

Masterclasses@Home: der ATLAS-Z Pfad

Ein Erfahrungsbericht

Kira Abeling

In Zusammenarbeit mit Stan Lai und Timo Dreyer

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

II. Physikalisches Institut
Georg-August-Universität Göttingen

DPG Frühjahrstagung Dortmund
18.03.2021



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

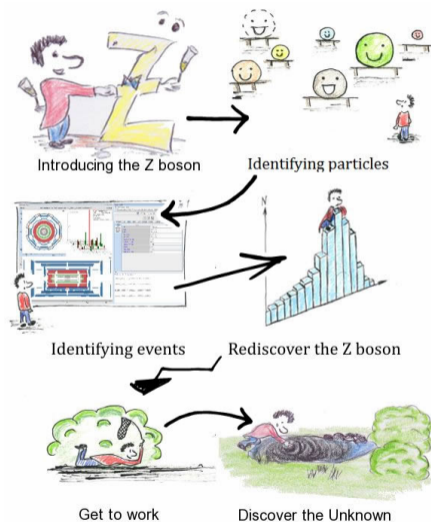


NETZWERK
TEILCHENWELT

ATLAS Z-Pfad Masterclasses

- Tagesprogramm für Schüler*innen ab Klasse 10
- Teilchenphysik der nächsten Generation näherbringen
 - Einführungsvorträge, die Wissen vermitteln
 - persönlicher Kontakt zu aktiven Wissenschaftlern
 - Analyse echter ATLAS Daten auf der Suche nach Z- und Higgs-Ereignissen

→ „Hands on“ Erfahrung im Vordergrund



Technik/Software

Internetverbindung stabil genug?
Kopfhörer-, Mikrofon- oder Kamerazwang?
Zoom oder BigBlueButton?
Datenanalyse umsetzbar?

Ablauf

Ein Tag oder zwei Nachmittage?
Vorträge für Onlinepräsentation geeignet?
Umsetzung der interaktiven Teile?
Gruppenarbeit umsetzbar? Insbesondere bei
Datenanalyse?

Organisation

Wie viele Helfer?
Kontakt zu Schülern aufnehmen?
Anmeldung inklusive Datenschutz?

Technik/Software

Internetverbindung stabil genug?

→ ausreichend

Kopfhörer-, Mikrofon- oder Kamerazwang?

→ kein Kamerazwang, aber Mikrofon und Kopfhörer

Zoom oder BigBlueButton?

→ beide haben Vor- und Nachteile

Datenanalyse umsetzbar?

→ Website zur HYPATIA Installation

Ablauf

Ein Tag oder zwei Nachmittage?

Vorträge für Onlinepräsentation geeignet?

Umsetzung der interaktiven Teile?

Gruppenarbeit umsetzbar? Insbesondere bei

Datenanalyse?

Organisation

Wie viele Helfer?

Kontakt zu Schülern aufnehmen?

Anmeldung inklusive Datenschutz?

Technik/Software

- Internetverbindung stabil genug? → ausreichend
 - Kopfhörer-, Mikrofon- oder Kamerazwang? → kein Kamerazwang, aber Mikrofon und Kopfhörer
 - Zoom oder BigBlueButton? → beide haben Vor- und Nachteile
 - Datenanalyse umsetzbar? → Website zur HYPATIA Installation
-

Ablauf

- Ein Tag oder zwei Nachmittage? → leichte Präferenz für zwei Nachmittage
 - Vorträge für Onlinepräsentation geeignet? → ja, mit kleinen und großen Änderungen
 - Umsetzung der interaktiven Teile? → vieles übertragbar, aber neu gestaltet
 - Gruppenarbeit umsetzbar? Insbesondere bei → Breakout-Räume und Bildschirm teilen
 - Datenanalyse?
-

Organisation

- Wie viele Helfer?
 - Kontakt zu Schülern aufnehmen?
 - Anmeldung inklusive Datenschutz?
-

