

Notwendigkeit und Optimierung des Blitzschutzes von Störfallanlagen am Beispiel Biogasanlagen

Alexander Kern
FH Aachen, Campus Jülich

Projekt finanziert durch das
Sächsische Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie (LfULG)



1. Hintergrund
2. (Rechtliche Anforderungen) und Technische Normen
3. Risikoanalyse für typische BGA
4. Optimierung des Blitzschutzes von BGA
5. Ergebnisse / Zusammenfassung



Blitzschutz für BGA



Schadensstatistiken für BGA

Freistaat Sachsen

- 270 BGA (Stand 2014)
- Detaillierte Befragung von 40 BGA mit in Summe 314 Betriebsjahren, ca. je zur Hälfte mit/ohne Blitzschutz
- Grobe Abschätzung nach DIN EN 62305-2: ca. 21 Blitzeinschläge in 314 Jahren zu erwarten
- 6 Schäden durch Blitz, davon 5 in BGA mit Blitzschutz

Andere Bundesländer

- ca. 9000 BGA (Stand 2016)
- Internet-Recherche: 27 Schäden, nur Sachschäden (1.500 € - 175.000 €)
- Anteil der direkten Blitzeinschläge ca. 30%

VdS 2010:2015 - Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz

Tabelle A.03: Risikoorientierter Blitz und Überspannungsschutz für Objekte

Objekt Mehrfachnennungen möglich	Äußerer Blitzschutz in den gesetzlichen und behördlichen Vorschriften gefordert (siehe auch Tabellen A.01 und A.02)	Gebäude ¹⁾ (-teile, -bereiche, -einrichtungen sowie -kenndaten)	Äußerer Blitzschutz		Überspannungsschutz (innerer Blitzschutz) Potentialausgleich erforderlich		
			Blitzschutzklasse nach DIN EN 62305 (VDE 0185-305)	Prüfintervalle in Jahren		erforderlich	Ausführung nach DIN VDE 0100-443 und -534, DIN EN 62305 (VDE 0185-305), DIN VDE 845 sowie VdS 2031 und zusätzlich
				behördliche Vorgabe	Empfehlung des GDV		
Bauliche Anlagen der Landwirtschaft		Biogasanlage				X	VdS 2017
		Stall				X	VdS 2017
		Wohnhaus				X	VdS 2017/2019
		Silo				X	
		Mit Heu-/Strohlagerung	III		5		
		Gebäude > 10.000 m ³	III		5		

DIN EN 62305-3 Beiblatt 2: Besondere bauliche Anlagen

Abschnitt 17: Biogasanlagen

„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 zu prüfen.“

Abschnitt 5: Gebäude und Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen

„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.“

Deutsche Gesetzliche Unfallvers. - Einteilung der Ex-Zonen bei BGA

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 1:

liegt vor, wenn Dauer und Häufigkeit der g.e.A zwischen Zone 0 und Zone 2 liegen..

Zone 2:

liegt vor, wenn wenige Male im Jahr, z.B. einmal monatlich, eine g.e.A. nicht länger als ca. 30 Minuten vorliegt.

Fachwelt: Zoneneinteilung bei BGA umstritten

Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 - Zwei „typische“ BGA

„kleine“ BGA:

- 75 kW elektrische Leistung
- Fermenter: 2000 m³ / Nachgärbehälter 2000 m³ / Endlagerbehälter 2500 m³
- daraus abgeleitet: Abmessungen der BGA: 50 m (L), 20 m (W), 10 m (H)
- Wert: 300.000 €
- Blitzdichte: $N_G = 4$ (1/km²*a)

„große“ BGA:

- 1000 kW elektrische Leistung
- Fermenter: 3500 m³ / Nachgärbehälter 3500 m³ / Endlagerbehälter 4500 m³
- daraus abgeleitet: Abmessungen der BGA: 100 m (L), 40 m (W), 10 m (H)
- Wert: 2.500.000 €
- Blitzdichte: $N_G = 8$ (1/km²*a)

je 2 Varianten:

