

FLASH Strahldiagnose: Bunch-Ladung, -Ablage, -Phase

Nicoleta Baboi, MDI

Inhalt

Einleitung

Linacs vs. Kreisbeschleuniger

Diagnose-Komponenten in FLASH

Ladung-, Ablage- und Phasenmonitore

- Monitor-Arten und wo gibt's sie in FLASH
- Spiegelladung

Ladungsmonitore: Toroiden

Strahlage-Monitore / BPM – Beam Position Monitor

Knopf- und Stripline-BPMs

Cavity-BPMs

HOM-BPMs

Phasen-Monitore: BAM - Beam Arrival Monitor

Zusammenfassung

Inhalt

Einleitung

Linacs vs. Kreisbeschleuniger

Diagnose-Komponenten in FLASH

Ladung-, Ablage- und Phasenmonitore

- Monitor-Arten und wo gibt's sie in FLASH
- Spiegelladung

Ladungsmonitore: Toroiden

Strahlage-Monitore / BPM – Beam Position Monitor

Knopf- und Stripline-BPMs

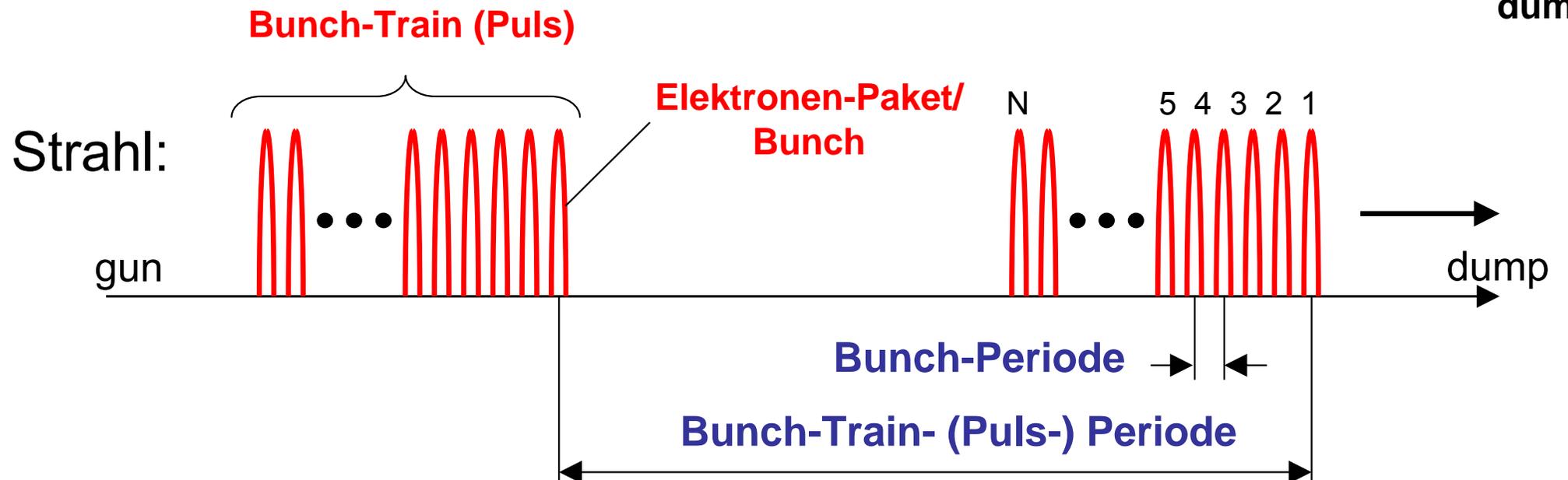
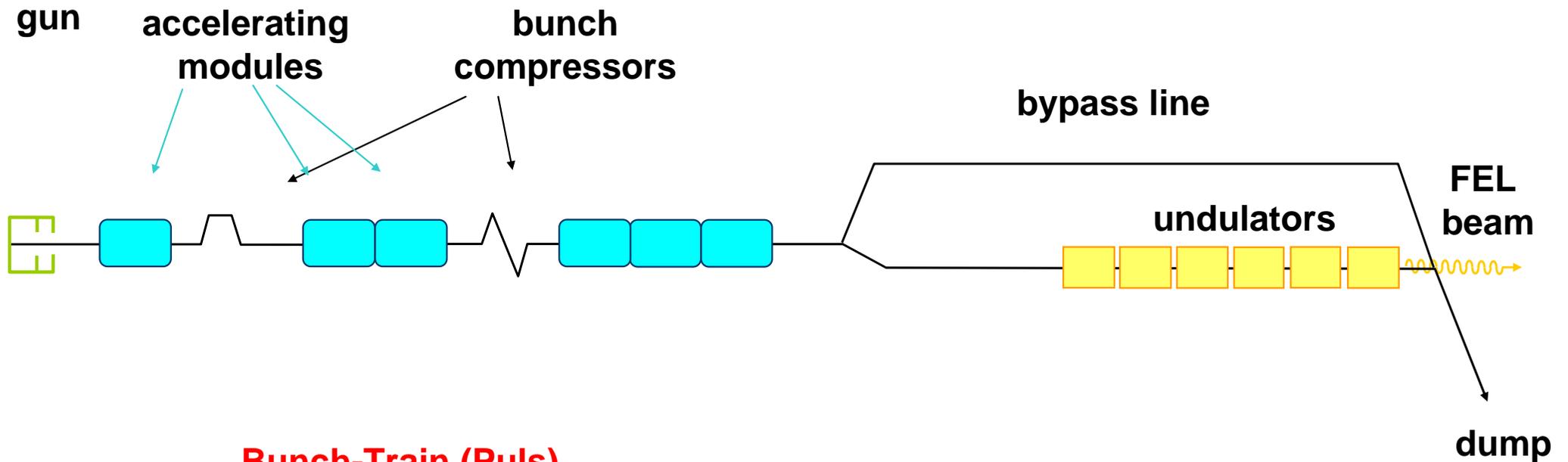
Cavity-BPMs

HOM-BPMs

Phasen-Monitore: BAM - Beam Arrival Monitor

Zusammenfassung

Linacs versus Kreisbeschleuniger: Elektronen-Strahl in FLASH



Linacs versus Kreisbeschleuniger: Jedes Bunch ist einmalig

Bunches

gehen einmal durch die Maschine

Bunches und Pulse können sehr stark voneinander unterschiedlich sein (Ladung/Ablage/Phase)

Jedes Bunch in jedem Puls muss gemessen werden

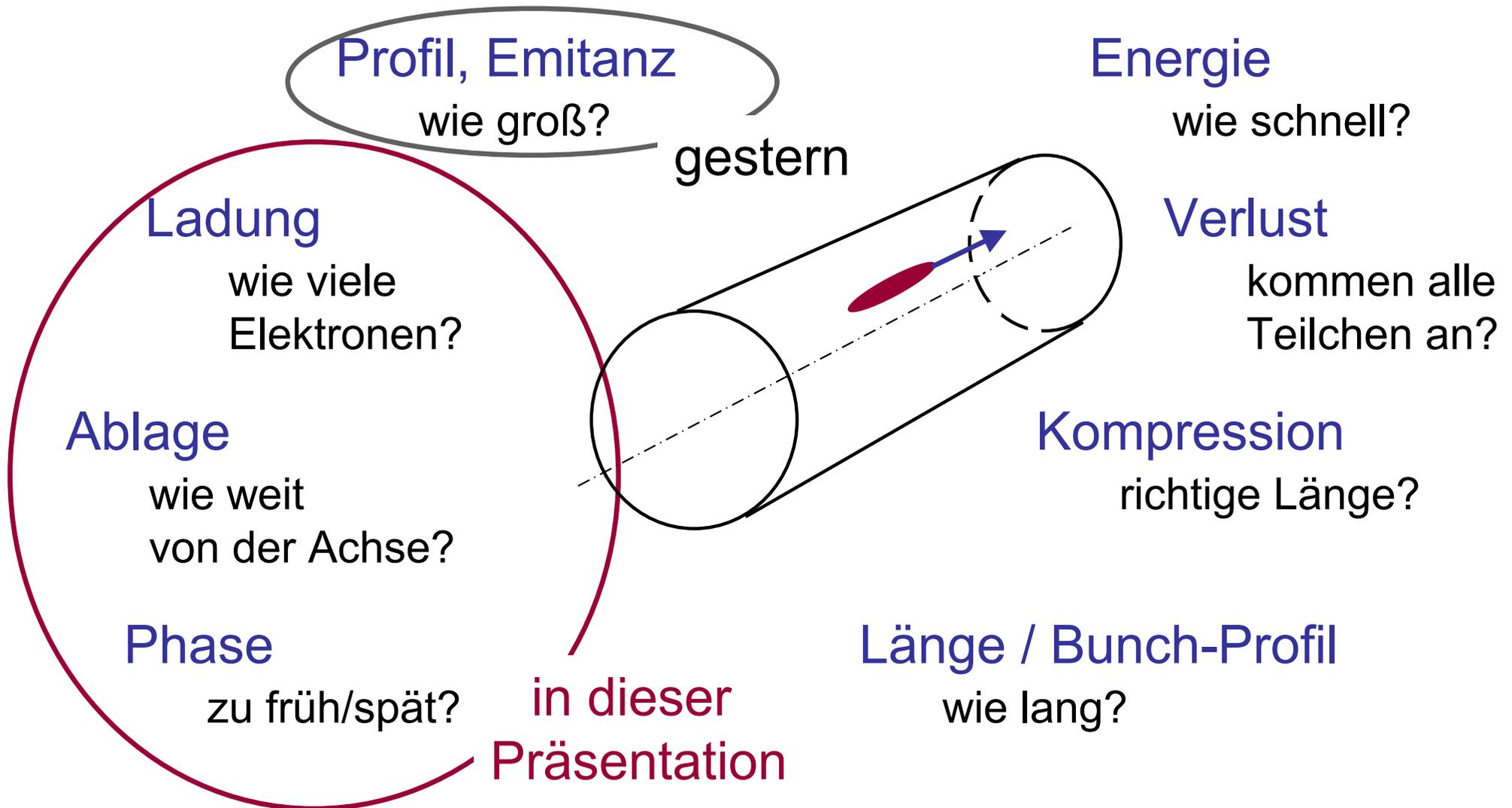
Einzelbunch-Messung

- nicht Mitteln wie bei Kreisbeschleunigern

es wird eher vom Bunch als vom Strahl gesprochen

- z.B.: Bunch-Ladung statt Strahlstrom,
Bunchablage statt Strahlablage

Überblick über Strahldiagnose in FLASH



(fast) nichts Neues im Vergleich zu Kreisbeschleuniger

Ladung-, Ablage- und Phasenmonitore

Ladung → Toroid

Toroiden

Cavity-BPMs

Ablage → Strahlage Monitor /
Beam Position Monitor - BPM

Knopf- und Stripline-BPMs

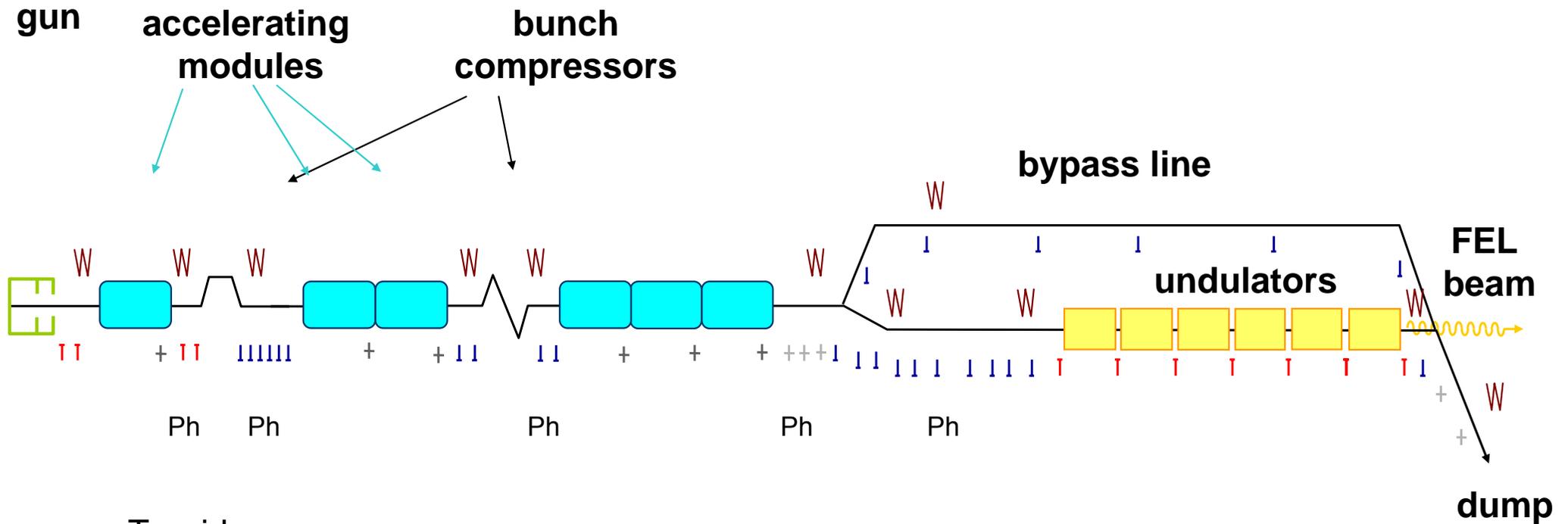
Cavity BPMs

HOM-BPMs

Phase → Phasenmonitor

Beam Arrival Monitor – BAM

Toroiden, BPMs und BAMs in FLASH



W → Toroid

I → Knopf-BPM (Ø34mm & 9mm)

