

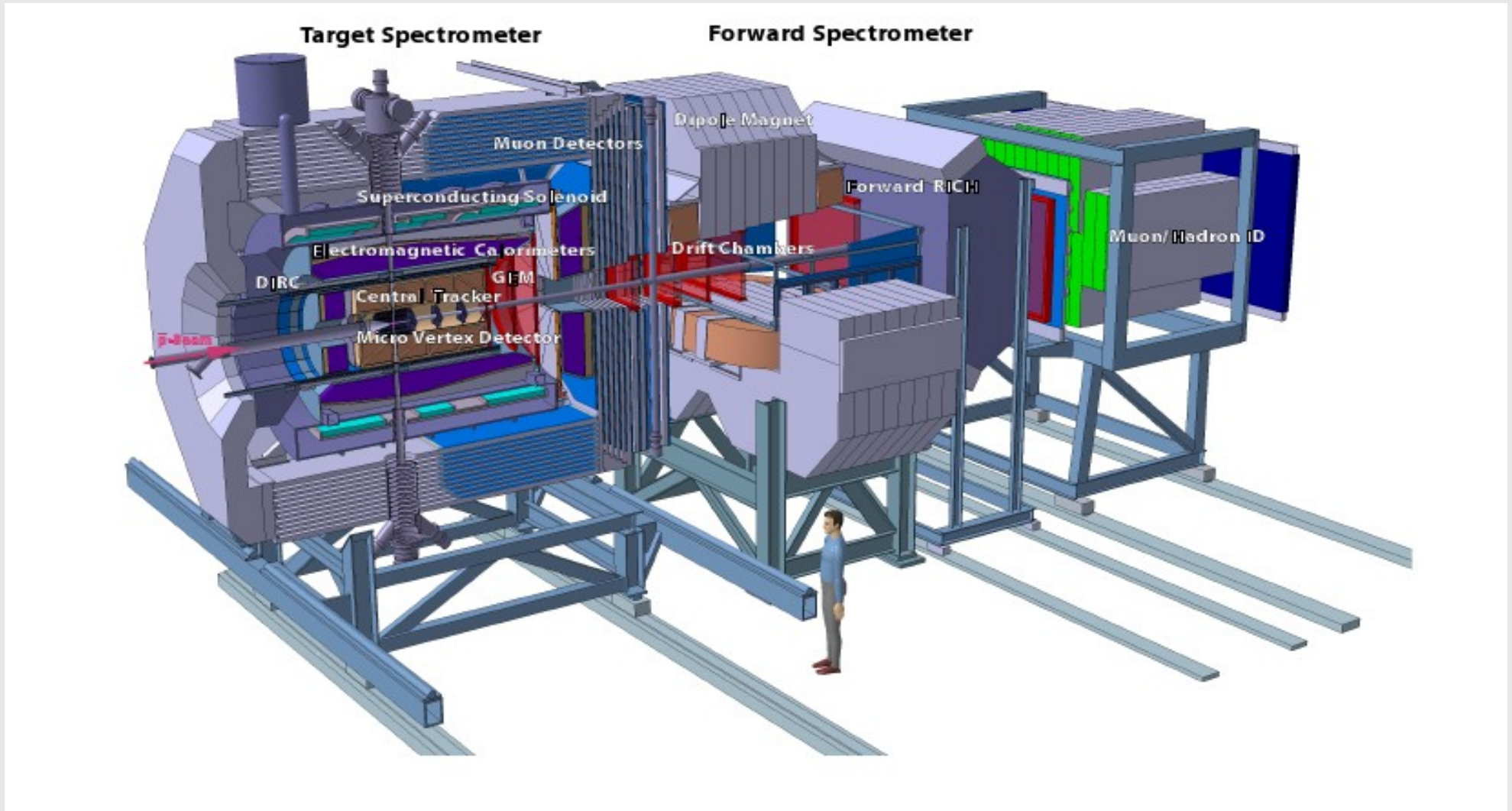
Seminar zu laufenden wissenschaftlichen Arbeiten- EP1

Messungen der Verstärkung und des Dunkelstroms von Vakuumphotoröhren

Übersicht

- Panda-Setup
 - EMC
- Vakuumphotoröhren
- Verstärkungsmessungen
 - Aufbau VPT
 - Aufbau VPTT
 - Messungen
- Dunkelstrommessungen
 - Aufbau VPT
 - Aufbau VPTT
 - Messungen

