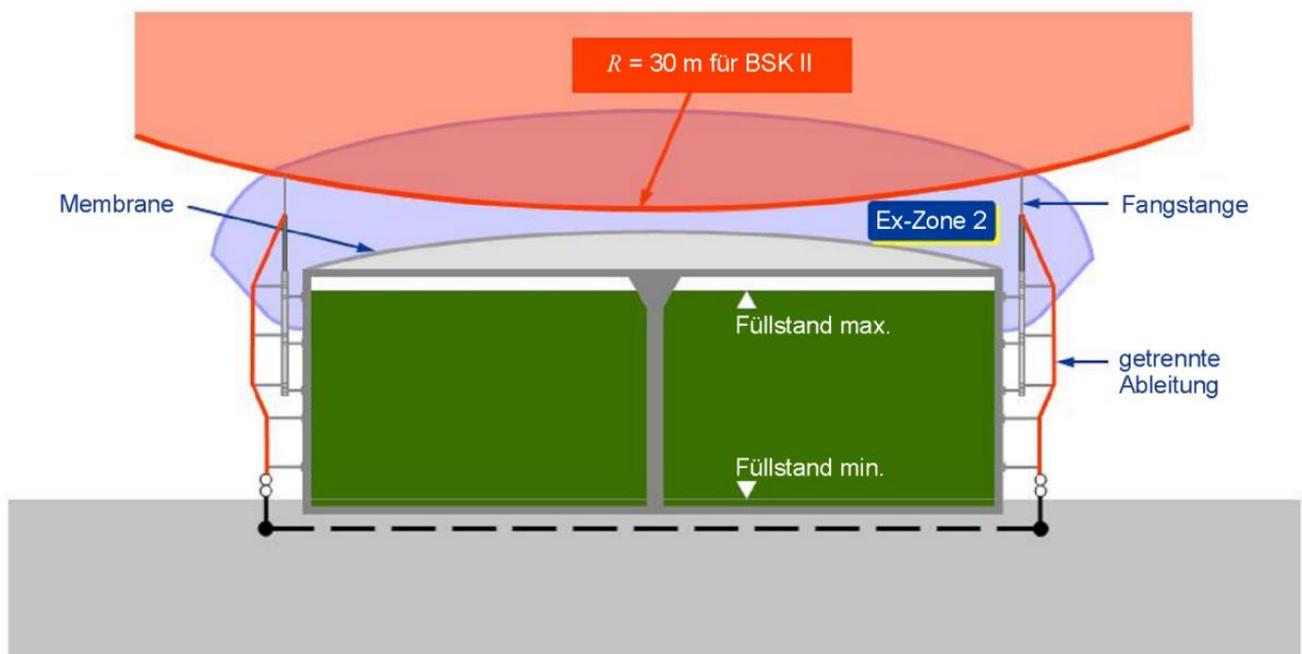
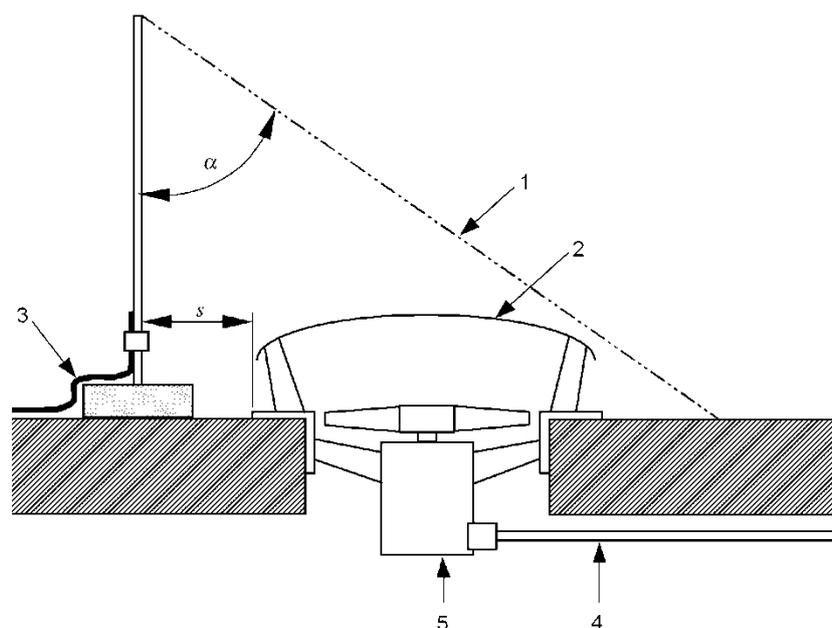


Abbildung 3: Beispiel für einen Gärbehälter/Fermenter mit Folienhaube (Membrane), getrennte Fang- und Ableitungseinrichtungen ([2], Bild 13)

Soll ein direkter Blitzschlag in Dachaufbauten und insbesondere elektrische Geräte verhindert werden, die sich nicht im Schutzbereich von Fangeinrichtungen befinden, sind zusätzliche Fangstangen oder Fangleitungen zu errichten (Abbildung 4). Die Dimensionierung dieser isolierten Fangeinrichtungen sollte nach dem Blitzkugelverfahren durchgeführt werden (Radius R der Blitzkugel 30 m für LPS II). Gleichmaßen sollte auch ein direkter Blitzschlag in die elektrische Verkabelung des Dachaufbaus bzw. des elektrischen Gerätes verhindert werden.

Es dürfen außerhalb von Gebäuden und Anlagen nur Kabel der Automatisierungstechnik mit einem elektrisch ausreichend leitfähigen Schirm mit ausreichender Stromtragfähigkeit (z. B. Geflecht) verwendet werden (Ausnahme: Kabellänge außerhalb des Gebäudes < 1 m). Weiterhin wird empfohlen, außerhalb von Gebäuden und Kabelkanälen auch nur geschirmte Niederspannungskabel zu verwenden.

Die Kabel sind so zu verlegen, dass sie nicht direkt vom Blitz getroffen werden können. Dazu sollten die Kabel möglichst direkt an dem elektrischen Gerät aus dem Gebäude bzw. aus der Anlage herausgeführt werden. Bis zu einer Länge von ca. 1 m sind für geschirmte Automatisierungskabel keine Zusatzmaßnahmen erforderlich. Bei Niederspannungskabeln sind grundsätzlich keine Zusatzmaßnahmen erforderlich.



Legende

- 1 Schutzbereich
 - 2 metallener Dachaufbau/ zu schützendes Gerät
 - 3 Anschluss an Fangleitung
 - 4 Versorgungs- oder Elektronikleitung
 - 5 elektrische Einrichtung
- s Trennungsabstand
α Schutzwinkel

Abbildung 4: Fangstange zum isolierten Schutz eines metallenen Dachaufbaus [7]

4.1.3 Ableitungen

Ableitungen sind nur bei Festlegung eines äußeren Blitzschutzes zu errichten.

Um die Gebäude und Anlagenteile einer BGA sind Ableitungen im Abstand von ca. 10 m an den Außenwänden zu errichten. Diese Ableitungen sind mit dem Ringerder und dem Fundamenterder (siehe Kapitel 4.1.5) des Gebäudes bzw. Anlagenteiles zu verbinden.

Für Ableitungen können die Anforderungen nach Schutzklasse II gemäß DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [7] ohne weiteres realisiert werden.

Auch hier gilt, dass vorhandene Metallteile als natürliche Bestandteile der Ableitungen mitverwendet werden können. Voraussetzung dafür ist, dass entweder keinerlei Funken auftreten können, die Brände oder Explosionen verursachen können, oder dass diese nur dort auftreten, wo sie keine Brände oder Explosionen verursachen können. Dabei ist insbesondere die Festlegung von EX-Zonen 1 zu beachten.

4.1.4 Trennungsabstand

Der Trennungsabstand ist nur bei Vorhandensein eines äußeren Blitzschutzes zu berücksichtigen.

Für Fangeinrichtungen und Ableitungen des Blitzschutzsystems sind an den Trennungsabstand zu elektrischen und metallenen Installationen grundsätzlich die Anforderungen nach [7], Abschnitt 6.3 zu erfüllen. Zugrunde zu legen ist die Schutzklasse II.

Ein gebäude- bzw. anlagenintegriertes Blitzschutzsystem mit Nutzung natürlicher Bestandteile für Fangeinrichtungen und Ableitungen kann hier sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhaft sein.

4.1.5 Erdungsanlage

Für alle Gebäude- und Anlagenteile ist ein Fundamenterder (FE) nach DIN 18014 [14] zu errichten, der in die Bewehrung der Sohle eingelegt wird. Zusätzlich dazu ist um jedes Gebäude im Abstand von ca. 1 m ein Ring-erder in einer Tiefe von mindestens 0,5 m zu verlegen. An den Ring-erder ist im Abstand von ca. 10 m der FE anzuschließen ([7], Abschnitt 5.4).

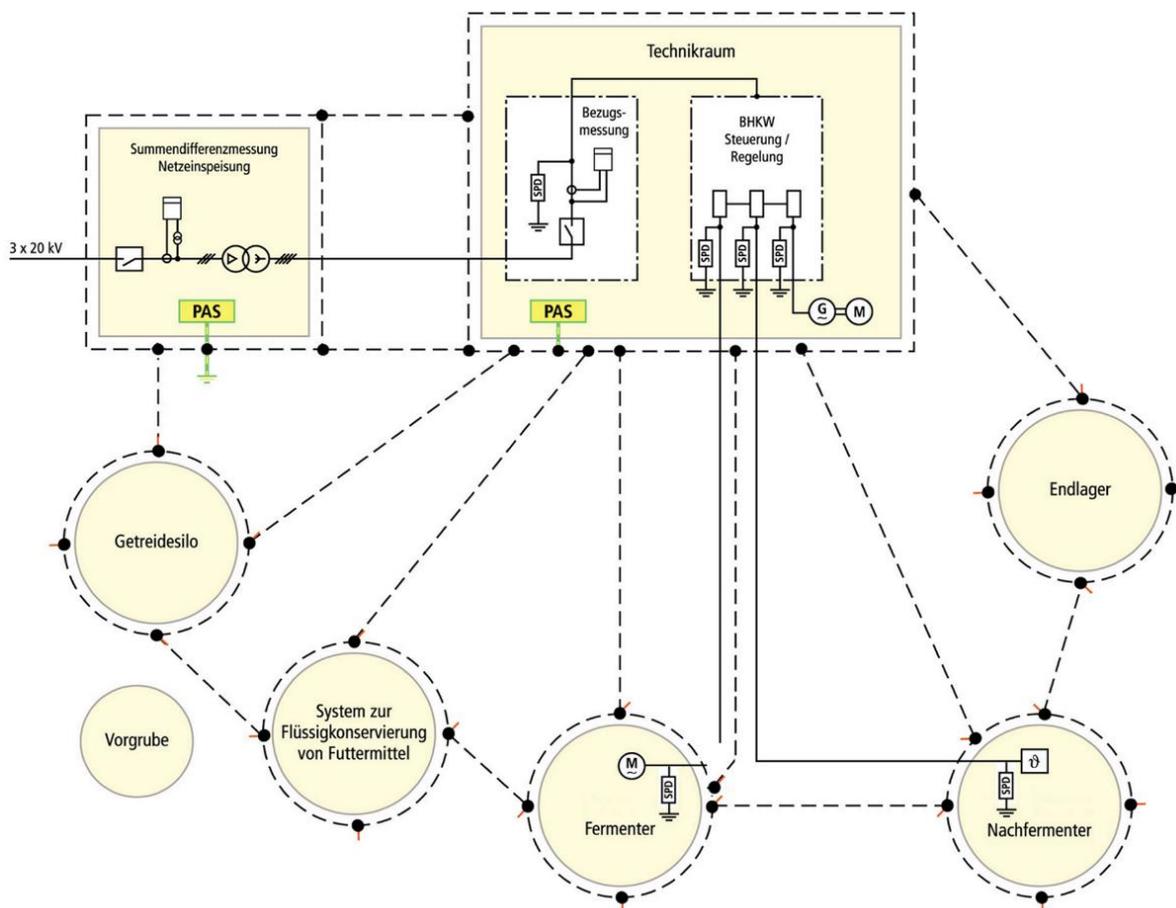


Abbildung 5: Vermaschte Erdungsanlage ([2], Bild 14)

Die Erdungsanlagen der einzelnen Gebäude und Anlagenteile sind zu einer vermaschten Erdungsanlage zusammen zu führen (Abbildung 5).

Die Anforderungen an die Erdungsanlage sind unabhängig von einer festgelegten Schutzklasse; sie gelten immer.

4.1.6 Blitzschutz-Potenzialausgleich

Zur Erdung bzw. zum Blitzschutz-Potenzialausgleich werden ausreichend Haupterdungsschienen (HES) bzw. Potenzialausgleichschienen (PAS) installiert. Zusätzlich gibt es natürliche Bestandteile der Erdung, z. B. Metallfassaden bzw. -gehäuse, die hier mitverwendet werden können. Dafür wird im Folgenden der Begriff Innenerdung verwendet.

Metallene Konstruktionen, die in die Gebäude und Anlagenteile eintreten (Rohre, Versorgungskanäle etc.), werden direkt am Gebäudeeintritt geerdet ([7], Abschnitt 6.2.3).

Bei im Erdreich liegenden isolierten Rohren mit kathodischem Korrosionsschutz erfolgt die Anbindung an die Erdung über geeignete Trennfunkstrecken. Gleiches gilt für die Erdungsleitungen, die für Zwecke des kathodischen Korrosionsschutzes aus den Gebäuden nach außen geführt werden.

Metallene Konstruktionen im Innenbereich (Länge > 1 m) werden mindestens einmal geerdet. Bei längeren Konstruktionen sind Verbindungen im Abstand von ca. 20 m vorzunehmen ([7], Abschnitt 6.2.2).

Bei metallenen Installationen auf oder an den Seiten von Gebäuden (z. B. auch Antennen, Kommunikationseinrichtungen) sind ebenfalls Verbindungen zur Innenerdung erforderlich.

Alle elektrischen Versorgungsleitungen (Energie, Automatisierungstechnik, Kommunikation), die von außen in die BGA eintreten, werden über geeignete Überspannungs-Schutzgeräte Typ I in den Blitzschutz-Potenzialausgleich einbezogen. Dies sollte so nahe wie möglich am Leitungseintritt in Gebäude bzw. Anlage realisiert werden ([7], Abschnitt 6.2.5).

Elektrische Leitungen, die innerhalb der BGA von einem Gebäude/Anlagenteil zu einem anderen verlegt sind, gehören nicht in diese Kategorie. Für diese gelten die Anforderungen aus den Kapiteln 4.1.7 und 4.1.8.

Die Anforderungen an den Blitzschutz-Potenzialausgleich sind grundsätzlich abhängig von der festgelegten Schutzklasse. Daher wird hier die Schutzklasse II zugrunde gelegt.

4.1.7 Kabelverlegung

Kabel sollten nach Möglichkeit auf metallenen Kabeltragkonstruktionen verlegt werden (Abbildung 6). Die Kabeltragkonstruktionen sind im gesamten Verlauf komplett über kurze Verbindungselemente durchzuverbinden. Dies gilt auch für Gitter- und Rohrbahnen.

Die Kabeltragkonstruktionen sind nach Möglichkeit mindestens an den Enden auf kürzestem Wege mit der Innenerdung zu verbinden. Bei längeren Kabeltragkonstruktionen sollten Verbindungen mit der Innenerdung im Abstand von ca. 20 m vorgenommen werden.

