

Netzwerk Teilchenwelt

Jugendliche und Lehrkräfte
auf Augenhöhe mit der aktuellen Forschung

Warum (Astro-)Teilchenphysik?

- Erforschung grundlegender Fragen nach Entstehung und Aufbau der Welt (Urknall, Bausteine, Kräfte, Kosmologie)
- Erzeugt Faszination für Naturwissenschaft



Mikrokosmos



Makrokosmos

- Exzellente organisatorische Randbedingungen:
 - Weltweite Vernetzung der Wissenschaftler mit Zugang zu aktuellen Experimenten
 - Aufbau auf bereits vorhandene lokale und internationale Projekte (z.B. international particle physics masterclasses)

Teilchenphysik und Kosmologie



View Online: <http://www.tricklabor.com/de/portfolio/was-waere-wenn>

Download: : www.teilchenphysik.de/multimedia/informationmaterial/veranstaltungen

- Massen von Elementarteilchen bestimmen den Ablauf der Kosmologie
- Der LHC wird klären, wie Teilchenmassen entstehen
- Danach erst kann versucht werden, die Werte zu verstehen



Ziel dieser Einführung

- Netzwerk à Lehrkräfte
 - Vorstellung der Angebote des Netzwerks
- Lehrkräfte à Netzwerk
 - Möglichkeiten zur Mitarbeit
 - Rückmeldung zu Veranstaltungen und Materialien
 - Optimierung des Angebots
 - Eigene Forschungserfahrungen
 - Funktion als „Multiplikatoren“
 - Nutzung des Angebots mit **Jugendlichen**
 - Mit-Organisation von Fortbildungen für **Lehrkräfte**



Aspekte der (Astro)-Teilchenphysik

1. Funktionsweise von Detektoren
 - Wechselwirkungen in Materie (auch im Körper!)
 2. Identifikation der Teilchenarten
 - Mustererkennung als Detektivarbeit
 3. Wissenschaftl. Mess- und Auswerteprozess
 - Numerische und Grafische Darstellung
 - Vergleich mit Messungen anderer
 4. Wechselspiel Experiment <-> Theorie
 - Diskussion und Interpretation der Ergebnisse
 - Theoretische Erkenntnisse und offene Fragen
- 

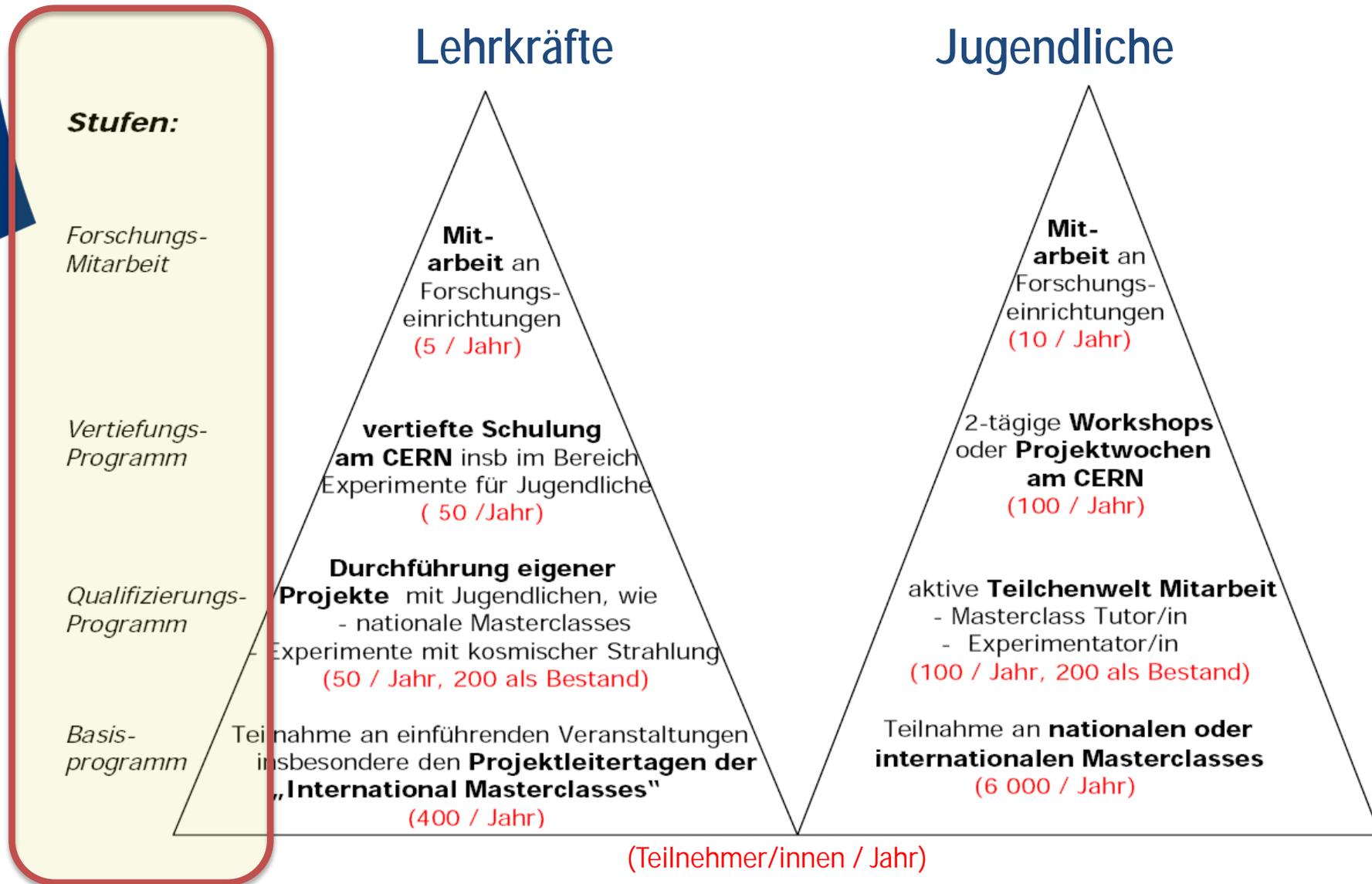
Idee und Ziele von Netzwerk Teilchenwelt

Jugendliche und Lehrkräfte begeistern über

- nachhaltige und authentische Lehr-, Lern- und Forschungserfahrungen mit **Daten realer Experimente**
- direkten **Kontakt mit Wissenschaftler/inne/n**
- **Grundlagenforschung:** Kulturgut und Erkenntnisgewinn
- Aktuelle Forschung: **methodisch u. thematisch**
- Darüber hinaus:
 - Ausbildung junger WissenschaftlerInnen in Kommunikation
 - Einblicke für Studien- und Berufswahl Jugendlicher



