

# Quasars

Leon Deninger

# Inhaltsverzeichnis

1. Definition
2. Energie der Quasare
3. Die Quasare im frühen Universum
4. Radioteleskope
5. Bibliografie

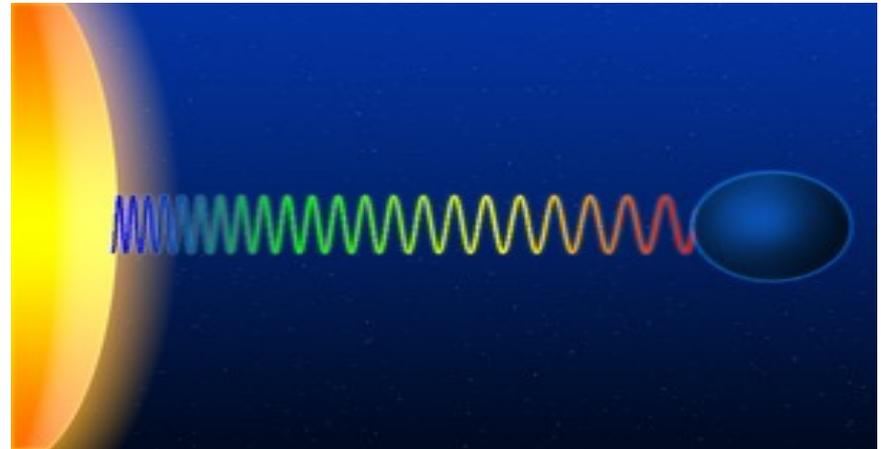
# Definition

- Ein Quasar ist ein akkreditierendes Schwarzes Loch im Zentrum einer Galaxie, ein Schwarzes Loch mit einer großen Menge Gas um es herum
- Quasare sind in relativer Nähe zu unserer Galaxie sehr selten, werden jedoch mit zunehmender Entfernung zahlreicher.
- Sie besitzen eine hohe Rotverschiebung, woraus man auf die grosse Entfernung schließen kann.
- Quasare sind Schwarze Löcher mit 10.000.000 bis 1.000.000.000 Sonnenmassen.

- Der hellste Quasar ist 3C 273, der 1963 entdeckt wurde und etwa 2.000.000.000.000 mal heller als die Sonne ist.
- Seine Entfernung beträgt ca. 2,44 Milliarden Lichtjahre. Noch von einer Entfernung von 33 Lichtjahren (Sonnenentfernung  $\sim 8$  Licht $minuten$ ) würde er etwa so hell erscheinen wie die Sonne.

# Rotverschiebung

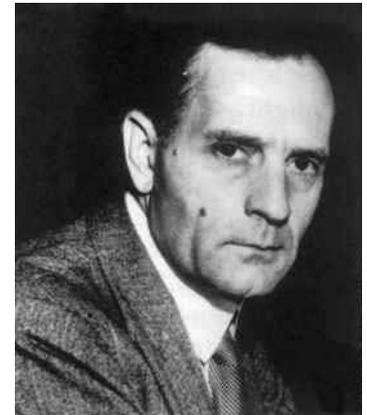
- Indikator für Entfernung von Galaxien
- Kosmologische Rotverschiebung: Ausdehnung des Weltalls, dadurch Beeinflussung der elektromagnetischen Wellen (Licht, Radio...)



# Rotverschiebung 2

- Die Rotverschiebung wurde 1912 von Vesto Slipher bei spektroskopischen Messungen entdeckt, aber erst

Edwin Hubble erkannte 1929 den Zusammenhang zwischen Rotverschiebung und Entfernung der Galaxien



# Radiowellen der Quasare

- Nur wenige Quasare senden Radiowellen aus, weniger als 10%
- Der große Teil der Quasare, der nicht Radiowellen aussendet, ist eigentlich ein QSO, (quasi-stellar object) wird aber allgemein Quasar genannt

# Energie der Quasare

- Quasare sind unter den energiereichsten Objekten des Universums
- Sie wurden zuerst in den 1960er Jahren beobachtet und für Sterne gehalten
- Weil sie aber nicht in das Schema von Sternen passten nannte man sie *Quasistellar Radio Sources* (Sterne haben einen sehr typischen Spektralaufbau).

