

# Ergebnisse aus Beobachtungen von 35 Aktiven Galaktischen Kernen mit den HEGRA-Cherenkov-Teleskopen

## Überblick

- Datensatz
- Datenanalyse
- Signifikanzbestimmung
- Ergebnisse
- Ausblick

Martin Tluczykont

für die HEGRA-Kollaboration  
Institut für Experimentalphysik



Universität Hamburg



# Datensatz

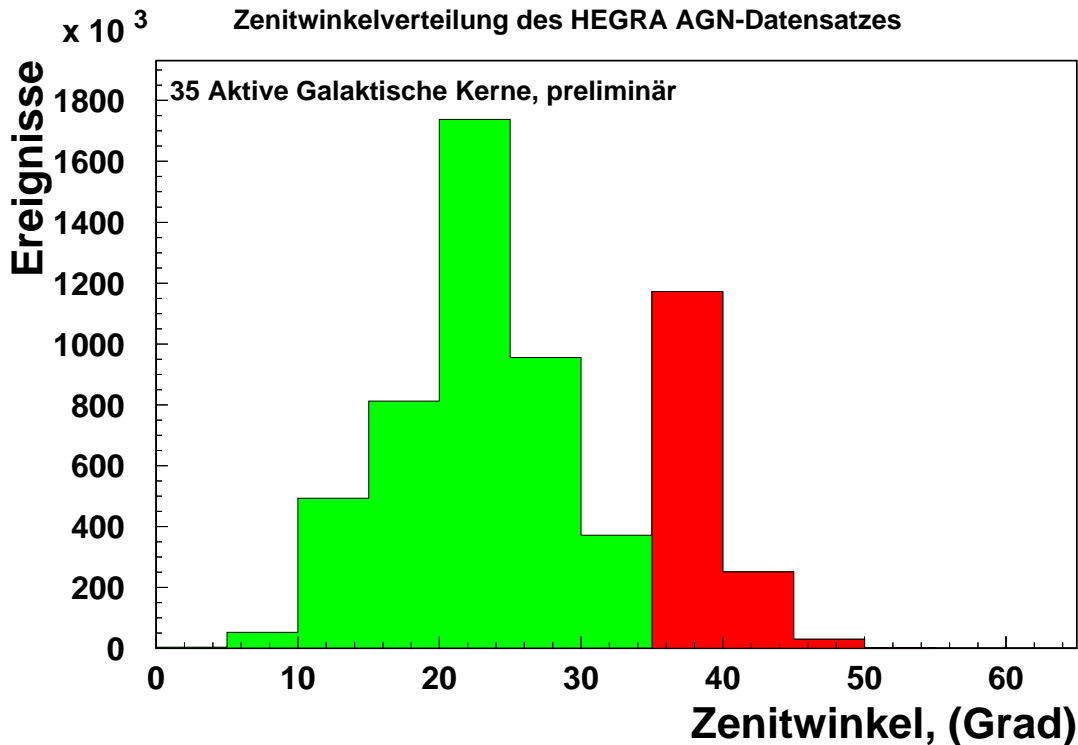
35 im Zeitraum 1996 - 2001 durch HEGRA beobachtete Aktive Galaktische Kerne  
ohne Mrk-421 und Mrk-501 (927 h)

Objekt	z	Zeit (h)	$\Phi_{99\%}^{UL}$ [Crab Einheiten]
NGC0315	0.017	15.1	0.06
NGC1275	0.018	92.2	0.02
1H1720+11	0.018	7.4	0.10
HB89 2201+044	0.027	18.6	0.10
3C 120	0.033	25.7	0.05
UGC 01651	0.037	15.3	0.05
UGC 03927	0.041	7.1	0.10
1ES 2344+514	0.044	62.4	0.05
1ES 1959+650	0.048	98	
4C+37.11	0.055	8.1	0.10
I Zw 187	0.059	17.3	0.06
1ES 2321+419	0.059	36.5	0.04
4C+31.04	0.060	3.4	0.10
BL-LACERTAE	0.069	29.6	0.07
1ES 1741+196	0.083	10.6	0.09
1ES 1118+424	0.124	4.0	0.07
1ES 0145+134	0.125	5.3	0.10
EXO 0706.1+5913	0.125	34.3	0.04

Objekt	z	Zeit (h)	$\Phi_{99\%}^{UL}$ [Crab Einheiten]
3C 197.1	0.128	16.3	0.04
H 1426+428	0.129	57.3	
PMN J1215+0732	0.130	3.1	0.10
GB 022959.3	0.140	3.4	0.16
MS 1019.0+5139	0.141	18.1	0.06
1ES 1255+244	0.141	5.0	0.07
1ES 0323+022	0.147	12.9	0.10
HB89 1418+546	0.151	19.1	0.04
3C 273	0.158	13.2	0.10
1ES 1440+122	0.162	12.7	0.05
HB89 0829+046	0.180	24.3	0.05
1ES 1218+304	0.182	4.1	0.20
1ES 0927+500	0.188	14.0	0.05
MS 0317.0+1834	0.190	2.7	0.10
HB89 2254+074	0.190	20.3	0.07
1ES 1011+496	0.200	2.7	0.10
1ES 0120+340	0.272	30.4	0.03
		$\Sigma = 710$ h	

# Datenanalyse

- Qualitäts-Schnitte (Wetter, Bildeigenschaften)
- Optimierte Schnitte zur Signalsuche, zenitwinkelabhängig:



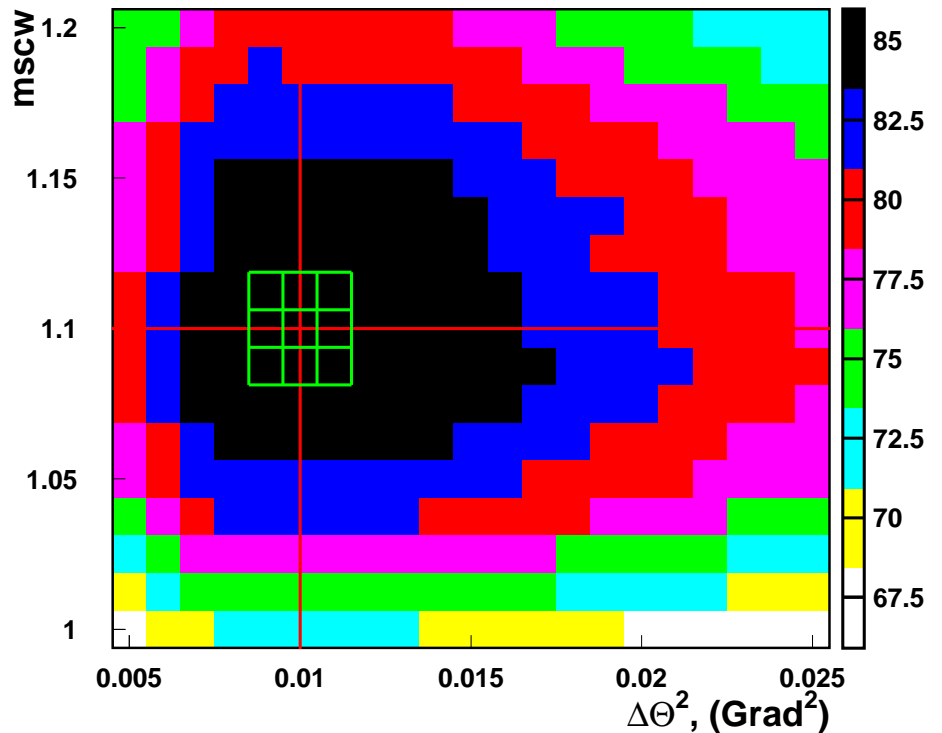
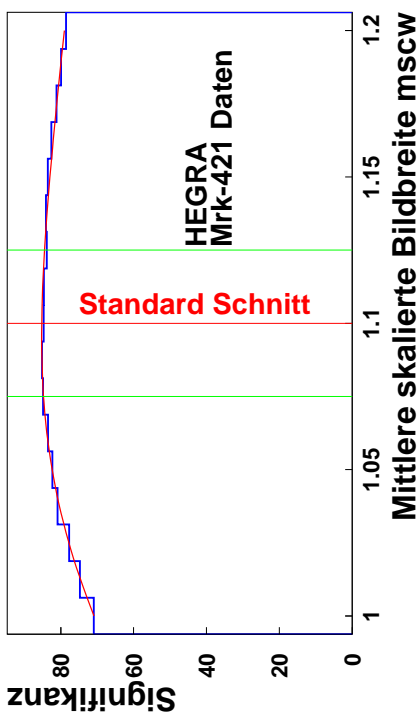
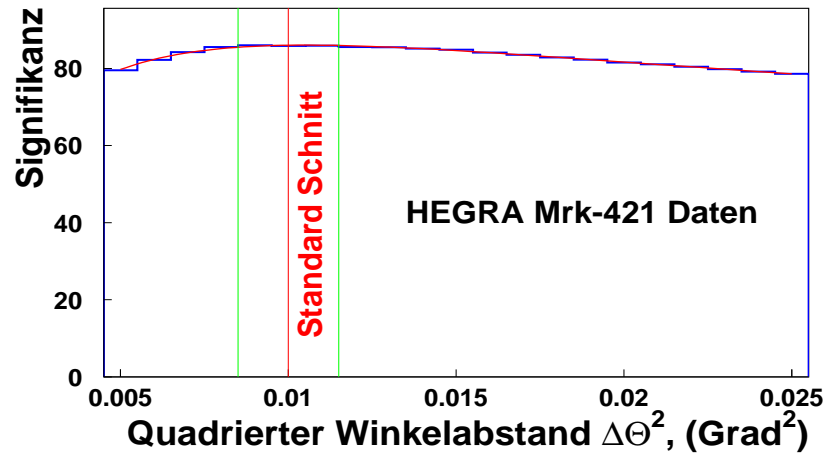
Optimierung an Mrk-421 → Schnitte zur Signalsuche:

Schnitt	Zenitwinkelintervall	
	0° - 33°	33° - 60°
Kernortabstand	300m	400m
Teleskopmultiplizität	≥ 3	≥ 3
γ-Hadron Trennung: mscw	< 1.1	< 1.1
$\Delta\theta^2$	< 0.012 Grad <sup>2</sup>	< 0.010 Grad <sup>2</sup>

- Variabilitätsanalyse mit Kolmogorov und exp-test (J. Prahl)
- Feldsuche mit alternativer Untergrundbestimmung (G. Rowell)

# Signifikanzberechnung

Mrk-421-Daten:  
Kumulative Signifikanz  
Verteilungen mit  
Anpassungen



► 3D-Anpassung in der  $(mscw, \Delta\theta^2)$ -Ebene ◀

Näherung: Mittelwert der Bins im Bereich flacher Signifikanz

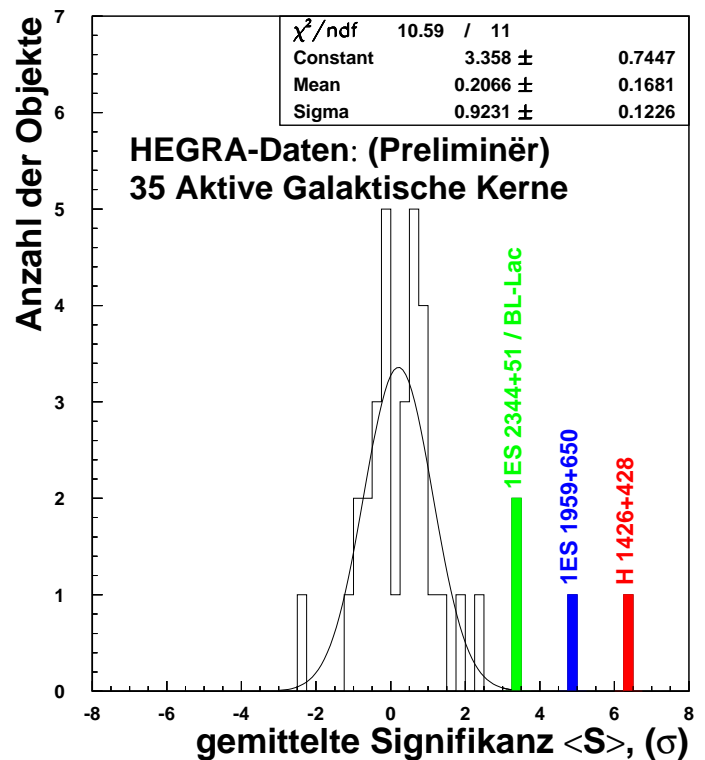
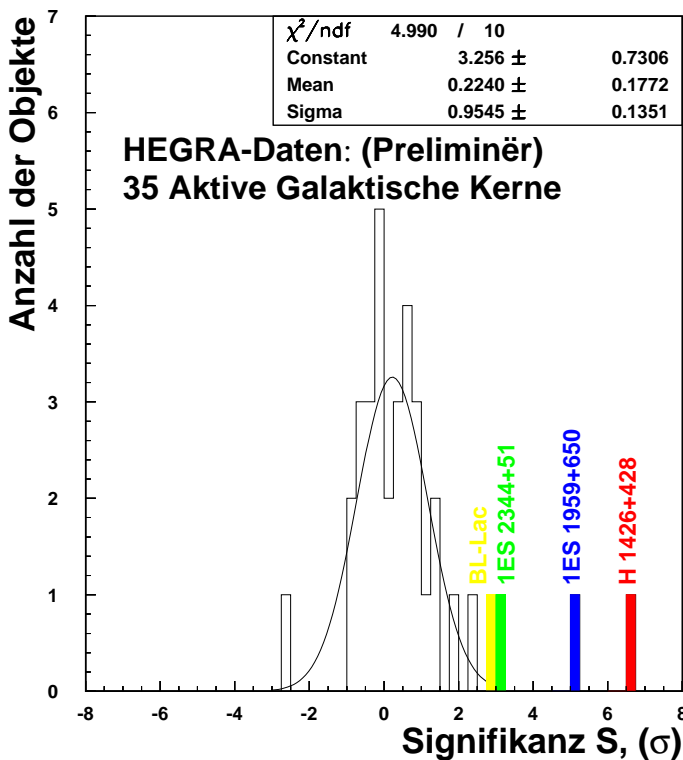
$$\langle S \rangle = (1/N) \sum_i \sum_j \sigma_{ij}$$

# Ergebnisübersicht

- Suche nach DC-Signal

Standard-Signifikanz  $S$

gemittelte Signifikanz  $\langle S \rangle$

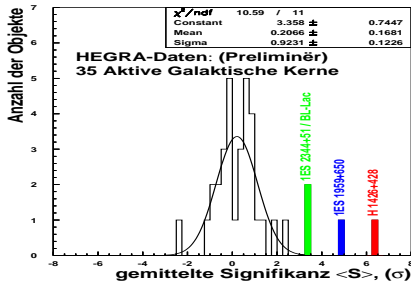


Abweichung von Untergrund-Erwartung: die Kandidaten

- ▶ H 1426+428 6.2  $\sigma$
- ▶ 1ES 1959+650 4.9  $\sigma$
- ▶ 1ES 2344+510 3.3  $\sigma$
- ▶ BL-LACERTAE 3.3  $\sigma$

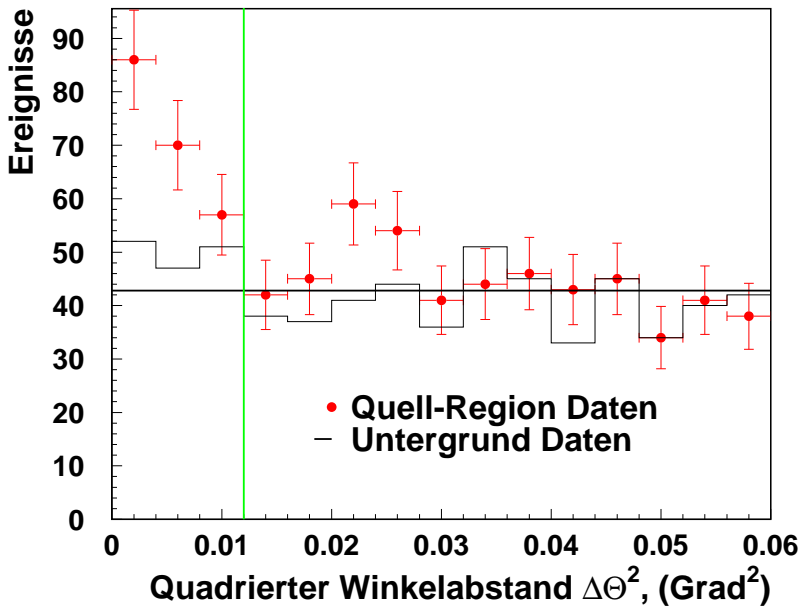
Kandidaten:  $S \approx \langle S \rangle \rightarrow$  robustes Ergebnis

- Suche nach Variabilität: kein signifikantes Signal



## H 1426+428 und 1ES1959+650

HEGRA Daten - H 1426+428



H1426+428:

$$z = 0.129$$

entfernteste nachgewiesene  
 $\gamma$ -Strahlen-Quelle

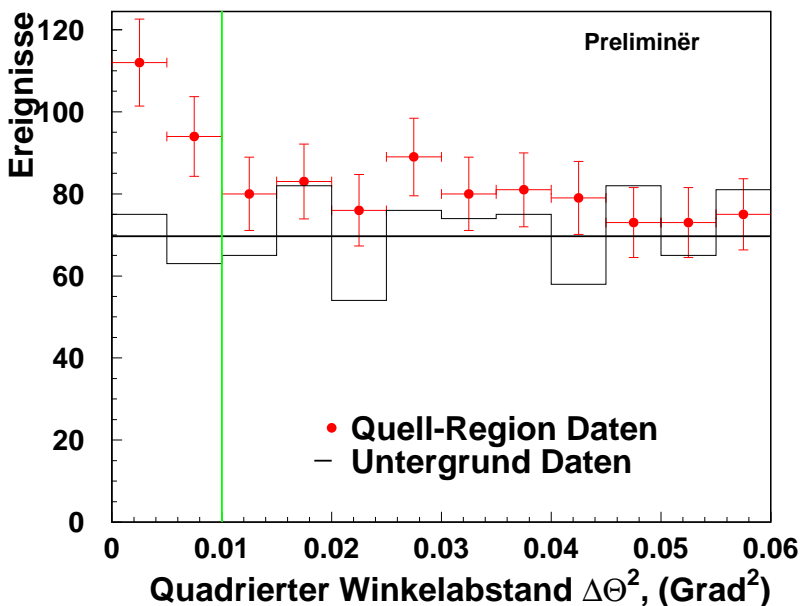
$$\langle S \rangle = 6.3 \sigma$$

$$S_{\text{var}}^{\text{Prah}} = 2.0 \sigma$$

$$S_{\text{var}}^{\text{Kolm.}} = 1.3 \sigma$$

→ Vortrag: Gerd Pühlhofer

HEGRA Daten - 1ES 1959+650



1ES 1959+650:

$$z = 0.048$$

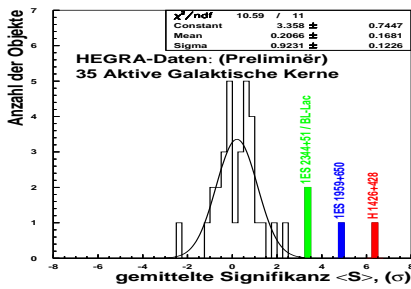
$$\langle S \rangle = 4.9 \sigma$$

$$S_{\text{var}}^{\text{Prah}} = 0.0 \sigma$$

$$S_{\text{var}}^{\text{Kolm.}} = 0.4 \sigma$$

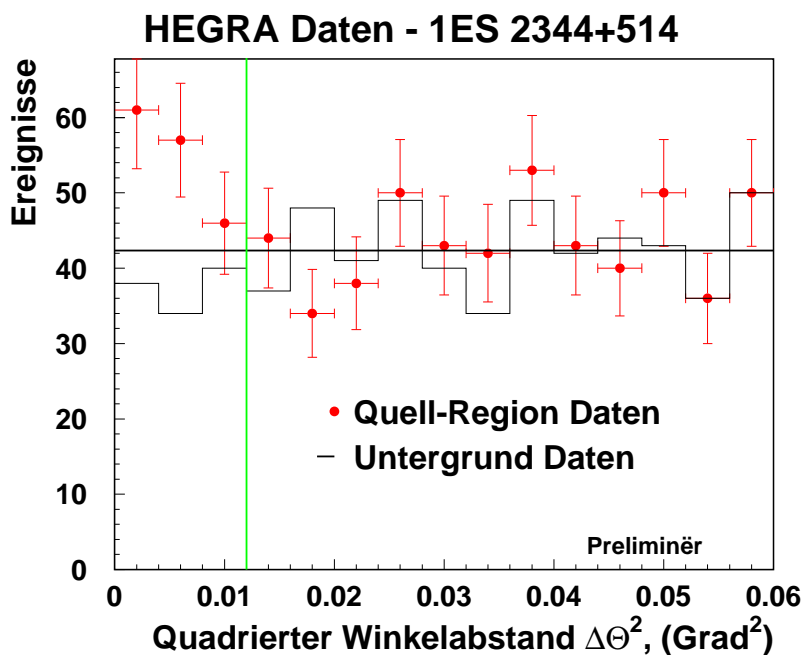
Wahrscheinlich 4.  $\gamma$ -Quelle  
dieser Klasse  
am Nordhimmel

→ Vortrag: Niels Götting



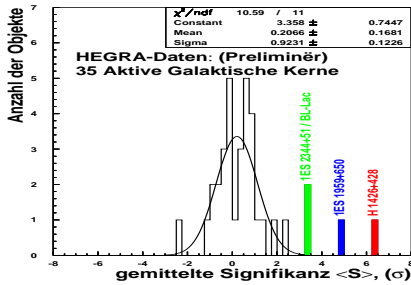
# 1ES2344+514

- Energieschwelle  $E_{Schw.} = 0.7 \text{ GeV}$
- Beobachtungszeit: 62.4 h
- Rotverschiebung  $z = 0.044$
- Whipple ( $E > 350 \text{ GeV}$ ):
  - 0.63 Crab Einheiten mit  $6 \sigma$  in nur einer Nacht
  - $\rightarrow$  kurzzeitige starke Flares zu erwarten
  - Nachfolgende Beobachtungen erlaubten bisher keine Bestätigung



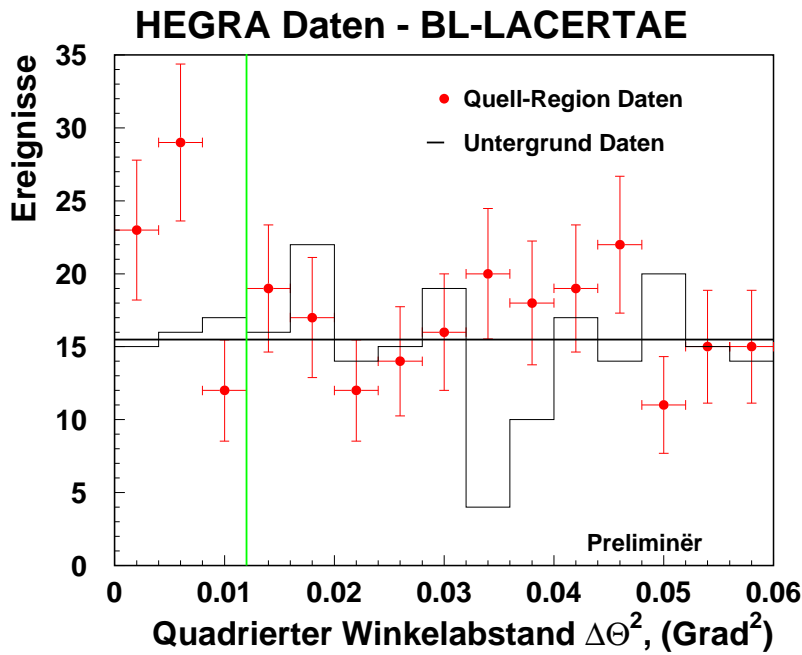
$$\begin{aligned}
 S &= 3.0 \sigma \\
 \langle S \rangle &= 3.3 \sigma \\
 S_{var}^{Prah} &= 1.3 \sigma \\
 S_{var}^{Kolm.} &= 0.0 \sigma
 \end{aligned}$$

- HEGRA–Beobachtungszeitraum: schwache Anzeichen für Aktivität im TeV Energiebereich



# BL-LACERTAE

- Energieschwelle  $E_{\text{Schw.}} = 0.7 \text{ GeV}$
- Beobachtungszeit: 29.6 h
- Rotverschiebung  $z = 0.069$



$$S = 2.8 \sigma$$

$$\langle S \rangle = 3.3 \sigma$$

$$S_{\text{Prah}} = 0.2 \sigma$$

$$S_{\text{Kolm.}} = 0.3 \sigma$$

- Schwache Anzeichen für Aktivität im TeV-Energiebereich



## Zusammenfassung

- 710 h HEGRA-Daten von 35 Aktiven Galaktischen Kernen wurden untersucht
- **Objekte mit höchster Signifikanz:**
  - ▶ H 1426+428    6.3  $\sigma$                     etabliert
  - ▶ 1ES1959+650    4.9  $\sigma$
  - ▶ 1ES2344+514    3.3  $\sigma$     (< 1/10 Crabfluß)
  - ▶ BL-LACERTAE    3.3  $\sigma$     (< 1/10 Crabfluß)
- Obere Grenzen auf den integralen Fluß im 1/10 Crabfluß Bereich wurden für alle anderen Objekte berechnet
- Variabilitäts-Tests ergaben kein signifikantes Signal