Mehrstufiges Angebot: Breiten- und Spitzenförderung



- **Mobiles Schülerlabor**

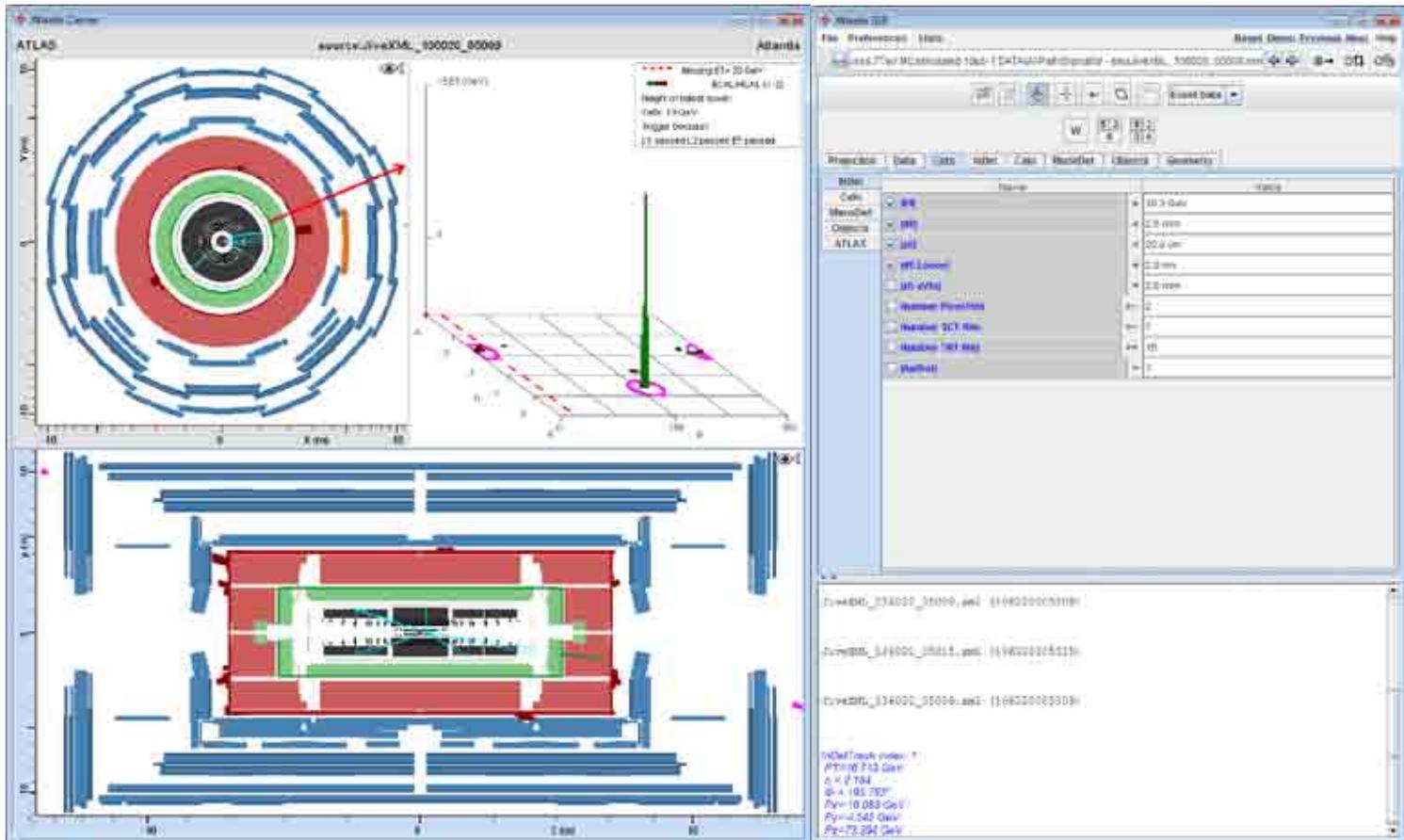
- Doktorand/inn/en gehen an Schulen und außerschulische Lernorte
- bringen Originaldaten der CERN Experimente mit
- halten Einführungsvortrag über Teilchenphysik
- leiten Messungen und Diskussion der Ergebnisse an
zusammen mit Lehrkräften und/oder Jugendlichen aus Qualifizierungs-Stufe

- **Halb- oder Ganztagesveranstaltung (5-6 Stunden)**

- Seit 2011 auch Messungen mit **echten Daten des LHC**

- Drei der 4 Experimente des LHC vertreten: ATLAS, CMS, ALICE
 - Messungen zum Aufbau des Protons aus 3 Quarks
 - Massenrekonstruktion aus Zerfallsprodukten schwerer Teilchen
 - Suche nach neuen Teilchen (wie z.B. Higgsteilchen)
 - Suche nach neuen Materiezuständen (z.B. Quark-Gluon Plasma)

- **Aktuelle Forschung im Klassenzimmer**



Seit 2011: Messungen mit Ereignissen aus Proton-Proton-Kollisionen
z.B. am ATLAS-Experiment im MINERVA* Event Display

TeilnehmerInnen arbeiten mit wenige Monate alte Daten vom LHC

* Masterclass Involving Event Recognition Visualized with ATLANTIS



Nachwuchswissenschaftler bei der Vermittlung

- WissenschaftlerInnen halten Einführungsvorträge und leiten Messungen an



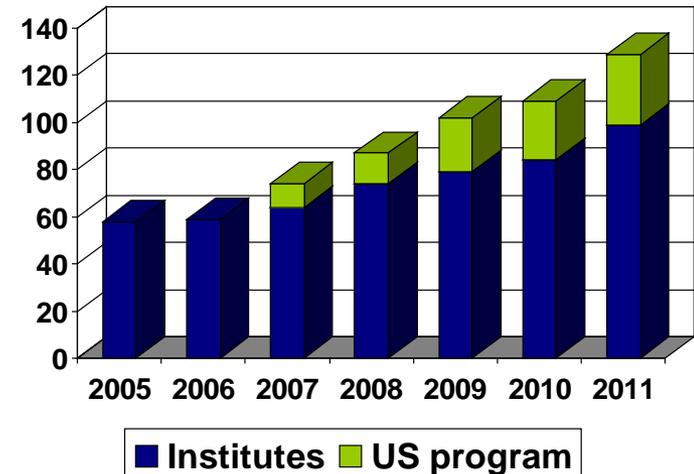
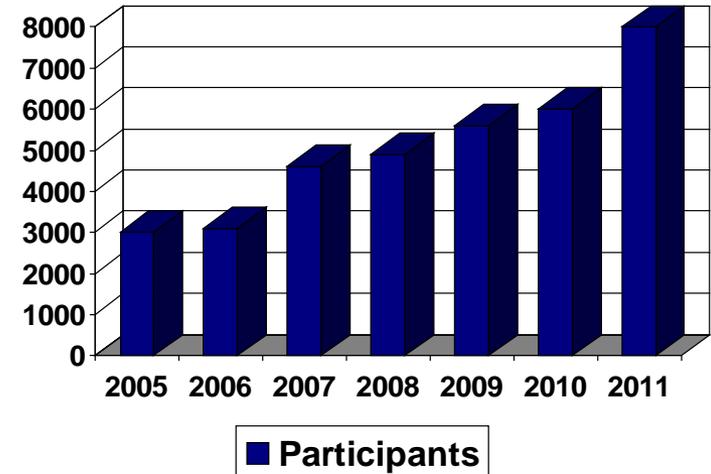
Ereignisdatenanalyse

- Selbständiges Forschen an echten Daten
- Authentisches Forschungserlebnis

Von Masterclass Idee zum Netzwerk Teilchenwelt

- 1997: Grundidee „Masterclasses“ aus UK
 - Jugendliche (15-19 Jahre) verbringen einen Tag an Forschungsinstitut
 - Vorträge von Wissenschaftlern erklären die Teilchenphysik („Meisterkurs“ = „Masterclass“)
 - Messungen mit echten Daten vom CERN, möglich ohne Vorkenntnisse
- 2005: Internationalisierung und weltweite Vernetzung
 - „International Masterclasses“ als Projekt der International Particle Physics Outreach Group (IPPOG)
 - Abschließende internat. Videokonferenz mit Teilnehmern aus anderen Ländern (in 2012: über 130 Institute aus 31 Ländern)
 - Materialien zentral über www.physicsmasterclasses.org
- 2010: Netzwerk Teilchenwelt in D: nationale Erweiterung
 - Junge Wissenschaftler/innen bringen Daten zu den Jugendlichen
 - flächendeckend und ganzjährig in allen Bundesländern, auch in ländliche Regionen
 - mehrstufige Möglichkeiten der individuellen Vertiefung weit über Masterclasses hinaus
 - Vor-Ort Erfahrungen und Projektwochen am CERN