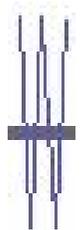
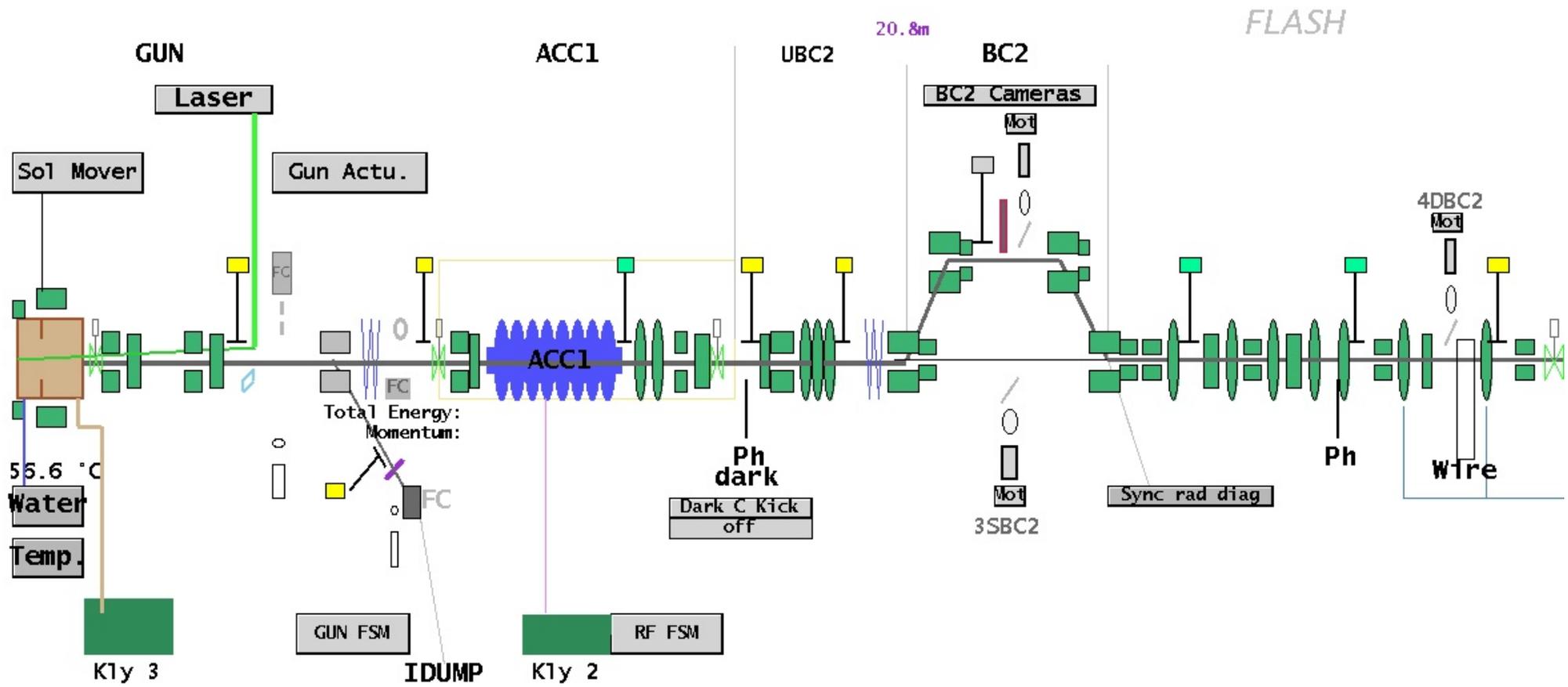
l → Stripline-BPM (Ø34mm & 44mm)

+ → Cavity-BPM

+ → andere BPMs

Ph → Phasenmonitor (BAM)

Toroiden, BPMs, BAMs in DOOCS



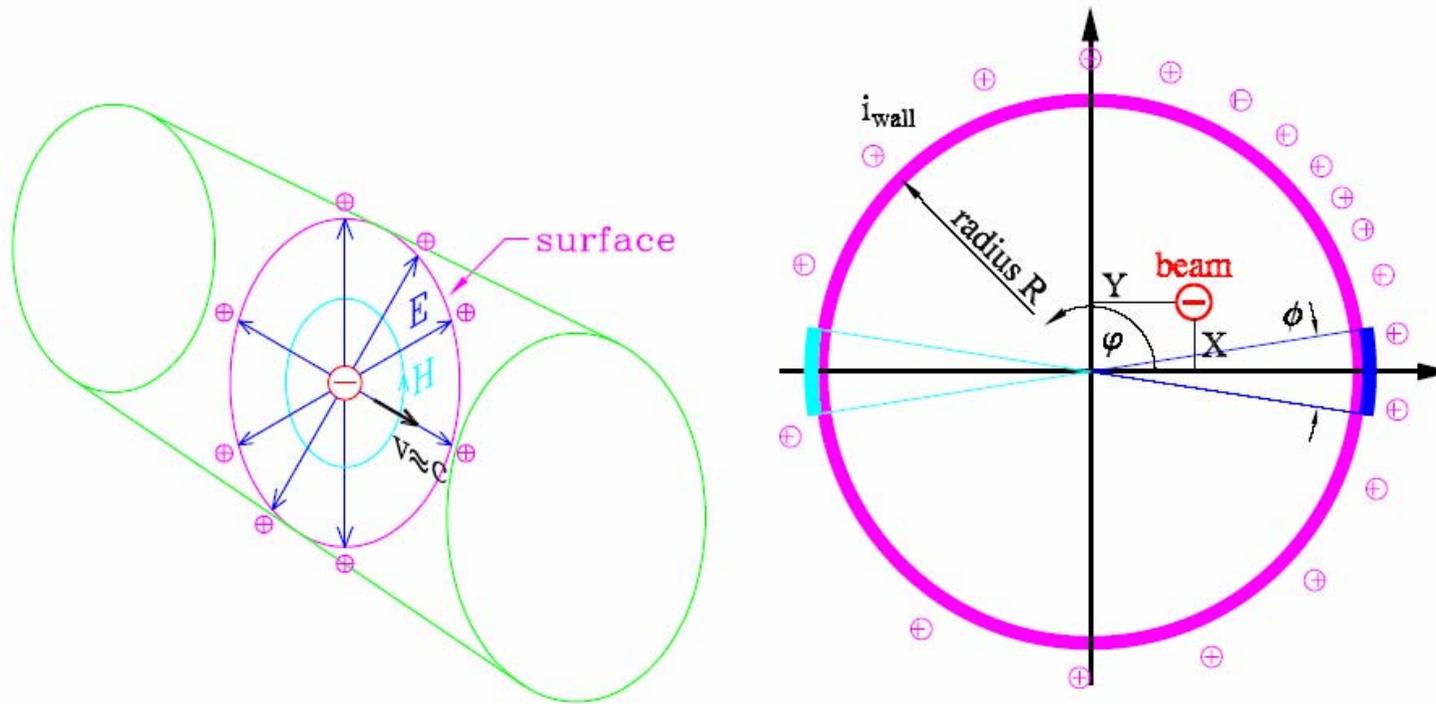
Toroid



BPM

Ph = Phasenmonitor (BAM)

Spiegelladung



reist mit dem Elektronen-Bunch, auch mit
Lichtgeschwindigkeit

gibt Infos über den Bunch:

- Ladung, weil gesamte Spiegelladung = Bunch-Ladung
- Ablage, weil Spiegelladungsdichte größer wo der Bunch näher
- Phase, weil gleiches Ankunftszeit wie den Bunch

Inhalt

Einleitung

Linacs vs. Kreisbeschleuniger

Diagnose-Komponenten in FLASH

Ladung-, Ablage- und Phasenmonitore

- Monitor-Arten und wo gibt's sie in FLASH
- Spiegelladung

Ladungsmonitore: Toroiden

Strahlage-Monitore / BPM – Beam Position Monitor

Knopf- und Stripline-BPMs

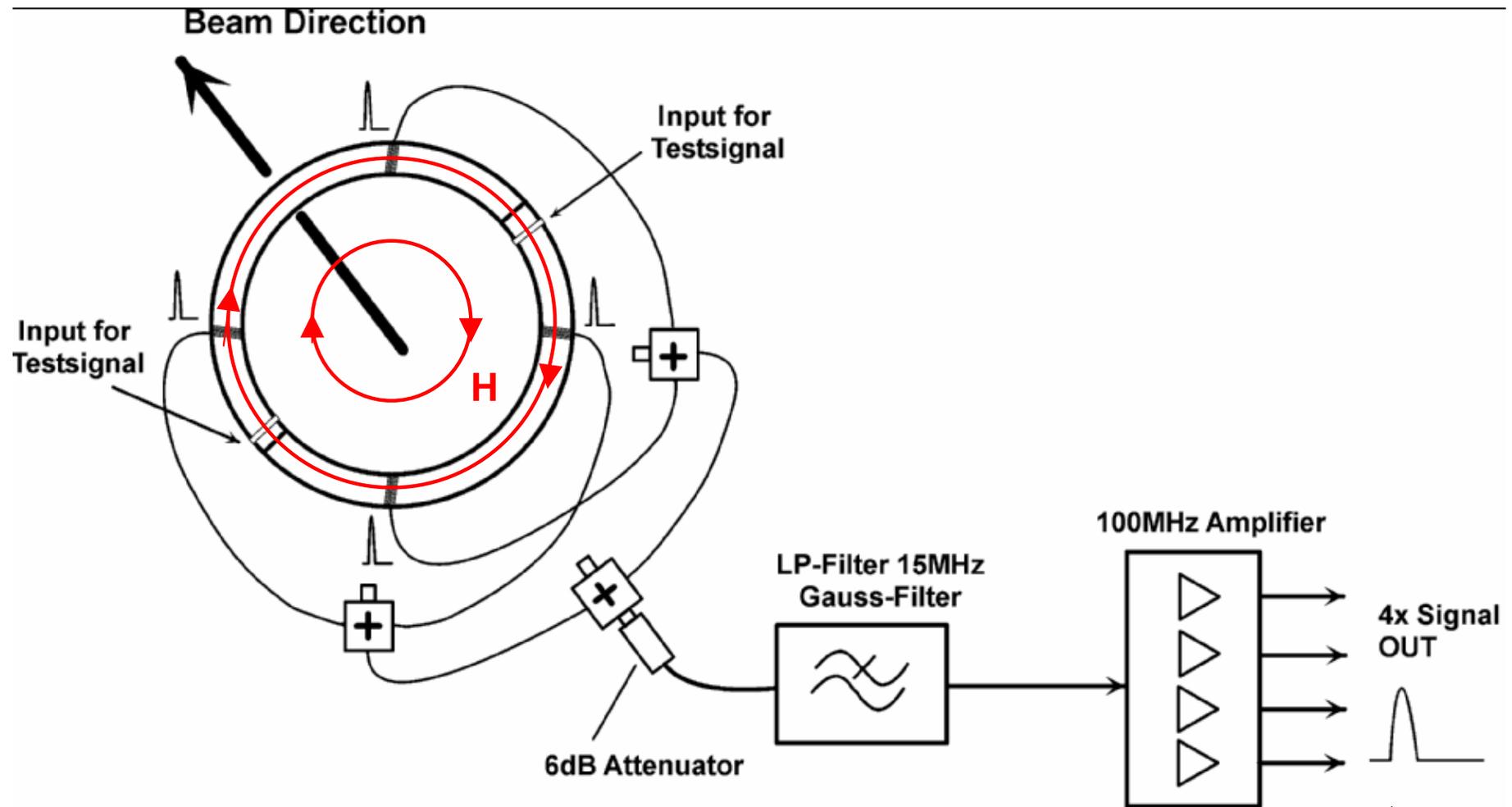
Cavity-BPMs

HOM-BPMs

Phasen-Monitore: BAM - Beam Arrival Monitor

Zusammenfassung

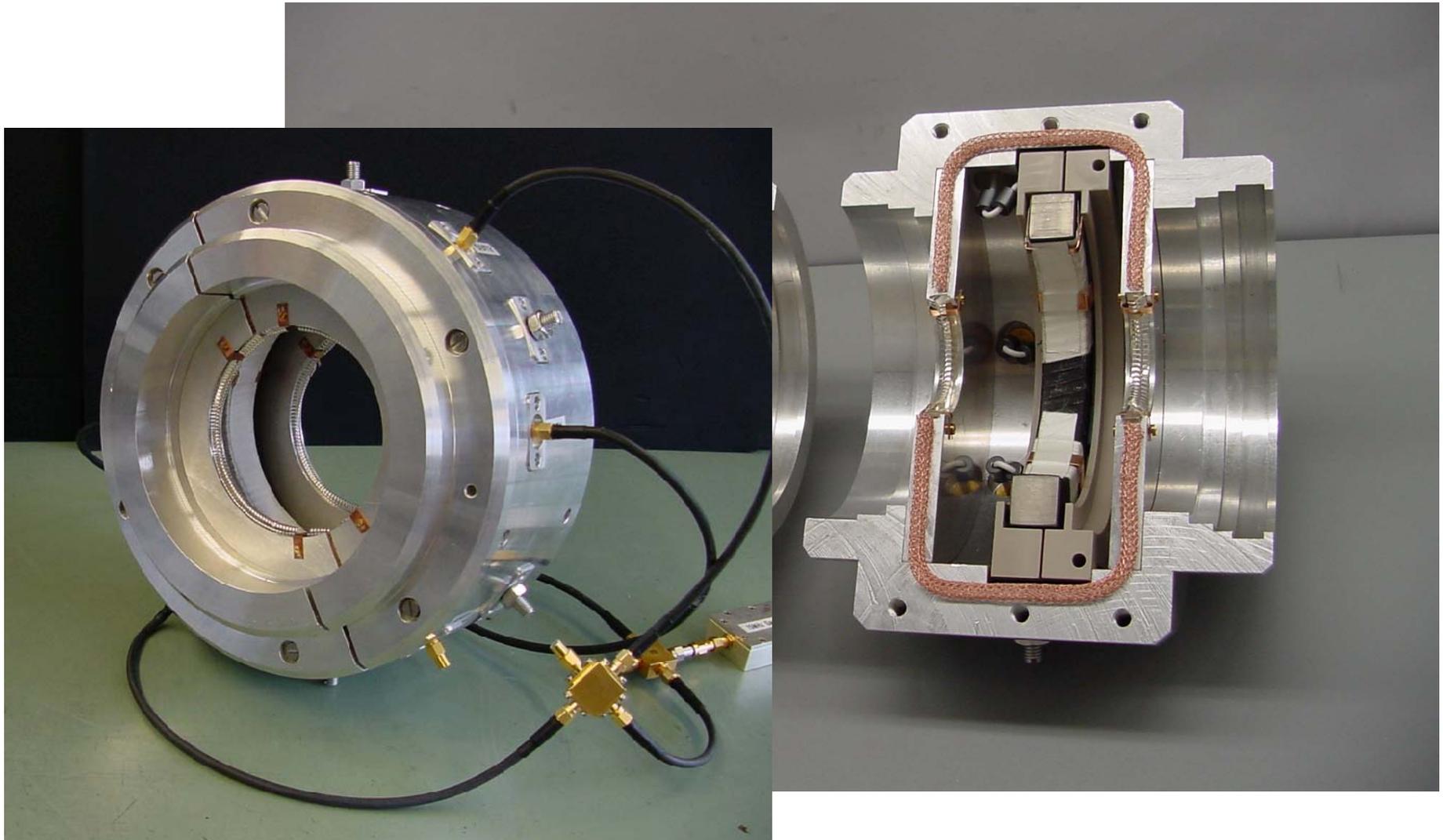
Bunch-Ladungs-Monitor: Toroid



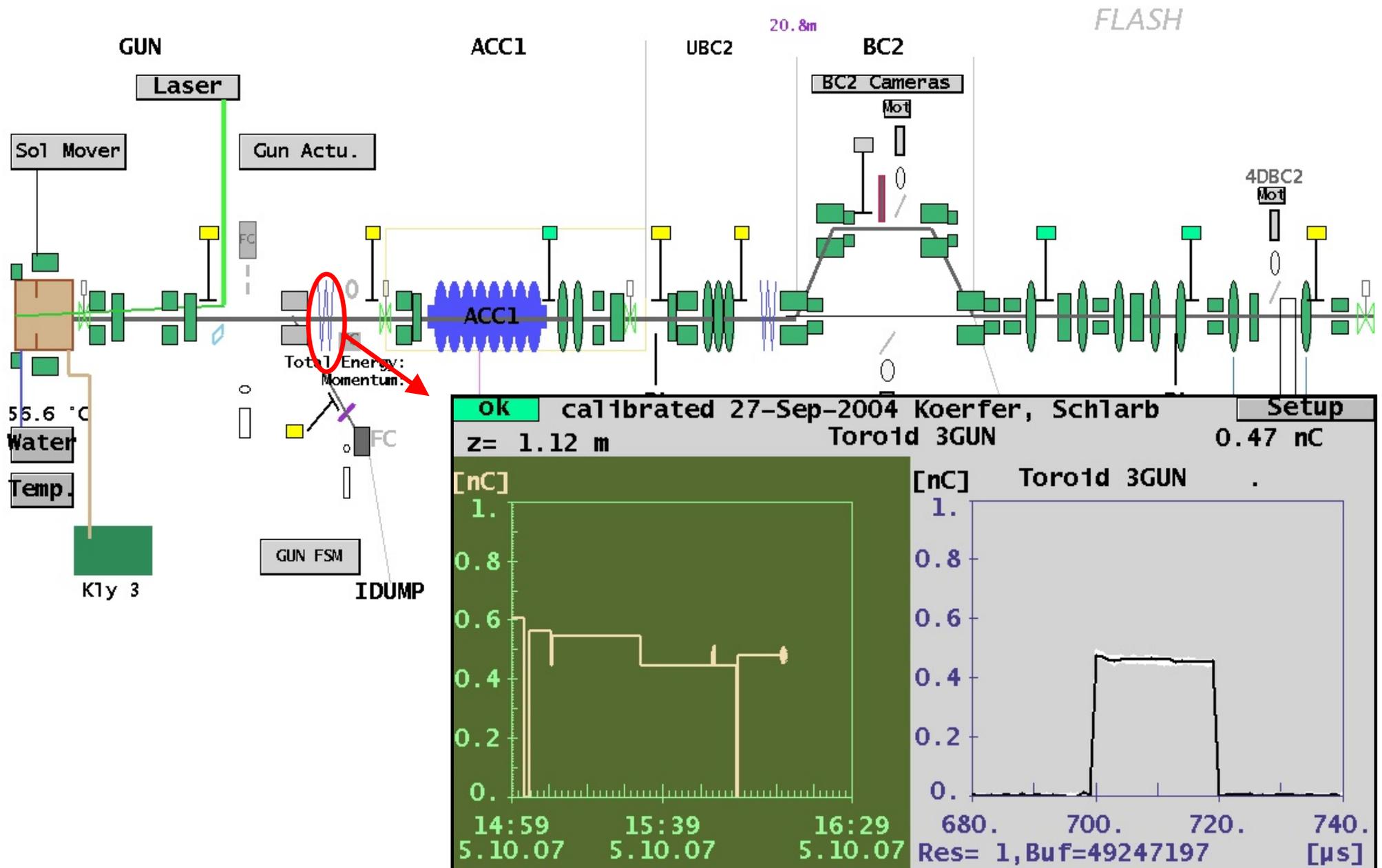
- Das Signal wird dann mit einem externen Trigger gesampelt
⇒ ein Wert pro Bunch

Toroid

wird über die Vakuumkammer montiert



Toroiden-Anzeige in DOOCs



Bunch Transmission

FLASH Magnets Optics **Tools** **Diagnostics**

Status e-
Status FEL

MPS

Injector Modules Orbit SASE FEL Exp
P&P

Linac overview --> Injector ACC2 .. ACC5 ACC6 .. Dump

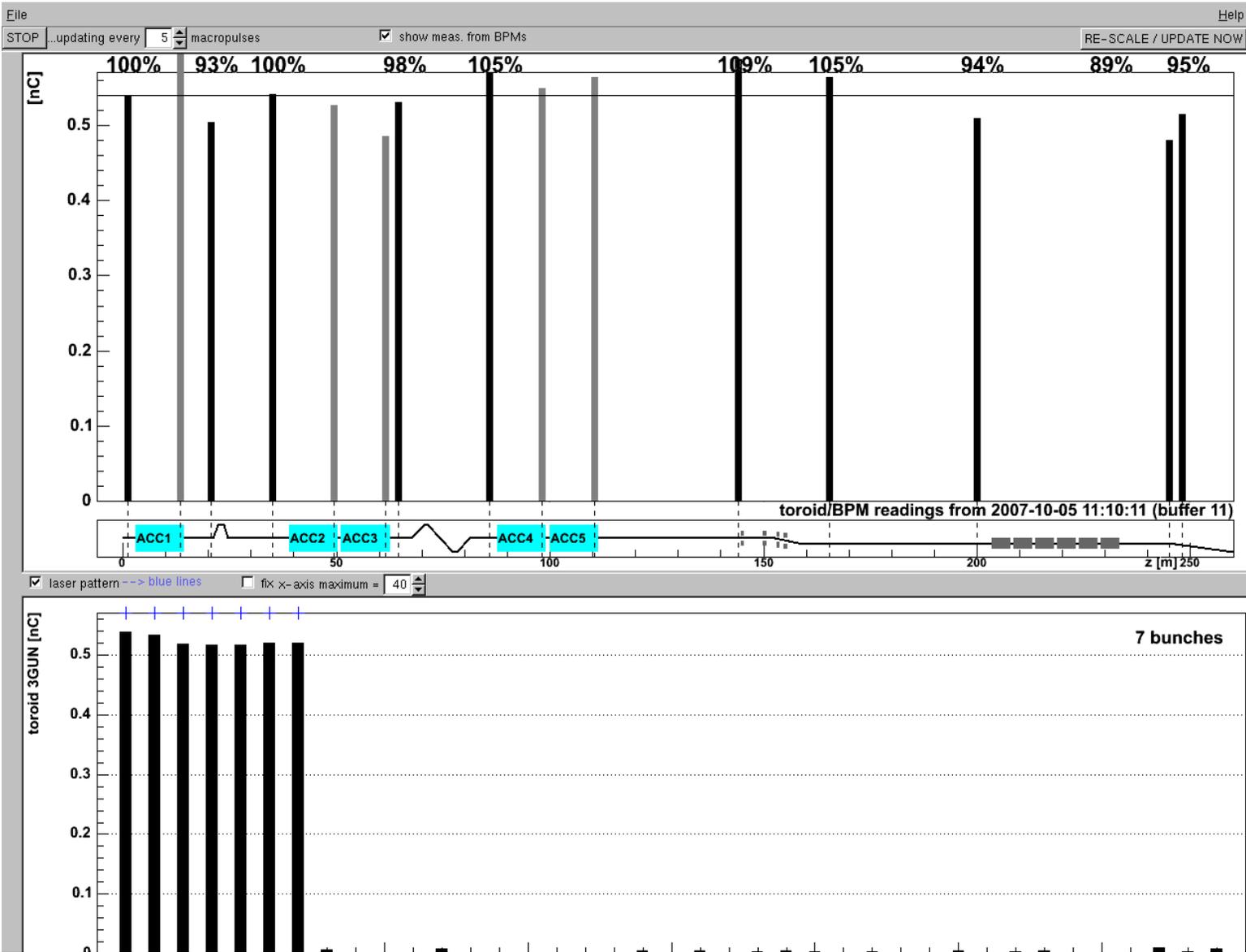
Procedures Vacuum Interlocks DOOCS Param.->log Manuals
Tuning Cryo Feedbacks Shift doc other TTF e-Logbook

Expert

Diagnostics

<p>Laser</p> <p>PTO</p> <p>Beamline</p> <p>ADCs</p> <p>Scope VNC</p> <p>Energy</p> <p>Temperatures</p> <p>Manuals</p>	<p>BPMs</p> <p>sections misc.</p> <p>INJ Diff Orbit</p> <p>DBC2 Orbit</p> <p>ACC2&3 BC3 Status list</p> <p>ACC4 to 7 FEL BPMs</p> <p>Bypass Hist.Cav'BPMs</p> <p>Und. Seed Save & restore</p> <p>Undulator Manuals</p> <p>Exp-Dump</p>	<p>Beam Loss</p> <p>Dose @ Und.</p> <p>Dose Rate</p> <p>BLM overview</p> <p>GUN - ACC2</p> <p>ACC3 - ACC7</p> <p>Bypass</p> <p>TCOL - SEED</p> <p>UND1-3 UND4-6</p> <p>EXP - DUMP</p> <p>D3 radiation</p> <p>Manuals</p>	<p>Bunch Length</p> <p>BC2 - CSR</p> <p>TOSYLAB</p> <p>9DBC2 - CDR</p> <p>Pyro 9DBC2</p> <p>Diff'rad.</p> <p>BC3 - CDR</p> <p>Pyro 4DBC3</p> <p>Diff'rad.</p> <p>LOLA</p> <p>Manuals</p> <p>TEO</p> <p>EOS</p> <p>Manuals</p>	<p>Screens</p> <p>OTR Cameras</p> <p>OTR Stations</p> <p>Active Image</p> <p>Grab Image</p> <p>status/resets</p> <p>Image Servers</p> <p>Manuals</p> <p>ORS</p> <p>Menu</p> <p>Manuals</p> <p>WireScan</p> <p>Menu</p> <p>Manuals</p>	<p>Photon</p> <p>MCP</p> <p>MCP raw</p> <p>GMD Tool DAQ</p> <p>GMD Tool aux</p> <p>SASE history</p> <p>Correlations</p> <p>Align-Laser</p> <p>Dipole-S-Beam</p> <p>Manuals</p> <p>SYNCH</p> <p>Menu</p>	<p>Misc.</p> <p>Und. Temp.</p> <p>RF Cable Temp.</p> <p>Air Temp.</p> <p>220V Mains</p> <p>Stretched wire</p> <p>HOM</p> <p>HOM Displays</p> <p>HOM Control</p> <p>Manuals</p> <p>F Cups</p> <p>FC 2GUN</p> <p>FC 3GUN</p> <p>FC IDUMP</p>
<p>Phase</p> <p>Phase mon.</p> <p>Beam Phase</p> <p>Scope VNC</p> <p>Manuals</p>	<p>Toroids</p> <p>root interface</p> <p>Transmission</p> <p>docs interface</p> <p>Transmission</p> <p>BunchGate</p> <p>All TDs</p> <p>Manuals</p>					

Bunch Transmission



Inhalt

Einleitung

Linacs vs. Kreisbeschleuniger

Diagnose-Komponenten in FLASH

Ladung-, Ablage- und Phasenmonitore

- Monitor-Arten und wo gibt's sie in FLASH
- Spiegelladung

Ladungsmonitore: Toroiden

Strahlage-Monitore / BPM – Beam Position Monitor

Knopf- und Stripline-BPMs

Cavity-BPMs

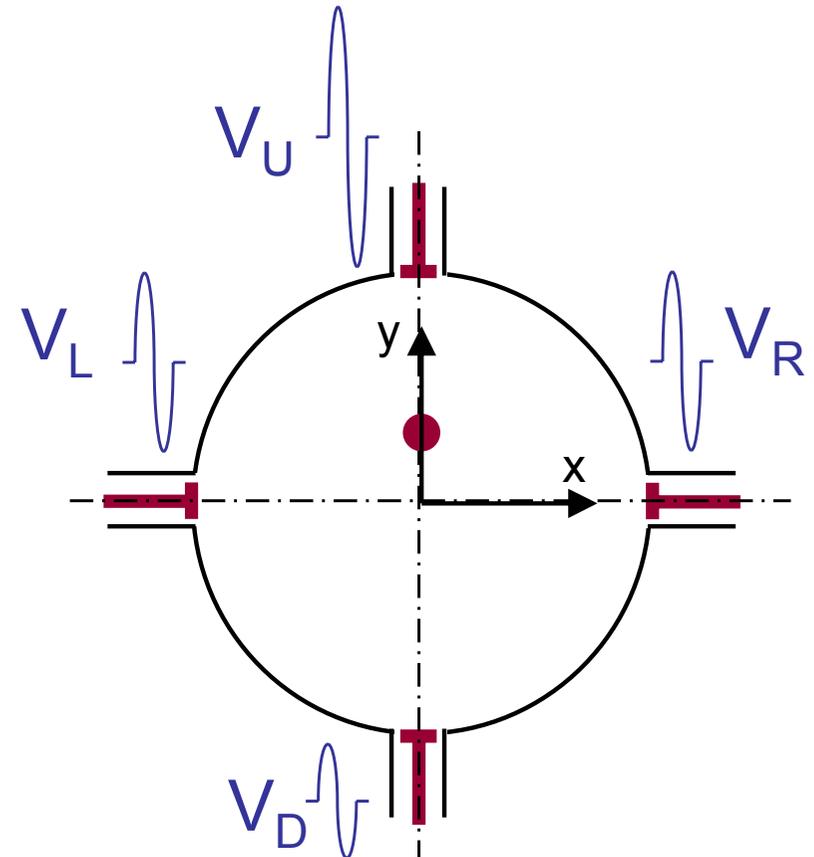
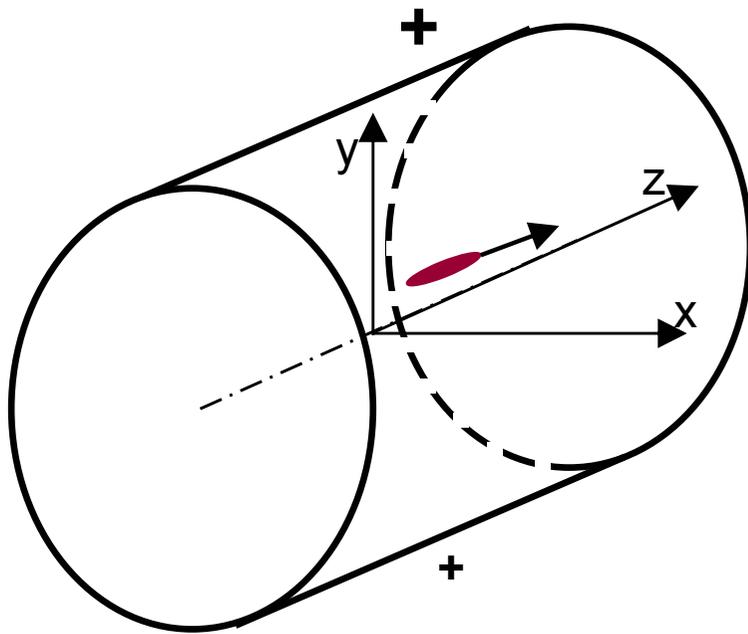
HOM-BPMs

Phasen-Monitore: BAM - Beam Arrival Monitor

Zusammenfassung

Strahl(Bunch)lage-Monitor: BPM

Einfachster BPM



$V_{R,L,U,D}$ hängen von Ladung und Ablage (x und y) ab
z.B.: $y > 0 \rightarrow V_U > V_D$

Knopf-BPMs

Aufbau

4 Antennen (Pickups)
symmetrisch angeordnet um
die Strahlrohr

Wo

Injektor (\varnothing 34mm)

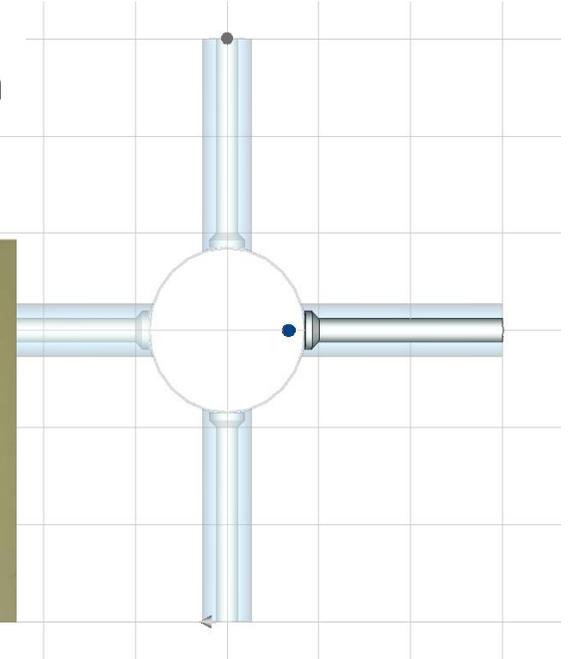
Undulator (\varnothing 9mm)

Relativ einfach, preiswert

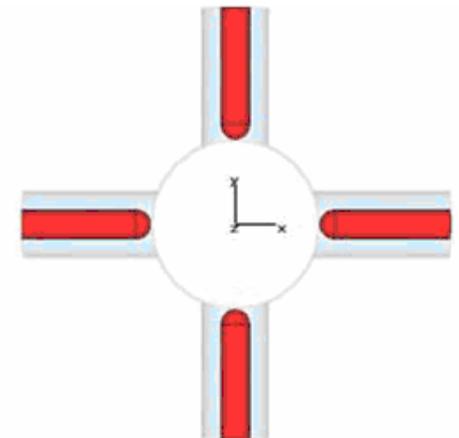
im Injektor-Bereich



Therm.cond.= PTC



im Undulator-Bereich



Stripline-BPMs

Aufbau

4 „Striplines“ symmetrisch angeordnet um die Strahlrohr

Wo

fast überall

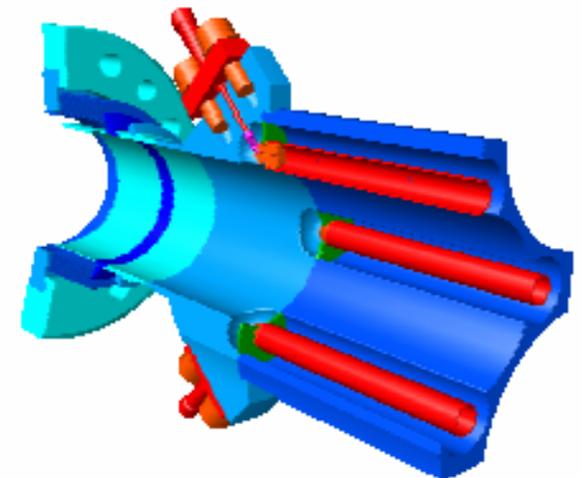
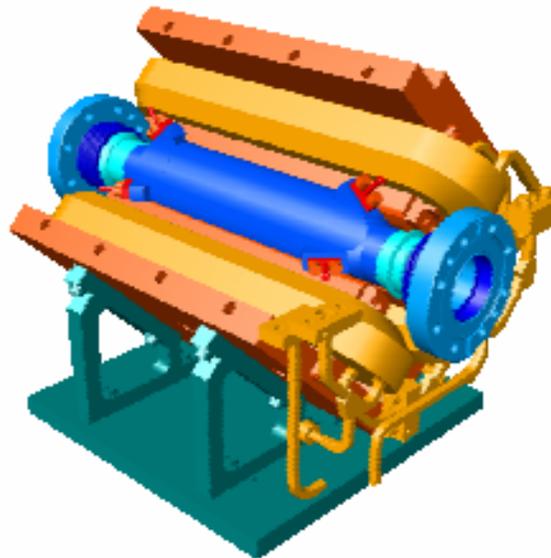
Ø 34 oder 44 mm

normalerweise montiert in Quadrupolen

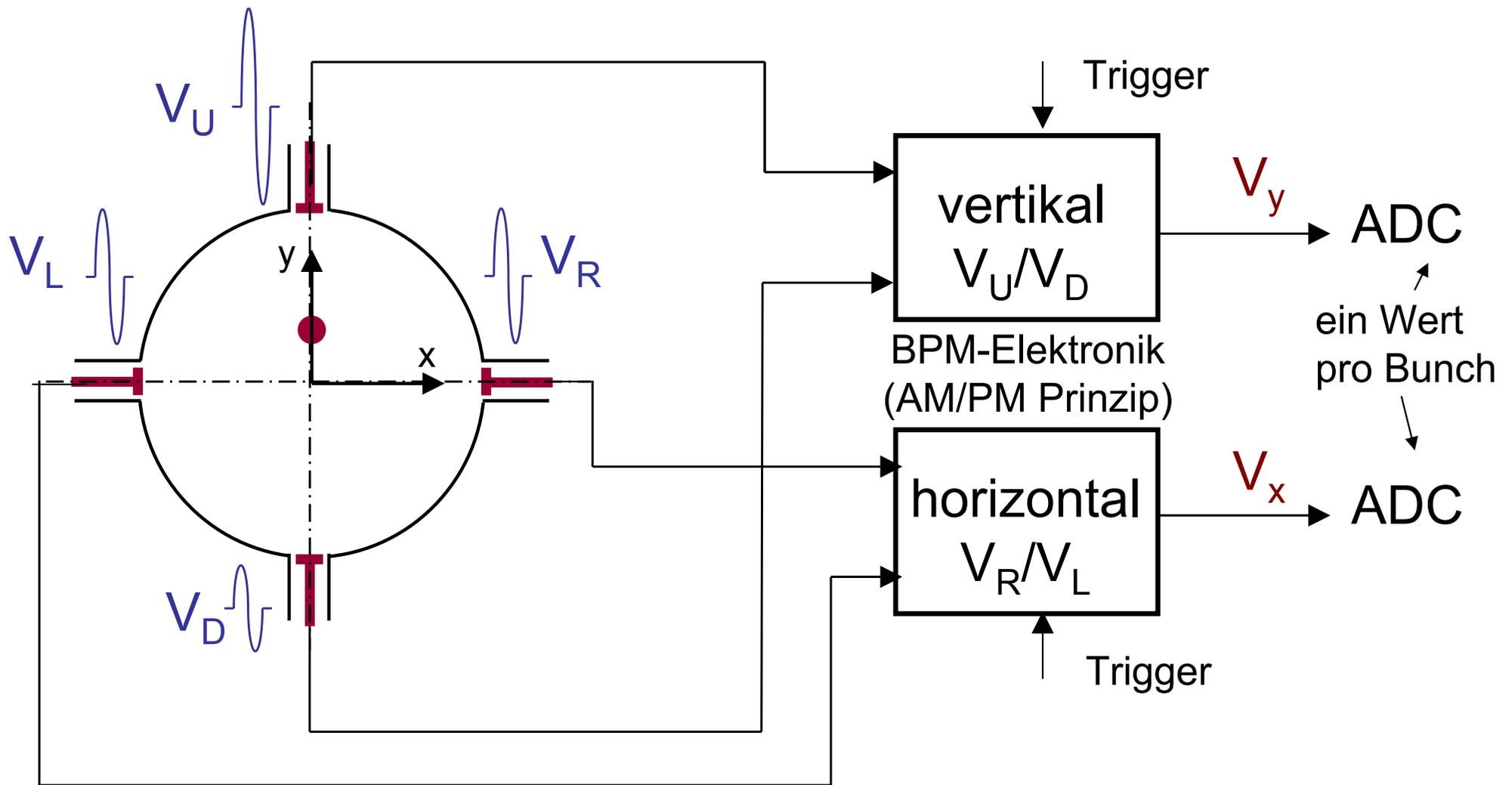
→ messen Bunchablage wo die optische Achse des Beschleunigers definiert ist

Höhere Signale

→ gute Auflösung



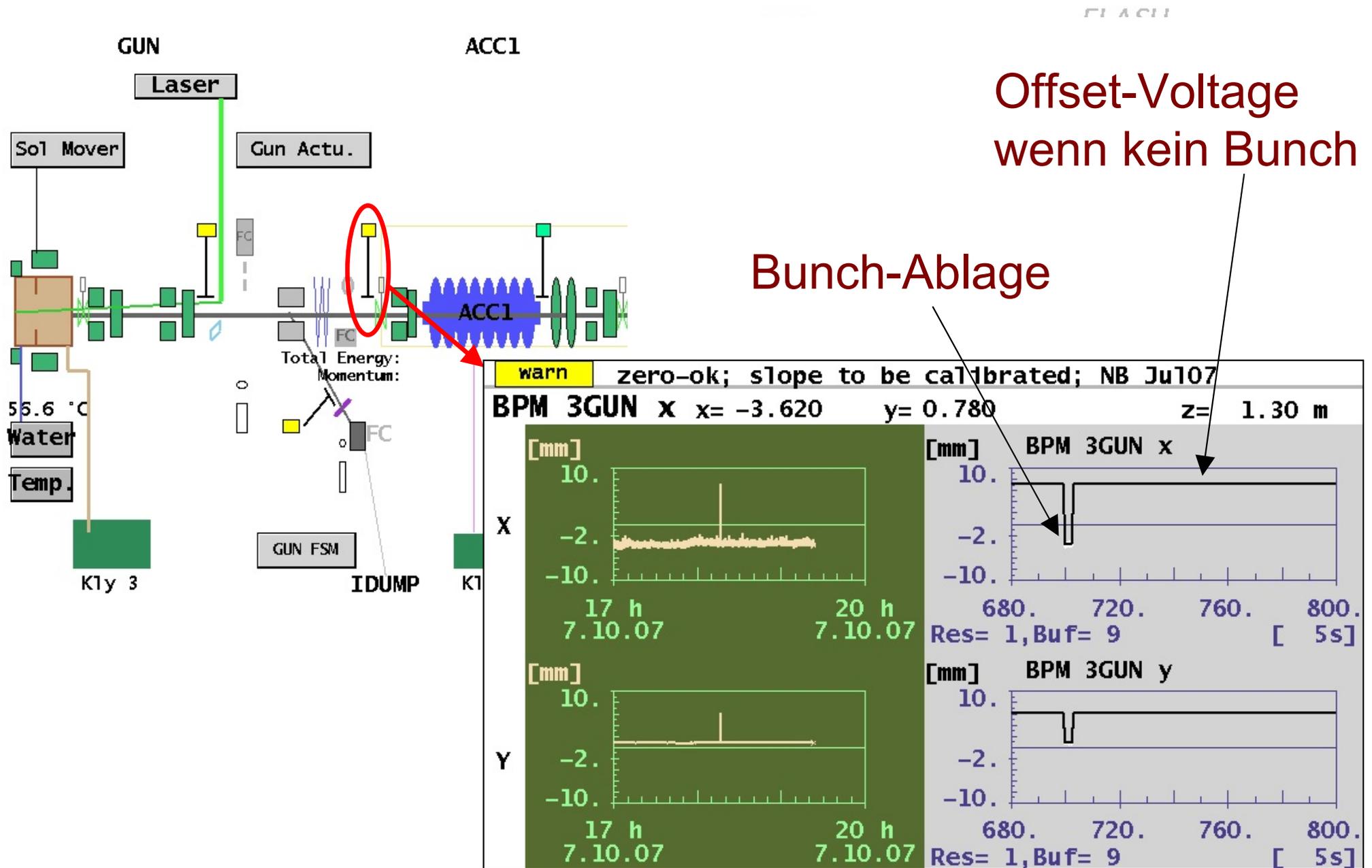
Elektronik für Knopf- und Stripline-BPMs



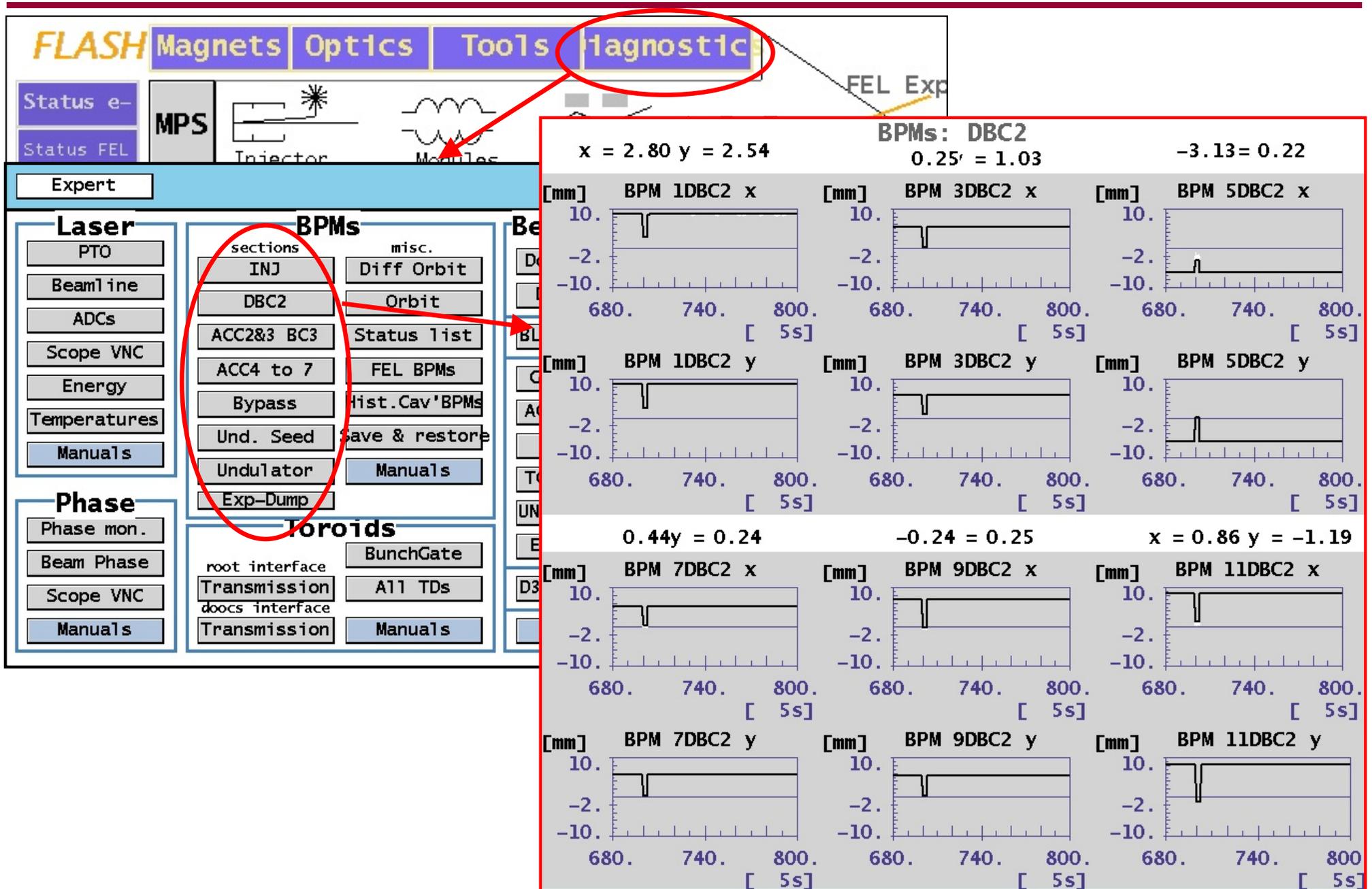
$V_{R,L,U,D}$ hängen von Ladung und Ablage (x und y) ab

$V_{x,y}$ hängen nur von Ablage ab; und $\sim x,y$ für kleine Ablagen

Anzeige der Knopf- und Stripline-BPMs in DOOCS



BPM-Anzeige



Knopf- und Stripline-BPMs: Noch zu beachten

Status Farbe

grün:	ok
gelb:	Vorsicht
rot:	geht nicht
grau:	aus

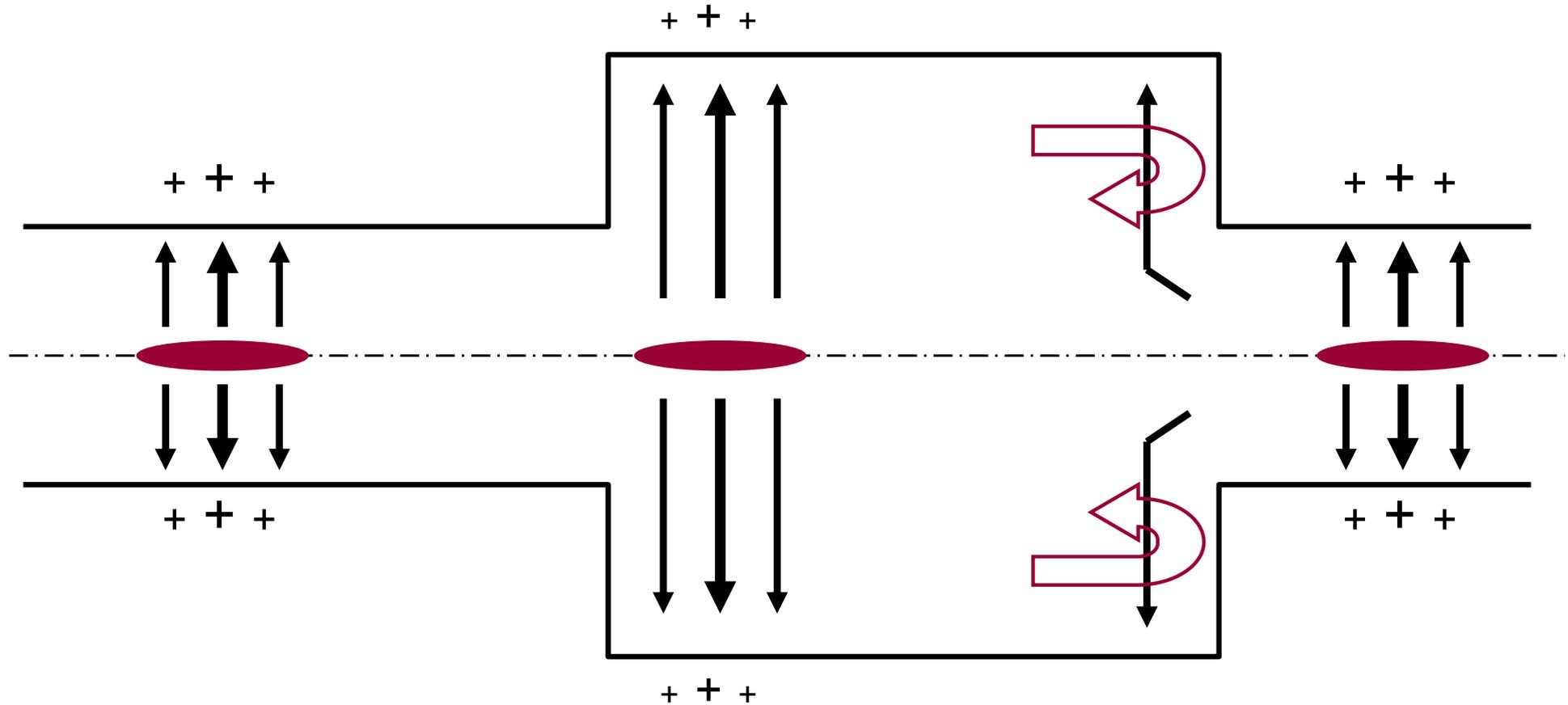
Ladungs-Bereich

bei $q < \sim 0.5$ nC: schlechte Auflösung, oder gar kein Signal

Trigger

muss richtig eingestellt sein, sonst falsche Anzeige

Cavity BPMs: Resonanzen / Moden



Cavity-BPMs: Resonanzen / Moden

Frequenz

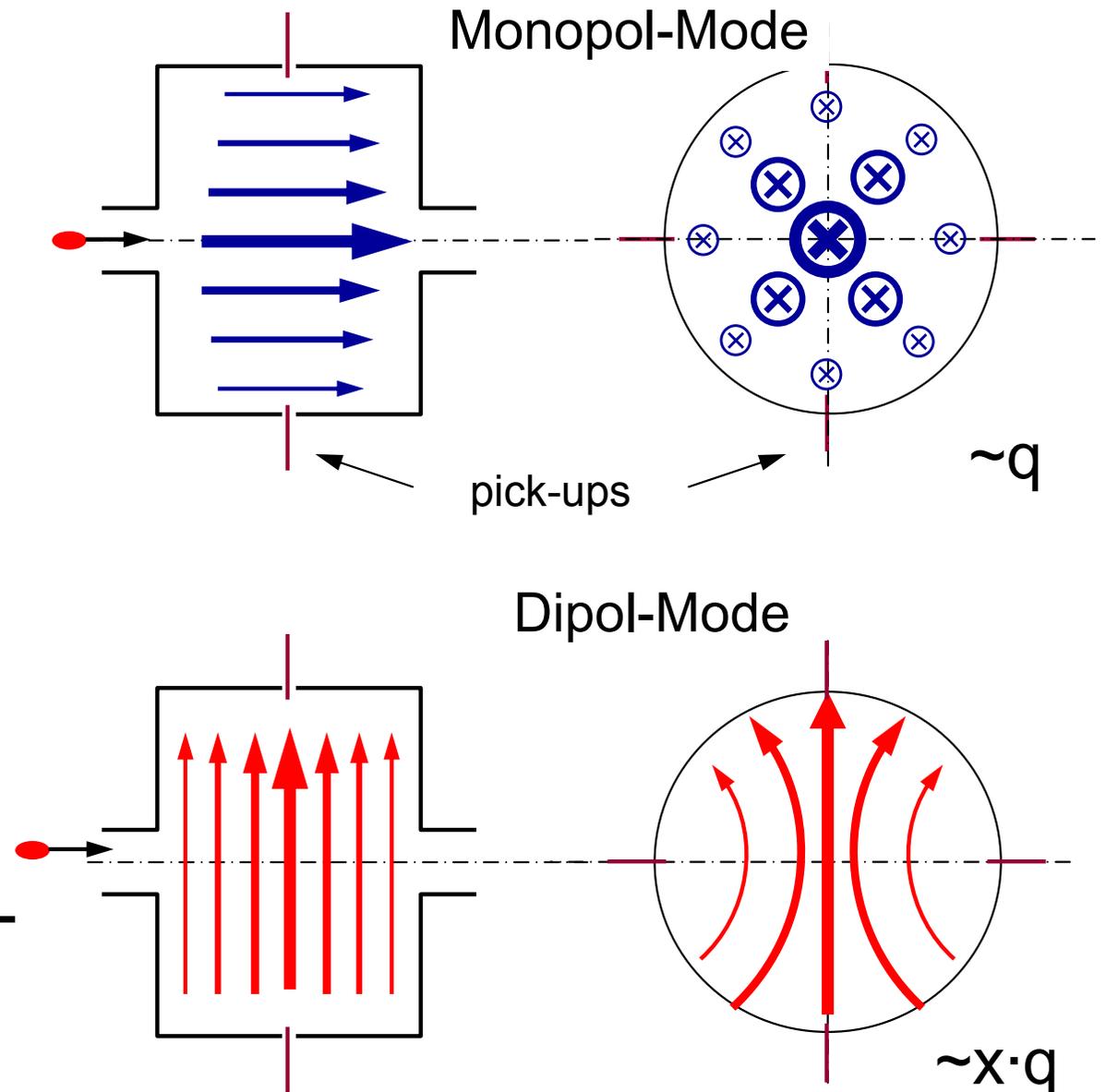
nur bestimmte
Frequenzen können
in der Cavity
schwingen

Feldverteilung

unterscheidet Moden
– Monopol, Dipol usw.
hängt nur von Cavity-
Geometrie ab

Feldstärke

bestimmt durch Bunch-
Ladung und Ablage



Cavity-BPMs: Dipol-Moden

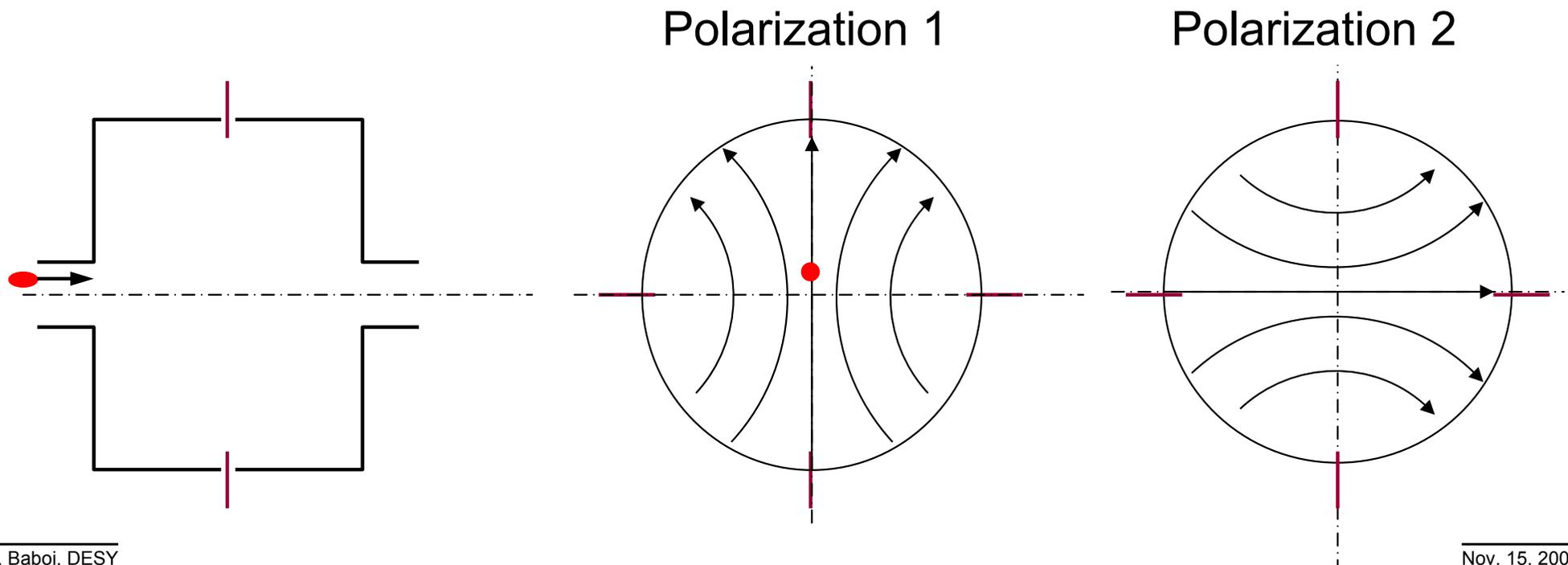
angeregt durch nicht-zentrierten Strahl

2 Polarisationen

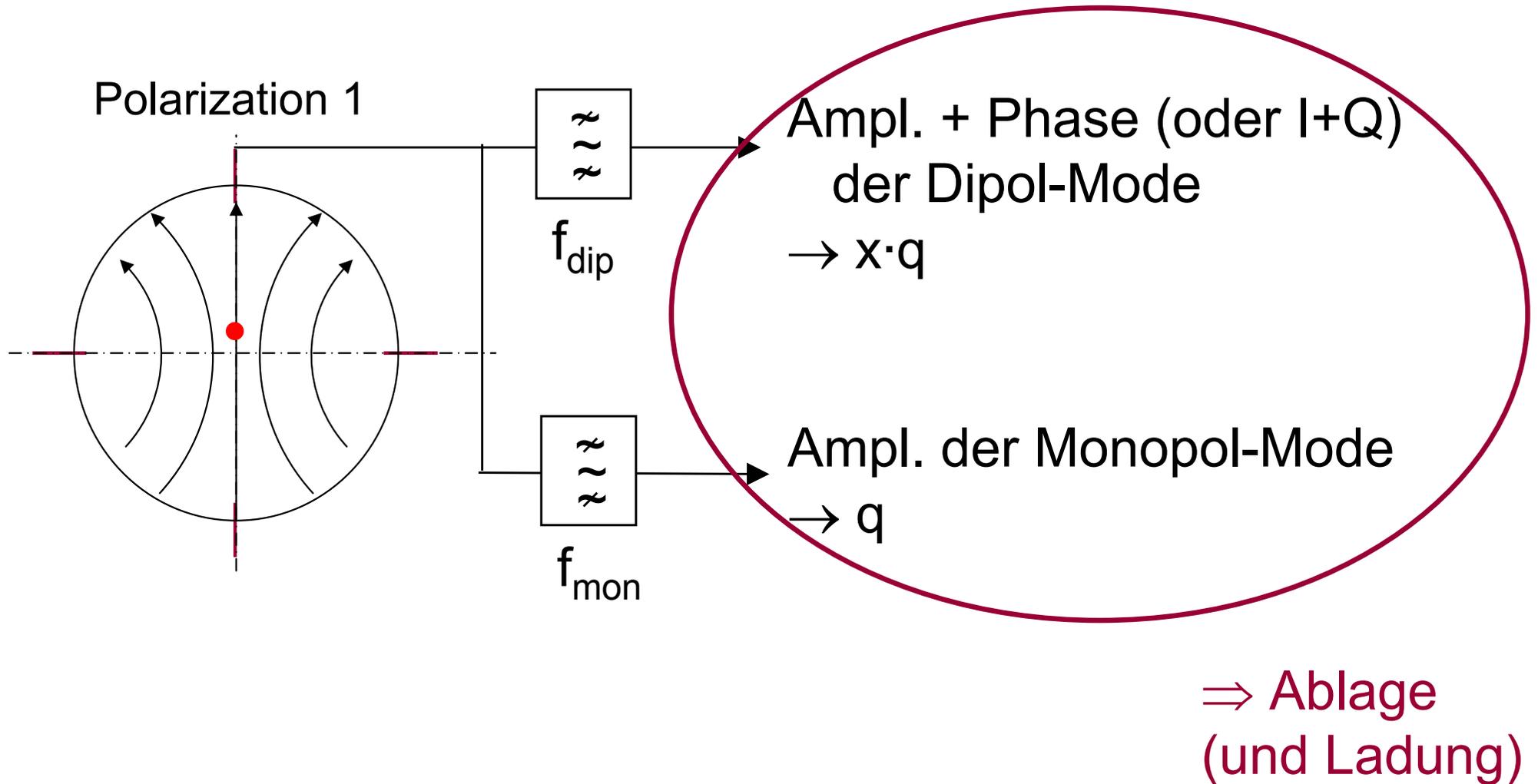
gleiche Frequenz, unterschiedliche Richtung

jedes Pickup „sieht“ nur eine Polarisation (x oder y)

nur Polarisation 1 wird von einer vertikale Bunch-Ablage



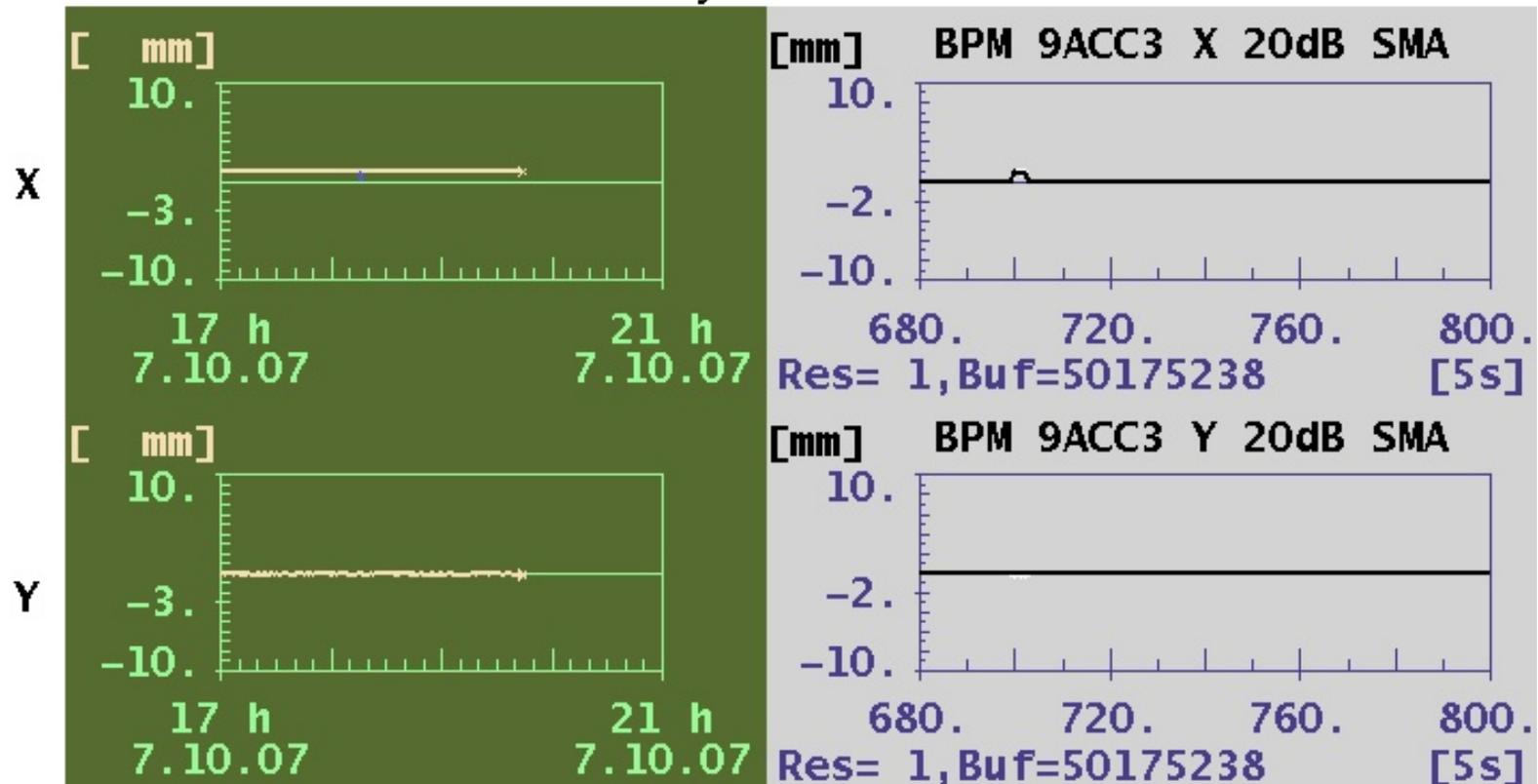
Cavity-BPMs: Signal Verarbeitung



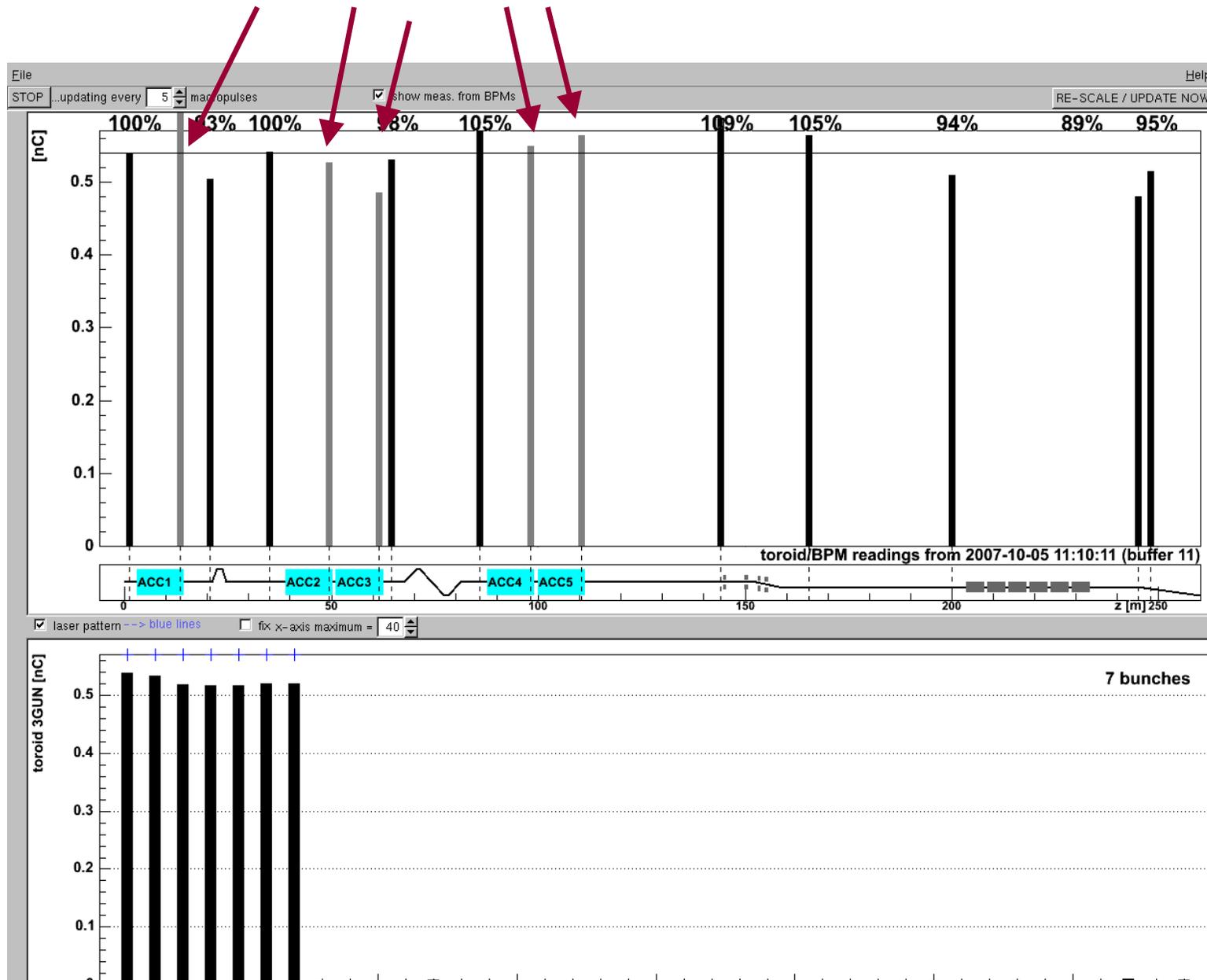
Cavity-BPM-Signal in DOOCS

ok calibrated 19sep07, X/Y-iso 1.27dB, charge gain **

BPM 9ACC3 $X_x = 0.952$ $y = -0.164$ $z = 61.54$ m



Cavity-BPMs: Ladung



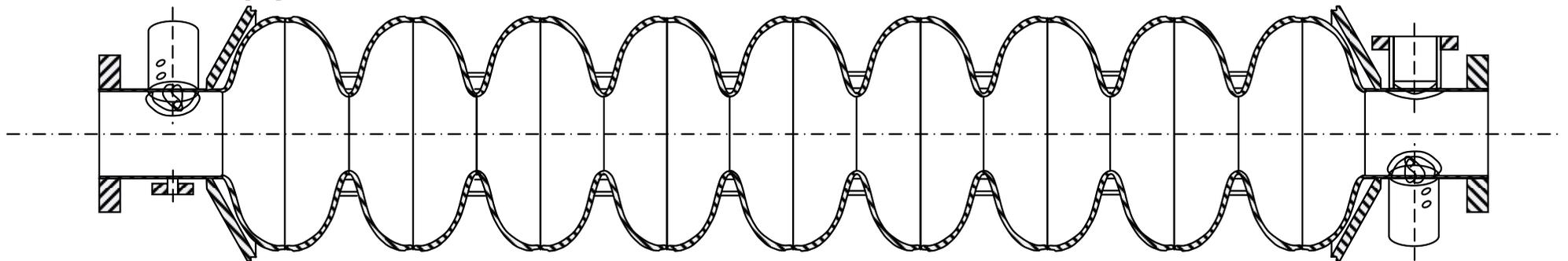
HOM-BPMs

HOM-BPM = Cavity-BPMs

Cavity = Beschleunigungs-Cavity

HOM-Koppler

Input-Koppler



HOM-Koppler

HOM = Higher-Order Mode (Höhere-Ordnung-Mode)

alle Cavity-Moden, die vom Strahl angeregt sind

nicht die Grund-Mode, 1.3 GHz (Beschleunigungs-Mode)

– vom Klystron

HOM-BPMs

mehr kompliziert als Cavity-BPMs

2 Polarisationen

- gekoppelt
- unterschiedliche Frequenz

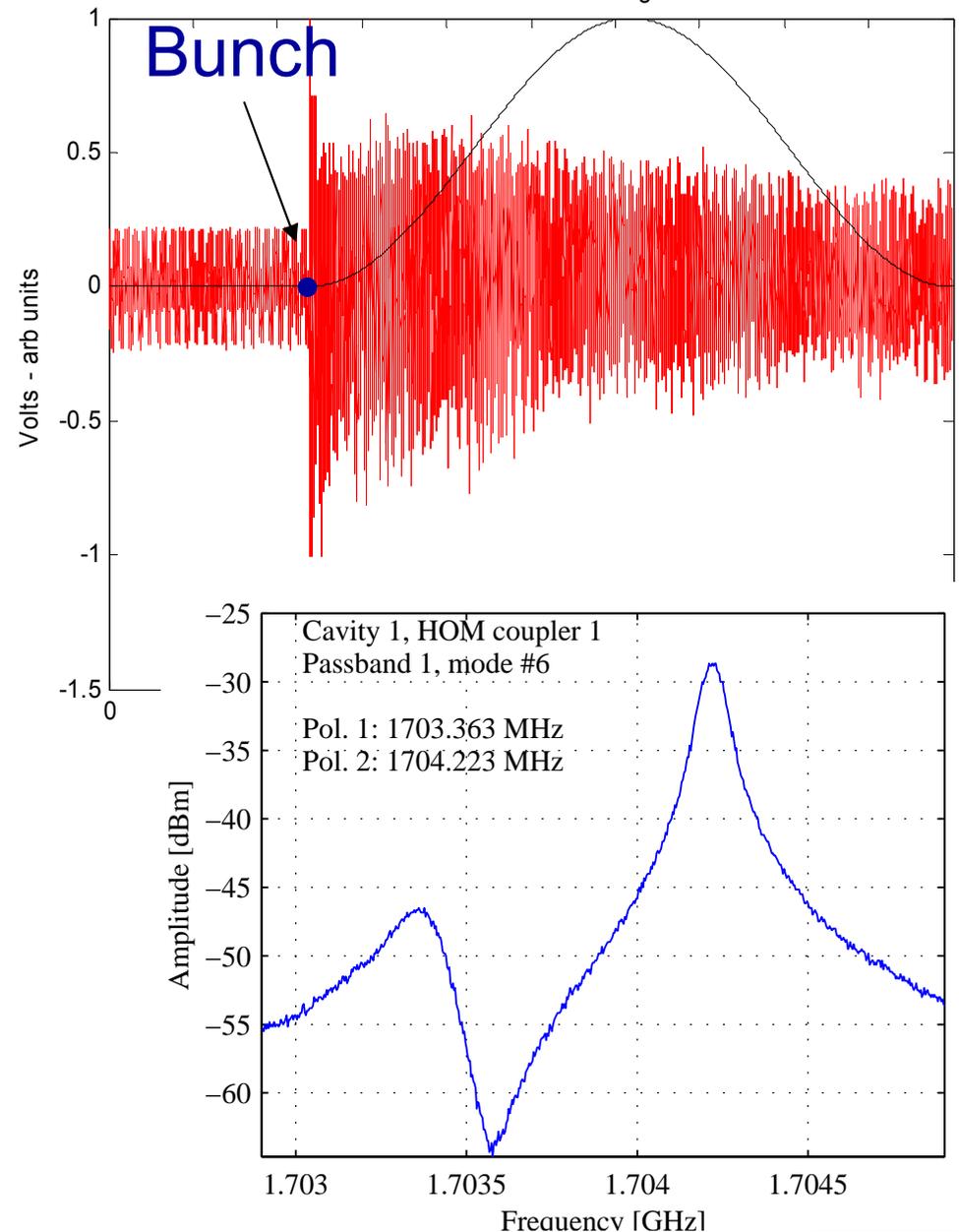
Cavities

- nicht axial-symmetrisch
- unterschiedlich voneinander

⇒ Kalibrierung ist komplizierter

aber Cavities schon da

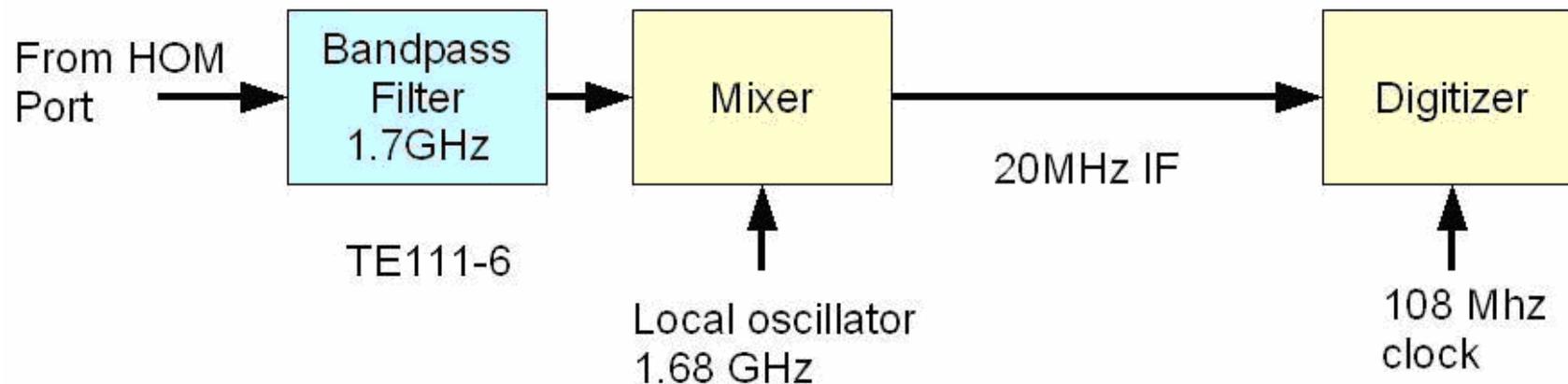
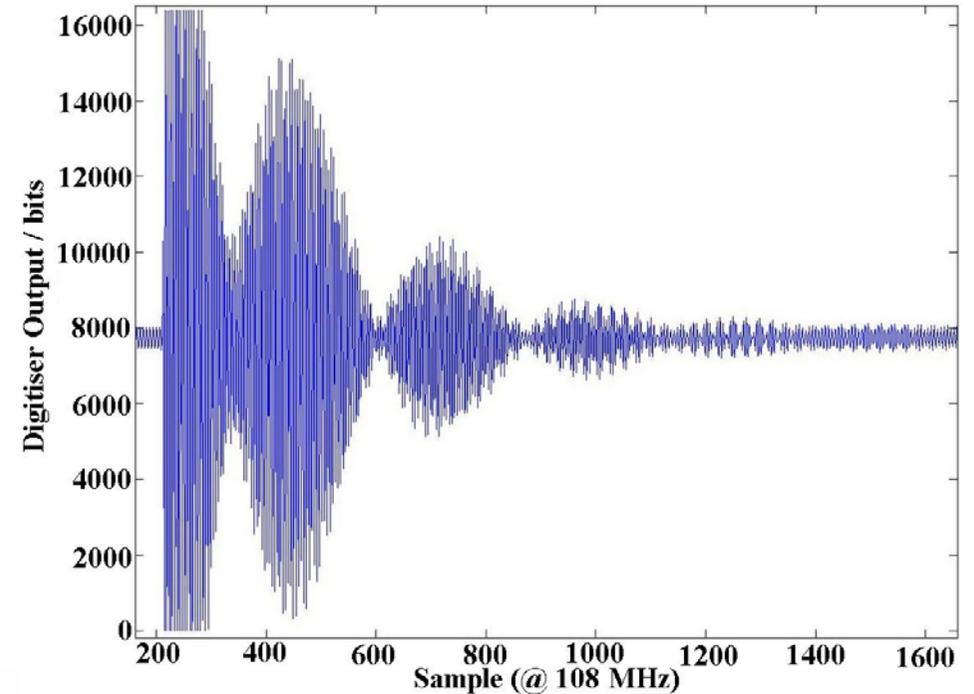
⇒ keine neue Vakuum-Komponente nötig,
kleine Kosten



HOM-BPM-Elektronik

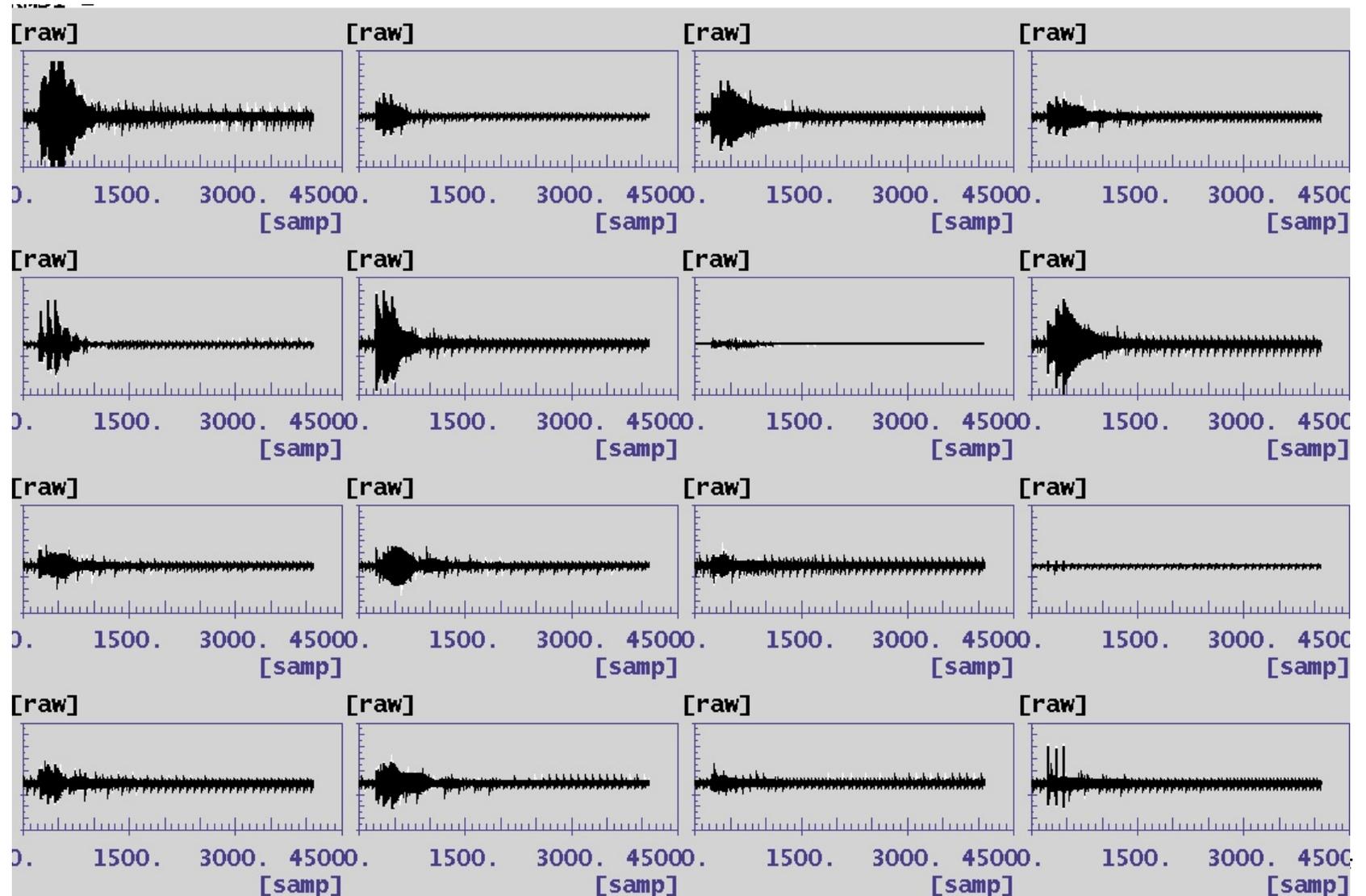
40 Cavities ausgerüstet mit
Elektronik (ACC1-5)

werden zurzeit in Betrieb
genommen



HOM-BPMs: Raue Signale

helfen Zentrierung des Strahls in den Modulen



Inhalt

Einleitung

Linacs vs. Kreisbeschleuniger

Diagnose-Komponenten in FLASH

Ladung-, Ablage- und Phasenmonitore

- Monitor-Arten und wo gibt's sie in FLASH
- Spiegelladung

Ladungsmonitore: Toroiden

Strahlage-Monitore / BPM – Beam Position Monitor

Knopf- und Stripline-BPMs

Cavity-BPMs

HOM-BPMs

Phasen-Monitore: BAM - Beam Arrival Monitor

Zusammenfassung

Phasenmessung

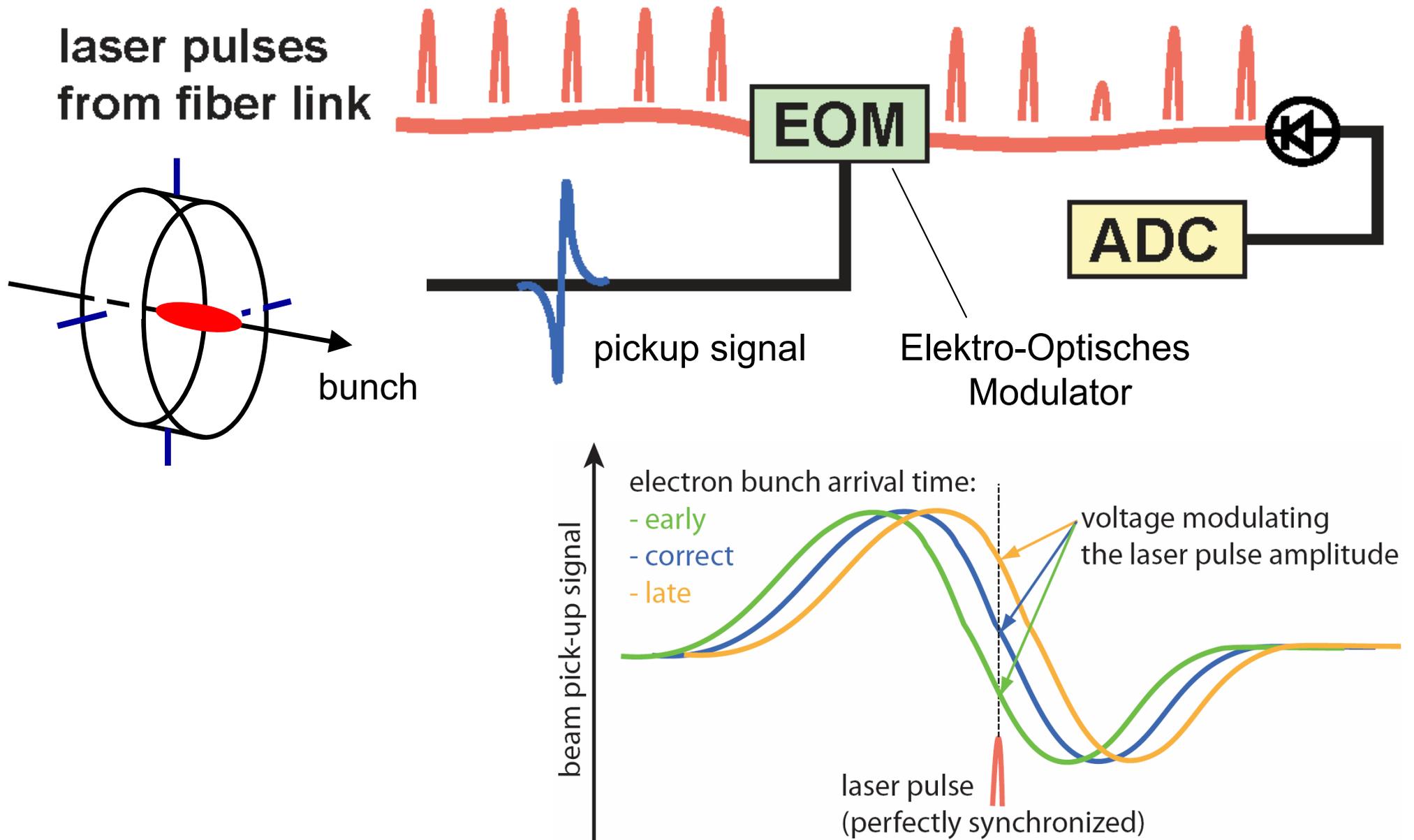
Zweck

misst Bunch-Ankunfts-Zeit im Vergleich zu einem Referenzsignal
gibt Infos über die zeitliche Stabilität des RFs / Lasers

Status

neue Phasenmonitore eingebaut im Shutdown 2007
→ noch nicht im Standard Betrieb

Beam Arrival Monitor (BAM) - Prinzip



Zusammenfassung

Toroiden

Transmission entlang des Linacs

BPMs

mehr als 60 Standard-BPMs

- Knopf-BPMs
- Stripline-BPMs
- Cavity-BPMs

HOM-BPMs

- zurzeit Experten-Monitore

Phasen-Monitore

BAMs (Beam Arrival Monitors)

zurzeit Experten-Monitore

Haben mitgewirkt

Dirk Nölle

Reinhard Neumann

Jorgen Lund-Nielsen

Silke Vilcins

Rolf Jonas

HOM-Team (DESY, SLAC, Fermi, CEA-Saclay)

Florian Löh

und viele anderen