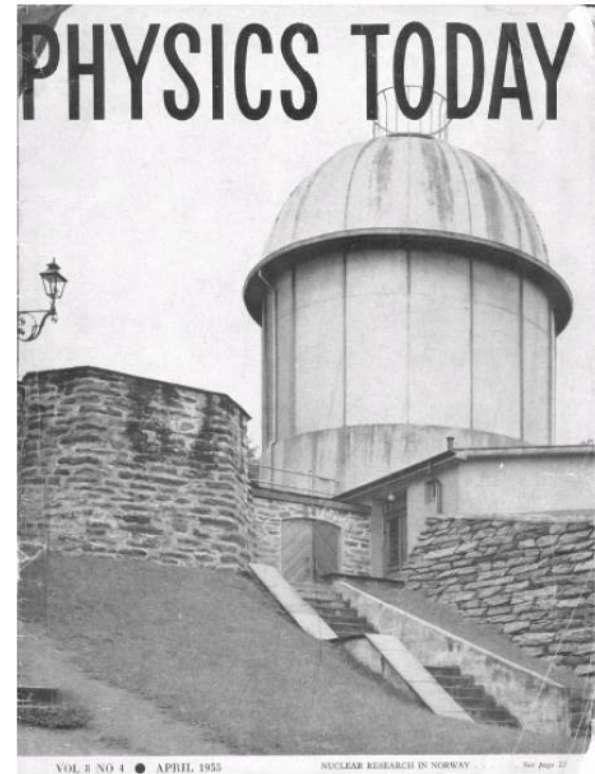


Accelerator physics – the Norwegian past

Dieter Roehrich
UiB, Norway

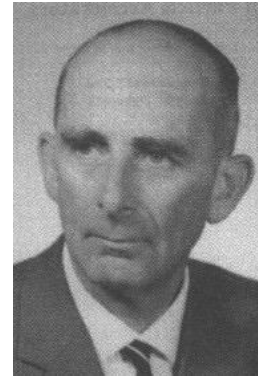


**Van de Graaff accelerator
@ UiB, 1954**

Accelerator physics – the Norwegian past

- **Rolf Widerøe (1928):**
use alternating electric fields to
accelerate charged particles
- **First circular accelerator:**
Betatron

-> inspired Ernest Lawrence
(Berkeley) to build a proton
cyclotron (1931)
- **First radio frequency linear
accelerator (LINAC)**



Über ein neues Prinzip zur Herstellung hoher Spannungen¹.

Von

Rolf Widerøe, Berlin.

- I. Einleitung.
- II. Die Bewegungsgleichungen des Elektrons.
- III. Kinetische Spannungstransformation mit Potentialfeldern.
 1. Das Prinzip.
 2. Theorie der resultierenden Spannungen.
 3. Die experimentelle Untersuchung.
 4. Einzelheiten der Versuchsanordnung.
 5. Aussichten des Verfahrens.
- IV. Der Strahlentransformator.
 1. Das Prinzip.
 2. Die Grundgleichungen.
 3. Experimentelle Untersuchungen.
- V. Zusammenfassung.

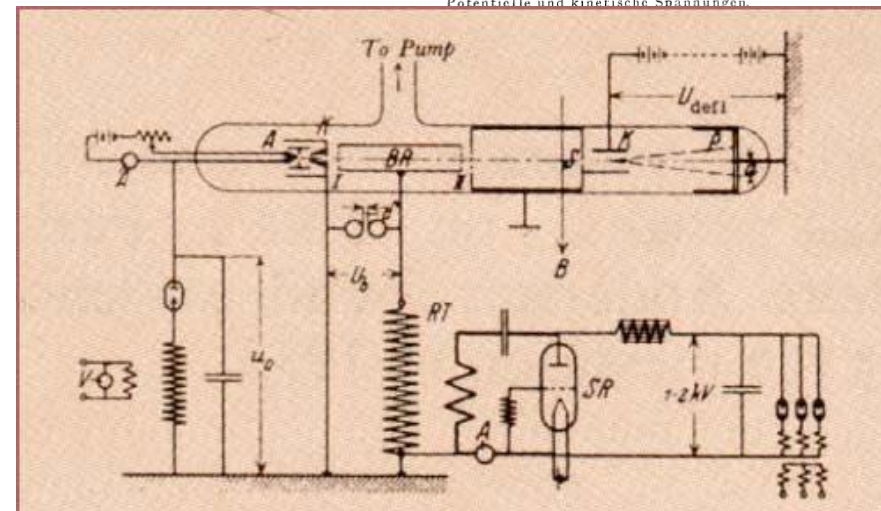
I. Einleitung.

Schwierigkeiten in der Beherrschung hoher Spannungen.

Bekanntlich liegen alle Schwierigkeiten bei der Herstellung hoher Spannungen in der Beherrschung der elektrostatischen Felder. Alle technischen Isoliermaterialien haben eine begrenzte Isolierfähigkeit, bei einer gewissen Feldstärke schlagen sie durch und werden leitend. Die Höhe der erzeugten Spannung wird deswegen hauptsächlich durch die stark zunehmenden Dimensionen der Isolierung begrenzt.