Teilnehmer jährliche „International Masterclasses“ (Leitung innerhalb IPPOG: TU Dresden)



Ablauf internationale Masterclass (Beispiel)

UHRZEIT:	PROGRAMMPUNKT:
8:30-9:00	Registrierung & Begrüßung
9:00-10:00	Einführungsvortrag
10:30-11:30	2. Vortrag, Besichtigungen
12:00-13:00	Mittagspause
13:00-15:00	Messung mit LHC-Daten
15:30-16:00	Infos zu Vertiefungsmöglichkeiten etc.
16:00-17:00	Internationale Videokonferenz mit Quiz



Videokonferenz

Typisches „Werkzeug“ in der Teilchenphysik
Internationale Zusammenarbeit

	Mon, March 18	Tue, March 20	Wed, March 21	Thu, March 22	Fri, March 23	Sat, March 24
topic	VC 1: ATLAS W	VC 1: ATLAS Z	VC 1: ATLAS Z	VC 1: ALICE	VC 1: ATLAS W	VC 1: ATLAS Z
moderators	Ruth, Boris	Andrés, Kilian	Ulrike, Boris	Guilherme Pasquale	Ulrike, Boris	Ulrike, Kilian
	Marseille	Stockholm	Athens 2017 Uth	Garmisch-Partenkirchen	Garmisch-Partenkirchen	Heraklion
	Dresden	Freiburg	Ghent	Garmisch CERH	Prague	Prato
	Wuppertal	Reims	London Queen Mary	São Paulo	Czajka	Ljubljana
		Siegen	Garmisch-Partenkirchen	Nantes	Uppsala	Nicosia
		Marseille	Katowice	Barragem de Campos Gólios	Marseille	Rio de Janeiro
topic	VC 2: ATLAS F	VC 2: ATLAS W		VC 2: CMS	VC 2: CMS	VC with FEINLAB
moderators	Kate, Christian	Kate		Sarah, Michael	Sarah, Stu	with Fermilab
	Uth of Athens	Oaxaca		Strasbourg	Strasbourg	São Paulo
	London Uth Dublin	München		Poznan	Torino	
	Garmisch	Paris		Madrid CERN	Rio de Janeiro	
	Uppsala	Wuppertal		Padua INFN		
				Bologna		



Evaluation internat. Masterclasses 2007

Physics education 42 (6), 2007, S. 636 - 644

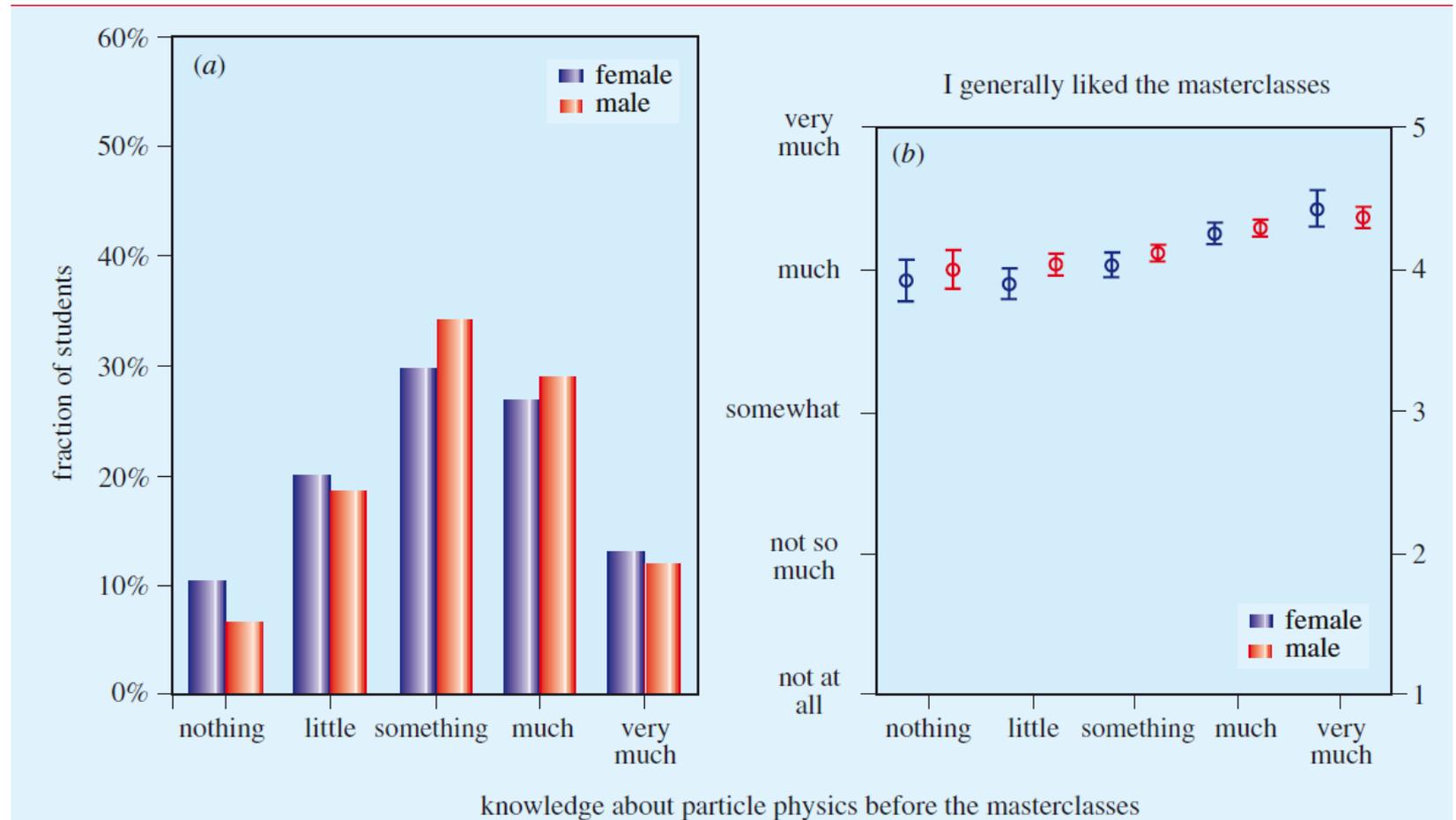


Figure 5. (a) The students' pre-knowledge of particle physics, and (b) the popularity of the masterclasses as a function of it.

