



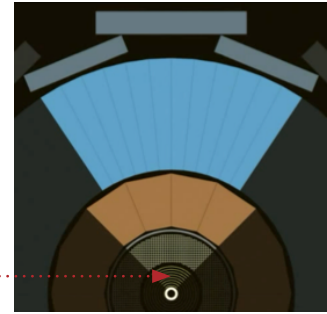
DER ATLAS-DETEKTOR

LÖSUNG FÜR GRUPPE 1A: HALBLEITER- UND PIXELDETEKTOR

- Welcher Teil des ATLAS-Detektors wird in deinem Video-Abschnitt vorgestellt?

Die Halbleiter-Spurdetektoren*

- Zeichne in der Grafik rechts ein, wo sich diese Detektor-Komponente befindet:



1. Welche Arten von Teilchen weist man mit diesem Teil des Detektors nach?

- | | | |
|--|--|------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Elektronen | <input checked="" type="checkbox"/> Myonen | <input type="checkbox"/> Neutrinos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Protonen | <input type="checkbox"/> Photonen | <input type="checkbox"/> Neutronen |
| <input checked="" type="checkbox"/> alle elektrisch geladenen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Hadronen | |
| <input type="checkbox"/> alle elektrisch neutralen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Leptonen | |

2. Welche physikalische(n) Größe(n) misst dieser Teil des Detektors?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Energie des Teilchens | <input checked="" type="checkbox"/> Impuls des Teilchens |
| <input checked="" type="checkbox"/> elektrische Ladung des Teilchens | <input checked="" type="checkbox"/> Flugbahn des Teilchens (Spur) |

3. Auf welchem Messprinzip beruht der Detektor?

- Ionisation Szintillation

4. Welche Teilchen werden bei dieser Messung erzeugt?

- Elektronen Ionen Hadronen Photonen (Licht)

5. In welchem Material findet dieser Prozess statt?

- Silizium
 flüssiges Argon bei -180°C
 Gas in Driftröhren
 Szintillatoren

6. Beschreibe den Prozess im Detektor kurz mit eigenen Worten:

Ein elektrisch geladenes Teilchen ionisiert die Atome im Siliziumkristall. Die freigesetzten Elektronen bewegen sich zu den Lötkegeln an der Unterseite des Kristalls. Dort werden sie als elektrischer Strom gemessen und in ein digitales Signal umgewandelt. Die stromdurchflossene Kugel zeigt an, wo das ursprüngliche Teilchen entlang geflogen ist.

* Im Video werden genau genommen zwei Detektorteile vorgestellt - der Pixel- und der Streifendetektor. Beide Detektorteile werden als Halbleiter-Spurdetektor(en) bezeichnet, da beide aus Silizium bestehen und sehr ähnlich funktionieren.



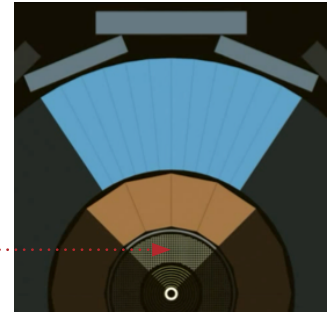
DER ATLAS-DETEKTOR

LÖSUNG FÜR GRUPPE 1B: ÜBERGANGSSTRAHLUNGSDETEKTOR

- Welcher Teil des ATLAS-Detektors wird in deinem Video-Abschnitt vorgestellt?

Der Übergangsstrahlungsdetektor

- Zeichne in der Grafik rechts ein, wo sich diese Detektor-Komponente befindet:



1. Welche Arten von Teilchen weist man mit diesem Teil des Detektors nach?

- | | | |
|--|--|------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Elektronen | <input checked="" type="checkbox"/> Myonen | <input type="checkbox"/> Neutrinos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Protonen | <input type="checkbox"/> Photonen | <input type="checkbox"/> Neutronen |
| <input checked="" type="checkbox"/> alle elektrisch geladenen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Hadronen | |
| <input type="checkbox"/> alle elektrisch neutralen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Leptonen | |

2. Welche physikalische(n) Größe(n) misst dieser Teil des Detektors?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Energie des Teilchens | <input checked="" type="checkbox"/> Impuls des Teilchens |
| <input checked="" type="checkbox"/> elektrische Ladung des Teilchens | <input checked="" type="checkbox"/> Flugbahn des Teilchens (Spur) |

3. Auf welchem Messprinzip beruht der Detektor?

- Ionisation Szintillation

4. Welche Teilchen werden bei dieser Messung erzeugt?

- Elektronen Ionen Hadronen * Photonen (Licht)

5. In welchem Material findet dieser Prozess statt?

- Silizium
 flüssiges Argon bei -180°C
 Gas in Driftröhren
 Szintillatoren

6. Beschreibe den Prozess im Detektor kurz mit eigenen Worten:

Elektrisch geladene Teilchen erzeugen im Material zwischen den Driftröhren Photonen (Übergangsstrahlung). Je nach der Teilchensorte entstehen dabei mehr oder weniger Photonen. In den Röhren ionisieren das Teilchen und die Photonen das Gas. Die entstehenden Elektronen werden nachgewiesen. Je nachdem, ob mehr oder weniger Elektronen ankommen, lässt sich unterscheiden, welche Sorte von Teilchen ursprünglich hindurchflog.