- EX-Zone 1 vorhanden
- keine EX-Zone 1, nur Ex-Zone 2 vorhanden

Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 - Details für „große“ BGA

1		Deutsch		Hinweise zur Benutzung Eingabeformulare öffnen: Grüne Taste anklicken				Eingabedaten: (gelb)		Ausgabedaten: (blau)																									
A) Allgemein																																			
2		Objekt							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		CI		CT		CE		Leitung		LL		Xtyp		Xshd		Uw		Angeschlossene Anlagen		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		L1: Personen		L2: Nutzer		L3: Werte (EUR)		L4: Werte (EUR)		Total		ca		cb		cc		cs		Total											
		Objekt		Z1		4.400		5								1,200E+06						4,000E+05		1,600E+06											
		Ex-Zone		Z2		800		1								6,000E+05						3,000E+05		9,000E+05											
						8.760																													
						8.760																													
						8.760																													
		Total				6										1,800E+06						7,000E+05		2,500E+06											
6		Verlust		Z1		LTA		LTU		L1		L2		L3		L4		LTA		LTU		LF		L3		L4		LTA		LTU		LF		L3	
		Objekt		Z1		0,01		0,01		0,02		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
		Ex-Zone		Z2		0,01		0,01		0,1		1		0,0001										0,1		0,0001		0,5		0,001		0,001		0,001	
7		Flächen		Flächen (Graphisches Verfahren)				Leitung		1=Energie		2=Telekom																							
				Bauliche Anlage				AL*																											
				AD*				AI*																											
				AM*				ADJ*																											

Modell-Biogasanlage-Sachsen_gross_2016-10-17

Calculate - 1

31.10.2016

Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 - Details für „große“ BGA

B) Blitzschutz		Ohne Schutz	Mit Schutz	Kosten (EUR)											
8	Global	Global Faktoren			Leitung Faktoren										
		KS1	PB	PEB	Xsys				Xcon						
		1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2			
		0,1	0,05	0	0	0	0	a	a	a	a				
		20000	5000												
9	Zone	9 = Zone						10 = Leitung							
		KS2	rt	PTA	PTU	PI	PP	1=Energie		2=Telekom		3=Leitung			
		1	0,01	1	1	0,01	0,5	KS3	PSPD	KS3	PSPD	KS3	PSPD		
		1	0,01	1	1	0,01	0,2	1	1	1	1	1	1		
		1	0,01	1	1	0,1	0,5	0,2	1	1	1	1	1		
		1	0,01	1	1	0,1	0,2	5000	0,05	0,2	5000	0,05	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		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)									
		ct	CP	CL	CRL	CPM	Ersparnis								
		2.500.000	35.000	23.842	2.081	3.500	18.261								
12	Gefährliche Ereignisse	Faktoren					Flächen			Gefährliche Ereignisse					
		Bauliche Anlage		KS4	PLD	PLI	AD	AM				N1	N2		
		Leitung					15.227	925.398				0,122	7,403		
		1	1	1	1	1	AL	AI	ADJ	NL	NI	NDJ	N3	N4	
		2	1	1	1	1	40.000	4.000.000		0,160	16,000		0,160	16,000	
		1	1	1	40.000	4.000.000		0,160	16,000		0,160	16,000			
		1	1	1											

Modell-Biogasanlage-Sachsen_gross_2016-10-17

Calculate - 2

31.10.2016

Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 - Ergebnisse für „große“ BGA

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	$R = 953,7 \cdot 10^{-5}$	$R = 99,9 \cdot 10^{-5}$
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

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	$R = 564 \cdot 10^{-5}$	$R = 79,9 \cdot 10^{-5}$
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

Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 - Ergebnisse für „kleine“ BGA

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	

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	

Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 - Ergebnisse

Immer erforderlich:

- Blitzschutz-Potentialausgleich für alle eingeführten Versorgungsleitungen
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA

EX-Zone 1 vorhanden:

- für „große“ BGA äußerer Blitzschutz mind. der Schutzklasse III, bei „kleinen“ BGA mind. Schutzklasse IV
- koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik) im Bereich der EX-Zone 1

nur EX-Zone 2 vorhanden:

- i.d.R. kein äußerer Blitzschutz, sofern nur die Schadensart L1: Verletzung oder Tod von Personen betrachtet wird
- kein koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik)

Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 - Ergebnisse

Wirtschaftliche Verluste:

- 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, da die wirtschaftlichen Verluste bereits ohne Schutzmaßnahmen entsprechend gering sind
- bei großen BGA werden durch einen äußeren Blitzschutz die wirtschaftlichen Verluste weiter eingedämmt

Analyse der Risikokomponenten:

- die größere Zahl von Schäden wird nicht durch direkte Blitzeinschläge verursacht, sondern ist die Folge indirekter, benachbarter Einschläge

Blitzschutz von BGA

- Äußerer Blitzschutz / Schutzklasse

EX-Zone 1:

