

# Methodische Überlegungen zur Bestimmung der Myon-Lebensdauer in der Schule

von

Ulrich Blum, Michael Geldermann, Barbara Valeriani-Kaminski

**Thomas Hildebrand**

# Kosmische Myonen –

## Ein Hochenergieexperiment für die Schule

H. Hilscher

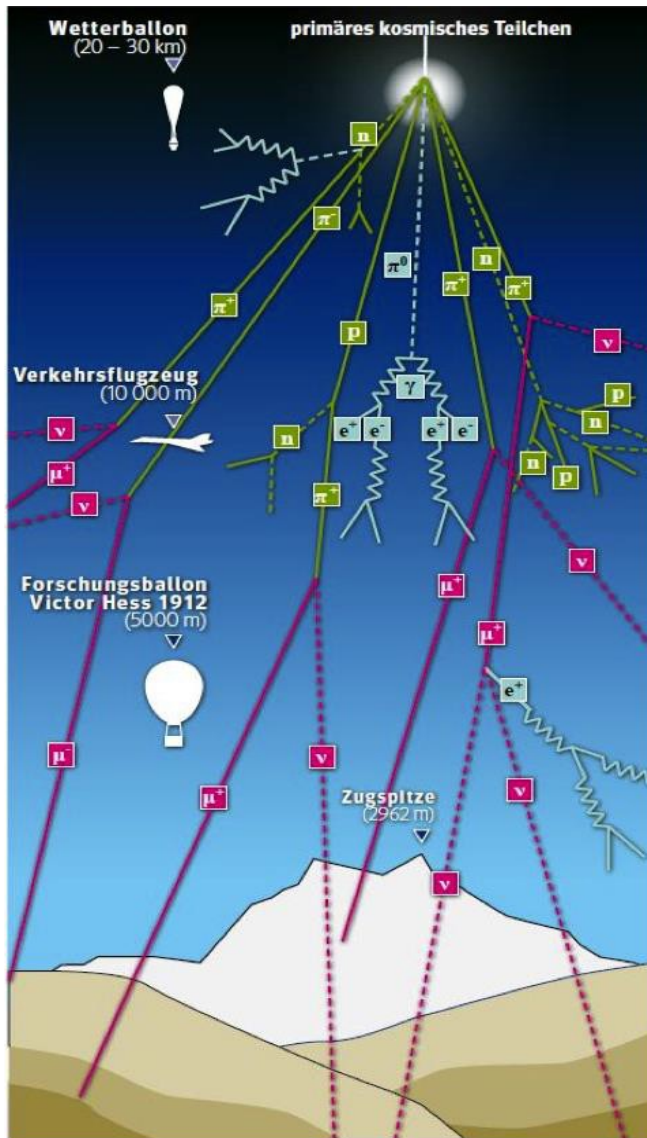
### 1 Einleitung

Auf kaum einem anderen Gebiet der Physik ist der Konflikt zwischen Schülerinteressen einerseits, gefördert durch populärwissenschaftliche Darstellungen in Büchern, Zeitschriften und in den Medien Rundfunk und Fernsehen, und den Lehrplanvorgaben sowie den Fachkenntnissen des Lehrers andererseits so deutlich zu beobachten wie bei der Elementarteilchenphysik. Es gibt eine ganze Reihe von Gründen, warum

Den Hauptanteil der kosmischen Sekundärstrahlung, der die Klassenzimmer erreicht, stellen Myonen dar. Sie bieten ein interessantes Experimentierfeld. Es wird hier über ein Experiment zum eindeutigen Nachweis der kosmischen Myonen berichtet, das (fast) mit schulischen Mitteln durchführbar ist. Der Nachweis basiert auf charakteristischen Eigenschaften relativistischer Myonen, so daß das Experiment nicht nur die bloße Existenz der kosmischen Myonen belegt, sondern auch grundlegende Kenntnisse hochenergetischer Leptonen vermittelt. Da das Nachweisverfahren in

aus: PdN-Ph.; 3/41 S. 24 ff, JG 1992

# KLP NRW: „Myonenzerfall“

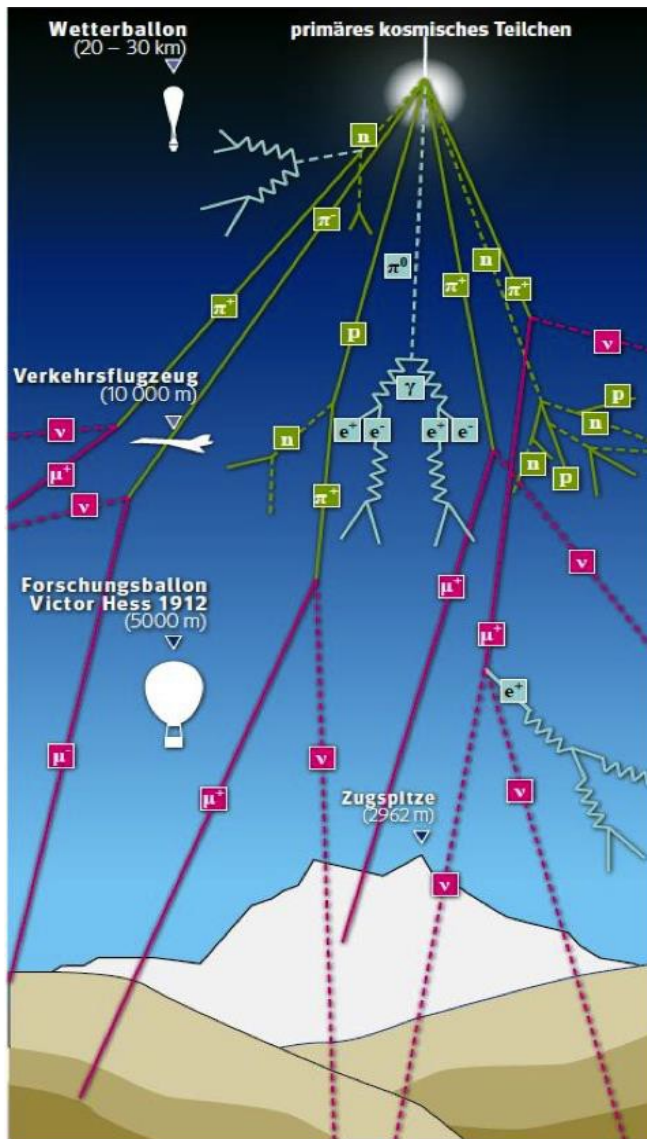


Quelle: [physik-begreifen-zeuthen.desy.de](http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de)