* Die Photonen der Übergangsstrahlung sind von grundlegender Bedeutung für die Funktionsweise dieser Detektor-Komponente. Da sich die Frage aber auf die in Antwort 3 erwähnte Ionisation bezieht (bei der ja keine Photonen entstehen), müssen sie hier nicht angekreuzt werden.



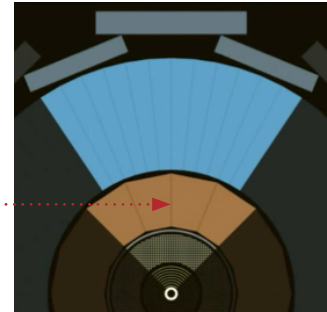
DER ATLAS-DETEKTOR

LÖSUNG FÜR GRUPPE 2A: ELEKTROMAGNETISCHES KALORIMETER

- Welcher Teil des ATLAS-Detektors wird in deinem Video-Abschnitt vorgestellt?

Das elektromagnetische Kalorimeter

- Zeichne in der Grafik rechts ein, wo sich diese Detektor-Komponente befindet:



1. Welche Arten von Teilchen weist man mit diesem Teil des Detektors nach?

- | | | |
|---|--|------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Elektronen | <input type="checkbox"/> * Myonen | <input type="checkbox"/> Neutrinos |
| <input type="checkbox"/> * Protonen | <input checked="" type="checkbox"/> Photonen | <input type="checkbox"/> Neutronen |
| <input type="checkbox"/> * alle elektrisch geladenen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Hadronen | |
| <input type="checkbox"/> alle elektrisch neutralen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Leptonen | |

2. Welche physikalische(n) Größe(n) misst dieser Teil des Detektors?

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Energie des Teilchens | <input type="checkbox"/> Impuls des Teilchens |
| <input type="checkbox"/> elektrische Ladung des Teilchens | <input type="checkbox"/> Flugbahn des Teilchens (Spur) |

3. Auf welchem Messprinzip beruht der Detektor?

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Ionisation | <input type="checkbox"/> Szintillation |
|--|--|

4. Welche Teilchen werden bei dieser Messung erzeugt?

- | | | | |
|--|---|-----------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Elektronen | <input checked="" type="checkbox"/> Ionen | <input type="checkbox"/> Hadronen | <input type="checkbox"/> Photonen (Licht) |
|--|---|-----------------------------------|---|

5. In welchem Material findet dieser Prozess statt?

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> Silizium |
| <input checked="" type="checkbox"/> flüssiges Argon bei -180°C |
| <input type="checkbox"/> Gas in Driftröhren |
| <input type="checkbox"/> Szintillatoren |

6. Beschreibe den Prozess im Detektor kurz mit eigenen Worten:

Ein elektrisch geladenes Teilchen erzeugt in Schichten aus Blei und Stahl einen Schauer aus niederenergetischen Teilchen. Diese Teilchen ionisieren das Argon. Die freigesetzten Elektronen wandern zu Kupferelektroden. Aus der gemessenen Ladungsmenge kann man schließen, wieviel Energie das ursprüngliche Teilchen besaß.

* Im Film werden nur die angekreuzten Teilchen erwähnt. Genau genommen hinterlassen jedoch alle elektrisch geladenen Teilchen ein Signal im elektromagnetischen Kalorimeter. Sie durchqueren allerdings das Kalorimeter, ohne darin sämtliche Energie abzugeben und hinterlassen auch in weiter außen liegenden Detektorteilen Signale.



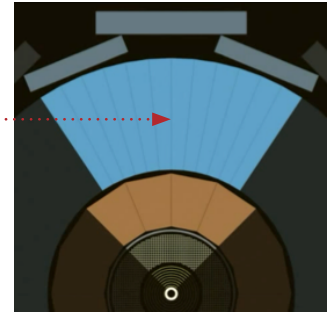
DER ATLAS-DETEKTOR

LÖSUNG FÜR GRUPPE 2B: HADRONISCHES KALORIMETER

- Welcher Teil des ATLAS-Detektors wird in deinem Video-Abschnitt vorgestellt?

