



Heike Prokoph
Technisches Seminar
29. Oktober 2013



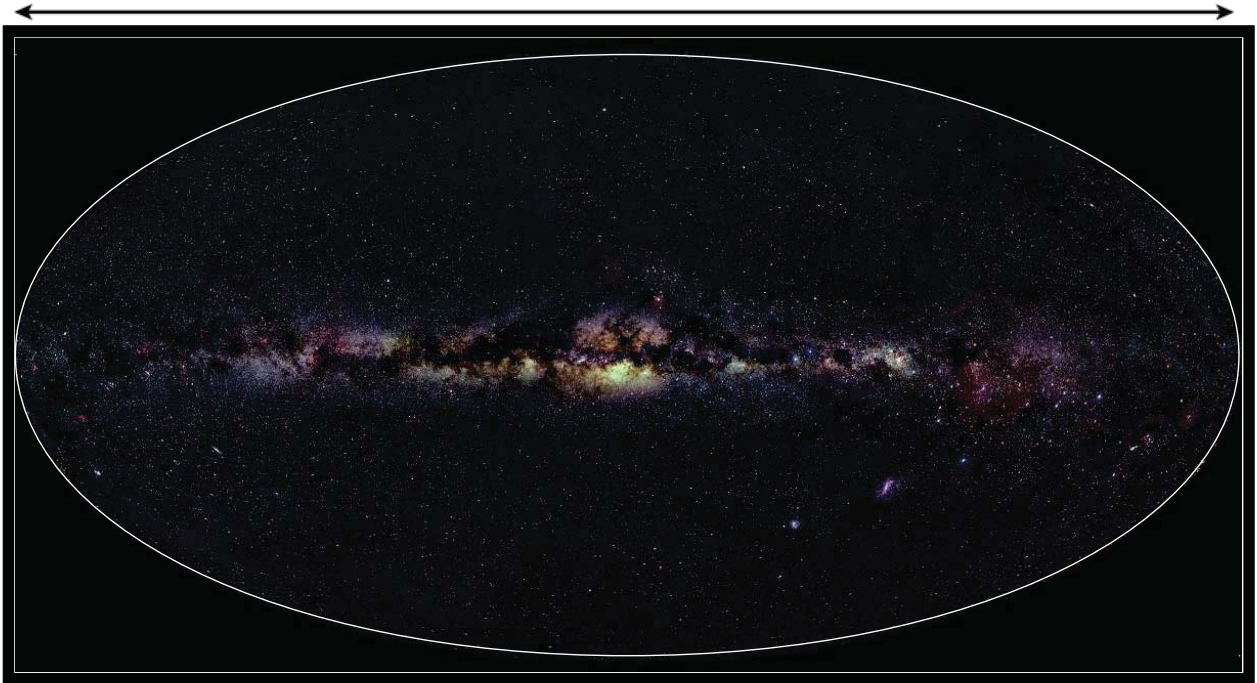
Überblick

- Warum brauchen wir diese Teleskope?
 - Was ist eigentlich Gamma-Strahlung?
- Wie können wir Gamma-Strahlung detektieren?
 - Detektionsprinzip von abbildenden Cherenkov-Teleskopen
- Die VERITAS Teleskope
 - Aufbau und Funktionsweise
 - VERITAS Upgrades (2009-2012)
 - Beobachtungen mit VERITAS
- Was können wir in Zukunft erwarten?



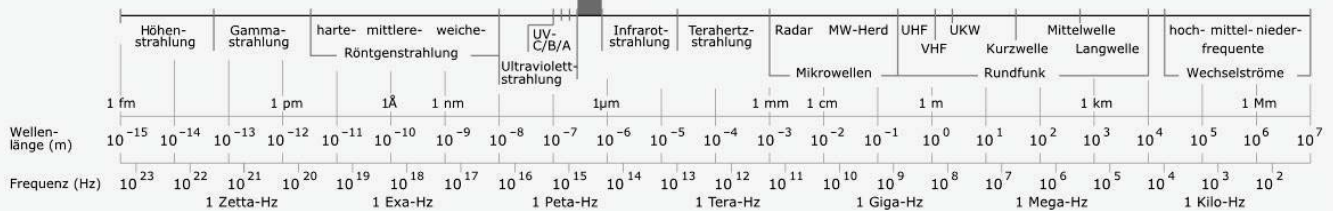
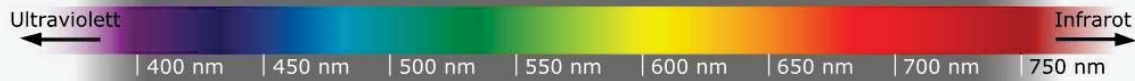
Die Milchstrasse

100 000 Lichtjahre = 900 000 000 000 000 000 km = 9×10^{17} km



Das elektromagnetische Spektrum

Das für den Menschen sichtbare Spektrum (Licht)