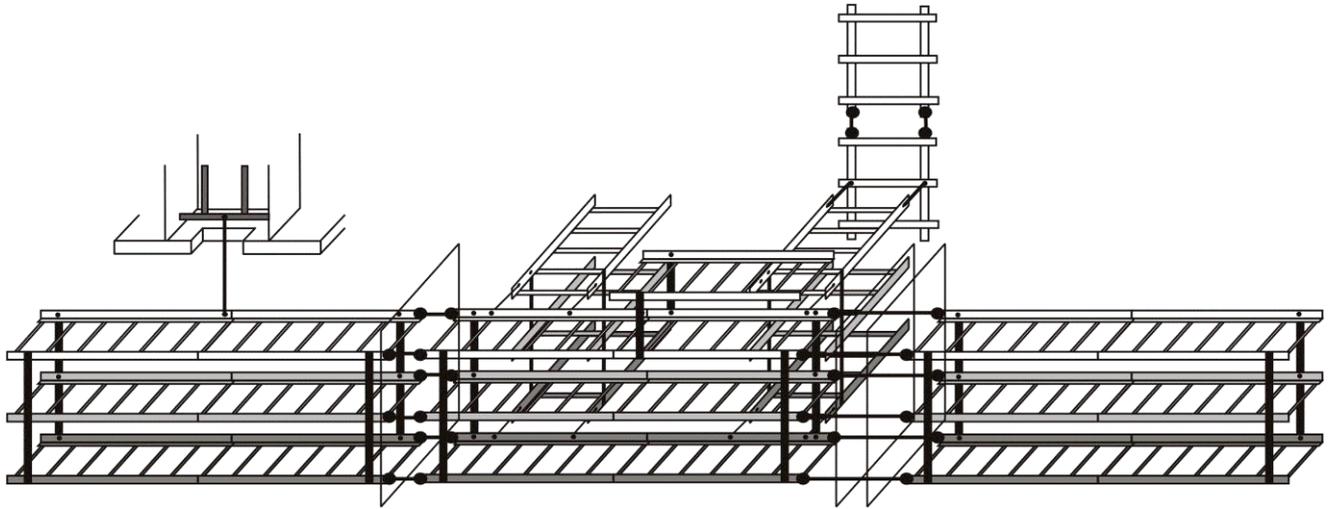


Abbildung 6: Kabeltragkonstruktionen

Führen Kabeltrassen in ein Gebäude hinein (Kabeldurchführungen), sind die Kabeltragkonstruktionen an den Gebäudegrenzen auf kürzestem Wege mit der Innenerdung zu verbinden. An den Verbindungsstellen ist eine sichere elektrische Verbindung zu realisieren.

Es sollte auf eine konsequente Leveltrennung geachtet werden. Auf den Pritschen der MSR und Leittechnik (Automatisierungstechnik) dürfen nur Kabel mit einer Nennspannung < 60 V verlegt werden. Niederspannungs- und ggf. Mittelspannungskabel dürfen nur auf eigenen Pritschen verlegt werden. Für die Kabelabstände gilt grundsätzlich:

- Niederspannungskabel: Abstand > 0,2 m zur Pritsche MSR/Leittechnik
- Mittelspannungskabel: Abstand > 0,4 m zur Pritsche MSR/Leittechnik

Es ist darauf zu achten, dass die Kabelabstände auch für die obersten, auf den jeweiligen Pritschen liegenden Kabel gelten. Die Pritschen sollten nicht überfüllt werden. Ein grundsätzliches Beispiel für die Leveltrennung zeigt Abbildung 7.

Nach Möglichkeit sollten die Leitungen innerhalb der BGA, also Leitungen, die von einem Gebäude/Anlagenteil zu einem anderen verlegt sind, geschirmt ausgeführt werden. Diese Kabelschirme sollten dann beidseitig an die HES bzw. PAS der beiden verbundenen Gebäude/Anlagenteile angeschlossen sein (Abbildung 8). Mehrere parallel verlegte Leitungen können in einer gemeinsamen Schirmung verlegt werden (z. B. Kabelwanne mit Deckel). Ein Schutz vor direkten Blitzeinschlägen kann durch einen darüber verlegten Erdungsleiter erreicht werden (Abbildung 9).

Mit diesen Maßnahmen wird der Einsatz weiterer Überspannungs-Schutzgeräte deutlich reduziert.

Die Anforderungen an die Kabelschirmungen können als grundsätzlich unabhängig von der festgelegten Schutzklasse angesehen werden. Mechanisch ausreichend dimensionierte Kabelschirmungen sind i. d. R. auch elektrisch anforderungsgerecht.

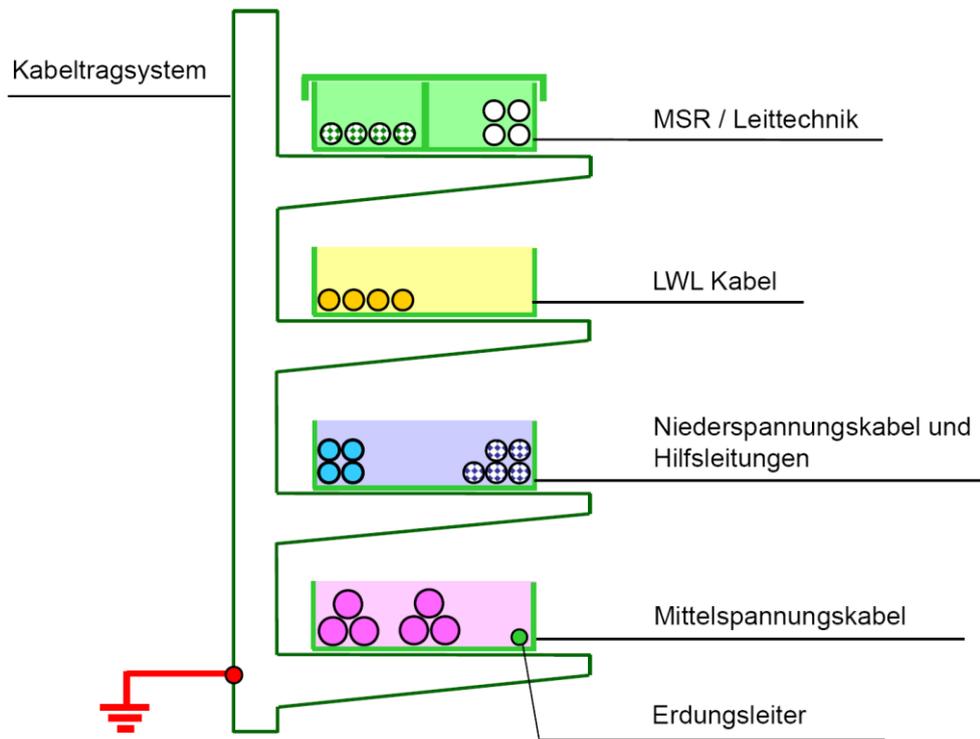


Abbildung 7: Möglichkeit der Leveltrennung

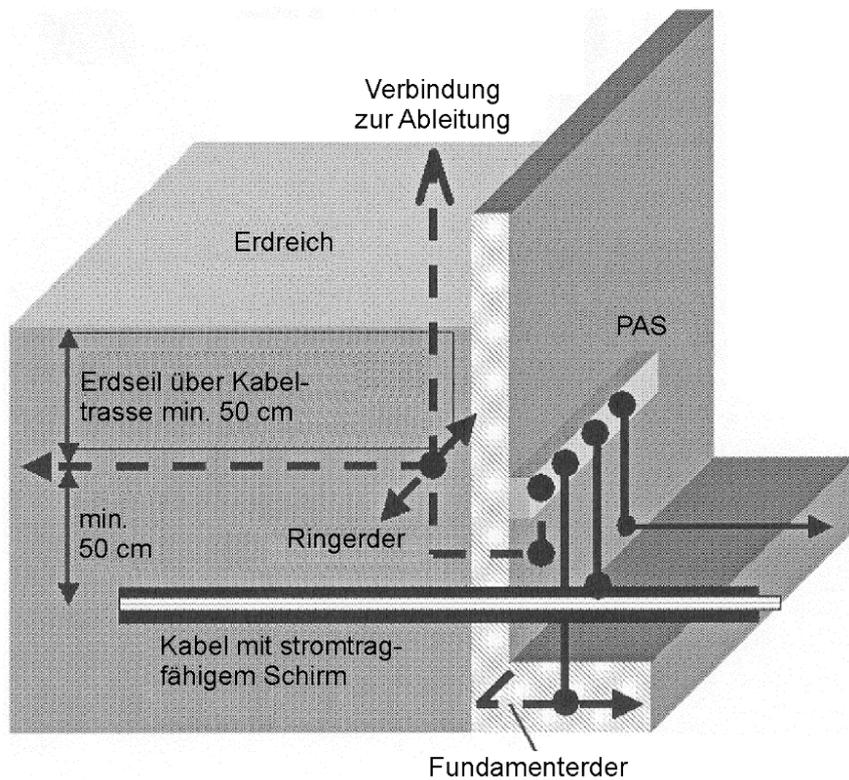


Abbildung 8: Schutz einer Kabeltrasse im Erdreich durch die Verlegung eines zusätzlichen Erdungsleiters, Situation am Gebäudeeintritt ([2], Bild 4)

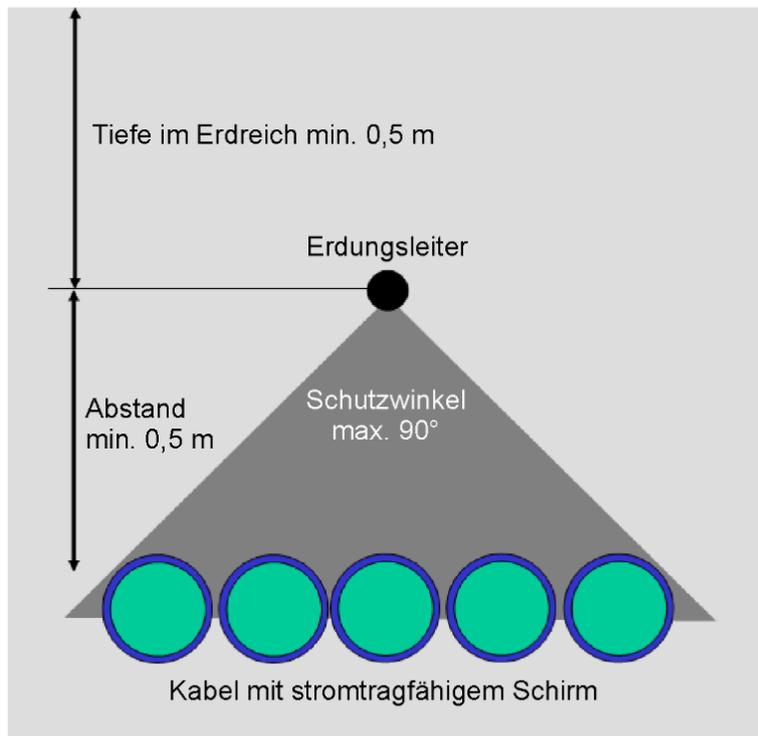


Abbildung 9: Schutz einer Kabeltrasse im Erdreich durch die Verlegung eines zusätzlichen Erdungsleiters ([2], Bild 3)

4.1.8 Koordinierter Überspannungsschutz

Ein koordinierter Überspannungsschutz ist innerhalb der BGA zunächst nur für die die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen erforderlich. Abhängig von den technischen Systemen und ihren Schnittstellen sind anforderungsgerechte, mit den Überspannungs-Schutzgeräten Typ I zum Zwecke des Blitzschutz-Potenzialausgleichs koordinierte und ggf. auch untereinander koordinierte Überspannungs-Schutzgeräte Typ II bzw. Typ III zu installieren. Die einschlägigen Anforderungen an die Koordination ergeben sich aus DIN EN 62305-4 (VDE 185-305-4):2011 [15]. Damit wird die ausreichende Funktionsfähigkeit der Brandschutzmaßnahmen, die im Sinne der Störfallverordnung erforderlich sind, auch bei Blitzeinwirkung sichergestellt.

An den Eingängen aller elektrischen Leitungen in Bereiche der EX-Zonen 1 sind, falls vorhanden, ebenfalls anforderungsgerechte, mit den Überspannungs-Schutzgeräten Typ I zum Zwecke des Blitzschutz-Potenzialausgleichs koordinierte und ggf. auch untereinander koordinierte Überspannungs-Schutzgeräte Typ II bzw. Typ III zu installieren [15]. Damit wird ausreichend sichergestellt, dass in den Bereichen der EX-Zonen 1 keine Funken auftreten, die zu Bränden und Explosionen führen können.

Für alle Überspannungs-Schutzgeräte wird die Installation in eigenen Anschlusskästen dringend empfohlen (Abbildung 10). Die Anschlusskästen sind genauso wie metallene Unterverteiler und die elektrischen und elektronischen Endgeräte bei Wandmontage auf kurzem Wege mit der Innenerdung zu verbinden. Sind Unterverteiler auf einem Montagegestell montiert, ist dieses ebenfalls mit der Innenerdung zu verbinden.

Die Anforderungen an den koordinierten Überspannungsschutz sind grundsätzlich abhängig von der festgelegten Schutzklasse [15]. Daher wird hier die Schutzklasse II zugrunde gelegt.

Die Maßnahmen aus Kapitel 4.1.7 und 4.1.8 sind teilweise voneinander abhängig. Werden Kabelschirmungen nach Kapitel 4.1.7 realisiert, sind häufig nur relativ energiearme Überspannungs-Schutzgeräte erforderlich. Im

Einzelfall kann hier sogar auf den Einsatz von Überspannungs-Schutzgeräten vollständig verzichtet werden. Dies ist Aufgabe einer Detailplanung für eine reale BGA.

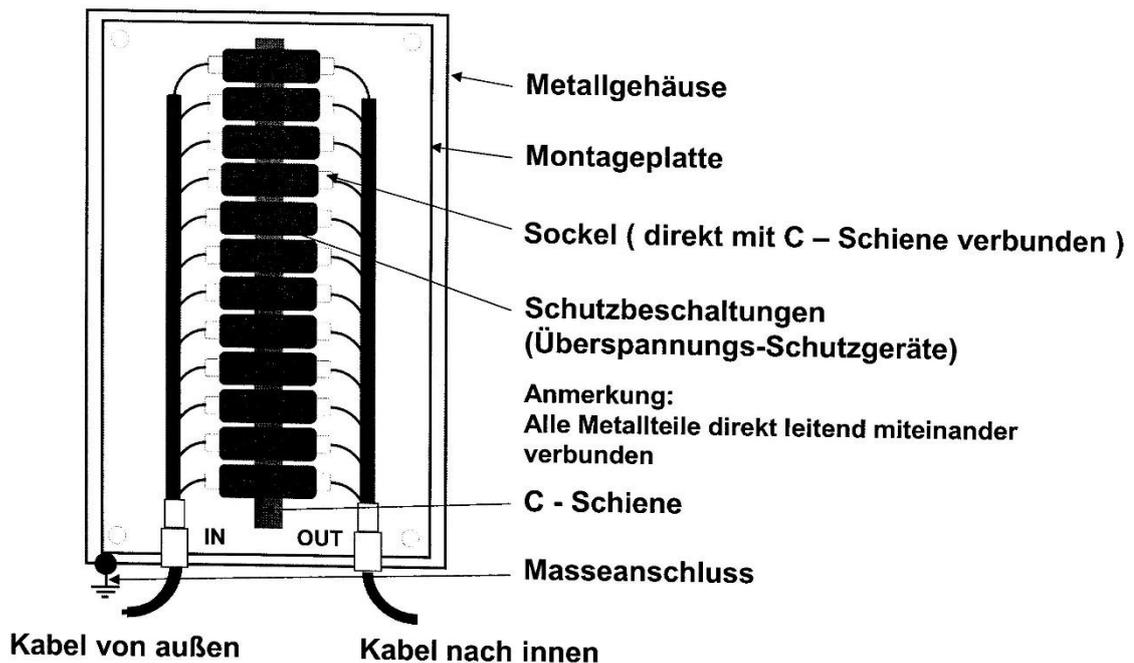


Abbildung 10: Typischer Aufbau eines eigenen Anschlusskastens für Überspannungs-Schutzgeräte

4.2 Priorisierung bei Nachrüstungen

Die Möglichkeiten für Nachrüstungen bei Bestandsanlagen, die Defizite im Bereich des Blitz- und Überspannungsschutzes haben, sind naturgemäß eingeschränkt und abhängig von der konkreten BGA sowie der Ausgestaltung vorhandener Schutzmaßnahmen. Insofern kann im Folgenden nur sehr grob eine mögliche Priorisierung (Reihenfolge) der nachzurüstenden Schutzmaßnahmen vorgeschlagen werden, die einen technisch-wirtschaftlichen Kompromiss versucht.

