

Die Umgebung aktiver Galaxienkerne

Überblick

Hostgalaxien:

- AGN als Kerne von Galaxien
- Hostgalaxien: Struktur & Massen
- Beziehung Schwarzes Loch – Galaxie
- Evolution von Hostgalaxien
- Hostgalaxien: Stellare Populationen
- Hostgalaxien: Gasinhalt
- Radioeigenschaften und Hostgalaxie

Großräumige Verteilung:

- Galaxiendichten: Void, Feld, Gruppe, Cluster?
- Unterschiede radiolaut, -leise
- ...

Kerne von Galaxien

- Alle AGN sind N(uclei) von G(alaxien)
- ca. 1997: Debatte über “nackte Quasare” (John Bahcall et al.)
- Daten von HST Wide Field/Planetary Camera
- Aussage: Quasar-Kerne ohne erkennbare ausgedehnte Galaxie
- Reanalyse durch Kim McLeod & George Rieke: doch Galaxien, suboptimale Analyse
- Sprachgebrauch: Muttergalaxien, Wirtsgalaxien, Hostgalaxien
- von $z < 0.01$ bis $z > 2$ nachgewiesen
- Frage von Auflösung vs. Kontrast Kern:Galaxie

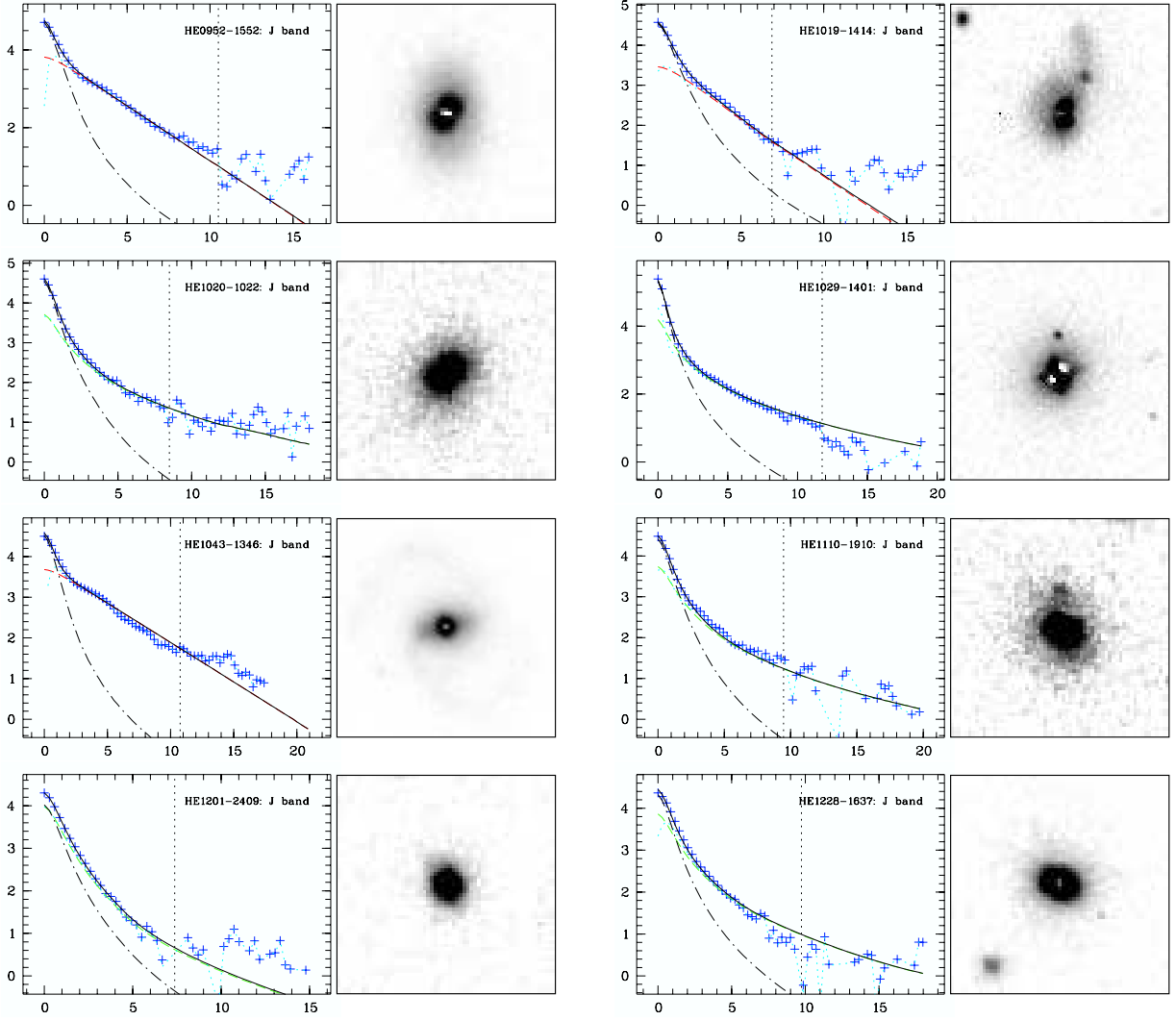
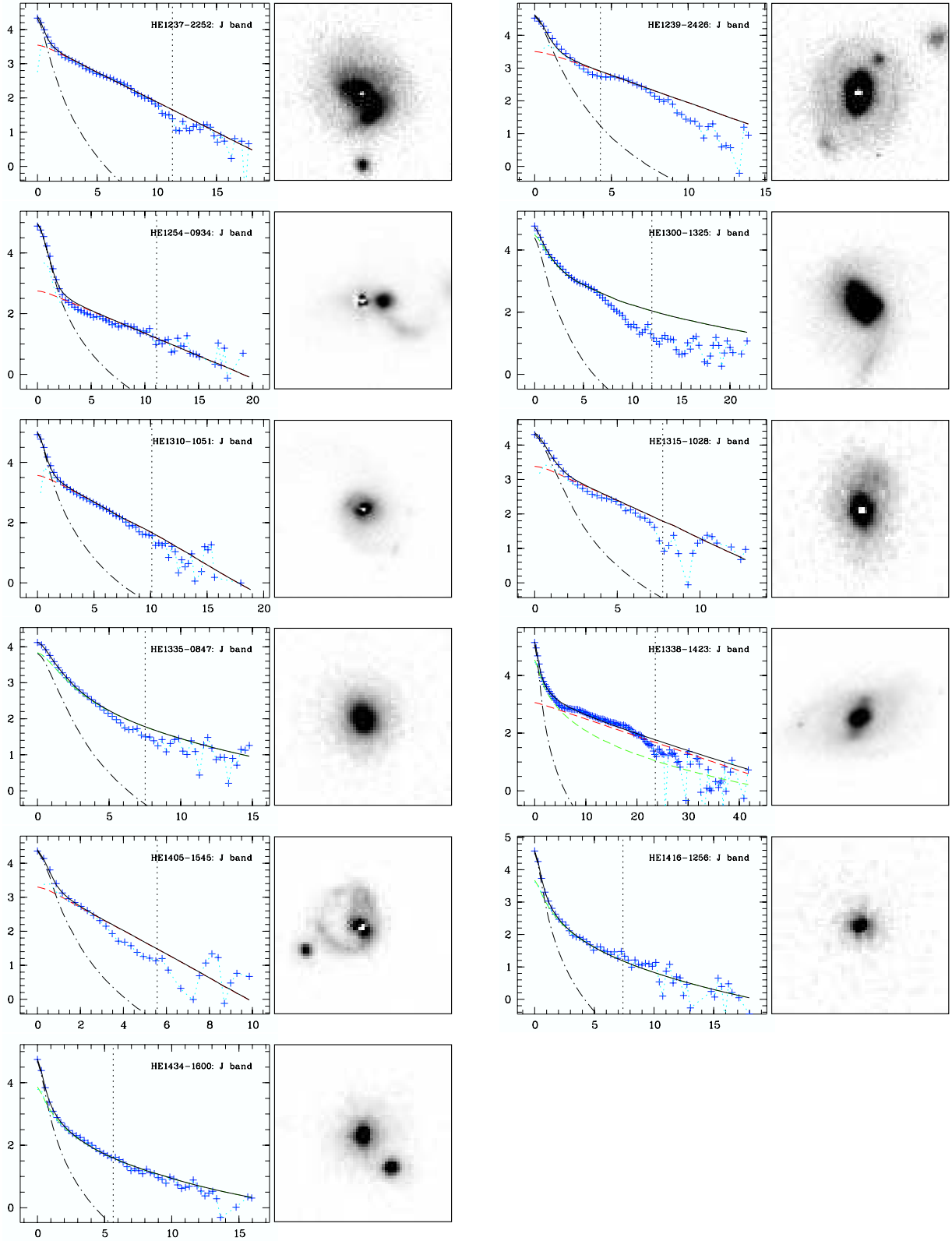


Figure 2.9. The objects in the multicolour sample: The diagrams show radial surface brightness profiles of the objects in the J band, flux is logarithmic in arbitrary units, radius is in arcseconds. The symbols mark the data points, the different lines are: nuclear model (dot-dashed black), host model (long dashed, green spheroidal, red disk), combined nuclear plus host model (solid black), remaining host after subtraction of the nuclear model (dotted light blue). The vertical line marks the radius of the ellipse inside which was fitted. A full set of profiles for all bands can be found in Appendix A. The grey scale images show the host galaxy after subtraction of the nucleus in the NIR J band (for HE 1043–1346, HE 1254–0934, and HE 1310–1051 the R band). Images are centered on the nucleus. The side lengths of the images differ: $21.75''$ for HE 1310–1051 and HE 1338–1423, $17.5''$ for HE 1043–1346, $11.6''$ for HE 1019–1414, HE 1029–1401, HE 1237–2252, HE 1239–2426 and HE 1300–1325, and $8.7''$ for the remaining objects.