- Äußerer Blitzschutz erforderlich, unter Berücksichtigung aller Dokumente gemäß Schutzklasse II

nur EX-Zone 2:

- kein äußerer Blitzschutz erforderlich, wenn nur Schadensart L1 betrachtet wird

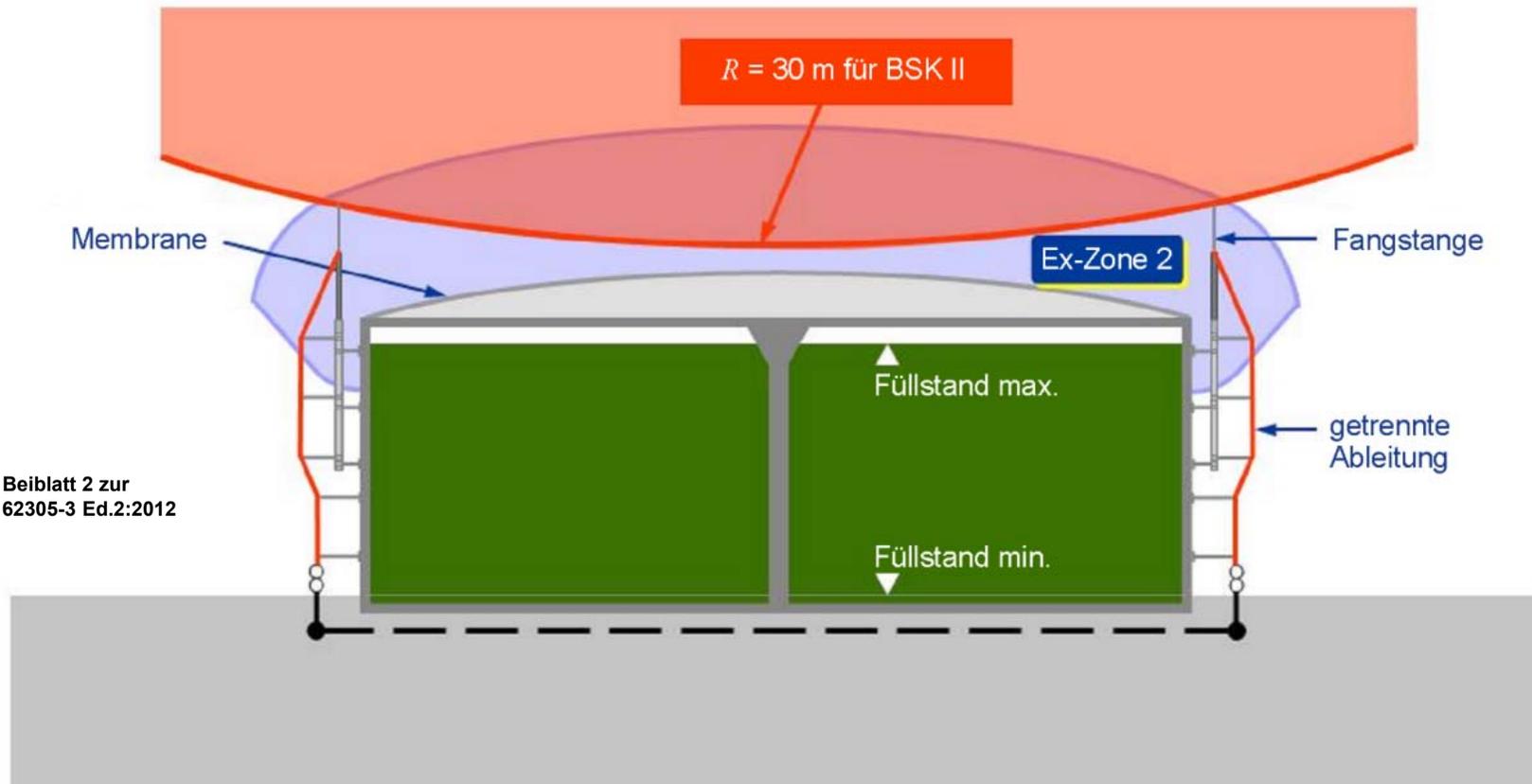
EX-Zonen-Einteilung:

- kommt entscheidende Bedeutung zu
- ein Verzicht auf äußeren Blitzschutz muss eindeutig begründet und detailliert dokumentiert sein; es muss zweifelsfrei gesichert sein, dass keine EX-Zone 1 vorhanden ist
- wurde für BGA keine EX-Zonen-Einteilung durchgeführt, sollte als worst-case Betrachtung stets von einer EX-Zone 1 ausgegangen werden

