

Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Zählrohren mit reiner Dampf-Füllung

Autor(en): **Fünfer, Ewald / Neuert, Hugo**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **23 (1950)**

Heft [3]: **Supplementum 3. Internationaler Kongress über Kernphysik und Quantenelektrodynamik**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-422239>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Zählrohren mit reiner Dampf-Füllung

von Ewald Fünfer und Hugo Neuert.

(Weil am Rhein.)

Unsere Versuche haben gezeigt, dass ausser den Zählrohren mit reiner Gas-Füllung und den Zählern mit Gas- und Dampf-Füllung auch Zählrohre mit reiner Dampf-Füllung Zähl Eigenschaften besitzen, die für manche Anwendungen vorteilhaft sind. Aus den Versuchen geht hervor:

1. Die Impulsgrössen bei den reinen Dampfzählern sind für bestimmte Dämpfe im Mittel von der gleichen Grösse wie bei normalen Auslösezählern unter gleichen Bedingungen. Im einzelnen sind die Impulse aber stark verschieden, je nach der Grösse der primären Ionisation.

2. Die Entladung im Zählrohr löscht von selbst ohne Anwendung äusserer Schaltmittel. Infolgedessen konnten die Versuche mit kleinen Ableitwiderständen (z. B. $1\text{ k}\Omega$) durchgeführt werden.

3. Für die obere Grenze der Impulsdauer ergab sich aus oszillographischen Beobachtungen ein Wert von einigen 10^{-7} sec.

4. Eine Dead-Time, wie sie bei normalen Zählrohren auftritt, scheint bei diesen Zählern nicht vorhanden zu sein. Demnach hat man es vermutlich nicht mit einer Entladung mit Ionenschlauchausbreitung, sondern mit lokalisierten Lawinen zu tun.

Nach diesen Ergebnissen handelt es sich hier offensichtlich um Proportionalzähler mit besonders hohem Verstärkungsgrad. Es wird noch gezeigt werden, dass die genannten Resultate speziell für den beschränkten Proportionalbereich gelten. In den hier gefundenen günstigsten Fällen liegt der Verstärkungsfaktor im beschränkten Proportionalbereich ebenso hoch oder höher wie bei normalen Zählrohren im ersten Teil des Auslösebereichs. Die Versuche wurden mit Zählrohren von 20 cm Länge, 2 cm Durchmesser und 0,15 mm Drahtdurchmesser ausgeführt.

Die besten Ergebnisse wurden bei Verwendung von Methylal, d. h. Methylen-Dimethyläther erzielt, das infolge seines hohen Dampfdruckes von 90 mm bei -10°C und mehr als 200 mm bei Zimmertemperatur als Zählrohrfüllung recht geeignet ist.

Zum näheren Studium der Verhältnisse bei solchen Zählern wurde die Abhängigkeit der Impulsgrösse von der Zählrohrspannung über einen möglichst weiten Spannungsbereich gemessen¹⁾. Die Messungen wurden mit Linearverstärker und Diskriminatorstufe durchgeführt. Die folgenden Figuren zeigen einige charakteristische Messresultate. Dabei wurden die Amplitudenkurven für

