

KFK-52

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

MAI 1961

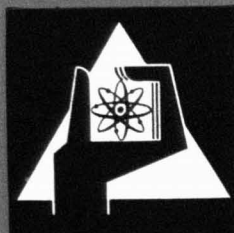
KFK 52

INSTITUT FÜR RADIOCHEMIE

EINFLUSS DER SCHLEIFENFORM AUF DIE ZÄHLEIGENSCHAFTEN
EINES METHANDURCHFLUSSZÄHLERS

H. MÜNDEL, M. HOLLSTEIN

KERNREAKTOR
Bau- und Betriebs-Gesellschaft m. b. H.
Verwaltung der Zentralbücherei



KERNREAKTOR

BAU- UND BETRIEBS-GESELLSCHAFT M. B. H.

KARLSRUHE

KERNREAKTOR
Bau- und Betriebs-Gesellschaft m. b. H.
Verwaltung der Zentralbücherei

Einfluß der Schleifenform auf die Zähleigenschaften eines Methandurchflußzählers

Kernforschungszentrum
Karlsruhe, Institut für
Radiochemie

Von H. Münzel und M. Hollstein

Methandurchflußzähler zeichnen sich gegenüber Geiger-Müller-Zählern durch einige Vorteile aus. Neben der Möglichkeit, α -Strahler unbeeinflusst durch evtl. vorhandene β -Strahler zu messen, liefern sie bei guter Langzeitkonstanz und einer von der Aktivitätsrate fast unabhängigen Totzeit lange Plateaus mit geringer Neigung. Auch der unkomplizierte mechanische Aufbau, welcher eine schnelle Reinigung und den einfachen Austausch einzelner Teile des Detektors ermöglicht, spricht für die Verwendung von Methandurchflußzählern.

Die Zähleigenschaften eines Methandurchflußzählers sind hauptsächlich durch den Aufbau der Anode („Zähl-

drahtschleife“, im folgenden kurz Schleife genannt), bestimmt. In der vorliegenden Mitteilung werden die Ergebnisse unserer Untersuchungen über den Einfluß von Form und Größe der Schleife auf die Zähleigenschaften des Detektors (Plateaulänge und -neigung, relativer Wirkungsgrad, Totzeit, Nulleffekt etc.) beschrieben.

Es war das Ziel dieser Untersuchungen, eine besonders günstige Schleifenform zu finden, damit die gewählte Meßanordnung unter optimalen Bedingungen betrieben werden kann. Für die Auswahl der „günstigsten“ Schleifenform wurde neben den bereits genannten, die Zähleigenschaften bestimmenden Einzelfaktoren ins-

Tabelle 1 Zähleigenschaften eines Methandurchflußzählers mit den in Abb. 2 dargestellten Schleifen

Schleife Nr.	Gruppe	Plateaubeginn [kV]	Nulleffekt N ohne Abschirmung [Imp/min]	relativer Wirkungsgrad Y_R [%]	$E = \frac{N}{Y_R} \cdot 100$
1	I	3,3	36	100	36
2		3,2	22	94	23
3		3,2	16	91	18
4		3,2	8	69	12
5	II	3,2	40	100	40
6		3,2	27	96	28
7		3,4	26	96	27
8		3,4	25	96	26
9		3,3	24	91	26
10	III	3,5	29	73	40
11	IV	3,2	200	89	225

Tabelle 2 Zähleigenschaften eines Methandurchflußzählers mit den Schleifen Nr. 1, 3 und 8

Schleife Nr.	1 („Telefunken-Schleife“)			3	8
	N	15,8 (15,0; 15,7)	7,2 (7,7; 7,3)		
¹⁰⁶ Ru (Punkt)	P_B	3,3 (3,3; 3,3)	3,2 (3,3; 3,3)	3,5 (3,4; 3,5 ⁺)	
	P_L	700 (800; 800)	400 (600; 700)	500 (700; 600 ⁺)	
	$a=5$ P_N	<0,1 (<0,1; <0,1);	0,2 (0,3; 0,3)	0,1 (0,7; 1,6 ⁺)	
	Y_R	100 (98; 102)	93 (87; 87)	86 (91; 85 ⁺)	
	E	16 (15; 15)	8 (9; 8)	14 (13; 10 ⁺)	
	$a=13$	P_B	3,3	3,6	3,5
⁹⁰ Sr (Fläche)	P_L	400	400	600	
	P_N	0,7	0,4	1,7	
	Y_R	100	82	85	
	E	16	9	14	
	$a=5$	P_B	3,2	3,2	3,5
	¹⁴ C (Punkt)	P_L	800	800	500
P_N		0,5	1,1	0,9	
Y_R		100	91	86	
E		16	8	14	
$a=13$		P_B	3,2	3,2	3,5
¹⁴ C (Punkt)		P_L	900	900	600
	P_N	1,7	1,7	1,8	
	Y_R	100	83	91	
	E	16	9	13	
	$a=5$	P_B	3,0	2,9	3,2
	¹⁴ C (Punkt)	P_L	900	1000	700
P_N		1,0	1,2	0,8	
Y_R		100	100	88	
E		16	7	13	
$a=13$		P_B	3,0	2,8	3,2
τ für Imp/min		P_L	700	1100	800
	P_N	1,8	2,2	0,6	
	Y_R	100	88	90	
	E	16	8	14	
	$2 \cdot 10^5$	9 (12)	20 (17)	16 (17)	
	$5 \cdot 10^5$	12	17	17	
$2 \cdot 10^6$	16	14	15		

Erläuterungen zu Tabelle 2:

- N Nulleffekt mit Abschirmung (Standard-Bleikammer MS Bk 629/1 der Firma Telefunken) in Imp/min
- a Abstand Präparat / Fenster in mm
- P_B Plateaubeginn in kV
- P_L Plateaulänge in V
- P_N Plateauneigung in %/100 V
- Y_R relativer Wirkungsgrad in %
- $E = \frac{N}{Y_R} \cdot 100$
- τ Totzeit in μ sec

Werte in (): Ergebnisse mit Schleifen jeweils gleicher Form
+ : Zähldraht der Firma Telefunken

Tabelle 3 Relative Zählwirksamkeit für Schleife Nr. 3 bei Messungen mit und ohne Fenster

Präparat	E_{β} max. [MeV]	ohne Fenster Präparat offen $N = 17$ Imp/min		ohne Fenster Präparat mit Fensterfolie abgedeckt $N = 17$ Imp/min		mit Fenster Präparat offen $N = 7$ Imp/min	
		Y_0	E'	Y_0	E'	Y_0	E'
¹⁰⁶ Ru	3,5	100%	17	100%	17	84%	8
⁹⁰ Sr	2,3	100%	17	84%	20	56%	13
¹⁴ C	0,16	100%	17	57%	30	50%	14

Erläuterungen zu Tabelle 3:

- Y_0 relative Zählwirksamkeit bei Messung des offenen Präparates ohne Fenster
- $E' = \frac{N}{Y_0} \cdot 100$

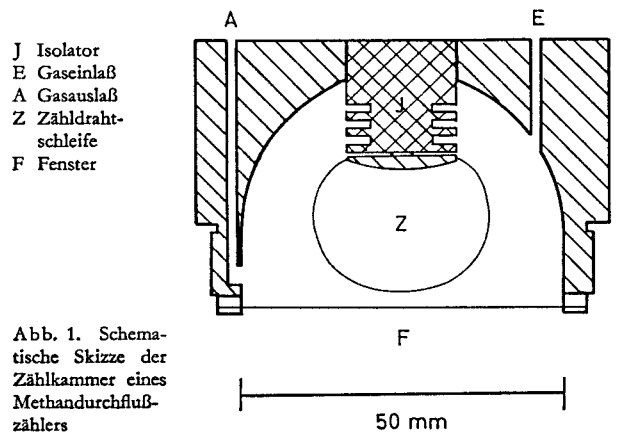


Abb. 1. Schematische Skizze der Zählkammer eines Methandurchflußzählers

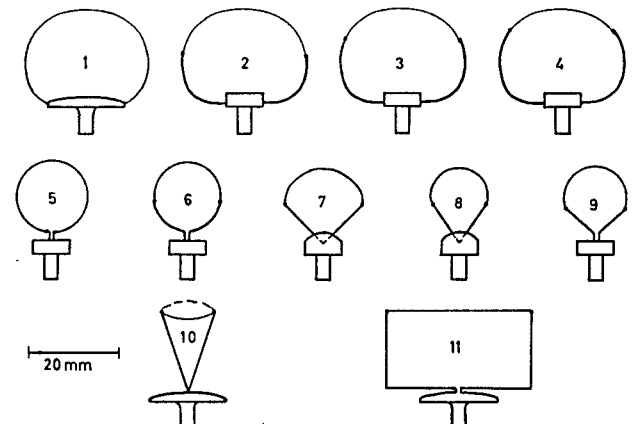


Abb. 2. Darstellung verschiedener Schleifenformen

besondere der Quotient

$$E = \frac{\text{Nulleffekt}}{\text{relativer Wirkungsgrad}} \cdot 100$$

herangezogen, welcher bei Messungen mit konstanter Impulsvorwahl ein Kriterium für die Nachweisempfindlichkeit der Zählordnung ist.

Die Meßanordnung bestand aus dem Methandurchflußzähler Nr. MS MD 632/1 mit eingebautem Vorverstärker und dem digitalen Strahlungsmeßplatz Nr. MS Str 610/1 der Firma Telefunken.

Zunächst wurden für die mit dem Methandurchflußzähler gelieferte Schleife („Telefunken-Schleife“) die optimalen Betriebsbedingungen hinsichtlich Verstärkung und Diskriminator-einstellung (Schwelle) festgelegt. Nach einem Vergleich der Detektorcharakteristiken in Abhängigkeit von der Verstärkung und Diskriminator-einstellung für punktförmige Präparate verschiedener Radionuklide (^{106}Ru , ^{90}Sr und ^{14}C) wählten wir für die weiteren Untersuchungen als Einstellung am Meßplatz eine Verstärkung von 400 bei einer Diskriminator-einstellung von 1,0.

Der benutzte Detektor ist in Abb. 1 schematisch skizziert. Die Hochspannungszuführung trägt am unteren Ende ein Gewinde zur Aufnahme der Schleifenhalterung. Die „Telefunken-Schleife“ besitzt als Halterung eine Schraube mit tellerartigem Kopf, an dessen Unterseite der Zähldraht direkt befestigt ist. Wir benutzen als Halterung des Zähldrahtes eine Kanüle, die ihrerseits in den Schlitz eines normalen Schraubenkopfes eingelötet ist (vgl. Abb. 2).

Zur Herstellung der Schleifen wurde eine Kanüle aus ungehärtetem Edelstahl (Außendurchmesser 0,5 mm) in die gewünschte Form gebogen, an den Enden mit Sandpapier abgeschmirgelt und dann in den Schlitz des Schraubenkopfes eingelötet. Der Schraubenkopf sowie die Enden der Kanüle wurden vor Einführen des Zähldrahtes (gehärteter Stahldraht, $\varnothing 25 \mu$) sorgfältig abgerundet. Das Fixieren des Zähldrahtes in der erwünschten Schleifenform geschah durch Abklemmen der Kanülenenden. Es wurde jeweils die Detektorcharakteristik, der Nulleffekt sowie der auf die „Telefunken-Schleife“ (Schleife Nr. 1) bezogene relative Wirkungsgrad für die in Abb. 2 gezeigten Schleifen bestimmt (siehe Tabelle 1).

Einfluß der Schleifenform auf die Zähleigenschaften eines Methandurchflußzählers

The Counting Characteristics of a Methane Flow Counter and their Dependence on the Shape of the Loop

Influence de la forme de la boucle sur les propriétés de comptage d'un compteur à circulation de méthane

Es wurde festgestellt, daß die Nullrate eines Methandurchflußzählers durch eine bestimmte Form der Zählrahmschleife um den Faktor 2 verringert werden kann; die dabei auftretende Abnahme des Wirkungsgrades ist demgegenüber unerheblich.

The counting characteristics of a methane flow counter were determined for a number of different loops. The measurements show that it is possible with a suitable shape of the loop to reduce the background by a factor of 2 with only a small decrease in the counting efficiency.

Il a été constaté que le bruit de fond d'un compteur à circulation de méthane peut être abaissé du facteur 2 par une forme déterminée de la boucle du fil compteur. La diminution de l'efficacité qui en résulte est négligeable.

Auf Grund dieser Werte wählten wir die Schleifen Nr. 1, 3 und 8 für eingehendere Untersuchungen aus; dabei erfolgten die Messungen z. T. mit jeweils drei Schleifen gleicher Form, um die Reproduzierbarkeit der Zähleigenschaften beurteilen zu können. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Außerdem wurde zum Vergleich die relative Zählwirksamkeit für Schleife Nr. 3 bei Messungen mit und ohne Fenster bestimmt (siehe Tabelle 3).

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, besitzt die „Telefunken-Schleife“ bei gleicher Geometrie eine höhere Zählwirksamkeit. Der Unterschied zu den Zählwirksamkeiten der beiden anderen Schleifen ist bis auf zwei Ausnahmen bei Schleife Nr. 3 kleiner als 15%. Da jedoch der Nulleffekt dieser Schleife gegenüber den Nullraten der Formen Nr. 1 und 8 wesentlich kleiner ist, ergibt sie besonders günstige Werte für den Quotienten E .

Eine Vergrößerung des Abstandes Präparat/Fenster oder der Übergang von punkt- zu flächenförmigen Quellen führt zu einer Verschlechterung des Plateauanstiegs. Plateaulänge und -neigung der „Telefunken-Schleife“ sind im allgemeinen etwas besser als die der Formen Nr. 3 und 8. Generell beträgt die Länge der Plateaus bei normalem Zählabstand (ca. 5 mm) für die Schleifen Nr. 1, 3 und 8 mehr als 500 V, ihr Anstieg weniger als 1%/100 V.

Die Totzeiten wurden nach der Zweiquellenmethode ermittelt. Für alle drei Schleifen sind sie innerhalb der Fehlergrenze von der Gesamtzählrate unabhängig. Ein Memory-Effekt konnte nicht festgestellt werden.

Als günstigster Kompromiß zwischen den verschiedenen Faktoren ergibt sich aus den durchgeführten Untersuchungen die Schleife Nr. 3. Sie zeigt gegenüber der „Telefunken-Schleife“ in Plateauneigung und Totzeit eine geringe Verschlechterung, die jedoch durch eine um den Faktor 2 größere Nachweisgrenze ausgeglichen sein dürfte. Nach der Umstellung unserer Zähler auf die Schleifenform Nr. 3 ist nunmehr ein Arbeitsprogramm angelauten, das sich mit der Bestimmung absoluter Wirkungsgrade befassen wird. Über diese Untersuchungen soll zu gegebener Zeit berichtet werden.

Anschrift der Verfasser: H. Münzel, M. Hollstein, Kernforschungszentrum Karlsruhe, Institut für Radiochemie, Reaktorstation Leopoldshafen