



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Die Verteilung von scheibendominierten S0 Galaxien im
Virgohaufen“

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Verfasserin:	Kristina Sternig
Matrikel-Nummer:	0100389
Studienrichtung (lt. Studien- blatt):	A 413 Diplomstudium Astronomie UniStG (1999W)
Betreuer	Univ. –Prof. Dipl. –Phys. Dr. Gerhard Hensler

Wien, im November 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	7
2	Literaturteil	9
2.1	Morphologie-Überblick	9
2.1.1	Hubble	9
2.1.2	Vaucouleurs	10
2.1.3	Sandage	12
2.1.4	Van den Bergh	13
2.1.5	Quantitative Morphologie	14
2.2	Globale Galaxienevolution	21
2.3	Morphologische Struktur des Virgohaufens	23
2.4	Galaxienevolution	25
2.5	Externe Einflüsse auf die Galaxienentwicklung	27
2.6	S0 Galaxien	30
2.6.1	Sternenkomponente	30
2.6.2	Gas und Staub	33
2.7	Die Bedeutung von anämischen Galaxien	34
2.8	„Ram Pressure Stripping”(RPS)	35
2.8.1	Numerische Modelle	37
2.8.2	Beobachtungen	43
3	Arbeitsteil	49
3.1	Erwartungen und Vorgehensweise	49
3.2	Auswahlkandidaten	50
3.2.1	Verteilungen der Liste Virgo1 (LV1) und Liste Virgo2 (LV2)	51
3.3	Auswahlkandidaten Anemische Galaxien (AG) und Verteilungen	56
4	Zusammenfassung	59
4.1	Resultate und Diskussion	59
4.2	Untersuchung des „Anämiegrades” in Abhängigkeit der Entfernung	61

5	Schlußbetrachtung	65
5.1	Ansätze für weitere Forschungen	65
5.2	Beobachtungsdaten	65
5.2.1	Listen Virgo	66
5.2.2	Liste Virgo1 (S0;S0a-S0/Sa;dS0)	68
5.2.3	Auswahlkandidaten aus LV1 mit 18 Kandidaten	71
5.2.4	Liste Virgo2 (dS0; dE; E-E/S0; S0; S0a - S0/Sa)	72
5.2.5	Auswahlkandidaten aus LV2 mit 68 Kandidaten	74
5.2.6	Bilder und Spektren der Auswahlkandidaten für LV1 und LV2	76
5.2.7	Listen Virgo Anämische Galaxien	87
5.2.8	Auswahlkandidaten aus AG mit 40 Kandidaten	91
5.2.9	Bilder und Spektren der Auswahlkandidaten: Anämische Galaxien	92
	Literaturverzeichnis	129

Abbildungsverzeichnis

2.1	Hubble-Sequenz, aus Hubble (1958)	10
2.2	Abhängigkeit morphologischer Typ zur Farbe, aus (Holmberg, 1958)	11
2.3	Abhängigkeit morphologischer Typ zur logarithmischen Flächendichte des HI-Anteils, aus (Roberts und Haynes, 1994)	11
2.4	Abhängigkeit morphologischer Typ zur totalen HI Gasmasse, aus (Roberts und Haynes, 1994)	11
2.5	Klassifikationssystem nach de Vaucouleurs, aus de Vaucouleurs (1959)	12
2.6	Hubble-Sandage-Sequenz, aus Sandage et al. (1975)	13
2.7	Klassifikationssystem nach van den Bergh, aus van den Bergh (1976)	14
2.8	Verschiedene Helligkeitskurven aus King (1962), ausgehend von Gl. (2.5), Parameterreichung	17
2.9	Helligkeitsprofilvergleich nach Vaucouleurs $\frac{1}{4}$ Gesetz mit Komponentenzerlegung Bulge und Scheibe in Abell 2390 bei $z=0.23$ für die S0 Galaxie Nr. 2138 und für die E Galaxie Nr. 2592, aus (Fritz und Ziegler, 2003); durch das Scheiben - Bulge - Verhältnis ist im Vergleich erkenntlich, daß Nr. 2138 eine dünne Scheibe bei etwa $1.25 R^{\frac{1}{4}}$ (oder $\sim 2.44''$) besitzt.	18
2.10	NGC 4379, typische „face-on“ S0-Galaxie, aus der SDSS Datenbank (Quelle: http://cas.sdss.org/astro/en/tools/chart/)	19
2.11	NGC 4452, typische „edge-on“ S0-Galaxie, aus der SDSS Datenbank (Quelle: http://cas.sdss.org/astro/en/tools/chart/)	19
2.12	Galaxienverteilung des Virgoaufens, aus(Binggeli et al., 1987), von links nach rechts: Gesamtverteilung im Haufen, Verteilung der frühen Typen, Verteilung der späten Typen	22
2.13	Links: Radiale Verteilungen der Galaxien innerhalb des Haufens mittels Anzahl und Abstand von M87; jene Verteilungen werden als King-Profile (jeweils bestes „Fit“) dargestellt; der senkrechte Marker kennzeichnet lediglich r_c der King-Profile.; rechts: morphologische Verteilung der Galaxien als Funktionen der projizierten Dichte in Bezug zur Anzahl (normiert), aus (Binggeli et al., 1987)	24
2.14	Leuchtkraftfunktionen unterteilt für einzelne Morphologietypen, mit Gesamtverteilungen für Virgo Galaxien und Feldgalaxien, aus (Binggeli et al., 1988)	26

Abbildungsverzeichnis

2.15	Projizierte Verteilung des HI_{Def} um das jeweilige Haufenzentrum: links Comahaufen, rechts Virgohaufen; die Balken geben die Unsicherheiten mit 1σ an (aus Boselli und Gavazzi (2006))	28
2.16	Metallizitätsunterschiede für 3, 5, 8, 12 und 17 Mrd. Jahren, siehe Linien (jede entspricht einem Populationsmodel von Worthey (1994)); offene Quadrate entsprechen S0-Scheiben, gefüllte Quadrate S0-Bulges und Kreuze Elliptische Galaxien, aus Bender und Paquet (1999)	31
2.17	Relation $\text{Mg}/\text{Geschwindigkeitsdispersion}$ aus Bender und Paquet (1999): offene Quadrate entsprechen S0-Scheiben, gefüllte Quadrate S0-Bulges, Kreuze Elliptische Galaxien und die unterbrochene Linie modifizierte Spiralscheiben	32
2.18	Flächenhelligkeiten von Gas (HI : Einheit Sonnenmassen pro kpc^2) - und Staubanteilen (FIR : Einheit Sonnenleuchtkraft pro kpc^2) für Sc-, Sa- und S0-Galaxien aus dem Local Supercluster ($z < 0,01$). Die schräg und kreuzschraffierten Balken geben zusammen die Gesamtanzahl der Galaxien aus dem Sample an. Nur die kreuzschraffierten Balken beinhalten die erfassten HI/FIR -Daten, während die schrägschraffierten Balken die „restlichen“ Galaxien darstellen, die das sogenannte „upper limit“ der Mindestgas- bzw. Mindeststaubwerte nicht erreicht haben, aus (Haynes et al., 1990)	33
2.19	Vergleich verschiedener Gasanteile morphologischen Galaxien zwischen Virgomitgliedern und Feldgalaxien, aus (Chamaraux et al., 1986); erste Spalte = Morphologischer Typ, zweite Spalte = prozentuelle Anzahl der Galaxien in einem Nebenteil des Virgohaufens, dritte Spalte = prozentuelle Anzahl der Galaxien im Hauptteil des Virgohaufens, vierte Spalte = durchschnittliche Gasflächenhelligkeit der Feldgalaxien, fünfte Spalte = durchschnittliche Gasflächenhelligkeit der Galaxien im Virgohaufen	34
2.20	Anämische Galaxie NGC 4569, links optisches Bild, rechts $\text{H}\alpha$ Bild (jeweils entnommen aus: http://goldmine.mib.infn.it/)	35
2.21	Zusammenhang der Dichte im ICM in Abhängigkeit der Geschwindigkeit einer Testgalaxie (aus einem numerischen Model aus Vollmer et al. (2001)): Die verschiedenen Funktionen geben Werte für gegebene Staudrücke an; Durchgezogene Funktion (=Mindeststaudruck) = $0,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$, punktierte Funktion = $10^3 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$, linierte Funktion = $2 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$, punktierte-linierte Funktion = $5 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$ und dreifachpunktierte-linierte Funktion = $10^4 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$	36
2.22	Testpartikelmodel aus Vollmer (2001): Jede Bahn symbolisiert einen einzelnen Durchlauf mit verschiedenen Anfangsbedingungen.	38
2.23	Das normierte Staudruck-Druck des ICM Verhältnis in Abhängigkeit der projizierten Entfernung vom Haufenzentrum M87, aus (Vollmer et al., 2001)	38

2.24	Durchflugmodel „Sticky-Particle Model“ aus Vollmer et al. (2001): Die zwei linken Spalten zeigen einen Testflug einer „face-on“ Galaxie; die zwei rechten Spalten zeigen einen Testflug einer „edge-on“ Galaxie. Die Pfeile geben jeweils die Richtung des Staudrucks des IGM an (aus Vollmer et al. (2001)).	40
2.25	Durchflugmodel „SPH“ aus Abadi et al. (1999): Die Pfeile geben die Durchflugsrichtung der Testgalaxie an.	41
2.26	Hydrodynamische Modellbildung aus Quilis et al. (2000): In der linken Spalte ist der „stripping“-Prozeß bei „face-on“ Durchflügen, in der rechten Spalte bei knapp „edge-on“ Durchflügen dargestellt. Die Pfeile geben die Richtung des Durchfluges an und für jeden Ausschnitt sind die vergangenen Jahre (in Mio.Jahren) angegeben. Das Farbenspektrum gibt eine normierte Form der Gasdichte an ($\delta = \rho/\rho_{ICM}$).	42
2.27	Abhängigkeit des Winkels zu R_{strip} und M_{strip} für drei verschiedene Staudrücke (schwarz = schwach, rot = mittel und grün = stark) aus Roediger und Brüggén (2006).	43
2.28	NGC 4522: Links das Bild im B-Band, in der Mitte das $H\alpha$ Bild (während die Sternenkomponente während des RPS Prozesses in der Scheibe gebunden bleibt, ist die Entkopplung der Gas- und Staubkomponente von der Scheibe genau zu beobachten (Aufnahmen aus Kenney und Koopmann (1999))), rechts zeigen die HI Konturen ebenfalls die Gasentkopplung (aus Kenney et al. (2004))	44
2.29	Gasunterhäufigkeitsgrad $HIDef$ in Grauabstufungen des Zentralbereichs des Virgo-Haufens, aus (Solanes et al., 2001): links: Verteilung der Gasunterhäufigkeit, rechts die entfernungsunabhängige Darstellung von a. Die hellsten Bereiche kennzeichnen $HIDef < 0,1$, die dunkelsten $HIDef \geq 1,2$. Die weißen Kreuze repräsentieren von oben nach unten M100, M86, M87, M60 und M49.	45
2.30	Verteilung von 161 Virgo-Galaxien, aus (Solanes et al., 2002): HI Konturen aus entfernungsunabhängigen $HIDef$ - Parametern im Vergleich mit Röntgenbeobachtungen (ROSAT, aus Böhringer et al. (1994)Quelle überprüfen!: 0,4 bis 2,4 keV, grauer Hintergrund) . Die Kreuze symbolisieren von oben nach unten M100, M86, M87, M60, und M49. Die Bezeichnungen W, W0 und M sind Untergruppen des Haufens (aus Binggeli et al. (1993)).	46
2.31	Scheibengalaxien mit einem HI-Auswurf, aus Chung et al. (2007): die größere Darstellung zeigt im Hintergrund die Röntgenaufnahme des Virgo-Haufens (0,5-2 keV, ROSAT - aus Böhringer et al. (1994)); die Pfeile geben die Auswurfsrichtung an. Die kleineren Bilder zeigen die HI-Konturen der einzelnen Galaxien.	47
2.32	HI-Emissionsverteilung im Virgo-Haufen (Beobachtungsmaterial aus Cayatte et al. (1990)): die erste Kontur jeder Galaxie entspricht in etwa 10^{20} Atome/cm ⁻² , die Positionen sind die tatsächlichen, jedoch wurden die Galaxien um das 5fache in der Darstellung vergrößert (ersichtlich sind nur die hellsten Scheibengalaxien).	48

Abbildungsverzeichnis

3.1	Sphärische Gesamtverteilung aller Galaxien aus dem Datensatz LV1: KZahl = Auswahlkandidaten für die entsprechende Entfernung [Mpc], s0aZahl = überbleibende Galaxien aus dem Datensatz für die entsprechende Entfernung [Mpc], M87 bezeichnet das Haufenzentrum	51
3.2	Häufigkeitsverteilung der 18 Kandidaten	53
3.3	Häufigkeitsdichte in Abhängigkeit des Abstandes vom Haufenzentrum in logarithmischen Skalen: In die morphologische Häufigkeitsverteilung (Anzahl pro Fläche [Quadrat°]) von Binggeli et al. 1987 ist die Häufigkeitsverteilung der Auswahlkandidaten LV1 integriert worden.	53
3.4	3D - Verteilungen aus dem Datensatz LV2; oberes Bild: Gesamtverteilung aller Galaxien; unteres Bild: Verteilung aller Kandidaten	54
3.5	Radiale Verteilungen der Kandidaten aus dem LV2 Datensatz; oberes Bild: alle Kandidaten aus LV2, unteres Bild: alle Kandidaten ohne Zwerggalaxien	55
3.6	Gesamtverteilung Anämische Galaxien aus dem Datensatz (AG), unterteilt in 3 Gasunterhäufigkeitsgruppen: $HI_{Def} < 0,5$; $HI_{Def} 0,5-1$ und $HI_{Def} > 1$	57
3.7	Geschwindigkeitsverteilung aller Kandidaten: Anemische Kandidaten mit Untergruppen 1 ($HI_{Def} 0,5-1$) und 2 ($HI_{Def} > 1$) und Kandidaten aus dem LV2 Sample (ohne Zwerggalaxien)	57
3.8	Verteilungen der Kandidaten aus dem Datensatz (AG); oberes Bild: alle Kandidaten morphologisch aufgesplittet, unteres Bild: Gesamtverteilung und Einzelverteilungen der 2 Gasunterhäufigkeitsgruppen	58
4.1	Gesamtverteilung der frühen Typen aus den Datensätzen LV1 und LV2	60
4.2	Alle Auswahlkandidaten auf einem Blick: „Anemic_HIDef > 1“ bezeichnet die Auswahl anämischer Galaxien mit einem HI Unterhäufigkeitsgrad größer 1, „Anemic_HIDef 0.5-1“, die Auswahl anämischer Galaxien mit einem HI Unterhäufigkeitswert 0,5 bis 1. Diese wurden mit dem Kandidatensample aus LV2 + Kandidaten LV1 in Beziehung gebracht.	60
4.3	Gesamtverteilung aller Kandidaten	61

1 Zusammenfassung

Diese Arbeit¹ beschäftigt sich mit dem genaueren Verständnis von scheibendominierten S0 Galaxien, welche abgeflachte und verkürzte Gasscheibenkomponenten aufweisen. Basierend auf numerischen Modellen wurde gezeigt, daß jene Galaxien ideale Kandidaten für kürzlich vergangene RPS-Prozesse („ram pressure stripping“) darstellen. Wenn der Staudruck innerhalb des Haufenzentrums das Gas aus eingefallenen Scheibengalaxien effizient abstreift, dann erwarten wir in den äußeren Haufenbereichen eine Anhäufung von hinausfliegenden Galaxien mit solchen Anzeichen. Es läßt sich zeigen, daß auch anämische Galaxien mit einem höheren Gasunterhäufigkeitsgrad HI_{Def} in dieses Schema passen. Die Verteilung beider Galaxientypen zeigt keinen nennenswerten Anstieg in den äußeren Haufenbereichen aber auch keinen radialen Abfall. Eine Untersuchung des Staudrucks als Funktion des Radius innerhalb des Virgohaufens ergibt für ein angenommenes Gasdichteprofil (Vollmer et al. (2001)) einen konstanten Verlauf.

This thesis aims at understanding disk-dominated S0 galaxies with truncated gaseous disks, which are ideal (predicted by numerical simulations) candidates of post „RPS“-processes („ram-pressure stripping“). If ram pressure dominates in the central regions of the Virgo cluster, gas can be efficiently stripped from infalling disk-dominated galaxies. Therefore, we would expect an accumulation of backsplashed galaxies of this type in the outskirts of the cluster. Anemic galaxies with higher gas deficiencies HI_{Def} should also be considered when analysing such objects. However, the radial distribution of both types of galaxies neither shows a rise nor a decrease with increasing cluster-centric distance. The ram pressure turns out to be radially constant for a chosen gas-density profile (Vollmer et al. (2001)).

¹Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

2 Literaturteil

2.1 Morphologie-Überblick

2.1.1 Hubble

Galaxien im Hubble-Sequenz-Klassifikationssystem (Hubble, 1936) werden unterteilt in frühe Typen (Elliptische und S0-Galaxien) und späte Typen (Spiral- und Balkengalaxien). Galaxien des Typs S0 (Scheibenkomponente zwar vorhanden, jedoch keine Spiralstruktur) wurden erst nachträglich als fehlendes Verbindungsglied zwischen Elliptischen Galaxien und Spiralgalaxien hinzugefügt; siehe auch Abbildung 2.1. Die Klassifikationsschwerpunkte der Hubble-Sequenz sind das Bulge-Scheibe-Verhältnis, Balkenvorkommen, Öffnungswinkel der Spiralarme und die Abflachung. Diese Parameter dienen als Basis für weitere morphologische Klassifikationssysteme.¹

Im Vergleich zu S0-Galaxien haben Elliptische Galaxien einen höheren Bulgeanteil während keine oder kaum eine Scheibenkomponente vorhanden ist und werden je nach Abflachung in die Unterklassen E0 (sphärisch symmetrisch) bis E7 (linsenförmig) unterteilt,

$$\epsilon = 1 - \frac{b}{a} \quad (2.1)$$

wobei ϵ die Elliptizität, a die große und b die kleine Halbachse darstellen. Der Bereich der Elliptizität ist von $0 \leq \epsilon \lesssim 0.7$ gegeben (Es sei hinzugefügt, daß darüber keine Aussage über die tatsächliche dreidimensionale Galaxienstruktur gegeben sei.²).

Die späten Typen besitzen gegenüber den frühen Typen eine ausgeprägte Scheibenkomponente mit Spiralarmstrukturen (abhängig vom Öffnungswinkel zwischen zwei Spiralarmen) und einen kleineren Bulgeanteil. Hier werden Spiralgalaxien (S) mit und ohne Balkenanteil (SB) unterschieden. Nach dem Helligkeitsverhältnis von Bulge und Scheibe geordnet, werden Unterklassen eingeführt, welche mit a, ab, b, bc, c evt. cd und d bezeichnet werden. Irreguläre-, Zwerg- und Pekuliäre Galaxien werden in der Hubble-Sequenz noch nicht erwähnt.

¹Die Bezeichnungen „frühe“ und „späte“ Typen sagen kaum bis nichts über den tatsächlichen Entwicklungszustand der Galaxien aus, sondern gelten als historische Notation.

²Eine detaillierte Untersuchung über die Kinematik und das Erscheinungsbild von Elliptischen Galaxien ist u.a. in (Binney, 1980) zu finden.

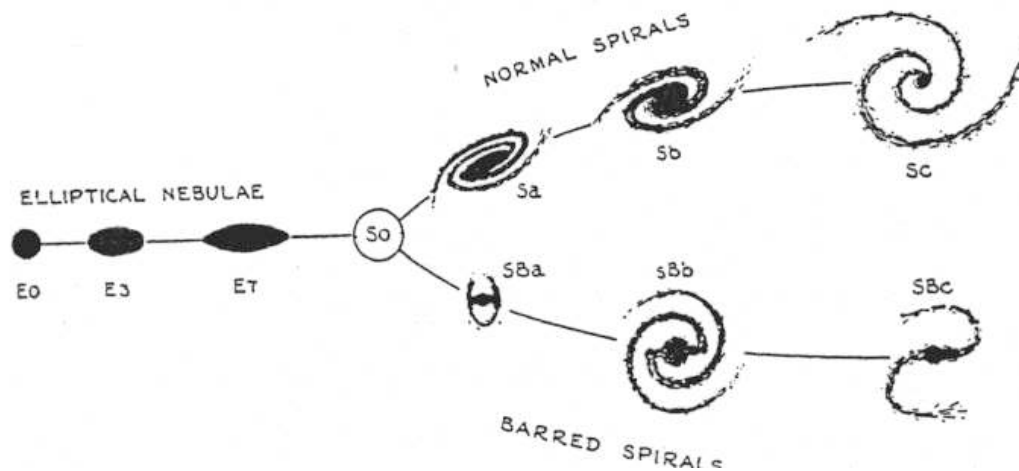


Abbildung 2.1: Hubble-Sequenz, aus Hubble (1958)

Einige physikalische Hintergründe der Hubble - Sequenz

Die Hubble-Sequenz dient nicht nur zur Galaxienklassifikation sondern auch zur physikalischen Erforschung der einzelnen Galaxientypen. Auf wenige, für diese Arbeit wichtige Aspekte der wissenschaftlichen Abhandlungen von Roberts und Haynes (1994) und Faber und Gallagher (1979) wird hier kurz eingegangen. Zunächst erscheinen frühere Galaxientypen rötter als spätere; d.h in der Regel, je früher der Galaxientyp, desto älter ist seine Sternkomponente. Dies ergab eine Untersuchung von Holmberg (1958)³, welcher u.a. Helligkeiten und Farben von 300 Galaxien aufnahm und auswertete. Das Massen-Leuchtkraft-Verhältnis sinkt von frühen zu späten Typen.

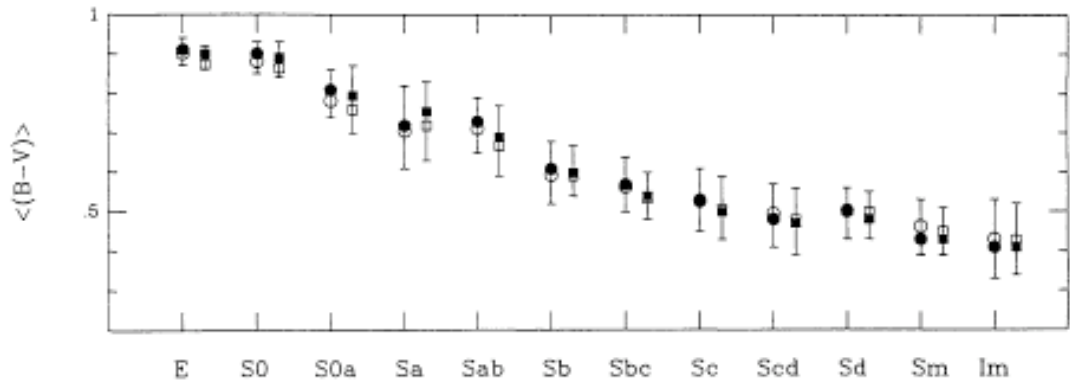
Weiters steigt der Anteil an HI-Gasflächendichte von frühen zu späten Typen an, während die totale HI Gasmasse zunächst von Elliptischen bis Sc Spiralgalaxien steigt, dann jedoch mit späteren Typen wieder abfällt. Der späte Abfall der totalen HI-Gasmasse läßt sich auf die generelle Tendenz der abnehmenden Gesamtmasse der späteren Galaxien zurückführen. Der Gasgehalt einer Galaxie gibt Aufschluß über das Sternentstehungspotential. Daß der Gasgehalt sich jedoch nicht immer so verhalten muß, wie es die Hubble-Sequenz vorgibt, ist mittlerweile Tatsache⁴.

2.1.2 Vaucouleurs

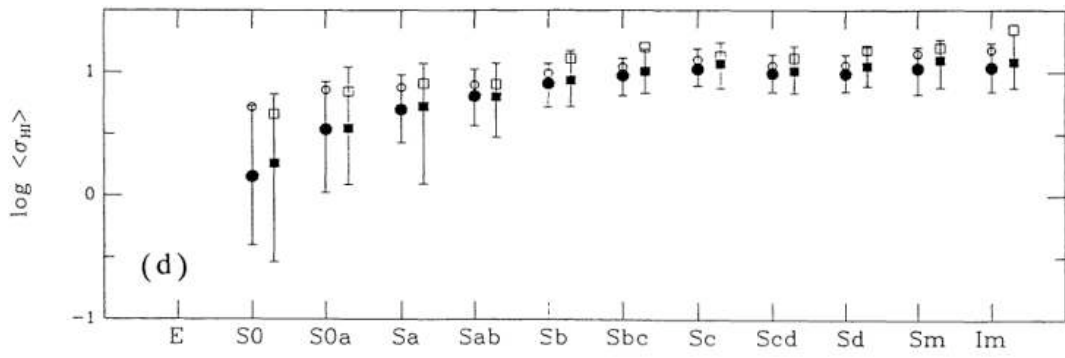
Dieses Klassifikationsystem ist eine dreidimensionale Erweiterung der Hubble-Sequenz durchde Vaucouleurs (1959). Auf der Hauptachse werden die frühen Typen der Klasse S0 in der Sequenz in S0-,

³ad Abb.2.2: Kreise repräsentieren Galaxiensample „RC3-UGC“, Quadrate Galaxiensample „RC3-LS(Local Super Cluster)“, schwarzgefüllte Symbole sind Mediane und die unausgefüllte Symbole sind Mittelwerte.

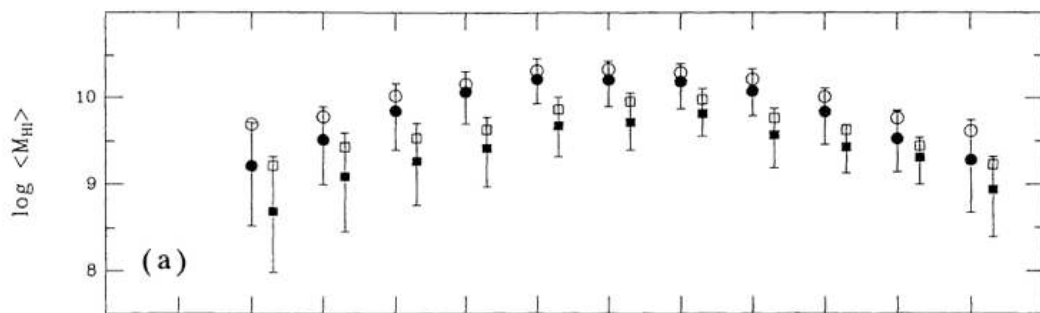
⁴Siehe auch in Shostak et al. (1975)



Abbildungung 2.2: Abhängigkeit morphologischer Typ zur Farbe, aus (Holmberg, 1958)



Abbildungung 2.3: Abhängigkeit morphologischer Typ zur logarithmischen Flächendichte des HI-Anteils, aus (Roberts und Haynes, 1994)



Abbildungung 2.4: Abhängigkeit morphologischer Typ zur totalen HI Gasmasse, aus (Roberts und Haynes, 1994)

2 Literaturteil

S0o und S0+ unterteilt (siehe Abbildungen 2.5). Die Vorzeichen ergeben sich durch die Zugehörigkeit des Objektes zu frühere bzw. spätere Typen, d.h. abhängig vom Bulge und Scheibenverhältnis. Weiters werden auf den Nebenachsen neue Bestimmungskriterien für die Klassifikation eingefügt:

- Ringstruktur (r)
- Spiralstruktur (s)
- Balkenkomponente (B)
- keine morphologische Besonderheiten (A)

Unter diesen vier zusätzlichen Kritikpunkten lassen sich auch Galaxien (auch Elliptische, Spiral- und Irreguläre Galaxien) bestimmen, die eine oder mehrere der vorherbenannten Komponenten besitzen können. Weiters werden hier auch Irreguläre Galaxien in das Klassifikationssystem miteingebunden und die Unterklassen a, ab, b, bc, c, cd, d und m (Helligkeitsverhältnis Bulge-Scheibe) werden hier erweitert.

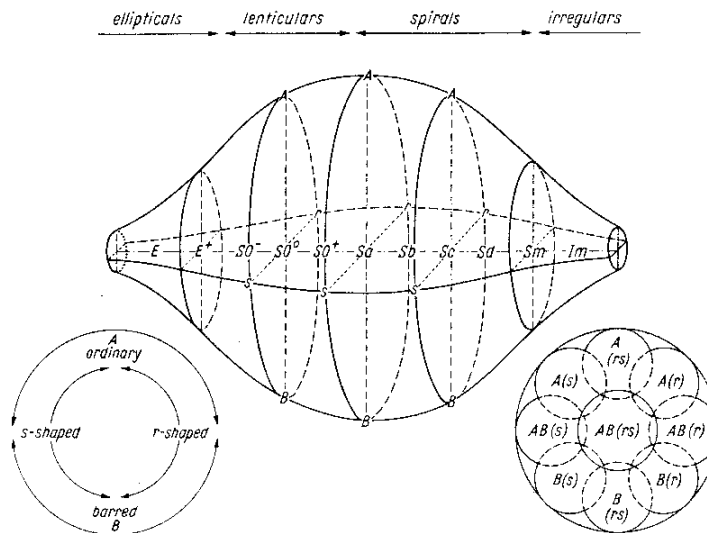


Abbildung 2.5: Klassifikationssystem nach de Vaucouleurs, aus de Vaucouleurs (1959)

2.1.3 Sandage

Während in der Hubble-Sequenz S0-Galaxien lediglich als eine „Zwischenform“ von Elliptischen und Spiralgalaxien definiert worden waren, fügt Sandage (1961) u.a. weitere wichtige Bestimmungsfaktoren hinzu, die auf die verfeinerte Morphologie von S0 weiter eingeht.

Die Gabelung in dieser revidierten Sequenz erfolgt bei dem Typ E7 und wird dadurch unterschieden, ob eine Balkenkomponente vorhanden ist oder nicht. Außerdem spielt die Gaskomponente in einer S0 Galaxie erstmals eine Rolle:

- $S0_1 = E/S0$: Übergangstyp von E7 zu S0, staubfrei
- $S0_2$: Galaxie wird vom Halo eingebettet, geringfügige Anzeichen von Staub bzw. -scheibe
- $S0_3$: Staub, -scheibe oder -ringe sichtbar, jedoch keine Anzeichen einer Spiralarmstruktur
- $SB0_1$: Balkenansätze schwach ausgeprägt
- $SB0_2$: Balken vorhanden, jedoch „unvollständig“
- $SB0_3$: Balkenkomponente mit scharf ausgeprägten Kanten

Wenn die Grenze zwischen Elliptischen und S0-Galaxien nicht sicher bestimmt werden kann, ist die Bezeichnung E/S0 bei solchen Objekten üblich. Als S0 werden jedoch auch Elliptische Galaxien (E6-E7) von Sandage bezeichnet, wenn sie eine dünne Staubscheibe aufweisen.

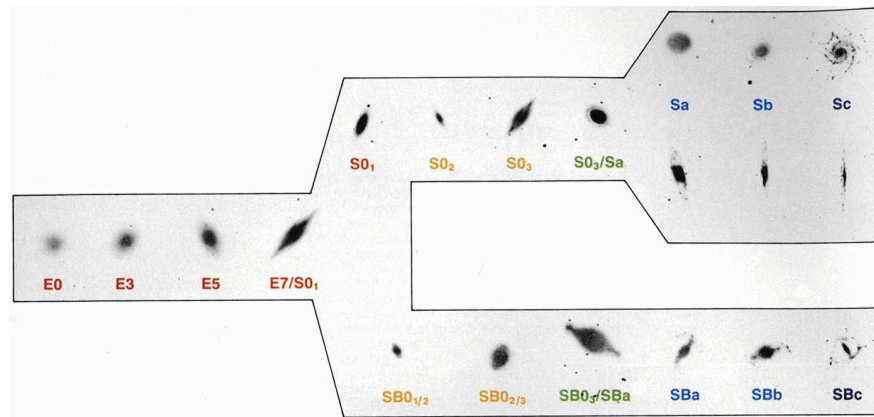


Abbildung 2.6: Hubble-Sandage-Sequenz, aus Sandage et al. (1975)

Durch Hogg (1993) wurde die morphologische Klassifizierung im Bereich E/S0, S0 und Sa weiter verfeinert. Als S0-Galaxien besitzen sie meistens eine Scheibe, ohne Spiralstrukturen, welche weiters in „P“ („pronounced“ = ausgeprägt, meistens bei S0₃/Sa), „I“ („intermediate“ = mäßig ausgeprägt, Zwischenform, S0_{2,3}) oder „S“ („subtle“ = zart, gering ausgeprägt, S0₂) unterteilt werden. Diese Notationen gelten auch für SB0_{1,2,3} Galaxien.

2.1.4 Van den Bergh

Der Gasgehalt einer Galaxie ist nicht nur ein sehr wichtiger morphologischer Bestimmungsfaktor sondern auch ein Indiz für die Galaxienentwicklung. Im Klassifikationssystem von Van den Bergh wird der neue Galaxientyp „anemic“ (=blass) „gas-leer“ eingeführt. Als „anemic“ Galaxien werden Spiralgalaxien bezeichnet, die eine starke Gasunterhäufigkeit im Vergleich zu ihrem normalen morphologischen Typ aufweisen (die Stärke der Kohlenstoffemissionslinien im Spektrum bleibt jedoch

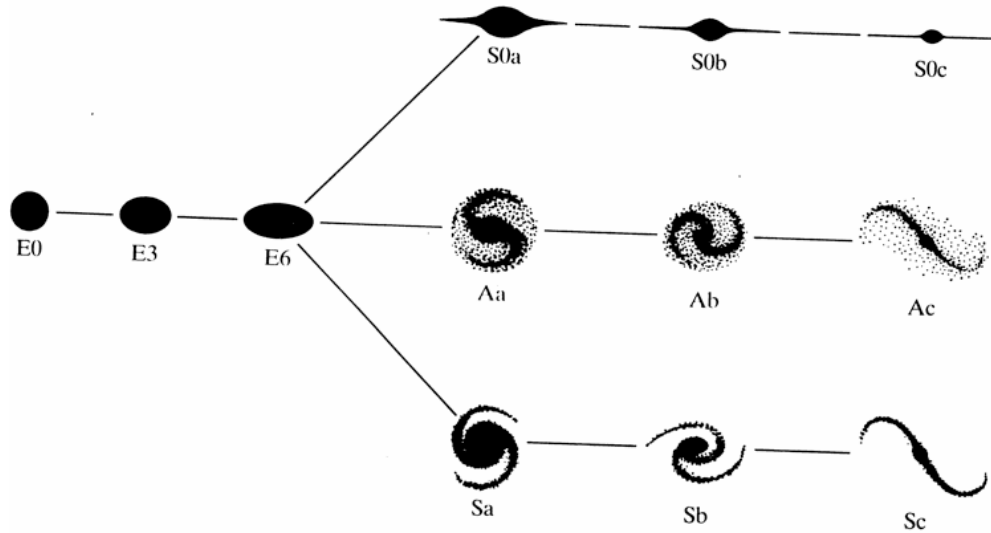


Abbildung 2.7: Klassifikationssystem nach van den Bergh, aus van den Bergh (1976)

annähernd gleich), bei geringer Ausbildung von Spiralarmen. Der Gasverlust dieser Objekte wird u.a. durch den Staudruck (engl.: ram pressure) des intergalaktischen Mediums auf die Galaxie erklärt, wobei nur die äußeren Bereiche der Gasscheibe abgestreift wurden (van den Bergh, 1991). Das sinkende Bulge-zu-Scheiben-Verhältnis von frühen zu späten Typen bleibt auch hier in der „Dreifachgabel“ (orig.: „trifork“) erhalten. Somit erlaubt dieses Klassifikationssystem einen progressiven Entwicklungsweg von gasreichen Spiralgalaxien zu gasarmen S0-Galaxien, wobei hier Prozesse, die zum Gasverlust in einer Galaxie führen, eine wichtige Rolle spielen. Denn ist einmal das Gas in der Scheibe verschwunden, sinkt auch die Sternentstehungsrate, die starke Ausgeprägtheit der Spiralarme geht fortschreitend zurück und führt im Laufe der Zeit zu einer „Aushungerung“ (engl. „starvation“) der Galaxienscheibe. Das Resultat wäre dann mit einer S0 Galaxie vergleichbar.

Außerdem wird festgehalten, daß S0 und „anemic“-Galaxien ein häufigeres Vorkommen in großen Galaxienhaufen haben als im freien Feld (van den Bergh, 1976). Auswirkungen dieser Prozesse werden noch später näher erläutert.

2.1.5 Quantitative Morphologie

Um effektiver morphologische Bestimmungen zu erhalten, werden Helligkeitsprofile von Galaxien ermittelt und/oder Flächenphotometrie betrieben. Diese zeigen nicht nur die einzelnen Komponenten, Bulge und Scheibe, sondern auch, je nach Profil, andere wichtige physikalische Eigenschaften

einer Galaxie, die rein durch ihr Aussehen und Himmelbeobachtung nicht ersichtlich sind. Wichtige Faktoren dabei sind die Flächenhelligkeit und der Isophotenradius:

Da nahe Galaxien räumlich aufgelöste Objekte im Vergleich zu Sternen sind, wird die Flächenhelligkeit mit dem Fluß pro Winkeleinheit [mag/arcsec^2] gemessen, da sie damit außerdem eine entfernungsunabhängige Größe an der Galaxienoberfläche ist ($\frac{1}{r^2}$ -Lichtabfall mit zunehmender Entfernung der Galaxie und eine Verschmälerung des Winkels; konstanter Fluss / Flächeneinheit).

Auch besitzen Galaxien keinen optisch definierten Rand, wobei dafür ein Isophotenradius als Referenzgröße eingeführt wird. Hier 2 Beispiele:

- $R_{25} = 0.5 D_{25}$ = Radius bei einer Flächenhelligkeit $\mu_B = 25 \text{ mag/arcsec}^2$ (de Vaucouleurs et al., 1991)
- Holmbergradius bei $\mu_{pg} = 25 \text{ mag/arcsec}^2$ (Holmberg, 1958)

Isophoten werden als Linien gleicher Helligkeiten definiert. Die Entfernung eines jeden Punktes einer Isophote läßt sich durch eine Fourieranalyse am Einheitskreis als Funktion mit den daraus resultierenden Fehler beschreiben, welches sehr aufschlußreich ist für Elliptische Galaxien.

Für S0-Galaxien haben sich folgende Helligkeitsprofile bewährt; durch die Komponentenzerlegung der Galaxie in Bulge und Scheibe wird eine qualitative morphologische Bestimmung erleichtert.

Bulge

Jaffe Profil (1983)

Dieses Profil ist physikalisch aufschlußreich, da man nicht nur ein Helligkeits-Dichteprofil erhält, sondern dadurch u.a. auch auf die Masse-Leuchtkraftbeziehung zu schließen vermag (ebenfalls hilfreich bei der Bestimmung der Dunklen Materie). Als analytisches Modell für die dreidimensionale Lichtverteilung für eine Galaxie gilt

$$\rho_L(r) = \frac{L}{4\pi r_0^3} \frac{1}{\left(\frac{r}{r_0}\right)^2} \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{r_0}\right)^2} \quad (2.2)$$

wobei

$$L(r) = L \frac{r}{r + r_0} \quad (2.3)$$

und

$$\phi(r) = \frac{GL}{r_0} \left(\frac{M}{L}\right) \ln \frac{r}{r + r_0} \quad (2.4)$$

abgeleitet werden können. L bezeichnet die Gesamtleuchtkraft, ρ_L die Leuchtkraftdichte und r_0

2 Literaturteil

enthält die Hälfte der deprojizierten Leuchtkraft L . Für sphärische Galaxien wird dieses Profil oft für numerische Berechnungen verwendet.

King Profil (1966)

Anfangs nur für Sternhaufen, wurde dieses Helligkeits (Dichte) Profil auch für Zwerggalaxien (dEs, dS0s,...) aber auch für spätere Elliptische Galaxien angewandt.

Hier wird eine isotherme Sphäre angenommen mit dem Intensitätsverlauf

$$\frac{I(v)}{I_0} = \left[1 + \left(\frac{r}{r_c} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} - \left[1 + \left(\frac{r}{r_t} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (2.5)$$

mit r_c , der den Radius des isothermen Kern (also $\frac{\Sigma_0}{2}$) beschreibt, und r_t , der Gezeitenradius. Als Maß für die Bindungsenergie wird der Lichtkonzentrationsparameter $c = \log \left(\frac{r_t}{r_c} \right)$ eingeführt. Für beobachtungsgestützte Untersuchungen eignet sich dieses Profil weniger, da der Kernradius nicht genau bestimmt werden kann und der Gezeitenradius ebenfalls eine schwierige Beobachtungsgröße darstellt. Denn beide sind vom „Seeing“ betroffen und erfordern mehr Anforderungen an die Beobachtungstechnik (z.B. Adaptive Optik). Aus den Parametern r_c und r_t läßt sich ebenfalls

$$r_t = R \left(\frac{M}{2M_g} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.6)$$

mit R (= Abstand der Galaxie zum Galaxienhaufenzentrum⁵), M (=Masse der Galaxie) und M_g (=Masse des Galaxienhaufens) ableiten, welches astrophysikalisch bedeutsam ist. Denn damit läßt sich der Grenzradius eines Sternhaufens (oder einer Galaxie) erfassen, welche(r) sich entweder dem galaktischen Zentrum (oder auch Galaxienhaufenzentrum) nähert oder entfernt (King, 1962).

⁵Ursprünglich ist vom Abstand des Kugelsternhaufens zum Galaxienzentrum (R), der Masse des Kugelsternhaufens (M) und der Masse der Galaxie (M_g) auszugehen.

