



Masterclasses

Die Suche nach dem Higgs-Boson

Workshop mit echten LHC Daten des ATLAS-
Experimentes

Vorschau

- Einführung 1 20' (14:00)
- Teilchenidentifikation 30' (14:20)
- Einführung 2 30' (14:50)
- Eventidentifikation 60' (15:20)
- Datenpaketanalyse 30' (16:20)
- Diskussion 30' (16:50)

Teil 1 - Einführung

Ziele des Workshops

- Kennenlernen eines Experimentes, mit dem man die Struktur des Protons erfassen kann

- Kennenlernen eines Experimentes, mit dem man die Struktur des Protons erfassen kann
- Verstehen wie Physiker das Higgs-Boson nachgewiesen haben

- Kennenlernen eines Experimentes, mit dem man die Struktur des Protons erfassen kann
- Verstehen wie Physiker das Higgs-Boson nachgewiesen haben
- Teilchen identifizieren und Kollisionsergebnisse (Proton-Proton am LHC) klassifizieren können

Teil 1 - Einführung

Ziele des Workshops

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Teil 1 - Einführung

Ziele des Workshops

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Teil 1 - Einführung

Ziele des Workshops

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Fachwissen:

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Fachwissen:

“erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1)”

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Fachwissen:

“erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1)”

Erkenntnisgewinnung:

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Fachwissen:

“erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1)”

Erkenntnisgewinnung:

“benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6)”

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Fachwissen:

“erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1)”

Erkenntnisgewinnung:

“benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6)”

Kommunikation:

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Fachwissen:

“erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1)”

Erkenntnisgewinnung:

“benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6)”

Kommunikation:

“recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2)”

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Fachwissen:

“erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1)”

Erkenntnisgewinnung:

“benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6)”

Kommunikation:

“recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2)”

Bewerten:

Warum ist dieser Workshop interessant für Sie?

Lehrplan NRW - Leistungskurs - Inhaltsfeld 5:

Fachwissen:

“erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1)”

Erkenntnisgewinnung:

“benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6)”

Kommunikation:

“recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2)”

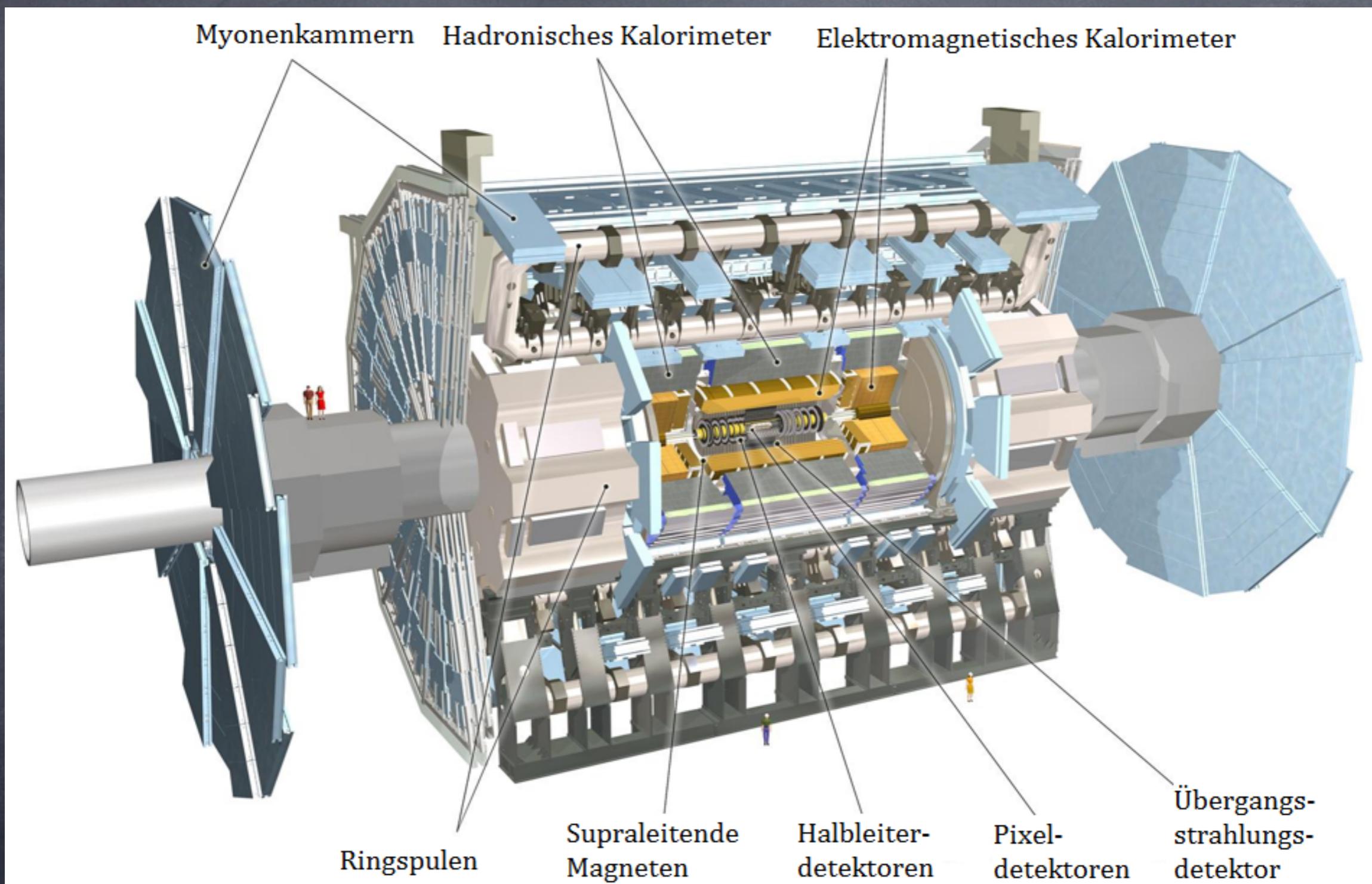
Bewerten:

“”

Einführung 1

- ATLAS-Detektor und ATLAS Event Display

Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung

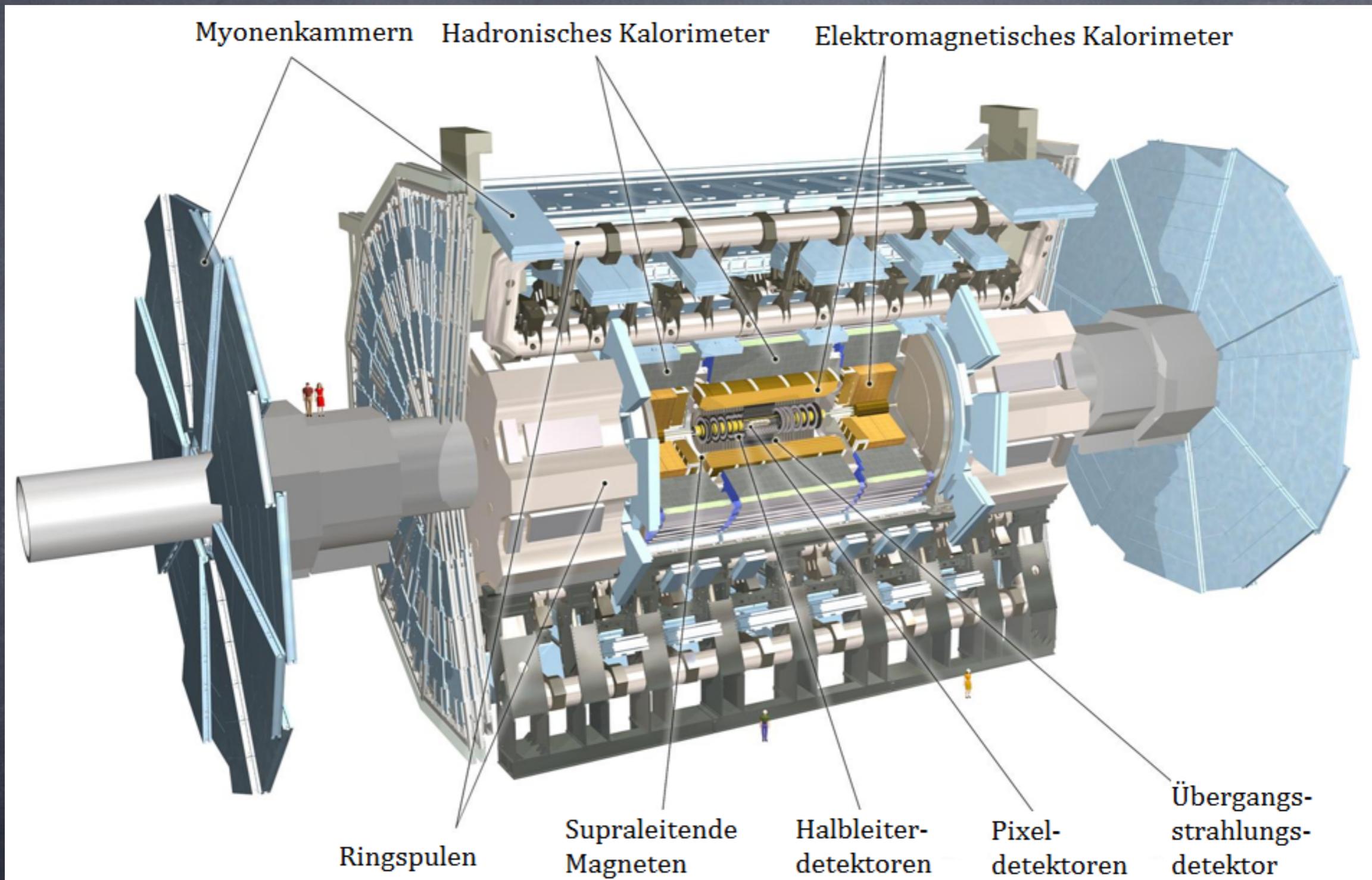
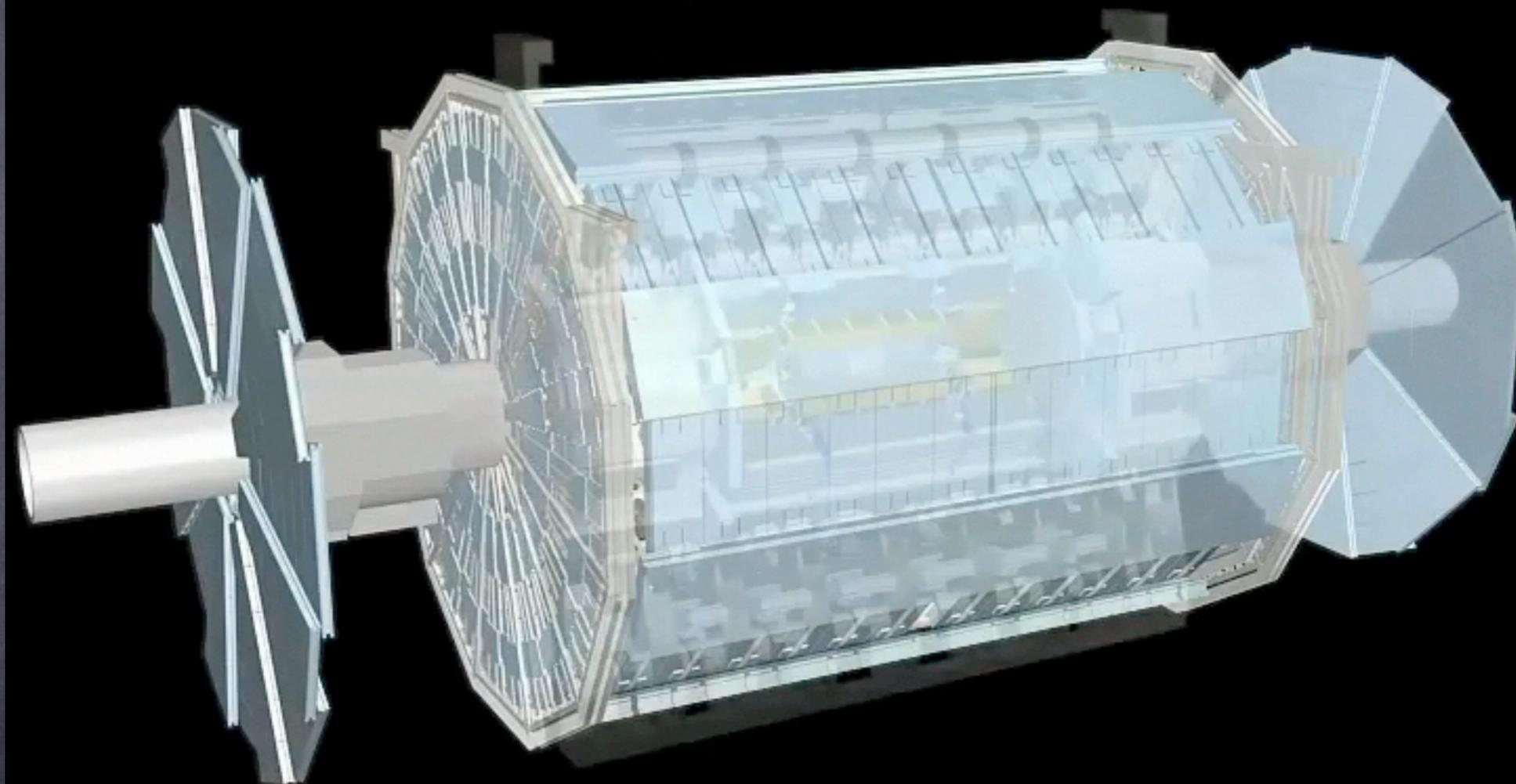
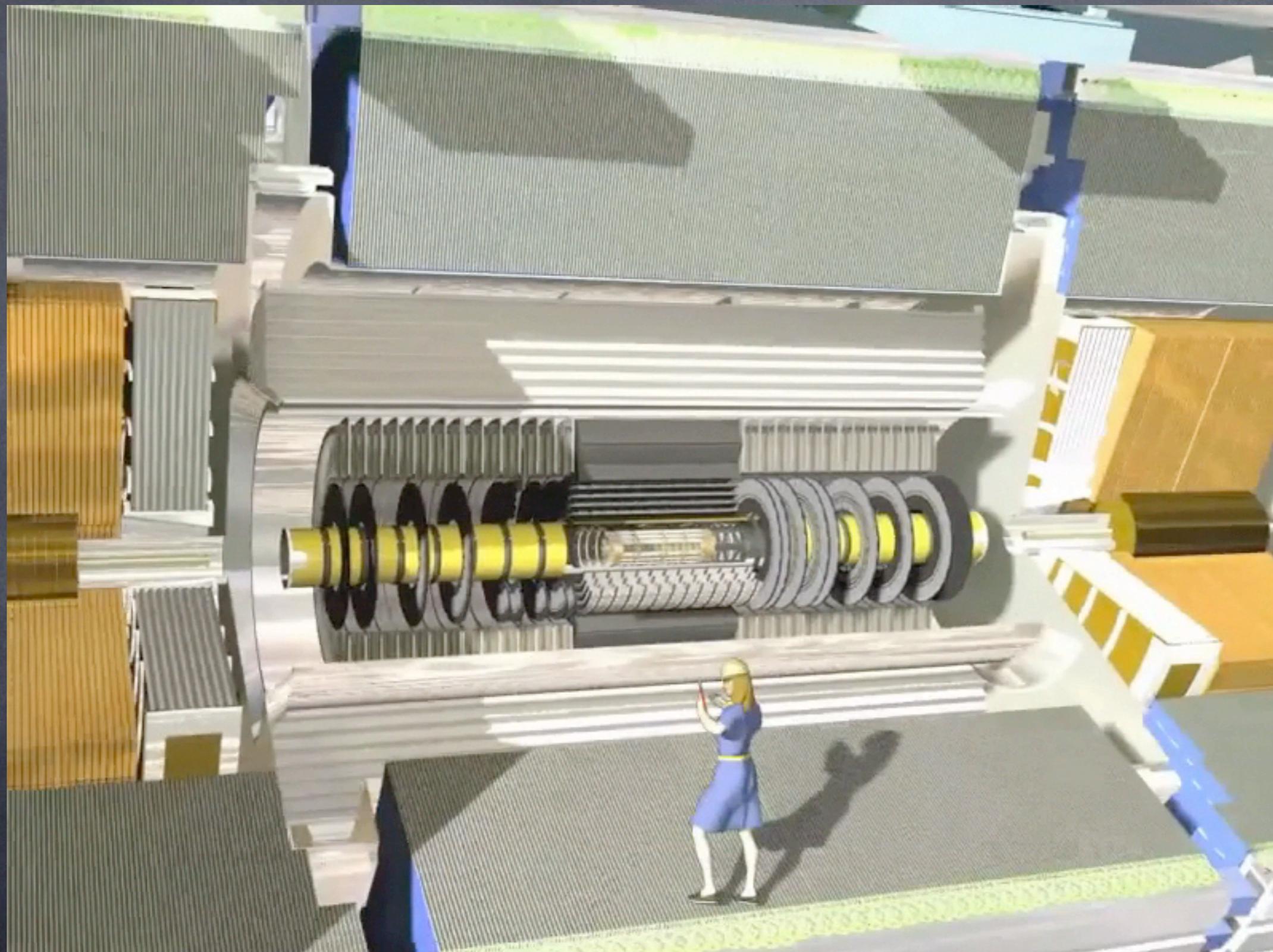


Abb. 2: ATLAS-Detektor mit seinen wichtigsten Komponenten

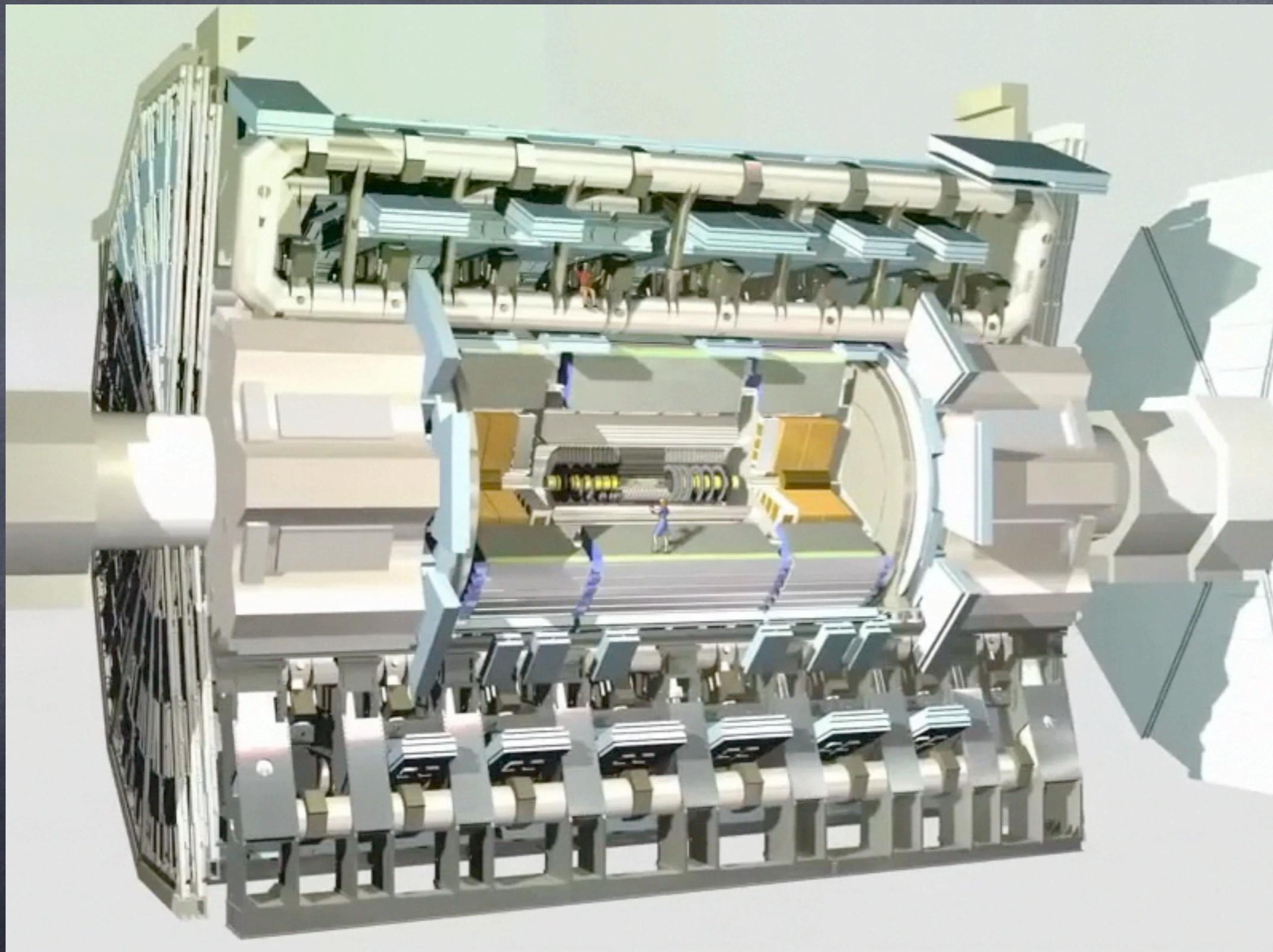
Teil 1 - Einführung



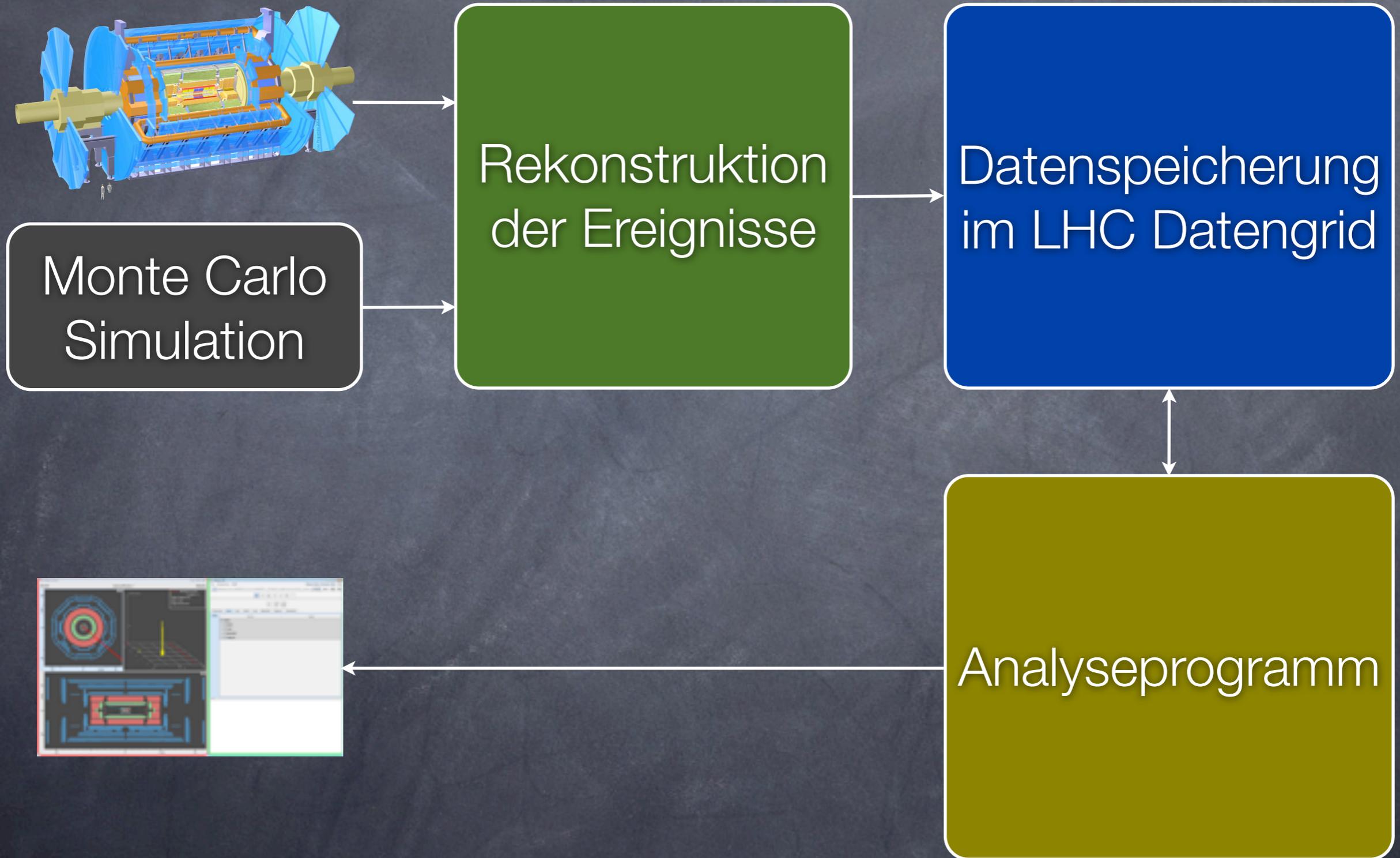
Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung

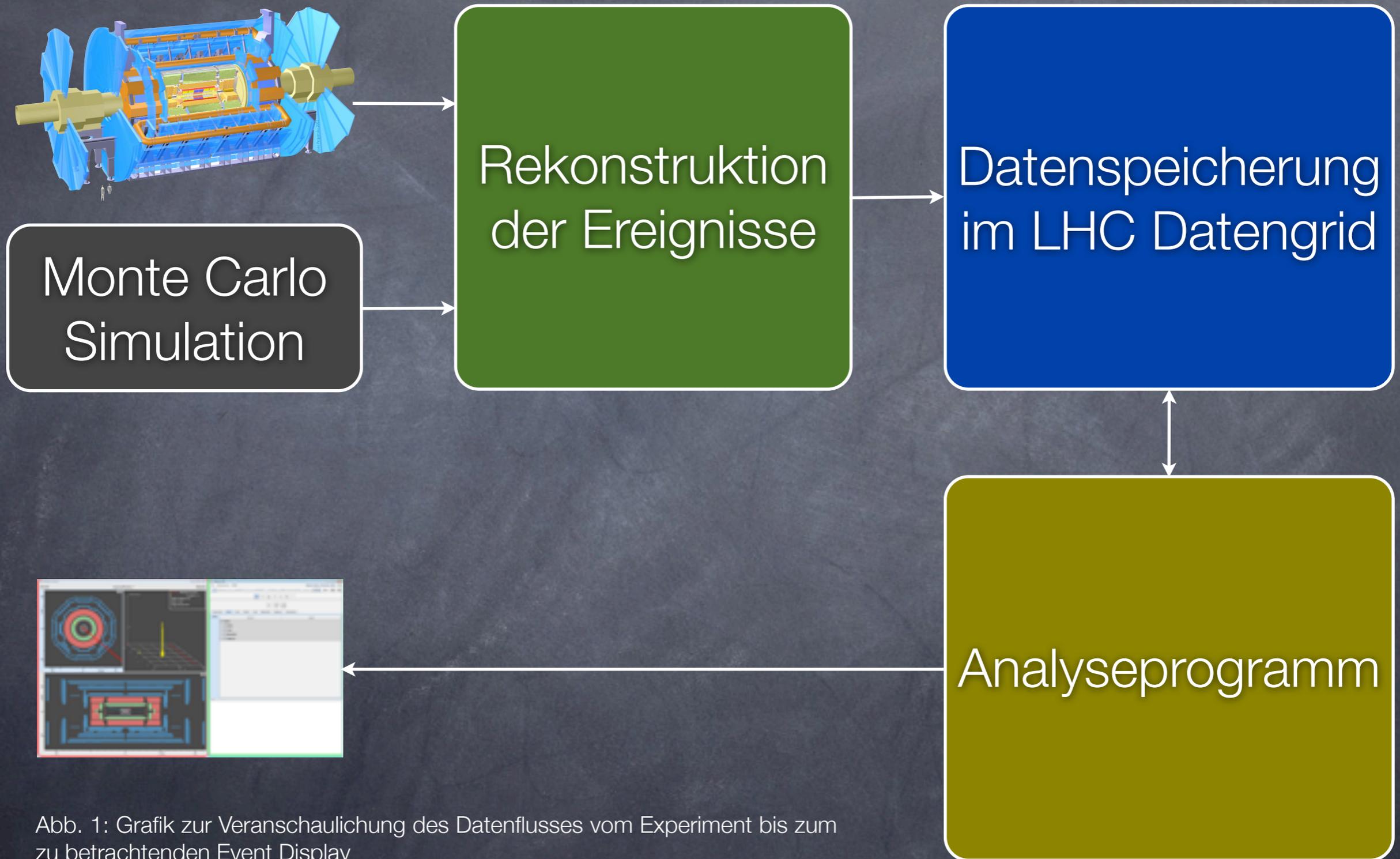
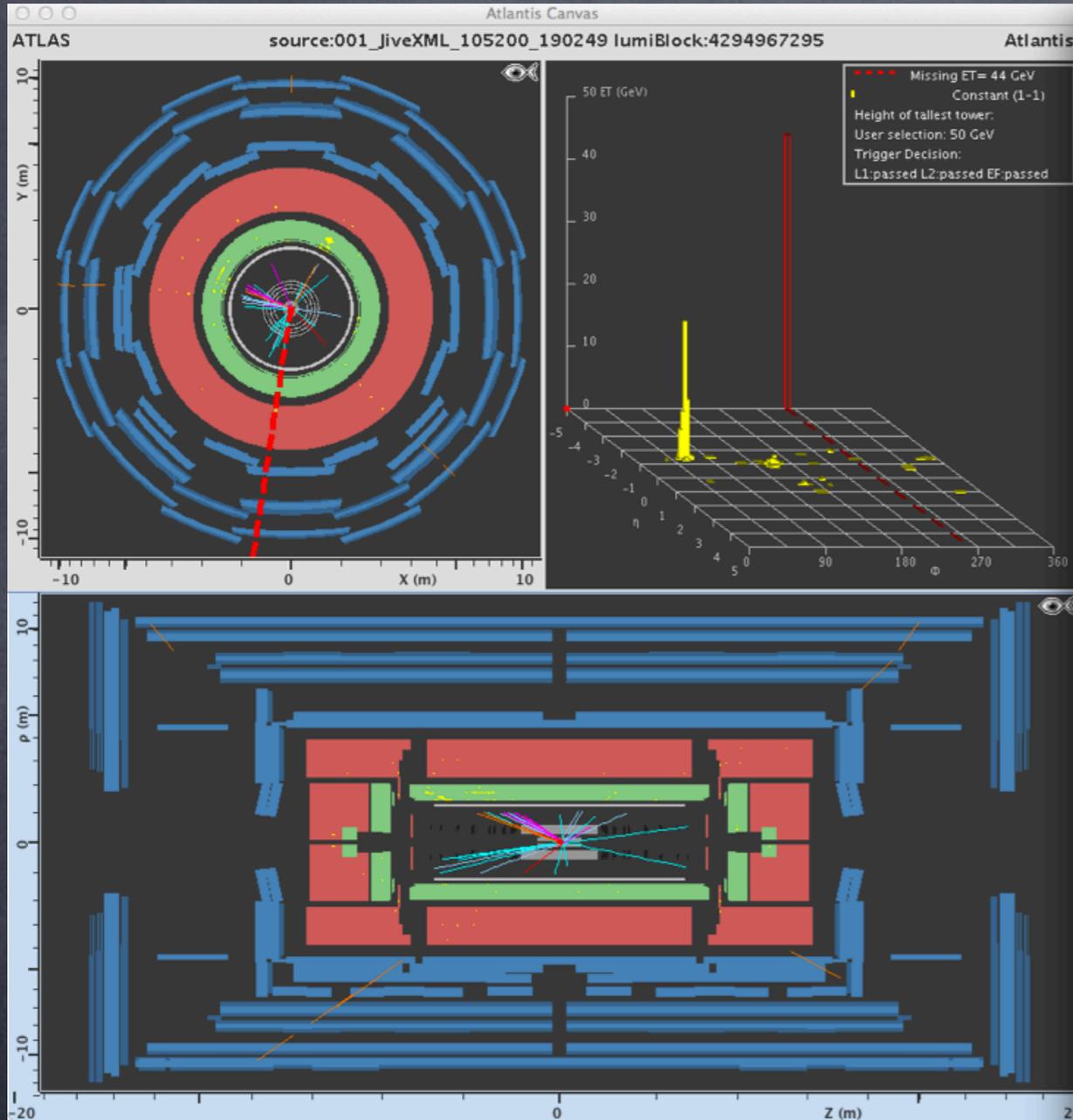


Abb. 1: Grafik zur Veranschaulichung des Datenflusses vom Experiment bis zum zu betrachtenden Event Display

Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung



Atlantis GUI

File Preferences Lists

events/test_events.zip

Reset Demo Previous Next Help

W

1	2	1	2
B	3	4	

Cuts

InDet	Name	Value
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt	> 1.0 GeV

Welcome to Atlantis !

001_jiveXML_105200_190249.xml (10520000190249)

Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung

1. Lernen Sie unser Event Display Programm kennen.



Teil 1 - Einführung

1. Lernen Sie unser Event Display Programm kennen.

Doppelklicken Sie jetzt auf



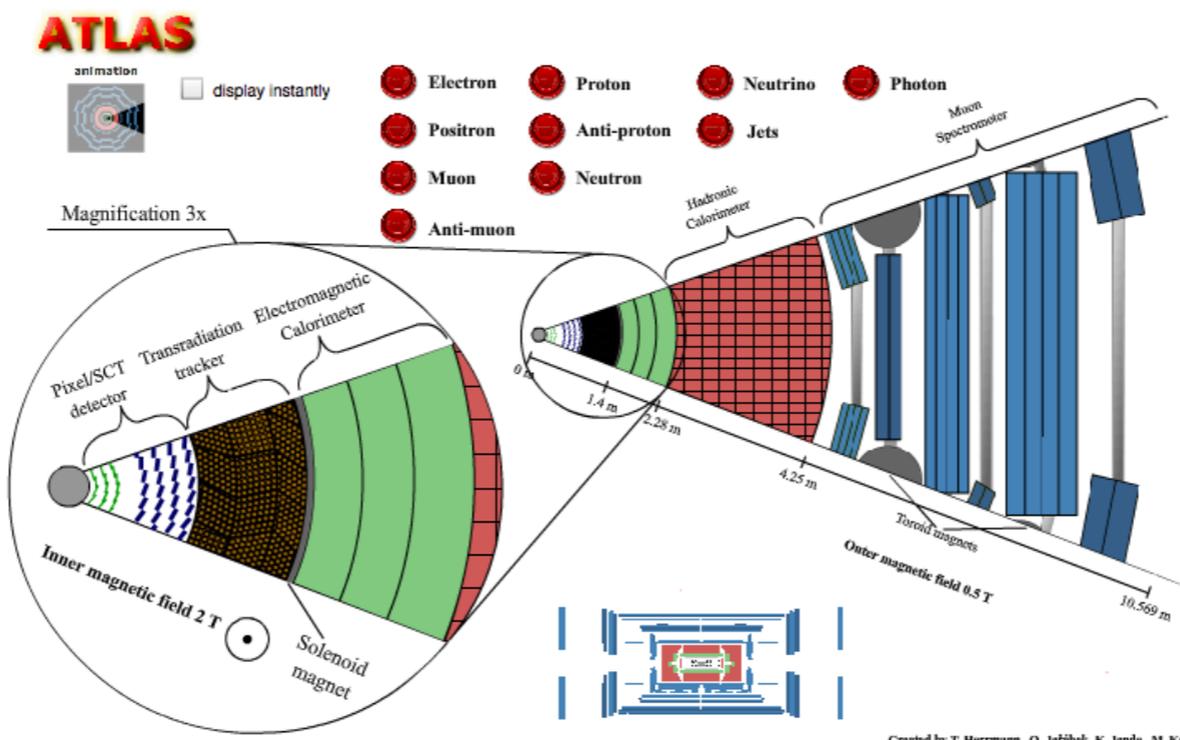
Teil 1 - Einführung

1. Lernen Sie unser Event Display Programm kennen.

Doppelklicken Sie jetzt auf dieses Symbol auf ihrem Desktop



Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung

2. Lernen Sie Teilchen zu identifizieren - online!

ATLAS

animation display instantly

Magnification 3x

Pixel/SCT detector Transradiation tracker Electromagnetic Calorimeter Solenoid magnet Inner magnetic field 2 T

Hadronic Calorimeter Toroid magnets Outer magnetic field 0.5 T Muon Spectrometer

Legend:

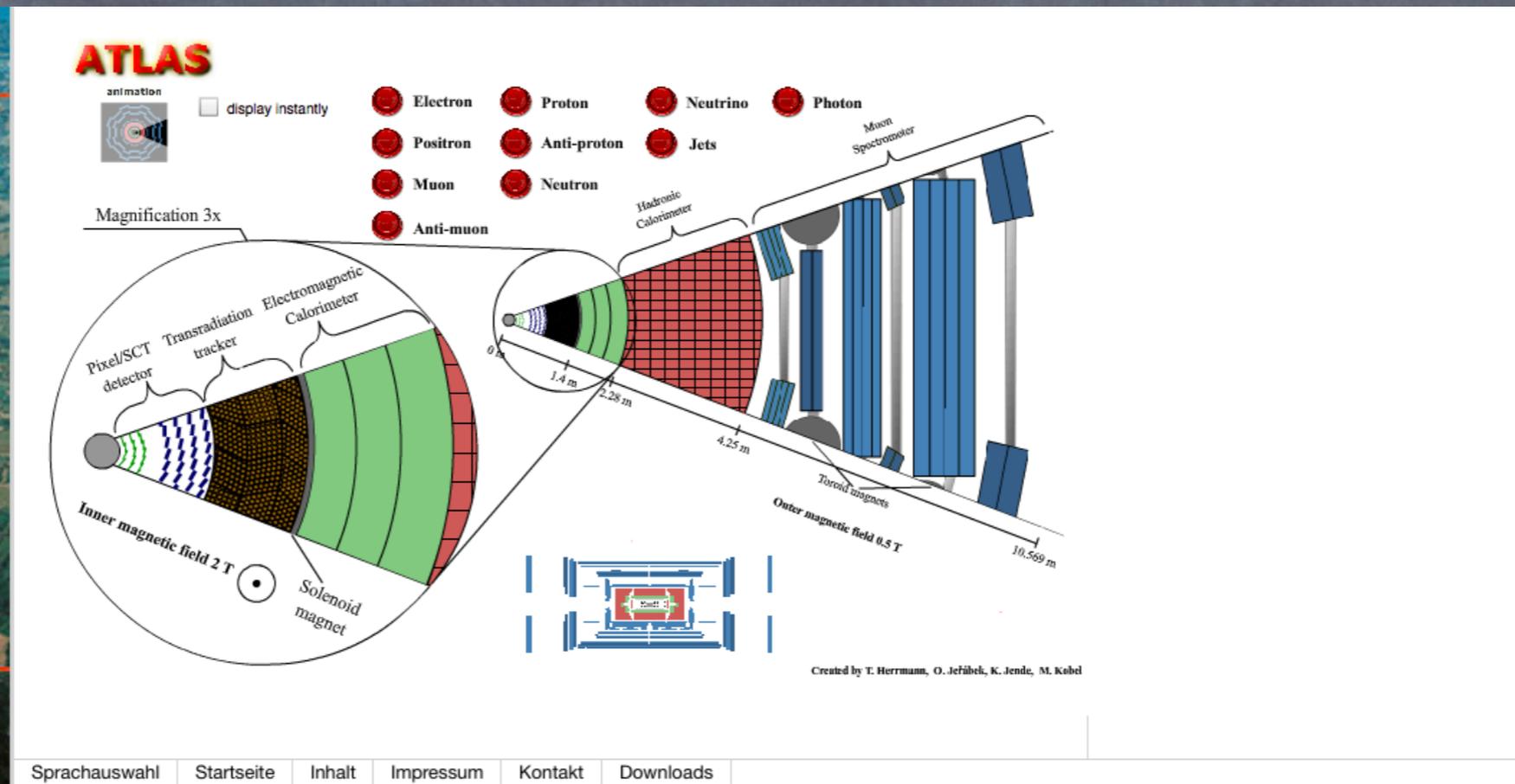
- Electron
- Positron
- Muon
- Anti-muon
- Proton
- Anti-proton
- Neutron
- Neutrino
- Photon
- Jets

Created by T. Herrmann, O. Jäähel, K. Jende, M. Kobel

Sprachauswahl | Startseite | Inhalt | Impressum | Kontakt | Downloads

Teil 1 - Einführung

2. Lernen Sie Teilchen zu identifizieren - online!



http://www.cern.ch/kjende/de/wpath_teilchenid1.htm

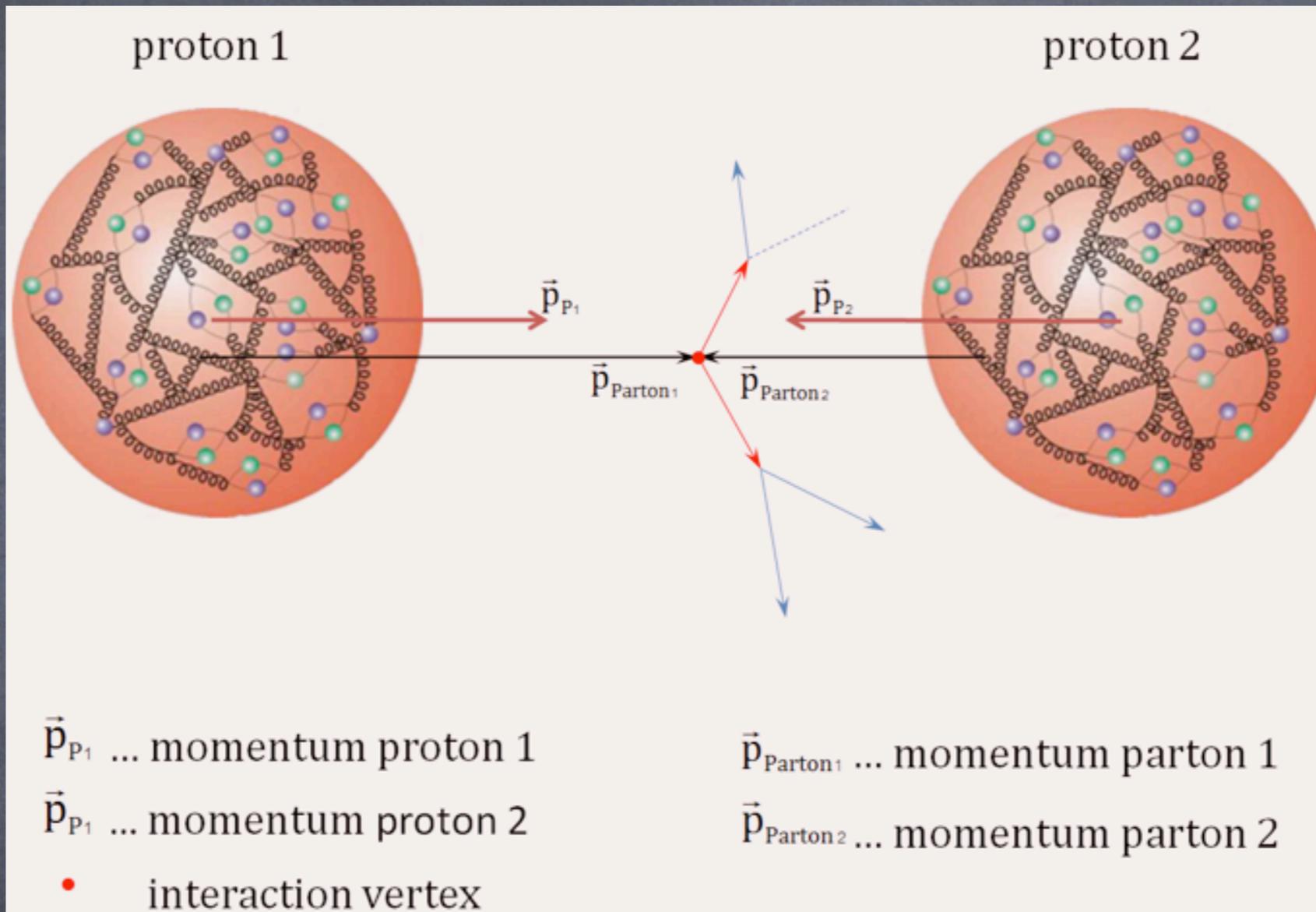
Vorschau

- Einführung 1 20' (14:00)
- Teilchenidentifikation 30' (14:20)
- Einführung 2 30' (14:50)
- Eventidentifikation 60' (15:20)
- Diskussion 30' (16:20)