Handreichung:

- Myonparadoxon
- Messung mittlere Lebensdauer

# KLP NRW: „Myonenzerfall“



Quelle: [physik-begreifen-zeuthen.desy.de](http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de)

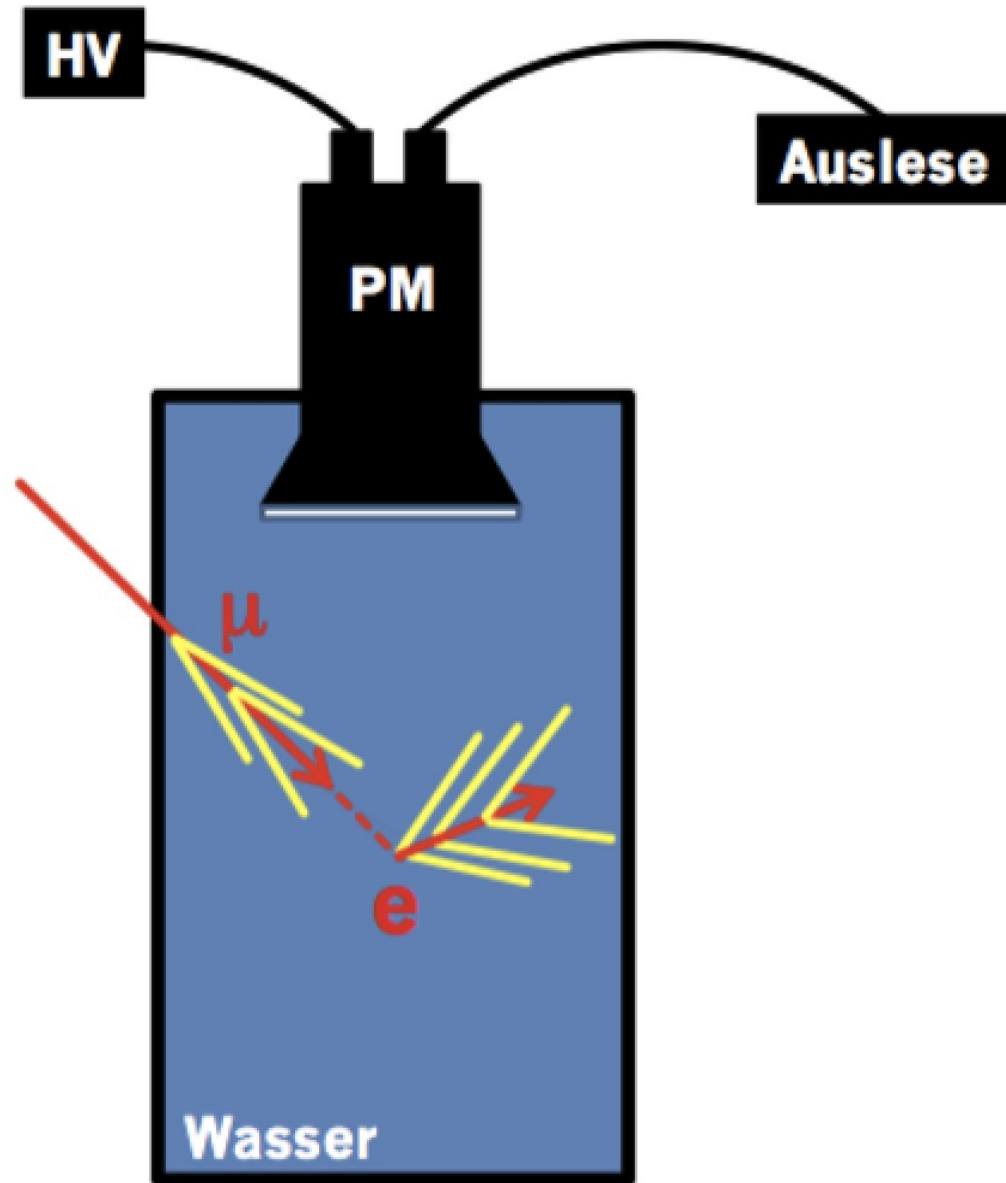
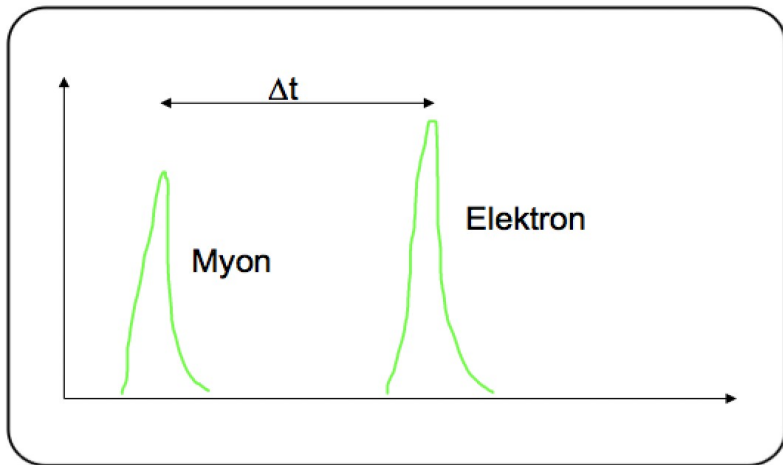
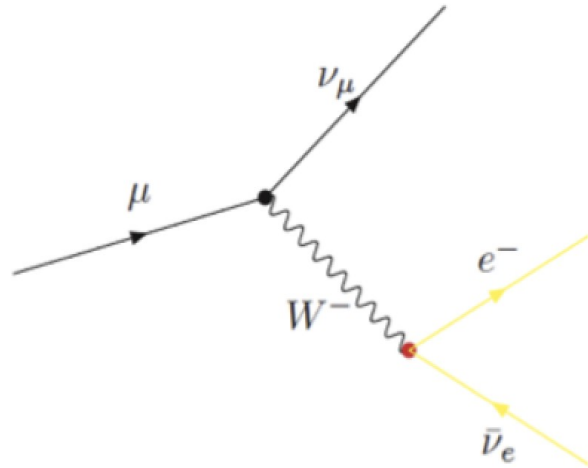
Handreichung:

- Myonparadoxon
- Messung mittlere Lebensdauer

Zuerst:

Messung mittlere Lebensdauer

# Myonenzerfall





# Experiment KamioKanne

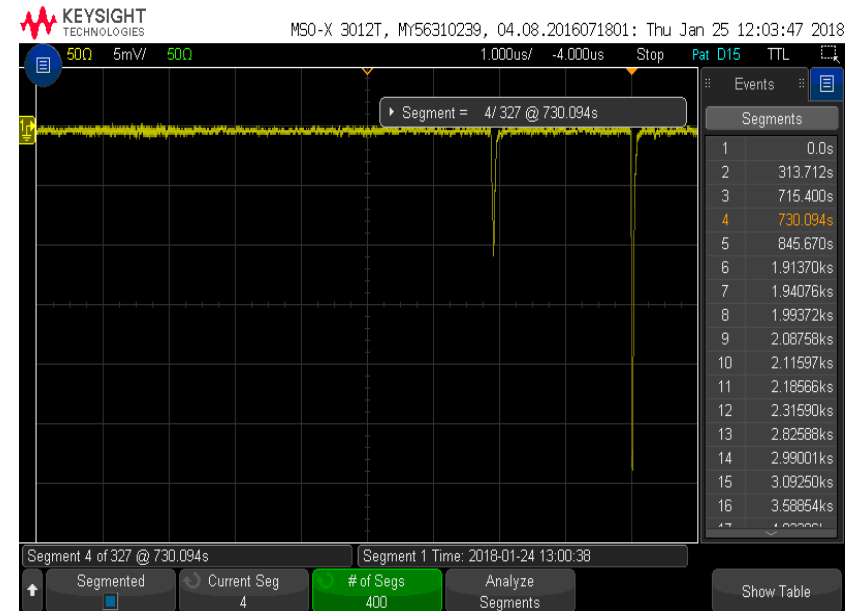
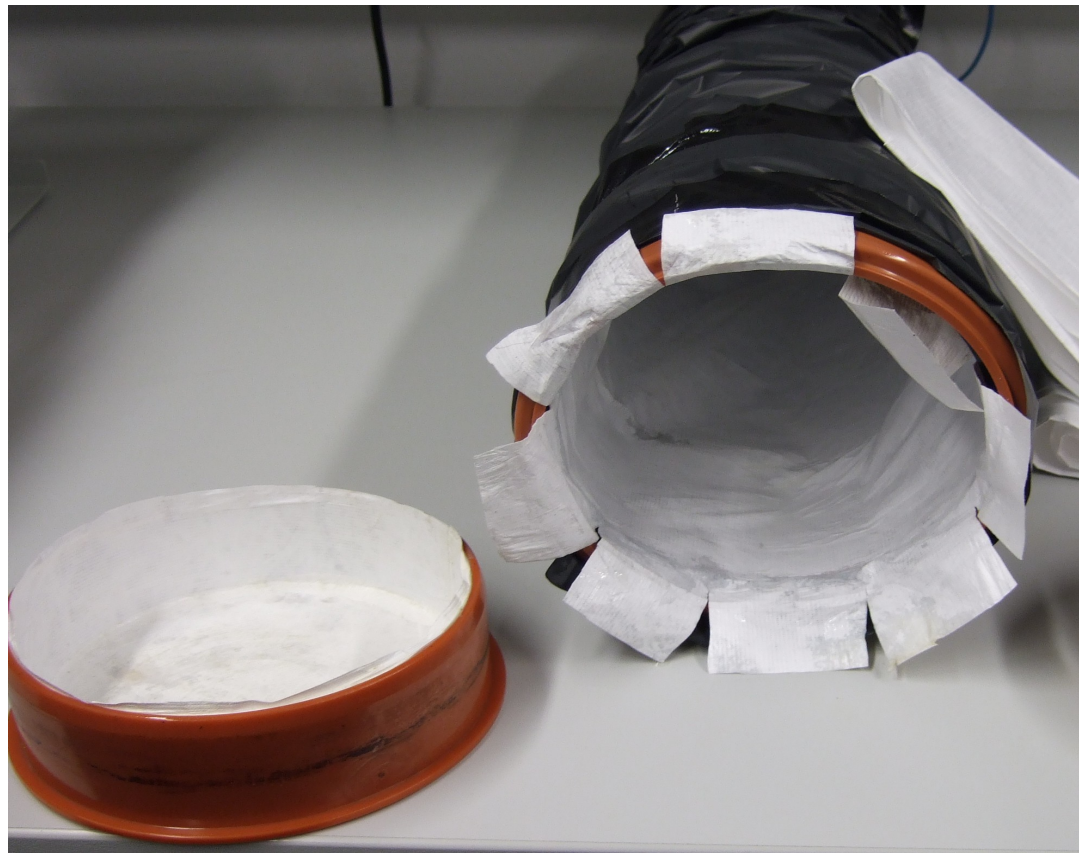