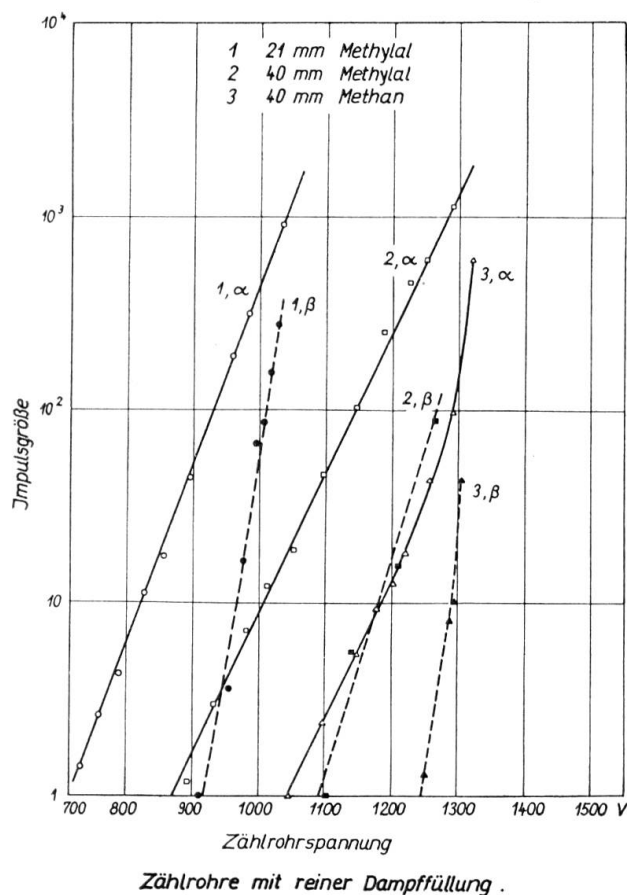


Fig. 1.

α - und β -Strahlen getrennt aufgenommen. Fig. 1 zeigt die Verhältnisse bei Methylal für 2 verschiedene Drücke (21 mm und 40 mm) und für Methan. Wie es für den beschränkten Proportionalbereich zu erwarten ist, erhält man bei logarithmischer Auftragung hier einen flacheren Anstieg für die α - als für die β -Kurven, infolge des grösseren Einflusses der Raumladung bei der stärkeren Primärionisation. Der Einfluss des Druckes besteht, wie zu erwarten, in einem Abflachen der Kurven mit zunehmendem Druck. Ausserdem beginnt die α -Kurve bei hohen Verstärkungsgraden abzubiegen,

¹⁾ Es handelt sich also um Messungen der Impulsspitzen und nicht der Gesamtladung.

wenn der Dampfdruck erhöht oder der Zählrohrdurchmesser wesentlich vergrößert wird. Das Zusammenlaufen der α - und β -Kurve bezeichnet man üblicherweise als den Beginn des Auslösebereichs. Man sieht, dass im Falle des Methans dieser Punkt mindestens eine Größenordnung früher als beim Methylal erreicht wird. In Figur 2 werden die Amplitudenkurven von reinem Methylal mit denen der üblichen Argon-Alkohol-Mischung verglichen. Hier sieht man besonders deutlich den Beginn des Auslösebereichs. Es ist ferner eine

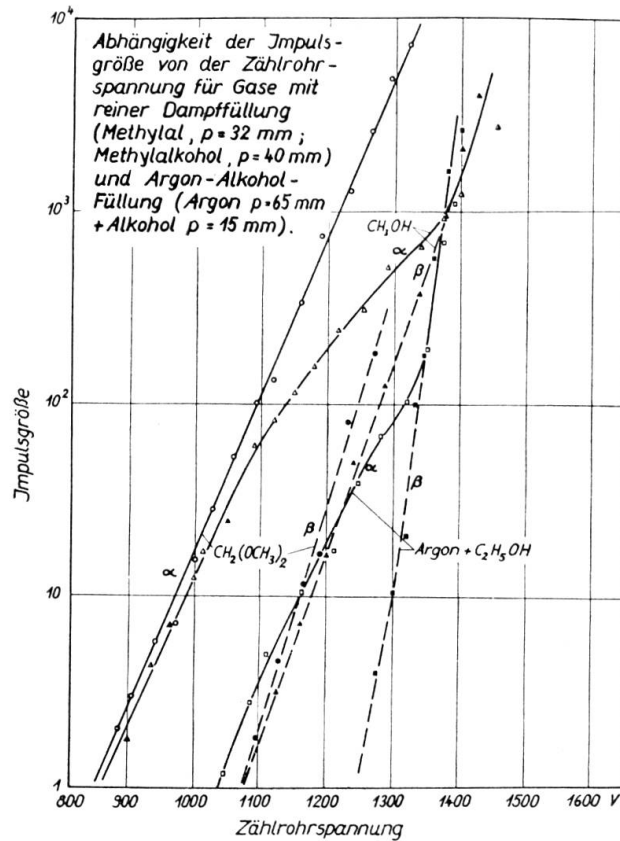
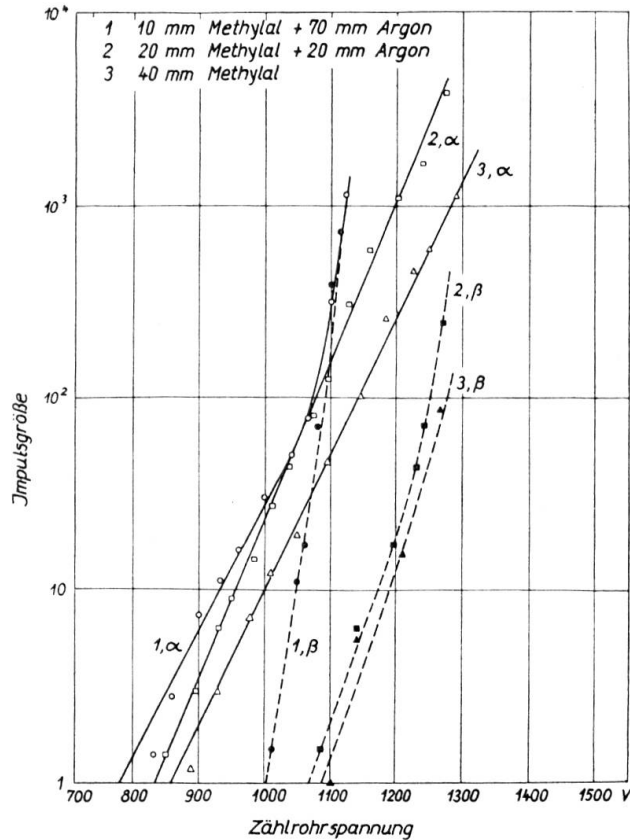


