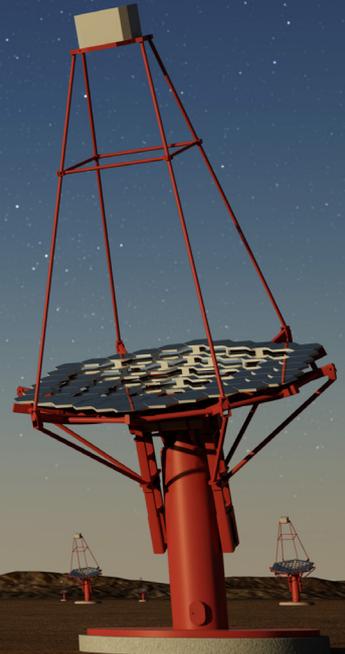


Die nächste Generation der Hochenergie Astronomie



Bildnachweis: Gabriel Pérez Díaz, IAC

Steckbrief:

CTA wird mit mehr als 100 Teleskopen auf der nördlichen und südlichen Halbkugel das weltgrößte bodengebundene Observatorium zur Beobachtung von Gammastrahlung sein.

CTA wird eine beispiellose Genauigkeit erreichen und 10-mal empfindlicher als bestehende Instrumente sein.

CTA wird den Himmel mit einer höheren Auflösung beobachten, als je zuvor bei diesen Energien.

Die natürlich vorkommenden kosmischen Teilchenbeschleuniger, die CTA erforschen wird, können wesentlich höhere Energien erzeugen, als alle von Menschen gebaute Beschleuniger.

CTA wird einen breiten Energiebereich abdecken, vom Milliarden- bis zum Billionenfachen der Energie sichtbaren Lichtes.

Das CTA Observatorium wird bis zum Jahr 2030 voraussichtlich ca. 100 Petabyte (PB) Daten erzeugen (1 PB = 1 Million GB).

CTA wird das erste bodengebundene Gammastrahlen-Observatorium sein, das den Astro- und Teilchenphysikern auf der ganzen Welt Daten aus einzigartigen, hochenergetischen astronomischen Beobachtungen frei zur Verfügung stellt.

Der Bau des fortschrittlichsten bodengebundenen Gammastrahlen- Observatoriums der Welt

CTA ist eine weltweite Initiative zum Bau des weltgrößten und empfindlichsten Observatoriums für hochenergetische Gammastrahlung. Über 1350 Wissenschaftler und Techniker aus 32 Ländern beteiligen sich am Bau und an der wissenschaftlichen Entwicklung des Observatoriums. Das Observatorium wird von der CTAO GmbH gebaut, die aus Gesellschaftern und assoziierten Mitgliedern aus einer wachsenden Anzahl an Ländern besteht.

CTA wird Astro- und Teilchenphysikern aus aller Welt als offenes Observatorium zur Verfügung stehen und wird weitreichende Einsichten in das turbulente Universum bei höchsten Energien gewähren. Das CTA-Observatorium wird hochenergetische Strahlung mit noch nie dagewesener Genauigkeit

messen und ungefähr zehnmal empfindlicher sein als alle bisherigen Instrumente, sodass neuartige Erkenntnisse über einige der extremsten und gewaltigsten Ereignisse im Universum zu erwarten sind.

Der Bau von CTA ist schon weit fortgeschritten: Von allen (bis auf die größten) Teleskopen gibt es funktionsfähige Prototypen und der Ausbau der Standorte ist bereits angelaufen. Der Standort auf der südlichen Halbkugel ist in der Nähe der bestehenden Europäischen Südsternwarte (European Southern Observatory, ESO) am chilenischen Berg Paranal. Der nördliche Standort ist am Roque-de-los-Muchachos-Observatorium auf der spanischen Insel La Palma. Mit dem Bau soll voraussichtlich 2019 begonnen werden.



Co-funded by the
Horizon 2020
Framework Programme
of the European Union

🏠 Saupfercheckweg 1
69117 Heidelberg
Germany

☎ +49-6221-516471
🌐 cta-observatory.org

📘 facebook.com/ctaobservatory
🐦 @CTA_Observatory



Das fortschrittlichste bodengebundene Gammastrahlen- Observatorium der Welt

Bildnachweis: Gabriel Pérez Díaz, IAC

Steckbrief der CTA-Technik:

CTA wird aus mehr als 100 Einzelteleskopen bestehen, die sowohl auf der Nord- als auch auf der Südhalbkugel aufgestellt werden und eine effektive Größe von über einer Million Quadratmetern ergeben.

CTA besteht aus Teleskopen von drei Größen, die zusammen einen weiten Energiebereich abdecken werden: von mehreren Milliarden bis Billionen Mal der Energie von sichtbarem Licht (20 GeV bis 300 TeV).

Die Teleskopstrukturen werden eine Höhe von ca. 8 bis 45 Metern haben und 8 bis 100 Tonnen wiegen.