- Thermoskanne
- Photomultiplier
- Elektronische Auswerteeinheit

Pulse mit Oszilloskop

Quelle: Netzwerk Teilchenwelt: DESY Zeuthen

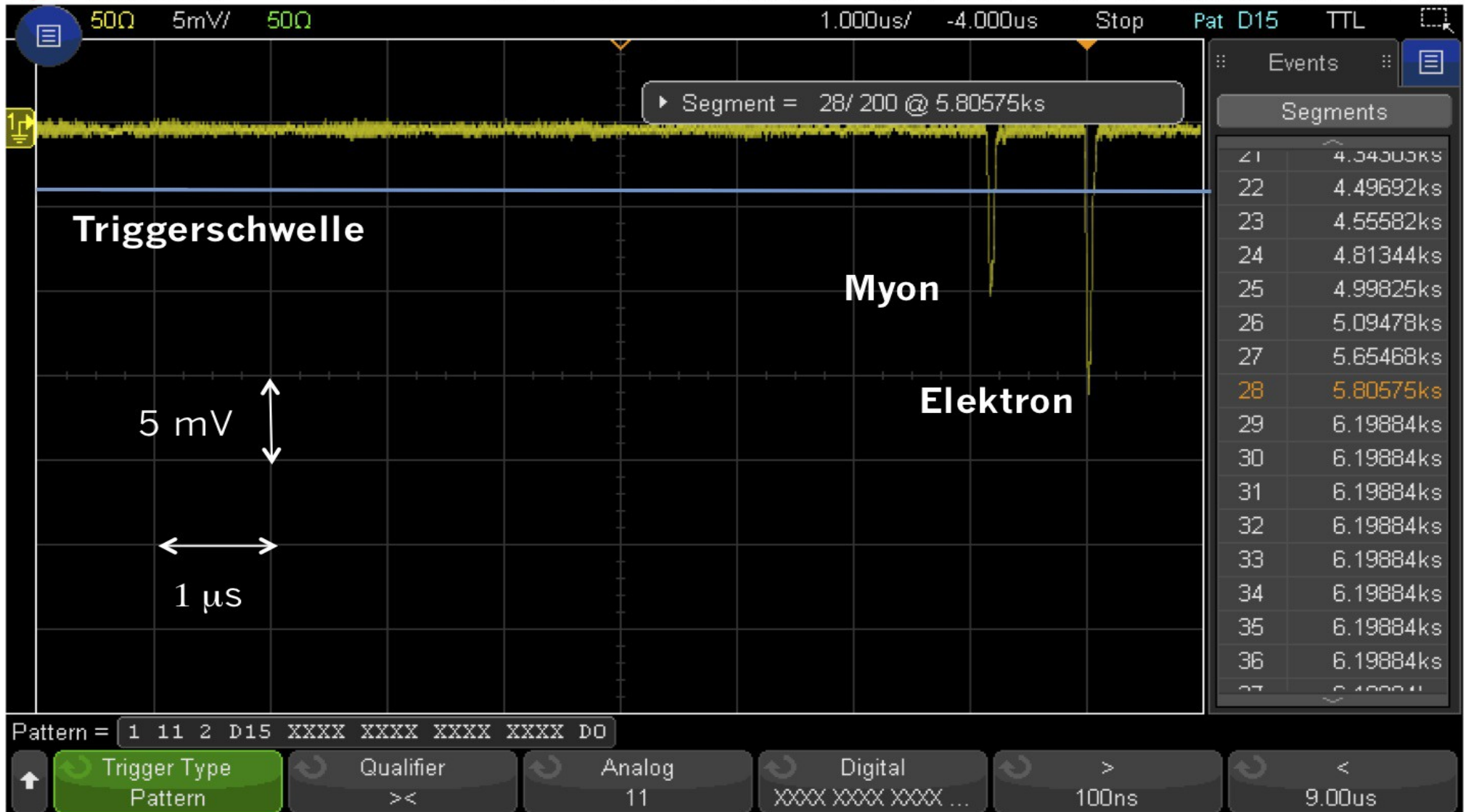
# Alternativer Aufbau



# „Guter“ Doppelpuls



MSO-X 