Fig. 2.

Kurve für Methylalkohol aufgetragen. Man erkennt, dass bei den kleinen Amplituden die α - und die β -Kurve fast parallel laufen, man befindet sich hier offenbar gerade noch im eigentlichen Proportionalbereich. Der sich anschliessende beschränkte Proportionalbereich ist hier verhältnismässig klein, verglichen mit dem Fall des Methylals¹⁾.

¹⁾ Sämtliche hier wiedergegebenen Amplitudenkurven für α -Strahlen beziehen sich auf radiale Einstrahlung mit grossem Öffnungswinkel. Spätere Messungen haben gezeigt, dass bei axialer Einstrahlung auch bei Methylal ein Abbiegen der α -Kurve auftritt ähnlich wie bei Methylalkohol.

In Fig. 3 wird nun gezeigt, wie sich die Verhältnisse ändern, wenn man dem Methylal Gase wie z. B. Argon zusetzt. Eine Mischung von 20 mm Methylal und 20 mm Argon ergibt einen weiten geraden Anstieg für die α -Kurve, dagegen schliesslich einen rascher als geraden Anstieg für die β -Kurve. Fügt man noch mehr Argon zu (70 mm Argon und 10 mm Methylal), so erhält man einen typischen Auslösezähler. Die Vereinigung der beiden Kurven wird hier



Vergleich zwischen reinem Methylal und Methylal-Argon-Gemischen

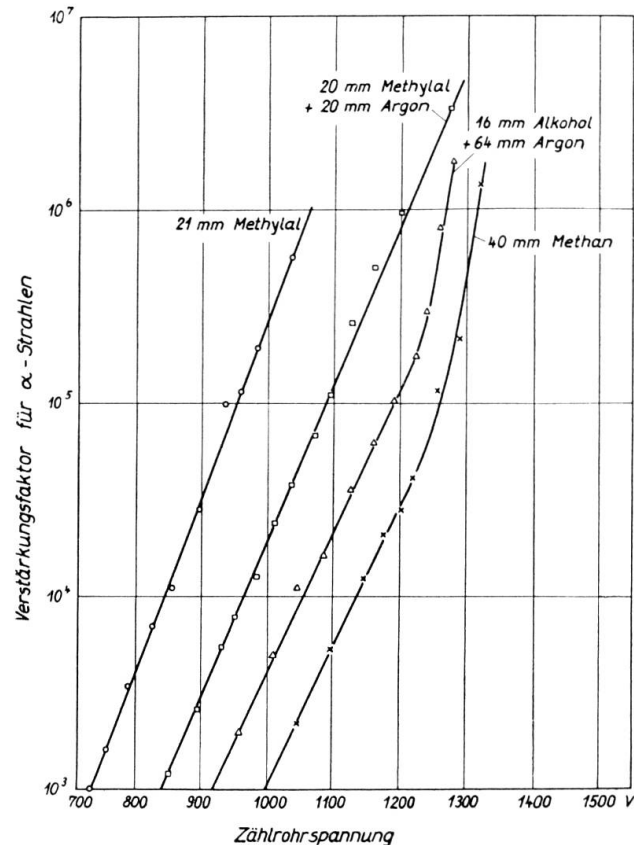
Fig. 3.