Mithilfe von über 7000 hochreflektiven Spiegelfacetten (mit Durchmessern von jeweils 90 cm bis 2 m) wird CTA Licht auf die Kameras fokussieren.

Die Kameras werden mehr als 200000 ultraschnelle, lichtempfindliche Pixel haben, die aus Photomultipliern auf Röhrenbasis (PMTs) bzw. auf Siliziumbasis (SiPM) bestehen.

Das Observatorium wird bis zum Jahr 2030 voraussichtlich ca. 100 Petabyte (PB) Daten erzeugen (1 PB = 1 Million GB).

Ein Observatorium der nächsten Generation für hochenergetische Gammastrahlung

CTA ist ein bodengebundenes Observatorium der neuen Generation für Gamma-Astronomie bei sehr hohen Energien. Mithilfe von mehr als 100 Teleskopen auf der nördlichen und südlichen Halbkugel wird CTA hochenergetische Gammastrahlung mit unübertroffener Genauigkeit messen, wobei seine Empfindlichkeit rund zehnmal höher sein wird, als die bisheriger Anlagen.

CTA baut auf der Technik aktueller bodengebundener Gammastrahlen-Detektoren (H.E.S.S., VERITAS und MAGIC) auf und wird voraussichtlich mehr als 1000 neue Quellen von Gammastrahlung entdecken, zehnmal mehr als bisher bekannt sind.

Mehr als 1350 Personen aus 32 Ländern arbeiten am Bau und an der wissenschaftlichen Entwicklung der Anlage. CTA erhält staatliche Fördermittel von vielen der Mitgliedsstaaten, sowie der Europäischen Union.

Der Bau von CTA ist schon weit fortgeschritten: Von allen (bis auf die größten) Teleskopen gibt es funktionsfähige Prototypen und der Ausbau der Standorte ist bereits angelaufen. Der Standort auf der südlichen Halbkugel ist in der Nähe der bestehenden Europäischen Südsternwarte (European Southern Observatory, ESO) am chilenischen Berg Paranal. Der nördliche Standort wird am Roque-de-los-Muchachos-Observatorium auf der spanischen Insel La Palma sein. Mit dem Bau soll voraussichtlich 2019 begonnen werden.



Co-funded by the
Horizon 2020
Framework Programme
of the European Union

🏠 Saupfercheckweg 1
69117 Heidelberg
Germany

☎ +49-6221-516471
🌐 cta-observatory.org

📘 facebook.com/ctaobservatory
🐦 @CTA_Observatory

Wie CTA funktioniert

Die Gammastrahlen, die von CTA nachgewiesen werden, dringen nicht bis zur Erdoberfläche vor. Wenn sie auf die Erdatmosphäre treffen, kommt es zu einer Wechselwirkung, bei der eine Kaskade von subatomaren Teilchen sowie ein blauer Lichtblitz, die sogenannte Cherenkov-Strahlung, entstehen. Diese Teilchenschauer sind extrem selten (bei einer hellen Quelle trifft pro Jahr nur ein Gammaquant auf einen 1 m² Detektor, bei schwachen Gammaquellen lediglich ein Photon pro Jahrhundert). Daher verwendet CTA mehr als 100 Teleskope, die über eine große Fläche verteilt sind, um mehr Schauer zu beobachten.

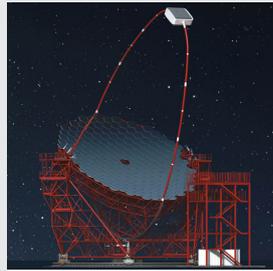
Um den gesamten Energiebereich von CTA abzudecken (20 GeV bis 300 TeV), sind Teleskope von drei verschiedenen Größen erforderlich. Für den zentralen Bereich (100 GeV bis 10 TeV), plant CTA 40 Teleskope mittlerer Größe, die über beide Standorte verteilt aufgestellt werden. Acht große Teleskope und 70 kleine Teleskope werden den Energiebereich auf unter 100 GeV und über 10 TeV erweitern.

Die Spiegel reflektieren das einfallende Licht auf die Kameras, welche die Signale erfassen. Jeder Teleskoptyp verfügt über eine eigene Kameravariante, aber ihr Aufbau ist stets durch die geringe Helligkeit und die kurze Dauer der Cherenkov-Blitze bedingt.

Ein Cherenkov-Blitz dauert wenige Milliardstel einer Sekunde und ist äußerst schwach. Die Kameras sind für diese schwachen Blitze empfindlich, da sie extreme kurze Belichtungszeiten ermöglichen. Photomultiplerröhren (PMT) bzw. Silizium-Photomultiplier (SiPM) wandeln das Licht dann in elektrische Signale, welche anschließend digitalisiert, übertragen und gespeichert werden, um das Bild der Teilchenkaskade zu rekonstruieren.