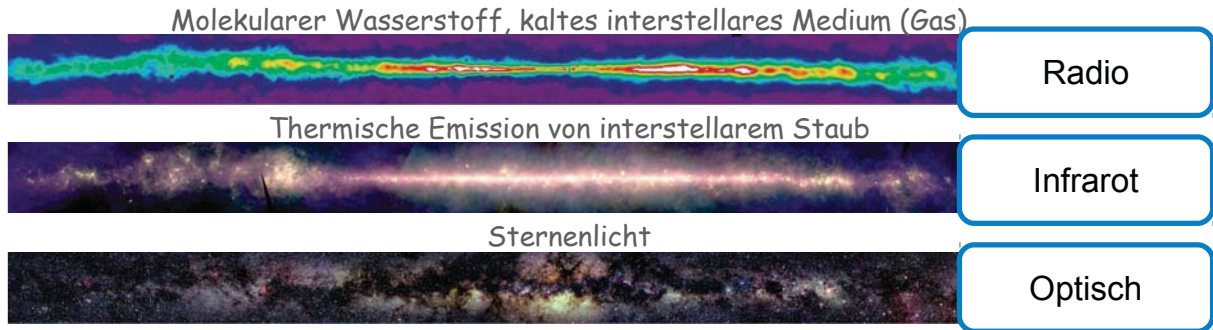
Das elektromagnetische Spektrum



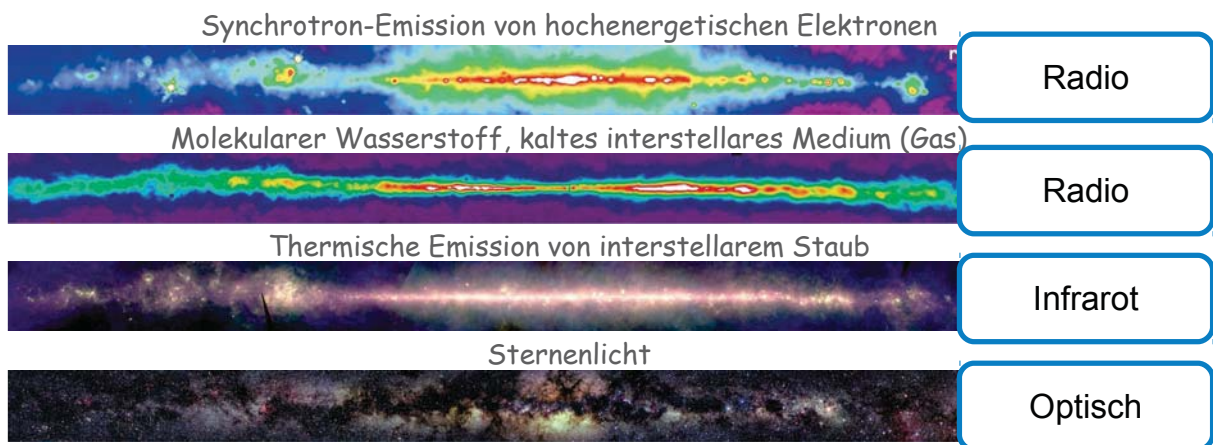
Das elektromagnetische Spektrum



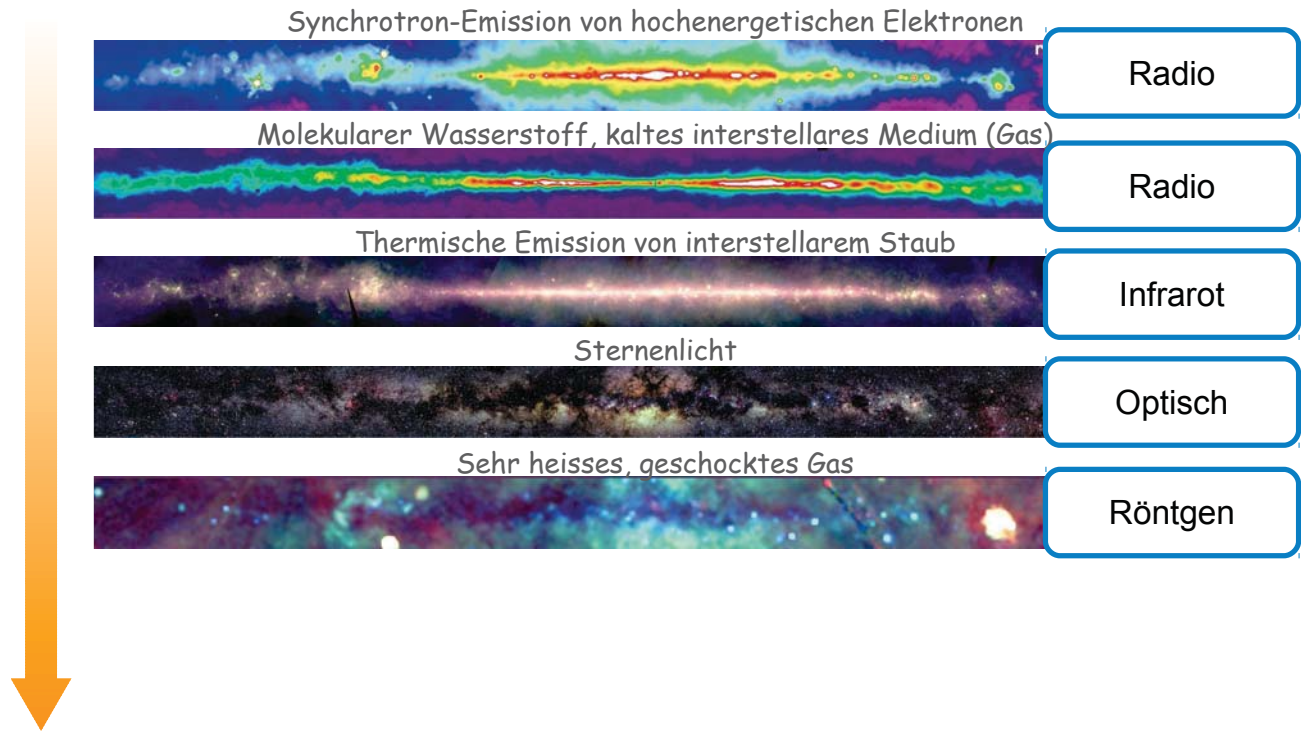
Das elektromagnetische Spektrum



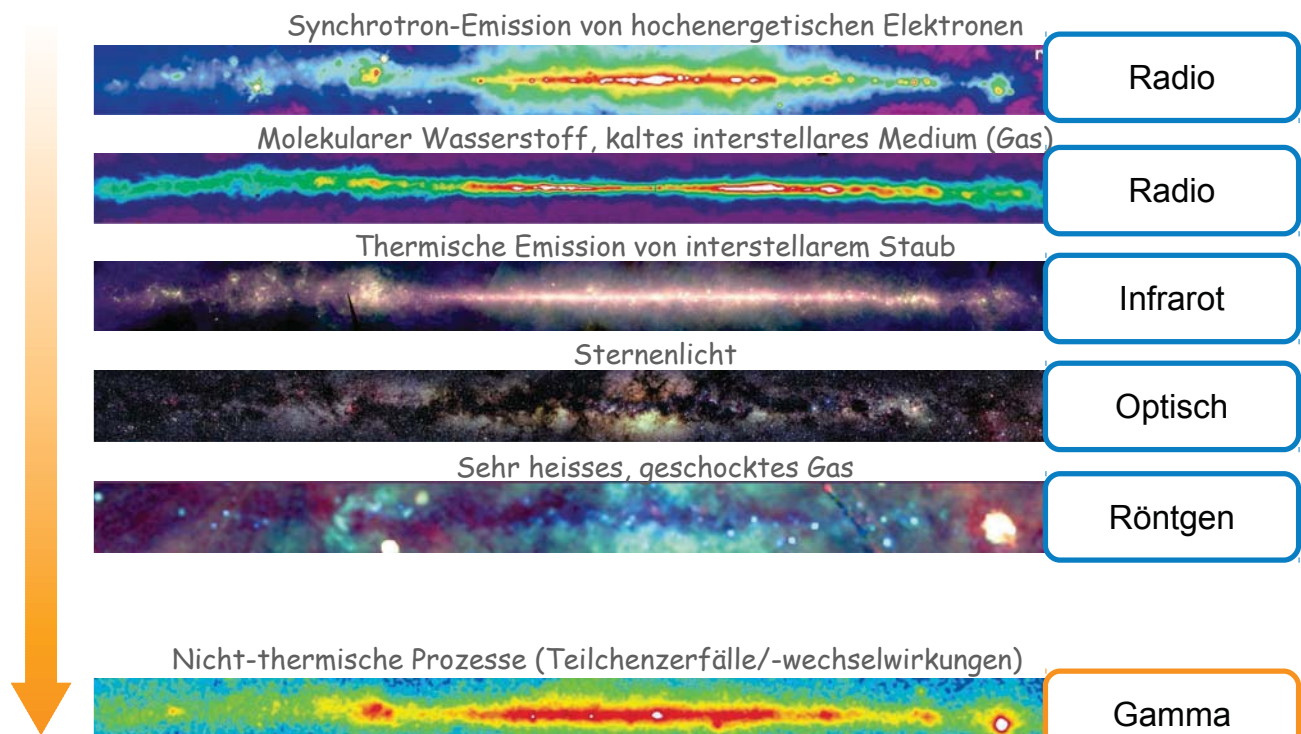
Das elektromagnetische Spektrum



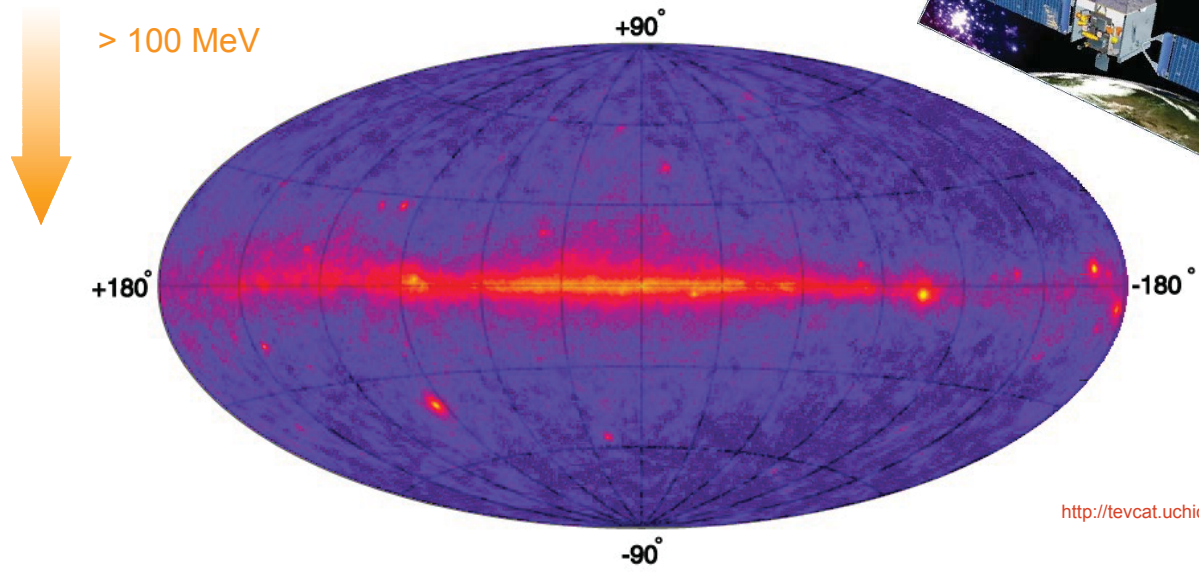
Das elektromagnetische Spektrum



Das elektromagnetische Spektrum



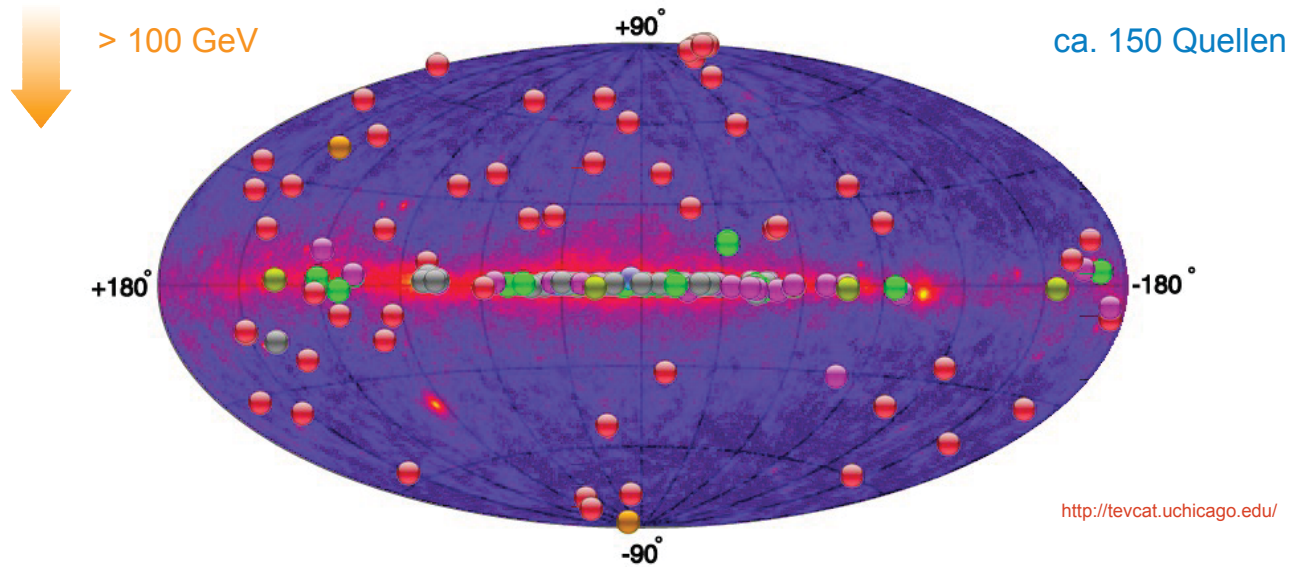
Unsere Galaxie im Gammalicht



<http://tevcat.uchicago.edu/>



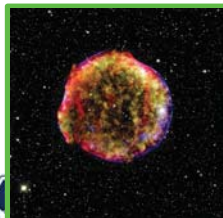
Unsere Galaxie im Gammalicht



ca. 150 Quellen

<http://tevcat.uchicago.edu/>

Supernova-Überreste



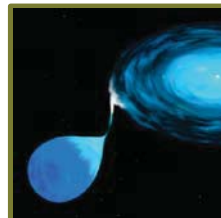
Pulsarwind-Nebel



Pulsar



Binärsysteme

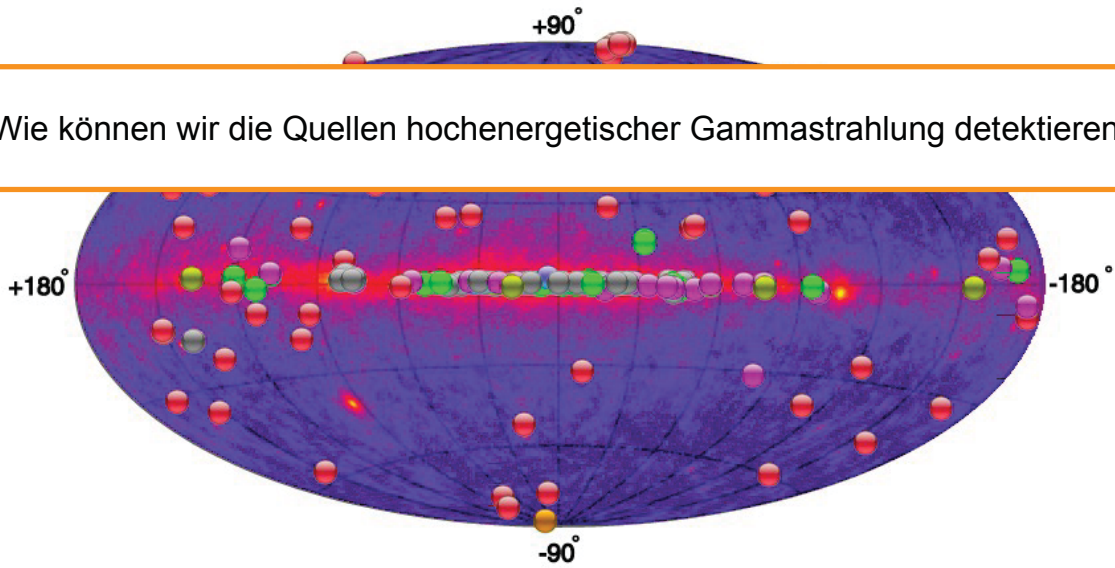