Korrelationen mit Verständnis wiss. Methoden

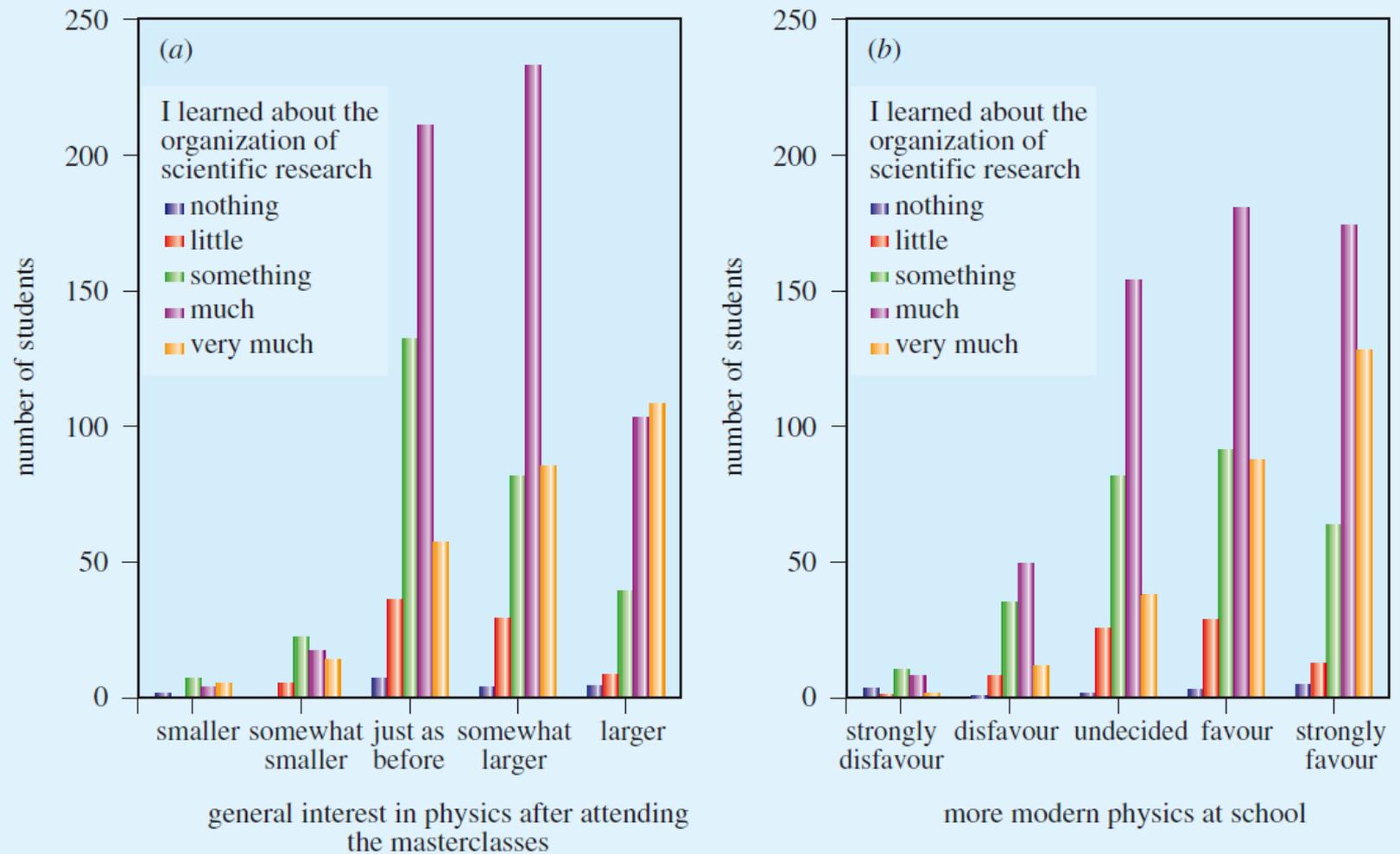


Figure 8. (a) The general increase of interest in physics, and (b) the wish for more modern physics at school after attending the masterclasses. The five columns show how much the participants reported to have learned about the organization of scientific research.

Netzwerk Teilchenwelt: Bundesweite Struktur

24 Institute an 22 Standorten

20 Standorte:
Teilchenphysik Masterclasses

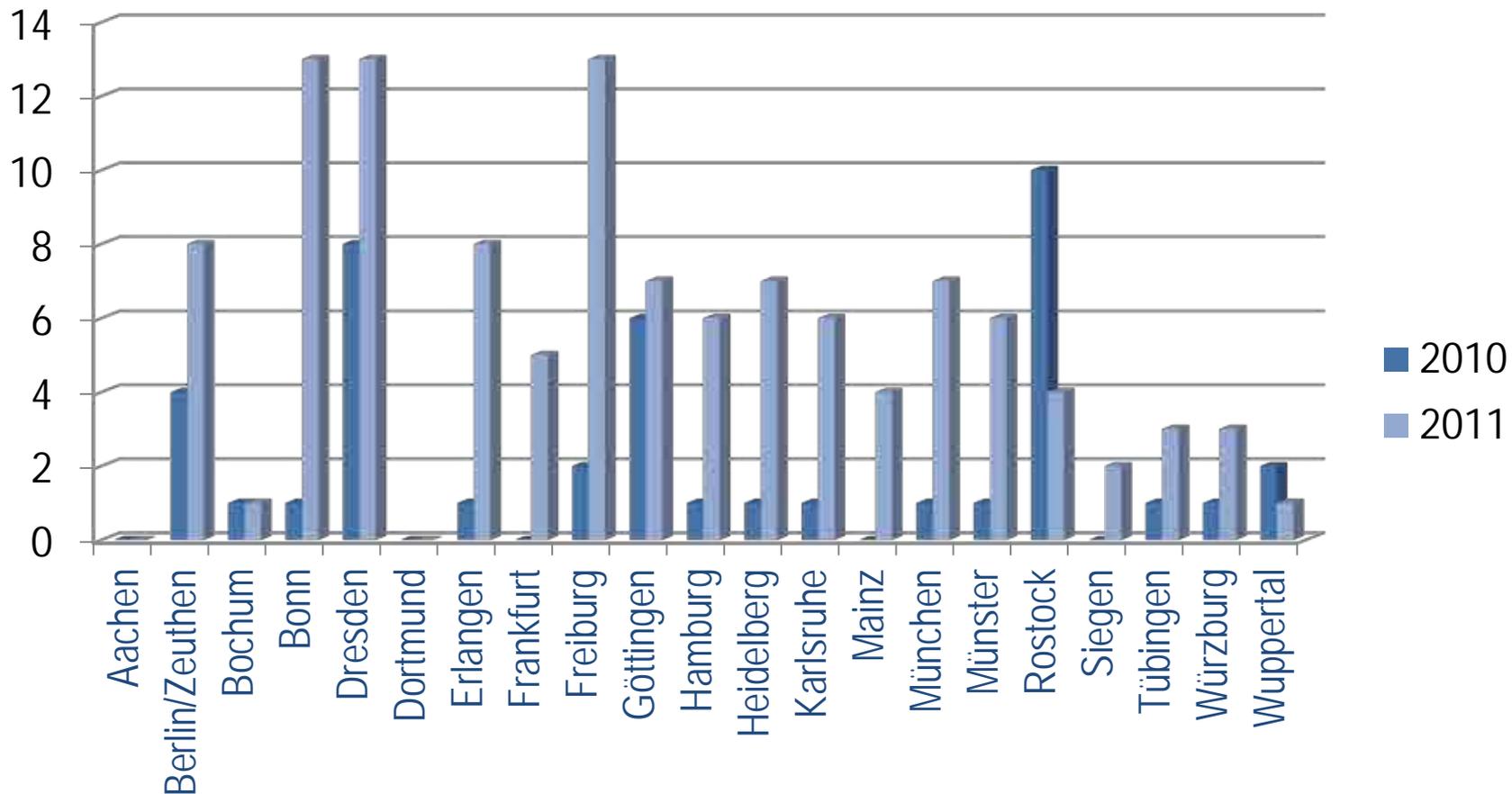
11 Standorte:
Fortbildungen für Lehrkräfte

