

Validierung von MC Generatoren

im Rahmen des Analysis Centers der Terascale-Allianz

Sebastian Johnert

für die MC Gruppe des Analysis Centers der Terascale-Allianz
DPG-Tagungen, Bonn 15.-19.03.2010

HepMC
Analysis



Übersicht

- Terascale-Allianz
- Monte Carlo Gruppe
- Schwerpunkt: Generatorvalidierung
 - HepMCAnalysis Tool
 - Validierungsbeispiele
 - Generatorvalidierung in Genser
- Zusammenfassung/Ausblick

Motivation

- Ziele der Teilchenphysik:
 - fundamentale Beschreibung physikalischer Gesetze
 - Ursprung der Masse
 - Verständnis von dunkler Materie
 - Vereinigung der Kräfte
 - ...
- Start von LHC → Erwartung revolutionärer Ergebnisse dieser Ziele im TeV-Energiebereich
- in diesem Zusammenhang neue Struktur in deutscher Teilchenphysik
- Gründung der Helmholtz-Allianz: Physik an der Teraskala

Physik an der Teraskala

- Forschungsnetzwerk mit 18 Universitäten, 2 Helmholtzzentren, 1 Max-Planck-Institut
- Bündnis für effiziente Zusammenarbeit, Verbindung zwischen Theoretikern und Experimentalphysikern
- Wissenschaftler von LHC, ILC, HERA, ... involviert
- Abdeckung von vier Forschungsbereichen: Teilchenphysik, Distributed Computing, Detektorentwicklung, Beschleunigerentwicklung
- Bereitstellung einer Infrastruktur für Forschungsbereiche wie u.a. National Analysis Facility (NAF), Virtual Theory Institute (VTI), Analysis Center
- siehe auch: <http://www.terascale.de/>

Analysis Center

- Betreuung von Physikern deutscher Arbeitsgruppen in allgemeiner Datenanalyse
 - Training und Ausbildung von analyserelevanten Themen durch Schulen, Workshops und Seminaren
 - Support und Assistenz von individuellen Nutzerproblemen
 - stärkt Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Instituten und Experimenten sowie zwischen Experiment und Theorie
 - betreibt eigene Forschung und leistet Beitrag zum Datenanalyseprojekt
- Support in folgenden Bereichen (neben allgemeinem Support und gemeinschaftlichen Programmen)
 - Monte Carlo Generatoren
 - Parton-Verteilungs-Funktionen
 - Statistik-Programme

MC Gruppe

- Training, Schulen, Workshops, Support und eigene Arbeit im weiten Bereich der MC Generatoren
- bildet Netzwerk für MC relevante Aktivitäten in Deutschland und anderen Instituten
- Bereiche:
 - Tuning und Validierung von MC Generatoren
 - Mitarbeit an HzTool
 - Entwicklung des HepMCAnalysis Tools
 - Weiterentwicklung von Partonschauermodellen und einigen MC Generatoren (z.B. Cascade)

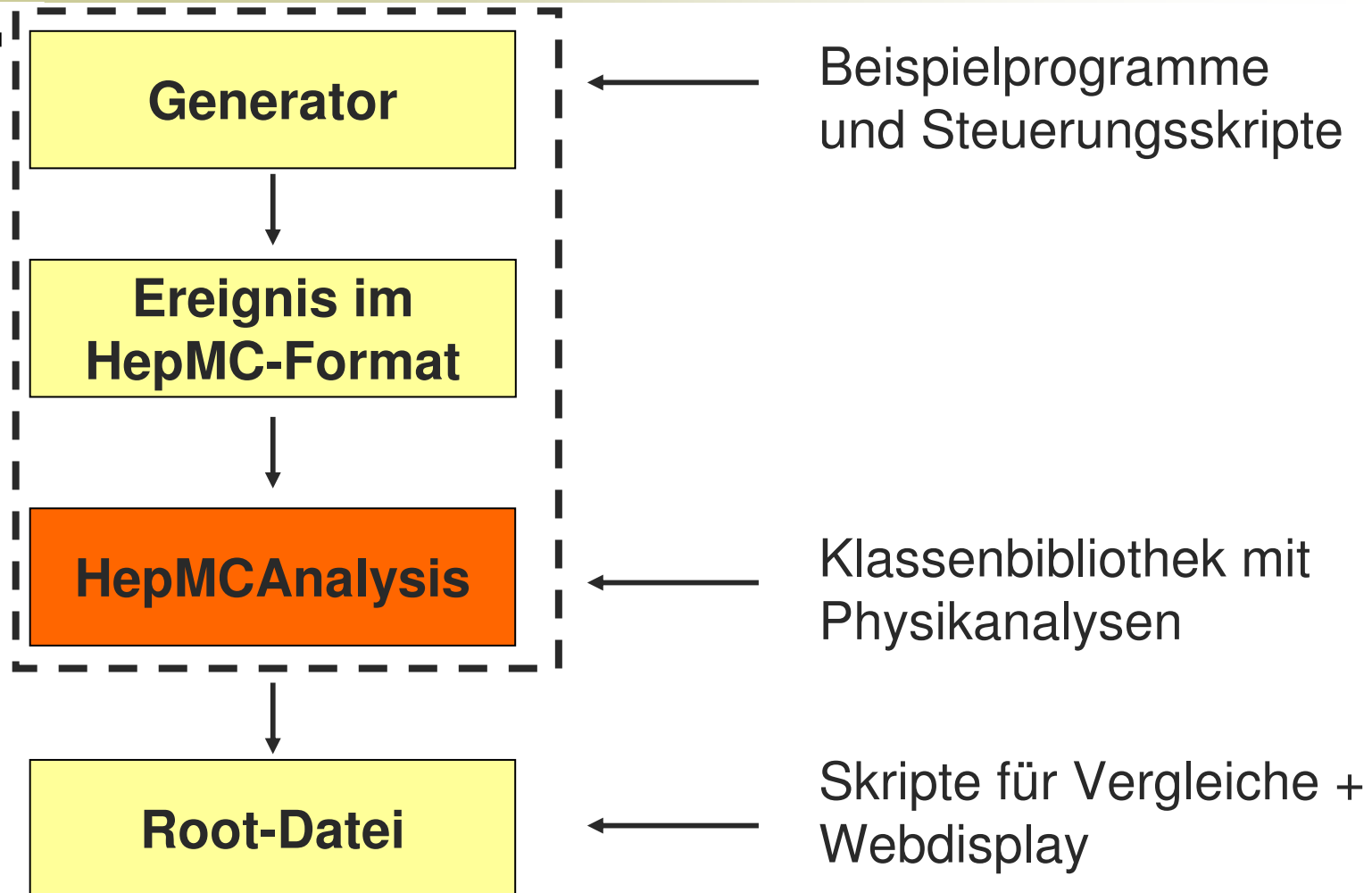
HepMCAnalysis Tool

- Framework für Generatorvalidierung und –vergleiche mit Standardprozessen
- Abdeckung verschiedener Aspekte der Ereignisgeneration (harter Prozess, Partonschauer, UE, ...) und vieler physikalischer Prozesse ($pp \rightarrow t\bar{t}$, $pp \rightarrow Z \rightarrow \tau\tau$, $pp \rightarrow \text{Dijets}$, $pp \rightarrow W/Z + \text{Jets}$, ...)
- technische Ziele:
 - robust: minimale Abhängigkeit von anderen Softwarepaketen, minimales Framework
 - einfach: leicht zu verstehender Code
 - skalierbar: einfach erweiterbar für private Analysen oder andere Anwendungen