Aktive Galaxienkerne

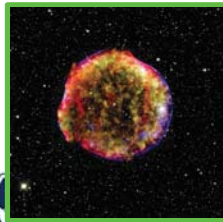


Unsere Galaxie im Gammalicht

Wie können wir die Quellen hochenergetischer Gammastrahlung detektieren?



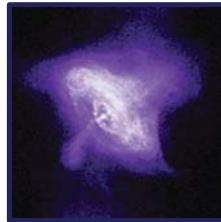
Supernova-Überreste



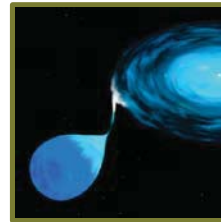
Pulsarwind-Nebel



Pulsar



Binärsysteme



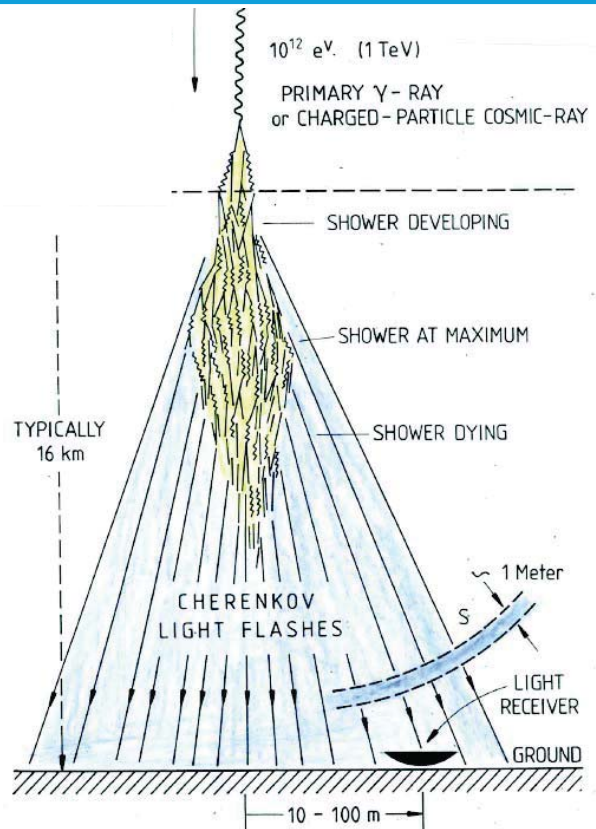
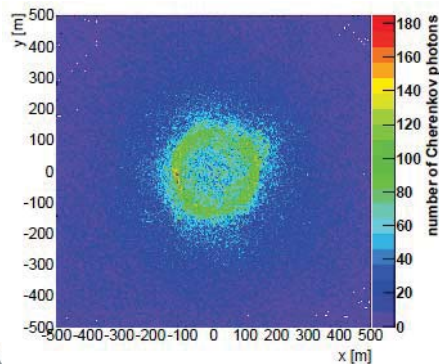
Aktive Galaxienkerne



Heike Prokoph | Technisches Seminar – DESY, Zeuthen | Oktober 2013 | Seite 13

Indirekte Messung von Gammastrahlung

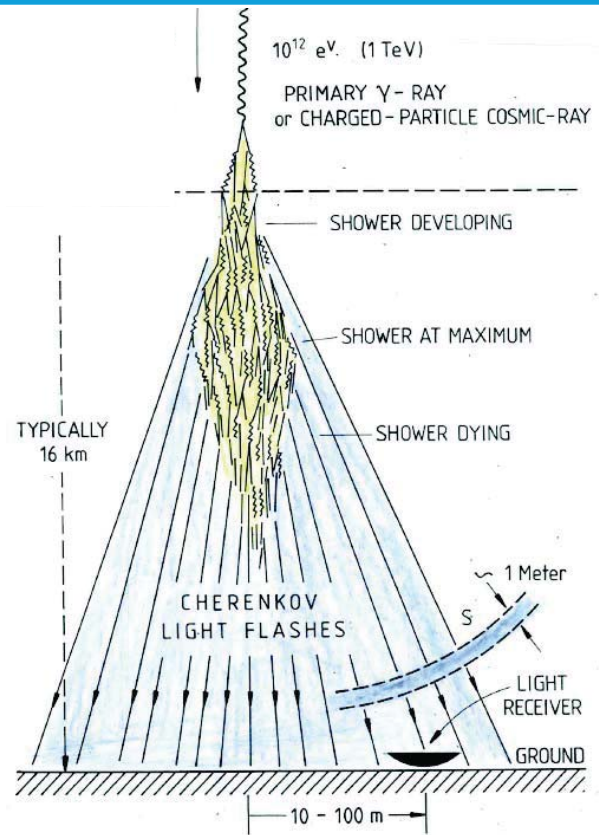
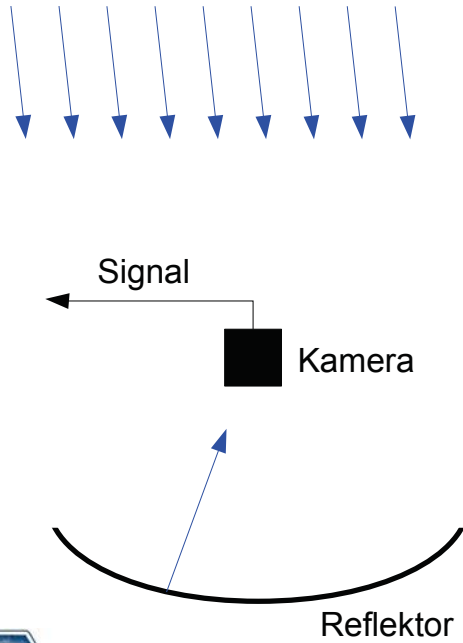
- Gammastrahlen wechselwirken mit der Erdatmosphäre
 - Teilchenschauer
- Aussendung von Cherenkov-Strahlung in der Atmosphäre
 - Cherenkovlichtkegel