# Die Quasare im frühen Universum

- Im frühen Universum gab es erheblich mehr Quasare als heute, mit einem steilen Maximum um 3-4 Mrd. Jahre nach dem Urknall
- Dieses Maximum ist mit der häufigen Kollision von Galaxien in der Frühzeit des Alls zu erklären, da im noch sehr kleinen Universum die Galaxien viel näher beieinander waren.

# Galaxienkollision

Nach den ersten 500 Millionen Jahren bildeten sich die ersten Galaxien. Galaxienkollisionen führten dazu, dass sich große Mengen interstellares Gas im Zentrum sammelte, welches wiederum als „Brennstoff“ für die schwarzen Löcher und die Akkretionsscheibe der Quasare dient.

Danach dehnte sich das Universum so weit aus, dass die meisten Galaxien für eine Kollision zu weit voneinander entfernt waren.

# Quasare als Zeitfenster

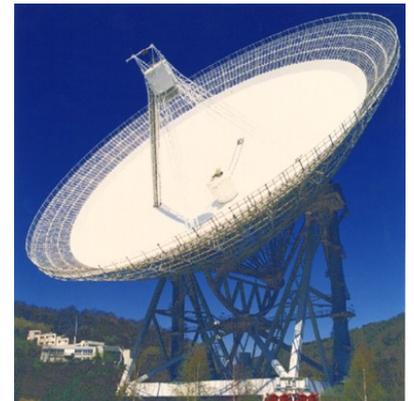
- Da Quasare eine solch große Entfernung zur Erde besitzen, sind sie als Zeitfenster in die frühe Entstehungszeit des Universums nutzbar
- Der am weitesten entfernte definitiv nachgewiesene Quasar hat eine Entfernung von 13,1 Milliarden Lichtjahren, und das Licht das uns erreicht wurde 600 Millionen Jahre nach dem Urknall ausgesendet

# Unterklasse der Quasare-Blazare

- Blazare sind Quasare mit besonders schnellen Energievariationen.
- Ihr Name kommt- ähnlich dem der Quasare- von *blazing quasi stellar objects*.

# Radioteleskope

- Die Entdeckung von Quasaren gelang in den 60er Jahren dank Radioteleskopen in England (Cambridge).
- Die größten Radioteleskope der Welt sind das 100- Meter-Teleskop in Effelsberg, das 102-Meter-Radioteleskop in Green Bank, USA und das (unbewegliche) 305 Meter Durchmesser Teleskop in Arecibo/Puerto Rico