Das hadronische Kalorimeter

- Zeichne in der Grafik rechts ein, wo sich diese Detektor-Komponente befindet:



1. Welche Arten von Teilchen weist man mit diesem Teil des Detektors nach?

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Elektronen | <input type="checkbox"/> Myonen | <input type="checkbox"/> Neutrinos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Protonen | <input type="checkbox"/> Photonen | <input checked="" type="checkbox"/> Neutronen |
| <input type="checkbox"/> alle elektrisch geladenen Teilchen | <input checked="" type="checkbox"/> alle Hadronen | |
| <input type="checkbox"/> alle elektrisch neutralen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Leptonen | |

2. Welche physikalische(n) Größe(n) misst dieser Teil des Detektors?

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Energie des Teilchens | <input type="checkbox"/> Impuls des Teilchens |
| <input type="checkbox"/> elektrische Ladung des Teilchens | <input type="checkbox"/> Flugbahn des Teilchens (Spur) |

3. Auf welchem Messprinzip beruht der Detektor?

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ionisation | <input checked="" type="checkbox"/> Szintillation |
|-------------------------------------|---|

4. Welche Teilchen werden bei dieser Messung erzeugt?

- | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> * Elektronen | <input type="checkbox"/> * Ionen | <input type="checkbox"/> * Hadronen | <input checked="" type="checkbox"/> Photonen (Licht) |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|

5. In welchem Material findet dieser Prozess statt?

- | |
|---|
| <input type="checkbox"/> Silizium |
| <input type="checkbox"/> flüssiges Argon bei -180°C |
| <input type="checkbox"/> Gas in Driftröhren |
| <input checked="" type="checkbox"/> Szintillatoren |

6. Beschreibe den Prozess im Detektor kurz mit eigenen Worten:

Die Hadronen bilden in den Stahlschichten einen Schauer aus niederenergetischen Teilchen. In den Szintillator-Schichten erzeugen diese Teilchen Photonen, welche über Glasfaserkabel weitergeleitet und gemessen werden. Aus der Lichtintensität schließt man auf die Energie des ursprünglichen Teilchens.

* Bei der Szintillation entstehen nur Photonen. Wird die Frage auf alle im Detektor stattfindenden Prozesse bezogen, müssen auch die Hadronen, Elektronen und Ionen berücksichtigt werden, die in den Teilchenschauern auftreten.



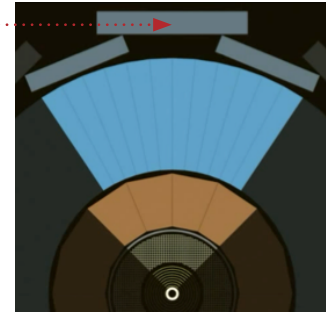
DER ATLAS-DETEKTOR

LÖSUNG FÜR GRUPPE 3: MYONDETEKTOR

- Welcher Teil des ATLAS-Detektors wird in deinem Video-Abschnitt vorgestellt?

Die Myonenkammern (auch: Myon-Detektor, Myon-Spektrometer)

- Zeichne in der Grafik rechts ein, wo sich diese Detektor-Komponente befindet:



1. Welche Arten von Teilchen weist man mit diesem Teil des Detektors nach?

- | | | |
|---|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Elektronen | <input checked="" type="checkbox"/> Myonen | <input type="checkbox"/> Neutrinos |
| <input type="checkbox"/> Protonen | <input type="checkbox"/> Photonen | <input type="checkbox"/> Neutronen |
| <input type="checkbox"/> alle elektrisch geladenen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Hadronen | |
| <input type="checkbox"/> alle elektrisch neutralen Teilchen | <input type="checkbox"/> alle Leptonen | |

2. Welche physikalische(n) Größe(n) misst dieser Teil des Detektors?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Energie des Teilchens | <input checked="" type="checkbox"/> Impuls des Teilchens |
| <input checked="" type="checkbox"/> elektrische Ladung des Teilchens | <input checked="" type="checkbox"/> Flugbahn des Teilchens (Spur) |

3. Auf welchem Messprinzip beruht der Detektor?

- Ionisation Szintillation

4. Welche Teilchen werden bei dieser Messung erzeugt?

- Elektronen Ionen Hadronen Photonen (Licht)

5. In welchem Material findet dieser Prozess statt?

- Silizium
 flüssiges Argon bei -180°C
 Gas in Driftröhren
 Szintillatoren

6. Beschreibe den Prozess im Detektor kurz mit eigenen Worten:

Das Myon ionisiert das Gas in den Driftröhren. Die Elektronen und Ionen driften zum Rand bzw. zur Mitte der Röhren.