Heike Prokoph | Technisches Seminar – DESY, Zeuthen | Oktober 2013 | Seite 14

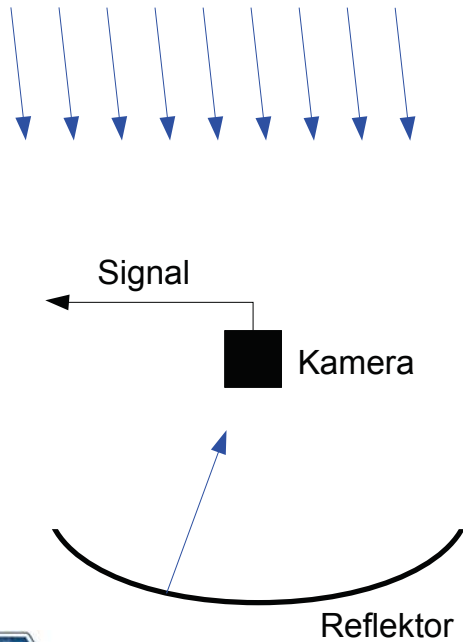
Detektionsprinzip

Cherenkov-Lichtblitz
(wenige Nanosekunden lang)

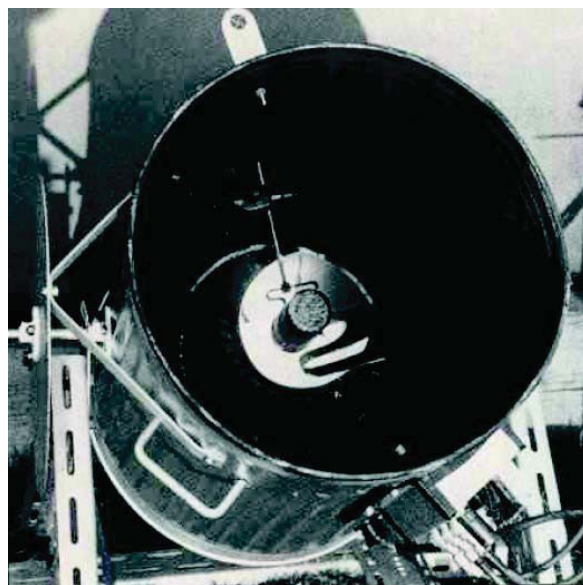


Detektionsprinzip – Die ersten Teleskope

Cherenkov-Lichtblitz
(wenige Nanosekunden lang)

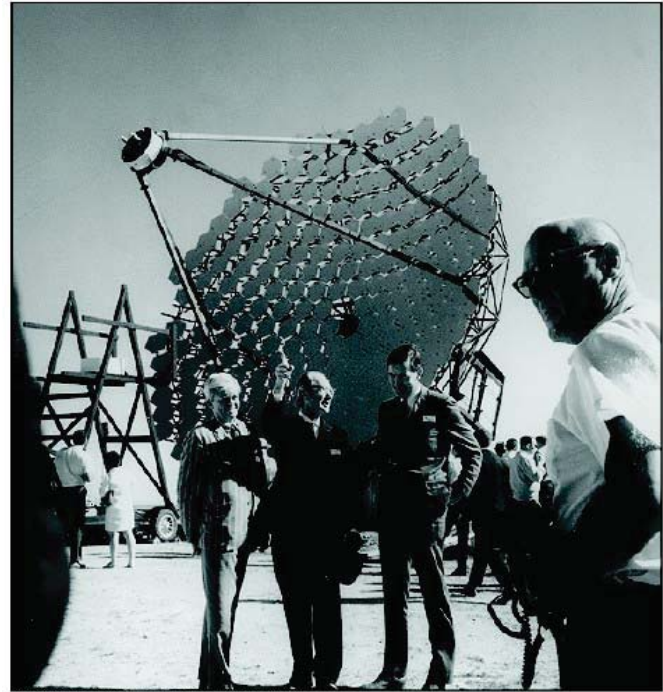
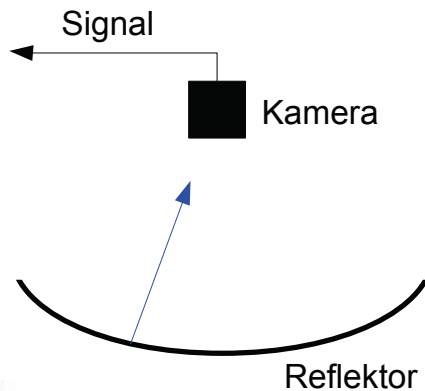


Experiment in a garbage can, Galbraith and Jelley, 1953



Detektionsprinzip – Die ersten Teleskope

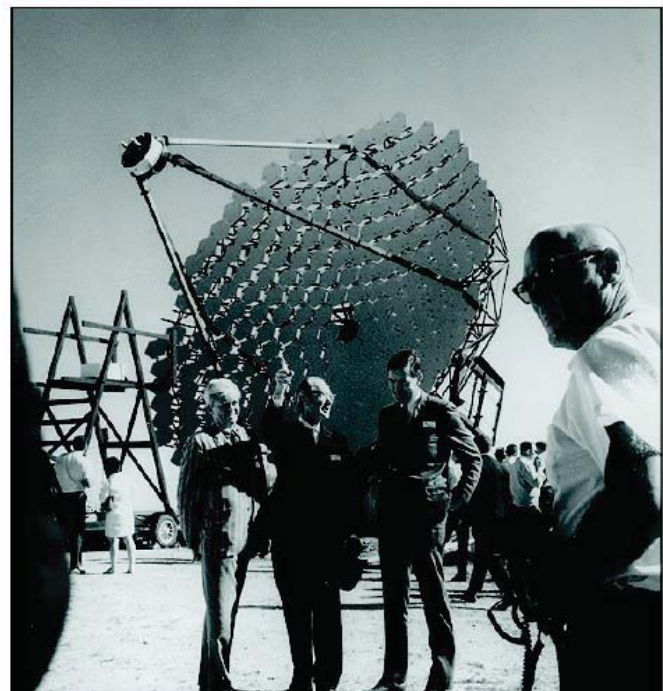
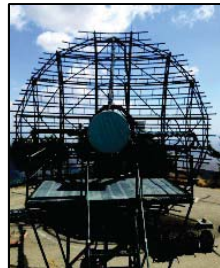
- 1968: Fertigstellung des Teleskope auf Mt. Hopkins
- 1989: Erste Detektion einer Gammastrahlungsquelle



Copyright Digital Image Smithsonian Institution, 1989

Detektionsprinzip – Die ersten Teleskope

- 1968: Fertigstellung des Teleskope auf Mt. Hopkins
- 1989: Erste Detektion einer Gammastrahlungsquelle
- 2011: Abschaltung



Copyright Digital Image Smithsonian Institution, 1989



Derzeitige Cherenkov-Teleskop-Systeme weltweit



Earth at Night
 More information available at:
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap001127.html>



Die VERITAS Kollaboration

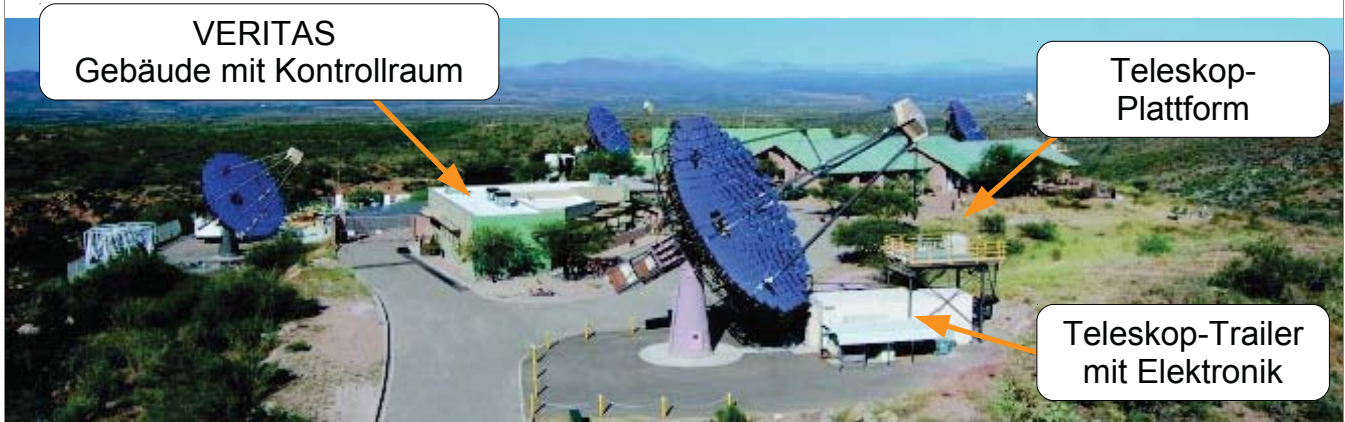


- ~100 members, 20 institutions
- 24 non-affiliated members
- 435 associate members
- Managing Organization: Smithsonian Astrophysical Observatory
- Adler Planetarium
- Argonne National Lab
- Barnard College / Columbia University
- Bartol Research Institute / University of Delaware
- Iowa State University
- Purdue University
- University of California, Los Angeles
- University of California, Santa Cruz
- University of Chicago
- University of Iowa
- University of Minnesota
- University of Utah
- Washington University in St. Louis
- McGill University, Montreal
- University College Dublin
- Cork Institute of Technology
- Galway-Mayo Institute of Technology
- National University of Ireland, Galway
- University of Leeds



Acknowledgments: This research is supported by grants from the U.S. Department of Energy Office of Science, the U.S. National Science Foundation and the Smithsonian Institution, by NSERC in Canada, by Science Foundation Ireland (SFI 10/RFP/AST2748) and by STFC in the U.K. We acknowledge the excellent work of the technical support staff at the Fred Lawrence Whipple Observatory and at the collaborating institutions in the construction and operation of the instrument.





Standort

- Arizona (~32N, 111W, ~1300m a.s.l.)
- Fred Lawrence Whipple Observatory (Base Camp)



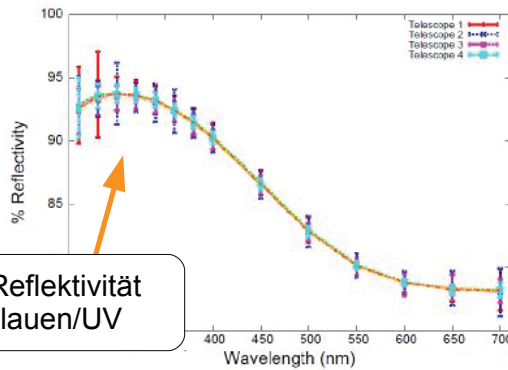
Teleskop-Anordnung



Die Teleskope

- Vier identische Teleskope
 - Stahlkonstruktion mit Tower
 - 12m Durchmesser, 12m Fokallaenge

- Spiegelflaeche $\sim 110 \text{ m}^2$
 - 350 identische Spiegel (60cm diag.)
 - Neubeschichtung aller ~ 2 Jahre



hohe Reflektivität
im Blauen/UV



Kamera

Optische Struktur
mit Spiegeln

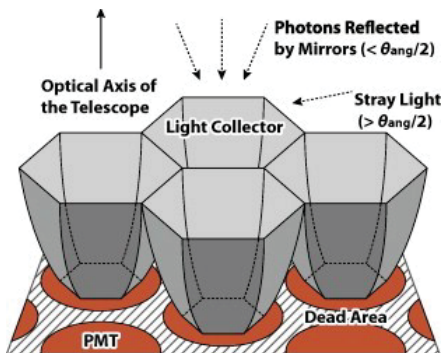
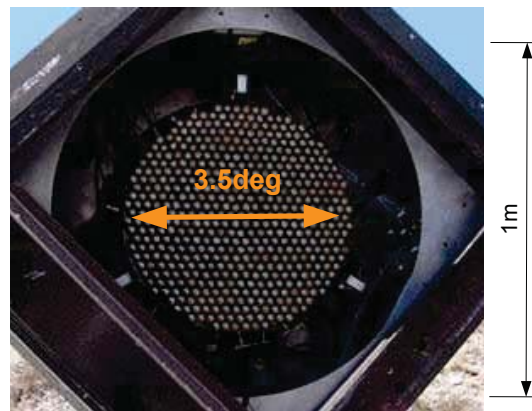


Die Kamera

- Kamera im Fokus des Spiegels

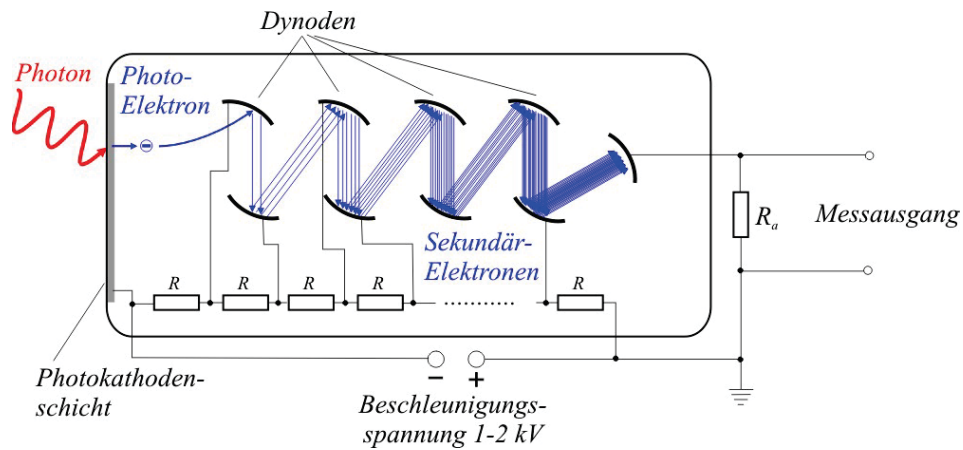
- Bestehend aus 499 PMTs
(Photoelektronenvervielfachern)

- Lichtkonzentratoren vor den PMTs
zur Reduktion von Streulicht



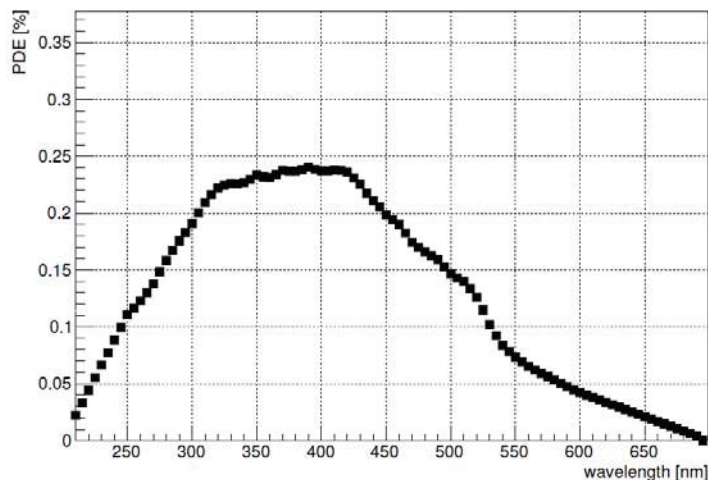
Die Photomultiplier (PMTs)

- Umwandlung von Photonen in ein messbares elektrisches Signal



Die Photomultiplier (PMTs)

- Umwandlung von Photonen in ein messbares elektrisches Signal
- Charakteristika der VERITAS PMTs
 - Höchste Sensitivität im UV-blauen Bereich

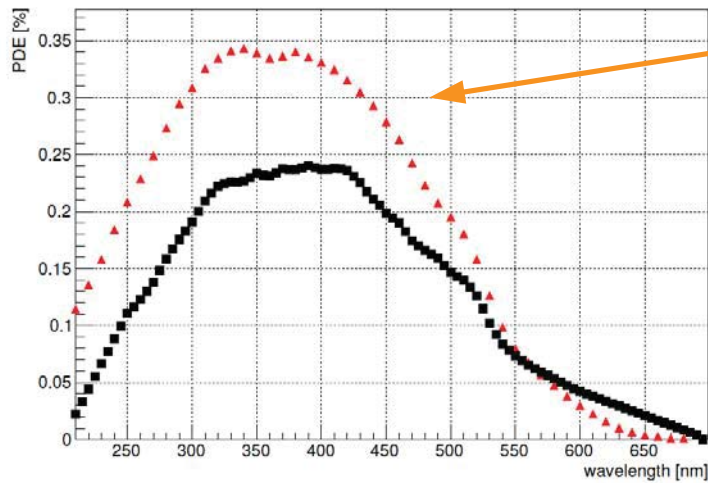


Photonis XP2970



Die Photomultiplier (PMTs)

- Umwandlung von Photonen in ein messbares elektrisches Signal
- Charakteristika der VERITAS PMTs
 - Höchste Sensitivität im UV-blauen Bereich



Kamera Upgrade 2012



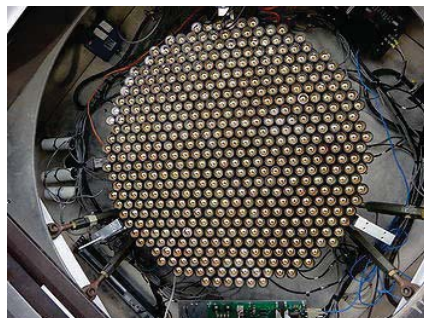
Hamamatsu R10560



Photonis XP2970

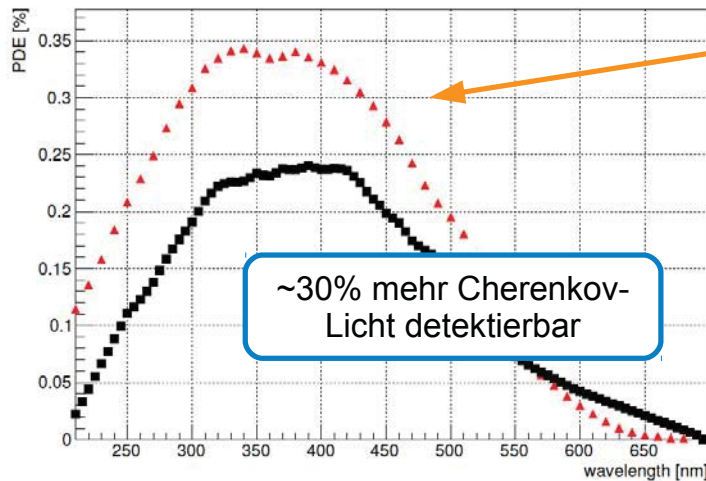


Bilder vom Kamera-Upgrade 2012



Die Photomultiplier (PMTs)

