

Hochspannungsversorgung:

1. Übersicht

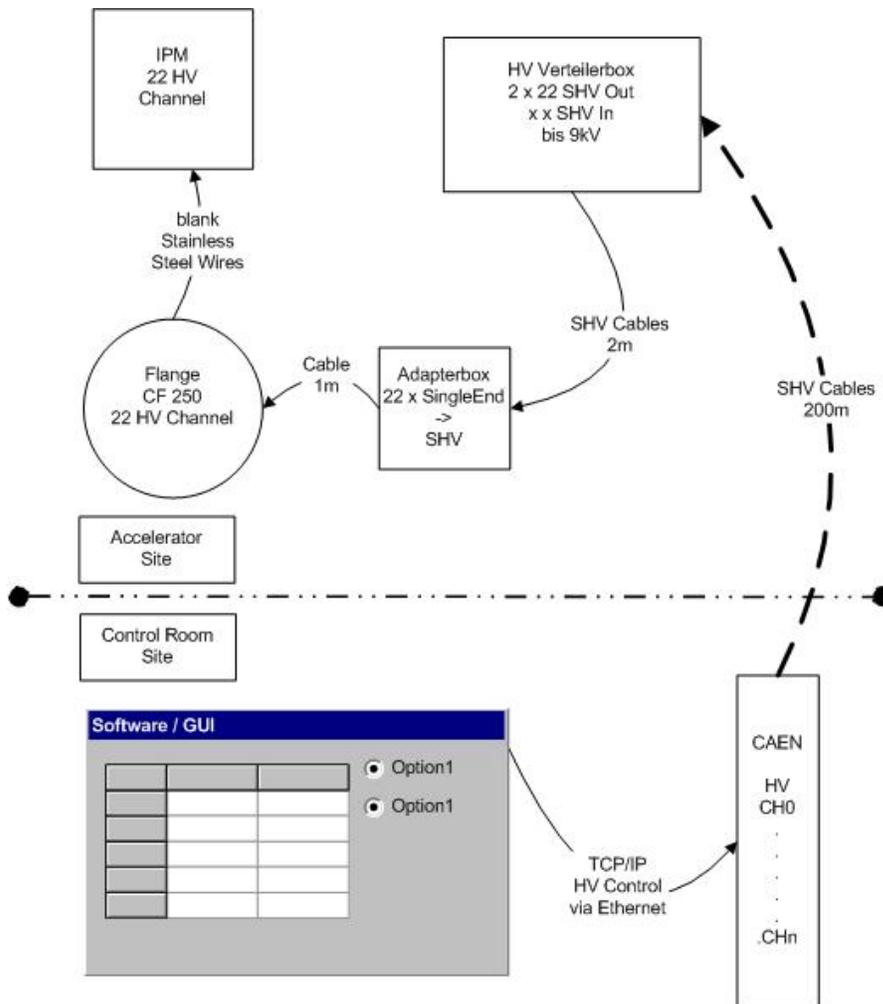
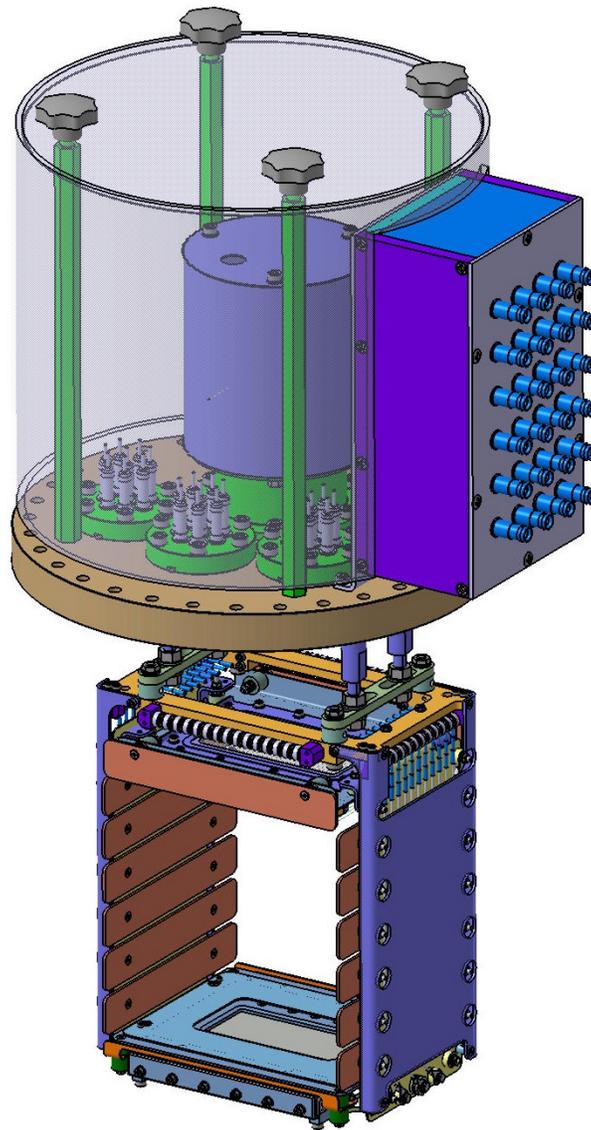