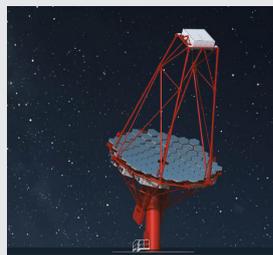
CTA-Teleskoptypen

Large-Sized Telescope (LST)



Da Gammastrahlen niedriger Energie geringere Mengen von Cherenkov-Strahlung erzeugen, sind zu deren Aufzeichnung Teleskope mit großen Spiegeln erforderlich. Der LST-Spiegel wird einen Durchmesser von 23 Metern haben und parabelförmig geformt sein. Seine Kamera wird PMTs verwenden und ein Gesichtsfeld von ca. 4,5 Grad Durchmesser haben. Die gesamte Konstruktion wird etwa 100 Tonnen wiegen, aber extrem beweglich sein, um sich innerhalb von 20 Sekunden neu ausrichten zu lassen.

Medium-Sized Telescope (MST)



Dieses Teleskop wird das „Arbeitspferd“ von CTA sein. Der MST-Spiegel wird einen Durchmesser von 12 Metern haben und jedes MST hat eine Kamera mit ca. 2000 PMTs. Es gibt zwei unterschiedliche aber in der Funktion gleichwertige Kameratypen. Das große Gesichtsfeld der MSTs von 7-8 Grad wird rasche Himmelsdurchmusterungen im Gamma-Licht ermöglichen. Außerdem wurde eine alternative Version vom MST vorgeschlagen. Das Schwarzschild-Couder-Teleskop (SCT) mit zwei Spiegeln verspricht eine bessere Bildqualität und verbesserte Erkennung von schwachen Quellen.

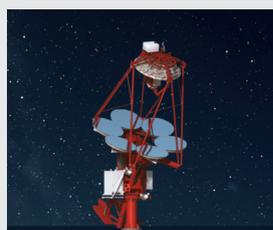
Small-Sized Telescope (SST)



Die SSTs werden zahlreicher als die beiden anderen Teleskoptypen zusammen sein und am südlichen Standort auf mehrere Quadratkilometern verteilt aufgestellt. Da extrem hochenergetische Gammashauer sehr selten sind, aber große Mengen von Cherenkov-Licht erzeugen, ist ein großes Feld von SSTs für die energiereichsten Schauer empfindlich. Das SST wird einen Durchmesser von rund 4 Metern und ein großes Gesichtsfeld von ca. 9 Grad haben. Drei unterschiedliche SST-Varianten werden als Prototypen gebaut und getestet:



SST-1M (oben): Ein-Spiegel-Konstruktion mit einer SiPM Kamera, die Struktur ist eine kleinere Version der MST-Struktur.



SST-2M ASTRI (Mitte) und SST-2M GCT (unten): Bei beiden handelt es sich um Zwei-Spiegel-Konstruktionen, die eine ausgezeichnete Bildqualität über ein großes Gesichtsfeld bei gleichzeitig kurzer Brennweite ermöglichen. Sie verwenden SiPMs in sehr kompakten Kameras.

Bildnachweise: Gabriel Pérez Díaz, IAC

Abenteuern jenseits der Grenze hoher Energie

Bildnachweis: NASA/ESA/SSC/CXC/STScI

Einzigartige Fähigkeiten von CTA:

CTA wird eine bislang unerreichte Genauigkeit haben und zehnmal empfindlicher als derzeitige Instrumente sein.

Mit einer Energieauflösung von nur 10% wird CTA besser nach Strukturen und Linien in Spektren suchen können, wie sie bei der Vernichtung von Teilchen Dunkler Materie erwartet werden.

Die niedrige Energieschwelle von lediglich 20 GeV ermöglicht es CTA, kurzlebige und zeitlich variable Gammastrahlen-Phänomene im fernsten Universum mit bislang unerreichter Genauigkeit zu erforschen.

Mit dem Energiebereich bis zu 300 TeV geht CTA weit über die Grenzen des bisher erfassten elektromagnetischen Spektrums hinaus und bietet damit eine vollkommen neue Sicht auf den Himmel.

Das Gesichtsfeld von 8 Grad erlaubt es, den Himmel deutlich schneller zu durchmustern und auch sehr ausgedehnte Bereiche von Gammaemission zu vermessen.

Mit einer Winkelauflösung von etwa einer Bogenminute, kann CTA viele kosmische Strahlenquellen auflösen, und Erkenntnisse darüber gewinnen, wie ultra-relativistische Teilchen in diesen Systemen und ihrer Umgebung verteilt sind.

CTA wird die extremen Phänomene im Universum erkunden

CTA ist eine Initiative zum Bau des weltgrößten und empfindlichsten Observatoriums für hochenergetische Gammastrahlung. Mit Hilfe von über 100 auf der nördlichen und südlichen Halbkugel verteilten Teleskopen wird das CTA Observatorium hochenergetische Strahlung mit noch nie dagewesener Genauigkeit messen und dabei ungefähr zehnmal empfindlicher als schon existierende Gammastrahlungs-Teleskope sein.