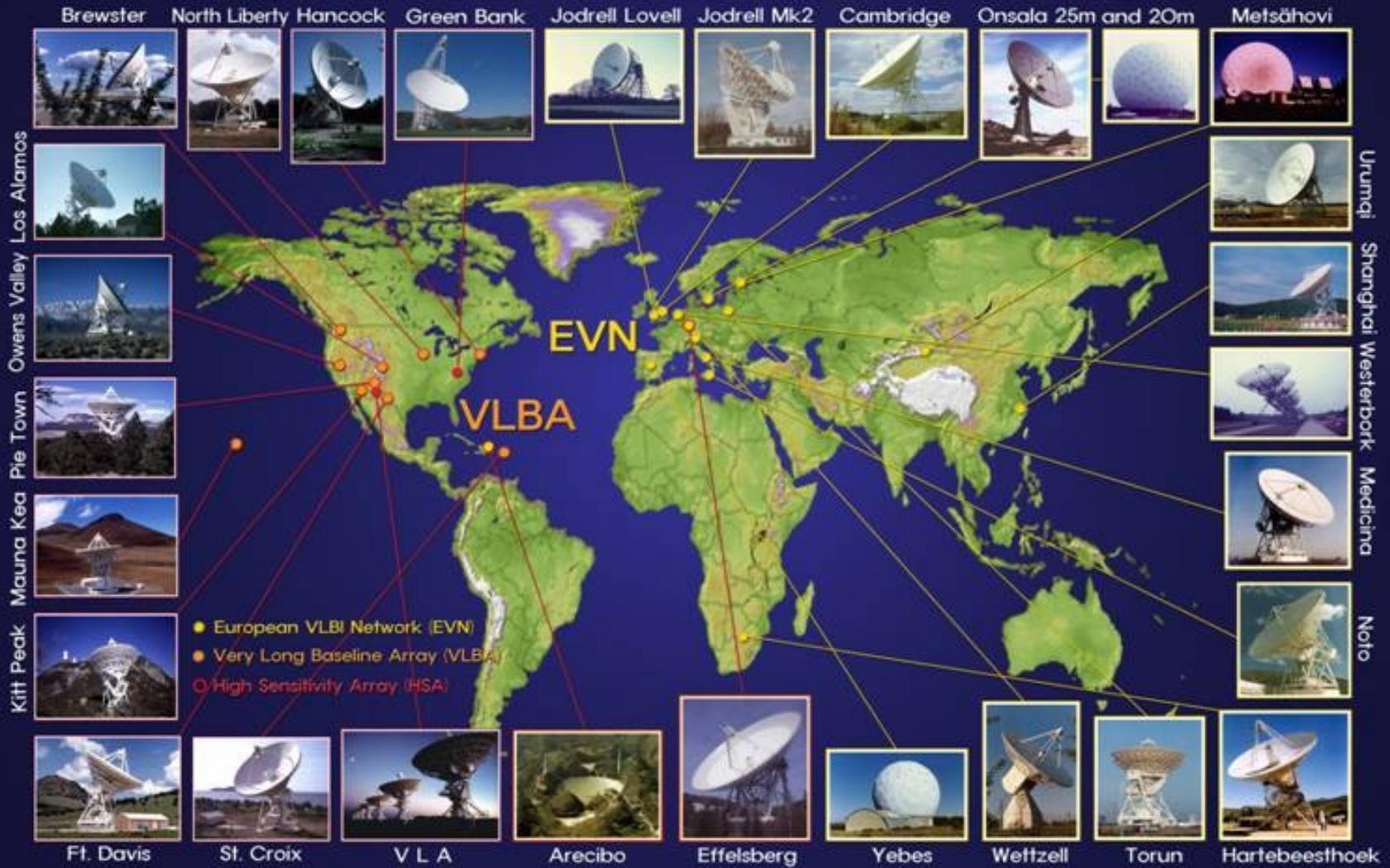
# Die Interferometrie

- Interferometrie (astronomisch) bedeutet das Zusammenschalten von Teleskopen durch Überlagerung der Signale, was eine verbesserte Auflösung ermöglicht.
- Das Objekt wird von mehreren Teleskopen synchron betrachtet und die Signale im Computer gespeichert und korreliert (überlagert).
- Heute ist es dank der schnellen Internetverbindung und der modernen Computerkapazitäten möglich, die Signale direkt zu überlagern.

# Das VLBI

- VLBI= Very Long Baseline Interferometry
- Netzwerk von zahlreichen großen Radioteleskopen (GB, Effelsberg...) auf drei Kontinenten, durch Internet miteinander verbunden.
- Größtes Radioteleskopnetzwerk auf Interferometriebasis

# The Global VLBI - Array



# Probleme

- Durchmesser der Erde begrenzt Entfernung der Teleskope voneinander, d.h. begrenzte Spannweite, begrenzte Auflösung. Die gleichzeitige Sichtbarkeit des Objektes, die nötig ist, ist auch ein Problem.

# Weltallforschung

- Der russische Satellit RadioAstron wird zur Interferometrie mit dem Radioteleskop Effelsberg genutzt damit ein 350.000 Kilometer großes Interferometrieteleskop aufgebaut werden kann.



# Zukunftsplanungen

- Planungen an einem *Event-Horizon-Teleskop* (submm VLBI)
- *Event Horizon*= Ereignishorizont, die Marke an der die Fluchtgeschwindigkeit die Lichtgeschwindigkeit erreicht
- Das Teleskop soll Radiobilder von der Grenze des Schwarzen Lochs liefern.
- Schwierigkeit: Größe am Himmel : Mikrobogensekunden (Vollmond: 1800 Bogensekunden)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Event\\_Horizon\\_Telescope](http://en.wikipedia.org/wiki/Event_Horizon_Telescope)

# Bibliografie

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Quasar>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Quasar>
- <http://www.eventhorizontelescope.org/>
- [http://  
www.mpa-garching.mpg.de/mpa/institute/news](http://www.mpa-garching.mpg.de/mpa/institute/news)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Rotverschiebung>