3012T, MY56310239, 04.08.2016071801: Tue Jan 16 09:29:02 2018

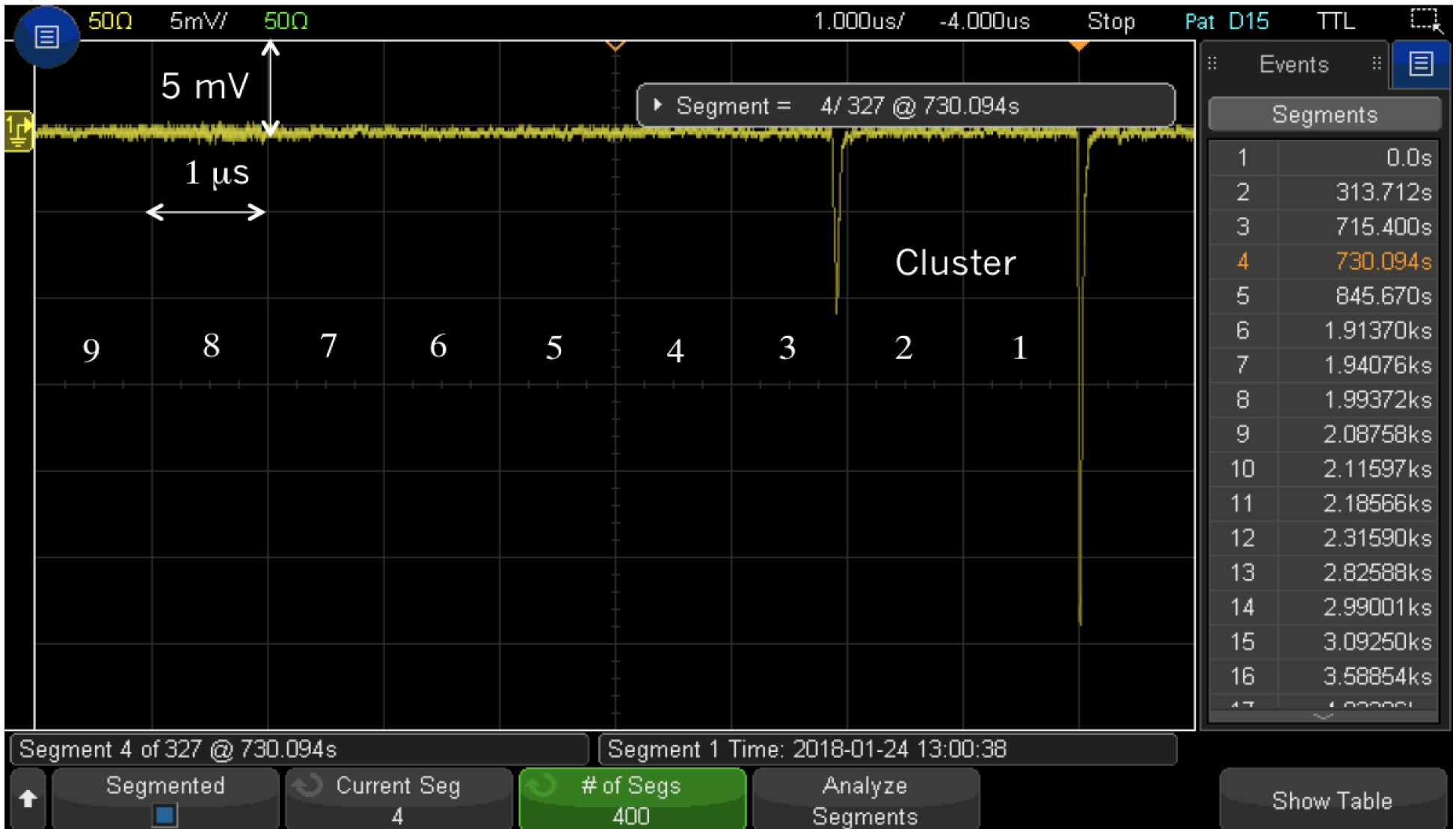


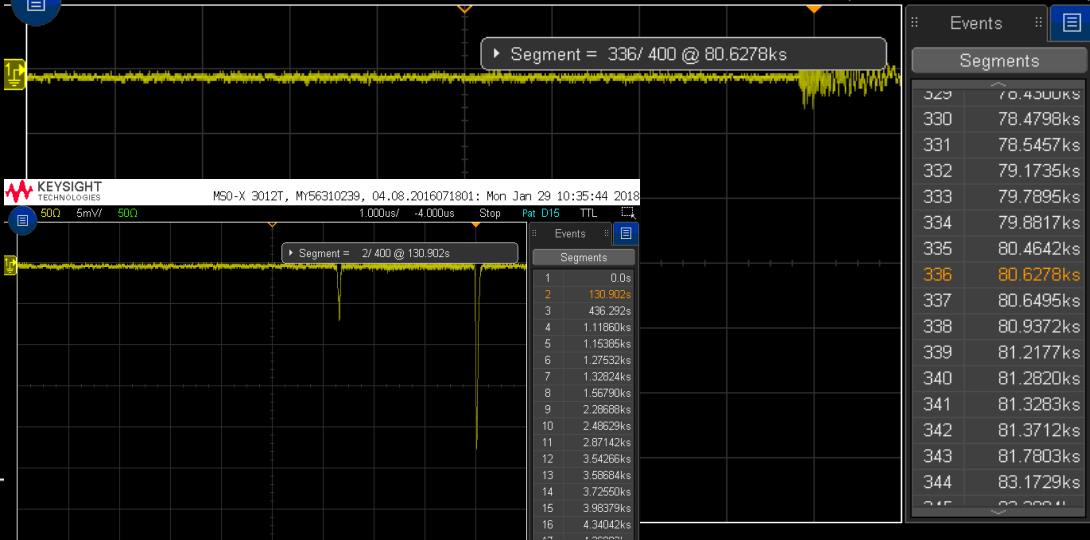
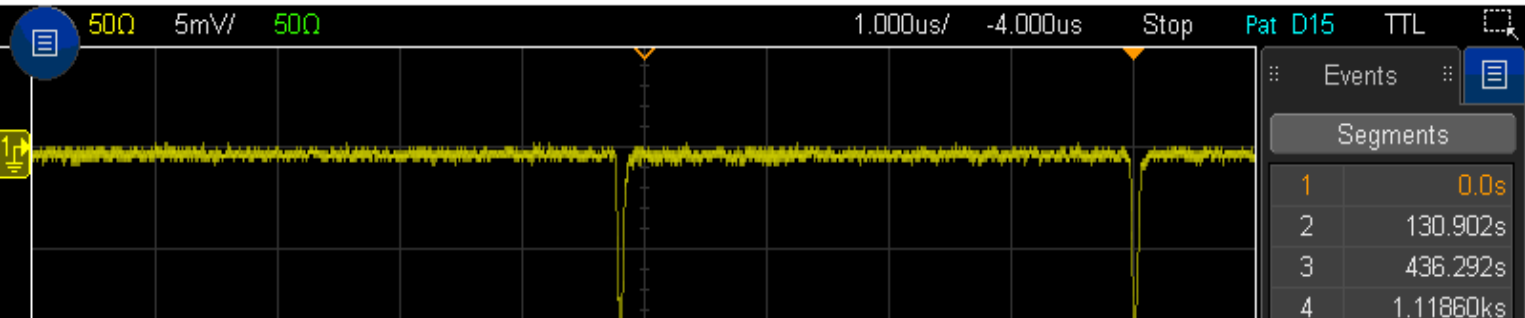
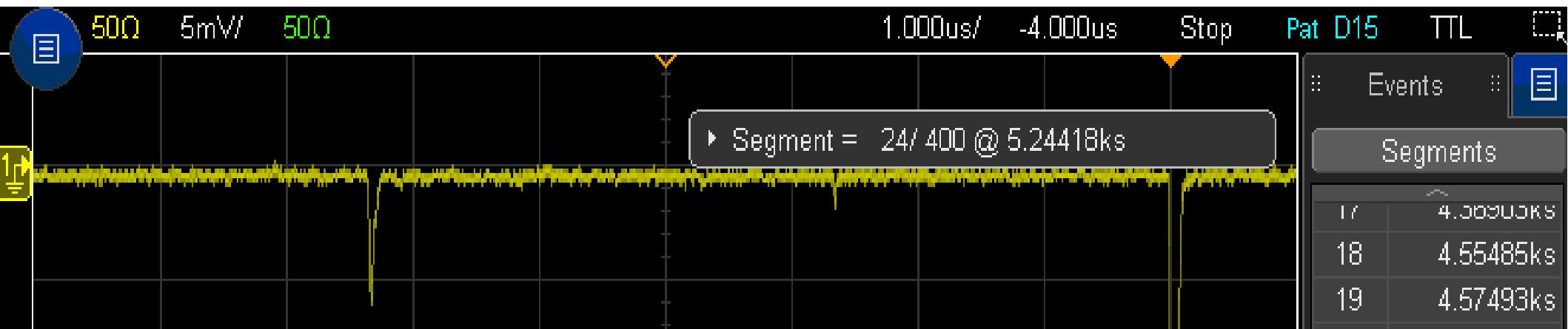


