TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

DRESDEN concept

Institut für Kern- und Teilchenphysik

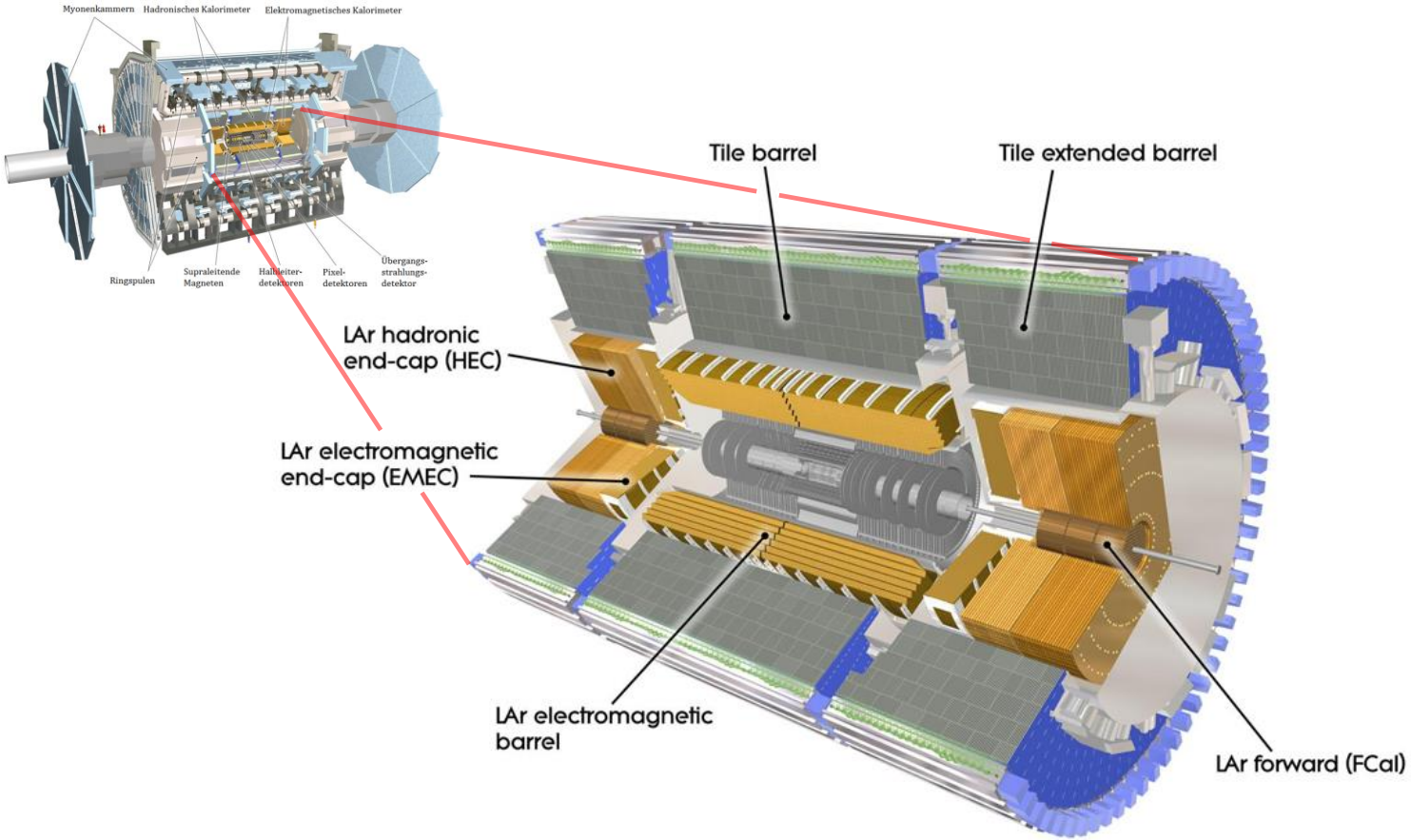
Analyse zur Funktionalität des zukünftigen Kalorimeter-Triggersystems von ATLAS anhand des LAr-Demonstrationsaufbaus

Anne-Sophie Reimer, Maximilian Hils, Arno Straessner
Würzburg, 19. März 2018

Gliederung

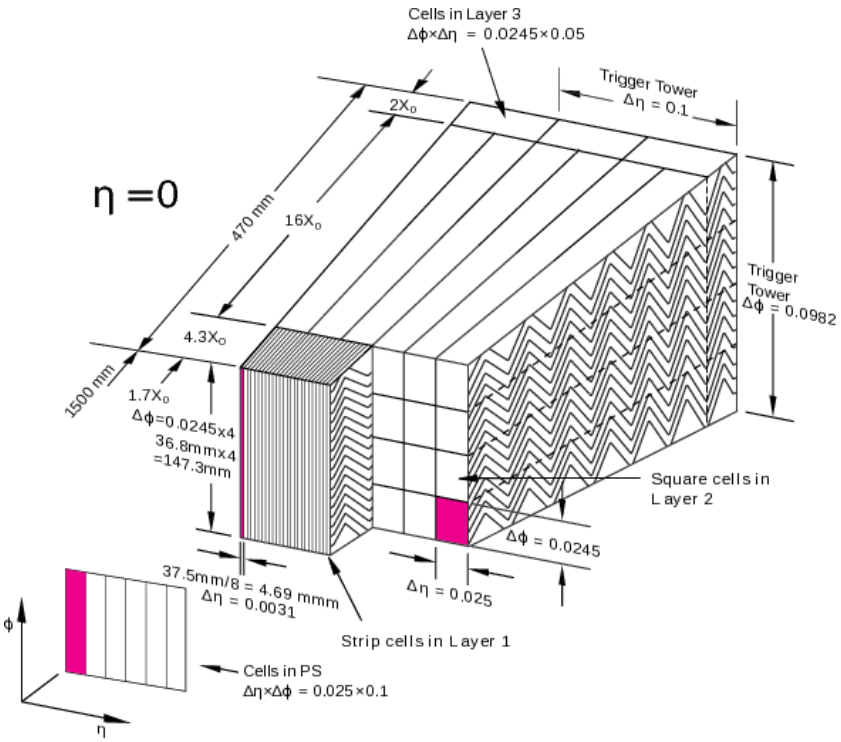
1. Einführung
2. Das Triggersystem von Atlas
3. Der Demonstrationsaufbau
4. Vergleich der Auslese: Demonstrationsaufbau – Atlas Hauptauslese
5. Zusammenfassung und Ausblick