Bild 1: HV Systemübersicht, ein Teil nahe des Beschleunigers.

Der Detektor (IPM) verfügt über 22 Elektroden die mechanisch einzeln mit Hochspannung versorgt werden müssen. Beide IPM besitzen Elektroden, die mit elektrisch identischen Spannungswerten belegt werden. Deshalb ist es sinnvoll die Hochspannungen lokal am Beschleuniger mit Hilfe einer HV-Verteilerbox zu verteilen. Zusätzlich wird eine Adapterbox direkt am IPM-Flansch benötigt um vom Steckertyp SHV auf den Gerätespezifischen HV Stecker der HV Durchführung zu konvertieren. Die Verteilerbox wird von einem Hochspannungsgerät versorgt, welches räumlich weit entfernt untergebracht ist. Dieses Hochspannungsgerät wird via Ethernet von einem PC aus gesteuert. Die Spannungen decken einen Bereich von -9kV bis +9kV ab. Die HV Verteilerbox versorgt beide IPM mit den nötigen Hochspannungen. Die HV-Verteilerbox ist ebenfalls in der Nähe des IPM montiert. Die HV-Verteilerbox wird von einer Hochspannungsquelle (CAEN, Stand Aug. 2008, im ELR) versorgt.

Flansch – Adapterbox:

Am Vakuumflansch sind drei CF35 Flansche mit jeweils 8 x 20kV Durchführungen aufgeschraubt. Vakuumseitig werden Schweißdrähte aus Edelstahl mit einem Durchmesser von 1mm von der elektrischen Durchführung bis zur jeweiligen Elektrode gelegt. Dieser Draht hat den Vorteil, daß er in jede Richtung und Form biegsam ist und sich beim Ausheizen nicht verzieht bzw. seine Form nicht ändert und dadurch keine Kurzschlüsse erzeugt. Atmosphärenseitig werden speziell zur Durchführung passende Einzelstecker aufgesteckt. Diese Kabel sind speziell zu den Durchführungen passend und werden zusammen mit den Durchführungen bezogen. Das andere Kabelende ist im Lieferzustand offen, d.h. nicht konfektioniert. Diese Kabel sind nicht geschirmt und werden deshalb in einer Adapterbox direkt auf SHV Buchsen geführt. Es werden 24 Kabel vom Flansch zur Adapterbox geführt (3x 8 Durchführungen) obwohl nur 22 benötigt werden. Die beiden SHV Buchsen, die deshalb frei bleiben, werden durch SHV Kurzschlußstecker geerdet.



Adapterbox – HV-Verteilerbox:

Von den beiden Adapterboxen der IPMs (horizontal und vertikal) führt die entsprechende Anzahl SHV Kabel (22 Stück / IPM) zur HV Verteilerbox. Die jeweils 2 nicht benötigten SHV- Buchsen an der Adapterbox werden durch Kurzschlußstecker geerdet / kurzgeschlossen. Die SHV Buchsen sind sowohl an der Adapterbox als auch an der Verteilerbox laufend nummeriert. Beim Verkabeln sind die SHV-Buchsen der Adapterbox und SHV-Buchsen der Verteilerbox mit jeweils gleicher Nummer zu verbinden.

Noch zu beschreiben

Die Adapterbox ist nahe des Flansches, bestenfalls direkt am Flansch befestigt. Die Schirmung der SHV Kabel muss durch ein separates Erdungskabel von der Adapterbox zum Flansch geführt werden, bzw. es ist wünschenswert, wenn dieser Kontakt durch das Festschrauben der Box am Flansch erreicht wird.