Neu: 15 Standorte
Astroteilchen-Experimente

Kontakt: stadtxy@teilchenwelt.de



Masterclasses im Netzwerk 2010/2011



Gesamtzahlen: 2010 = 42 (geplant 40), 2011 = 117 (geplant 80), 2012 ?? (geplant 120)

**Bereits 2011 im Mittel an mehr als jedem 2. Schultag
eine Netzwerk Masterclass irgendwo in Deutschland!**

Projektstruktur

Deutschland
Land der Ideen



Ausgewählter Ort 2011

- Projektleitung/-koordination: TU Dresden
- Messung kosmischer Strahlung: DESY, Zeuthen
- Vor-Ort Workshops: CERN
- Begleit- und Kontextmaterialien: Uni Würzburg
- Wissenschaftliche Evaluation: TU Dresden
- Finanzierung: BMBF
- Partner Webauftritt: www.weltderphysik.de
- Schirmherrschaft: DPG



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung





Viele Köpfe im Team...

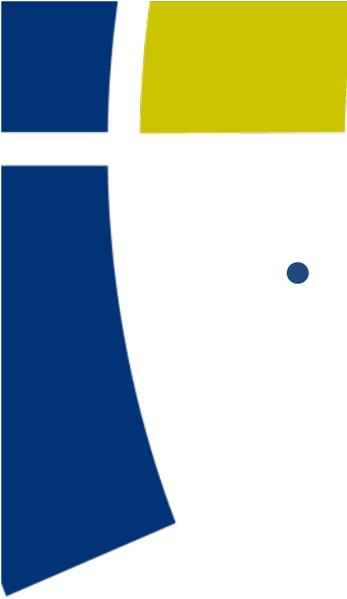
... z.B. beim internen Workshop zu den Kontextmaterialien im Netzwerk am DESY in Zeuthen Juni 2011

Projekte mit kosmischen Teilchen



- Zwei Experimente zum Nachweis kosmischer Myonen: Kamiokande und Szintillationszähler
- Zur Ausleihe nach vorheriger Fortbildung
- Geeignet für Projektwochen und kleinere Gruppen in
 - Basisprogramm
 - Qualifizierungsprogramm (Vorträge, Poster, Dokumentationen,...)
- Auch möglich: Bau einer Nebelkammer (Material zur Ausleihe vorhanden)





Qualifizierungsprogramm

- Jugendliche: Qualifikation zu „Teilchenwelt Botschafter/in“
 - **Weitergabe des Erlernten und Erfahrenen**
 - Mitbetreuung von Veranstaltungen des Netzwerks
 - ... (à Anne Glück, morgen)
- Lehrkräfte: Qualifikation zu „Teilchenwelt Multiplikator/in“
 - **Durchführung eigener Veranstaltungen mit Unterstützung des Netzwerks**
 - Teilchenphysik oder Astroteilchen-Masterclasses,
 - Mehrtägige Astroteilchen-Projekte
 - weiterführende Projekte
 - **Tätigkeit als Multiplikatoren der Forschungsvermittlung mithilfe des im Netzwerk erlernten Wissens**
 - als Fachbetreuer, z.B. in Lehrerfortbildungen
 - Über Mitarbeit / Rückmeldung / Test der NTW Kontextmaterialien
 - Über Erstellung eigener Unterrichtsmaterialien oder Unterrichtsreihen

Vertiefungsprogramm: CERN-Workshops

- Vertiefende Vor-Ort Angebote
 - Mehrtägig für Jugendliche und Lehrkräfte

Termine 2012 Lehrkräfte:	1.4.-5.4.2012,	7.10.-10.10.2012
Termine 2012 Jugendliche:	30.05.-2.6.2012	31.10.-03.11.2012



Forschungsprogramm Jugendliche

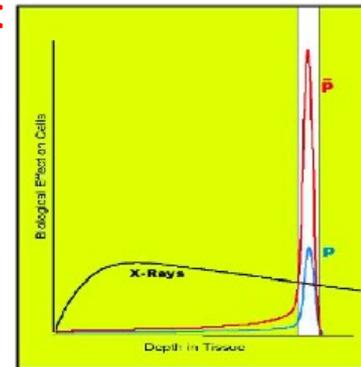
Projektarbeiten an Heimateinstituten Projektwochen am CERN

- Für besonders engagierte Jugendliche
- Gast in den Ingenieurs- und/oder Forschungsgruppen und in deren Arbeit eingebunden
- aktiv mit eigenen, selbst vorgeschlagenen Projekten
- Oft Arbeiten für
 - BeLL (Besondere Lernleistung für Abitur)
 - Jugend Forscht, ...
- Benötigt anschließende Betreuung an Heimateinstituten !



Landessieger Mecklenburg-Vorpommern 2012:

- Leander Götz und Johannes Holle (Werkstattschule Rostock)
- Abbremsung von Antiprotonen in Folien für
 - Tumorthherapie
 - Experimente mit Antiwasserstoff



Forschungsprogramm Lehrkräfte

- Leider noch nicht begonnen
- Ideen zur praktischen Umsetzung hier im Workshop?
- Mögliches Vorbild:
 - US Quarknet teachers program
<http://quarknet.fnal.gov/information.shtml>
 - „Lead teachers“ mit 8-wöchigem bezahltem Forschungsaufenthalt
 - Organisieren Forschungsprogramm z.B. Detektortest für weitere Lehrkräfte
 - Bringen dies gemeinsam ins Klassenzimmer



Kontextmaterialien Teilchenphysik

- Zur Entwicklung eigener Projekte
- Zur Vor- und Nachbereitung von Masterclasses

Bereits vorhanden:

- Handouts Masterclasses
- Materialsammlung

In Vorbereitung:

- Teilchen-Steckbriefe
- Arbeitsblätter
- Nebelkammer-Anleitung etc.

Hinweis:

- Vortrag und Workshop Dienstag/Donnerstag
- Manuela Kuhar u. Michael Rockstroh



DAS PROJEKT | AKTUELLES | MITMACHEN | STANDORTE | MATERIAL | FORUM

Sie sind hier: Material > Materialien zur Teilchenphysik

Materialien zur Teilchenphysik

Hier finden Sie eine Auswahl empfehlenswerter Links und Literatur rund um die Teilchenphysik. Zu jedem Link gibt es eine kurze Beschreibung, das PDF-Dokument in der rechten Spalte enthält außerdem Hinweise, für welche Zielgruppen und für welchen Zweck (Selbststudium, Unterricht, Nachbereitung Masterclass) die Angebote geeignet sind.



