Einschränkungen der Dichte des kosmischen Hintergrundlichts aus der Messung der Energiespektren extragalaktischer TeV–Gamma–Quellen

- Extragalaktischer Infrarot–Hintergrund
- TeV–Quellen
- Absorption der TeV-γ-Strahlung
- Methode
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

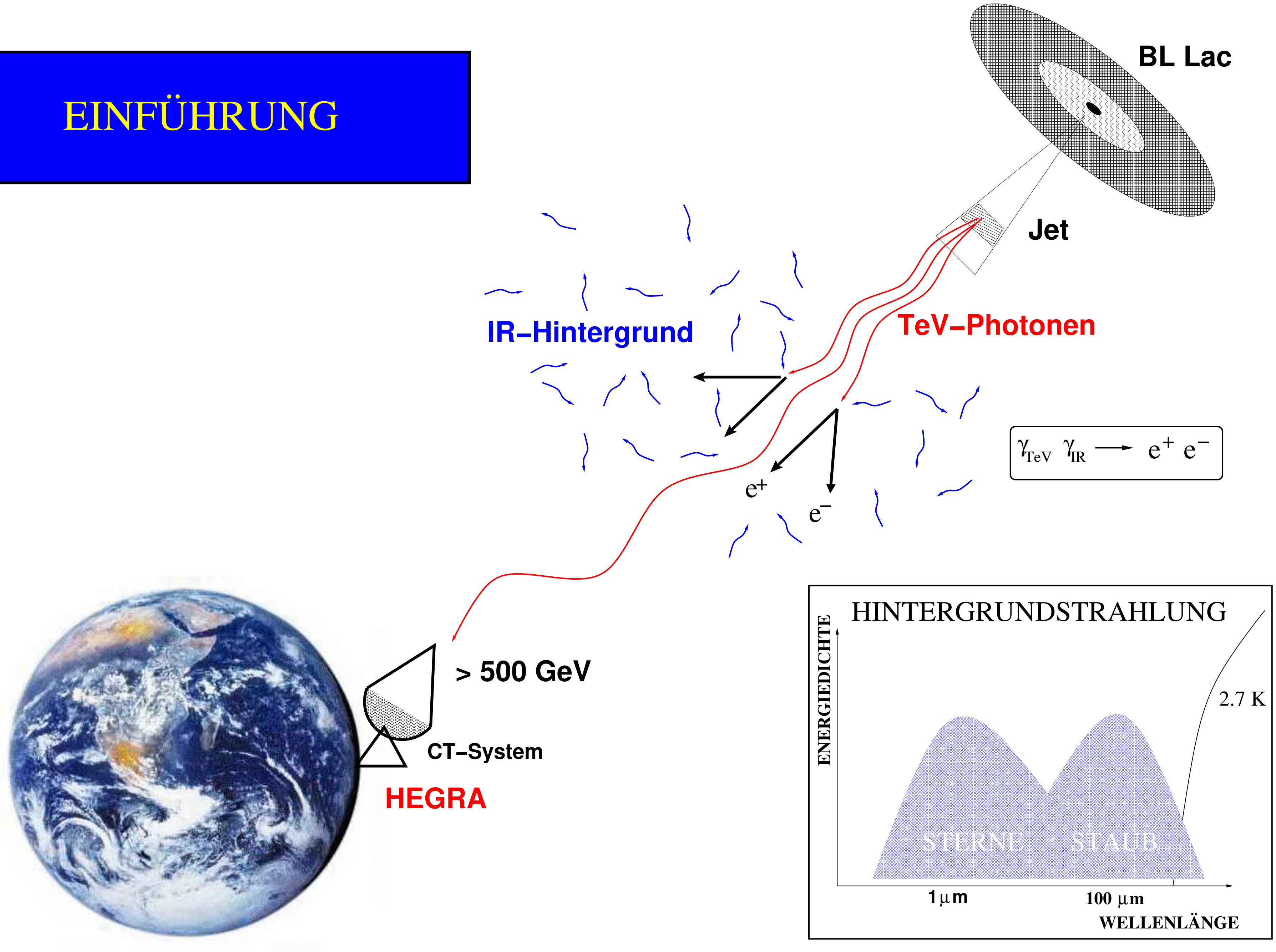
DPG Aachen, März 2003

Daniel Mazine für die HEGRA Kollaboration

Institut für Experimentalphysik

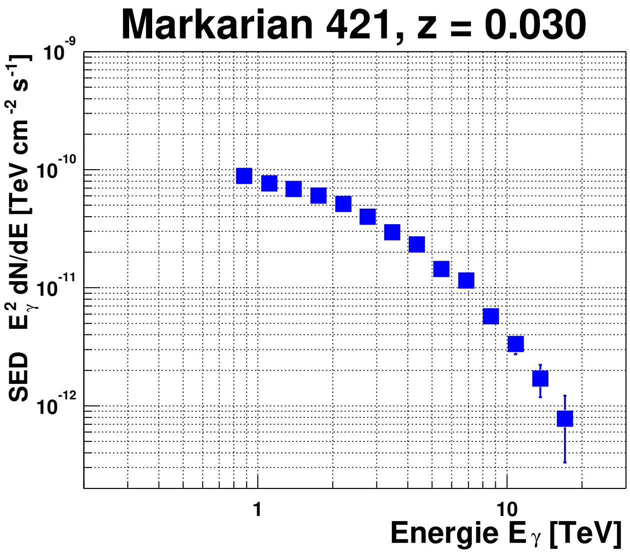
Universität Hamburg

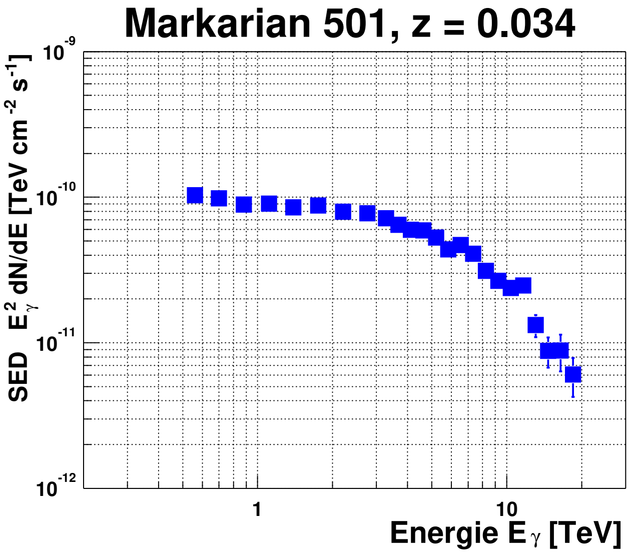
EINFÜHRUNG

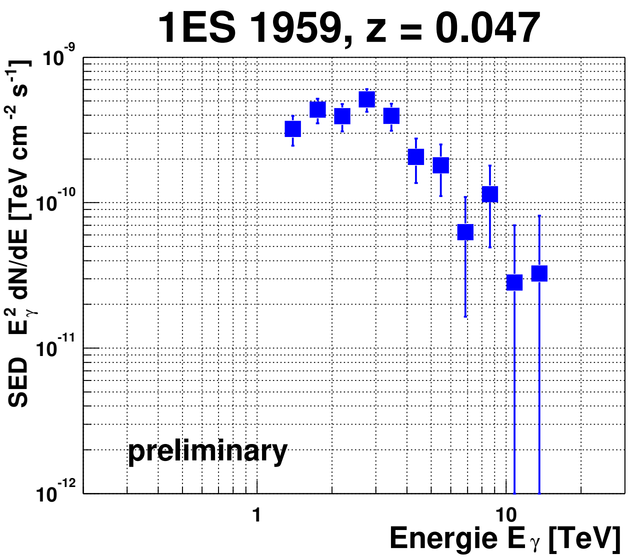


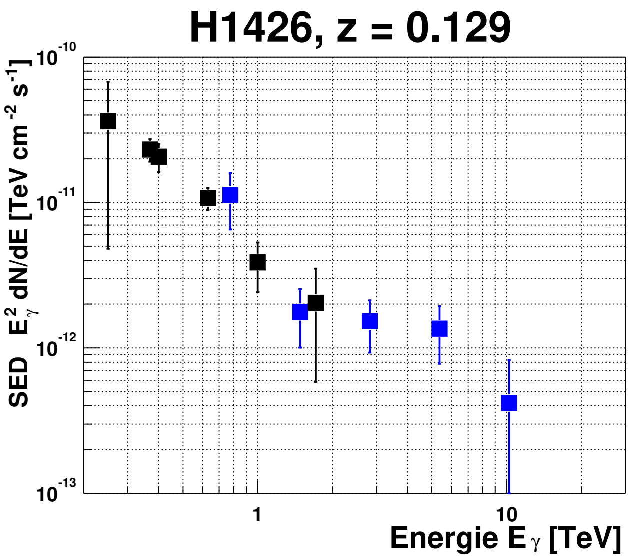
BL Lac
Jet
TeV–Photonen
IR–Hintergrund
$\gamma_{TeV}\ \gamma_{IR} \longrightarrow e^+\ e^-$
e^+
e^-
> 500 GeV
CT–System
HEGRA
HINTERGRUNDSTRAHLUNG
ENERGIEDICHTE
2.7 K
STERNE
STAUB
1 μm
100 μm
WELLENLÄNGE

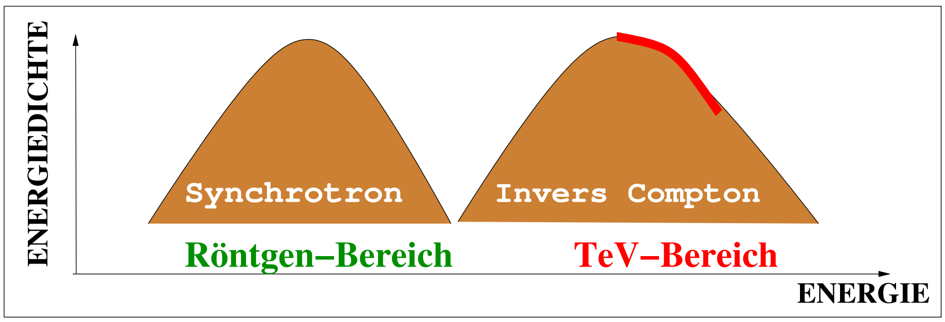
Gemessene Spektren der extragalaktischen TeV–Quellen



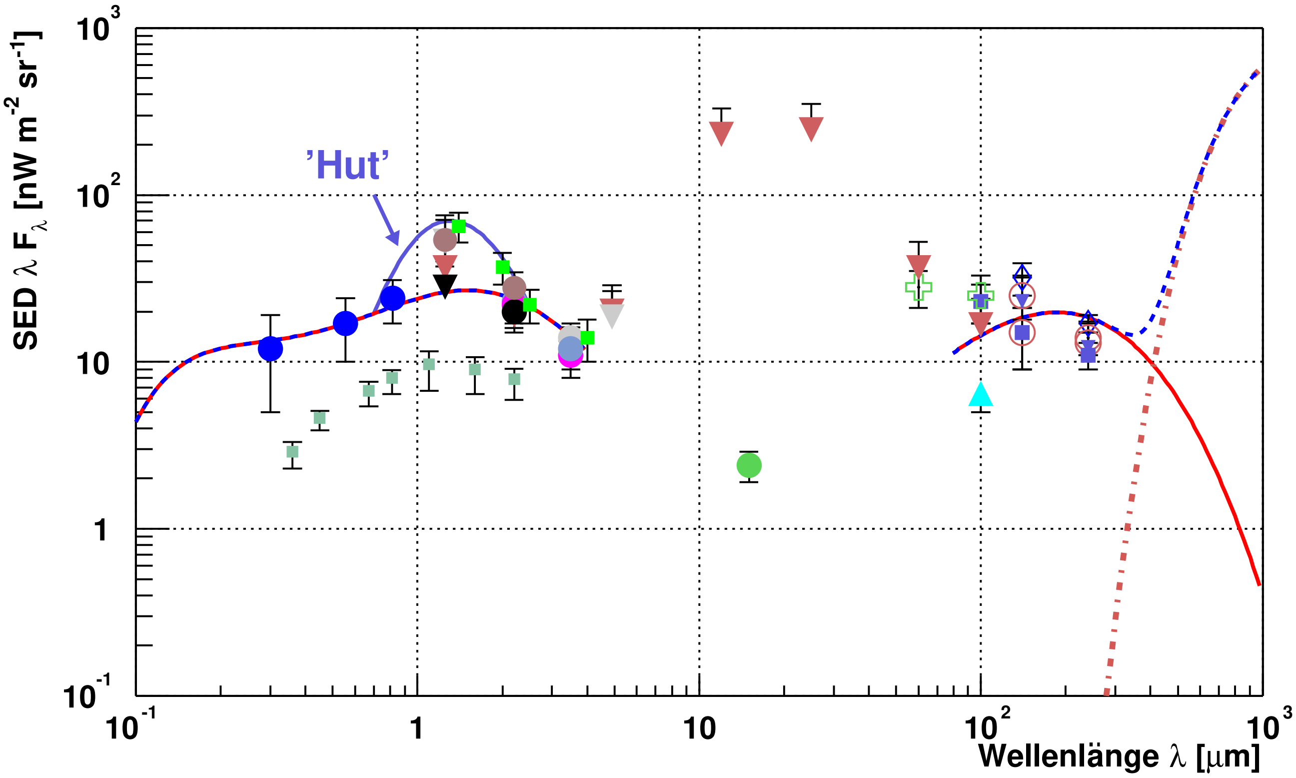








Extragalaktisches Hintergrundlicht



Absorption:

- Paarerzeugung: $\boxed{\gamma_{\text{TeV}}\,\gamma_{\text{EHL}} \longrightarrow e^+e^-}$
- $\tau(E) = \frac{c}{H_0}\int\limits_0^{z_s} dz(1+z)^{1/2}\int\limits_{-1}^{1} d\mu\frac{1-\mu}{2}\int\limits_{\epsilon_t}^{\infty} d\epsilon\, n(\epsilon)\sigma_{\gamma\gamma}(\epsilon, E, \mu)$
  $\mu := \cos\theta,\ H_0 = 72$ km / s / Mpc

Ziel:

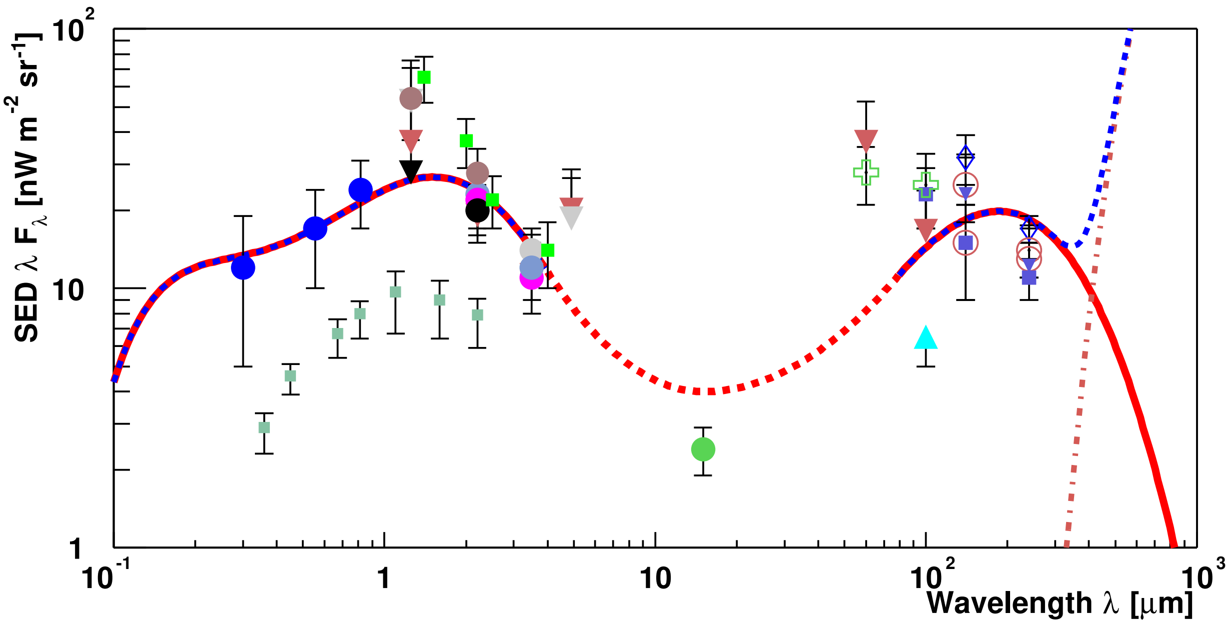
- Einschränkung der Dichte des IR–Hintergrundlichts zwischen 6 und $50\,\mu$m
- Einfluss des "Hutes" bei $1\,\mu$m auf die Quellspektren

Schwierigkeiten:

- Quellspektren sind noch wenig verstanden
- EHL–Dichte in großem Bereich unsicher

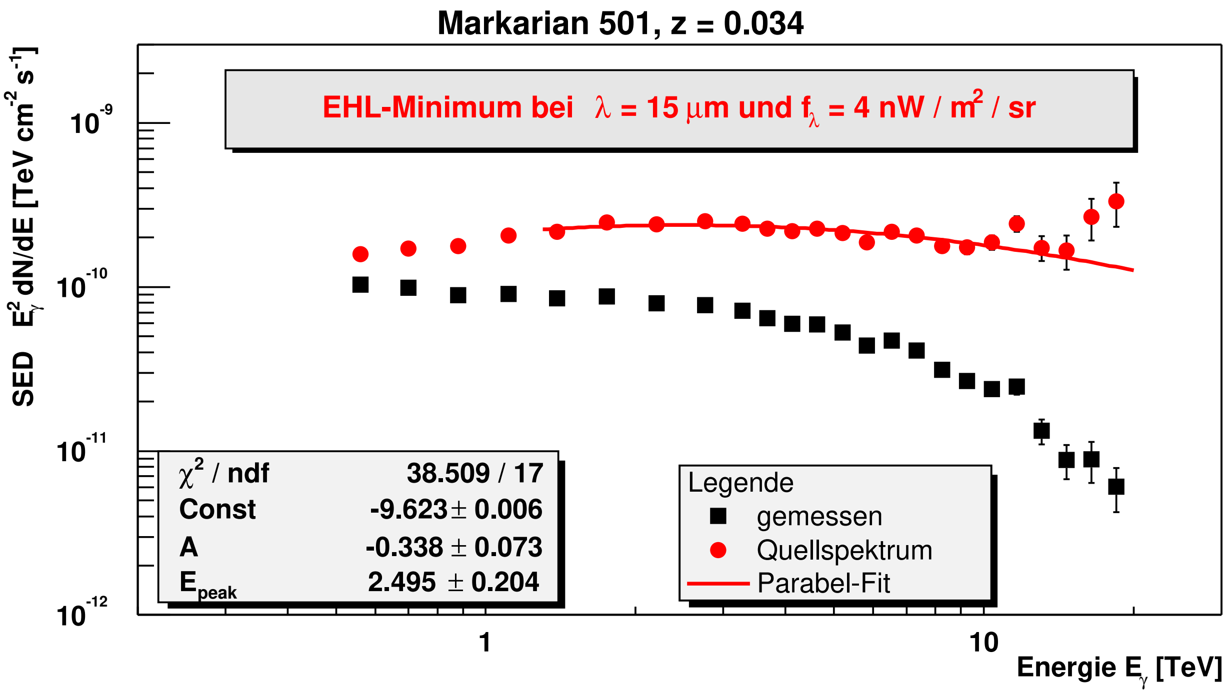
Methode

1) Wahl eines Modelverlaufs für die Hintergrundstrahlung:



2) Bestimmung des Quellspektrums

3) Parabel–Fit des Quellspektrums:

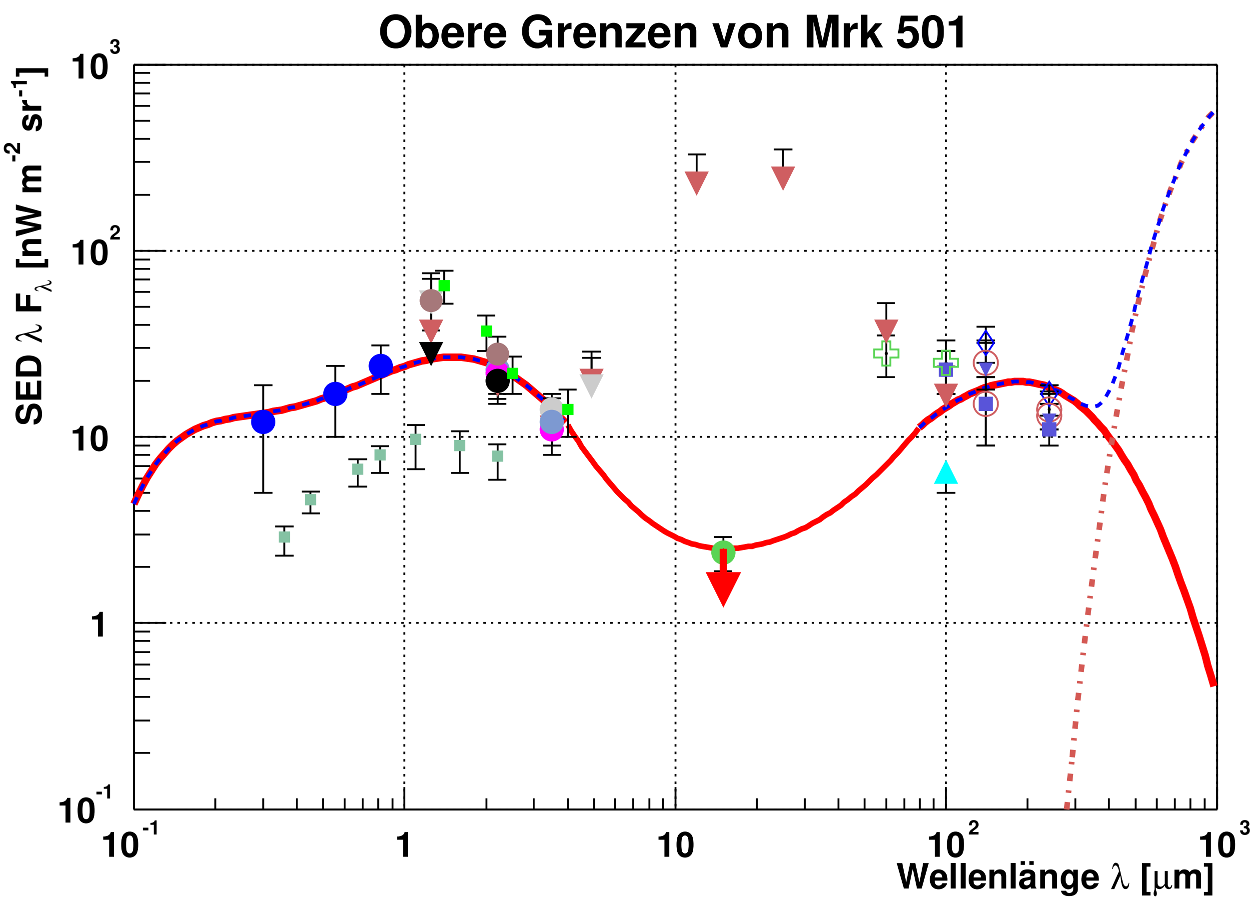


4) Ausschluss–Kriterium:

- χ^2–Wert des Fits je nach Anzahl der Freiheitsgrade
- 99% Konfidenzniveau

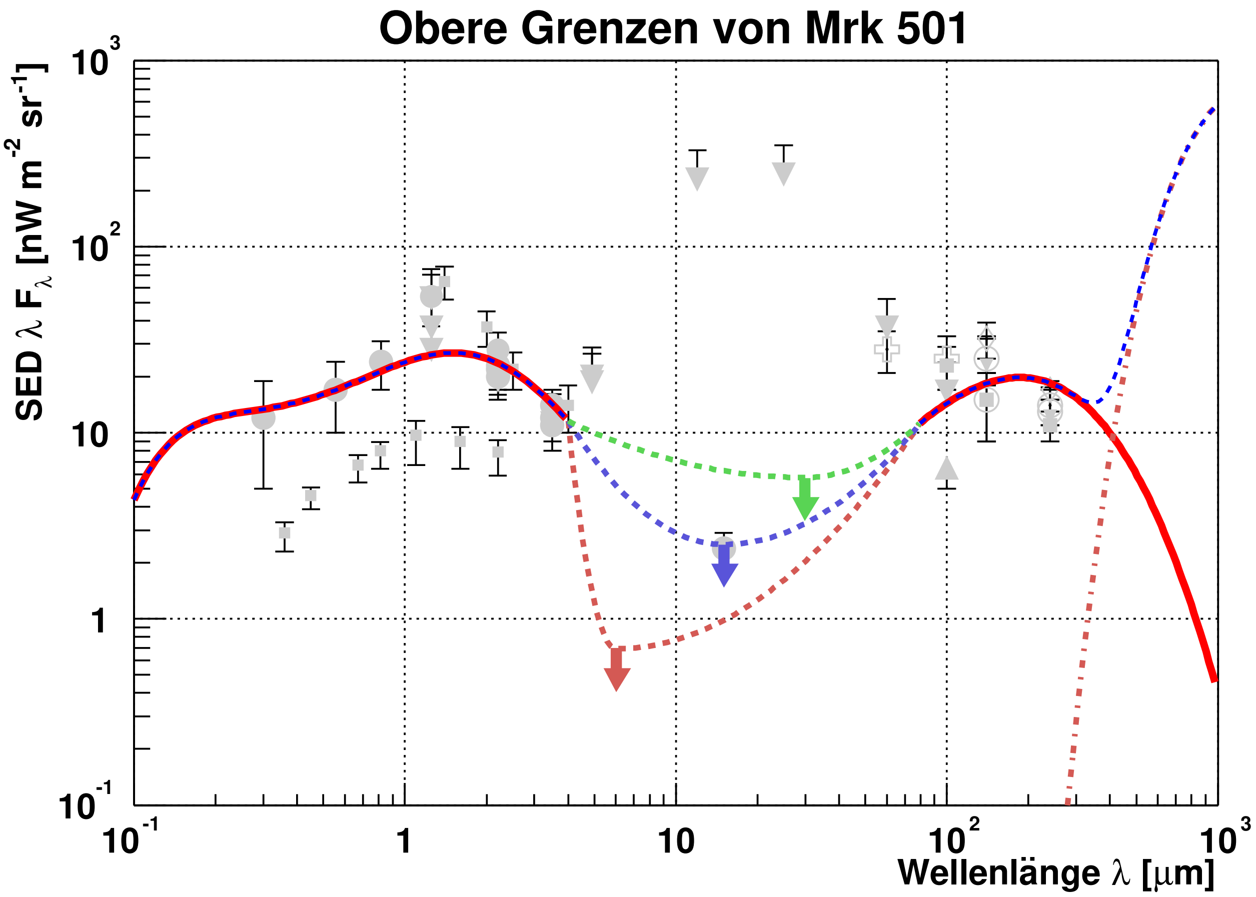
Markarian 501: Beispiel

Einschränkung auf die EHL–Dichte, wenn ihr Minimum bei $15\,\mu m$ liegt:



Markarian 501

Einschränkungen auf die EHL–Dichte, wenn ihr Minimum bei 6, 15 bzw. 30 μm liegt:



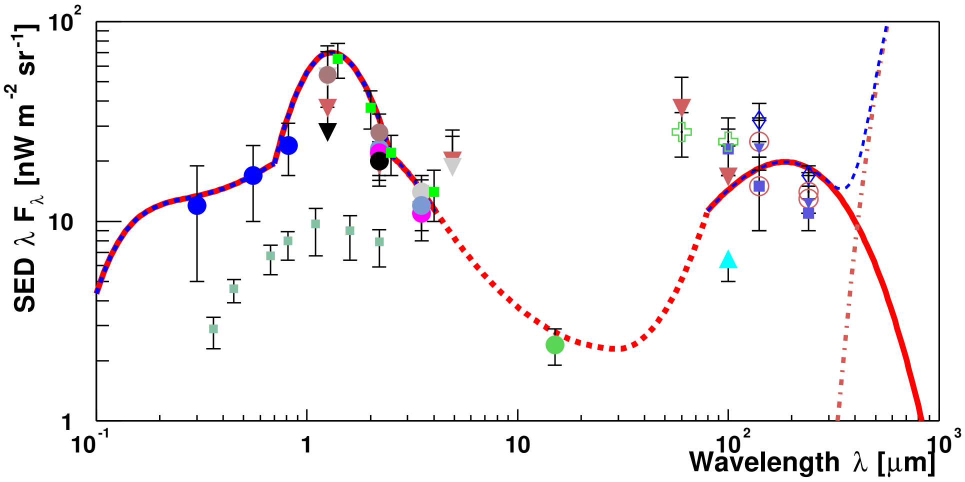
Ergebnisse

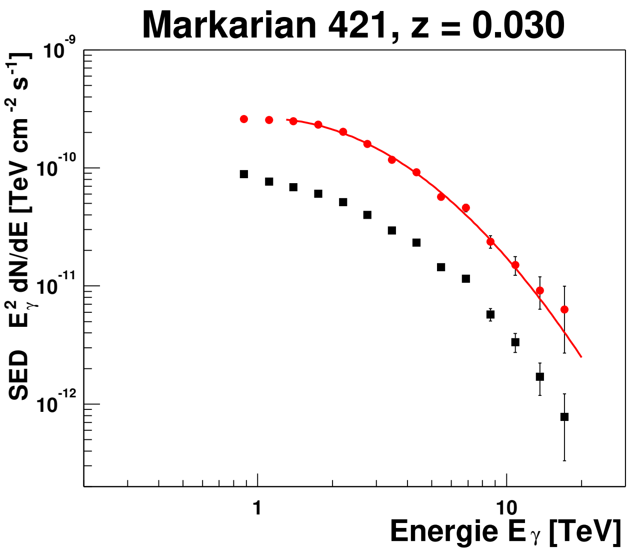
	Obere Grenzen (99% cl) auf IR–Dichte mit "HUT" in $nWm^{-2}sr^{-1}$			
Minimum bei	**Mrk 421**	**Mrk 501**	**1 ES 1959**	**H 1426**
6 μm	1.58	0.36	—	8.8
15 μm	6.92	1.45	—	8.8
30 μm	—	6.31	—	8.3
50 μm	—	6.31	—	7.8

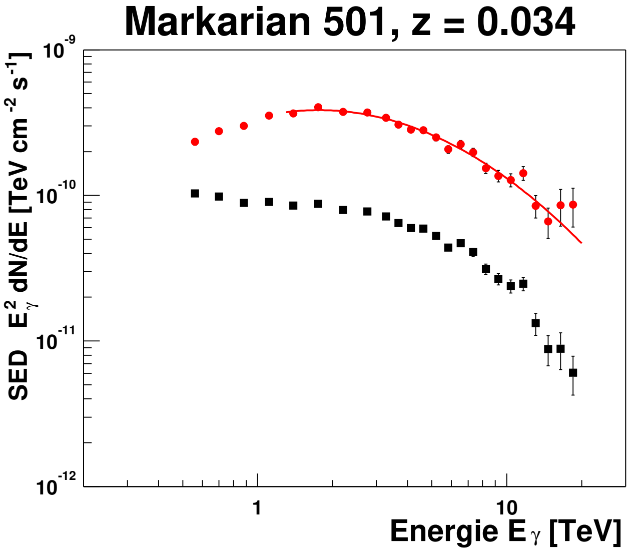
	Obere Grenzen (99% cl) auf IR–Dichte ohne "HUT" in $nWm^{-2}sr^{-1}$			
Minimum bei	**Mrk 421**	**Mrk 501**	**1 ES 1959**	**H 1426**
6 μm	3.31	0.69	—	7.3
15 μm	—	2.51	—	7.3
30 μm	—	5.75	—	6.3
50 μm	—	5.25	—	5.8

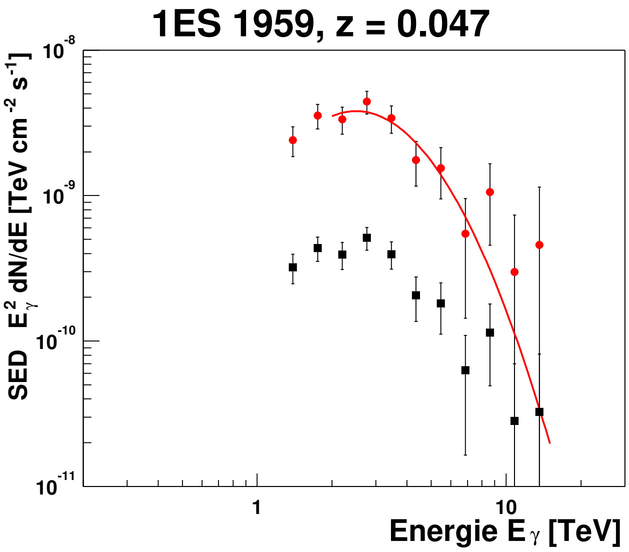
- ROT: Konflikt mit der unteren Grenze aus den Galaxienzählungen
- BLAU: Stärkste Einschränkung

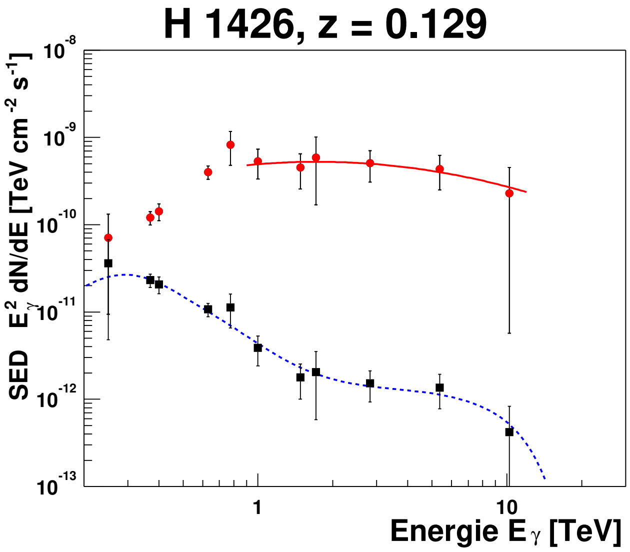
Möglicher Verlauf des extragalaktischen Hintergrunds











Zusammenfassung und Ausblick

- TeV-γ-Astronomie liefert starke Einschränkungen der EHL–Dichte
- Minimum der EHL–Dichte bei $\lambda > 15\,\mu$m
- "HUT" bei $1\,\mu$m kann nicht ausgeschlossen werden
- Statistik ist noch gering

- Nächste Generation von Cherenkov-Teleskopen (H·E·S·S und MAGIC) wird mehr TeV-γ-Quellen mit besserer Statistik liefern