

# EINIGE NEUE RESULTATE BEZÜGLICH DER MAGNETISCHEN DEFOKUSIERUNG VON SEKUNDÄRELEKTRONENVERVIELFACHERN

Von

L. SZÖLLÖSY und T. SZÖRÉNYI

Institut für Experimentalphysik der Attila-József-Universität  
Szeged

*(Eingegangen am 1. Mai, 1970)*

Es wird die Wirkung der Polarität und Lage des magnetischen Feldes auf den Dunkelstrom, das Dunkelgeräusch, den Signalstrom, das Signal/Geräusch-Verhältnis und auf die spektrale Empfindlichkeit der Sekundärelektronenvervielfacher untersucht. Aus den Resultaten ergibt sich, daß durch eine der Aufgabe entsprechende Einstellung der Lage des Magneten eine gesteigerte Rot- bzw. Blauempfindlichkeit bzw. ein minimaler Dunkelstrom erreicht werden kann.

Die kommerziell verbreiteten, auch im roten Spektralgebiet hochempfindlichen (200  $\mu\text{A/lumen}$ ) Sekundärelektronenvervielfacher (SEV) mit Endfenster haben im allgemeinen eine große Kathodenfläche. Ihre Verwendbarkeit wird durch den Wert des Dunkelstromes bzw. des Dunkelgeräusches begrenzt, deren bedeutender Anteil von der Kathode stammt. Bei gewissen Meßaufgaben ist es nicht möglich oder nicht üblich, die ganze Kathodenfläche zu belichten. In solchen Fällen kann der Dunkelstrom bzw. das Dunkelgeräusch bedeutend vermindert werden, wenn die weitere Vervielfachung der von der „ungebrauchten“ Kathodenfläche stammenden Elektronen verhindert wird. Dies läßt sich durch Anwendung magnetischer oder elektrischer Felder erreichen.

Mit der Untersuchung dieses, als magnetische Defokussierung bekannten Verfahrens befaßten sich nach den ersten Berichten von G. FARKAS und P. VARGA [1, 2] mehrere Verfasser [3—7]. Die Untersuchungen umfaßten die Wirkung der magnetischen Defokussierung auf den Dunkelstrom, das Dunkelgeräusch, den Signalstrom und das Signal/Geräusch-Verhältnis. Es wurde auch die Wirkung der Divergenz und der Polarität des magnetischen Feldes untersucht.

Unsere Messungen bezüglich der magnetischen Defokussierung an Sekundärelektronenvervielfachern Typ EMI 9558 haben einerseits die günstigen Erfahrungen bezüglich der Herabsetzung des Dunkelstromes bekräftigt, andererseits Daten über die Abhängigkeit des Dunkelstromes, des Dunkelgeräusches, des Signalstromes, im allgemeinen des Signal/Geräusch-Verhältnisses von der Lage des Defokussierungsmagneten zwischen Kathode und Dynode und seiner Polarität sowie über die Wirkung der Defokussierung auf die spektrale Empfindlichkeit des SEV geliefert.

### Versuchseinrichtung

Bei der in der Fig. 1 dargestellten Versuchseinrichtung kann der permanente Magnet *M* mittels eines Schraubengewindes von 1 mm Ganghöhe in eine beliebige Lage zwischen der Kathode und der ersten Dynode eingestellt werden. Im Inneren einer mit einem gleichen Gewinde versehenen Weicheisenschraubenspindel *S* befindet sich der mit einem Kupfermantel versehene Lichtleiter *L*.

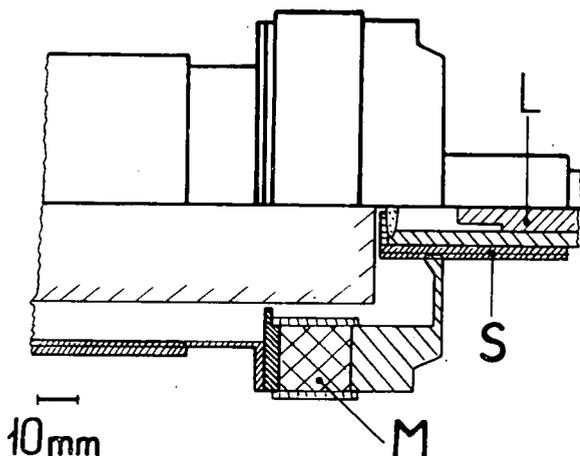


Fig. 1

Die magnetische Feldstärke betrug am Rande der Schraubenspindel 260 G. Die Kathodenfläche wurde durch eine im Abstand von 1 mm angebrachte Blende von 2 mm Durchmesser mit einem parallelen Lichtbündel belichtet. Der Lichtleiter war am Ausgangspalt eines Monochromators Typ SPM-2 angeschlossen. Als Lichtquelle diente eine mit konstanter Stromstärke gespeiste Wolframspaltlampe von 12 V 30 W. Die angewandte Verteilerkette war die von der Fabrik emp-

fohlene. Ihre einzelne Glieder hatten einen Widerstand von 100 k $\Omega$ , mit einer Zener-Diode Typ KS-150 zwischen der Kathode und der ersten Dynode. Der Strom des SEV wurde mit einem Kompensationsschreiber Typ G1B1 registriert. Bei der Messung von Stromstärken kleiner als  $10^{-11}$  A war ein Gleichstromverstärker zwischen dem SEV und dem Kompensationsschreiber angebracht.