Einführung 2

• Physik

Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung

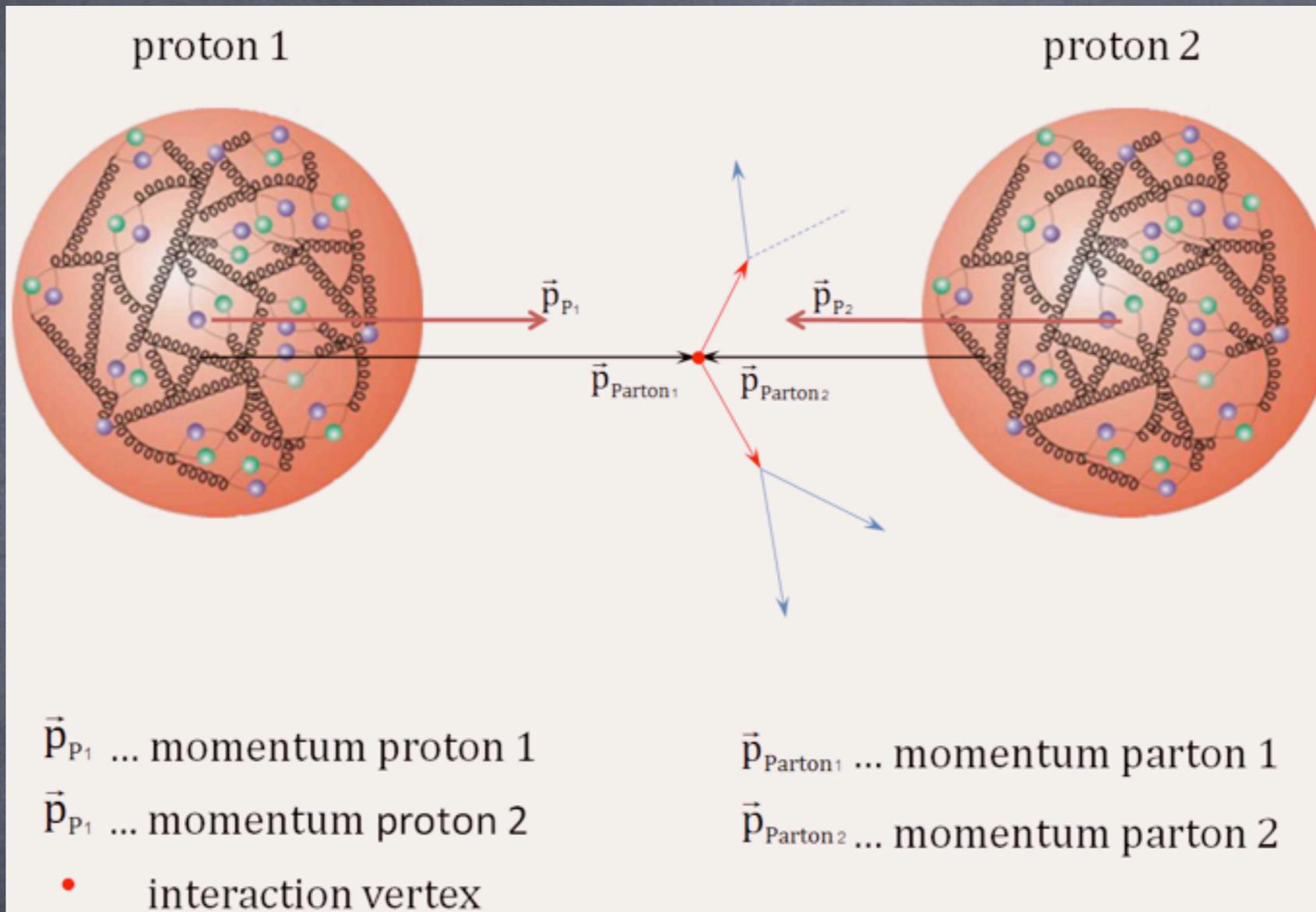


Abb. 3: Struktur des Protons und Impulsbetrachtungen bei der Wechselwirkung

Teil 1 - Einführung

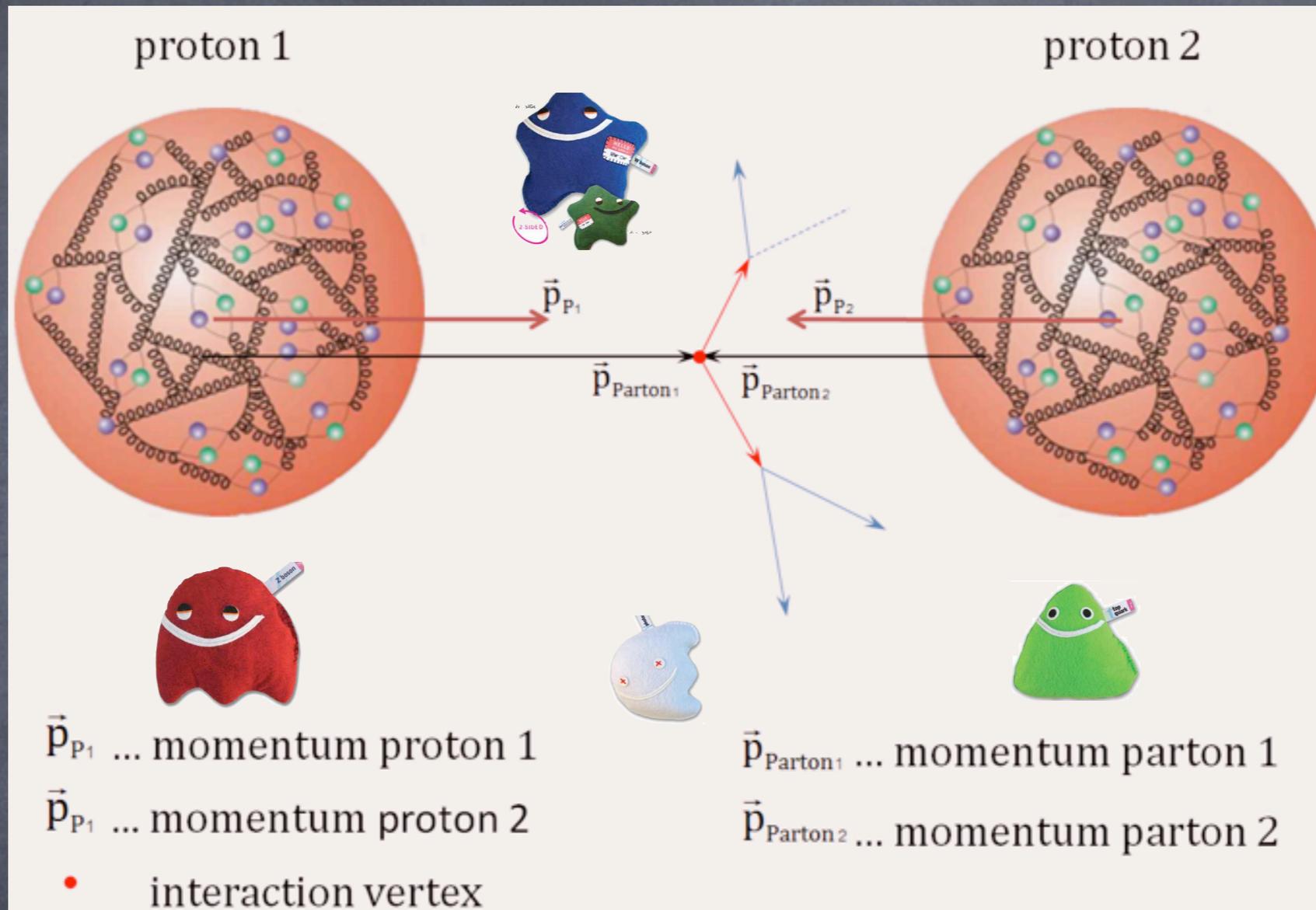


Abb. 3: Struktur des Protons und Impulsbetrachtungen bei der Wechselwirkung

Teil 1 - Einführung

Examples of reactions in proton collisions

Quark-Antiquark annihilation:

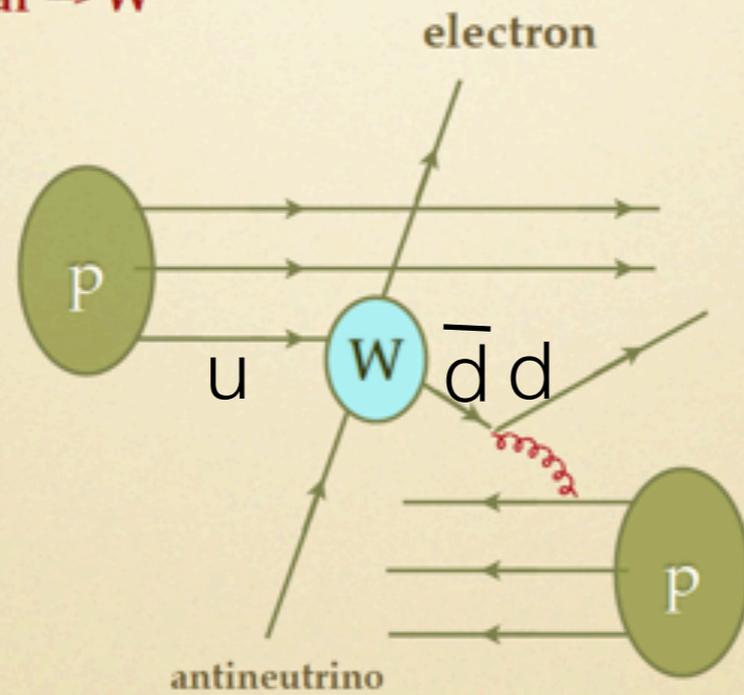
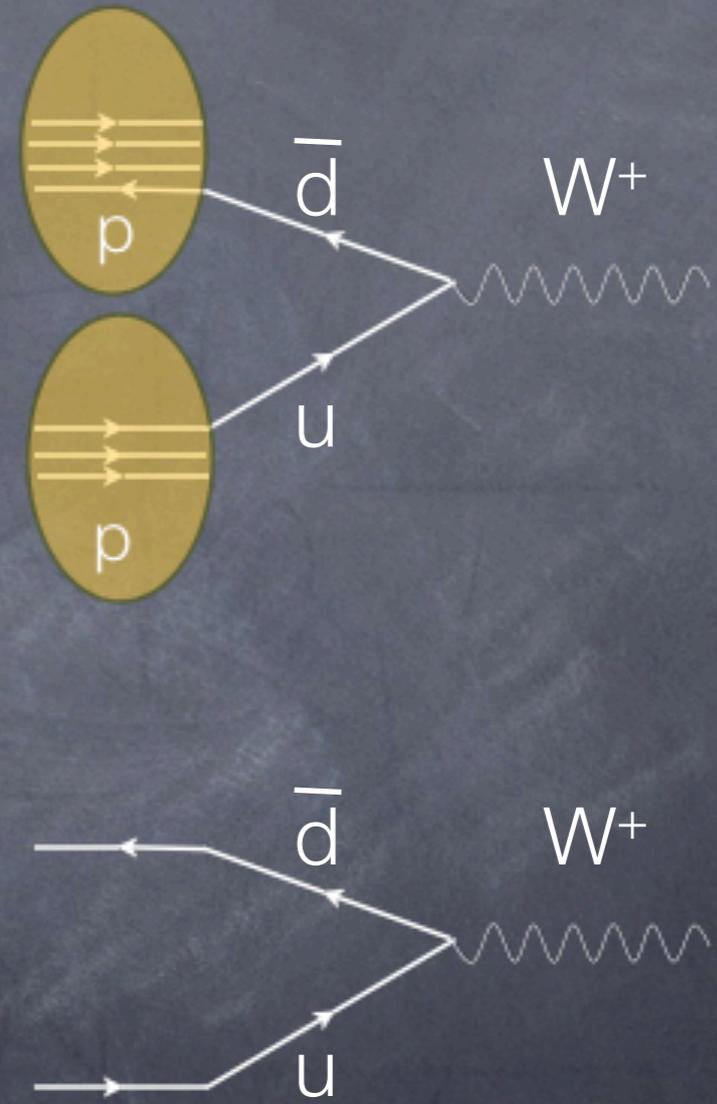


Fig: proton-proton interaction - quark-antiquark annihilation and W production



Teil 1 - Einführung

Zerfall - W-Boson

W-Boson

Lebensdauer: $\approx 10^{-25}\text{s}$

Masse: $80.39 \pm 0.02 \text{ GeV}/c^2$

Zerfallsraten in %:

hadronisch: 67.6%

leptonisch: 32.4%

davon e, μ : 21.3%

Teil 1 - Einführung

Zerfall - W-Boson

W-Boson

Lebensdauer: $\approx 10^{-25}\text{s}$

Masse: $80.39 \pm 0.02 \text{ GeV}/c^2$

Zerfallsraten in %:

hadronisch: 67.6%

leptonisch: 32.4%

davon e, μ : 21.3%

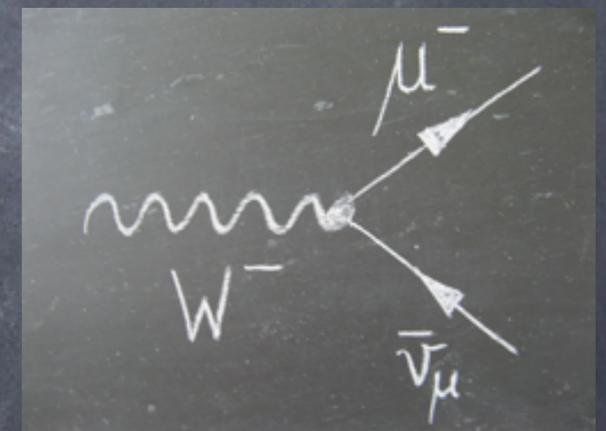
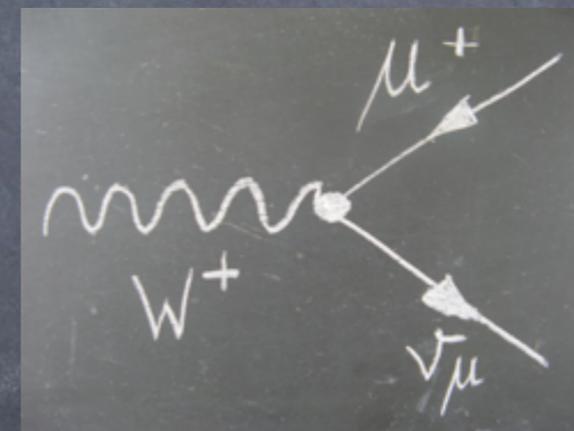
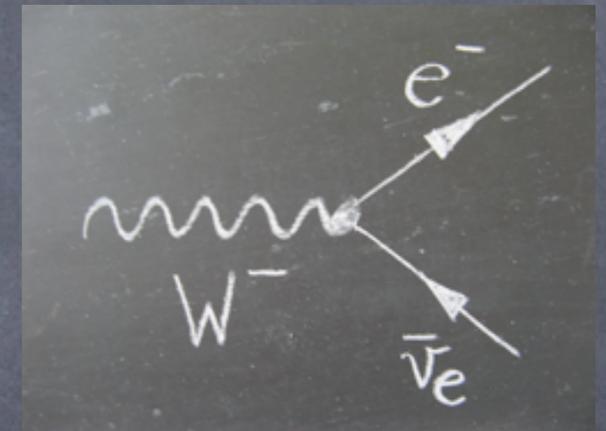
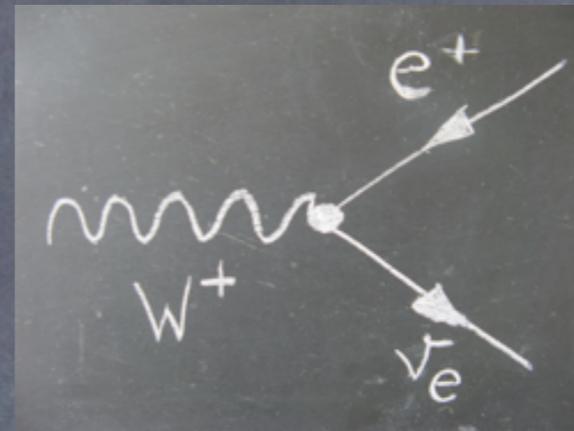


Abb. 7: Feynman-Diagramme zum Zerfall des W-Bosons in Lepton-Antileptonpaar der ersten beiden Familien

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

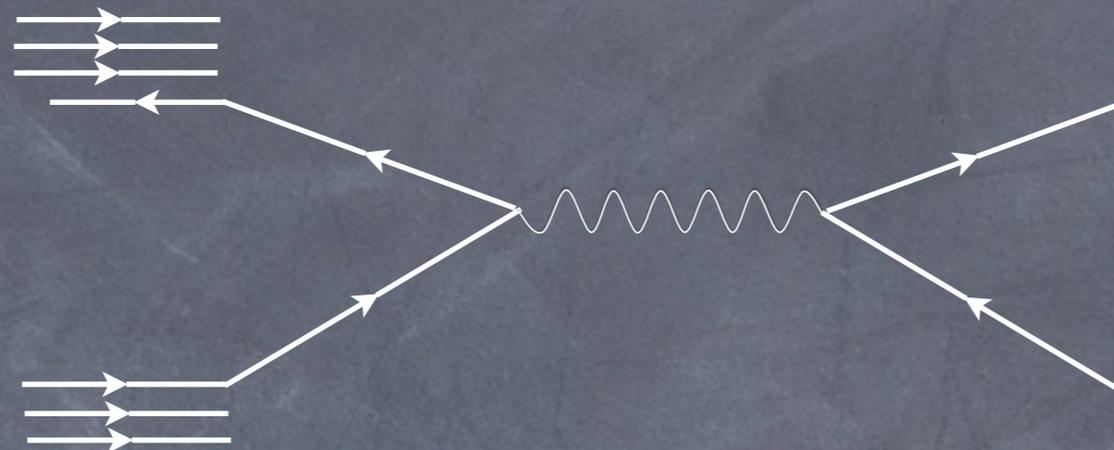


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

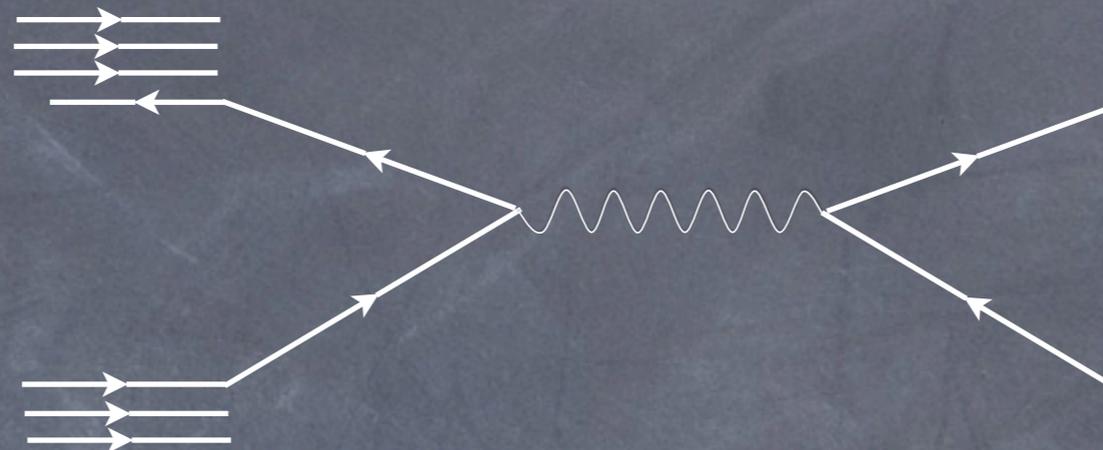


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Messaufgabe zu den W-Teilchen:

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

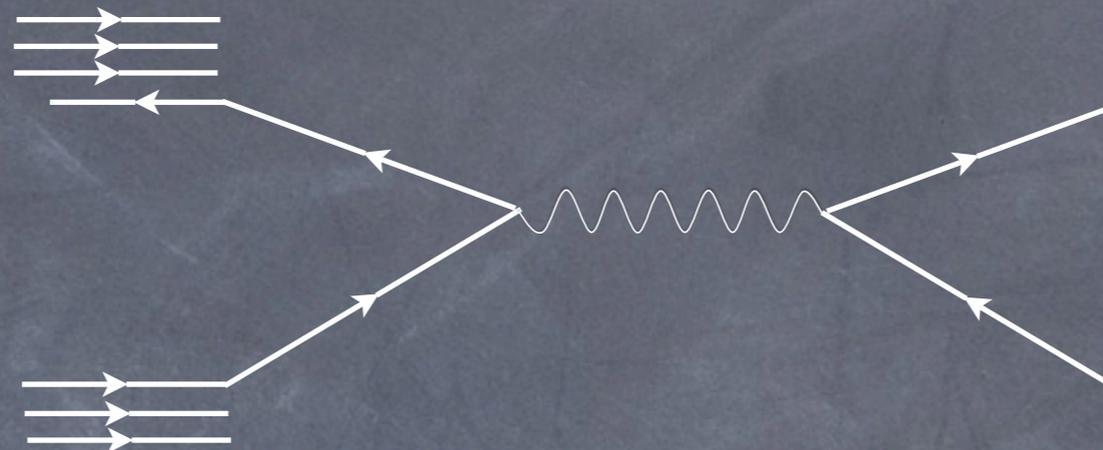


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Messaufgabe zu den W-Teilchen:

1. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich ein W-Teilchen erzeugt wurde.

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

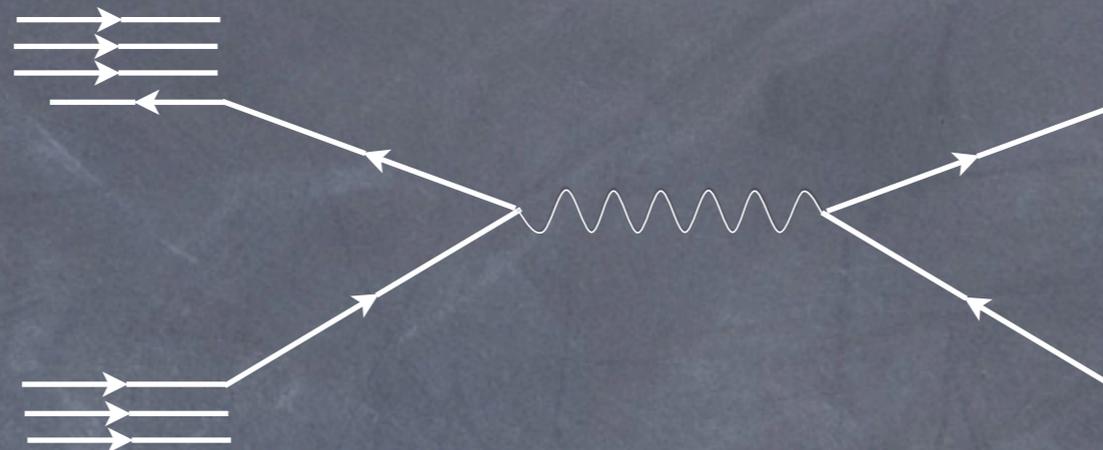


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Messaufgabe zu den W-Teilchen:

1. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich ein W-Teilchen erzeugt wurde.
2. Bestimmen Sie bei diesen Ereignissen die elektrische Ladung des W-Teilchens.