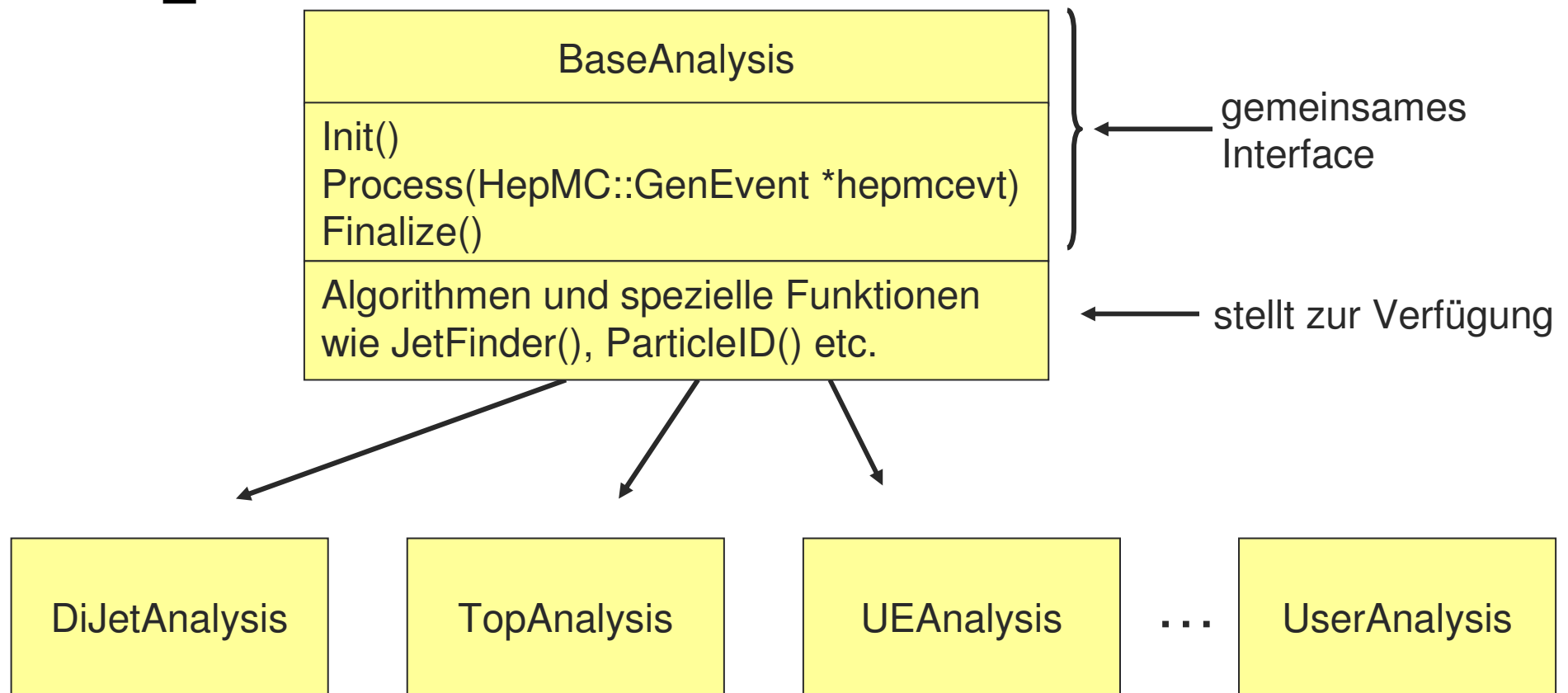
HepMCAnalysis Tool: Realisierung

- regelmäßige Releases
- verfügbar unter hepmcanalysistool.desy.de als tar- und tar.gz-Datei
- Bibliothek auch in LCG/Genser (Generator Service) verfügbar und vorinstalliert
- läuft auf allen LCG unterstützten Plattformen
- Verlinkung zu Generatorbibliotheken von Genser
 - keine lokale Installationen von MC Generatoren notwendig
 - automatische Anpassung an CERN-/DESY-Umgebung

Komponenten und Aufbau



Klassenstruktur



Anwendung

- in Genser für histogrammbasierte Validierung
 - Generierung von $O(10k)$ Ereignissen pro Prozess und Generatorversion
 - Verlinkung der histogrammbasierten Validierung auf der Genser-Validierungswebseite (siehe nächste Folien Webdisplay/Webseite)
 - Histogramme in Rootdatei zur Verfügung (in Planung)
- Validierung von MC Generatoren
- Monte Carlo Schule des Analysis Centers
- in Generatorstudien privater physikalischer Analysen
- im ATLAS-Softwareframework für Generatorvalidierung
 - Vergleich der Genser-Ergebnisse mit den ATLAS-Einstellungen
 - Validierung offizieller Datensätze
 - Regressionstest mit dem ATLAS-Softwareframework-Interface
 - nächtliche Validierungstests

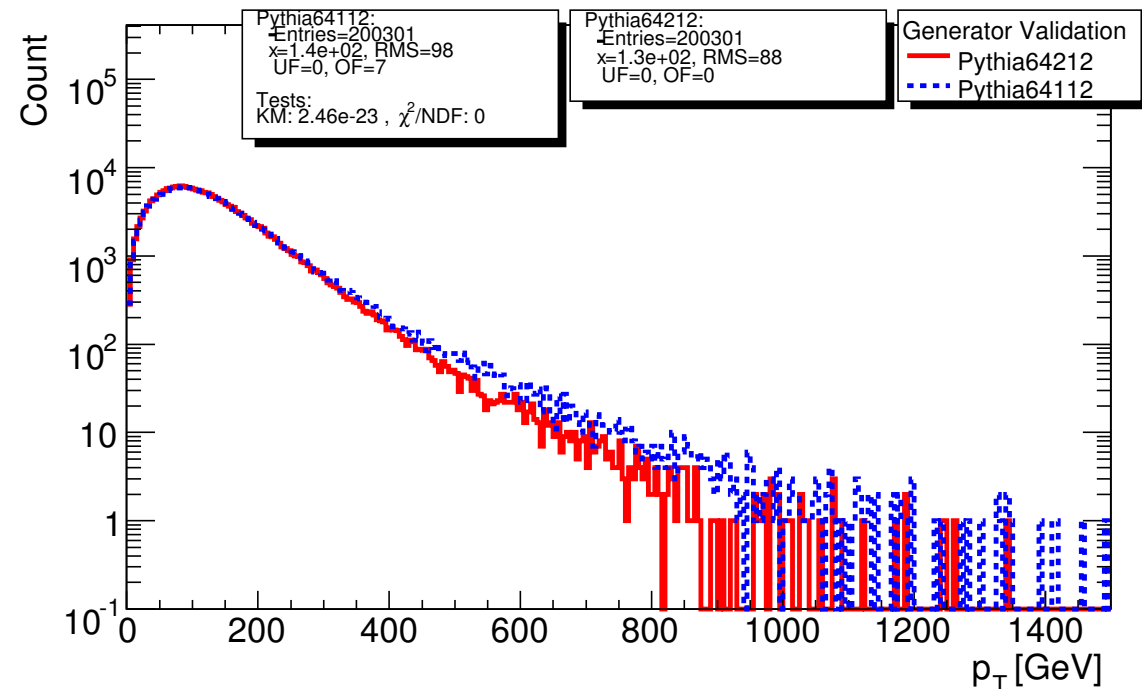
Anwendung

- in Genser für histogrammbasierte Validierung
 - Generierung von $O(10k)$ Ereignissen pro Prozess und Generatorversion
 - Verlinkung der histogrammbasierten Validierung auf der Genser-Validierungswebseite (siehe nächste Folien Webdisplay/Webseite)
 - Histogramme in Rootdatei zur Verfügung (in Planung)
- Validierung von MC Generatoren
- Monte Carlo Schule des Analysis Centers
- in Generatorstudien privater physikalischer Analysen
- im ATLAS-Softwareframework für Generatorvalidierung
 - Vergleich der Genser-Ergebnisse mit den ATLAS-Einstellungen
 - Validierung offizieller Datensätze
 - Regressionstest mit dem ATLAS-Softwareframework-Interface
 - nächtliche Validierungstests

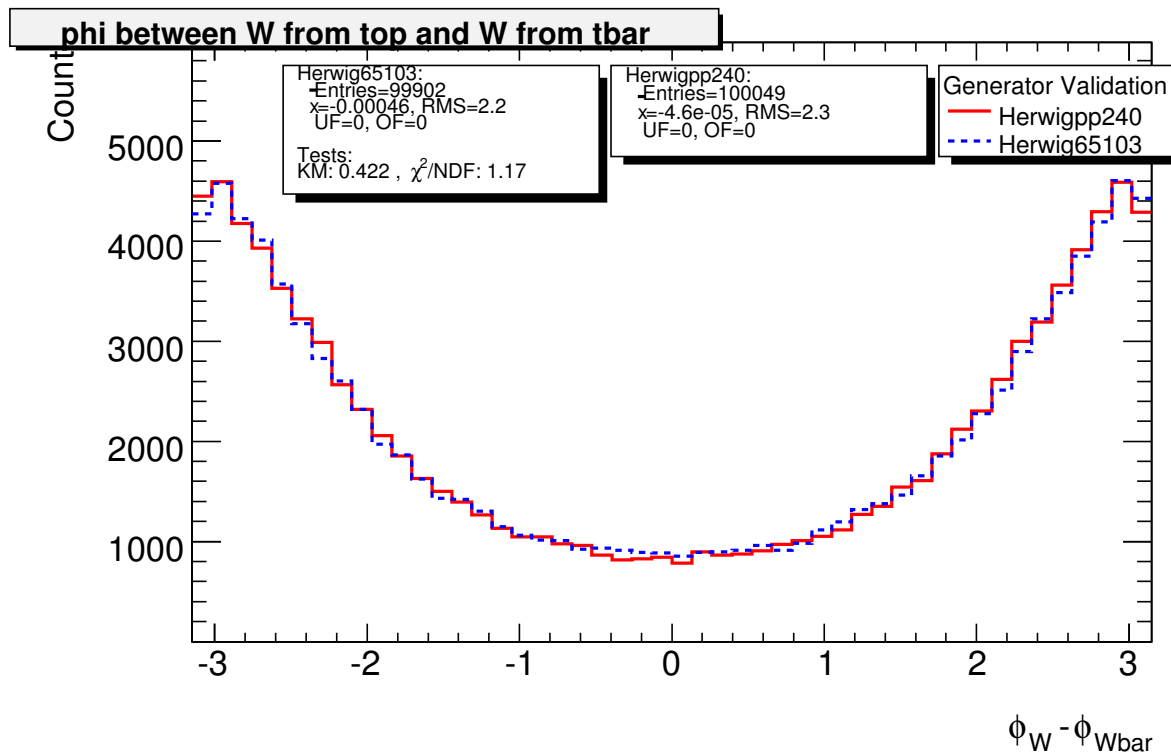
Pythia 6.4.21.2 vs. 6.4.11.2

- ttbar-Produktion
- Transversalimpuls der tops
- Unterdrückung bei höherem p_T aufgrund eines Bugs in PYPTIS von Pythia 6
→ behoben in 6.4.19

