



Zweck und charakteristische Eigenschaften

Das neue 10kV Netzgerät im Demo – Gehäuse ist ein sowohl für die Elektrostatik als auch den Betrieb von Gasentladungsröhren geeignetes Stromversorgungsgerät. Durch seine einfache und intuitive Bedienung, den Versorgungsausgang für die elektrischen Heizwendel sowie seine hohe Sicherheit ist es ein wertvolles Gerät für den physikalischen Demonstrationsunterricht. Gegenüber vielen anderen vergleichbaren handelsüblichen Geräten besteht die ungewöhnliche Verwendung eines Mittelfrequenz – Sinuswandlers, wodurch das Geräte praktisch keine HF – Störungen (EMR) aussendet. Gegenüber den früheren netzgeführten Systemen bleibt die Ausgangsspannung auch bei Variation der Netzspannung konstant.

Der elektrische Aufbau von Demonstrationsversuchen mit Hochspannung

Ein grundlegendes Problem des Aufbaus von Demonstrationsversuchen mit Hochspannung im Lehrmittelbereich ist, dass üblicherweise dafür weder geeignete noch zugelassene Leitungen verwendet werden. Üblich sind im Lehrmittelbereich einfach isolierte Leitungen mit 4 mm Laborsteckern an beiden Enden. Selbst die schon besonders sicheren, aber aufgrund ihres beschränkten Einsatzbereiches wenig verbreiteten Laborstecker mit starrer Schutzhülse können Hochspannung von über 10 kV nicht sicher isolieren. Auch die Isolationen der Laborkabel sind in den meisten Fällen lediglich für 1 kV zugelassen. Dazu kommt, dass unabhängig von der Isolation jede an Hochspannung angelegte nicht abgeschirmte Leitung auf sämtliche Isolatoren in den Umgebung Influenz ausübt. Daher kommt es in jedem Fall zu unkontrollierten Aufladungen. Im professionellen Bereich sind daher ausschließlich geschirmte Hochspannungsleitungen üblich, sobald Hochspannung aus einem Gerät herausgeführt wird. Das hat sich im Lehrmittelbereich bisher nicht durchgesetzt und wird wohl aufgrund der erheblichen Kosten solcher Verbinder wohl auch noch längere Zeit so bleiben.

Daher liegt es in der Verantwortung der / des Vortragenden, die Aufbauten trotz der behelfsmäßigen Ausstattung möglichst sicher auszuführen. Dazu gehören folgende Regeln:

Unbedingt die vorgesehenen Kaltgeräteleitungen mit Erdverbindung verwenden. Damit ist der elektrische Bezug der Ausgangsspannung zu Erde sichergestellt.

Immer den Aufbau komplett fertigstellen und erst dann das Netzgerät einschalten.

Die hochspannungsführende Leitung immer frei hängen lassen. Keinesfalls über leitende (metallische) Konstruktionselemente (Stative, Querträger, Laborboys und dergleichen) hängen lassen oder gar schlingen. Sollte eine mechanische Abstützung erforderlich sein, unbedingt nichtleitende Konstruktionselemente verwenden. Alternativ die Leitung in einem Kunststoffrohr führen.

Nach Abschluss der Aufbauarbeiten die Ausgangsspannung am Netzgerät auf Null stellen. Die nicht benötigte Hand (bei RechtshänderInnen die linke) immer demonstrativ hinter dem Rücken halten. Niemals zweihändig arbeiten! Diese Körperhaltung einzunehmen hat auch didaktische Gründe! Erst dann einschalten und die Ausgangsspannung des Gerätes bis zum gewünschten Wert erhöhen.

Einige Tipps für den Umgang mit diesem Gerät

Dieses Netzgerät ist sowohl für Versuche zur Elektrostatik (hohe Spannungen, minimale Stromstärken) als auch zum Betrieb von Gasentladungsröhren (hohe Zündspannung, niedrige Brennspannung, hoher Strombedarf nach der Zündung, Kennlinienbereich mit negativem differentielltem Widerstand) geeignet und vorgesehen. Außerdem leistet dieses Gerät den vorgeschriebenen Berührungsschutz, daher ist der Ausgangsstrom auf rund 2 mA begrenzt. In speziellen Anwendungen können sich diese Forderungen widersprechen. Um bestmögliche Resultate zu erzielen, sollten daher folgende Regeln eingehalten werden:

Wird bei elektrostatischen Versuchen die maximale Ausgangsspannung nicht erreicht, so liegt dies meist an einer falschen Konstruktion oder aber an der Verschmutzung eines oder mehrerer Konstruktionselemente. Typisch, aber nicht immer zu beobachten sind nichtlineare Effekte: An niedrigen Spannungen funktionieren die Aufbauten problemlos, dann steigt der Strombedarf deutlich an. Manchmal kommt es sogar zu unspezifischen elektrischen Entladungen wie Elmsfeuer. In diesem Fall sind zuerst die Abstände zu kontrollieren und gegebenenfalls höhere Abstände zwischen den spannungsführenden Elementen und denen

auf Erdpotential zu schaffen. Des Weiteren sind die Isolatoren peinlichst sauber zu reinigen. Auch Aufbaufehler können zu diesem Verhalten führen, vor allem wenn hochspannungsführende Leitungen, die dafür eigentlich nicht geeignet sind (siehe letztes Kapitel) in der Nähe metallischer Konstruktionselemente geführt werden. Abhilfe: Alle hochspannungsführenden Leitungen in deutlichem Abstand zu metallischen Konstruktionselementen führen oder mit zusätzlichen Kunststoffrohren isolieren.