Aufbau des Atlas Detektors

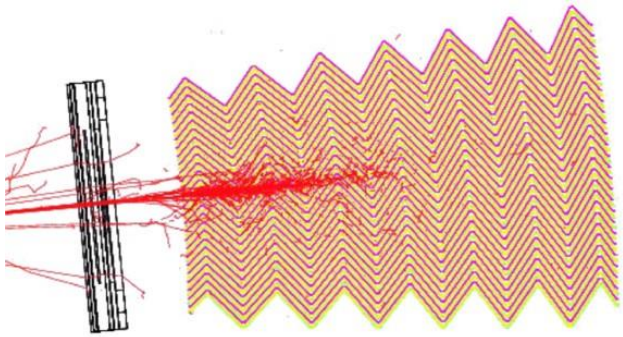


Aufbau des Elektromagnetischen Barrel

- Presampler
- Front Layer
- Middle Layer
- Back Layer

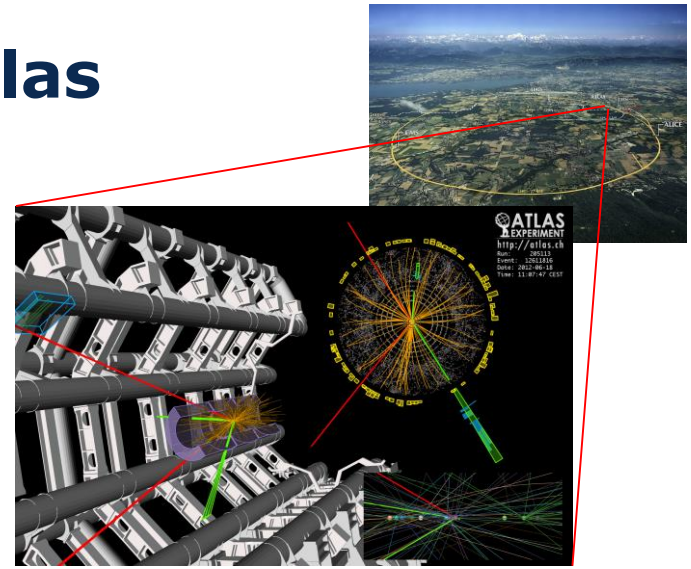


Absorbermaterial (Blei) und Elektroden in Akkordeongeometrie



Dazwischen flüssiges Argon als aktives Medium

2. Das Triggersystem von Atlas



LHC Kollisionsrate: 40 MHz

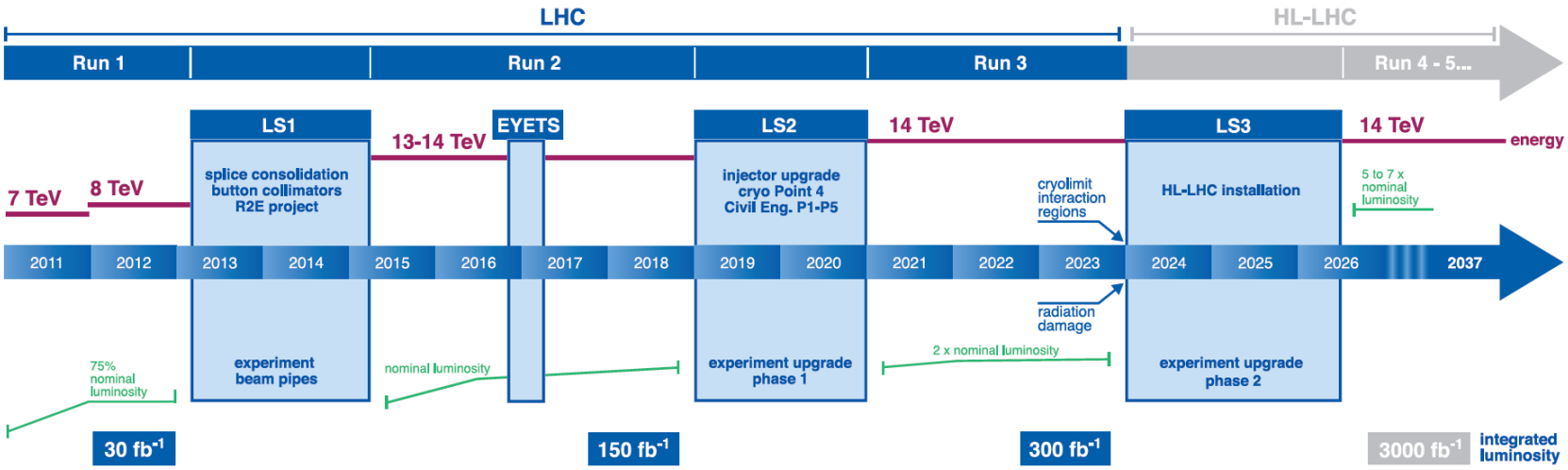
$\mathcal{L} \cong 2 * 10^{34}\ \mathrm{cm}^{-2}\mathrm{s}^{-1}$

Maximale Datenaufzeichnungsrate: 1 kHz

Zweistufiges Triggersystem:

- L1-Trigger
  - Hardwaresystem: Daten von Kalorimetern, Myontriggerkammern
  - Ausgabe von L1-Accept, ROI; Weiterleitung zwischengespeicherter Daten
- High Level Trigger
  - Softwaresystem: Algorithmen verarbeiten volle Granularität der Daten innerhalb ROI
  - Zusätzlich Daten des Spurdetektors

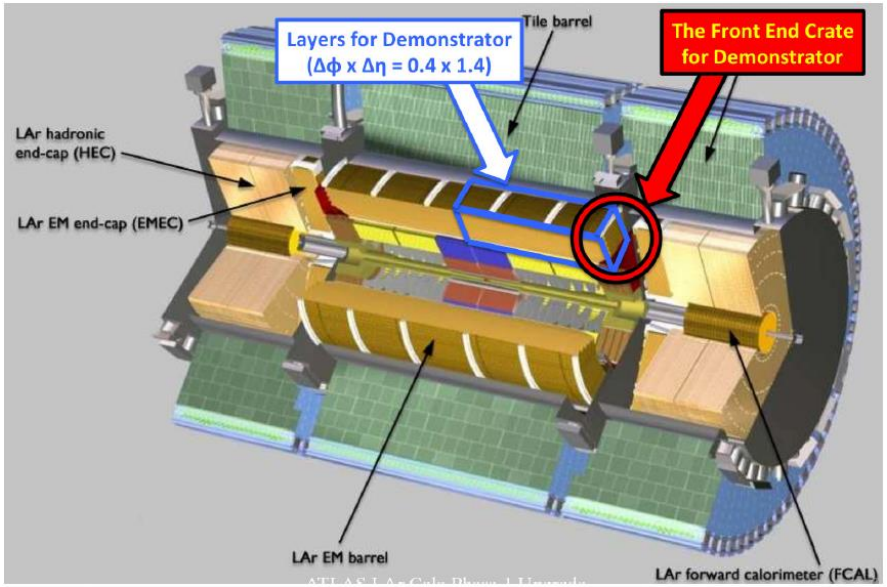
Upgrade-Pläne des LHC



- Nach Long Shutdown 2: Verdopplung der Luminosität, Verdopplung der Pileup-Ereignisse
  - ➢ Verbesserung des L1-Triggersystems notwendig
- Demonstrationsaufbau für Teile des Detektors

