

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)*

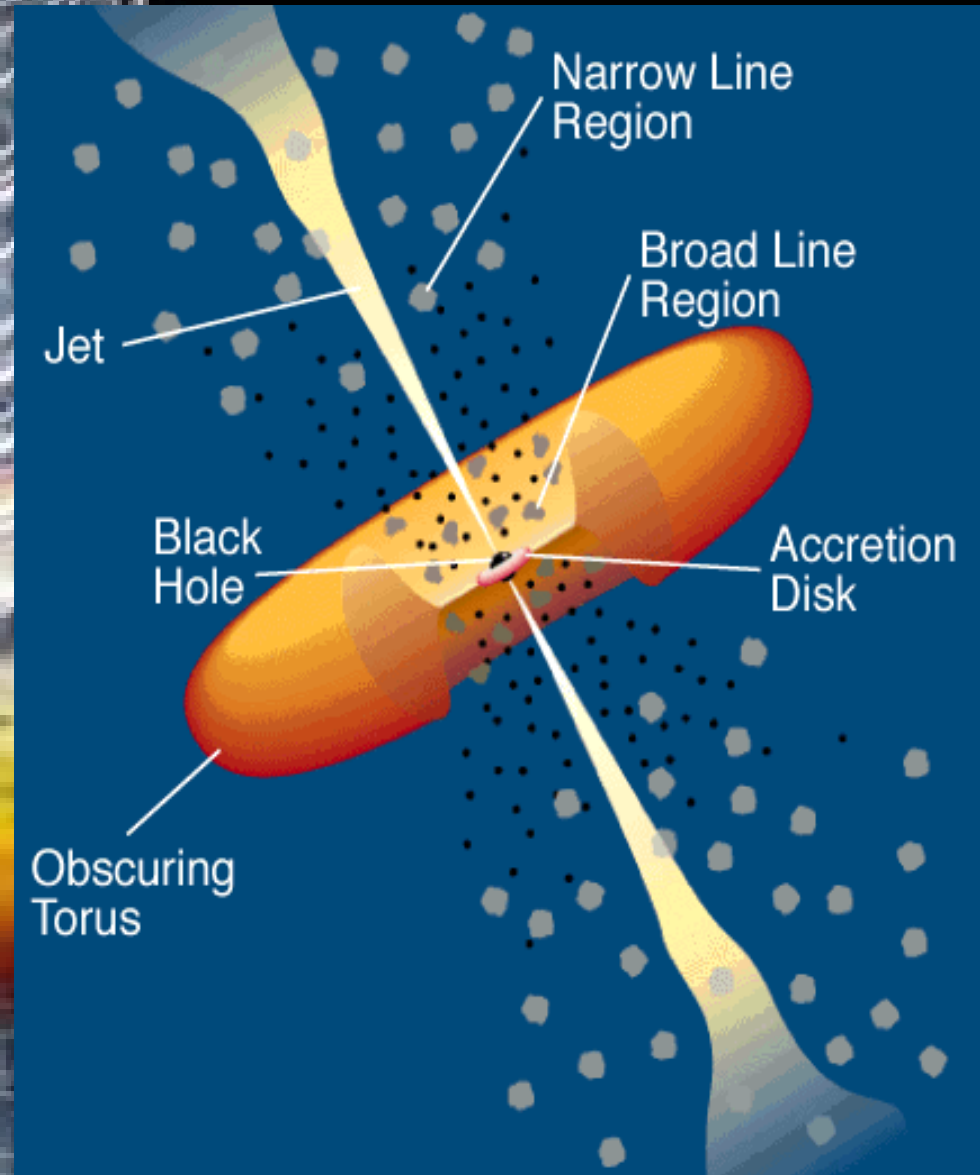
*Normale Galaxien leuchten
aufgrund ihrer selbstleuchtenden
Sterne im Gegensatz zu Aktiven
Galaxien – sie leuchten durch
ihren Kern (->AGN)*

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)

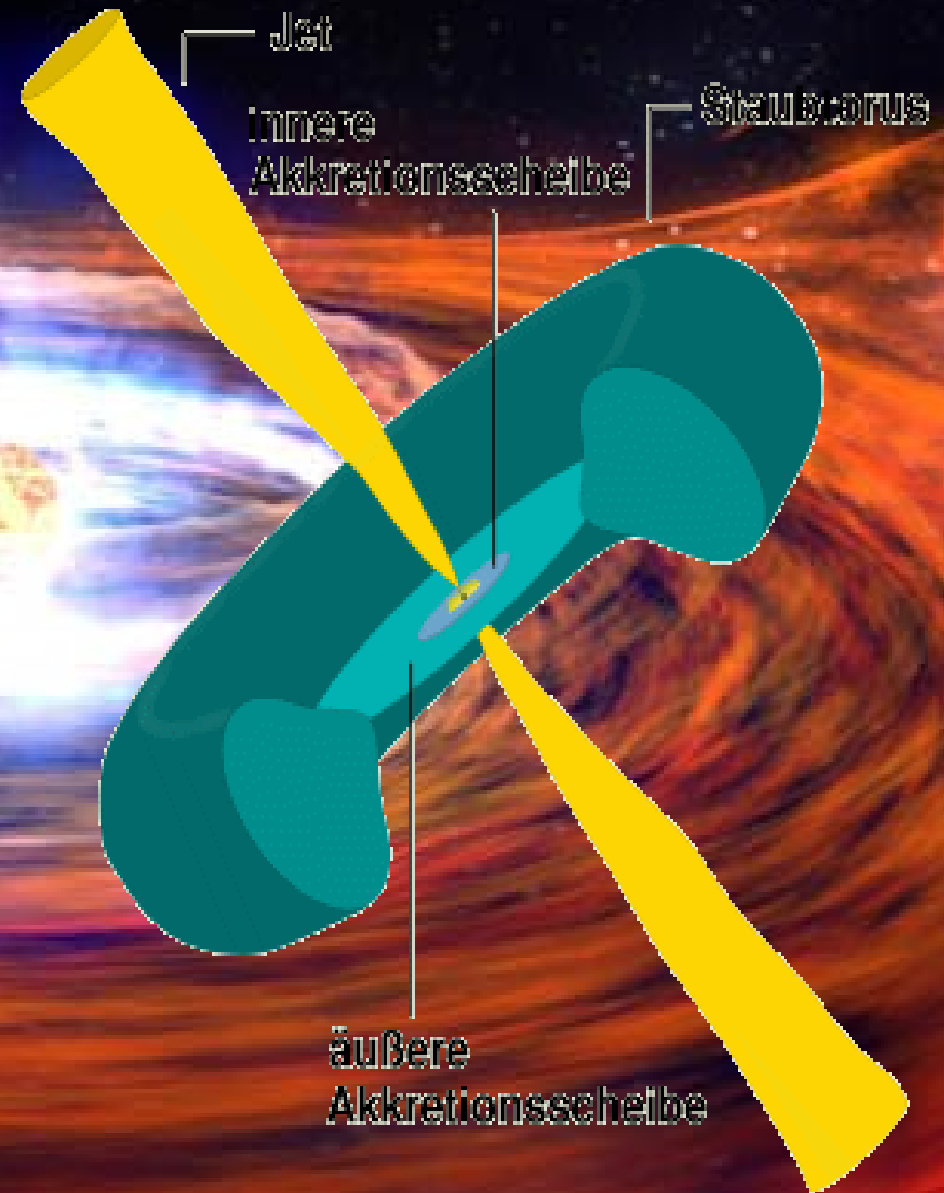
Narrow-line Region (NLR)

- *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

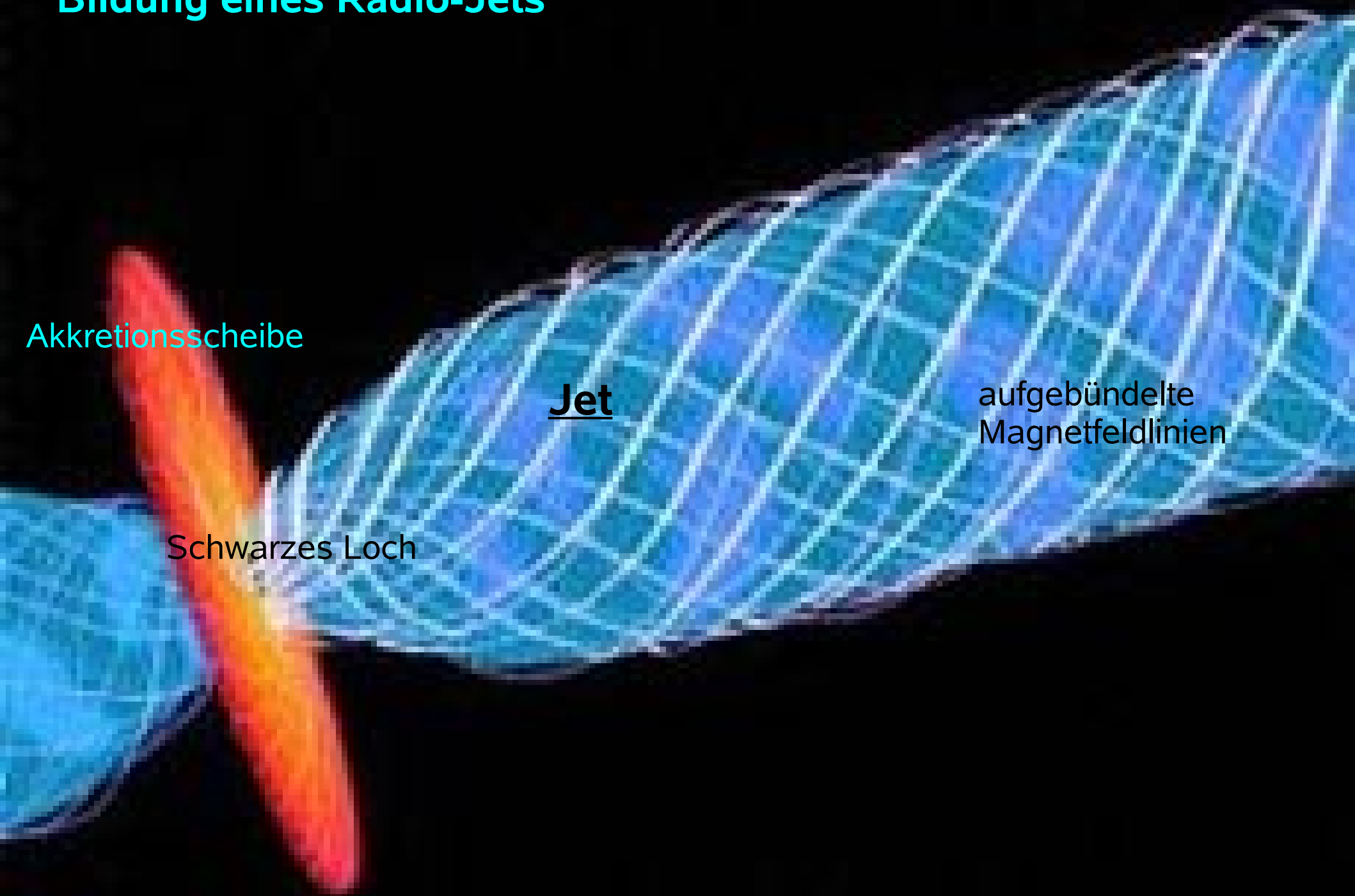
- eine um das Schwarzes Loch rotierende Scheibe, die Materie in Richtung des Zentrums transportiert
 - Aktive Galaxien unterscheiden sich auch dadurch von normalen Galaxien
- besteht aus atomarem Gas oder Staub oder aus verschieden stark ionisiertem Gas (Plasma)



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

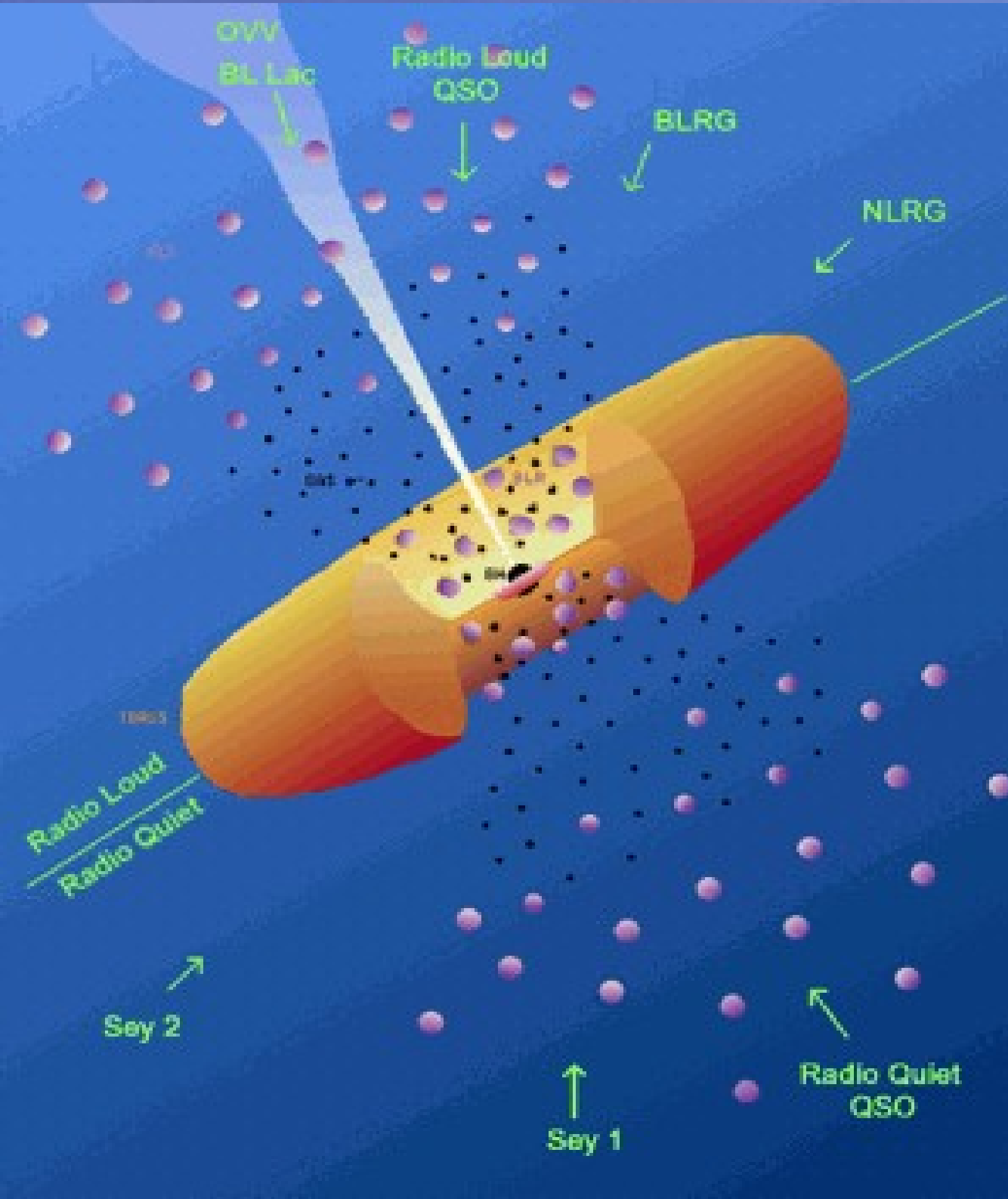
aufgebündelte
Magnetfeldlinien

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.*



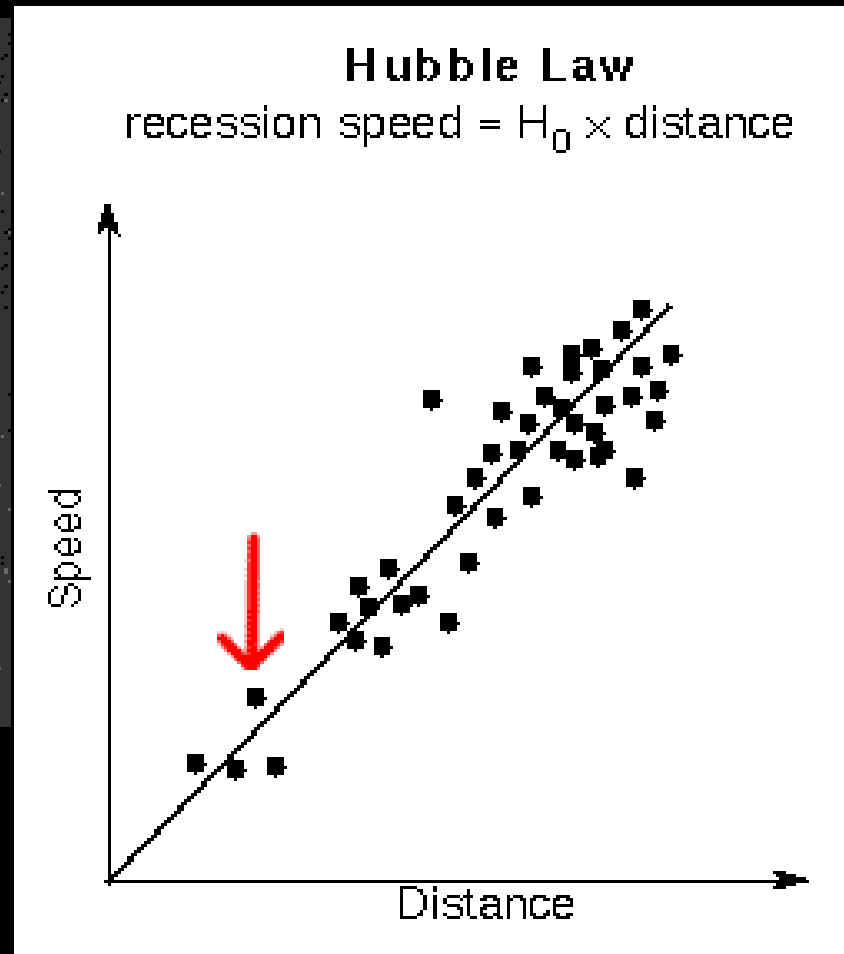
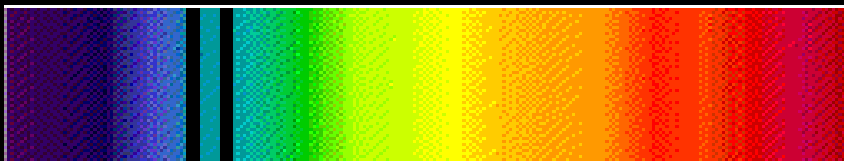
Typ
abhängig
vom **Winkel**

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.

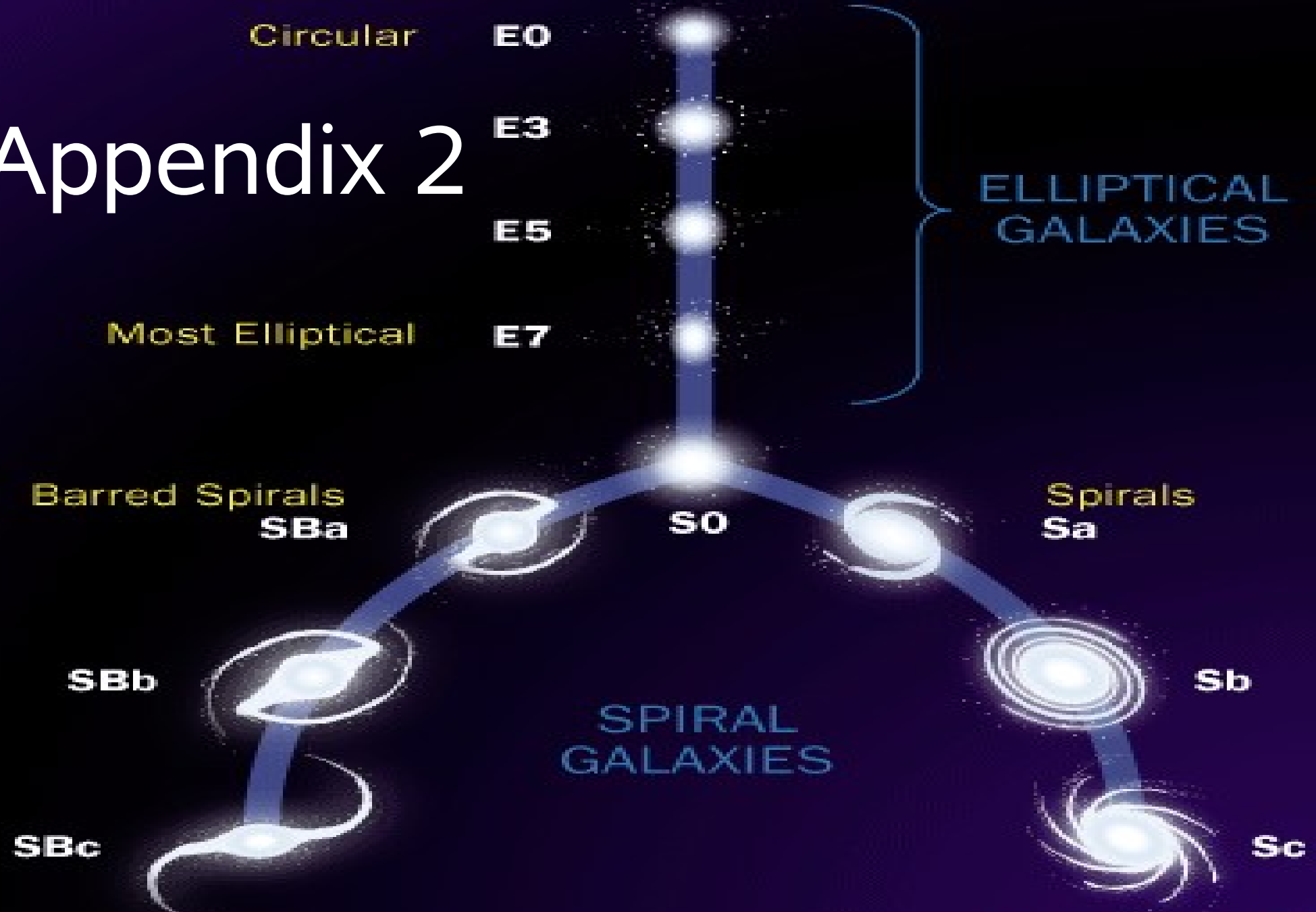
**Dieses Diagramm zeigt das Verhältnis Geschwindigkeit/Entfernung
Durch die Rotverschiebung kann man die Geschwindigkeit verschiedener
Objekte ermessen**

3.2 Seyfert-Galaxien



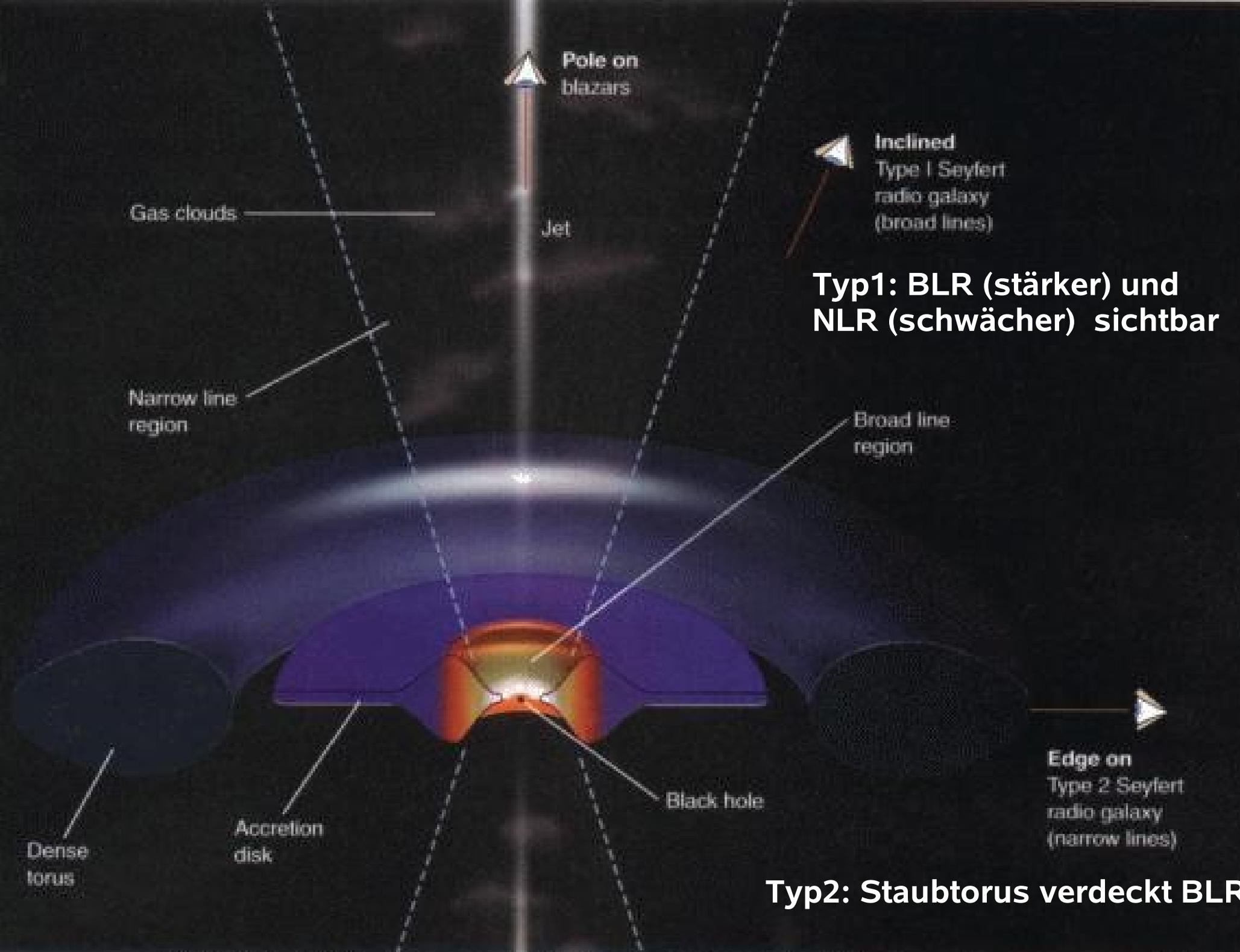
- *wurden nach dem Astronomen Carl Keenan Seyfert benannt*
- *Spiral- oder Irreguläre Galaxien (-> App. 2) mit sehr hellem Galaxienkern (können auch Gammastrahlen emittieren).*
 - *Seyfert-Galaxien haben 2 Typen (Seyfert 1 und Seyfert 2)*
 - *Sie sind aktive galaktische Kerne, wie Quasare, haben aber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

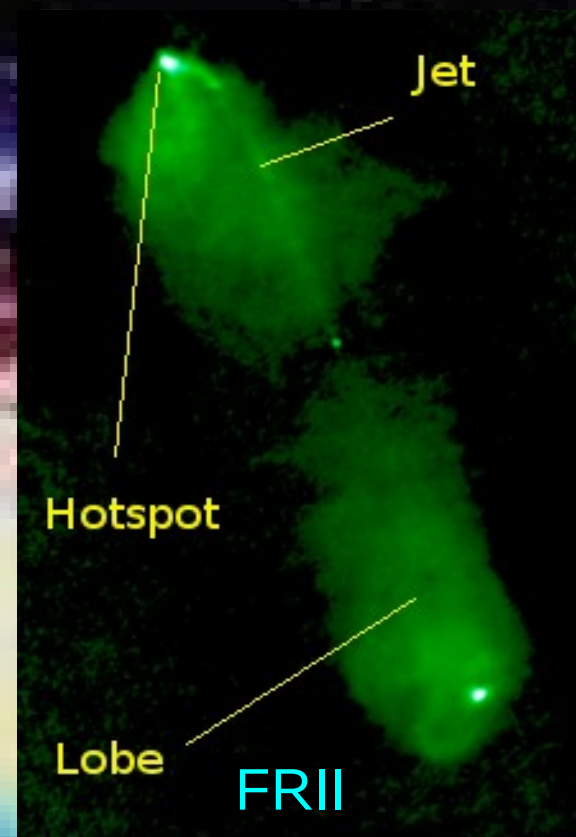
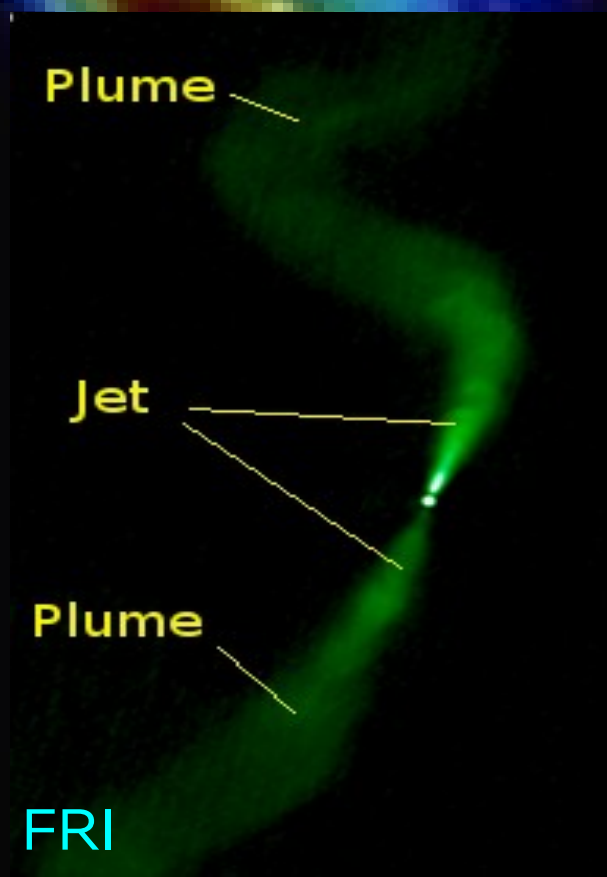


- *konnten unter vielen anderen im sichtbaren Licht schwachen Objekten identifiziert werden, da...*
 - *Die Galaxie im sichtbaren Licht wird nicht durch ihren Kern überstrahlt*

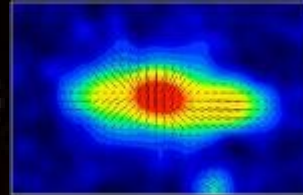


nächste Radiogalaxie: Centaurus A (NGC 5128)

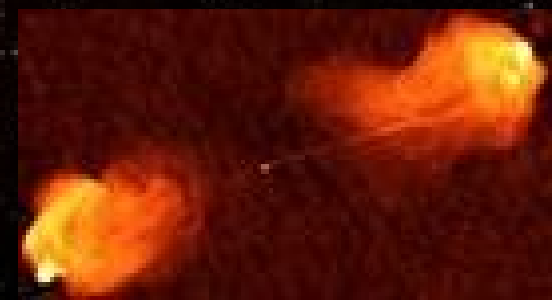
In 1974, wurden Radioquellen von Fanaroff und Riley in zwei Klassen eingeteilt, jetzt bekannt als Fanaroff und Riley Class I (FRI), und Class II (FR II).



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)

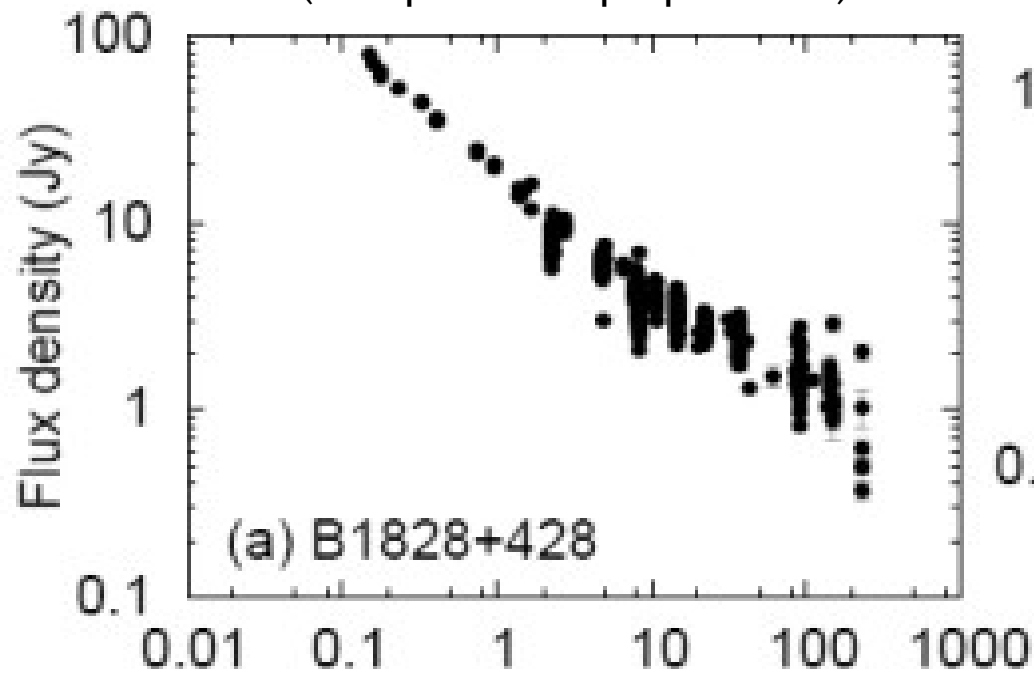
CSS

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

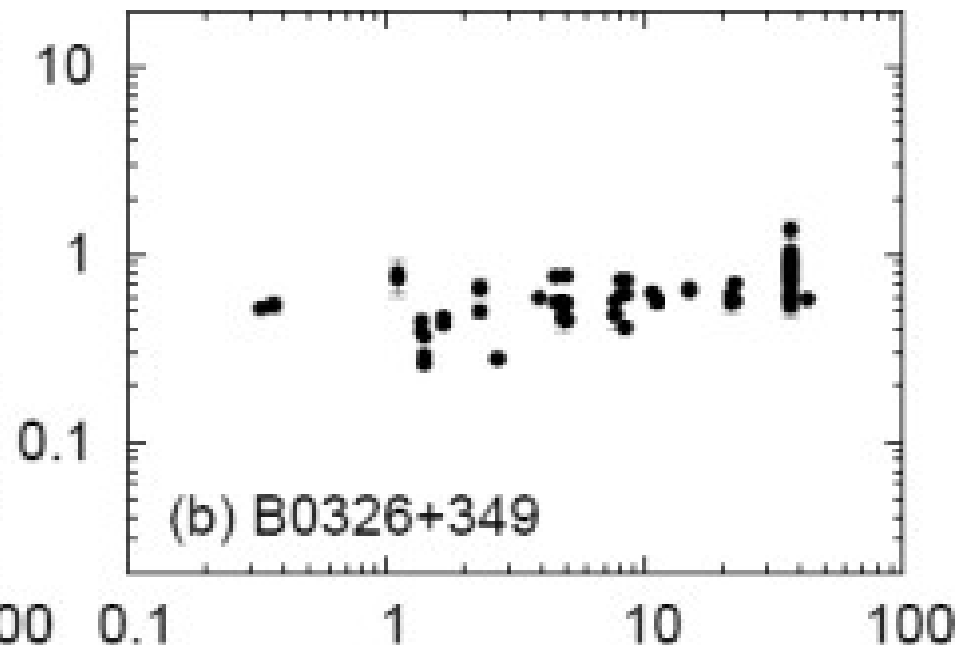
CFS

- Compact Flat spectrum (=CFS)

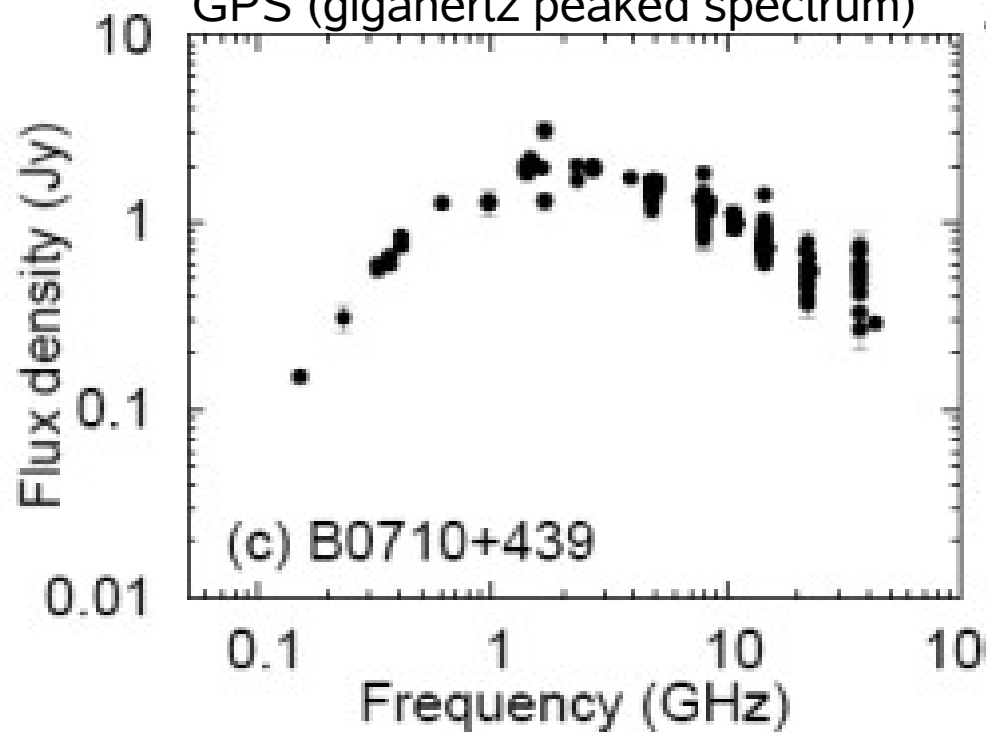
CSS (compact steep spectrum)

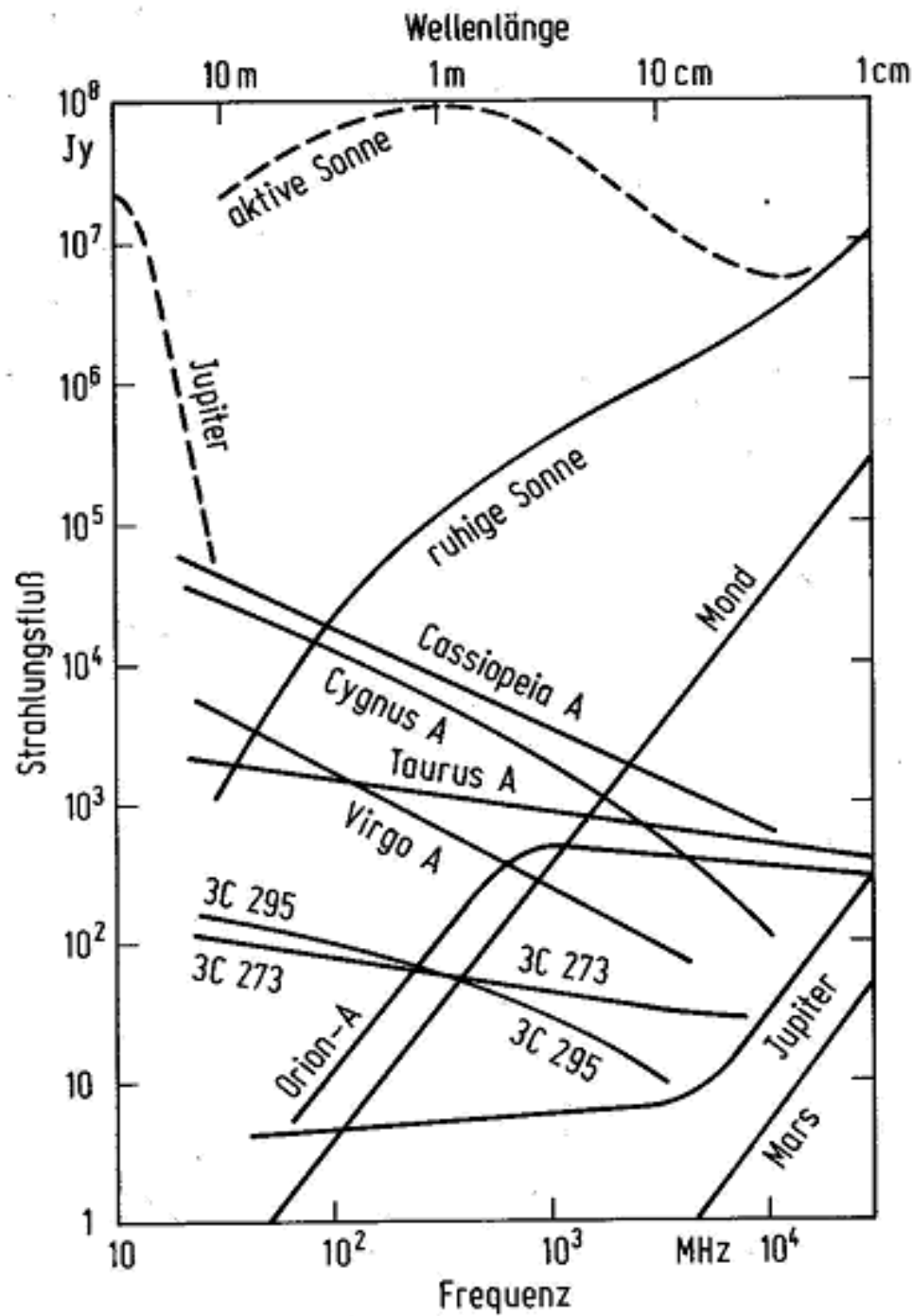


CFS (compact flat spectrum)



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,

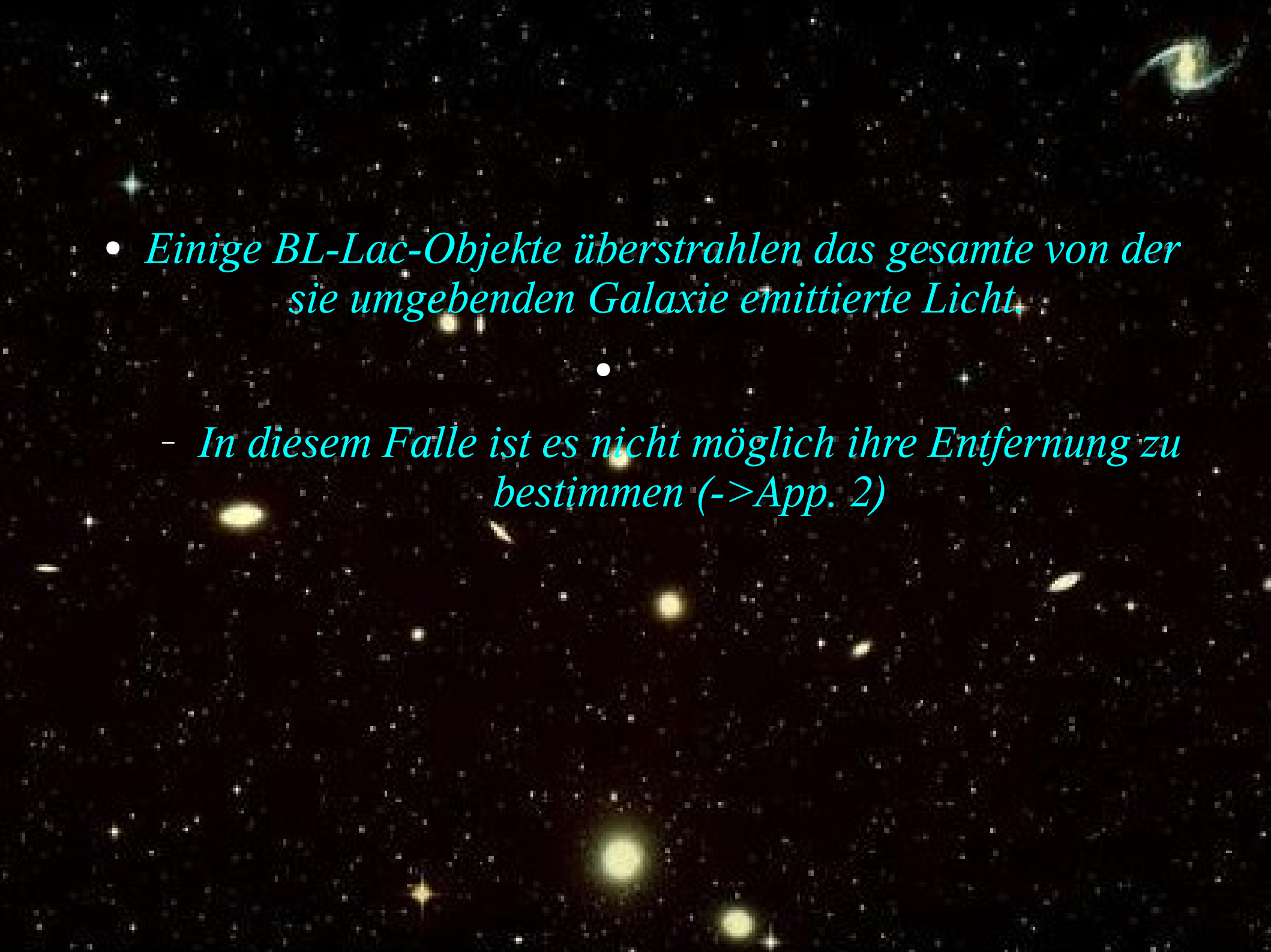
welche extrem starke, breite und schnell variierende elektromagnetische Emission, von Radio- zu Gammastrahlen, darstellen

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*