Informationen zur Teilchenphysik

Lesestoff im Internet
Unterrichtsmaterialien im Internet
Schulbücher
Bücher und Zeitschriften
FAQs
Aktuelles aus der Teilchenforschung
Experimente und Online-Messungen
Spiele
Comics
Videos
Aktivitäten: Führungen, Schülerlabore, Vorlesung...

www.teilchenwelt.de/material

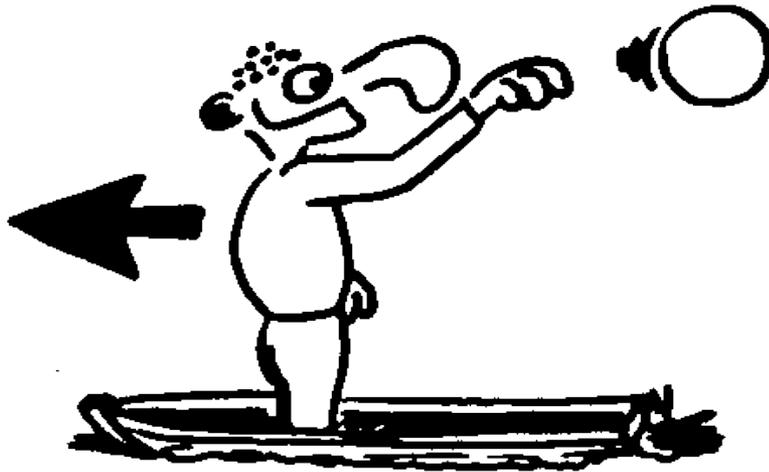




Theoretische Erkenntnisse
und offene Fragen
(nur teilweise auf Schülerniveau)

Grundlegende Erkenntnis des „Standardmodells“

- Zu jeder Wechselwirkung gehört eine Ladung
- Nur Teilchen mit entsprechender Ladung spüren Wechselwirkung
- Wechselwirkung erfolgt über Austausch von Botenteilchen



Abstoßend

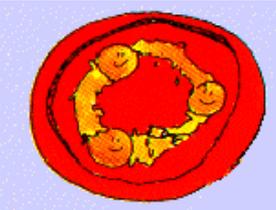
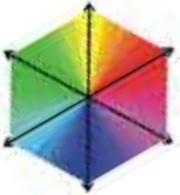
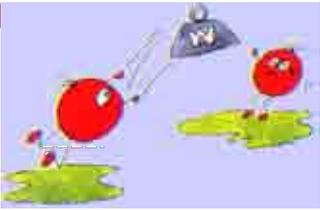
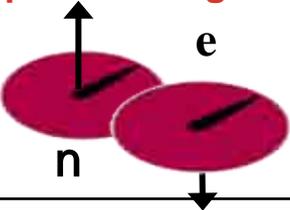


Anziehend

www.physicsmasterclasses.org/exercises/unischule/baust/bs_6fram_lv123.html

Fundamentale Wechselwirkungen

- Jede Wechselwirkung (= Kraft+Umwandlung) hat eigene Botenteilchen
- Boten nur sendbar, wenn entsprechende Ladung vorhanden

Kraft	Botenteilchen	Ladung der Materieteilchen
Starke Kernkraft	Gluonen g 	Starke „Farb“-Ladung „Rot“, „Blau“, „Grün“ 
Schwache Kraft	„Weakonen“ (W⁺, W⁻, Z) 	Schwache „Isospin“-Ladung $I_3^W = \begin{matrix} \oplus & 1/2 \\ \ominus & -1/2 \end{matrix}$ 
Elektromagnetismus	Photonen g 	Elektrische Ladung $Q = -1, +2/3, -1/3, \dots$
Schwerkraft	Gravitonen ?	Masse ?

Was ist Ladung?

Ladung ...

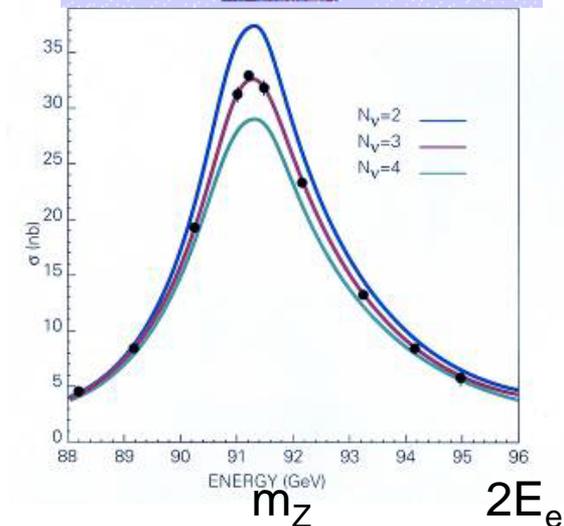
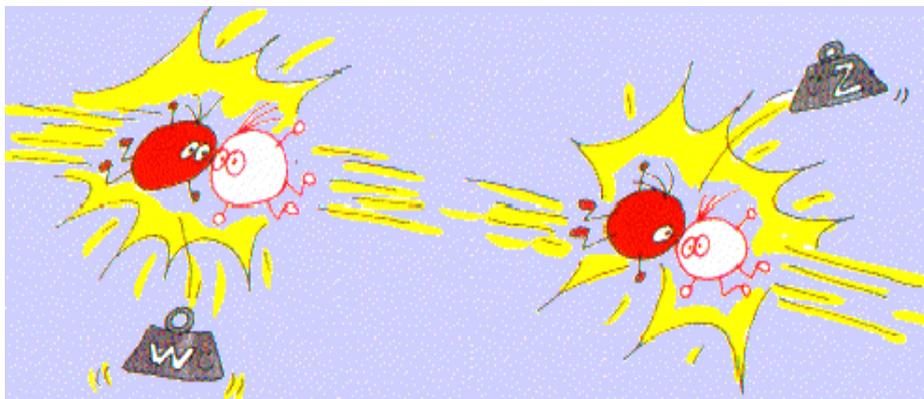
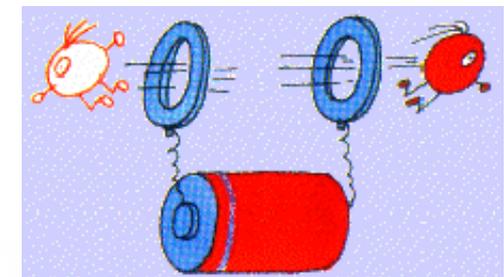
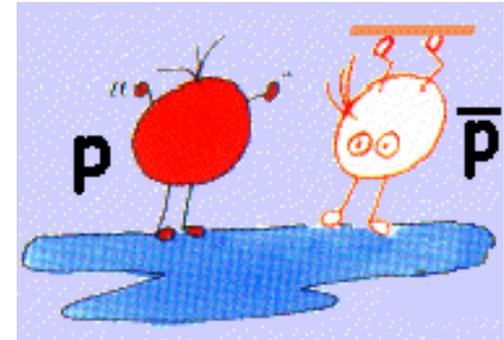
- ... ist *kein Stoff* !
- ... beschreibt die *Sensitivität* von Teilchen *bezüglich der jeweiligen Wechselwirkung*

Eigenschaften:

- Ladungen sind *Additiv*
 $\text{Ladung}(A+B) = \text{Ladung}(A) + \text{Ladung}(B)$
- Ladungen kommen nur in Vielfachen einer *kleinsten Ladung* vor
- Ladung ist *erhalten*,
d.h. sie entsteht weder neu, noch geht sie verloren

Antimaterie

- Zu jedem Bausteinteilchen existiert ein Antiteilchen mit **umgekehrten Vorzeichen** von **allen** Ladungen
- Sonst sind **alle Eigenschaften** (Masse, Lebensdauer) **gleich**
- Aus Botenteilchen können **paarweise** Materie- und Antimaterieteilchen **entstehen**
- Umgekehrt können sie sich **paarweise** wieder zu Botenteilchen („Energie“) **vernichten**