Die derzeitige Generation von hochenergetischen Gammastrahlungs-Teleskopen (H.E.S.S., MAGIC und VERITAS) nimmt seit 2003 Daten. Seitdem hat sich die Anzahl der Himmelskörper, von denen Gammastrahlung gemessen wurde, von 10 auf über 150 erhöht. CTA wird auf den Ergebnissen der derzeitigen Teleskope aufbauen, um die Anzahl an Quellen zu verzehnfachen. Es wird erwartet, dass CTA über 1000 neue Quellen entdecken wird.

Die einzigartigen Eigenschaften von CTA werden dabei helfen, einige der rätselhaftesten Fragen der Astrophysik zu beantworten. Mit CTA können die Auswirkungen von hochenergetischen Teilchen auf die Entwicklung von kosmischen Systemen erklärt und neuartige Einsichten in die extremen und außergewöhnlichsten Phänomene des Universums gewonnen werden. Ebenso wird nach Vernichtungsstrahlung von Teilchen der Dunklen Materie, sowie nach Abweichungen von Einsteins spezieller Relativitätstheorie gesucht werden, und sogar die Zählung aller Teilchenbeschleuniger im Universum wird ermöglicht.

CTA wird das erste bodengebundene Gammastrahlen-Observatorium sein, das den Astro- und Teilchenphysikern auf der ganzen Welt Daten von einzigartigen, hochenergetischen astronomischen Beobachtungen frei zur Verfügung stellt.



Co-funded by the
Horizon 2020
Framework Programme
of the European Union

🏠 Saupfercheckweg 1
69117 Heidelberg
Germany

☎ +49-6221-516471
🌐 cta-observatory.org

📘 facebook.com/ctaobservatory
🐦 @CTA_Observatory

Forschungsthemen

Die bodengebundene Gamma-Astronomie ist ein junges Forschungsgebiet mit einem beträchtlichen wissenschaftlichen Potential. Die heutige Generation von Teleskopen hat bereits offenbart, welche ungeheuren Möglichkeiten in der Messung astrophysikalischer Objekte bei Tera-Elektronvolt (TeV)-Energien stecken.

Aufgrund seiner höheren Leistungsfähigkeit verbindet CTA die Aussicht auf garantierte wissenschaftliche Erkenntnisse (tiefere Einsichten über bereits bekannte Objekte und Mechanismen)

mit zu erwartenden Entdeckungen von neuen Klassen von Gammastrahlungs-Quellen und neuen Phänomenen, sowie einem erheblichen Potential für gänzlich neue Entdeckungen. CTA wird versuchen, astrophysikalische Fragen in den folgenden drei Themen, und darüber hinaus, zu beantworten:

Thema 1: Ursprung und Rolle relativistischer, kosmischer Teilchen

Thema 2: Extreme Umgebungen

Thema 3: Grenzbereiche der Physik

Wesentliche Beobachtungsobjekte

CTA wird in der Lage sein, Hunderte von Himmelskörpern innerhalb unserer Galaxis nachzuweisen. Zu diesen galaktischen Strahlungsquellen gehören unter anderem die Überreste von Supernova-Explosionen, Pulsare (sich rasch um die eigene Achse drehende, extrem dichte Sterne) aber auch Sterne in Binärsystemen und großen Sternhaufen.

Über unsere Milchstraße hinaus wird CTA sternbildende Galaxien, Galaxien mit supermassereichen schwarzen Löchern in ihrem Zentrum (aktive galaktische Kerne) und möglicherweise ganze Galaxienhaufen aufspüren. Die mit CTA nachgewiesene Gammastrahlung kann außerdem Hinweise auf Dunkle Materie und auf Abweichungen von Einsteins spezieller Relativitätstheorie liefern, sowie endgültige Antworten auf die Frage, was sich in kosmischen Leerräumen, den Lücken zwischen den Galaxien-Filamenten, befindet.

Konkret wird CTA die rechts aufgeführten Objekte beobachten, um die oben genannten drei Hauptthemen zu untersuchen. Erfahren Sie mehr darüber, was CTA zu entdecken hofft und zu leisten vermag unter www.cta-observatory.org.