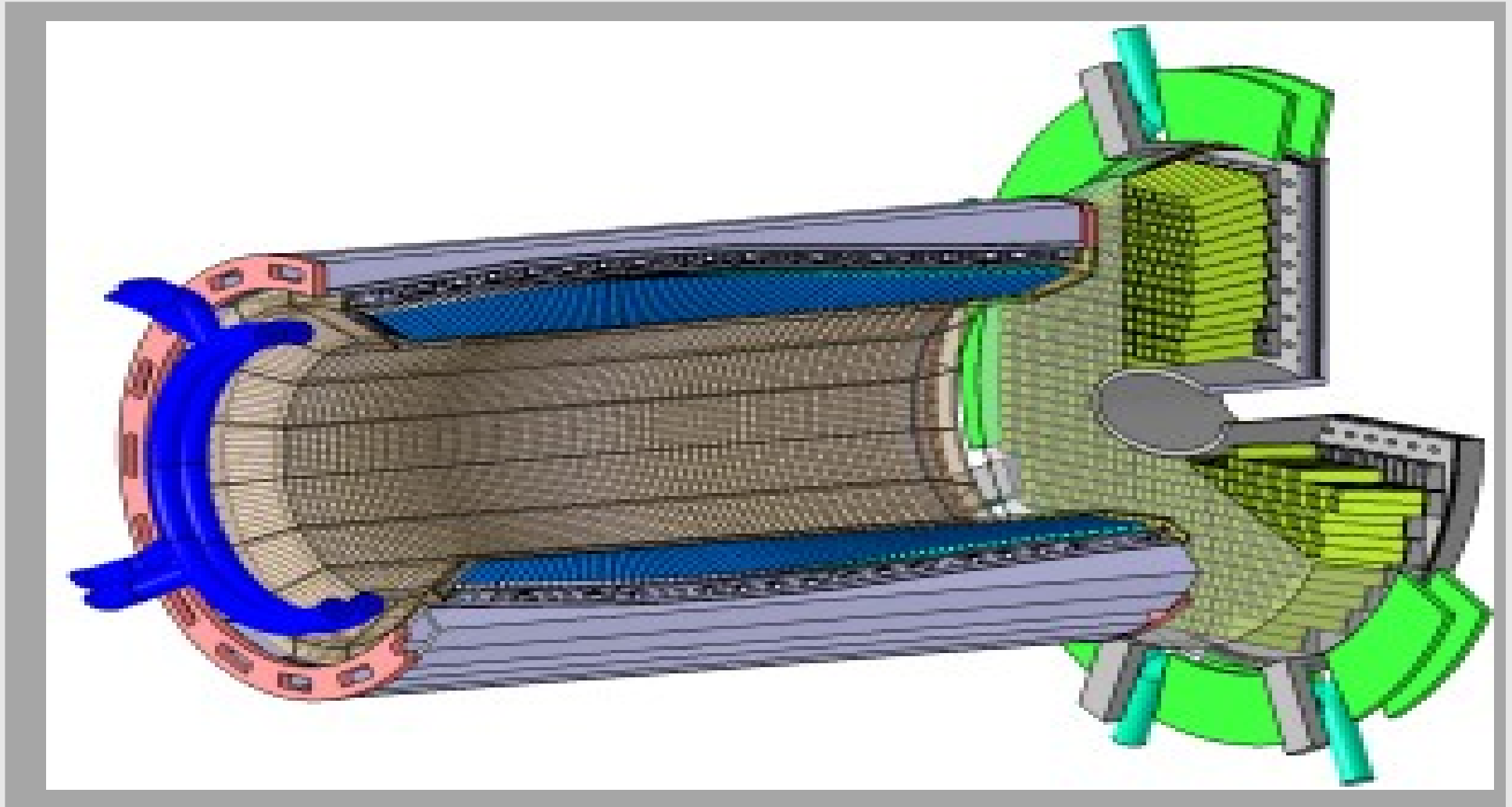
PANDA-SETUP



Targetspektrometer

Vorwärtsspektrometer

Elektromagnetisches Kalorimeter



Seitenansicht des EMC

Elektromagnetisches Kalorimeter

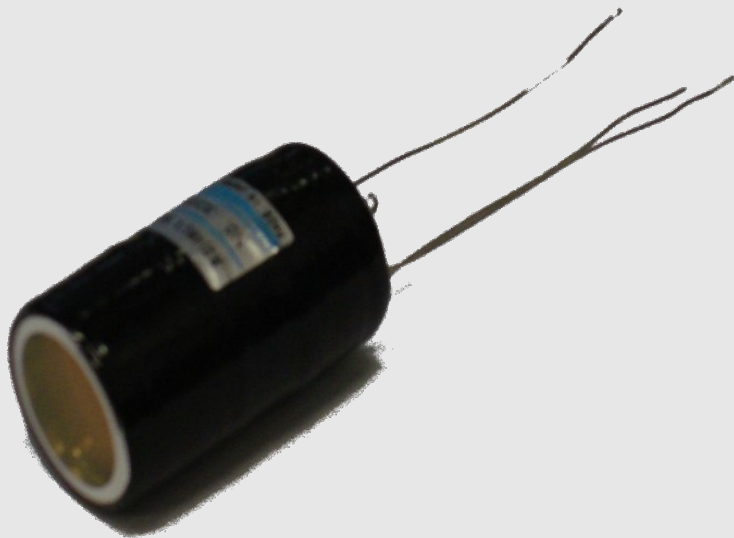
- Szintillationsmaterial: Bleiwolframat(PBWO₄)
 - ~ 16000 Kristalle
- kompaktes Design
- Magnetfeld: 2T
- Betriebstemperatur: -25°C → Erhöhung der Lichtausbeute um Faktor 4
- Energieschwelle pro Einzelkristall: ~ 3 MeV
- Auslese der Kristalle:
 - Barrel-Part:
 - Photodioden (LAAPDs)
 - Endkappe:
 - VPT(T)s (hohe Strahlenbelastung in der Endkappe)

Vakuumphotoröhren

- Magnetfeld: $\sim 1,2$ T
 - Einsatz herkömmlicher Photovervielfacher nicht möglich
- Hohe Teilchenzahl und Strahlenbelastung
 - Der Einsatz von Avalanche-Photodioden ist auch nicht möglich
- Ausweg: Entwicklung von Photomultipliern mit einer geringeren Anzahl von Dynodenstufen (gegenüber herkömmlichen Modellen)
- VPT(T)s sind kompakt → Bauweise soll möglichst kompakt sein

Vakuum-Photo-Trioden (VPTs)

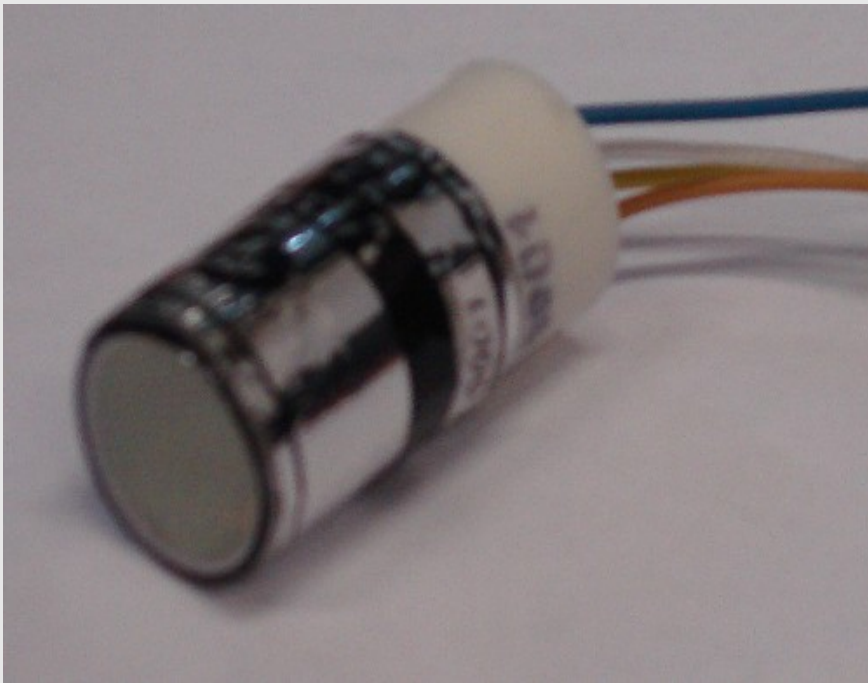
- Hersteller: Hamamatsu (Japan)
- Bestehen aus Anode, Kathode und einer Dynode



Parameter	Durchschnittlicher Wert
Photokathode:	
Durchmesser	16,0 mm
Material	K-Cs
Wellenlängenbereich	-
Quanteneffizienz	$\eta=23\%$
Verstärkung	G=10
Dunkelstrom	(0,02-1) nA

Vakuum-Photo-Tetrode (VPTT)

- Hersteller RIE (Russland)
- Bestehen aus einer Anode, einer Kathode und 2 Dynoden



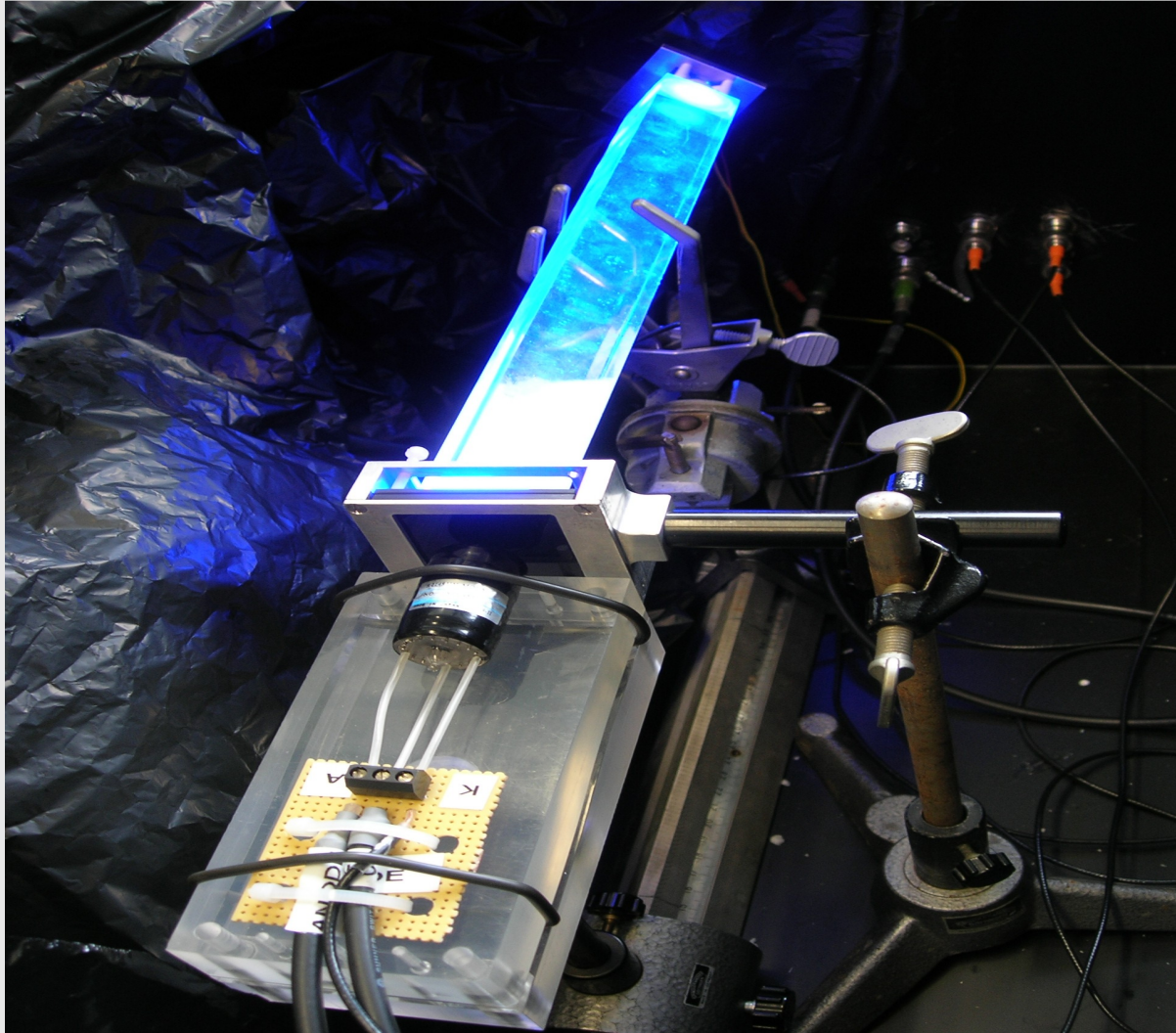
Parameter	Durchschnittlicher Wert
Photokathode:	
Durchmesser	> 16 mm
Material	Sb-K-Cs
Wellenlängenbereich	240-650 nm
Quanteneffizienz	$\eta > 15\%$
Verstärkung	$G > 20$
Dunkelstrom	$< 2 \text{ nA}$