3. Der Demonstrationsaufbau

Neue Ausleseelektronik für



Front-End Elektronik:

- Layer Sum Board
- LAr Trigger Digitizer Boards

➢ Signalweitergabe an Atlas Hauptauslese und Demonstrationsaufbau

Back-End Elektronik:

- LAr Digital Processing System

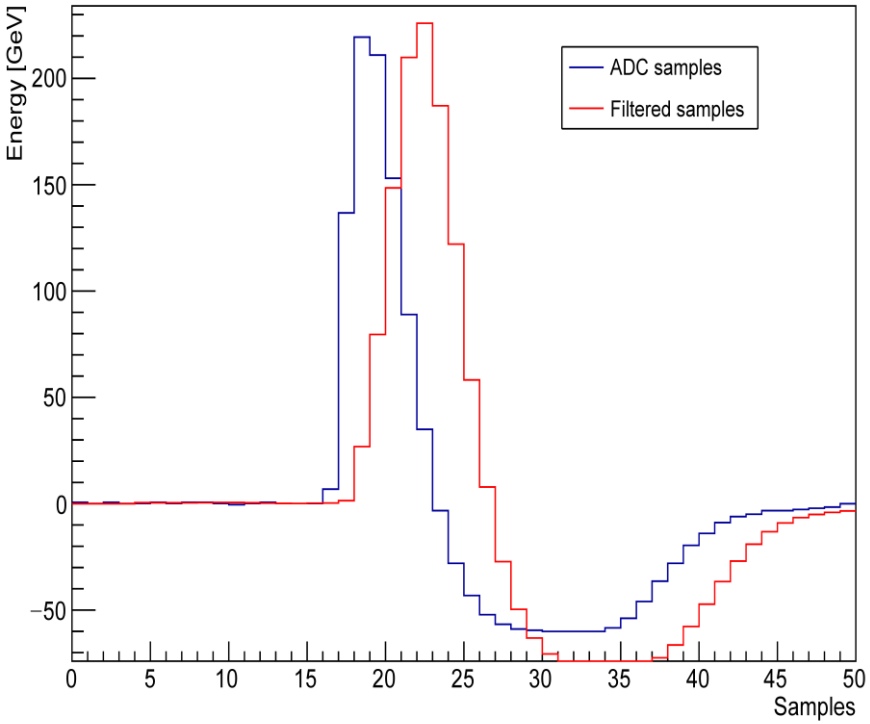
ABBA - **A**tca **B**oard for a **B**aseline of liquid argon **A**cquisition

➢ In Zukunft: Energierekonstruktion für L1-Trigger

➢ Bisher: Speicherung der digitalisierten Pulse

Abba - Daten

ADC-Counts: 50 Sample



Energierekonstruktion:

1) Anwendung des Optimal-Filteralgorithmus

➢ erhalte gefilterte Pulsform

$$y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} b_k \times \left(ADC(n-k) - Ped(n-k)\right)$$

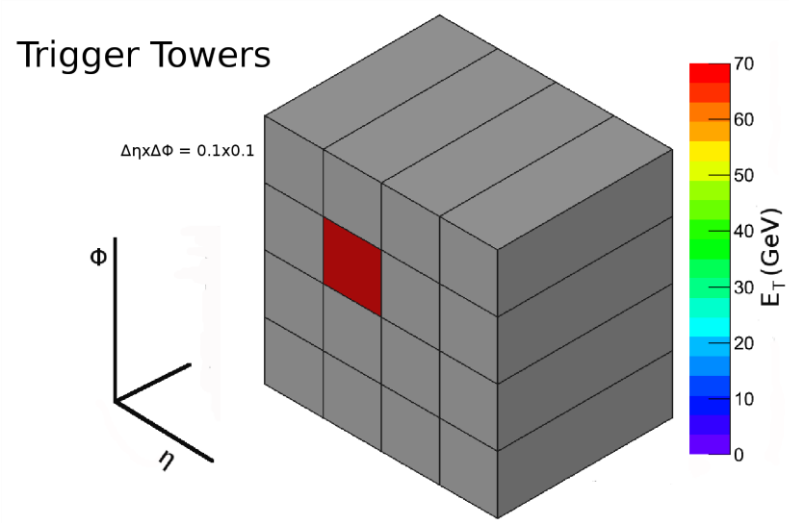
2) Finden des Maximums, Anwenden von Konversionsfaktoren

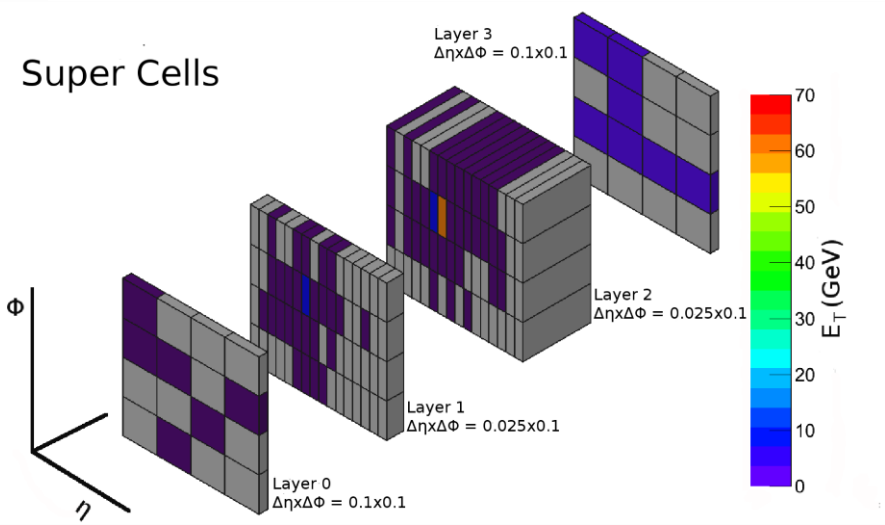
Superzellen

Bisher: 1 Triggertower: Summation aller Kalorimeterzellen
$\Delta\varphi \times \Delta\eta = 0.1 \times 0.1$