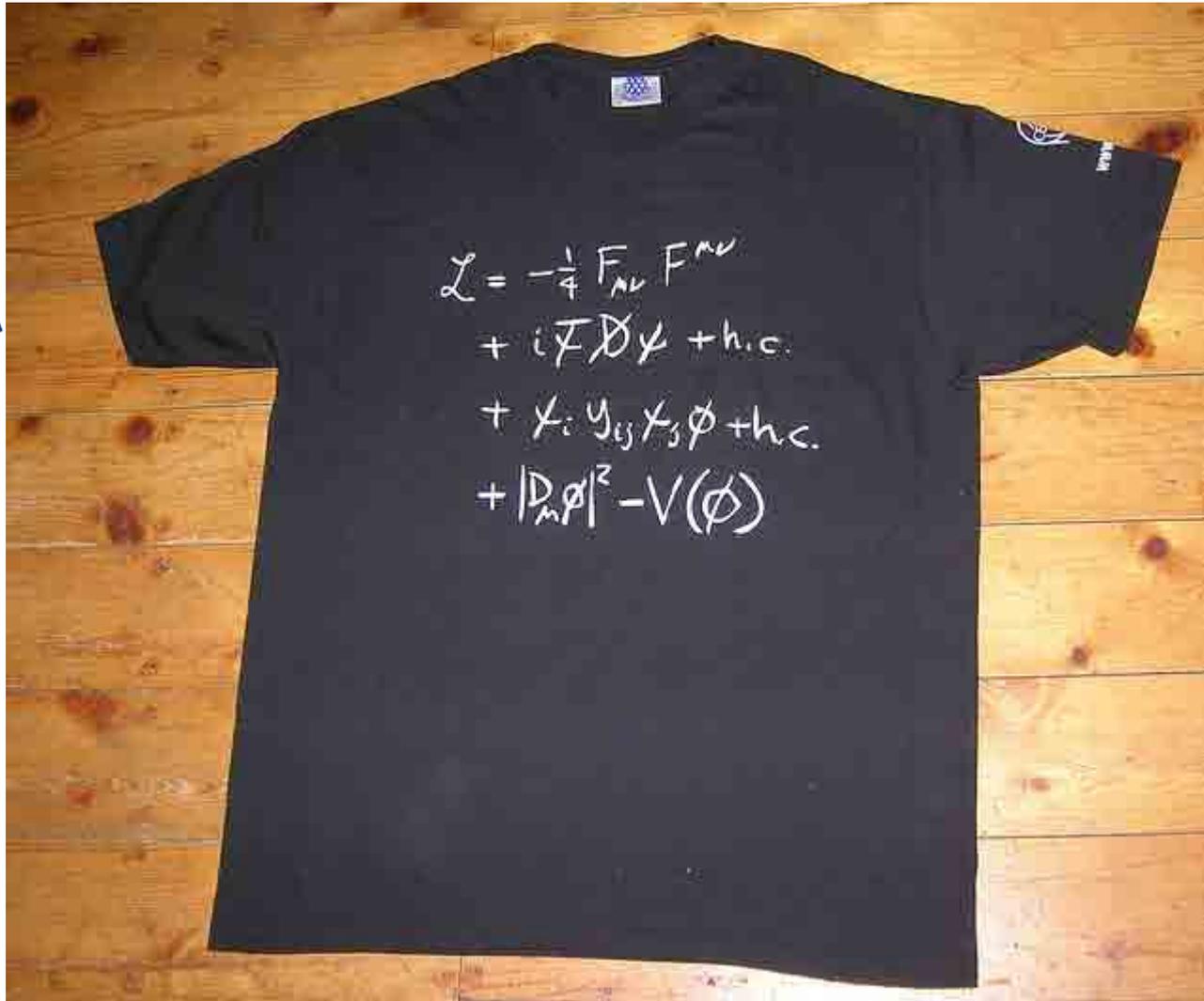


Eine epochale Erkenntnis „Eichsymmetrien“

- Erkenntnis 1941-1973:
 - **Ladungen** beschreiben **Sensitivität** von Teilchen bzgl. bestimmter **Umeichungen**
 - **Ladungserhaltung** folgt aus **Invarianz** bezüglich dieser Umeichungen (**Eichsymmetrie**)
 - Umeichungen sind sogar **lokal** (*an jedem Ort und zu jeder Zeit anders*) möglich
 - Die **lokale Eichsymmetrie** wird durch Aufnahme oder Abgabe von **Eichteilchen** garantiert
 - Diese Eichteilchen sind die Botenteilchen der **Wechselwirkungen**



„Weltformel“: Lagrangedichte des Standardmodells



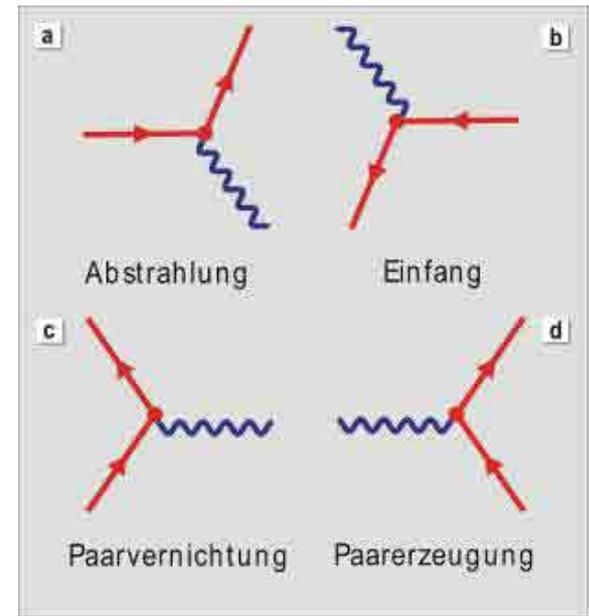
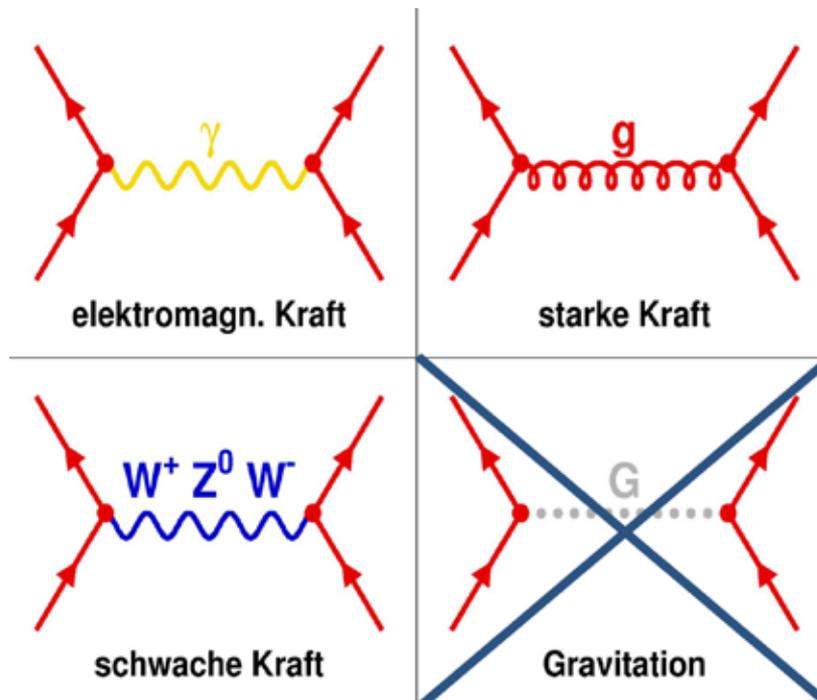
- auf CERN T-shirt und Mouse Pad