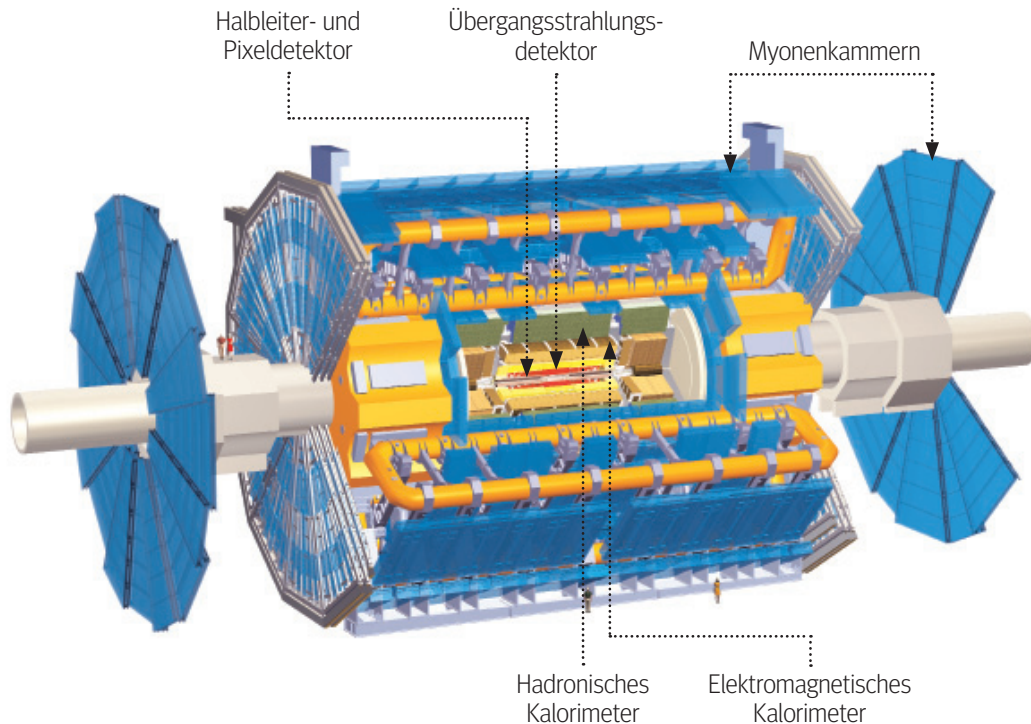
Aus der Driftzeit bestimmt man den Ort, an dem das Myon die Röhre durchflogen hat. Da das Myon viele Lagen von

Röhren durchfliegt, kann seine Flugbahn bestimmt werden.



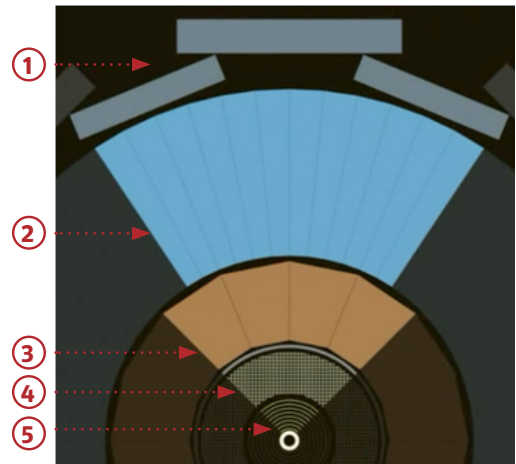
DER ATLAS-DETEKTOR

LÖSUNGEN ZUM ARBEITSBLATT 2



Beschrifte die einzelnen Komponenten des ATLAS-Detektors in der Querschnittsansicht.

- ① Myonenkammern (auch: Myon-Detektor, Myon-Spektrometer)
- ② Hadronisches Kalorimeter
- ③ Elektromagnetisches Kalorimeter
- ④ Übergangsstrahlungsdetektor
- ⑤ Halbleiter-Spurdetektoren



ZUM WEITERDENKEN

- Wieso besteht der ATLAS Detektor aus verschiedenen Detektorkomponenten?
 - Um verschiedene Teilchenarten unterscheiden zu können, und um verschiedene Eigenschaften zu messen (Energie, Impuls) – siehe [ATLAS_Infos] Frage 12,13
- Einige Detektorkomponenten liegen in einem Magnetfeld. Warum? – siehe [ATLAS_Infos] Frage 5
 - Anhand der Krümmung der Flugbahn lässt sich der Impuls und die Ladung des Teilchens bestimmen.
- Die Spulen der Elektromagneten sind supraleitend. Warum wohl? – siehe [ATLAS_Infos] Frage 5
 - Um die sehr schnellen Teilchen auf eine gekrümmte Bahn zu lenken, sind starke Magnetfelder in einem großen Volumen nötig. Um diese zu erzeugen, sind hohe Stromstärken notwendig. Um Überhitzung und Leistungsverlust zu vermeiden, verwendet man supraleitende Spulen: Diese verlieren unterhalb einer bestimmten Temperatur jeden elektrischen Widerstand.