Beginnen Gasentladungsröhren nach kurzer Zeit zu blinken und schwankt die angezeigte Ausgangsspannung stark, dann versucht die Röhre beim Brennen mehr als 1,7 mA zu entnehmen und der keramische Überstromschutz spricht an. Abhilfen:

- Nur die notwendige Zündspannung wählen, nicht unreflektiert auf maximale Ausgangsspannung stellen.
- Genügt dies nicht, nach dem Zünden die Ausgangsspannung manuell zurück stellen. Eventuell im Vorversuch in die Kathodenleitung ein Strommessgerät einschleifen und die Stellung des Potentiometers markieren, bei der der Brennstrom unter 1,7 mA bleibt.

Schülerversuche mit Hochspannung

Grundsätzlich gilt als allgemeine Regel: Spannungen über 12 Veff gehören nicht in die Hände von SchülerInnen.

Die einzige Ausnahme scheint wohl die Durchführung solcher Experimente durch SchülerInnen, die

- aufgrund der pädagogischen Erfahrung der Lehrenden als absolut sittlich reif zu betrachten sind und die
-
- aufgrund ihres besonderen Interesses und ihrer besonderen Fähigkeiten an Lehrveranstaltungen außerhalb des Regelunterrichtes teilnehmen.

Ein typisches Beispiel sind die Vorbereitungskurse zu Physik – Wettbewerben.

Zum Problem der Röntgenstrahlung

Theoretisch entsteht Röntgenstrahlung bereits ab einer Spannung von 100 V, wenn damit beschleunigte Elektronen gegen ein Hindernis prallen. Die Intensität der erzeugten Röntgenstrahlung steigt und die Wellenlänge sinkt dabei mit steigender Spannung. Eine Grenze der Unbedenklichkeit anzugeben ist schwierig, auch da sich die Bedrohungserwartung in der Bevölkerung in den letzten Jahrzehnten drastisch erhöht hat. Im Zweifelsfall ist dabei wohl mit der dauernden Exposition aller Menschen mit Höhenstrahlung sowie erhöhter Strahlenbelastung bei Interkontinentalflügen sowie in einigen Regionen zu argumentieren. Bei der Karzinom – Prophylaxe von Frauen wird das Verhältnis zwischen Nutzen und Schaden von regelmäßigen Mammographien seit einigen Jahren intensiv diskutiert. Die von Farbfernsehgeräten mit Kathodenstrahlröhren abgegebene Röntgenstrahlung wurde zwar durch Verwendung geeigneter Gläser für die CRTs hoch abgeschwächt, wird aber heute trotzdem als nicht mehr zumutbar betrachtet.

Für Lehrmittel – Aufbauten im Demonstrationsunterricht gilt, dass immer die niedrigste Spannung zu verwenden ist, die für das Experiment erforderlich ist.

Technische Daten

Netzversorgung:	230 V 90 W 50 ... 60 Hz
Schutzklasse:	I (Kaltgeräteleitung mit Erdleitung)
Gehäusegröße:	Demo mittel
Ausgangsspannung 1:	0 ... 12 kV (Lastwiderstand $\geq 1 \text{ G}\Omega$)
Maximalstrom 1:	2 mA (für wenige Sekunden)
Ausgangswiderstand 1:	ca. 5 M Ω
Brummspannung 1:	< 100 Veff (bei 2 mA Laststrom)
Absicherung 1:	Strombegrenzungswiderstand, keramischer Überstromschutz
Bezugsspannung 1:	Erdleitung
Ausgangsspannung 2:	6,3 V AC
Nennstrom 2:	5 A
Absicherung 2:	keramischer Überstromschutz
Bezugsspannung 2:	potentialfrei, max. 42 Veff gegen die Erdleitung

Charakterisierung:

Kein angezeigter Spannungsabfall bei 10kV und 1G Ω Last.

Maximalspannung: 6,1 kV bei 1 mA Last.

Maximaler Dauerstrom: 1,7 mA bei 0,3 kV.

Kurzzeitiger Dauerstrom (für wenige Sekunden): 2 mA bei 2,4 kV

Achten Sie darauf, dass das Gerät nicht zu Fall kommt. Ist dies doch passiert, das Gerät einer sachgemäßen Überprüfung bzw. Reparatur durch autorisierte Fachkräfte zuführen.

Treten bei Installation oder Betrieb des Gerätes unerwartete Probleme auf, das Gerät abschalten und den Fachhändler kontaktieren.

Das Gerät nicht Tropf- oder Spritzwasser aussetzen.

Nur Sicherungen vom angegebenen Typ und der angegebenen Nennstromstärke verwenden.

Im Inneren des Gerätes befinden sich keine Bauteile, die vom Benutzer gewartet werden müssen.

Der Betrieb dieses Gerätes ist nur durch qualifizierte Personen oder von solchen unterwiesenen Personen vorzunehmen.



Fruhmann GmbH - 7372 Karl, Austria