Erklärung: <http://cian-dev.web.cern.ch/content/standard-model-equation>

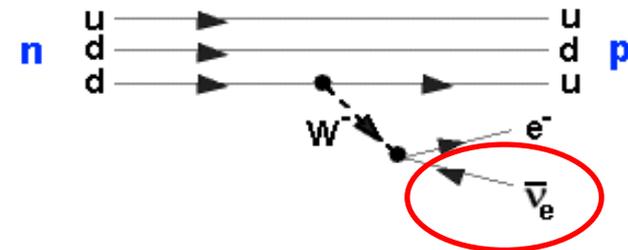
Eindeutige Vorhersagen

- Ursache jeder Wechselwirkung: Erhaltung von Symmetrien
- Ergibt **eindeutiges** Set von fundamentalen "Vertices"
- Alle Prozesse sind Kombination solch fundamentaler Vertices



Zeit

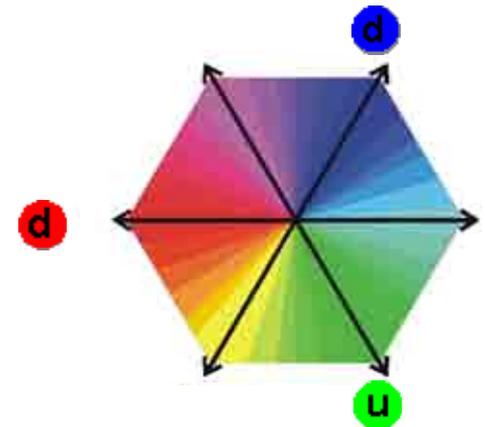
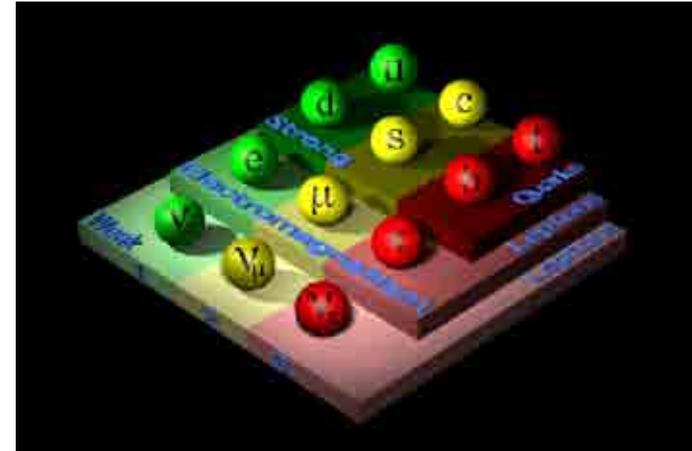
- z.B. Beta"zerfall" des Neutrons



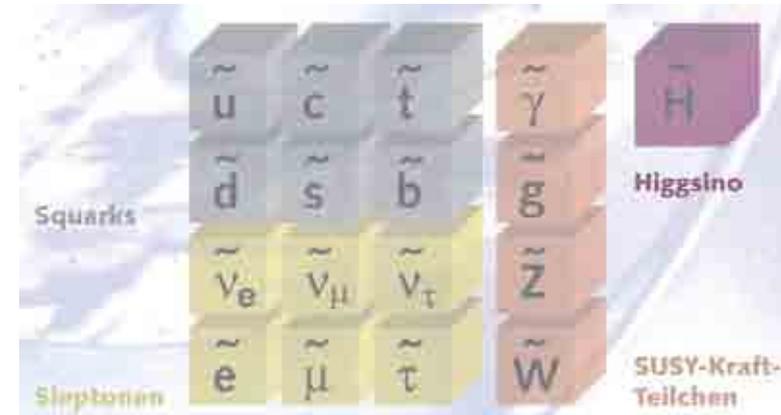
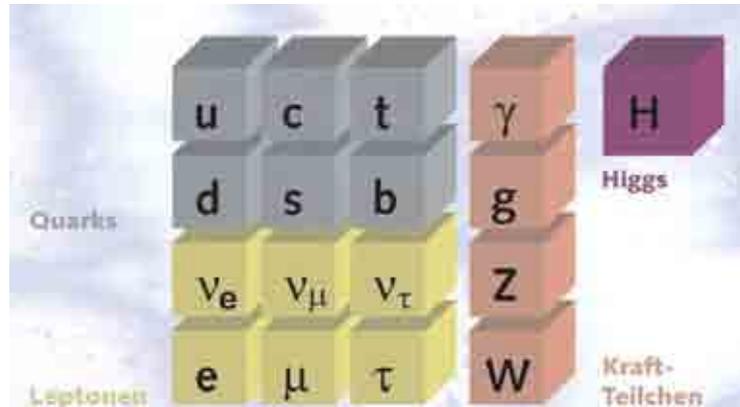
Anm: Pfeilrichtung β symbolisiert Antiteilchen
Es läuft trotzdem in der Zeit nach rechts

Beispiele offener theoretische Fragen

- 3 Familien von Elementarteilchen
 - Stabile Materie (p, n, e) nur aus erster Familie
 - Warum dann drei ?
- Alle Wechselwirkungen beruhen auf Ladungssymmetrien
 - Beispiel: Symmetrie der starken „Farb“ladung im Neutron
 - Gluonen sorgen für Symmetrie und binden die Quarks
 - Warum diese Symmetrien ?
- Weitere Symmetrien ?
 - z.B: Supersymmetrie „SUSY“ zwischen Baustein- und Botenteilchen?



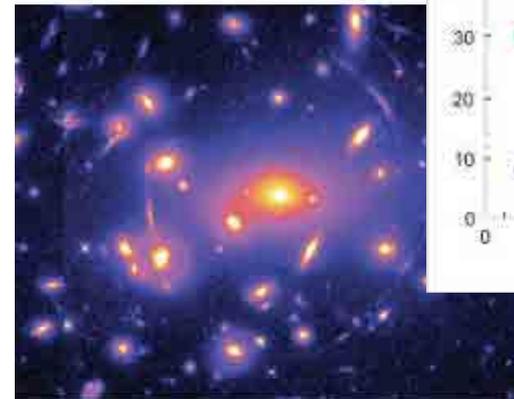
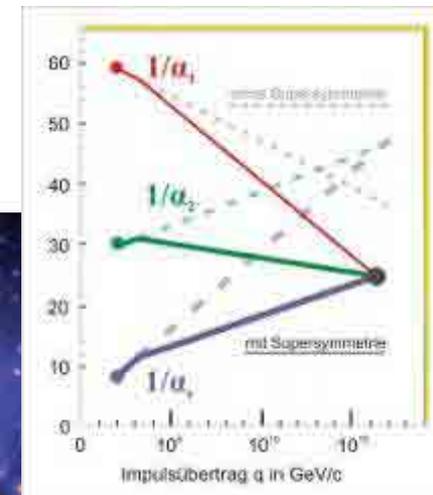
- Existieren Supersymmetrische Teilchen?



- Würden helfen, mehrere Theoretische Fragen zu lösen:

- Vereinigung aller Kopplungen
- Einbindung der Gravitation
- "Relativ" niedrige Higgs Masse

- Leichtestes SUSY Teilchen stabil = 23% unseres Universums? = Dunkle Materie (ca 3000/m³)?
- Entdeckung bei LHC möglich!



Mehr Informationen unter
www.teilchenwelt.de

info@teilchenwelt.de

ORIGINALSCHAUPLATZ



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



PROJEKTLEITUNG



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