Es besteht nun aber die Möglichkeit, diese Grenze der erzeugten Spannungen wesentlich zu erhöhen, indem man elektrostatische Felder weitgehend vermeidet und die Hochtransformierung mit Hilfe schnellbewegten Elektronen und Ionen vornimmt.

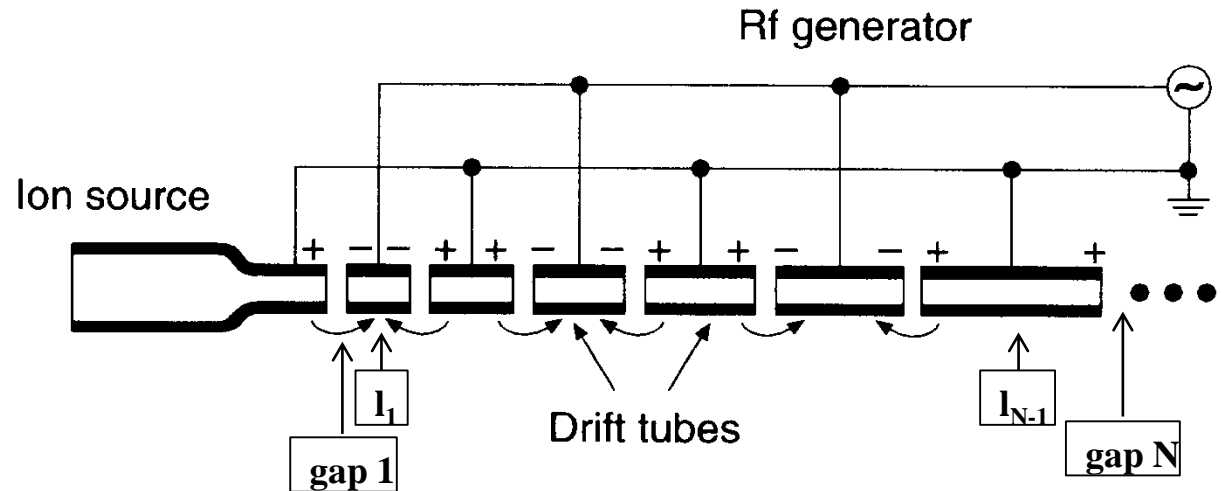
Potentielle und kinetische Spannungen.



LINACS

• Drift tube linac – Widerøe

- Energy gain: $\Delta E = e \cdot N_{\text{gap}} \cdot V_{\text{RF}}$
- Period length increases with velocity $\lambda = v/2 \cdot f$
- RF phase changes by 180° while the particles travel inside the tubes, i.e. while the electric fields point in the “wrong direction” the particles are shielded by the drift tubes



- higher frequencies (> 10 MHz) were not practical, because the drift tubes would act more like antennas
- when using low frequencies, the length of the drift tubes becomes prohibitive for high-energy protons, e.g. 3 m at 20 MeV

Accelerators

- **Betatron – a circular induction accelerator**

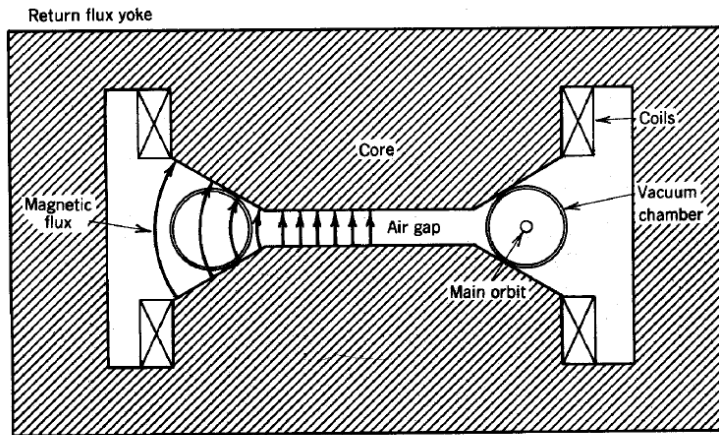


Figure 11.1 Schematic diagram of betatron with air gap.

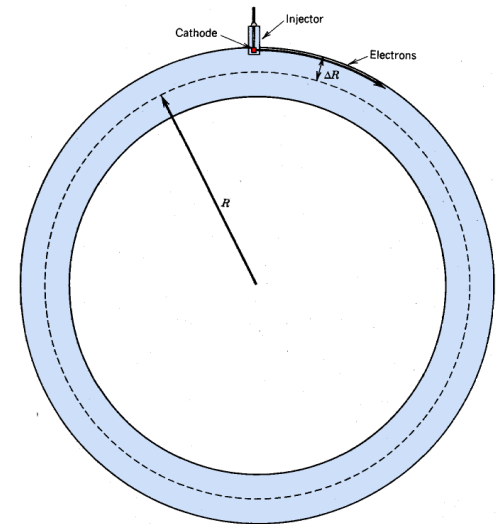


Figure 11.4 Injector geometry for low-current betatron.

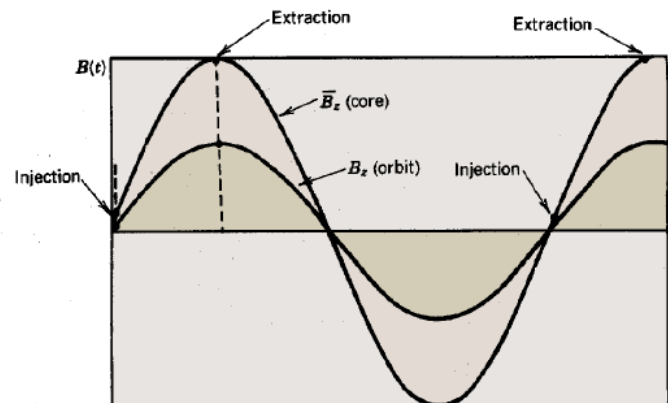
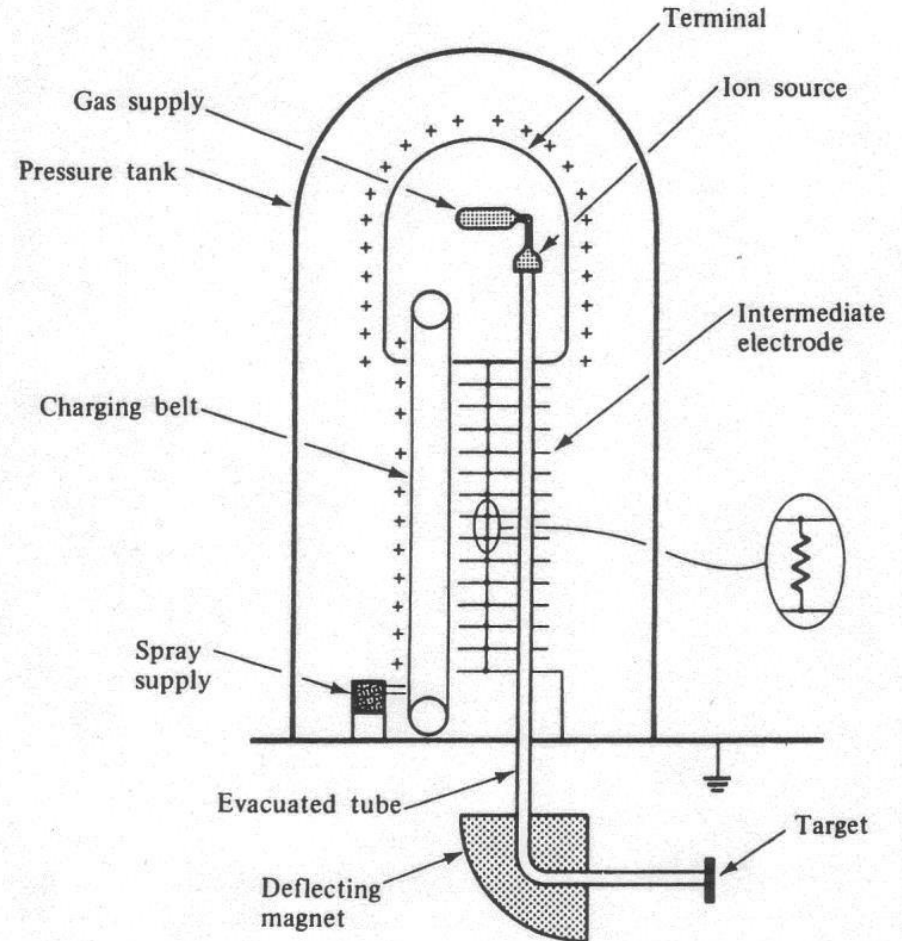


Figure 11.3 Acceleration cycle of air gap betatron; average magnetic field inside electron orbit and vertical magnetic field at main orbit as a function of time.

Accelerators

- **Van de Graaff accelerator – an electrostatic accelerator (1931/32)**
- **Bergen Van de Graaff**
 - first machine built by Odd Dahl for cancer treatment (1939)
 - First nuclear physics machine: 1950



Accelerator complex – synchrotron

- **Rolf Widerøe, Odd Dahl:**
 - **Members of CERN's Proton Synchrotron design team (1953-1959)**
- **Rolf Widerøe, Kjell Johnsen**
 - **Conceptual design of a collider: Widerøe (1943)**
 - **Construction of the Intersecting Storage Ring at CERN: Johnsen (1964-1971)**



George Collins (Brookhaven), Odd Dahl, Rolf Widerøe and Frank Goward (1952)



A CERN foundation meeting (1953)