Motivation

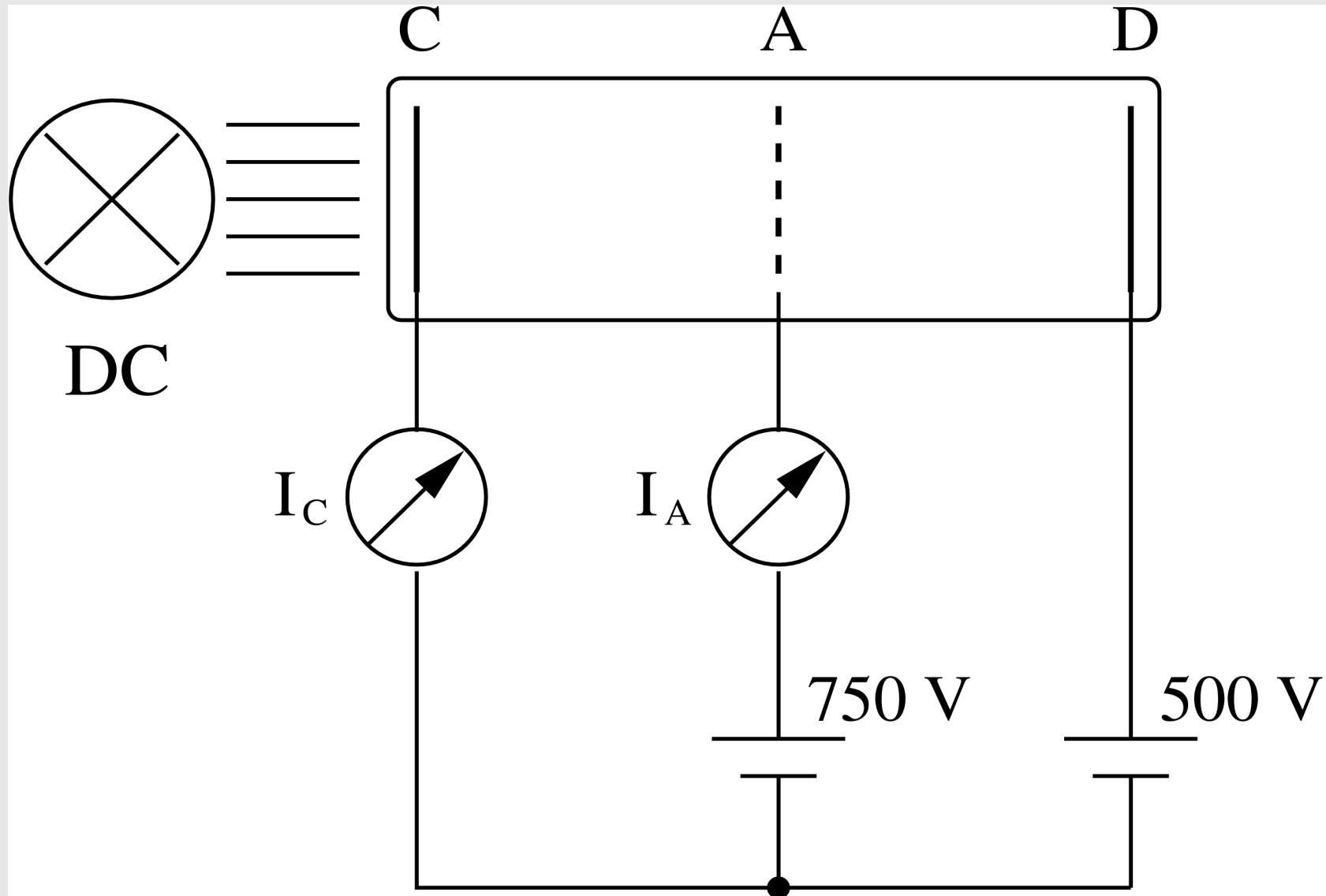
- Ziel der Messungen ist die Überprüfung der Herstellerangaben
- Bau eines Prototypen für PANDA, mit beiden Photoröhren zur Auslese der Kristalle
 - Die Verstärkung der Röhren muss dafür bekannt sein
 - Das gleiche gilt für die Größe und das Verhalten des Dunkelstroms
 - Im Prototyp kommt auch ca. 1/3 APDs zum Einsatz
 - VPT(T)s werden da genutzt wo die höchste Strahlenbelastung und größten Teilchenzahlen vorkommen