Technik/Software

- Internetverbindung stabil genug? → ausreichend
 - Kopfhörer-, Mikrofon- oder Kamerazwang? → kein Kamerazwang, aber Mikrofon und Kopfhörer
 - Zoom oder BigBlueButton? → beide haben Vor- und Nachteile
 - Datenanalyse umsetzbar? → Website zur HYPATIA Installation
-

Ablauf

- Ein Tag oder zwei Nachmittage? → leichte Präferenz für zwei Nachmittage
 - Vorträge für Onlinepräsentation geeignet? → ja, mit kleinen und großen Änderungen
 - Umsetzung der interaktiven Teile? → vieles übertragbar, aber neu gestaltet
 - Gruppenarbeit umsetzbar? Insbesondere bei Datenanalyse? → Breakout-Räume und Bildschirm teilen
-

Organisation

- Wie viele Helfer? → mehr als bei Masterclasses vor Ort
 - Kontakt zu Schülern aufnehmen? → schwierig, weniger Teilnehmende (5-18 statt 20+), aber ohne örtliche Beschränkung
 - Anmeldung inklusive Datenschutz? → Indico, Bestätigung der Eltern bei Minderjährigen
-

Technik/Software

- Internetverbindung stabil genug? → ausreichend
- Kopfhörer-, Mikrofon- oder Kamerazwang? → kein Kamerazwang, aber Mikrofon und Kopfhörer
- Zoom oder BigBlueButton? → beide haben Vor- und Nachteile
- Datenanalyse umsetzbar? → Website zur HYPATIA Installation

Ablauf

- Ein Tag oder zwei Nachmittage? → leichte Präferenz für zwei Nachmittage
- Vorträge für Onlinepräsentation geeignet? → ja, mit kleinen und großen Änderungen
- Umsetzung der interaktiven Teile?** → **vieles übertragbar, aber neu gestaltet**
- Gruppenarbeit umsetzbar? Insbesondere bei → Breakout-Räume und Bildschirm teilen
- Datenanalyse?

Organisation

- Wie viele Helfer? → mehr als bei Masterclasses vor Ort
- Kontakt zu Schülern aufnehmen? → schwierig, weniger Teilnehmende (5-18 statt 20+), aber ohne örtliche Beschränkung
- Anmeldung inklusive Datenschutz? → Indico, Bestätigung der Eltern bei Minderjährigen



Wo ist „@Home“?

- Masterclasses@Home nicht an Standort gebunden
- kurze Vorstellungsrunde von Teilnehmenden und Vermittlern
 - Wie heiße ich?
 - Woher komme ich?
 - Warum mache ich mit?

A bis Z Spiel

- Idee vom Vermittler-Workshop
- online Umsetzung auf teilchenphysik.com
 - zu jedem Buchstaben ein Begriff aus der Teilchenphysik finden
 - Bearbeitung in Kleingruppen (Breakout-Räumen)
 - Vergleich im Plenum mit Erklärung von einzelnen Begriffen

Das A-Z Quiz

Zu Beginn der Masterclass würden wir gerne wissen, was für Vorwissen zur Teilchenphysik ihr schon habt. Findet euch in Gruppen zusammen und versucht zu jedem Buchstaben einen Begriff zu finden, der mit diesem Buchstaben beginnt und zum Themenbereich der Teilchenphysik passt.

Wenn ihr auf "Abschicken" klickt, werden eure Antworten in unserer Datenbank gespeichert. Nach der gemeinsamen Besprechung der Ergebnisse löschen wir sie wieder.