Wirtschaftliche Verluste:

- zu deren Eindämmung ist äußerer Blitzschutz stets dringend zu empfehlen

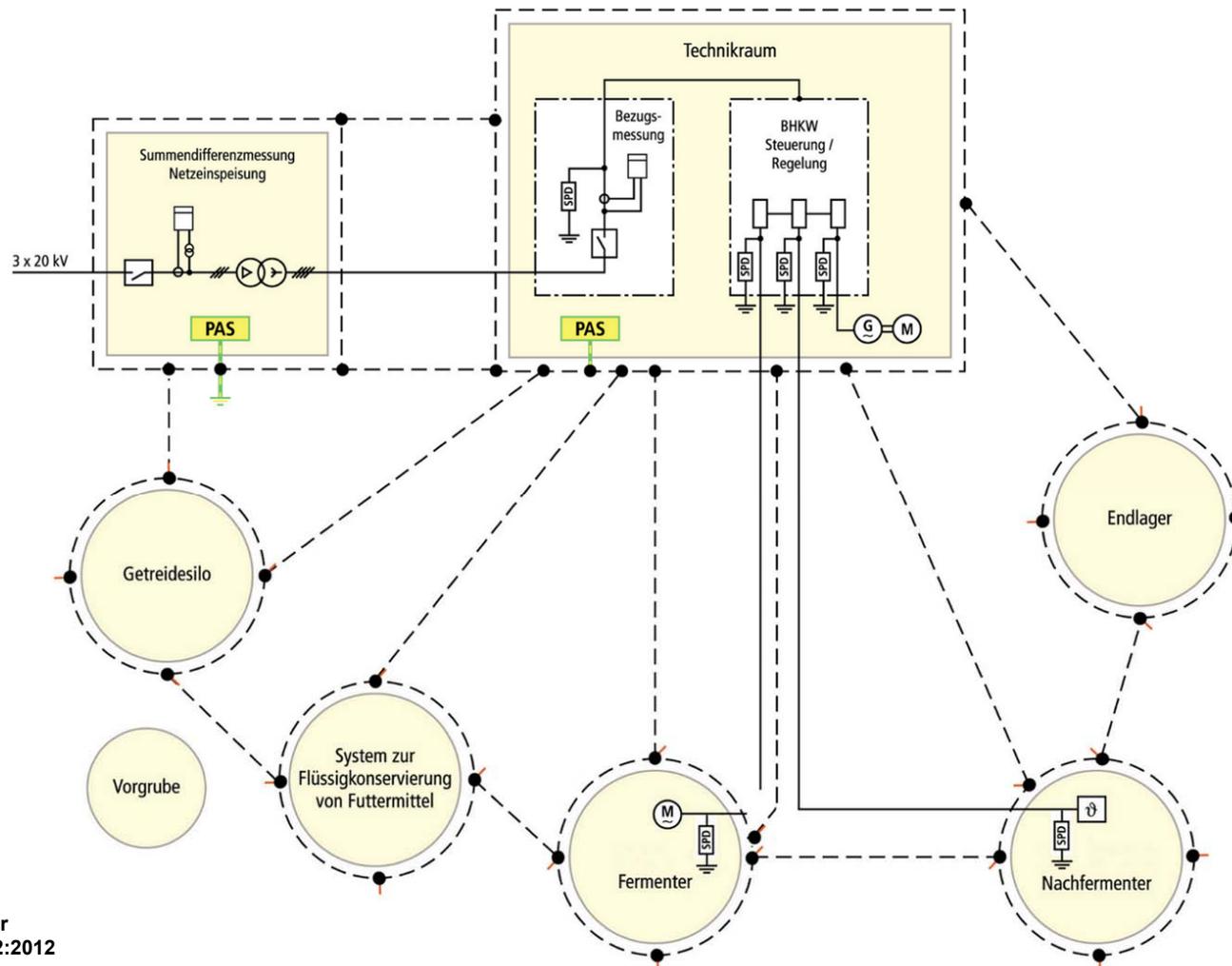
Blitzschutz von BGA - Fangeinrichtungen