Galaktisches Zentrum



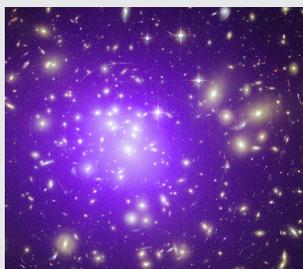
NASA/ESA/SSC/CXC/STScI

Galaktische Ebene



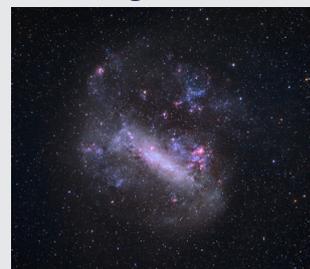
ESO/S. Brunier

Galaxienhaufen



Röntgen: NASA/CXC/MIT/E.-H. Peng.
Optisch: NASA/STScI

Große Magellansche Wolke



Bucksport Observatory

PeVatrons



Dr Mark A. Garlick / HESS
Collaboration

Sternbildende Systeme



NASA, ESA, Hubble Heritage Team
(STScI/AURA)

Aktive Galaktische Kerne



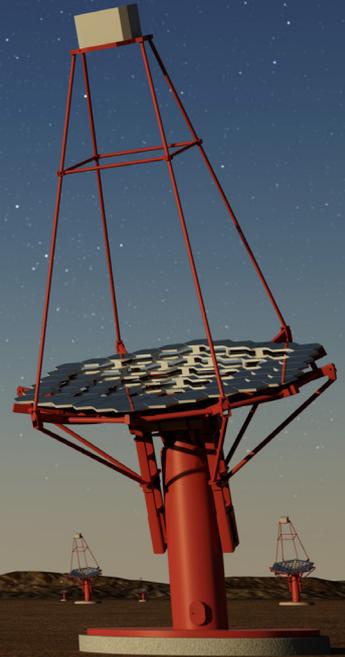
ESA/NASA

Flüchtige und Variable Phänomene



NAOJ

The Next Generation in Very High-Energy Astronomy



Credit: Gabriel Pérez Díaz, IAC

Quick facts about CTA:

CTA will be the largest ground-based gamma-ray observatory in the world with 118 telescopes located in the northern and southern hemispheres.

CTA will have unprecedented accuracy and will be 10 times more sensitive than existing instruments.

CTA will look at the sky at higher resolution than ever measured before.

The naturally occurring cosmic particle accelerators CTA will probe can reach energies much higher than man-made accelerators.

CTA will have a broad energy coverage from billions to trillions the energy of visible light.

The Observatory is expected to generate approximately 100 petabytes (PB) of data in the first five years of operation (1 PB = 1 million GB).

CTA will be the first ground-based gamma-ray observatory open to the world-wide astronomical and particle physics communities as a resource for data from unique, high-energy astronomical observations.

Building the world's most advanced ground-based gamma-ray detector

CTA is a global initiative to build the world's largest and most sensitive high-energy gamma-ray observatory. More than 1,400 members from 31 countries are engaged in the scientific and technical development of CTA. The CTAO gGmbH, which is governed by a growing list of shareholders, will prepare the design and implementation of the Observatory.

CTA will serve as an open observatory to the world-wide physics and astrophysics communities. The CTA Observatory will detect high-energy radiation with unprecedented accuracy and approximately 10 times better sensitivity than current instruments, providing novel insights into the most extreme events in the Universe.

advanced: working prototypes exist for all the proposed telescope designs and significant site characterization and design work has been undertaken. The southern hemisphere site is located close to the existing European Southern Observatory site at Paranal, Chile. The northern array site is at the Roque de los Muchachos astronomical observatory on the island of La Palma, Spain. Construction is expected to begin in 2020.

CTA's unprecedented accuracy and improved sensitivity will provide deep insights into the turbulent, high-energy Universe.

The project to build CTA is well



This publication has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programs under Grant Agreement No 676134.

🏠 Saupfercheckweg 1
69117 Heidelberg
Germany

☎ +49-6221-516471
🌐 cta-observatory.org

📘 facebook.com/ctaobservatory
📷 @CTA_Observatory

The science

The gamma rays observed by CTA are 10 trillion times more energetic than visible light and contain information about some of the most extreme phenomena in the Universe.