Gruppenname:

A: <input type="text"/>	B: <input type="text"/>	C: <input type="text"/>
D: <input type="text"/>	E: <input type="text"/>	F: <input type="text"/>
G: <input type="text"/>	H: <input type="text"/>	I: <input type="text"/>
J: <input type="text"/>	K: <input type="text"/>	L: <input type="text"/>
M: <input type="text"/>	N: <input type="text"/>	O: <input type="text"/>
P: <input type="text"/>	Q: <input type="text"/>	R: <input type="text"/>
S: <input type="text"/>	T: <input type="text"/>	U: <input type="text"/>
V: <input type="text"/>	W: <input type="text"/>	X: <input type="text"/>
Y: <input type="text"/>	Z: <input type="text"/>	

A bis Z Spiel

- Idee vom Vermittler-Workshop
- online Umsetzung auf teilchenphysik.com
 - zu jedem Buchstaben ein Begriff aus der Teilchenphysik finden
 - Bearbeitung in Kleingruppen (Breakout-Räumen)
 - Vergleich im Plenum mit Erklärung von einzelnen Begriffen
- Ergebnisse vergleichen mit speziellem [Link](#) für Vermittler

Gruppe	1	Gruppe 3	Gruppe 2
Datum	2021-03-10 09:35:56	2021-03-10 09:36:26	2021-03-10 09:37:12
A	Atom	Alpha	Atom
B	Boson	Beta	Boson
C	Charm	Charmquark	Charm-Quark
D	Down	Downquark	DeBroglie-Wellen
E	Electron	Elektron	Elementarteilchen
F	Fermion	Farbladung	Fermion
G	Gluon	Generation	Graviton
H	Higgs-Boson	Higgsboson	Higgs-Boson
I	Interference Muster	Ionen	Isotop
J	J. Robert Oppenheimer		
K	Kräfte	Kation	kosmische Strahlung
L	Lepton	Lichtgeschwindigkeit	Lepton
M	Muon	Magnetfeld	Myon
N	Neutron	Neutronen	Neutrino
O	Observable		
P	Positron	Proton	Positron
Q	Quark	Quarks	Quark
R	Robert Oppenheimer	Relativitätstheorie	Rydberg-Konstante
S	String-Theory	schwache Ladung	Supersymmetrie
T	Tauon	Teilchen	Tauon
U	Up	Upquark	Unschärferelation
V	Vanadium		Vakuumfluktuation
W	W-Boson	W-boson	Wechselwirkung
X	X-Boson	X-ray	
Y	Y-Boson		
Z	Z-Boson	Z-boson	Z-Boson
	<input type="button" value="Eintrag löschen"/>	<input type="button" value="Eintrag löschen"/>	<input type="button" value="Eintrag löschen"/>

...ent das Chaos

Tatsächlich gibt es gar nicht so viele Elementarteilchen!
Sortiert die Elementarteilchen. Welche Kriterien habt ihr gewählt?

Name

Bild

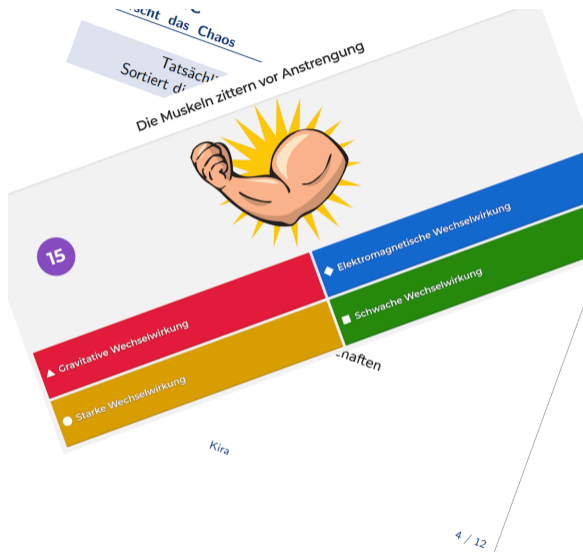
Eigenschaften

Kira

4 / 12

GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

- Teilchen sortieren in Kleingruppen



- Teilchen sortieren in Kleingruppen
- Kahoot-Quiz zu den Wechselwirkungen

...echt das Chaos
vor Anstrengung

Die LHC Protonen-Quelle

Wo kommen unsere Teilchen her?