Verstärkungsmessungen

Bild des gesamten Aufbaus mit VPT



Schematische Darstellung des Aufbaus mit VPT



Schematische Darstellung des Aufbaus mit VPTT

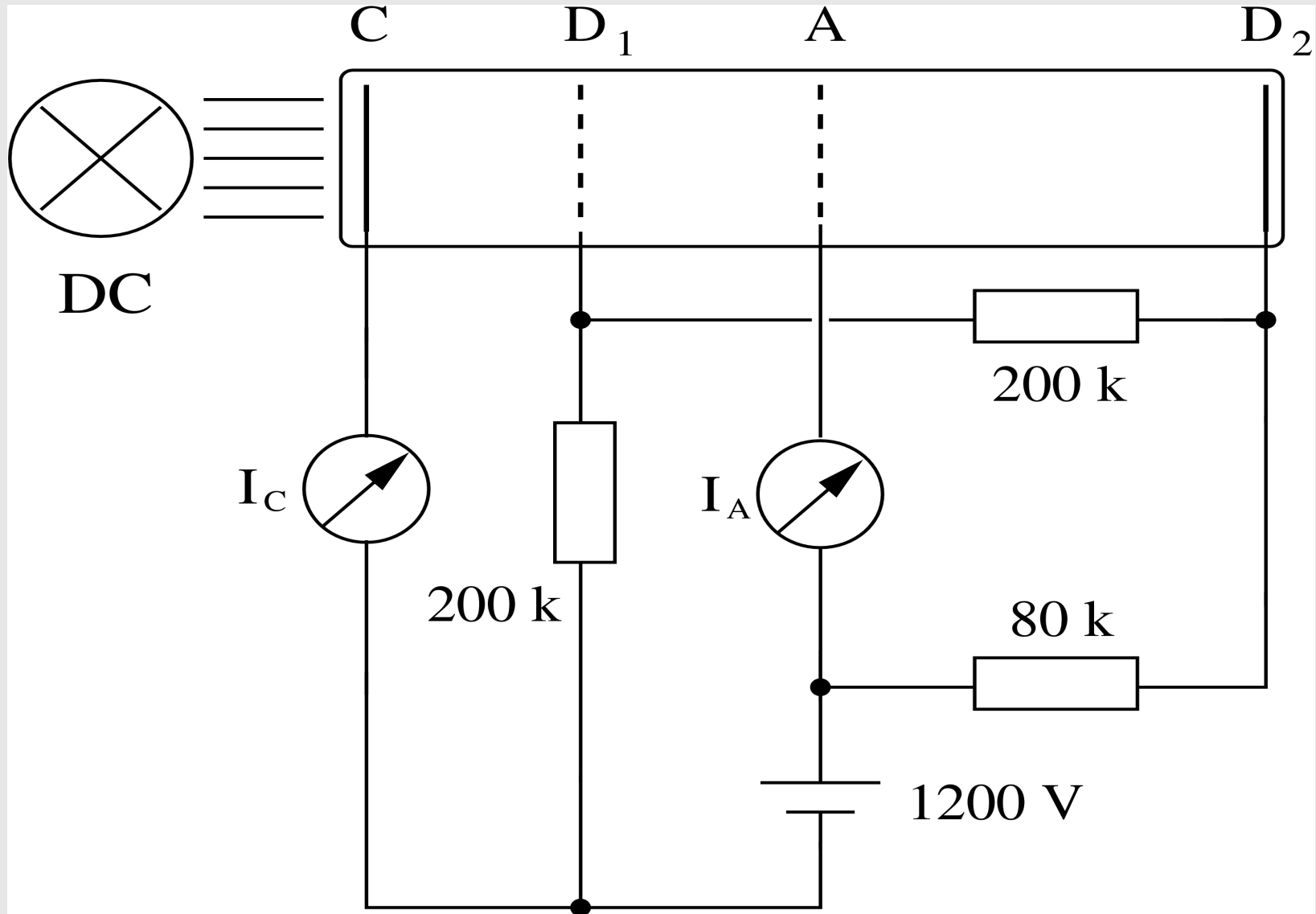
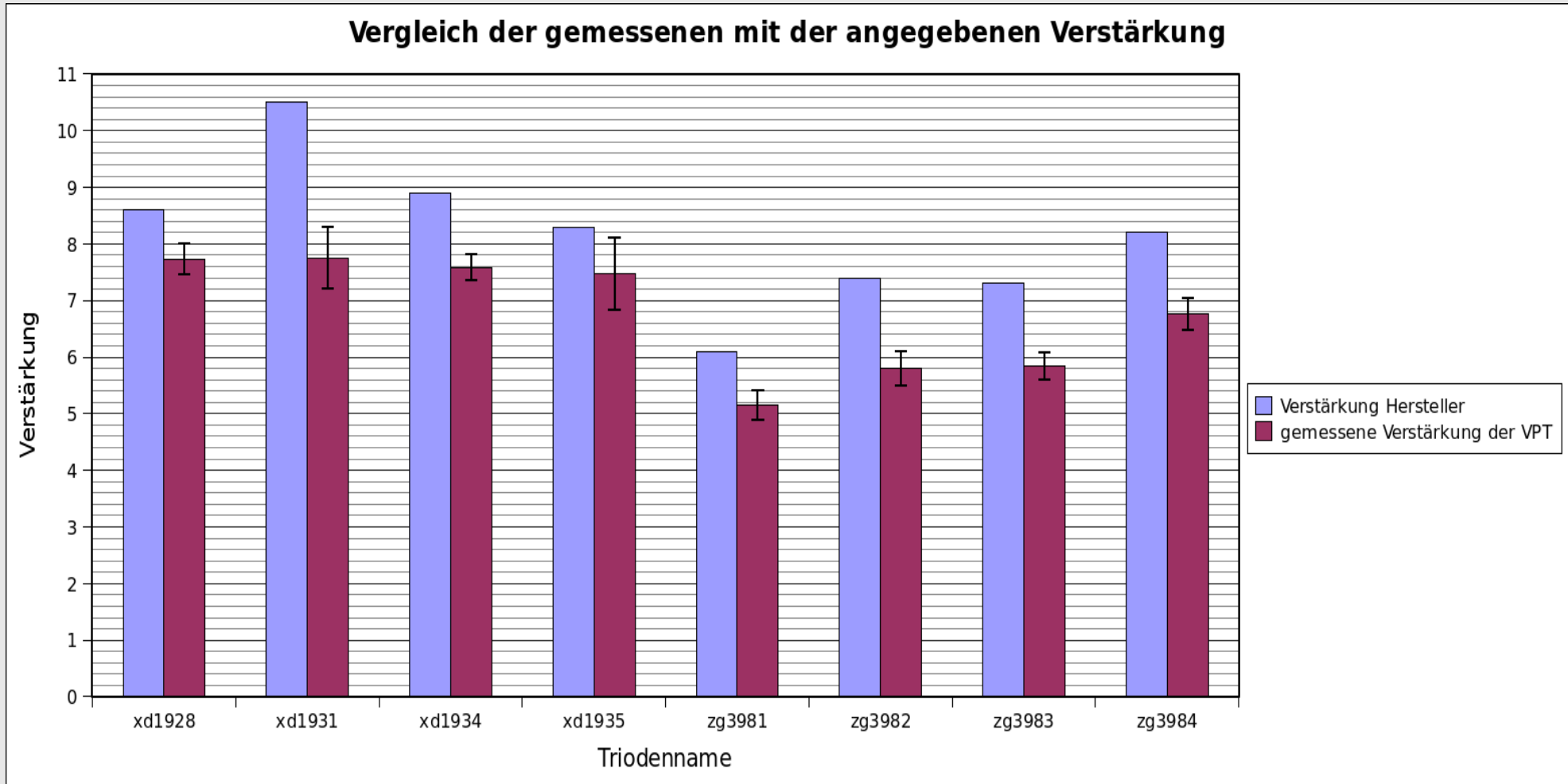


Tabelle mit den gemessenen Verstärkungen

Name	Verstärkung Hersteller	Verstärkung gemessen
XD1928	8,6	7,73+-0,27
XD1931	10,5	7,8+-0,5
XD1932	9,6	-
XD1934	8,9	7,58+-0,23
XD1935	8,3	7,5+-0,6
ZG3978	7,2	-
ZG3981	6,1	5,16+-0,27
ZG3982	7,4	5,8+-0,3
ZG3983	7,3	5,84+-0,24
ZG3984	8,2	6,76+-0,28