Cosmic targets

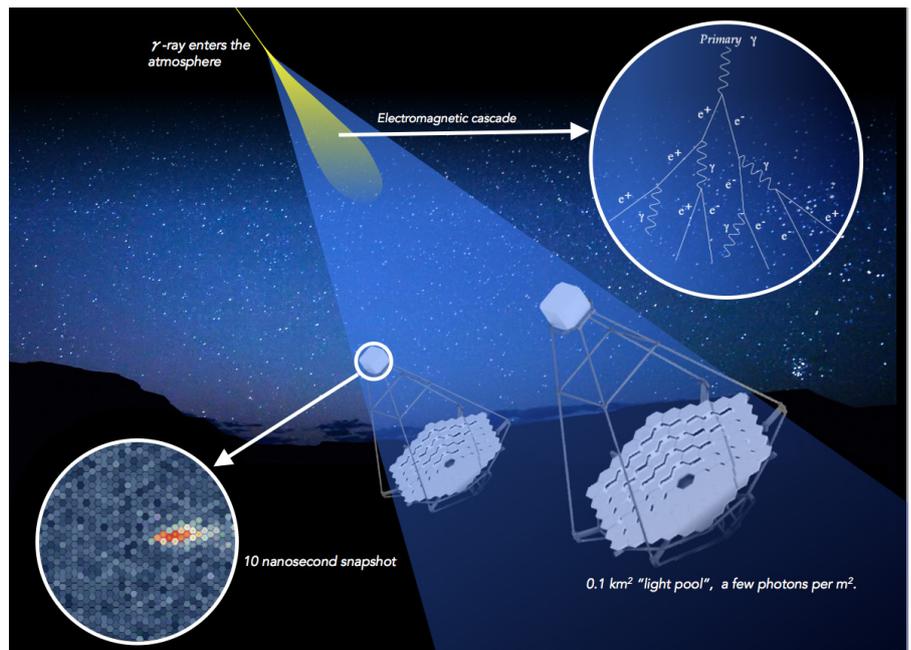
In our own galaxy, the Milky Way, CTA will detect cosmic sources that include the remnants of supernova explosions, the rapidly spinning ultra-dense stars known as pulsars and stars in binary systems and large clusters. Beyond the Milky Way, CTA will detect star-forming galaxies and galaxies with supermassive black holes at their centres (active galactic nuclei) and, possibly, whole clusters of galaxies. CTA may even find a signature of dark matter, evidence for deviations from Einstein's theory of special relativity and definitive answers to the contents of cosmic voids, the empty space that exists between galaxy filaments in the Universe.

Advancing the science

Current generation ground-based gamma-ray detectors (H.E.S.S., MAGIC and VERITAS) have been collecting results since 2003, increasing the number of known gamma-ray-emitting objects from 10 to more than 150. CTA will build on the advances pioneered by its predecessors in order to expand this catalogue tenfold, detecting more than 1,000 new objects.

CTA will transform our understanding of the high-energy Universe by addressing three major study themes: understanding the origin and role of relativistic cosmic particles, probing extreme environments and exploring the frontiers of physics.

Detecting Cherenkov light



The gamma rays that CTA will detect do not make it all the way to the Earth's surface. When they reach the Earth's atmosphere they interact with it, producing cascades of subatomic particles. Nothing can travel faster than the speed of light in a vacuum but, in air, a very energetic particle can travel faster than light, which is slowed by the index of the refraction of the air. Thus, very-high energy particles in the

atmosphere can create a cone of blue "Cherenkov light" similar to the sonic boom created by an aircraft exceeding the speed of sound. Although the light is spread over a large area, the cascade only lasts a few billionths of a second. CTA's large mirrors and high-speed cameras will detect the flash of light and image the cascade generated by the gamma rays for further study of their cosmic sources.

The telescopes

Since high-energy gamma rays are extremely rare, CTA will maximize its coverage with more than 100 telescopes split between one site in the northern hemisphere and a larger site in the southern hemisphere. At least three classes of telescopes are required to cover the full CTA energy range (20 GeV to 300 TeV): Large-Sized Telescope (LST), Medium-Sized Telescope (MST) and Small-Sized Telescope (SST). Each telescope design includes a large segmented mirror (23m, 12m and 4m diameter,



respectively) to reflect the Cherenkov light to a high-speed camera that can digitize and record the image of the shower. Above, the LST prototype on La Palma. Credit: Iván Jiménez, IAC

The CTA Consortium includes more than 1,400 members from 200 institutes in 31 countries.





cherenkov
telescope
array

SCIENCE

Venturing Beyond the High-Energy Frontier

Credit: NASA/ESA/SSC/CXC/STScI

CTA's unique capabilities will include:

CTA will have unprecedented accuracy and will be 10 times more sensitive than existing instruments.

An energy resolution of 10 percent will improve CTA's ability to look for spectral features and lines associated with the annihilation of dark matter particles.

Energies as low as 20 GeV will allow CTA to probe transient and time-variable gamma-ray phenomena in the very distant Universe with unprecedented precision.

Energies up to 300 TeV will push CTA beyond the edge of the known electromagnetic spectrum with unprecedented accuracy, providing a completely new view of the sky and allowing us to search for extreme particle accelerators.

A field of view of eight degrees will allow CTA to survey the sky much faster and measure very extended regions of gamma-ray emission.

An angular resolution approaching one arcminute will allow CTA to resolve many cosmic sources to understand how ultra-relativistic particles are distributed in and around these systems.

CTA will explore the most extreme phenomena in the Universe

CTA is an initiative to build the world's largest and most sensitive very high-energy gamma-ray observatory. With 118 telescopes located in the northern and southern hemispheres, the CTA Observatory will detect high-energy radiation with unprecedented accuracy and will be approximately 10 times more sensitive than current instruments.

The current generation of very high-energy gamma-ray detectors (H.E.S.S., MAGIC and VERITAS) have been collecting results since 2003, increasing the number of known gamma-ray-emitting celestial objects from 10 to more than 150. CTA will build on the advances pioneered by its predecessors in order to expand this catalogue tenfold, detecting more than 1,000 new objects.

CTA's unique capabilities will

help us to address some of the most perplexing questions in astrophysics. CTA will seek to understand the impact of high-energy particles in the evolution of cosmic systems and to gain novel insight into the most extreme and unusual phenomena in the Universe. CTA will search for annihilating dark matter particles and deviations from Einstein's theory of special relativity and even conduct a census of particle acceleration in the Universe.

CTA will be the first ground-based gamma-ray observatory open to the world-wide astronomical and particle physics communities as a resource for data from unique, high-energy astronomical observations.



This publication has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programs under Grant Agreement No 676134.

🏠 Saupfercheckweg 1
69117 Heidelberg
Germany

☎ +49-6221-516471
🌐 cta-observatory.org

📘 facebook.com/ctaobservatory
📺 @CTA_Observatory

Study topics

Ground-based gamma-ray astronomy is a young field with enormous scientific potential. The current generation instruments have already demonstrated the huge physics potential of astrophysical measurements at teraelectronvolt (TeV) energies.

With its superior performance, the prospects for CTA combine guaranteed science – the in-depth understanding of known objects and mechanisms – with anticipated detection of new classes of gamma-ray emitters and new phenomena, and a

very significant potential for fundamentally new discoveries.

CTA will seek to address questions in and beyond astrophysics falling under three major themes:

Theme 1: Understanding the Origin and Role of Relativistic Cosmic Particles

Theme 2: Probing Extreme Environments

Theme 3: Exploring Frontiers in Physics

Key targets

CTA will be able to detect hundreds of celestial objects in our Galaxy. These galactic sources will include the remnants of supernova explosions, the rapidly spinning ultra-dense stars known as pulsars and more normal stars in binary systems or in large clusters.

Beyond the Milky Way, CTA will detect star-forming galaxies and galaxies with supermassive black holes at their centres (active galactic nuclei) and, possibly, whole clusters of galaxies. The gamma rays detected with CTA may also provide a signature of dark matter, evidence for deviations from Einstein’s theory of special relativity and definitive answers to the contents of cosmic voids, the empty space that exists between galaxy filaments in the Universe.

More specifically, CTA will observe the key targets listed to the right in order to address its three major themes. Learn more about what CTA will seek to discover and its expected performance at www.cta-observatory.org.



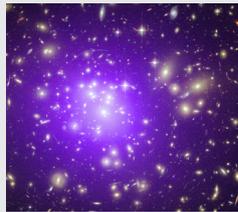
Credit: NASA/ESA/SSC/CXC/STScI

Galactic Centre



Credit: ESO/S. Brunier

Galactic Plane



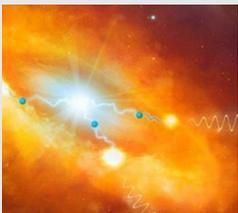
Credit: X-ray: NASA/CXC/MIT/E.-H. Peng. Optical: NASA/STScI

Galaxy Clusters



Credit: Bucksnot Observatory

Large Magellanic Cloud



Credit: Dr Mark A. Garlick / H.E.S.S. Collaboration

Cosmic Ray PeVatrons



Credit: NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Star Forming Systems



Credit: ESA/NASA

Active Galactic Nuclei



Credit: NAOJ

Transient Phenomena

The CTA Consortium includes more than 1,400 members from 200 institutes in 31 countries.





cherenkov
telescope
array

TECHNOLOGY

The World's Most Advanced Ground-Based Gamma-Ray Observatory

Credit: Gabriel Pérez Díaz, IAC

Some quick facts about CTA technology:

CTA will use 118 telescopes located in both the northern and southern hemispheres to explore the entire sky.

CTA's three classes of telescope will provide broad energy coverage from billions to trillions times the energy of visible light (20 GeV to 300 TeV).

The telescope structures will stand between about 8 and 45 metres tall and weigh between 8 and 100 tonnes. Despite the largest telescopes' weight and size, they will still be able to rapidly slew towards targets within a few tens of seconds thanks to an ultra-light carbon fibre structure.

CTA will use more than 6,500 highly-reflective mirror facets (90 cm to 2 m diameter) to focus light into the telescopes' cameras.

CTA's cameras will use both photomultiplier tubes (PMTs) and silicon photomultipliers (SiPMs) to provide more than 200,000 ultra-fast light-sensitive pixels.

The observatory is expected to generate approximately 100 petabytes (PB) of data in the first five years of operation (1 PB = 1 million GB).

Building the next generation very-high energy gamma-ray detector

CTA is the next generation ground-based observatory for gamma-ray astronomy at very-high energies. With more than 100 telescopes located in the northern and southern hemispheres, CTA will detect high-energy radiation with unprecedented accuracy and a sensitivity that is approximately 10 times better than current instruments.