Die Messungen wurden bei Zimmertemperatur durchgeführt, nachdem der SEV mindestens 24 Stunden lang im Dunkel gehalten wurde, um die Dunkelstrommessungen möglichst im Gleichgewichtszustand durchführen zu können.

### Resultate

Die Abhängigkeit des Dunkelstromes und des Signalstromes von der Lage des Magneten zeigt Fig. 2. Die Abhängigkeit des Dunkelstromes (ursprünglich 6,1 nA) von der Lage des Magneten ist für alle Spannungen — 800, 900, ... 1300 V — dieselbe. Die Untersuchungen von W. KNIGHT und Mitarbeitern [4] betonten die Rolle der Polarität. In Fig. 2 ist auch die Wirkung der Polarität dargestellt; die Polarität der Spindel ist mit N bzw. S bezeichnet. In Übereinstimmung mit [4] erweist sich hinsichtlich der Verringerung des Dunkelstromes die Polarität N wirksamer. Der Maximalwert des Signalstromes bei Polarität N beträgt etwa 110% des ohne Defokussierung erhaltenen Wertes von 9,7 nA; bei Polarität S ist der Signalstrom bedeutend geringer. Das Dunkelgeräusch beträgt im Falle N durchschnittlich 1/20,

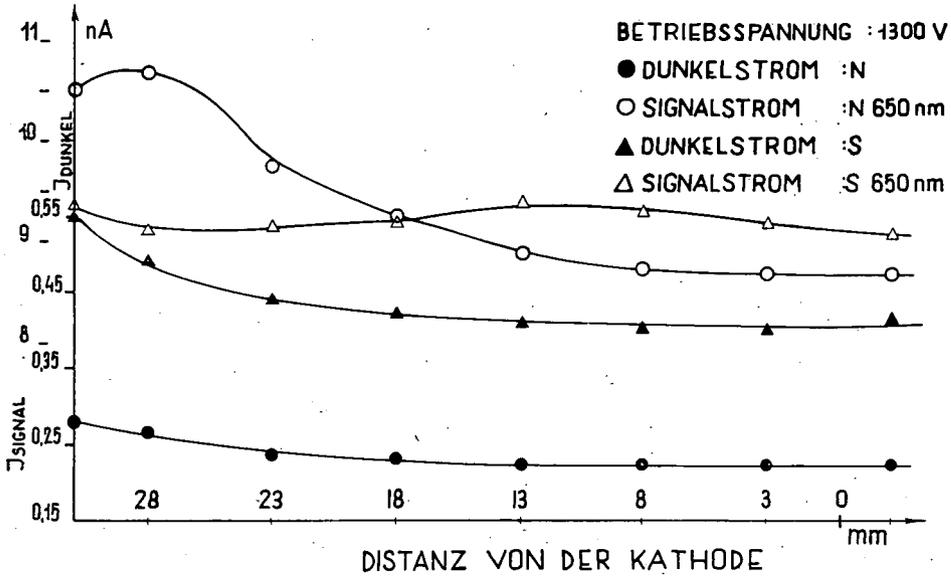


Fig. 2

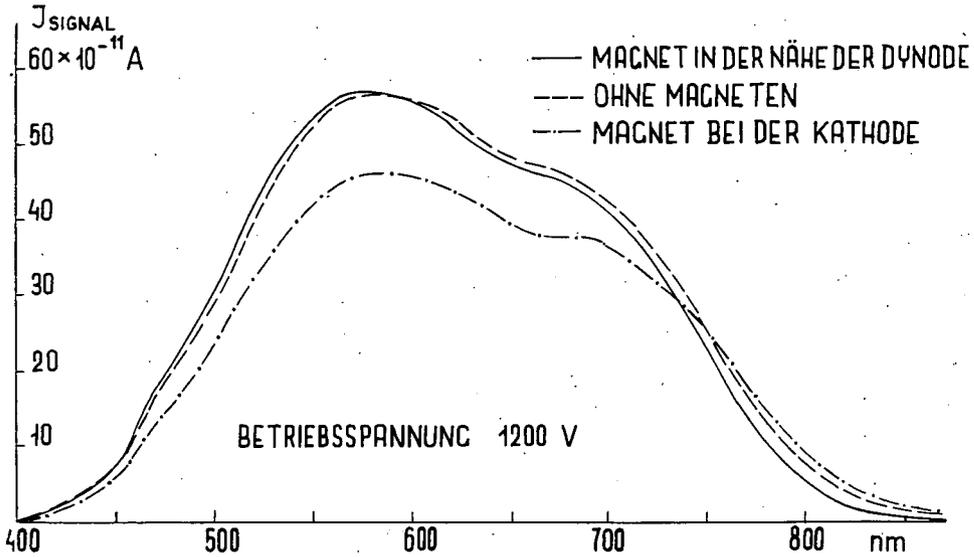


Fig. 3

im Falle S durchschnittlich  $1/10$  des ursprünglichen, folglich erscheint die Anwendung der Polarität N vorteilhafter.