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

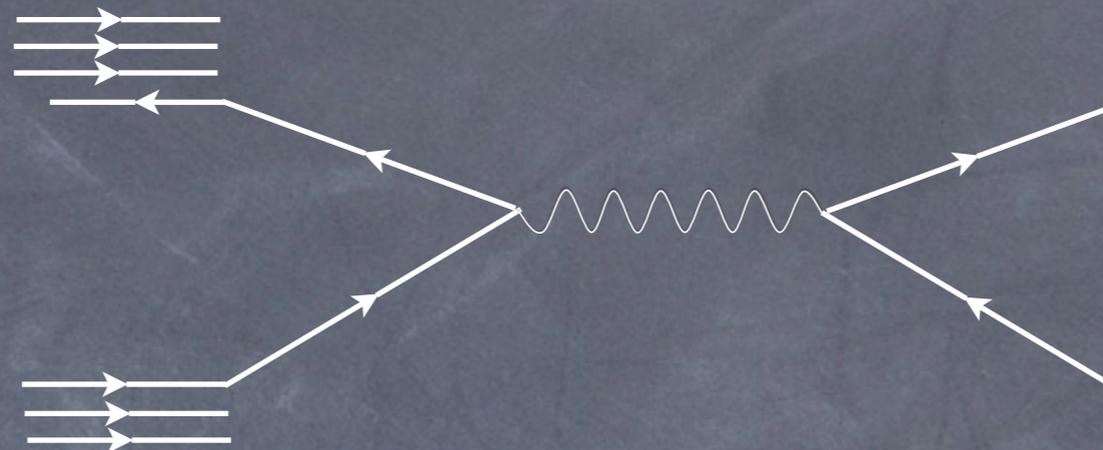


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Messaufgabe zu den W-Teilchen:

1. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich ein W-Teilchen erzeugt wurde.
2. Bestimmen Sie bei diesen Ereignissen die elektrische Ladung des W-Teilchens.
3. Bestimmen Sie das Verhältnis der Ereigniszahlen von W^+ zu W^- , genauer: $R_{\pm} = |W^+|/|W^-|$

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

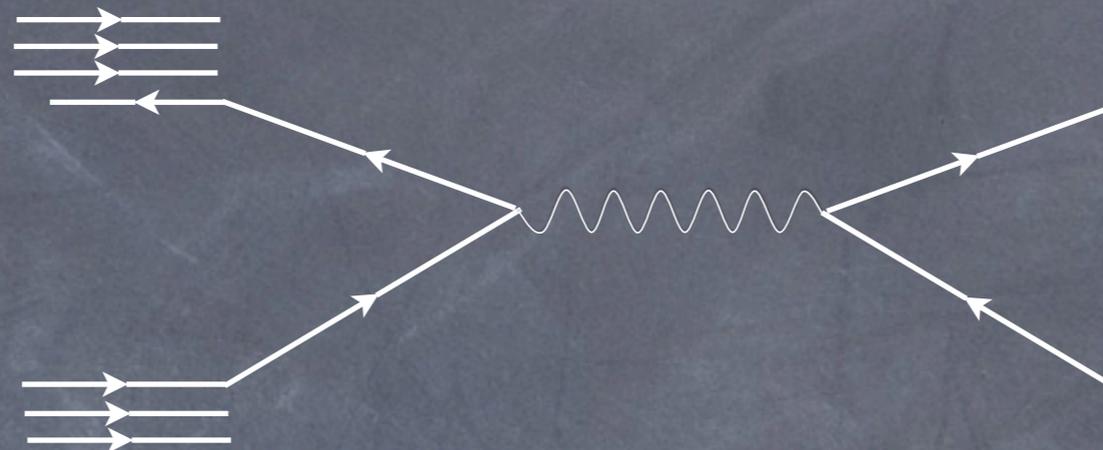


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Messaufgabe zu den W-Teilchen:

1. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich ein W-Teilchen erzeugt wurde.
2. Bestimmen Sie bei diesen Ereignissen die elektrische Ladung des W-Teilchens.
3. Bestimmen Sie das Verhältnis der Ereigniszahlen von W^+ zu W^- , genauer: $R_{\pm} = |W^+|/|W^-|$

Welchen Wert für R_{\pm} erwarten Sie? Begründen Sie diese Entscheidung.

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

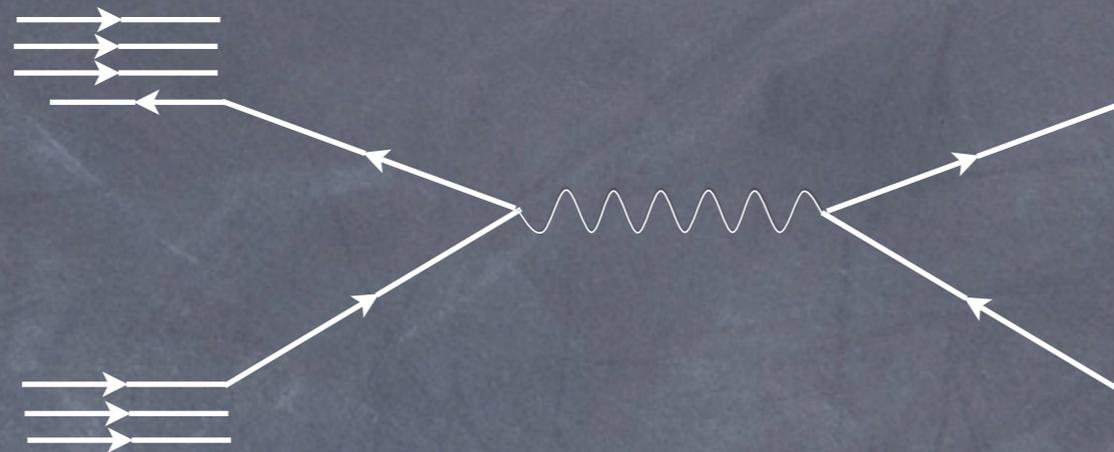


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

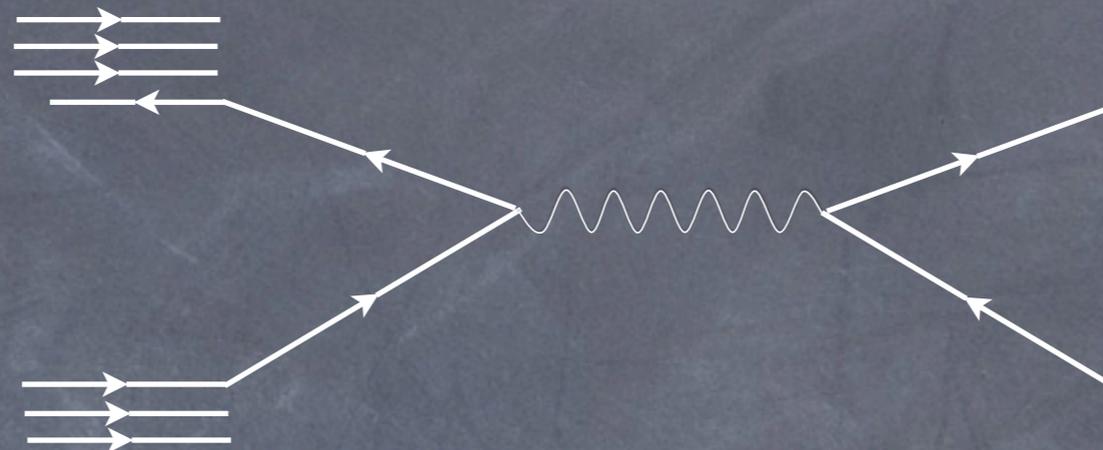


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Denksport für den Nachmittag:

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

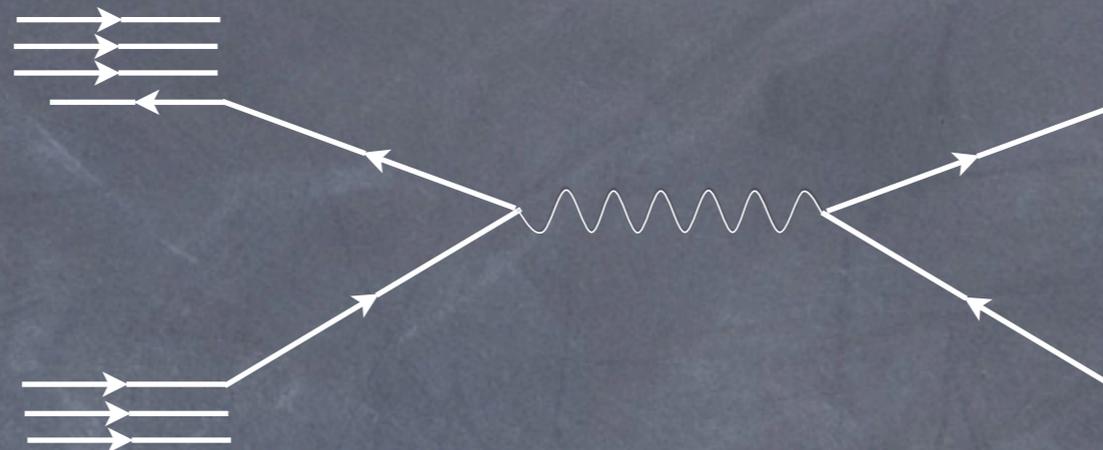


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Denksport für den Nachmittag:

1. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich ein W-Teilchen erzeugt wurde.

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

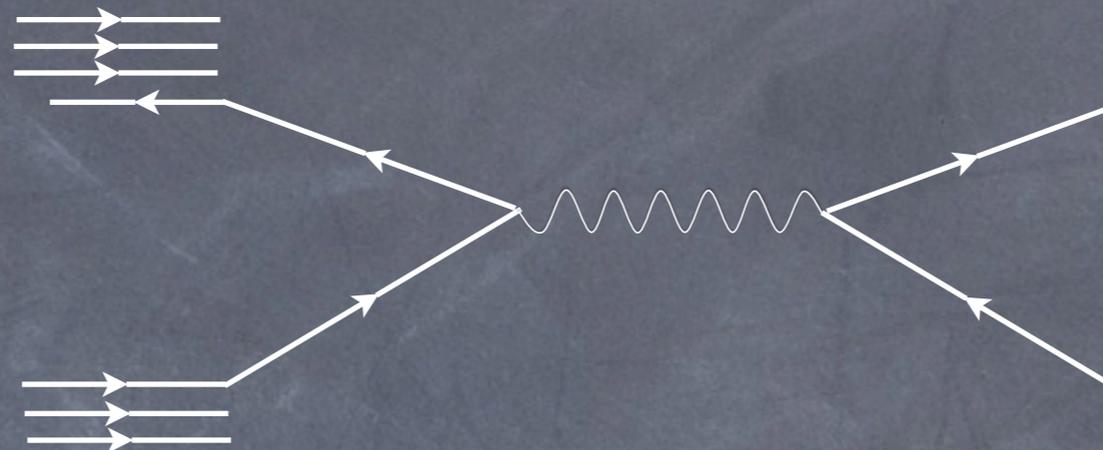


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Denksport für den Nachmittag:

1. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich ein W-Teilchen erzeugt wurde.
2. Bestimmen Sie bei diesen Ereignissen die elektrische Ladung des W-Teilchens.

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

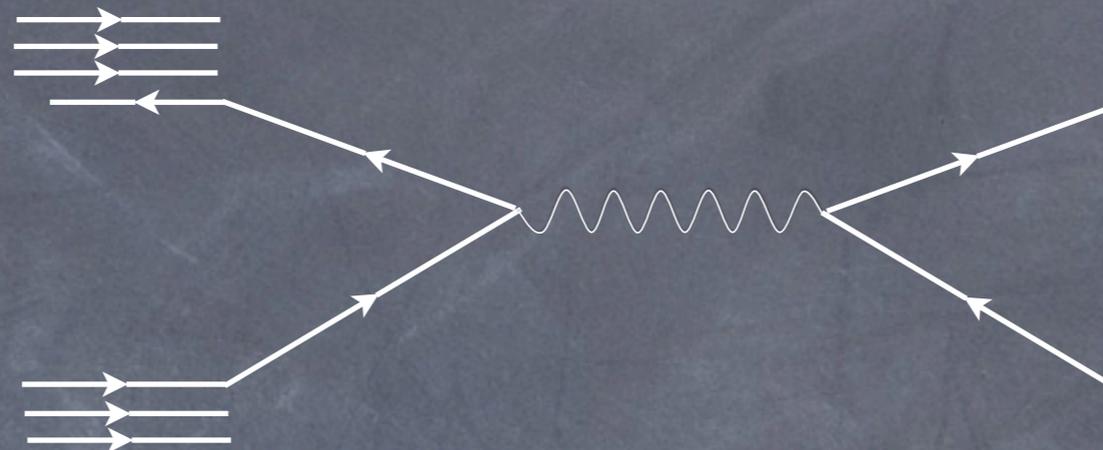


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Denksport für den Nachmittag:

1. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich ein W-Teilchen erzeugt wurde.
2. Bestimmen Sie bei diesen Ereignissen die elektrische Ladung des W-Teilchens.
3. Bestimmen Sie das Verhältnis der Ereigniszahlen von W^+ zu W^- , genauer: $R_{\pm} = |W^+|/|W^-|$

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

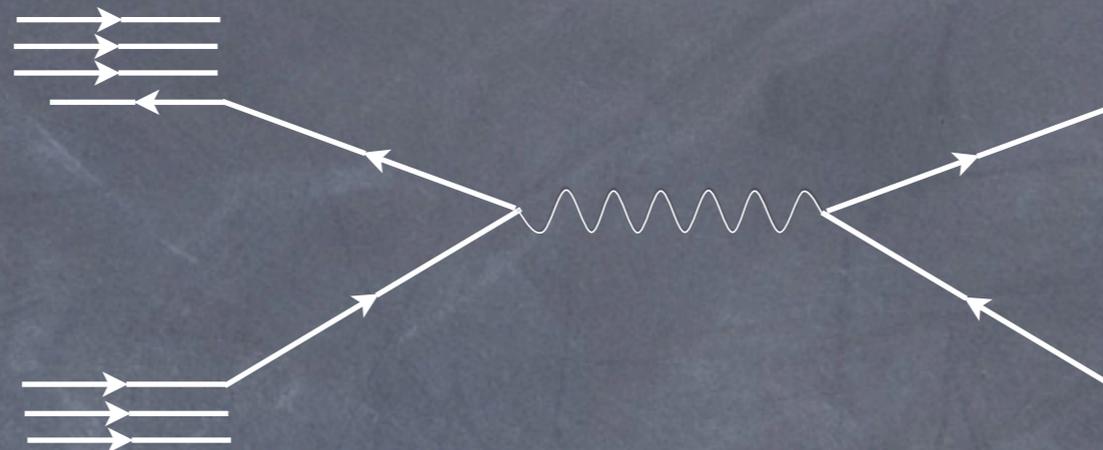


Abb. 4: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons (Häufigster Prozess)

Denksport für den Nachmittag:

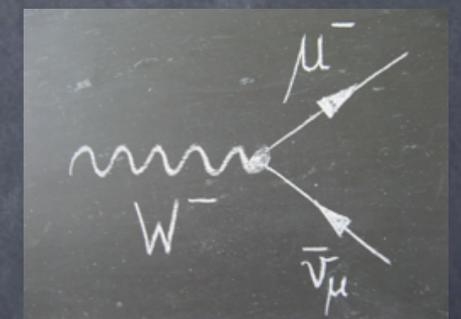
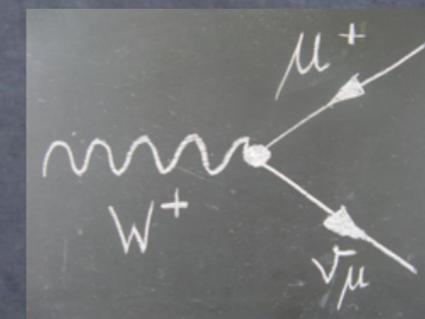
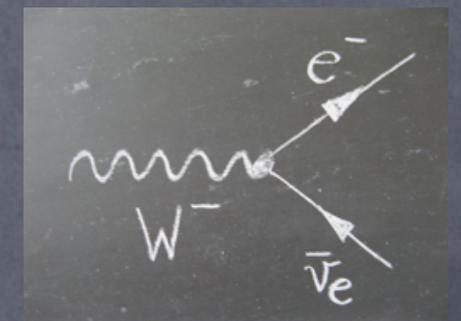
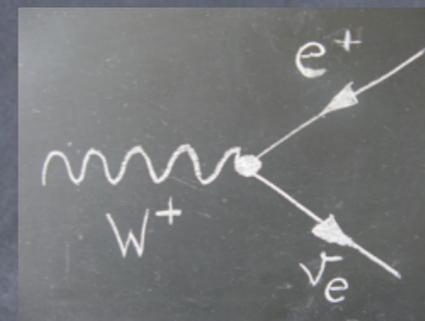
1. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich ein W-Teilchen erzeugt wurde.
2. Bestimmen Sie bei diesen Ereignissen die elektrische Ladung des W-Teilchens.
3. Bestimmen Sie das Verhältnis der Ereigniszahlen von W^+ zu W^- , genauer: $R_{\pm} = |W^+|/|W^-|$

Welchen Wert für R_{\pm} erwarten Sie? Begründen Sie diese Entscheidung.

Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

Zerfall - W-Boson

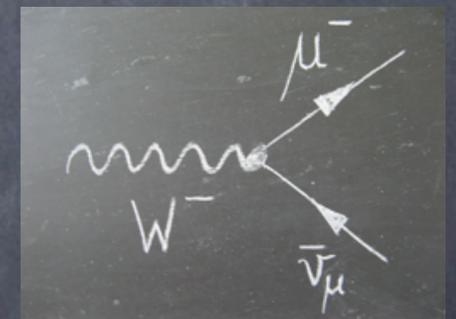
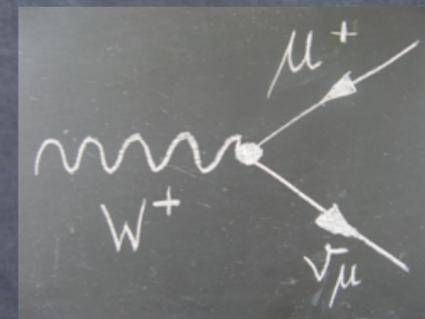
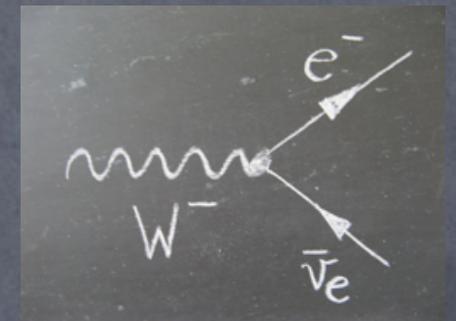
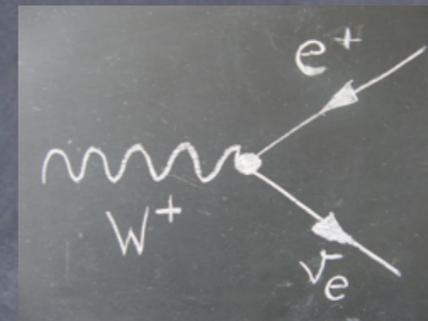


Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

- genau ein hochenergetisches, elektrisch geladenes Lepton [entweder Myon (bzw. Antimyon) oder Elektron (bzw. Positron)]

Zerfall - W-Boson

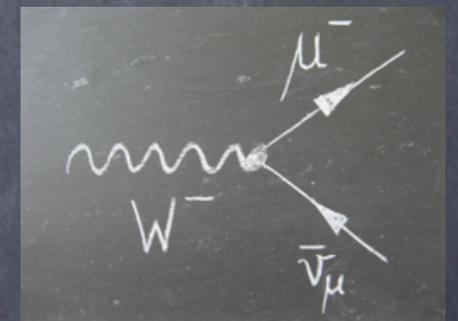
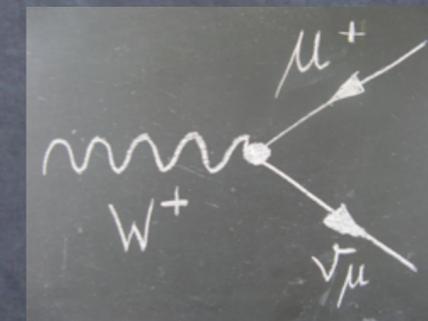
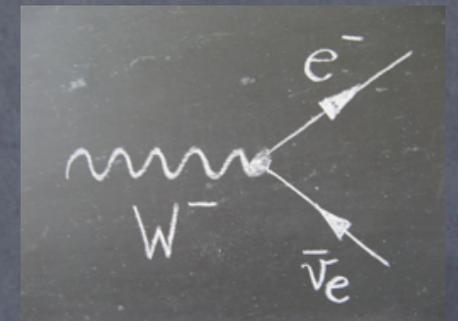
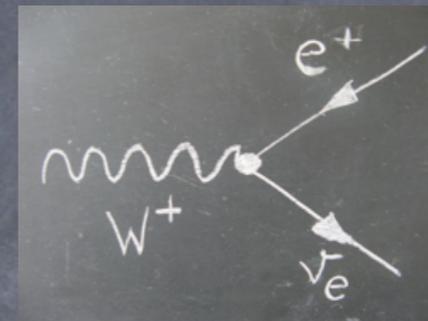


Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

- genau ein hochenergetisches, elektrisch geladenes Lepton [entweder Myon (bzw. Antimyon) oder Elektron (bzw. Positron)]
- fehlender transversaler Impuls als Zeichen für das nicht-detektierbare Neutrino

Zerfall - W-Boson

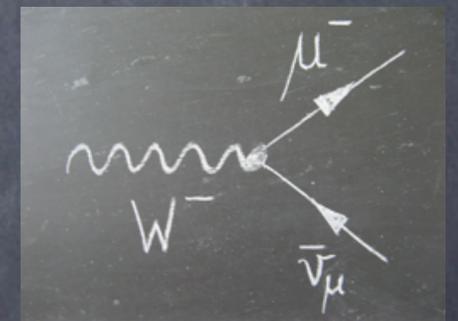
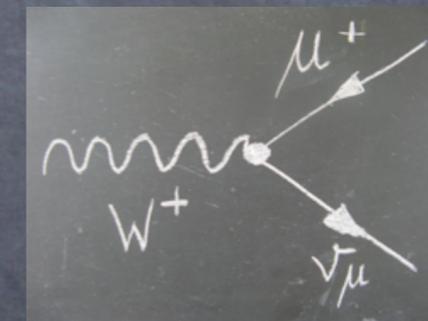
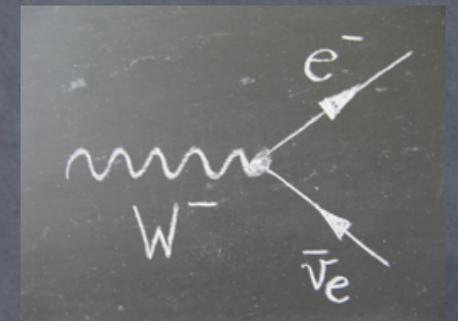
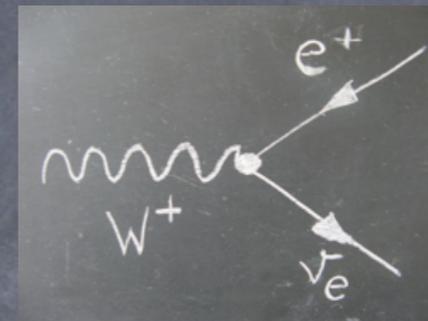


Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

- genau ein hochenergetisches, elektrisch geladenes Lepton [entweder Myon (bzw. Antimyon) oder Elektron (bzw. Positron)]
- fehlender transversaler Impuls als Zeichen für das nicht-detektierbare Neutrino
- elektrisch geladenes Lepton muss isoliert von Jet sein

Zerfall - W-Boson



Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung



Abb. 10: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons

Teil 1 - Einführung

Signalereignis

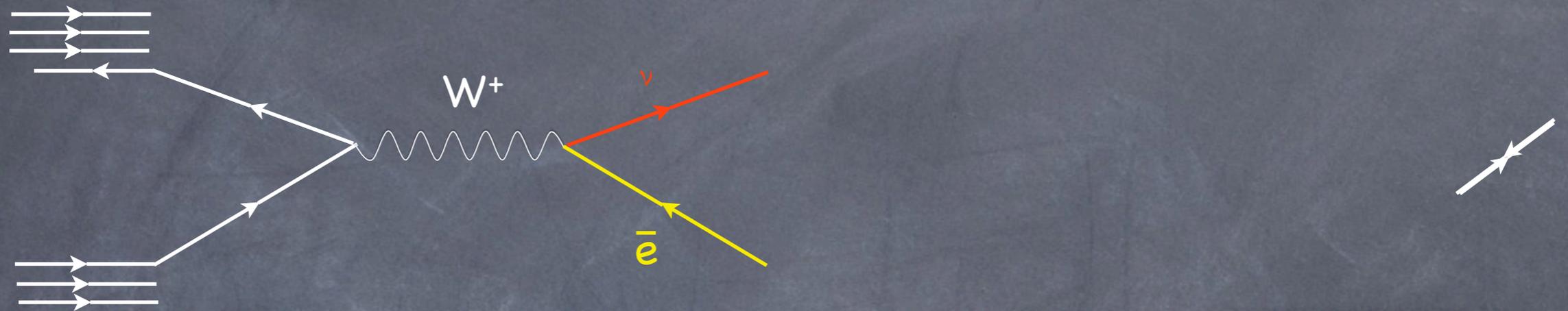


Abb. 10: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons

Teil 1 - Einführung

Signalereignis

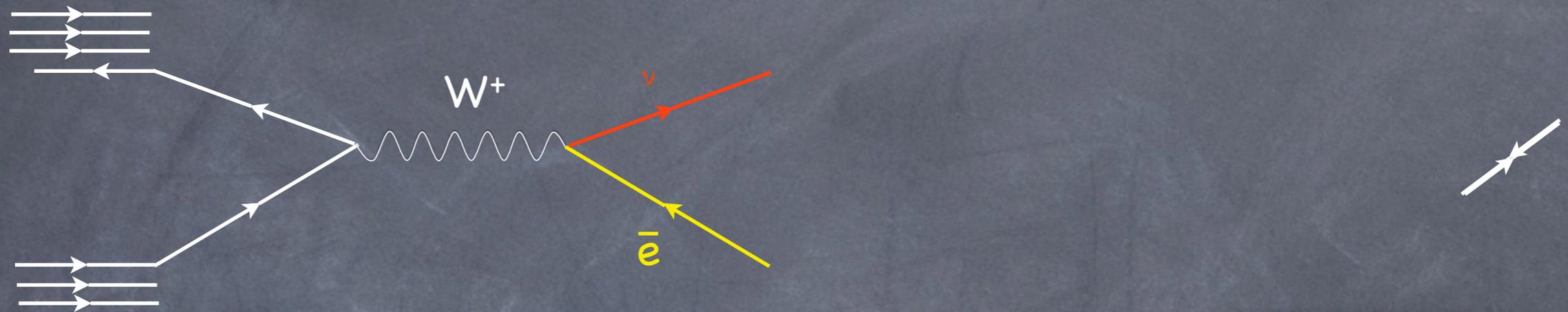


Abb. 10: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons

Ein Signalereignis kennzeichnet einen bestimmten physikalischen Prozess (Bsp.: die Erzeugung eines W^+ -Teilchens).

Ein Prozess, der zwar eine dem Signalereignis identische Signatur im Detektor hinterlässt, ursprünglich aber einem anderen physikalischen Prozess (Bsp.: Erzeugung eines Z-Teilchens, Antitauon oder eines b-Quark-Paares) zuzuordnen ist, wird als Untergrundereignis bezeichnet.

Teil 1 - Einführung

Signalereignis

vs.

Untergrundereignisse

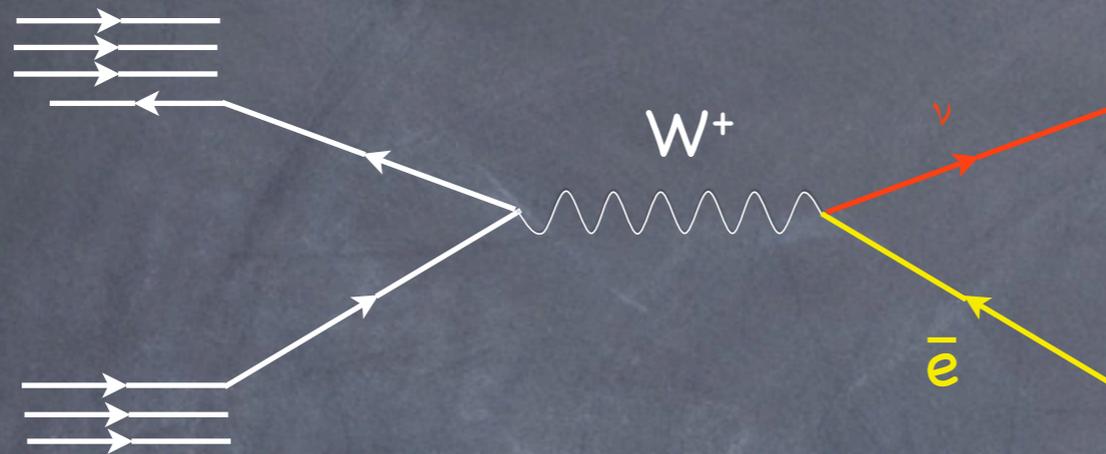


Abb. 10: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons

Ein Signalereignis kennzeichnet einen bestimmten physikalischen Prozess (Bsp.: die Erzeugung eines W^+ -Teilchens).

Ein Prozess, der zwar eine dem Signalereignis identische Signatur im Detektor hinterlässt, ursprünglich aber einem anderen physikalischen Prozess (Bsp.: Erzeugung eines Z -Teilchens, Antitauon oder eines b -Quark-Paares) zuzuordnen ist, wird als Untergrundereignis bezeichnet.

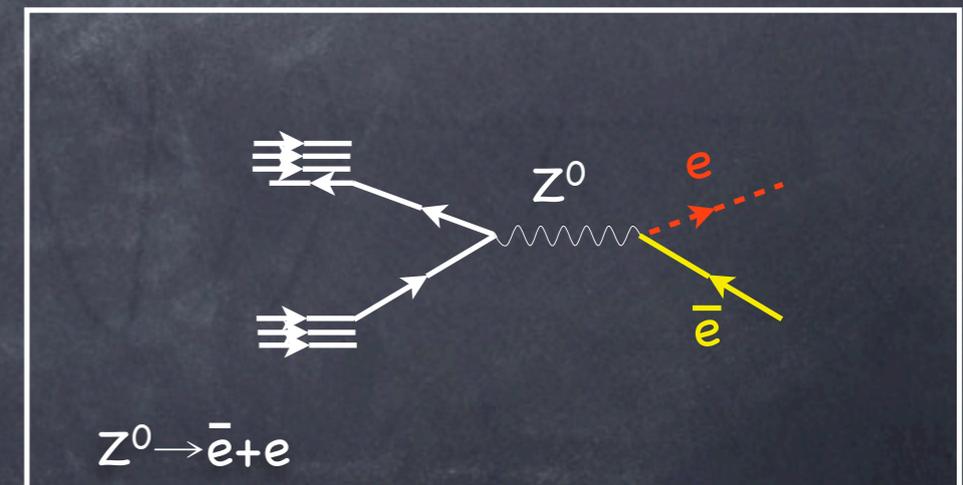


Abb. 11: Untergrundereignisse (W-Bosonen)

Teil 1 - Einführung

Signalereignis

vs.

Untergrundereignisse

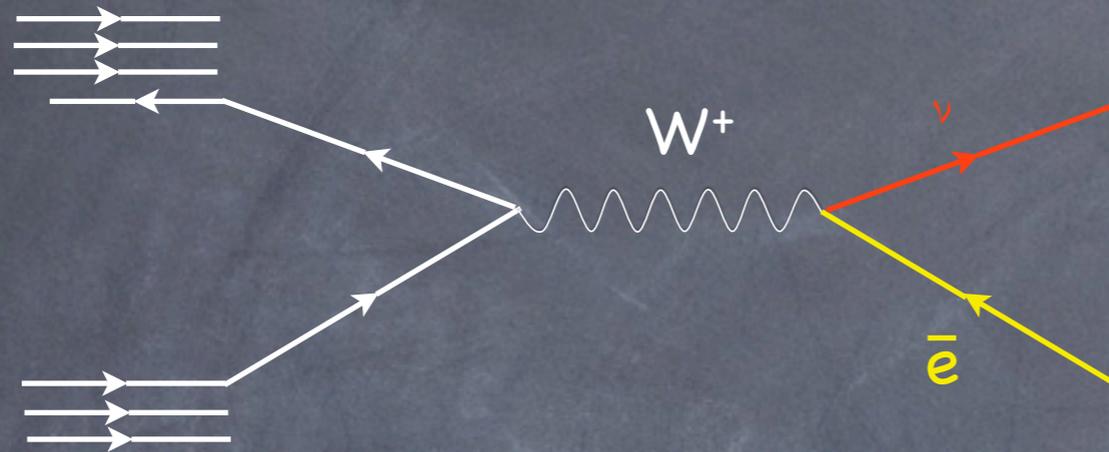
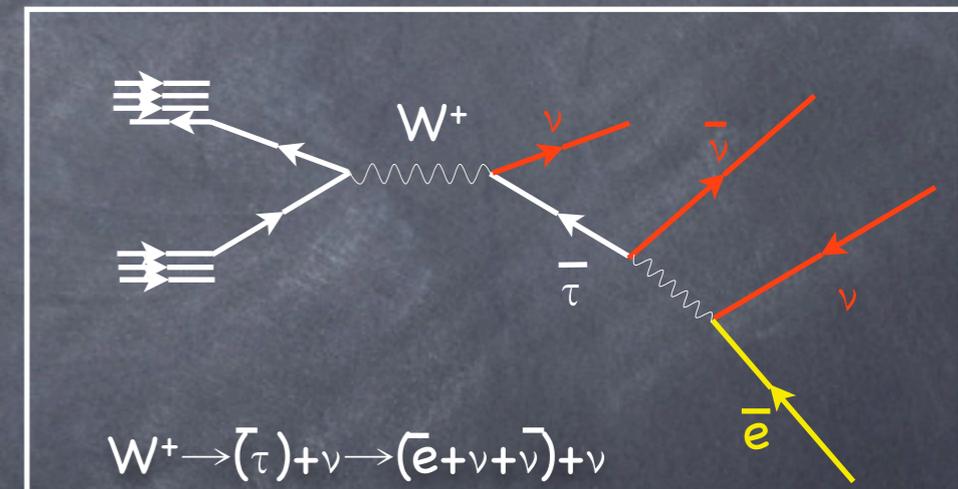


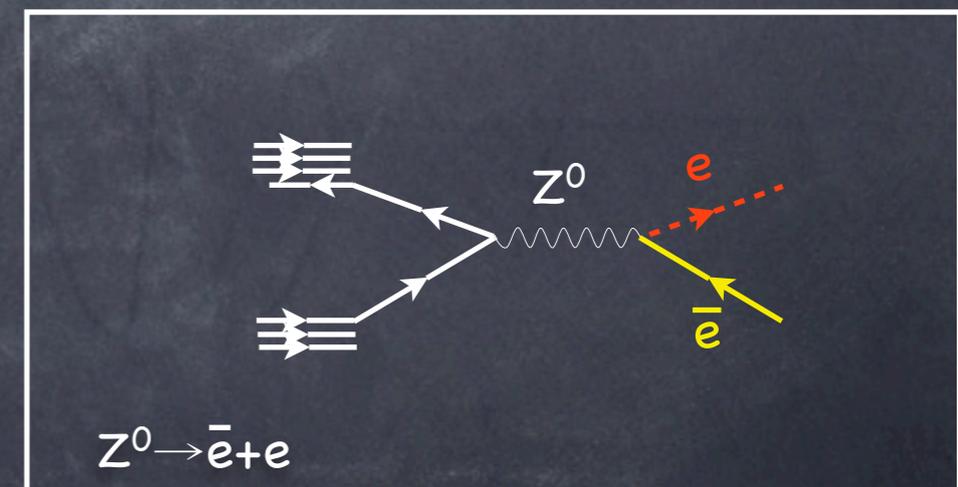
Abb. 10: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons

Ein Signalereignis kennzeichnet einen bestimmten physikalischen Prozess (Bsp.: die Erzeugung eines W^+ -Teilchens).

Ein Prozess, der zwar eine dem Signalereignis identische Signatur im Detektor hinterlässt, ursprünglich aber einem anderen physikalischen Prozess (Bsp.: Erzeugung eines Z -Teilchens, Antitauon oder eines b -Quark-Paares) zuzuordnen ist, wird als Untergrundereignis bezeichnet.



$$W^+ \rightarrow (\tau^-) + \nu \rightarrow (\bar{e} + \nu + \bar{\nu}) + \nu$$



$$Z^0 \rightarrow \bar{e} + e$$

Abb. 11: Untergrundereignisse (W-Bosonen)

Teil 1 - Einführung

Signalereignis

vs.

Untergrundereignisse

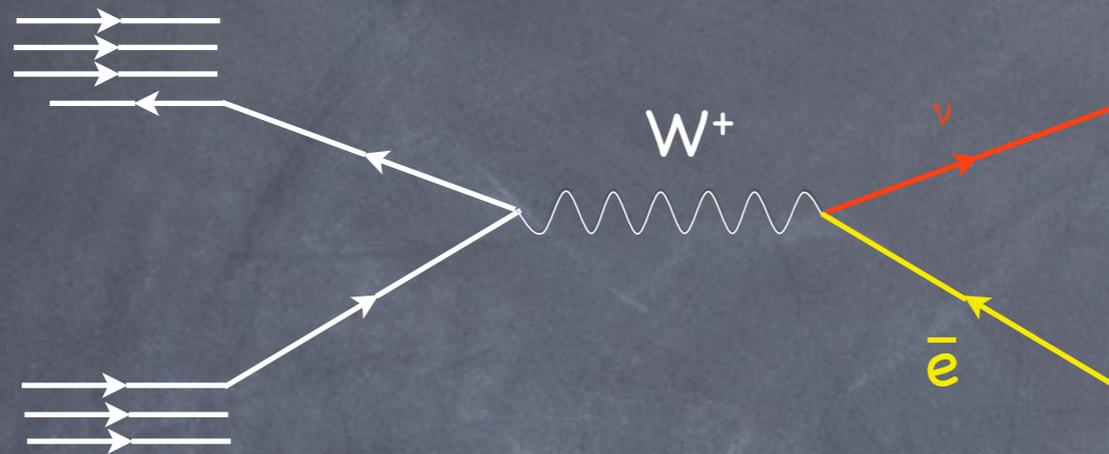
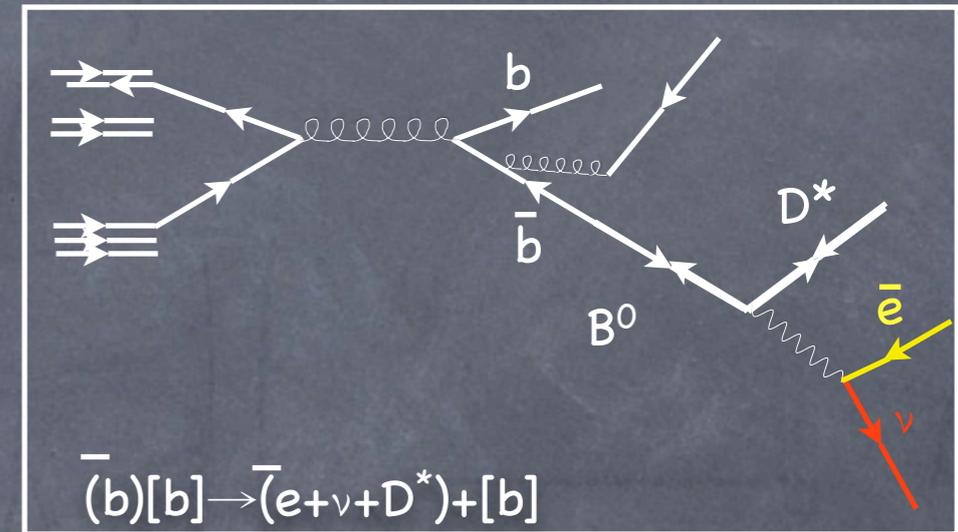


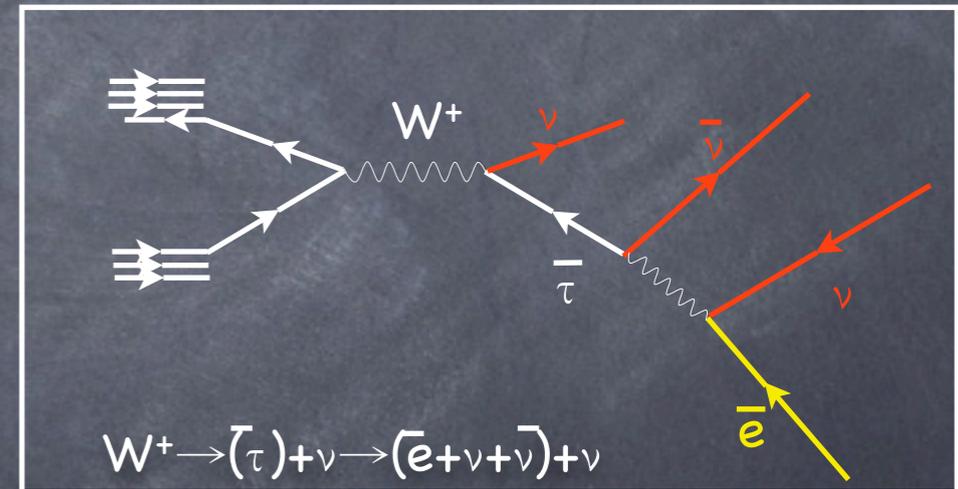
Abb. 10: Quark-Antiquark-Annihilation und Produktion eines W-Bosons

Ein Signalereignis kennzeichnet einen bestimmten physikalischen Prozess (Bsp.: die Erzeugung eines W^+ -Teilchens).

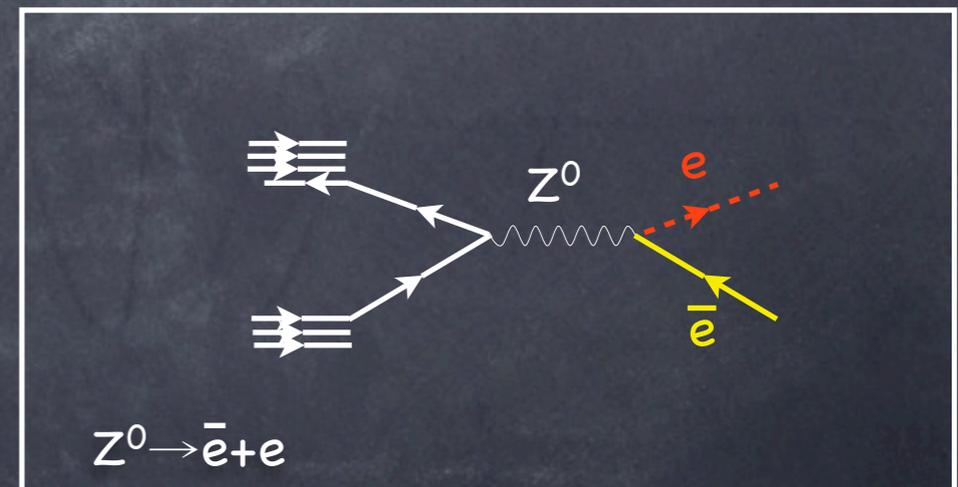
Ein Prozess, der zwar eine dem Signalereignis identische Signatur im Detektor hinterlässt, ursprünglich aber einem anderen physikalischen Prozess (Bsp.: Erzeugung eines Z -Teilchens, Antitauon oder eines b -Quark-Paares) zuzuordnen ist, wird als Untergrundereignis bezeichnet.



$$\bar{(b)}[b] \rightarrow \bar{(e+\nu+D^*)}+[b]$$



$$W^+ \rightarrow (\tau) + \nu \rightarrow (\bar{e} + \nu + \bar{\nu}) + \nu$$



$$Z^0 \rightarrow \bar{e} + e$$

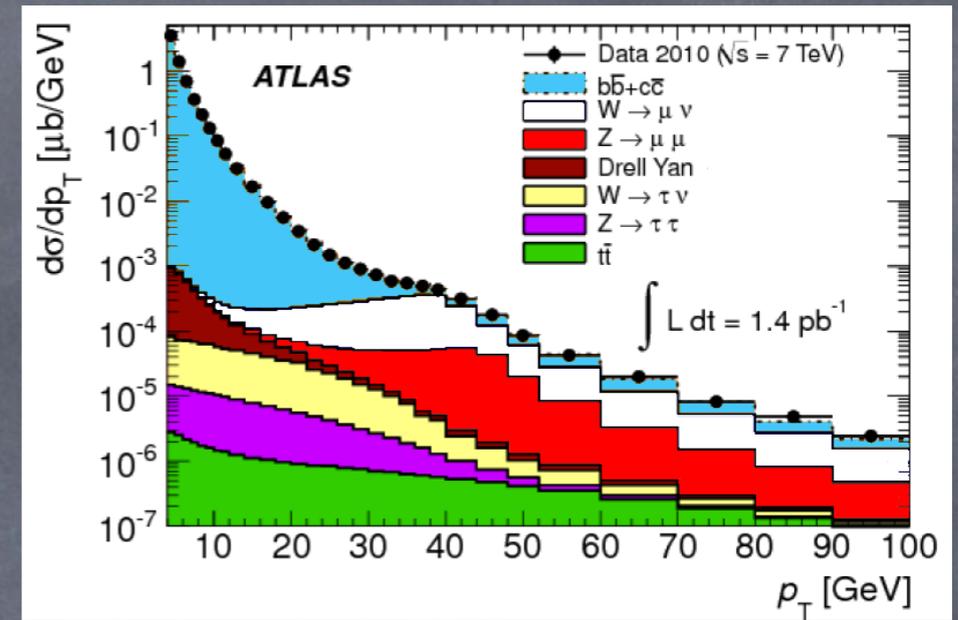
Abb. 11: Untergrundereignisse (W-Bosonen)

Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit
zerfallenen W-Bosonen

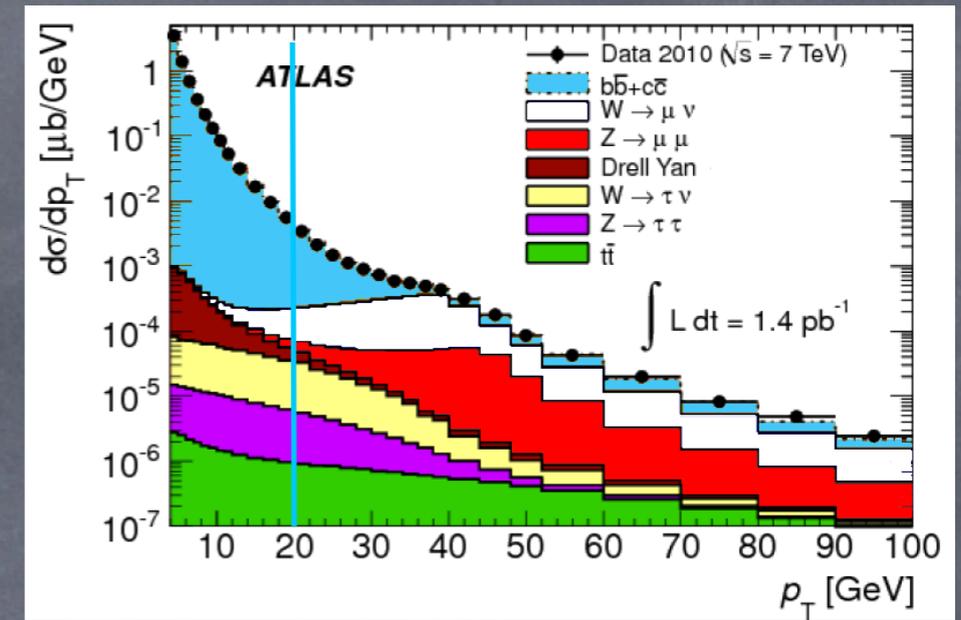
Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen



Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen



Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

- genau ein hochenergetisches, elektrisch geladenes Lepton [entweder Myon (bzw. Antimyon) oder Elektron (bzw. Positron)] mit $p_T > 20 \text{ GeV}/c$

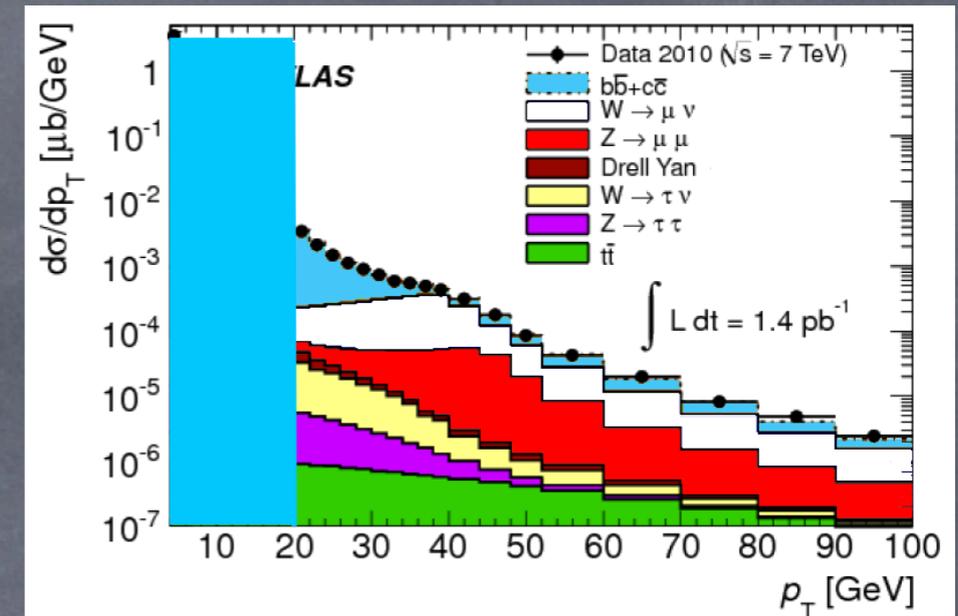


Abb. 12: Wirkungsquerschnitt von Myonen in Abhängigkeit des transversalen Impulses; aus [1]

Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

- genau ein hochenergetisches, elektrisch geladenes Lepton [entweder Myon (bzw. Antimyon) oder Elektron (bzw. Positron)] mit $p_T > 20 \text{ GeV}/c$

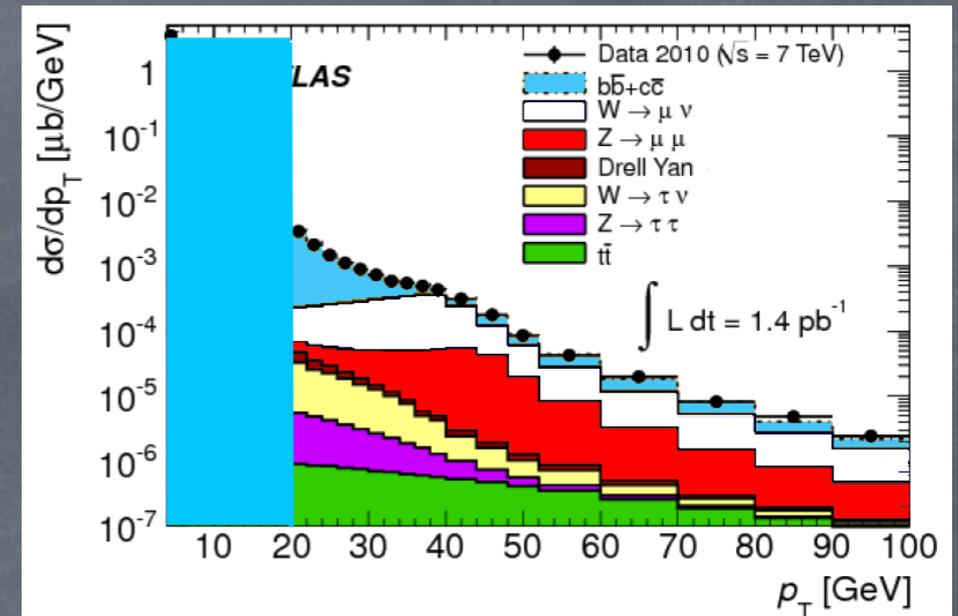


Abb. 12: Wirkungsquerschnitt von Myonen in Abhängigkeit des transversalen Impulses; aus [1]

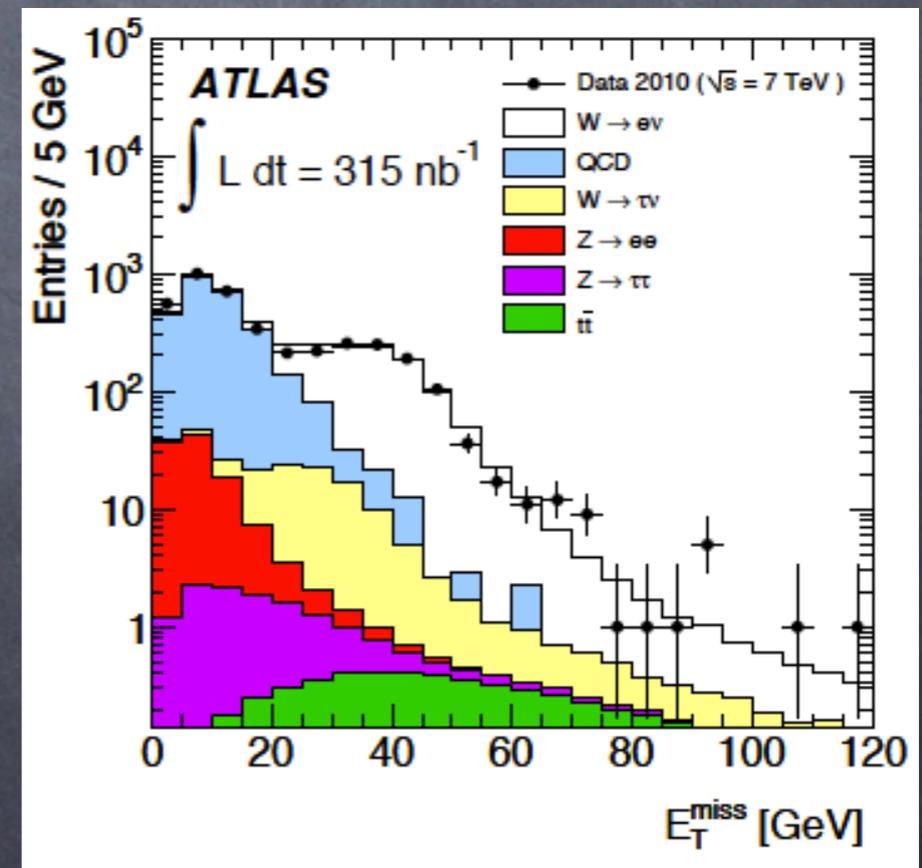


Abb. 13: Verteilung der $E_{T,miss}$ aus Ereignissen mit hochenergetischen Elektronen; aus [2]

Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

- genau ein hochenergetisches, elektrisch geladenes Lepton [entweder Myon (bzw. Antimyon) oder Elektron (bzw. Positron)] mit $p_T > 20 \text{ GeV}/c$

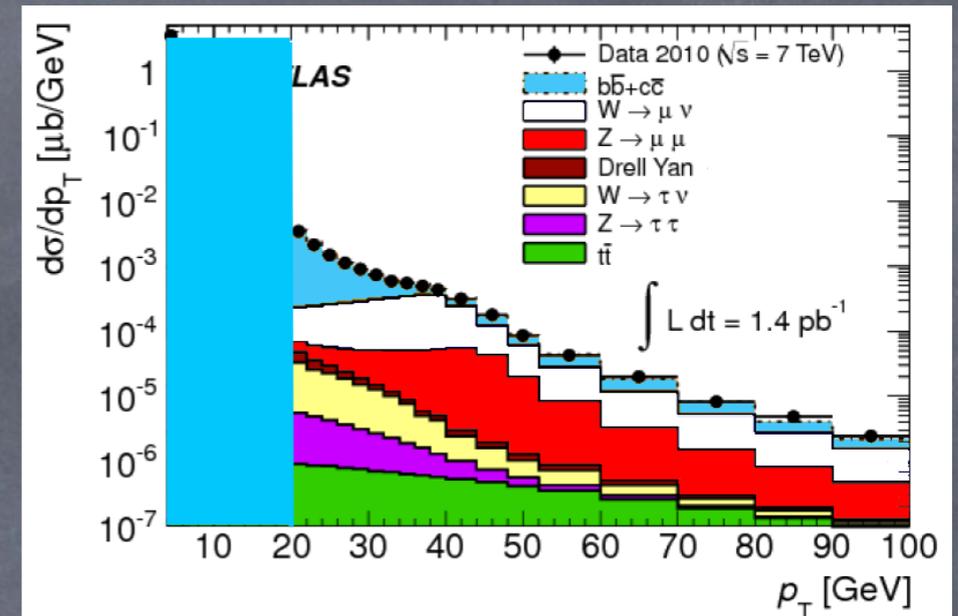


Abb. 12: Wirkungsquerschnitt von Myonen in Abhängigkeit des transversalen Impulses; aus [1]

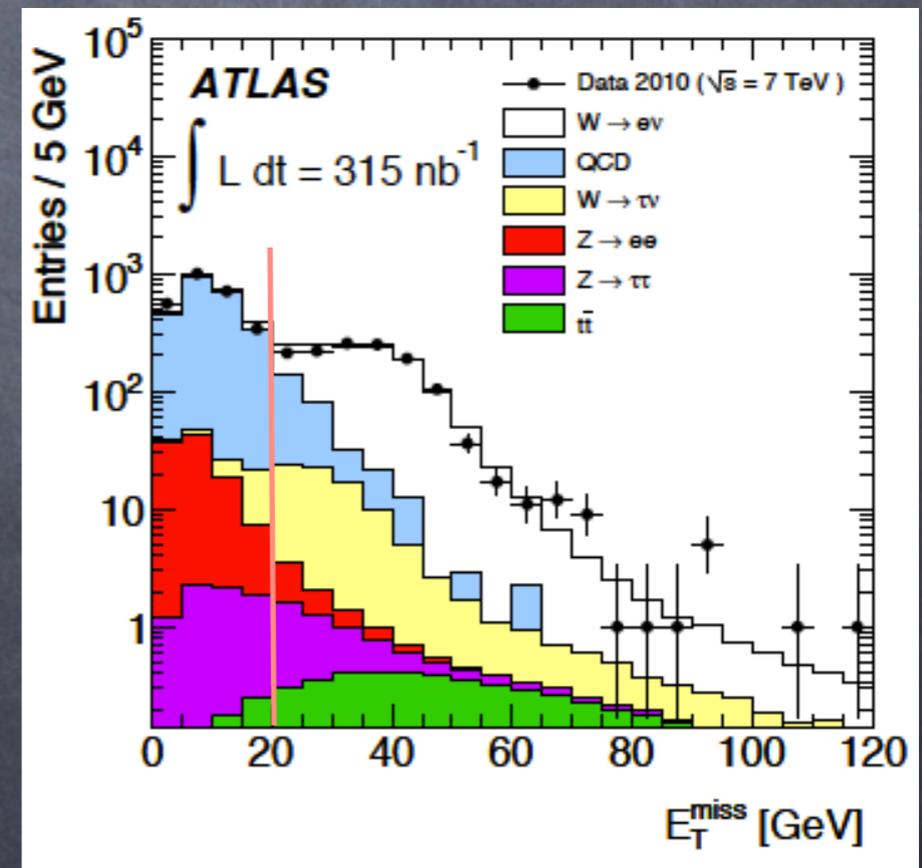


Abb. 13: Verteilung der $E_{T,miss}$ aus Ereignissen mit hochenergetischen Elektronen; aus [2]

Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

- genau ein hochenergetisches, elektrisch geladenes Lepton [entweder Myon (bzw. Antimyon) oder Elektron (bzw. Positron)] mit $p_T > 20 \text{ GeV}/c$
- fehlender transversaler Impuls als Zeichen für das nicht-detektierbare Neutrino mit $E_{T,\text{miss}} > 20 \text{ GeV}$

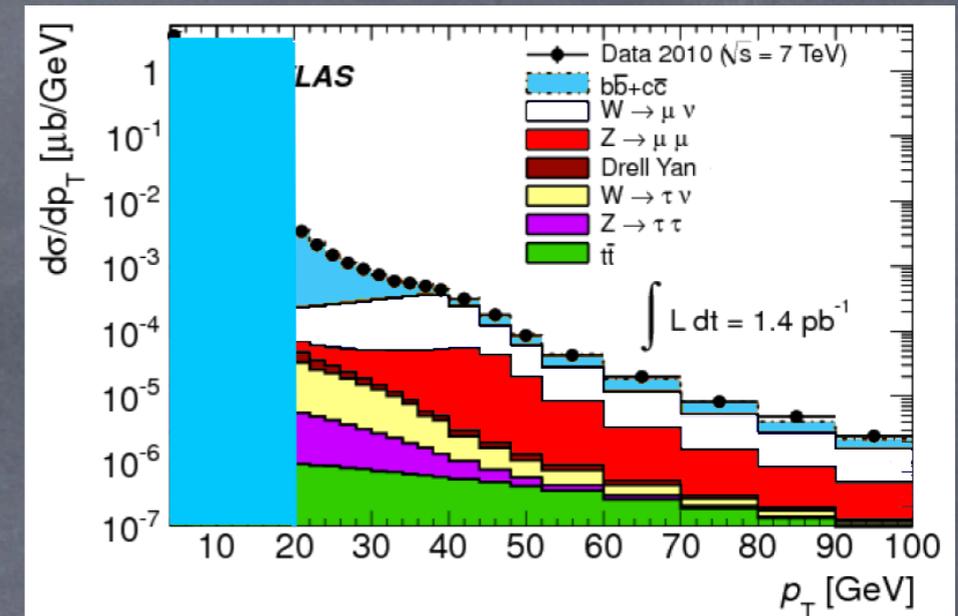


Abb. 12: Wirkungsquerschnitt von Myonen in Abhängigkeit des transversalen Impulses; aus [1]

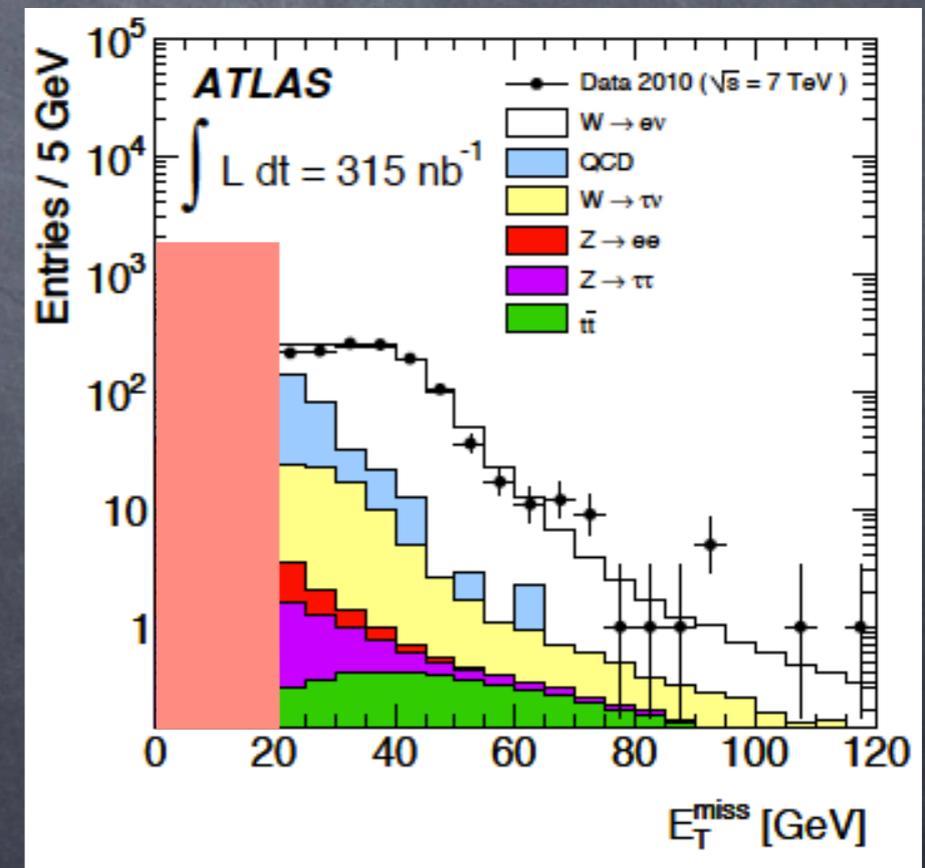


Abb. 13: Verteilung der $E_{T,\text{miss}}$ aus Ereignissen mit hochenergetischen Elektronen; aus [2]

Teil 1 - Einführung

Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen W-Bosonen

- genau ein hochenergetisches, elektrisch geladenes Lepton [entweder Myon (bzw. Antimyon) oder Elektron (bzw. Positron)] mit $p_T > 20 \text{ GeV}/c$
- fehlender transversaler Impuls als Zeichen für das nicht-detektierbare Neutrino mit $E_{T,miss} > 20 \text{ GeV}$
- elektrisch geladenes Lepton muss isoliert von Jet sein

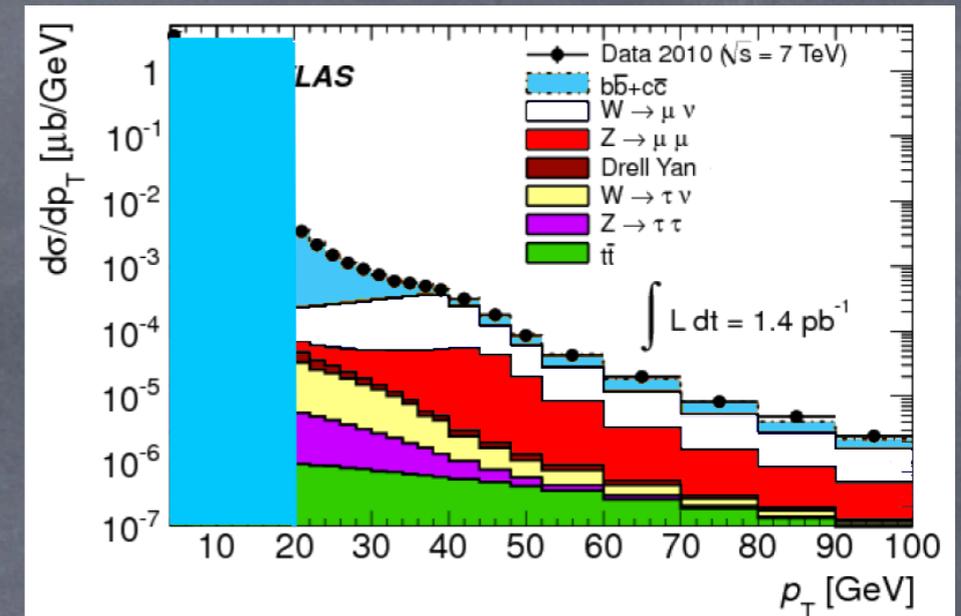


Abb. 12: Wirkungsquerschnitt von Myonen in Abhängigkeit des transversalen Impulses; aus [1]