Später: 10 Superzellen: höhere Granularität

Berechnung von Schauervariablen für L1-Trigger

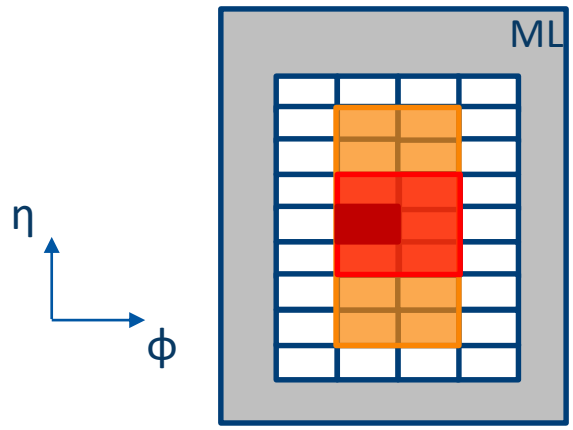


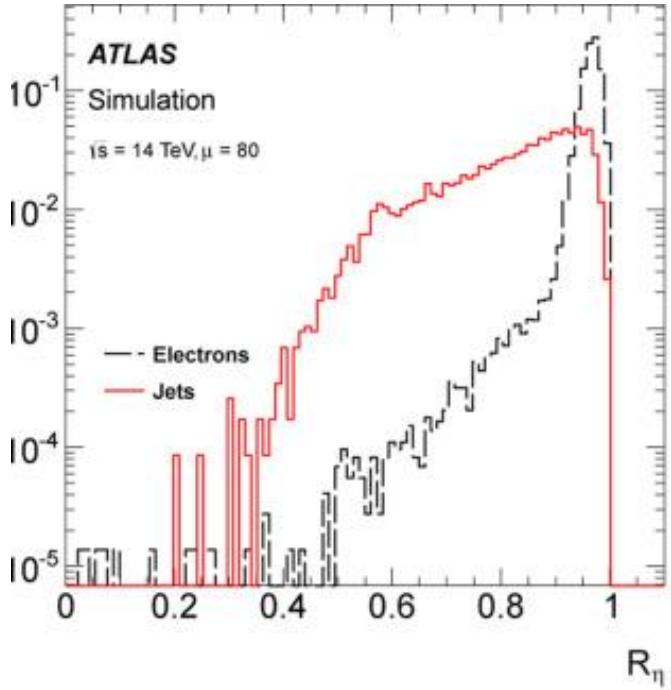


Schauervariablen

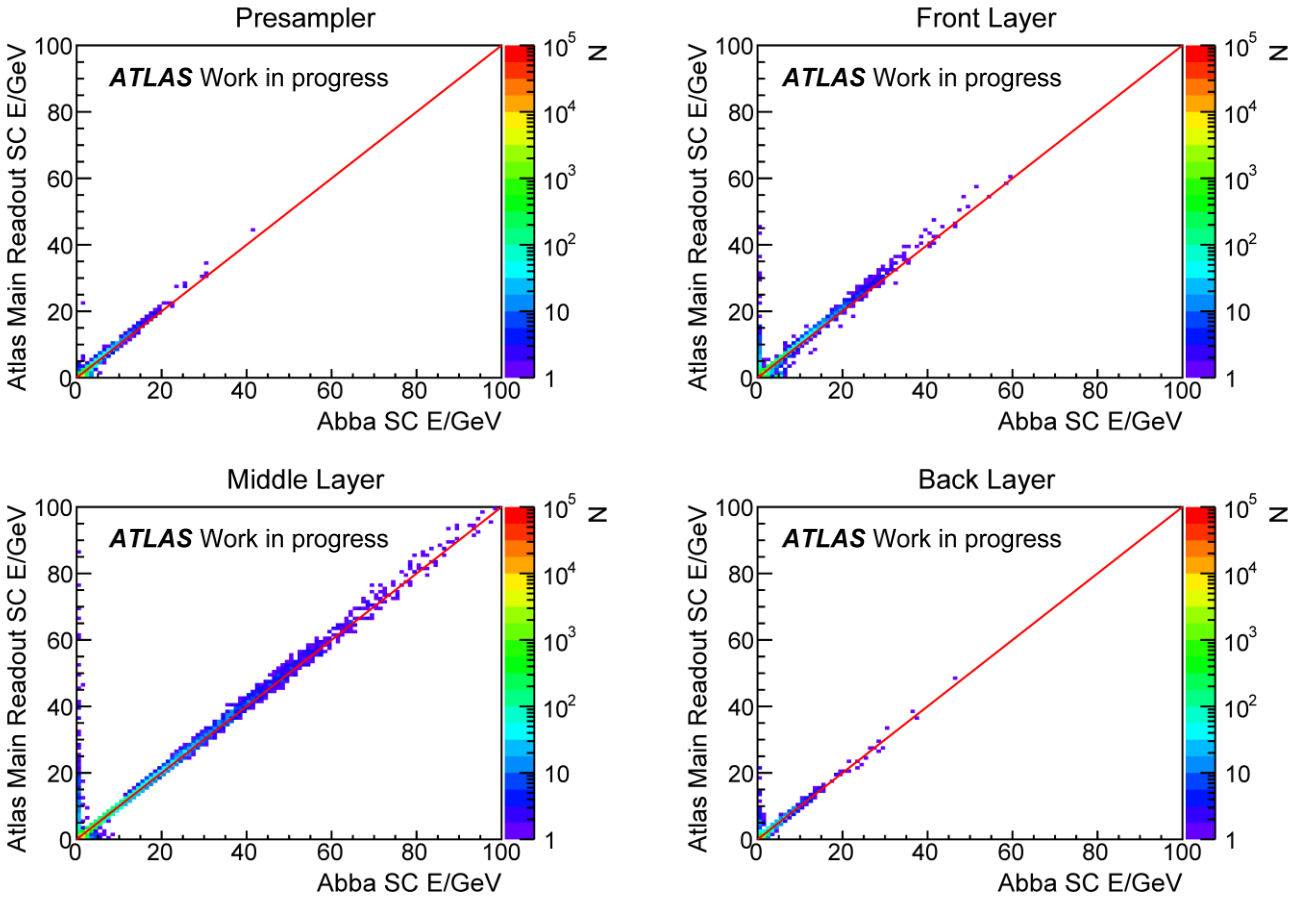
- Unterscheidung Elektron-/Jet-Ereignis möglich
- Differenzierung durch unterschiedliche Transversale und Longitudinale Ausdehnung der Schauer

$$R_\eta = \frac{E^{(2)}_{T,\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}075\times0{,}2}}{E^{(2)}_{T,\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}175\times0{,}2}}$$