schon bei verhältnismässig niedrigen Verstärkungsfaktoren erreicht, ähnlich dem Falle des Argon-Alkohol-Zählers. Eine Abschätzung des Verstärkungsfaktors für α -Strahlen bei radialer Einstrahlung bei einigen Gas-Füllungen zeigt die Fig. 4. Man sieht, dass man bei geeigneten Dämpfen Verstärkungsfaktoren grösser als 10^6 im beschränkten Proportionalbereich erhalten kann. Bei Argon-Alkohol-Zählern liegt für eine Verstärkung von 10^5 bereits der Beginn des Auslösebereichs vor, ebenso für Methan.

Ausser den schon genannten Gasen wurde noch Äthylalkohol, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform, Amylacetat und Aceton unter-

sucht. Als Zusatzgase wurden Wasserstoff, Argon und Luft verwendet. Die Ergebnisse zeigen ein recht unterschiedliches Verhalten der verschiedenen Dämpfe.

Eine Zwischenstellung zwischen den reinen Dämpfen und dem normalen Argon-Alkohol-Zähler nimmt als einziges untersuchtes Gas das Methan ein.

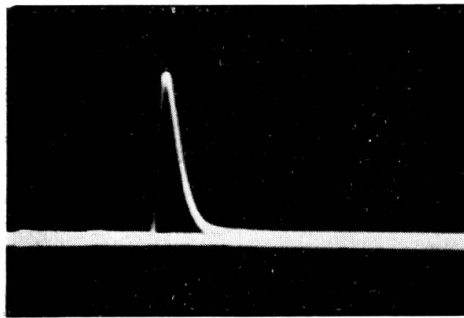


Abhängigkeit des Verstärkungsfaktors für α -Strahlen von der Gasfüllung.

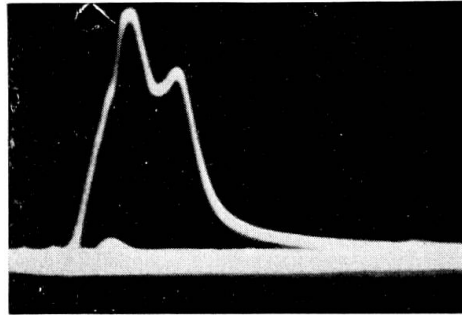
Fig. 4.

Aus dem Kurvenverlauf lassen sich die besonders geeigneten Dampf-Füllungen für α -Zählung bei starkem β -Untergrund oder für β -Zählung allein entnehmen. Man wünscht, dass im ersten Fall die α -Kurve im beschränkten Proportionalbereich möglichst flach verläuft im Vergleich zur β -Kurve. Für den Fall der β -Zählung sollte die β -Kurve möglichst weit gerade und parallel zur α -Kurve verlaufen. Für α -Zähler wird man z. B. Methan oder Methylal, für β -Zähler Methylal oder Methylalkohol verwenden.

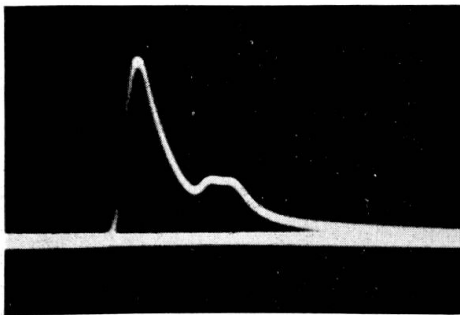
Wir wollen uns nun noch einer Betrachtung der Impulsformen zuwenden. Einige Versuche mit Doppelzählern mit gemeinsamem