Quelle: Beiblatt 2 zur
DIN EN 62305-3 Ed.2:2012

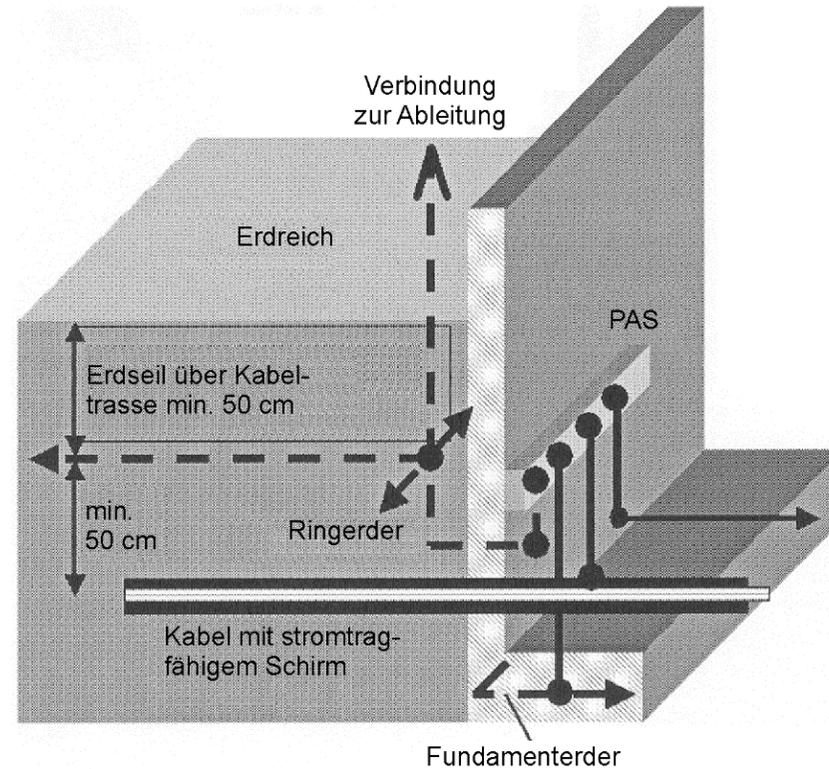
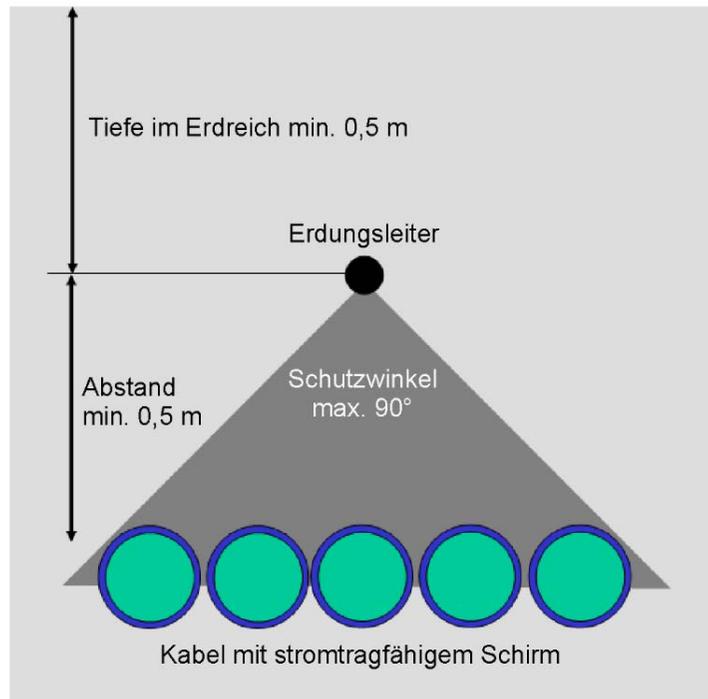
Achtung: nicht immer ist ein isolierter äußerer Blitzschutz erforderlich !