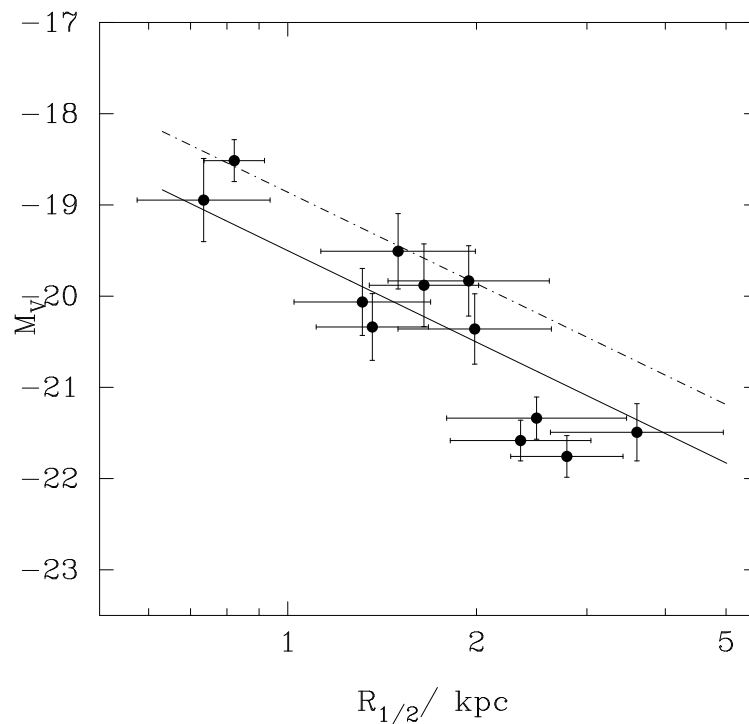
Hostgalaxien: Struktur & Massen

Können alle Galaxien Hostgalaxien sein?

- Scheibengalaxien (mehr Seyferts)
- Spheroide (alle leuchtkräftigen Quasare)
- keine irregulären Galaxien
- Grund: enge Beziehung zwischen Masse Bulge und Masse SL (Magorrian-Beziehung, s.u.)

Massen von Hostgalaxien:

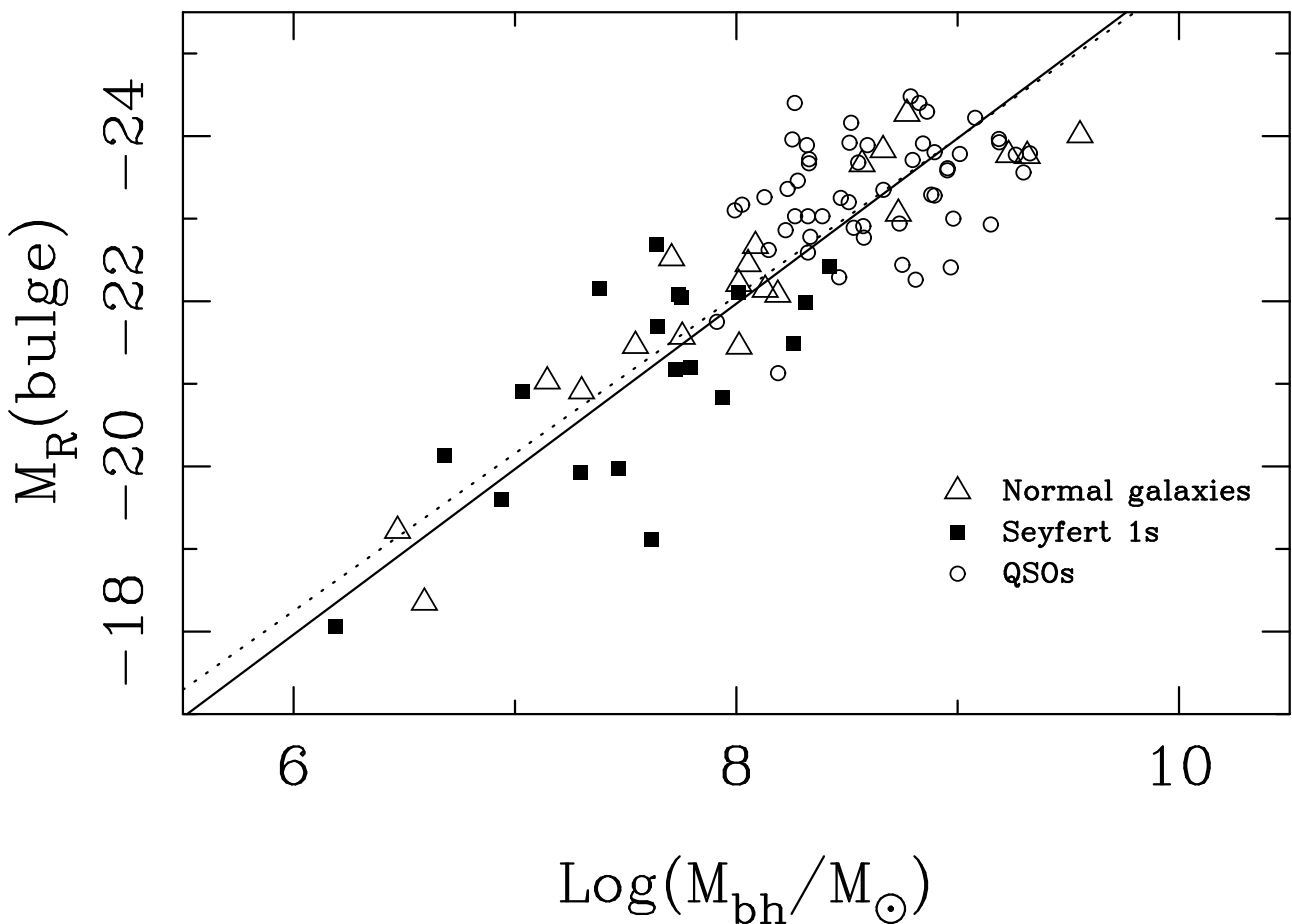
- Massen wie normale Galaxien
- Breites Spektrum, aber tendenziell keine Zwerggalaxien sondern recht massereich
- wieder Bedingung: substantieller Bulge, findet sich nur in massiven Galaxien



(Sanhez et al. 2004)

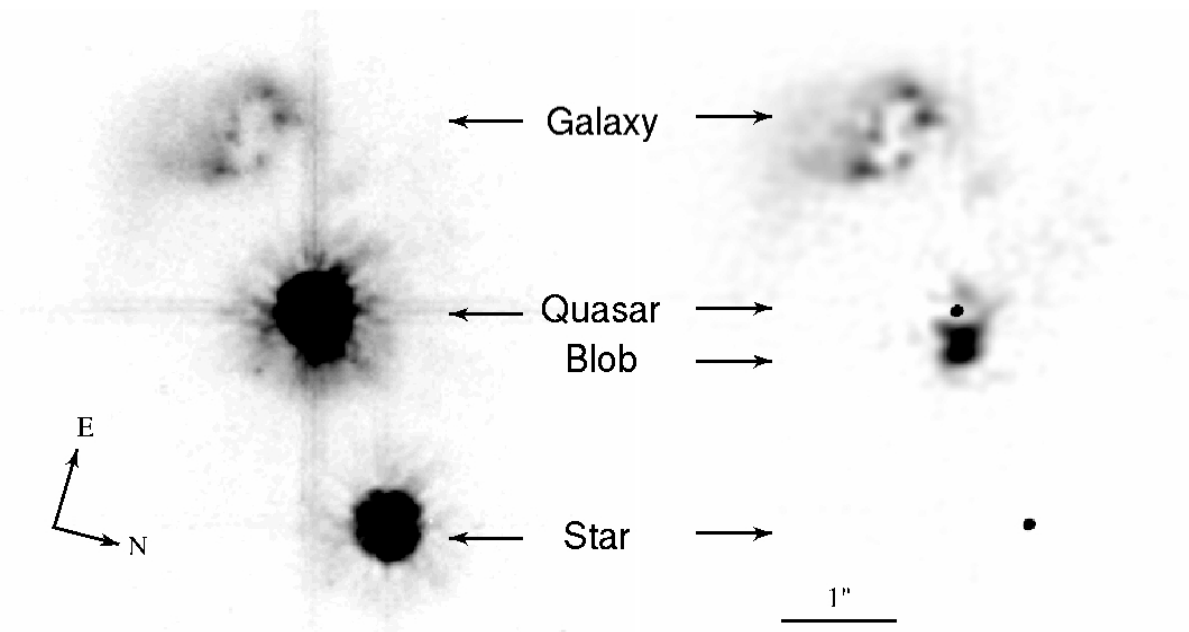
Enge Beziehung Schwarzes Loch – Galaxie

- Magorrian-Beziehung: SL hat ca. 0.12% der Bulgemasse
- Streuung ca. 0.3 dex (Faktor 2)
- recht enge Beziehung → Gemeinsame Entstehung/Entwicklung?
- Merger-Hypothese: Verschmelzung von Galaxien führt zu Wachstum von Hostgalaxie und SL
- Akkretionshypothese: Gleicher Prozess der Gas zum SL bringt sorgt auch für Sternentstehung
- beides realisiert?