Die Benennung der Elektroden der E-Feldbox ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. Die Bezeichnung "No Frontpanel" bezieht sich auf die Frontblende der Adapterbox, welche direkt am Flansch befestigt ist und von deren SHV Buchsen eine direkte Verbindung zu den jeweiligen Elektroden im Vakuum besteht.

Adapterbox – SHV Buchsen:

Name	Kennung	HV Wert	No Frontpanel
Korrektor positiv	Corr_pos	+9kV	1
Korrektor negativ	Corr_neg	-9kV	2
Feld positiv	Field_pos	+3,5kV	3
Feld negativ	Field_neg	-5,25kV	4
Drahtende 1	W1	+5,25kV	5
Drahtende 2	W2	+5,25kV	6
MCP Front	MF	-5,25kV	7
MCP Mid	MM	-4kV	8
MCP Back	MB	-3kV	9
Phosphorschirm	P	+2kV	10
Seitenelektrode	3pR	+4kV	11
"	2pR	+2,4kV	12
"	1pR	+0,8kV	13
"	1nR	-0,8kV	14
"	2nR	-2,4kV	15
"	3nR	-4kV	16
"	3pL	+4kV	17
"	2pL	+2,4kV	18
"	1pL	+0,8kV	19
"	1nL	-0,8kV	20
"	2nL	-2,4kV	21
"	3nL	-4kV	22

Seitenelektroden werden in E-Feldrichtung mit positiv / negativ bezeichnet und von der Mitte her mit 1 beginnend gezählt. In der entsprechend transversalen Richtung mit rechts / links (in Strahlrichtung) bezeichnet. Beispiel: Die negativste Seitenelektrode auf der rechten Seite : 3nR

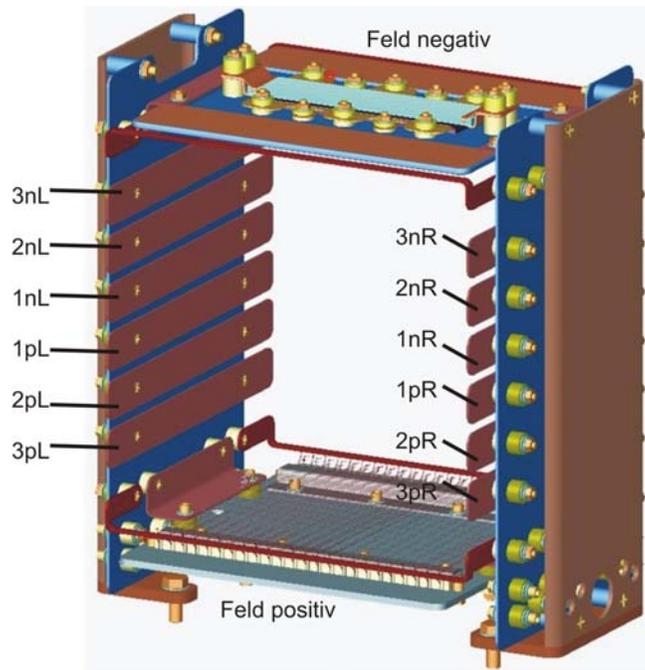


Bild E-Feld Box

Achtung!!!

Es dürfen keine SHV Buchsen an jeglichen Geräten offen sein. Nicht benötigte SHV-Buchsen, bzw. HV Kanäle, sind durch Kurzschlußstecker zu erden.

SHV-Ausgänge – rechtes und linkes Segment Frontpanel HV-Verteilerbox

Die SHV-Ausgänge sind durchnummeriert. Zu beachten ist, dass nur ein Teil der HV auf beide IPM verteilt wird. Die HV des Detektor (MCP+Phosphor) wird nicht verteilt, da hier zur Ansteuerung individuelle HV-Werte nötig sind. Auch die HV-Werte der Glühdrähte müssen individuell einstellbar sein. D.h. diese Spannungen werden direkt durchgeleitet, ohne sie zu verteilen.