transversal momentum of top and antitop - logscale -



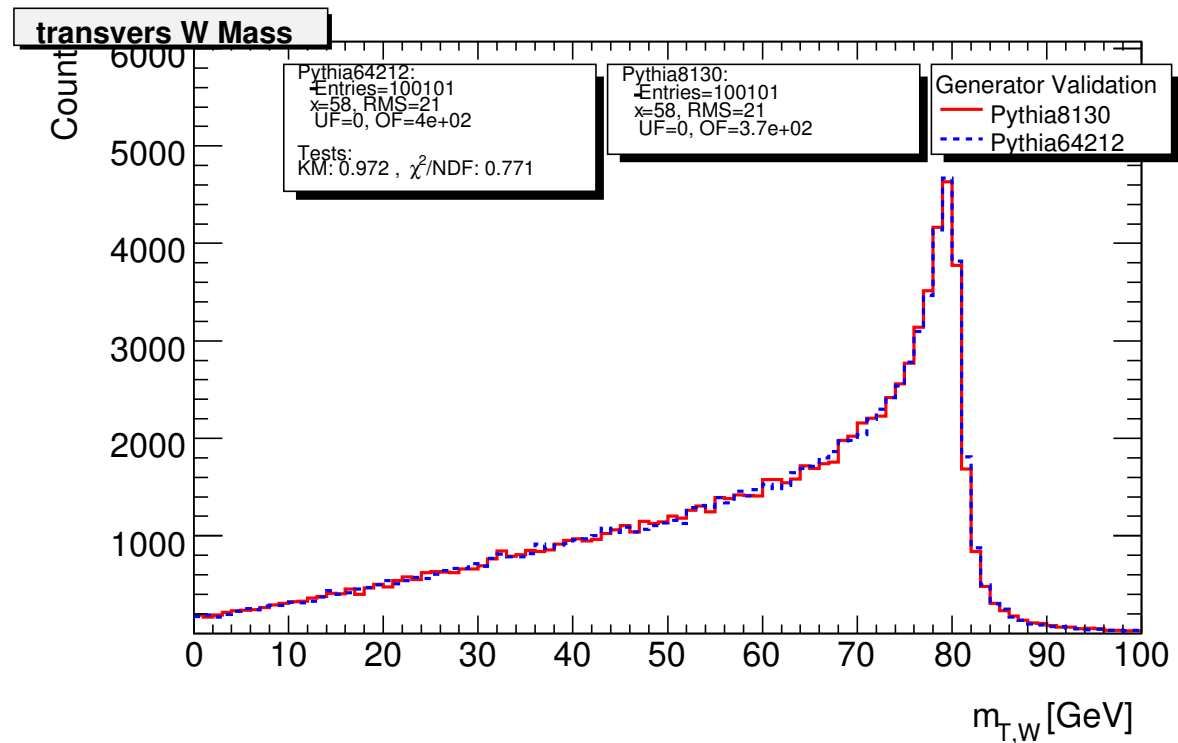
Herwig++ vs. Herwig



- Vergleich von Herwig++ 2.4.0 mit Herwig 6.5.103
- ttbar-Produktion
- Φ zwischen W vom top und W vom tbar
- gute Übereinstimmung

Pythia 8 vs. Pythia 6

- Vergleich von Pythia 8.130 und Pythia 6.4.21.2 von $pp \rightarrow W$ -Ereignisse
- transversale W-Masse dargestellt



Validierungsbeispiele

- und viele weitere Beispiele für Validierungen von MC Generatoren und Studien einzelner Anwender:
 - Helac-Phegas vs. Sherpa
 - pdf-Vergleiche
 - Vergleich verschiedener Pythia Tunes
 - ...

HepMCAnalysis Tool: Anwendung

- in Genser für histogrammbasierte Validierung
 - Generierung von $O(10k)$ Ereignissen pro Prozess und Generatorversion
 - Verlinkung der histogrammbasierten Validierung auf der Genser-Validierungswebseite (siehe nächste Folien Webdisplay/Webseite)
 - Histogramme in Rootdatei zur Verfügung (in Planung)
- Validierung von MC Generatoren
- Monte Carlo Schule des Analysis Centers
- in Generatorstudien privater physikalischer Analysen
- im ATLAS-Softwareframework für Generatorvalidierung
 - Vergleich der Genser-Ergebnisse mit den ATLAS-Einstellungen
 - Validierung offizieller Datensätze
 - Regressionstest mit dem ATLAS-Softwareframework-Interface
 - nächtliche Validierungstests

Genser-Projekt

- Genser = Generator Service Project; Teil des LHC Computing Grid-Projektes (LCG)
- stellt u.a. am CERN und DESY im afs-Dateisystem Vielzahl an MC Generatoren als Bibliotheken und Quellcode zentral zur Verfügung
- MC Generatoren vorher ausreichend getestet
- benutzt von ATLAS, CMS, ALICE und LHCb für die Generatorsoftware

Liste der Genser-Generatoren

Link zur MC
Generator-
homepage

Simulation Project - MC Event Generator Services Subproject - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://lcgapp.cern.ch/project/simu/generator/

Simulation Project - MC Eve...

Overview of available MC event generators

	deprecated	supported	not validated yet
alpgen	2.1.3d.2	2.1.3d	2.1.3b 2.1.3 2.1.2 2.1.1
baurmc	1.0		
cascade	2.0.1	1.2.10	
charybdis	1.003hp	1.003h 1.003	
evtgenhc	9.1	8.16 8.15.1	8.15 8.14
herwig	6.510	6.510.2 6.510.3	
herwigpp	2.4.2	2.4.1 2.4.0 2.3.2 2.3.1	2.3.0 2.2.1 2.2.0 2.1.4 2.1.2 2.1.1 2.1.0 2.0.3 2.0.2 2.0.1
hijing	1.383bs.2		
hydjet	1.6	1.5 1.4 1.3 1.2 1.1	
isajet	7.75	7.75.2 7.69 7.69.2	
jimmy	4.31	4.31.2 4.31.3 4.2	
lhpdf	5.8.1	5.8.0 5.7.1 5.7.0 5.6.0 5.5.1.a	5.5.1 5.4.1 5.4.0 5.3.1 5.3.0 5.2.3
mcatnlo	3.41	3.4 3.31	
nlojet++	4.0.1	4.1.2	
phojet	1.10	1.10.2	
photos	215	215.2 215.3 215.4 215.5	
pomwig	2.0	2.0.2	
powheg	1.0		
pyquen	1.5	1.4 1.3 1.2 1.1	
pythia6	422	422.2 421 421.2 420 420.2 419.ac 419.ac.2 419 419.2 418 418.2 416 416.2 415.2 414.2 413.2 412 412.2 411 411.2 411.3 410 410.2 40	
pythia8	135	130 125 120 108 107.1 107 105 100 095.1 095 090 080 070 060	
sherpa	1.2.0.2p	1.2.0 1.1.3.2p 1.1.3.2 1.1.3 1.1.2.2p 1.1.2.2 1.1.1 1.1.0 1.0.11p 1.0.10 1.0.9 1.0.8	
stagen	1.11		
tauola	28.121	28.121.2 27.121 27.121.2 27.121.3 27.121.5	
thepeg	1.6.1	1.6.0 1.5.0 1.4.2 1.4.1 1.4.0 1.3.0 1.2.0 1.1.2 1.1.1 1.1.0 1.0.1	
toprex	4.23		
winhac	1.31	1.24 1.23	

These generators are available in /afs/cern.ch/sw/lcg/external/MCGenerators/
For more information please refer to [GENSER](http://lcgapp.cern.ch/project/simu/generator/) web page.

http://lcgapp.cern.ch/project/simu/generator/

Done

Übersicht von MC Vali- dierungstools

<http://lcgapp.cern.ch/project/simu/generator/>

Generatorvalidierung

Validierung in
Genser mit
Hilfe von
HepMC-
Analysis Tool

Generators Validation - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://lcgapp.cern.ch/project/simu/generator/genval.html

Generators Validation

Generator Services Last modified 02/24/2010 13:44:07

Validation by versions

- Alpgen: [2.1.3d.2](#) [2.1.3d](#) [2.1.3b](#) [Alpgen](#)
- Cascade: [2.0.1](#) [Cascade](#)
- Charybdis: [1.003](#) [1.003hp](#)
- EvtGenLHC: [9.1](#) [8.16](#) [EvtGenLHC](#)
- Herwig: [6.510.3](#) [6.510\(x\)](#)
- Herwig++: [2.4.2](#) [2.4.1](#) [2.4.0](#) [2.3.2](#) [2.3.1](#) [2.3.0](#) [2.2.1](#) [2.2.0](#) [2.1.x](#) [2.0.x](#)
- Hydjet: [1.6](#) [Hydjet](#)
- Isajet: [Isajet](#)
- Jimmy: [Jimmy](#)
- LHAPDF: [5.8.1](#) [5.8.0](#) [5.7.1](#) [5.7.0\(32\)](#) [5.7.0\(64\)](#) [5.6.0](#) [5.5.1\(a\)](#) [5.4.1](#) [5.4.0](#) [LHAPDF](#)
- MCatNLO: [3.41](#) [3.4](#)
- Phojet: [1.10\(2\)](#)
- Photos: [215.4](#) [215.5](#) [Photos](#)
- Pomwig: [2.0\(2\)](#)
- Powheg: [1.0](#)
- Pyquen: [Pyquen](#)
- Pythia6: [422\(2\)](#) [421\(2\)](#) [420\(2\)](#) [419.2 to 411.2](#) [419\(ac\)\(2\)](#) [418\(2\)](#) [416](#) [416.2](#) [415.2](#) [414.2](#) [Pythia6](#) [b \$\bar{b}\$ test1](#) [b \$\bar{b}\$ test2](#) [D \$\bar{D}\$ test](#)
- Pythia8: [135](#) [130](#) [125](#) [120](#) [108](#) [107.1](#) [107](#) [105](#) [Pythia8](#)
- Sherpa: [1.2.0.2p](#) [1.2.0\(2\)](#) [1.1.3.2p](#) [1.1.3\(2\)](#) [1.1.2\(2p\)](#) [1.1.2\(2\)](#) [1.1.1](#) [1.1.0](#) [1.1.0mass](#) [1.0.11p](#) [Sherpa](#)
- Tauola: [28.121](#) [28.121.2](#) [27.121.5](#) [Tauola](#)
- TopRex: [4.23](#)
- Winhac: [1.31](#) [Winhac](#)
- MC-Tester: [1.212](#)

Validation using HepMC Analysis Tool

Validation with Rivet

- herwig: [6.510](#)
- pythia6: [422](#) [420](#) [418](#) [415](#) [413](#) [412](#) [411](#)

Validation on Windows

Done

http://lcgapp.cern.ch/project/simu/generator/genval.html

Generatorvalidierung

HepMC Analysis Tool Validation

Generator Services Last modified 02/05/2010 14:46:20

PYTHIA6: [Di-Jets Top Tau Z W+Jet](#) (6.422.2 ok)*
PYTHIA8: [Di-Jets Top Tau Z W+Jet](#) (8.135 ok)
HERWIG6: [Di-Jets Top Tau Z W+Jet](#) (6.510 ok)
HERWIG++: [Di-Jets Top Tau Z W+Jet](#) (2.4.2 ok)
CASCADE: [Di-Jets Top](#) (2.0.2 ok)

Latest generator version (above in parantheses) is validated against previous generator version(s).
*Something needs to be clarified/cross-checked

Todo-list (suggestions welcome)

Contact: albert.knutsson@desy.de

Home of the HepMCAnalysis Tool: <http://hepmcanalysistool.desy.de/>

validierte Generatoren
sortiert nach Analyse

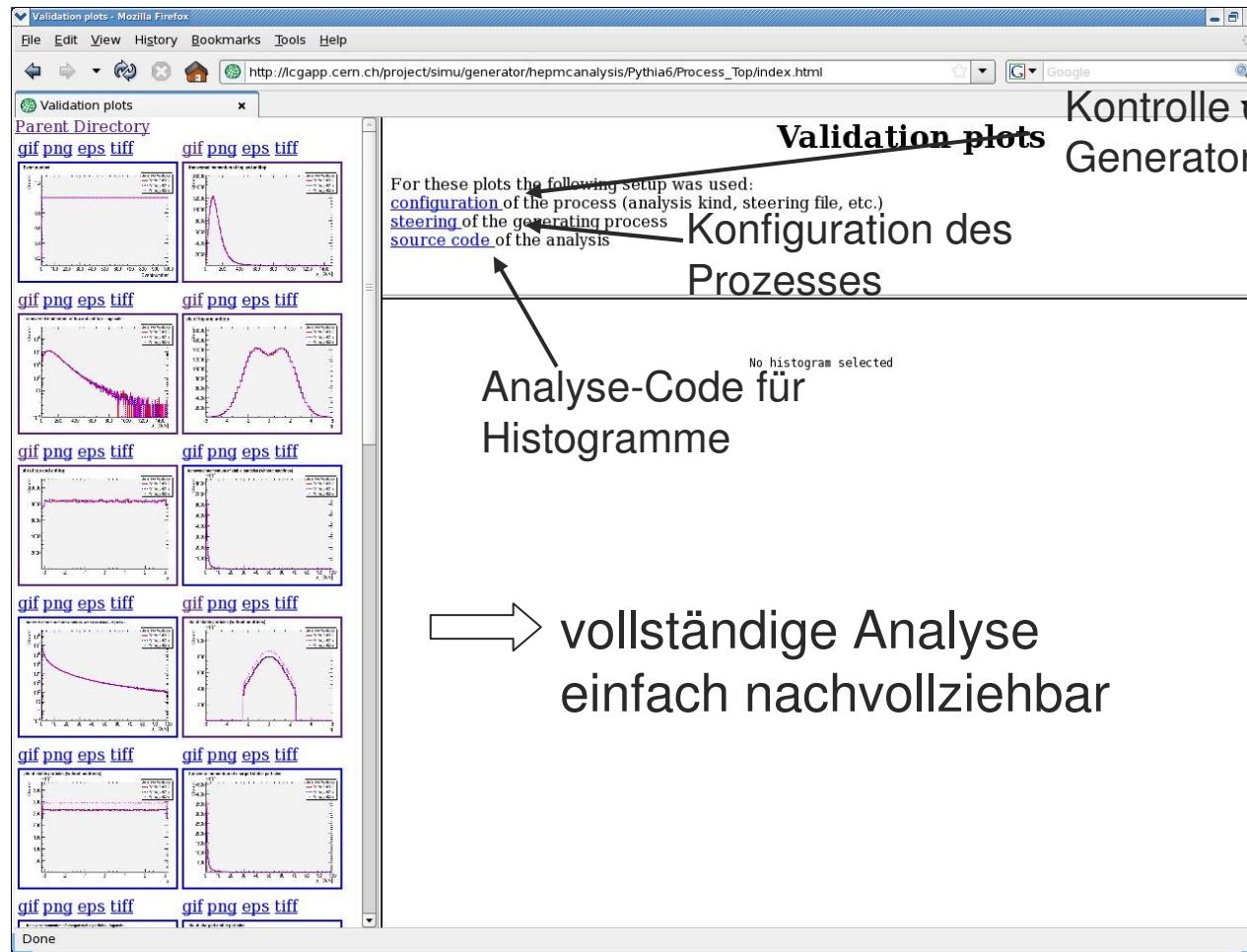
Todo-Liste

Vorschläge an

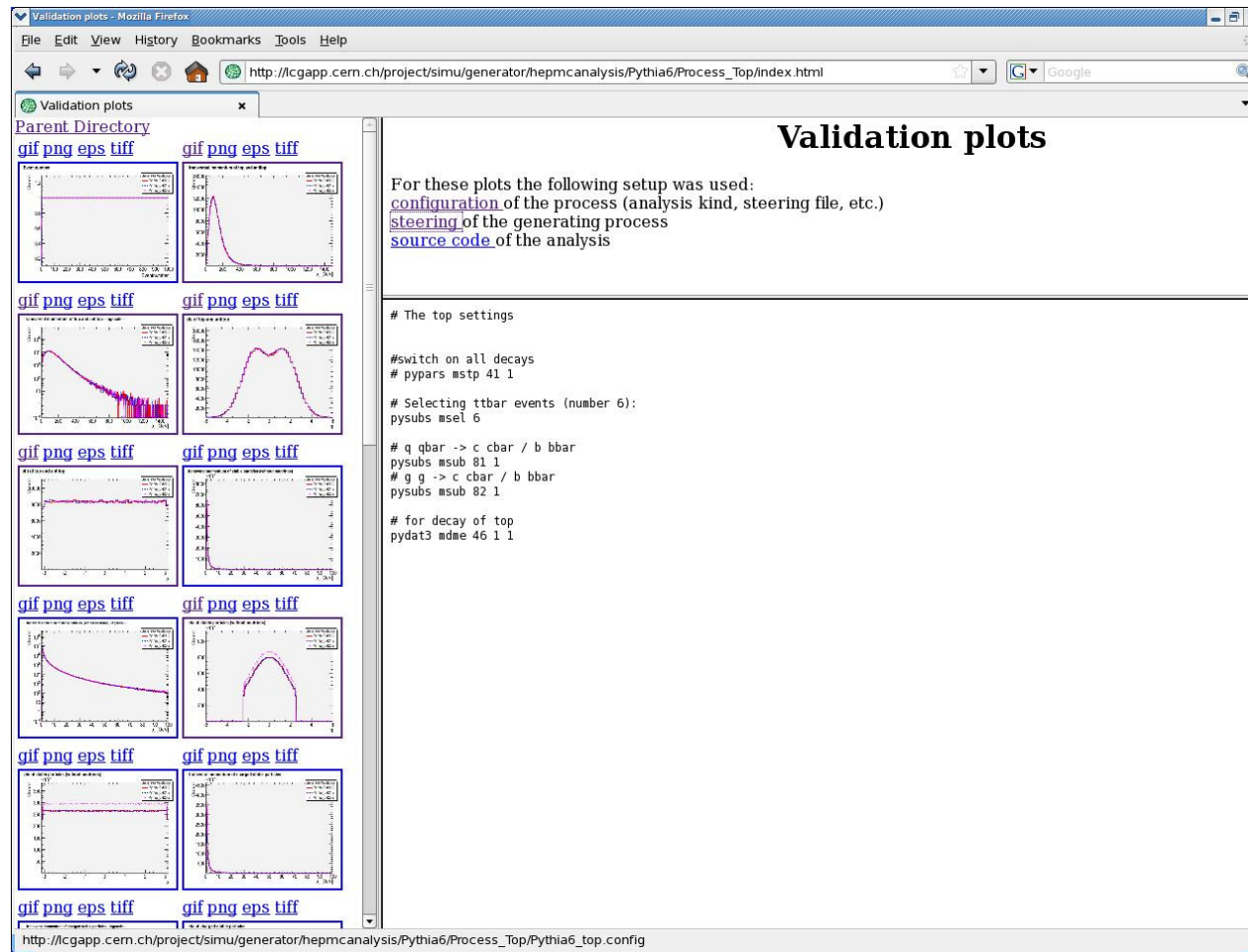
Link zur HepMCAnalysis Tool Webseite

<http://lcgapp.cern.ch/project/simu/generator/hepmcanalysis/hepmcanalysis.html>

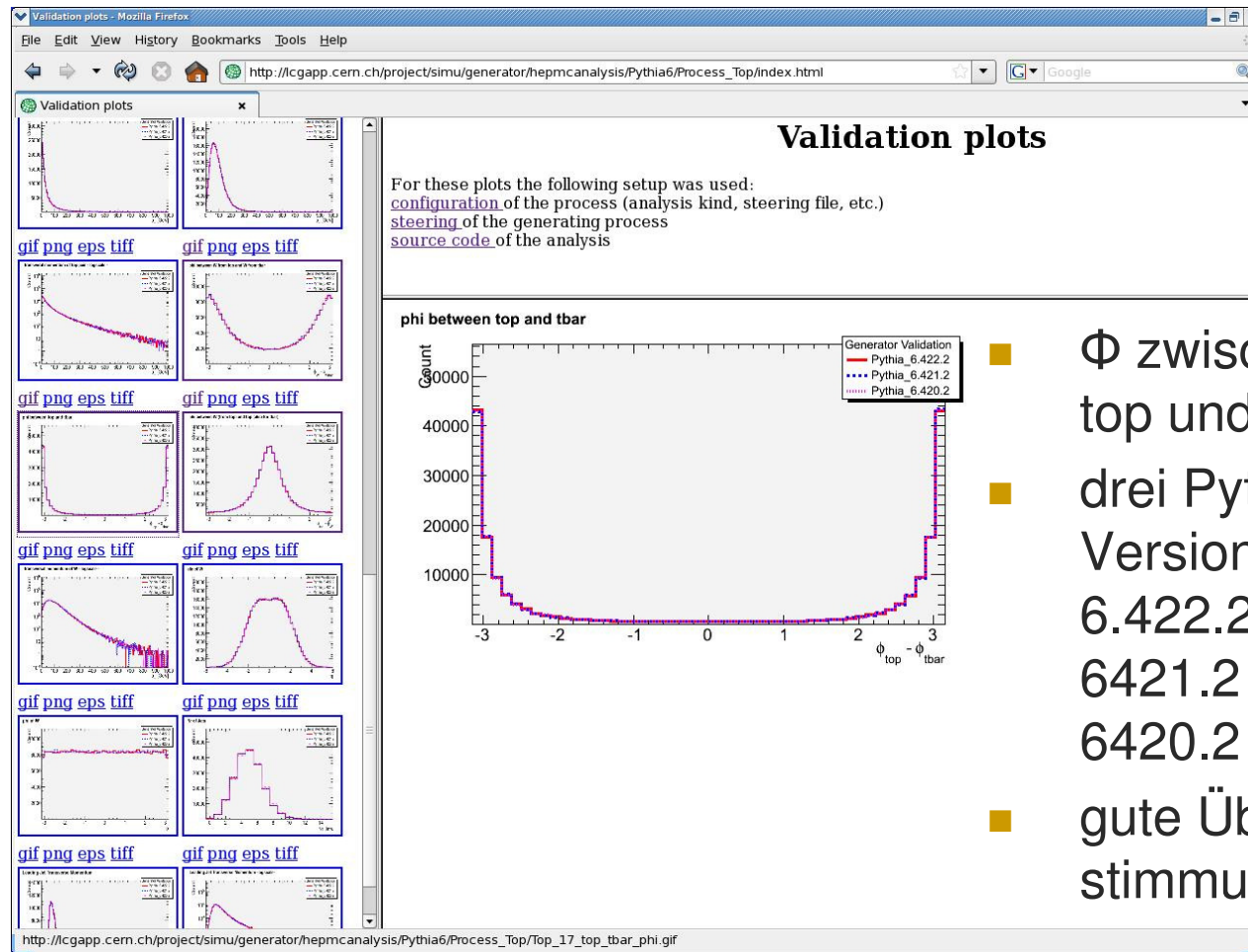
Beispiel: Pythia6, pp→ttbar



Beispiel: Pythia6, $pp \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$

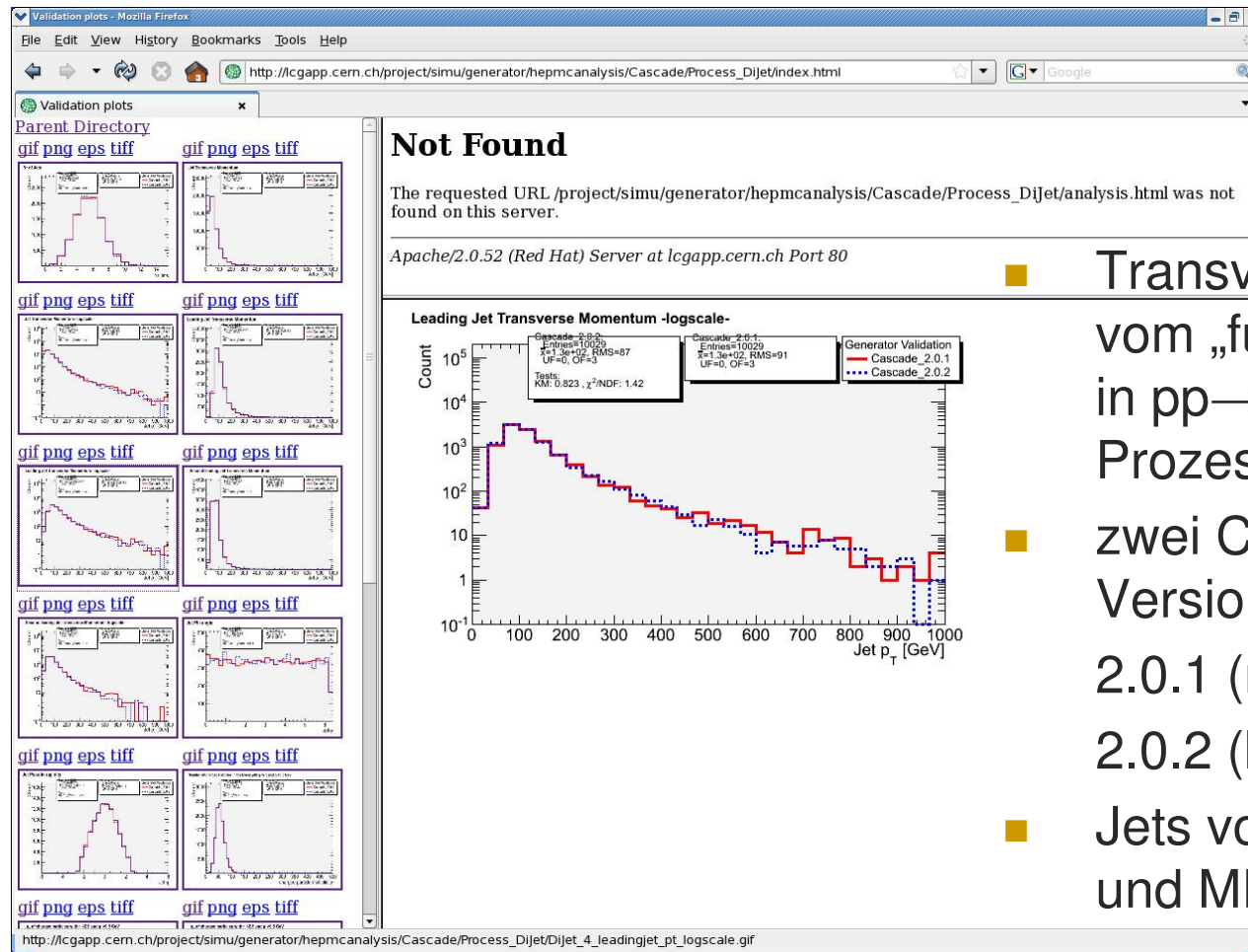


Beispiel: Pythia6, $pp \rightarrow t\bar{t}$



- Φ zwischen top und tbar
- drei Pythia6-Versionen: 6.422.2 (rot), 6421.2 (blau), 6420.2 (lila)
- gute Übereinstimmung