(McLure & Dunlop 2002)

Oder auch Gegenbeispiele?



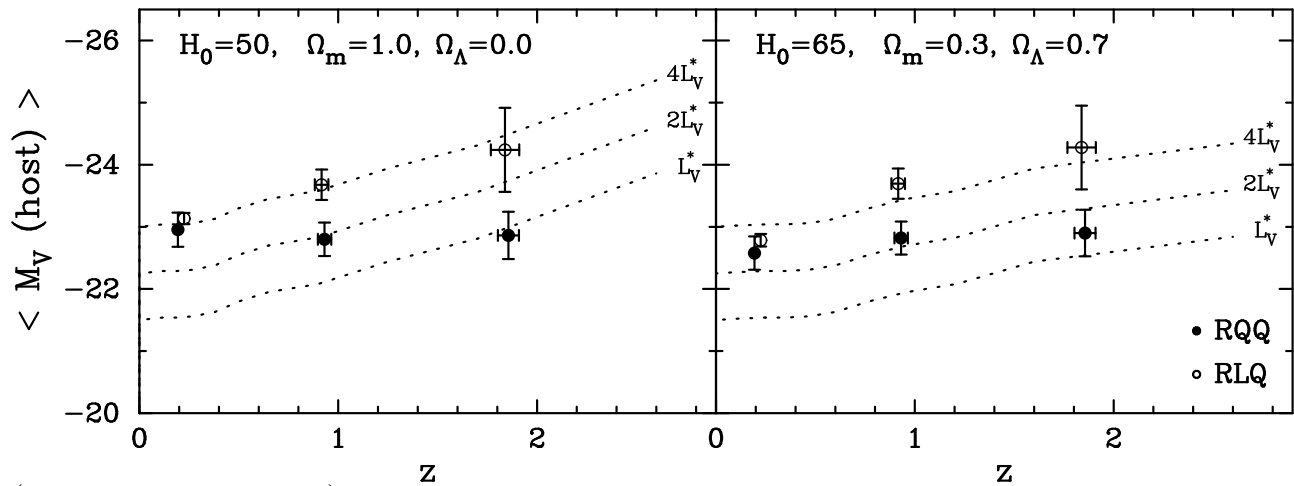
(Magain et al. 2005, Nature, in press)

- Beispiel Hostgalaxie mit $\times 10$ weniger Masse als nach Magorrian-Beziehung erwartet
- spezielle Situation (Merger)?
- Geburtsstunde eines AGN?
- Super-Eddington Akkretion?

→ Interpretation derzeit unklar!

Evolution von Hostgalaxien

- Unterschiede zwischen radio-lauten und -leisen QSOs?
- derzeit nicht entscheidbar
- möglicherweise Evolution genau wie inaktive Galaxien

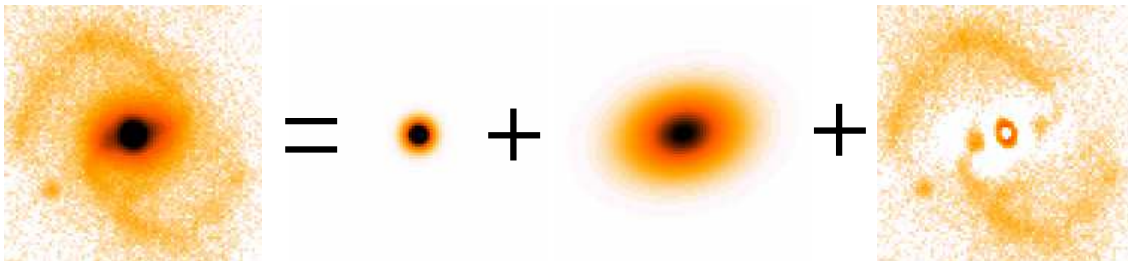


(Kukula et al. 2001)

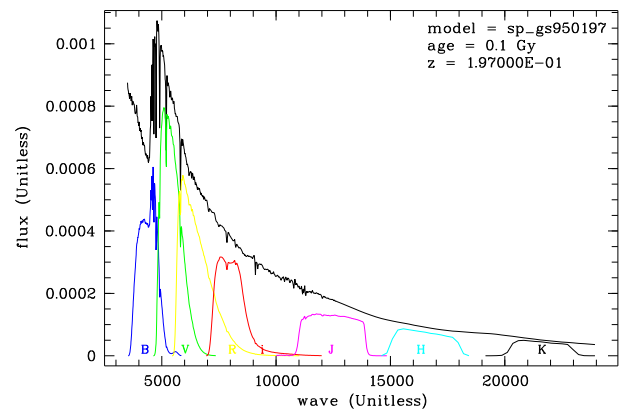
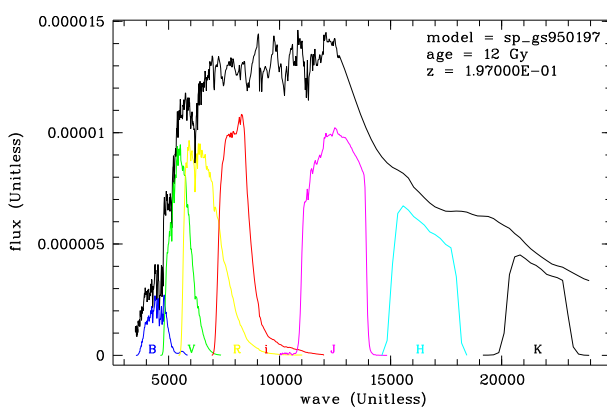
aber...:

Hostgalaxien: Stellare Populationen

- Populationsuntersuchungen schwierig: Kernhelligkeit
- Entweder Breitbandphotometrie mit Entfernen des Kernlichtes
- oder Spektroskopie Aussenbereiche
- oder Entfernung des Kernlichtes bei Spektroskopie



(Kern-Entfernung mit Numerischen Methoden)

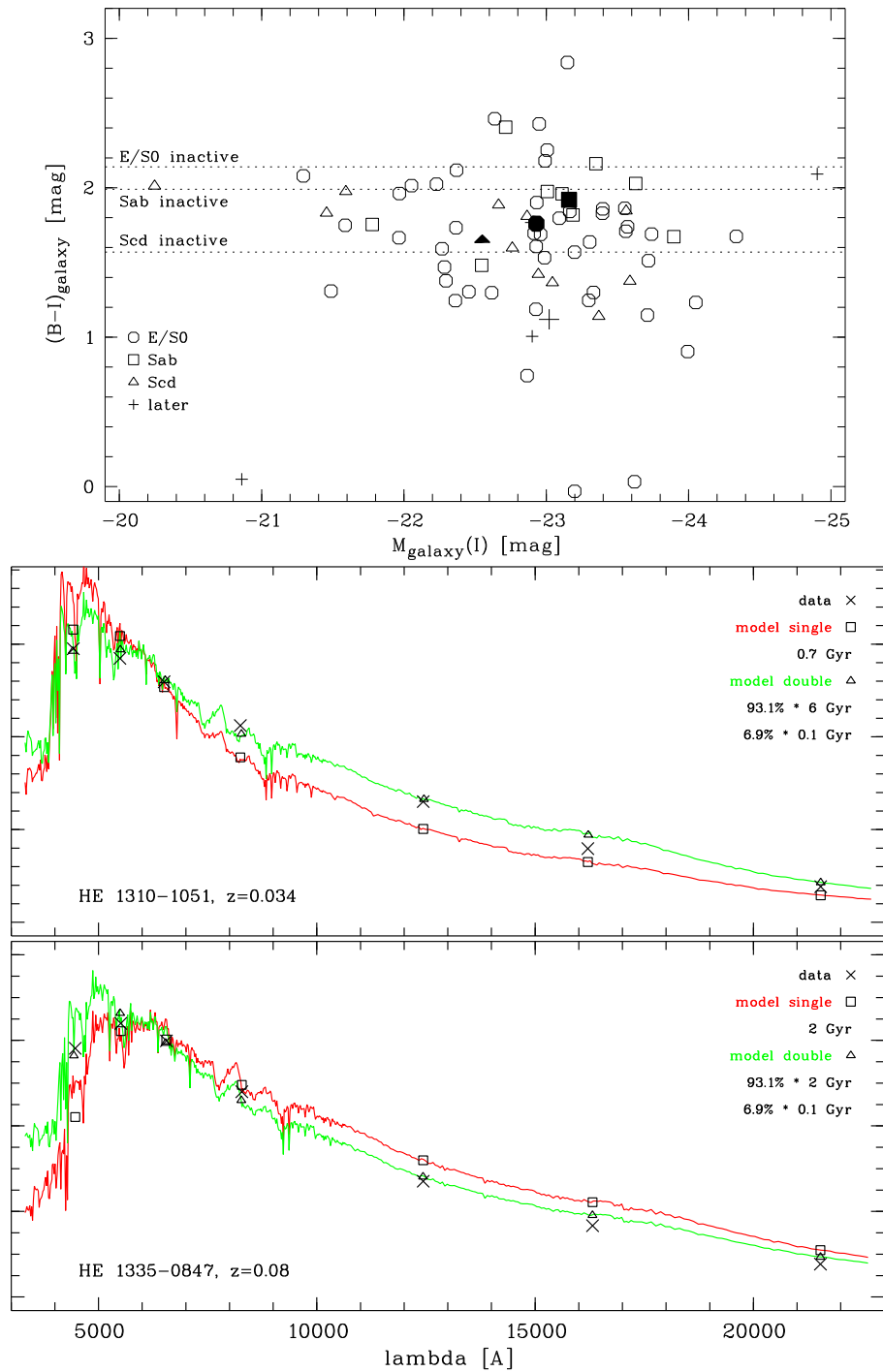


(SED-Unterscheidung mit Breitbandfiltern)

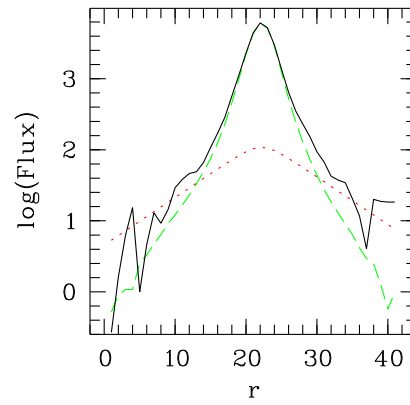
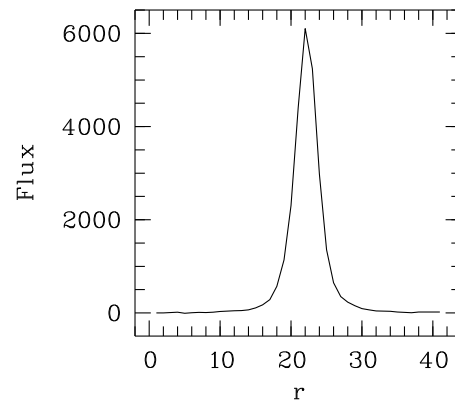
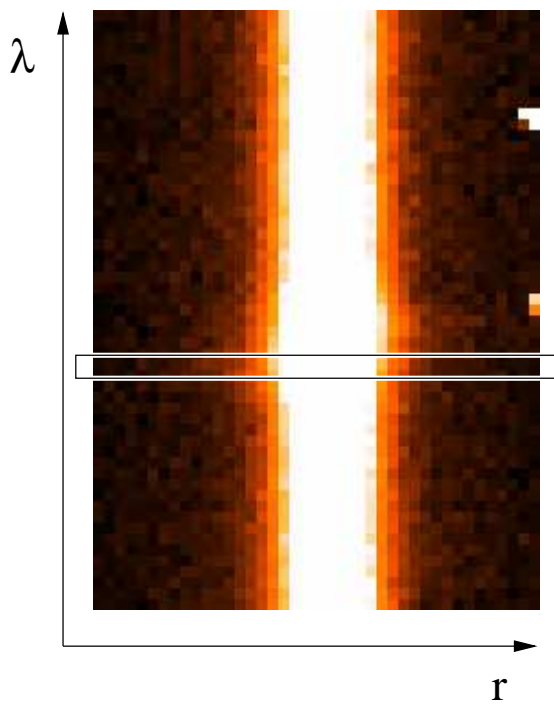
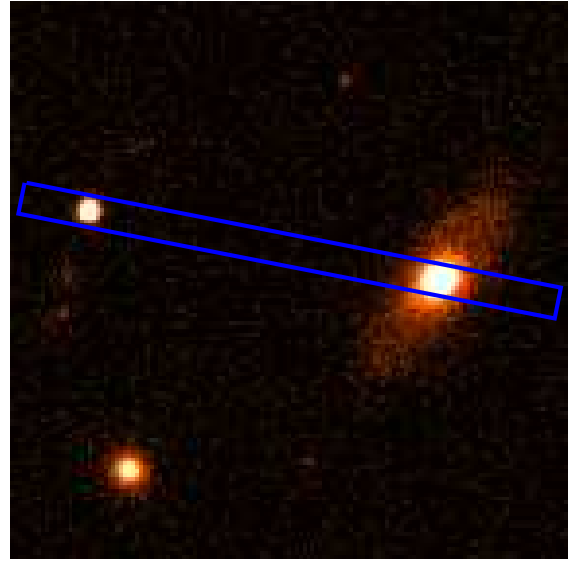
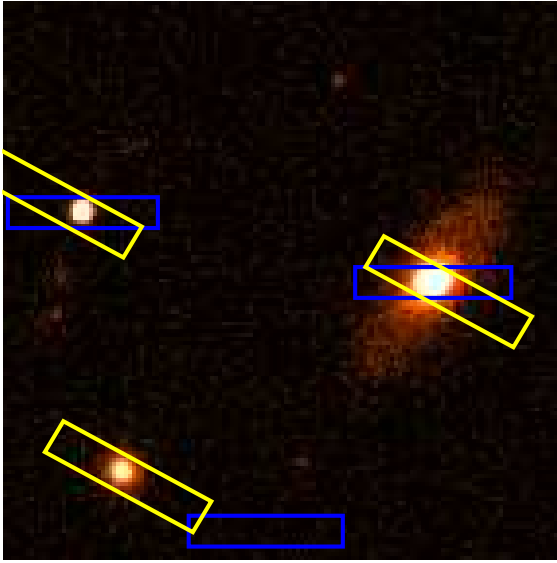
Hostgalaxien: Stellare Populationen

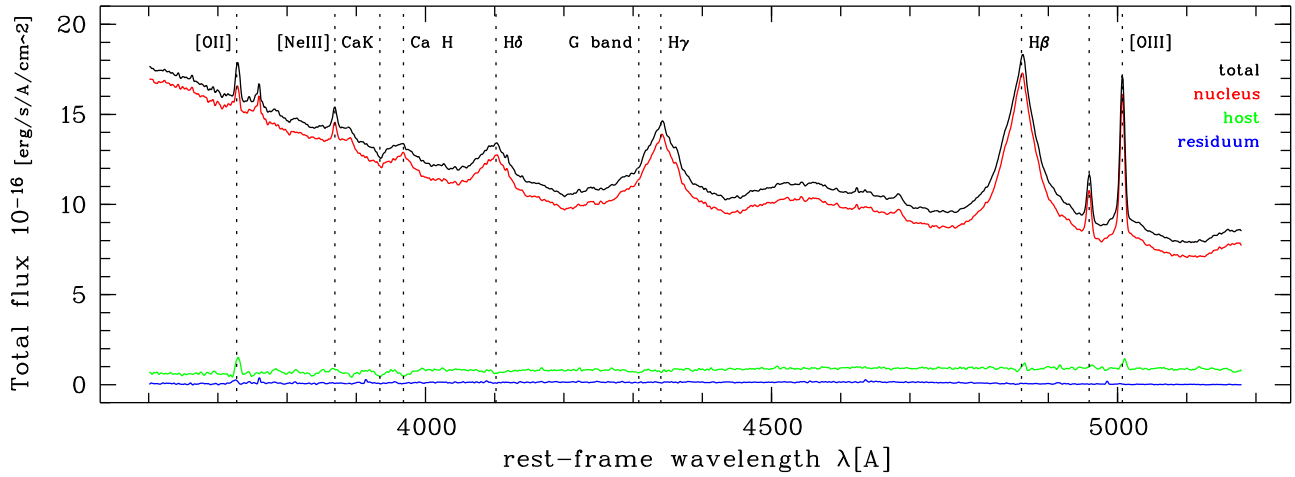
Ergebnis Imaging: Bei Spheroïden

- Farben sind blauer als erwartet für inaktive Galaxien gleichen Typs



Methodik Spektroskopie: Räumliche Modellierung von Kern- und Galaxienkomponente





Ergebnis Spektroskopie bei Spheroiden:

- Spektrum zeigt jüngere Populationen als erwartet von inaktiven Galaxien
- konsistent mit Breitband Ergebnissen

→ d.h. massive AGN haben Hostgalaxien mit jüngeren Sternen als massive inaktive Spheroide

Unklar ist:

- Anhaltende Sternentstehung
- oder nur im ganzen jüngere Sterne?

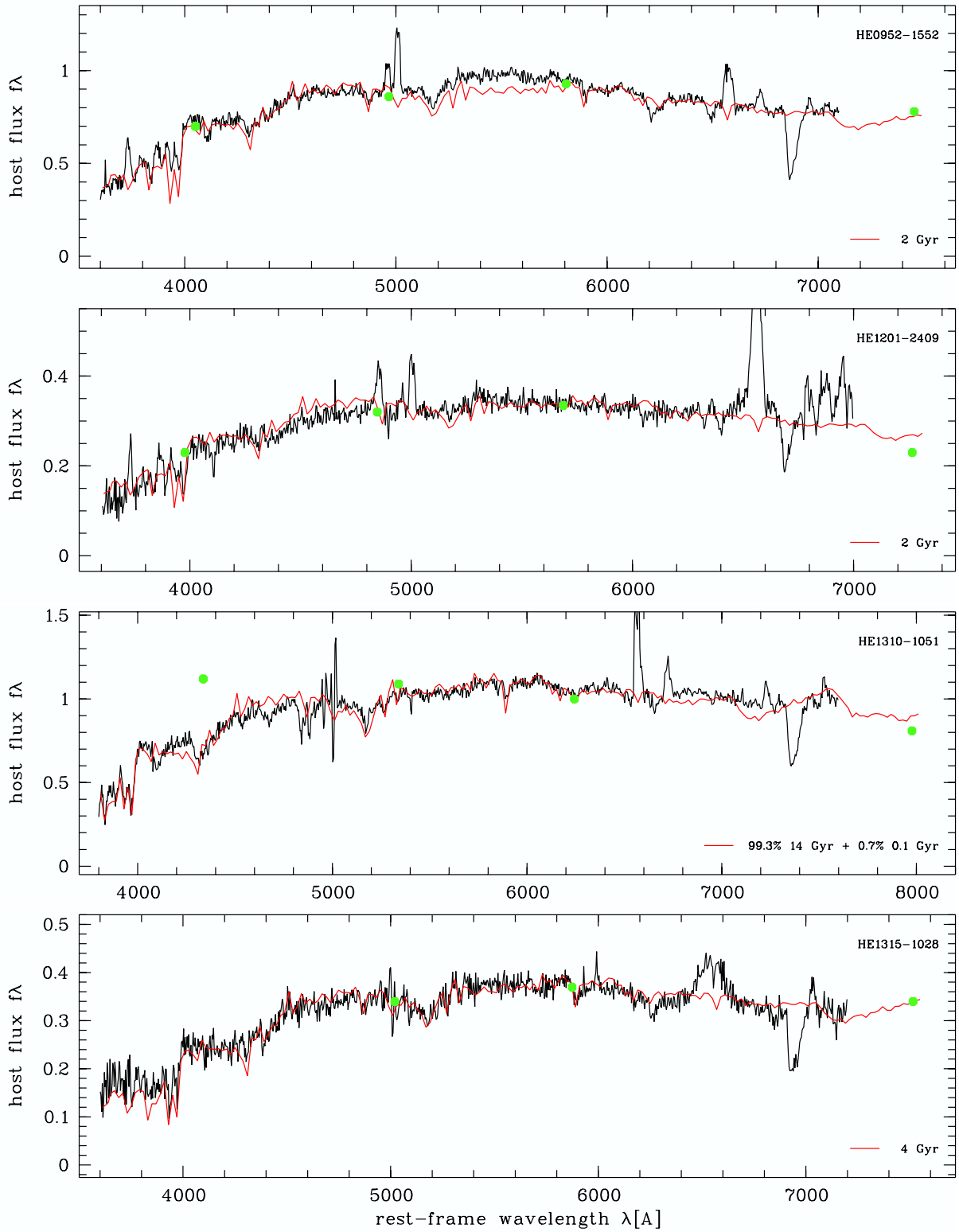
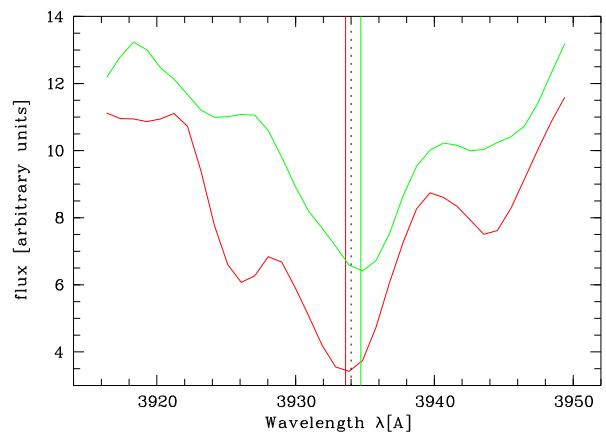
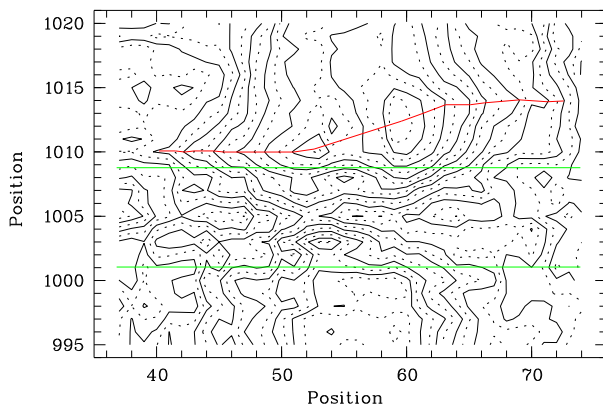
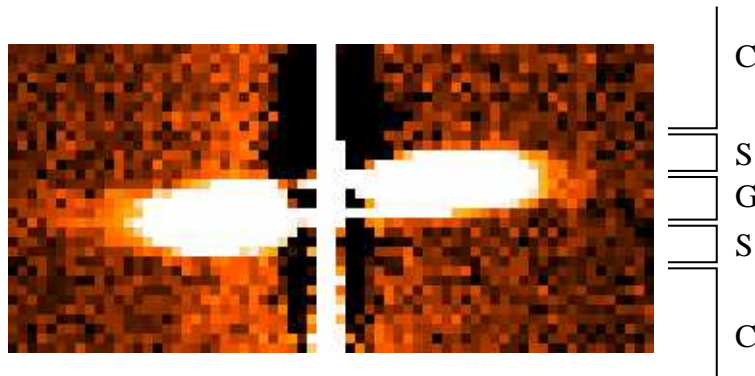


Figure 4.9. Model fits for four EFOSC objects with sufficient quality. See text for description.

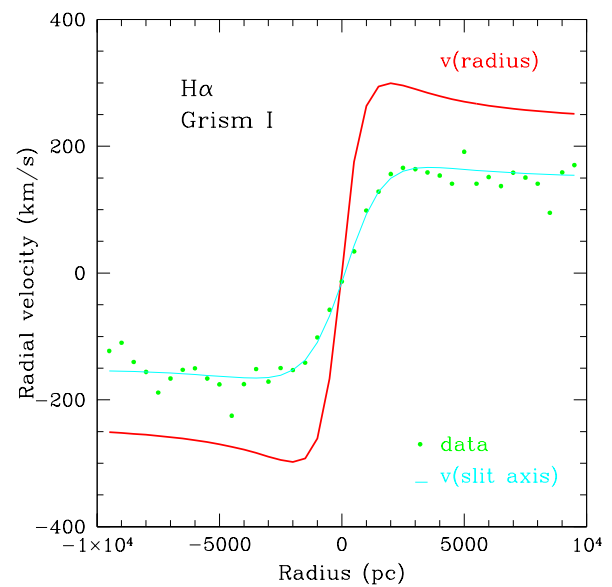
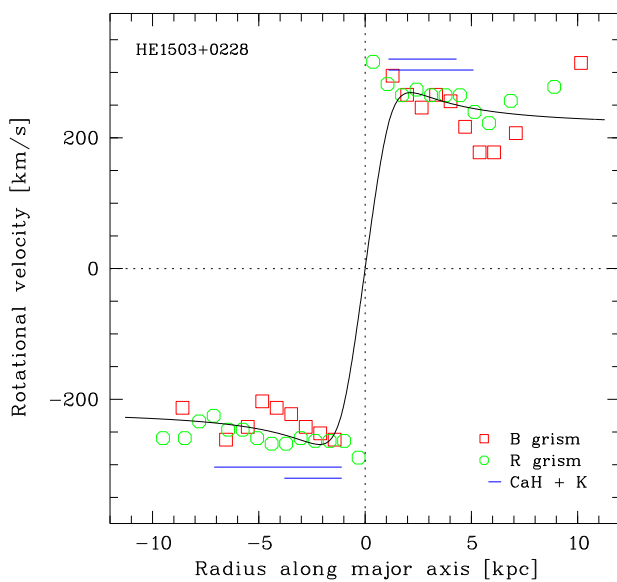
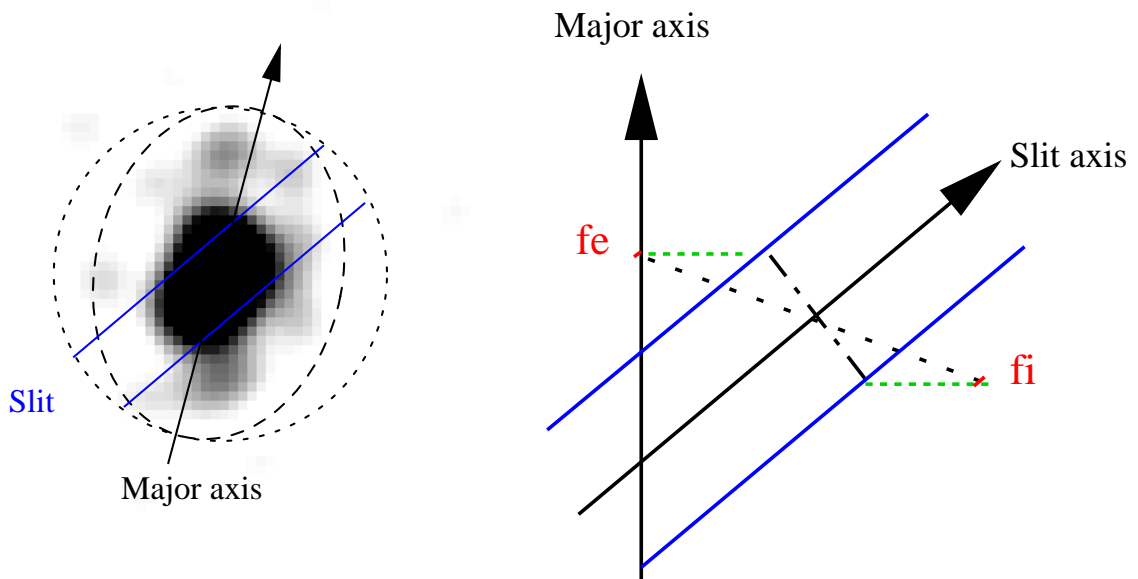
Hostgalaxien: Gasinhalt

- Spheroide eigentlich “red-n-dead”:
 - kaltes Gas verbraucht bzw. aufgeheizt → keine Sternentstehung mehr
 - passive Evolution, altern, Farben werden rötler
- Aber: in manchen Spheroiden existieren Scheiben von Gas



Massenbestimmung aus Rotationskurven

- Geschwindigkeiten als Funktion des Radius
- Gemessen aus Emissionslinie \rightarrow Gas
- Gemessen aus Absorptionslinien \rightarrow Sterne

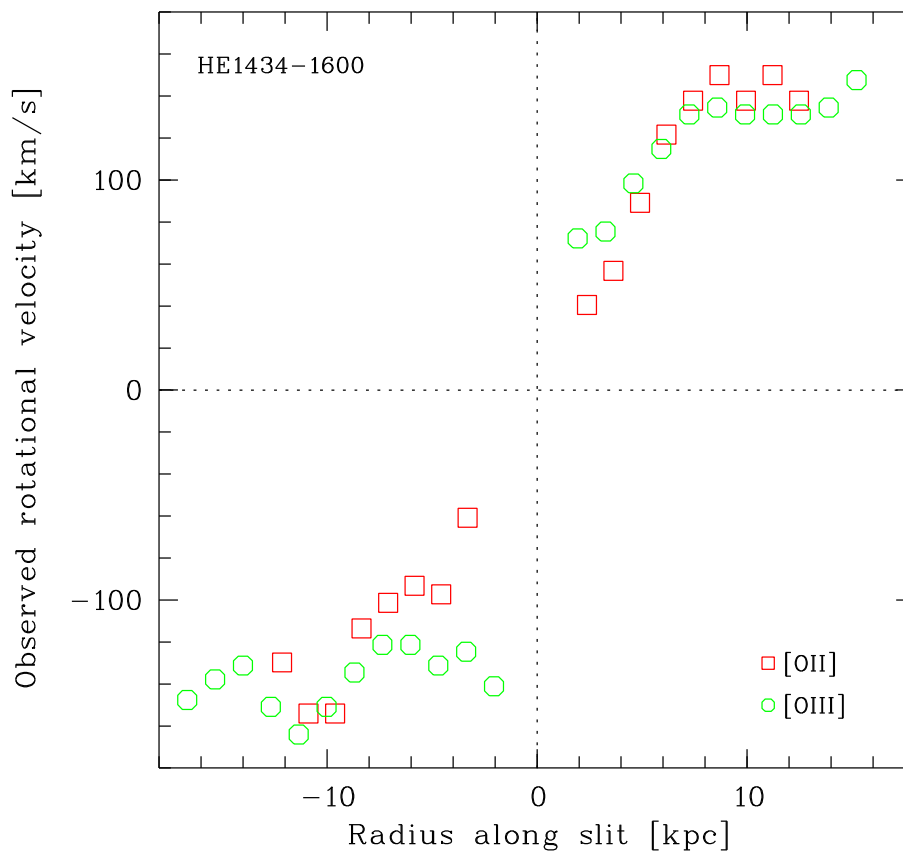


Massenbestimmung aus Rotationskurven

- Modellfit (SL, Scheibe, Bulge, DM) an Rotationskurve kann Massen bestimmen
- Auflösung für SL-Masse nicht gut genug

Table 3. Weighted means of the masses obtained in Table 2 where the weights are computed from the residuals of each individual fit. M_{tot} is the sum of M_{disk} and M_{dark} . Units are solar masses.

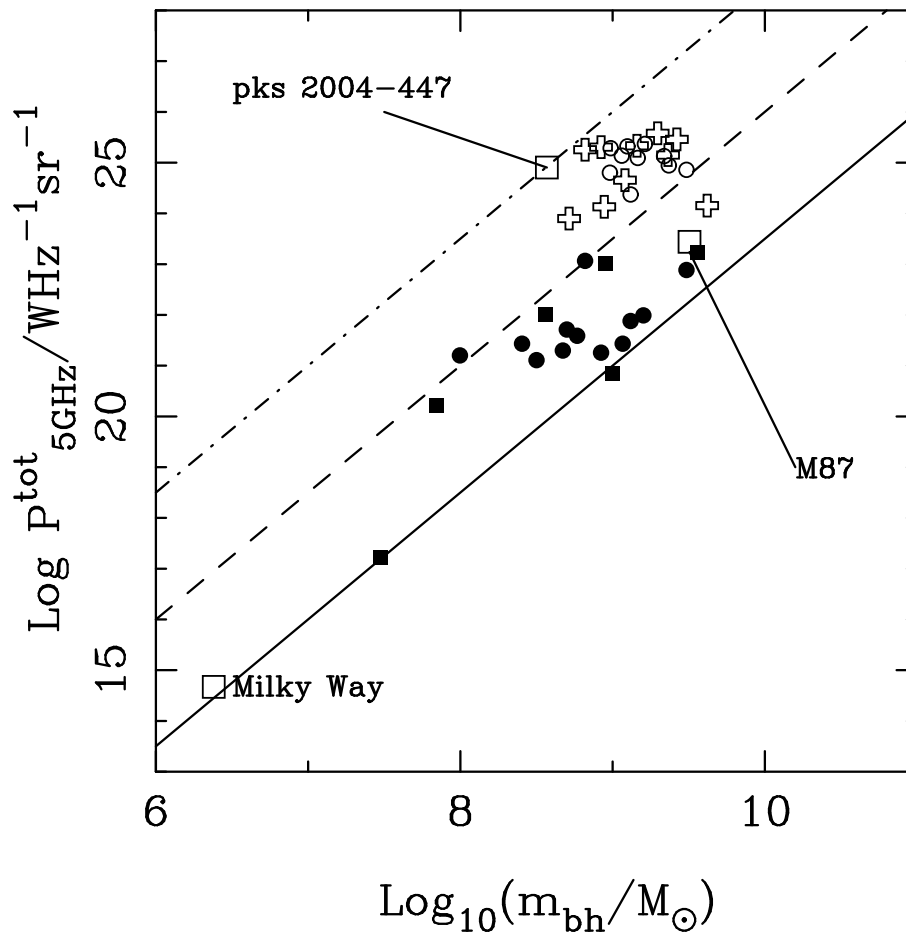
Masses	$r < 1$ kpc	$r < 3$ kpc	$r < 10$ kpc
M_{disk}	$1.9 \pm 0.3 \cdot 10^{10}$	$5.1 \pm 0.7 \cdot 10^{10}$	$7.0 \pm 0.9 \cdot 10^{10}$
M_{dark}	$1.1 \pm 0.3 \cdot 10^9$	$1.6 \pm 0.3 \cdot 10^{10}$	$1.2 \pm 0.1 \cdot 10^{11}$



(Gas-Rotation in spheroidaler Hostgalaxie!)

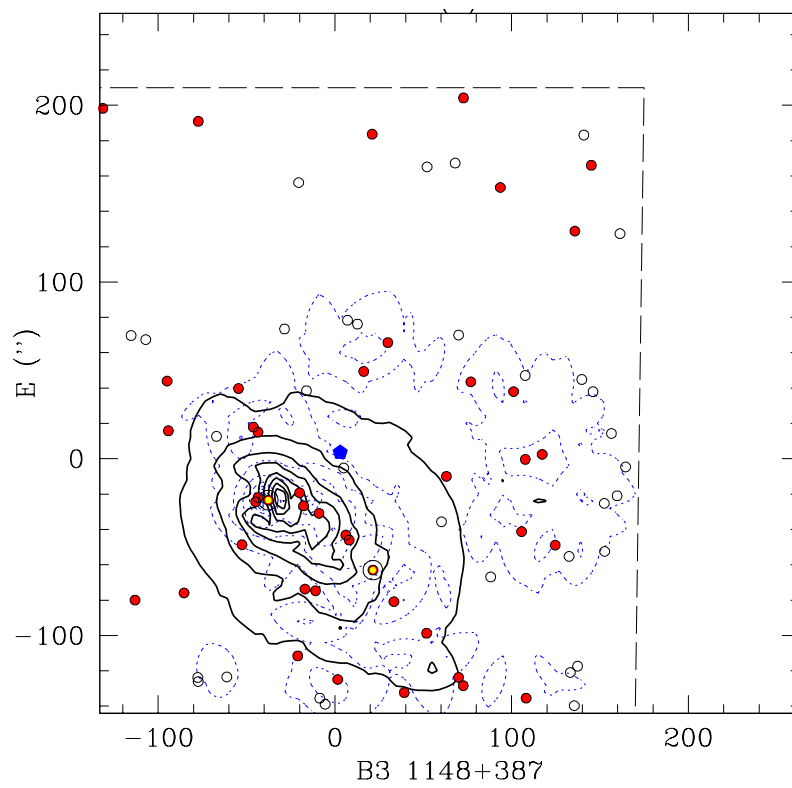
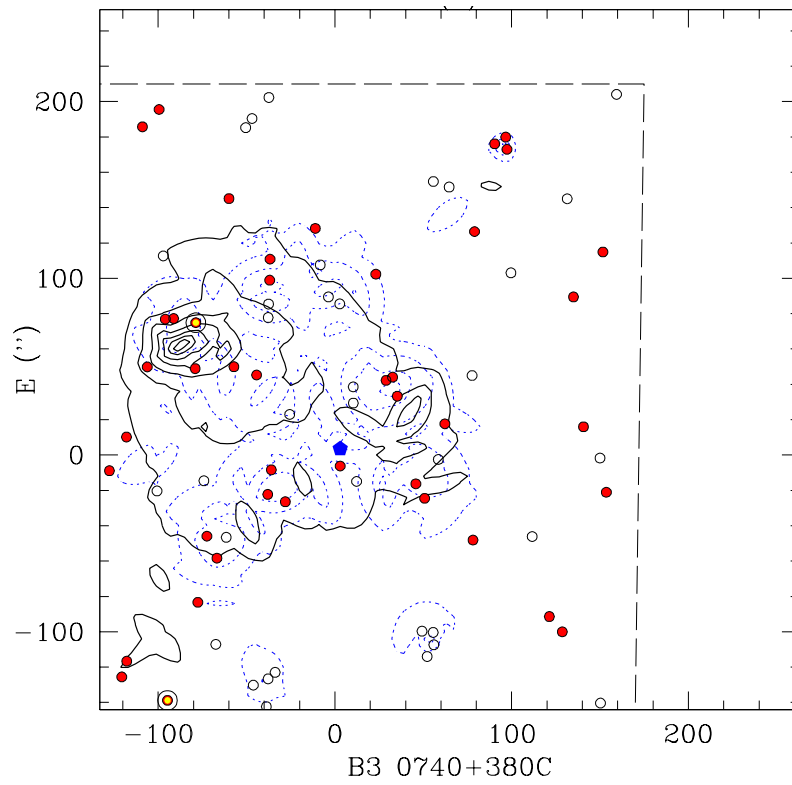
Radioeigenschaften und Hostgalaxie

- Verhältnis $L_{\text{Radio}}-M_{\text{SL}}$ überspannt 4 Größenordnungen
- sehr schwache Korrelation, wenn überhaupt
- was bestimmt Radioeigenschaften?
- rotierende SL?
- Merger-Rate?
- Umgebungseigenschaften: Dichte von Begleitern oder IGM?



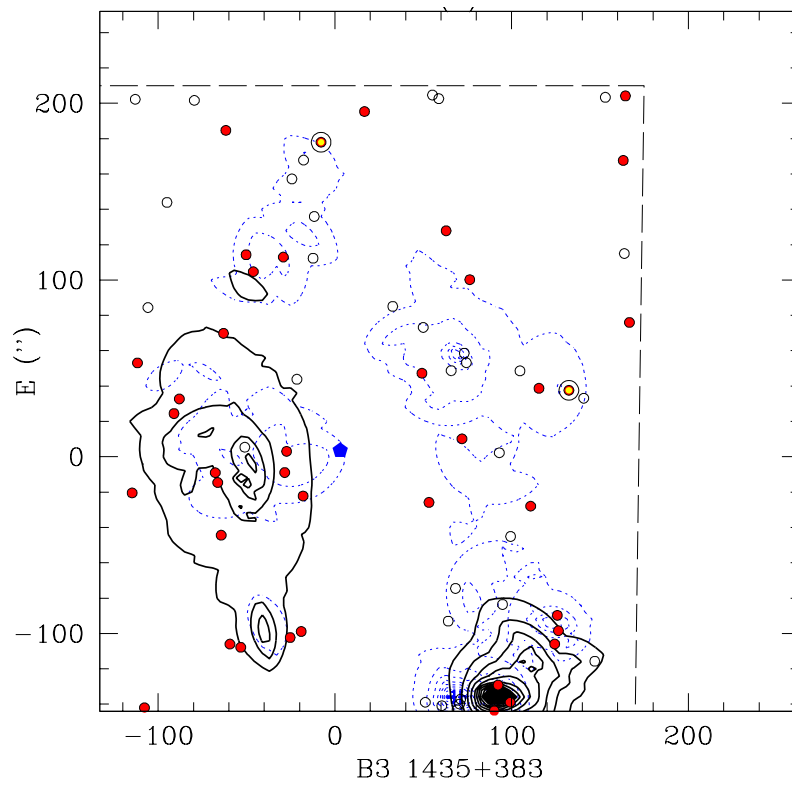
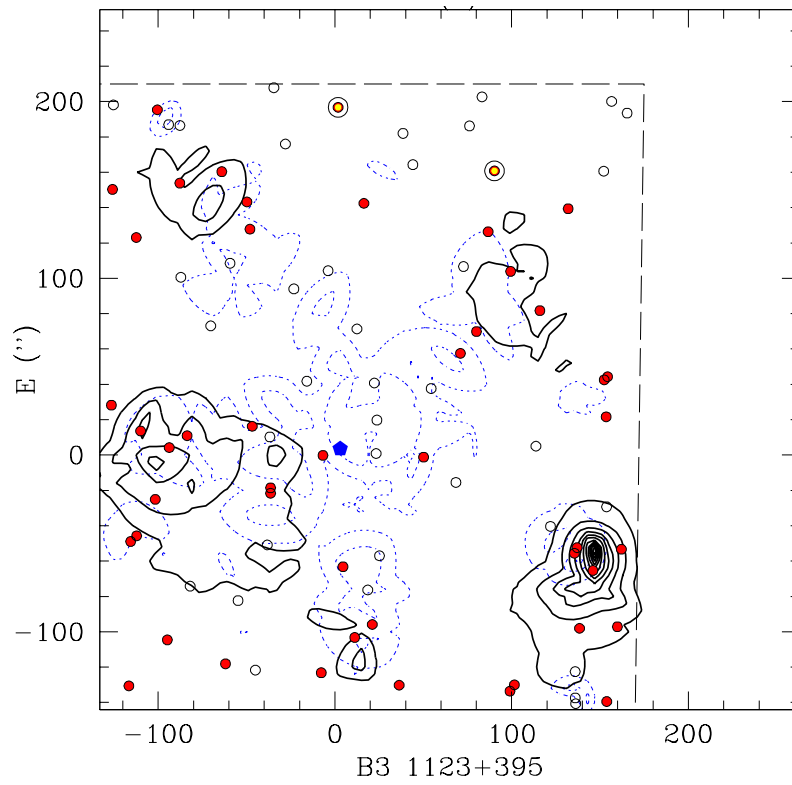
(Dunlop et al. 2003)

Häufung...?



(Radioquasare bei $1 < z < 1.6$, Sánchez et al. 2002)

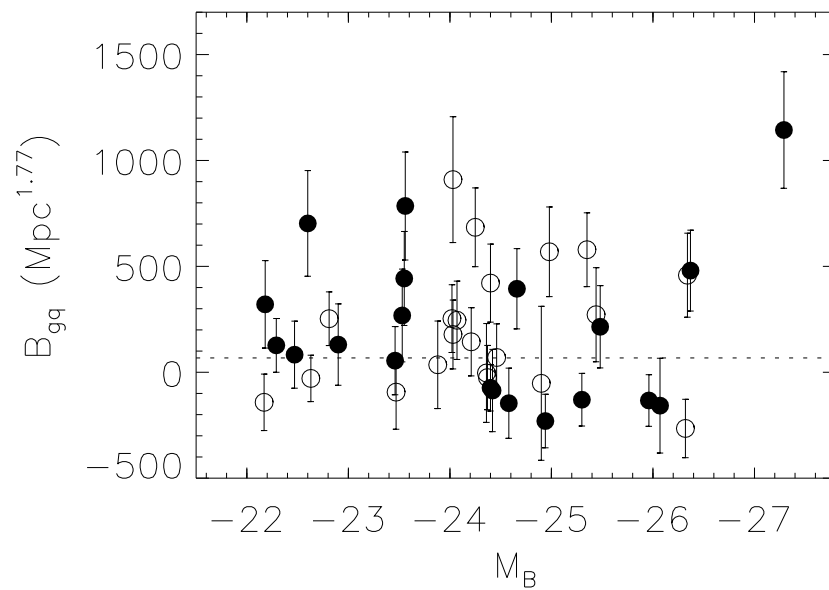
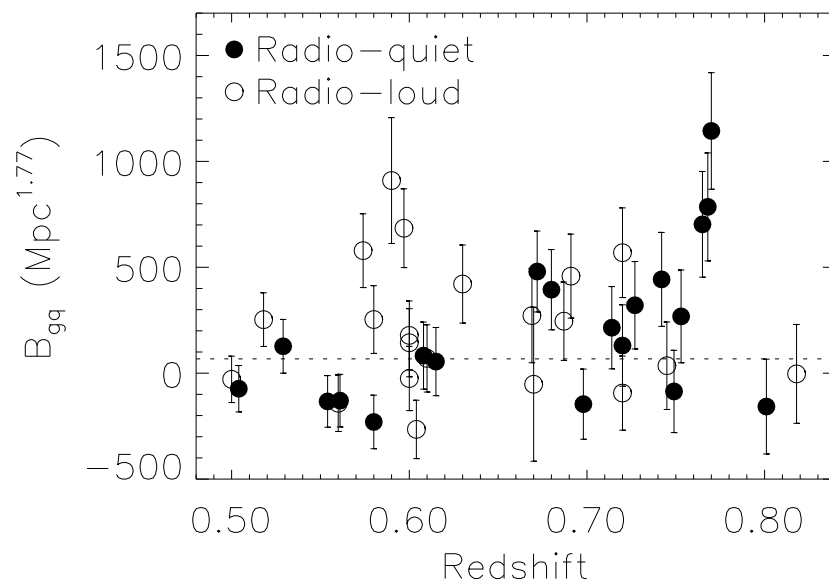
...oder keine Häufung?



(Sánchez et al. 2002)

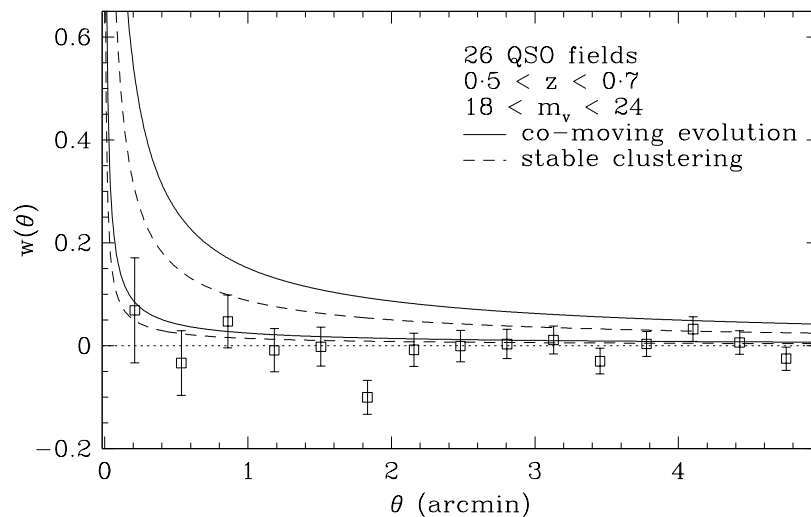
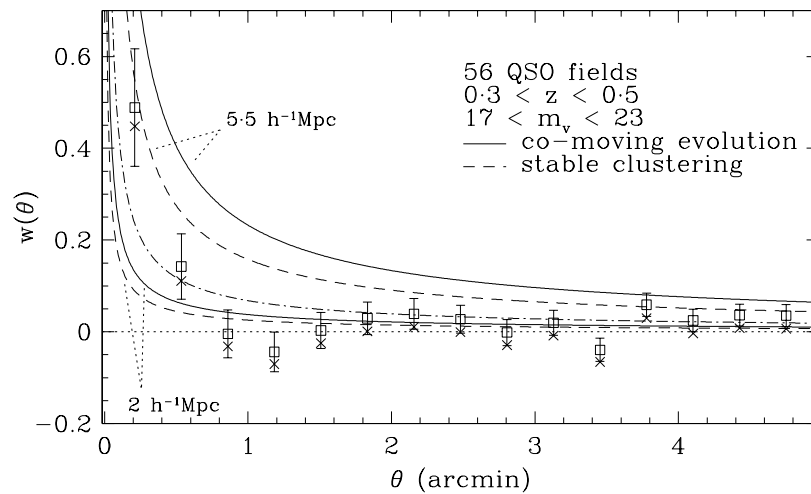
Quasar–Galaxien Korrelationsfunktionen

- Korrelationsfunktion: Wichtigkeit bestimmter Skalen
- Vergleich Quasar–Galaxien KF mit Galaxien–Galaxien KF
- oder radio-lauten AGN mit radio-leisen
- positives/negatives Signal bei einem Radius: erhöhte/verringerte Aufenthaltswahrscheinlichkeit gegenüber Vergleichsstichprobe



(QSO–Galaxien KF bei 500 kpc, Wold et al., 2001)

Quasar–Galaxien Korrelationsfunktionen

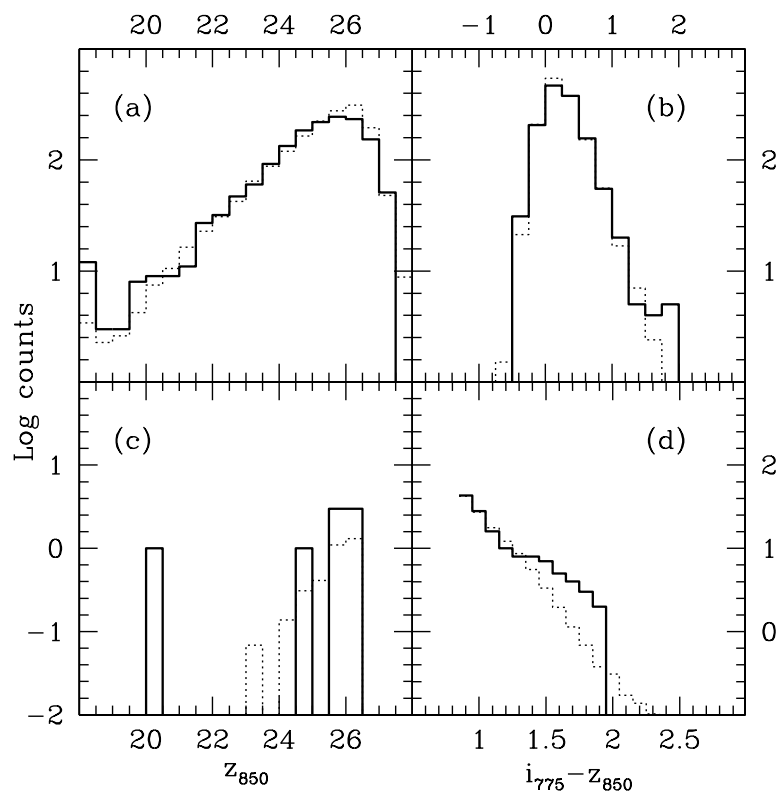


(QSO–Galaxien KF bei als Funktion des Abstandes, Smith et al., 2000)

- Ergebnisse:
 - Quasare befinden sich nicht hauptsächlich in Clustern
 - es gibt Hinweise auf stärkeres Clustern als normale Galaxien
 - aber vielleicht identisch zu anderen massereichen Galaxien
 - keine deutlichen Unterschiede zwischen RLQ und RQQ
 - evtl. RQL mehr am Rande von Clustern, RQQ in Gruppen

Häufung bei hohen Rotverschiebungen

- erste Messungen von Cluster-Kandidaten um AGN bei $z > 6$
- sehr indirekte Abschätzung
- Resultat: potentiell ‘primordiales’ Clustering sichtbar um $z > 6$ AGN
- Interpretation: Wenn real, Hinweis auf Entstehen der massivsten Strukturen in den dichtesten Regionen
- ‘anti-hierarchisches’ Wachstum von Galaxien als ein Modus
- Galaxien-Merging ein zweiter
- AGN als Indikatoren von beidem



(GOODS–SDSS Feld Vergleich, Stiavelli et al. 2005: a) Quellenzahlen, b) Farbverteilung, c) rötteste Objekte, d) kumulative Verteilung)

Eine Art Zusammenfassung

- AGN sind akkretierende Schwarze Löcher in Galaxienkernen
- alle Galaxien mit Bulge haben zentrale massive Schwarze Löcher
- damit sind alle Galaxien mit Bulge potentielle AGN
- Bulge und SL sind in der Evolution recht stark gekoppelt
- Ursachen für Akkretion: einfallende Materie und SL sind vorhanden
- Unterschied aktiv–nicht aktiv: (kein) Transport von Materie zum Zentrum
- mögliche Mechanismen zur Drehimpulsabfuhr: Merging, Sternwinde, zentrale Balken
- AGN-Zoo kann bis auf wenige fundamentale Parameter (e.g. Radioemission) vereinheitlicht werden
- Unbekanntes: Quelle Radioemission, Materieeinflußregulierung, genaue Struktur der AGN, Beschaffenheit des ‘Torus’; Hat jede massive Galaxie irgendwann einen leuchtkräftigen AGN im Zentrum? Auch unsere Milchstraße?