- Umwandlung von Photonen in ein messbares elektrisches Signal
- Charakteristika der VERITAS PMTs
 - Höchste Sensitivität im UV-blauen Bereich



Kamera Upgrade 2012



Hamamatsu R10560



Photonis XP2970



Die Photomultiplier (PMTs)

- Umwandlung von Photonen in ein messbares elektrisches Signal
- Charakteristika der VERITAS PMTs
 - Höchste Sensitivität im UV-blauen Bereich

PMTs können nahezu "jedes" Photon in ein Signal umwandeln (nicht nur Cherenkov-Photonen)



Trigger-System

Kamera Upgrade 2012



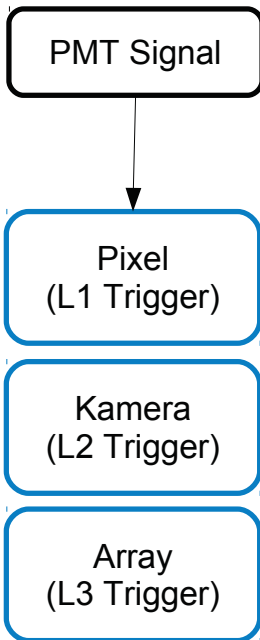
Hamamatsu R10560



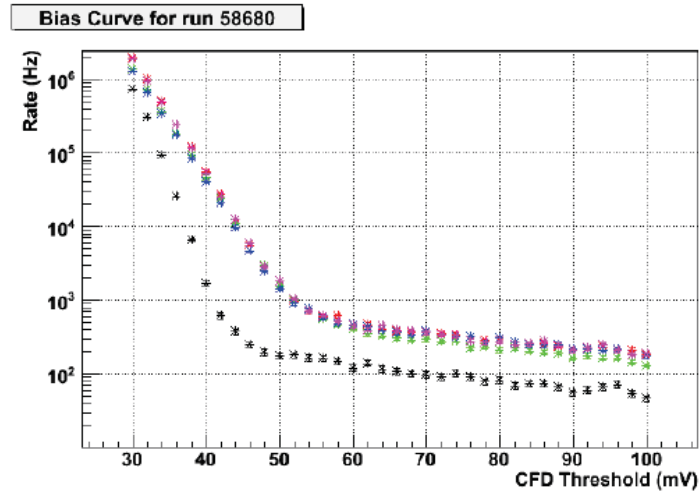
Photonis XP2970



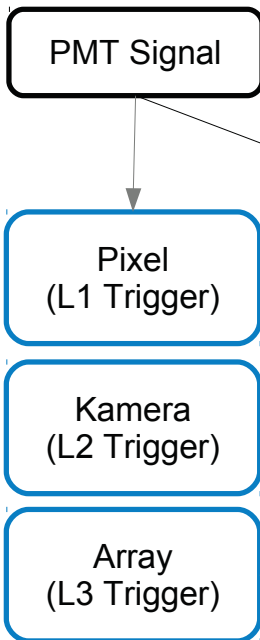
Trigger und Auslese



- 3-Level Triggersystem zur Unterdrueckung von Hintergrund (z.B Licht des Nachthimmels)



Trigger und Auslese



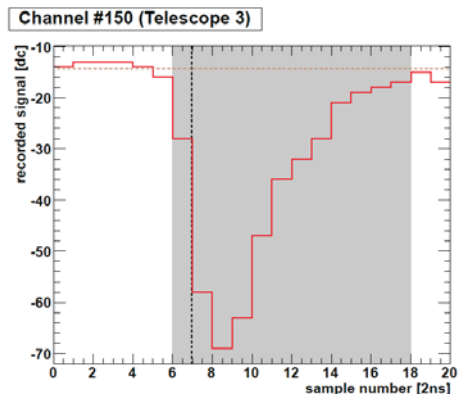
- 3-Level Triggersystem zur Unterdrueckung von Hintergrund (z.B Licht des Nachthimmels)

Readout each pixel in each camera

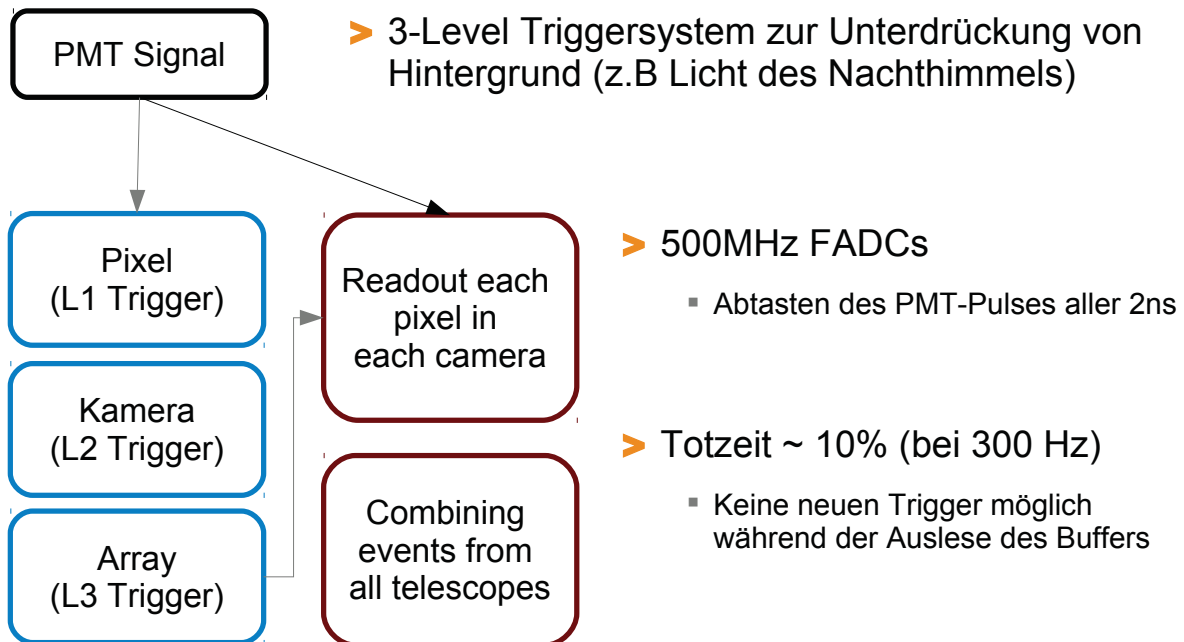
Combining events from all telescopes

- 500MHz FADCs

- Abtasten des PMT-Pulses aller 2ns

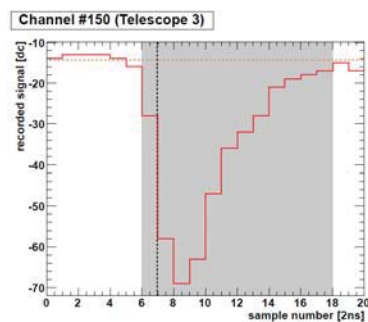


Trigger und Auslese



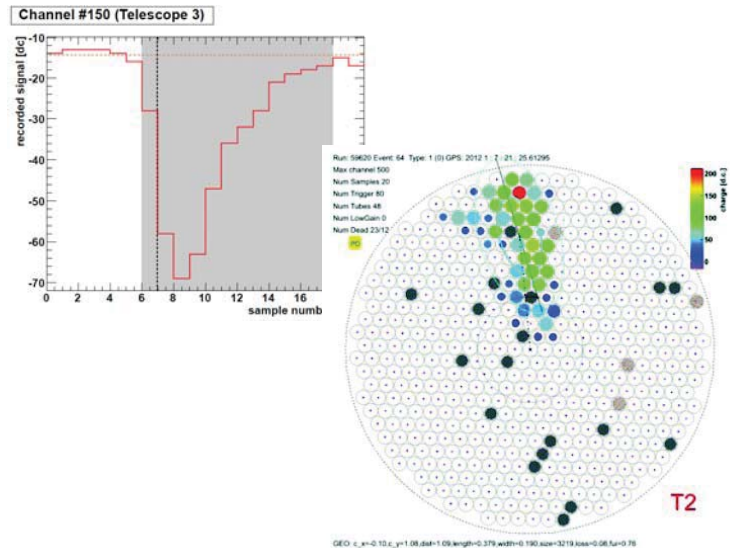
Signal-Rekonstruktion

- > Integration (Aufsummieren) des Signals jedes PMTs



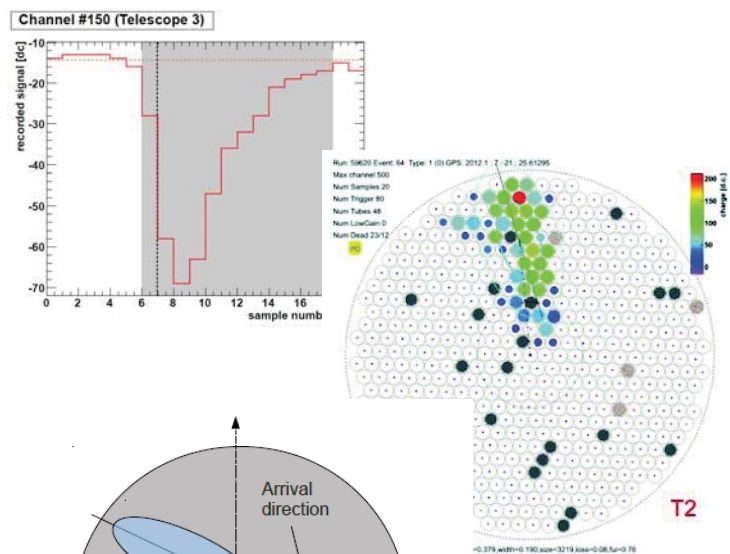
Signal-Rekonstruktion

- Integration (Aufsummieren) des Signals jedes PMTs
- Bild-Analyse in der Kamera



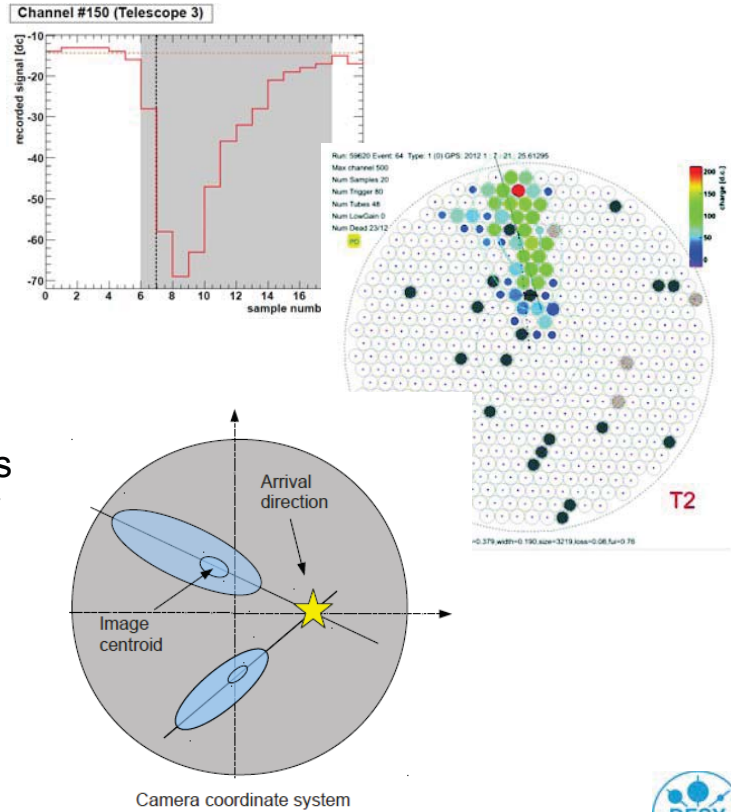
Signal-Rekonstruktion

- Integration (Aufsummieren) des Signals jedes PMTs
- Bild-Analyse in der Kamera
- Rekonstruktion der Richtung



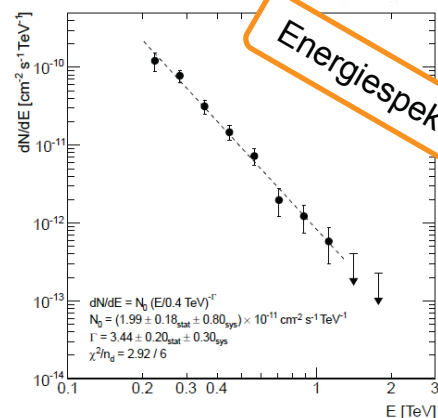
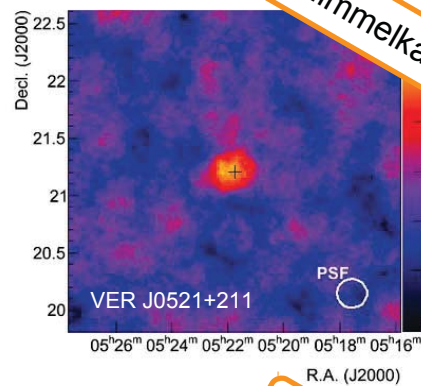
Signal-Rekonstruktion

- Integration (Aufsummieren) des Signals jedes PMTs
- Bild-Analyse in der Kamera
- Rekonstruktion der Richtung
- Abschätzung der Energie aus der Licht-Intensität der Bilder
- Diskriminierung gegen andere Teilchenschauer durch Bild-Form und Richtung (>99.9%)



Signal-Rekonstruktion

- Integration (Aufsummieren) des Signals jedes PMTs
- Bild-Analyse in der Kamera
- Rekonstruktion der Richtung
- Abschätzung der Energie aus der Licht-Intensität der Bilder
- Diskriminierung gegen andere Teilchenschauer durch Bild-Form und Richtung (>99.9%)



2013Apr...776..69A



Performance von VERITAS

Observatorium zur Beobachtung von hochenergetischer Gammastrahlung

> Energie-Bereich

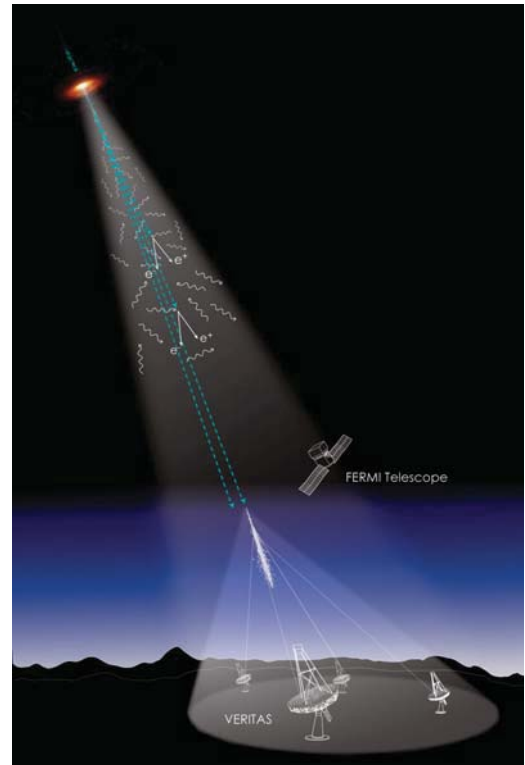
- ~100 GeV (85 GeV) – 30 TeV
- Niedrigere Energieschwelle seit 2012 (nach Kamera-Upgrade)

> Sensitivität

- 1% des Krebs-Nebelflusses in <30 Stunden

> Auflösungen

- Energie: 15-20%
- Winkel: 0.1deg



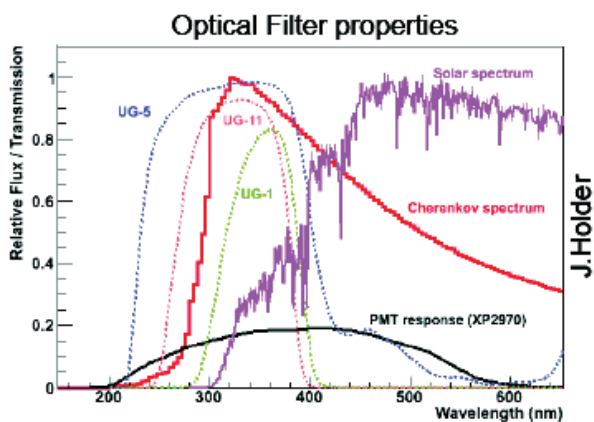
Performance von VERITAS

> Beobachtungszeit: >1000 Stunden/Jahr

- ~800 h astronomischer Dunkelheit
- +20% bei geringem Mondlicht

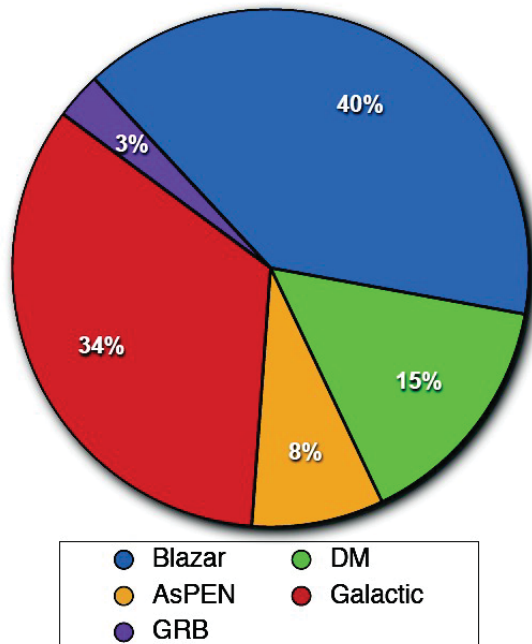
> NEU: helles Mondlicht (+25%)

- Nutzung von reduzierter HV & UV-Filter



Beobachtungsprogramm mit VERITAS

Planned Observation Breakdown



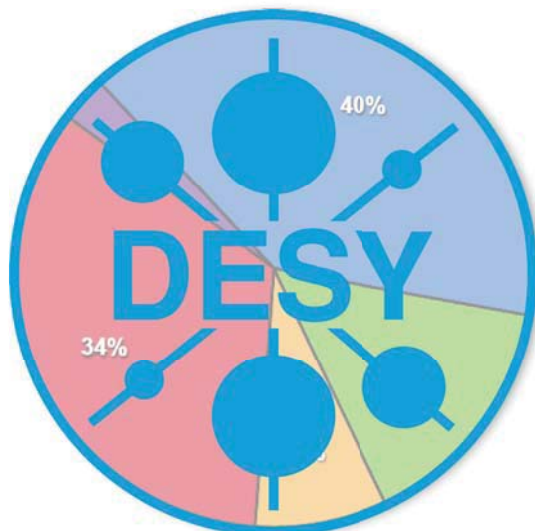
AsPEN = AstroParticle, Extragalactic Non-blazar;
DM = Dark Matter



- > Beobachtungszeit aufgeteilt auf unterschiedliche Physikthemen
- > Vier Hauptthemen:
 - Teilchenphysik & Fundamentale Gesetze der Physik
 - Kosmologie
 - Schwarze Loecher
 - Galatische Teilchenbeschleuniger
- > Fokus auf Langzeitbeobachtungen und weg von "reinen Entdeckungen"

Beobachtungsprogramm mit VERITAS

Planned Observation Breakdown



DESY ist involviert in nahezu allen diesen Physik-Themen



- > Beobachtungszeit aufgeteilt auf unterschiedliche Physikthemen
- > Vier Hauptthemen:
 - Teilchenphysik & Fundamentale Gesetze der Physik
 - Kosmologie
 - Schwarze Loecher
 - Galatische Teilchenbeschleuniger
- > Fokus auf Langzeitbeobachtungen und weg von "reinen Entdeckungen"

DESY Beteiligung an VERITAS



Gernot Bagmeet Lucie (Gareth) Stephane Henrike Nathan Heike Christian Roman

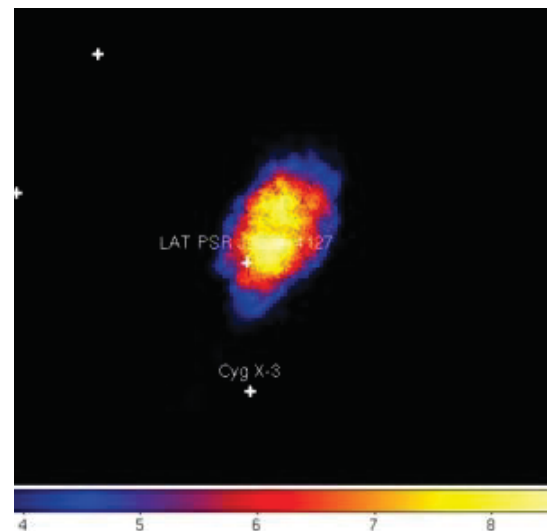
- > Entwicklung von neuen Analysemethoden
 - > Maintenance eines der Analysesoftwarepakete
 - > Monte Carlo Simulationen (Detektor, atmosphärische Studien, Sensitivität)
- > Datennahme & Analyse
 - Binärsysteme
 - Galaktische Beschleuniger
 - Aktive Galaxienkerne
 - Suche nach dunkler Materie
 - Spektrum der geladenen kosmischen Strahlung
 - ...



Identifizierung von kosmischen Teilchenbeschleunigern

TeV 2032+4130

- > Erste nicht-identifizierte Gammaquelle im TeV-Bereich
- > VERITAS detektiert ausgedehnte Emission
 - Konsistent mit früheren Resultaten
 - Asymmetrische Morphologie



E. Aliu et al,
Submitted to ApJ (2013)

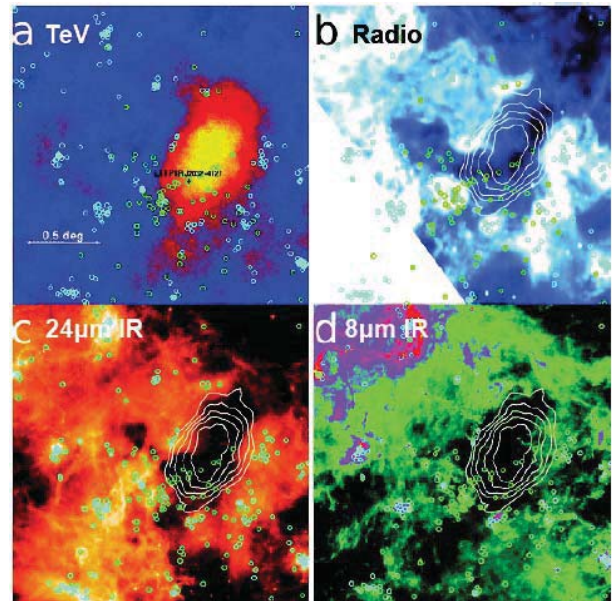


Identifizierung von kosmischen Teilchenbeschleunigern

TeV 2032+4130

- Erste nicht-identifizierte Gammaquelle im TeV-Bereich
- VERITAS detektiert ausgedehnte Emission
 - Konsistent mit früheren Resultaten
 - Asymmetrische Morphologie
- Daten aus anderen Wellenlängen geben Aufschluss über die Quelle

TeV 2032+4130
ist ein Pulsarwindnebel



White Contours: TeV emission 4 - 8 σ contours;
Green circles = OB stars; Blue circles = Star forming regions

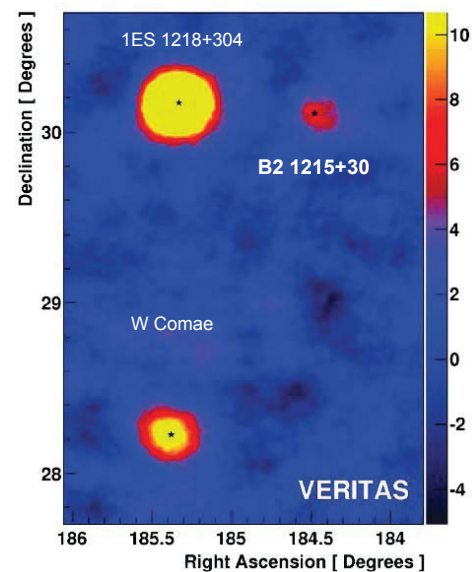
E. Aliu et al,
Submitted to ApJ (2013)



Physik von aktiven Galaxienkernen

B2 1215+30

- Aktiver Galaxienkern im gleichen Gesichtsfeld wie zwei andere AGNs
- VERITAS detektierte diese Quelle
 - Langzeitbeobachtungen (2008-2012)
 - Variabler Fluß (normalerweise nicht so hell wie sein "Nachbar")



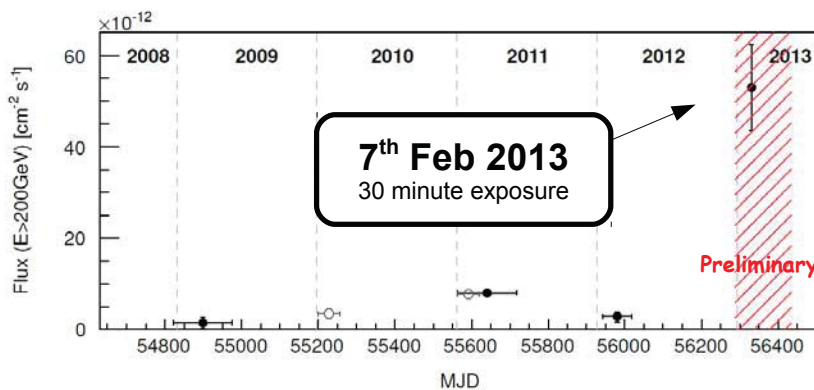
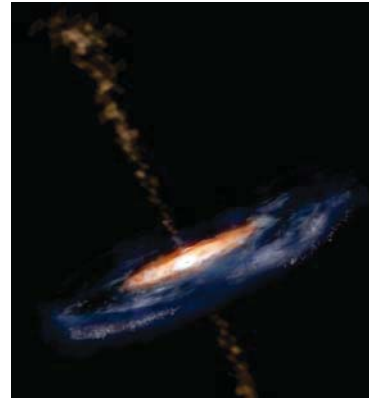
E. Aliu et al,
Accepted by ApJ (2013)



Physik von aktiven Galaxienkernen

B2 1215+30

- Aktiver Galaxienkern im gleichen Gesichtsfeld wie zwei andere AGNs
- VERITAS detektierte diese Quelle
 - Langzeitbeobachtungen (2008-2012)
 - Variabler Fluß (normalerweise nicht so hell wie sein "Nachbar")



E. Aliu et al,
Accepted by ApJ (2013)

HP, Proc. HEPRO 2013



Zusammenfassung



1967



2013

- VERITAS beobachtet Quellen von Gammastrahlung seit 2007
 - Verbesserungen des Instruments im Laufe der Zeit
 - Neue Entdeckungen und tiefere Einblicke in die Natur der Teilchenbeschleuniger
- DESY spielt eine aktive Rolle in VERITAS
 - Größte Gruppe innerhalb der VERITAS Kollaboration mit vielfältigem Physikprogramm





- VERITAS beobachtet Quellen von Gammastrahlung seit 2007
 - Verbesserungen des Instruments im Laufe der Zeit
 - Neue Entdeckungen und tiefere Einblicke in die Natur der Teilchenbeschleuniger

- DESY spielt eine aktive Rolle in VERITAS
 - Größte Gruppe innerhalb der VERITAS Kollaboration mit vielfältigem Physikprogramm

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