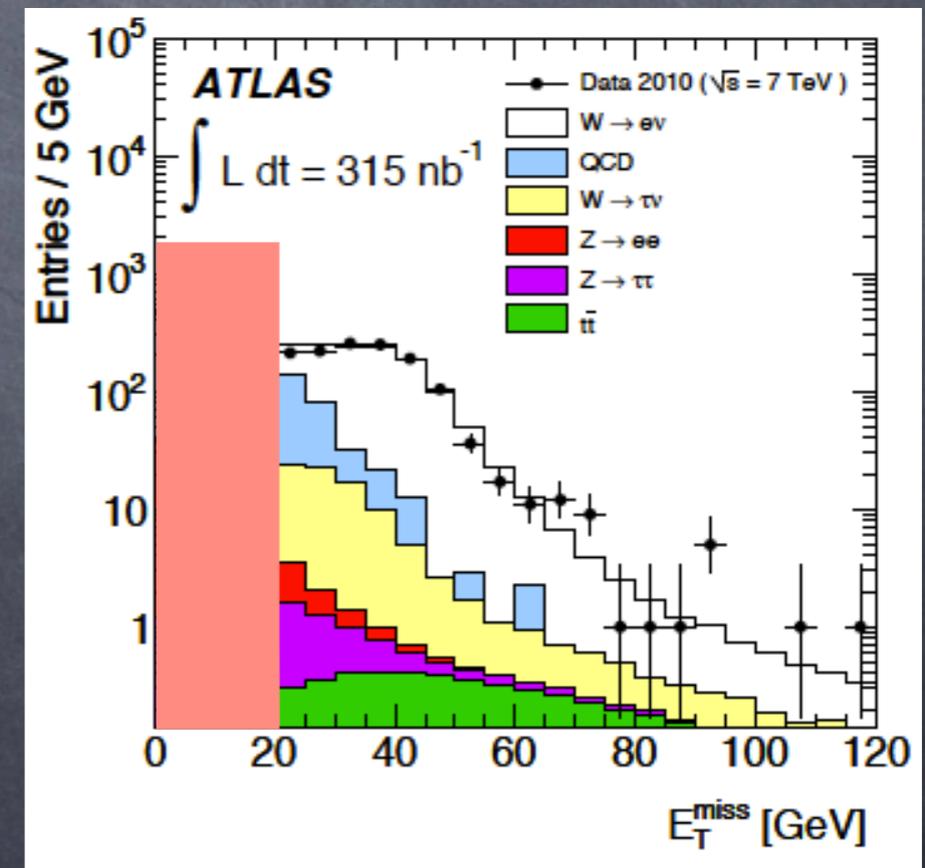


Abb. 13: Verteilung der $E_{T,miss}$ aus Ereignissen mit hochenergetischen Elektronen; aus [2]

Teil 1 - Einführung

Produktion und
Zerfall - H-Boson

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - H-Boson

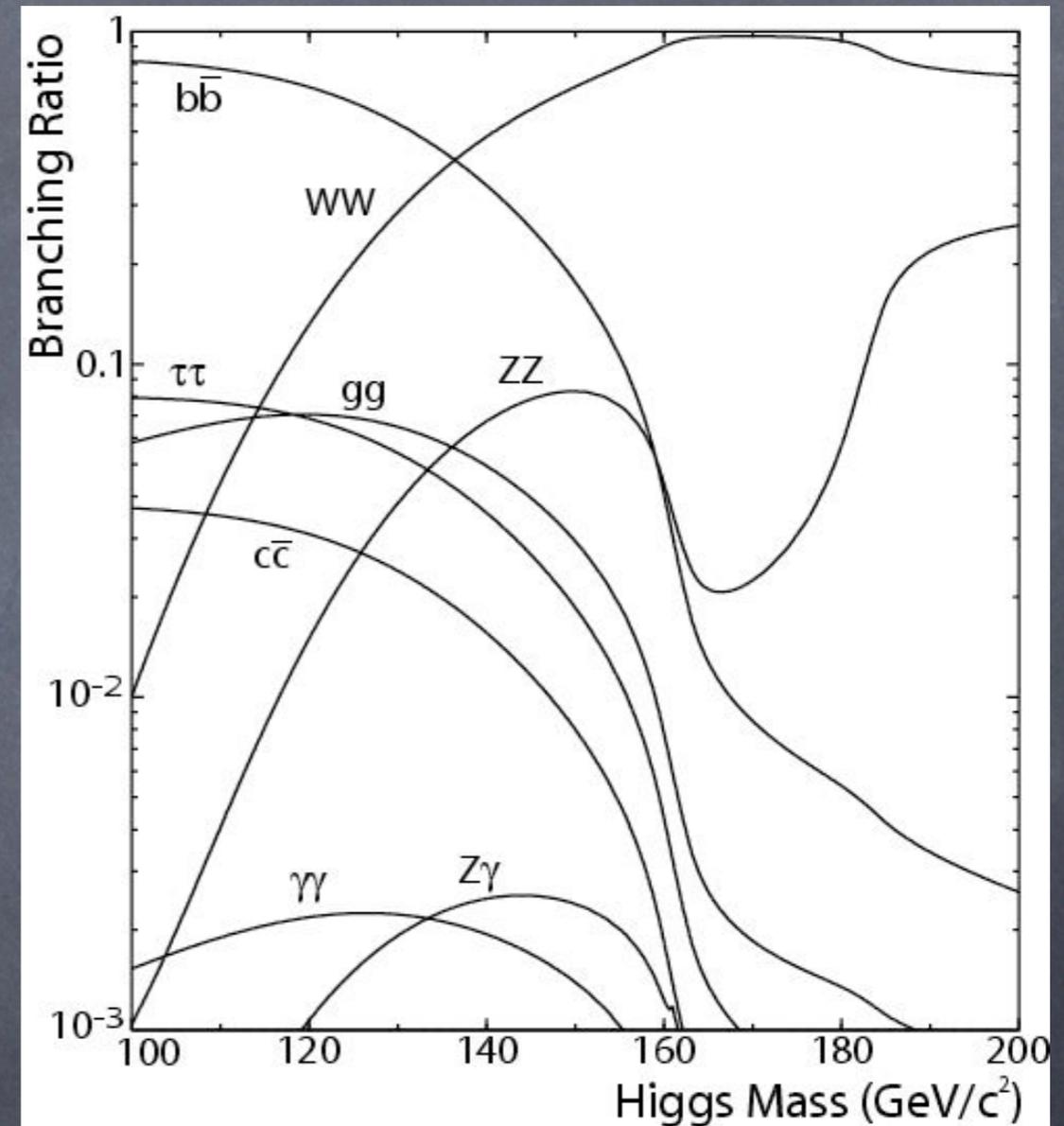


Abb. 17: Verzweigungsverhältnis des Higgs-Zerfalls in Abhängigkeit der Higgs-Masse

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - H-Boson

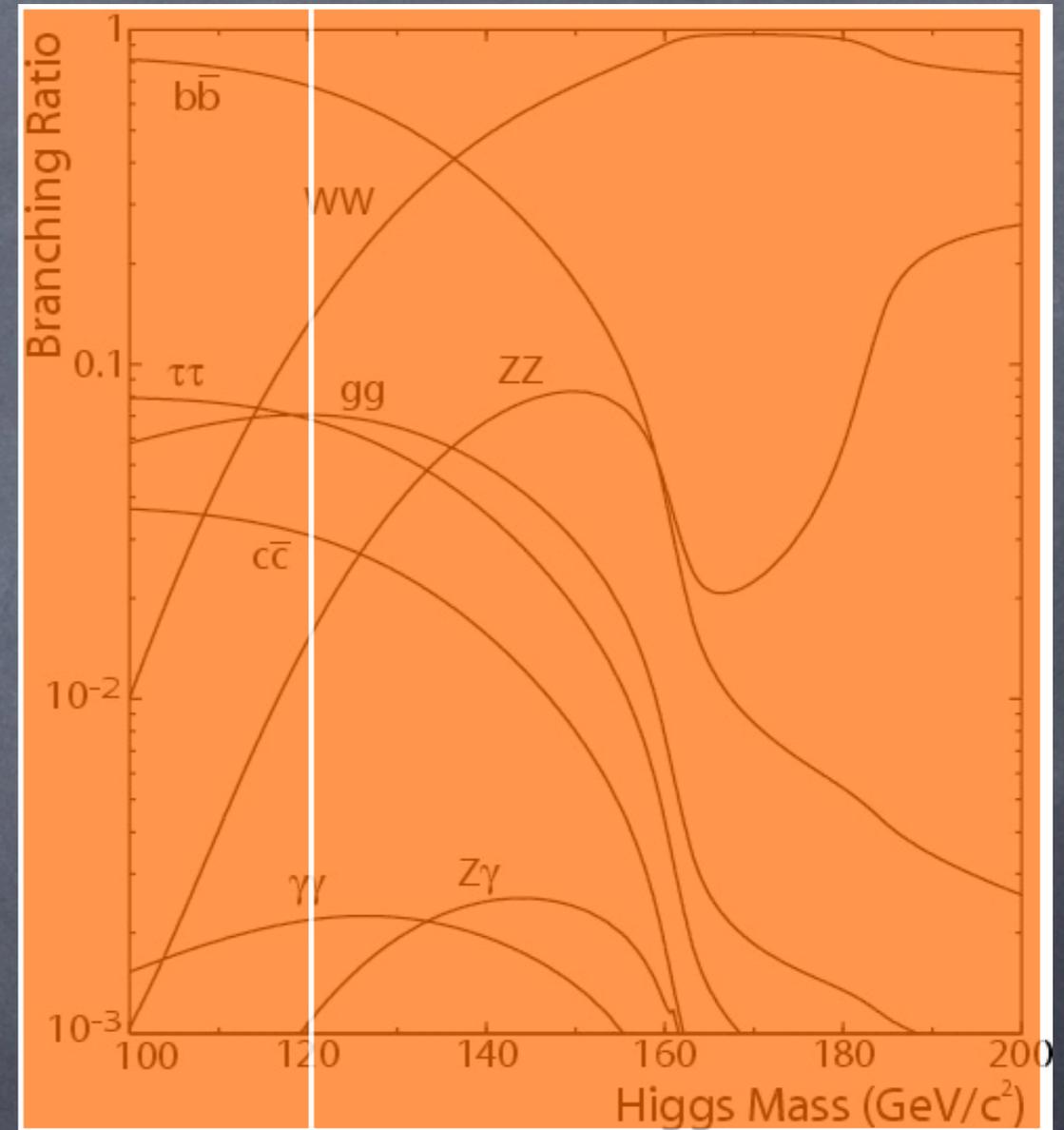


Abb. 17: Verzweigungsverhältnis des Higgs-Zerfalls in Abhängigkeit der Higgs-Masse

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - H-Boson

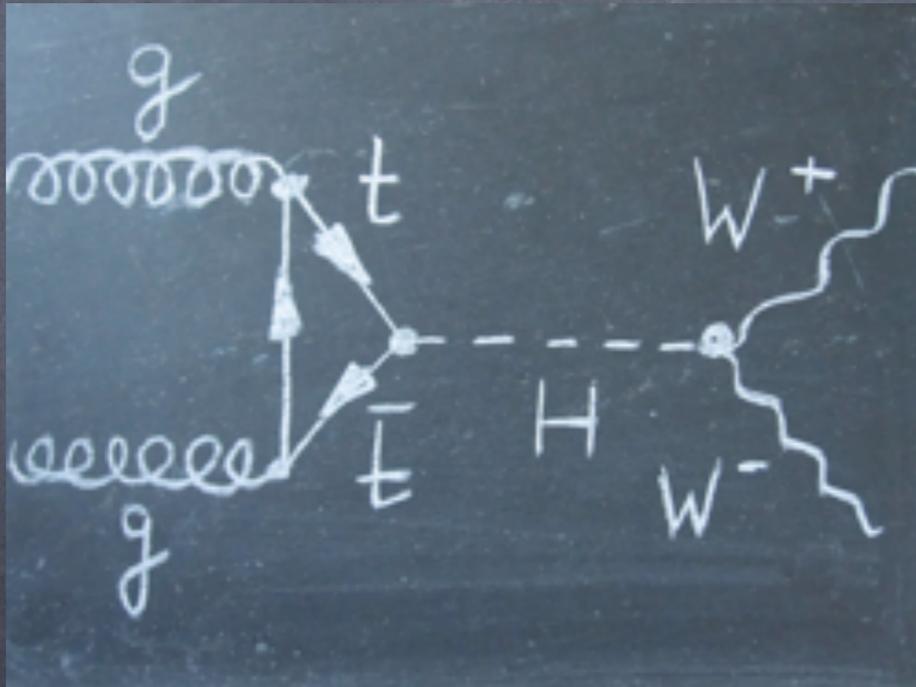


Abb. 16: Feynman-Diagramm zum Zerfall des Higgs-Boson in zwei W-Bosonen

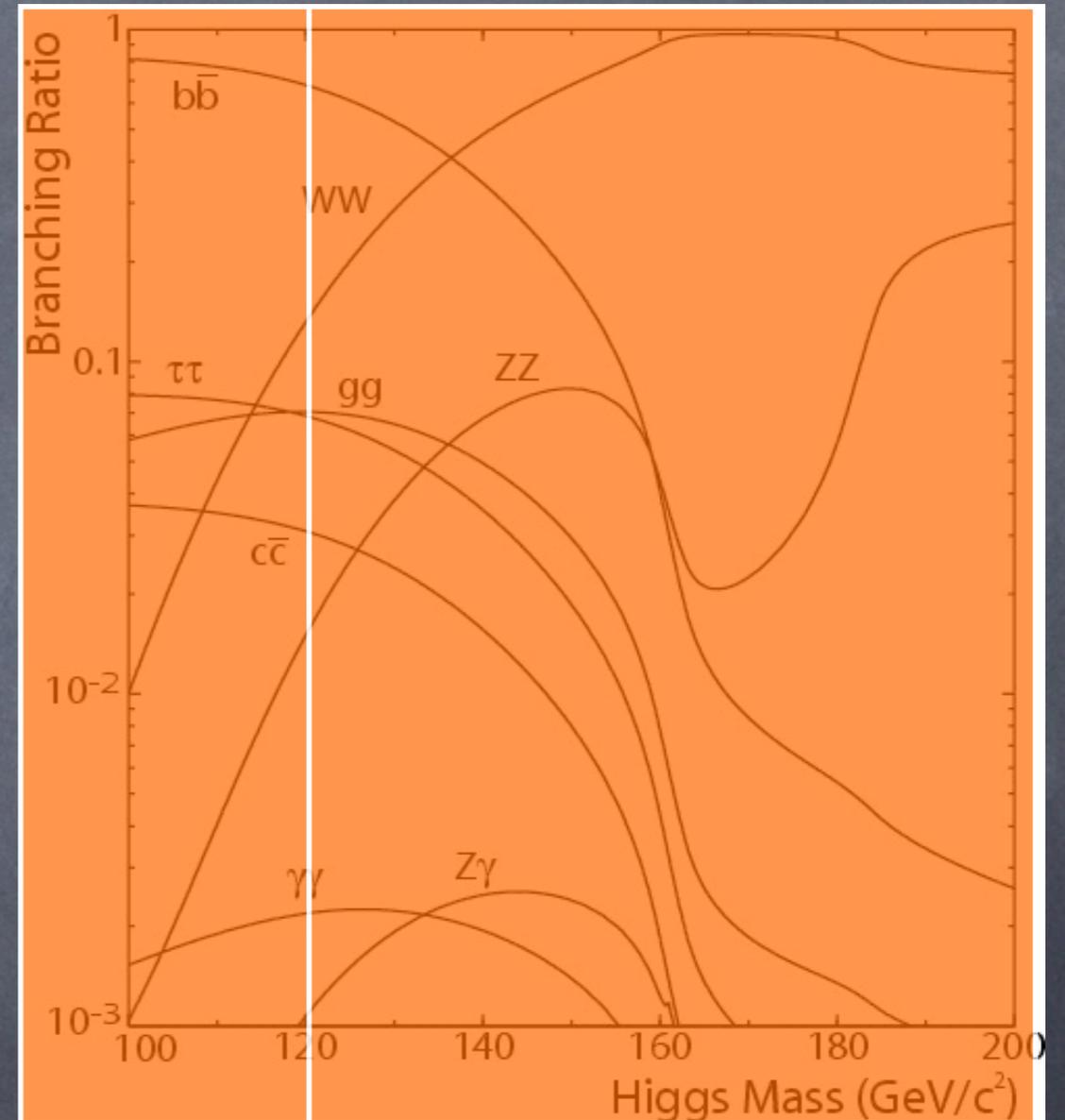


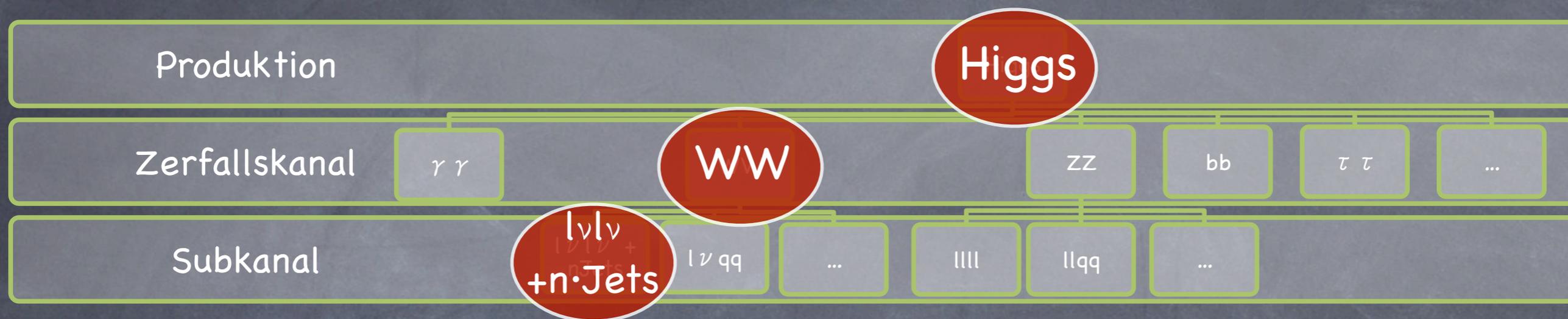
Abb. 17: Verzweigungsverhältnis des Higgs-Zerfalls in Abhängigkeit der Higgs-Masse

Teil 1 - Einführung

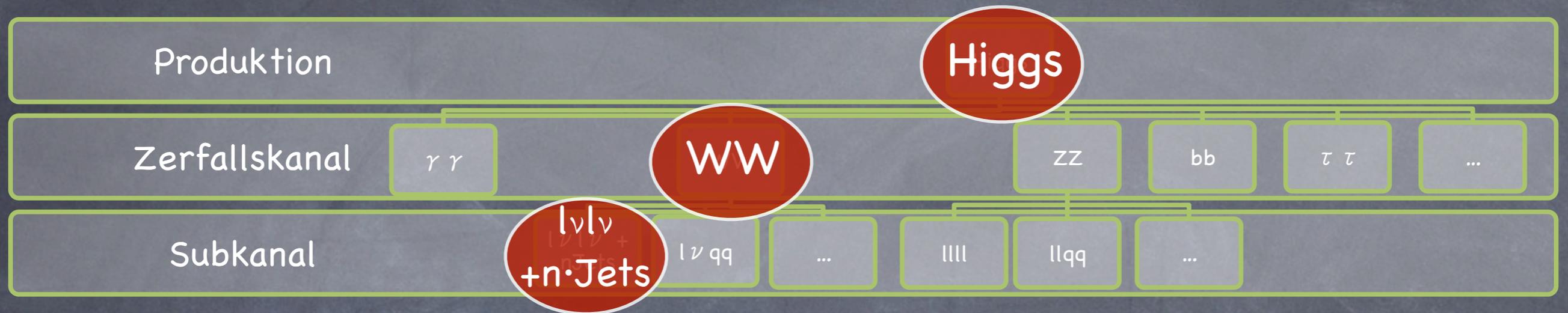
Teil 1 - Einführung



Teil 1 - Einführung

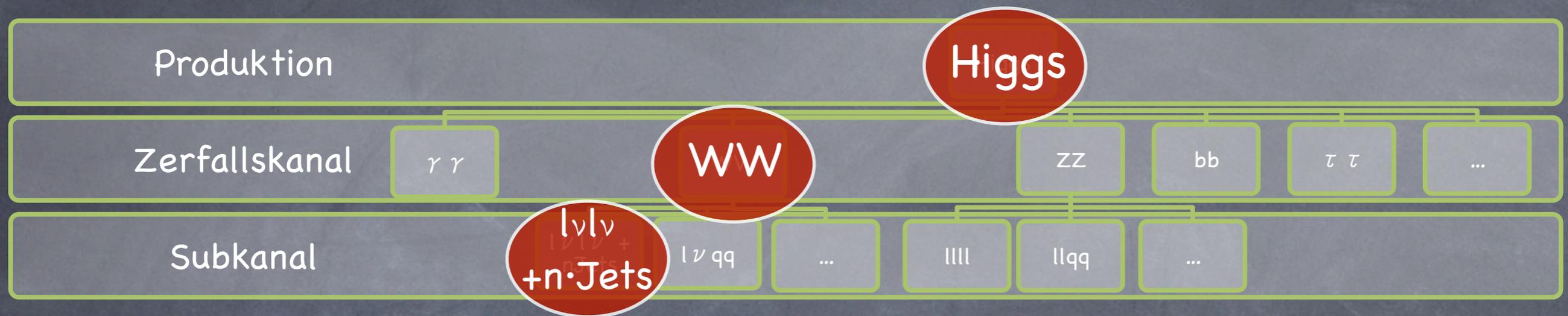


Teil 1 - Einführung



Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen H-Bosonen im
Zerfallskanal $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu + n \cdot \text{Jets}$ ($n=0,1$)

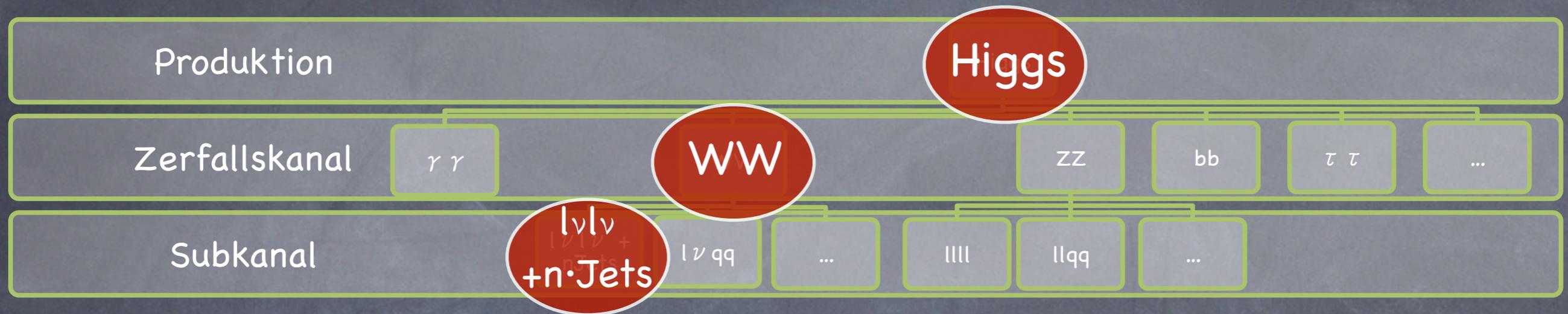
Teil 1 - Einführung



Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen H-Bosonen im
Zerfallskanal $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu + n \cdot \text{Jets}$ ($n=0,1$)