Beispiel: Cascade, $pp \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$



- Transversalimpuls vom „führenden“ Jet in $pp \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$ -Prozessen
- zwei Cascade-Versionen: 2.0.1 (rot), 2.0.2 (blau)
- Jets von ISR, FSR und ME

Zusammenfassung/Ausblick

- Vorstellung von MC Gruppe des Analysis Centers der Helmholtz-Allianz Physik an der Teraskala
- Schwerpunkt Generatorvalidierung
- in diesem Rahmen Vorstellung von
 - HepMCAnalysis Tool
 - Validierungsbeispiele
 - Generatorvalidierung in Genser
- Ausblick:
 - Validierung weiterer Generatoren bei Genservalidierung
 - Einbindung des HepMCAnalysis Tools in nächtliche Tests von Genser

Backup

Übersicht

- Motivation
- Infrastruktur
- Schwerpunkt: Generatorvalidierung
 - Genser
 - HepMCAnalysis Tool
 - Beispiel
- Zusammenfassung/Ausblick

Motivation

- Ziele der Teilchenphysik:
 - fundamentale Beschreibung physikalischer Gesetze
 - Ursprung der Masse
 - Verständnis von dunkler Materie
 - Vereinigung der Kräfte
 - ...
- Start von LHC und Vorbereitungen für ILC → Erwartung revolutionärer Ergebnisse dieser Ziele
- Erreichung optimaler Platzierung deutscher Teilchenphysik → neue Struktur in Deutschland
- Gründung der Helmholtz-Allianz: Physik an der Teraskala

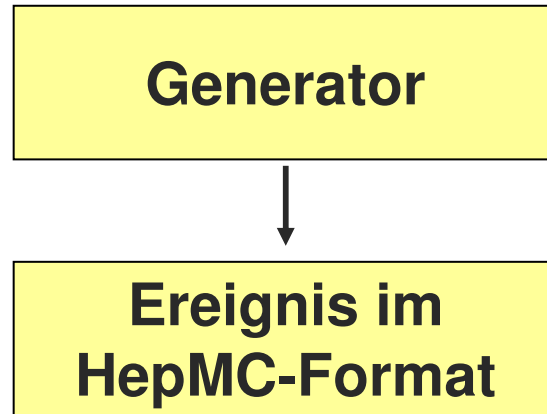
MC Gruppe

- Training, Schulen, Workshops, Support und eigene Arbeit im weiten Bereich der MC Generatoren
- baut auf DESY-Erfahrung auf
- bildet Netzwerk für MC relevante Aktivitäten in Deutschland und anderen Instituten
- Bereiche:
 - Tuning und Validierung von MC Generatoren
 - Entwicklung von HzTool, Rivet, HepMCAnalysis Tool
 - Weiterentwicklung von Partonschauermodellen und einigen MC Generatoren (CASCADE)
- hier: Beteiligung an MC Generatorvalidierung in Genser mit Hilfe des HepMCAnalysis Tools

HepMCAnalysis Tool

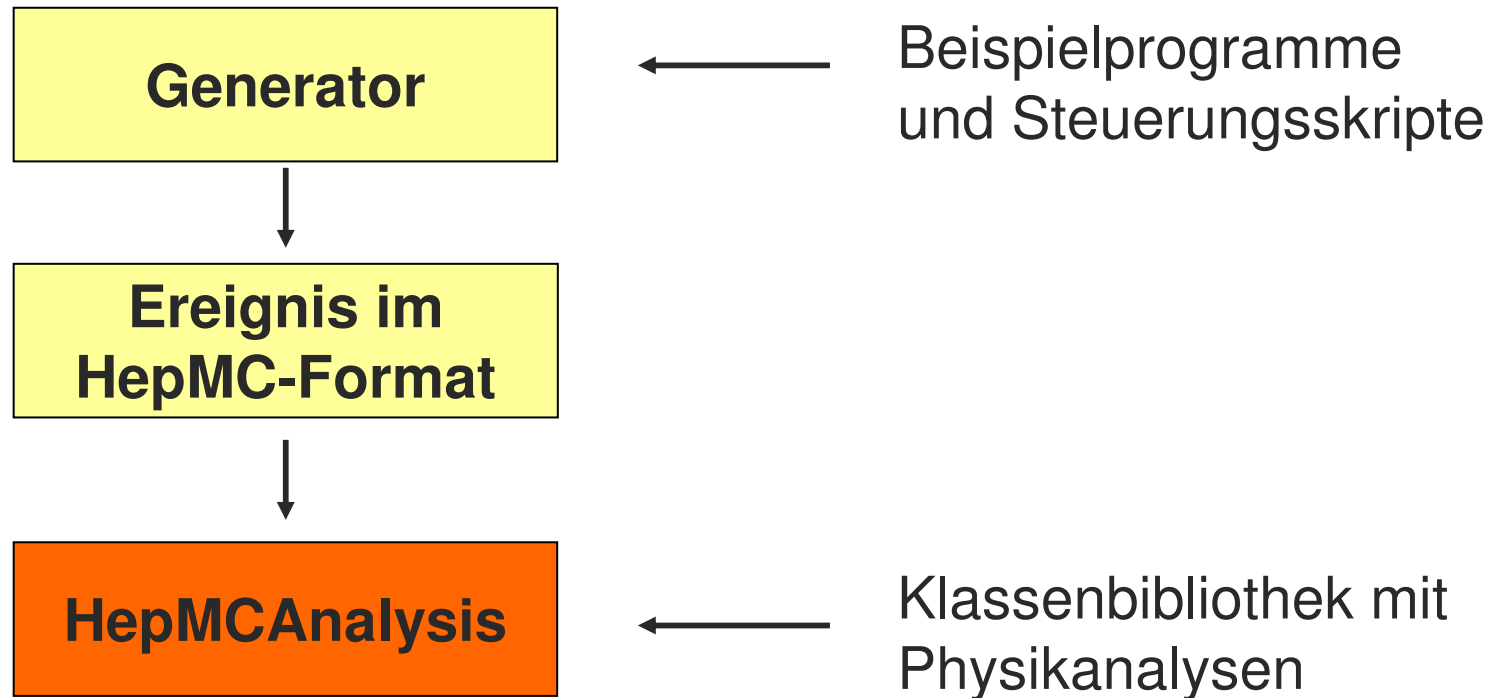
- Framework für Generatorvalidierung und –vergleiche mit Standardprozessen
- Abdeckung verschiedener Aspekte der Ereignisgeneration (harter Prozess, Partonschauer, UE, ...) und vieler physikalischer Prozesse ($pp \rightarrow t\bar{t}$, $pp \rightarrow Z \rightarrow \tau\tau$, $pp \rightarrow \text{Dijets}$, $pp \rightarrow W/Z + \text{Jets}$, ...)
- regelmäßige Releases, verfügbar unter hepmcanalysistool.desy.de als tar- und tar.gz-Datei
- Bibliothek auch in LCG/Genser (Generator Service) verfügbar und vorinstalliert
- läuft auf allen LCG unterstützten Plattformen
- Verlinkung zu Generatorbibliotheken von Genser
 - keine lokale Installationen von MC Generatoren notwendig
 - automatische Anpassung an CERN-/DESY-Umgebung