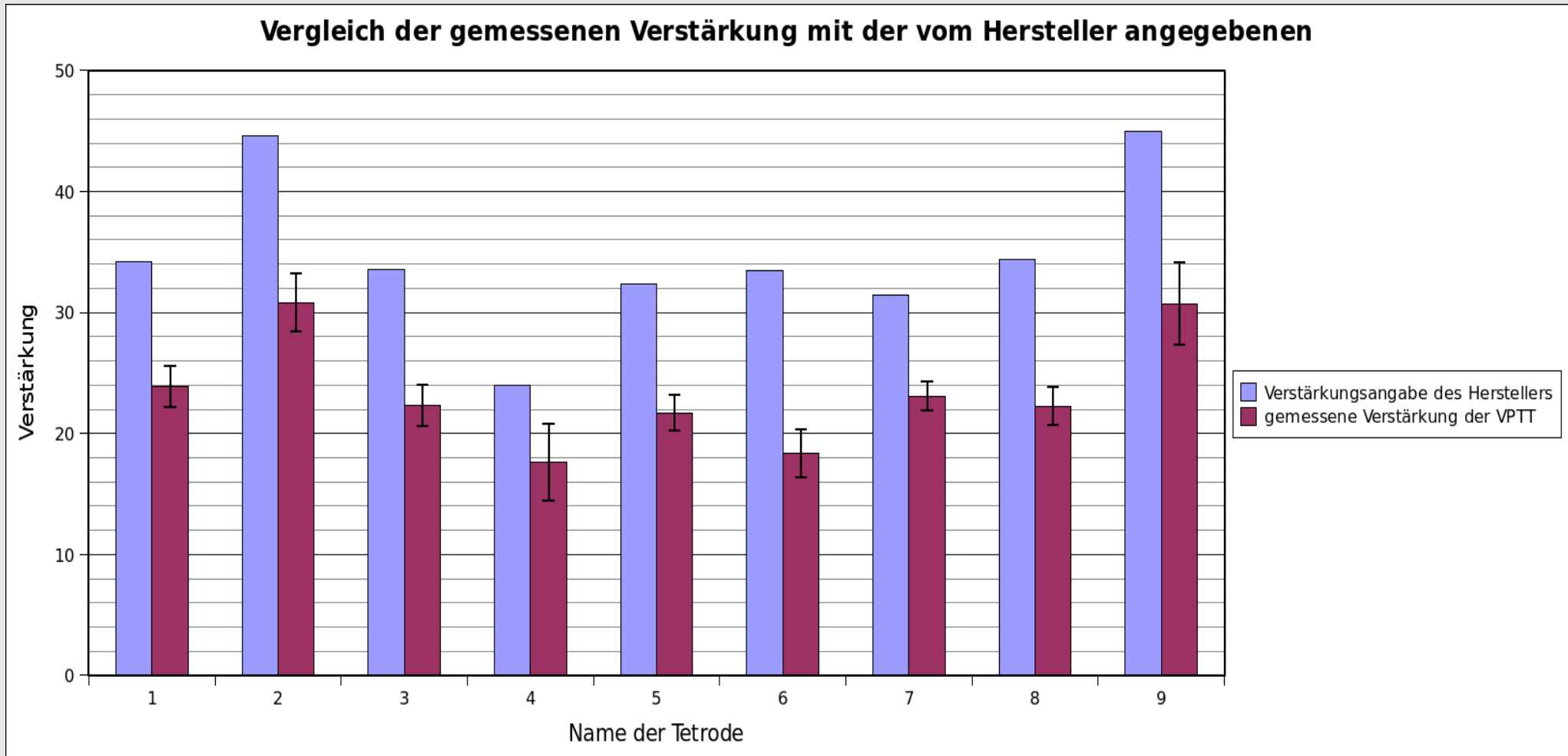
Name	Verstärkung Hersteller	Verstärkung gemessen
001	34,2	23,9+-1,7
002	44,6	30,8+-2.4
003	33,6	22,3+-1,7
004	24	17,9+-3,2
005	32,4	21,7+-1,5
006	33,5	18,4+-2
007	31,4	23,1+-1,2
008	34,4	22,3+-1,6
009	45	30,7+-3,4
010	43,3	-

Vergleich der Verstärkungen

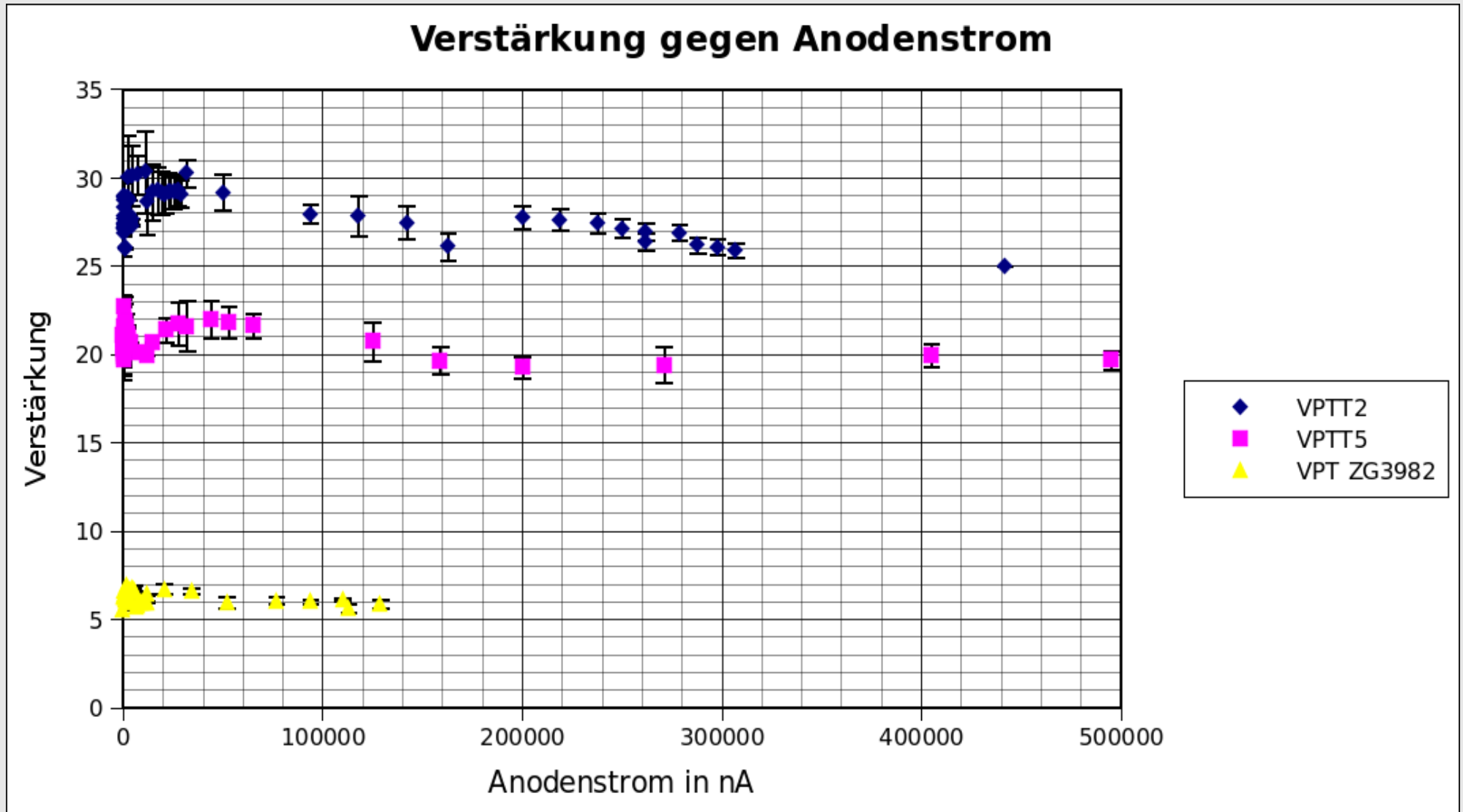


Vergleich der Verstärkungen

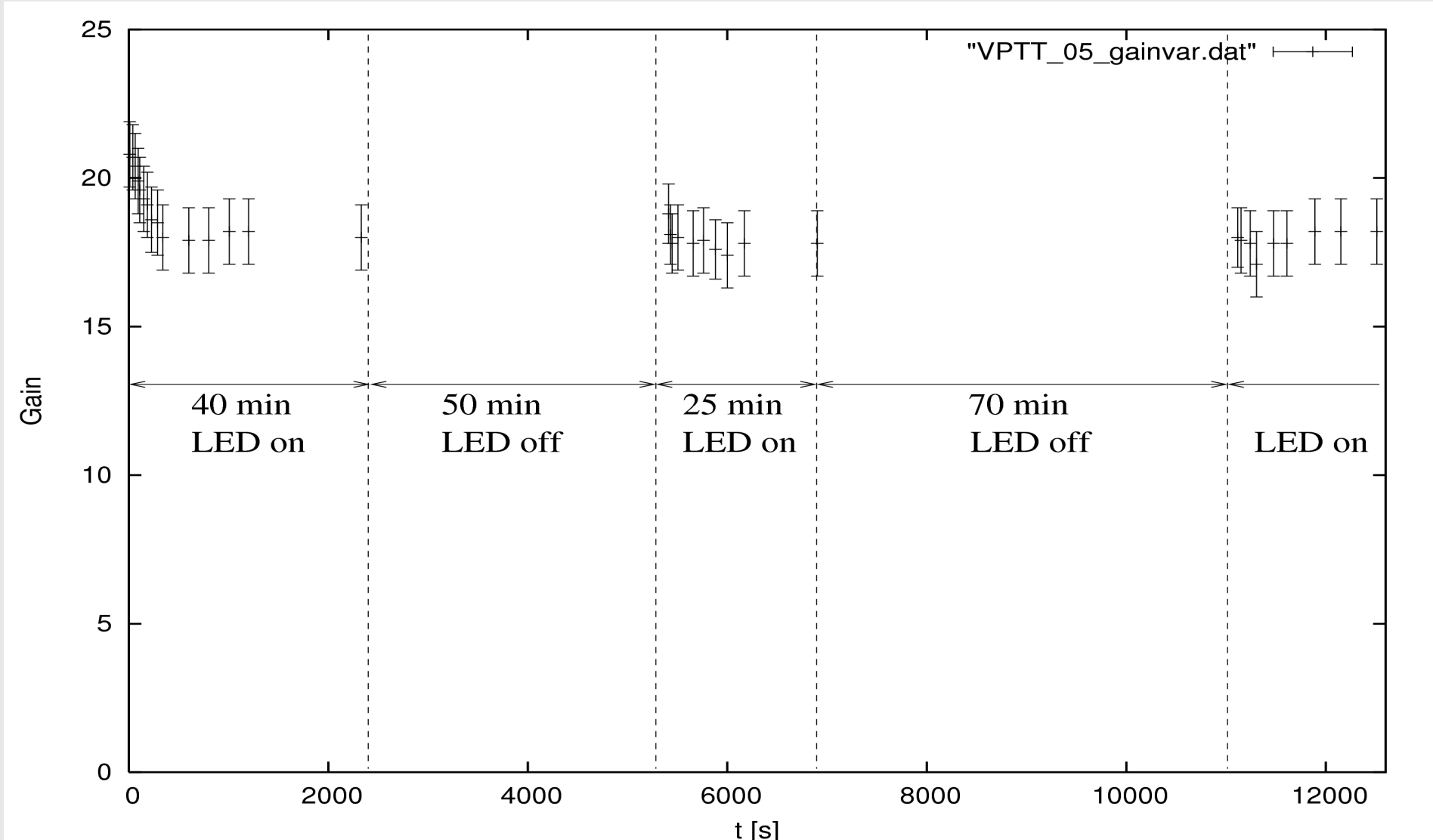
Vergleich der gemessenen Verstärkung mit der vom Hersteller angegebenen



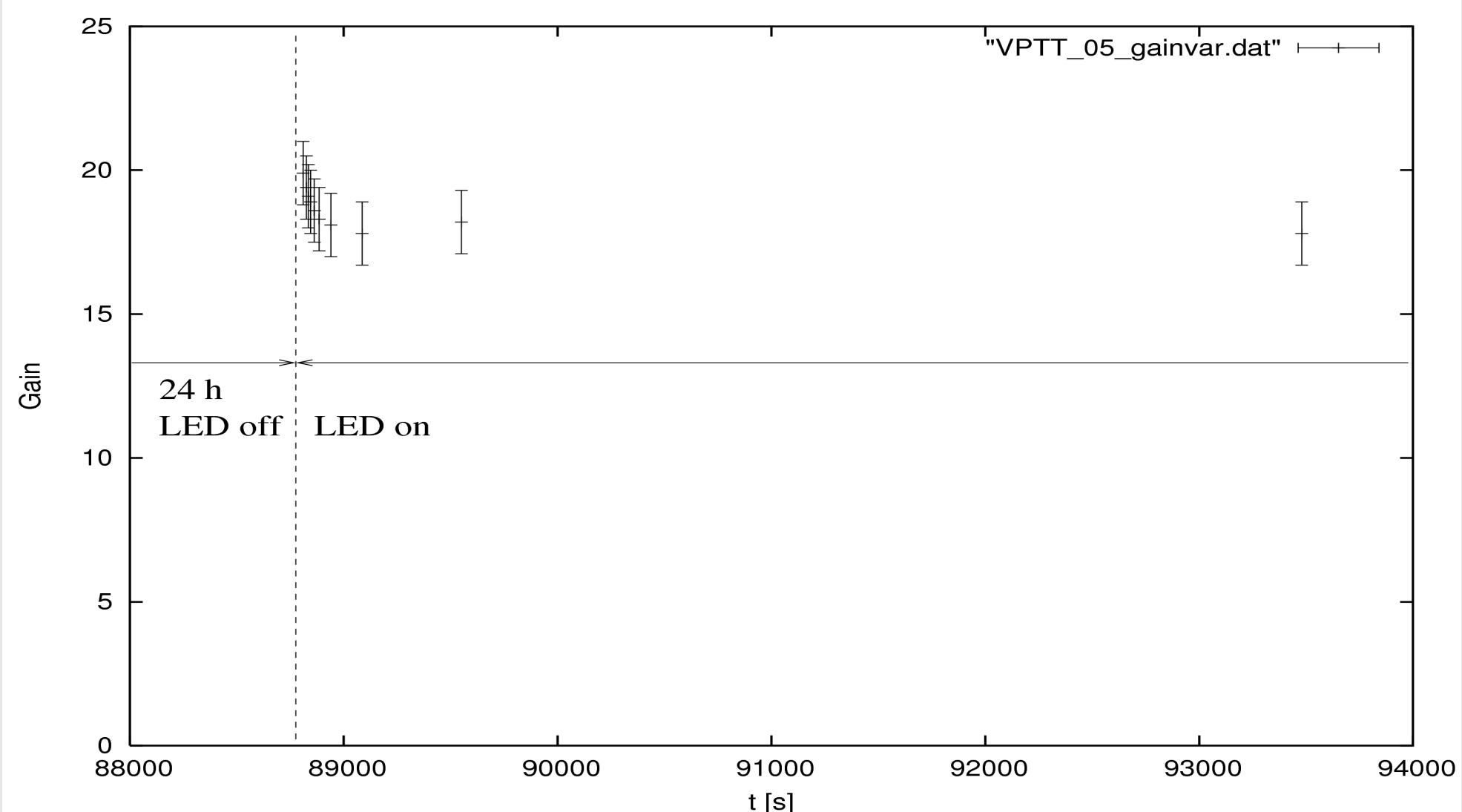
Verlauf der Verstärkung bei Erhöhung der Lichtintensität



Anschalteffekt bei den Verstärkungsmessungen

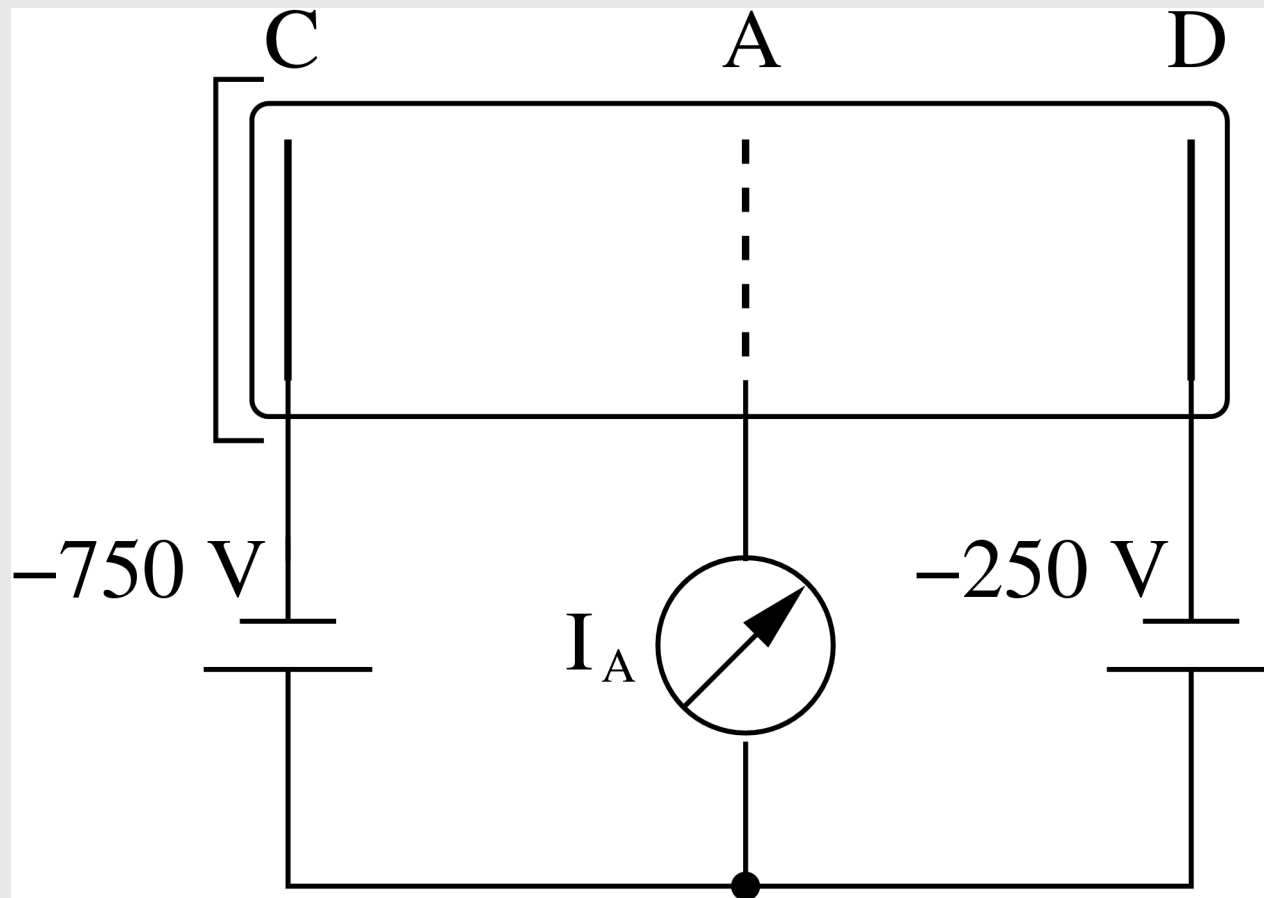


Anschalteffekt bei den Verstärkungsmessungen



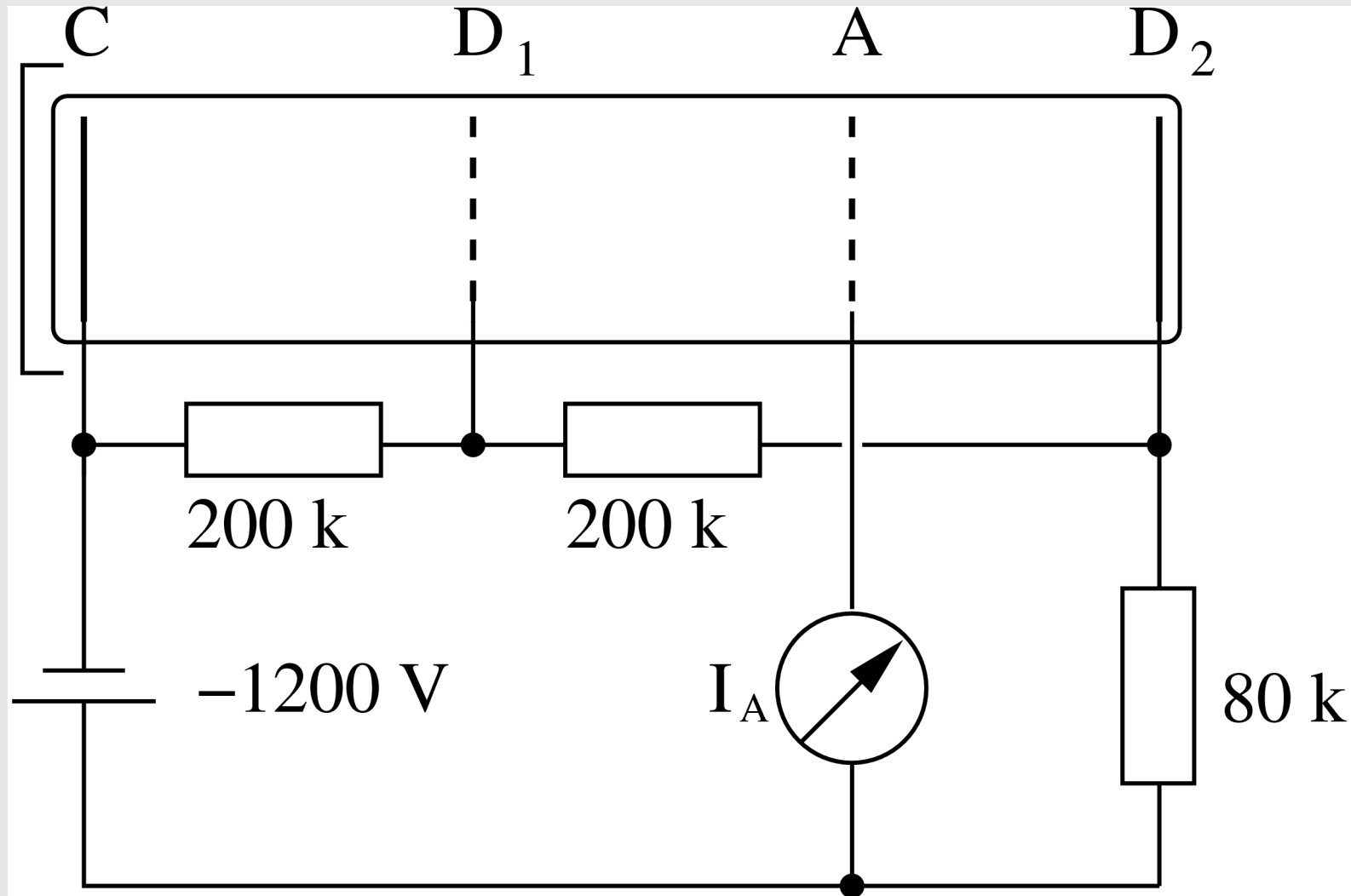
Dunkelstrommessungen

Schematische Darstellung des Aufbaus für VPTs



Dunkelstrommessungen

Schematische Darstellung des Aufbaus für VPTTs

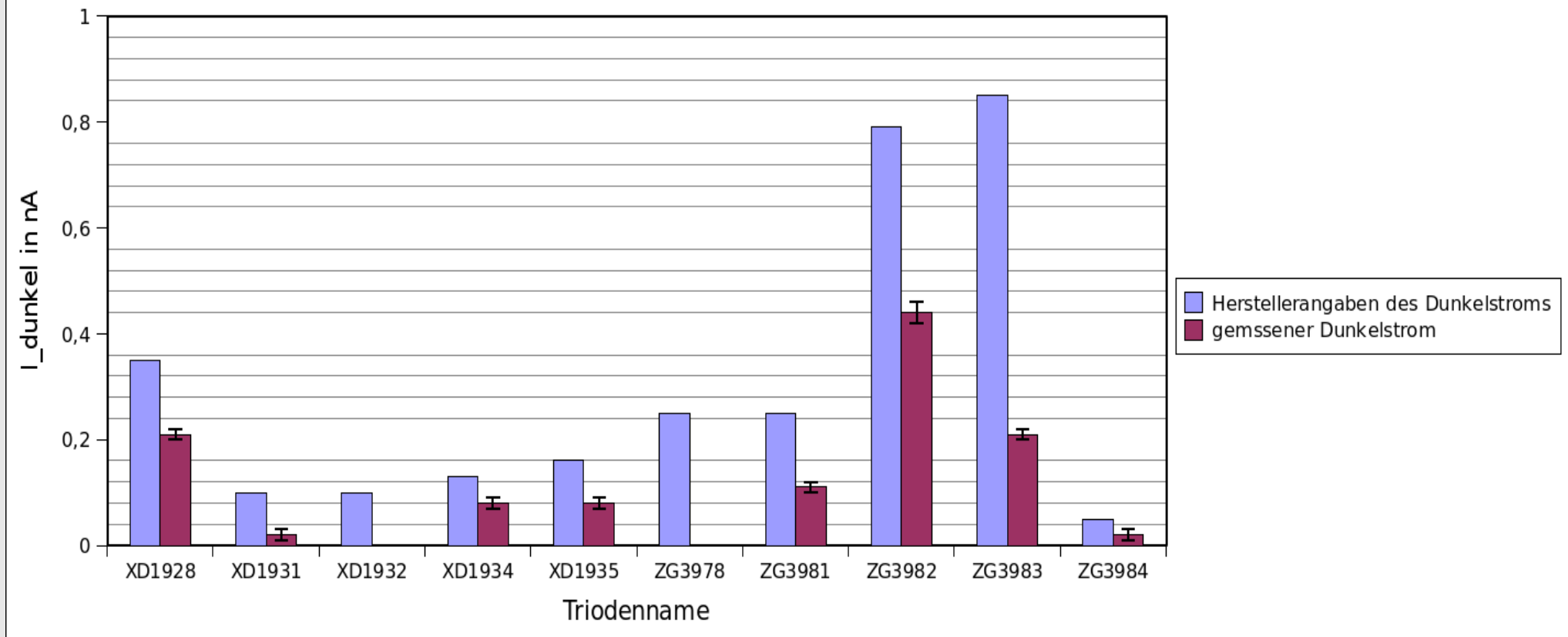


Messwerte der Dunkelstrommessungen

Name	Dunkelstrom Hersteller/ nA	Dunkelstrom Gemessen/ nA
XD1928	0,35	0,21+-0,01
XD1931	0,1	0,02+-0,01
XD1932	0,1	-
XD1934	0,13	0,08+-0,01
XD1935	0,16	0,08+-0,01
ZG3978	0,25	-
ZG3981	0,25	0,11+-0,01
ZG3982	0,79	0,44+-0,02
ZG3983	0,85	0,21+-0,01
ZG3984	0,05	0,02+-0,01

Vergleich der Angaben des Dunkelstroms

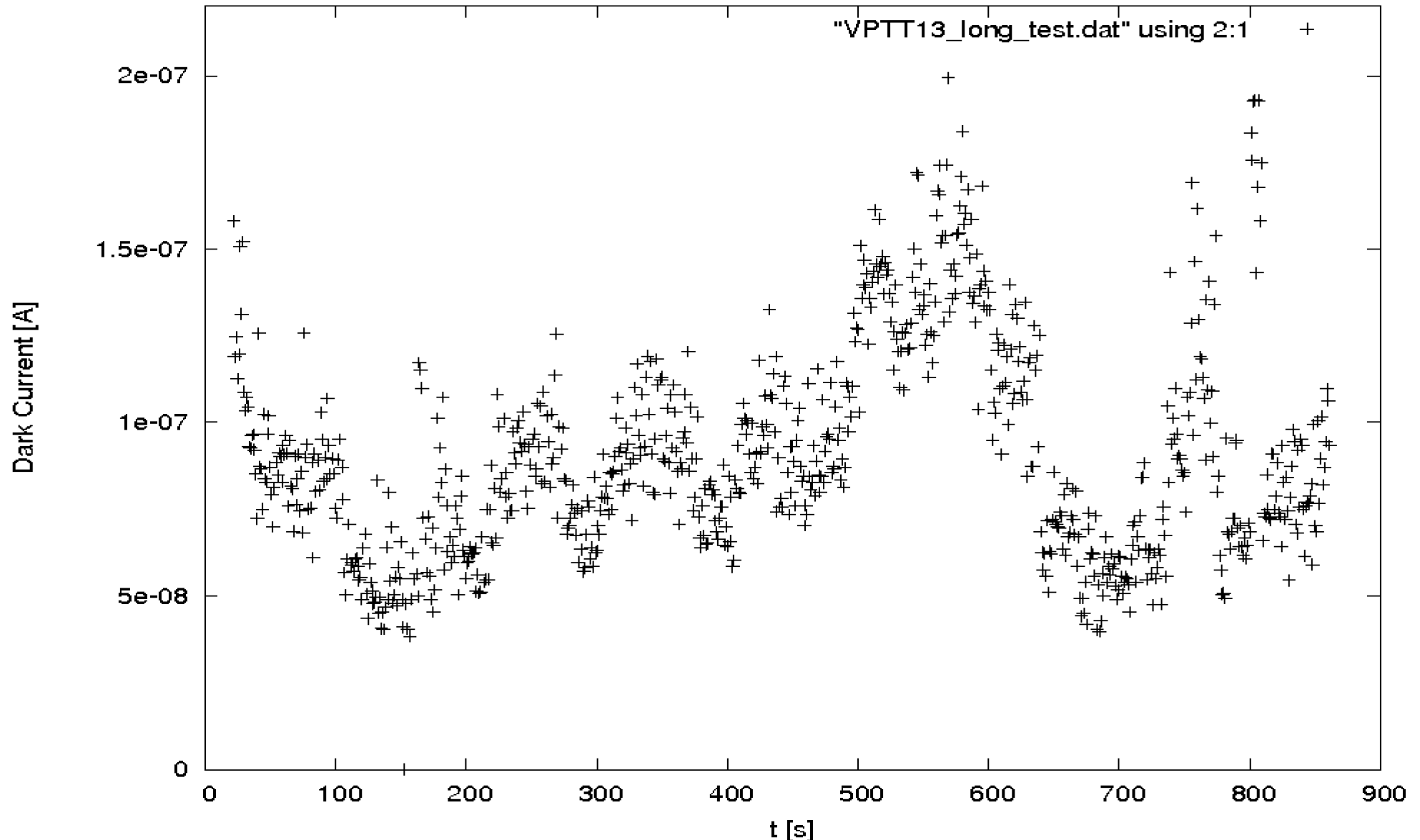
Vergleich der Herstellerangabe mit den gemessenen Werten des Dunkelstroms



Messwerte der Dunkelstrommessungen

Name	Dunkelstrom Hersteller/ nA	Dunkelstrom gemessen	Name	Dunkelstrom Hersteller/ nA	Dunkelstrom gemessen
001	1	0,51+-0,01 pA	011	0,35	15-22+-0,36 pA
002	10-16	18-22+-0,36 pA	013	0,1	0,5-1,2 -> 150+-0,018 nA
003	8-10	1,27+-0,38 pA	016	0,1	28,6+-0,71 nA
004	1-10	5,1-5,5+-0,1 pA	017	0,13	0,5-1,3+-0,04 nA
005	10	1,2-7,6+-0,19 nA	018	0,16	13,63+-0,34 pA
006	1	40-60+-0,97 pA	020	0,25	0,3-1,3+-0,04 pA
007	3	6-18+-0,3 pA	024	0,25	6-10+-0,25 nA
008	1	0,5-0,8+-0,03 pA	025	0,79	1,9-2,4+-0,06 nA
009	1-8	1-8+-0,19	032	0,85	5,1pA -> 2,2nA+-0,1
010	1	-	045	0,05	2,2-4+-0,1 nA

Verhalten des Dunkelstroms der VPTTs bei längerer Messung



Ausblick

1. Untersuchung der Nutzbarkeit der Röhren für PANDA
2. weitere Untersuchungen des Anschalteffektes
3. Verhalten des Dunkelstroms der VPTTs genauer untersuchen

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit