

TeV-Gamma-Astronomie: Beobachtungen von Aktiven Galaktischen Kernen mit den HEGRA Cherenkov Teleskopen

M. Tluczykont¹ für die HEGRA-Kollaboration²

Martin.Tluczykont@desy.de

(1) Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg
(2) <http://www-hegra.desy.de/hegra>



Durch die Beobachtung von Aktiven Galaktischen Kernen im TeV-Energiebereich mit den Cherenkov-Teleskopen der HEGRA-Generation konnten unterschiedliche Forschungsfelder eröffnet werden. In breit angelegten Multiwavelength-Kampagnen, bei denen experimentübergreifende Beobachtungen zeitgleich in den Radio-, optischen, Röntgen- und TeV-Energiebereichen durchgeführt werden, können die spektralen Eigenschaften der Objekte studiert werden. Multiwavelength-Kampagnen unter Einschluß des TeV-Energiebands sind ein unverzichtbares Werkzeug bei der Suche nach dem richtigen Modell zur Erklärung der beobachteten Breitbandspektren. Neben dem Ziel, den Aufbau und die Mechanismen eines Aktiven Galaktischen Kerns zu verstehen, kann im Falle eines hadronischen Ursprungs der GeV/TeV-Emission auch ein Beitrag zur Klärung des Ursprungs der Kosmischen Strahlung geleistet werden. Weiterhin ist es mit der Gamma-Astronomie möglich, über die Absorption der TeV-Photonen durch Paarbildung mit den Photonen des extragalaktischen Hintergründlichtes eine indirekte Messung der Dichte des extragalaktischen Hintergründlichtes durchzuführen. Hieraus können Informationen zur Stern- und Galaxienentstehung und -Entwicklung gewonnen werden. Mit den Cherenkov-Teleskopen der nächsten Generation wie H.E.S.S. und MAGIC wird es möglich sein, mit einer wesentlich höheren Sensitivität diese Fragen zu klären.

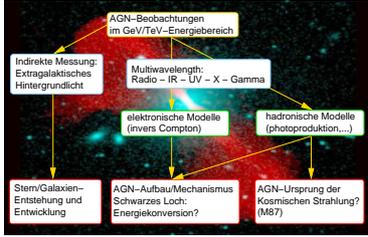
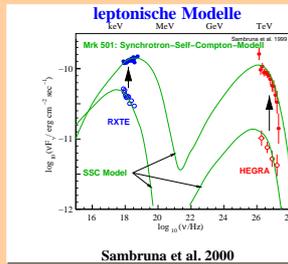
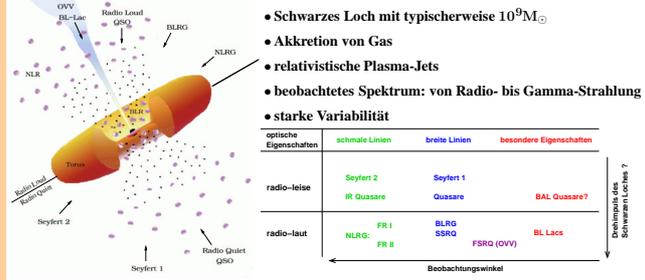
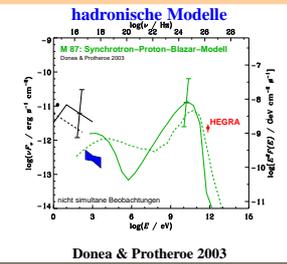


Abbildung 1: Astrophysik mit AGN



Sambruna et al. 2000



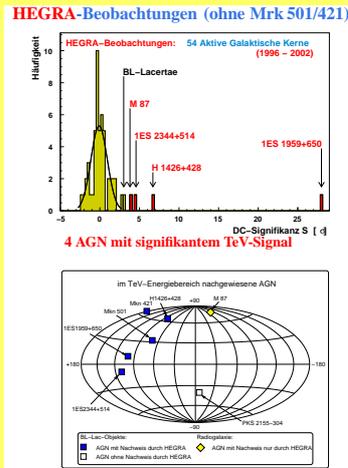
Donea & Protheroe 2003

Das HEGRA-Cherenkov-Teleskop-System

High Energy Gamma Ray Astronomy

<http://www-hegra.desy.de/hegra>

- 5 Cherenkov-Teleskope
- Pionierleistung: stereoskopische Technik → hervorragende γ -Hadron-Separation
- Winkelauflösung: 0.1° je Ereignis
- Energieschwelle: 500 GeV
- relative Energieauflösung: 10% – 20%



Das H.E.S.S.-Cherenkov-Teleskop-System:

High Energy Stereoscopic System

<http://www-hfm.mpi-hd.mpg.de/HESS/HESS.html>

- Phase I: 4 Cherenkov-Teleskope (2 bereits in Betrieb)
- Anwendung der erfolgreichen stereoskopischen Technik
- Winkelauflösung: 0.1° je Ereignis
- Energieschwelle: 50 – 100 GeV → Überlapp mit Satelliten
- relative Energieauflösung: ≈ 10%

Vergleich der oberen Grenzen $\Phi_{OG}^{99\%} (> E_{thr})$ aus den HEGRA-AGN-Beobachtungen mit SSC-Modellvorhersagen

Vorhersagen von Stecker et al. 1996

Objekt	z	HEGRA-Daten			Objekt	z	HEGRA-Daten					
		$\Phi_{Modell}^{99\%} (E > 1 \text{ TeV})$ [10 ⁻¹² photons cm ⁻² s ⁻¹]	$\Phi_{OG}^{99\%} (E > 1 \text{ TeV})$ [10 ⁻¹² photons cm ⁻² s ⁻¹]	Φ [10 ⁻¹² photons cm ⁻² s ⁻¹]			$\Phi_{Modell}^{99\%} (E > 1 \text{ TeV})$ [10 ⁻¹² photons cm ⁻² s ⁻¹]	$\Phi_{OG}^{99\%} (E > 1 \text{ TeV})$ [10 ⁻¹² photons cm ⁻² s ⁻¹]	Φ [10 ⁻¹² photons cm ⁻² s ⁻¹]			
		Spektralindex α					Spektralindex α					
		2.0	2.5	3.0			2.0	2.5	3.0			
I Zw 187	0.055	0.59	1.56	1.51	1.47	IES 0647+250	—	1.2	—	2.61	2.31	2.04
IES 2321+419	0.059	0.14	0.60	0.56	0.53	H 1722+119	0.018	35.2	0.01	3.84	3.62	3.41
IES 1741+196	0.083	0.35	1.33	1.29	1.25	IES 1741+196	0.083	8.4	0.1	1.33	1.29	1.25
PKS 2155-304	0.116	0.88	1.60	3.83	9.16	IES 0806+524	0.138	2.7	—	4.63	4.84	5.05
IES 1118+424	0.124	0.18	4.18	4.12	4.06	IES 0229+200	0.139	2.1	0.04	2.99	2.87	2.75
IES 0145+138	0.125	0.26	1.19	1.11	1.04	RBS 0958	0.139	2.8	—	5.30	4.88	4.50
IES 1212+078	0.136	0.03	2.98	2.86	2.74	IES 0323+022	0.147	1.8	—	0.71	0.71	0.71
IES 0229+200	0.139	0.11	2.99	2.87	2.75	IES 1440+122	0.162	2.0	0.1	1.37	1.31	1.26
IES 1255+244	0.140	0.34	2.03	1.97	1.91	PG 1218+304	0.182	1.5	—	2.24	2.06	1.88
IES 0323+022	0.147	0.15	0.71	0.71	0.71	IES 1011+496	0.200	0.2	—	1.84	1.85	1.87
IES 1440+122	0.162	0.03	1.37	1.31	1.26	IES 0120+340	0.272	0.6	—	0.72	0.66	0.60
IES 0347-121	0.185	0.08	7.50	9.07	10.96	IES 1959+650	0.047	17.4	—	—	—	—
IES 0927+500	0.186	0.02	1.02	0.98	0.95							1.0 – 51.9
IES 2344+514	0.044	0.80			0.58 0.57 0.56							
IES 1959+650	0.047	2.30			1.0 – 51.9							

effektiver Test der Modellvorhersagen erst mit H.E.S.S. möglich

Die Zukunftsperspektiven:

Mit dem stereoskopischen System von Cherenkov-Teleskopen der H.E.S.S.-Kollaboration wird ein großer Schritt auf dem Weg zum Verständnis der Aktiven Galaktischen Kerne getan werden. Aufgrund der im Vergleich zu HEGRA höheren Sensitivität und der niedrigeren Energieschwelle wird erwartet, daß die Anzahl der im TeV-Energiebereich beobachtbaren Aktiven Galaktischen Kerne wesentlich vergrößert werden kann. Weiterhin können mit den H.E.S.S.-Teleskopen Objekte in größeren Entfernungen beobachtet werden. Damit wird es möglich sein, sowohl den Mechanismus der Entstehung der Gamma-Strahlung zu ergründen, als auch einen wesentlichen Beitrag zur indirekten Messung des extragalaktischen Hintergründlichtes zu leisten.

Literatur:
Costamante L., & Ghisellini, G., 2002, A&A, 384, 56
Donea, A.C. & Protheroe, R.L., 2003, astro-ph/0303522
Sambruna, R., Aharonian, F.A., Krawczynski, H., et al., 2000, ApJ, 538, 127
Stecker, F.W., de Jager, O.C., Salamon, M.H., 1996, ApJ, 473, L75