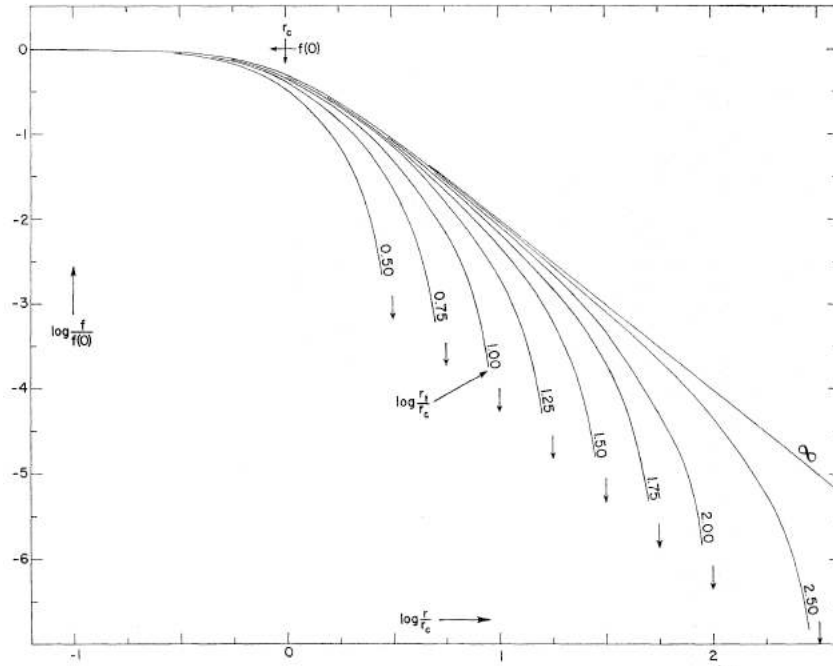


Abbildung 2.8: Verschiedene Helligkeitskurven aus King (1962), ausgehend von Gl. (2.5), Parametereichung

Vaucouleurs Profil (1948)

Obwohl dieses Profil ein rein empirisches ist und dadurch auf physikalische Parameter nicht zu schließen ist, liegt der Vorteil eindeutig bei der analytischen Beschreibung, welches nicht nur für den S0-Bulgeanteil, sondern auch für alle Elliptischen Galaxien, aber auch für den Bulgeanteil größerer Spiralgalaxien zur photometrischen Bestimmung benötigt wird.

Als Spezialfall des Sersic Gesetzes (1968) wird das $r^{\frac{1}{4}}$ -Profil des Vaucouleurs folgend beschrieben:

$$\log\left(\frac{\Sigma}{\Sigma_e}\right) = -3.33 \left[\left(\frac{r}{r_e}\right)^{\frac{1}{4}} - 1 \right] \quad (2.7)$$

Σ bezeichnet die Flächenhelligkeit (mag/arcsec^2) und Σ_e die Flächenhelligkeit bei r_e , welcher der Effektive Radius ist. Galaxien, die annähernd perfekt mit einem Vaucouleurs Profil übereinstimmen, zeigen mit größter Wahrscheinlichkeit das relaxierte Endstadium verschmolzener Galaxien.

Es hat sich gezeigt, daß dieses Profil nicht nur den Bulgeanteil von S0-Galaxien am besten beschreibt.

Scheibe

Nachdem nach Sandage bzw. van den Bergh S0-Galaxien ebenfalls Scheiben- oder gar Gaskomponenten besitzen können, lassen sich diese in Kombination mittels Exponential- für die Scheibe und

2 Literaturteil

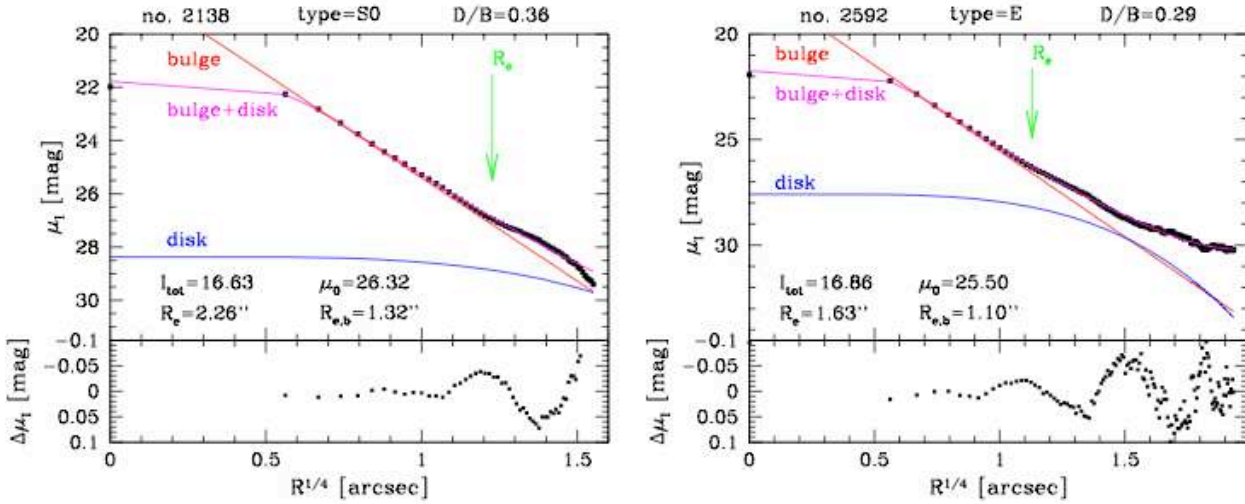


Abbildung 2.9: Hellkeitsprofilvergleich nach Vaucouleurs $\frac{1}{4}$ -Gesetz mit Komponentenzerlegung Bulge und Scheibe in Abell 2390 bei $z=0.23$ für die S0 Galaxie Nr. 2138 und für die E Galaxie Nr. 2592, aus (Fritz und Ziegler, 2003); durch das Scheiben - Bulge - Verhältnis ist im Vergleich erkenntlich, daß Nr. 2138 eine dünne Scheibe bei etwa $1.25 R^{1/4}$ (oder $\sim 2.44''$) besitzt.

Vaucouleurs $r^{1/4}$ -Gesetz für den Bulge bestens beschreiben (Kormendy, 1977). Aufgrund von detaillierten Beobachtungen sind gerade Scheiben von S0-Galaxien schwer ersichtlich und die Zerlegung der Profilgrößen in intrinsische Komponenten ist erforderlich. Wie bereits am Anfang schon erwähnt wurde, daß der Sichtwinkel auf die Galaxie eine wichtige Rolle spielt, wird für genauere Profile zwischen 2 Fällen unterschieden (siehe auch Abb.2.10 und 2.11): stirnseitig („face-on“) und kantenseitig („edge-on“).

Beide Sichtwinkel haben ihre Vor- und Nachteile. Während „face on“ Galaxien eindeutiger Aufschluß über ihre morphologische Struktur und zweidimensionale Scheibenstruktur (Spiralarms, Sternentstehungsgebiete, Gas,...) geben, lassen sich die Unterstrukturen Bulge und Scheibe besser in „edge on“ Galaxie detektieren, wobei dies besonders bei leuchtkraftschwächeren Galaxien hilfreich ist.

Scheibenaufbau von Galaxien

In einer normale Scheibe einer Spiralgalaxie existieren neben sehr jungen metallreichen Sternen (Population I) und offenen Sternhaufen das ISM, bestehend aus mehreren Komponenten: Gas, Staub, Sterne, Magnetfelder, Strahlungsfelder und hochenergetische Teilchen, die mit einander in Wechselwirkung stehen. Das ISM wird generell durch die Sternentstehungsrate und Supernovarate bestimmt (McKee und Ostriker, 1977). Durch die Anreicherung mit schwereren Elementen aus den Endstadien der Sternentwicklung wird die chemische Entwicklung einer Galaxie bestimmt.

Das Gas existiert in mehreren Phasen (kalt, warm und heiß) im Druckgleichgewicht $P = nkT$:

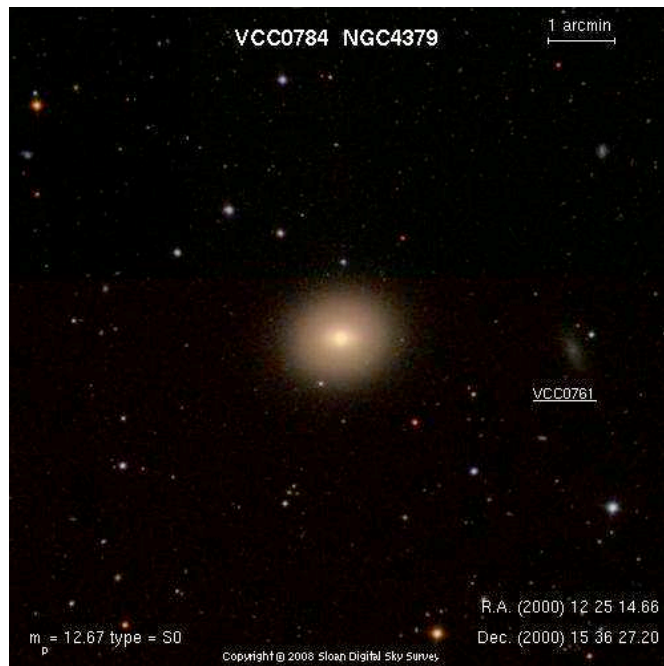


Abbildung 2.10: NGC 4379, typische „face-on“ S0-Galaxie, aus der SDSS Datenbank
(Quelle: <http://cas.sdss.org/astro/en/tools/chart/>)

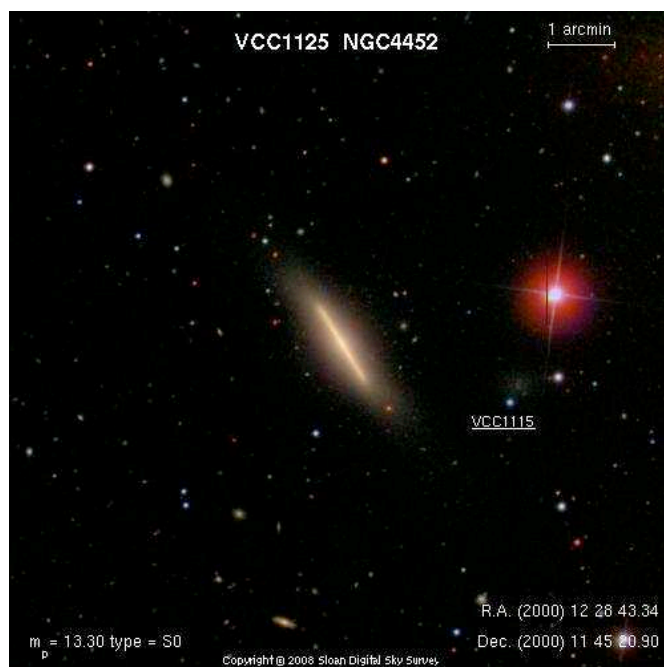


Abbildung 2.11: NGC 4452, typische „edge-on“ S0-Galaxie, aus der SDSS Datenbank
(Quelle: <http://cas.sdss.org/astro/en/tools/chart/>)

2 Literaturteil

- kalte, dichte Molekülwolken ($T \sim 10$ bis 100K , $M \sim 10^5$ - $10^6 M_\odot$, $R \sim 50$ - 200pc) mit dem meisten Massengehalt aus dem ISM, erkennbar in Radio- und Infrarotbeobachtungen
- warmes Gas, welches durch HII-Regionen aufgeheizt wurde ($T \sim 10^4\text{K}$), erkennbar in optische und ultravioletten Beobachtungen
- heißes, stark ausgedünntes Gas, welches aus Supernovaüberesten besteht und den größten Raum innerhalb des ISM einnimmt ($T \sim 10^6\text{K}$ und höher), erkennbar in Röntgenbeobachtungen

Der neutrale Wasserstoff ist durch Sternentstehung in schalen- und filamentartigen Strukturen verteilt, welches durch kollektive Supernovaexplosionen in den galaktischen Halo entlang des Druckgradienten sich ausbreiten kann (Weaver et al., 1977). Wenn Wasserstoff in HII Regionen aufgeheizt wird, wird er ionisiert. Eine maximale Ausdehnung einer HII-Region wird als Strömgrenradius definiert, welche die Grenze zwischen Rekombination und Absorption (Strömgren, 1939) beschreibt. Diese Ionisations- und Stoßfronten sind für das Aussehen und Struktur von Molekülwolken verantwortlich (Grad der Fragmentation). Dieser Bereich ist eine wichtige Indikation in der Extragalaktik für Sternentstehung. Staubeilchen sind in allen Phasen verbreitet und können vor allem im Infraroten Bereich erfasst werden.

Die Dynamik von Scheiben ist aus den Radial- und Rotationsgeschwindigkeiten mittels der Dopplerverschiebungen der Absorption- und Emissionslinien zu beobachten. Der Verlauf der Rotationskurve einer exponentiellen Scheibe in Abhängigkeit des Abstandes liefert 3 Zonen (Binney und Tremaine, 1987):

- der Kernbereich, in welcher die Geschwindigkeit fast linear mit dem Abstand r verläuft (differentielle Rotation)
- der mittlere Bereich, in welcher die Geschwindigkeit ein Maximum erreicht und danach abnimmt
- der äußere Bereich, auch „Keplerbereich“ bezeichnet, in welcher durch die Potentialbeschreibung durch Punktmassen eine Abnahme der Geschwindigkeit mit $r^{-\frac{1}{2}}$ erwartet wird.

Radiobeobachtungen (21 cm-Linie, HI) in den 70er Jahren ⁶ ergaben jedoch flache Rotationskurven in vielen Galaxien (siehe z.B. Rubin (1983)) bis einschließlich in den äußeren „Keplerbereichen“, das durch eine gravitative Massenzunahme nach außen hin erklärt werden konnte. Die Annahme einer zusätzlichen Massenkomponekte, des massiven dunklen Halos, welches weiter als die sichtbare Masse ausgedehnt ist, wurde erstmals von Freeman (1970) vorgestellt und später auch von Modellen unterstützt (siehe auch van Albada et al. (1985)).

⁶In dieser Zeit stieg u.a. die Beobachtungsqualität der 21 cm - Linie, welches eine Erfassung von Rotationskurven mit großen Radii ermöglichte.

2.2 Globale Galaxienevolution

Ziel einer physikalischen Galaxienklassifikation (ähnlicher Morphologiegrad weist auf ähnliche physikalische Prozesse hin) ist die Beschreibung des Entwicklungszustandes einer Galaxie eines bestimmten Morphologietyps. Die Galaxienentwicklung ist sowohl globalen als auch lokalen Prozessen unterworfen. Zwicky schlug 1957 ein Modell vor, welches innere und äußere Einflüsse bei der Evolution berücksichtigt. Die Frage, wie sich aus primordialem Gas großstrukturierte Galaxien mit verschiedenen Morphologietypen bilden konnte, wurde u.a. mit zwei Modellen versucht zu erklären: das monolithische Kollapsmodell (1) und das hierarchische Verschmelzungsmodell (2)

1. Primordiales Gas im frühen Universum kollabiert in Form von mehreren Wolken durch verschiedene Anfangsbedingungen direkt zu den einzelnen Morphologietypen: Rotiert die Gaswolke bei Kontraktion mit einem hohen Drehimpuls, bewirkt dies eine Abflachung und das Resultat ist eine primordiale Gasscheibe, die sich zu weiteren Scheibengalaxien (S0, Sa, SBa,...) entwickeln kann. Andernfalls, bei schwachem Drehimpuls während der Kontraktionsphase, konzentriert sich das Gas direkt auf den Massenschwerpunkt. Die Temperatur fällt, Instabilitäten und Verdichtungen steigen an, die sich weiter zu OB-Stern-Assoziationen entwickeln, welches zu einer kurzen aktiven Sternentstehungsrate⁷ führt. Dies hat aber einen verstärkten Gasverlust durch Ausströmung zur Folge, das weitere Sternentstehung erschwert bzw. fast komplett einstellen könnte (Endresultat wären z.B. Elliptische Galaxien). Im Vergleich dazu ist das Gas in den Scheiben großflächiger verteilt; durch die Kinematik der Scheibe kann das Gas nicht effizient abkühlen und Sternentstehung findet seltener, dafür aber viel länger und kontinuierlicher statt (Endresultat wären z.B. Spiralgalaxien). Je nach Prozessverlauf und Anfangsbedingungen können sich bestimmte Morphologietypen bilden (siehe Eggen et al. (1962), Larson (1974) und Burkert und Hensler (1988)).
2. Im frühen Universum bilden sich zunächst kleine Galaxien (dominiert durch „CDM“ - kalte dunkle Materie - in Form von Galaxiehalos) mit kleinen Scheiben, die durch Verschmelzung mit relativ kleineren Galaxien (Zwerggalaxien) bzw. durch langsame Akkretion (diffuse Materie) zu großen Spiralgalaxien anwachsen können. Andernfalls bewirkt eine Verschmelzung zweier Scheibengalaxien mit ähnlicher Größe große Gravitationspotentialstörungen, sodaß die geordneten Sternbahnen in ungeordnete übergehen und sich aus 2 Scheibengalaxien eine Elliptische Galaxie bilden kann (White und Rees (1978), Cole et al. (1994) und Toomre (1977)).

Viele numerische Modelle unterstützen das hierarchische Verschmelzungsmodell, welches gut mit Beobachtungen korreliert (Gezeitenarme, Ringgalaxien,...).

2 Literaturteil

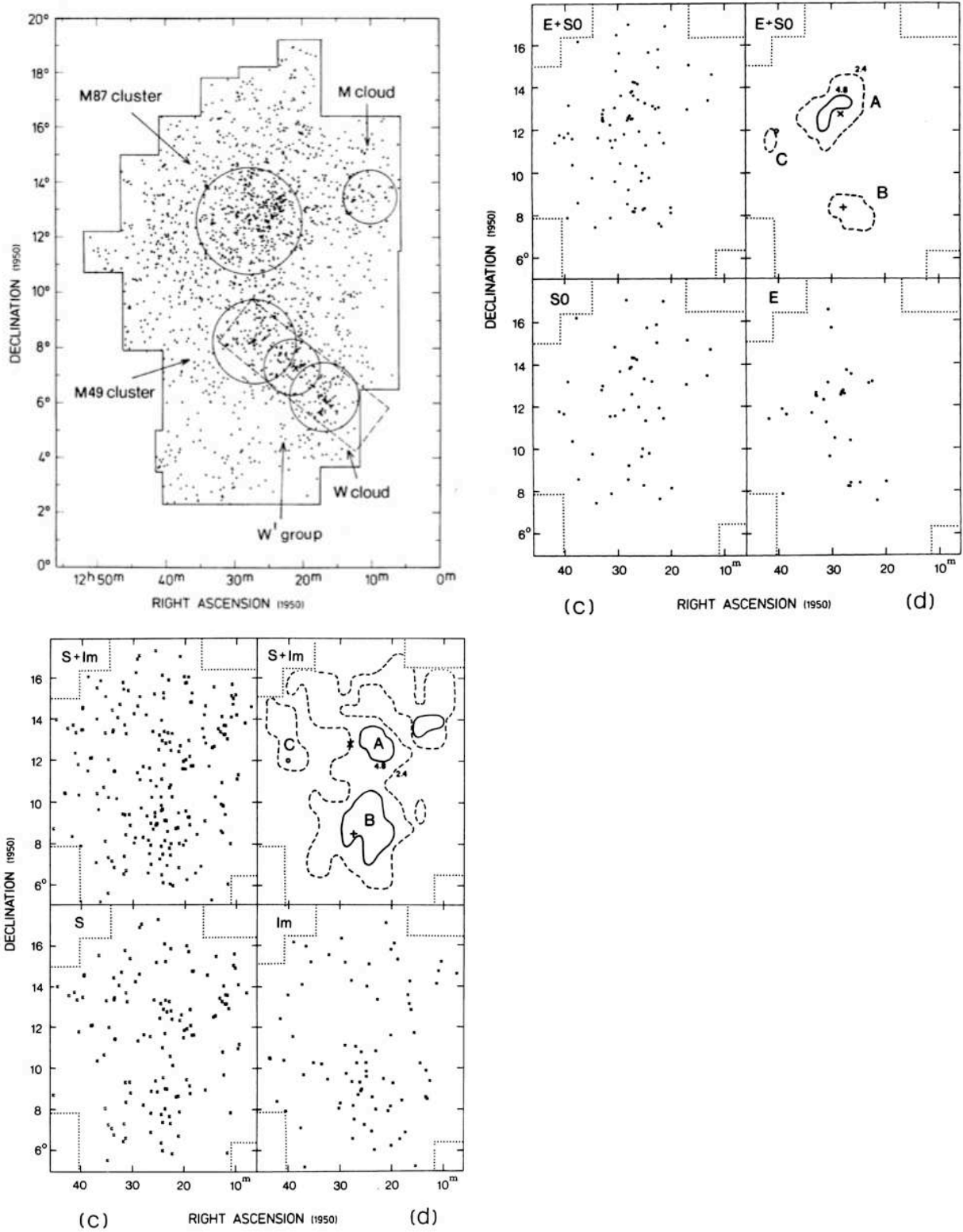


Abbildung 2.12: Galaxienverteilung des Virgo-Haufens, aus (Binggeli et al., 1987), von links nach rechts: Gesamtverteilung im Haufen, Verteilung der frühen Typen, Verteilung der späten Typen

2.3 Morphologische Struktur des Virgoaufens

Der Virgohaufen ist einer der bestuntersuchten Galaxienhaufen, besonders deshalb, da dieser sich am nächsten ($\sim 17\text{Mpc}$) von uns befindet. Mit ~ 2000 Galaxien (Binggeli et al. (1987), siehe auch Abb.2.12 und Abb. 2.13), welche überwiegend in zwei Subbereichen des Haufens verteilt sind (M87 mit Geschwindigkeitsdispersion $\sigma \sim 750\text{ km/s}$ und M49 mit Geschwindigkeitsdispersion $\sigma \sim 400\text{ km/s}$), liegen deren morphologische Verteilungen, verglichen mit der Morphologieverteilungs-Relation von Dressler (1980), in guter Übereinstimmung: Frühe Typen (E/S0, dE/dS0) befinden sich mit größerer Anhäufung in Zentrumsnähe, späte Typen (Sa/SBa und später) sind dagegen überwiegend in den mittleren bis äußeren Haufenbereichen bzw. um M49 verteilt. Die Resultate (aus Binggeli et al. (1987)),

- daß die späteren Typen ($\sigma \sim 890\text{ km/s}$) eine höhere Geschwindigkeitsdispersion als die frühen Typen ($\sigma \sim 570\text{ km/s}$) aufweisen ,
- daß M87 nicht der exakte Haufenmittelpunkt ist (weder räumlich noch durch Geschwindigkeiten) ,
- und daß der Haufen eine irreguläre Form aufweist

gaben Anlaß zur Vermutung, daß der Virgohaufen keinesfalls ein dynamisches relaxiertes System sein kann. Aufgrund des ersten Punktes müßten sehr wohl Galaxien (vor allem spätere Typen) in den Haufen einfallen bzw. haben es kürzlich getan. Dies wurde erstmals von Tully und Shaya (1984) vorgeschlagen und wird seither von den Seiten der Beobachtung und der numerischen Modellen immer wieder bestätigt. Demnach ist im Falle des Virgoaufens von einem relativ jungen und unrelaxierten Haufen auszugehen.

Die Frage nach den Gründen, die zu diesem Aussehen der morphologische Segregation (siehe Abb. 2.13 und Abb. 2.14) geführt haben könnten, ist bis heute nicht vollständig beantwortbar. Daß Galaxien aufgrund von inneren und äußeren Einflüssen ihren Morphologietyp ändern können, zeigt die wichtige Bedeutung der Galaxienentwicklung für diesen Punkt.

Der Comahaufen hingegen, welcher von frühen morphologischen Typen dominiert wird, ist in seiner Verteilung stark symmetrisch, kompakt, ohne Unterhaufengruppen und somit vermutlich virialisiert, nach mehreren Haufenkollisionen⁸. Ein Vergleich von mehreren Galaxienhaufen ist wichtig, denn sie geben Aufschlüsse über mögliche lokale (haufenintern) und globale (Haufeninteraktionen) Entwicklungen.

Neben der Kinematik und der Gasverteilung spielen die einzelnen Leuchtkräfte und vor allem deren Gesamtverteilung innerhalb des Haufens eine bedeutsame Rolle. Die Leuchtkraftfunktion gibt die Anzahldichte von Galaxien mit denselben Leuchtkräften im Intervall von L bis $L+dL$ an. Über die Schechter-Leuchtkraftfunktion Schechter und Peebles (1976)

⁷engl. „starburst“

⁸Gunn und Gott (1972) geben dafür einen Zeitraum von einigen 10^9 Jahren an.

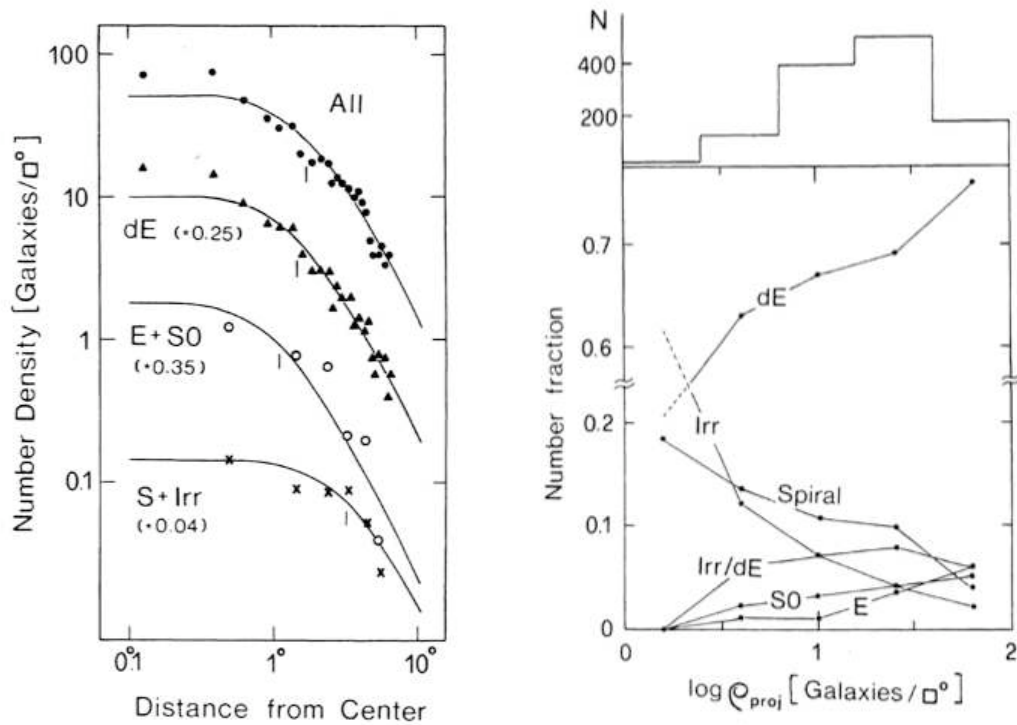


Abbildung 2.13: Links: Radiale Verteilungen der Galaxien innerhalb des Haufens mittels Anzahl und Abstand von M87; jene Verteilungen werden als King-Profile (jeweils bestes „Fit“) dargestellt; der senkrechte Marker kennzeichnet lediglich r_c der King-Profile.; rechts: morphologische Verteilung der Galaxien als Funktionen der projizierten Dichte in Bezug zur Anzahl (normiert), aus (Binggeli et al., 1987)

$$\phi(L)dL = \phi^* \left(\frac{L}{L^*} \right)^\alpha e^{-\frac{L}{L^*}} \frac{dL}{L^*} \quad (2.8)$$

lassen sich gute analytische Annäherungen ermitteln (siehe Abb.2.14), welche jedoch nur für hinreichend leuchtkräftige Objekte gültig ist. Der α -Faktor („faint-end-slope“) gibt ein Maß für die Steigung an. Wenn L um vieles größer ist als L_* hat die Funktion einen exponentiellen Abfall, andernfalls verläuft die Kurve nach dem Potenzgesetz mit dem Anstieg α .

2.4 Galaxienevolution

Das ISM stellt das Sternentstehungspotential einer Galaxie dar. Ausgedünnt werden kann das ISM durch starke Sternentstehung („starburst“), Akkretion und galaktischem Wind. Stark vereinfacht wird das ISM im 3-Phasen-Modell (McKee und Ostriker, 1977) beschrieben, welches bereits in 2.1.5 erwähnt wurde. Durch Wechselwirkungen unter den 3 Phasen (heiß, warm und kalt), bestimmt durch die Supernovarate, stellt sich ein Gleichgewicht⁹ ein. Während verschiedene Heizprozesse (stellare Winde, Röntgenstrahlung, etc.) innerhalb des ISM durch $G = nG \propto n$, also das Produkt der Summe aller Heizprozesse G und einem Faktor n beschrieben wird, ist die Kühlung durch $L = n^2\Lambda(T)$ definiert, wobei $\Lambda(T)$ die Kühlfunktion bezeichnet. Kühlung erfolgt in Raumgebieten mit hohen Temperaturen ($T > 10^7\text{K}$) nur mit Bremsstrahlung, da das Plasma vollständig ionisiert ist. Fällt die Temperatur jedoch unter diesem Wert, so dominiert die Rekombinationsstrahlung (Dalgarno und McCray, 1972). Es sollte kurz erwähnt werden, daß das 3-Phasen-Modell weder Wechselwirkungen zwischen Halo und Scheibe noch die Inhomogenität der räumlichen Verteilungen der OB-Assoziationen und andere Fragestellungen beantworten kann.

Das Hertzsprung-Russel- bzw. „Farben-Helligkeits-Diagramm“ dient zur Darstellung der Verteilung der einzelnen Sterngruppierungen mit jeweiligen Entwicklungszuständen (OB Sterne, Roter Riesenast, Hauptreihe, Weiße Zwerge, um einige zu erwähnen). Damit erscheinen alte Sternsysteme rötter als junge, aufgrund dem höherem Anteil von roten Riesen. Ohne auf die einzelnen Komponenten näher einzugehen, sei dennoch der Abzweigepunkt („turn-off-point“) erwähnt, in dem die Hauptreihe bei einem bestimmten Farbindex abzweigt. Je nach Entwicklung des Sternensystems kann dort das Alter des Systems durch den Farben-Helligkeitsvergleich aus Beobachtungen mit dem eines modellierten Sternensystems mit annähernd gleichem Alter und chemische Zusammensetzung abgeschätzt werden.

Neben dem Alter sind zwei weitere Faktoren wichtig für die Erfassung für die Sternentstehungsgeschichte, welche die Galaxienevolution bestimmen:

- Die Metallizität, die die Metallhäufigkeit von schwereren chemischen Elementen beschreibt, definiert durch

⁹engl. auch „violent ISM“ genannt

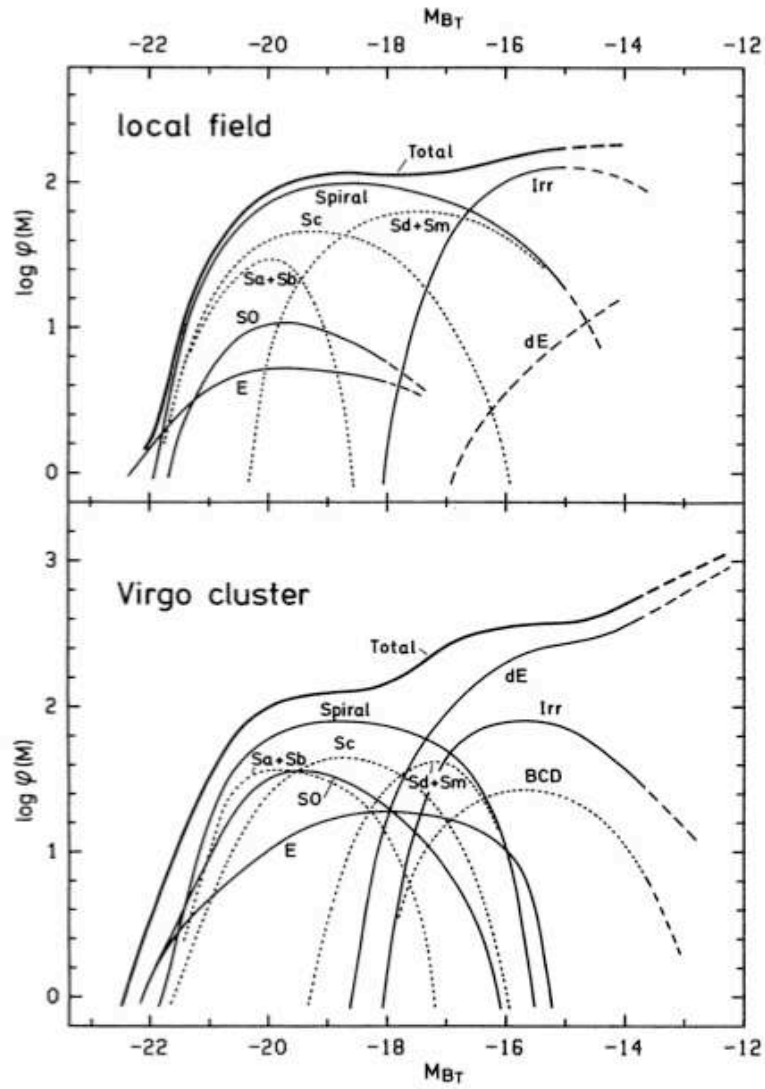


Abbildung 2.14: Leuchtkraftfunktionen unterteilt für einzelne Morphologietypen, mit Gesamtverteilungen für Virgogalaxien und Feldgalaxien, aus (Binggeli et al., 1988)

$$Z(t) = \frac{M_z(t)}{M_g(t)} \quad (2.9)$$

- die Sternentstehungsrate (engl. Star Formation Rate, SFR [$M_\odot$ pro Jahr]), und die Initial Mass Function (kurz: „IMF“) welche die ursprüngliche Massenverteilung von Sternen einer neu entstandenen Population beschreibt (siehe für $\gamma = 2,35$ in Salpeter (1955)).

$$dN(M) \sim M^{-\gamma} d(\log M) \quad (2.10)$$

Durch mehrere Modelle (z.B. für die Lokale Gruppe: Grebel (2000)) für Sternentstehungsgeschichten verschiedener Morphologietypen, ist besonders der Unterschied zwischen Elliptischen und Spiralgalaxien zu erwähnen. Während Elliptische Galaxien anfangs durch verstärkte Sternentstehungsraten (starburst) einen starken Gas- und Massenverlust und damit eine starke andauernde Abnahme der weiteren Sternentstehungsrate mit der Zeit erleiden, bis zur annähernd kompletten Einstellung, durchleben Spiralgalaxien einerseits mehrere verstärkte Sternentstehungsphasen, die im Vergleich zu Elliptischen Galaxien weniger ausgeprägt sind. Andererseits bleibt die Rate in vielen Fällen im Gleichgewicht, besonders in frühen Spiralgalaxientypen (z.B. Sc).

2.5 Externe Einflüsse auf die Galaxienentwicklung

Verdrehte Galaxienscheiben, wechselwirkende Galaxien, anämische Galaxien und andere Phänomene sind Indizien für äußere Einwirkungen in Hinblick auf die Galaxienevolution. Gasunterhäufigkeiten treten neben der galaxieninternen Evolution auch bedingt durch äußere Kräfte auf. Um besser auf die genauen Vorgänge eingehen zu können, ist ein Vergleich mit Feldobjekten sinnvoll.

Während isolierte Galaxien sich entsprechend ihrem Morphologiegrad annähernd ohne externe Einflüsse entwickeln, weisen viele Haufengalaxien Unterschiede in ihrer Entwicklung verglichen mit Galaxien außerhalb des Haufens auf. Haynes et al. (1984) beobachteten einen Unterschied des Gasgehalts zwischen Haufen- und Feldobjekten im Vergleich mit ähnlichen Morphologiegraden. Demnach sind Haufengalaxien tendenziell gasärmer als morphologisch vergleichbare Feldgalaxien.

Die Definition des HI_{Def} (Gasunterhäufigkeitsgrad) dient zur Beschreibung des aktuellen Zustandes des Gases innerhalb einer Galaxie verglichen mit einer morphologisch identen Feldgalaxie (Haynes et al., 1984):

$$HI_{Def} = < \log M_H (T, D_1) > - \log M_H (obs) \quad (2.11)$$

T...morphologischer Grad, D_1 ...lineare Skalengröße

2 Literaturteil

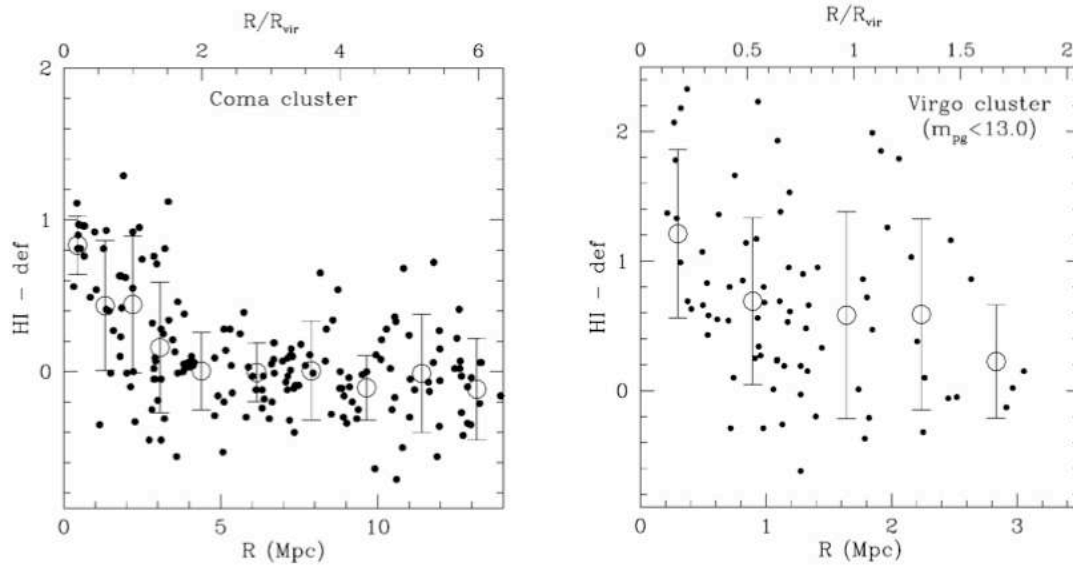


Abbildung 2.15: Projizierte Verteilung des HI_{Def} um das jeweilige Haufenzentrum: links Comahaufen, rechts Virgohaufen; die Balken geben die Unsicherheiten mit 1σ an (aus Boselli und Gavazzi (2006))

$M_H(T, D_1)$ gibt die Gasmasse einer Feldgalaxie an und $M_H(obs)^{10}$ gibt die Gasmasse einer Galaxie im Galaxienhaufen an, mit dem selben morphologischen Grad der Feldgalaxie.

Von gasunterhäufigen Galaxien ist erst ab $HI_{Def} \leq 0,3^{11}$ zu sprechen. Viele Untersuchungen (z.B. Gavazzi (1989)) ergaben einen starken Anstieg der gasunterhäufigen Galaxien in Richtung des Haufenzentrums. Es scheint einen Zusammenhang zwischen dem Gasgehalt von Galaxien und deren Orbits in Galaxienhaufen zu geben: Während frühe morphologische und (damit in den meisten Fällen) gasunterhäufige Scheibengalaxien¹² sich in radialen und exzentrischen Orbits befinden, bewegen sich gasreiche Galaxien im Allgemeinen in gleichmäßigen und kreisförmigen Bahnen (Solanés et al. (2001) und Dressler (1986)). Untersuchungen von Rubin et al. (1988) ergaben für Rotationskurven von Galaxien, daß jene, die sich (insbesondere) in Haufenzentren befinden, eine sinkende Tendenz im Gegensatz zu Objekten, die sich in den äußeren Haufenbereichen bzw. außerhalb von Haufen befinden. Diese zeigen flache und sogar leicht steigende Rotationskurven (bei isolierten Galaxien). Demnach müßte die Dunkle Materie von Galaxien (Halo) innerhalb vom Haufen ebenfalls stark beeinflusst werden.

Von der Gasunterhäufigkeit sind alle morphologischen Galaxientypen betroffen, je nach Gravitationspotentialen und externen Einflüssen kann HI_{Def} variieren. Ein Gasverlust und eine damit meist

¹⁰von engl. „observed“

¹¹Dieser Wert ist nicht gültig bei Zwerggalaxien u.ä.; aus Boselli und Gavazzi (2006)

¹²gemeint sind in erster Linie Spiralgalaxien (Sa, SBa u.ä.)

resultierende Verringerung der Sternentstehungsrate in Galaxien können u.a. zu morphologischen Veränderungen führen. Es werden Prozesse vorgeschlagen, welche dies hervorrufen können: (1) Galaxienwechselwirkungen (Spitzer und Baade, 1951), (2) Gezeitenkräfte (Toomre und Toomre, 1972), (3) „ram pressure stripping“ („RPS“) (Gunn und Gott, 1972).