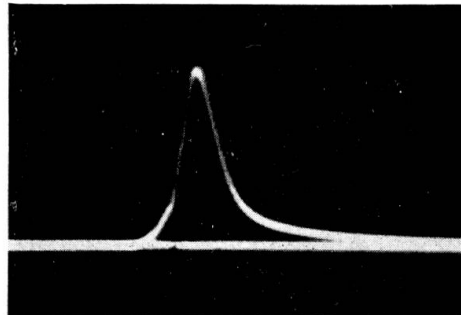
22 mm Methylal



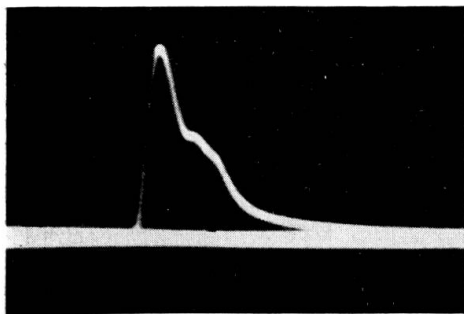
40 mm Methan. Ende



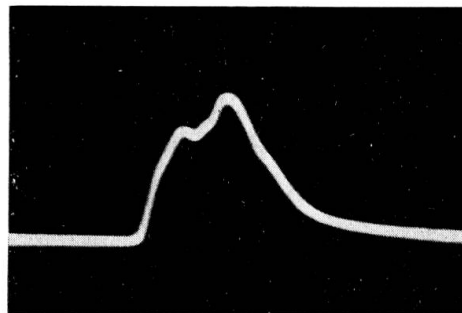
10 mm Methylal + 100 mm H₂. Ende



10 mm Methylal + 100 mm H₂. Mitte



10 mm Methylal + 100 mm H₂ $l=1/3$



3 mm Methylal + 90 mm H₂ $l=1/3$

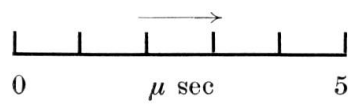
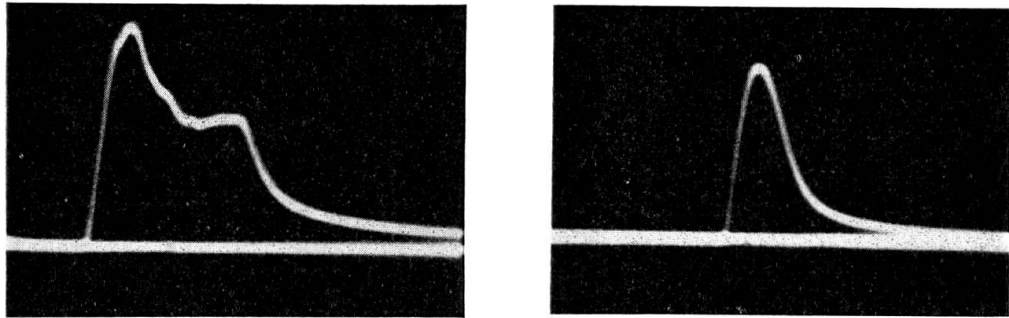


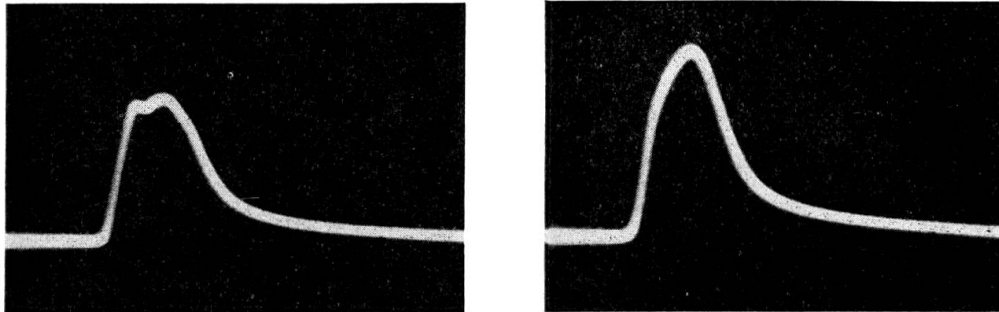
Fig. 5.