Name		Kennung		HV Wert	No Frontpanel
Korrektor positiv	:	Corr_pos	:	+9kV	1
Korrektor negativ	:	Corr_neg	:	-9kV	2
Feld positiv	:	Field_pos	:	+3,5kV	3
Feld negativ	:	Field_neg	:	-5,25kV	4
Drahtende 1	:	W1	:	+5,25kV	5
Drahtende 2	:	W2	:	+5,25kV	6
MCP Front	:	MF	:	-5,25kV	7
MCP Mitte	:	MM	:	-4kV	8
MCP Back1	:	MB1	:	-3kV	9
MCP Back2	:	MB2	:	-3,5kV	10
Phosphorschirm	:	P	:	+2kV	11
Seitenelektrode	:	3pR	:	+4kV	12
"	:	2pR	:	+2,4kV	13
"	:	1pR	:	+0,8kV	14
"	:	1nR	:	-0,8kV	15
"	:	2nR	:	-2,4kV	16
"	:	3nR	:	-4kV	17
"	:	3pL	:	+4kV	18
"	:	2pL	:	+2,4kV	19
"	:	1pL	:	+0,8kV	20
"	:	1nL	:	-0,8kV	21
"	:	2nL	:	-2,4kV	22
"	:	3nL	:	-4kV	23

Seitenelektroden werden in E-Feldrichtung mit positiv / negativ bezeichnet und von der Mitte her mit 1 beginnend gezählt. In der entsprechend transversalen Richtung mit rechts / links bezeichnet. Beispiel: Die positivste Seitenelektrode auf der rechten Seite : 3pR, siehe Bild E-Feld Box.

SHV-Eingänge – mittleres Segment Frontpanel HV-Verteilerbox

Die SHV-Eingänge sind durchnummeriert. Zu beachten ist nun, dass nur ein Teil der HV auf beide IPM verteilt wird. Die HV des Detektor (MCP+Phosphor) wird nicht verteilt, da hier zur Ansteuerung individuelle HV-Werte nötig sind. Auch die HV-Werte der Glühdrähte müssen individuell einstellbar sein.

Name		Kennung		HV Wert	No Frontpanel
Korrektor positiv	:	Corr_pos	:	+9kV	1
Korrektor negativ	:	Corr_neg	:	-9kV	2
Feld positiv	:	Field_pos	:	+5,25kV	3
Feld negativ	:	Field_neg	:	-5,25kV	4
Drahtende 1	:	W1	:	+5,25kV	5
Drahtende 2	:	W2	:	+5,25kV	6
Drahtende 1	:	W1	:	+5,25kV	7
Drahtende 2	:	W2	:	+5,25kV	8
MCP Front Hor	:	MF	:	-5,25kV	9
MCP Mitte Hor	:	MM	:	-4kV	10
MCP Back Hor1	:	MB1	:	-3kV	11
MCP Back Hor2	:	MB2	:	-3,5kV	12
Phosphorschirm Hor	:	P	:	+2kV	13
MCP Front Ver	:	MF	:	-5,25kV	14
MCP Mitte Ver	:	MM	:	-4kV	15
MCP Back Ver1	:	MB1	:	-3kV	16
MCP Back Ver2	:	MB2	:	-3kV	17
Phosphorschirm Ver	:	P	:	+2kV	18

Die Werte 9-16 in der Tabelle müssen je nach MCP und Phosphortyp individuell eingestellt werden.

HV-Verteilerbox Spannungsteilerwiderstandsreihe

Die Potentialdifferenz zwischen "Feld_positiv" und "Feld_negativ" wird in der E-Feldbox in diskrete Spannungswerte geteilt. Die einzelnen Werte richten sich dabei nach der Geometrie der E-Feldbox. Dazu wird die Spannung "Feld_positiv" und "Feld_negativ" durch einen Spannungsteiler mit präzisen Hochspannungswiderständen in diskrete Werte aufgeteilt. Die Widerstandsreihe ist aus Präzisionswiderständen von 2M Ω aufgebaut. Die Spannungsdifferenz zwischen 2 benachbarten Seitenelektroden liegt bei 1600V, d.h. zwischen 3nL und 2nL liegen 1600V. Ebenso zwischen 2nL und 1nL. Auch zwischen 1nL und 1pL, usw. Die Seitenelektroden mit gleicher Zahl und Potentialangabe z. B. 3nL 3nR, oder 2nL 2nR liegen auf gleichem Potential. Zu beachten ist, daß sich zwischen 1nLR und 1pLR das Vorzeichen der Spannung ändert. Eine sinnvolle Wahl der Potentiale der Außenelektroden "Feld-positiv" und "-negativ" liegt bei $\pm 5,25$ kV. Das heißt die gesamte Potentialdifferenz liegt bei 10,5kV. An den Widerständen müssen also 1600 Volt bzw. von den Seitenelektroden 3 zur äußeren Feldebene 1,25 kV abfallen. Da Präzisionswiderstände entsprechend teuer sind und man außerdem immer eine Mindestmenge abnehmen muss, wurde der gesamte Spannungsteiler mit Widerständen 2M Ω realisiert.