1. Abhängig vom Gravitationspotential sind Galaxiekomponenten (Gas, Staub, Sterne und Dunkle Materie) unterschiedlich während Galaxienwechselwirkungen betroffen. Numerische Modelle (z.B. Valluri und Jog (1990)) bestätigen die Effizienz des Gasabstreifprozesses innerhalb der mittleren und äußeren Scheibe. Das molekulare Gas bleibt aufgrund des inneren Potentialtopfs um den Galaxiekern jedoch eher erhalten. Der Zeitraum zwischen zwei Galaxienwechselwirkungen kann mit t_{enc} ¹³ mit $\sim 10^8$ Jahre für den Virgohaufen angegeben werden (Binney und Tremaine, 1987). Während Verschmelzungen von Scheibengalaxien (nach morphologischer Dichteverteilung (Dressler, 1986) und numerischen Simulationen, siehe u.a. Toomre (1977)) die Bildung von Elliptischen Galaxien gut erklären kann, ist das für scheibendominierte S0s nicht der Fall.
2. Durch Wechselwirkungen zwischen Galaxien und Haufen durch deren Potential können zwar ein Anstieg der nuklearen Aktivität in Haufengalaxien bewirken; jedoch ist der direkte Gasverlust begrenzt, welcher eher durch die erhöhte Sternentstehung entsteht, ein ähnliches Resultat bewirken auch „knappe“ Galaxiezusammenstöße¹⁴ (Boselli und Gavazzi, 2006).
3. Der Gasverlust von Galaxien innerhalb eines Durchfluges durch das heiße ($10^6 - 10^7$ K) ICM mit hoher (~ 1000 km/s) Geschwindigkeit wird durch den „RPS“- Prozess bestimmt, welcher jedoch die Sternkomponente kaum beeinflusst (Gunn und Gott, 1972). Die genaueren Vorgänge werden in einem eigenen Kapitel behandelt. Bekki und Couch (2003) erwähnen einen Anstieg der Sternentstehungsrate, während die Galaxie den Durchflug fast beendet hat und sich in den äußeren Bereichen des Haufens befindet, obwohl die Dichte des ICM dort niedriger ist. Numerische RPS Simulationen (siehe in 2.8.1) zeigen einerseits ein „Nachfließen“ des Gases innerhalb der Scheibe in die äußeren Scheibenbereiche, was ein Ausdünnungsprozeß des Gases bewirkt. Andererseits können bei gegebenen Durchfluggeschwindigkeiten und höheren Staudrücken einen Gesamtverlust der Gasscheibe erzielen.

Neben diesen Prozessen sei noch kurz die thermale Evaporation und „starvation“ erwähnt: Falls an der Grenze zwischen heißem ICM und dem kalten ISM die Temperatur gegenüber der Geschwindigkeitsdispersion dominiert, kondensiert das Gas effektiv und kann nicht mehr vom Gravitationspotential der Scheibe zurückgehalten werden (Cowie und Songaila, 1977). „Starvation“¹⁵ bezeichnet einen Rückgang der Sternentstehungsrate innerhalb einer Galaxie (infolge eines kürzlich vergangenen Gasverlusts), welches eine Änderung des morphologischen Grad zur Folge haben kann (Larson et al., 1980).

¹³aus dem Englischen „encounter“ = Zusammenstoß

¹⁴englisch: „galaxy harassment“

¹⁵auf deutsch: „Aushungerung“

2 Literaturteil

Als Vergleich möchte ich aus Boselli und Gavazzi (2006) einige Zeitangaben als Vergleich und eine Schlußbemerkung angeben:

- Zeitraum zwischen zwei Wechselwirkungen durch Gezeitenkräfte sind sehr lang: einige 10^{10} Jahre
- Zeitraum eines Galaxiendurchflugs durch RPS: 10^9 Jahre
- Zeitraum für Gasverlust durch u.a. thermale Evaporation: einige 10^8 Jahre
- Zeitraum während „starvation“: einige 10^9 Jahre

Während fast alle Prozesse im Haufenzentrum am effektivsten sind, dominiert „starvation“ in den äußeren Haufenbereichen bzw. außerhalb des Haufens.

2.6 S0 Galaxien

2.6.1 Sternkomponente

Es ist erstaunlich, daß bis vor kurzem stellaren Populationen in S0 Galaxien kaum Beachtung geschenkt worden ist. Denn die wichtige Fragestellung nach der Entwicklung von S0, den Verbindungszweig zwischen Elliptischen und Spiralgalaxien, kann schlußendlich durch die Sternentstehungsgeschichte in diesen Galaxien beantwortet werden. Daß S0 Spiralgalaxien mit Bulge und Scheibenkomponente sehr ähnlich sind, läßt vermuten, daß S0 in frühen Entwicklungsphasen einen jähen Abbruch der Sternentstehung durchlebten (Larson et al. (1980)).

Aus der Schwankung der Metallizitäten ($-0,3$ bis $+0,3$ dex) von einem Sample aus S0s in Bender und Paquet (1999) ist eindeutig zu erkennen (siehe Abb.2.16), daß S0-Scheiben jünger und geringfügig metallreicher als S0-Bulges bzw. Elliptische Galaxien sind.

Aus dem Zusammenhang zwischen Mg-Absorption und Geschwindigkeitsdispersion (Dressler et al., 1987) lassen sich der Anteil an älteren Sternkomponenten in Bezug zur Geschwindigkeitsverteilung und Alter für frühe Galaxientypen (vorrangig Elliptische Galaxien) bestimmen. Die Vorteile dieser Relation liegen eindeutig bei der Unabhängigkeit der Entfernung und der Unempfindlichkeit gegenüber der Staubextinktion (siehe näheres in Worthey und Collobert (2003)). In Bender und Paquet (1999) dient diese Beziehung zwischen S0-Scheiben, S0-Bulges, Elliptischen Galaxien und Spiral-Scheiben¹⁶ als Vergleich (siehe Abb.2.17). Offensichtlich bestehen zwischen S0-Scheiben und Spiralscheiben, deren Sternentstehung stark gedrosselt wurde, große Ähnlichkeiten, welches für eine Entwicklung zwischen diesen beiden Typen spricht.

¹⁶Hierbei wurde die Metallizität von Spiralgalaxien durch Einschränkungen der Sternentstehung verändert und damit für diese Beziehung modifiziert.

288

R. BENDER and A. PAQUET

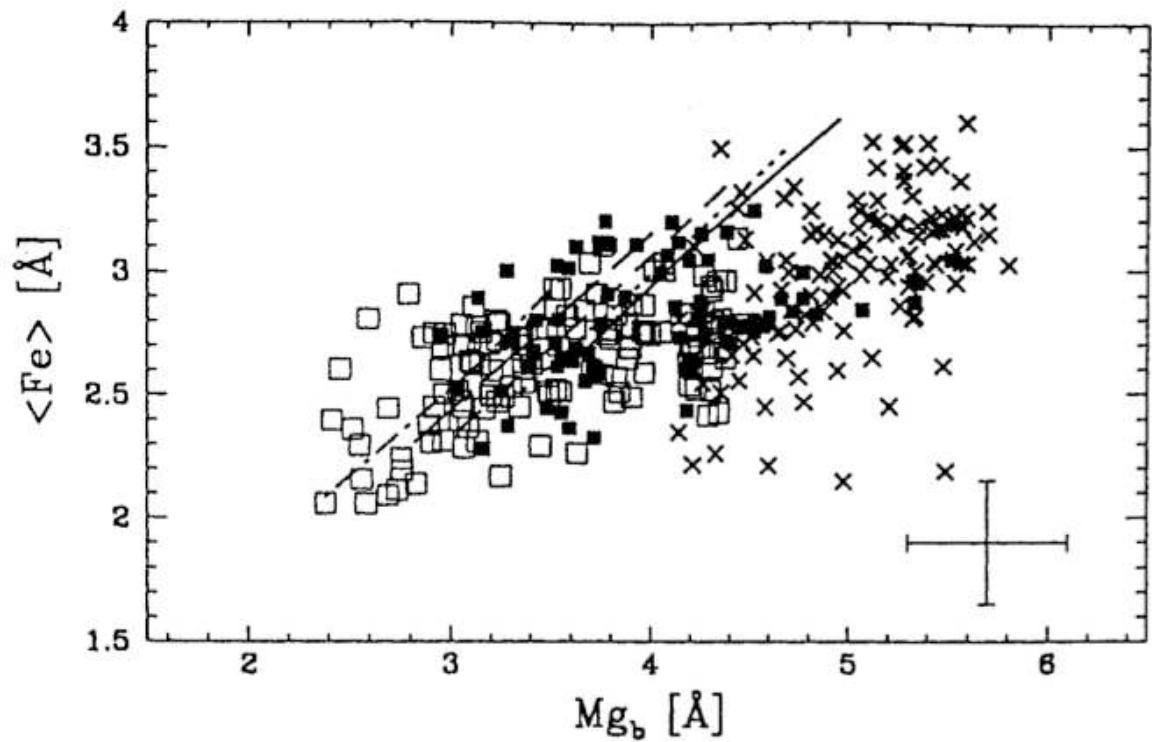


Abbildung 2.16: Metallizitätsunterschiede für 3, 5, 8, 12 und 17 Mrd. Jahren, siehe Linien (jede entspricht einem Populationsmodell von Worthey (1994)); offene Quadrate entsprechen S0-Scheiben, gefüllte Quadrate S0-Bulges und Kreuze Elliptische Galaxien, aus Bender und Paquet (1999)

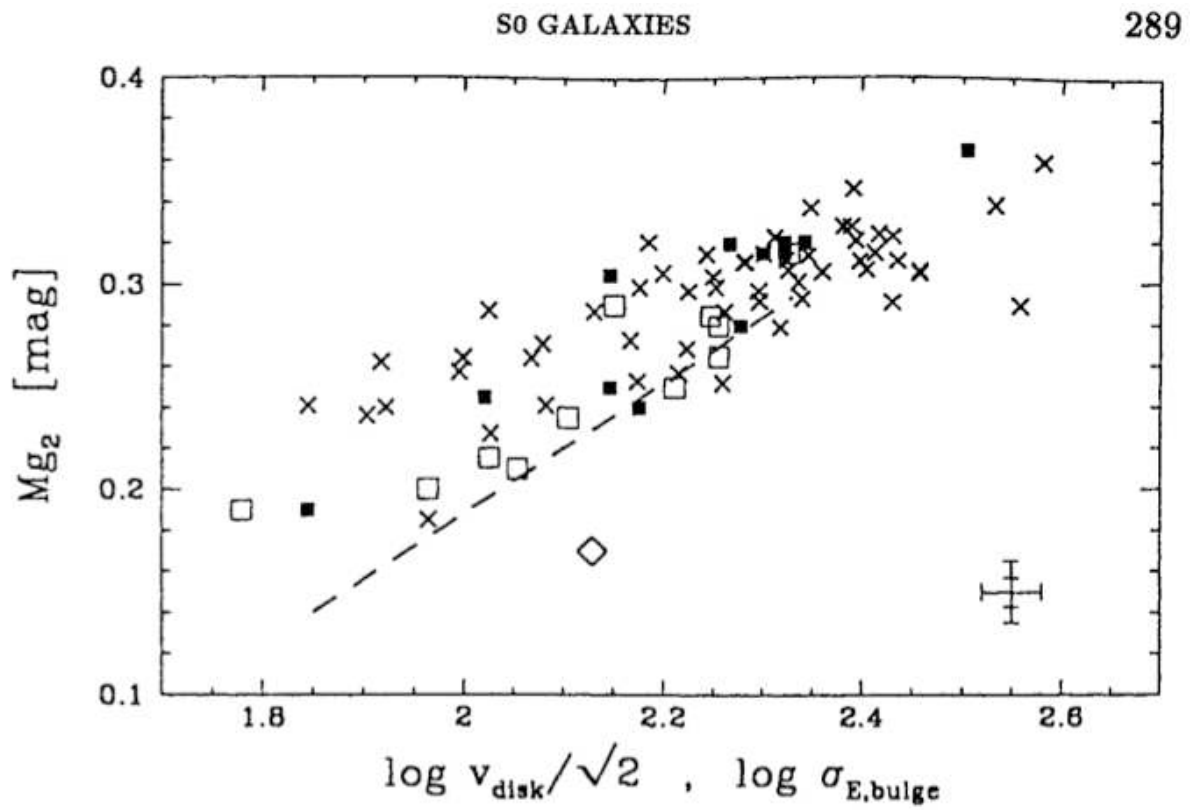
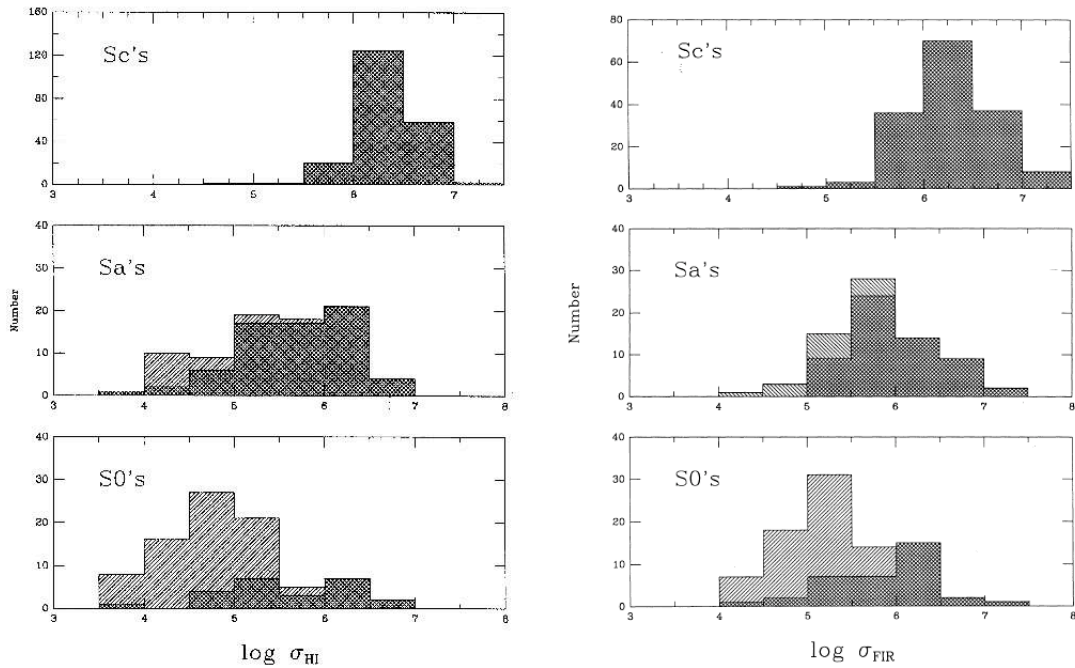


Abbildung 2.17: Relation M_g /Geschwindigkeitsdispersion aus Bender und Paquet (1999): offene Quadrate entsprechen S0-Scheiben, gefüllte Quadrate S0-Bulges, Kreuze Elliptische Galaxien und die unterbrochene Linie modifizierte Spiralscheiben



Abbildungung 2.18: Flächenhelligkeiten von Gas (HI: Einheit Sonnenmassen pro kpc^2) - und Staubaanteilen (FIR: Einheit Sonnenleuchtkraft pro kpc^2) für Sc-, Sa- und S0-Galaxien aus dem Local Supercluster ($z < 0,01$). Die schräg und kreuzschraffierten Balken geben zusammen die Gesamtanzahl der Galaxien aus dem Sample an. Nur die kreuzschraffierten Balken beinhalten die erfassten HI/FIR-Daten, während die schrägschraffierten Balken die „restlichen“ Galaxien darstellen, die das sogenannte „upper limit“ der Mindestgas- bzw. Mindeststaubwerte nicht erreicht haben, aus (Haynes et al., 1990)

2.6.2 Gas und Staub

Daß S0-Galaxien, wenn auch in geringen Mengen, Gas und Staub besitzen, ist bereits in den achtziger Jahren detektiert worden. Die beobachtete Gas- und Staubmasse ist geringer, bis kaum vorhanden, als bei späteren Spiralgalaxien (siehe Eder et al. (1991), S0 ($\sim 10^7 M_\odot$), Sb bzw. Sc ($\sim 10^{10} M_\odot$) und Abb.2.16). Jedoch können durch besondere Umstände (z.B. Galaxienwechselwirkungen) beide Anteile erhöht sein. Die Beobachtbarkeit beider Faktoren bei S0s stellt eine große Herausforderung dar.

Der Gasgehalt von S0-Galaxien hängt vor allem von deren Umgebung und zeitlichen Veränderungen ab. Außerdem zeigen einige gasreichere S0/SB0s einen höheren Anteil an HI-Ringen (sowohl im inneren als auch im äußeren Bereich, van Driel und van Woerden (1991), welche besonders bei SB0 Galaxien ein größeres „HI-Loch“ aufweisen. Es werden Gründe wie „Burnt-out-disk“ Szenario, Massenverlust von höherentwickelten Sternen, galaktischer Wind, eine Umverteilung des Balkens aber auch „stripping“-Prozesse, Gasakkretion von externen Einflüssen bzw. „merging“-Prozesse genannt.

Type 1	% V.X 2	% V 3	$\bar{\sigma}_H$ field 4	$\bar{\sigma}_H$ V 5
S0	6	32	0.13	<0.10
S0/a-Sab	26	27	1.0	0.09
Sb/Sbc	17	17	2.2	0.8
Sc-Irr	52	25	2.9	1.9

Abbildung 2.19: Vergleich verschiedener Gasanteile morphologischen Galaxien zwischen Virgomitgliedern und Feldgalaxien, aus (Chamaraux et al., 1986); erste Spalte = Morphologischer Typ, zweite Spalte = prozentuelle Anzahl der Galaxien in einem Nebenteil des Virgoaufens, dritte Spalte = prozentuelle Anzahl der Galaxien im Hauptteil des Virgoaufens, vierte Spalte = durchschnittliche Gasflächenhelligkeit der Feldgalaxien, fünfte Spalte = durchschnittliche Gasflächenhelligkeit der Galaxien im Virgoaufen

In Zentrumsnähe von Galaxienhaufen ist eine höhere Konzentration von S0 Galaxien vorhanden als in äußeren Haufenbereichen bzw. in Bereichen mit geringer Galaxienkonzentration (Chamaraux et al. (1986), siehe auch Abb.2.17, und Dressler (1980)).

2.7 Die Bedeutung von anämischen Galaxien

Nach der Definition von anämischen Galaxien (siehe 2.1.4) wäre NGC 4569 (siehe Abb.2.20) ein passender Kandidat. Mit abgeflachten $H\alpha$, HI Dichteprofilen (Cayatte et al. (1994), Koopmann und Kenney (2004b) und Koopmann und Kenney (2004a)) und einem Gasunterhäufigkeitsgrad $HI_{Def} \sim 0,97^{17}$ dient diese Galaxie als Ausgangspunkt für Modelle der Galaxienevolution. In Boselli et al. (2006) wird durch Modelle gezeigt, daß der RPS Prozeß gegenüber dem „starvation“-Prozeß (= starke Drosselung der Sternentstehungsrate bis diese eingestellt wird) für diese Galaxie relevant war: denn die Abflachung der Gasscheibe, und der damit verbundene „rötlichere“ Farbgradient (der Farbgradient von NGC 4569 wird in Richtung Galaxienzentrum „blauer“) in den äußeren Scheibenzonen, kann durch „starvation“ nicht reproduziert werden, während die ältere Sternenkomponente unbeeinflusst bleibt. In diesem Modell wird hingewiesen, daß der Gasverlustprozeß erst vor kurzem stattgefunden hat (≤ 500 Mio. Jahre). Somit könnten anämische Galaxien als Zwischenstufe in der Entwicklung von Spiral- zu S0 Galaxien angenommen werden. Dies werden auch u.a. durch Solanes und Salvador-Sole (1992) und Quilis et al. (2000) unterstützt.

¹⁷entnommen aus dem Goldmine-Datensatz für diese Diplomarbeit, siehe in Auswahlkandidaten Anämische Galaxien

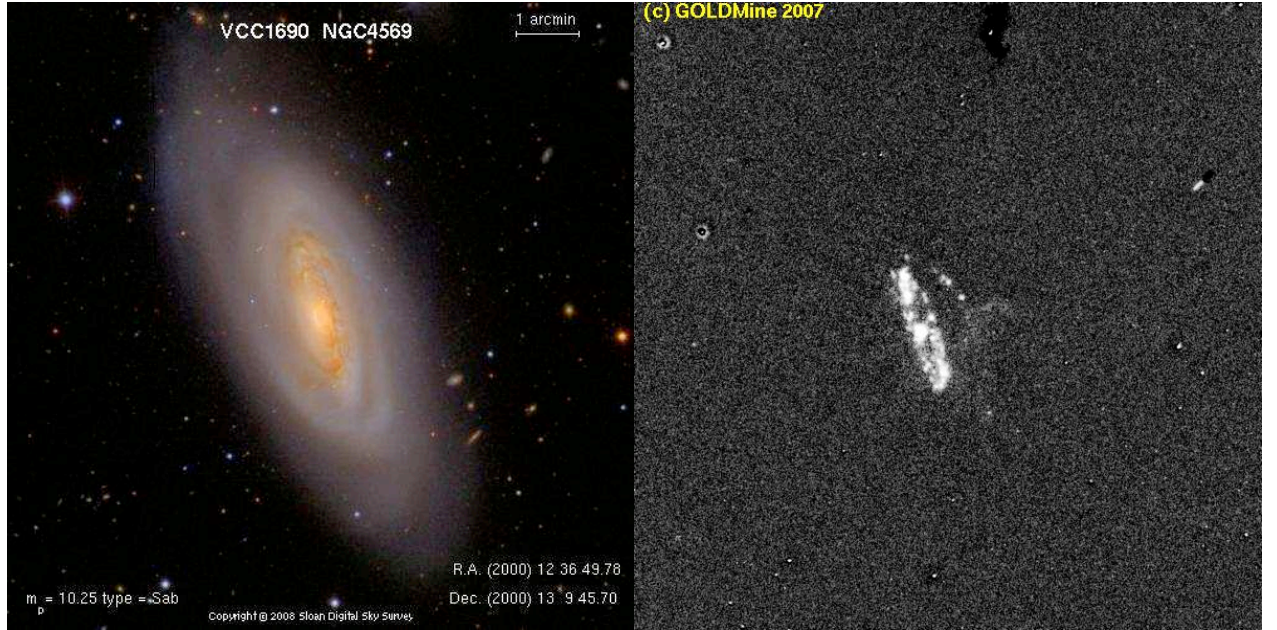


Abbildung 2.20: Anämische Galaxie NGC 4569, links optisches Bild, rechts H α Bild (jeweils entnommen aus: <http://goldmine.mib.infn.it/>)

2.8 „Ram Pressure Stripping”(RPS)

In einem heißen ausgedünnten intergalaktischem Medium („ICM”) eines Haufens (im Falle des Virgo-haufens mit $\sim 10^7$ K) erfährt das interstellare Medium (Gas und Staub, „ISM”) einer durchfliegenden Galaxie (siehe auch Abb.2.21), mit der Geschwindigkeit ν , einen Staudruck p_{ram} („ram pressure”)

$$p_{ram} \approx \rho_{ICM} \cdot \nu^2 \quad (2.12)$$

Besitzt jene Galaxie genügend Gravitationspotential, wie z.B. „grand design” Spiralgalaxien, bewirkt die Rückstellkraft F eine Vermeidung des Materialverlusts des ISM entgegen p_{ram} und wird mit der Sternendichte σ_s und Gasdichte σ_g

$$F = 2\pi G \sigma_s \sigma_g \quad (2.13)$$

oder auch

$$F = \frac{d\phi}{dz}(r) \cdot \Sigma_{ISM}(r) \quad (2.14)$$

beschrieben. Nach diesem von Gunn und Gott (1972) beschriebenen Modell folgt, daß Gasverlust einer Scheibe eintritt, wenn

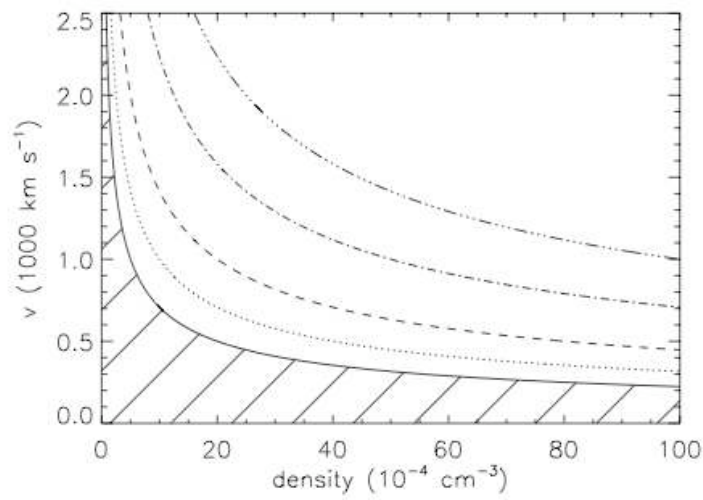


Abbildung 2.21: Zusammenhang der Dichte im ICM in Abhängigkeit der Geschwindigkeit einer Testgalaxie (aus einem numerischen Model aus Vollmer et al. (2001)): Die verschiedenen Funktionen geben Werte für gegebene Staudrücke an; Durchgezogene Funktion (=Mindeststaudruck) = $0,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$, punktierte Funktion = $10^3 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$, linierte Funktion = $2 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$, punktierte-linierte Funktion = $5 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$ und dreifachpunktierte-linierte Funktion = $10^4 \text{ cm}^{-3} (\text{km s}^{-1})^2$

$$\rho_{ICM}\nu^2 > 2\pi G\sigma_s\sigma_g \quad (2.15)$$

der Staudruck größer als die Rückstellkraft ist. Es hat sich gezeigt, daß die Gaskomponente einer Galaxie bei einem Durchflug sich leichter, im Vergleich zur Sternkomponente, von der Scheibe entkoppeln läßt (Rubin et al., 1989), da das Gas eine langsamere Rotation als das der Sterne aufweist. Besonders „RPS” betroffene Galaxien dürften jene sein mit einem kleineren Gravitationspotential (vor allem Zwerggalaxien). Während des „stripping”-Prozesses bleibt der Staudruck relevant, bis R_{strip} erreicht ist (M_s, M_g geben die Stern- und Gasmassen, R_0 die Skalenlänge an, aus Domainko et al. (2006)):

$$\frac{R_{strip}}{R_0} = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{GM_s M_g}{p_{ram} 2\pi R_0^4} \right) \quad (2.16)$$

Dies jedoch, bezieht sich auf die Annahme, daß der Staudruck senkrecht zur Scheibe wirkt. Um genauer auf die Größe von R_{strip} , die Abhängigkeit des Winkels zwischen Staudruck und Scheibe und andere Fragestellungen eingehen zu können, sind numerische Modelle erforderlich.

2.8.1 Numerische Modelle

Als Ausgangspunkt dient das Model von Vollmer et al. (2001), welches einen Durchflug einer Galaxie durch einen Haufen

$$\rho = \rho_0 \left(1 + \frac{r^2}{r_c^2} \right)^{-\frac{3\beta}{2}} \quad (2.17)$$

beschreibt; r_c ist der Kernradius, β der Steigungsparameter und ρ_0 die Zentralsdichte. Die Ausgangswerte dieses Modells sind:

- für die Gesamtdichte: $\rho_0 = 3,76 \cdot 10^{-4} \frac{M_\odot}{pc^3}$, $r_c = 0,32$ Mpc und $\beta = 1$
- für die Gasdichte: $\rho_0 = 4 \cdot 10^{-2} cm^{-3}$, $r_c = 13,4$ kpc und $\beta = 0,5$

Es zeigen sich stark exzentrische Orbits mit einem Maximum des p_{ram} und der Durchflugsgeschwindigkeit in der Nähe des Haufenzentrums (=M87). Ein Durchlauf beträgt nach Vollmer ~ 10 Gigajahre. Der „RPS”- Prozeß dominiert effektiv innerhalb des Haufens bis zu einem Radius von 2,5 Mpc (ersichtlich in Abbildung 2.16). Dieser Radius wird auch Abellradius bezeichnet (Abell, 1958), welcher in einem Radius von ca. 2 Mpc eine Mindestanzahl von 50 Galaxien mit entsprechend großer Helligkeit beschreibt; ist dies erfüllt, wird der Haufen als Abell-Haufen definiert. Es existieren jedoch u.a. gasreichere Zwerggalaxien, die sich in einem Radius von weniger als 1 Mpc um M87 befinden (Hoffman et al., 1988). Offensichtlich sind jene vom „RPS” durch das ICM verschont geblieben oder andere Prozesse haben bewirkt, daß das Gas in diesen Zwerggalaxien nicht abgestreift werden konnte. Um den „RPS”- Prozeß numerisch modellieren zu können, sollten nicht nur die Anfangsbedingungen

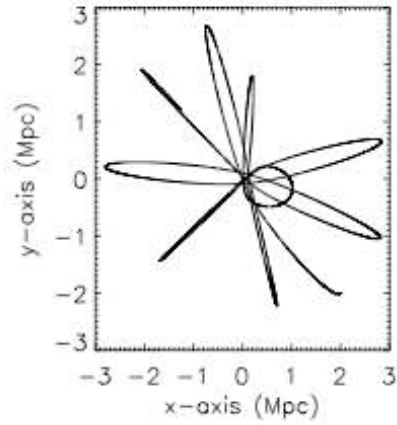


Abbildung 2.22: Testpartikelmodell aus Vollmer (2001): Jede Bahn symbolisiert einen einzelnen Durchlauf mit verschiedenen Anfangsbedingungen.

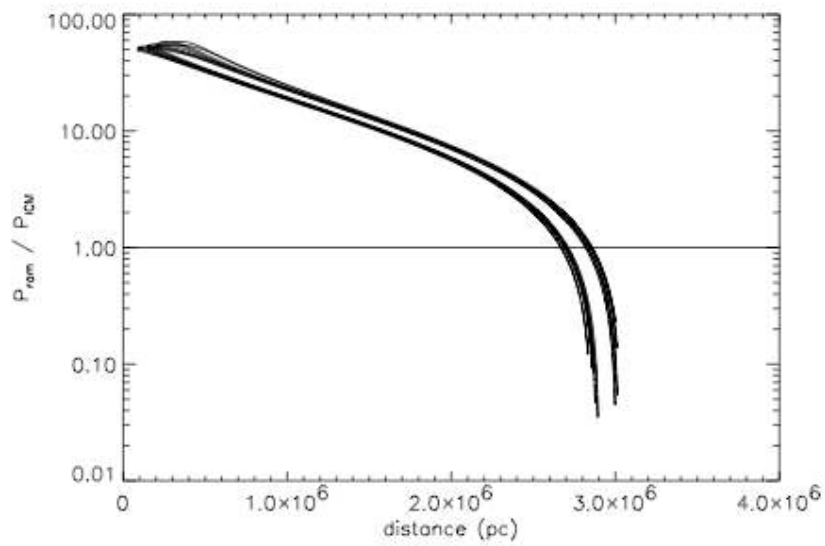


Abbildung 2.23: Das normierte Staudruck-Druck des ICM Verhältnis in Abhängigkeit der projezierten Entfernung vom Haufenzentrum M87, aus (Vollmer et al., 2001)

(Staudruck, Zeit, Winkel,...) sondern auch die Beschaffenheit für das Ausgangsmodell des ISM gegeben sein. Das ISM ist weder rein sphärisch, homogen noch ausschließlich bestehend aus Wolken. Die drei bekanntesten Modelle sind demnach:

- Hydrodynamische Model (siehe auch Abb.2.26,Quilis et al. (2000))
 - repräsentiert ein diffuses ISM
 - zweidimensionale symmetrische aber auch dreidimensionale Betrachtung
 - einerseits begrenzte Geometrie (zweidimensional, face-on Betrachtung)
 - andererseits sind verschiedene Strömungswinkeln (dreidimensional) möglich
- „Smoothed Particle Hydrodynamics” (kurz „SPH”, siehe auch Abb.2.25)Abadi et al. (1999)
 - repräsentiert ein diffuses ISM
 - dreidimensionale Betrachtung mit geglätteter Teilchen-Hydrodynamik
 - erlaubt volle Umläufe für Galaxien durch den Haufen und verschiedene Strömungswinkeln (edge-on, face-on)
- „Sticky-Particle Model” (siehe auch Abb.2.24,Vollmer et al. (2001)):
 - repräsentiert ein „klumpiges” ISM
 - dreidimensionale Betrachtung mit numerischer N-Körper Berechnung (bis zu 10000 Partikeln)
 - erlaubt volle Umläufe für Galaxien durch den Haufen und verschiedene Strömungswinkeln (edge-on, face-on)
 - es werden keine hydrodynamischen Prozesse berücksichtigt und die „Klumpen” Masse kann nicht variieren

Weitere hydrodynamische Modelle (Roediger und Brüggen (2006), Roediger und Hensler (2008),...) erlauben die komplexeren, turbulenten wie auch viskosen Vorgänge des Abstreifprozesses darzustellen. Demnach werden 2 Stadien des RPS vorgeschlagen:

1. Durch den Staudruck werden die Enden der Scheibe nach hinten gebogen und der Abstreifprozeß folgt unmittelbar (bis ca. 100 Mio. Jahren)
2. Danach (ab etwa 200 Mio. Jahren) verursacht u.a. die Kelvin-Helmholtzinstabilität (Chandrasekhar, 1961), aufgrund von Scherungen durch die Strombewegung, Verwirbelungen an den Enden der Scheibe, welche längerfristig effektiv das Gas abstreifen.

Aus diesen Modellen wurde u.a. ersichtlich,

- daß die Scheibendicke bzw. das Aussehen der Scheibe unabhängig ist vom RPS
- daß der Gasgehalt im Halo der Galaxie vollkommen abgestreift wird
- daß, „face-on” Abstreifprozesse zu einem Minimum der Rückstellkräfte und „edge-on” Abstreifprozesse zu einer tendenziellen Rückkopplung des Gases zur Scheibe führen können.

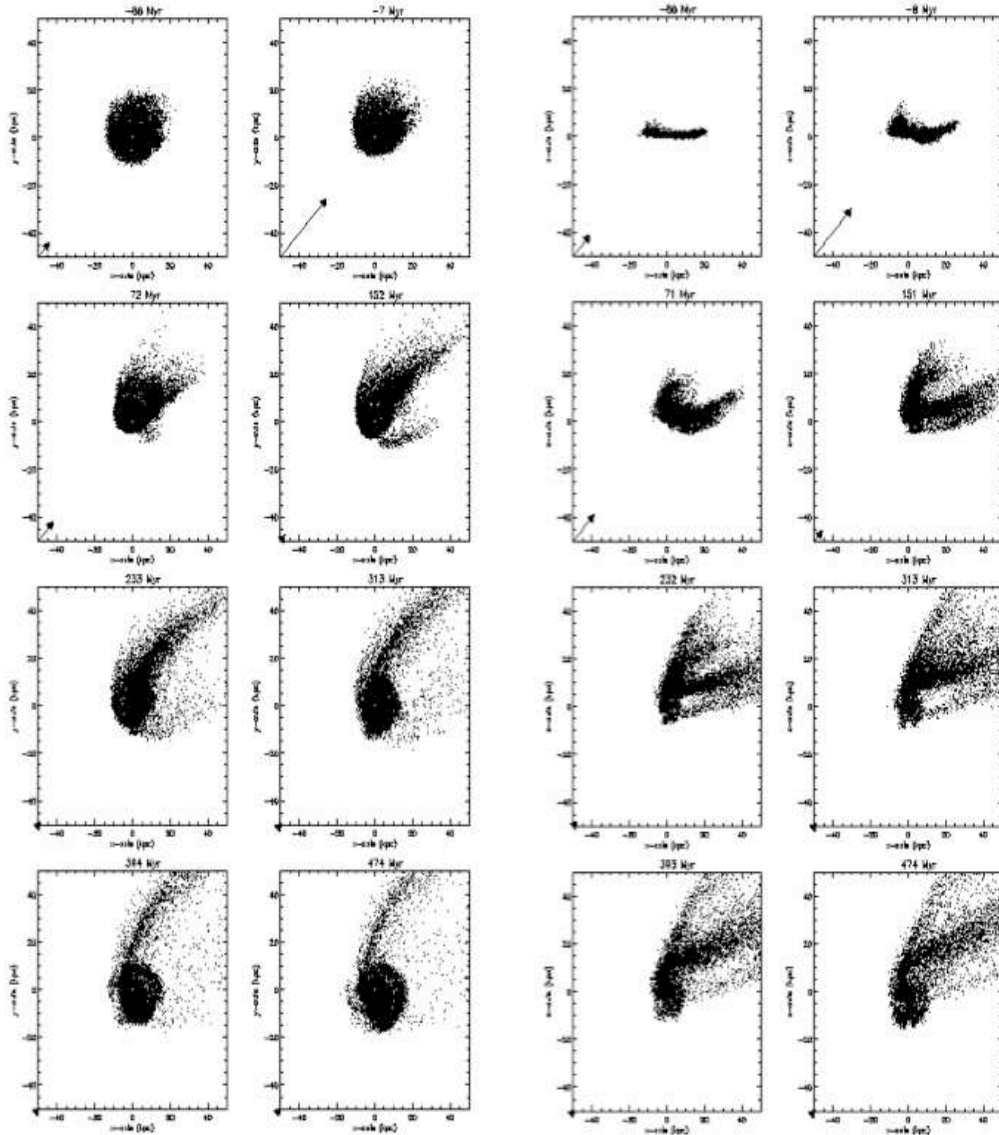


Abbildung 2.24: Durchflugsmodell „Sticky-Particle Model“ aus Vollmer et al. (2001): Die zwei linken Spalten zeigen einen Testflug einer „face-on“ Galaxie; die zwei rechten Spalten zeigen einen Testflug einer „edge-on“ Galaxie. Die Pfeile geben jeweils die Richtung des Staudrucks des IGM an (aus Vollmer et al. (2001)).

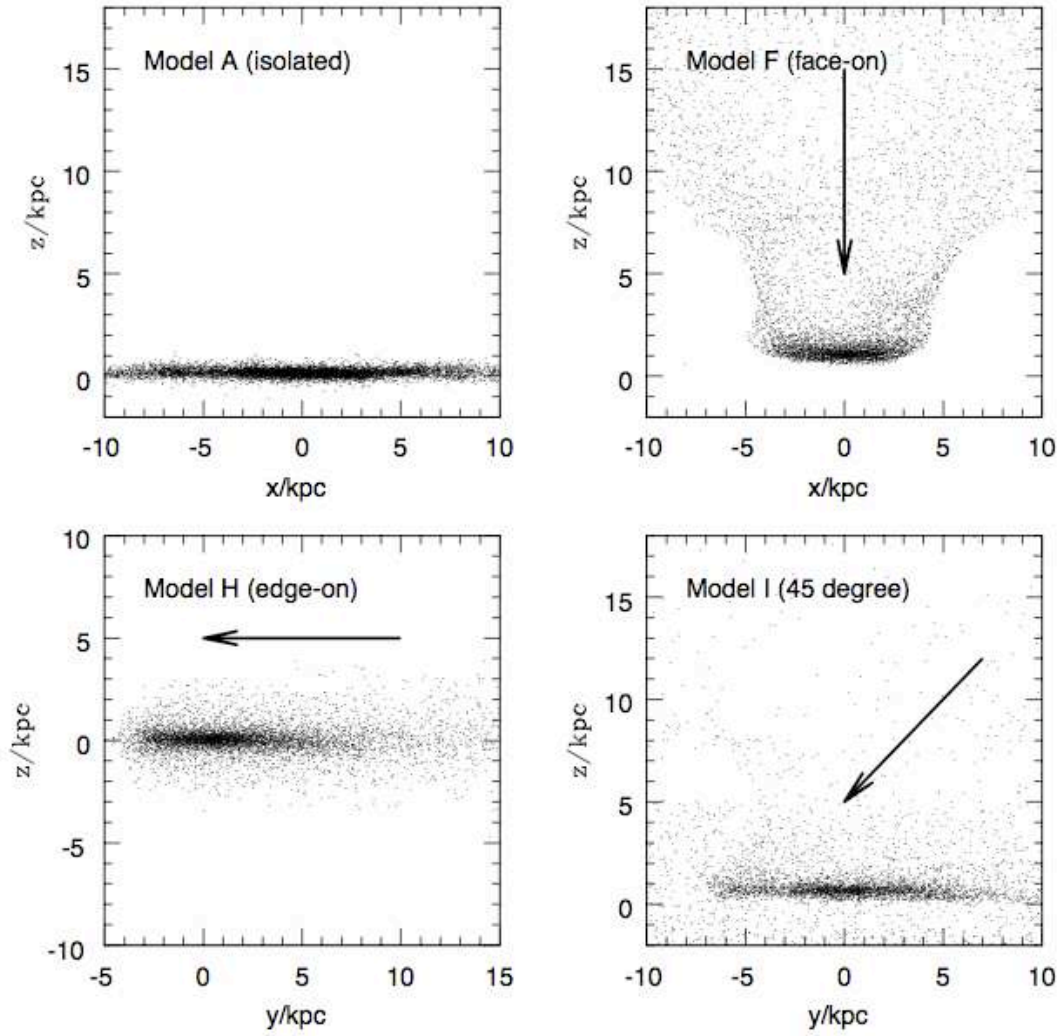


Abbildung 2.25: Durchflugsmodell „SPH” aus Abadi et al. (1999): Die Pfeile geben die Durchflugsrichtung der Testgalaxie an.

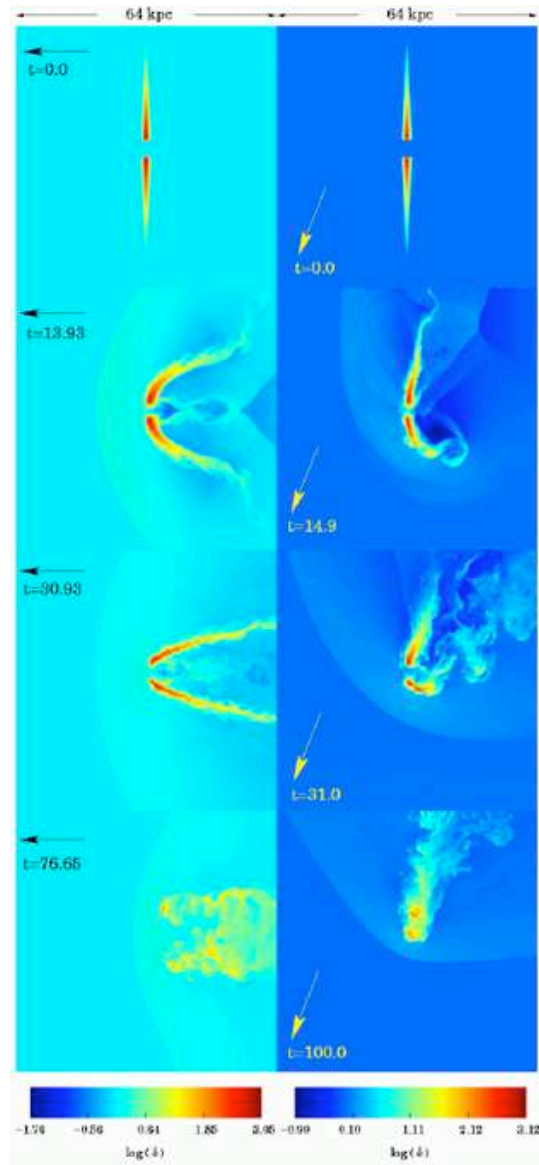


Abbildung 2.26: Hydrodynamische Modellbildung aus Quilis et al. (2000): In der linken Spalte ist der „stripping“-Prozeß bei „face-on“ Durchflügen, in der rechten Spalte bei knapp „edge-on“ Durchflügen dargestellt. Die Pfeile geben die Richtung des Durchfluges an und für jeden Ausschnitt sind die vergangenen Jahre (in Mio.Jahren) angegeben. Das Farbenspektrum gibt eine normierte Form der Gasdichte an ($\delta = \rho/\rho_{ICM}$).