1. Es wird stets davon ausgegangen, dass eine Erdungsanlage existiert. Diese ist nicht nur aus Gründen des Blitzschutzes erforderlich, sondern auch aus Gründen der Personensicherheit und der elektrischen Sicherheit vorgeschrieben. Sollte die Erdungsanlage mangelbehaftet sein, ist als erste Maßnahme eine Nachrüstung bzw. Mängelbehebung in Anlehnung an Kapitel 4.1.5 erforderlich. Sind Fundamente der nicht mehr möglich, sind ausreichend Tiefenerder und nahe der Oberfläche verlaufende Erdungsleitungen zur Verbindung der einzelnen Anlagenteile der BGA zu verlegen.
2. Zur Vermeidung von Funkenbildung an metallenen Installationen und elektrischen Einrichtungen sollten im nächsten Schritt die Maßnahmen des Blitzschutz-Potenzialausgleichs nach Kapitel 4.1.6 realisiert werden. Dazu gehören auch die Überspannungs-Schutzgeräte Typ 1 an allen elektrischen Versorgungsleitungen (Energie, Automatisierungstechnik, Kommunikation), die von außen in die BGA eintreten.
3. Zur Vermeidung der häufig auftretenden Überspannungen mit ebenfalls möglichen Explosionswirkungen sind dann die koordinierten Überspannungs-Schutzgeräte nach Kapitel 4.1.8 zu installieren. Dies

gilt für alle elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen und, falls vorhanden, auch für alle elektrischen Leitungen, die in Bereiche der EX-Zonen 1, falls vorhanden, hineingeführt werden.

4. Im nächsten Schritt kann nun der Schutz gegen direkte Blitzeinschläge verbessert werden, d. h. die Maßnahmen nach den Kapiteln 4.1.2 und 4.1.3. Dabei ist zunächst zu prüfen, inwieweit natürliche Bestandteile der BGA als Fangeinrichtungen und Ableitungen verwendet werden können. Ist dies nicht mehr möglich, ist ein isoliertes Blitzschutzsystem i. d. R. für Schutzklasse II aufzubauen. Dann ist der Trennungsabstand nach Kapitel 4.1.4 zu beachten.
5. Im letzten Schritt kann die Kabelverlegung nach Kapitel 4.1.7 optimiert werden, sowohl durch die Verwendung von Kabeltragkonstruktionen als auch die Verlegung externer Kabel zwischen den Anlagenteilen gemäß Abbildung 6 und Abbildung 8. Diese Nachrüstungen sind jedoch in aller Regel sehr aufwändig, so sie i. d. R. bei Bestandsanlagen nicht gefordert werden können.

Bei Bestandsanlagen kann die wirtschaftliche Effizienz von Schutzmaßnahmen, die im Sinne einer vorbeugenden Maßnahme zur Schadensreduzierung eingesetzt werden sollen, geringer ausfallen. So können z. B. Maßnahmen zur Verbesserung der Erdungsanlage wesentlich aufwendiger und damit kostenintensiver sein als vergleichbare Maßnahmen bei Neuanlagen. Hier kann eine angepasste Risikoanalyse für eine konkrete Bestandsanlage auf Basis der Vorgaben aus Kapitel 3.2 sinnvoll sein, um eine technisch-wirtschaftlich ausgewogene Entscheidung für und wider eine Nachrüstung von Schutzmaßnahmen zu fällen.

4.3 Konzept für Prüfung des Blitzschutzsystems einer Biogasanlage nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3)

Die Prüfungen des Blitzschutzsystems einer BGA sind durch fachkundiges Personal auszuführen. Unter fachkundiges Personal werden „Blitzschutzfachkräfte für Prüfung“ nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [7], Nationales Vorwort, und für den Bereich des Überspannungsschutzes zusätzlich „Elektrofachkräfte“ verstanden. Das Konzept zur sogenannten „ständigen Überwachung“ ist in Beiblatt 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [2] in Abschnitt 5.5 beschrieben (hier in Kursivtext).

Die nach DIN EN 62305-3 Ed.2, Abschnitt D.6 geforderten Prüfungen haben das Ziel, sicherheitsrelevante Mängel an überwachungsbedürftigen Anlagen rechtzeitig festzustellen. Auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung sollen die Prüfungen angemessen, sachgerecht und wirksam erfolgen. Diese Prüfungen können Bestandteil des Instandhaltungsprozesses sein und müssen dann dementsprechend in das Instandhaltungskonzept einbezogen werden. Das Vorhandensein eines Prüfkonzeptes ist die Voraussetzung für die Integration der Prüfungen in den Instandhaltungsprozess.

Die Prüfungen müssen so organisiert sein, dass durch das richtige Zusammenspiel von

- Prüffart*
- Prüfumfang*
- Prüftiefe (z. B. Besichtigen, Messen, Erproben)*
- Prüf Fristen und*
- Befähigung des Prüfers*

die Beurteilung des ordnungsgemäßen Zustandes der Anlage kontinuierlich möglich ist.

Erfolgt die Prüfung im Rahmen eines Konzeptes der ständigen Überwachung durch fachkundiges Personal, dann muss jeder Betreiber ein für seine Belange zugeschnittenes Konzept erstellen. Damit können die Instandhaltungsbegleitenden Prüfungen vorteilhaft im Sinne einer Aufwandsminimierung durch Vermeidung von Doppelprüfungen verwendet werden.

Der Betreiber ist verantwortlich für die Erstellung und Umsetzung des Prüfkonzeptes. Dabei hat er die Verantwortlichkeiten und Aufgaben für die befähigten Personen festzulegen und zu benennen. Eine schriftliche Benennung wird empfohlen. Die befähigte Person ist verantwortlich für die sach- und fachgerechte Durchführung der Prüfung.

Sieht das Prüfkonzept Instandhaltungsbegleitende Prüfungen vor, dann sind folgende Voraussetzungen zu beachten:

- Kontinuierliche Betreuung der Anlagen durch Fachpersonal.*
- Der Instandhaltungsauftrag umfasst auch die Überwachung und Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes der Anlage.*
- Mängel in der Anlage werden zeitnah erfasst und unverzüglich behoben.*
- Vorhandensein einer befähigten Person, die die Ergebnisse der Prüfungen des Fachpersonals bewertet und erforderliche Maßnahmen einleitet.*
- Die entsprechenden Wartungs- und Inspektionspläne (Prüfpläne) müssen die sicherheitstechnischen Anforderungen beinhalten.*
- Die befähigte Person muss über alle die Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes betreffenden Aktivitäten in der Anlage zeitnah informiert sein.*

Der ordnungsgemäße Zustand bezüglich des Explosionsschutzes wird innerhalb von maximal 3 Jahren durch die befähigte Person geprüft und beurteilt. Auf Grundlage der Prüfergebnisse legt die befähigte Person das Prüfintervall der nächsten wiederkehrenden Prüfungen fest und beurteilt hierbei, ob das Prüfkonzept den Anforderungen genügt, d. h. Mängel werden so rechtzeitig erkannt, dass sie noch keine sicherheits-technische Beeinflussung darstellen.

Neu hinzukommende Geräte, Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen etc., d. h. Anlagen oder Anlagenteile sowie bei Bedarf auch geänderte Geräte, Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen etc. / Anlagen oder Anlagenteile werden unverzüglich in die Prüfpläne für die wiederkehrenden Prüfungen aufgenommen. Verantwortlich ist die befähigte Person, die für die Umsetzung des Prüfkonzeptes verantwortlich ist.

Die befähigte Person muss in der Lage sein, eine selbständige Bewertung der Gesamtanlage, Teilanlage, Geräte usw. und ggf. veränderter Umgebungsbedingungen vorzunehmen und die Prüfung möglicherweise in Art, Tiefe und Umfang anzupassen.

Grundsätzlich ist es ausreichend, wenn Abweichungen vom Sollzustand aufgezeichnet werden.

Die Feststellung des ordnungsgemäßen Zustands muss nicht auf Einzelobjekte bezogen dokumentiert werden; sie kann auch auf eine räumliche Zuordnung Bezug nehmen. Werden keine Mängel festgestellt, dann ist die Durchführung der Prüfung zu bestätigen.

Mit der Anwendung der Instandhaltungsbegleitenden Prüfung wird eine wesentliche Voraussetzung für die Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes nach §12 BetrSichV geschaffen.

Diese wiederkehrenden Prüfungen sollten in Art und Umfang auch auf BGA angewandt werden. Einen möglichen Prüfbericht für diese Prüfungen gibt Anlage 7. Dieser erfüllt alle Anforderungen aus Beiblatt 3 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen - Beiblatt 3: Zusätzliche Informationen für die Prüfung und Wartung von Blitzschutzsystemen [16]. Er kann noch anlagenbezogen konkretisiert werden; bei mehreren Anlagenteilen können die relevanten Teile auch mehrfach kopiert werden.

5 Bewertung und Zusammenfassung

Wie in Kapitel 2.1 dargestellt, sind Schäden durch Blitzeinschläge in Biogasanlagen (BGA) im Freistaat Sachsen mehrfach vorgekommen. Bisher traten ausschließlich wirtschaftliche Schäden auf. Auch bei BGA mit äußerem und innerem Blitzschutz sind Schäden aufgetreten. Dies könnte ein Hinweis sein auf bestehende Mängel der installierten Blitzschutzsysteme und des installierten Überspannungsschutzes.

Für BGA ist neben einem inneren zusätzlich ein äußerer Blitzschutz erforderlich, sofern eine Explosionsschutz-(EX-) Zone 1 vorhanden ist (Kapitel 3). Dies wird durch Aussagen des informativen Beiblatts 2 zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [2] gestützt. Hier wird eine Schutzklasse II des Blitzschutzsystems festgelegt. In Risikoanalysen für zwei unterschiedliche BGA nach DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2) [3] wird dieses Ergebnis ebenfalls grundsätzlich gestützt; allerdings dürfte nach diesen Analysen bereits eine Schutzklasse III (zum Teil auch schon eine Schutzklasse IV) des Blitzschutzsystems ausreichen. Ist dagegen keine EX-Zone 1 vorhanden, sondern lediglich eine EX-Zone 2 oder auch gar keine EX-Zone, ist ein äußerer Blitzschutz, d. h. Fangeinrichtungen und Ableitungen aus Sicht der genannten Risikoanalysen i. d. R. nicht erforderlich, sofern lediglich die Schadensart L1: Verletzung oder Tod von Personen zugrunde gelegt wird. Unabhängig davon kann aber auch für solche BGA, also ohne EX-Zone 1, ein (zusätzlicher) äußerer Blitzschutz zur Reduzierung von Sachschäden im Rahmen einer vorbeugenden Maßnahme sinnvoll sein; er wird daher empfohlen.

Weiterhin folgt aus den Risikoanalysen, dass ein Überspannungsschutz für alle elektrischen Versorgungsleitungen am Eintritt von außen in die BGA, für alle Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der BGA, und am Eintritt/Übergang aller elektrischen Leitungen in Bereiche der EX-Zonen 1, falls vorhanden, stets erforderlich ist. Der sogenannte „innere“ Blitzschutz mit Überspannungsschutz hat gegenüber dem „äußeren“ Blitzschutz eine grundsätzlich höhere Bedeutung, weil die weitaus höhere Bedrohung (Zahl der Schäden) durch indirekte Blitzeinschläge hervorgerufen wird, nicht durch direkte Blitzeinschläge.

Nimmt man alle Untersuchungsergebnisse zusammen, ist davon auszugehen, dass nicht alle BGA im Freistaat Sachsen ausreichend (und zwar nach dem Stand der Technik) gegen Blitzeinwirkungen gesichert sind. Vielmehr liegen in einigen Fällen offenbar Mängel am Blitz- und Überspannungsschutz vor.

Zur Sicherstellung eines ausreichenden Schutzniveaus gegen Blitzeinwirkungen sind grundsätzlich folgende Schutzmaßnahmen geeignet:

- äußerer Blitzschutz der Schutzklasse II (vgl. dazu im Detail die Aussagen in Kapitel 4.1.1)
- Blitzschutz-Potenzialausgleich für alle von außen eingeführten Versorgungsleitungen
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA

- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik) im Bereich der EX-Zonen 1, falls die BGA solche aufweist.

In Kapitel 4.1 ist ein Grobkonzept für den Blitz- und Überspannungsschutz einer BGA beschrieben. Es enthält alle erforderlichen Maßnahmen:

- Fangeinrichtungen (grundsätzlich für Schutzklasse II)
- Ableitungen (unter Nutzung natürlicher Bestandteile)
- Berücksichtigung des Trennungsabstandes
- vermaschte Erdungsanlage für die gesamte BGA
- Blitzschutz-Potenzialausgleich für alle metallenen Installationen, elektrischen Einrichtungen und Systeme; dazu gehören Überspannungs-Schutzgeräte Typ 1 für alle von außen in die BGA eingeführten Versorgungsleitungen
- Grundsätze der Kabelverlegung sowohl innerhalb der Gebäude und Anlagenteile der BGA (Kabeltragkonstruktionen) als auch außerhalb (Kabelschirmungen)
- koordinierte Überspannungs-Schutzgeräte für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA
- koordinierte Überspannungs-Schutzgeräte für die elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik) im Bereich der EX-Zonen 1

Naturgemäß kann dieses Konzept insbesondere beim Neubau von BGA Anwendung finden. Die Möglichkeiten für Nachrüstungen bei Bestandsanlagen, die Defizite im Bereich des Blitz- und Überspannungsschutzes haben, sind eingeschränkt und abhängig von der konkreten BGA sowie der Ausgestaltung vorhandener Schutzmaßnahmen. In Kapitel 4.2 wird eine Priorisierung bei der Nachrüstung von Schutzmaßnahmen für Bestandsanlagen vorgeschlagen, die einen technisch-wirtschaftlichen Kompromiss versucht.

Den Abschluss der Untersuchung stellt ein Konzept für die Prüfung des Blitzschutzsystems einer BGA dar (Kapitel 4.3). Dazu gehört auch das Beispiel eines Prüfberichts.

Literaturverzeichnis

- [1] VdS 2010: 2015-04: Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz.
- [2] DIN EN 62305-3 Beiblatt 2 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 2): 2012-10: Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen – Beiblatt 2: Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen.
- [3] DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2): 2013-02: Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management.
- [4] DIN EN 62305-2 Beiblatt 1 (VDE 0185-305-2 Beiblatt 1): 2013-02: Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management – Beiblatt 1: Blitzgefährdung in Deutschland.
- [5] SCHUCKNECHT, A.; MATSCHULLAT, J.: Blitzaufkommen im Freistaat Sachsen. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Schriftenreihe, Heft 12/2014.
<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/21713>
- [6] Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung - 12. BImSchV), zuletzt geändert 31.08.2015.
- [7] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): 2011-10: Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen.
- [8] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) – Sachgebiet Explosionsschutz: Einteilung von Explosionsschutz-Zonen bei Biogasanlagen – Auszug aus der Beispielsammlung der BGR 104. Stand: 01/2014.
- [9] Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2152 - Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 720: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines (Bundesanzeiger Nr. 103a vom 2. Juni 2006).
- [10] DIN EN 62305-2 Beiblatt 2 (VDE 0185-305-2 Beiblatt 2): 2013-02: Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management – Beiblatt 2: Berechnungshilfe zur Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen, mit CD-ROM.
- [11] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1): 2011-10: Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze.
- [12] KERN, A.: Das dynamische elektro-geometrische Modell zur detaillierten Berechnung der Einschlagwahrscheinlichkeit in Fangeinrichtungen – 3 Fallstudien. 11. VDE/ABB-Blitzschutztagung, Neu-Ulm 2015.
- [13] KERN, A.; BROCKE, R.; RAAB, V.; HANNIG, M.; ROCK, M.; BEIERL, O.; ZISCHANK, W.: Detailed calculation of interception efficiencies for air-termination systems using the dynamic electro-geometrical model – Practical applications. 33rd International Conference on Lightning Protection (ICLP), Estoril (Portugal) 2016.
- [14] DIN 18014: 2014-03: Fundamente der - Planung, Ausführung und Dokumentation.