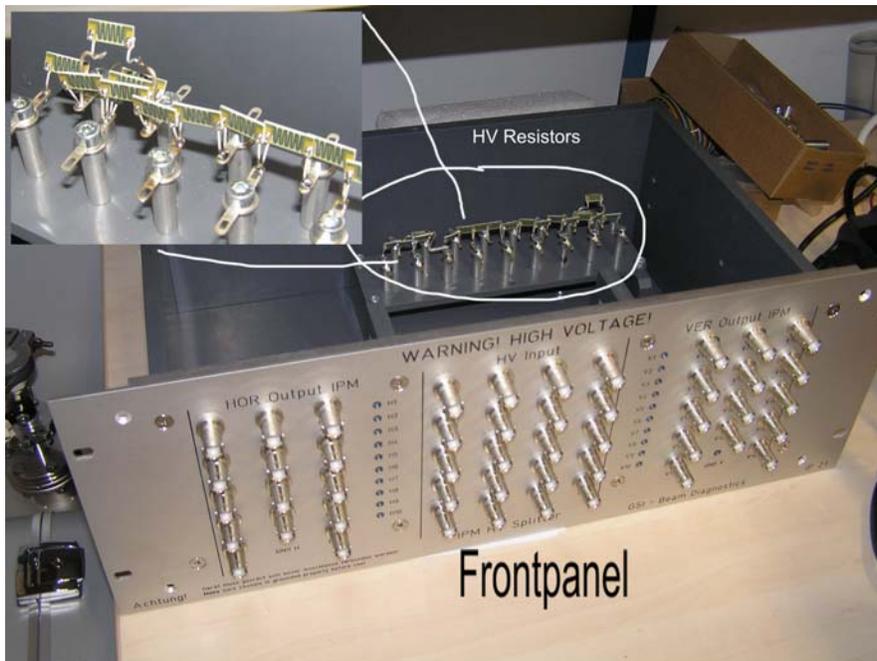


Bild Foto HV-Verteilerbox

Elektrode	Uabs	Udiff	R
<u>Feld negativ</u>	-5250 V		
<u>3n</u>	- 4000 V	1250 V	3,125 MOhm
<u>2n</u>	-2400 V	1600 V	4 MOhm
<u>1n</u>	-800 V	1600 V	4 MOhm
<u>1p</u>	800 V	1600 V	4 MOhm
<u>2p</u>	2400 V	1600 V	4 MOhm
<u>3p</u>	4000 V	1250 V	3,125 MOhm
<u>Feld positiv</u>	5250 V		

Um einen Widerstandswert von 3,125 MOhm zu erzeugen, wurden 6 x 2MOhm Widerstände folgendermaßen verschaltet. $((2M \parallel 2M \parallel 2M) + 2M) \parallel 2M + 2M$. Das heißt: zunächst werden 3 x 2MOhm Widerstände parallel geschaltet. Dazu wird ein 2MOhm Widerstand in Reihe gelegt. Zu dieser Gesamtschaltung wird nun ein weiterer 2MOhm Widerstand parallel geschaltet. Und nun wird wiederum ein 2MOhm Widerstand in Reihe gelegt. Daraus erhält man rechnerisch 3,142 MOhm. Dies kommt dem geforderten Wert von 3,125 MOhm recht nahe (0,5% Abweichung), siehe Bild Foto HV-Verteilerbox.

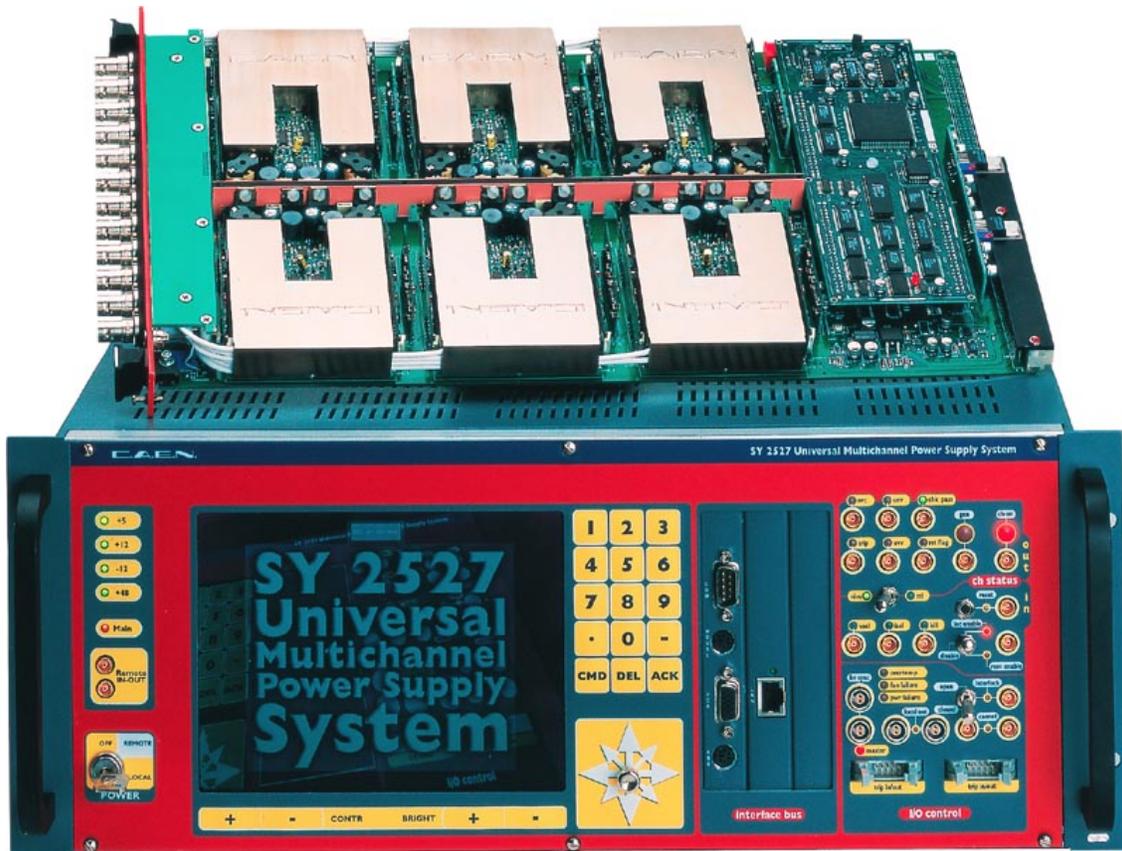
Die entsprechenden SHV-Buchsen werden in der HV-Verteilerbox mit den entsprechenden Stellen im Spannungsteiler verbunden. Dafür werden Hochspannungsfeste ungeschirmte Kabel verwendet.

Bei der Restgasionisation werden die Restgaselektronen zum MCP-Ph-Detector beschleunigt. Die Restgasionen bewegen sich dem Feld folgend in die andere Richtung und treffen auf irgendeine metallische Begrenzung. Dabei lösen sie Sekundärelektronen aus und diese bewegen sich nun ebenfalls dem Feld folgend in Richtung zum MCP-Ph-Modul, wo sie ein ungewolltes Stör- / Hintergrundsignal erzeugen. Um dies zu verhindern ist in der E-Feldbox dem MCP gegenüberliegend ein Gitter angebracht. Die Restgasionen fliegen durch das Gitter hindurch und treffen auf eine Begrenzung. Die nun ausgelösten Sekundärelektronen werden durch das Gitter gehindert zur Anode zu fliegen, da das Gitter auf negativem Potential liegt.

Das Gitter läßt ca. 80% der Restgasionen passieren. Die restlichen 20% Restgasionen treffen auf das Gitter und lösen Sekundärelektronen aus, die ein Störsignal auf dem MCP-PH-Modul erzeugen.

Es gilt auch dieses Störsignal zu verhindern. In Flugrichtung der Restgasionen wird hinter dem ersten Gitter ein zweites Gitter angebracht. Der eigentliche Grund ist, um mit einer UV-Lampe das MCP zu beleuchten, siehe Kapitel Detektor Kalibration. Das zweite Gitter wird auf ein Potential gelegt, welches die auf dem ersten Gitter erzeugten Sekundärelektronen veranlaßt nicht zur Anode zu fliegen sondern durch das erste Gitter hindurch zum zweiten Gitter. Das zweite Gitter liegt auf ca. -3,5kV. Das ist zwar negativer als die Anode (MCP-PH) mit +5,25kV, aber gegenüber dem ersten Gitter mit -5,25kV aus Sicht der Sekundärelektronen eher positiv.

HV Spannungsversorgung



Die Spannungsversorgung der HV-Verteilerbox erfolgt mit einem SY2527 HV System der Firma CAEN.
Benötigt werden