- genau zwei hochenergetische, elektrisch unterschiedlich geladene Leptonen [entweder Myon und (oder) Antimyon oder (und) Positron und (oder) Elektron] mit $p_{T,\text{lead}} > 20 \text{ GeV}/c$ und $p_{T,\text{sub}} > 10 \text{ GeV}/c$

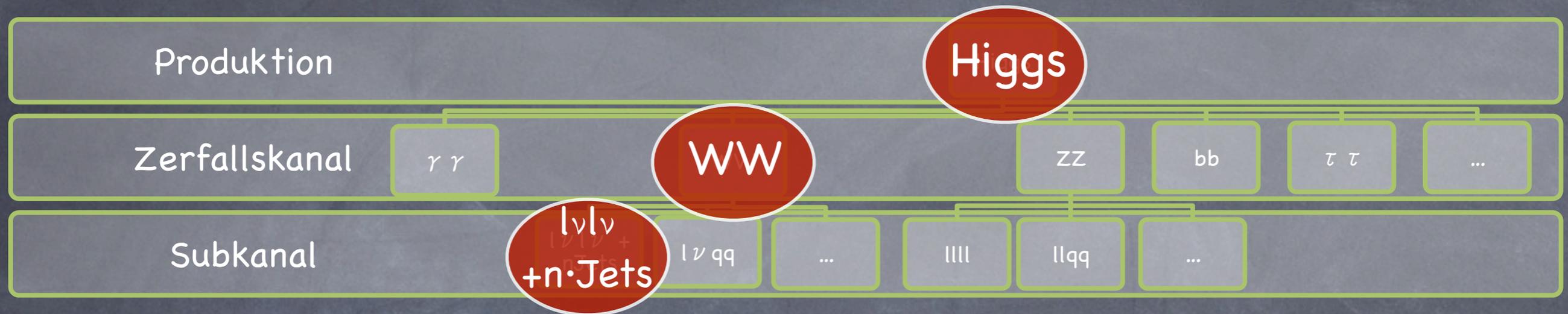
Teil 1 - Einführung



Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen H-Bosonen im
Zerfallskanal $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu + n \cdot \text{Jets}$ ($n=0,1$)

- genau zwei hochenergetische, elektrisch unterschiedlich geladene Leptonen [entweder Myon und (oder) Antimyon oder (und) Positron und (oder) Elektron] mit $p_{T,\text{lead}} > 20 \text{ GeV}/c$ und $p_{T,\text{sub}} > 10 \text{ GeV}/c$
- fehlender transversaler Impuls als Zeichen für das nicht-detektierbare Neutrino mit $E_{T,\text{miss}} > 20 \text{ GeV}$ (wenn Leptonen aus unterschiedlichen Familien, also bspw. Elektron und Antimyon) bzw. $E_{T,\text{miss}} > 40 \text{ GeV}$ (wenn Leptonen aus gleicher Familie, Bsp.: Elektron und Positron)

Teil 1 - Einführung



Eigenschaften der Ereignisse mit zerfallenen H-Bosonen im
Zerfallskanal $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu + n \cdot \text{Jets}$ ($n=0,1$)

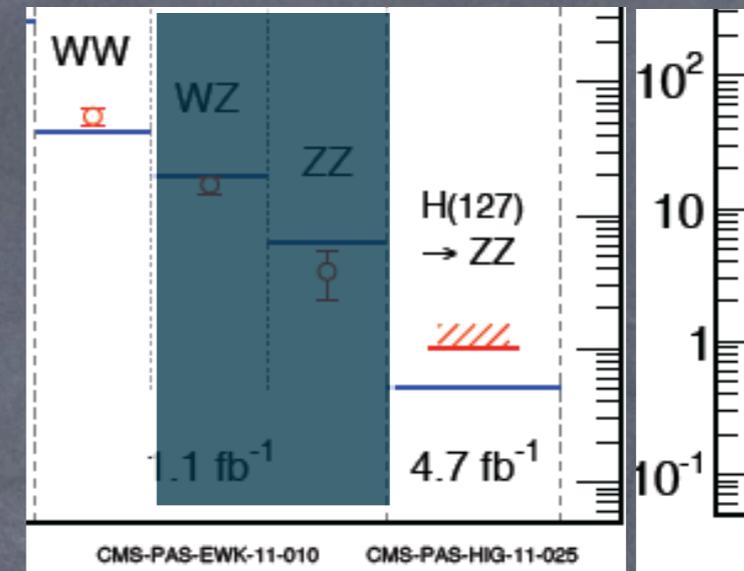
- genau zwei hochenergetische, elektrisch unterschiedlich geladene Leptonen [entweder Myon und (oder) Antimyon oder (und) Positron und (oder) Elektron] mit $p_{T,\text{lead}} > 20 \text{ GeV}/c$ und $p_{T,\text{sub}} > 10 \text{ GeV}/c$
- fehlender transversaler Impuls als Zeichen für das nicht-detektierbare Neutrino mit $E_{T,\text{miss}} > 20 \text{ GeV}$ (wenn Leptonen aus unterschiedlichen Familien, also bspw. Elektron und Antimyon) bzw. $E_{T,\text{miss}} > 40 \text{ GeV}$ (wenn Leptonen aus gleicher Familie, Bsp.: Elektron und Positron)
- Leptonen isoliert von Jets + 0 oder 1 Jet im Ereignis

Teil 1 - Einführung

Frage: Wie kann man nun die Higgs-Bosonen (in diesem Zerfallskanal) bei einem bis zu 10mal größerem Untergrund (WW und andere) finden?

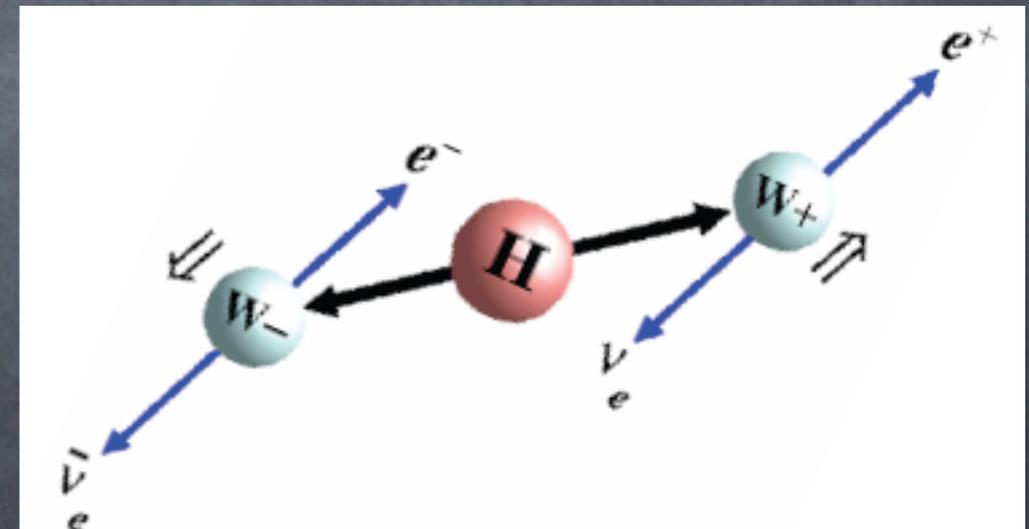
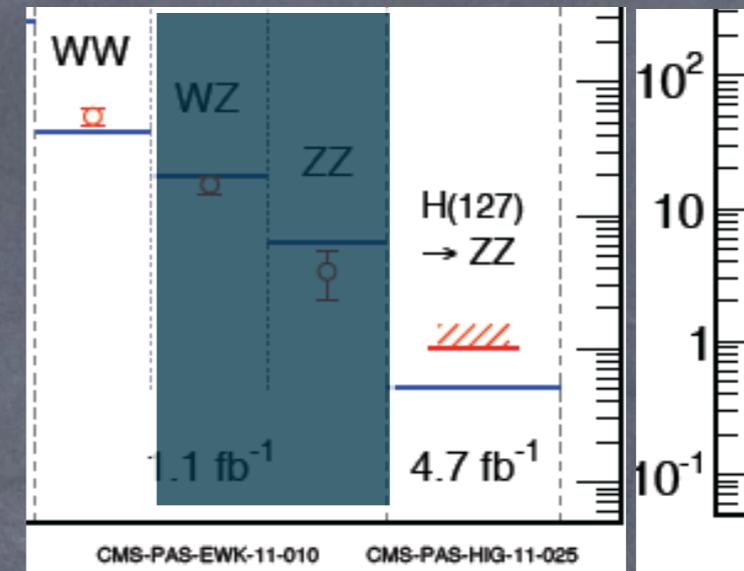
Teil 1 - Einführung

Frage: Wie kann man nun die Higgs-Bosonen (in diesem Zerfallskanal) bei einem bis zu 10mal größerem Untergrund (WW und andere) finden?



Teil 1 - Einführung

Frage: Wie kann man nun die Higgs-Bosonen (in diesem Zerfallskanal) bei einem bis zu 10mal größerem Untergrund (WW und andere) finden?



Teil 1 - Einführung

Frage: Wie kann man nun die Higgs-Bosonen (in diesem Zerfallskanal) bei einem bis zu 10mal größerem Untergrund (WW und andere) finden?

- in dem man Kenngrößen herausfindet, die für Signal und Untergrundprozesse unterschiedliche Werte annehmen
- Neutrinos linkshändig (Spin antiparallel zum Impuls) vs. Antineutrinos rechtshändig (Spin parallel zum Impuls) legt fest, dass elektrisch geladene Leptonen in nahezu die gleiche Richtung laufen
- Messen Sie den Winkel zwischen den beiden elektrisch geladenen Leptonen in der transversalen Ebene $\Delta\phi_{ll}$

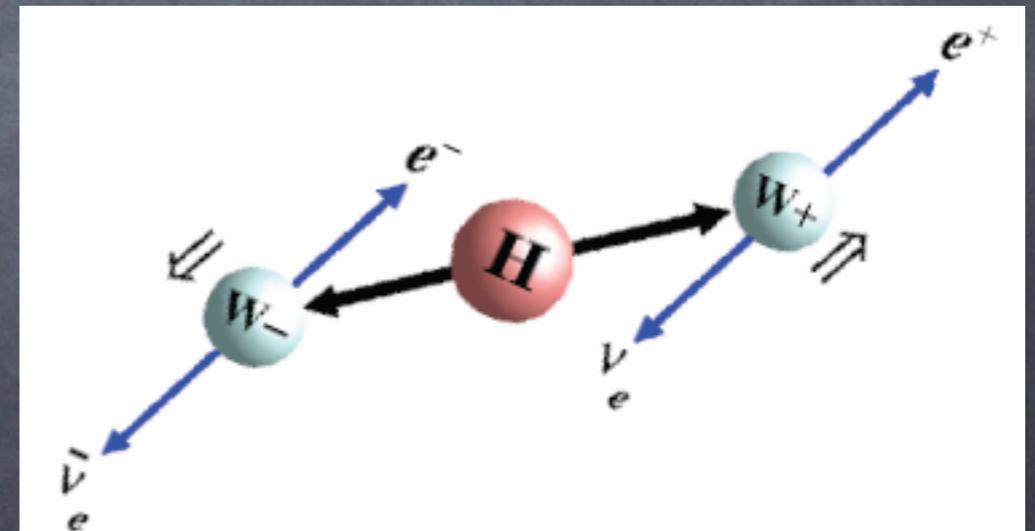
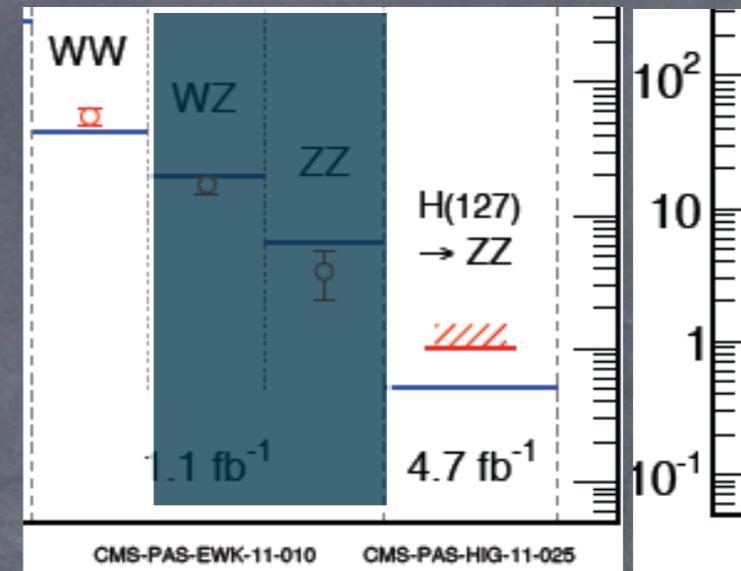


Abb. 20: Beziehungen zwischen Spin und Händigkeit beim Higgs-Zerfall in zwei W-Teilchen, die wiederum leptonisch zerfallen

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

Messaufgabe zu den H-Teilchen:

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

Messaufgabe zu den H-Teilchen:

4. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich zwei W-Teilchen im gleichen

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

Messaufgabe zu den H-Teilchen:

4. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich zwei W-Teilchen im gleichen Wechselwirkungspunkt erzeugt wurden.

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson

Messaufgabe zu den H-Teilchen:

4. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich zwei W-Teilchen im gleichen Wechselwirkungspunkt erzeugt wurden.
5. Messen Sie bei diesen Ereignissen den Winkel zwischen den beiden elektrisch geladenen Leptonen

Teil 1 - Einführung

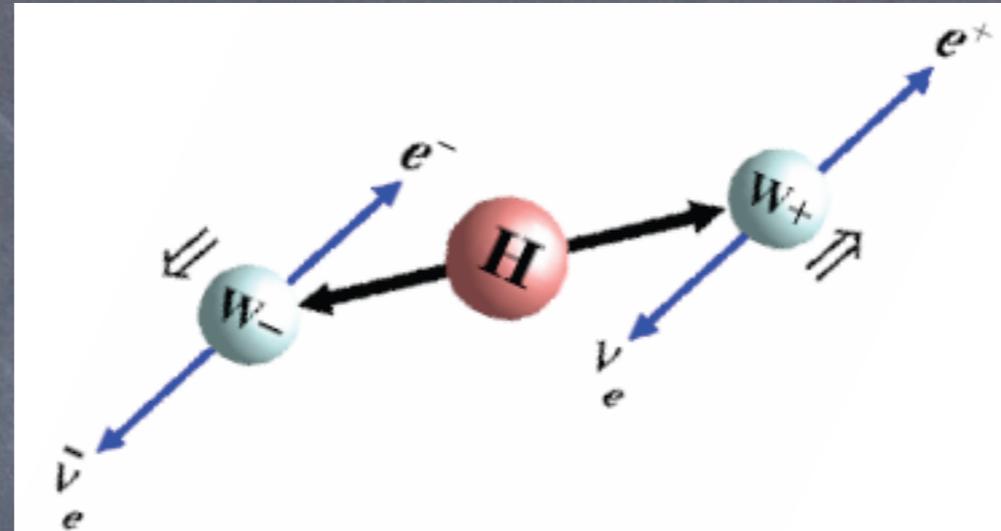
Produktion und Zerfall - W-Boson

Messaufgabe zu den H-Teilchen:

4. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich zwei W-Teilchen im gleichen Wechselwirkungspunkt erzeugt wurden.
5. Messen Sie bei diesen Ereignissen den Winkel zwischen den beiden elektrisch geladenen Leptonen in der Ebene senkrecht zum Strahlrohr.

Teil 1 - Einführung

Produktion und Zerfall - W-Boson



Messaufgabe zu den H-Teilchen:

4. Finden Sie in Ihrem Datenpaket Ereignisse in denen vermutlich zwei W-Teilchen im gleichen Wechselwirkungspunkt erzeugt wurden.
5. Messen Sie bei diesen Ereignissen den Winkel zwischen den beiden elektrisch geladenen Leptonen in der Ebene senkrecht zum Strahlrohr.

Ran an den
Datenspeck

Vorschau

- Einführung 1 20' (14:00)
- Teilchenidentifikation 30' (14:20)
- Einführung 2 30' (14:50)
- Eventidentifikation 60' (15:20)
- Diskussion 30' (16:20)

Teil 2 - Übungen

Teil 2 - Übungen

Was wird benötigt?

- * Computerzugang:
 - * Benutzername: teachxg
 - * Passwort: Einstein1879
- * Event Display 'MINERVA' (Anwendung 'atlantis' vom Desktop starten)

Teil 2 - Übungen

Kombinieren der Messwerte

Nach der Messung werden die Ergebnisse
trägst Du Deine Messergebnisse in die O
nachfolgenden Menü Deinen richtigen Sta

Bitte wähle Dein Institut aus...

✓ ...NRWTP2014

15/04/2014

...Birziet, Palestine

01/05/2014

...Marcus Morgenstern

Auswertung

Teil 2 - Übungen

Was wird benötigt?

- * Webseite: <http://www.cern.ch/kjende/de/wpath.htm>
- * Ereignispakete (2A.zip ... 2J.zip) befinden sich im Ordner 'events' des Event Display Programms
- * Strichliste, Begleimaterialien
- * KJENDE (zum Eintragen der Messergebnisse)

Kombinieren der Messwerte

Nach der Messung werden die Ergebnisse in die Datenbank eingetragen. Du trägst Deine Messergebnisse in die Online-Datenbank ein. Im nachfolgenden Menü Deinen richtigen Standort auswählen.

Bitte wähle Dein Institut aus...

✓ ...NRWTP2014

15/04/2014

...Birziet, Palestine

01/05/2014

...Marcus Morgenstern

Auswertung

Teil 3 - Messung

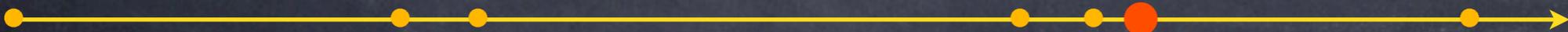
Analysis on an ATLAS data sample

Data sample:		Signal 1				Signal 2		Back-ground	Comment
1	A	W → ν + ...	W → ν + ...	WW → lνlν	ΔΦ _{ll}				
Event #		e ⁺	e ⁻	μ ⁺	μ ⁻				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
Number of Events:									

Wichtiger Code; steht für das Datenpaket, welches analysiert werden soll

Im Fall von WW-Kandidaten hier bitte Winkel eintragen

Letzte Zeile zum Zusammenzählen



Teil 3 - Messung

Analysis on an ATLAS data sample

Data sample:		Signal 1				Signal 2		Back-ground	Comment
1	A	W → ν + ...	W → ν + ...	WW → lνlν	ΔΦ _{ll}				
Event #	e ⁺	e ⁻	μ ⁺	μ ⁻					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
Number of Events:									

Wichtiger Code; steht für das Datenpaket, welches analysiert werden soll

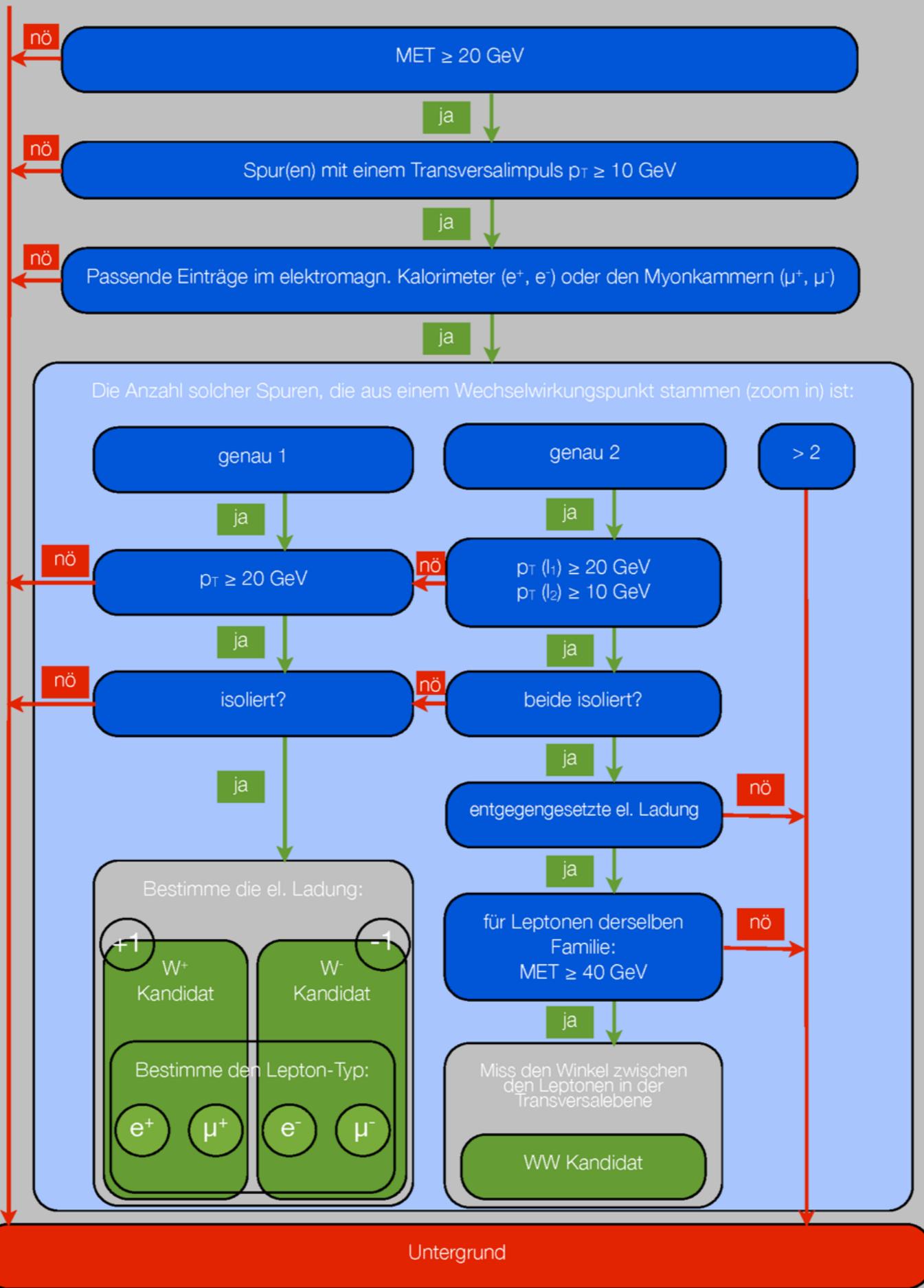
Im Fall von WW-Kandidaten hier bitte Winkel eintragen

Letzte Zeile zum Zusammenzählen

Abb. 21: In der Messung verwendete Strichliste



Lade ein Ereignis und gehe dann schrittweise durch das folgende Flowchart, um das Ereignis zu klassifizieren



Teil 3 - Messung

Viel Spaß bei Ihrer ersten LHC-Datenanalyse

Fragen sind dringend
erwünscht und notwendig
zur erfolgreichen
Bewältigung der Aufgaben