- [15] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4): 2011-10: Blitzschutz – Teil 4: elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen.
- [16] DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 3): 2012-10: Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen - Beiblatt 3: Zusätzliche Informationen für die Prüfung und Wartung von Blitzschutzsystemen.
- [17] Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2152 Teil 3 - Technische Regeln für Gefahrstoffe Teil 3: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (GMBI. Nr. 77 vom 20. November 2009, S. 1583)
- [18] Anforderungen an den Blitzschutz von Biogasanlagen – Technische Information (SVK Biogas – Informationsblatt Stand 30.04.2014)
- [19] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164247/umfrage/anzahl-der-biogasanlagen-nach-bundesland/> (aufgerufen: 10.01.2017)

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Studie des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie – Optimierung des Blitzschutzes an Biogasanlagen – Zusammenfassung der Ergebnisse einer Umfrage
- Anlage 2: Fachhochschule Aachen - Campus Jülich: Schadensereignisse durch Blitzeinschlag an Biogasanlagen bundesweit in den letzten 5 Jahren. September 2016.
- Anlage 3: Risikoanalyse nach [3] für die „kleine“ BGA (75 kW) mit EX-Schutzzone 1
- Anlage 4: Risikoanalyse nach [3] für die „große“ BGA (1.000 kW) mit EX-Schutzzone 1
- Anlage 5: Risikoanalyse nach [3] für die „kleine“ BGA (75 kW) mit EX-Schutzzone 2
- Anlage 6: Risikoanalyse nach [3] für die „große“ BGA (1.000 kW) mit EX-Schutzzone 2
- Anlage 7: Prüfbericht für Prüfungen des Blitzschutzsystems von Biogasanlagen (Vorlage)

Studie des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Optimierung des Blitzschutzes an Biogasanlagen

Standort	Baujahr	Störfall	Äußere BSA	Baujahr	Letzte Prüfung	Innere BSA	Baujahr	Letzte Prüfung	Schaden	Thema BSA	Beratungsbedarf
AG Friedebach eG.	2005	Nein	Ja		2014	Ja		2014	Nein	Ja	Nein
Agrargenossenschaft Lungwitztal eG.	1994/2007	Nein	Ja	1994/2007	In Auftrag	Ja	1994/2007	In Auftrag	Nein	Ja	Nein
Lichtenberger Agrar GmbH&CoKG	2011	Ja	Nein	-	-	Ja	2011	-	Nein	Ja	Nein
Milchwirtschaft Dehles	2000	Nein	Ja	2000	2014	Ja	2000	-	Ja	Ja	Nein
Herwigsdorf	2005	Nein	Nein	-	-	Ja	2005	2015	Nein	Ja	Nein
Bioenergie Olbersdorf GmbH	2011	Nein	Nein	-	-	Ja	2011	-	Nein	Ja	Nein
Viereichener Rindfleisch e.G.	2013	Nein	Nein	-	-	Ja	2013	-	Nein	Ja	Nein
Pristäblich	2007	Nein	Nein	-	-	Ja	2007	2013	Nein	Ja	Nein
Halbendorf MVA	2014	Nein	Ja	2014	-	Ja	2014	-	Nein	Ja	Nein
Biogas Eibau GmbH	2010	Nein	Ja	2010	-	Ja	2010	2013	Nein	Ja	Nein
Rackwitzer Biogas GmbH	2012/2013	Ja	Ja	2013	2013	Ja	2013	2013	Nein	Ja	Nein
Börnersdorf	2010	Ja	Nein	-	-	Ja	2010	2014	Nein	Ja	Nein
Schöpstal	2010/2011	Ja	Ja	2011	2015	Ja	2010/2011	2015	Nein	Ja	Nein
Kodersdorf	2015	Ja	Ja	2015	2015	Ja	2015	2015	Nein	Ja	Nein
Ruppendorf	2012	Ja	Nein	-	-	Ja	2012	-	Nein	Nein	Ja
Berthelsdorf	2008/2009	Nein	Nein	-	-	Ja	2009	2012	Nein	Ja	Nein
Beiersdorf	2011	Nein	Nein	-	-	Ja	2011	-	Nein	Ja	Nein
Hirschfeld	2007	Ja	Ja	2008	2008	Ja	2007	-	Ja 2015	Ja	Nein
Grimma/Beiersdorf	2006	Ja	Ja	-	-	Ja	2006	2010	Nein	Ja	Nein

Standort	Baujahr	Störfall	Äußere BSA	Baujahr	Letzte Prüfung	Innere BSA	Baujahr	Letzte Prüfung	Schaden	Thema BSA	Beratungsbedarf
Agrargenossenschaft eG. Reichenbach	2007	Ja	Nein	-	-	Ja	2007	2013	Nein	Ja	Nein
Burkhardttdorf	2006	Nein	Ja	2006	-	Ja	2006	-	Nein	Ja	Nein
Laas	2005	Ja	Nein	-	-	Ja	2005/2010	2014	Nein	Ja	Nein
Bahretal	2006	Nein	Ja	2006	2006	Ja	2006	2006	Nein	Ja	Nein
Brand-Erbisdorf	2006	Nein	Ja	2006	-	Ja	2006	-	Nein	Nein	Ja
Bobritzsch	2006	Nein	Ja	2006	-	Ja	2006	2015	Nein	Ja	Nein
Bobritzsch/ Schweinezuchtanlage	2004	Nein	Ja	2004	-	Ja	2004	2015	Nein	Ja	Nein
Wirtschaftshof „Sachsenland“ Röhrsdorf	2009	Ja	Nein	-	-	Ja	2009	2012	Nein	Ja	Nein
Klotsche	2010	Ja	Ja	2010	2015	Ja	2010	2015	Nein	Ja	Nein
Drewag Roßwein	2011	Ja	Ja	2010/2011	2015	Ja	2010/2011	2015	Nein	Ja	Nein
Basankwitz	2009	Nein	Nein	-	-	Ja	2009	-	Nein	Ja	Nein
Großdrebnitz	2009	Ja	Nein	-	-	Ja	2009	-	Nein	Nein	Nein
Neundorf	2011	Nein	Nein	-	-	Ja	2011	-	Nein	Ja	Nein
Pristüblich	2007	Nein	Nein	-	-	Ja	2007	2013	Nein	Ja	Nein
Spree Agrartechnik GmbH	2007	Ja	Nein	-	-	Ja	2007	2015	Nein	Ja	Nein
Agrargenossenschaft Nauendorf-Niedergoseln	2005	Nein	Nein	-	-	Ja	2005	2014	Nein	Ja	Nein
Hirschstein	2007	Nein	Ja	2007	2015	Ja	2007	2011	Ja 2013	Nein	Ja
BVR-Bio-Verwertungsgesellschaft Radeberg mbH	1997-1999		Ja	1999	2014	Ja	1999	2014	Ja 2013	Ja	Nein
Hohenroda	2003	Nein	Nein	-	-	Ja	2003/2011	2014	Ja	Nein	Nein
Reinsdorf Agrar	2010	Ja	Ja	2013	2013	Ja	2013	2013	Nein	Ja	Nein



Fachhochschule Aachen

Campus Jülich

Schadensereignisse durch Blitzeinschlag an Biogasanlagen
bundesweit in den letzten 5 Jahren

September 2016

Aufstellung der zu klärenden Fragen:

- Fällt die Anlage unter die sogenannte Störfallverordnung?
- Ist ein äußerer Blitzschutz vorhanden?
- Welches Baujahr hat das äußere Blitzschutzsystem?
- Wann wurde das äußere Blitzschutzsystem letztmalig geprüft?
- Ist ein innerer Blitzschutz/Potentialausgleich vorhanden?
- Welches Baujahr hat der innere Blitzschutz/Potentialausgleich?
- Wann wurde der innere Blitzschutz/Potentialausgleich letztmalig geprüft?
- Was wurde in der Biogasanlage durch Blitzeinschlag zerstört? Wie hoch war der wirtschaftliche Schaden?

Vorgehensweise

Zunächst wurde eine Internet-Recherche zum Thema Schadenereignisse an Biogasanlagen durch Blitzschäden durchgeführt. Zusätzlich wurden Firmen aus dem Bereich des Blitzschutzes und der Biogasanlagen kontaktiert. Die erfolgreichen Kontaktierungen sind im Folgenden kurz dargestellt und näher erläutert.

Daten

1. Agrokraft GmbH – Frau Düring

Anlage: Biogasanlage

Standort: Bad Neustadt / Saale

Zeit: -

Störfallverordnung: Ja

Äußerer Blitzschutz + Baujahr: vorhanden

Innerer Blitzschutz/Potentialausgleich + Baujahr: vorhanden

Letzte Prüfung: 2014 nach BetrSichV

Zerstört durch Blitzeinschlag: Schäden an Fahrzeugwaage / Technik Waagenhäuschen

Wirtschaftlicher Schaden: 1.500 €

2. Kompost Toni – Herr Baumann (Schadengutachter im Auftrag von Versicherungen)

Informationen: keine Näheren, da die auftragenden Versicherungen die Rechte an den Protokollen und Daten haben

Anlagenzahl: 18 BGA mit Schäden durch indirekte Blitzeinschläge / Überspannungsschäden

Anlagenzahl: 4 BGA mit Schäden durch Direkteinschlag → Brandfall

Störfallverordnung: Ja

Äußerer Blitzschutz + Baujahr: nicht vorhanden

Potentialausgleich: Immer vorhanden, aber nur selten blitzstrom-tragfähig

Überspannungsschutz: in BGA-Branche nicht ernst genommen. Wenn vorhanden, dann unprofessionell

Schäden: Abbrand der Foliendächer und das darin vorhandene Gas

Wirtschaftlicher Schaden: 35.000 € bis 175.000 €

Ergänzung: „Offensichtlich sind von Wolke-Erde-Direkteinschlägen die an herausragender metallischer Mittelsäule abgespannten Fermenterhauben wesentlich gefährdeter als Tragluftgestützte Doppelfolienmembrangasspeicherhauben oder einschalige EPDM-Membranen.“

3. Firma EthaTec (Zeitungsartikel)

Anlage: BGA der Firma EthaTec GmbH

Standort: Gewerbegebiet Weselberg - Südwestpfalz

Zeit: Juni 2014

Störfallverordnung: -

Äußerer Blitzschutz + Baujahr: nicht vorhanden

Innerer Blitzschutz/Potentialausgleich + Baujahr: Potentialausgleich
Letzte Prüfung: -
Ursache: Blitzeinschlag in Fermenter → Explosion / Gasverpuffung
Wirtschaftlicher Schaden: 50.000 € bis 100.000 €

4. Zeitungsartikel

Anlage: BGA, Firma unbekannt
Standort: Sulingen, Ortsteil Herelse
Zeit: April 2014
Äußerer Blitzschutz + Baujahr: nicht vorhanden
Innerer Blitzschutz/Potentialausgleich + Baujahr: Potentialausgleich
Letzte Prüfung: -
Folge Blitzeinschlag: Vollbrand Dachbereich + Übergreifen der Flammen auf 2. Behälter
Wirtschaftlicher Schaden: ca. 100.000 €

5. Pressestelle Polizei Niedersachsen

Anlage: BGA
Standort: Duderstadt, Breitenberg
Zeit: September 2014
Äußerer Blitzschutz + Baujahr: nicht vorhanden
Innerer Blitzschutz/Potentialausgleich + Baujahr: Potentialausgleich
Letzte Prüfung: -
Folge Blitzeinschlag: Plane 1/3 abgebrannt, Gasbrand
Wirtschaftlicher Schaden: 40.000 €

6. Balance VNG – Herr Fritsch

Anlage: Hauseigene BGA von Balance VNG
Standort: Kirschallee 10 Oschatz *
Zeit: Inbetriebnahme Ende 2011
Störfallverordnung: Nein, fällt nicht darunter
Äußerer Blitzschutz + Baujahr: Alles installiert
Innerer Blitzschutz/Potentialausgleich + Baujahr: Alles installiert
Letzte Prüfung: regelmäßige Wartung und Kontrolle
Folge Blitzeinschlag: Waage und Toranlage außer Betrieb
Wirtschaftlicher Schaden: 5.000 €
Ergänzung: Region besitzt schwaches Stromnetz (Anlage am letzten Teilstück) → Blitzeinschlag bedeutet einen definitiven Ausfall. Anlage indirekt durch Netzstabilität betroffen.

* Diese Anlage befindet sich im Freistaat Sachsen und wurde daher zusätzlich auch in der Statistik aus Abschnitt 2.1 mit berücksichtigt.

1	Sprache	Deutsch	Hinweise zur Benutzung	
			Eingabeformulare öffnen: Grüne Taste anklicken	Ausgabedaten: (blau)
			(gelb)	

A) Allgemein

2	Objekt	Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW			Datum	17.10.2016
---	--------	---	--	--	-------	------------

3	Global	Blitz		Bauliche Anlage		Finanzen				Tolerierbares Risiko RT x1E-5					
		NG	CD	L	W	H	HP	Unit	i	a	m	L1	L2	L3	L4
		4,00	1	50	20	10		EUR	4,0%	4,0%	2,0%	1	100	10	10

4	Leitung	Zahl	L1: Personen			L2: Nutzer			L3: Werte (EUR)			L4: Werte (EUR)			Angeschlossene Anlagen			
		2	iz	nz	nz	cb	cc	Total	ca	cb	cc	cs	Total	CDJ	LJ	WJ	HJ	HPJ
		1	0,5	1	1000	a	a	1						1				
		2	0,5	1	1000	b	a	1						1				
			1	1	0	a	a	1						1				
			1	1	0	a	a	1						1				

5	Zone	Zahl	L1: Personen			L2: Nutzer			L3: Werte (EUR)			L4: Werte (EUR)			
		2	iz	nz	nz	cb	cc	Total	ca	cb	cc	cs	Total		
		Z1	4.400	2									1,500E+05	5.000E+04	2.000E+05
		Z2	800	1									5.000E+04	5.000E+04	1.000E+05
			8.760												
			8.760												
			8.760												
		Total		3									2,000E+05	1,000E+05	3,000E+05

6	Verlust	L1			L2			L3			L4			
		LTA	LTU	LF	LO	LO	LF	LO	LF	LO	LF	LO		
		Z1	0,01	0,01	0,02	1							0,1	0,0001
		Z2	0,01	0,01	0,1	1	0,0001						0,5	0,001
						1								
						1								
						1								

7	Flächen	Flächen (Graphisches Verfahren)			Leitung			1=Energie			2=Telekom		
		Bauliche Anlage			AL*			AI*			ADJ*		
		AD*											
		AM*											

B) Blitzschutz

Ohne Schutz

Mit Schutz

Kosten (EUR)

8	Global Faktoren		Leitung Faktoren				Xcon
	KS1	PB	PEB	Xsys		Xcon	
				1	2		
1	1	1	1	0	0	a	a
1	0,2	0,05	5000	0	0	a	a
		10000					

9	Zone		9 = Zone										10 = Leitung					
	Z1 Objekt	Z2 Ex-Zone	KS2		rt	PTA	PTU	rf	rp	1=Energie			2=Telekom			3=Leitung		
			1	2						KS3	PSPD	KS3	PSPD	KS3	PSPD	KS3	PSPD	
1	1	0,01	1	1	1	0,01	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0,01	1	1	1	0,01	0,2	1	1	1	0,2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0,01	1	1	1	0,1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0,01	1	1	1	0,1	0,2	1	1	1	0,05	0,05	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	2000	1	1	1	2000	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

11	Finanzen	L4: Nutzen		Werte (EUR)		Jährliche Werte (EUR)		Ersparnis	
		ct	300.000	CP	19.000	CL	1.578		CRL

12	Gefährliche Ereignisse		Bauliche Anlage				Faktoren				Gefährliche Ereignisse									
	Leitung	1	2	KS4	PLD	PLI	Flächen		Jährliche Werte (EUR)		Gefährliche Ereignisse									
							AL	AM	CL	CP	NL	NI	N1	N2						
							8.027	855.398												
							40.000	4.000.000	40.000	4.000.000	0,080	8.000	0,080	8.000	0,032	3.422	0,080	8.000	0,080	8.000
							40.000	4.000.000	40.000	4.000.000	0,080	8.000	0,080	8.000	0,080	8.000	0,080	8.000	0,080	8.000