Komponenten und Aufbau

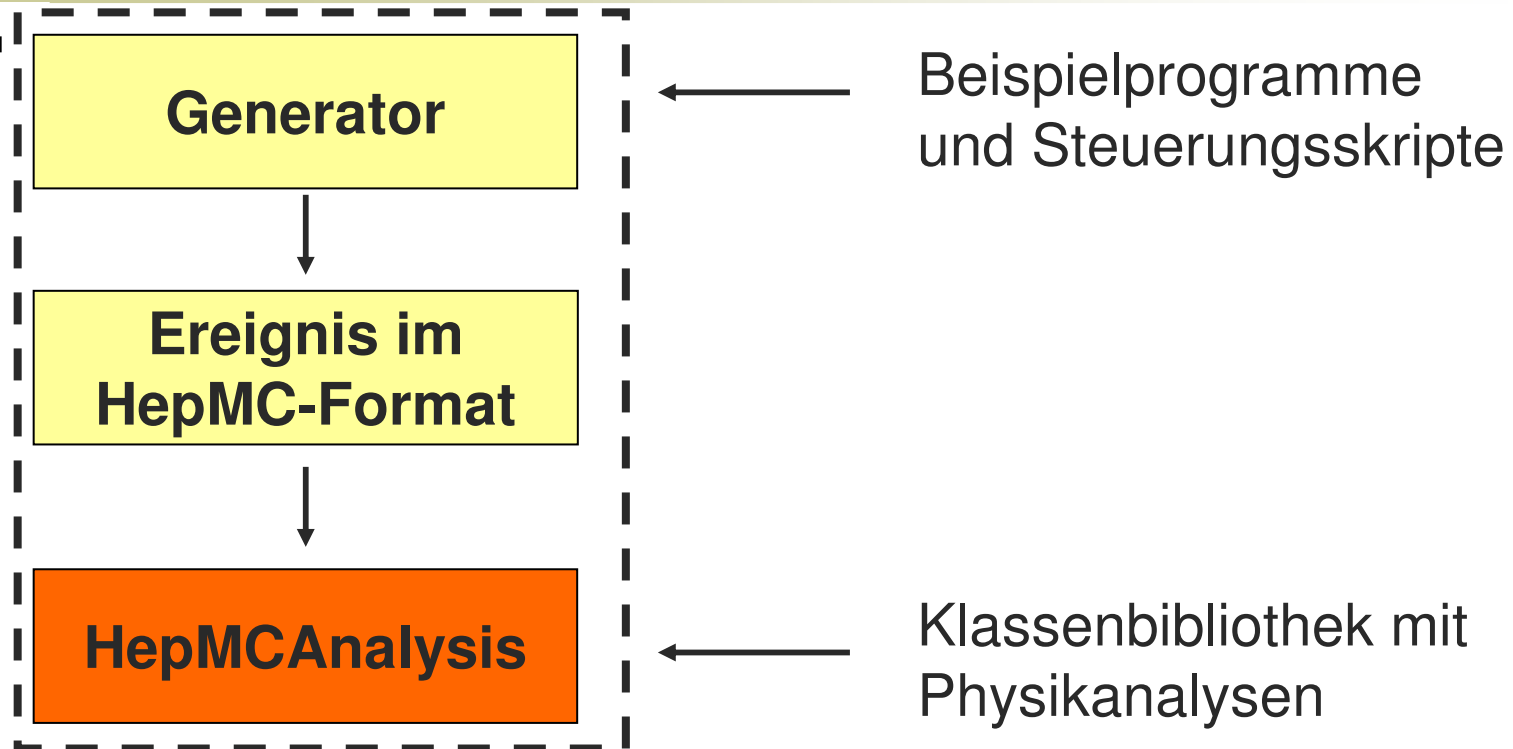


← Beispielpprogramme
und Steuerungsskripte

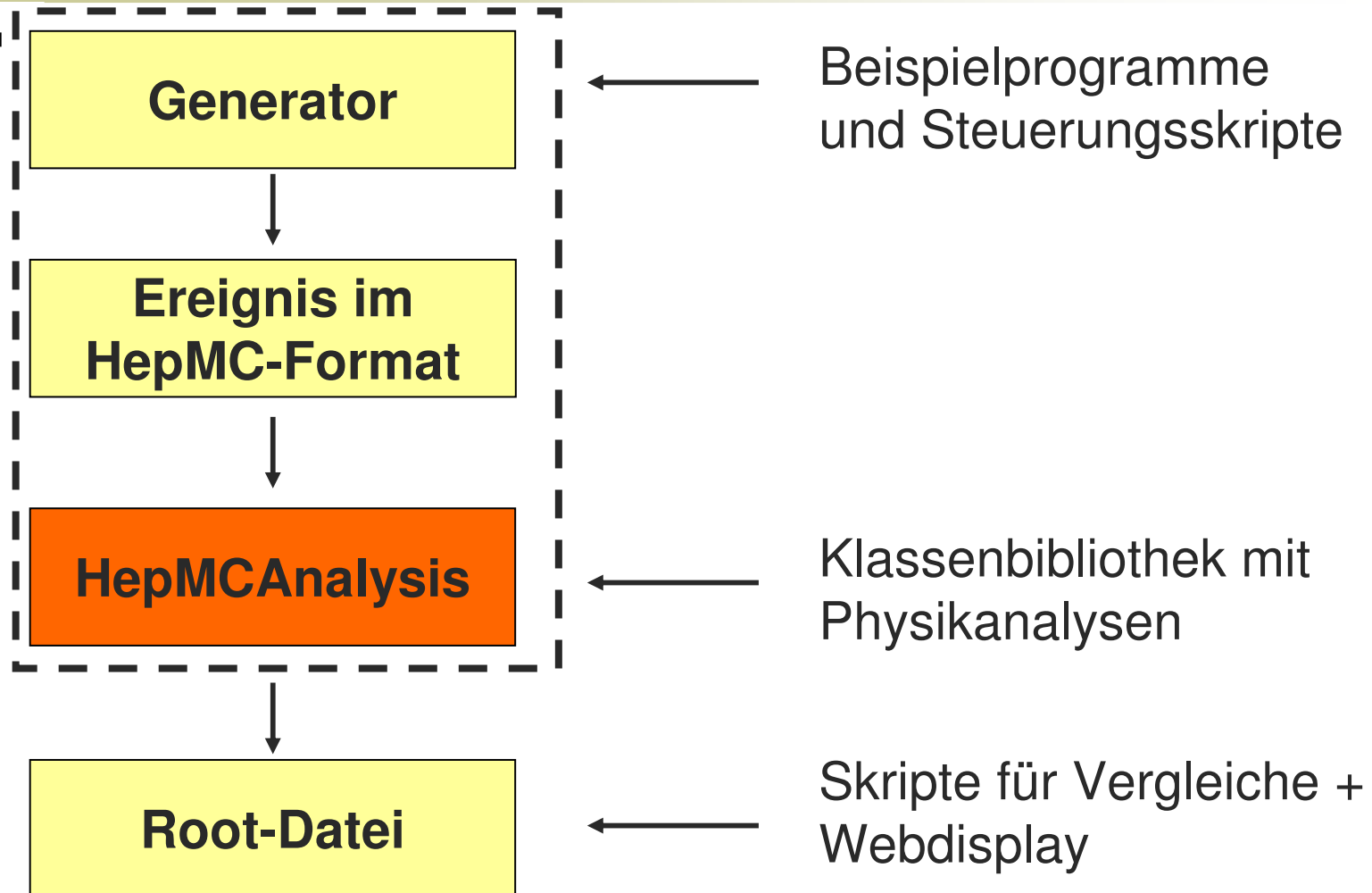
Komponenten und Aufbau



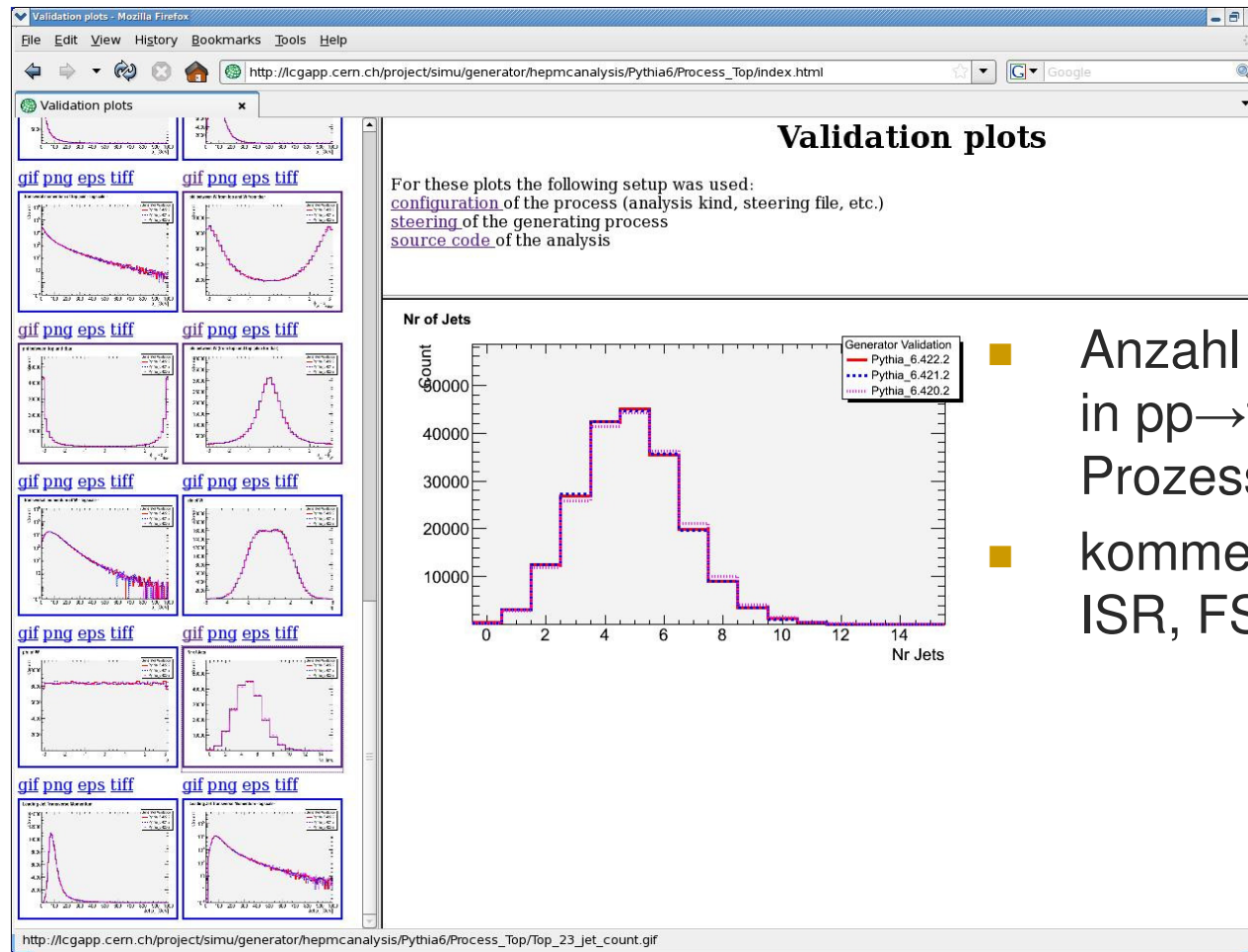
Komponenten und Aufbau



Komponenten und Aufbau

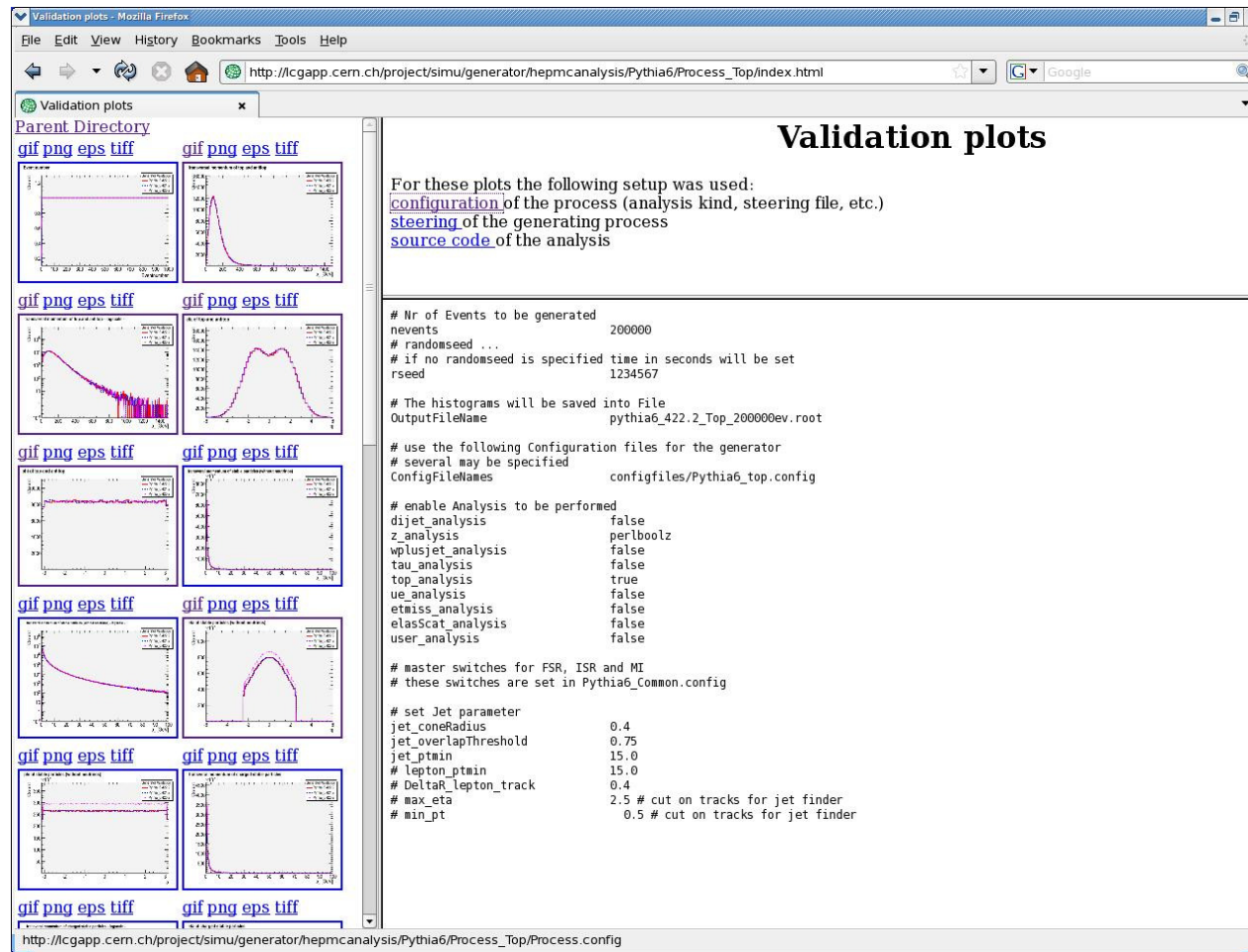


Beispiel: Pythia6, $pp \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$

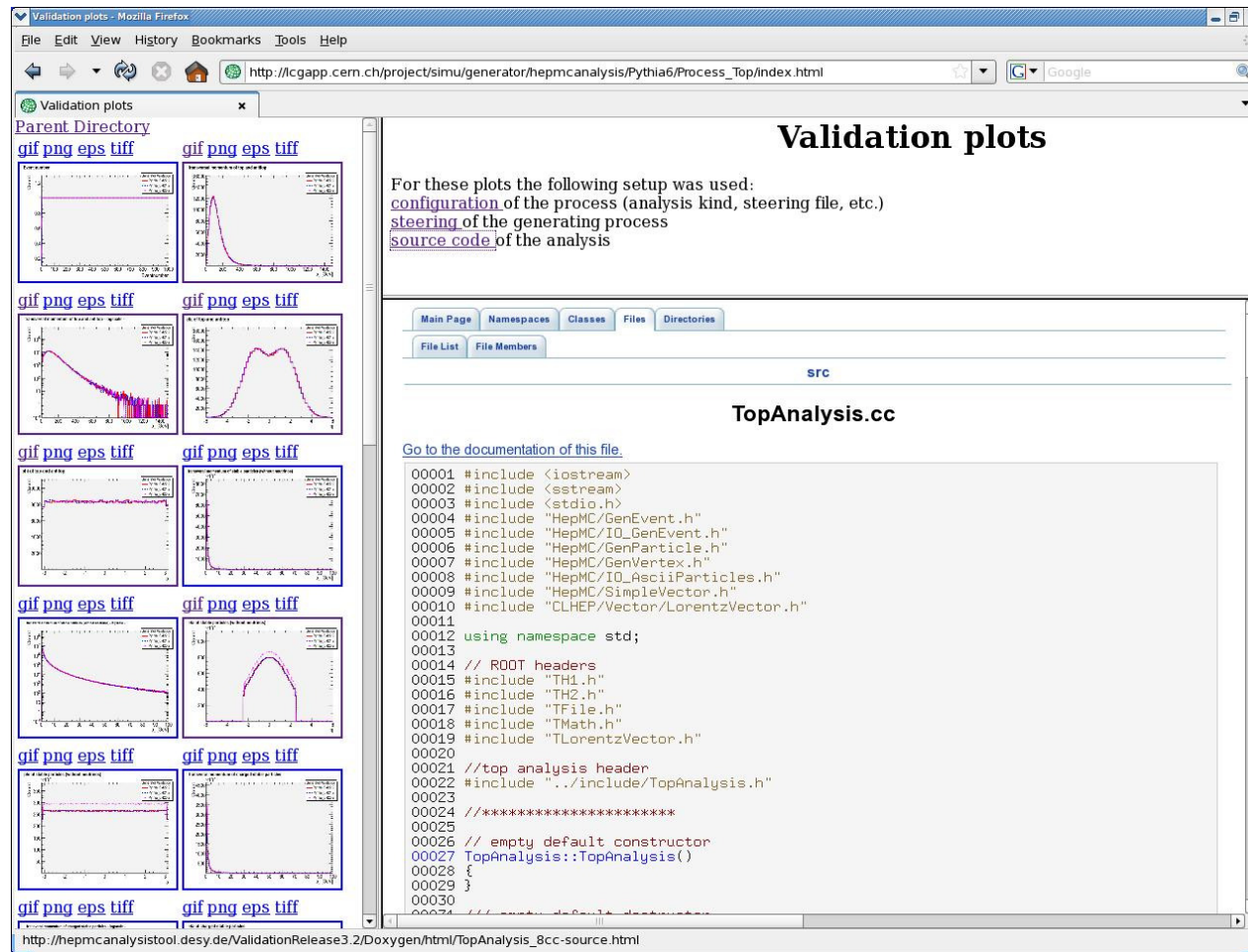


- Anzahl von Jets in $pp \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$ -Prozessen
- kommen von ISR, FSR und MI

Beispiel: Pythia6, $pp \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$



Beispiel: Pythia6, $pp \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$



Zusammenfassung/Ausblick

- Vorstellung von MC Gruppe des Analysis Centers der Helmholtz-Allianz Physik an der Teraskala
- Schwerpunkt Generatorvalidierung
- in diesem Rahmen Vorstellung von
 - Genser
 - HepMCAnalysis Tool
 - Beispiel: Pythia6 $pp \rightarrow t\bar{t}$, Cascade $pp \rightarrow t\bar{t}$
- Ausblick:
 - Validierung weiterer Generatoren
 - Einbindung des HepMCAnalysis Tools in nächtliche Tests von Genser