Ende

15 mm Methylal + 50 mm Argon

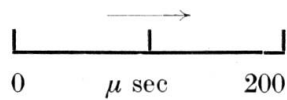
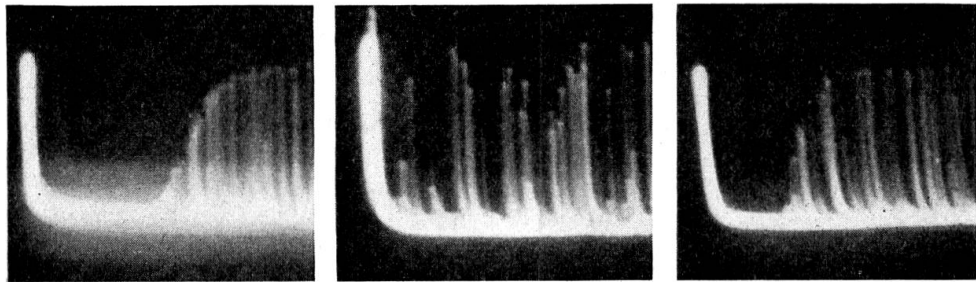
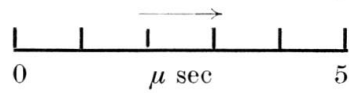
Mitte



$l = 1/3$

10 mm Alkohol + 50 mm Argon

Mitte



Argon + Alkohol
Auslösebereich

Messung der Dead-time bei
Methylal
Proportionalbereich

Methylal
Auslösebereich

Fig. 6.

Draht ergaben zunächst, dass im Falle des Methylals nur lokalisierte Lawinen auftreten. Koinzidenzen in beiden Zählern, d. h. das Auftreten eines Ionenschlauchs wurde erst bei Spannungen merklich, die erheblich über der Spannung des Zusammentreffens von α - und β -Kurve liegen. Im Falle des Methans wurden Koinzidenzen schon etwas unterhalb des Vereinigungspunktes festgestellt. Dies erklärt auch das Aussehen der Impulse, wie sie mit Breitbandverstärker und Oszillograph aufgenommen wurden. Fig. 5 bringt einige typische Beispiele. Zunächst den reinen Methylal-Impuls, der einen vollkommen glatten Verlauf zeigt und besonders kurz ist. Die Halbwertsdauer liegt unterhalb einiger 10^{-7} sec. Diese Impulsform ist unabhängig vom Einstrahlungsort. Man hat es hier mit einem reinen Lawinenimpuls zu tun, wie man ihn bei Proportionalzählern erwarten muss. Mischt man dem Methylal andere Gase bei, so erhält man Impulsformen, die allen Übergängen bis zum reinen Ionenschlauchzähler entsprechen. So zeigen die folgenden Impulse das allmähliche Auftreten eines 2. Maximums und die Abhängigkeit vom Einstrahlungsort bei Zumischung verschiedener Anteile von Wasserstoff. Charakteristisch sind die Impulse für 10 mm Methylal und für 3 mm Methylal bei Einstrahlung auf $\frac{1}{3}$ der Länge des Zählrohrs. Bei 10 mm Methylal tritt sehr deutlich noch der reine, sehr schnell ansteigende Lawinenimpuls hervor, während bei 3 mm Methylal die Ionenschlauchentladung überwiegt. Methan nimmt auch hier eine Zwischenstellung ein.

Ähnliche Verhältnisse treten bei Zumischung von Argon zu Methylal auf. Fig. 6 zeigt die Mischung von 15 mm Methylal und 50 mm Argon. Bei Einstrahlung am Ende ist die Trennung des schnellen Lawinenimpulses und des Ionenschlauchimpulses deutlich sichtbar, bei Einstrahlung in Mitte fallen beide Impulse zusammen. Zum Vergleich sind hier noch einige Impulskurven des normalen Argon-Alkohol-Zählers mit Ionenschlauchentladung wiedergegeben.

Schliesslich seien noch 3 Aufnahmen der Messung der Dead-time gezeigt, die gemäss der Steverschen Anordnung aufgenommen worden sind. Das erste Bild zeigt die typische Ausbildung einer Dead-time für den Argon-Alkohol-Zähler. Die Dead-time beträgt hier grössenordnungsmässig 10^{-4} sec. Das zweite Bild bringt den gleichen Versuch für den Methylalzähler und zeigt, dass eine Dead-time im üblichen Sinne hier nicht vorhanden ist. Bei sehr hohen Spannungen tritt auch beim Methylalzähler eine Dead-time auf, was in Bild 3 zu sehen ist.