Blitzschutz von BGA - Vermaschte Erdungsanlage



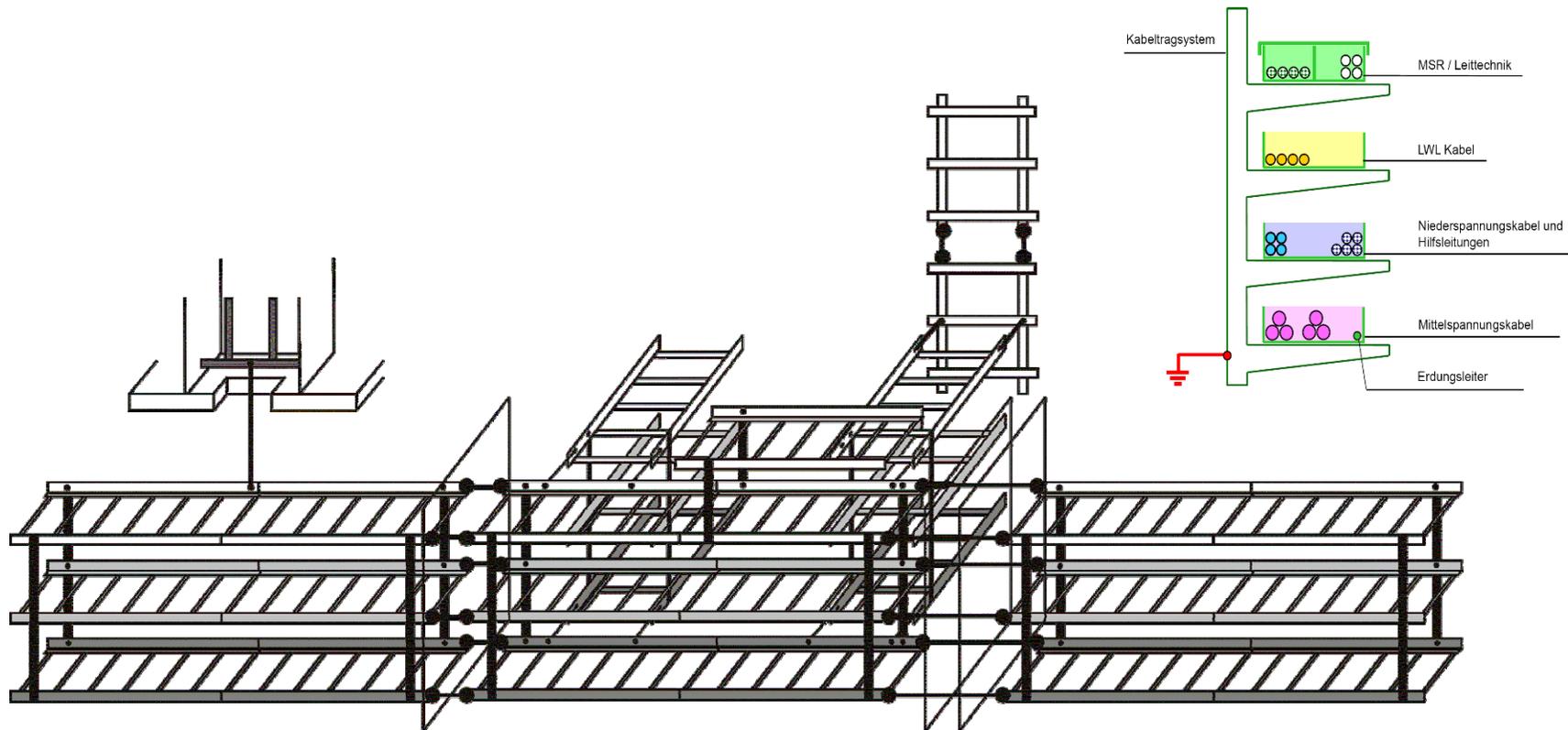
Quelle: Beiblatt 2 zur
DIN EN 62305-3 Ed.2:2012

Blitzschutz von BGA - Schutz von Kabeltrassen im Erdreich



Quelle: Beiblatt 2 zur
DIN EN 62305-3 Ed.2:2012

Blitzschutz von BGA - Kabeltragkonstruktionen



- Definierte Kabelverlegung
- Trennung MS / NS / Leit- und Automatisierungstechnik
- Unmittelbar benachbarter PA-Leiter

Zusammenfassung

Für ein ausreichendes Schutzniveau gegen Blitzeinwirkungen sind folgende Schutzmaßnahmen erforderlich:

äußerer Blitzschutz der Schutzklasse II

Blitzschutz-Potentialausgleich für alle von außen eingeführten Versorgungsleitungen

koordinierter Überspannungsschutz für die elektrischen Leitungen der automatischen Brandschutzmaßnahmen in der gesamten BGA

koordinierter Überspannungsschutz für alle elektrischen Systeme (Energie- und Automatisierungstechnik) im Bereich der EX-Zonen 1 (falls vorhanden)

- Konzept insbesondere für den Neubau von BGA
- Für Bestandsanlagen muss bei der Nachrüstung / Priorisierung von Schutzmaßnahmen ein technisch-wirtschaftlicher Kompromiss getroffen werden