CTA will be building on the technology of current generation ground-based gamma-ray detectors (H.E.S.S., MAGIC and VERITAS) with an expected tenfold increase in the number of known gamma-ray-emitting celestial objects, detecting more than 1,000 new objects.

More than 1,400 members from 31 countries are engaged

in the scientific and technical development of CTA. The CTAO gGmbH, which is governed by a growing list of shareholders, will prepare the design and implementation of the Observatory.

The project to build CTA is well advanced: working prototypes exist for all the proposed telescope designs and significant site characterization and design work has been undertaken. The southern hemisphere site is located close to the existing European Southern Observatory site at Paranal, Chile. The northern array is located at the Roque de los Muchachos astronomical observatory on the island of La Palma, Spain. Construction is expected to begin in 2020.



This publication has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programs under Grant Agreement No 676134.

🏠 Saupfercheckweg 1
69117 Heidelberg
Germany

☎ +49-6221-516471
🌐 cta-observatory.org

📘 facebook.com/ctaobservatory
📷 @CTA_Observatory

How CTA works

The gamma rays that CTA will detect do not make it all the way to the Earth's surface. When they reach the Earth's atmosphere they interact with it, producing cascades of subatomic particles and a blue flash called Cherenkov light. These cascades are so rare that CTA will be using 118 telescopes spread over large areas on two sites (19 telescopes in the north and 99 in the south) to improve its ability to detect gamma rays.

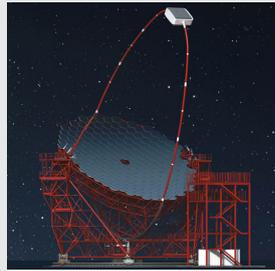
Three classes of telescope types are required to cover the full CTA energy range (20 GeV to 300 TeV). For its core energy range (150 GeV to 5 TeV), CTA is planning 40 Medium-Sized Telescopes distributed over both array sites. Eight Large-Sized Telescopes and 70 Small-Sized Telescopes are planned to extend the energy range below 150 GeV and above 5 TeV, respectively.

Once the mirrors reflect the light, the CTA cameras capture and convert it into data. Each telescope has its own variation of camera, but the designs are all driven by the brightness and short duration of the Cherenkov light flash.

A Cherenkov light flash lasts only a few billionths of a second and is extremely faint. The cameras are sensitive to these faint flashes and use extremely fast exposures to capture the light. Photomultiplier tubes (PMTs) or silicon photomultipliers (SiPMs) will convert the light into an electrical signal that is then digitised and transmitted to record the image of the cascade.

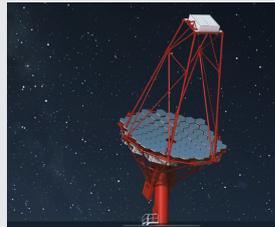
CTA telescope types

Large-Sized Telescope (LST)

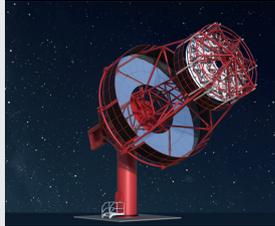


Because gamma rays with low energies produce a small amount of Cherenkov light, telescopes with large mirrors are required to capture the images. The LST mirror will be 23 metres in diameter and parabolic in shape. Its camera will use PMTs and have a field of view of about 4.5 degrees. The entire structure will weigh about 100 tonnes but will be extremely nimble, with the goal to re-position within 20 seconds.

Medium-Sized Telescope (MST)



The MSTs will be CTA's "workhorse." The MST mirror will be 12 metres in diameter and will have two different camera designs that use PMTs. Its large field of view of about 7.6 degrees will enable the MST to take rapid surveys of the gamma-ray sky.



There are two proposed designs for the MST — the MST (image 1) and a dual-mirrored version, the Schwarzschild-Couder Telescope (SCT). The SCT (image 2) is proposed as an alternative type of medium telescope with greater imaging detail and improved detection of faint sources.

Small-Sized Telescope (SST)



The SSTs will outnumber all the other telescopes and will be spread out over several square kilometers in the southern hemisphere array. This is because very high-energy gamma-ray showers produce a large amount of Cherenkov light, and the SST is sensitive to the highest energy gamma rays. The SST mirror will be about 4 metres in diameter and will have a large field of view of about 8-10 degrees. Three different SST implementations are being prototyped and tested:



SST-1M (image 1): a single-mirror design with a camera that uses SiPMs and is a down-scaled version of the MST mount.



SST-2M ASTRI (image 2) and SST-2M GCT (image 3): both are dual-mirror designs that allow excellent imaging across a wide field of view with a short focal length. They use SiPMs in very compact cameras.

Image Credits: Gabriel Pérez Díaz, IAC

The CTA Consortium includes more than 1,400 members from 200 institutes in 31 countries.