# Auswertung Oszillographenbilder



MSO-X 3012T, MY56310239, 04.08.2016071801: Thu Jan 25 12:03:47 2018





Segment	Time
1	0.0s
2	130.902s
3	436.292s
4	1.11860ks
5	1.15385ks
6	1.27532ks
7	1.32824ks
8	1.56790ks
9	2.28688ks
10	2.48629ks
11	2.87142ks
12	3.54266ks
13	3.58684ks
14	3.72550ks
15	3.98379ks
16	4.34042ks

Segment	Time
17	4.30800ks
18	4.55485ks
19	4.57493ks
20	4.58385ks
21	4.86144ks
22	4.91584ks
23	5.07025ks
24	5.24418ks
25	5.33187ks
26	5.43020ks
27	5.68900ks
28	6.86619ks
29	7.39205ks
30	7.63451ks
31	7.91611ks
32	7.94129ks

# Erste Auswertung

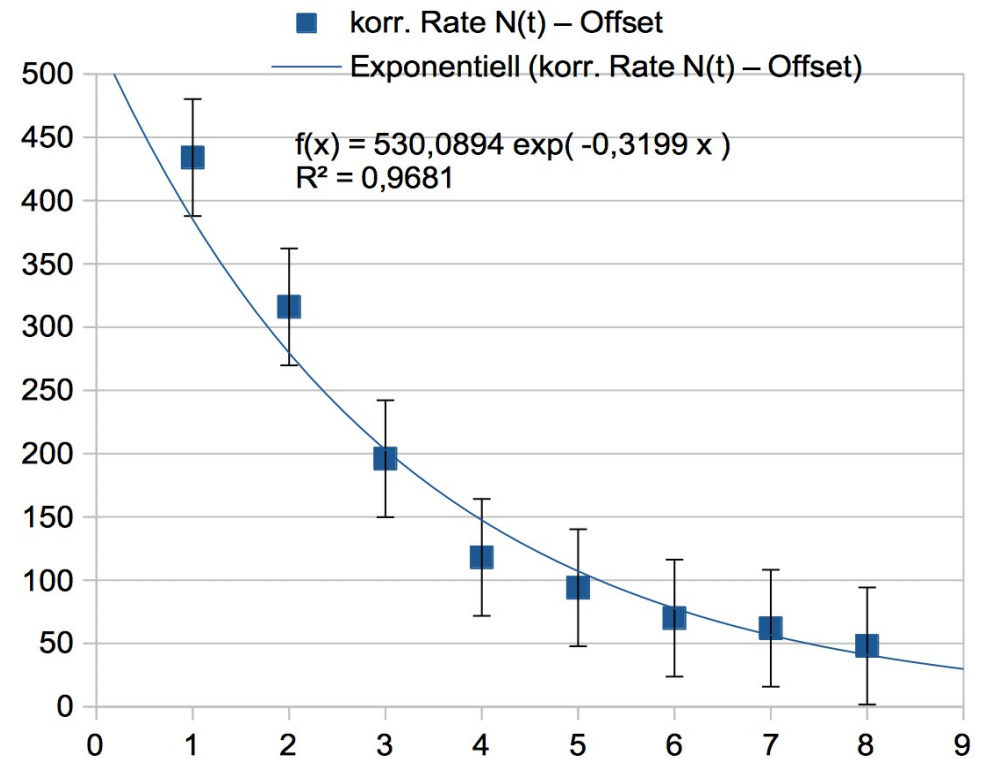
## Messung der mittleren Lebensdauer von Myonen

Auswertung mit Zeitdifferenzen der Doppelpulse kleiner  $10\mu\text{s}$

Bins in $\mu\text{s}$	$t(\mu\text{s})$	Rate $N(t)$	Rate $N(t) - \text{Offset}$	Zerfallskonstante:
1	0,5	215	215	0,3199
2	1	434	434	
3	2	316	316	Lebensdauer: (in $\mu\text{s}$ )
4	3	196	196	<b>3,13</b>
5	4	118	118	Halbwertszeit: (in $\mu\text{s}$ )
6	5	94	94	2,17
7	6	70	70	
8	7	62	62	
9	8	48	48	
10	9	24		