GEORG-AUGUST-
GÖTTINGEN

Flammable gas - Gaz inflammable

Wie lange reicht diese (5kg) H₂-Flasche?

Marika

<https://commons.wikimedia.org/wiki/index.php/File:299337689>

- Teilchen sortieren in Kleingruppen
- Kahoot-Quiz zu den Wechselwirkungen
- Schätzfragen im Vortrag



- Teilchen sortieren in Kleingruppen
- Kahoot-Quiz zu den Wechselwirkungen
- Schätzfragen im Vortrag
- kurze Videos zur Visualisierung (z.B. Higgs-Analogie oder LHC)

Detektorspiel

- verfügbar auf teilchenphysik.com
- Wissen aus dem Detektorvortrag
- Vorbereitung auf Datenanalyse
- Kombiniere Informationen aus
 - Spurdetektor
 - Kalorimeter
 - Myonkammer
- um Teilchen zu identifizieren
- Selbstkontrolle bei der Auswertung

Überblick über den Detektor

Einführung **Spurdetektor** Kalorimeter Myon-Kammern Auswertung

Im Spurdetektor hinterfassen geladene Teilchen "Hits". Wenn ihr ein Teilchen ausgewählt, werden die Hits als rote Quadrate angezeigt. Durch das Magnetfeld bewegen sich die geladenen Teilchen zudem auf einer Kreisbahn, deren Radius von ihrer Energie und Ladung (und der Stärke des Magnetfeldes) abhängt.
Stellt für jedes Teilchen die Ladung und Energie ein, die am besten zu den Hits passen.

Teilchen 1 **Teilchen 2** Teilchen 3 Teilchen 4 Teilchen 5

Magnetfeld-Stärke: 4Tesla
 Teilchen-Ladung: -1
 Teilchen-Energie: 300GeV

[Über diese Seite](#)

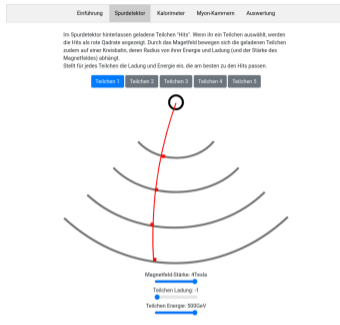
Detektorspiel

- verfügbar auf teilchenphysik.com
- Wissen aus dem Detektorvortrag
- Vorbereitung auf Datenanalyse
- Kombiniere Informationen aus
 - Spurdetektor
 - Kalorimeter
 - Myonkammer

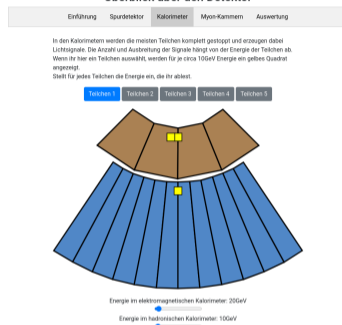
um Teilchen zu identifizieren

- Selbstkontrolle bei der Auswertung

Überblick über den Detektor



Überblick über den Detektor



Detektorspiel

- verfügbar auf teilchenphysik.com
- Wissen aus dem Detektorvortrag
- Vorbereitung auf Datenanalyse
- Kombiniere Informationen aus
 - Spurdetektor
 - Kalorimeter
 - Myonkammer

um Teilchen zu identifizieren

- Selbstkontrolle bei der Auswertung

Überblick über den Detektor

Einführung Spurdetektor Kalorimeter Myon-Kammern Auswertung

Im Spurdetektor hinterlassen geladene Teilchen "Hits". Wenn ihr ein Teilchen auswählt, werden die Hits als rote Quadrate angezeigt. Durch das Magnetfeld bewegen sich die geladenen Teilchen zudem auf einer Kreisbahn, deren Radius von ihrer Energie und Ladung (und der Stärke des Magnetfeldes) abhängt. Stellt für jedes Teilchen die Ladung und Energie ein, die am besten zu den Hits passen.

