

Vera Genten

# AGN

(Aktive Galaxienkerne)



# Gliederung

1) Allgemeine Eigenschaften

2) Modell

3) AGN-Typen

I. Quasare

II. Seyfert-Galaxien

III. Radiogalaxien

IV. Junge radio-laute AGN (GPS, CSS und CFS)

V. Blazare

VI. LINER Galaxien

# 1. Allgemeine Eigenschaften

- *AGN ist die Kurzform für Active Galactic Nucleus (deutsch: aktiver galaktischer Kern)*
- *die Objekte sind auf Bildern kaum von Sternen zu unterscheiden*
- *Das Gebiet, das die Strahlung eines AGNs aussendet, ist in etwa von der Größe unseres Sonnensystems.*

*starke Strahlung über weite Bereiche (von Radiowellen, Mikrowellen-, Infrarot-, Ultraviolett- und Röntgenstrahlen bis zu Gammastrahlen)*

## Vermutung der **Energiequelle** für die außergewöhnliche Leuchtkraft:

- *AGN sind die leuchtkräftigsten Objekte im Universum*
- *Vermutung: das Schwarze Loch akkretiert Gas und Staub*
  - *Aufgrund der Drehimpulserhaltung bei der einfallenden Materie kann diese nicht direkt in das Schwarze Loch fallen (-> Bildung der Akkretionsscheibe)*
  - *durch Reibung steigt die Temperatur, manche Teilchen verlieren Drehimpuls und fallen in das schwarze Loch (Energie, die entsteht, erreicht annähernd den Wert  $mc^2$ )*

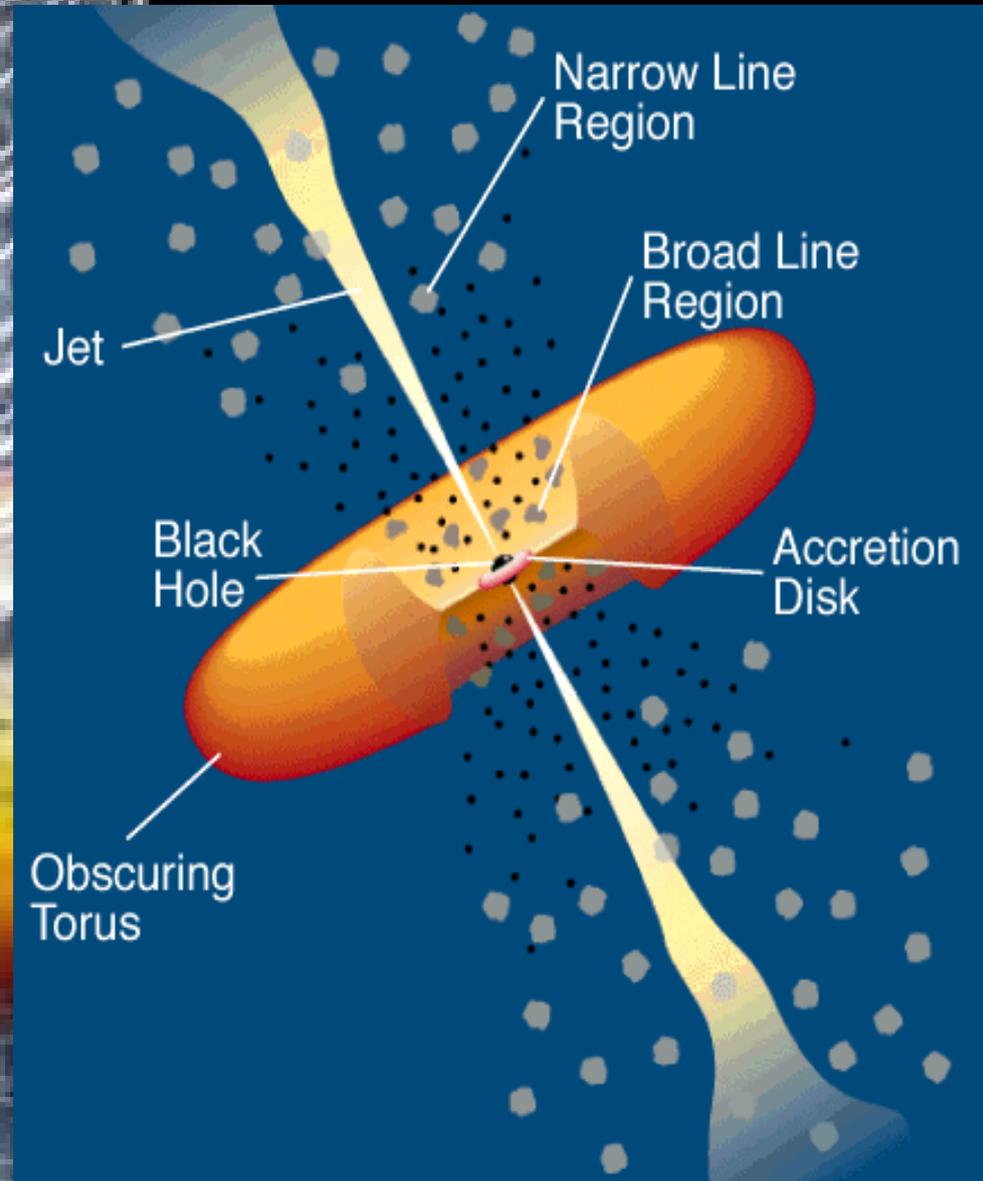
*Normale Galaxien leuchten  
aufgrund ihrer selbstleuchtenden  
Sterne im Gegensatz zu Aktiven  
Galaxien – sie leuchten durch  
ihren Kern (->AGN)*

**Normale Galaxie**

**Aktive Galaxie**

# 2. Modell

- ein supermassives rotierendes oder nicht rotierendes 'Schwarzes Loch' mit einer Masse von einigen  $10^8$ - $10^{10}$  Sonnenmassen (Black Hole)
- eine das Schwarze Loch' umgebende Akkretionsscheibe (Accretion Disk)
- zwei einander entgegengerichtete Plasmajets (Jet)
- Broad-line- und Narrow-Line Regionen
- Staubtorus (Obscuring Torus) umgibt Akkretionsscheibe



# 2.1 Regionen

## *Broad-line Region (BLR)*

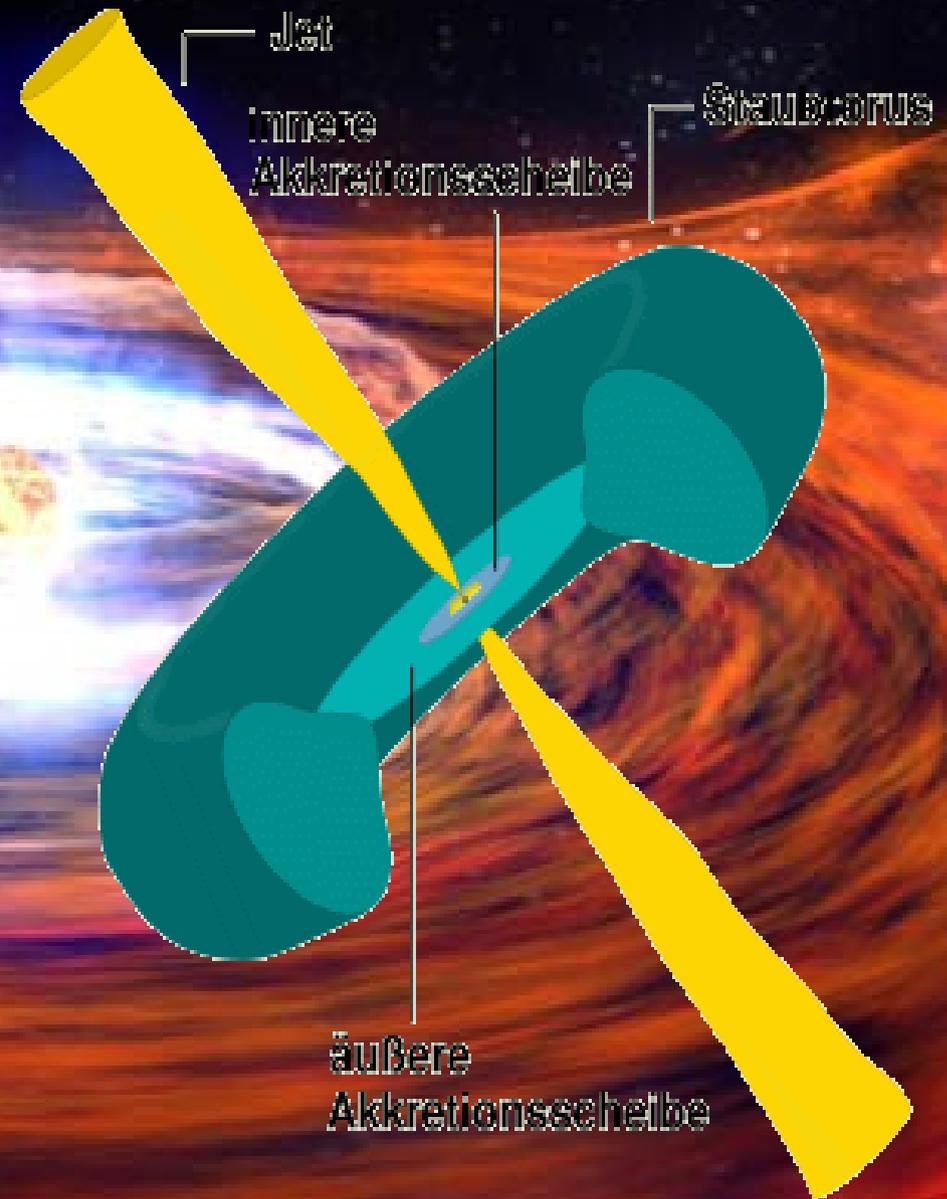
## *Narrow-line Region (NLR)*

- *oberhalb der Akkretionsscheibe*
  - *stark ionisierte Wolken*
    - *macht sich im Spektrum durch stark verbreitete Linien bemerkbar*
- Bewegen sich 1.000-10.000 km/s*

- *ausserhalb der BLR*
  - *Stark ionisierte Wolken*
    - *Emissionslinien im Spektrum weniger stark verbreitert*
- Bewegen sich langsamer (ca. 100 km/s)*

## 2.2 Akkretionsscheibe

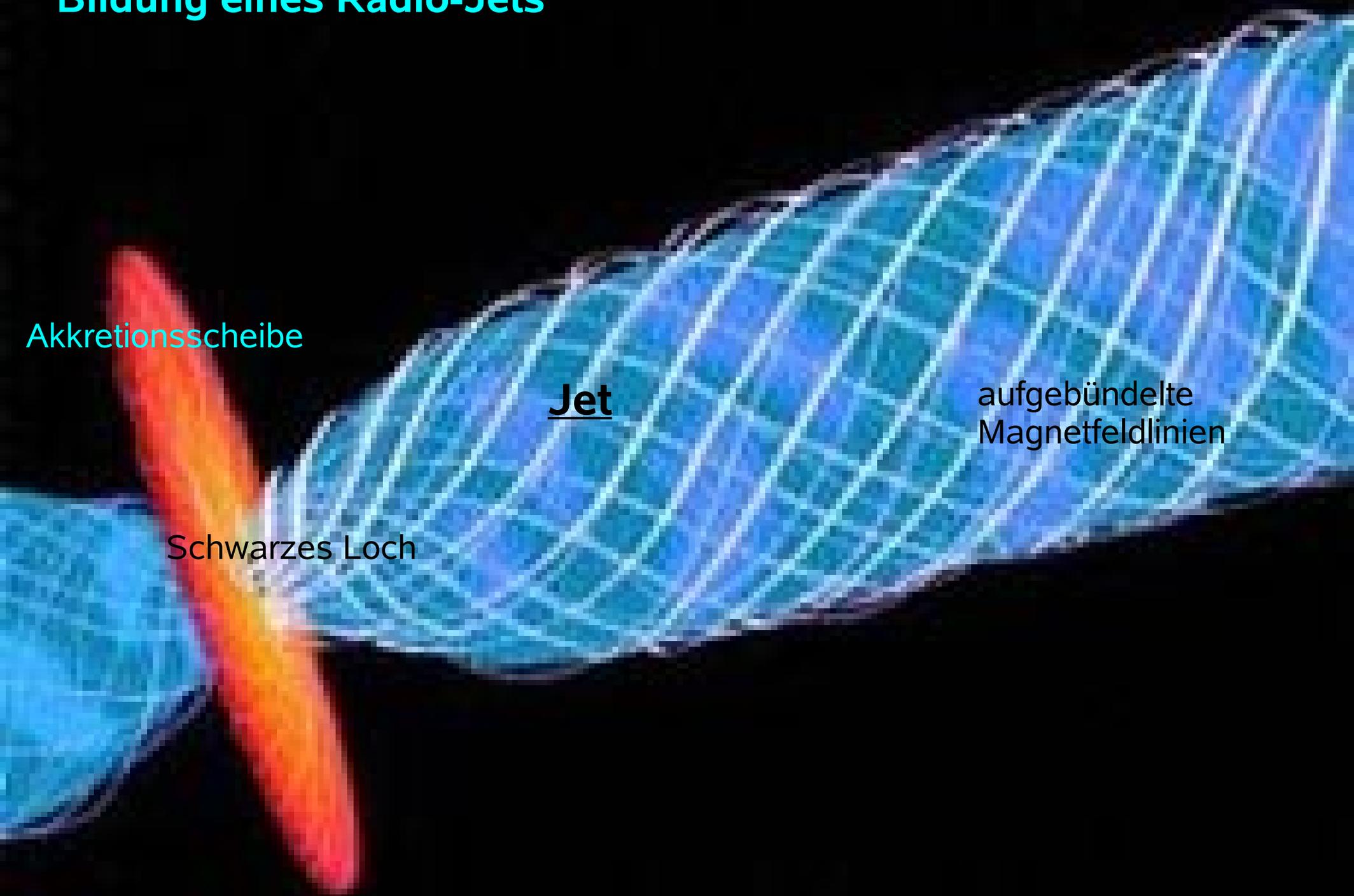
- eine um das Schwarzes Loch rotierende Scheibe, die Materie in Richtung des Zentrums transportiert
  - Aktive Galaxien unterscheiden sich auch dadurch von normalen Galaxien
- besteht aus atomarem Gas oder Staub oder aus verschieden stark ionisiertem Gas (Plasma)



## 2.3 Radio-Jets

- bestehen aus Materie, welche die Kernregion nahezu mit Lichtgeschwindigkeit ausstößt
  - Magnetfeldlinien werden aufgewickelt (durch Frame-Dragging in der Ergosphaere) --> es entsteht ein sehr hoher magnetischer Druck
    - die Materie wird “herausgedrückt”
- Die Materie wird ausgestoßen, wird aber durch das Magnetfeld gebündelt

# Bildung eines Radio-Jets



Akkretionsscheibe

Jet

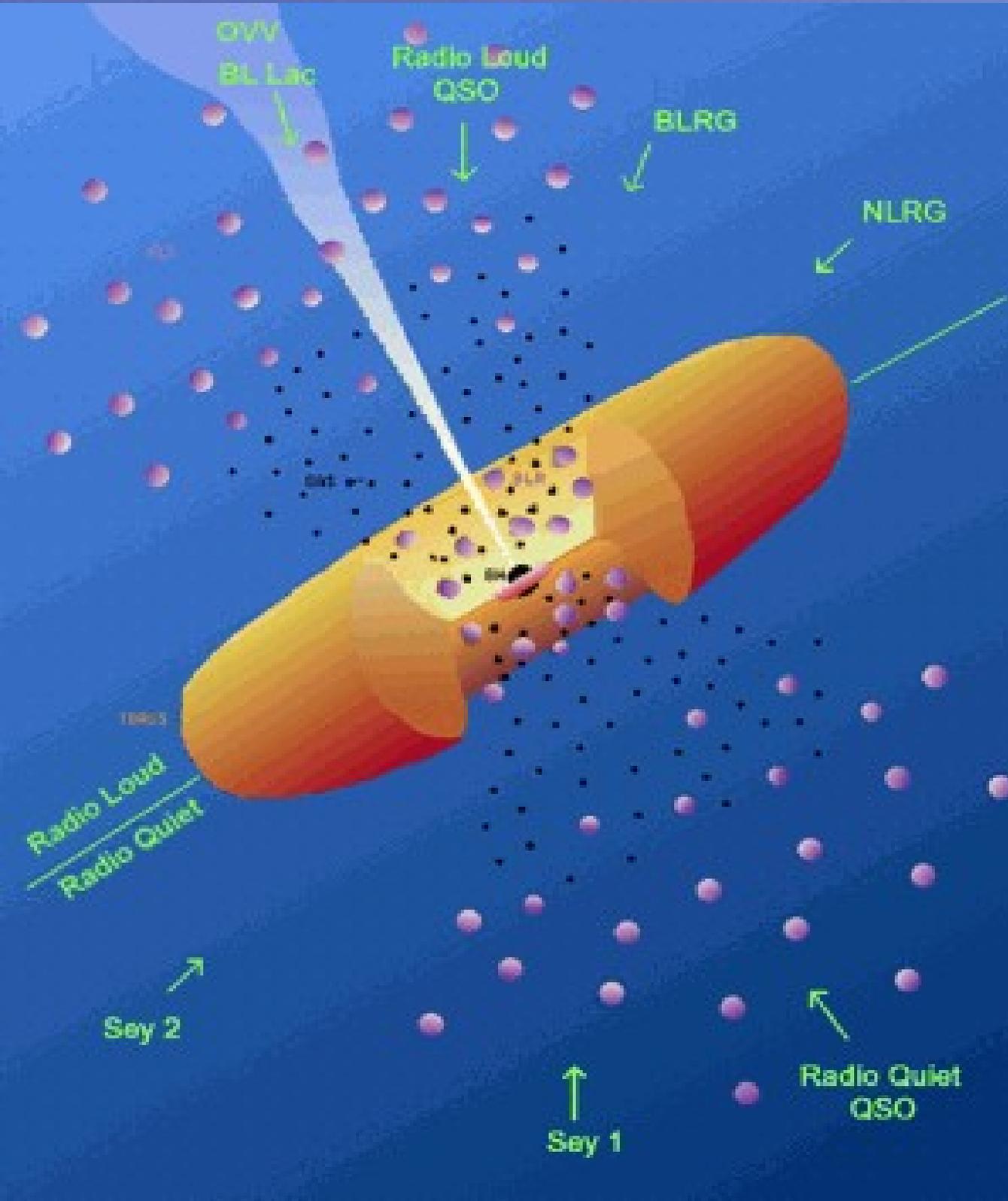
aufgebündelte  
Magnetfeldlinien

Schwarzes Loch

# 3. AGN-Typen

*Welches "Familienmitglied" der AGN man nun beobachtet,  
hängt*

- a) von dem Winkel zwischen Beobachter und dem Objekt ab*
- b) wie viel Masse das Schwarze Loch besitzt und*
- c) wie viel Masse das schwarze Loch akkretiert.*



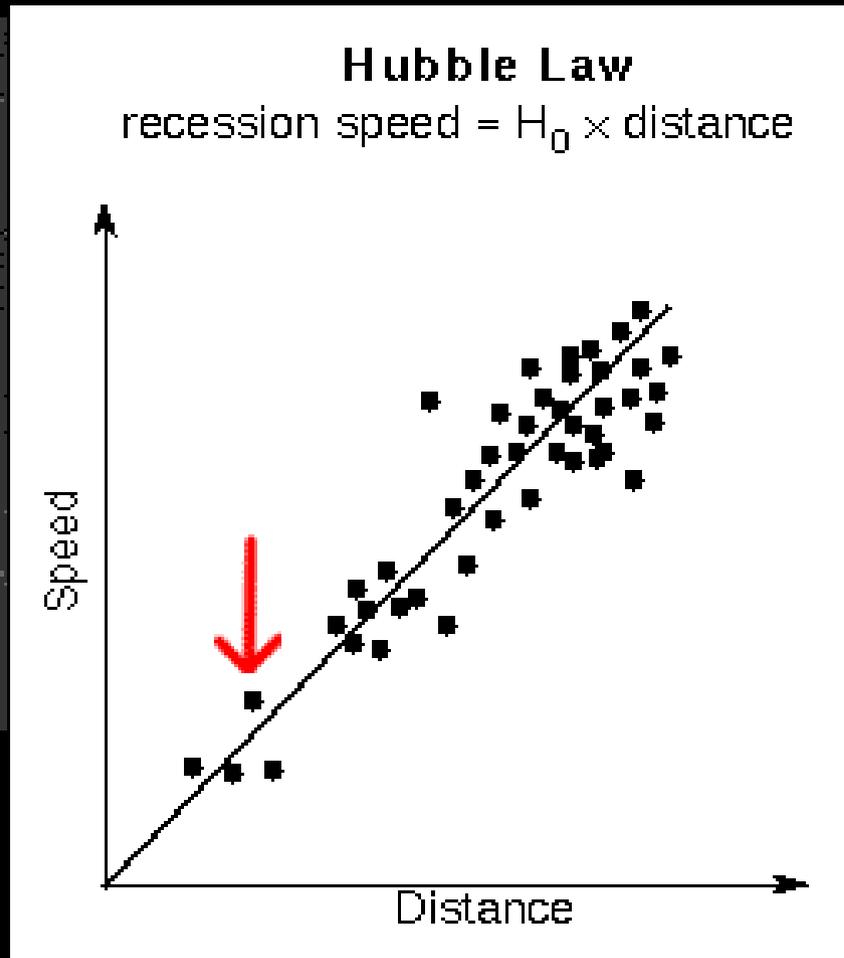
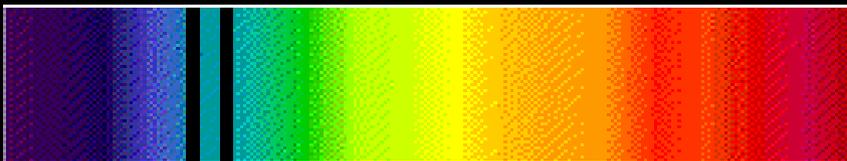
Typ  
abhängig  
vom **Winkel**

# 3.1 Quasare

- *gehören zu den weit entferntesten Objekten des Weltalls*
  - *Bsp.: "SDSS 1030+0524" ist 14 Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt*
- *Entfernung durch Rotverschiebung bestimmt (-> Appendix 1)*
- *durch Strahlung im Radiobereich erfasst*
- *detaillierte Erklärungen siehe Hendrik Gross*
  - *--> <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/public/massi/hendrikgross.pdf>*



# Rotverschiebung



**Hubble's Gesetz besagt, dass je weiter ein Objekt von uns entfernt ist, desto schneller bewegt es sich auch von uns weg.**

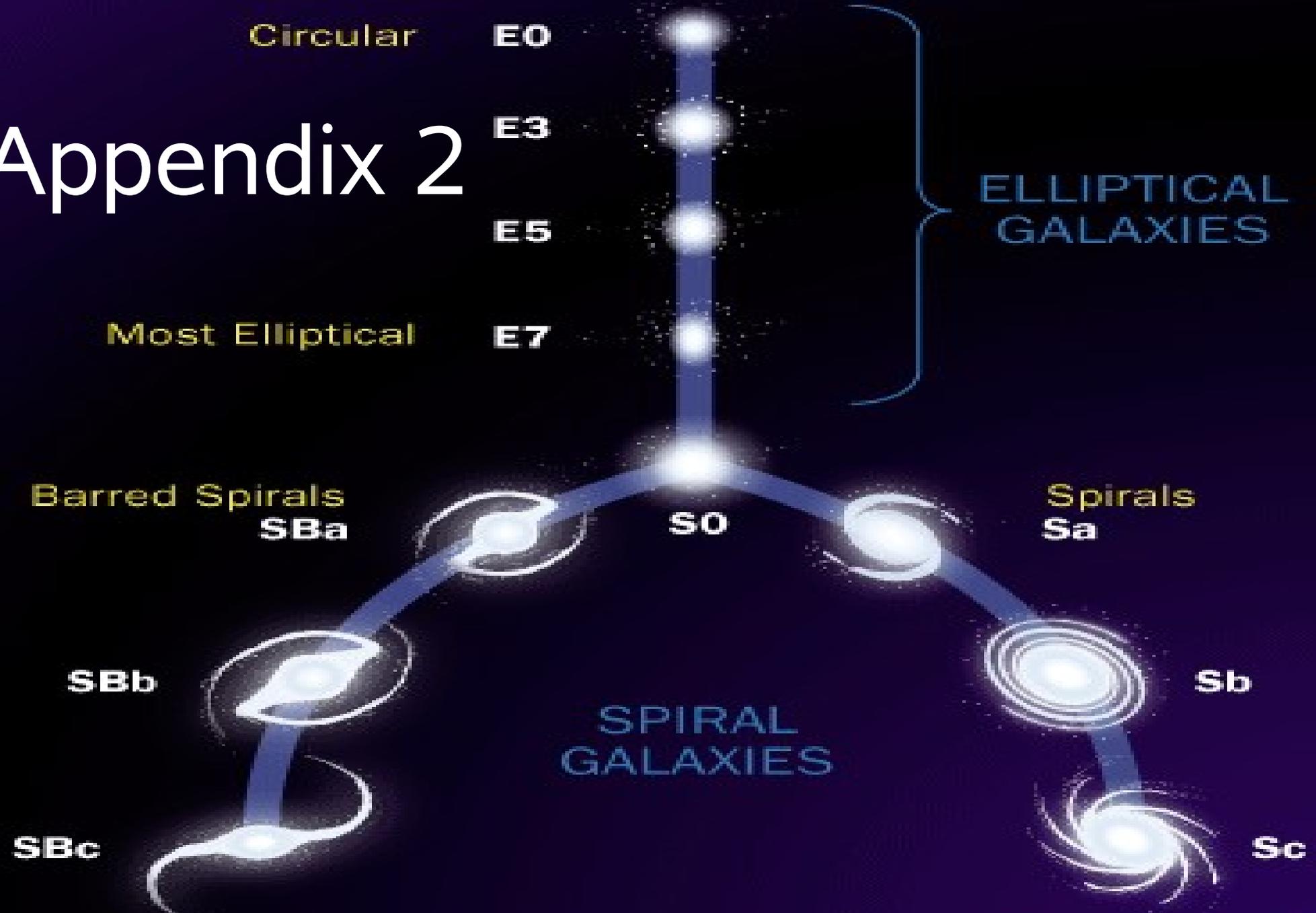
**Dieses Diagramm zeigt das Verhältnis Geschwindigkeit/Entfernung  
Durch die Rotverschiebung kann man die Geschwindigkeit verschiedener  
Objekte ermessen**

## 3.2 Seyfert-Galaxien



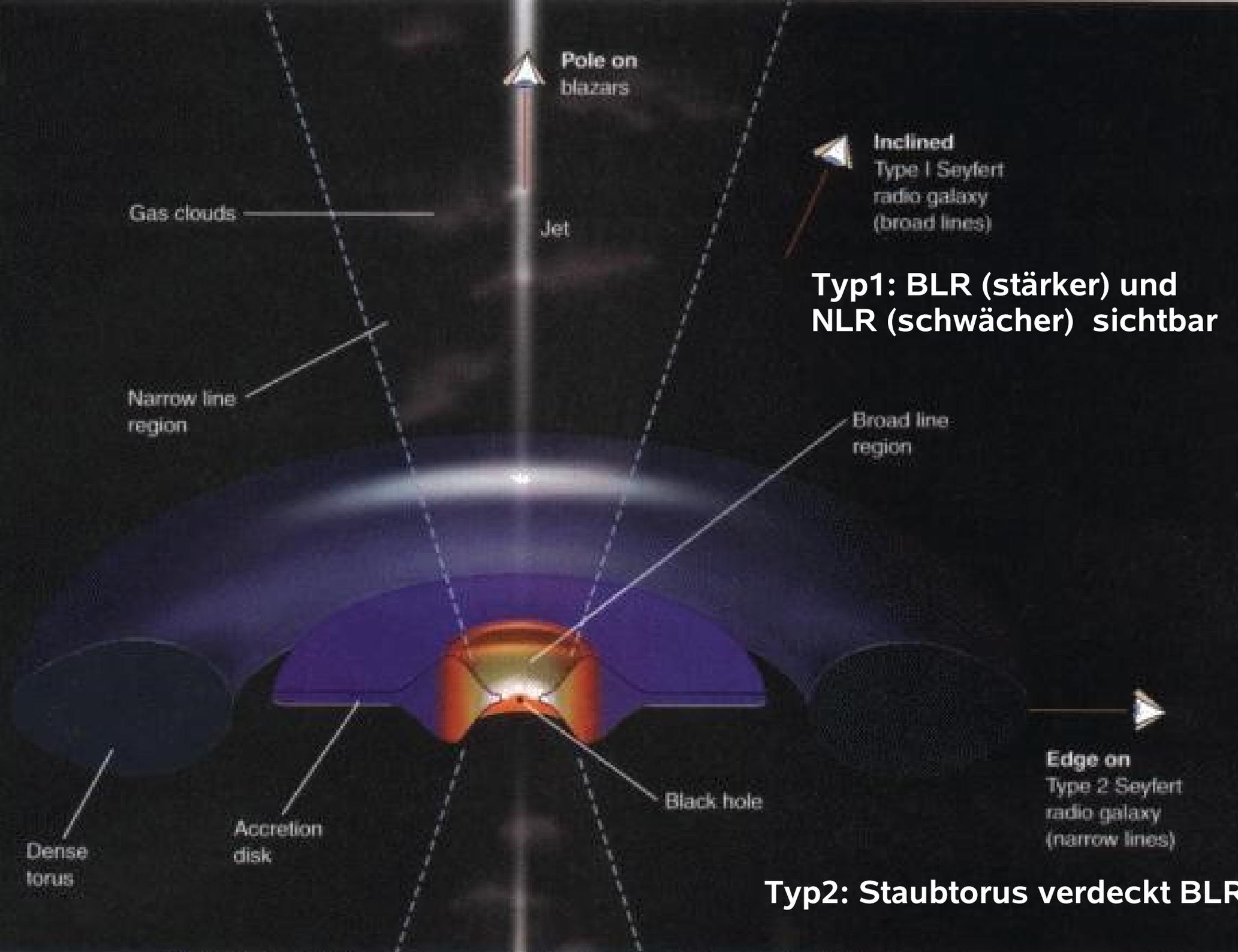
- *wurden nach dem Astronomen Carl Keenan Seyfert benannt*
- *Spiral- oder Irreguläre Galaxien (-> App. 2) mit sehr hellem Galaxienkern (können auch Gammastrahlen emittieren).*
  - *Seyfert-Galaxien haben 2 Typen (Seyfert 1 und Seyfert 2)*
    - *Sie sind aktive galaktische Kerne, wie Quasare, haben aber ein weniger Massereiches schwarzes Loch im Zentrum*

# Appendix 2





- *2 verschiedene Typen*
  - *Seyfert 1-Galaxien: 'breite' Linienkomponenten*
  - *Seyfert 2-Galaxien: nur 'Narrow Line Region' sichtbar*



**Typ1: BLR (stärker) und NLR (schwächer) sichtbar**

**Typ2: Staubtorus verdeckt BLR**

## 3.3 Radiogalaxien

- *Verbunden mit Elliptischen Galaxien (->App.2)*
- *Strahlungsleistung im Radiobereich übertrifft die im sichtbaren Spektralbereich*

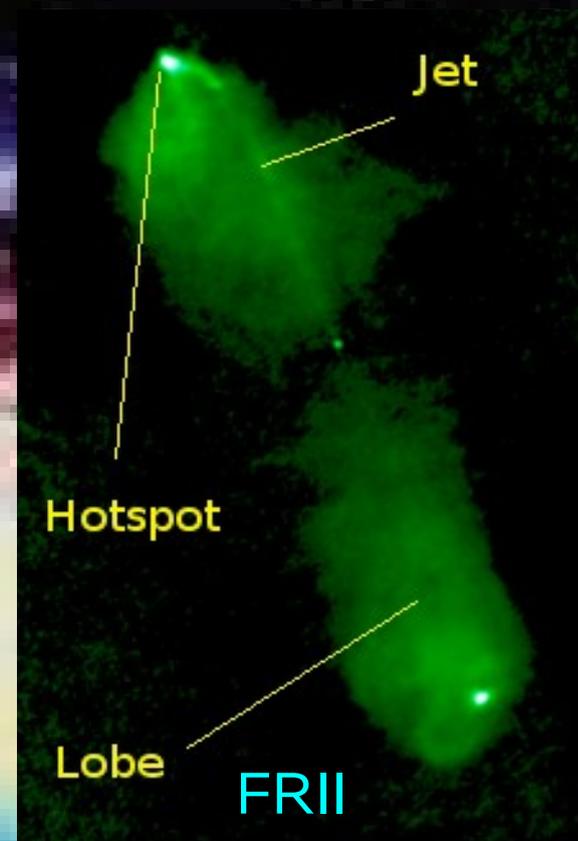
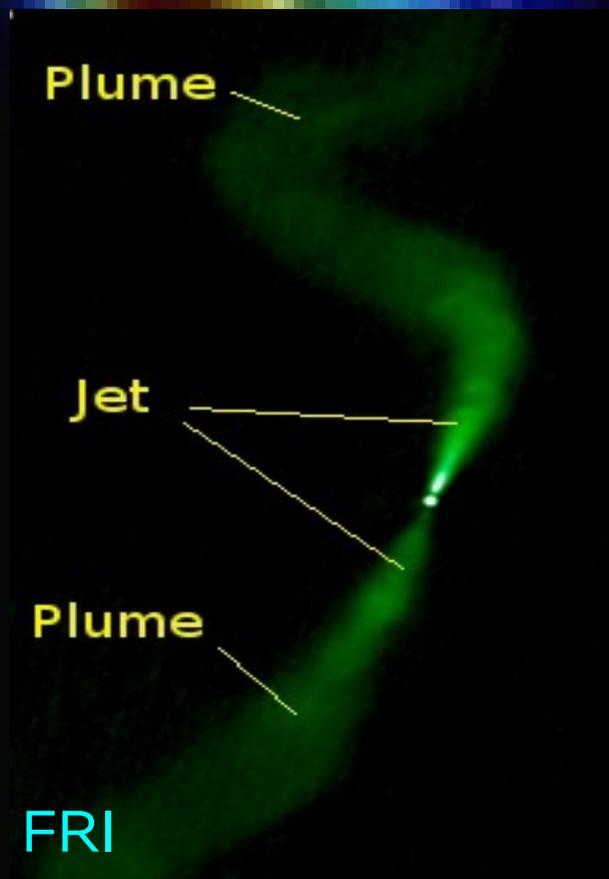


- *konnten unter vielen anderen im sichtbaren Licht schwachen Objekten identifiziert werden, da...*
  - *Die Galaxie im sichtbaren Licht wird nicht durch ihren Kern überstrahlt*

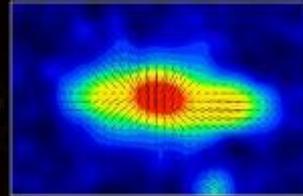


nächste Radiogalaxie: Centaurus A (NGC 5128)

In 1974, wurden Radioquellen von Fanaroff und Riley in zwei Klassen eingeteilt, jetzt bekannt als Fanaroff und Riley Class I (FRI), und Class II (FR II).



# 3.3.1 Radiostrahlung



- *Die Radio-Strahlung ist Synchrotronstrahlung (ausgestrahlt von Elektronen, die um die Magnetfeldlinien kreisen)*
- *Die bekanntesten großflächigen Strukturen werden “Lobes” genannt: Diese sind doppelte, meist hell symmetrische, Strukturen, die an jeder Seite von dem aktiven Kern angeordnet sind*



# 3.4 GPS

- Gigahertz Peaked Spectrum Sources (GPS)
  - Spektrum mit gewölbter Form, Höhepunkt bei ca. 1 GHz
  - High Frequency Peakers (HFP)
    - wie GPS, Höhepunkt bei >5 GHz
- GPS Galaxien sind junge Radioquellen (100-1000 Jahre alt)

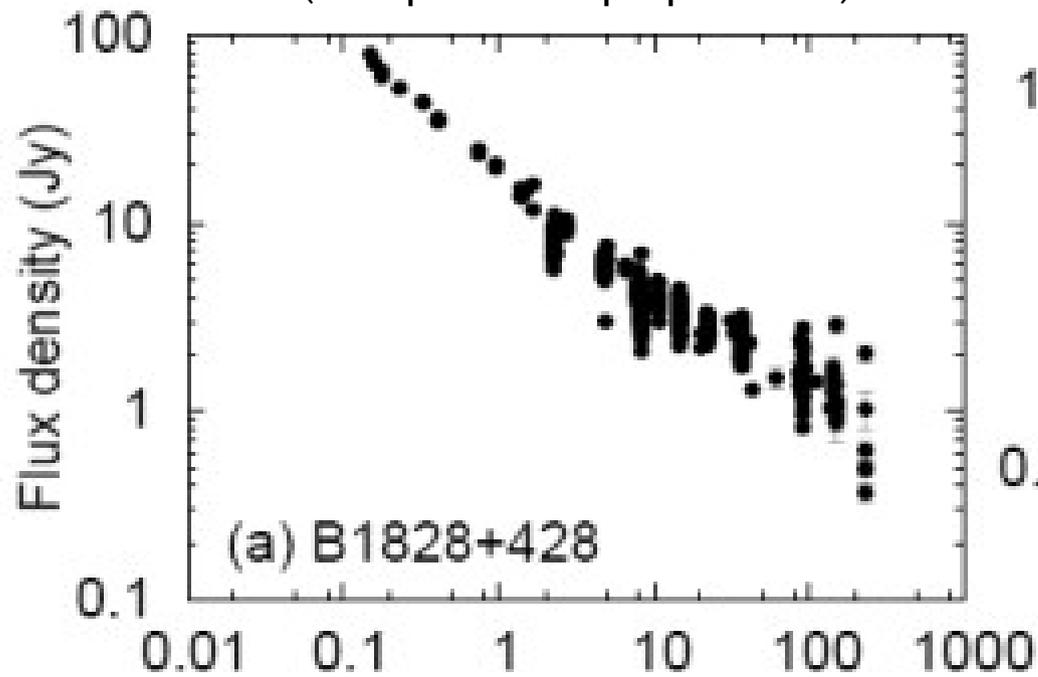
# CSS

- Compact Steep Spectrum Sources (CSS)
  - $\leq 1''$  im Ausmaß, steiles Spektrum (-> App.3), Höhepunkt bei ca.  $\leq 100$  MHz – nicht sichtbar
  - CSS Quellen sind 10 000-100 000 Jahre alt

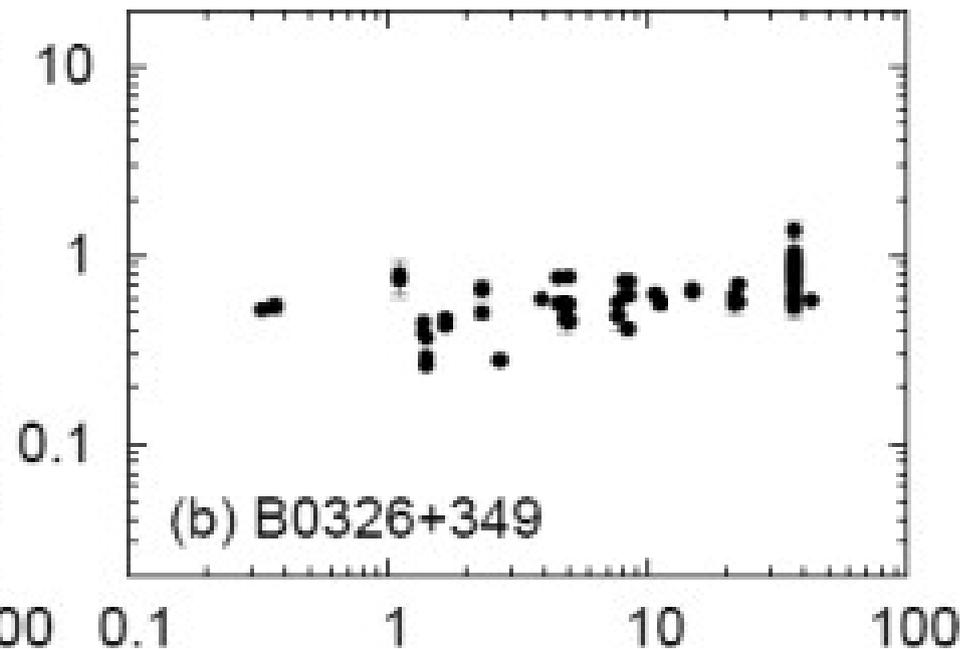
# CFS

- Compact Flat spectrum (=CFS)

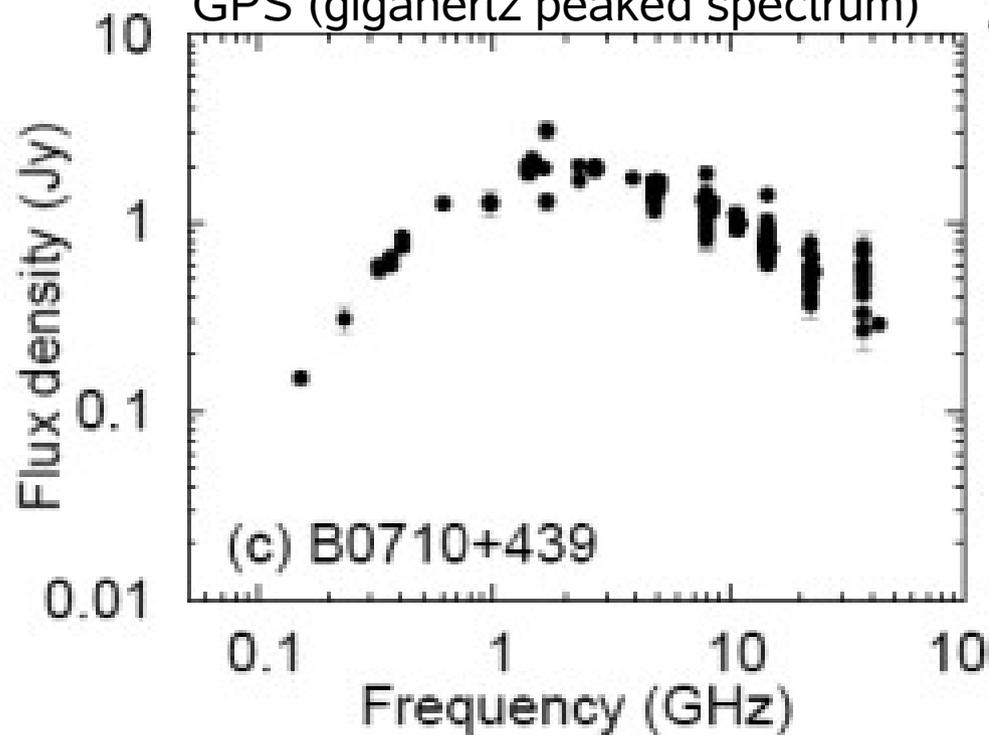
CSS (compact steep spectrum)

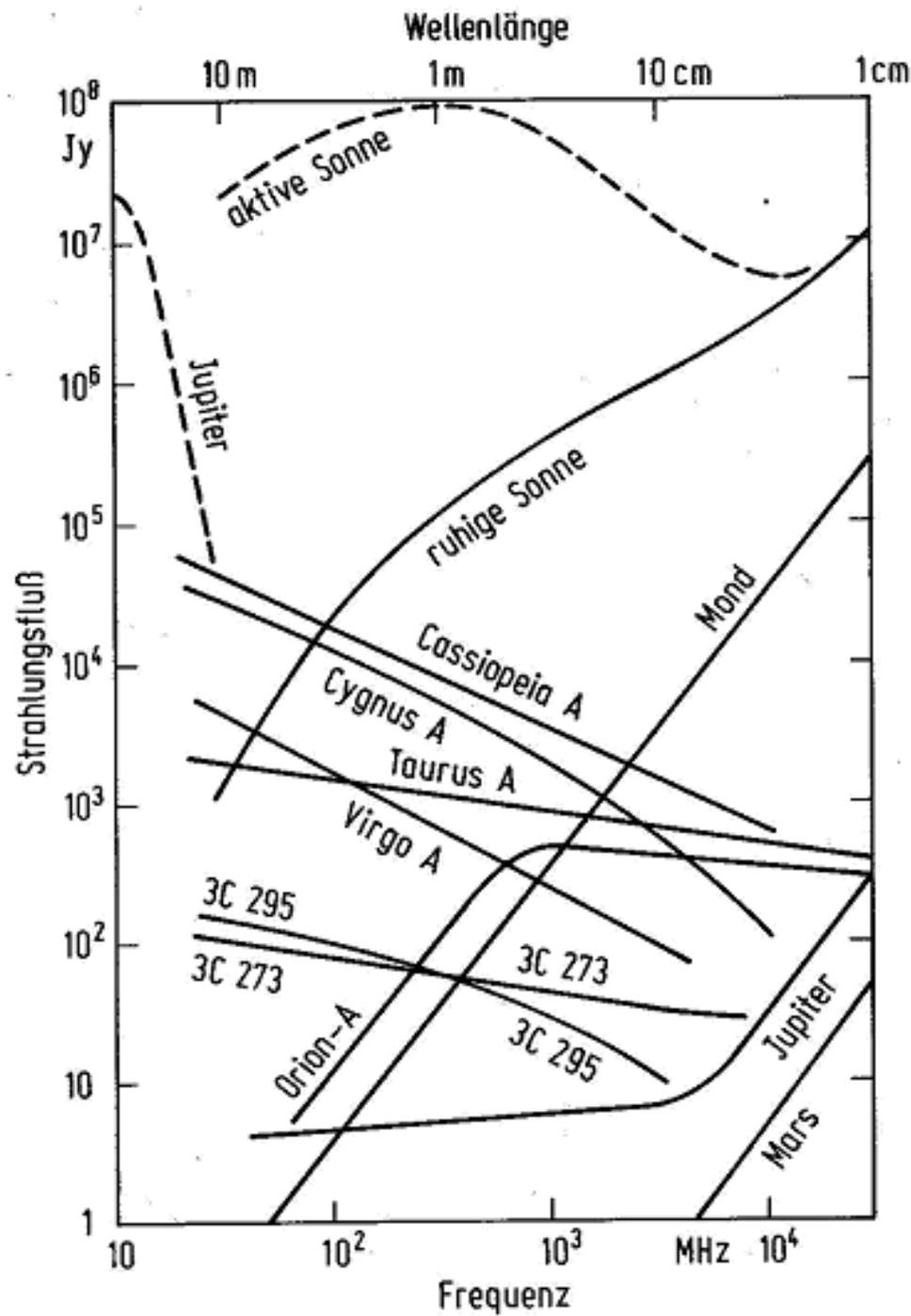


CFS (compact flat spectrum)



GPS (gigahertz peaked spectrum)





Starke Radioquellen

Spektrum: Strahlungsfluß  
in Abhängigkeit von der  
Frequenz der Strahlung

# 3.5 Blazare

Blazare sind eine Unterart der AGN

Sie werden in 2 Gruppen eingeteilt:

optically violent variable quasars (OVV)

und BL Lacertae (BL Lac) Objekte,

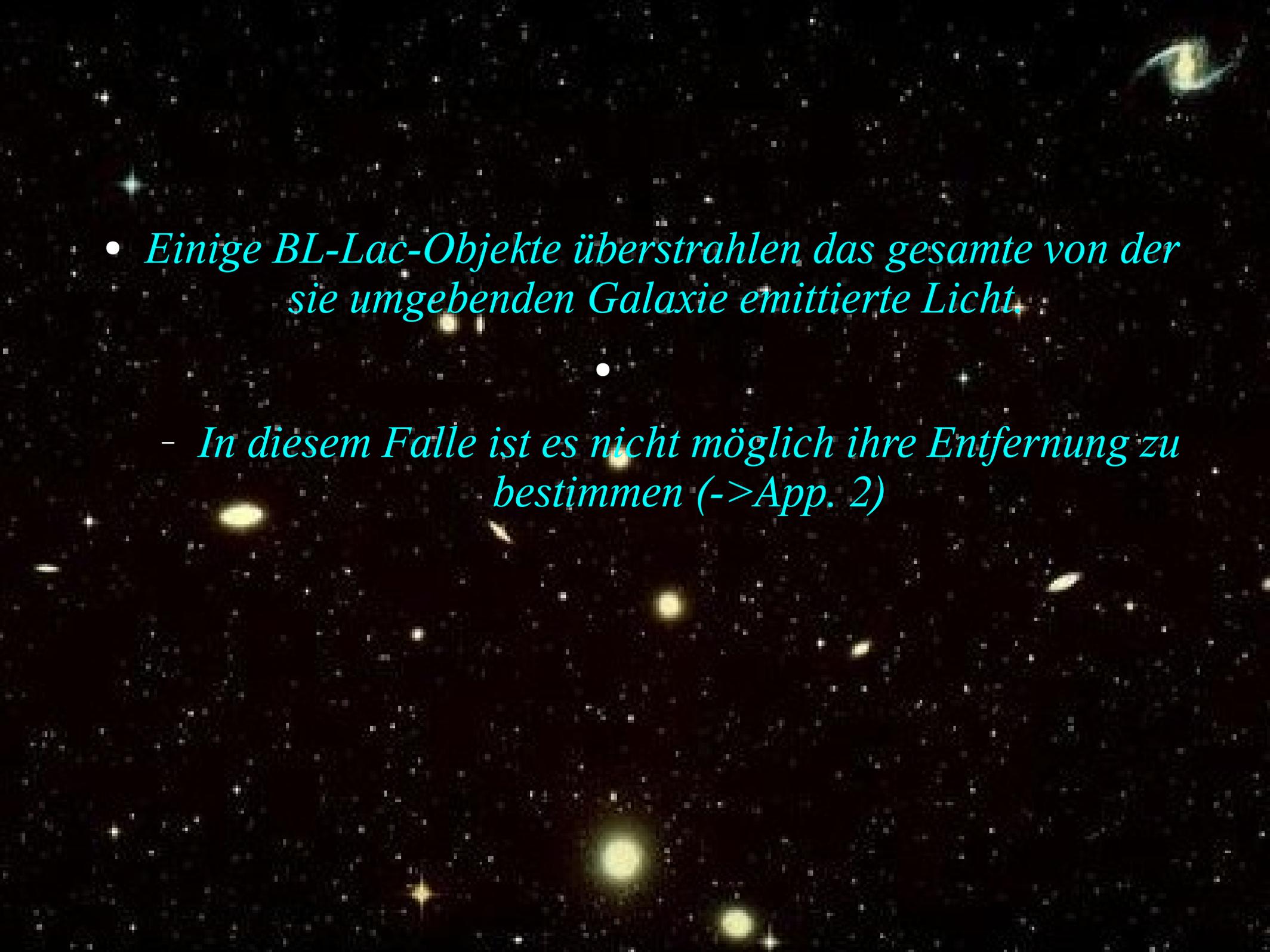
welche extrem starke, breite und schnell variierende elektromagnetische Emission, von Radio- zu Gammastrahlen, darstellen

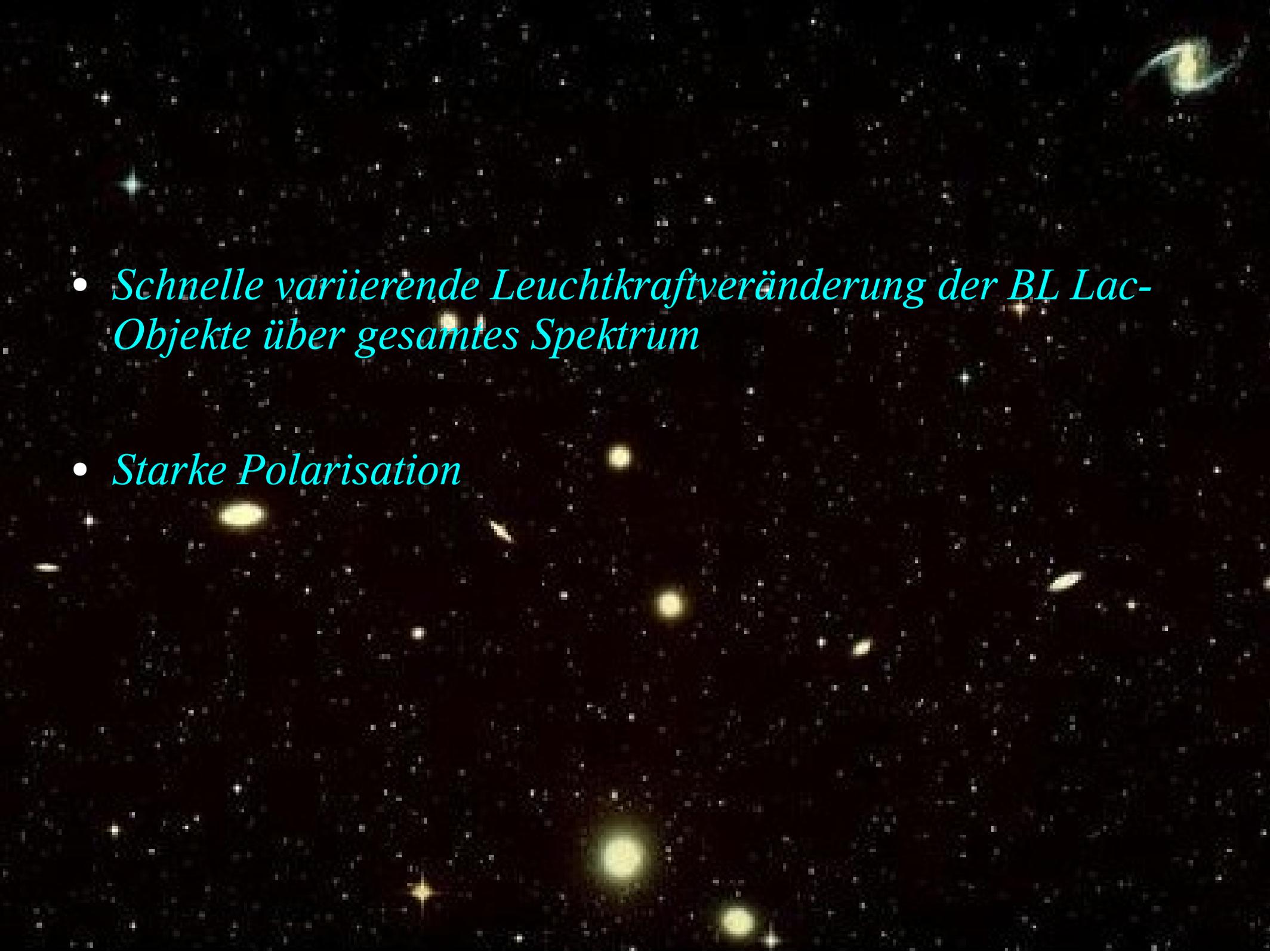
*Winkel zwischen Beobachtungsrichtung und Jetachse von höchstens wenigen Grad*

# BL Lacertae-Objekte

- *Erstmals 1929 von Cuno Hoffmeister entdeckt*
- *Entdeckung 1968: starke Radioquelle*
- *Winkel zwischen Jetachse und Beobachtungsrichtung ist sehr gering (direkter Blick in den Jet)*
- *Kontinuierliches Spektrum ohne Absorptions- und Emissionslinien*
- *Starke Emission in Form von Gamma-Strahlen*



- 
- *Einige BL-Lac-Objekte überstrahlen das gesamte von der sie umgebenden Galaxie emittierte Licht.*
  - *In diesem Falle ist es nicht möglich ihre Entfernung zu bestimmen (->App. 2)*

- 
- *Schnelle variierende Leuchtkraftveränderung der BL Lac-Objekte über gesamtes Spektrum*
  - *Starke Polarisation*

## 3.7 LINER-Galaxien

- *Bindeglied zwischen den aktiven und nicht-aktiven Galaxien*
- *optisches Emissionslinien-Spektrum -> niedriger Grad an Ionisation*