Rauschen 30  
Summe 1607

Offset 0



# Auswertung mit Offset

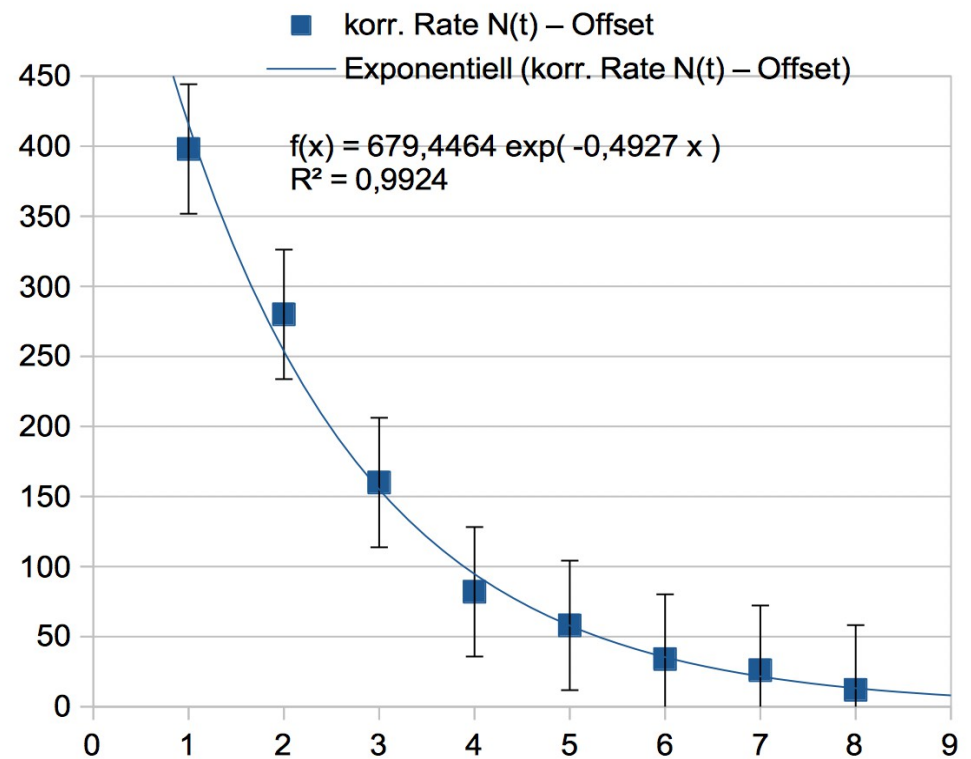
## Messung der mittleren Lebensdauer von Myonen

Auswertung mit Zeitdifferenzen der Doppelpulse kleiner  $10\mu\text{s}$

Bins in $\mu\text{s}$	$t(\mu\text{s})$	Rate $N(t)$	Rate $N(t) - \text{Offset}$	Zerfallskonstante:
1	0,5	215	179	0,4927
2	1	434	398	
3	2	316	280	Lebensdauer: (in $\mu\text{s}$ )
4	3	196	160	<b>2,03</b>
5	4	118	82	
6	5	94	58	Halbwertszeit: (in $\mu\text{s}$ )
7	6	70	34	1,41
8	7	62	26	
9	8	48	12	
10	9	24		