13	Ergebnis	Risiko x1E-5										Ergebnis	
		RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	R	RT		
Ohne Schutz	L1	0,117	0,584	0,596	2,971	0,010	1,042	0,049	4,871	10,2	1	R>RT	Mehr Schutz nötig !!!
	L2										100		
	L3										10		
	L4			27,828	138,667	0,589	62,729	2,933	293,333	526,1	10	R>RT	
Mit Schutz	L1	0,023	0,029	0,048	0,059	0,001	0,004	0,002	0,244	0,4	1	R<=RT	Schutz ausreichend
	L2										100		
	L3										10		
	L4			2,226	2,773	0,106	0,675	0,400	40,000	46,2	10	R>RT	

Risiko x1E-5	Ohne Schutz	D1			D2			D3			Zone Total	RT
		RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ			
L1	Z1	0,107521	0,535768645	0,107521	0,535769	0,009775	1,041581	0,048706	4,870624	1,28658	1	
	Z2	0,009775	0,04870624	0,488733	2,435312	0,009775	1,041581	0,048706	4,870624	8,953211		
	Total	0,117296	0,584474886	0,596254	2,971081	0,009775	1,041581	0,048706	4,870624	10,23979		
	Z1											
L2	Z2										100	
	Total											
	Z1											
	Z2											
L3	Total										10	
	Z1											
	Z2											
	Total											
L4	Z1	1,070324	5,333333	1,070324	5,333333	0,053516	5,702654	0,266667	26,66667	39,09316	10	
	Z2	26,75811	133,3333	26,75811	133,3333	0,535162	57,02654	2,666667	266,6667	486,9865		
	Total											
	Total	27,82844	138,6667	27,82844	138,6667	0,588678	62,7292	2,933333	293,3333	526,0796		

Risiko x1E-5 Mit Schutz	D1		D2		D3				Zone Total	RT	
	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ			
L1	Z1	0,021504	0,026788432	0,008602	0,010715	0,000953	0,004162	0,002435	0,243531	0,06761	
	Z2	0,001955	0,002435312	0,039099	0,048706	0,000953	0,004162	0,002435	0,243531	0,343277	
	Total	0,023459	0,029223744	0,0477	0,059422	0,000953	0,004162	0,002435	0,243531	0,410887	1
L2	Z1										
	Z2										
	Total										100
L3	Z1										
	Z2										
	Total										10
L4	Z1			0,085626	0,106667	0,053516	0,447088	0,266667	26,66667	27,62623	
	Z2			2,140649	2,666667	0,052178	0,227878	0,133333	13,33333	18,55404	
	Total			2,226275	2,773333	0,105695	0,674966	0,4	40	46,18027	10

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW**

Datum **17.10.16**

L1: Personen					
			Z1	Z2	Total
Zeit	h	tz	4400	800	
Zahl		nz	2	1	3

L2: Nutzer					
			Z1	Z2	Total
Zahl		nz			

L3: Werte				Währungseinheit	EUR
	Gebäude	Inhalt			Total
	cb	cc			
Z1					
Z2					

L4: Werte					Währungseinheit	EUR
	Tiere	Gebäude	Inhalt	Systeme		Total
	ca	cb	cc	cs		
Z1		150.000		50.000		200.000
Z2		50.000		50.000		100.000
		200.000		100.000		300.000

Objekt	Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW		Datum	17.10.16
Leitung 4				
>Nicht vorhanden<				
CI		1 Freileitung		Tab A.2
CE		1 Land		Tab A.4
CT		1 NS Energie oder Telekom Leitung		Tab A.3
LL	m	Länge der Leitung (unbekannt = 1000)		
Xtyp		a Energie-Leitung	KS4	1,000
Xshd		a Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD	1,000
Uw	kV	1 Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI	1,000
CD		1 Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe		Tab A.1
LJ	m	Länge der verbundenen Anlage		
WJ	m	Breite der verbundenen Anlage		
HJ	m	Höhe der verbundenen Anlage		
HPJ	m	Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)		
AL	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)		(A.9)
AI	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)		(A.11)
ADJ	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)		(A.2)

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW**

Datum **17.10.16**

Ohne Schutz	Mit Schutz
-------------	------------

Kosten (EUR)

Gesamtkosten: Blitzschutz **19.000**

Bauliche Anlage	
Global	1 Aussen: Kein räumlicher Schirm 1 Kein LPS 1 Potentialausgleich am Gebäudeeintritt: Keiner 1 Aussen: Kein räumlicher Schirm 0,2 LPS IV 0,05 Potentialausgleich am Gebäudeeintritt: LPL III to IV 10.000 5.000

Leitung	
Leitung 1	Xcon a Keine besondere Bedingung Xsys 0 Innere Systeme - Ungeschirmt CLD 1 CLI 1 CSD 1 0
Leitung 2	Xcon a Keine besondere Bedingung Xsys 0 Innere Systeme - Ungeschirmt CLD 1 CLI 1 CSD 0 1
	Xcon a Keine besondere Bedingung Xsys 0 Innere Systeme - Ungeschirmt CLD 1 CLI 1 CSD 1 0
	Xcon a Keine besondere Bedingung Xsys 0 Innere Systeme - Ungeschirmt CLD 1 CLI 1 CSD 0 1 1 0

Objekt Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW**Datum**

17.10.16

	Mit Schutz
Ohne Schutz	Kosten (EUR)

Zone Z1	Objekt	
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,5 Manuelle Brandschutzmaßnahmen
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Zone Z2	Ex-Zone	
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,1 Hohes Risiko für Feuer oder Explosion (Zone 1, 21) 0,5 Manuelle Brandschutzmaßnahmen
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW**Datum **17.10.16**

Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
-------------	------------	--------------

Zone Z3 >Nicht vorhanden<		
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Zone Z4 >Nicht vorhanden<		
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW**Datum **17.10.16**

Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
-------------	------------	--------------

Zone Z5		
>Nicht vorhanden<		
KS2 rt	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1
PTA	1 Kein Schutz gegen Schock	1 Kein Schutz gegen Schock
PTU	1 Kein Schutz gegen Schock	1 Kein Schutz gegen Schock
rf	1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe)	1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe)
rp	1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko	1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
KS3	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2
PSPD	1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
KS3	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2
PSPD	1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
KS3	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2
PSPD	1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
KS3	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2
PSPD	1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW**

Datum **17.10.16**

L1 - Verlust von Menschenleben	>>> Tolerierbares Risiko <<<
---------------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2		
LTA	0,01	0,01	Verletzung von Lebewesen (S1) Verletzung von Lebewesen (S3) Physikalische Schäden Faktor für spezielles Risiko Ausfälle von el. Systemen	Tab C.2 Tab C.2 Tab C.2 Tab C.6 Tab C.2
LTU	0,01	0,01		
LF	0,02	0,1		
hz	1	1		
LO		0,0001		

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1	0,11	0,54	0,11	0,54					1,29
Z2	0,01	0,05	0,49	2,44	0,01	1,04	0,05	4,87	8,95
Total	0,12	0,58	0,60	2,97	0,01	1,04	0,05	4,87	10,24

L1 - Verlust von Menschenleben Ohne Schutz	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
	10,24	1,00	R>RT	Mehr Schutz nötig !!!

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1	0,02	0,03	0,01	0,01					0,07
Z2	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,24	0,34
Total	0,02	0,03	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,24	0,41

L1 - Verlust von Menschenleben Mit Schutz	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
	0,41	1,00	R<=RT	Schutz ausreichend

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW**

Datum **17.10.16**

L2 - Verlust von Dienstleistungen	>>> Tolerierbares Risiko <<<
--	---

Verlust	Z1	Z2			
LF				Physikalische Schäden	Tab C.8
LO				Ausfälle von el. Systemen	Tab C.8

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L2 - Verlust von Dienstleistungen	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
Ohne Schutz		100,00		

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L2 - Verlust von Dienstleistungen	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
Mit Schutz		100,00		

L3 - Verlust von Kulturgut	>>> Tolerierbares Risiko <<<
-----------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2			
LF				Physikalische Schäden	Tab C.10

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L3 - Verlust von Kulturgut	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
Ohne Schutz		10,00		

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L3 - Verlust von Kulturgut	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
Mit Schutz		10,00		

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW**

Datum **17.10.16**

L4 - Wirtschaftliche Verluste	>>> Nutzen <<<
--------------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2		
LTA			Verletzung von Lebewesen (S1)	Tab C.12
LTU			Verletzung von Lebewesen (S3)	Tab C.12
LF	0,1	0,5	Physikalische Schäden	Tab C.12
LO	0,0001	0,001	Ausfälle von el. Systemen	Tab C.12

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1			1,07	5,33	0,05	5,70	0,27	26,67	39,09
Z2			26,76	133,33	0,54	57,03	2,67	266,67	486,99
Total	0,00	0,00	27,83	138,67	0,59	62,73	2,93	293,33	526,08

L4 - Wirtschaftliche Verluste Ohne Schutz	R	RT		
	526,08	10,00		

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1			0,09	0,11	0,05	0,45	0,27	26,67	27,63
Z2			2,14	2,67	0,05	0,23	0,13	13,33	18,55
Total	0,00	0,00	2,23	2,77	0,11	0,67	0,40	40,00	46,18

L4 - Wirtschaftliche Verluste Mit Schutz	R	RT		
	46,18	10,00		

Währungseinheit	EUR	Ergebnis - Nutzen
CP	19.000	Gesamtkosten: Blitzschutz
CL	1.578	Jährliche Kosten: Verlust (Ohne Schutz) (D.2)
CRL	139	Jährliche Kosten: Verlust (Mit Schutz) (D.4)
CPM	1.900	Jährliche Kosten: Blitzschutz (D.5)
SM	-460	Ersparnis (D.6)

1	Sprache	Deutsch	Hinweise zur Benutzung Eingabeformulare öffnen: Grüne Taste anklicken										Eingabedaten:	(gelb)	Ausgabedaten:	(blau)										
A) Allgemein																										
2	Objekt	Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW										Datum	17.10.2016													
3	Global	Blitz	Bauliche Anlage										Finanzen					Tolerierbares Risiko RT x1E-5								
	NG	CD	L	W	H	HP	Unit	i	a	m	L1	L2	L3	L4												
	8,00	1	100	40	10		EUR	4,0%	4,0%	2,0%	1	100	10	10												
4	Leitung	Zahl	Leitung										Angeschlossene Anlagen													
		2	CI	CT	CE	LL	Xtyp	Xshd	Uw						CDJ	LJ	WJ	HJ	HPJ							
	Energie	1	0,5	1	1	1000	a	a	1						1											
	Telekom	2	0,5	1	1	1000	b	a	1						1											
			1	1	1	0	a	a	1						1											
			1	1	1	0	a	a	1						1											
5	Zone	Zahl	L2: Nutzer										L3: Werte (EUR)					L4: Werte (EUR)								
		2	L1: Personen	L2: Nutzer						Total	ca	cb	cc	cs	Total											
	Objekt	Z1	LTA	LTU	LF	LO	LO	LF	LO	LO	LO	LO	LO	LO	LO											
	Ex-Zone	Z2	5	1	0,02	1	1	0,0001	1	1	1	1	1	1	1	1,200E+06	4,000E+05	1,600E+06								
			1	1	0,1	1	0,0001	1	1	1	1	1	1	1	1	6,000E+05	3,000E+05	9,000E+05								
			8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760							
	Total		6													1,800E+06	7,000E+05	2,500E+06								
6	Verlust	L1										L2					L3					L4				
	Objekt	Z1	LTA	LTU	LF	LO	LO	LF	LO	LO	LO	LO	LO	LO	LO	LTA	LTU	LF	LO							
	Ex-Zone	Z2	0,01	0,01	0,02	1	1	0,0001	1	1	1	1	1	1	1	0,1	0,5	0,0001	0,001							
7	Flächen	Flächen (Graphisches Verfahren)										1=Energie					2=Telekom									
	Bauliche Anlage											AL*					AI*									
												ADJ*														

B) Blitzschutz

Ohne Schutz

Mit Schutz

Kosten (EUR)

8	Global Faktoren		Leitung Faktoren				
	KS1	PB	PEB	Xsys		Xcon	
				1	2		
1	1	1	1	0	0	a	a
1	0,1	0,05	0	0	0	a	a
	20000	5000					

9	Zone		9 = Zone										10 = Leitung						
	Z1 Objekt	Z2 Ex-Zone	KS2		rt	PTA	PTU	rf	rp	1=Energie		2=Telekom		KS3	PSPD	KS3	PSPD	KS3	PSPD
			KS3	PSPD						KS3	PSPD								
1	1	1	0,01	1	1	1	0,01	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0,01	1	1	1	0,01	0,2	1	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0,01	1	1	1	0,1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0,01	1	1	1	0,1	0,2	1	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

11	Finanzen	L4: Nutzen		Werte (EUR)		Jährliche Werte (EUR)		Ersparnis
		ct	CP	CL	CRL	CPM	CPM	
		2.500.000	35.000	23.842	2.081	3.500	18.261	

12	Gefährliche Ereignisse		Flächen				Gefährliche Ereignisse					
	Bauliche Anlage	Leitung	KS4	PLD	PLI	AD		AM				
						AL	AI	ADJ	ADJ			
1	1	1	1	1	15.227	15.227	925.398	925.398	0,122	7,403	0,160	16,000
2	1	1	1	1	40.000	40.000	4.000.000	4.000.000	0,160	16,000	0,160	16,000
	1	1	1	1	40.000	40.000	4.000.000	4.000.000	0,160	16,000	0,160	16,000
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

13	Ergebnis	Risiko x1E-5										Ergebnis	
		RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	R	RT		
Ohne Schutz	L1	0,528	1,388	1,437	3,775	0,019	1,127	0,049	4,871	13,2	1	R>RT	Mehr Schutz nötig !!!
	L2										100		
	L3										10		
	L4			113,536	298,240	1,657	100,683	4,352	435,200	953,7	10	R>RT	
Mit Schutz	L1	0,053	0,069	0,057	0,075	0,002	0,005	0,002	0,244	0,5	1	R<=RT	Schutz ausreichend
	L2										100		
	L3										10		
	L4			4,541	5,965	0,337	1,284	0,704	70,400	83,2	10	R>RT	

Risiko x1E-5	Ohne Schutz	D3										Zone Total	RT
		RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total			
L1	Z1	0,509899	1,339421613	0,509899	1,339422	0,018542	1,126817	0,048706	4,870624	3,698641			
	Z2	0,018542	0,04870624	0,927089	2,435312	0,018542	1,126817	0,048706	4,870624	9,494338			
	Total	0,528441	1,388127854	1,436988	3,774734	0,018542	1,126817	0,048706	4,870624	13,19298		1	
L2	Z1												
	Z2												
	Total											100	
L3	Z1												
	Z2												
	Total												
L4	Z1			3,898223	10,24	0,194911	11,8451	0,512	51,2	77,89023			
	Z2			109,6375	288	1,461834	88,83822	3,84	384	875,7776			
	Total			113,5357	298,24	1,656745	100,6833	4,352	435,2	953,6678		10	

Risiko x1E-5 Mit Schutz	D1		D2		D3			Zone Total	RT		
	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW			RZ	
L1	Z1	0,05099	0,066971081	0,020396	0,026788	0,001808	0,004503	0,002435	0,243531	0,165145	
	Z2	0,001854	0,002435312	0,037084	0,048706					0,342356	
	Total	0,052844	0,069406393	0,05748	0,075495	0,001808	0,004503	0,002435	0,243531	0,507502	1
L2	Z1										
	Z2										
	Total										100
L3	Z1										
	Z2										
	Total										
L4	Z1			0,155929	0,2048	0,194911	0,928656	0,512	51,2	53,1963	
	Z2			4,385501	5,76	0,142529	0,354998	0,192	19,2	30,03503	
	Total			4,54143	5,9648	0,33744	1,283653	0,704	70,4	83,23132	10
	Total			4,54143	5,9648	0,33744	1,283653	0,704	70,4	83,23132	10

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW**

Datum **17.10.16**

L1: Personen					
			Z1	Z2	Total
Zeit	h	tz	4400	800	
Zahl		nz	5	1	6

L2: Nutzer					
			Z1	Z2	Total
Zahl		nz			

L3: Werte				Währungseinheit	EUR
	Gebäude	Inhalt			Total
	cb	cc			
Z1					
Z2					

L4: Werte					Währungseinheit	EUR
	Tiere	Gebäude	Inhalt	Systeme		Total
	ca	cb	cc	cs		
Z1		1.200.000		400.000		1.600.000
Z2		600.000		300.000		900.000
		1.800.000		700.000		2.500.000

Objekt	Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW		Datum	17.10.16
Leitung 4		>Nicht vorhanden<		
CI		1 Freileitung		Tab A.2
CE		1 Land		Tab A.4
CT		1 NS Energie oder Telekom Leitung		Tab A.3
LL	m	Länge der Leitung (unbekannt = 1000)		
Xtyp		a Energie-Leitung	KS4	1,000
Xshd		a Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD	1,000
Uw	kV	1 Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI	1,000
CD		1 Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe		Tab A.1
LJ	m	Länge der verbundenen Anlage		
WJ	m	Breite der verbundenen Anlage		
HJ	m	Höhe der verbundenen Anlage		
HPJ	m	Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)		
AL	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)		(A.9)
AI	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)		(A.11)
ADJ	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)		(A.2)

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW**

Datum **17.10.16**

Ohne Schutz	Mit Schutz
-------------	------------

Kosten (EUR)

Gesamtkosten: Blitzschutz

35.000

Bauliche Anlage

Global	KS1 PB PEB	1 Aussen: Kein räumlicher Schirm 1 Kein LPS 1 Potentialausgleich am Gebäudeeintritt: Keiner	1 Aussen: Kein räumlicher Schirm 0,1 LPS III 0,05 Potentialausgleich am Gebäudeeintritt: LPL III to IV	20.000 5.000
--------	------------------	---	--	-------------------------------

Leitung

Leitung 1	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	
Leitung 2	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	
	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	
	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	

Objekt Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW**Datum**

17.10.16

	Mit Schutz
Ohne Schutz	Kosten (EUR)

Zone Z1	Objekt	
Zone	KS2 rt PTA PTU rf	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,5 Manuelle Brandschutzmaßnahmen
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Zone Z2	Ex-Zone	
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,1 Hohes Risiko für Feuer oder Explosion (Zone 1, 21) 0,5 Manuelle Brandschutzmaßnahmen
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW**Datum **17.10.16**

Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
-------------	------------	--------------

Zone Z3 >Nicht vorhanden<

Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Zone Z4 >Nicht vorhanden<

Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW**Datum **17.10.16**

Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
-------------	------------	--------------

Zone Z5		
>Nicht vorhanden<		
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW**

Datum **17.10.16**

L1 - Verlust von Menschenleben	>>> Tolerierbares Risiko <<<
---------------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2		
LTA	0,01	0,01	Verletzung von Lebewesen (S1) Verletzung von Lebewesen (S3) Physikalische Schäden Faktor für spezielles Risiko Ausfälle von el. Systemen	Tab C.2 Tab C.2 Tab C.2 Tab C.6 Tab C.2
LTU	0,01	0,01		
LF	0,02	0,1		
hz	1	1		
LO		0,0001		

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1	0,51	1,34	0,51	1,34					3,70
Z2	0,02	0,05	0,93	2,44	0,02	1,13	0,05	4,87	9,49
Total	0,53	1,39	1,44	3,77	0,02	1,13	0,05	4,87	13,19

L1 - Verlust von Menschenleben Ohne Schutz	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
	13,19	1,00	R>RT	Mehr Schutz nötig !!!

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1	0,05	0,07	0,02	0,03					0,17
Z2	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,24	0,34
Total	0,05	0,07	0,06	0,08	0,00	0,00	0,00	0,24	0,51

L1 - Verlust von Menschenleben Mit Schutz	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
	0,51	1,00	R<=RT	Schutz ausreichend

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW**

Datum **17.10.16**

L2 - Verlust von Dienstleistungen	>>> Tolerierbares Risiko <<<
--	---

Verlust	Z1	Z2			
LF				Physikalische Schäden	Tab C.8
LO				Ausfälle von el. Systemen	Tab C.8

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L2 - Verlust von Dienstleistungen	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Ohne Schutz		100,00			

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L2 - Verlust von Dienstleistungen	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Mit Schutz		100,00			

L3 - Verlust von Kulturgut	>>> Tolerierbares Risiko <<<
-----------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2			
LF				Physikalische Schäden	Tab C.10

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L3 - Verlust von Kulturgut	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Ohne Schutz		10,00			

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L3 - Verlust von Kulturgut	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Mit Schutz		10,00			

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW**

Datum **17.10.16**

L4 - Wirtschaftliche Verluste	>>> Nutzen <<<
--------------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2		
LTA			Verletzung von Lebewesen (S1)	Tab C.12
LTU			Verletzung von Lebewesen (S3)	Tab C.12
LF	0,1	0,5	Physikalische Schäden	Tab C.12
LO	0,0001	0,001	Ausfälle von el. Systemen	Tab C.12

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1			3,90	10,24	0,19	11,85	0,51	51,20	77,89
Z2			109,64	288,00	1,46	88,84	3,84	384,00	875,78
Total	0,00	0,00	113,54	298,24	1,66	100,68	4,35	435,20	953,67

L4 - Wirtschaftliche Verluste Ohne Schutz	R	RT		
	953,67	10,00		

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1			0,16	0,20	0,19	0,93	0,51	51,20	53,20
Z2			4,39	5,76	0,14	0,35	0,19	19,20	30,04
Total	0,00	0,00	4,54	5,96	0,34	1,28	0,70	70,40	83,23

L4 - Wirtschaftliche Verluste Mit Schutz	R	RT		
	83,23	10,00		

Währungseinheit	EUR	Ergebnis - Nutzen	
CP	35.000	Gesamtkosten: Blitzschutz	
CL	23.842	Jährliche Kosten: Verlust (Ohne Schutz) (D.2)	
CRL	2.081	Jährliche Kosten: Verlust (Mit Schutz) (D.4)	
CPM	3.500	Jährliche Kosten: Blitzschutz (D.5)	
SM	18.261	Ersparnis (D.6)	

1	Sprache	Deutsch	Hinweise zur Benutzung Eingabeformulare öffnen: Grüne Taste anklicken
		(gelb)	Ausgabedaten: (blau)

A) Allgemein

2	Objekt Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2	Datum 09.11.2016
----------	---	-------------------------

3	Global	Blitz NG 4,00	CD 1	L 50	W 20	H 10	HP	Unit EUR	Finanzen i 4,0%	a 4,0%	m 2,0%	Angeschlossene Anlagen L1 1	L2 100	L3 10	L4 10
----------	---------------	----------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------	--------------------	------------------------------	------------------	------------------	--	------------------	-----------------	-----------------

4	Leitung	Zahl 2	CI	CT	CE	Leitung			Uw
		1 2	0,5 0,5	1 1	1 1	1000 1000	a b	a a	1 1
		1 1	1 1	0 0	a a	a a	a a	1 1	
		1 1	1 1	0 0	a a	a a	a a	1 1	

5	Zone	Zahl 2	L1: Personen			L2: Nutzer			L3: Werte (EUR)			L4: Werte (EUR)			
		Z1 Z2	iz 4.400 800	nz 2 1		nz 2 1	cb cc	cb cc	ca cc	ca cc	cb cc	cs cs	cs cs	Total 2.000E+05 1.000E+05	
		1 1	8.760 8.760												
		1 1	8.760 8.760												
		Total		3											3.000E+05

6	Verlust	Z1	LTA	L1			L2			L3			L4		
		Z2	0,01 0,01	LTU 0,01 0,01	LF 0,02 0,02	LO 1 1	LO 1 1	LF 1 1	LO 1 1	LF 1 1	LO 1 1	LF 0,1 0,1	LO 0,0001 0,001		

7	Flächen	Flächen (Graphisches Verfahren)						1=Energie	2=Telekom
		Bauliche Anlage						AL*	AI*
		AD*						ADJ*	
		AM*							

13	Ergebnis	Risiko x1E-5										Ergebnis					
		RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	R	RT						
Ohne Schutz	L1	0,117	0,584	0,117	0,584										R>RT	1	Mehr Schutz nötig !!!
	L2															100	
	L3															10	
	L4			1,605	8,000	0,589	62,729	2,933	293,333	369,2	10				R>RT	10	
Mit Schutz	L1	0,117	0,029	0,047	0,012											1	Schutz ausreichend
	L2															100	
	L3															10	
	L4			0,642	0,160	0,589	0,675	0,400	40,000	42,5	10				R>RT	10	

Risiko x1E-5	Ohne Schutz	D3										Zone Total	RT				
		RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total	RT						
L1	Z1	0,107521	0,535768645	0,107521	0,535769												
	Z2	0,009775	0,04870624	0,009775	0,048706												
	Total	0,117296	0,584474886	0,117296	0,584475												1
L2	Z1																
	Z2																
	Total																100
L3	Z1																
	Z2																
	Total																10
L4	Z1	1,070324	5,333333	1,070324	5,333333	0,053516	5,702654	0,266667	26,66667	39,09316							
	Z2	0,535162	2,666667	0,535162	2,666667	0,535162	57,02654	2,666667	266,6667	330,0969							
	Total	1,605487	8	1,605487	8	0,588678	62,7292	2,933333	293,3333	369,19							10

Risiko x1E-5 Mit Schutz	D1		D2			D3				Zone Total	RT
	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ			
L1	Z1	0,107521	0,026788432	0,043008	0,010715					0,188033	
	Z2	0,009775	0,002435312	0,00391	0,000974					0,017094	
	Total	0,117296	0,029223744	0,046918	0,011689					0,205127	1
L2	Z1										
	Z2										
	Total										100
L3	Z1										
	Z2										
	Total										10
L4	Z1			0,42813	0,106667	0,053516	0,447088	0,266667	26,66667	27,96873	
	Z2			0,214065	0,053333	0,535162	0,227878	0,133333	13,33333	14,49711	
	Total			0,642195	0,16	0,588678	0,674966	0,4	40	42,46584	10

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2** **Datum** **09.11.16**

Blitz

NG 4,00 Erdblitzdichte in 1/a/km² (oder 0,1 x Gewittertage pro Jahr) (A.1)

Gefährliche Ereignisse

		Häufigkeit	1/a
N1	0,032	durch Blitzeinschläge in die bauliche Anlage (S1)	(A.4)
N2	3,422	durch Blitzeinschläge nahe der baulichen Anlage (S2)	(A.6)
1: N3	0,080	durch Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.8)
2: N3	0,080	durch Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.8)
1: N4	8,000	durch Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.10)
2: N4	8,000	durch Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.10)

Bauliche Anlage

CD		1 Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
L	m	50 Länge der Anlage	
W	m	20 Breite der Anlage	
H	m	10 Höhe der Anlage	
HP	m	Höchster Punkt der Anlage (wenn höher als H)	
AD	m ²	8.027 Einfangfläche für Blitzeinschläge in die bauliche Anlage (S1)	(A.2)
AM	m ²	855.398 Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der baulichen Anlage (S2)	(A.7)

2 x Leitung**2 x Zone**

1: Energie	Z1: Objekt
2: Telekom	Z2: Ex-Zone 2

Finanzen**Währungseinheit****EUR**

i	4,0% Zinsrate
a	4,0% Amortisationsrate
m	2,0% Instandhaltungsrate

Tolerierbares Risiko x1E-5

L1	1 Verlust von Menschenleben	Tab 4
L2	100 Verlust von Dienstleistungen	Tab 4
L3	10 Verlust von Kulturgut	Tab 4
L4	10 Wirtschaftliche Verluste	

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

L1: Personen					
			Z1	Z2	Total
Zeit	h	tz	4400	800	
Zahl		nz	2	1	3

L2: Nutzer					
			Z1	Z2	Total
Zahl		nz			

L3: Werte				Währungseinheit	EUR
	Gebäude	Inhalt			Total
	cb	cc			
Z1					
Z2					

L4: Werte					Währungseinheit	EUR
	Tiere	Gebäude	Inhalt	Systeme		Total
	ca	cb	cc	cs		
Z1		150.000		50.000		200.000
Z2		50.000		50.000		100.000
		200.000		100.000		300.000

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2** **Datum** **09.11.16**

Leitung 1		Energie		
CI		0,5	Erdkabel	Tab A.2
CE		1	Land	Tab A.4
CT		1	NS Energie oder Telekom Leitung	Tab A.3
LL	m	1000	Länge der Leitung (unbekannt = 1000)	
Xtyp		a	Energie-Leitung	KS4 1,000
Xshd		a	Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD 1,000
Uw	kV	1	Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI 1,000
CD		1	Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
LJ	m		Länge der verbundenen Anlage	
WJ	m		Breite der verbundenen Anlage	
HJ	m		Höhe der verbundenen Anlage	
HPJ	m		Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)	
AL	m2	40.000	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.9)
AI	m2	4.000.000	Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.11)
ADJ	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)	(A.2)

Leitung 2		Telekom		
CI		0,5	Erdkabel	Tab A.2
CE		1	Land	Tab A.4
CT		1	NS Energie oder Telekom Leitung	Tab A.3
LL	m	1000	Länge der Leitung (unbekannt = 1000)	
Xtyp		b	Telekom-Leitung	KS4 1,000
Xshd		a	Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD 1,000
Uw	kV	1	Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI 1,000
CD		1	Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
LJ	m		Länge der verbundenen Anlage	
WJ	m		Breite der verbundenen Anlage	
HJ	m		Höhe der verbundenen Anlage	
HPJ	m		Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)	
AL	m2	40.000	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.9)
AI	m2	4.000.000	Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.11)
ADJ	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)	(A.2)

Leitung 3		>Nicht vorhanden<		
CI		1	Freileitung	Tab A.2
CE		1	Land	Tab A.4
CT		1	NS Energie oder Telekom Leitung	Tab A.3
LL	m		Länge der Leitung (unbekannt = 1000)	
Xtyp		a	Energie-Leitung	KS4 1,000
Xshd		a	Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD 1,000
Uw	kV	1	Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI 1,000
CD		1	Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
LJ	m		Länge der verbundenen Anlage	
WJ	m		Breite der verbundenen Anlage	
HJ	m		Höhe der verbundenen Anlage	
HPJ	m		Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)	
AL	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.9)
AI	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.11)
ADJ	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)	(A.2)

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2** **Datum** **09.11.16**

Leitung 4		>Nicht vorhanden<		
CI		1	Freileitung	Tab A.2
CE		1	Land	Tab A.4
CT		1	NS Energie oder Telekom Leitung	Tab A.3
LL	m		Länge der Leitung (unbekannt = 1000)	
Xtyp		a	Energie-Leitung	KS4 1,000
Xshd		a	Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD 1,000
Uw	kV	1	Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI 1,000
CD		1	Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
LJ	m		Länge der verbundenen Anlage	
WJ	m		Breite der verbundenen Anlage	
HJ	m		Höhe der verbundenen Anlage	
HPJ	m		Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)	
AL	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.9)
AI	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.11)
ADJ	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)	(A.2)

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

Ohne Schutz	Mit Schutz
-------------	------------

Kosten (EUR)

Gesamtkosten: Blitzschutz

7.000

Bauliche Anlage

Global	KS1 PB PEB	1 Aussen: Kein räumlicher Schirm 1 Kein LPS 1 Potentialausgleich am Gebäudeeintritt: Keiner	1 Aussen: Kein räumlicher Schirm 1 Kein LPS 0,05 Potentialausgleich am Gebäudeeintritt: LPL III to IV	5.000
--------	------------------	---	--	--------------

Leitung

Leitung 1	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	
Leitung 2	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	
	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	
	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	

Objekt Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2**Datum**

09.11.16

		Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
Zone Z1				
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,5 Manuelle Brandschutzmaßnahmen	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,2 Automatische Brandschutzmaßnahmen	
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	0,2 Ungeschirmt, Schleifen > 0,5 m2 aber < 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	0,2 Ungeschirmt, Schleifen > 0,5 m2 aber < 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
Zone Z2				
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,5 Manuelle Brandschutzmaßnahmen	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,2 Automatische Brandschutzmaßnahmen	
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	0,2 Ungeschirmt, Schleifen > 0,5 m2 aber < 10 m2 0,05 Koordinierter SPD Schutz: LPL III to IV	1.000
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	0,2 Ungeschirmt, Schleifen > 0,5 m2 aber < 10 m2 0,05 Koordinierter SPD Schutz: LPL III to IV	1.000
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	

Objekt Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2**Datum**

09.11.16

Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
-------------	------------	--------------

Zone Z3 >Nicht vorhanden<		
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Zone Z4 >Nicht vorhanden<		
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2**

Datum

09.11.16

Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
-------------	------------	--------------

Zone Z5	>Nicht vorhanden<		
	KS2 rt	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1
Zone	PTA PTU rf	1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe)	1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe)
	rp	1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko	1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

L1 - Verlust von Menschenleben	>>> Tolerierbares Risiko <<<
---------------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2		
LTA	0,01	0,01	Verletzung von Lebewesen (S1) Verletzung von Lebewesen (S3) Physikalische Schäden Faktor für spezielles Risiko Ausfälle von el. Systemen	Tab C.2 Tab C.2 Tab C.2 Tab C.6 Tab C.2
LTU	0,01	0,01		
LF	0,02	0,02		
hz	1	1		
LO				

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1	0,11	0,54	0,11	0,54					1,29
Z2	0,01	0,05	0,01	0,05					0,12
Total	0,12	0,58	0,12	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40

L1 - Verlust von Menschenleben Ohne Schutz	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
	1,40	1,00	R>RT	Mehr Schutz nötig !!!

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1	0,11	0,03	0,04	0,01					0,19
Z2	0,01	0,00	0,00	0,00					0,02
Total	0,12	0,03	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21

L1 - Verlust von Menschenleben Mit Schutz	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
	0,21	1,00	R<=RT	Schutz ausreichend

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

L2 - Verlust von Dienstleistungen	>>> Tolerierbares Risiko <<<
--	---

Verlust	Z1	Z2			
LF				Physikalische Schäden	Tab C.8
LO				Ausfälle von el. Systemen	Tab C.8

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L2 - Verlust von Dienstleistungen	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Ohne Schutz		100,00			

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L2 - Verlust von Dienstleistungen	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Mit Schutz		100,00			

L3 - Verlust von Kulturgut	>>> Tolerierbares Risiko <<<
-----------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2			
LF				Physikalische Schäden	Tab C.10

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L3 - Verlust von Kulturgut	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Ohne Schutz		10,00			

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L3 - Verlust von Kulturgut	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Mit Schutz		10,00			

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "klein" 75 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

L4 - Wirtschaftliche Verluste			>>> Nutzen <<<	
Verlust	Z1	Z2		
LTA			Verletzung von Lebewesen (S1)	Tab C.12
LTU			Verletzung von Lebewesen (S3)	Tab C.12
LF	0,1	0,1	Physikalische Schäden	Tab C.12
LO	0,0001	0,001	Ausfälle von el. Systemen	Tab C.12

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1			1,07	5,33	0,05	5,70	0,27	26,67	39,09
Z2			0,54	2,67	0,54	57,03	2,67	266,67	330,10
Total	0,00	0,00	1,61	8,00	0,59	62,73	2,93	293,33	369,19

L4 - Wirtschaftliche Verluste	R	RT		
Ohne Schutz	369,19	10,00		

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1			0,43	0,11	0,05	0,45	0,27	26,67	27,97
Z2			0,21	0,05	0,54	0,23	0,13	13,33	14,50
Total	0,00	0,00	0,64	0,16	0,59	0,67	0,40	40,00	42,47

L4 - Wirtschaftliche Verluste	R	RT		
Mit Schutz	42,47	10,00		

Währungseinheit	EUR	Ergebnis - Nutzen	
CP	7.000	Gesamtkosten: Blitzschutz	
CL	1.108	Jährliche Kosten: Verlust (Ohne Schutz) (D.2)	
CRL	127	Jährliche Kosten: Verlust (Mit Schutz) (D.4)	
CPM	700	Jährliche Kosten: Blitzschutz (D.5)	
SM	280	Ersparnis (D.6)	

B) Blitzschutz

Ohne Schutz

Mit Schutz

Kosten (EUR)

8	Global Faktoren		Leitung Faktoren				Xcon
	KS1	PB	PEB	Xsys		Xcon	
				1	2		
1	1	1	1	0	0	a	a
1	1	0,05	5000	0	0	a	a

9	Zone		10 = Leitung															
	Z1 Objekt	Z2 Ex-Zone 2	9 = Zone					2=Telekom					1=Energie					
			KS2	rt	PTA	PTU	rf	rp	KS3	PSPD	KS3	PSPD	KS3	PSPD	KS3	PSPD	KS3	PSPD
1	1	0,01	1	1	1	0,01	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0,01	1	1	1	0,01	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1	1	0,01	1	1	1	0,01	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0,01	1	1	1	0,01	0,2	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

11	Finanzen	L4: Nutzen		Werte (EUR)		Jährliche Werte (EUR)		Ersparnis
		ct	cp	CL	CRL	CPM	CPM	
		2.500.000	9.000	14.100	1.920	900	11.280	

12	Gefährliche Ereignisse		Bauliche Anlage		Faktoren		Flächen		Gefährliche Ereignisse								
	Leitung	1 2	KS4	PLD	PLI	AL	AI	ADJ	AM	NL	NI	NDJ	N1	N2	N3	N4	
																	PLD
			1	1	1	40.000	4.000.000	40.000	4.000.000	0,160	16,000	0,160	16,000	0,122	7,403	0,160	16,000
			2	1	1	40.000	4.000.000	40.000	4.000.000	0,160	16,000	0,160	16,000	0,122	7,403	0,160	16,000

13	Ergebnis	Risiko x1E-5										Ergebnis				
		RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	R	RT					
Ohne Schutz	L1	0,528	1,388	0,528	1,388										R>RT	Mehr Schutz nötig !!!
	L2															
	L3															
	L4			6,091	16,000	1,657	100,683	4,352	435,200		564,0				R>RT	
Mit Schutz	L1	0,528	0,069	0,211	0,028										R<=RT	Schutz ausreichend
	L2															
	L3															
	L4			2,436	0,320	1,657	1,284	0,704	70,400		76,8				R>RT	

Risiko x1E-5	Ohne Schutz	D3										Zone Total	RT			
		RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total						
L1	Z1	0,509899	1,339421613	0,509899	1,339422											
	Z2	0,018542	0,04870624	0,018542	0,048706											
	Total	0,528441	1,388127854	0,528441	1,388128											1
L2	Z1															
	Z2															
	Total															100
L3	Z1															
	Z2															
	Total															10
L4	Z1			3,898223	10,24	0,194911	11,8451	0,512	51,2		77,89023					
	Z2			2,19275	5,76	1,461834	88,83822	3,84	384		486,0928					
	Total			6,090973	16	1,656745	100,6833	4,352	435,2		563,983					10

Risiko x1E-5 Mit Schutz	D1		D2		D3				Zone Total	RT
	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ		
L1	Z1	0,509899	0,066971081	0,20396	0,026788				0,807618	
	Z2	0,018542	0,002435312	0,007417	0,000974				0,029368	
	Total	0,528441	0,069406393	0,211376	0,027763				0,836986	1
L2	Z1									
	Z2									
	Total									100
L3	Z1									
	Z2									
	Total									10
L4	Z1	1,559289	0,2048	0,8771	0,2048	0,194911	0,928656	0,512	54,59966	
	Z2	0,8771	0,1152	0,8771	0,1152	1,461834	0,354998	0,192	22,20113	
	Total	2,436389	0,32	2,436389	0,32	1,656745	1,283653	0,704	76,80079	10

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2** **Datum** **09.11.16**

Blitz		
NG	8,00 Erdblitzdichte in 1/a/km ² (oder 0,1 x Gewittertage pro Jahr)	(A.1)

Gefährliche Ereignisse		Häufigkeit	1/a
N1	0,122 durch Blitzeinschläge in die bauliche Anlage (S1)		(A.4)
N2	7,403 durch Blitzeinschläge nahe der baulichen Anlage (S2)		(A.6)
1: N3	0,160 durch Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)		(A.8)
2: N3	0,160 durch Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)		(A.8)
1: N4	16,000 durch Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)		(A.10)
2: N4	16,000 durch Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)		(A.10)

Bauliche Anlage			
CD		1 Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
L	m	100 Länge der Anlage	
W	m	40 Breite der Anlage	
H	m	10 Höhe der Anlage	
HP	m	Höchster Punkt der Anlage (wenn höher als H)	
AD	m ²	15.227 Einfangfläche für Blitzeinschläge in die bauliche Anlage (S1)	(A.2)
AM	m ²	925.398 Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der baulichen Anlage (S2)	(A.7)

2 x Leitung		2 x Zone	
1: Energie		Z1: Objekt	
2: Telekom		Z2: Ex-Zone 2	

Finanzen		Währungseinheit	EUR
i	4,0% Zinsrate		
a	4,0% Amortisationsrate		
m	2,0% Instandhaltungsrate		

Tolerierbares Risiko x1E-5		
L1	1 Verlust von Menschenleben	Tab 4
L2	100 Verlust von Dienstleistungen	Tab 4
L3	10 Verlust von Kulturgut	Tab 4
L4	10 Wirtschaftliche Verluste	

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

L1: Personen					
			Z1	Z2	Total
Zeit	h	tz	4400	800	
Zahl		nz	5	1	6

L2: Nutzer					
			Z1	Z2	Total
Zahl		nz			

L3: Werte				Währungseinheit	EUR
	Gebäude	Inhalt			Total
	cb	cc			
Z1					
Z2					

L4: Werte					Währungseinheit	EUR
	Tiere	Gebäude	Inhalt	Systeme		Total
	ca	cb	cc	cs		
Z1		1.200.000		400.000		1.600.000
Z2		600.000		300.000		900.000
		1.800.000		700.000		2.500.000

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2** **Datum** **09.11.16**

Leitung 1		Energie		
CI		0,5	Erdkabel	Tab A.2
CE		1	Land	Tab A.4
CT		1	NS Energie oder Telekom Leitung	Tab A.3
LL	m	1000	Länge der Leitung (unbekannt = 1000)	
Xtyp		a	Energie-Leitung	KS4 1,000
Xshd		a	Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD 1,000
Uw	kV	1	Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI 1,000
CD		1	Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
LJ	m		Länge der verbundenen Anlage	
WJ	m		Breite der verbundenen Anlage	
HJ	m		Höhe der verbundenen Anlage	
HPJ	m		Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)	
AL	m2	40.000	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.9)
AI	m2	4.000.000	Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.11)
ADJ	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)	(A.2)

Leitung 2		Telekom		
CI		0,5	Erdkabel	Tab A.2
CE		1	Land	Tab A.4
CT		1	NS Energie oder Telekom Leitung	Tab A.3
LL	m	1000	Länge der Leitung (unbekannt = 1000)	
Xtyp		b	Telekom-Leitung	KS4 1,000
Xshd		a	Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD 1,000
Uw	kV	1	Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI 1,000
CD		1	Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
LJ	m		Länge der verbundenen Anlage	
WJ	m		Breite der verbundenen Anlage	
HJ	m		Höhe der verbundenen Anlage	
HPJ	m		Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)	
AL	m2	40.000	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.9)
AI	m2	4.000.000	Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.11)
ADJ	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)	(A.2)

Leitung 3		>Nicht vorhanden<		
CI		1	Freileitung	Tab A.2
CE		1	Land	Tab A.4
CT		1	NS Energie oder Telekom Leitung	Tab A.3
LL	m		Länge der Leitung (unbekannt = 1000)	
Xtyp		a	Energie-Leitung	KS4 1,000
Xshd		a	Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD 1,000
Uw	kV	1	Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI 1,000
CD		1	Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe	Tab A.1
LJ	m		Länge der verbundenen Anlage	
WJ	m		Breite der verbundenen Anlage	
HJ	m		Höhe der verbundenen Anlage	
HPJ	m		Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)	
AL	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)	(A.9)
AI	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)	(A.11)
ADJ	m2		Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)	(A.2)

Objekt	Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2		Datum	09.11.16
Leitung 4	>Nicht vorhanden<			
CI		1 Freileitung		Tab A.2
CE		1 Land		Tab A.4
CT		1 NS Energie oder Telekom Leitung		Tab A.3
LL	m	Länge der Leitung (unbekannt = 1000)		
Xtyp		a Energie-Leitung	KS4	1,000
Xshd		a Extern: Freileitung oder ungeschirmtes Erdkabel	PLD	1,000
Uw	kV	1 Spannungsfestigkeit des Systems in kV	PLI	1,000
CD		1 Freistehend ohne andere Objekte in der Nähe		Tab A.1
LJ	m	Länge der verbundenen Anlage		
WJ	m	Breite der verbundenen Anlage		
HJ	m	Höhe der verbundenen Anlage		
HPJ	m	Höchster Punkt der verbundenen Anlage (wenn höher als Ha)		
AL	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die Versorgungsleitung (S3)		(A.9)
AI	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge nahe der Versorgungsleitung (S4)		(A.11)
ADJ	m2	Einfangfläche für Blitzeinschläge in die verbundene bauliche Anlage (S3)		(A.2)

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

Ohne Schutz	Mit Schutz
-------------	------------

Kosten (EUR)

Gesamtkosten: Blitzschutz

9.000

Bauliche Anlage

Global	KS1 PB PEB	1 Aussen: Kein räumlicher Schirm 1 Kein LPS 1 Potentialausgleich am Gebäudeeintritt: Keiner	1 Aussen: Kein räumlicher Schirm 1 Kein LPS 0,05 Potentialausgleich am Gebäudeeintritt: LPL III to IV	5.000
--------	------------------	---	--	--------------

Leitung

Leitung 1	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	
Leitung 2	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	
	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 1	
	Xcon Xsys CLD CLI CSD	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	a Keine besondere Bedingung 0 Innere Systeme - Ungeschirmt 1 1 0	

Objekt Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2**Datum**

09.11.16

		Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
Zone Z1				
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,5 Manuelle Brandschutzmaßnahmen	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,2 Automatische Brandschutzmaßnahmen	
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	0,2 Ungeschirmt, Schleifen > 0,5 m2 aber < 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	0,2 Ungeschirmt, Schleifen > 0,5 m2 aber < 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
Zone Z2				
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,5 Manuelle Brandschutzmaßnahmen	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 0,01 R<1kOhm: Landwirtschaftliche Oberflächen, Beton 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 0,01 Normales Risiko für Feuer 0,2 Automatische Brandschutzmaßnahmen	
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	0,2 Ungeschirmt, Schleifen > 0,5 m2 aber < 10 m2 0,05 Koordinierter SPD Schutz: LPL III to IV	2.000
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	0,2 Ungeschirmt, Schleifen > 0,5 m2 aber < 10 m2 0,05 Koordinierter SPD Schutz: LPL III to IV	2.000
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	

Objekt Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2**Datum**

09.11.16

Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
-------------	------------	--------------

Zone Z3 >Nicht vorhanden<

Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Zone Z4 >Nicht vorhanden<

Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2**

Datum

09.11.16

Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)
-------------	------------	--------------

Zone Z5	>Nicht vorhanden<		
Zone	KS2 rt PTA PTU rf rp	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko	1 Innen: Kein räumlicher Schirm 1 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Kein Schutz gegen Schock 1 Explosion (Zone 0, 20 und feste Explosivstoffe) 1 Keine Brandschutzmaßnahmen oder Explosionsrisiko
Leitung 1	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
Leitung 2	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner
	KS3 PSPD	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner	1 Ungeschirmt, Schleifen > 10 m2 1 Koordinierter SPD Schutz: Keiner

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

L1 - Verlust von Menschenleben	>>> Tolerierbares Risiko <<<
---------------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2		
LTA	0,01	0,01	Verletzung von Lebewesen (S1) Verletzung von Lebewesen (S3) Physikalische Schäden Faktor für spezielles Risiko Ausfälle von el. Systemen	Tab C.2 Tab C.2 Tab C.2 Tab C.6 Tab C.2
LTU	0,01	0,01		
LF	0,02	0,02		
hz	1	1		
LO				

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1	0,51	1,34	0,51	1,34					3,70
Z2	0,02	0,05	0,02	0,05					0,13
Total	0,53	1,39	0,53	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00	3,83

L1 - Verlust von Menschenleben Ohne Schutz	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
	3,83	1,00	R>RT	Mehr Schutz nötig !!!

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1	0,51	0,07	0,20	0,03					0,81
Z2	0,02	0,00	0,01	0,00					0,03
Total	0,53	0,07	0,21	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84

L1 - Verlust von Menschenleben Mit Schutz	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko	
	0,84	1,00	R<=RT	Schutz ausreichend

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

L2 - Verlust von Dienstleistungen	>>> Tolerierbares Risiko <<<
--	---

Verlust	Z1	Z2			
LF				Physikalische Schäden	Tab C.8
LO				Ausfälle von el. Systemen	Tab C.8

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L2 - Verlust von Dienstleistungen	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Ohne Schutz		100,00			

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L2 - Verlust von Dienstleistungen	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Mit Schutz		100,00			

L3 - Verlust von Kulturgut	>>> Tolerierbares Risiko <<<
-----------------------------------	---

Verlust	Z1	Z2			
LF				Physikalische Schäden	Tab C.10

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L3 - Verlust von Kulturgut	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Ohne Schutz		10,00			

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1									
Z2									
Total									

L3 - Verlust von Kulturgut	R	RT	Ergebnis - Tolerierbares Risiko		
Mit Schutz		10,00			

Objekt **Modell Biogasanlage Sachsen "groß" 1000 kW - EX-Zone 2**

Datum **09.11.16**

L4 - Wirtschaftliche Verluste			>>> Nutzen <<<	
Verlust	Z1	Z2		
LTA			Verletzung von Lebewesen (S1)	Tab C.12
LTU			Verletzung von Lebewesen (S3)	Tab C.12
LF	0,1	0,1	Physikalische Schäden	Tab C.12
LO	0,0001	0,001	Ausfälle von el. Systemen	Tab C.12

Risiko		Ohne Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1			3,90	10,24	0,19	11,85	0,51	51,20	77,89
Z2			2,19	5,76	1,46	88,84	3,84	384,00	486,09
Total	0,00	0,00	6,09	16,00	1,66	100,68	4,35	435,20	563,98

L4 - Wirtschaftliche Verluste	R	RT		
Ohne Schutz	563,98	10,00		

Risiko		Mit Schutz							
x1E-5	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	Total
Z1			1,56	0,20	0,19	0,93	0,51	51,20	54,60
Z2			0,88	0,12	1,46	0,35	0,19	19,20	22,20
Total	0,00	0,00	2,44	0,32	1,66	1,28	0,70	70,40	76,80

L4 - Wirtschaftliche Verluste	R	RT		
Mit Schutz	76,80	10,00		

Währungseinheit	EUR	Ergebnis - Nutzen	
CP	9.000	Gesamtkosten: Blitzschutz	
CL	14.100	Jährliche Kosten: Verlust (Ohne Schutz) (D.2)	
CRL	1.920	Jährliche Kosten: Verlust (Mit Schutz) (D.4)	
CPM	900	Jährliche Kosten: Blitzschutz (D.5)	
SM	11.280	Ersparnis (D.6)	

Angaben zum Blitzschutzsystem

Fangeinrichtung	
Planungsmethode	<input type="checkbox"/> nach Maschenverfahren <input type="checkbox"/> nach Schutzwinkelverfahren <input type="checkbox"/> nach Blitzkugelmethode <input type="checkbox"/> natürlicher Blitzschutz
Werkstoff	<input type="checkbox"/> Alu - Ø 8 mm <input type="checkbox"/> Alu - Ø 10 mm <input type="checkbox"/> CU - Ø 8 mm <input type="checkbox"/> Stahl verz.-Ø 8 mm <input type="checkbox"/> Behälter <input type="checkbox"/> Stahlkonstruktion <input type="checkbox"/> Metallbleche <input type="checkbox"/> HVI <input type="checkbox"/> aufgeständerte Fangl. <input type="checkbox"/> Aldreyseil
Maschenweite	<input type="checkbox"/> < 5,0 m x 5,0 m <input type="checkbox"/> < 10,0 m x 10,0 m <input type="checkbox"/> < 15,0 m x 15,0 m <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> 10,0 m x 20,0 m <input type="checkbox"/> 20,0 m x 20,0 m <input type="checkbox"/> gesamte Metalldachfläche
Dachaufbauten:	<input type="checkbox"/> Dachaufbauten sind direkt mit der Fangeinrichtung verbunden <input type="checkbox"/> Dachaufbauten sind über Funkenstrecken direkt mit der Fangeinrichtung verbunden <input type="checkbox"/> Dachaufbauten sind durch Fangspitzen vor dem direkten Blitzeinschlag geschützt <input type="checkbox"/> Schutz erfolgt durch Fangstangen gemäß DIN VDE 0185-305-3 <input type="checkbox"/> keine Dachaufbauten vorhanden <input type="checkbox"/> stehen im Schutzbereich <input type="checkbox"/> nicht verbunden
Natürliche Fangeinrichtungen	<input type="checkbox"/> Attika / Blechabdeckungen <input type="checkbox"/> Rinne <input type="checkbox"/> Metaldach <input type="checkbox"/> Stahlkonstruktion <input type="checkbox"/> Behälter <input type="checkbox"/> Stahlmaste <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____
Getrennte Fangeinrichtungen für Ex-Bereiche?	
Dachunterkonstruktion aus Metall	<input type="checkbox"/> die Unterkonstruktion ist mit dem Fangleitungssystem verbunden <input type="checkbox"/> die Unterkonstruktion ist nicht mit dem Fangleitungssystem verbunden
	Das Metaldach erfüllt die Anforderung gem. DIN VDE 0185-305-3. Gemäß Vorgabe der Bauleitung wurde das Metaldach als Fangeinrichtung genutzt. Schutzmaßnahmen gegen Durchlöchern, Überhitzung und Abschmelzen wurden nicht gefordert. <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
	Sind die natürlichen Fangeinrichtungen vor direktem Blitzeinschlag geschützt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Teilweise

Ableitungseinrichtung	
Werkstoff:	<input type="checkbox"/> Alu - Ø 8 mm <input type="checkbox"/> Alu - Ø 10 mm <input type="checkbox"/> CU - Ø 8 mm <input type="checkbox"/> Stahl verz.-Ø 8 mm <input type="checkbox"/> Alu isoliert <input type="checkbox"/> Behälter <input type="checkbox"/> Stahlkonstruktion <input type="checkbox"/> HVI <input type="checkbox"/> Flachband 20 x 2,5 <input type="checkbox"/> Metallfassade <input type="checkbox"/> Kabel <input type="checkbox"/> Flachband 30 x 3,5 <input type="checkbox"/> Flachband 40 x 5 <input type="checkbox"/> Ø 10 mm - Stahl verz. <input type="checkbox"/> Ø 8 mm - Stahl verz.
Art der Ausführung:	<input type="checkbox"/> auf Mauerwerk <input type="checkbox"/> an Fallrohren <input type="checkbox"/> verdeckt <input type="checkbox"/> im Beton <input type="checkbox"/> konstruktive Teile (Stahlträger, Steigeleiter, Treppentürme, Metallfassade, etc.)
Anzahl der Ableitungen: <small>(direkte sowie über konstruktive Teile)</small>	
Größter Abstand der Ableitungen:	Mittlerer Abstand der Ableitungen: <small>(Gebäudeumfang : Ableitungsanzahl)</small>
Verwendung von hochspannungsfesten Leitungen für den Ex-Bereich?	

Nummerierung	
Sind die Messstellen durchgehend nummeriert?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Erdungsanlage			
Erderanordnung:	<input type="checkbox"/> Typ A	<input type="checkbox"/> Typ B	<input type="checkbox"/> Unbekannt <input type="checkbox"/> alte Erdungsanlage
Typ der Erdungsanlage:	<input type="checkbox"/> Einzelerder - _____ m	<input type="checkbox"/> Oberflächenerder	<input type="checkbox"/> Fundamenterder
Werkstoff Erdungsanlage:	<input type="checkbox"/> Ø 20 mm, verz. TE	<input type="checkbox"/> FB 30 x 3,5 mm St. Verz.	<input type="checkbox"/> CU - Ø 8 mm
	<input type="checkbox"/> Ø 20 mm, VA. TE	<input type="checkbox"/> FB 30 x 3,5 mm V4A.	<input type="checkbox"/> 50 mm ² - CU Seil verz.
	<input type="checkbox"/> Ø 10 mm – V4A	<input type="checkbox"/> 50 mm ² - CU Seil verz.	<input type="checkbox"/> _____
Werkstoff Erdeinführungen:	<input type="checkbox"/> FB 30 x 3,5 mm V4A.	<input type="checkbox"/> FB 30 x 3,5 mm St. Verz.	<input type="checkbox"/> Ø 16 mm - verz.
	<input type="checkbox"/> Ø 16 mm - V4A	<input type="checkbox"/> Ø 10 mm – V4A	<input type="checkbox"/> Ø 10 mm – verz.
	<input type="checkbox"/> Ø 10 mm – verz – isol.	<input type="checkbox"/> CU - Ø 8 mm	<input type="checkbox"/> 50 mm ² - NYY
	<input type="checkbox"/> 95 mm ² - NYY	<input type="checkbox"/> CU – Ø 16 mm	<input type="checkbox"/> Erdungsfestpunkt
Einzelerder sind untereinander verbunden ?	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> konstruktive Teile
			<input type="checkbox"/> Verbindungsleitung - _____
Probeschachtung durchgeführt:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Wenn „ja“ dann Zustand der Erdungsanlage:	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> leichte Korrosion	<input type="checkbox"/> nicht mehr blitzstromtragfähig
Anzahl der Anschlussfahnen / Erdeinführungen			

Anzahl der Erden	
für direkte Ableitungen:	
für Tiefpunkterdungen:	
für Potentialausgleichsmaßnahmen:	
für sonstige Erdungsmaßnahmen:	

Potentialausgleich			
Sind Potentialausgleichsmaßnahmen vorhanden?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	Anschlussfahne <input type="checkbox"/> isoliert <input type="checkbox"/> korrosionsgeschützt
Sind Potentialausgleichsmaßnahmen vollständig?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein (sh. Mängelbericht)	
Potentialausgleich durchgeführt an:	<input type="checkbox"/> Heizungsrohre	<input type="checkbox"/> Wasserrohre	<input type="checkbox"/> Gasrohre
	<input type="checkbox"/> Klima/ Lüftungsanlage	<input type="checkbox"/> Druckluftleitung	<input type="checkbox"/> PEN-Leiter
	<input type="checkbox"/> Kabelbühnen	<input type="checkbox"/> Aufzugsanlage	<input type="checkbox"/> Erdungsanlage
	<input type="checkbox"/> Stahlträger	<input type="checkbox"/> Stahlkonstruktion	<input type="checkbox"/> Geländer
	<input type="checkbox"/> Anlagenteile	<input type="checkbox"/> Motoren	<input type="checkbox"/> Ablaufrinnen
	<input type="checkbox"/> Ventilatoren	<input type="checkbox"/> Pumpen	<input type="checkbox"/> Feuerlöschleitung
	<input type="checkbox"/> Gitter	<input type="checkbox"/> Türen	<input type="checkbox"/> Trafos
	<input type="checkbox"/> Ständerboden	<input type="checkbox"/> Rohrleitungen	<input type="checkbox"/> Ex Bereich
	<input type="checkbox"/> Kaminrohr	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
Werkstoff für PA-Maßnahmen:	<input type="checkbox"/> 16 mm ² H07VK	<input type="checkbox"/> 25 mm ² H07VK	<input type="checkbox"/> 50 mm ² H07VK
	<input type="checkbox"/> 70 mm ² H07VK	<input type="checkbox"/> 50 mm ² NYY	<input type="checkbox"/> 70 mm ² NYY
	<input type="checkbox"/> 95 mm ² NYY	<input type="checkbox"/> 50 mm ² Cu Seil	<input type="checkbox"/> 70 mm ² Cu Seil
	<input type="checkbox"/> 95 mm ² Cu Seil	<input type="checkbox"/> FB Cu 40 x 5 mm	<input type="checkbox"/> FB Cu 40 x 10 mm
	<input type="checkbox"/> 10 mm ² - NYM	<input type="checkbox"/> 16 mm ² - NYM	<input type="checkbox"/> _____ mm ² -H07V-R
	<input type="checkbox"/> Alu - Ø 8 mm	<input type="checkbox"/> CU - Ø 8 mm	<input type="checkbox"/> _____
Verbindungen gegen Selbstlockern gesichert?			
Verwendung von Ex-geprüften Rohrschellen?			
Sonstige Ex-geprüfte Bauteile?			

Überspannungsschutzmaßnahmen			
Sind Überspannungsschutzmaßnahmen vorhanden?		<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja
Sind Überspannungsschutzmaßnahmen für Ex-Bereiche vorhanden?		<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja
Wurde der Überspannungsschutz überprüft?		<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja
		<input type="checkbox"/> Sichtprüfung	<input type="checkbox"/> Anschluss u. Vorsicherung geprüft
Anzahl der Einspeisungen:		Anzahl der Unterverteilungen:	
Sonstige Einspeisungen:	<input type="checkbox"/> TV	<input type="checkbox"/> SAT	<input type="checkbox"/> Telefon <input type="checkbox"/> EDV
Ist eine Notstromversorgung vorhanden	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	

Auflistung der Überspannungsschutzmaßnahmen					
Etage	Raumnummer	Verteilungsbezeichnung	Einbauort	Typ des SPD	Überspannungsschutzbauteil

Prüfungsergebnis			
Wurden vor der Wiederholungsprüfung Unterlagen vorangegangener Prüfungen zur Verfügung gestellt?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise
Stimmen die technischen Unterlagen mit den Anforderungen der DIN VDE 0185-305-3 überein? (*)	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise
Das geprüfte Blitzschutzsystem ist ohne Mängel:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise
Die beauftragten Leistungen sind ohne Mängel:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise
Die beauftragten Blitzschutzmaßnahmen entsprechen den Forderungen der DIN VDE 0185-305-3:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise
Die ausgeführten Blitzschutzmaßnahmen stimmen mit der Dokumentation überein:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise
Die Anlage ist in einem ordnungsgemäßen Zustand, betriebssicher und wirksam:	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise
Bei der Prüfung habe ich Mängel festgestellt (siehe Mängelliste des Prüfberichtes).	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise
Die Empfehlungen Nr. stellen Verbesserungen gemäß der Norm DIN VDE 0185-305-3 und dem Stand der Technik dar.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise

(Ort, den)	Unterschrift :
------------	----------------

Gesamtausbreitungswiderstand Ω

Ohne Verbindung zum Potentialausgleich Ω :

Mit Verbindung zum Potentialausgleich Ω :

Messergebnisse Ω

Nr.	Widerstand Erdung Ω	Widerstand Ableitung Ω	Bemerkungen
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			
21.			
22.			
23.			
24.			
25.			
26.			
27.			
28.			
29.			
30.			
31.			

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autor:

Prof. Dr.-Ing. Alexander Kern
Fachhochschule Aachen – Campus Jülich
Heinrich-Mussmann-Straße 1
52428 Jülich
Telefon: +49 241 6009-53042
E-Mail: a.kern@fh-aachen.de

Redaktion:

Torsten Moczigemba
LfULG; Abteilung Klima, Luft, Lärm, Strahlen/Referat Anlagenbezogener
Immissionsschutz, Lärm
Söbrigener Str. 3a
01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-5208
Telefax: +49 351 2612-5099
E-Mail: Torsten.Moczigemba@smul.sachsen.de

Titel:

Jürgen Wettingfeld

Redaktionsschluss:

31.05.2017

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.