Der Signalstrom wurde sowohl mit als ohne Magneten mit konstanter Lichtintensität bei 500 bzw. 650 nm Wellenlänge gemessen. Es zeigte sich, daß der Quotient der beiden Signalwerte bei verschiedener Einstellung des Defokussierungsmagneten nicht gleich ist. Das weist darauf hin, daß das magnetische Feld auch in der spektralen Empfindlichkeit des SEV Änderungen hervorruft. Deshalb wurde der Signalstrom des SEV im Spektralbereich von 400—900 nm bei sorgfältiger Stabilisierung der Glühlampe untersucht. Einige Ergebnisse der Messungen sind in Fig 3. dargestellt. Die spektrale Empfindlichkeit erscheint bei der Lage des Magneten in der Nähe der Dynode gegen das blaue, in der Nähe der Kathode gegen das rote Wellenlängengebiet verschoben. Obwohl der absolute Wert des Signalstromes mit dem Magneten in der Nähe der Kathode im allgemeinen bedeutend geringer ist als ohne Defokussierung, ist es im roten Spektralgebiet — etwa von 750 nm an — doch vorteilhafter, mit dem Magneten in der Nähe der Kathode zu arbeiten, da die Empfindlichkeit hier erheblich höher ist. Das Signal/Geräusch-Verhältnis zeigt, in Abhängigkeit vom Spektralgebiet, zwei- bis dreimal günstigere Werte.

Die erhaltene Resultate wurden mit einem anderen SEV des gleichen Typs kontrolliert.

#### *Zusammenfassung*

Die magnetische Defokussierung erweist sich als ein geeignetes Verfahren zur Verringerung des Dunkelstromes und Dunkelgeräusches und zur Verbesserung des Signal/Geräusch-Verhältnisses der Elektronenvervielfacher. Die Polarität und die Lage des magnetischen Feldes mit Bezug auf den SEV beeinflußt auch die spektrale Empfindlichkeit. Aus den Resultaten ergibt sich, daß durch eine der Aufgabe entsprechende Einstellung der Lage des Magneten eine gesteigerte Rot- bzw. Blauempfindlichkeit bzw. ein minimaler Dunkelstrom erreicht werden kann. Es ist zu bemerken, daß die Anwendbarkeit der magnetischen Defokussierung davon Abhängig ist, daß der zu untersuchende Lichtstrom auf eine sehr kleine Fläche der Kathode abgebildet wird, was sich durch eine entsprechende optische Anordnung erreichen läßt [7]. Dies bedeutet aber, daß gleichzeitig die zulässige Anodenbelastung der SEV um mehrere Größenordnungen verringert wird, und die Anwendung der Defokussierung die Empfindlichkeit der kleinen belichteten Kathodenfläche durch Konzentration der sonstüblichen Intensitäten dauernd beeinträchtigen kann.

\* \* \*

Die Verfasser wünschen dem Leiter der Forschungsgruppe, Herrn Professor Dr. I. KETSKEMÉTY für sein Interesse und Kollegen K. SZANKA für seine wertvolle Hilfe während der Untersuchungen ihren aufrichtigen Dank auszusprechen.

**Literatur**

- [1] *Farkas, G., P. Varga*: KFKI Közl. 7, 248 (1959).
- [2] *Farkas, G., P. Varga*: J. Sci. Instrum. 41. 704 (1964).
- [3] *Sharpe, J.*: Dark Current in Photomultiplier Tubes, EMI Document Ref. No. CP5475 (1964).
- [4] *Knight, W., Y. Kohanzadeh, G. Lengyel*: Appl. Optics, 7. 1115 (1968).
- [5] *Lelle, W.*: Exper. Tech. Phys. 17. 227 (1969).
- [6] *Frommhold, L., W. A. Feibelman*: J. Sci. Instrum. 44. 182 (1967).
- [7] *Topp, J. A., H. W. Schrötter, H. Hacker, J. Brandmüller*: Rev. Sci. Instrum. 40. 1164 (1969).

**НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ  
ОТНОСЯЩИЕСЯ К МАГНИТНОЙ ДЕФОКУСИРОВКЕ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ**

*Л. Сёллэши и Т. Сёрен*

Рассматривается влияние полярности и положения магнитного поля на темновой ток, темновой шум, сигнал, отношение сигнал/шум и спектральную чувствительность фотоумножителей. Результаты показывают, что если положение магнитного поля правильно подобрано, тогда можно увеличить чувствительность в красной или синей областях спектра, и темновой ток будет минимальным.