Teilchen 1 Teilchen 2 Teilchen 3 Teilchen 4 Teilchen 5

Magnetfeld-Stärke: 4 Tesla
 Teilchen Ladung: -1
 Teilchen Energie: 300 GeV

Über diese Seite

Überblick über den Detektor

Einführung Spurdetektor Kalorimeter Myon-Kammern Auswertung

Die Myon-Kammern funktionieren im Grunde genau wie der Spurdetektor, nur dass sie nicht im Inneren des Detektors sind, sondern ganz außen. Da die Teilchen aus einer Kollision durch die Kalorimeter hindurch müssen, um in den Myon-Kammern ein Signal zu erzeugen, kann man hier nur spezielle Teilchen finden. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur wenig Energie verlieren, wenn sie durch Materie fliegen. Wir nennen sie daher "minimal ionisierende Teilchen" (MIP). Es handelt sich fast immer um Myonen (oder Anti-Myonen), was dem Namen der Myon-Kammern erklärt. Wählt für jedes Teilchen aus, ob ihr eine Spur in den Myon-Kammern seht, oder nicht.

Teilchen 1 Teilchen 2 Teilchen 3 Teilchen 4 Teilchen 5

Ist eine Spur zu sehen?

Überblick über den Detektor

Einführung Spurdetektor Kalorimeter Myon-Kammern Auswertung

In den Kalorimetern werden die meisten Teilchen komplett gestoppt und erzeugen dabei Lichtsignale. Die Anzahl und Ausbreitung der Signale hängt von der Energie der Teilchen ab. Wenn ihr hier ein Teilchen auswählt, werden für je circa 10 GeV Energie ein gelbes Quadrat angezeigt. Stellt für jedes Teilchen die Energie ein, die ihr ableset.

Teilchen 1 Teilchen 2 Teilchen 3 Teilchen 4 Teilchen 5

Energie im elektromagnetischen Kalorimeter: 20 GeV
 Energie im hadronischen Kalorimeter: 10 GeV

Detektorspiel

- verfügbar auf teilchenphysik.com
- Wissen aus dem Detektorvortrag
- Vorbereitung auf Datenanalyse
- Kombiniere Informationen aus
 - Spurdetektor
 - Kalorimeter
 - Myonkammer

um Teilchen zu identifizieren

- Selbstkontrolle bei der Auswertung

Überblick über den Detektor

Einführung Spurdetektor Kalorimeter Myon-Kammern Auswertung

Im Spurdetektor hinterlassen geladene Teilchen "Hits". Wenn ihr ein Teilchen auswählt, werden die Hits als rote Quadrate angezeigt. Durch das Magnetfeld bewegen sich die geladenen Teilchen zudem auf einer Kreisbahn, deren Radius von ihrer Energie und Ladung (und der Stärke des Magnetfeldes) abhängt. Stellt für jedes Teilchen die Ladung und Energie ein, die am besten zu den Hits passen.

Teilchen 1 Teilchen 2 Teilchen 3 Teilchen 4 Teilchen 5

Magnetfeld-Stärke: 4 Tesla
 Teilchen Ladung: -1
 Teilchen Energie: 50 GeV

Über diese Seite

Überblick über den Detektor

Einführung Spurdetektor Kalorimeter Myon-Kammern Auswertung

Die Myon-Kammern funktionieren im Grunde genau wie der Spurdetektor, nur dass sie nicht im Inneren des Detektors sind, sondern ganz außen. Da die Teilchen aus einer Kollision durch die Kalorimeter hindurch müssen, um in den Myon-Kammern ein Signal zu erzeugen, kann man hier nur spezielle Teilchen finden. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur wenig Energie verlieren, wenn sie durch Materie fliegen. Wir nennen sie daher "minimal ionisierende Teilchen" (MIT). Es handelt sich fast immer um Myonen (oder Anti-Myonen), was dem Namen der Myon-Kammern erklärt. Wählt für jedes Teilchen aus, ob ihr eine Spur in den Myon-Kammern seht, oder nicht.

Teilchen 1 Teilchen 2 Teilchen 3 Teilchen 4 Teilchen 5

Ist eine Spur zu sehen?

Überblick über den Detektor

Einführung Spurdetektor Kalorimeter Myon-Kammern Auswertung

In den Kalorimetern werden die meisten Teilchen komplett gestoppt und erzeugen dabei Lichtsignale. Die Anzahl und Ausbreitung der Signale hängt von der Energie der Teilchen ab. Wenn ihr hier ein Teilchen auswählt, werden für je circa 10 GeV Energie ein gelbes Quadrat angezeigt. Stellt für jedes Teilchen die Energie ein, die ihr ableset.

Teilchen 1 Teilchen 2 Teilchen 3 Teilchen 4 Teilchen 5

Energie im elektromagnetischen Kalorimeter: 20 GeV
 Energie im hadronischen Kalorimeter: 10 GeV

Überblick über den Detektor

Einführung Spurdetektor Kalorimeter Myon-Kammern Auswertung

Wenn ihr in den anderen Tabs Messwerte für die Teilchen eingegeben habt, erscheinen sie hier. Wählt nun aus, um welches Teilchen es sich jeweils handeln könnte. Mit dem Button unten könnt ihr eure Auswahl überprüfen.

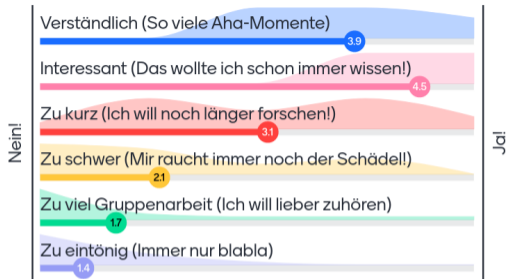
Nr. Ladung	Spur-Energie	EM-Kalo-Energie	Had-Kalo-Energie	Myon-Kammern?	Was ist es? Richtig!
1 -1	50 GeV	20 GeV	10 GeV	Ja	Myon
2 ?	7 GeV	7 GeV	7 GeV	?	Teilchen
3 ?	7 GeV	7 GeV	7 GeV	?	Teilchen
4 ?	7 GeV	7 GeV	7 GeV	?	Teilchen
5 ?	7 GeV	7 GeV	7 GeV	?	Teilchen

Auswahl überprüfen



- direkte Verbindung zum CERN
 - Besichtigung von Kontrollraum, ATLAS Cavern oder anderen CERN Ausflugzielen
 - ermöglicht ganz andere/neue Einblicke
 - zum ersten Mal bei den International Masterclasses letzte Woche getestet
- Feedback überwältigend positiv
- Wiederholung auf jeden Fall geplant!

- Masterclasses in Onlineformat übersetzt
 - Aufmerksamkeit der Teilnehmenden fesseln
 - Interaktion obwohl jeder alleine vor dem Bildschirm sitzt
- viele interaktive Formate können übernommen werden
 - A bis Z der Teilchenphysik, Teilchen sortieren, Wechselwirkungsquiz, Detektorspiel
- Feedback bisher größtenteils positiv
- Format für die Zukunft
(in Zusammenarbeit mit anderen Standorten)



- Masterclasses in Onlineformat übersetzt
 - Aufmerksamkeit der Teilnehmenden fesseln
 - Interaktion obwohl jeder alleine vor dem Bildschirm sitzt
- viele interaktive Formate können übernommen werden
 - A bis Z der Teilchenphysik, Teilchen sortieren, Wechselwirkungsquiz, Detektorspiel
- Feedback bisher größtenteils positiv
- Format für die Zukunft
(in Zusammenarbeit mit anderen Standorten)

Vielen Dank!