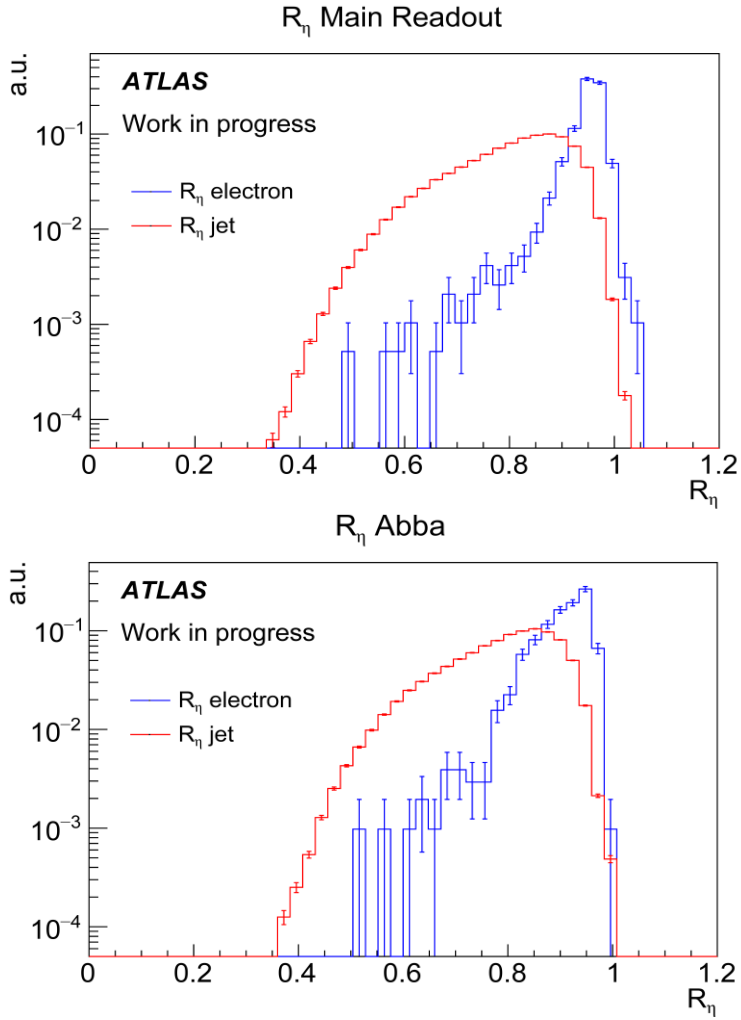




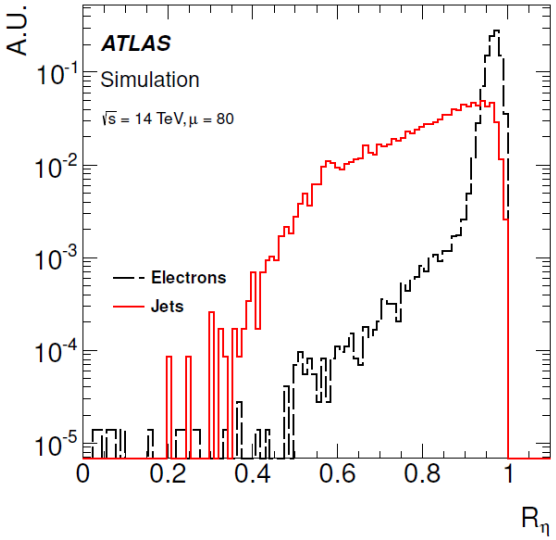
4. Vergleich der Auslese: Demonstrationsaufbau – Atlas Hauptauslese



Vergleich: Demonstrationsaufbau – Atlas Hauptauslese

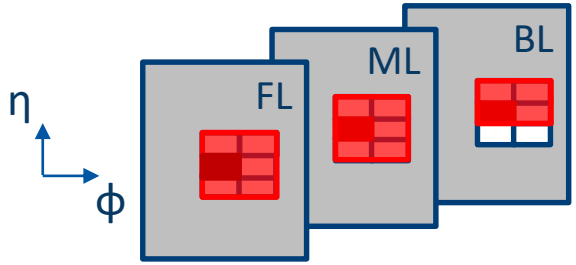


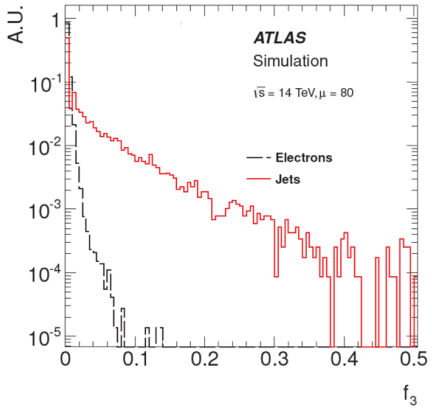
- Elektron/Jet Unterscheidung aus offline Rekonstruktion der Atlas Hauptauslese

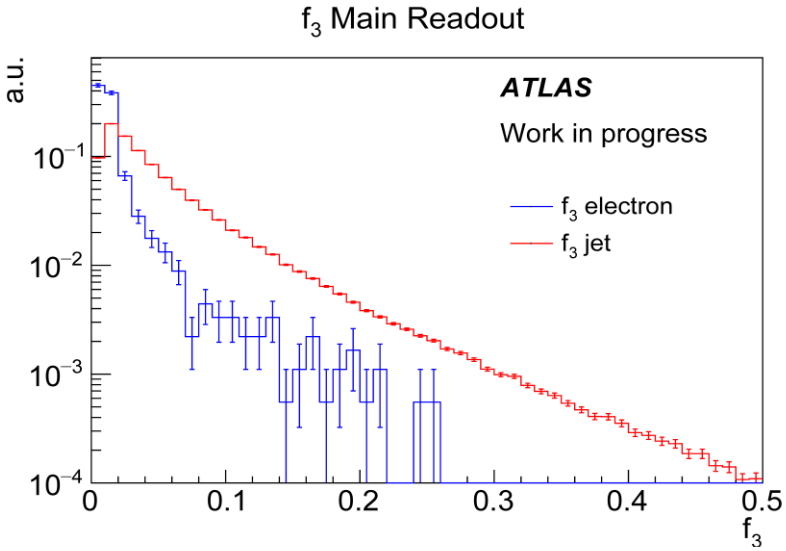


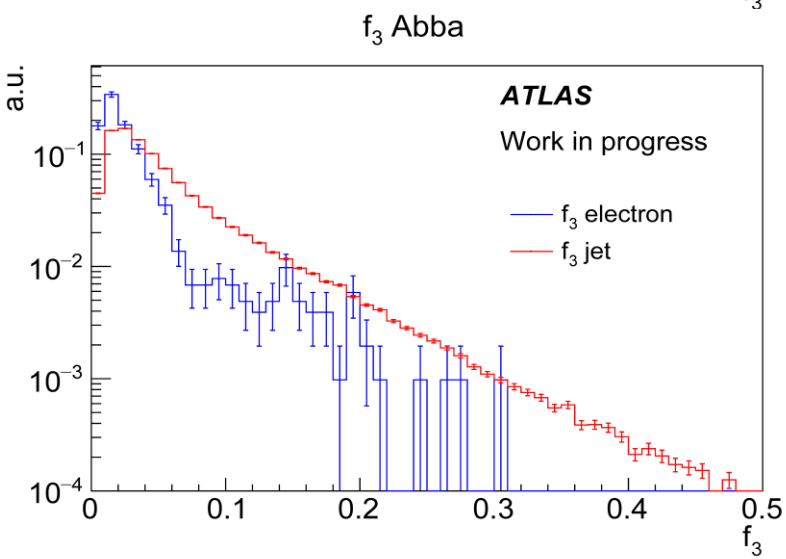
Vergleich: Atlas Hauptauslese - Demonstrationsaufbau

$$f_3 = \frac{E^{(3)}_{T,\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}2\times0{,}2}}{E^{(1)}_{T,\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}075\times0{,}2} + E^{(2)}_{T,\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}075\times0{,}2} + E^{(3)}_{T,\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}2\times0{,}2}}$$



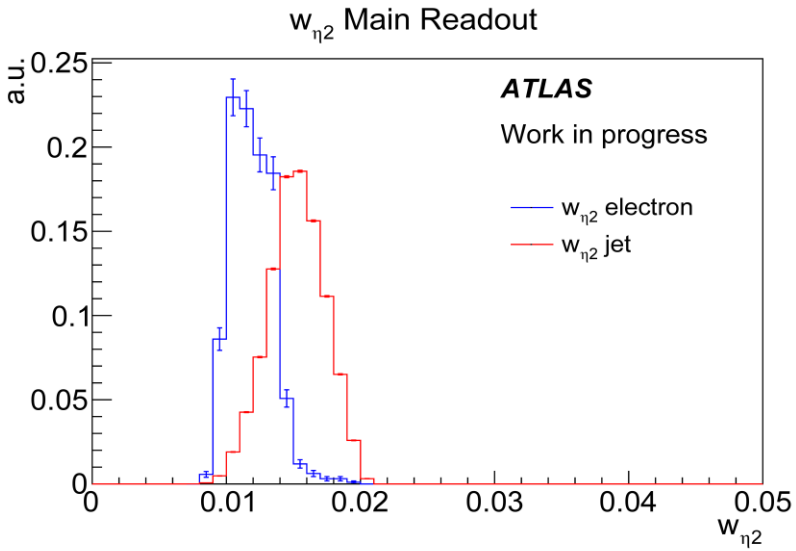


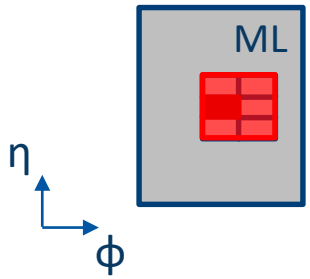


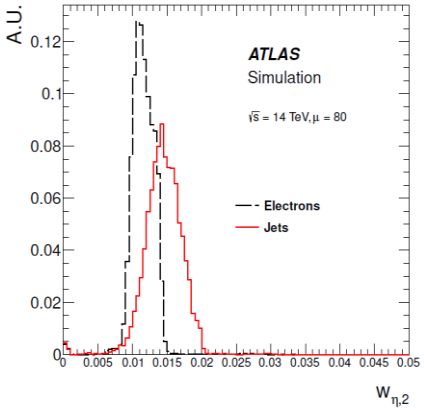


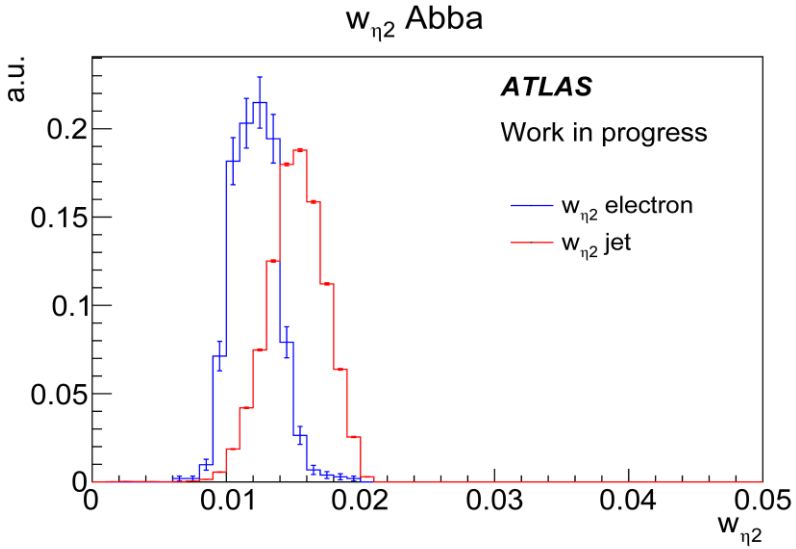
Vergleich: Atlas Hauptauslese - Demonstrationsaufbau

$$w_{\eta,2} = \sqrt{\frac{\Sigma\left(E_T^{(2)} \times \eta^2\right)_{\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}075\times0{,}2}}{E^{(2)}_{T,\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}075\times0{,}2}} - \left(\frac{\Sigma\left(E_T^{(2)} \times \eta\right)_{\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}075\times0{,}2}}{E^{(2)}_{T,\Delta\eta\times\Delta\varphi=0{,}075\times0{,}2}}\right)^2}$$









5. Zusammenfassung und Ausblick

- Korrelation der Energie zwischen Abba- und Atlas-Auslese sichtbar
- Schauervariablen zeigen Übereinstimmung mit Simulation
- Unterscheidung von Elektron-/Jet-Ereignissen wird bereits im L1-Trigger möglich

Ausblick: weitere Analyse der Pulse vom Demonstrator:

- Energierekonstruktion optimieren:
  - Weitere Filter anwenden (bisher Optimal-Filter)
  - Möglich: Filterkoeffizienten selbst mittels Simulation trainieren
- Untersuchungen zu Pileup

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Quellen

ATLAS Liquid Argon Calorimeter Phase-1 Upgrade Technical Design Report
https://cds.cern.ch/record/1602230/files/ATLAS-TDR-022.pdf letzter Zugriff: 01.03.2018

Hardware Dokumentation:
https://twiki.cern.ch/twiki/pub/LAr/LArDemonstrator/ABBA_EN_doc.pdf letzter Zugriff: 25.02.2018

Electronics Development for the ATLAS Liquid Argon Calorimeter - Trigger and Readout for Future LHC Running, Steffen Stärz https://cds.cern.ch/record/2153167 letzter Zugriff: 01. 03.2018

https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/LAr/LArDemonstrator letzter Zugriff: 01.02.2018

https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/LAr/DemonstratorDataAnalysis letzter Zugriff: 01.02.2018

https://twiki.cern.ch/twiki/bin/viewauth/AtlasProtected/IsolationSelectionTool# letzter Zugriff: 25.02.2018

https://www.physics.smu.edu/web/research/preprints/SMU-HEP-08-21.pdf # letzter Zugriff: 25.02.2018

Bildquellen

Folie 3: ATLAS Detektor

http://atlas.physicsmasterclasses.org/wpath_files/img/ATLAS/ATLAS_detector_alles_mittel.png letzter Zugriff: 25.02.2018

Folie 3: Kalorimeter

http://www.lhc-facts.ch/img/atlas/hcal1.jpg letzter Zugriff: 25.02.2018

Folie 4: Aufbau des Elektromagnetischen Barrel

https://cds.cern.ch/record/2158117/files/Figures_accordion.png letzter Zugriff: 25.02.2018

Folie 4: Schauer eines Elektrons

http://slideplayer.com/slide/7905627/ letzter Zugriff: 15.3.2018

Folie 5: LHC

https://www.symmetrymagazine.org/sites/default/files/styles/2015_hero/public/images/standard/LHC_maps.jpg?itok=UXbYWaVW letzter Zugriff: 05.03.2018

Folie 5: Event Display Higgs->2Mu+2e

https://www.bnl.gov/today/body_pics/2015/03/atlas-event-hr.jpg letzter Zugriff: 05.03.2018

Folie 6: Upgrade Plans

https://hilumilhcds.web.cern.ch/sites/hilumilhcds.web.cern.ch/files/HL_LHC_PlanUpdateJuly2015.PNG letzter Zugriff: 01.03.2018

Folie 7: Demonstrationsaufbau

Electronics Development for the ATLAS Liquid Argon Calorimeter - Trigger and Readout for Future LHC Running, Steffen Stärz https://cds.cern.ch/record/2153167, Folie 9; letzter Zugriff: 05. 03.2018

Bildquellen

Folie 8: Pulsform mit Optimalfilter

Zur Verfügung gestellt durch M. Hils

Folie 9: Elektron-Ereignis im Triggertower

http://inspirehep.net/record/1312761/files/tt.png letzter Zugriff: 13.02.2018

Folie 9: Elektron-Ereignis in Superzellen

http://inspirehep.net/record/1312761/files/scGran.png letzter Zugriff: 13.02.2018

Folie 10, 12, 13, 14: Schauervariablen

ATLAS Liquid Argon Calorimeter Phase-1 Upgrade Technical Design Report
https://cds.cern.ch/record/1602230/files/ATLAS-TDR-022.pdf letzter Zugriff: 01.03.2018

Folie 22: Signalverarbeitung

https://cds.cern.ch/record/1602230/files/ATLAS-TDR-022.pdf letzter Zugriff: 25.02.2018

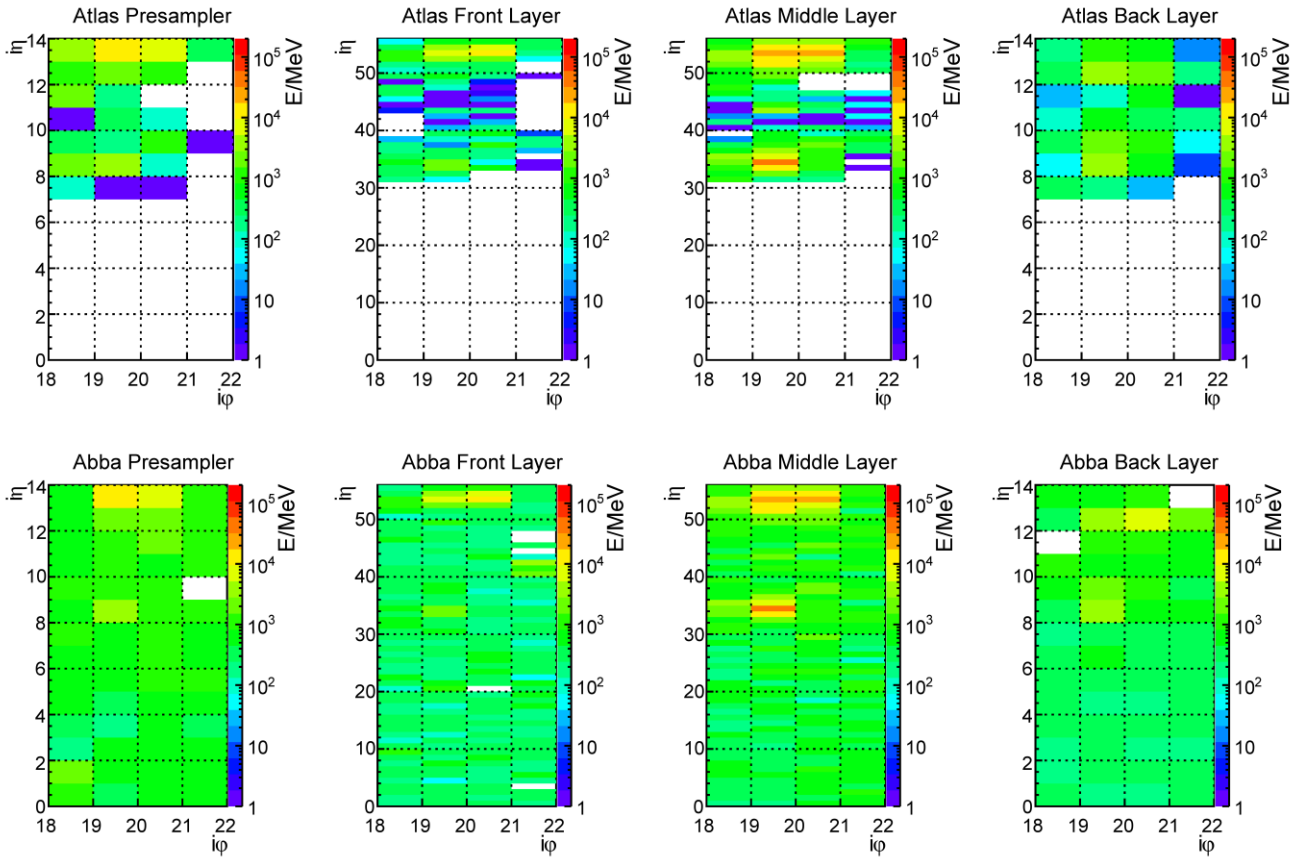
Folie 23: Demonstrator Auslese

http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900215013406#f0015 letzter Zugriff: 20.02.2018

Backup

Vergleich der Auslese:

Demonstrationsaufbau – Atlas Hauptauslese



Signalverarbeitung

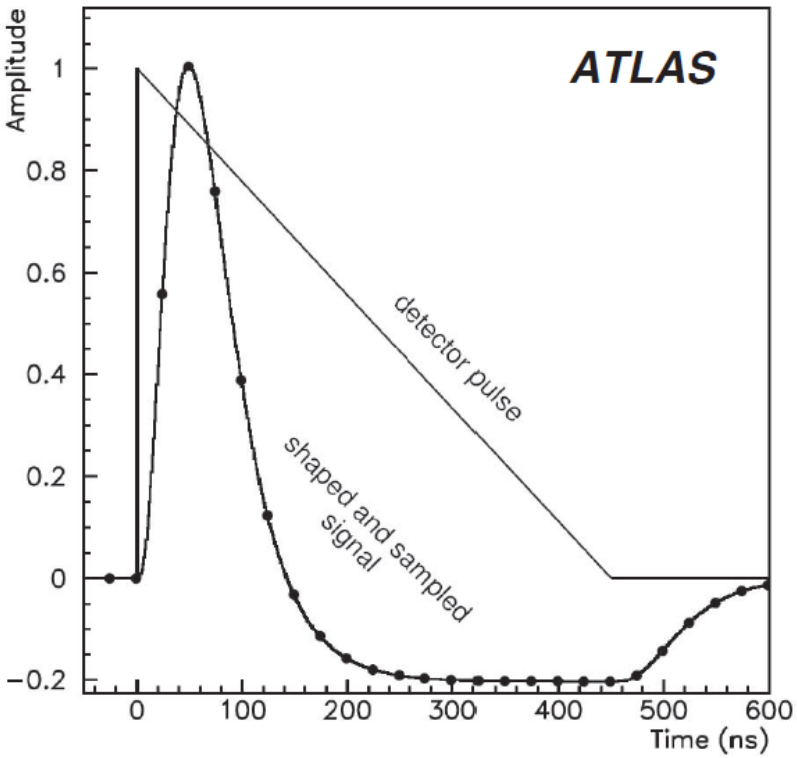
Primärsignal: Dreiecksform

- Verstärkt und aufgespalten für Triggerauslese und Datenauslese
- Umformungen durch Hoch-/ Tiefpass Filter, Digitalisierung

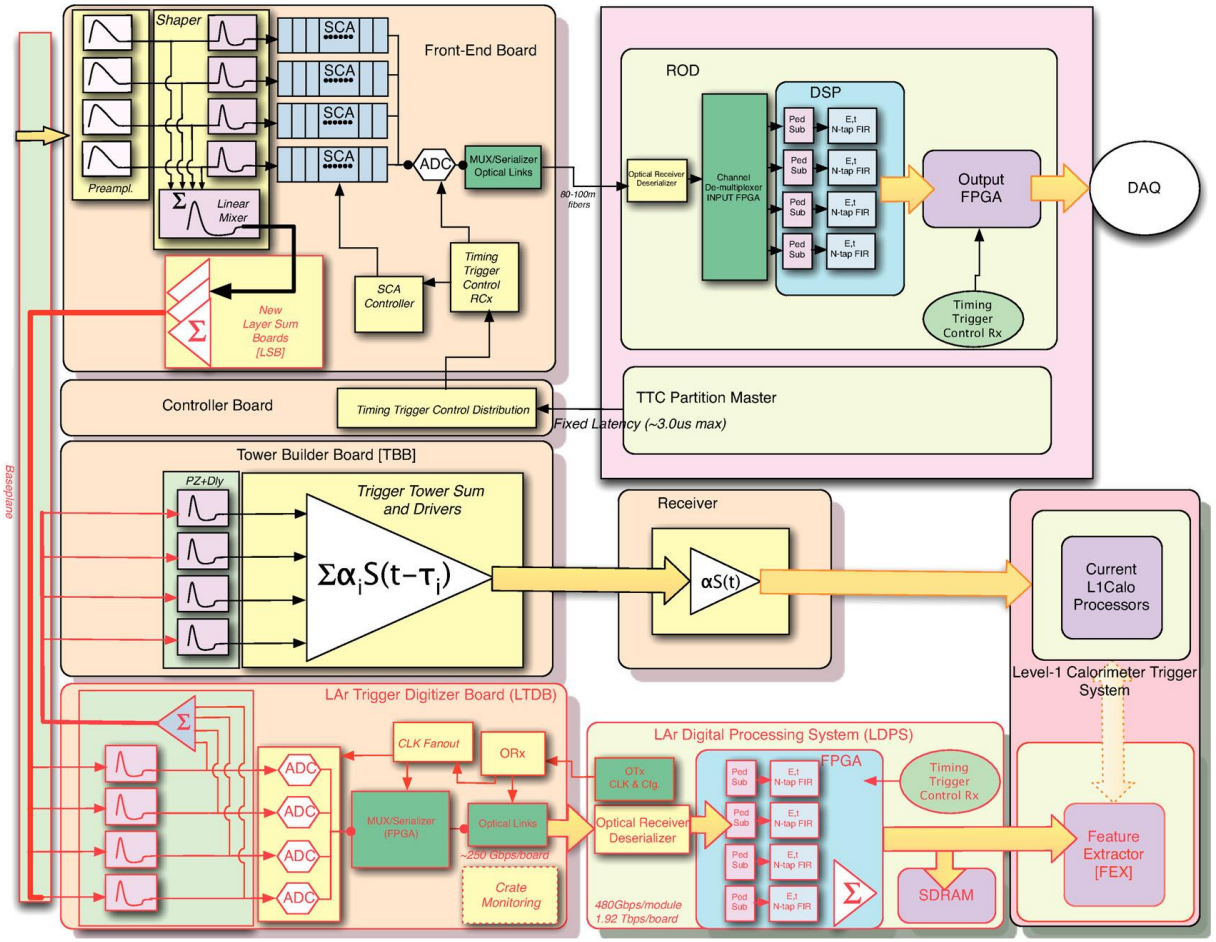
Bipolares Signal:

- Abtastung mit 40MHz

Signal der Datenauslese in Switched Capacitor Arrays gespeichert bis L1-Accept-Signal



Der Demonstrationsaufbau



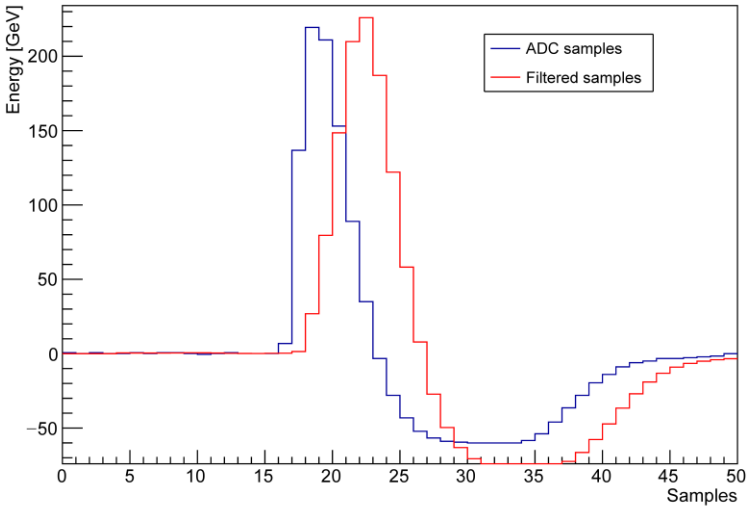
Energierekonstruktion mit Filter

$ADC(n)$ - n-tes ADC-Sample

$Ped(n)$ - n-tes Pedestal

b_k - k-ter Filterkoeffizient ($k \in (0, M-1)$)

$y(n)$ - gefiltertes Sample



$$y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} b_k \times \left(ADC(n-k) - Ped(n-k)\right)$$

$$E = \left(\max_{0 \le i \le 49-M} y(n)\right) \times ADCToMeV \times HVCorr$$