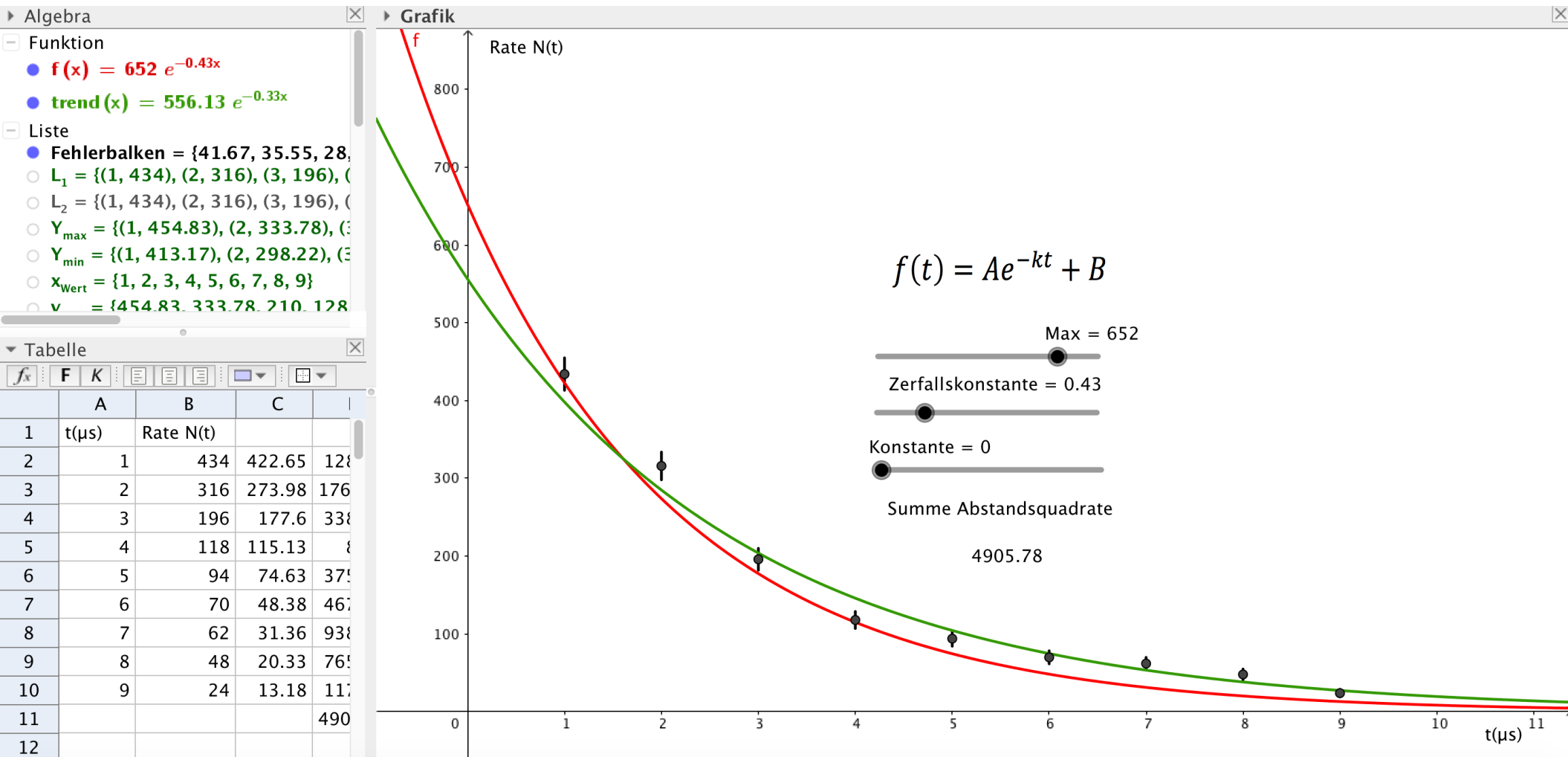
Schrott Summe 30  
1607

Offset 36

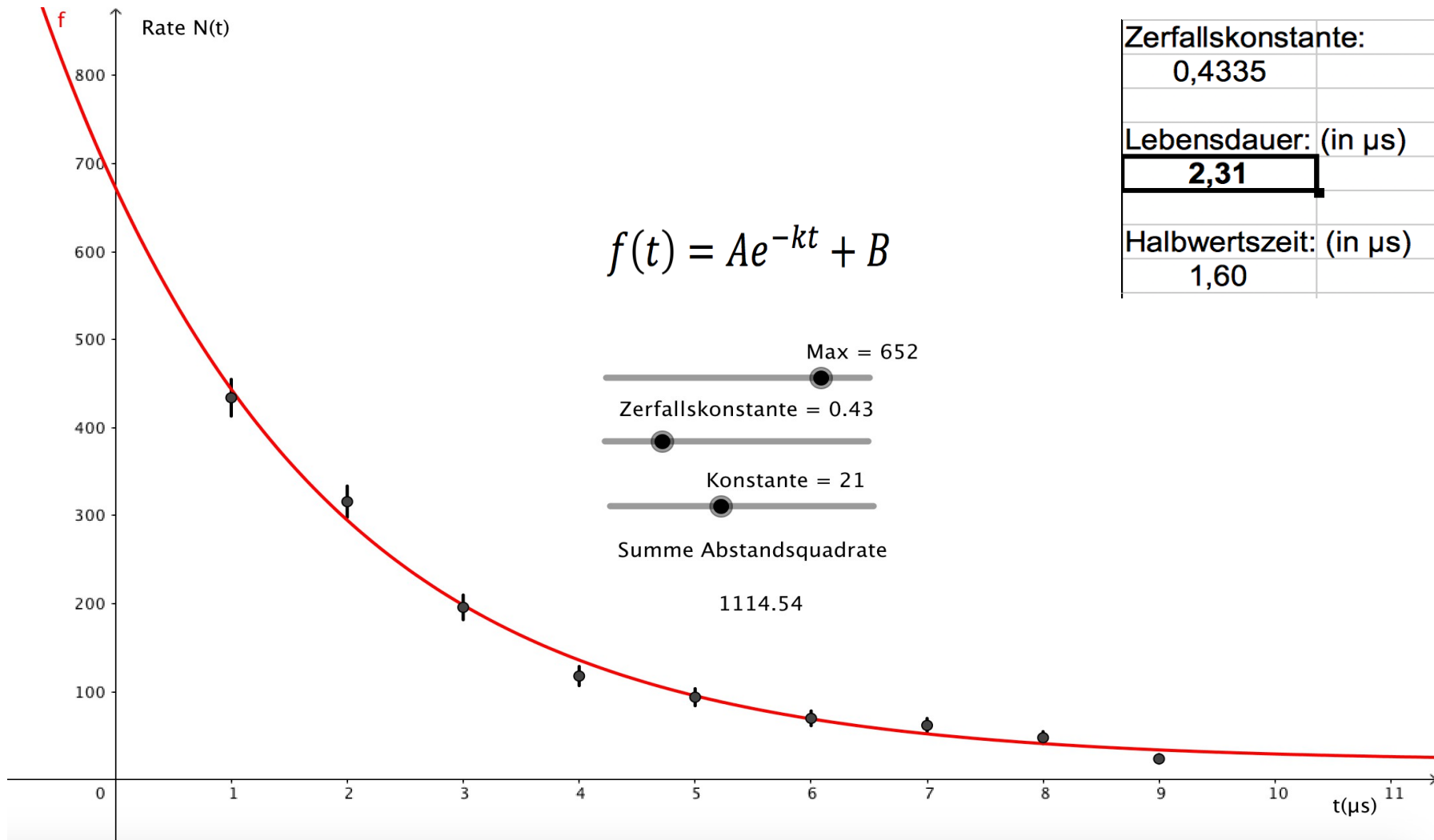




# Auswertung mit Geogebra



# Anpassung mit Geogebra



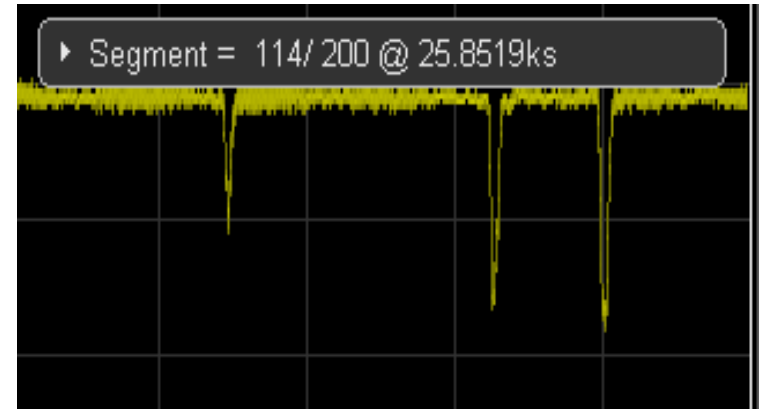
# Messergebnis

		60 cm Röhre PM R 877-100		
Datum	Umfang	Zerfallskonstante	Lebensdauer	
15.01.2018	194	0,4896	2,0425	
25.01.2018	312	0,4099	2,4396	
26.01.2018	367	0,4719	2,1191	
27.01.2018	307	0,4848	2,0627	
29.01.2018	397	0,482	2,0747	
Summe:	1577		2,1477	0,1656

*Mittlere Lebensdauer Myon:  $(2,15 \pm 0,17) \mu s$*

# Fazit

- Geänderter Aufbau
  - vergrößertes Volumen
  - Speicherung digitaler Bilder
- Auswertung
  - Beurteilung der Bilder und Erstellung einer Statistik
  - Anpassung in Geogebra
- Ergebnisse für Schüler zufriedenstellend
- experimenteller Aufbau unterrichtlich gut einsetzbar
- 





# Ausblick

- Vorbereitung einer Homepage
  - Bereitstellung digitaler Bilder
  - weiteres Unterrichtsmaterial
  - fachdidaktische Hinweise
- Einsatz im Praktikum für Lehramtsstudenten geplant
- Physikwerkstatt Rheinland hält Experiment bereit
- 
- ...

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit