

Inbetriebnahme Vakuumsystem PETRA III



Beschleuniger-Betriebsseminar 2010

Boris Nagorny
für die DESY Vakuumgruppe
MVS

Grömitz

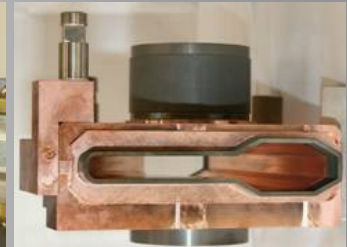
22-25.3.2010

- Petra III – Vakuumsystem Übersicht
- Druckprofil Petra III mit und ohne Strahl
- Dynamische Druckerhöhung in verschiedenen Ringabschnitten
- Photodesorption Aluminium
- Strahllebensdauer
- Ausblick
- Zusammenfassung

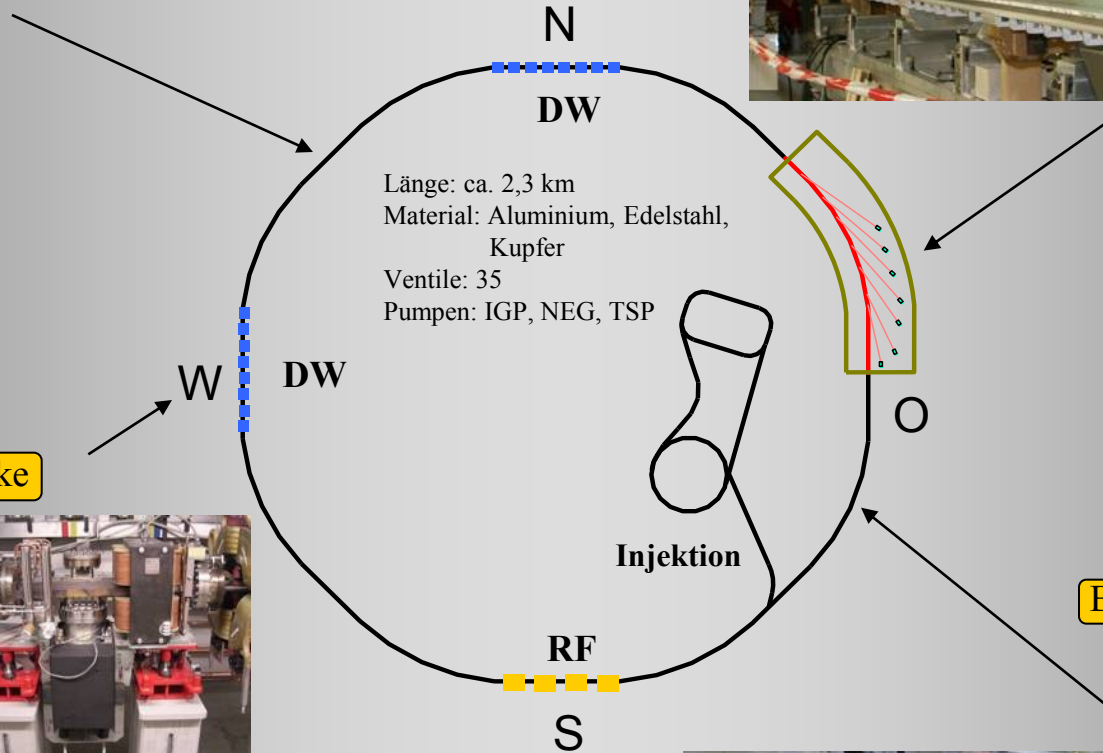
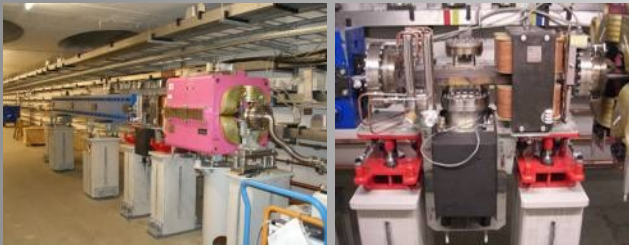
Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswigglerstrecke



Bogenabschnitte



Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswiggle



Querschnitte



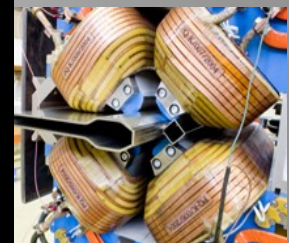
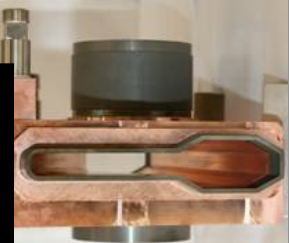
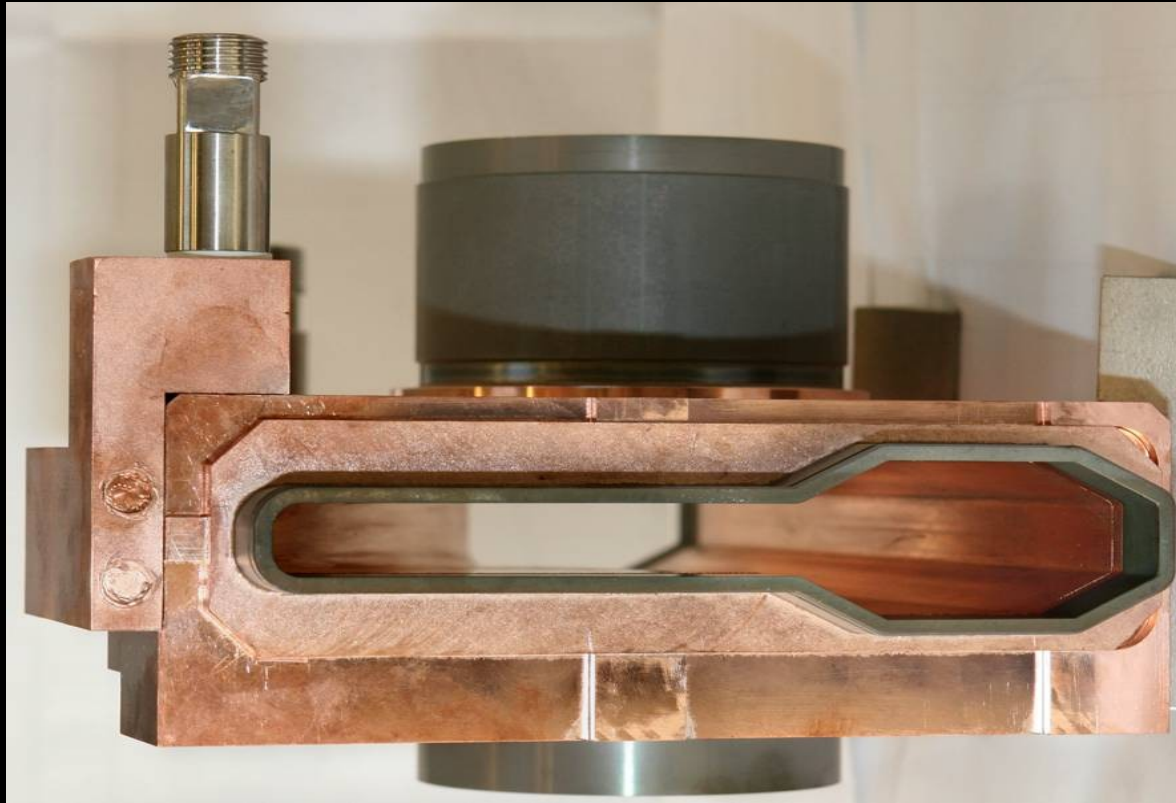
Material : Edelstahl 4mm
Pumpe : NEG-Streifen in Seitenkanal
Ungekühlte Kammer da nicht von Synchrotronstrahlung getroffen



Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswiggle



Schnitte

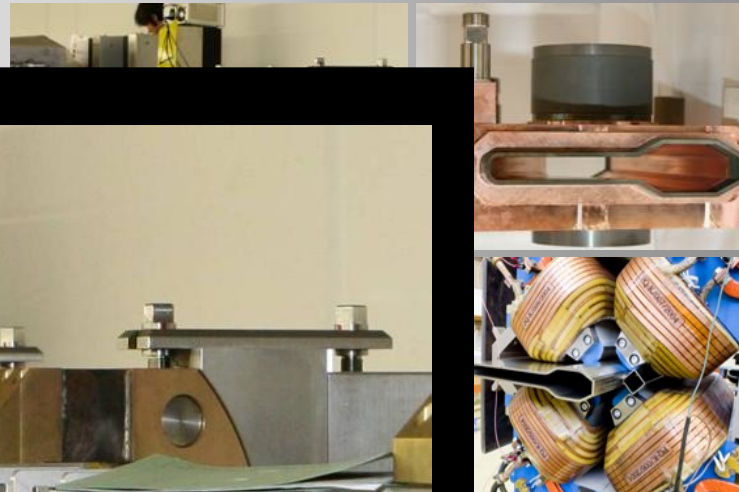


Material : Kupfer massiv
Pumpe : TSP und IGP (75)
Wassergekühlt (bis zu 3.25 kW Strahlungsleistung (100 mA))

Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswiggle



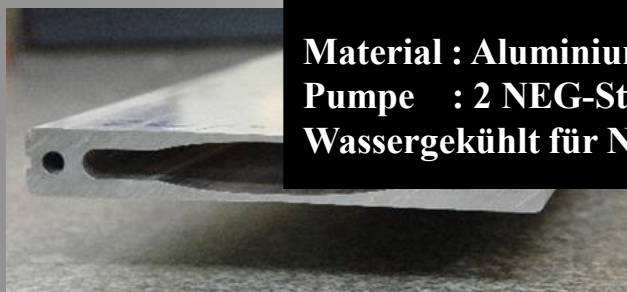
Querschnitte



Material : Aluminium

Pumpe : 2 NEG-Streifen in Seitenkanal und IGP (60)

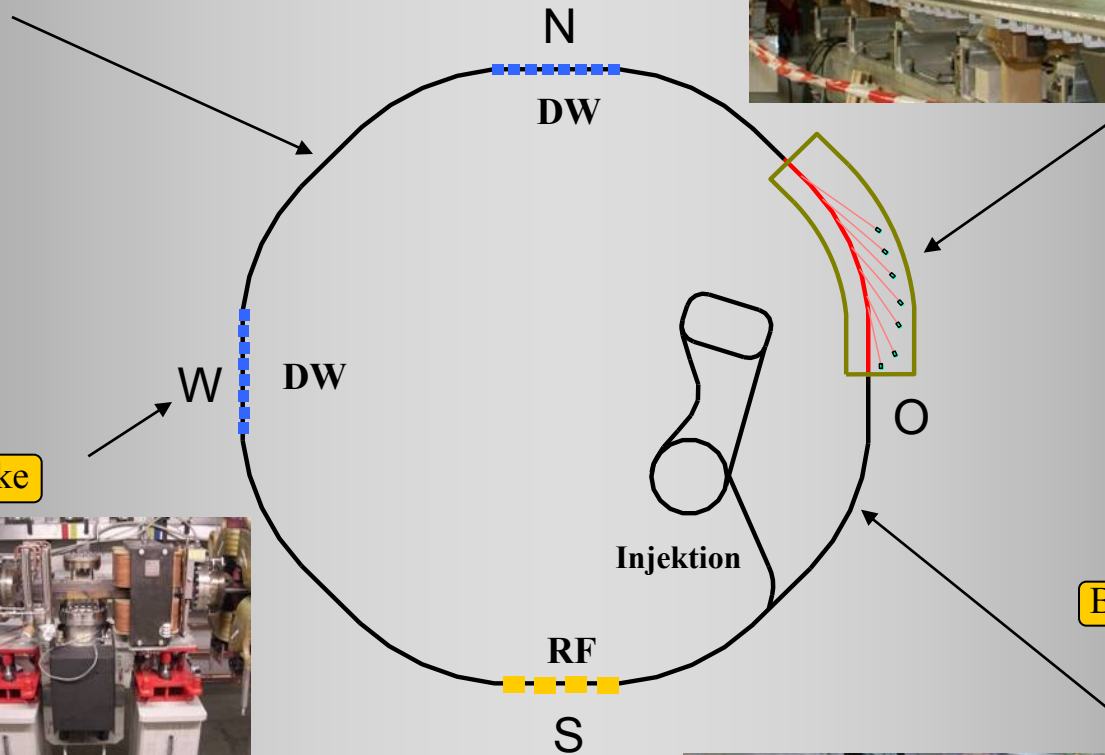
Wassergekühlt für NEG-Aktivierung, nicht von Synchrotronstrahlung getroffen



Gerade Strecke



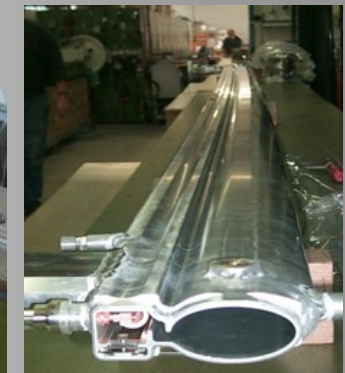
Neues Achtel



Dämpfungswigglerstrecke



Bogenabschnitte



Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswiggle



Abschnitte



Material : Aluminium
Pumpe : NEG-Streifen in Seitenkanal , IGP (60)
Wassergekühlt da von Synchrotronstrahlung getroffen

Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswiggle



Abschnitte



Material : Edelstahl
Pumpe : NEG-Streifen
Wassergekühlte Kammer da von Synchrotronstrahlung getroffen
Kammer und BPM bilden eine Einheit

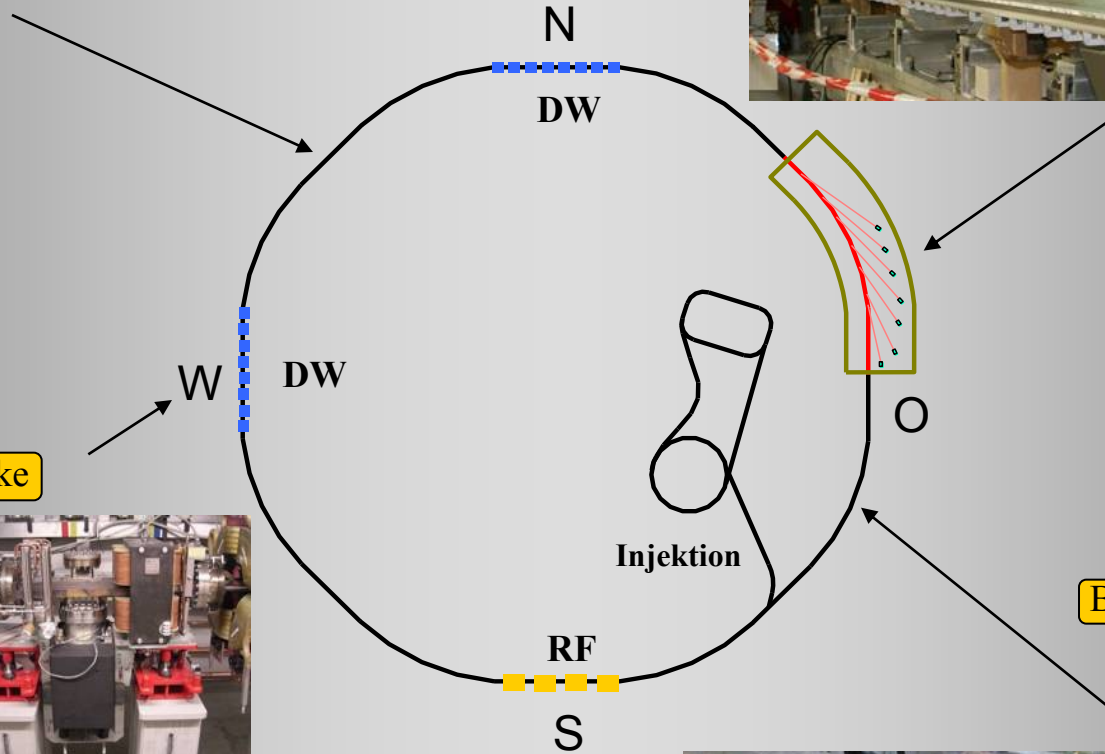
Gerade Strecke



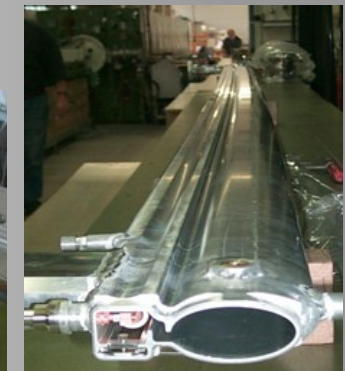
Neues Achtel



Dämpfungswigglerstrecke



Bogenabschnitte



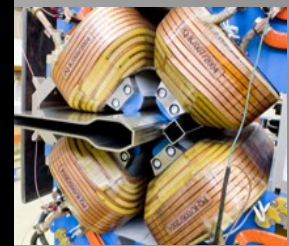
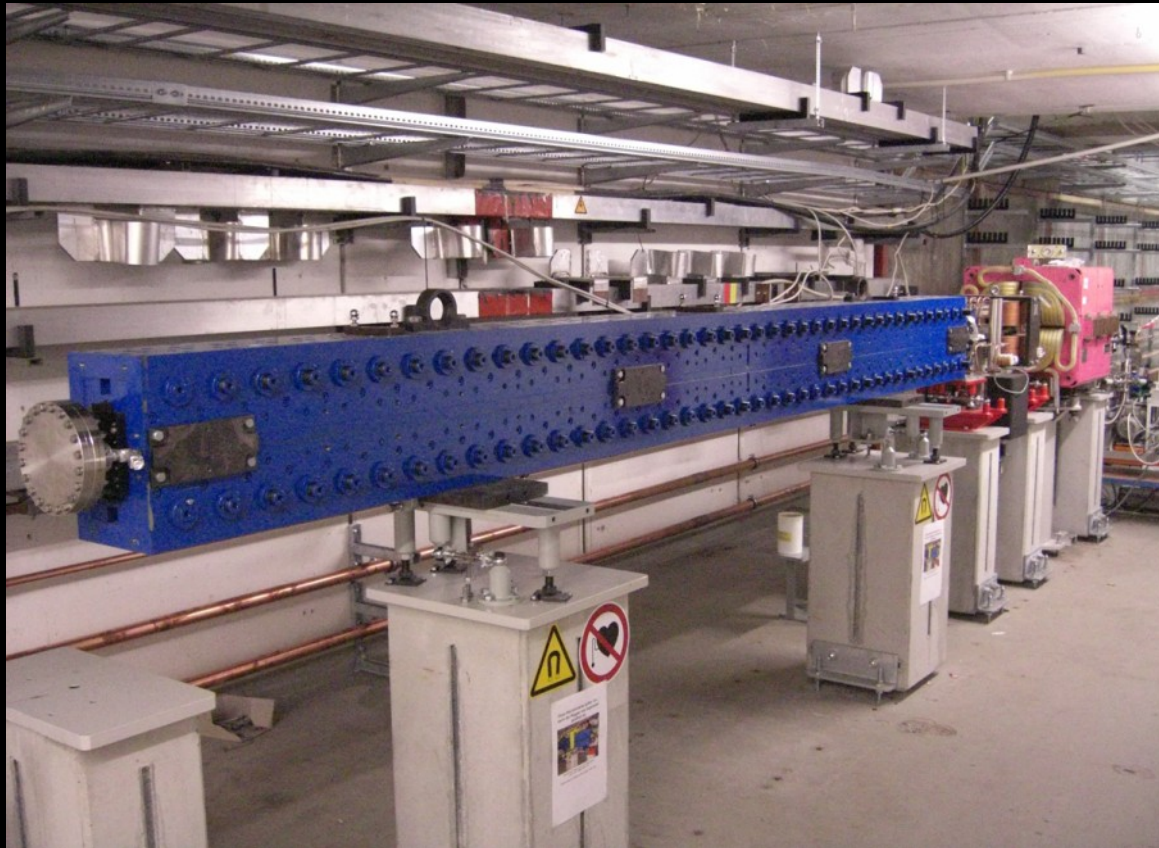
Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswiggle



Abschnitte

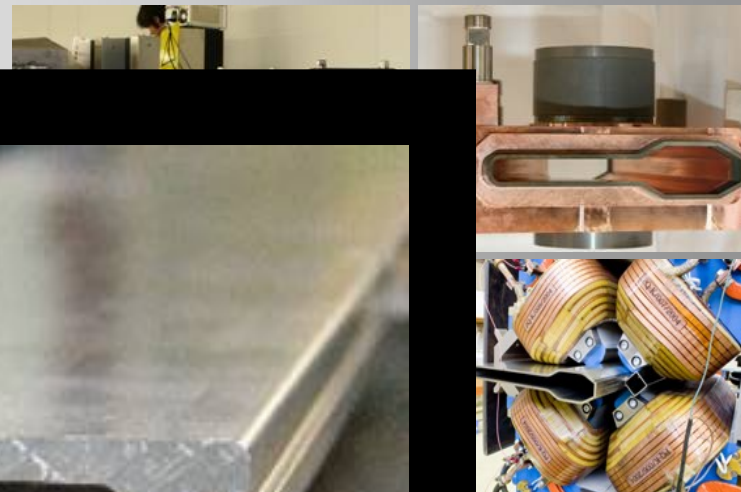


10 fast baugleiche Abschnitte DW - Absorber – Corr - Quad

Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswiggle



Querschnitte



Material: Aluminium
Pumpe: NEG – Beschichtung (Ti/V/Zr) auf der Innenseite
An ringinnen- und ringaussenseite wassergekühlt



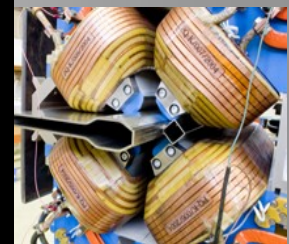
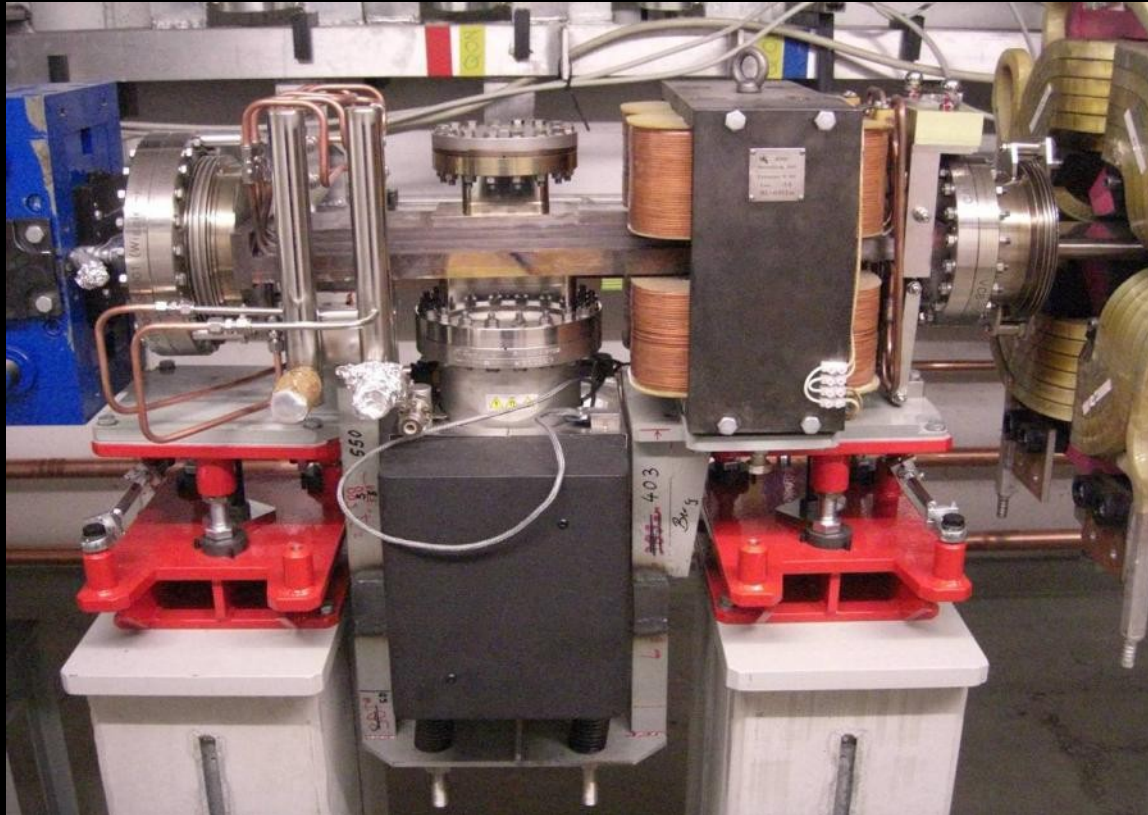
Gerade Strecke



Neues Achtel



Dämpfungswiggle



Abschnitte



Material: Kupfer
Pumpe: TSP , IGP (300)
Wassergekühlt da Strahlungsleistung bis zu 12 kW (100mA)

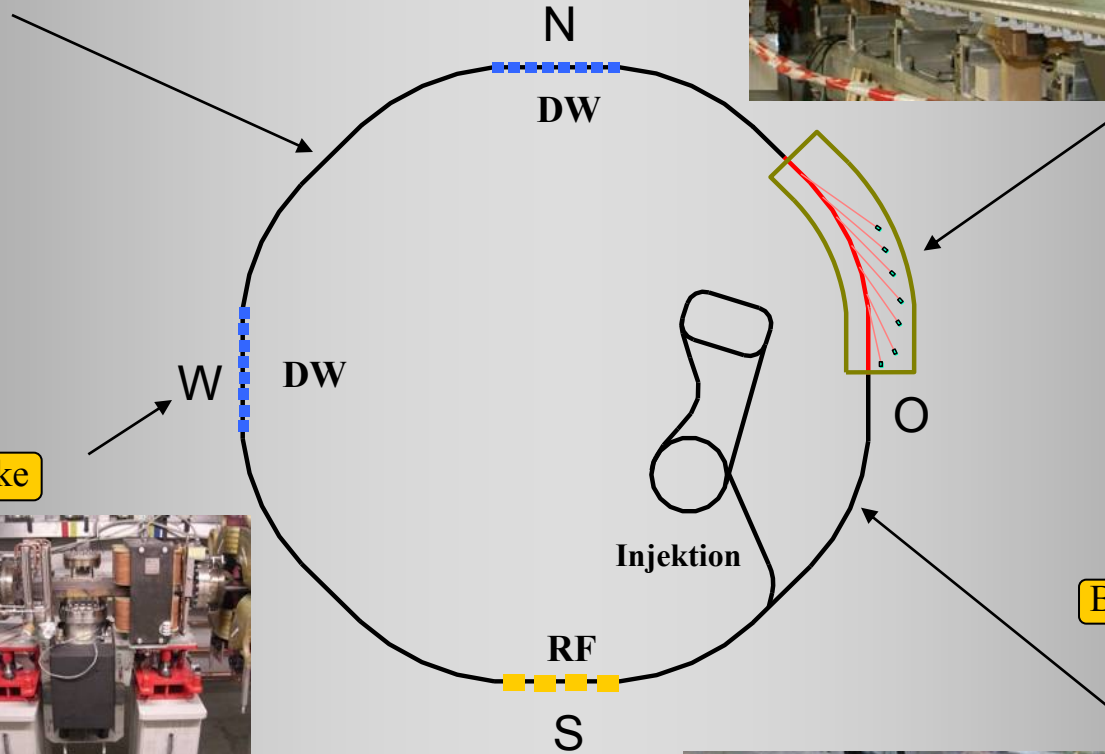
Gerade Strecke



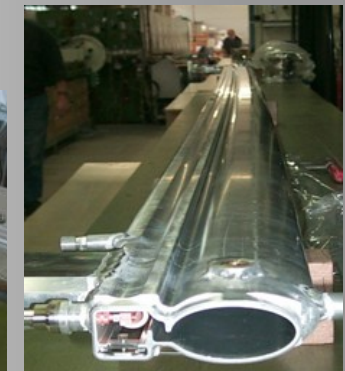
Neues Achtel



Dämpfungswigglerstrecke



Bogenabschnitte



Gerade Strecke



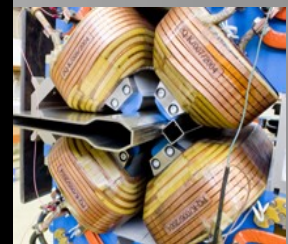
Neues Achtel



Dämpfungswiggle

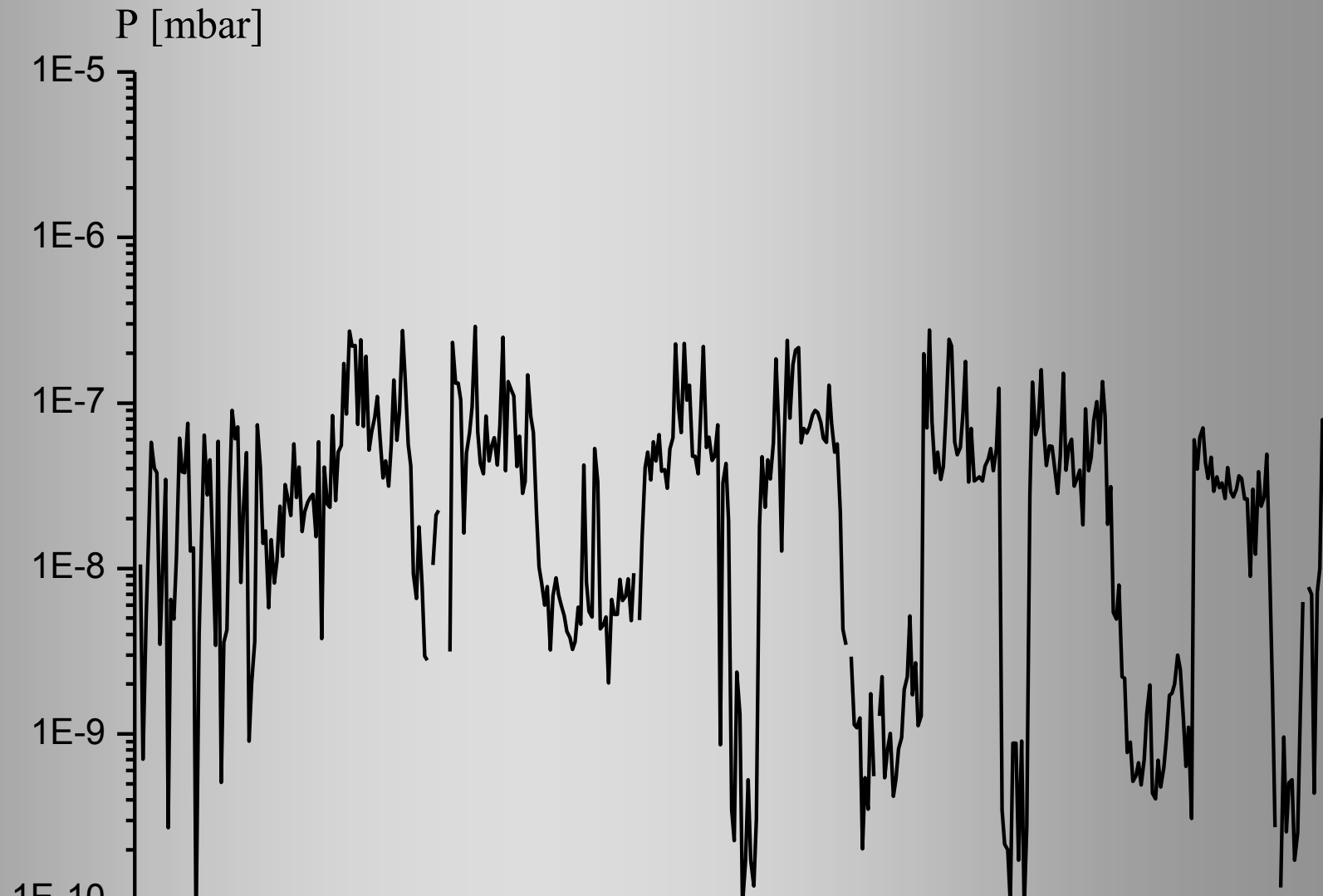


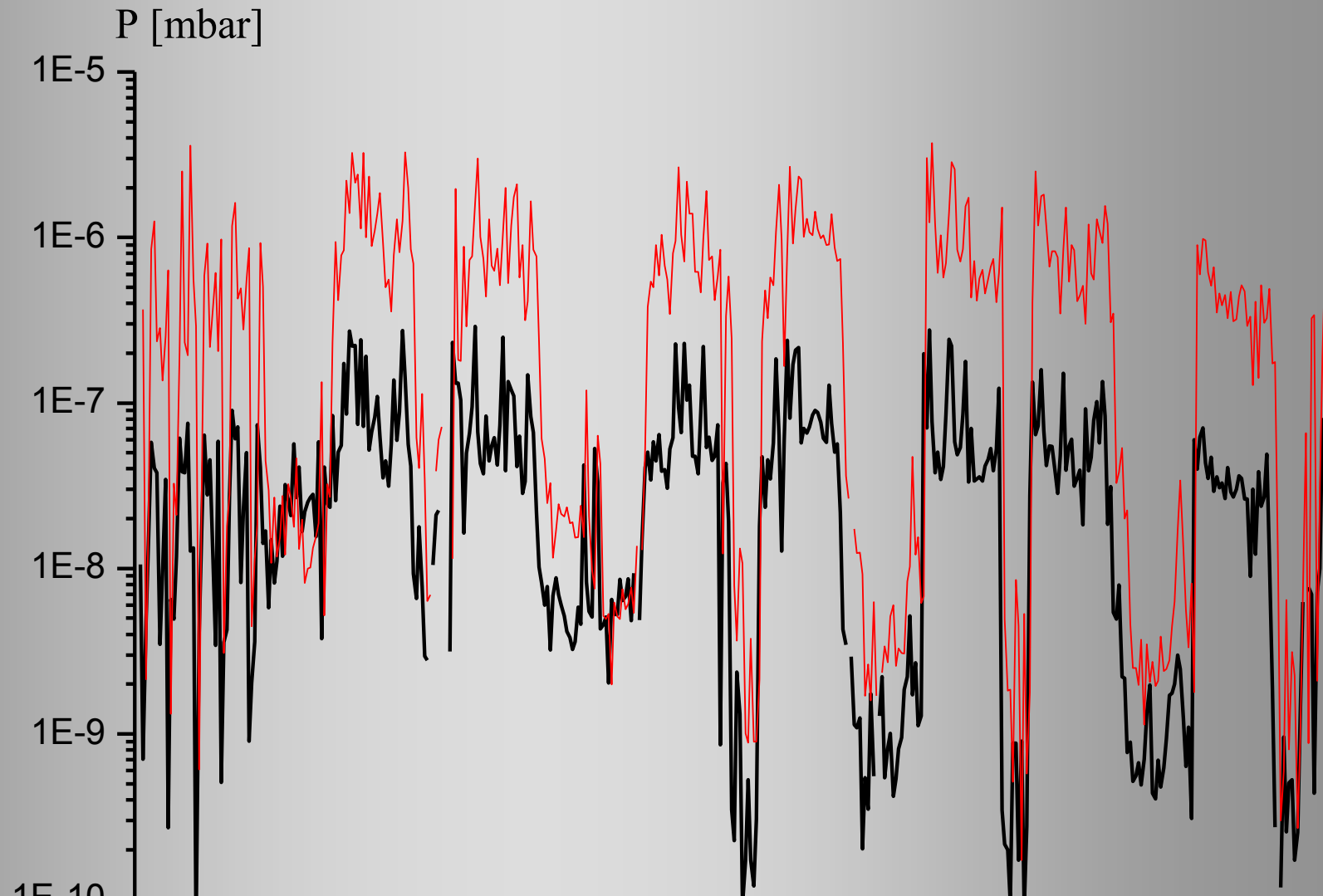
Material: Edelstahl
Pumpe: TSP , IGP (60)
ungekühlt da nicht von Strahlung getroffen

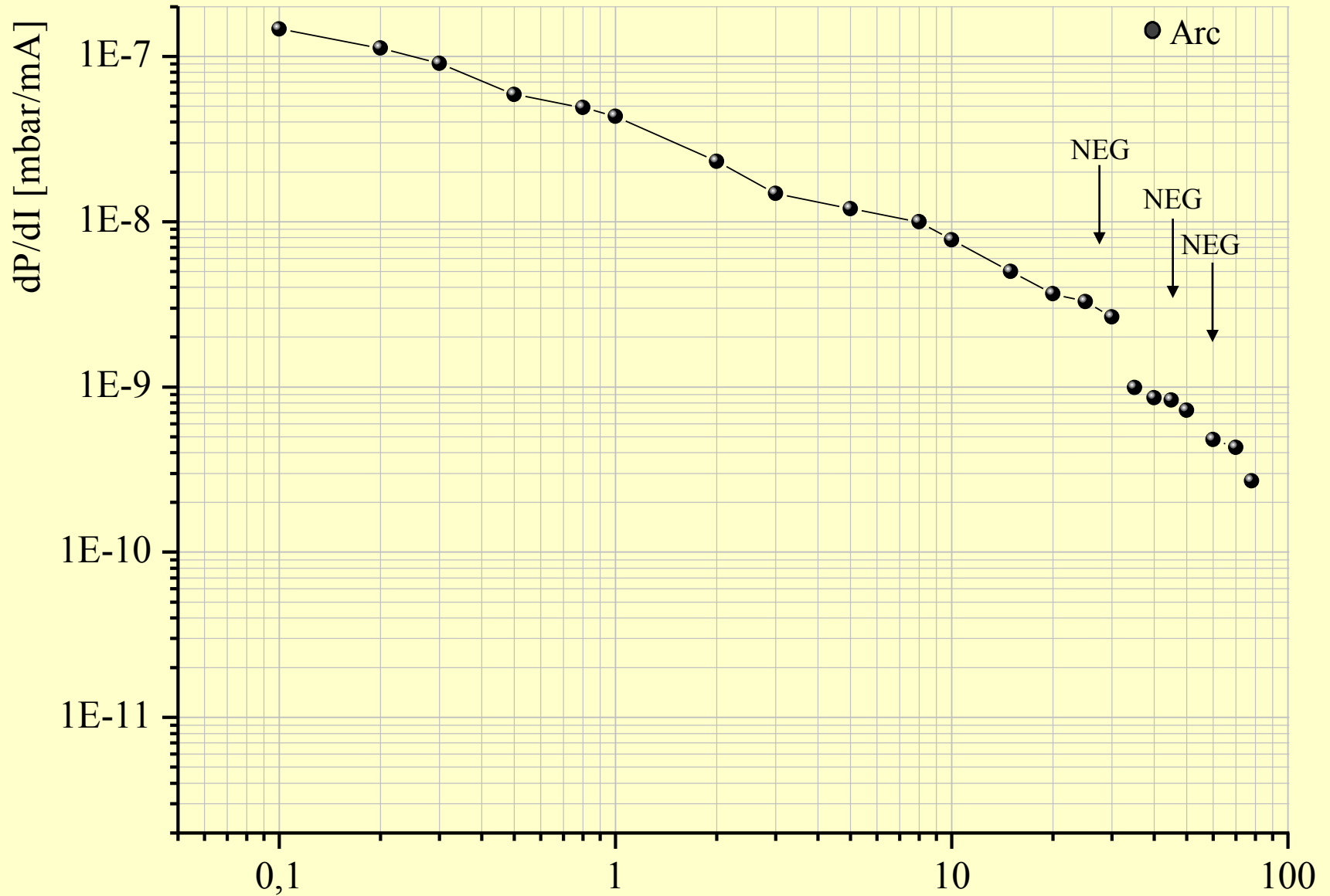


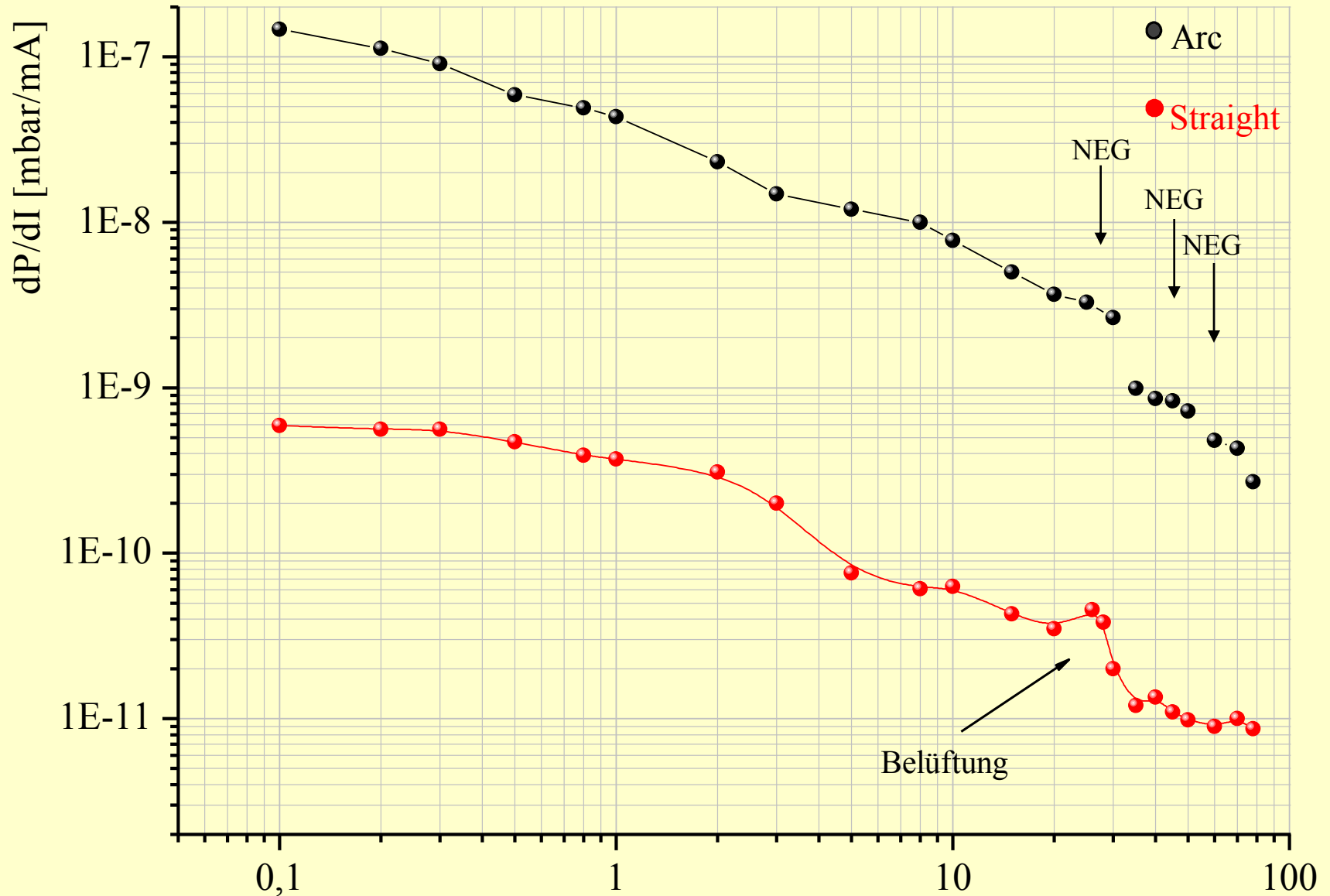
Querschnitte

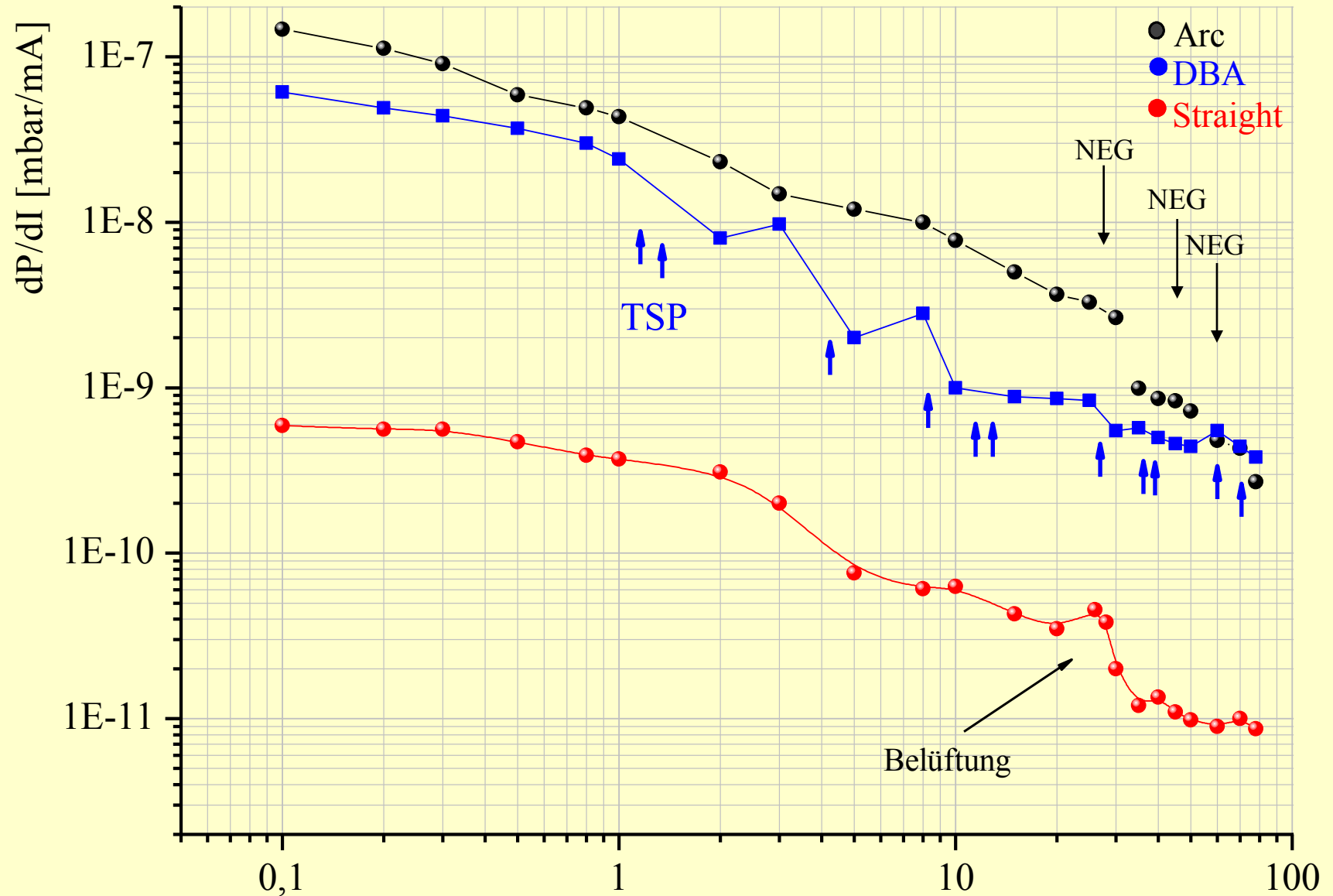


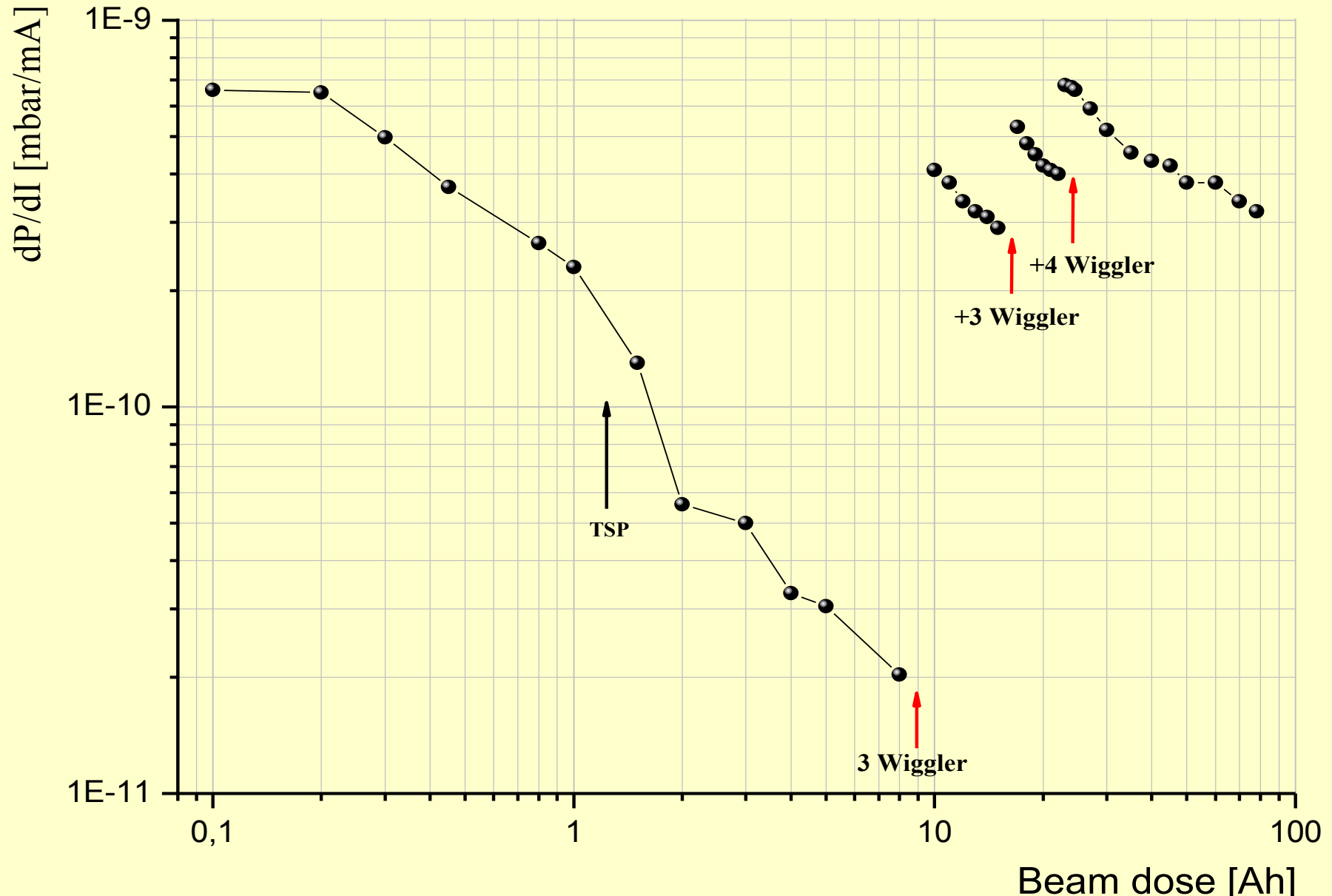


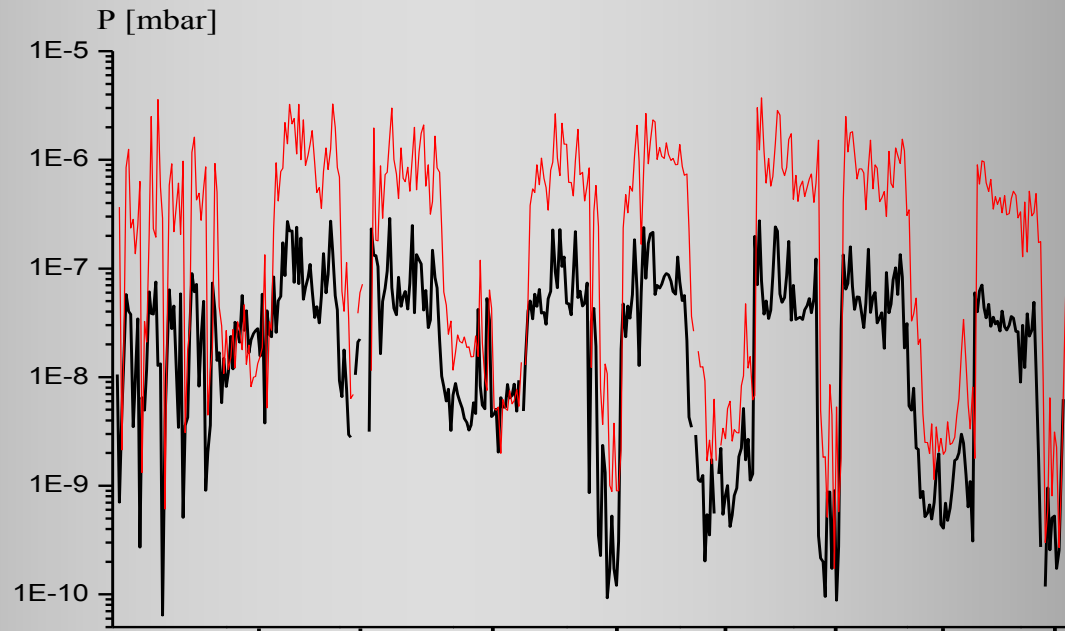








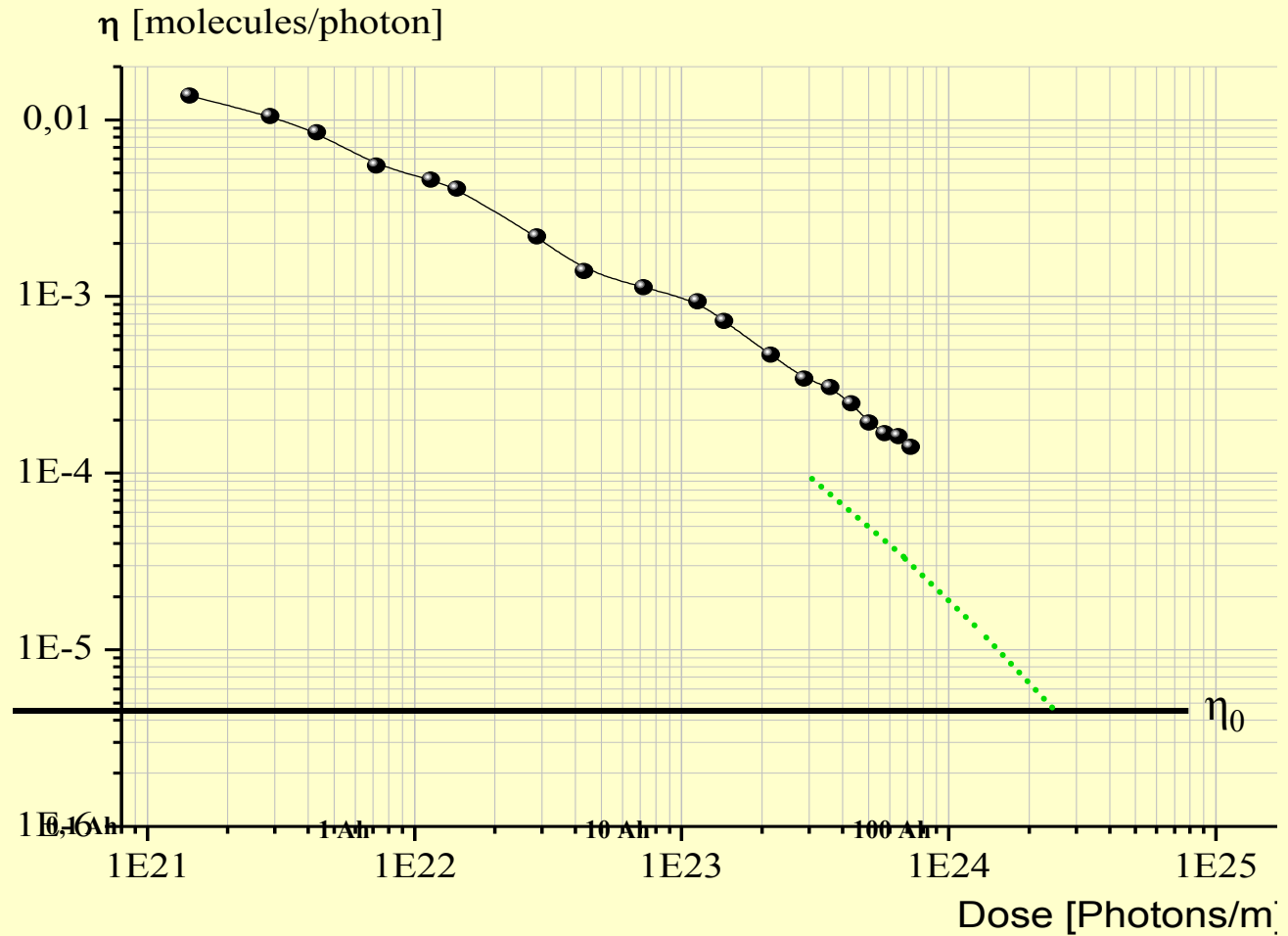




Druck in den Bögen mit Abstand am größten und Bögen machen zudem den größten Teil des Rings aus → Der mittlere Druck in Petra wird ganz wesentlich vom Druck in den Bogenabschnitten bestimmt.

Der Druck in den Bögen selbst wird von der durch Synchrotronstrahlung hervorgerufenen Ausgasung bestimmt. Entscheidend ist wie viele Gasmoleküle pro Photon desorbiert werden.

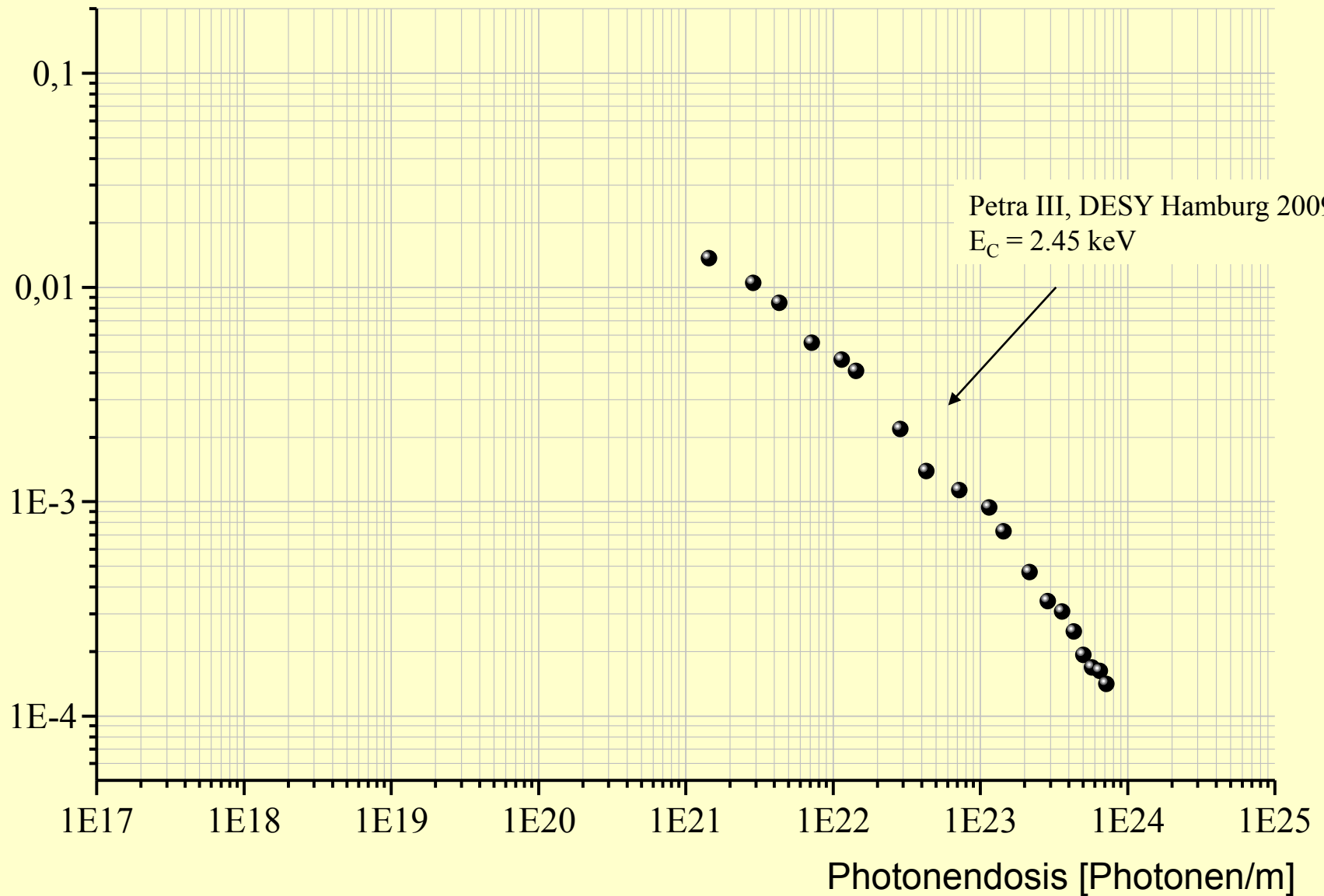
$$\eta \text{ (Moleküle/Photon)}$$



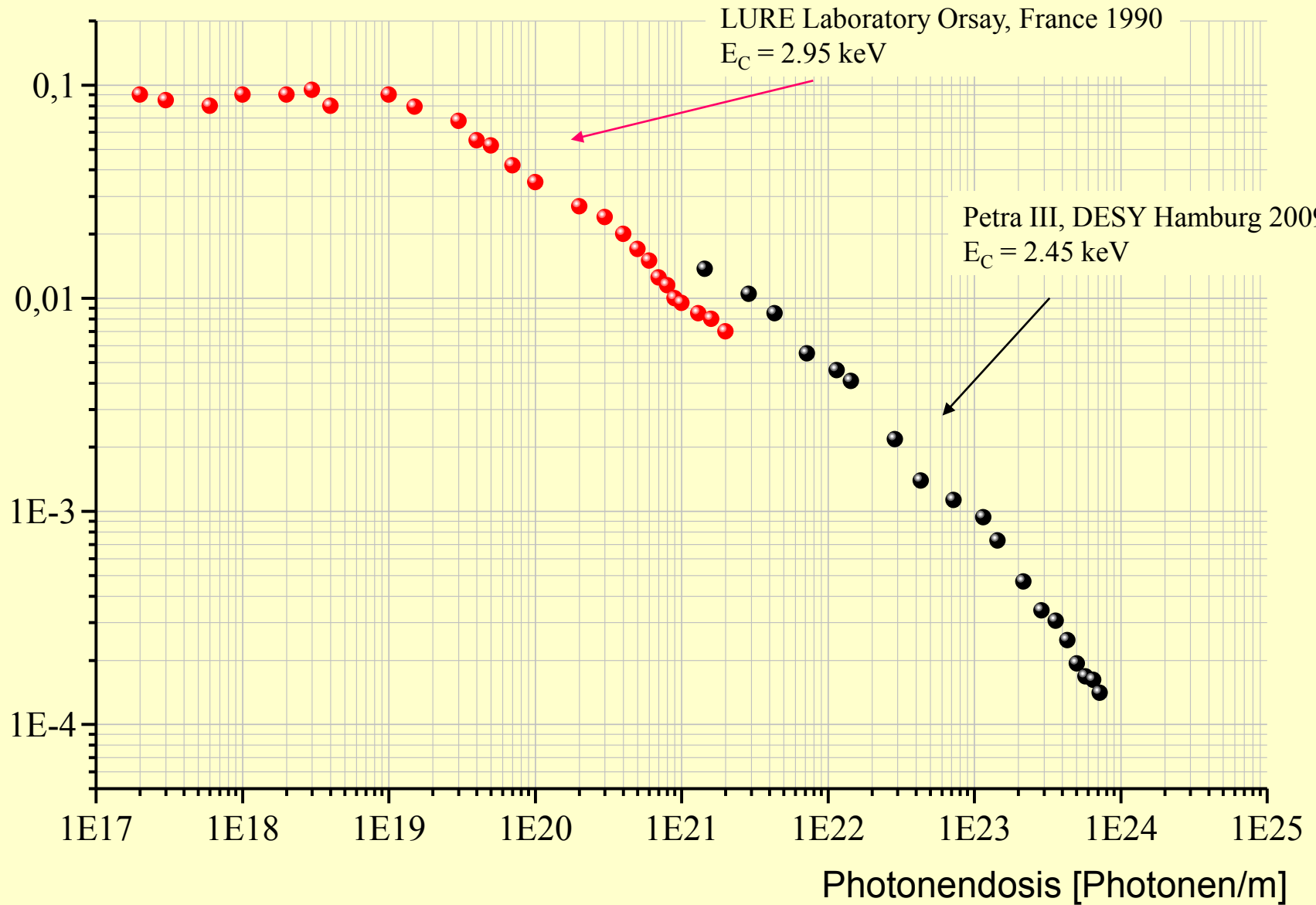
$\eta_0 \rightarrow P_{\emptyset} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ mbar bei } 100 \text{ mA Strom} \hat{=} 50 \text{ h Lebensdauer}$

$\eta_0 = 6 \cdot 10^{-6} \rightarrow 6 \cdot 10^{24} \text{ Photon/m} = 420 \text{ Ah}$

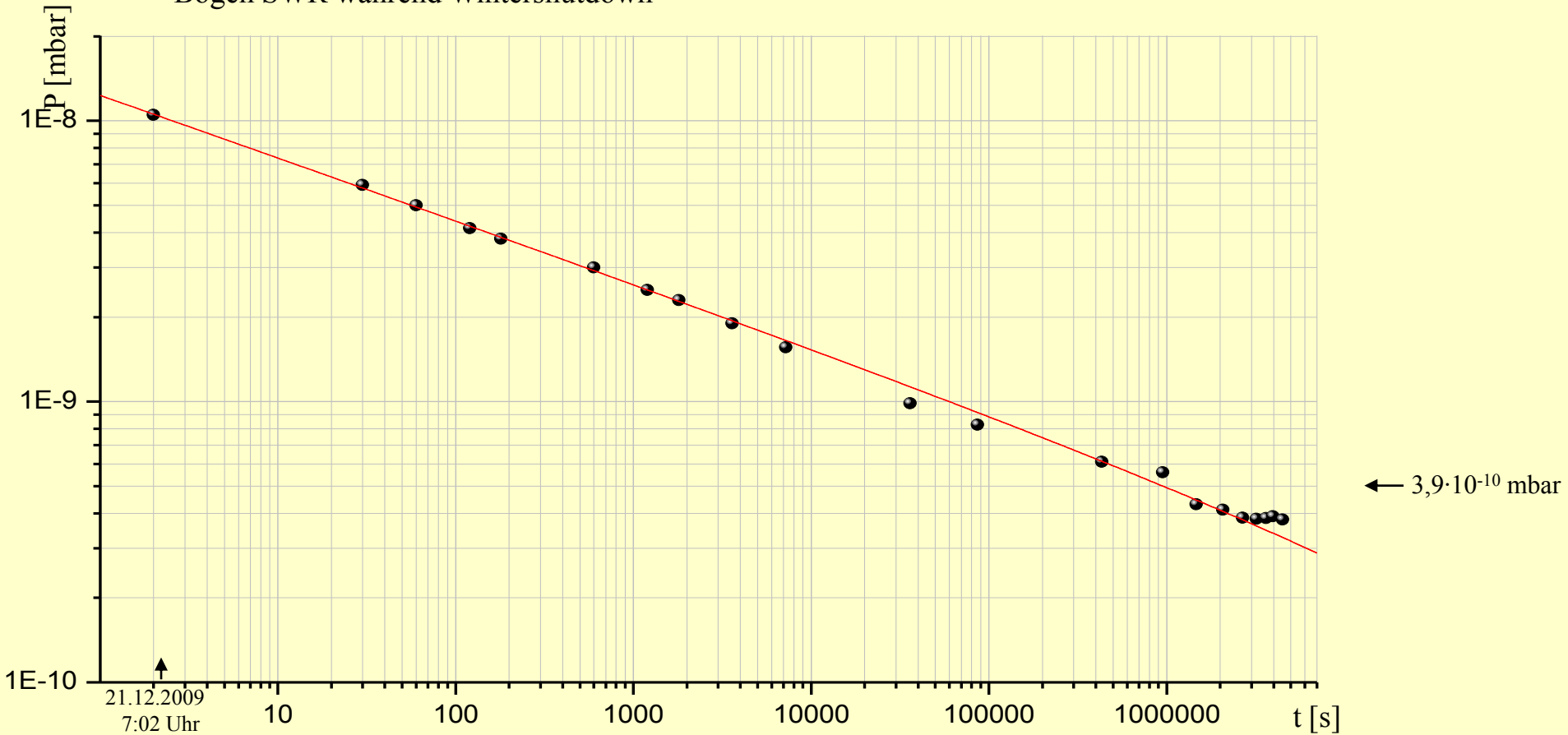
η [molecules/photon]



η [molecules/photon]

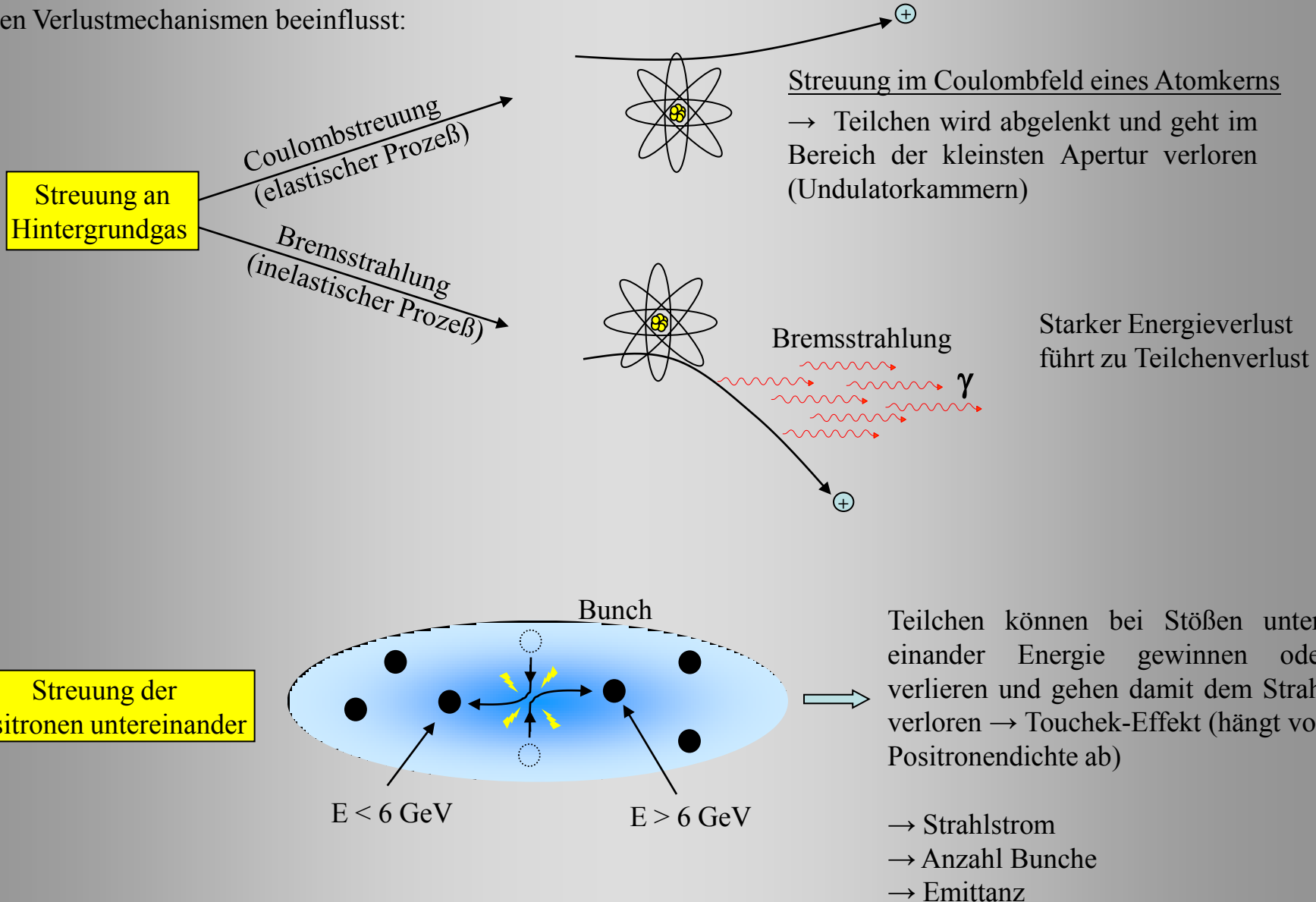


Bogen SWR während Wintershutdown



Basisdruck $3,9 \cdot 10^{-10}$ mbar \rightarrow spezifische Ausgasrate der Aluminiumkammern: $Q \approx 4.3 \cdot 10^{-12} \frac{\text{mbar} \cdot \ell}{\text{s} \cdot \text{cm}^2}$
 (nach ca. 1 Jahr evakuiert und Reinigung durch Synchrotronstrahlung)

Die Lebensdauer eines Strahls wird von verschiedenen Verlustmechanismen beeinflusst:



Coulombstreuung

$$\tau_{CS} = 502.25 \cdot \frac{(cp)^2 [\text{GeV}^2] \cdot A^2}{\langle \beta \rangle \cdot \beta_A \cdot \sum_{i,j} P_i \cdot Z_j^2}$$

minimale Apertur = Undulatorkammer

Partialdruck (H_2 , CO , CO_2 , H_2O , CH_4)

Bremsstrahlung

$$\tau_{BS} = \frac{-0.695}{\ln(\delta_E) \cdot \sum_i \frac{P_i}{X_i}}$$

Strahlungslänge

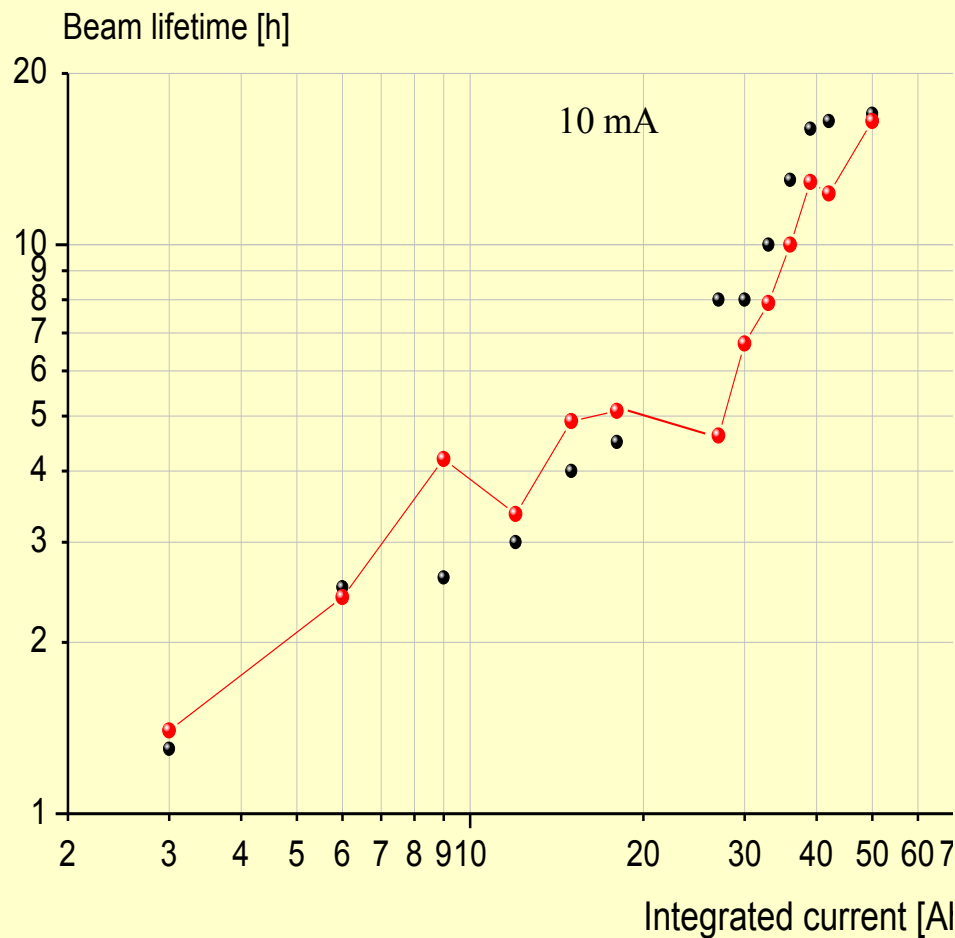
Energieakzeptanz (1.5 %)

Stoff	X_i [m]
H_2	7310
CO	321
CO_2	183
H_2O	477
CH_4	647

Zum Vergleich, Edelgase „ganz schlimm“

Stoff	X_i [m]
He	567
Ne	345
Ar	118
Kr	32.8
Xe	15.5
Rn	6.9

- gemessene Lebensdauer selektierter Runs bei 10 mA Strahlstrom
- Berechnete Lebensdauer
 - Coulombstreuung und Bremsstrahlung
 - Kein Beitrag des Toucheffekts (kleiner Strom und größere Emmitanz)

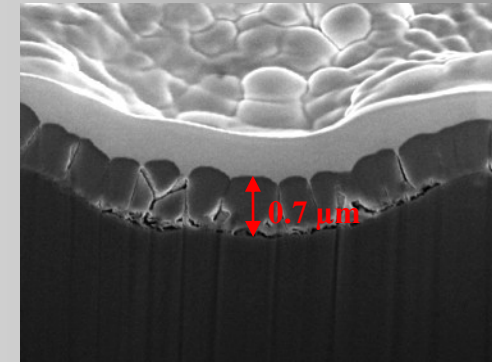


Input:

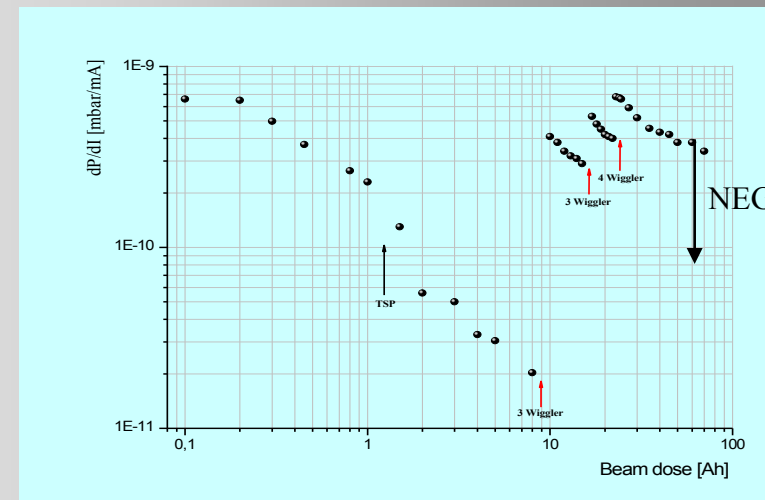
- Restgaszusammensetzung (MSP – H₂, CO, CO₂, H₂O, CH₄)
- Durchschnittlicher gemessener Druck
- Simulation der Differenz durchschnittlicher angezeigter Druck – tatsächlicher durchschnittlicher Druck
- Energieakzeptanz Petra III (1.5%)
- Kleinste physikalische Apertur (Undulatorkammer)
- Strahlphysikalische Parameter (β-Funktion, Energie)

- Abschnitt Cavity-Strecke SL belüftet aufgrund eines gebrochenen Einkoppelfensters
- Schweißnaht an einer Stromdurchführung für eine Ionenpumpe OR undicht – Pumpe getauscht
- Dimensionierung der Stichabsorber im neuen Achtel vertikal zu klein – Ersatz aller Stichabsorber durch größere - erledigt
- Hauptabsorber für die Strahlungsfächer der Dipole im neuen Achtel werden zu heiß – Wasserdurchflussmenge erhöht, dadurch turbulenterer Strömung und bessere Kühlung – erledigt bis 120 mA
- Tausch einer Undulatorkammer wegen fehlender Apertur – erwies sich später als unnötig da Magnetfehler
- Weiterer Tausch einer Undulatorkammer wegen Unfall (Undulatorkammer zerstört)

- NEG (non evaporable getter) beschichtete 4.5 m lange Undulatorkammern für PU1 (bereits eingebaut, Schichtdicke ca 0.5-1 μm , ca. 20%Ti, 55% V, 25% Zr Magnetronsputteranlage in Gebäude 14)
→ möglicherweise Einbau weiterer beschichteter Kammern bei positiver Erfahrung



- Aktivierung der NEG-beschichteten Kammern in den Dämpfungswigglerstrecken



●

- Inbetriebnahme des Petra III - Vakuumsystems erfolgreich verlaufen
- Druckentwicklung und Konditionierung entsprechen den Erwartungen
- Lebensdauer nach 50 Ah bei 10 mA knapp 20 Stunden
- Lebensdauer entspricht dem theoretisch erwarteten Wert
- Restgaszusammensetzung enthält die erwarteten Komponenten
- Konditionierung geht stetig voran

Acknowledgement

Die Performance und Leistungsfähigkeit des hier vorgestellten Petra III-Vakuumsystems stellt das gemeinsame Ergebnis der Anstrengungen aller Mitglieder der DESY-Vakuumgruppe MVS dar. Es spiegelt das Gesamtergebnis einer großen Anzahl von individuellen Beiträgen auf dem Gebiet der Ultrahochvakuumtechnik wieder.