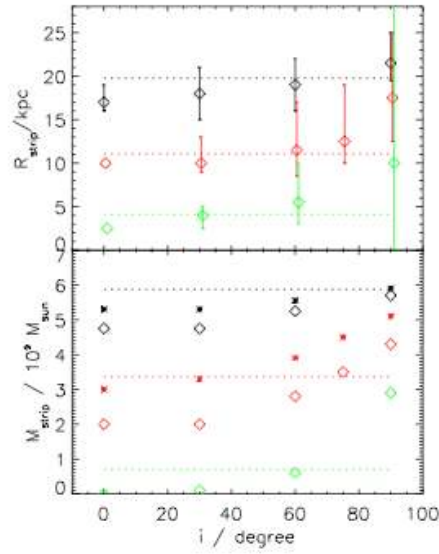


Abbildung 2.27: Abhängigkeit des Winkels zu R_{strip} und M_{strip} für drei verschiedene Staudrücke (schwarz = schwach, rot = mittel und grün = stark) aus Roediger und Brüggen (2006).

2.8.2 Beobachtungen

Auf der Suche nach Galaxien, die den RPS Prozeß durchlaufen haben bzw. gerade durchlaufen, sind vor allem H α - und HI-Beobachtungen von Bedeutung. Galaxien mit großen Gasmengen, die auch gut beobachtbar sind, sind Spiralgalaxien. Aus diesem Grund sind umfangreiche Daten von gasunterhäufigen Spiralgalaxien im Virgohaufen vorhanden. Aus fast allen Beobachtungen ist ersichtlich, daß in der Nähe von Haufenzentren nicht nur Faktoren wie Dichte und Temperatur sehr hoch sind, sondern auch gasunterhäufige Galaxien dort ihren Häufungspunkt haben.

Die Entdeckung von abgeplatteten, reduzierten Gasscheiben in Galaxien (Cayatte et al., 1994) und die Annahme, daß gasunterhäufige Galaxien (welche dem RPS unterworfen waren/sind) sich auf sehr exzentrischen Orbits befinden (Solanes et al. (2001) und Vollmer et al. (2001)), geben Aufschluß über die Mechanismen des RPSs. Offensichtlich ist der RPS Prozeß nur effektiv, wenn sich die betroffene Galaxie innerhalb ~ 13 Mpc bis ~ 21 Mpc Entfernung (Sanchis et al., 2004) befindet. Galaxien die sich weiter außerhalb befinden und trotzdem eine Gasunterhäufigkeit aufweisen bzw. Gas verloren haben, müßten demnach andere Prozesse durchlaufen haben (siehe 2.5).

Die Verteilung des Gasunterhäufigkeitsgrads $HIDef$ liegt in guter Übereinstimmung mit den Röntgenbeobachtungen (ROSAT, Böhringer et al. (1994)) und nimmt mit der Entfernung des Haufenzentrums ab (Solanes et al., 2001); jene zeigen ein ICM mit $T \approx 10^7$ K, einer Dichte $n \approx 10^{-4} \dots 10^{-3} \text{ cm}^{-3}$ und einer Metallizität $Z \approx 0,2 \dots 0,4 Z_{\odot}$. Galaxiengeschwindigkeiten innerhalb des Haufens können von 500 bis 2000 km/s variieren.

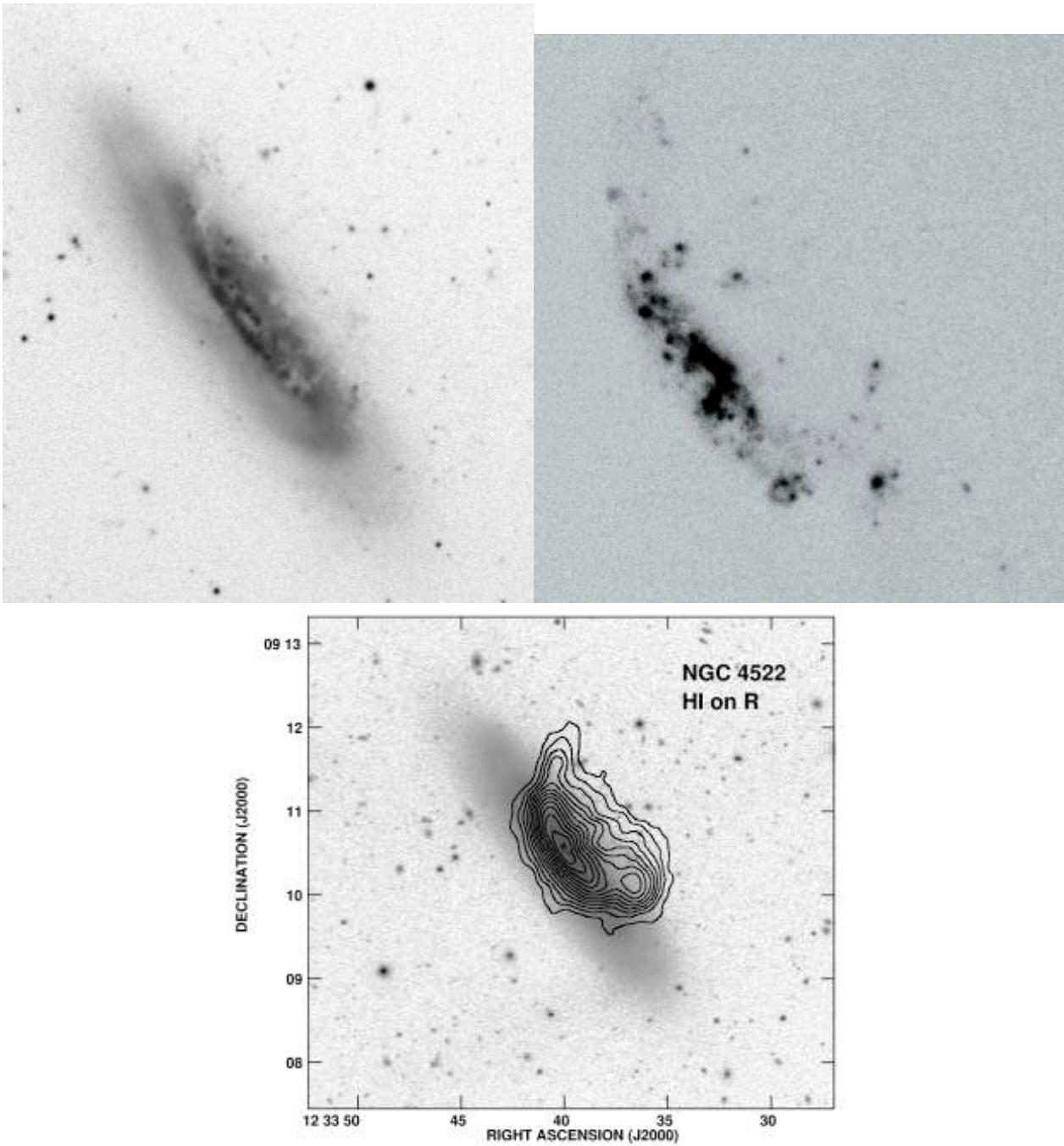


Abbildung 2.28: NGC 4522: Links das Bild im B-Band, in der Mitte das H α Bild (während die Sternkomponente während des RPS Prozesses in der Scheibe gebunden bleibt, ist die Entkopplung der Gas- und Staubkomponente von der Scheibe genau zu beobachten (Aufnahmen aus Kenney und Koopmann (1999))), rechts zeigen die HI Konturen ebenfalls die Gasentkopplung (aus Kenney et al. (2004))

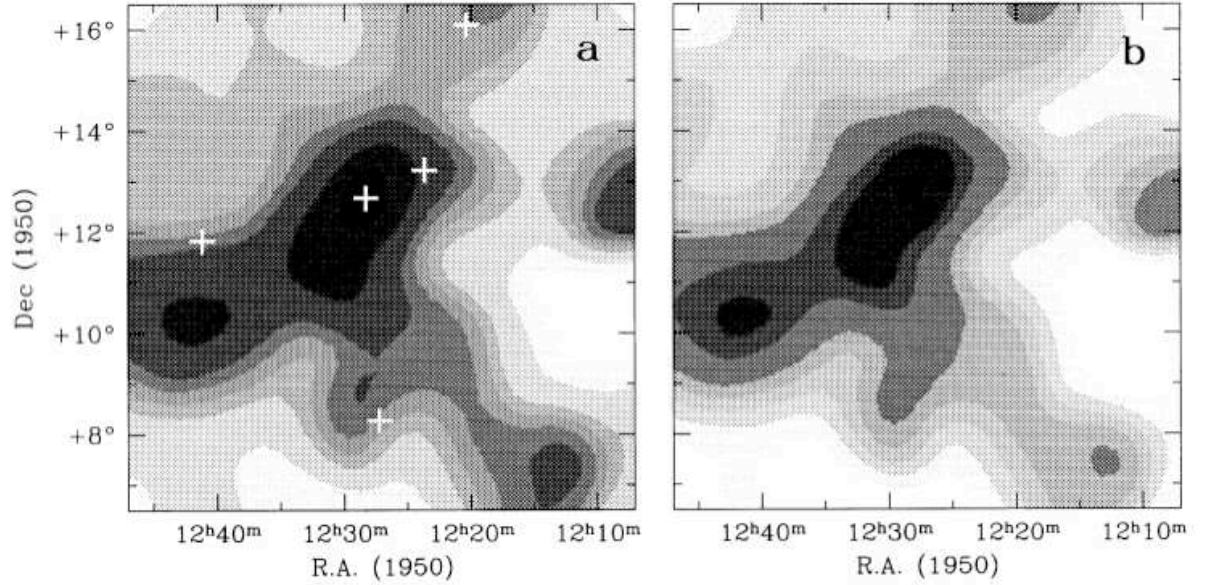


Abbildung 2.29: Gasunterhäufigkeitsgrad HIDEf in Graustufen des Zentralbereichs des Virgo-Haufens, aus (Solanes et al., 2001): links: Verteilung der Gasunterhäufigkeit, rechts die entfernungsunabhängige Darstellung von a. Die hellsten Bereiche kennzeichnen $\text{HIDEf} < 0,1$, die dunkelsten $\text{HIDEf} \geq 1,2$. Die weißen Kreuze repräsentieren von oben nach unten M100, M86, M87, M60 und M49.¹⁸

In Korrelation zur tendentiellen Abnahme des Gasunterhäufigkeitsgrads HIDEf, in Abhängigkeit des Radius und ausgehend vom Haufenzentrum, steigt die Größe der HI-Gaskonturen von Scheibengalaxien zu den äußeren Haufenbereichen an (siehe Abb.2.26 und 2.27). Im Inneren des Haufens scheinen diese fast ihr gesamtes Gas verloren zu haben, denn die Konturen sind nicht nur stark reduziert, sondern auch stark abgeflacht.

Weiters zeigen neueste Beobachtungen (Chung et al., 2007), daß einige Scheibengalaxien in 0,3 bis 3,3 Mpc Entfernung zum Zentrum des Virgo-Haufens einen einseitigen Gasauswurf zeigen. Jene scheinen in radialen Orbits in das Haufenzentrum einzufallen und bereits in einiger Entfernung zum Haufeninneren das Gas durch RPS zu verlieren.

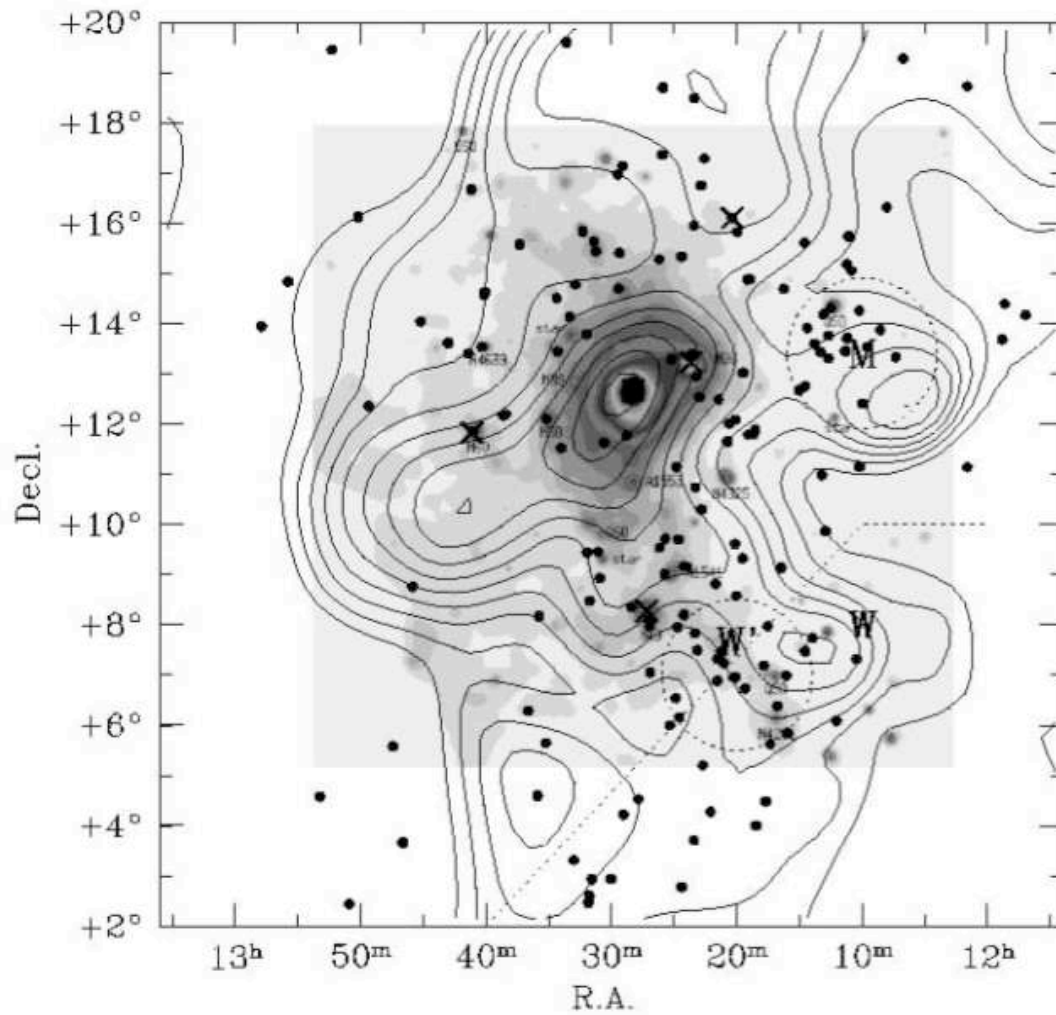


Abbildung 2.30: Verteilung von 161 Virgo-Galaxien, aus (Solanes et al., 2002): HI Konturen aus entfernungsunabhängigen H I Def - Parametern im Vergleich mit Röntgenbeobachtungen (ROSAT, aus Böhringer et al. (1994) Quelle überprüfen!: 0,4 bis 2,4 keV, grauer Hintergrund) . Die Kreuze symbolisieren von oben nach unten M100, M86, M87, M60, und M49. Die Bezeichnungen W, W0 und M sind Untergruppen des Haufens (aus Binggeli et al. (1993)).

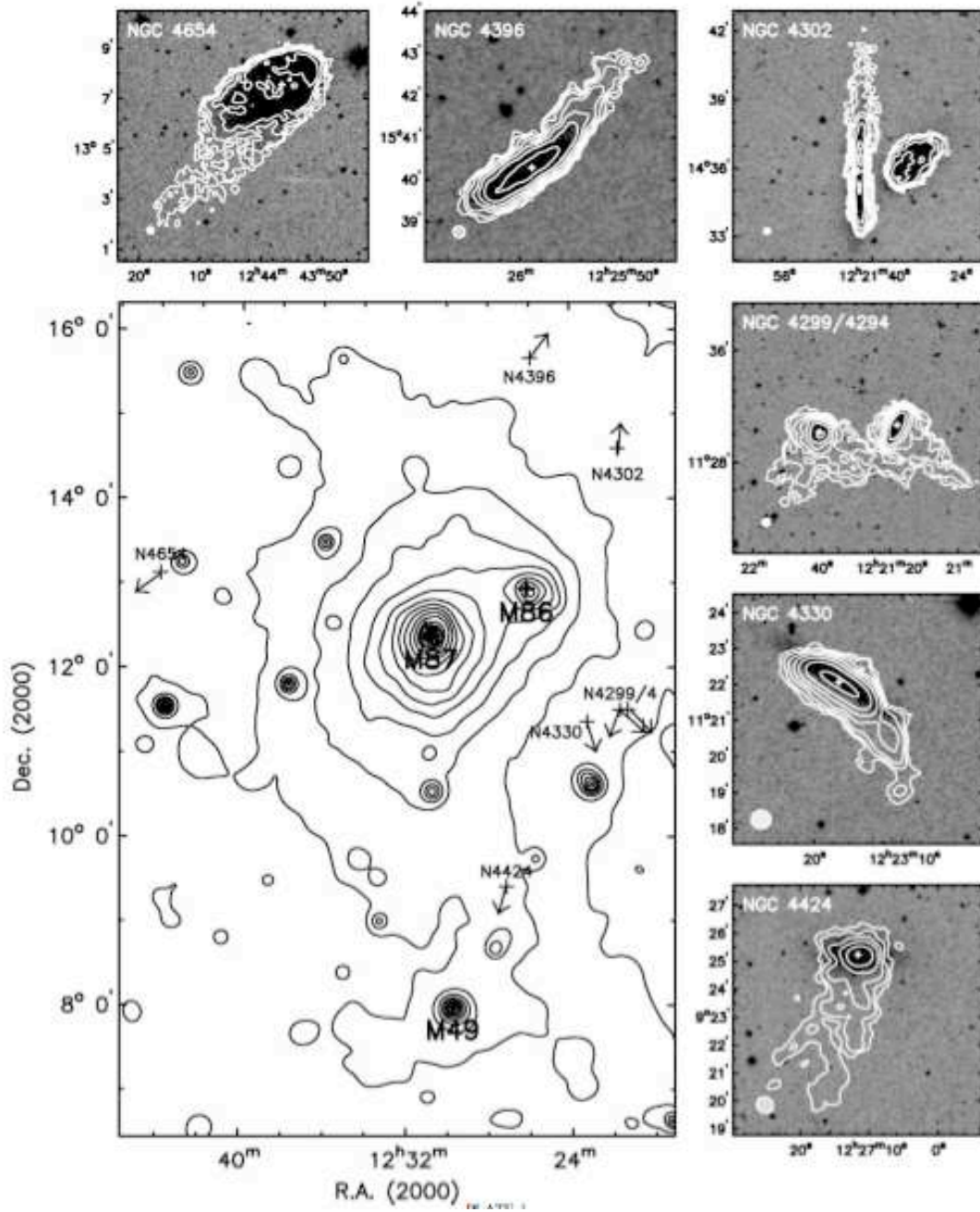


Abbildung 2.31: Scheibengalaxien mit einem HI-Auswurf, aus Chung et al. (2007): die größere Darstellung zeigt im Hintergrund die Röntgenaufnahme des Virgoaufens (0,5-2 keV, ROSAT - aus Böhringer et al. (1994)); die Pfeile geben die Auswurfsrichtung an. Die kleineren Bilder zeigen die HI-Konturen der einzelnen Galaxien.

2 Literaturteil

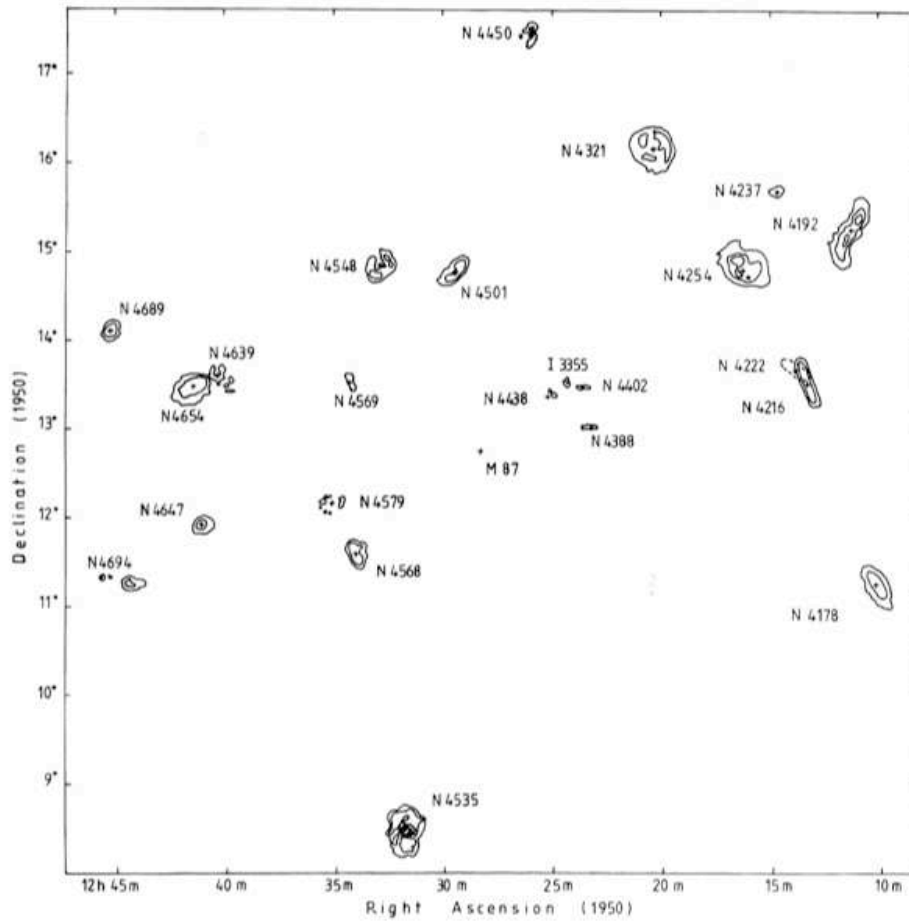


Abbildung 2.32: HI-Emissionsverteilung im Virgohaufen (Beobachtungsmaterial aus Cayatte et al. (1990)): die erste Kontur jeder Galaxie entspricht in etwa 10^{20} Atome/cm⁻², die Positionen sind die tatsächlichen, jedoch wurden die Galaxien um das 5fache in der Darstellung vergrößert (ersichtlich sind nur die hellsten Scheibengalaxien).

3 Arbeitsteil

3.1 Erwartungen und Vorgehensweise

Innerhalb des massiven Gravitationspotentials eines Galaxienhaufens häufen sich Galaxienbegegnungen und Wechselwirkung mit dem heißen ICM. Dadurch können späte Galaxientypen ihren Morphologiegrad zu Elliptischen und bulge-dominierten S0 Galaxien ändern (näher beschrieben im vorherigen Teil). Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in der morphologischen Dichteverteilung von Dressler (1980) wieder: Trendverteilung von späten gasreichen Typen in den äußeren Haufenbereichen und frühe gasarme Type im Haufenzentrum. Die Häufigkeitsverteilung gasunterhäufiger Galaxien, jeden Morphologietyps, nimmt tendentiell mit dem Abstand zum Haufenzentrum ab (Boselli und Gavazzi (2006)), siehe auch Abb.2.15).

Galaxien, die mit hohen Geschwindigkeiten ($\geq 1000\text{km/s}$) von außen in den Haufen einfallen, wechselwirken mit dem heißen ICM, wonach sie durch den Staudruck (RPS, Gunn und Gott (1972)) einen Gaserlust erleiden. Nach zahlreichen numerischen Modellen (siehe in 2.7.1) scheint RPS effektiv das Gas einer Scheibengalaxie abstreifen zu können. Abhängig von Anfangsbedingungen und Dauer des Abstreifens konnte gezeigt werden, daß durch Kelvin-Helmholtz (KH) - Instabilitäten das Gas weiter abgestriffen wird, jedoch mit geringeren Massenverlust (Roediger und Hensler, 2008). Roediger und Brüggen (2007) zeigen einen starken Gasverlust (bis auf die Kernkomponente) bei einem kompletten Galaxiendurchflug. Innerhalb des Virgoaufens sind mehrere Durchflüge möglich (u.a. Vollmer et al., 2001, Sanchis et al. 2004).

Wenn Galaxien (z.B. NGC 4522, NGC 4569) sich im RPS - Prozeß im Haufenzentrum befinden, erwarten wir post - RPS - betroffene Galaxien aufgrund ihres Durchflugsorbits in den äußeren Haufenbereichen. Wie würden diese Galaxien aussehen? Wie sähe deren Verteilung aus? Dies ist der Ausgangspunkt dieser Arbeit.

Aus den numerischen Modellen erwarten wir Galaxien mit stark abgeflachten und reduzierten Gas-scheiben. Berücksichtigt man auch weitere gasentziehende Faktoren, wie z.B. durch KH oder Evaporation durch Aufheizung des Gases durch das ICM Cowie und Songaila (1977), wäre das Resultat mit scheibendominierten S0 Galaxien vergleichbar (z.B NGC 4762). Demnach galt es eben nach diesen Objekten im Virgohaufen zu suchen. Unter der Annahme (und zur Vereinfachung), daß der Virgohaufen ein virialisierter Haufen ist, wären jene Galaxien nach Mamon et al. (2004) innerhalb von 1,7 bis 4,1 Mpc vom Haufenzentrum entfernt zu finden und dadurch gravitativ gebunden.

3.2 Auswahlkandidaten

Am Anfang der Arbeit standen nur projizierte Entfernungen für den gegebenen Datensatz zur Verfügung. Deshalb ergaben sich für diesen drei Gruppierungen: Galaxien mit Entfernungen 17 Mpc, 23 Mpc und 32 Mpc. Da der Erwartungswert der Entfernung für die gesuchten Objekte 4,1 Mpc vom Haufenzentrum nicht überschreiten soll, sind die Datensätze auf 17 Mpc Entfernungen beschränkt worden.

Aus dem Datensatz¹, siehe 5.2.1, waren nun jene Kandidaten zu finden, die

- scheibendominiert:
 - HC31 (Konzentrationsindex) sollte den Wert von 5² nicht überschreiten, da es die Grenze eines exponentiellen Verlaufes der Scheibe darstellt
 - HBT (Bulge zu Scheiben Verhältnis) sollte den Wert von 0,5 nicht überschreiten, da es die Grenze einer bulgedominierten Galaxie darstellt
- Anzeichen von post- RPS-Prozessen aufweisen; anhand von:
 - H α und HI Bildern ³
 - Spektren (Aussage über das Gasvermögen, Metallizität und Sternentstehung durch Detektion von OII, NII und H α Emissionslinien) ⁴

Auch wenn für diesen Datensatz oftmals das Beobachtungsmaterial (H α , HI, Spektren,...) nicht sehr ergiebig war, so ließen sich mind. 18 Kandidaten finden, welche den Auswahlkriterien entsprachen. Hier wurden nur Morpholgietypen S0, S0a-S0/Sa und dS0 (mit absoluten Helligkeiten über -16 mag) aus dem Datensatz berücksichtigt. Diese sind in 5.2.3 (Auswahlkandidaten aus LV1 mit 18 Kandidaten) tabellarisch, in 3.2.1 (Verteilungen) und in 5.2.6 (Bilder und Spektren der Auswahlkandidaten für LV1 und LV2) dargestellt.

Mithilfe der Umwandlung der sphärischen Koordinaten in kartesischen Koordinaten (siehe 3.2.1), ließen sich die projizierten Entfernungen von M87 (welches annähernd das Haufenzentrum beschreibt) zu den einzelnen Galaxien ableiten. Deren Häufigkeitsverteilung sind in Abb.3.2 und Abb.3.3 (Vergleich mit der morphologischen Häufigkeitsdichte von Binggeli et al. (1987)) dargestellt. Außer NGC 4292 und NGC 4179 waren keine weiteren Objekte im erwarteten Bereich 1,7 bis 4,1 Mpc zu finden. Mögliche weitere Objekte gehen leider in der radialen projizierten Verteilung unter.

Aufgrund der mageren Ergebnisse dieses Datensatzes (=Liste Virgo1 - LV1) und der erst später vorhandenen Einzelentfernungen vieler Galaxien wurde ein neuer Datensatz (=Liste Virgo2 - LV2)⁵

¹mit freundlicher Unterstützung von Herrn Alessandro Boselli

²In einigen wenigen Fällen wurden auch Galaxien mit knapp darüber liegenden Werten gezählt, wenn andere Indikationen für Auswahlkandidaten sprachen.

³aus der GOLDMine Datenbank und papers, die im Literaturteil vorkamen

⁴aus der GOLDMine Datenbank

⁵mit freundlicher Unterstützung von Herrn Alessandro Boselli

erstellt mit ausschließlich Galaxien (folgenden Morphologietypen: dS0; dE; E-E/S0; S0; S0a - S0/Sa), welche eine rotverschiebungsunabhängige Entfernung aus der NED-Datenbank⁶ besitzen. Dies ermöglichte eine deprojizierte Verteilungsdarstellung (siehe Abb.3.4). Der komplette Datensatz LV2 ist in 5.2.4 und dessen Kandidaten in 5.2.5 ersichtlich.

3.2.1 Verteilungen der Liste Virgo1 (LV1) und Liste Virgo2 (LV2)

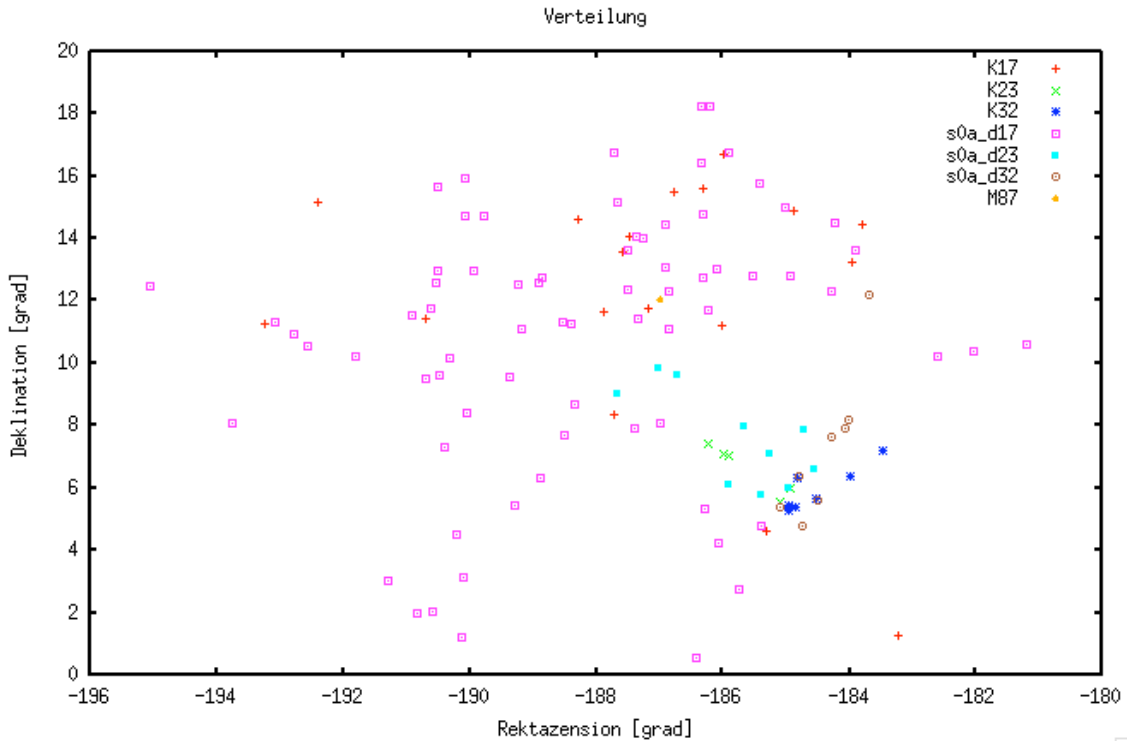


Abbildung 3.1: Sphärische Gesamtverteilung aller Galaxien aus dem Datensatz LV1: KZahl = Auswahlkandidaten für die entsprechende Entfernung [Mpc], s0aZahl = überbleibende Galaxien aus dem Datensatz für die entsprechende Entfernung [Mpc], M87 bezeichnet das Haufenzentrum

Eine Koordinatentransformation von einem sphärischen in ein kartesisches System ermöglicht Entfernungsbestimmungen zwischen den jeweiligen Galaxien und M87, welches das Haufenzentrum darstellt. Durch

$$\begin{aligned} x &= r \cos \varphi \sin \vartheta \\ y &= r \sin \varphi \sin \vartheta \\ z &= r \cos \vartheta \end{aligned} \tag{3.1}$$

⁶aus <http://nedwww.ipac.caltech.edu/>

3 Arbeitsteil

und

$$\varphi, \vartheta \rightarrow \begin{array}{l} 0 \leq \vartheta \leq \pi \\ 0 \leq \varphi \leq 2\pi \end{array} \quad (3.2)$$

und mit φ als Rektazension, ϑ als Deklination erhält man die kartesischen Galaxienkoordinaten. Um die Entfernung von M87 zu den jeweiligen Galaxien (r_{M87G}) zu erhalten, sind die in (3.1) berechneten kartesischen Koordinaten in die Beziehung

$$r_{M87G} = \sqrt{(x_{M87} - x_G)^2 + (y_{M87} - y_G)^2 + (z_{M87} - z_G)^2} \quad (3.3)$$

einzusetzen. Mit diesen Entfernungen wurden verschiedene Häufigkeitsverteilungen ermittelt, indem die Anzahl der Galaxien über alle Radien von M87 an beginnend bis in die äußeren Haufenbereiche integriert wurden (siehe Abb.3.2, Abb.3.5, Abb. 3.8).

Wie Abb.3.3 zeigt, gibt es in der logarithmischen Häufigkeitsdichte kaum Abweichungen zwischen LV1 und dem Sample aus Binggeli et al. (1987). Im zweiten Datensatz (LV2) hingegen war die Kandidatenausbeute um einiges besser; siehe auch Abb.3.4. Mit 67 Kandidaten verbessert sich damit auch die Statistik. In Abb.3.5 ist ein leichter Häufigkeitsanstieg von S0 Galaxien mit den gesuchten Eigenschaften zwischen $\sim 2,5$ und ~ 4 Mpc (mit einem Peak in ~ 3 Mpc, siehe Abb.3.5) zu erkennen. Vernachlässigt man die Zwerggalaxien, wird die Lücke zwischen ~ 2 und ~ 3 Mpc (Minimum in $\sim 2,5$ Mpc) deutlicher.

Leider ist die Aussagekraft dieses leichten Anstiegs aufgrund der geringen Objektsanzahl nicht sehr überzeugend. Um diese zu stärken, mußten mehr Objekte in den Datensatz hinzugefügt werden; d.h. eine Erweiterung des Morphologiegrads. Elliptische Galaxien und bulge-dominierte S0 Galaxien fielen wegen den Erwartungskriterien durch. Frühe Spiralgalaxien, vor allem anämische Spiralgalaxien sind nicht nur für die Galaxienentwicklung, sondern auch für RPS - Prozesse bedeutsam. Deshalb wurde ein neuer Datensatz⁷ mit anämischen Galaxien erstellt.

⁷mit freundlicher Unterstützung von Herrn Alessandro Boselli

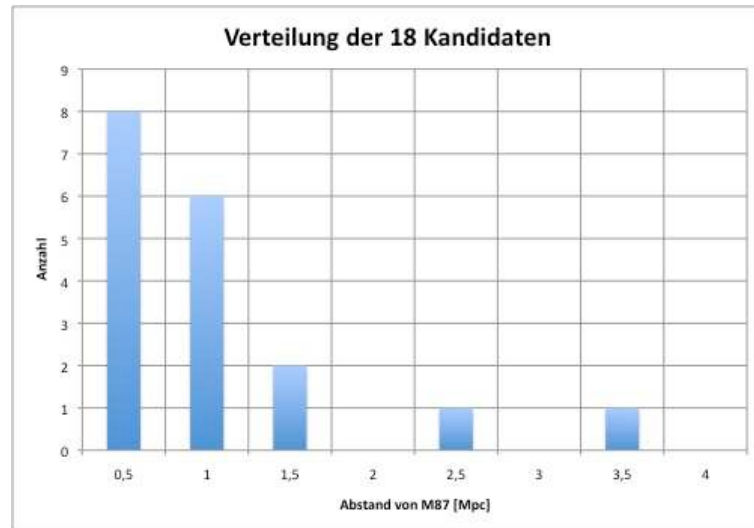


Abbildung 3.2: Häufigkeitsverteilung der 18 Kandidaten

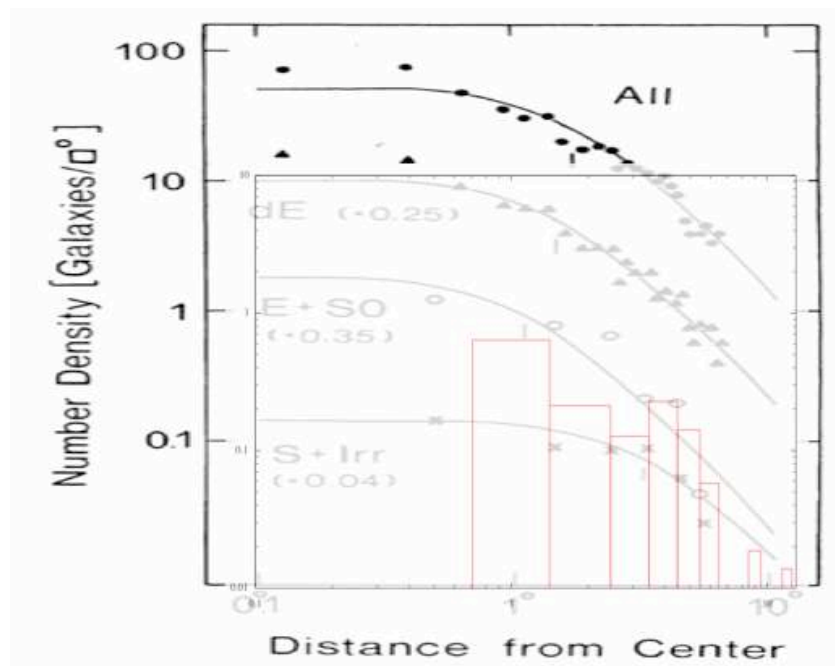


Abbildung 3.3: Häufigkeitsdichte in Abhängigkeit des Abstandes vom Haufenzentrum in logarithmischen Skalen: In die morphologische Häufigkeitsverteilung (Anzahl pro Fläche [Quadrat°]) von Binggeli et al. 1987 ist die Häufigkeitsverteilung der Auswahlkandidaten LV1 integriert worden.

3 Arbeitsteil

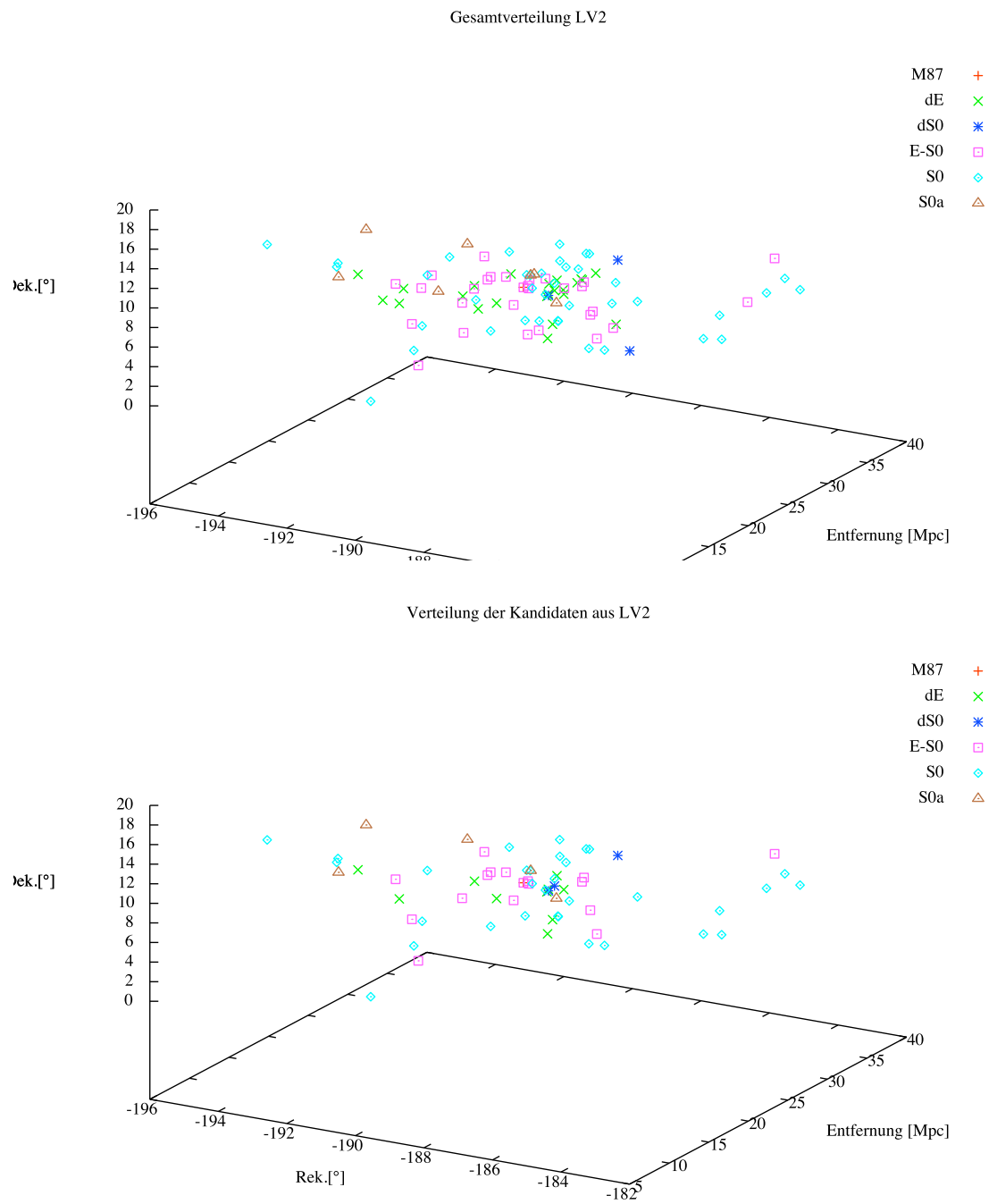


Abbildung 3.4: 3D - Verteilungen aus dem Datensatz LV2; oberes Bild: Gesamtverteilung aller Galaxien; unteres Bild: Verteilung aller Kandidaten

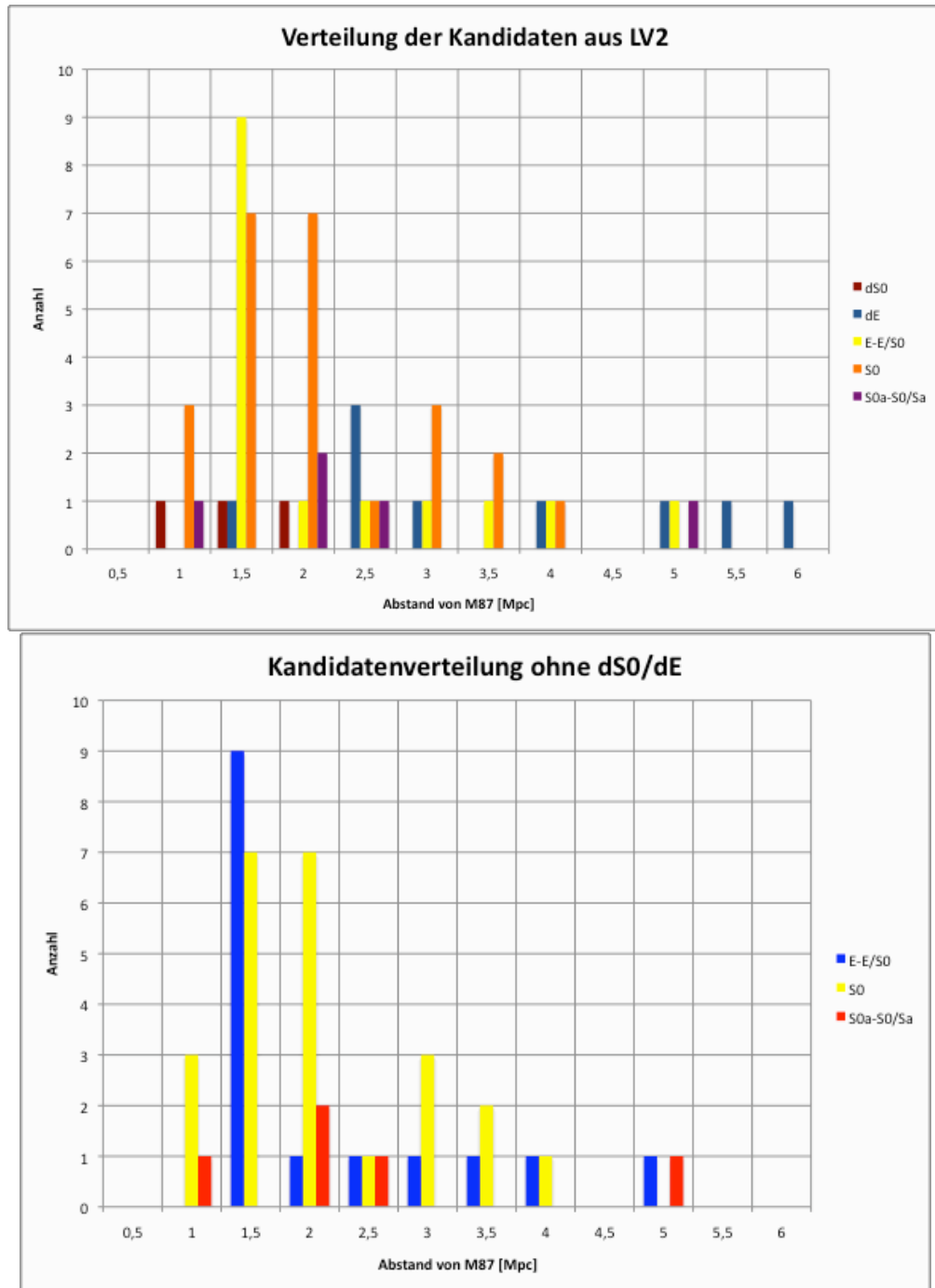


Abbildung 3.5: Radiale Verteilungen der Kandidaten aus dem LV2 Datensatz; oberes Bild: alle Kandidaten aus LV2, unteres Bild: alle Kandidaten ohne Zwerggalaxien

3.3 Auswahlkandidaten Anemische Galaxien (AG) und Verteilungen

Neben den Auswahlkriterien aus 3.2 kommt der Gasunterhäufigkeitsgrad HI_{Def} hinzu, der aufgrund von fehlenden Beobachtungen in den früheren Galaxientypen nicht vorhanden war. In diesem neuen Datensatz (AG, siehe auch 5.2.7) schwankt der HI_{Def} Wert zwischen -0,51 und 2,18. Als gasunterhäufig wurden zur Definition alle anämischen Galaxien mit $HI_{Def} \geq 0,5$ berücksichtigt. Dadurch wurden zwei Gruppierungen mit Morphologiegraden Sa, Sab, Sb, Sbc, Sc(dSc⁸), Scd und Sd gebildet:

1. Galaxien mit HI_{Def} zwischen 0,5 bis 1 (Gruppe 1) und
2. Galaxien mit HI_{Def} höher als 1 (Gruppe 2).

Um auch eine Aussage über die Geschwindigkeitsverteilungen innerhalb des Virgoaufens machen zu können, wurden die Auswahlkandidaten des AG Datensatzes und die LV2 Kandidaten in eine Verteilung untergebracht (siehe Abb.3.7). Rein morphologisch betrachtet, zeigt Abb.3.7 eine passable Übereinstimmung mit der Geschwindigkeitsverteilung von Solanes et al. (2004) (Fig.2).

In den Häufigkeitsverteilungen der Kandidaten für anämische Galaxien (siehe 3.3.1) lassen sich einige Aussagen machen: In der morphologischen Aufsplittung (oberes Bild) weisen die Häufigkeitskurven von Sab, Sc(dSc) und evt. Sd einen relativ radialen Abfall auf. Hingegen bei Sa, Sb, evt. auch bei Sbc und Scd sind entweder ein flacher Abfall zu beobachten, oder die erwartete (wenn auch gering ausgeprägte) Steigung der Häufigkeit im gesuchten Bereich ($\sim 1,5$ bis $3,5$ Mpc) wird bestätigt.

Betrachtet man jedoch die Verteilung aufgeteilt nach dem Gasunterhäufigkeitsgrad HI_{Def} sind 2 Fälle zu unterscheiden: Einerseits verläuft die Verteilung der Gruppe 2 ($HI_{Def} > 1$) ähnlich dem Verlauf der LV2 Kandidaten (ohne Zwerggalaxien, vergleiche Abb.3.5), jedoch scheint die anämische Verteilung verschoben zu sein (Minimum des Verlaufs in LV2 bei $\sim 2,5$ Mpc, hier bei ~ 2 Mpc). Auch die Steigung im erwarteten Bereich ist nicht so ausgeprägt wie in der LV2 Verteilung. Die Verteilungskurve der Gruppe 1 (HI_{Def} 0,5-1) verläuft im Vergleich zur Gruppe 2 ab $1,5$ Mpc bis 3 Mpc flach, danach fällt sie radial stark ab. Vergleicht man beide Gruppen bildet sich ab 2 Mpc ein beinahe linearer Abfall bis $3,5$ Mpc.

⁸Mv ≥ -16 mag

3.3 Auswahlkandidaten Anemische Galaxien (AG) und Verteilungen

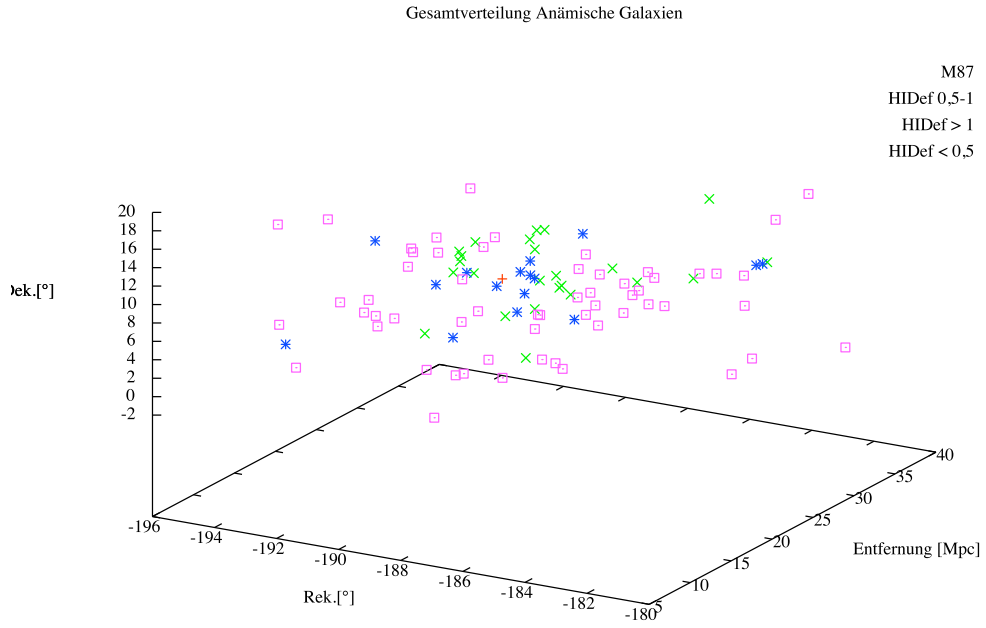


Abbildung 3.6: Gesamtverteilung Anämische Galaxien aus dem Datensatz (AG), unterteilt in 3 Gasunterhäufigkeitsgruppen: $HI_{Def} < 0,5$; $HI_{Def} 0,5-1$ und $HI_{Def} > 1$

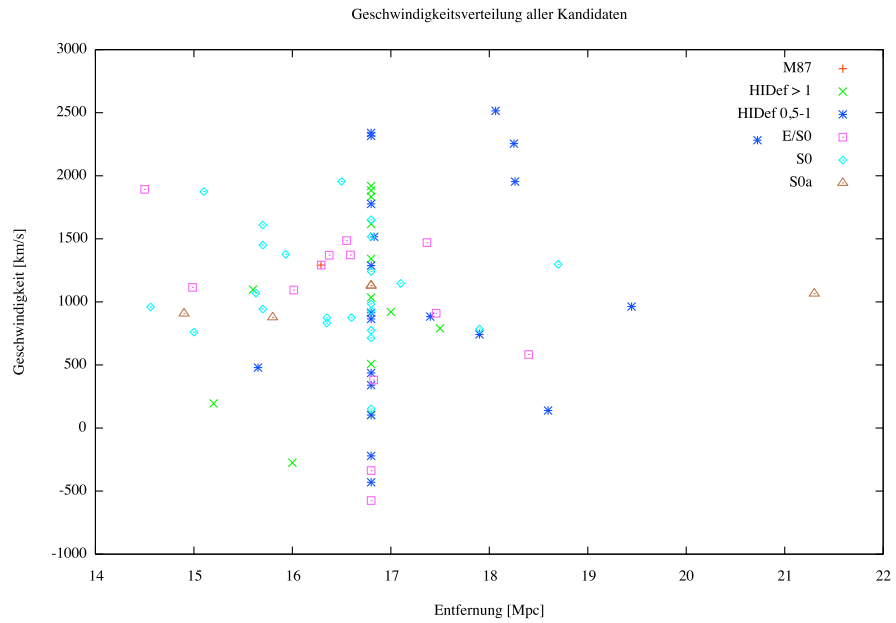


Abbildung 3.7: Geschwindigkeitsverteilung aller Kandidaten: Anemische Kandidaten mit Untergruppen 1 ($HI_{Def} 0,5-1$) und 2 ($HI_{Def} > 1$) und Kandidaten aus dem LV2 Sample (ohne Zwerggalaxien)

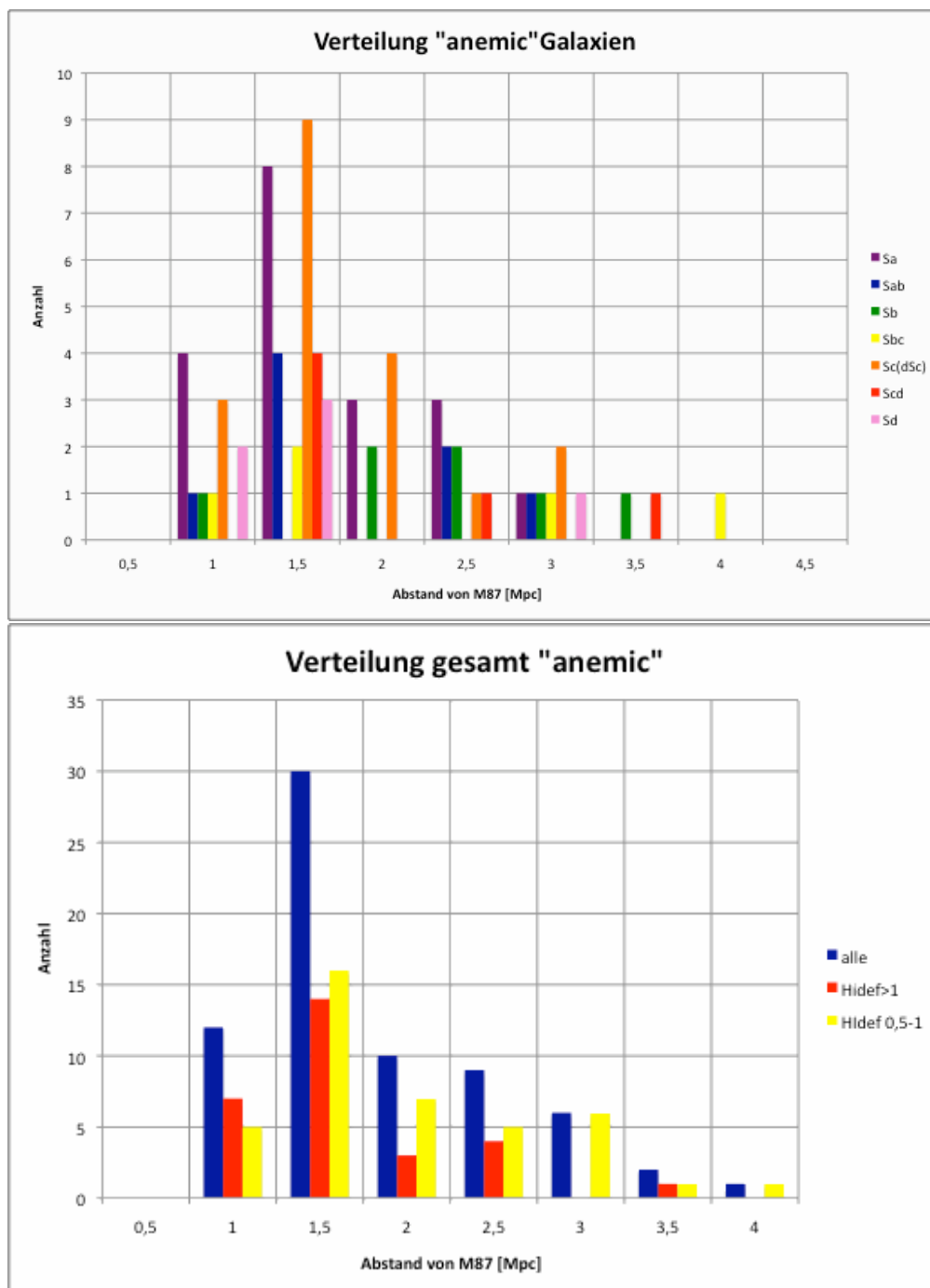


Abbildung 3.8: Verteilungen der Kandidaten aus dem Datensatz (AG); oberes Bild: alle Kandidaten morphologisch aufgesplittet, unteres Bild: Gesamtverteilung und Einzelverteilungen der 2 Gasunterhäufigkeitsgruppen

4 Zusammenfassung

4.1 Resultate und Diskussion

Um die Gesamtaussage bei den Kandidaten der frühen Typen zu verbessern, wurden Kandidaten aus der Liste VL1 ab einem Abstand von $\sim 1,5$ Mpc in die Liste VL2 implementiert, da die Projektionseffekte ab diesem Radius vernachlässigbar sind. Diese neue Kandidatenverteilung der frühen Typen ist in Abb.4.1 ersichtlich. Im Bereich ~ 2 Mpc zeigt sich eine leichte Steigung für S0 Galaxien, die jedoch rasch abfällt, bis sie ab ~ 3 Mpc wieder zunimmt. Deren Häufungsmaximum liegt im Bereich $\sim 3-3,5$ Mpc. Auch die E/S0 Kandidaten zeigen einen nicht so ausgeprägten Häufungspunkt bei $\sim 3,5$ Mpc, während die Verteilung der S0a-S0/Sa Kandidaten bis $\sim 2,5$ gleich bleibt und dann komplett wegfallen.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit den der anämischen Kandidaten (siehe Abb.4.2 und Abb.4.3) bleibt der Häufigkeitsverlauf der frühen Typen von $\sim 2,5 - 3,5$ Mpc annähernd gleich, während der Verlauf der anämischen Kandidaten ab $\sim 2,5$ Mpc beinahe linear fällt. Aus diesen Ergebnissen ist ein Anstieg von post - RPS - Galaxien in den äußeren Haufenbereichen nicht ersichtlich.

Außerdem muß hinzugefügt werden, daß in einigen Untersuchungen gezeigt worden sind (Sanchis et al. 2004, van den Bergh 2009), daß Galaxien oft falsch oder ungenau morphologisch klassifiziert worden sind. Dazu kommen geringe H α und HI Beobachtungsdaten für gasunterhäufige frühe Galaxientypen hinzu, welches oft auch an Beobachtungsgrenzen bei leuchtkraftschwachen Galaxien liegt.

Nachdem wir einen Anstieg der post - RPS - Galaxien in den äußeren Haufenbereichen (1,7 bis 4,1 Mpc) erwartet hatten und diesen, wenn überhaupt nur in einzelnen Morphologiefällen schwach demonstrieren konnten, stellte sich die Frage nach dem Grund für diesen annähernd flachen/linearen Abfall in den äußeren Bereichen. Demnach wäre eine Untersuchung, wie sich der Staudruck des ICM in Abhängigkeit des Radius verhält, sinnvoll, um weitere Aussagen über die Verteilung der gesuchten Objekte machen zu können.

4 Zusammenfassung

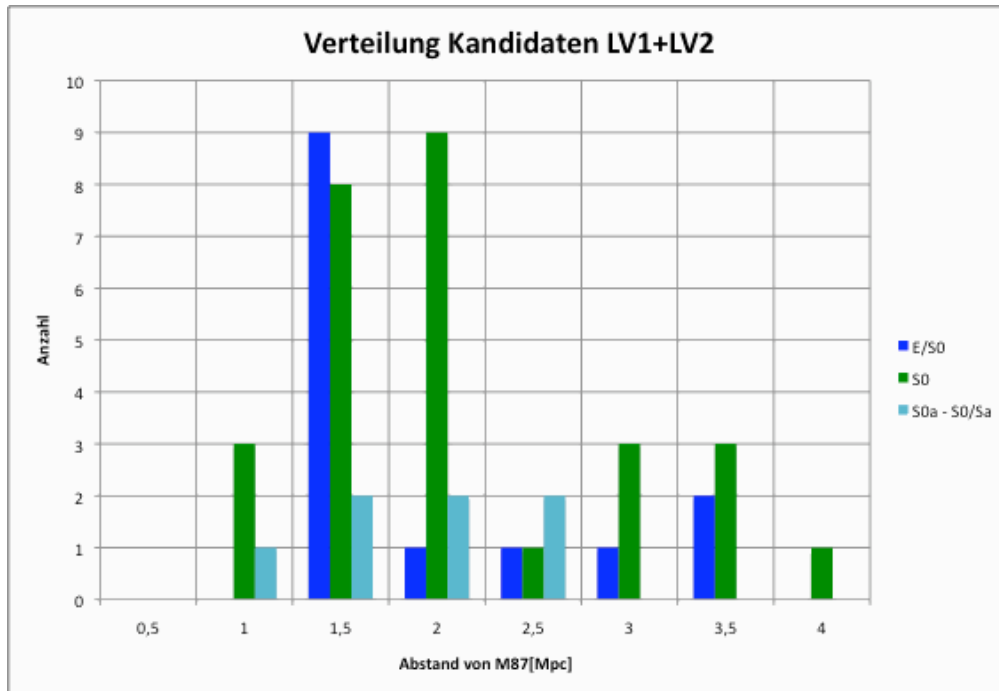


Abbildung 4.1: Gesamtverteilung der frühen Typen aus den Datensätzen LV1 und LV2

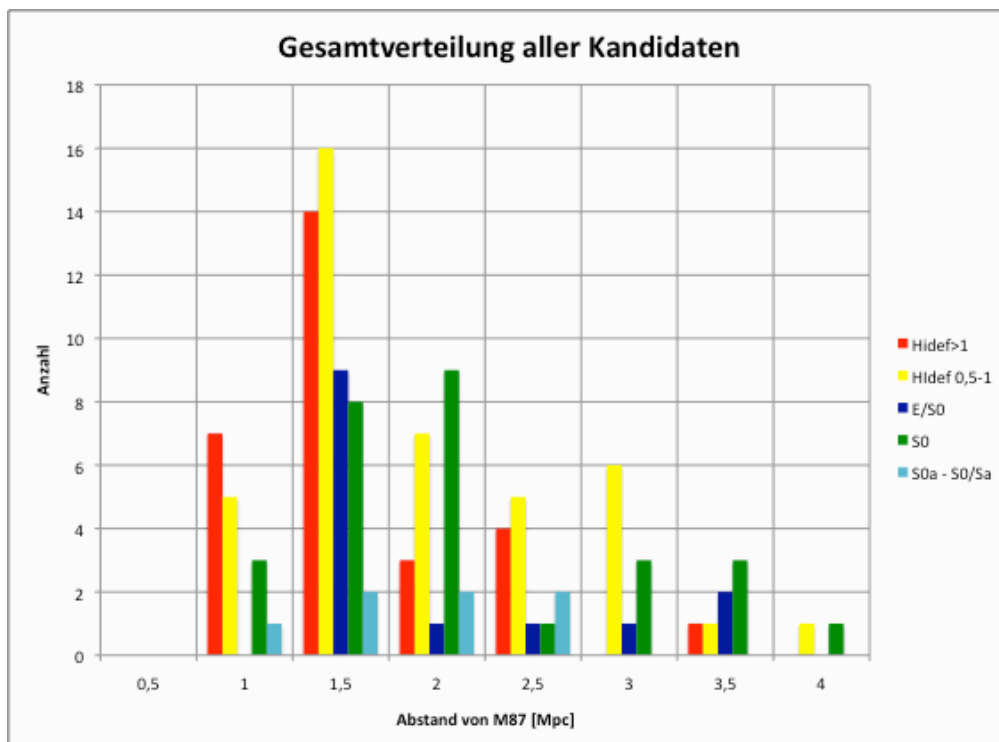


Abbildung 4.2: Alle Auswahlkandidaten auf einem Blick: „Anemic_HIDef > 1” bezeichnet die Auswahl anämischer Galaxien mit einem HI Unterhäufigkeitsgrad größer 1, „Anemic_HIDef 0.5-1”, die Auswahl anämischer Galaxien mit einem HI Unterhäufigkeitswert 0,5 bis 1. Diese wurden mit dem Kandidatensample aus LV2 + Kandidaten LV1 in Beziehung gebracht.

4.2 Untersuchung des „Anämiegrades“ in Abhängigkeit der Entfernung

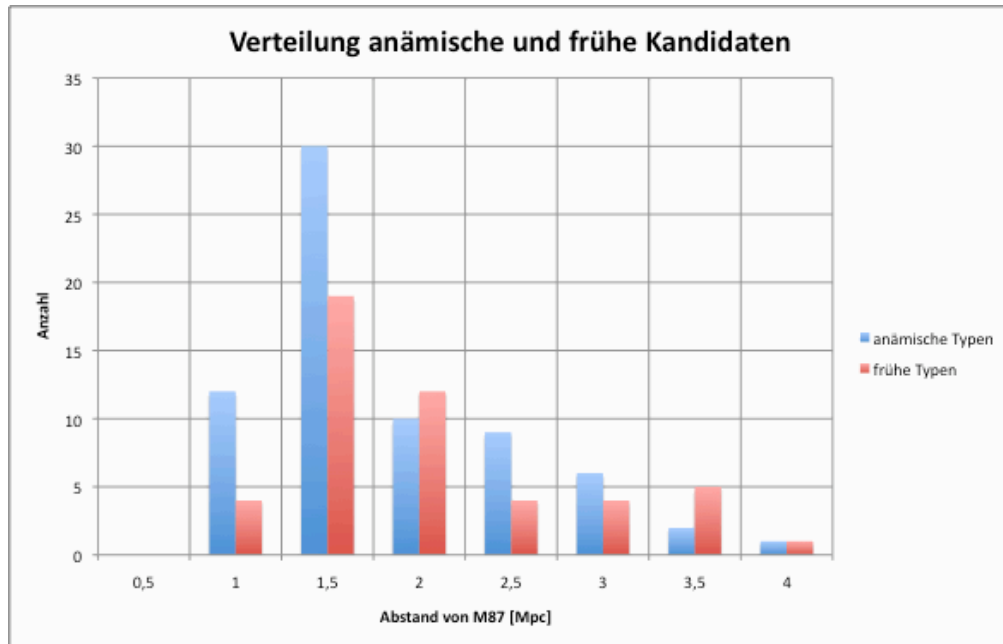


Abbildung 4.3: Gesamtverteilung aller Kandidaten

4.2 Untersuchung des „Anämiegrades“ in Abhängigkeit der Entfernung

Aus der gegebenen Gasdichte $\rho(r) = \rho_0 r^{-n}$ mit

$$M(r) = \frac{4\pi}{3} r^3 \rho_0 \rho(r) \quad (4.1)$$

und

$$M(r) = \frac{4\pi \rho_0}{3} r^{3-n} \quad (4.2)$$

wird nun das Potential erstellt:

$$E_{pot} = -G \int_0^R \frac{M(r)}{r} dr = \quad (4.3)$$

$$= -G \int_0^R \frac{4\pi \rho_0}{3} r^{2-n} dr = \quad (4.4)$$

Für n wird $\frac{3}{2}$ eingesetzt:

4 Zusammenfassung

$$= -\frac{4\pi\rho_0 G}{3} \int_0^R r^{-\frac{1}{2}} dr = \quad (4.5)$$

und damit ergibt sich für die vorangegangenen Bedingungen

$$E_{pot} = -\frac{8\pi\rho_0}{9} GR^{\frac{3}{2}}. \quad (4.6)$$

Aus dem Virialtheorem

$$2E_{kin} \approx E_{pot} \quad (4.7)$$

läßt sich die Geschwindigkeitskomponente erfassen, die bei der Staudruckbeziehung benötigt wird. Also erhält man

$$E_{kin} = -\frac{4\pi\rho_0}{9} GR_{cluster}^{\frac{3}{2}}. \quad (4.8)$$

In die Beziehung von Gunn und Gott (1972)

$$p_{ram} = v^2 \rho_{IGM} \quad (4.9)$$

wird nun die Geschwindigkeitskomponente von (4.8) implementiert:

$$p_{ram} = -\frac{4\pi\rho_0}{9} GR_{cluster}^{\frac{3}{2}} \rho_{IGM}. \quad (4.10)$$

Aus dem modellierten Durchflug einer Galaxie durch den Virgohaufen von Vollmer et. al. (2001)

$$\rho = \rho_0 \left(1 + \left(\frac{r}{r_c}\right)^2\right)^{-\frac{3\beta}{2}} \quad (4.11)$$

wird idealerweise $\beta = \frac{1}{2}$ eingesetzt, wobei β ein Anstiegsparameter aus dem β - Model von Cavaliere und Fusco-Femiano (Jahreszahl) ist. Wenn $r \gg r_c$ gilt, welches im Außenbereich des Haufens anzunehmen ist, geht der Term $(1 + (\frac{r}{r_c})^2)$ in den Term $(\frac{r}{r_c})^2$ über. Damit erhalten wir für die modellierte Dichteverteilung

$$\rho(r) \sim r^{-\frac{3}{2}}. \quad (4.12)$$

Diese Dichteverteilung wird nun für ρ_{IGM} eingesetzt und mit (4.10) in Beziehung gebracht. Da sich die Exponenten der Entfernungen aufheben

$$p_{ram} = \frac{4\pi\rho_0}{9} G = const. \quad (4.13)$$

4.2 Untersuchung des „Anämiegrades“ in Abhängigkeit der Entfernung

und der Staudruck konstant wird, ergibt, daß der Staudruck innerhalb des Virgoaufens abstands-
unabhängig vom Haufenzentrum für die gegebenen Voraussetzungen (siehe (4.12)) ist.

5 Schlußbetrachtung

Wenn der Staudruck innerhalb des Haufens konstant bleibt, so könnte davon abgeleitet werden, daß Galaxien durchgehend von ihrem Gasgehalt abgestriphen werden, bis nur noch eine Gaskernkomponente übrig bleibt. Diese sind jedoch morphologisch global gesehen nicht in den äußeren Bereichen vermehrt vertreten, wie die Verteilungen es zeigen. Stattdessen bleibt die Verteilung dieser Objekte bei frühen Typen in Bereichen $\sim 2,5 - 3,5$ Mpc annähernd konstant. Eine Beeinflußung durch die Untergruppierung M49 kann aufgrund der räumlichen Verteilung ausgeschlossen werden.

Damit eröffnen sich viele neue Fragen: Wenn weder scheibendominierte stark gasunterhäufige S0 Galaxien noch anämische Galaxien, die den Zustand von post - RPS - Objekten beschreiben sollten, den erwarteten Anstieg im Außenbereich des Haufens zeigen, was würde dies bedeuten? Eine Gasrückführung („replenishment“) für Galaxien trotz nach einem RPS - Prozess? Gibt es Möglichkeiten Gas wieder an die Scheibe zu binden? Nachdem das Gas abgestreift wurde, wo wäre es sichtbar? Viele weitere Fragen sind noch offen.

5.1 Ansätze für weitere Forschungen

Um Antworten zu finden, sind weitere $H\alpha$ und HI Beobachtungen notwendig. Als Schlußbetrachtung möchte ich auf die zukünftige wissenschaftliche Abhandlung: „Are anemic spirals the result of ram - pressure - stripping?“ (= „Sind anämische Galaxien das Resultat von RPS?“) von Hensler et. al. (voraussichtlich 2009/2010) verweisen, welches sich mit der Untersuchung von anämischen Galaxien in Bezug auf RPS und Galaxienevolution beschäftigt.

5.2 Beobachtungsdaten

Aus der GOLDMine-Datenbank und mit der freundlichen Genehmigung von Herrn A. Boselli (Laboratoire d'Astronomie Spatiale du CNRS, B.P.8, Tranverse du Siphon, F-13376 Marseille Cedex 12, France) wurden folgende Galaxienlisten mit folgenden Eigenschaften erstellt:

1. Morphologische Typen: S0;S0a-S0/Sa;dS0, dS0; dE; E-E/S0; S0; S0a - S0/Sa
2. Absolute Helligkeit: -16 bis -20 [mag]

5 Schlußbetrachtung

3. Entfernung: 17 ± 5 [Mpc] (Nach Sanchis et al. 2004 und Solanes et al. 2004 können Galaxienorbits innerhalb des Virgoaufens zwischen 1 bis 2,5 Virial Radii oder 1,7 bis 4,1 Mpc oszillieren und damit gravitativ gebunden sein.)

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

5.2.1 Listen Virgo

Die Listen Virgo bestehen aus Liste Virgo1 (LV1) und Liste Virgo2 (LV2). Während LV1 121 Objekte aufweisen kann, sind in LV2 101 Objekte vertreten. Die einzelnen Spalten sind wie folgt, von links nach rechts definiert:

VCC Name der Galaxie

NGC Name der Galaxie

CGCG Name der Galaxie

ALFAG Rektazension [h]

DELTA Deklination [°]

ALFA Rektazension [h, m, s]

DELTA Deklination [°, ′, ″]

TYPE Morphologiekategorie

TYPEC¹ Besonderheiten: 1 = mit Balken, 2 = aktiver Kern, 3 = pekulier, 4 = amorph, 5 = in Wechselwirkung mit anderen Galaxien

MAG Scheinbare Helligkeit [mag]

AMAG Absolute Helligkeit [mag]

A opt. Durchmesser [′]

B opt. Durchmesser [′]

VEL Geschwindigkeit [km/s]

DIST Abstand [Mpc]

x1,y1,z1 Kartesische Koordinaten aus der Kugeltransformation

DM87 Abstand zwischen M87 und den einzelnen Galaxien [Mpc]

HALFA Indikator für H α Beobachtung

> 0 = Halfa gefunden

< 0 = nach Halfa beobachtet aber nichts gefunden

0 = nicht Halfa beobachtet

FLUXHA $[\log \text{Fluss } [\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2\text{s}}] \text{ der H}\alpha\text{-linie,}]^2$

SGNHI Signal

< = upperlimit

. = HI detektiert

MHI log HI Masse in Sonnenmassen

$$\text{MHI} = 2,36 \cdot 10^5 \cdot \text{Dist}^2 \cdot \text{SHI}$$

[Dist = Entfernung in Mpc

SHI = Fluß in der HI-linie in $\frac{\text{mJykm}}{\text{s}}$]

HLUM Leuchtkraft von HI [in Sonnenleuchtkräften]

HC31 Concentration index

Das Verhältnis der Radien, die 75% und 25% des Gesamtlichts beinhalten³

1 = exponentiell

10 = elliptisch

HBT Verhältnis des Bulges und Gesamtlichts z.B. 0,09 = 9 % des Lichts kommt vom Bulge, -1 = kein Lichtprofil vorhanden

²Gavazzi et al. 1991, Gavazzi et al. 1998 u.a, siehe <http://goldmine.mib.infn.it/>

³Gavazzi et al. 2000

5 Schlußbetrachtung

5.2.2 Liste Virgo1 (S0;S0a-S0/Sa;dS0)

VCC	NGC	ALFAG	DELTA γ	ALFA	DELTA	TYPE	MAG	AMAG	A	B	VEL	DIST	HALFA	FLUXHA	SGNHI	MHI	HUM	HC31	HBT	
21	-182.5963	10.189	121023.10	101119.00	dS0	14.75	-16.40	1.20	0.39	506	17.00	0	0.00	<	0.00	<	7.84	8.89	3.31	0.09
94	-183.4600	7.201	121350.40	71203.00	S0a-S0/Sa	13.57	-19.00	1.65	1.09	2634	32.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	10.31	5.18	0.35
122	-183.6842	12.181	121444.20	121051.00	S0	13.85	-18.70	1.71	0.85	2376	32.00	0	0.00	<	0.00	<	8.99	10.35	8.30	1.00
140	-183.8021	14.433	121512.50	142558.00	S0	14.30	-16.90	1.41	0.80	1072	17.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.42	3.12	0.23
155	-183.8987	13.620	121535.70	133711.00	dS0	14.97	-16.20	1.16	0.51	0	17.00	0	0.00	<	0.00	<	7.78	0.00	0.00	-1.00
165	-183.9721	13.216	121553.30	131257.00	S0	14.87	-16.30	1.25	0.85	255	17.00	1	0.00	<	0.00	<	0.00	9.07	3.92	-1.00
166	-183.9771	6.401	121554.50	62404.00	S0	13.12	-19.40	2.16	0.37	2073	32.00	0	0.00	<	0.00	<	8.16	10.79	6.72	0.12
173	-184.0013	8.202	121600.30	81208.00	dS0	15.00	-17.50	0.93	0.93	802	32.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	0.00	0.00	-1.00
180	-184.0542	7.929	121613.00	75545.00	S0	15.30	-17.20	0.93	0.71	2322	32.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	0.00	0.00	-1.00
209	-184.2183	14.515	121652.40	143055.00	dS0	15.15	-16.00	1.71	0.43	1208	17.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	8.98	2.83	-1.00
218	-184.2721	12.289	121705.30	121721.00	dS0	14.88	-16.30	2.16	0.57	533	17.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	8.82	2.54	-1.00
220	-184.2821	7.624	121707.00	73728.00	S0	12.97	-19.60	2.72	0.85	2224	32.00	0	0.00	<	0.00	<	7.80	10.84	10.66	0.28
266	-184.4975	5.599	121759.40	53555.00	S0	14.60	-17.90	0.93	0.93	2691	32.00	0	0.00	<	0.00	<	8.88	9.98	0.00	-1.00
270	-184.5283	5.684	121806.80	54104.00	S0a-S0/Sa	15.02	-17.50	1.03	0.80	2550	32.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.62	2.70	-1.00
278	-184.5600	6.604	121814.40	63613.00	dS0	15.10	-16.70	0.73	0.73	2577	23.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.31	0.00	-1.00
308	-184.7121	7.862	121850.90	75143.00	dS0	14.30	-17.50	1.55	1.55	1596	23.00	0	0.00	<	0.00	<	7.98	9.68	3.01	0.54
312	-184.7342	4.786	121856.20	44709.00	S0	13.61	-18.90	1.76	0.69	1696	32.00	0	0.00	<	0.00	<	8.81	10.54	6.29	0.18
327	-184.8017	6.381	121912.40	62253.00	S0	14.80	-17.70	0.93	0.46	2852	32.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.34	0.00	-1.00
332	-184.8138	6.307	121915.30	61826.00	S0	15.00	-17.50	0.79	0.36	2365	32.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.32	0.00	-1.00
342	-184.8425	5.376	121922.20	52235.00	S0	14.59	-17.90	1.45	0.36	2401	32.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	10.03	5.05	0.35
355	-184.8775	14.878	121930.60	145240.00	S0	12.41	-18.70	1.87	1.63	1369	17.00	0	0.00	<	0.00	<	8.51	10.38	5.72	0.49
366	-184.9388	6.006	121945.30	60021.00	S0	14.89	-16.90	1.00	0.35	2292	23.00	0	0.00	<	0.00	<	8.48	9.66	0.00	-1.00
369	-184.9388	12.798	121945.30	124754.00	S0	11.80	-19.40	3.77	3.52	1009	17.00	0	0.00	<	0.00	<	7.44	10.45	6.51	1.00
371	-184.9467	5.284	121947.20	51701.00	S0	13.73	-18.80	1.84	0.57	2377	32.00	2	13.23	<	0.00	<	9.15	10.45	5.46	0.20
373	-184.9550	6.015	121949.20	60054.00	S0	13.69	-18.10	1.76	1.24	2535	23.00	0	0.00	<	0.00	<	8.59	10.07	6.08	-1.00
375	-184.9558	5.463	121949.40	52748.00	S0	13.11	-19.40	2.16	1.00	2494	32.00	-2	0.00	<	0.00	<	9.49	10.66	3.86	-1.00
389	-185.0137	14.961	122003.30	145741.00	dS0	14.21	-16.90	1.41	0.91	1330	17.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.47	4.15	-1.00
408	-185.0896	5.386	122921.50	52311.00	S0	12.27	-20.30	3.36	1.16	2711	32.00	4	12.41	<	8.55	11.09	5.13	-1.00		
411	-185.1013	5.573	122024.30	53422.00	S0	14.53	-17.30	1.26	0.63	930	23.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.73	5.06	-1.00
450	-185.2654	7.078	122103.70	70440.00	S0	15.08	-16.70	1.26	0.41	2333	23.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	8.86	4.00	-1.00
462	-185.3183	4.596	122116.40	43544.00	S0a-S0/Sa	13.50	-17.70	1.89	1.43	2258	17.00	0	0.00	<	0.00	<	7.81	9.96	3.75	0.10
482	-185.3921	4.779	122134.10	44646.00	S0a-S0/Sa	14.77	-16.40	1.16	0.28	1802	17.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.36	0.00	-1.00
486	-185.4042	5.766	122137.00	54556.00	S0a-S0/Sa	14.50	-17.30	1.60	0.57	2386	23.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.78	4.82	-1.00
490	-185.4117	15.745	122138.80	154443.00	dS0	14.05	-17.10	1.34	0.95	1293	17.00	0	0.00	<	0.00	<	6.64	9.38	2.55	0.40
523	-185.5171	12.787	122204.10	124715.00	dS0	13.75	-17.40	1.87	1.16	1508	17.00	3	13.18	<	0.00	<	0.00	9.55	3.19	0.15
571	-185.6712	7.950	122241.10	75701.00	S0	14.74	-17.10	1.26	0.50	1047	23.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	8.99	3.22	-1.00
597	-185.7358	2.747	122256.60	24449.00	S0	14.80	-16.40	1.29	0.28	1850	17.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	8.84	2.81	-1.00
648	-185.8954	6.082	122334.90	60454.00	S0	12.32	-19.50	2.31	2.01	1298	23.00	0	0.00	<	0.00	<	7.84	10.59	4.84	-1.00
654	-185.8971	16.722	122335.30	164320.00	S0	12.03	-19.10	3.60	1.87	930	17.00	0	0.00	<	0.00	<	7.31	10.47	5.31	0.21
657	-185.9125	7.054	122339.00	70314.00	S0	13.54	-18.30	1.55	0.47	714	23.00	-1	0.00	<	0.00	<	7.87	10.42	6.43	0.21
672	-185.9729	7.107	122353.50	70626.00	S0	14.21	-17.60	1.87	0.43	934	23.00	-1	0.00	<	0.00	<	8.53	9.76	4.05	0.32
685	-185.9908	16.693	122357.80	164136.00	S0	11.99	-19.20	3.20	1.16	1241	17.00	0	0.00	<	0.00	<	7.38	10.61	6.93	0.13
698	-186.0208	11.218	122405.00	111305.00	S0	13.60	-17.60	2.48	1.16	2106	17.00	0	0.00	<	0.00	<	7.44	9.90	5.67	0.16
710	-186.0604	4.226	122414.50	41333.00	dS0	14.83	-16.30	1.10	0.43	1175	17.00	15	13.34	<	7.95	9.00	0.00	0.00	-1.00	
723	-186.0917	13.030	122422.00	130147.00	dS0	15.04	-16.10	1.03	0.91	125	17.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	0.00	0.00	-1.00
751	-186.2012	18.195	122448.30	181142.00	dS0	15.30	-15.90	0.98	0.69	710	17.00	0	0.00	<	0.00	<	0.00	9.19	0.00	-1.00
758	-186.2287	7.444	122454.90	72640.00	S0	13.69	-18.10	1.76	0.87	784	23.00	0	0.00	<	0.00	<	8.60	10.20	3.55	0.17
759	-186.2308	11.704	122455.40	114215.00	S0	11.80	-19.40	5.10	2.48	943	17.00	0	0.00	<	0.00	<	7.38	10.62	3.93	0.33

5.2 Beobachtungsdaten

764	-186,2733	5,329	122505,60	51945,00 S0	14,90	-16,30	0,73	0,31	2044	17,00	0	0,00	0,00	8,99	0,00	-1,00	
778	-186,3013	14,762	122512,30	52544,00 S0	12,72	-18,40	2,16	1,42	1371	17,00	0	0,00	0,00	7,44	10,23	5,99	0,34
781	-186,3133	12,715	122515,20	52453,00 d50	14,72	-16,40	1,08	0,50	-254	17,00	0	0,00	0,00	7,48	8,99	3,04	0,00
784	-186,3112	15,607	122514,70	53627,00 S0	12,67	-18,50	2,16	1,60	1069	17,00	0	0,00	0,00	7,49	10,18	4,60	0,37
794	-186,3400	16,429	122521,60	56246,00 d50	15,50	-15,70	1,71	0,43	918	17,00	-1	0,00	0,00	0,00	8,80	0,00	-1,00
798	-186,3500	18,191	122524,00	58128,00 S0	10,09	-21,10	5,86	3,36	760	17,00	7	11,87	0,00	7,33	11,24	4,69	0,23
944	-186,7108	9,584	122650,60	93503,00 S0	12,08	-19,70	3,60	1,00	832	23,00	0	0,00	0,00	7,64	10,89	12,52	1,00
966	-186,7604	15,461	122702,50	152741,00 S0	12,45	-18,70	3,44	1,87	157	17,00	0	0,00	0,00	7,57	10,31	3,55	0,29
1003	-186,8604	11,107	122726,50	110627,00 S0a-S0/Sa	13,68	-17,50	1,58	0,79	913	17,00	5	11,72	0,00	7,44	11,00	5,48	0,13
1010	-186,8638	12,290	122727,30	121725,00 d50	13,68	-17,50	1,58	0,79	913	17,00	0	0,00	0,00	7,60	9,57	2,86	0,12
1028	-186,9054	14,456	122737,30	142722,00 d50	15,70	-15,50	0,73	0,73	21	17,00	0	0,00	0,00	0,00	8,73	0,00	-1,00
1030	-186,9187	13,079	122740,50	130444,00 S0	11,84	-19,30	2,92	2,48	775	17,00	0	0,00	0,00	7,31	10,76	10,06	1,00
1049	-186,9783	8,091	122754,80	80526,00 S0	14,20	-17,00	0,75	0,59	688	17,00	0	0,00	0,00	0,00	8,98	3,30	0,12
1062	-187,0163	9,804	122803,90	94813,00 S0	11,40	-20,40	5,05	1,67	517	23,00	0	0,00	0,00	7,64	11,09	6,26	0,73
1125	-187,1804	11,755	122843,30	114518,00 S0	13,30	-18,20	2,92	0,57	152	17,00	0	0,00	0,00	7,24	10,06	2,67	0,51
1154	-187,2500	13,979	122900,00	135843,00 S0	11,37	-19,80	3,36	2,60	1210	17,00	2	12,32	0,00	7,61	10,87	8,25	1,00
1183	-187,3438	11,434	122922,50	112602,00 d50	14,37	-16,80	1,55	0,76	1387	17,00	0	0,00	0,00	0,00	9,36	5,54	0,22
1196	-187,3788	14,049	122930,90	140257,00 S0a-S0/Sa	13,80	-17,40	1,76	1,06	878	17,00	0	0,00	0,00	7,24	9,61	4,31	0,19
1203	-187,4046	7,933	122937,10	75558,00 S0	15,70	-15,50	0,65	0,65	948	17,00	3	14,26	0,00	0,00	8,73	2,80	0,00
1242	-187,4729	14,069	122953,50	140407,00 S0	12,60	-18,50	2,48	1,16	1610	17,00	0	0,00	0,00	7,57	10,20	6,01	0,15
1250	-187,4962	12,349	122959,10	122055,00 S0	12,91	-18,20	1,89	0,94	1955	17,00	0	0,00	0,00	7,44	9,88	3,59	0,42
1253	-187,5092	13,636	123002,20	133811,00 S0a-S0/Sa	11,31	-19,80	3,60	3,60	1353	17,00	0	0,00	0,00	7,31	10,87	8,73	1,00
1283	-187,5767	13,578	123018,40	133440,00 S0	13,45	-17,70	2,27	2,27	876	17,00	0	0,00	0,00	7,44	9,90	3,46	0,08
1303	-187,6692	9,016	123040,60	90056,00 S0	13,10	-18,70	1,96	0,75	875	23,00	0	0,00	0,00	7,64	10,29	4,89	0,16
1304	-187,6658	15,130	123039,80	150747,00 d50	15,50	-15,70	1,45	0,26	-108	17,00	0	0,00	0,00	0,00	9,00	3,37	-1,00
1318	-187,7142	8,360	123051,40	82136,00 S0	12,86	-18,30	5,10	1,75	980	17,00	0	0,00	0,00	7,49	10,18	3,86	0,10
1321	-187,7175	16,759	123052,20	164532,00 S0	12,84	-18,30	1,84	1,60	960	17,00	0	0,00	0,00	0,00	9,98	5,28	0,34
1368	-187,8854	11,625	123132,50	113729,00 S0a-S0/Sa	13,12	-18,00	2,01	0,85	1123	17,00	0	0,00	0,00	7,38	9,85	2,81	0,04
1479	-188,2812	14,575	123307,50	145430,00 S0	13,67	-17,50	2,16	1,00	958	17,00	0	0,00	0,00	7,57	9,68	3,13	0,02
1501	-188,3533	8,691	123324,80	84127,00 d50	15,10	-16,10	0,93	0,29	1434	17,00	0	0,00	0,00	0,00	8,60	0,00	-1,00
1512	-188,3938	11,262	123334,50	111543,00 d50	15,73	-15,40	0,93	0,71	762	17,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00
1535	-188,5125	7,699	123403,00	74157,00 S0	10,61	-20,50	7,00	2,01	448	17,00	-1	11,23	0,00	9,33	11,19	10,59	1,00
1537	-188,5250	11,321	123406,00	111916,00 S0	12,70	-18,50	1,89	0,78	1374	17,00	0	0,00	0,00	7,38	10,12	5,01	0,15
1614	-188,8633	12,750	123527,20	124501,00 S0	14,44	-16,70	1,03	0,83	753	17,00	0	0,00	0,00	8,27	9,22	2,67	-1,00
1617	-188,8783	6,334	123530,80	62002,00 d50	15,00	-16,10	1,10	0,78	1607	17,00	9	13,59	0,00	0,00	8,75	0,00	-1,00
1632	-188,9158	12,556	123539,80	123323,00 S0	10,78	-20,40	7,23	7,23	322	17,00	1	13,01	0,00	0,00	11,02	7,92	1,00
1684	-189,1642	11,102	123639,40	110607,00 d50	14,87	-16,30	1,12	0,32	694	17,00	0	0,00	0,00	0,00	8,76	2,68	0,01
1695	-189,2283	12,520	123654,80	123112,00 d50	14,53	-16,60	1,29	1,29	1547	17,00	0	0,00	0,00	7,84	9,12	3,65	0,21
1701	-189,2792	5,421	123707,00	52517,00 S0	15,30	-15,90	0,90	0,52	1123	17,00	0	0,00	0,00	0,00	8,72	0,00	-1,00
1720	-189,3771	9,555	123730,50	93318,00 S0	12,29	-18,90	3,77	2,60	2284	17,00	0	0,00	0,00	7,24	10,36	8,39	1,00
1779	-189,7696	14,731	123904,70	144352,00 d50	14,83	-16,30	1,07	0,35	1226	17,00	0	0,00	0,00	7,78	9,07	0,00	-1,00
1809	-189,9500	12,974	123948,00	125826,00 S0a-S0/Sa	14,17	-17,00	1,10	0,67	2839	17,00	0	0,00	0,00	7,25	9,32	3,30	-1,00
1827	-190,0496	8,384	124011,90	82301,00 S0	13,41	-17,70	1,65	1,09	1961	17,00	0	0,00	0,00	8,19	9,75	2,95	0,18
1833	-190,0817	15,935	124019,60	155607,00 S0	14,54	-16,60	0,84	0,60	1679	17,00	0	0,00	0,00	0,00	9,26	0,00	-1,00
1834	-190,0958	3,118	124023,00	30704,00 S0	13,47	-17,70	1,65	0,77	787	17,00	0	0,00	0,00	8,19	9,80	3,12	0,77
1836	-190,0817	14,715	124019,60	144254,00 d50	14,54	-16,60	2,31	0,85	1927	17,00	0	0,00	0,00	7,78	0,00	0,00	-1,00
1855	-190,2096	4,526	124050,30	43133,00 S0	15,20	-16,00	0,93	0,46	718	17,00	0	0,00	0,00	0,00	8,70	0,00	-1,00
1869	-190,3054	10,156	124113,30	100921,00 S0a-S0/Sa	12,05	-19,10	4,30	3,42	1864	17,00	0	0,00	0,00	7,44	10,69	9,68	1,00
1883	-190,3862	7,315	124132,70	71853,00 S0	12,57	-18,60	2,16	1,42	1875	17,00	0	0,00	0,00	7,38	10,24	4,47	0,20

1896		-190,4775	9,585	124154,60	93505,00 d50	14,82	-16,30	1,35	1,04	1731	17,00	0	0,00	0,00	8,96	2,32	-1,00
1902	4620	-190,4971	12,943	124159,30	125634,00 50a-50/Sa	13,35	-17,80	2,16	1,87	1066	17,00	0	0,00	7,21	9,65	2,86	0,12
1906		-190,5112	15,636	124202,70	153811,00 50	15,70	-15,50	0,93	0,71	314	17,00	0	0,00	0,00	8,68	0,00	-1,00
1912		-190,5379	12,597	124209,10	123549,00 d50	14,26	-16,50	1,71	0,27	-169	17,00	0	0,00	7,50	9,36	3,17	-1,00
1920		-190,5883	2,066	124221,20	20359,00 50	15,20	-16,00	0,73	0,73	1349	17,00	0	0,00	0,00	8,78	0,00	-1,00
1921		-190,6104	11,740	124226,50	114424,00 d50	13,90	-19,30	1,24	0,37	1161	17,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00
1936		-190,6917	9,511	124246,00	93038,00 d50	15,68	-15,50	1,03	1,03	985	17,00	0	0,00	0,00	8,67	0,00	-1,00
1938	4638	-190,6975	11,443	124247,40	112633,00 50	12,11	-19,00	2,01	1,42	1147	17,00	0	0,00	7,44	10,44	4,38	0,67
1978	4649	-190,9150	11,553	124339,60	113309,00 50	9,81	-21,30	5,10	5,10	1095	17,00	1	12,56	8,37	11,38	4,96	0,24
2048		-191,8138	10,203	124715,30	101212,00 d50	13,81	-17,30	2,11	0,63	1095	17,00	0	0,00	7,78	9,33	2,99	0,00
2083		-192,5600	10,540	125014,40	103223,00 d50	15,20	-16,00	0,93	0,71	0	17,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00
2087	4733	-192,7283	10,912	125106,80	105443,00 50a-50/Sa	12,63	-18,50	1,96	1,96	908	17,00	0	0,00	7,38	10,09	2,73	0,13
2092	4754	-193,0729	11,314	125217,50	111849,00 50	11,51	-19,60	5,03	2,35	1377	17,00	0	0,00	7,44	10,94	11,06	0,38
2095	4762	-193,2333	11,231	125256,00	111351,00 50	11,18	-20,00	8,70	1,95	985	17,00	0	0,00	8,78	10,83	6,10	0,15
69043	4078	-181,1989	10,596	120447,73	103544,80 50	13,90	-17,30	1,30	0,40	410	17,00	0	0,00	7,38	9,73	4,99	0,28
69058	4124	-182,0381	10,379	120809,15	102245,10 50	12,70	-18,50	4,10	1,56	1652	17,00	0	0,00	7,24	10,32	4,89	0,11
13104	4179	-183,2173	1,300	121252,14	11800,00 50	12,80	-18,40	3,80	1,10	1279	17,00	0	0,00	7,68	10,56	5,78	0,21
14034	4385	-186,4277	0,572	122542,64	3420,40 50	13,40	-17,80	1,90	1,23	2145	17,00	61	11,79	8,47	9,82	4,96	0,16
14099	4599	-190,1132	1,196	124027,16	11147,30 50a-50/Sa	13,70	-17,50	1,70	0,80	1878	17,00	0	0,00	0,00	9,86	4,93	0,18
15008	4643	-190,8340	1,978	124320,17	15840,50 50	11,90	-19,30	3,00	2,38	1346	17,00	0	12,30	8,06	10,65	4,89	0,18
43018	4665	-191,2755	3,057	124506,12	30326,00 50	12,40	-18,80	4,50	3,83	785	17,00	0	0,00	8,66	10,75	4,79	-1,00
100011	4710	-192,4120	15,165	124938,89	150955,00 50a-50/Sa	11,60	-19,60	4,30	1,16	1129	17,00	19	11,39	7,85	10,73	4,79	0,05
43064	4795	-193,7616	8,066	125502,78	80356,20 50a-50/Sa	13,50	-17,70	2,10	1,83	2778	17,00	0	0,00	8,03	10,14	5,58	-1,00
71094	4880	-195,0451	12,483	130010,82	122900,60 50	13,30	-17,90	3,40	2,58	1470	17,00	0	0,00	7,61	9,75	3,10	0,20

5.2.3 Auswahlkandidaten aus LV1 mit 18 Kandidaten

VCC/CGCG	NGC	ALFAG	DELTA	ALFA	DELTA	TYPE	MAG	AMAG	VEL	DIST	x1	y1	z1	[D[Mpc]]	A	B	HALFA	FLUXHA	SGNHI	MHI	HJUM	HC31	HBT
140		183.8021	14.433	121512.50	142558.00	50	14.30	-16.90	1072	17.00	-4.23	-0.28	16.46	0.66	1.41	0.80	0	0.00	0	0.00	9.42	3.12	-0.23
165		183.9721	13.216	121553.30	131257.00	50	14.87	-16.30	255	17.00	-4.38	-0.37	16.55	0.35	1.25	0.85	1	0.00	0	0.00	9.07	3.92	-1.00
355	4362	184.8725	14.878	121530.60	145240.00	50	12.41	-18.70	1365	17.00	-4.35	-0.37	16.43	0.76	1.87	1.65	0	0.00	0	8.51	10.38	5.72	0.48
452	4392	185.3183	4.506	123116.40	435644.00	50a-50/5a	13.50	-17.70	2358	17.00	-1.36	-0.13	16.95	2.31	1.89	1.43	0	0.00	0	7.81	9.66	3.75	0.16
685	4350	185.2908	16.693	122357.80	164136.00	50	13.99	-19.20	1341	17.00	-4.86	-0.51	16.28	1.28	2.2	1.16	0	0.00	0	7.38	10.61	6.93	0.15
696	4352	186.0208	11.218	122405.00	111305.00	50	13.60	-17.60	2106	17.00	-3.29	-0.35	16.68	0.58	2.48	1.16	0	0.00	0	7.44	9.50	5.67	0.16
784	4373	186.3112	13.607	122347.70	153627.00	50	12.67	-18.50	1093	17.00	-4.55	-0.50	16.37	0.96	2.16	1.60	0	0.00	0	7.49	10.18	4.60	0.32
966	4421	186.7604	15.461	122702.50	152741.00	50	12.45	-18.70	1517	17.00	-4.50	-0.53	16.38	0.91	3.44	1.87	0	0.00	0	7.57	10.31	3.53	0.29
1125	4452	187.1804	11.755	122843.30	114518.00	50	13.30	-18.20	152	17.00	-3.44	-0.43	16.84	0.19	2.92	0.57	0	0.00	0	7.24	10.06	2.67	0.51
1242	4474	187.4729	14.069	122953.50	140407.00	50	12.60	-18.50	1610	17.00	-4.10	-0.54	16.49	0.50	2.48	1.16	0	0.00	0	7.57	10.20	6.01	0.15
1283	4479	187.5767	13.578	123018.40	133440.00	50	13.45	-17.70	876	17.00	-3.96	-0.53	16.52	0.35	2.27	2.27	0	0.00	0	7.44	9.90	3.46	0.08
1318	4488	187.7142	8.360	123051.40	82136.00	50	12.86	-18.30	980	17.00	-2.45	-0.33	16.82	1.20	5.10	1.75	0	0.00	0	7.49	10.18	3.86	0.10
1368	4497	187.8854	11.625	123132.50	113729.00	50a-50/5a	13.12	-18.00	1123	17.00	-3.39	-0.47	16.65	0.23	2.01	0.85	0	0.00	0	7.38	9.85	2.81	0.04
1479	4516	188.2812	14.575	123307.50	145430.00	50	13.67	-17.50	958	17.00	-4.23	-0.62	16.45	0.65	2.16	1.00	0	0.00	0	7.57	9.68	3.13	0.02
1938	4638	190.6975	11.443	124247.40	112633.00	50	12.11	-19.00	1147	17.00	-3.31	-0.63	16.66	0.34	2.01	1.42	0	0.00	0	7.44	10.44	4.38	0.67
2095	4762	193.2333	11.231	125256.00	111351.00	50	11.18	-20.00	985	17.00	-3.22	-0.76	16.67	0.48	8.70	1.95	0	0.00	0	8.78	10.83	6.10	0.15
13104	4179	183.2173	1.300	121252.14	11800.00	50	12.80	-18.40	1279	17.00	-0.39	-0.02	17.00	3.29	3.80	1.10	0	0.00	0	7.68	10.56	5.78	0.21
100011	4710	192.4120	15.165	124938.89	150955.00	50a-50/5a	11.60	-19.60	1129	17.00	-4.34	-0.96	16.41	0.89	4.30	1.16	19	11.39	0	7.85	10.73	4.79	0.05
M87		187.71	12.391							17.00	-3.61	-0.49	16.60										

Kandidaten ab ca. 2 Mpc bis 4 Mpc von M87 entfernt

Kandidaten von 0 bis ca. 2 Mpc von M87 entfernt

Unsichere Kandidaten

5.2.4 Liste Virgo2 (dS0; dE; E-E/S0; S0; S0a - S0/Sa)

VCC	NGC	ALFAG	DELTA	ALFA	DELTA	TYPE	TYPEC	MAG	ANAG	A	B	VEL	DIST	x1	y1	z1	DM87	HALFA	FLUXHA	SGNHI	WHI	LUMI	HC31	HBT	
700	0	-185.4117	15.7245	122138.9	154443.8	dS0	2	14.05	-17.36	1.34	0.95	1293	18.28	-4.938	0.468	17.59	1.91	0	0	0	6.64	9.38	2.55	0.4	
710	0	-186.0604	4.226	122414.5	41333.450		0	14.83	-16.94	1.11	0.43	1175	22.6	-1.656	0.176	22.54	6.285	15	13.34	0	7.95	8.81	0	-1	
1010	4431	-185.8638	12.29	122727.3	121735.450		2	13.68	-17.32	1.58	0.79	913	15.82	-3.243	0.402	15.46	1.978	0	0	0	7.5	9.57	2.86	0.12	
1036	4436	-186.9217	12.316	122741.2	121837.450		2	13.68	-17.45	1.76	0.73	1368	16.83	-3.564	0.433	16.44	0.927	-1	0	0	7.72	9.56	4.41	0.36	
230	0	-184.9217	11.943	121719.6	115636.450	dE	2	15.2	-15.44	1.11	0.67	1398	13.4	-2.675	0.209	13.11	3.683	0	0	0	7.37	8.74	0	-1	
543	0	-185.5813	14.761	122219.5	144538.450	dE	2	14.39	-16.04	1.45	0.57	861	12.7	-3.094	0.302	11.8	4.899	0	0	0	7.37	9.22	2.97	-1	
437	0	-185.2033	17.487	122048.8	172913.450	dE	2	14.54	-15.39	1.2	0.6	1474	9.72	-2.903	0.264	9.252	7.425	0	0	0	6.86	9.33	4.38	0.21	
810	0	-186.39	13.227	122533.6	131337.450	dE	2	16.95	-14.02	0.77	0.77	340	15.63	-3.553	0.998	15.21	1.653	-1	0	0	7.37	8.21	0	-1	
815	0	-186.4046	13.143	122537.1	130836.450	dE	2	16.1	-15.38	0.66	0.53	-700	19.8	-4.474	0.502	19.28	2.982	-1	0	0	7.37	0	0	-1	
846	0	-186.4596	13.198	122550.3	131152.450	dE	2	16.2	-15.1	0.89	0.8	-730	18.2	-4.129	0.467	17.72	1.557	-1	0	0	7.37	0	0	-1	
856	0	-186.4913	10.054	122557.9	100314.450	dE	2	14.25	-16.59	1.53	1.36	972	14.72	-2.552	0.29	14.49	2.492	0	0	0	7.12	9.58	2.76	0	
928	0	-186.6657	12.513	122639.6	123048.450	dE	2	16.11	-15.31	0.71	0.27	-254	19.23	-4.138	0.484	18.77	2.434	0	0	0	7.37	8.49	0	-1	
929	4415	-186.6687	8.436	122640.5	82608.450	dE	2	13.82	-17.04	1.41	1.12	910	14.86	-2.165	0.253	14.7	2.506	0	0	0	7.37	9.56	2.82	0	
940	0	-186.6962	12.454	122647.1	122714.450	dE	2	14.72	-16.64	1.1	0.85	1563	18.71	-4.007	0.47	18.27	1.962	0	0	0	7.02	8.99	0	-1	
1087	0	-187.0621	11.79	122814.9	114723.450	dE	2	14.31	-16.77	1.56	0.94	645	16.47	-3.34	0.414	16.13	1.058	0	0	0	7.84	8.73	0	-1	
1104	0	-187.1167	12.824	122828	124925.450	dE	2	15.22	-15.93	0.78	0.43	1704	16.98	-3.74	0.467	16.56	0.966	0	0	0	7.84	8.73	0	-1	
1261	4482	-187.5429	10.779	123010.3	104646.450	dE	2	13.56	-17.8	1.87	1.1	1850	18.74	-3.474	0.46	18.41	2.045	0	0	0	7.37	9.53	3.34	0.06	
1355	0	-187.8333	14.115	123120	140653.450	dE	2	14.31	-16.61	1.57	1.11	1332	15.28	-3.692	0.508	14.82	2.046	0	0	0	0	8.95	0	-1	
1407	0	-188.0112	11.89	123202.7	115324.450	dE	2	15.49	-14.89	0.79	0.63	941	11.9	-2.428	0.342	11.64	5.167	0	0	0	6.54	8.97	0	-1	
1431	0	-188.0975	11.263	123223.4	111546.450	dE	2	14.51	-16.31	0.82	0.82	2025	14.6	-2.823	0.402	14.32	2.577	0	0	0	7.37	9.37	3.13	0	
1528	0	-188.465	13.322	123351.6	131921.450	dE	2	14.51	-16.13	1.03	0.91	1608	13.4	-3.054	0.455	13.04	3.73	0	0	0	7.37	9.24	3.56	-1	
1539	0	-188.5279	12.742	123406.7	124430.450	dE	2	15.68	-14.75	0.62	0.62	1390	12.2	-2.661	0.399	11.9	4.882	0	0	0	0	8.42	0	-1	
1828	0	-190.0558	12.875	124013.4	125229.450	dE	2	15.33	-14.37	0.95	0.67	1517	8.7	-1.909	0.338	8.481	8.341	0	0	0	7.37	8.89	0	-1	
1861	0	-190.2437	11.184	124058.5	111104.450	dE	2	14.37	-15.95	1.26	1.26	683	11.6	-2.214	0.4	11.38	5.481	0	0	0	7.37	9.33	3.22	-1	
1910	0	-190.5358	11.754	124208.6	114516.450	dE	2	14.17	-16.47	1.1	0.87	206	13.4	-2.684	0.499	13.72	3.74	0	0	0	7.37	9.46	0	-1	
2019	0	-191.325	13.693	124520.3	134133.450	dE	2	14.55	0	1.41	0.8	1895	11.1	-2.576	0.516	10.78	5.996	0	0	0	6.94	9.1	2.69	-1	
349	4168	-183.0721	13.205	121217.3	13219.450	E - E/S0	0	14.21	-20.02	1.76	1.4	2307	27.97	-6.38	0.342	27.23	11.01	5	12.84	0	8.47	10.69	3.71	0.25	
345	4261	-184.8467	3.825	121923.2	34931.450	E - E/S0	0	11.31	-21.23	3.95	2.92	2260	32.23	-3.259	0.276	32.06	15.48	0	0	0	8.47	11.43	7.72	1	
575	4318	-185.6804	8.198	122243.3	81154.450	E - E/S0	0	14.14	-16.99	1.03	0.55	-337	16.8	-2.384	0.237	16.63	1.43	0	0	0	8.35	9.82	3.61	0	
731	4365	-186.1175	7.317	122428.2	71903.450	E - E/S0	0	10.51	-21.08	8.73	6.18	1240	20.76	-2.629	0.282	20.59	4.179	2	0	0	8.18	11.42	6	1	
763	4374	-186.2654	12.887	122503.7	125313.450	E - E/S0	0	10.26	-20.95	0.07	0.07	910	17.46	-3.871	0.425	17.02	1.037	1	12.42	0	8.96	11.16	4.7	0.26	
828	4387	-186.4238	12.811	122541.7	124838.450	E - E/S0	0	12.84	-18.48	1.84	0.83	583	18.4	-4.054	0.456	17.94	1.696	0	0	0	7.92	11.38	7.06	1	
881	4406	-186.5488	12.946	122611.7	125646.450	E - E/S0	0	10.06	-21.02	1.37	7.51	-221	16.46	-3.663	0.421	16.04	1.072	13	12.02	0	7.92	11.38	7.06	1	
1025	4434	-186.9029	8.154	122736.7	80916.450	E - E/S0	0	13.06	-18.61	1.55	1.55	1068	21.58	-3.039	0.368	21.37	4.872	0	0	0	7.92	10.15	7.72	1	
1146	4458	-187.2396	13.242	122857.5	131431.450	E - E/S0	0	12.93	-18.23	1.8	1.52	662	17.06	-3.877	0.493	16.61	1.016	0	0	0	0	10.06	7.99	1	
1192	4467	-187.3758	7.993	122930.2	75934.450	E - E/S0	0	15.04	-16.09	0.73	0.47	1474	16.8	-2.317	0.3	16.64	1.52	-2	0	0	7.92	9.43	4.54	1	
1226	4472	-187.4446	8.001	122946.7	80002.450	E - E/S0	0	9.31	-21.67	0.25	8.11	868	15.69	-2.166	0.283	15.54	1.956	1	12.76	0	7.92	11.66	7.34	1	
1231	4473	-187.4538	13.429	122948.9	132546.450	E - E/S0	0	11.1	-19.92	4.04	2.01	2236	15.98	-3.68	0.481	15.54	1.44	0	13.58	0	7.92	10.83	6.25	0.31	
1279	4478	-187.5725	12.329	123017.4	121943.450	E - E/S0	0	12.15	-18.92	1.89	1.43	1370	16.37	-3.466	0.461	16	1.138	0	0	0	0	10.35	3.37	0.13	
1297	0	-187.6325	12.491	123031.8	122926.450	E - E/S0	0	14.33	-16.76	0.51	0.45	1486	16.55	-3.548	0.475	16.16	1.065	-1	0	0	0	9.72	3.52	0.58	
1316	4486	-187.7058	12.391	123049.4	122328.450	E - E/S0	0	9.58	-21.48	1	1	1292	16.29	-3.465	0.469	15.91	1.191	2	12.05	0	0	11.34	4.2	0.25	
1422	0	-188.0592	10.251	123214.2	101505.450	E - E/S0	2	13.64	-17.46	1.65	1.28	1372	16.59	-2.923	0.414	16.33	1.171	0	0	0	7.92	9.52	3.46	-1	
1475	4515	-188.2704	16.266	123304.9	161556.450	E - E/S0	0	13.36	-17.34	1.41	1	940	13.8	-3.825	0.556	13.25	3.522	0	0	0	7.31	9.8	4.29	-1	
1499	0	-188.3325	12.854	123319.8	125113.450	E - E/S0	3	14.94	-16.19	0.64	0.46	-575	16.8	-3.698	0.542	16.38	1.059	0	0	0	0	8.79	2.74	-1	
1545	0	-188.5479	12.049	123411.5	120256.450	E - E/S0	0	14.96	-15.47	1.1	0.64	2050	12.2	-2.518	0.379	11.93	4.878	0	0	0	0	9.04	4.12	-1	
1619	4550	-188.8725	12.221	123530.6	121315.450	E - E/S0	0	12.5	-18.63	3.95	0.87	381	16.83	-3.519	0.55	16.44	1.056	0	0	0	8.79	10.26	3.68	-1	
1630	4551	-188.9083	12.264	123538	121550.450	E - E/S0	0	12.91	-18.29	2.01	1.6	1470	17.37	-3.645	0.571	16.97	1.123	0	0	0	7.01	10.17	4.06	0	
1664	4564	-189.1125	11.439	123622	112622.450	E - E/S0	0	12.02	-19.02	4.33	1.29	1165	16.15	-3.162	0.507	15.83	1.342	0	0	0	0	7.79	10.55	7.35	-1
1692	4570	-189.2225	7.247	123653.4	71448.450	E - E/S0	0	11.82	-19.11	3.52	0.79	1720	15.3	-3.195	0.309	15.18	2.365	0	0	0	7.31	10.67	8.15	-1	
1871	0	-190.3154	11.387	124115.7	121214.450	E - E/S0	0	13.86	-16.98	0.84	0.6	603	14.7	-2.855	0.52	14.21	2.531	0	0	0	7.92	9.52	0	-1	
1903	4621	-190.5096	11.647	12402.3	113849.450	E - E/S0	0	10.76	-20.37	7.67	4.12	444	16.86	-3.347	0.621	16.51	1.146	0	0	0	7.92	11.05	9.11	-1	
1913	4623	-190.5446	7.677	124210.7	74037.450	E - E/S0	0	13.22	-17.59	2.16	0.5	1892	14.5	-1.904	0.354	14.37	2.937	0	0	0	7.66	9.94	4.34	-1	

5.2 Beobachtungsdaten

1939	4636	-190,7079	2,688	124249,9	24116	E - E/S0	0	10,48	-20,54	9,63	8,79	1094	16,01	-0,738	0,14	16	3,007	0	12,67	0	0	0	9	11,14	0,44	-1
2000	4660	-191,1333	11,191	124432	111126	E - E/S0	0	11,94	-18,94	1,89	1,24	1115	14,99	-2,854	0,562	14,7	2,303	0	0	0	0	7,92	10,44	6,09	-1	
14083	4581	-189,5217	1,477	123805,22	12839	E - E/S0	0	13,4	-19,17	1,9	1,1	1818	32,61	-0,829	0,139	32,6	16,25	0	0	0	0	0	9,86	4,65	-1	
140	0	-183,8021	14,433	121512,5	142558	S0	0	14,3	-16,4	1,41	0,8	1072	32,61	-0,829	0,139	32,6	16,25	0	0	0	0	7,92	9,42	3,12	0,23	
166	4215	-183,9771	6,401	121554,5	62404	S0	0	13,12	-19,61	2,16	0,57	2073	35,1	-3,904	0,271	34,88	18,3	0	0	0	0	8,16	10,79	6,72	0,12	
220	4233	-184,2821	7,624	121707,7	73728	S0	3	12,97	-19,72	2,72	0,85	2224	34,5	-4,564	0,342	34,2	17,64	0	0	0	0	7,8	10,84	6,66	0,28	
355	4262	-184,8775	14,878	121930,6	145240	S0	1	12,41	-18,57	1,87	1,63	1367	15,7	-4,017	0,343	15,7	1,703	3	12,66	0	0	0	8,71	10,38	5,72	0,49
369	4267	-184,9388	12,798	121945,3	122754	S0	1	11,8	-19,15	3,77	3,52	1009	15,5	-3,421	0,296	15,11	1,694	0	0	0	0	7,44	10,45	6,51	1	
373	4270	-184,9538	5,463	121949,4	52748	S0	0	13,11	-19,62	3,16	1	2377	35,1	-3,329	0,283	34,94	18,36	-2	0	0	0	8,66	10,66	3,86	-1	
408	4281	-185,0896	5,386	122021,3	52311	S0	0	12,27	-20,1	3,16	2,71	2975	29,75	-2,781	0,248	29,62	13,06	4	12,41	0	0	0	8,47	11,09	5,13	-1
648	4339	-185,8954	6,082	122334,9	60454	S0	1	12,32	-19,04	2,31	2,01	1298	18,7	-1,971	0,204	18,59	2,673	0	0	0	0	7,84	10,59	4,84	-1	
654	4340	-185,8971	16,722	122335,3	164320	S0	1	12,03	-19,1	3,6	1,87	930	16,8	-4,808	0,497	16,09	1,631	0	0	0	0	7,31	10,47	5,31	0,21	
657	4342	-185,9125	7,054	122339	70314	S0	0	13,54	-17,59	1,55	0,47	714	16,8	-2,052	0,213	16,67	1,715	-1	0	0	0	7,87	10,42	6,43	0,21	
685	4350	-185,9908	16,693	122357,8	164136	S0	0	11,99	-19,14	3,2	1,16	1241	16,8	-4,799	0,504	16,09	1,628	0	0	0	0	7,38	10,61	6,93	0,13	
698	4352	-186,0208	11,218	122405	111305	S0	0	13,6	-17,04	2,48	1,16	2106	13,4	-2,592	0,273	13,14	3,688	0	0	0	0	7,44	9,9	5,67	0,16	
759	4371	-186,2308	11,704	122455,4	114215	S0	1	11,8	-19,18	5,1	2,48	943	15,7	-3,166	0,346	15,37	1,553	0	0	0	0	7,38	10,62	3,93	0,33	
778	4377	-186,3013	14,762	122512,3	144544	S0	0	12,72	-18,45	2,16	1,42	1371	17,15	-4,343	0,48	16,58	1,213	0	0	0	0	7,44	10,23	5,99	0,34	
784	4379	-186,3112	15,607	122514,7	153627	S0	0	12,67	-18,5	2,16	1,6	1069	15,63	-4,18	0,462	15,05	1,905	0	0	0	0	7,49	10,18	4,6	0,37	
798	4382	-186,35	18,191	122524	181128	S0	3	10,09	-20,79	5,86	3,36	760	15	-4,654	0,518	14,25	2,763	7	11,87	0	0	7,33	11,24	4,69	0,23	
944	4417	-186,7108	9,584	122650,6	93503	S0	0	12,08	-18,99	3,6	1	832	16,35	-2,704	0,318	16,12	1,31	0	0	0	0	7,64	10,89	2,52	1	
966	4421	-186,7604	15,461	122702,5	152741	S0	1	12,45	-18,68	3,44	1,87	1517	16,8	-4,447	0,527	16,19	1,377	0	0	0	0	7,57	10,31	3,55	0,29	
1030	4435	-186,9187	13,079	122740,5	130444	S0	1	11,84	-19,29	2,92	2,48	775	16,8	-3,774	0,458	16,36	0,99	0	0	0	0	7,31	10,74	0,06	1	
1062	4442	-187,0163	9,804	122803,9	94813	S0	1	11,4	-19,52	5,05	1,67	517	15,3	-2,586	0,318	15,08	2,011	0	0	0	0	7,64	11,09	6,26	0,73	
1125	4459	-187,1804	11,755	122843,3	114518	S0	0	13,3	-17,83	2,92	0,57	152	16,8	-3,396	0,428	16,45	0,956	0	0	0	0	7,24	10,06	2,67	0,51	
1154	4459	-187,25	13,979	122900	135843	S0	0	11,37	-19,73	3,36	2,6	1210	16,6	-3,978	0,506	16,11	1,17	2	12,32	0	0	7,61	10,87	8,25	1	
1242	4474	-187,4729	14,069	122953,5	140407	S0	0	12,6	-18,38	2,48	1,16	1610	15,7	-3,784	0,496	15,23	1,7	0	0	0	0	7,57	10,2	6,01	0,15	
1250	4476	-187,4962	12,349	122959,1	122055	S0	0	12,91	-18,18	1,89	0,94	1955	16,5	-3,499	0,46	16,12	1,073	0	0	0	0	7,44	9,88	3,59	0,42	
1283	4479	-187,5767	13,578	123018,4	133440	S0	1	13,45	-17,65	2,27	2,27	876	16,6	-3,863	0,514	16,14	1,135	0	0	0	0	7,44	9,9	3,46	0,08	
1303	4483	-187,6692	9,016	123040,6	90056	S0	1	13,1	-17,97	1,96	0,75	875	16,35	-2,539	0,342	16,15	1,434	0	0	0	0	7,64	10,29	4,89	0,16	
1321	4489	-187,7125	16,759	123052,2	164532	S0	0	12,84	-17,98	1,84	1,6	960	14,56	-4,16	0,564	13,94	2,915	0	0	0	0	0	9,98	5,38	0,34	
1720	4578	-189,3771	9,555	123201,5	93218	S0	0	12,29	-18,93	3,77	2,6	2384	17,53	-2,87	0,424	17,28	1,394	0	0	0	0	7,24	10,26	8,39	-1	
1834	4600	-190,0958	3,118	124023	30748	S0	2	13,47	-13,86	1,65	0,77	787	7,35	-0,384	0,07	7,339	9,825	0	0	0	0	8,19	9,8	3,12	-1	
1883	4612	-190,3862	7,315	124132,7	71853	S0	1	12,57	-18,32	2,16	1,42	1875	15,1	-1,891	0,347	14,98	2,513	0	0	0	0	7,38	10,24	4,47	-1	
1938	4638	-190,6975	11,443	124247,4	112633	S0	0	12,11	-19,05	2,01	1,42	1147	17,1	-3,334	0,63	16,76	1,164	0	0	0	0	7,44	10,44	4,38	0,12	
1978	4649	-190,9715	11,553	124339,6	113309	S0	0	9,81	-21,79	5,1	5,1	1095	20,86	-4,102	0,791	20,44	4,071	1	12,56	0	0	7,92	11,39	4,96	0,67	
2092	4754	-193,0729	11,314	125217,5	111849	S0	1	11,51	-19,5	5,03	2,35	1377	15,93	-3,045	0,707	15,62	1,649	0	0	0	0	7,44	10,94	1,06	0	
2095	4762	-193,2333	11,231	125256	111351	S0	0	11,18	-19,95	8,7	1,95	985	16,8	-3,185	0,749	16,48	1,317	0	0	0	0	7,92	10,83	6,1	-1	
69058	4724	-182,0381	10,379	120809,15	102245	S0a - S0/Sa	0	12,7	-18,43	4,1	1,56	1652	16,8	-3,025	0,108	16,53	0,843	0	0	0	0	7,24	10,32	4,89	-1	
14034	4385	-186,4277	0,572	122542,64	3420,4	S0	0	13,4	-19,23	1,9	1,23	2145	33,5	-0,332	0,037	33,5	17,22	61	11,79	0	0	8,47	9,82	4,96	-1	
15008	4643	-190,834	1,978	124320,17	15841	S0	0	11,9	-20,15	3	2,38	1346	25,7	-0,871	0,167	25,68	9,509	0	12,3	0	0	8,06	10,65	4,89	-1	
43018	4665	-191,2755	3,057	124506,12	30326	S0	0	12,4	-18,86	4,5	3,83	785	17,9	-0,936	0,187	17,87	3,041	0	0	0	0	8,66	10,75	4,79	-1	
71094	4829	-195,0451	12,483	130010,82	122901	S0a - S0/Sa	0	13,3	-17,68	3,4	2,58	1450	15,7	-3,277	0,881	15,33	1,902	0	0	0	0	7,92	9,75	3,1	-1	
1003	4429	-186,8604	11,107	122726,5	110627	S0a - S0/Sa	3	11,15	-19,98	8,12	3,52	1130	16,8	-3,213	0,387	16,49	0,971	5	11,72	0	0	7,44	11	5,48	0,13	
1196	4468	-187,3788	14,049	122930,9	140257	S0a - S0/Sa	0	13,8	-17,19	1,76	1,06	878	15,8	-3,804	0,493	15,33	1,622	0	0	0	0	7,24	9,62	4,31	0,19	
1253	4477	-187,5092	13,636	123002,2	133811	S0a - S0/Sa	1	11,31	-19,82	3,6	3,6	1353	16,8	-3,927	0,518	16,33	1,09	0	0	0	0	7,31	10,88	8,73	1	
1869	4608	-190,3054	10,156	124113,3	100921	S0a - S0/Sa	1	12,05	-19,08	4,3	3,42	1864	16,8	-2,915	0,53	16,54	1,239	0	0	0	0	7,44	10,7	9,68	0,18	
1902	4620	-190,4971	12,943	124159,3	125634	S0a - S0/Sa	0	13,35	-18,29	2,16	1,87	1066	21,3	-4,691	0,869	20,76	4,502	0	0	0	0	7,21	9,65	2,86	-1	
2087	4733	-192,7783	10,912	125106,8	105443	S0a - S0/Sa	1	12,63	-18,24	1,96	1,96	908	14,9	-2,751	0,624	14,63	2,425	0	0	0	0	7,38	10,1	2,73	-1	
100011	4710	-192,412	15,165	124938,89	150955	S0a - S0/Sa	0	11,6	-19,53	4,3	1,16	1129	16,8	-4,292	0,945	16,21	1,633	19	11,39	0	0	7,92	10,73	4,79	0,13	

M87 16,29 -3,615 -0,489 16,604 0,000

5 Schlußbetrachtung

5.2.5 Auswahlkandidaten aus LV2 mit 68 Kandidaten

VCC	NGC	ALFAPG	DELTA	ALFA	DELTA	TYPE	TYPEC	MAG	AMAG	A	B	VEL	DIST	X1	V1	Z1	DM87	HALFA	FLUXHA	SGNHII	WHI	HULIM	HC31	HBT	
100	0	-185.4117	15.745	122138.6	154443	450	2	14.05	-17.26	1.34	0.95	293	15.23	-4.938	0.668	17.59	1.91	0	0	0	0	6.64	9.38	2.55	0.4
1010	4431	-186.8638	12.29	122727.2	121735	450	2	13.68	-17.32	1.58	0.79	913	18.83	-3.343	0.403	15.46	1.478	0	0	0	0	7.6	9.57	2.86	0.12
1036	4436	-186.9917	12.316	122741.2	121857	450	2	13.68	-17.43	1.76	0.73	163	16.83	-3.564	0.433	16.44	0.937	-1	0	0	0	7.72	9.56	4.41	0.36
343	0	-185.5813	14.761	122219.5	144538	450	2	14.39	-16.04	1.45	0.67	861	17.2	-3.094	0.302	11.8	4.899	0	0	0	0	7.37	9.22	2.97	-1
437	0	-185.2033	17.487	122048.8	172913	450	2	14.54	-15.39	1.2	0.5	1474	9.7	-2.552	0.264	9.52	7.425	0	0	0	0	6.86	9.33	4.38	0.21
856	0	-186.4913	10.054	122557.9	100314	450	2	14.25	-16.59	1.53	1.36	972	14.72	-2.552	0.29	14.49	2.492	0	0	0	0	7.12	9.58	2.86	0
929	4415	-186.6687	8.436	122640.5	82608	450	2	13.82	-17.04	1.41	1.12	910	14.86	-2.251	0.253	14.7	2.506	0	0	0	0	7.12	9.58	2.86	0
1087	0	-187.0621	11.779	122814.9	114723	450	2	14.31	-16.77	1.56	0.94	645	16.47	-3.34	0.414	16.13	1.058	0	0	0	0	0	9.38	4.48	-1
1316	4482	-187.5429	10.779	123010.3	104646	450	2	13.56	-17.8	1.87	1	1850	18.74	-3.474	0.46	18.41	2.045	0	0	0	0	7.37	9.53	3.34	0.06
1431	0	-188.0975	11.263	123223.4	111546	450	2	14.51	-16.31	0.82	0.205	245	14.6	-2.823	0.402	14.32	2.577	0	0	0	0	7.37	9.37	3.13	0
1528	0	-188.465	13.322	123351.6	131921	450	2	14.51	-16.13	1.03	0.91	1608	13.4	-3.054	0.455	13.04	3.73	0	0	0	0	7.37	9.24	3.56	-1
1861	0	-190.2437	11.184	124058.5	111104	450	2	14.37	-15.95	1.26	1.26	683	11.6	-2.214	0.4	11.38	3.22	-1	0	0	0	7.37	9.33	3.22	-1
2019	0	-191.335	13.693	124520.4	134133	450	2	14.55	-15.0	1.41	0.8	1895	11.1	-2.576	0.516	10.78	5.996	0	0	0	0	6.94	9.1	2.69	-1
49	4168	-183.0721	13.205	121217.3	131219	E-E/50	0	12.21	-20.02	1.76	1.4	2307	27.97	-6.38	0.342	27.23	11.01	5	12.84	0	0	8.47	10.89	3.71	0.25
575	4318	-185.6804	8.198	122243.3	81154	E-E/50	0	14.41	-16.99	1.03	0.55	337	16.8	-2.384	0.237	16.63	1.43	0	0	0	0	8.35	9.82	3.61	0
763	4374	-186.2654	12.887	122503.7	125313	E-E/50	0	10.26	-20.95	0.07	0.07	910	17.46	-3.871	0.425	17.02	1.037	1	12.42	0	0	8.96	11.16	4.7	0.26
828	4387	-186.4238	12.811	122541.7	124838	E-E/50	0	12.84	-18.48	1.84	0.83	583	18.4	-4.054	0.456	17.94	1.696	0	0	0	0	7.92	10.08	4.25	0.21
1279	4478	-187.5725	12.329	123017.4	121943	E-E/50	0	12.15	-18.92	1.89	1.43	1370	16.37	-3.466	0.461	16	1.138	0	0	0	0	10.35	3.37	0.13	
1297	0	-187.6325	12.491	123031.8	122926	E-E/50	0	14.33	-16.76	0.51	0.45	1486	16.55	-3.548	0.475	16.16	1.065	-1	0	0	0	9.72	3.52	0.58	
1316	4486	-187.7058	12.391	123049.4	122328	E-E/50	0	9.58	-21.48	1.05	1	1292	16.29	-3.465	0.469	15.91	1.491	2	12.05	0	0	11.34	4.2	0.25	
1422	0	-188.0592	10.251	123214.2	101505	E-E/50	2	13.64	-17.46	1.65	1.28	1372	16.59	-2.923	0.414	16.33	1.171	0	0	0	0	7.92	9.52	3.46	-1
1475	4515	-188.2704	16.266	123304.9	161556	E-E/50	0	13.36	-17.34	1.41	1	940	13.8	-3.825	0.556	13.25	3.522	0	0	0	0	7.31	9.8	4.29	-1
1499	0	-188.3325	12.854	123319.8	125113	E-E/50	3	14.94	-16.19	0.64	0.46	-575	16.8	-3.698	0.542	16.38	1.059	0	0	0	0	8.79	2.74	-1	
1545	0	-188.5479	12.049	123411.5	120256	E-E/50	0	14.96	-15.47	1	0.64	2050	12.2	-2.518	0.379	11.93	4.878	0	0	0	0	8.79	2.74	-1	
1619	4550	-188.8775	12.221	123530.6	121315	E-E/50	0	12.51	-18.63	3.95	0.87	381	16.83	-3.519	0.55	16.44	1.056	0	0	0	0	8.79	2.74	-1	
1630	4553	-188.9083	12.264	123538	121550	E-E/50	0	12.91	-18.29	2.01	1.6	420	17.23	-3.645	0.571	16.97	1.123	0	0	0	0	7.01	10.12	4.06	0
1913	4623	-190.5446	7.672	124210.7	74037	E-E/50	0	13.22	-17.59	2.16	0.5	1892	14.51	-1.904	0.354	14.37	2.937	0	0	0	0	7.66	9.94	4.34	-1
1939	4636	-190.7079	2.688	124249.3	24116	E-E/50	0	10.46	-20.54	9.63	8.79	1094	16.01	-0.738	0.14	16	3.007	0	0	0	0	7.92	10.44	6.09	-1
2000	4660	-191.1333	11.191	124432	111126	E-E/50	0	11.94	-18.94	1.89	1.24	1115	14.99	-2.854	0.562	14.7	2.303	0	0	0	0	9.86	4.65	-1	
14083	4581	-189.5217	1.477	123805.22	12839	E-E/50	0	13.4	-19.17	1.9	1.1	1818	32.61	-0.829	0.139	32.6	16.25	0	0	0	0	7.92	9.42	3.12	0.23
140	0	-183.8021	14.433	121512.5	142558	50	0	14.3	-16.4	1.41	0.8	1072	13.8	-3.432	0.228	13.36	3.323	0	0	0	0	8.16	10.79	6.72	0.12
166	4215	-183.9771	6.401	121554.5	62404	50	0	13.12	-19.61	2.16	0.57	2073	35.1	-3.904	0.271	34.88	35.1	0	0	0	0	7.8	10.84	0.66	0.28
220	4233	-184.2821	7.624	121707.7	73728	50	3	12.97	-19.72	2.72	0.85	2274	34.5	-4.564	0.342	34.2	1.764	0	0	0	0	8.66	10.66	3.86	-1
375	4270	-184.9558	5.463	121949.4	52748	50	0	13.11	-19.62	2.16	1	2377	35.1	-3.329	0.289	34.94	18.36	-2	0	0	0	8.47	11.09	5.13	-1
408	4281	-185.0896	5.386	122021.5	52311	50	0	12.27	-20.1	3.36	1.16	2711	29.75	-2.781	0.248	29.62	13.06	4	12.41	0	0	7.84	10.59	4.84	-1
648	4339	-185.8954	6.082	122334.9	60454	50	0	12.32	-19.04	2.31	2.01	1298	18.7	-1.971	0.204	18.59	2.673	0	0	0	0	7.84	10.59	4.84	-1
654	4340	-185.8971	16.722	122335.3	164320	50	1	12.03	-19.1	3.6	1.87	930	16.8	-4.808	0.497	16.09	1.631	0	0	0	0	7.31	10.47	5.31	0.21
685	4350	-185.9908	16.693	122357.8	164136	50	0	11.99	-19.14	3.2	1.16	1241	16.8	-4.799	0.504	16.09	1.628	0	0	0	0	7.38	10.61	6.93	0.13
657	4342	-185.9125	7.054	122339	70314	50	0	13.54	-17.59	1.55	0.47	174	16.8	-2.052	0.213	16.67	1.715	-1	0	0	0	7.87	10.42	6.43	0.21
698	4352	-186.0208	11.218	122405	111305	50	0	13.6	-17.04	2.48	1.16	2106	13.4	-2.592	0.273	13.14	3.688	0	0	0	0	7.44	9.9	5.67	0.16
759	4371	-186.2308	11.704	122455.4	114215	50	1	11.8	-19.18	5.1	2.48	943	15.7	-3.166	0.346	15.37	1.553	0	0	0	0	7.38	10.62	3.93	0.33
784	4379	-186.3112	15.607	122514.7	153627	50	0	12.67	-18.3	2.16	1.6	1069	15.63	-4.18	0.462	15.05	1.905	0	0	0	0	7.49	10.18	4.6	0.37
798	4382	-186.35	18.191	122524	181128	50	3	10.09	-20.79	5.86	3.36	760	15	-4.654	0.518	14.25	2.763	7	11.87	0	0	7.33	11.24	4.69	0.23
944	4417	-186.7108	9.584	122650.6	93503	50	0	12.08	-18.99	3.6	1	832	16.35	-2.704	0.318	16.12	1.31	0	0	0	0	7.64	10.89	2.52	1
966	4421	-186.7604	15.461	122702.5	152741	50	1	12.45	-18.68	3.44	1.87	1517	16.8	-4.447	0.527	16.19	1.377	0	0	0	0	7.57	10.31	3.55	0.29
1030	4435	-186.9187	13.079	122740.5	130444	50	1	11.84	-19.29	2.92	2.48	775	16.8	-3.774	0.458	16.36	0.99	0	0	0	0	7.31	10.74	0.06	1
1125	4452	-187.1804	11.755	122843.3	114518	50	0	13.3	-17.83	2.92	0.57	152	16.8	-3.396	0.428	16.45	0.956	0	0	0	0	7.24	10.06	2.67	0.51
1242	4474	-187.4729	14.069	122953.5	140407	50	0	12.6	-18.38	2.48	1.16	1610	15.7	-3.78	0.496	15.73	1.7	0	0	0	0	7.57	10.2	6.01	0.15
1250	4476	-187.4962	12.349	122959.1	122055	50	0	12.91	-18.18	1.89	0.94	955	16.5	-3.499	0.46	16.12	1.073	0	0	0	0	7.44	9.88	3.59	0.42
1283	4479	-187.5767	13.578	123018.4	132405	50	1	13.45	-17.65	2.27	2.27	876	16.6	-3.863	0.514	16.14	1.135	0	0	0	0	7.44	9.88	3.59	0.42
1303	4483	-187.6692	9.016	123040.6	90036	50	1	13.1	-17.97	1.96	0.75	875	16.33	-2.539	0.342	16.15	1.434	0	0	0	0	7.64	10.29	4.89	0.16
1321	4489	-187.7175	16.759	123052.2	164532	50	0	12.																	

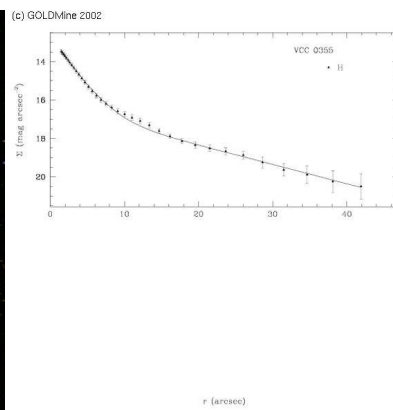
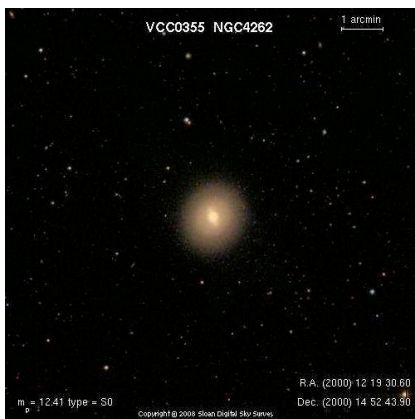
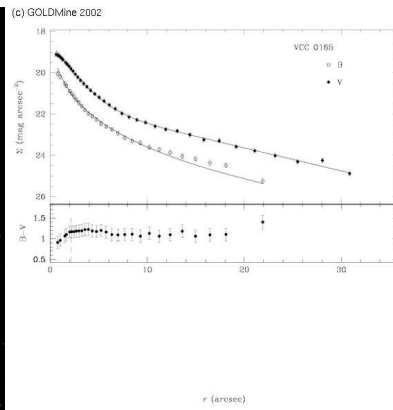
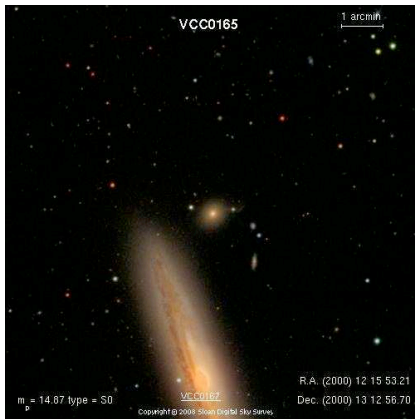
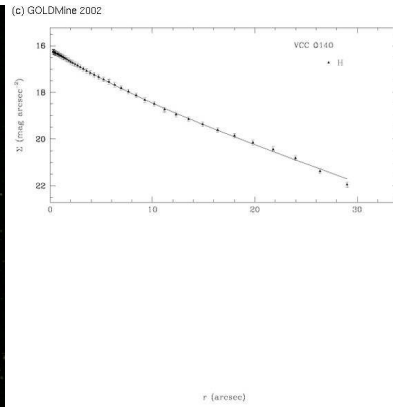
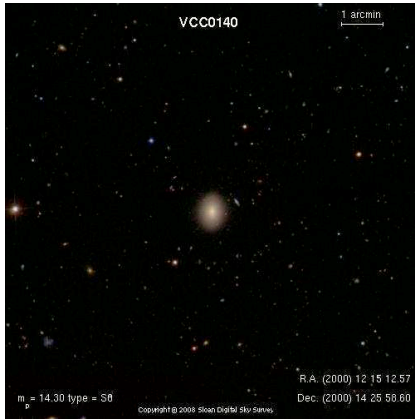
5.2 Beobachtungsdaten

1834	4600	-190,0958	3,118	124023	30704	S0		2	13,47	-15,86	1,65	0,77	787	7,35	-0,394	0,07	7,339	9,825	0	0	<	8,19	9,8	3,12	-1
1883	4612	-190,3862	7,315	124132,7	71853	S0		1	12,57	-18,32	2,16	1,42	1875	15,1	-1,891	0,347	14,98	2,513	0	0	<	7,38	10,24	4,47	-1
1938	4638	-190,6975	11,443	124247,4	112633	S0		0	12,11	-19,05	2,01	1,42	1147	17,1	-3,334	0,63	16,76	1,164	0	0	<	7,44	10,44	4,38	0,12
2092	4754	-193,0729	11,314	125217,5	111849	S0		1	11,51	-19,5	5,03	2,35	1377	15,93	-3,045	0,707	15,62	1,649	0	0	<	7,44	10,94	1,06	0
2095	4762	-193,2333	11,231	125256	111351	S0		0	11,18	-19,95	8,7	1,95	985	16,8	-3,185	0,749	16,48	1,317	0	0	<	7,92	10,83	6,1	-1
69058	4124	-182,0381	10,379	120809,15	102245	S0		0	12,7	-18,43	4,1	1,56	1652	16,8	-3,025	0,108	16,53	0,843	0	0	<	7,24	10,32	4,89	-1
14034	4385	-186,4277	0,572	122542,64	3420,4	S0		0	13,4	-19,23	1,9	1,23	2145	33,5	-0,332	0,037	33,5	1,722	61	11,79	<	8,47	9,82	4,96	-1
15008	4643	-190,834	1,978	124320,17	15641	S0		0	11,9	-20,15	3	2,38	1346	25,7	-0,871	0,167	25,68	9,509	0	12,3	<	8,06	10,65	4,89	-1
43018	4665	-191,2755	3,057	124506,12	30326	S0		0	12,4	-18,86	4,5	3,83	785	17,9	-0,936	0,187	17,87	3,041	0	0	<	8,66	10,75	4,79	-1
71094	4880	-195,0451	12,483	130010,82	122901	S0		0	13,3	-17,68	3,4	2,58	1450	15,7	-3,277	0,881	15,33	1,902	0	0	<	7,92	9,75	3,1	-1
1003	4439	-186,8604	11,107	122726,5	110627	S0a - S0/Sa		3	11,15	-19,98	8,12	3,52	1130	16,8	-3,213	0,387	16,49	0,971	5	11,72	<	7,44	11	5,48	0,13
1196	4468	-187,3788	14,049	122830,9	140257	S0a - S0/Sa		0	13,8	-17,19	1,76	1,06	878	15,8	-3,804	0,493	15,33	1,622	0	0	<	7,24	9,62	4,31	0,19
1902	4590	-190,4971	12,943	124159,2	125624	S0a - S0/Sa		0	13,25	-18,29	2,16	1,82	1066	21,3	-4,691	0,869	20,26	4,503	0	0	<	7,21	9,65	2,65	-1
2087	4753	-192,7783	10,912	125106,8	105443	S0a - S0/Sa		1	12,63	-18,24	1,96	1,96	908	14,3	-2,751	0,824	14,63	2,425	0	0	<	7,58	10,1	2,73	-1
100011	4710	-192,412	15,165	124936,89	150555	S0a - S0/Sa		0	11,6	-19,53	4,3	1,16	1129	16,8	-4,292	0,945	16,21	1,633	19	11,39	<	7,92	10,73	4,79	0,13

5 Schlußbetrachtung

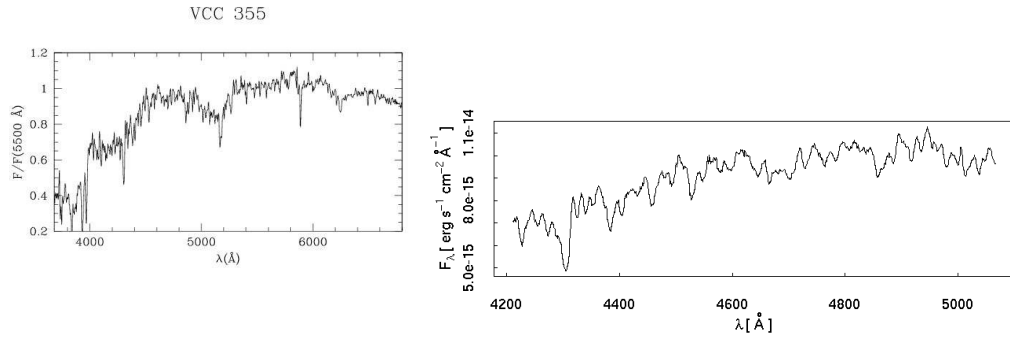
5.2.6 Bilder und Spektren der Auswahlkandidaten für LV1 und LV2⁴

Hier werden nun alle vorhandenen Bilder und Spektren der Auswahlkandidaten angegeben:

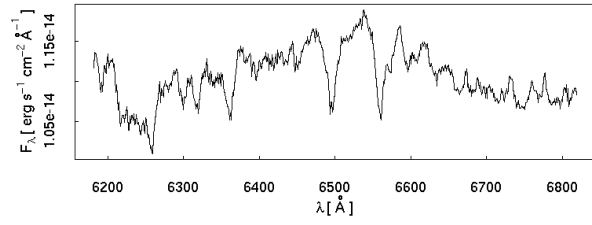


⁴opt. Bilder aus Sloan Digital Sky Survey, H α Bilder, Lichtprofile und Spektren aus der GOLDMine Datenbank

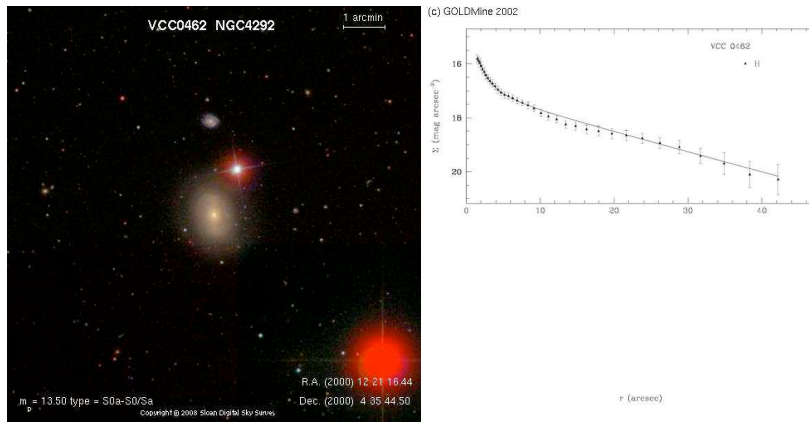
5.2 Beobachtungsdaten



5



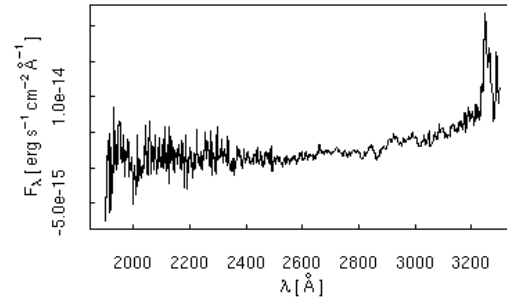
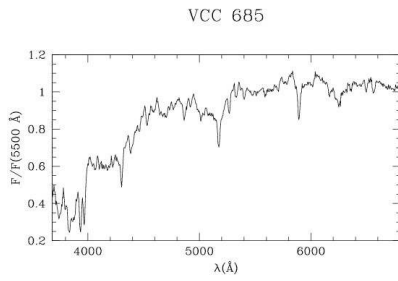
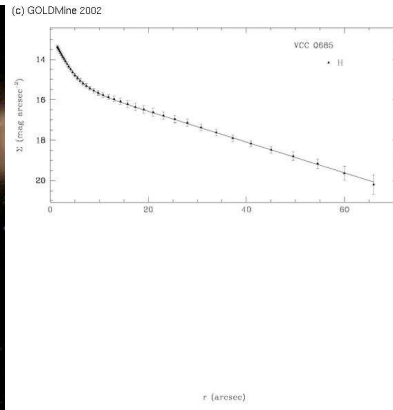
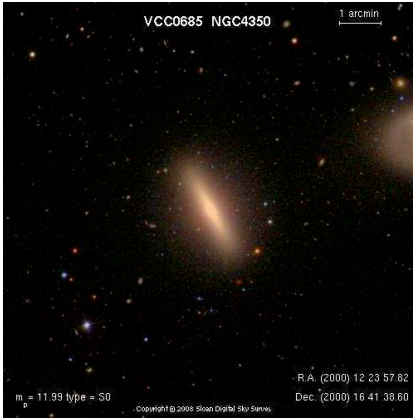
6



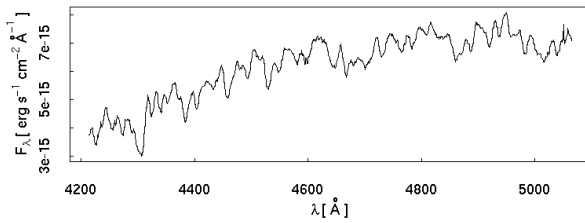
⁵Aus Ho et al. 1995

⁶Aus Ho et al. 1995

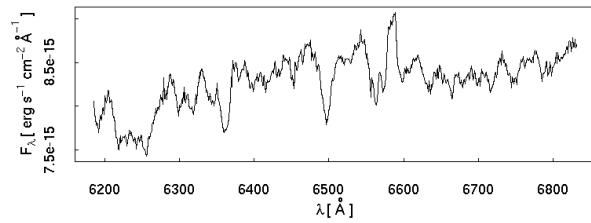
5 Schlußbetrachtung



7



8



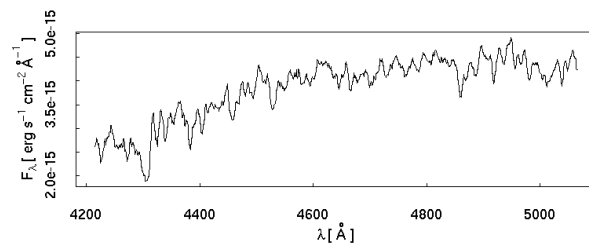
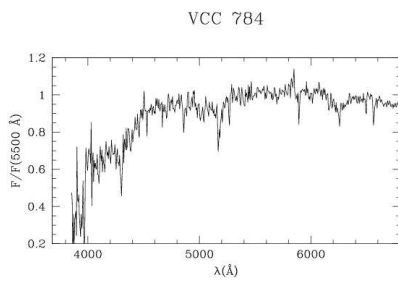
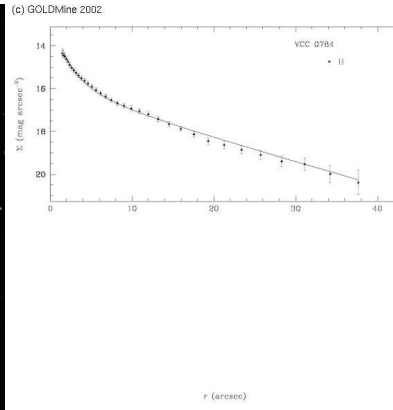
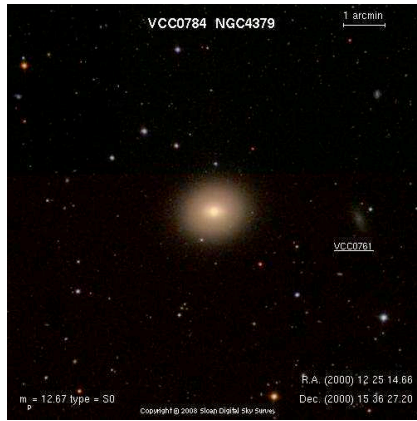
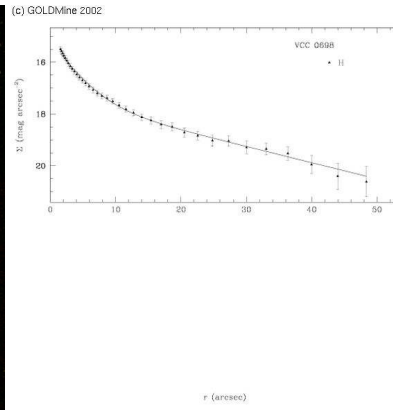
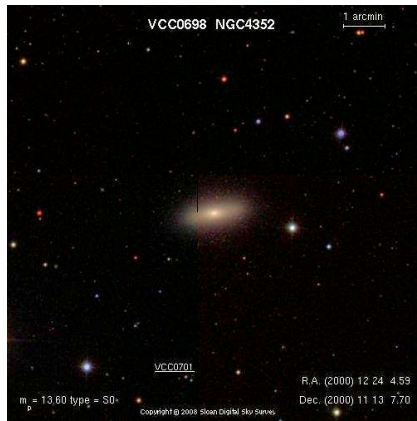
9

⁷Aus Kinney et al. 1993

⁸Aus Ho et al. 1995

⁹Aus Ho et al. 1995

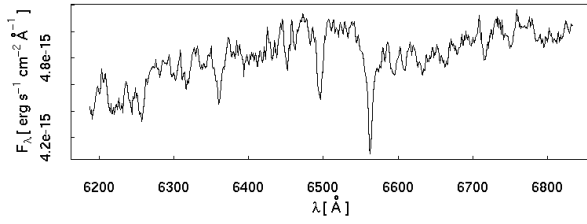
5.2 Beobachtungsdaten



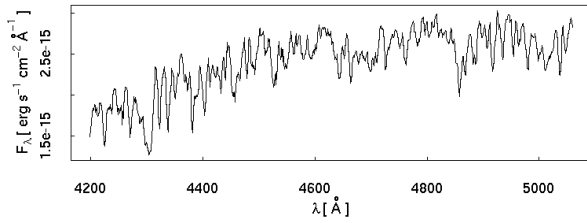
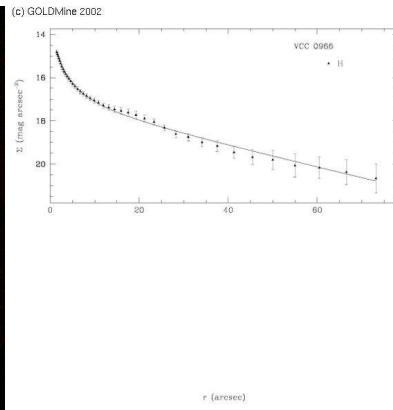
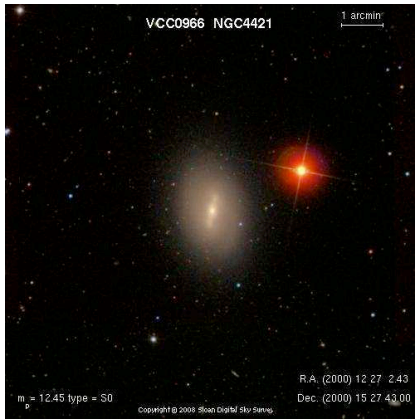
10

¹⁰Aus Ho et al. 1995

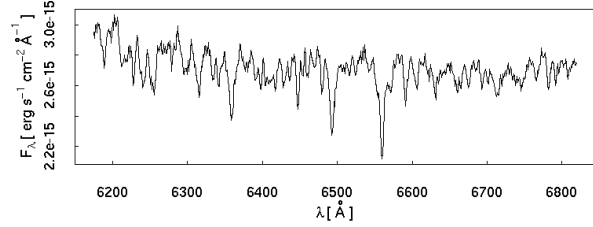
5 Schlußbetrachtung



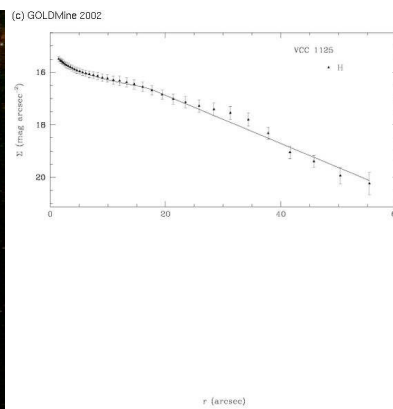
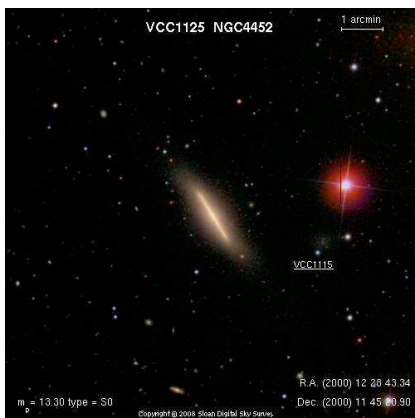
11



12



13

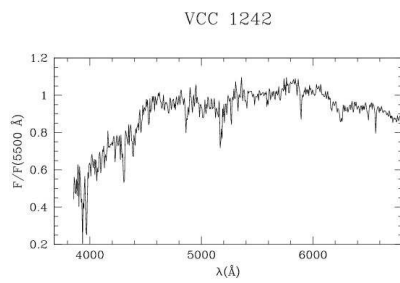
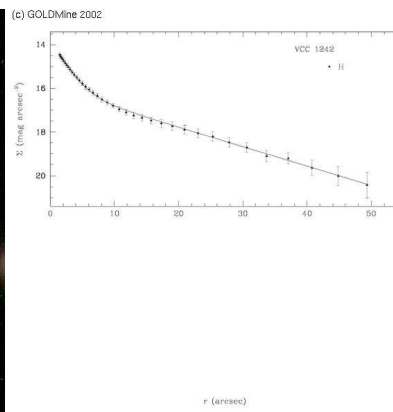
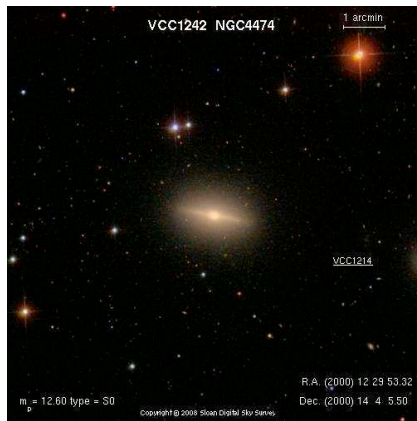
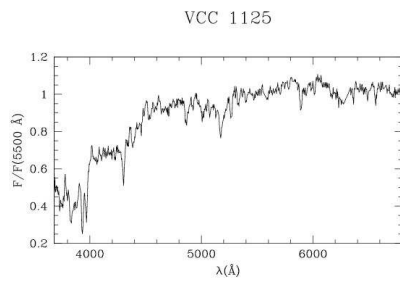


¹¹Aus Ho et al. 1995

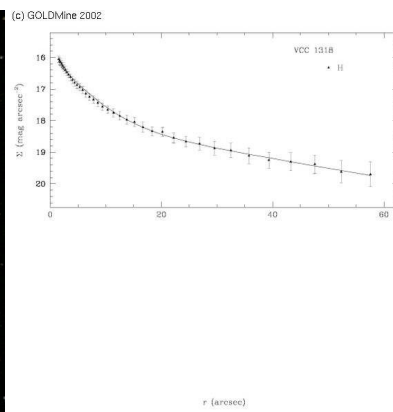
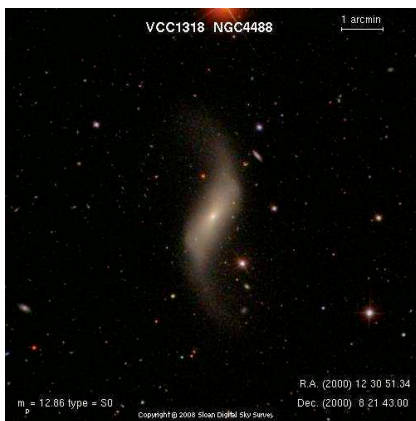
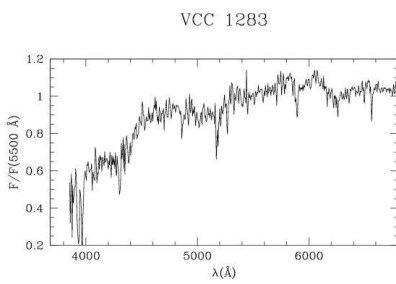
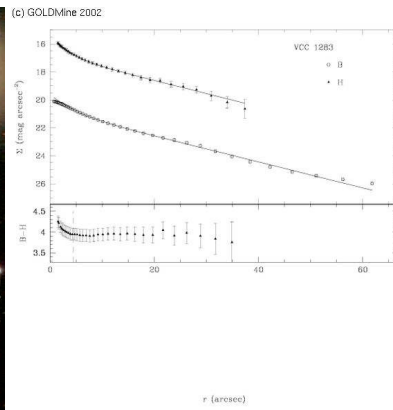
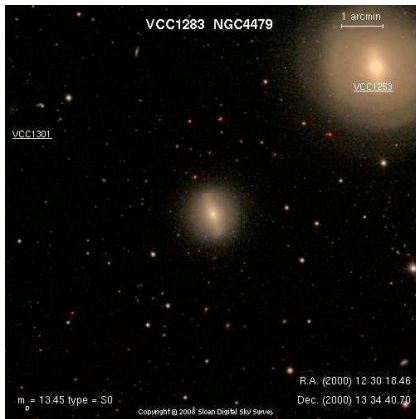
¹²Aus Ho et al. 1995

¹³Aus Ho et al. 1995

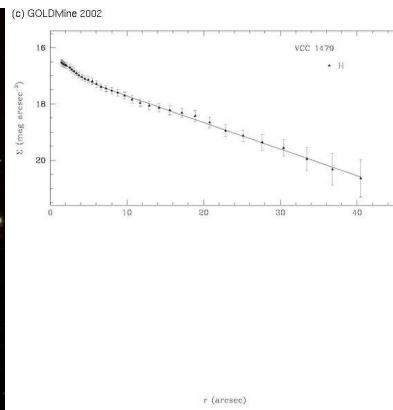
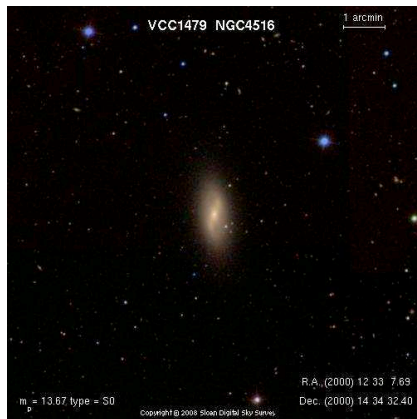
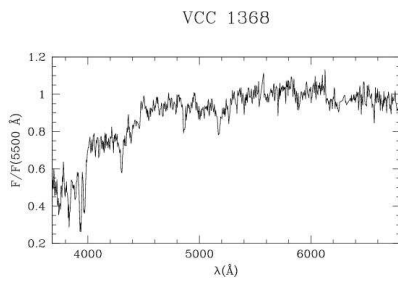
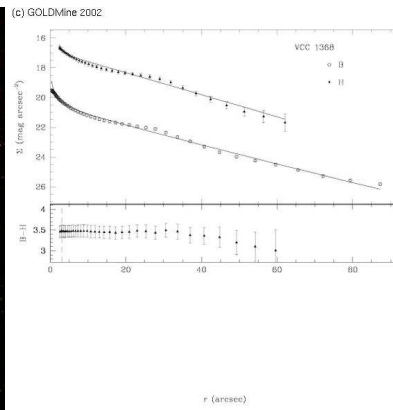
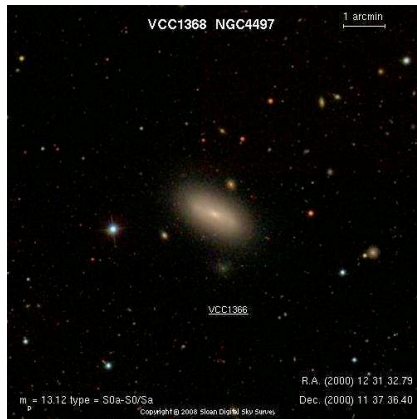
5.2 Beobachtungsdaten



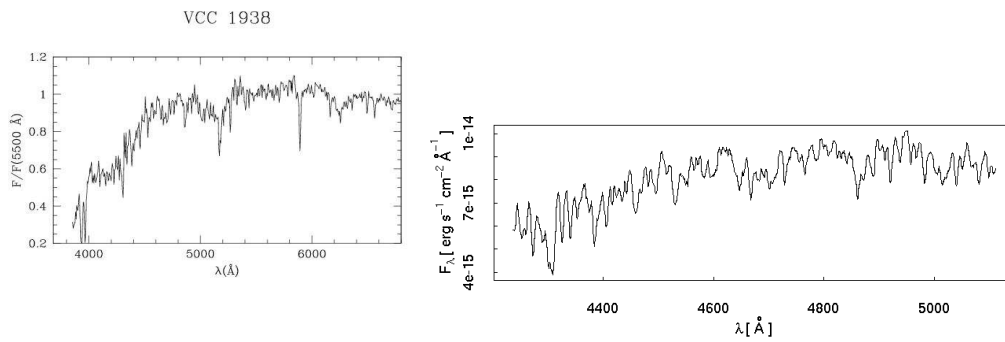
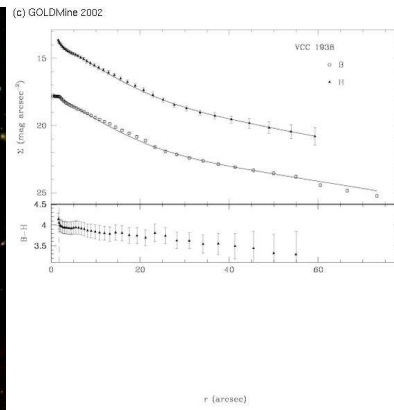
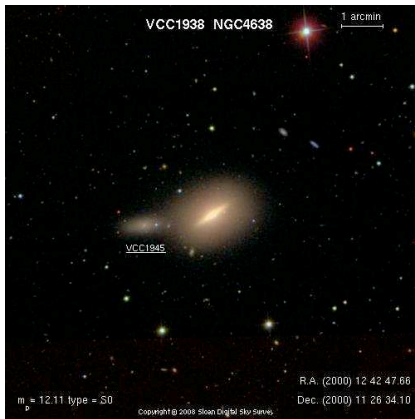
5 Schlußbetrachtung



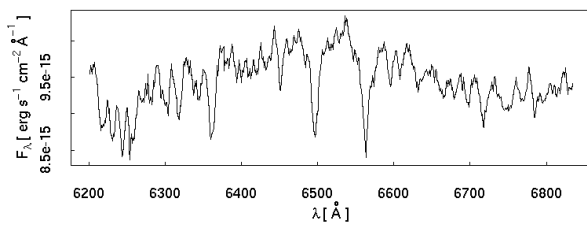
5.2 Beobachtungsdaten



5 Schlußbetrachtung



14

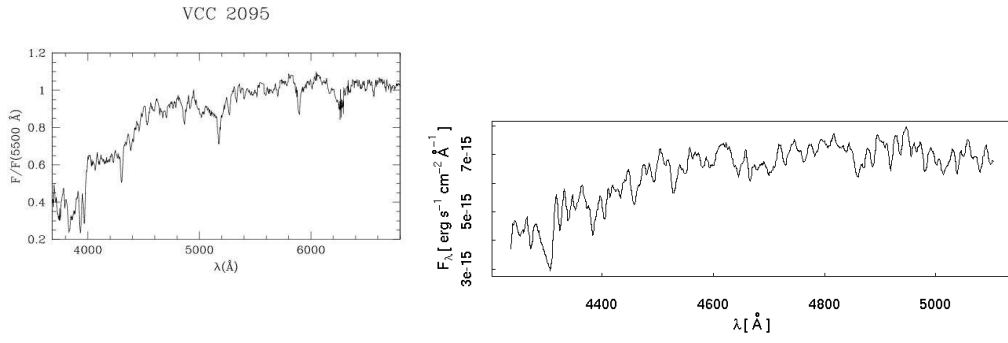
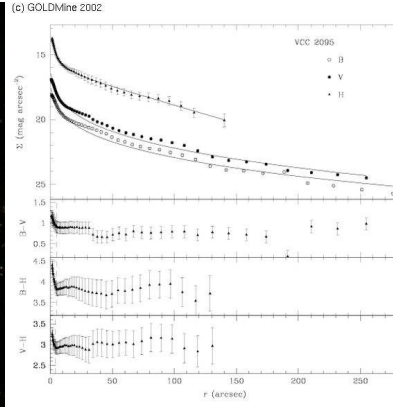
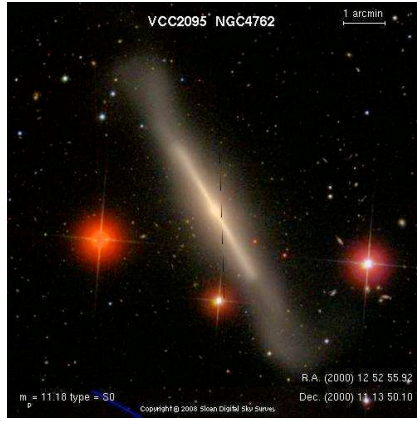


15

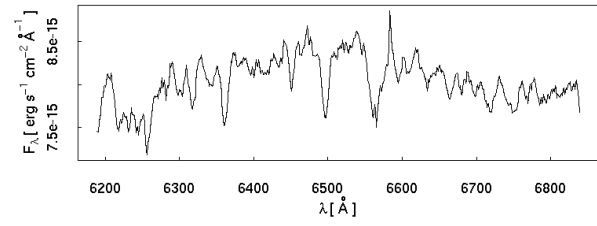
¹⁴Aus Ho et al. 1995

¹⁵Aus Ho et al. 1995

5.2 Beobachtungsdaten



16

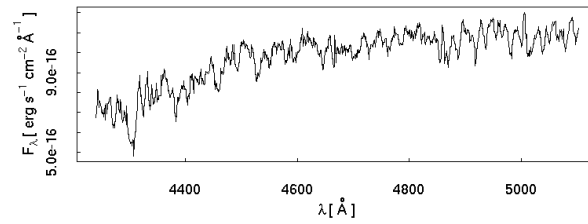
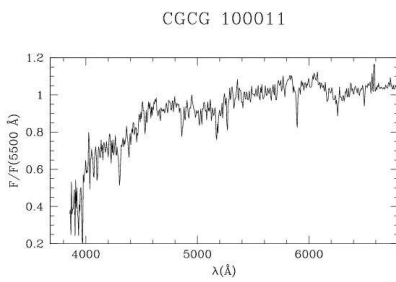
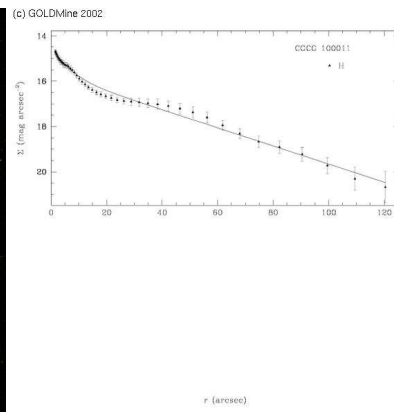
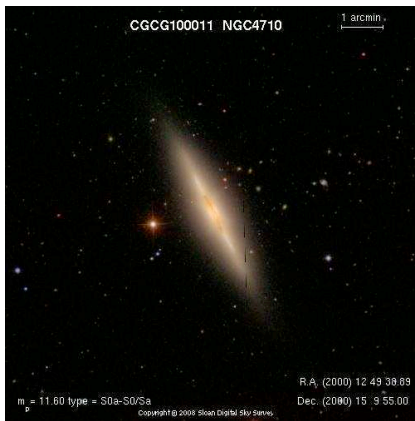
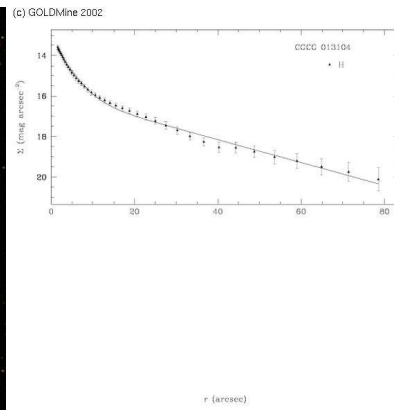
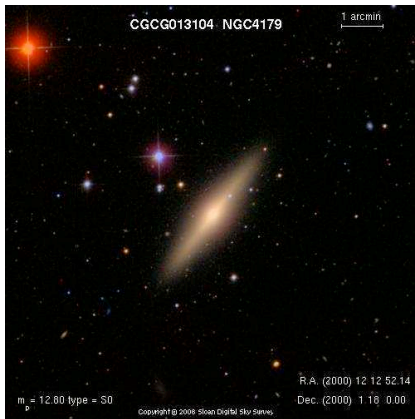


17

¹⁶Aus Ho et al. 1995

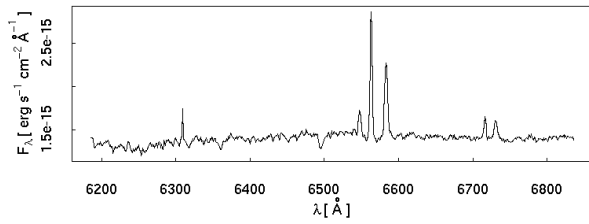
¹⁷Aus Ho et al. 1995

5 Schlußbetrachtung



18

¹⁸Aus Ho et al. 1995



19

5.2.7 Listen Virgo Anämische Galaxien

Hier werden alle 436 anämischen Galaxien der Liste präsentiert. Die einzelnen Spalten sind wie folgt, von links nach rechts definiert:

VCC Name der Galaxie

NGC Name der Galaxie

CGCG Name der Galaxie

ALFAG Rektazension [h]

DELTA Deklination [°]

ALFA Rektazension [h, m, s]

DELTA Deklination [°, ′, ″]

TYPE 3= Sa, 4= Sab, 5= Sb, 6= Sbc, 7= Sc(dSc), 8= Scd, 9= Sd, 10= Sdm-Sd/Sm, 11= Sm, 12= Im(Im/S), 13= Pec, 14= S/BCD (dS/BCD dS0/BCD Sd/BCD), 15= Sm/BCD, 16= Im/BCD, 17= BCD, 18= S(dS), 19= dIm/dE, 20=?

TYPEC²⁰ Besonderheiten: 1 = mit Balken, 2 = aktiver Kern, 3 = pekuliar, 4 = amorph, 5 = in Wechselwirkung mit anderen Galaxien

MAG Scheinbare Helligkeit [mag]

AMAG Absolute Helligkeit [mag]

A opt. Durchmesser [″]

B opt. Durchmesser [″]

VEL Geschwindigkeit [km/s]

DIST Abstand [Mpc]

x1,y1,z1 Kartesische Koordinaten aus der Kugeltransformation

DM87 Abstand zwischen M87 und den einzelnen Galaxien [Mpc]

HALFA Indikator für H α Beobachtung

¹⁹Aus Ho et al. 1995

5 Schlußbetrachtung

> 0 = Halpha gefunden

< 0 = nach Halpha beobachtet aber nichts gefunden

0 = nicht Halpha beobachtet

FLUXHA $[\log \text{Fluss } [\frac{erg}{cm^2s}] \text{ der H}\alpha\text{-linie,}]$ ²¹

SGNHI Signal

$<$ = upperlimit

$.$ = HI detektiert

MHI $\log$ HI Masse in Sonnenmassen

$$MHI = 2,36 \cdot 10^5 \cdot \text{Dist}^2 \cdot SHI$$

[Dist = Entfernung in Mpc

SHI = Fluß in der HI-linie in $\frac{mJykm}{s}$]

DEFHI Gasunterhäufigkeitsgrad (logarithmische Differenz von der Gesamt HI Masse und der Gesamt HI Masse einer Feldgalaxie mit ähnlichen morphologischem Typ und Lineargröße, Haynes und Giovanelli 1986)

$$HI_{Def} = \langle \log M_H(T, D_1) \rangle - \log M_H(obs)$$

HLUM Leuchtkraft von HI [in Sonnenleuchtkräften]

HC31 Concentration index

Das Verhältnis der Radien, die 75% und 25% des Gesamtlichts beinhalten²²

1 = exponentiell

10 = elliptisch

HBT Verhältnis des Bulges und Gesamtlichts z.b. $0,09 = 9\%$ des Lichts kommt vom Bulge, -1 = kein Lichtprofil vorhanden

²¹Gavazzi et al. 1991, Gavazzi et al. 1998 u.a, siehe <http://goldmine.mib.infn.it/>

²²Gavazzi et al. 2000

5.2 Beobachtungsdaten

NAME	NGC	ALFAG	DELTA _{AG}	ALFA	DELTA	TYPE	MAG	AMAG	A	B	VEL	DIST	K1	V1	Z1	DM87	AGG	HALFA	ELUKHA	REFHA	SGNH1	MHI	REFHI	DEEHI	HUM	HCG1	HBT
25	4152	-182,6562	16,033	121037.5	160199	7	12,46	-20,133	2,54	1,71	2169	34,5	-9,5184	0,4416	33,158	17,6	33	58	11,7	33	9,73	168	-0,18	10,39	3,29	0	
58	0	-183,1346	12,124	121232.3	120726	5	13,17	-19,423	2,54	1,75	2209	16,8	-3,5232	0,1959	16,625	0,711	33	15	12,51	25	9,48	204	0,04	10,17	2,79	0,03	
66	4178	-183,1933	10,866	121246.4	105157	7	11,89	-20,517	3,55	1,87	374	9,9	-3,8656	0,192	16,625	2,136	33	11,72	20	9,57	204	0,07	10,22	3,24	0,08		
71	4182	-183,1933	13,418	121348.3	134182	5	13,41	-19,423	2,54	1,75	2209	16,8	-3,5232	0,1959	16,625	0,711	33	15	12,51	25	9,48	204	0,04	10,17	2,79	0,03	
92	4192	-183,4512	14,49	121348.3	144401	5	10,92	-20,487	9,76	2,6	-139	7,9	-4,8905	0,2774	17,1	1,437	30,3	9	11,53	15	9,63	204	0,27	11,02	5,04	0,02	
97	4193	-183,4733	13,132	121353.6	131022	7	13,2	-19,393	9,96	0,97	2470	33,6	-7,6397	0,4637	32,701	16,62	33	14	12,33	25	9,24	204	0,11	10,53	2,83	0,12	
115	0	-183,6537	12,812	121436.9	124843	7	14,76	-17,833	1,71	0,56	621	16,8	-3,7179	0,2374	16,382	0,767	33	24	13,34	39	9,14	204	0,11	0	0	-1	
149	4206	-183,82	13,024	121451.6	130126	7	12,77	-19,637	5,1	0,85	704	20,1	-4,5194	0,3018	19,582	3,211	30,3	28	12,07	43	9,18	204	0,22	9,98	3,73	0,03	
157	4212	-183,9138	13,901	121539.3	135405	7	11,5	-20,907	3,6	2,01	88	16,8	-4,0267	0,2755	16,308	0,918	30,3	30	11,7	1	8,91	204	0,43	10,48	2,54	0,05	
162	0	-183,9425	10,699	121546.2	104157	9	14,41	-17,997	2,92	0,5	1978	16,8	-3,1115	0,2144	16,508	0,871	30,3	30	12,88	27	9,01	204	0,31	9,23	2,44	0	
167	4216	-183,9767	13,149	121554.4	130858	5	10,97	-21,437	9,12	2,16	139	18,6	-4,2203	0,2934	18,109	1,802	30,3	3	11,52	30	9,25	204	0,62	11,14	9,54	0,16	
170	4220	-184,0054	12,755	121559.4	127059	7	12,75	-18,976	2,92	0,5	1978	16,8	-3,1115	0,2144	16,508	0,871	30,3	30	11,7	1	8,91	204	0,43	10,48	2,54	0,05	
221	4234	-184,4819	3,683	121709.1	34059	7	13,43	-19,066	4,76	1,56	2031	35,1	-2,7075	0,158	32,832	16,34	32	5	12,97	26	8,81	59	0,46	9,98	2,6	0,27	
222	4235	-184,4912	7,192	121709.9	71130	3	12,62	-19,906	4,33	0,21	2321	35,1	-4,382	0,3288	34,834	18,25	32	2	12,25	30	8,32	183	1,83	10,88	6,32	0,05	
226	4237	-184,2975	15,324	121711.4	151936	7	12,53	-19,877	0,31	1,16	865	16,8	-4,4274	0,3327	16,203	1,224	30,3	3	12,27	41	8,32	204	0,57	10,26	2,77	0	
307	4254	-184,7067	14,416	121849.6	142459	7	10,43	-21,977	6,15	5,6	2404	16,8	-4,1684	0,3432	16,271	1,054	30,3	32	10,96	20	9,65	204	0,09	10,94	3,64	0,24	
318	0	-184,7621	8,856	121902.9	85122	8	14,01	-18,516	1,71	1	2468	16,8	-2,6775	0,2147	16,6	1,254	32	51	12,51	25	9,37	204	0,03	9,18	2,93	0	
341	4260	-184,8425	6,099	121922.2	60555	3	12,7	-19,693	3,52	1,75	1935	36,4	-3,8576	0,2455	36,194	1,961	30,1	2	12,86	30	7,63	183	1,74	10,6	4,43	0,24	
382	4273	-184,9833	5,343	121956	52036	7	12,37	-20,156	4,01	1,29	2379	35,5	-3,2885	0,2867	35,296	19,71	32	45	11,53	44	9,54	204	-0,17	10,65	3,56	0,25	
465	4294	-185,3245	15,933	122117.8	18538	7	11,2	-19,187	3,95	2,52	1,92	16,8	-3,5322	0,3716	16,42	1,884	30	18	12,45	41	8,52	204	0,65	9,44	2,95	0,05	
483	4298	-185,3867	14,606	122132.8	143622	7	12,08	-20,306	3,6	2,01	1136	16,8	-4,2178	0,3927	16,257	1,127	30	31	11,61	24	8,94	53	0,39	10,42	3,01	0,03	
491	4299	-185,4204	11,503	122140.9	113012	8	12,86	-19,547	1,96	1,96	232	16,8	-3,3533	0,3165	16,483	0,865	30,3	74	11,72	7	9,04	204	-0,01	9,42	2,73	0	
497	4302	-185,4271	14,598	122142.5	143552	7	12,55	-19,836	6,74	1,6	1150	32,9	-8,2548	0,7842	31,838	15,98	30	15	11,86	24	9,24	53	0,57	10,58	3,95	0	
508	4303	-185,4787	4,474	122154.9	42825	7	10,17	-22,487	6,59	5,35	1566	15,2	-1,1803	0,1132	15,154	2,897	34	36	10,85	20	9,68	204	0,12	10,98	2,41	0,16	
524	4307	-185,5233	9,044	122205.6	90237	6	12,79	-19,603	3,95	0,72	1035	16,8	-2,6286	0,2542	16,591	1,235	30,1	5	12,52	30	8,15	183	1,42	10,27	3,16	0	
596	4321	-185,7787	15,822	122254.9	154921	7	10,11	-22,276	9,12	8,11	1575	16,1	-4,8661	0,438	15,484	1,637	30	18	11,01	15	9,44	204	0,6	11,14	2,48	0,06	
613	4324	-185,7788	5,251	122306.2	51302	3	12,6	-20,057	3,52	1,66	35,1	-3,106	0,3233	34,953	18,37	34	6	12,4	27	8,73	204	0,48	10,35	4,45	0,11		
618	4325	-185,7788	5,251	122306.2	51302	3	12,6	-20,057	3,52	1,66	35,1	-3,106	0,3233	34,953	18,37	34	6	12,4	27	8,73	204	0,48	10,35	4,45	0,11		
692	4351	-186,0653	12,205	122401.5	121217	7	12,93	-19,456	2,92	1,87	2316	36,8	-3,5322	0,3716	16,42	1,884	30	18	12,45	41	8,52	204	0,65	9,44	2,95	0,05	
785	4378	-186,3254	4,925	122518.1	45530	3	12,16	-20,497	3,06	2,48	2557	35,1	-2,925	0,332	34,97	18,4	34	8	12,19	22	8,84	204	0,3	10,46	9,36	1	
792	4380	-186,4425	10,017	122522.2	100101	4	12,36	-20,033	3,52	1,75	963	19,4	-3,3616	0,3736	19,149	2,699	30,1	10	12,64	30	8,47	204	0,9	10,66	3,24	0,05	
827	0	-186,4275	7,217	122542.6	71300	7	13,76	-18,633	3,6	0,43	993	22,8	-2,8453	0,3205	22,611	6,11	30,1	26	12,25	25	9,45	204	0,11	10,14	3,14	0	
836	4388	-186,4446	12,662	122546.7	123944	4	11,83	-20,556	5,1	1,24	2515	18,1	-3,9346	0,4444	17,625	1,41	30	15	11,67	30	8,65	204	0,75	10,54	4,69	0,26	
857	4394	-186,4817	18,214	122555.6	181250	5	11,76	-20,628	3,6	3,6	914	16,8	-5,2176	0,5928	15,958	2,039	30	12	11,97	30	8,51	83	0,86	10,54	5,64	0,2	
905	0	-186,6284	8,872	122630.1	85220	7	13,42	-18,973	2,79	2,79	1278	16,8	-2,9277	0,2989	16,599	1,406	30,1	39	12,64	30	9,23	204	0,14	9,66	3,06	0,07	
918	4401	-186,6504	3,965	122636.1	35753	6	13,14	-19,517	1,89	1,57	2385	35,6	-2,4451	0,3631	35,575	18,96	34	38	12,03	25	8,33	59	0,7	9,64	2,19	0,03	
921	4412	-186,6504	3,965	122636.1	35753	6	13,14	-19,517	1,89	1,57	2385	35,6	-2,4451	0,3631	35,575	18,96	34	38	12,03	25	8,33	59	0,7	9,64	2,19	0,03	
939	0	-186,6967	8,885	122647.2	85305	7	12,92	-19,473	3,45	3,45	1272	16,8	-2,5721	0,3026	16,598	1,306	30,1	24	12,37	27	9,34	204	0,19	9,87	3,25	0,08	
957	4420	-186,7437	2,494	122658.5	22940	7	12,67	-19,987	2,01	0,85	1695	19,1	-0,8261	0,0977	19,098	1,787	34	44	11,84	41	8,79	168	0,11	9,91	3,23	0,39	
958	4419	-186,735	15,047	122658.4	150251	3	12,13	-20,256	3,52	1,39	-275	16	-4,1251	0,4871	15,451	1,594	30	7	12,7	30	7,96	204	1,26	10,61	5,15	0,14	
971	4423	-186,7875	5,88	122709	55249	9	14,28	-18,113	3,06	0,43	1120	23	-2,3397	0,2785	22,879	6,449	30,1	29	12,52	27	9,2	204	0,38	9,54	3,44	0	
975	0	-186,7962	7,263	122711.1	71547	8	13,58	-18,813	3,95	3,68	932	16,8	-2,109	0,2513	16,665	1,679	30,1	20	12,51	41	9,43	204	0,34	9,66	3,03	0,04	
979	4424	-186,7983	9,421	122711.6	92514	3	12,32	-20,073	4,33	2,16	437	16,8	-2,7306	0,2335	16,573	1,203	30,1	23	12,02	40	8,59	204	0,89	10,38	3,51	-1	
984	4425	-186,8054	12,755	122713.3	124405	3	12,82	-18,546	2,96	1	1883	16,8	-3,6723	0,4388	16,389	0,955	30	40	12,05	40	9,33	204	0,14	9,66	3,06	0,07	
1003	4438	-186,94	13,009	122745.6	130032	5	10,91	-21,476	8,12	3,68	104	16,8	-3,754	0,4569	16,369	0,985	30	7	11,77	20	8,68	204	1,13	10,83	1	0,21	
1110	4450	-187,1233	17,085	122829.6	170506	4	10,93	-21,456	6,15	4,04	1954	18,3	-5,3235	0,6653	17,455	2,231	30	2	12,3	32	8,65	53	0,85	10,94	4,33	0,16	
1118	4451	-187,1687	9,259	122840.5	91532	7	13,31	-19,083	1,96	0,97	858	16,8	-2,6819	0,3373	17,581	1,247	30,1	17	12,34	33	8,5	204	0,6	10,08	2,84	0	
1145	4457	-187,2458	3,571	122859	33414	5	11,66	-20,997	2,92	2,92	884	17,4	-1,0751														

5 Schlußbetrachtung

1552	4531	-188,5658	13,076	123415,8	130432	3	12,58	-19,806	4,24	2,42	1,95	15,2	-3,4005	0,5122	14,806	2,069	30	2	12,98	24	<	71,6	168	2,15	10,24	3	0,01
1555	4535	-188,5846	9,198	123420,3	81152	7	10,51	-22,147	8,33	7,43	1,964	16,6	-2,2466	0,3542	16,473	1,529	34	17	11,26	15	-	9,99	204	0,38	10,76	2,18	0,07
1558	4540	-188,5917	15,583	123430,8	153305	8	12,81	-19,576	2,6	1,67	1,288	16,8	-4,4571	0,6822	16,185	1,15	30	8	12,05	44	-	8,45	204	0,70	10,05	2,25	0,10
1615	4548	-188,86	14,456	123526,4	142947	5	10,98	-21,406	6	4,99	4,78	15,2	-3,2829	0,6034	15,133	1,835	30	17	12,05	20	-	8,78	204	0,87	10,91	4,34	0,18
1673	4567	-189,1362	11,258	123632,7	111529	7	12,08	-20,306	2,92	1,87	2,277	16,8	-3,2382	0,5208	16,477	1,086	30	15	12	15	-	8,69	84	0,49	10,41	2,73	0,05
1678	0	-189,1567	6,621	123637,6	63717	9	13,7	-18,686	5,1	1,75	2,255	18,3	-3,5118	0,5652	17,9	1,674	30	19	11,74	15	-	8,99	84	0,61	10,71	4,27	0,1
1690	4569	-189,2075	13,163	123649,8	130946	4	10,25	-22,136	0,73	5,35	-2,21	16,8	-3,7764	0,6122	16,359	1,14	30	2	12,02	15	-	8,81	204	0,97	11,04	4,37	0,09
1696	4571	-189,235	14,217	123656,4	141302	7	11,81	-20,576	4,58	4,28	340	16,8	-4,0255	0,6622	16,285	1,279	30	12	12,08	7	-	8,79	204	0,72	10,38	2,94	0,05
1700	4580	-189,1517	5,989	123748,3	57205	7	10,56	-21,852	4,22	4,67	1,035	16,8	-3,2659	0,5934	15,488	9,015	34	8	11,39	40	-	9,72	204	0,72	10,32	2,68	0,31
1760	4586	-189,6183	4,319	123828,4	41909	3	12,54	-20,117	4,33	1,16	2,90	12,5	-1,2904	0,2202	12,45	2,565	34	5	12,46	30	-	2,99	204	1,33	10,32	6,11	0,08
1811	4595	-189,9662	15,298	123951,9	151752	7	12,92	-19,501	2,16	1,42	630	16,8	-4,2656	0,7671	16,205	1,517	30,5	16	12,5	20	-	8,62	204	0,32	9,85	2,71	0
1813	4596	-189,9829	10,176	123955,9	101034	3	13,51	-20,911	4,76	4,04	1,834	16,8	-4,2922	0,5145	16,536	1,221	30,5	-1	0	20	<	7,19	168	2,18	10,84	5,44	0,24
1923	4630	-190,6296	3,96	124231,1	35737	6	13,14	-19,517	2,31	1,6	742	17,9	-1,215	0,228	17,857	2,801	34	36	11,93	33	-	8,62	59	0,51	9,83	2,48	0
1943	4639	-190,7183	13,258	124252,4	131527	5	12,19	-20,231	3,2	2,01	977	16,8	-3,7856	0,7166	16,352	1,244	30,5	24	11,94	30	-	9,04	204	0,27	10,26	3,54	0,09
1972	4647	-190,8846	11,582	124332,3	113455	7	12,03	-20,391	2,6	2,16	1,422	16,8	-3,3123	0,6369	16,458	1,175	30,5	16	11,71	20	-	8,75	53	0,34	10,46	3,06	0,08
2053	4680	-190,3858	13,126	124356,6	130238	7	11,44	-21,291	5,29	4,53	1,038	17,8	-3,324	0,7621	16,153	1,398	30,5	31	11,73	20	-	8,68	204	0,11	10,46	2,8	0,03
2056	4680	-190,3858	13,126	124356,6	130238	7	11,53	-20,891	5,67	2,84	1,008	25,1	-3,6177	0,7753	24,794	8,288	30,5	2	11,98	20	-	9,23	204	0,23	10,25	5,78	0,12
2070	4688	-192,0544	8,487	124822,9	82914	3	13,53	-19,282	3	2,22	2,011	31,5	-1,0877	0,0128	31,481	15,1	36	11	12,24	41	-	8,9	55	0,23	10,25	5,05	0,3
13046	4045	-180,6746	1,979	12041,91	15843,7	3	13,5	-19,782	3,8	2,4	1,309	22,3	-1,0451	0,0347	22,239	6,216	36	40	11,77	37	-	9,54	29	-0,03	9,87	2,27	0,08
41041	4116	-181,9014	2,692	120736,33	24133,1	8	13	-19,782	3,8	2,4	1,309	22,3	-1,0451	0,0347	22,239	6,216	36	40	11,77	37	-	9,54	29	-0,03	9,87	2,27	0,08
41042	4123	-182,0459	2,878	120811,02	25240,2	7	13,1	-19,682	5	3,88	1,326	25,3	-1,2695	0,0453	25,268	8,992	36	26	11,73	39	-	9,58	173	0,01	9,94	3,61	0,12
14062	0	-188,1172	0,39	123228,14	2323	8	14,1	-18,682	4	2,6	1,529	22,7	-0,1528	0,0218	22,678	7,01	36	24	12,26	41	-	9,45	75	0,1	9,63	2,87	0,07
14063	4517	-188,1895	0,112	123245,48	643,1	7	12,4	-20,482	3	2,05	1,129	9,8	-0,019	0,0027	9,8	7,712	36	32	11,74	30	-	9,65	78	0,33	10,78	2,88	0
14110	4632	-190,653	-0,083	124231,91	162745,7	7	12,6	-20,182	3,2	1,37	1,711	18,1	0,0288	-0,005	18,128	3,976	36	36	11,73	41	-	9,53	168	-0,28	10,13	4,03	0,02
14111	4632	-190,653	-0,083	124231,91	162745,7	7	13,6	-20,182	3,2	1,37	1,711	18,1	0,0288	-0,005	18,128	3,976	36	36	11,73	41	-	9,53	168	-0,28	10,13	4,03	0,02
43038	4688	-191,9445	4,335	124746,67	42205,3	7	14,5	-18,282	4,4	4,11	984	17,1	-1,2646	0,2625	17,051	2,509	36	60	11,82	37	-	9,25	204	0,24	9,52	2,41	0,04
43038	4688	-191,9445	4,335	124746,67	42205,3	7	14,5	-18,282	4,4	4,11	984	17,1	-1,2646	0,2625	17,051	2,509	36	60	11,82	37	-	9,25	204	0,24	9,52	2,41	0,04
43044	4701	-192,2995	3,39	124911,87	32234,5	7	12,3	-20,482	3,6	2,99	2,27	20,5	-1,1844	0,2582	20,484	4,622	36	51	11,77	37	-	9,58	14	-0,24	9,79	3,25	0,27
43041	4713	-192,4908	5,311	124957,78	51839,2	7	12,3	-20,482	3,2	2,16	653	17,5	-1,5844	0,351	17,457	2,357	36	66	11,49	7	-	9,45	204	-0,21	9,97	2,93	0,06
100015	4758	-193,184	15,848	125244,78	155050,9	8	14,1	-18,682	3	0,83	1,240	15,7	-4,1875	0,9809	15,15	2,145	36	37	12,06	37	-	8,88	204	0,46	9,77	3,83	0,03
43054	4765	-193,3105	4,464	125314,52	42749,4	8	13	-19,782	1,5	1,09	722	21,2	-1,6057	0,3799	21,136	5,033	36	71	11,9	37	-	9,05	204	-0,22	9,43	2,75	0
15032	4772	-193,7709	2,17	125329,02	21010,6	3	12,9	-19,882	2,9	1,49	1,038	22,3	-0,8215	0,1953	22,284	6,367	36	9	12,09	39	-	8,79	55	0,32	10,36	8,4	0,25
15037	0	-193,8036	0,118	125512,86	703,3	8	13,6	-19,182	3,1	1,9	1,321	14,2	-0,0284	0,007	14,2	4,446	36	17	12,3	41	-	9,18	173	0,19	9,13	2,12	-1
15049	4865	-194,0535	1,575	125801,33	13430,3	5	12,9	-19,882	5,2	1,64	1,097	15,6	-0,4131	0,1074	15,594	3,408	36	11	11,89	37	-	7,96	168	-0,1	10,27	4,91	0,07
71092	4866	-194,8631	14,121	125927,14	141015,8	3	11,9	-20,882	5,6	1,44	1,984	16	-3,786	1,0048	15,513	1,858	36	-2	0	1	-	9,13	204	0,36	10,54	6,28	0,22
43093	4900	-195,1639	2,501	130039,34	23002,2	7	12,8	-19,982	2,5	2,39	962	17,3	-0,7286	0,1975	17,284	3,044	36	40	11,52	1	-	9,05	168	0,01	10,27	1,82	0,06

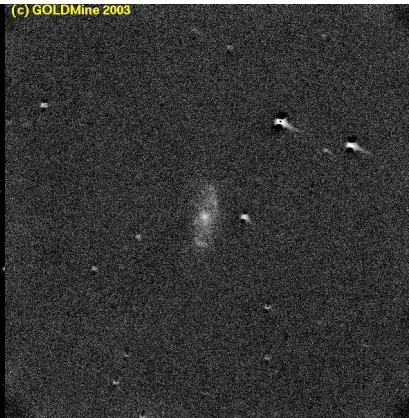
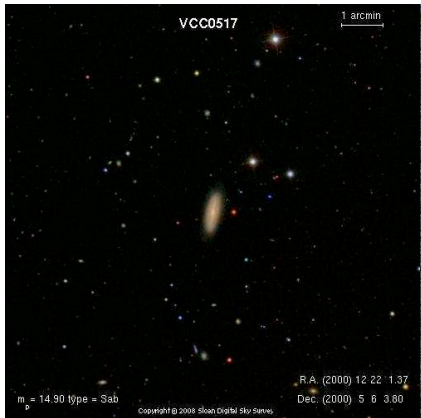
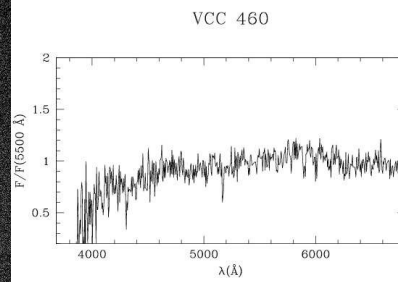
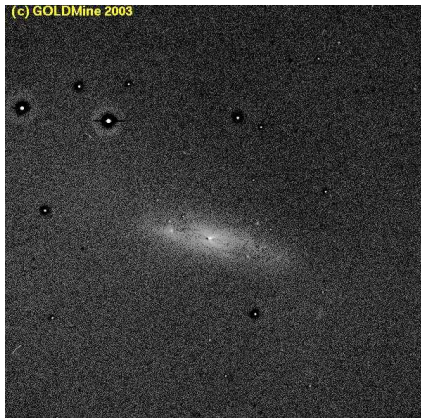
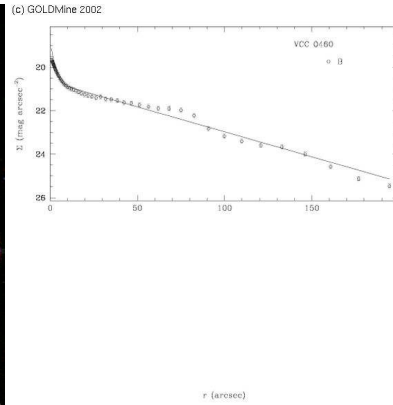
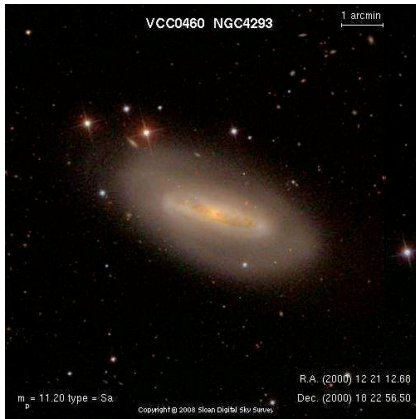
5.2.8 Auswahlkandidaten aus AG mit 40 Kandidaten

NAME	NGC	ALFAG	DELTA _{AG}	ALFA	DELTA	TYPE	MAG	AMAG	A	B	VEL	DIST	x1	y1	z1	DM87	HALFA	FLUHSA	SGNHI	MHI	DEHI	HUM	HC31	HBT
4224	4235	-184.1404	7.452	12.633,7	7.452	12.633,7	12.95	-19.777	9.92	1	7606	35.1	-4.5465	0.3291	34.8022	18.7409	40	12.74	<	8.85	0.9	10.83	4.99	0.37
222	4235	-184.2912	7.192	12.709,9	7.1300	Sa	12.62	-20.107	4.32	0.71	2522	35.1	-4.3262	0.3288	34.8238	18.2543	30	12.75	<	7.83	1.83	10.68	6.32	0.05
341	4260	-184.8425	6.099	12.1922,2	6.0555	Sa	12.7	-20.106	4.33	0.75	1935	36.4	-3.8536	0.365	36.194	19.6084	2	12.86	<	7.61	1.74	10.6	4.43	0.24
460	4293	-185.3038	18.383	12.2112,9	18.2557	Sa	11.2	-19.952	3.51	2.92	921	17	-5.3383	0.4956	16.1325	2.04023	8	11.92	<	7.62	1.79	10.78	3.52	0.12
958	4419	-186.7338	15.047	12.2656,4	15.0251	Sa	12.13	-18.891	3.52	1.93	4275	16.8	-4.1251	0.4871	15.4514	1.59449	7	12.7	<	7.96	1.26	10.61	5.15	0.14
979	4424	-186.7983	9.421	12.2711,6	9.5214	Sa	12.32	-18.807	4.33	2.16	437	16.8	-2.7306	0.3255	16.5734	1.59492	23	12.02	<	8.59	0.89	10.38	3.51	-1
984	4425	-186.8054	12.735	12.2713,3	12.4405	Sa	12.62	-18.307	2.99	1	1883	16.8	-3.6773	0.4388	16.3867	0.95538	-1	13.17	<	7.31	1.82	10.11	4.68	0.06
1158	4461	-187.2625	13.184	12.2903,3	13.1102	Sa	12.09	-19.037	3.52	1.29	1919	16.8	-3.801	0.4844	16.3572	1.02166	-1	12	<	7.13	2.08	10.54	7.45	0.26
1300	4499	-187.3697	8.758	12.3059,8	8.6500	Sa	12.42	-19.57	4.33	1.29	508	16.8	-2.346	0.3277	16.3515	1.35133	3	12.49	<	7.64	0.93	10.78	4.65	0.06
1330	4499	-187.3697	8.758	12.3059,8	8.6401	Sa	13.17	-17.957	1.96	1.96	1777	16.8	-2.3392	0.3183	16.6333	1.50119	4	12.68	<	7.94	0.98	10.13	4.41	0.25
1412	4503	-188.0258	11.176	12.3206,2	11.1035	Sa	12.12	-19.007	4.33	1.71	1342	16.8	-3.2243	0.4546	16.4814	1.02897	2	12.52	<	7.02	2.3	10.54	5.95	0.22
1552	4531	-188.5658	13.076	12.3415,8	13.0432	Sa	12.58	-18.329	4.24	2.42	195	15.2	-3.4005	0.5121	14.8059	2.0694	2	12.98	<	7.16	2.15	10.32	6.11	0.08
1760	4566	-189.6183	4.319	12.3828,4	4.1909	Sa	12.54	-18.675	4.33	1.16	790	17.5	-1.2994	0.2202	17.4503	2.56543	5	12.46	<	7.99	1.33	10.32	6.11	0.08
1813	4596	-189.9829	10.176	12.3955,9	10.1034	Sa	11.51	-19.617	4.76	4.04	1834	16.8	-2.9232	0.5145	16.5357	1.22109	-1	0	<	7.19	2.18	10.84	5.44	0.24
792	4380	-186.3425	10.017	12.2522,2	10.0101	Sab	12.36	-19.084	3.52	1.75	963	19.445	-3.3616	0.3736	19.1486	2.69887	10	12.64	<	8.47	0.9	10.66	3.24	0.05
836	4388	-186.4446	12.662	12.2546,7	12.3944	Sab	11.83	-19.454	5.1	1.24	2515	18.064	-3.9346	0.4444	17.6247	1.41987	15	11.67	<	8.65	0.75	10.54	4.69	0.26
1100	4450	-187.1233	17.065	12.2829,6	17.0506	Sab	10.93	-20.378	6.15	0.48	1954	18.261	-5.3235	0.6653	17.4551	2.43091	2	12.3	<	8.65	0.85	10.94	4.33	0.16
1110	4450	-187.1233	17.065	12.2829,6	17.0506	Sab	10.93	-20.378	6.15	0.48	1954	18.261	-5.3235	0.6653	17.4551	2.43091	2	12.3	<	8.65	0.85	10.94	4.33	0.16
1227	4579	-189.4312	11.818	12.1743,5	11.4905	Sab	10.56	-20.57	6.29	4.17	1516	16.83	-3.4003	0.5648	16.4723	1.18376	4	11.49	<	8.73	0.78	11.11	4.51	0.31
1627	4216	-183.9767	13.149	12.1554,4	13.0858	Sb	10.97	-20.377	9.12	2.16	139	18.997	-4.2203	0.2934	18.1094	1.80155	3	11.52	<	9.25	0.62	11.14	9.54	0.16
857	4394	-186.4817	18.214	12.2555,6	18.1250	Sb	11.76	-19.367	3.6	3.6	914	16.8	-5.2176	0.5928	15.9582	2.03877	12	11.97	<	8.51	0.86	10.54	5.64	0.2
1043	4438	-186.94	13.009	12.2745,6	13.0032	Sb	10.91	-20.217	8.12	3.68	104	16.8	-3.754	0.4569	16.3688	0.98501	7	11.77	<	8.68	1.13	10.83	0.21	1
1145	4457	-187.2458	3.571	12.2859	3.414	Sb	11.66	-19.543	2.92	2.92	884	17.4	-1.0751	0.1367	17.3662	2.72462	7	11.95	<	8.35	0.91	10.64	7.17	0.25
1615	4548	-189.886	14.496	12.3526,4	14.2947	Sb	10.98	-19.993	6	4.99	479	15.651	-3.8709	0.6034	15.1528	1.83463	17	12.05	<	8.78	0.87	10.91	4.34	0.18
15049	4845	-194.5055	6.575	12.5801,33	13.4303	Sb	12.3	-18.066	5.2	1.64	1097	15.6	-0.4151	0.1074	15.5941	3.40895	13	11.69	<	7.96	1.6	10.57	4.91	0.07
924	4307	-185.5233	9.044	12.2205,6	9.0237	Sbc	12.97	-18.337	3.95	0.72	1035	16.8	-2.6286	0.2542	16.5911	1.22529	5	12.52	<	8.15	1.42	10.27	3.16	0
921	4413	-186.6342	12.611	12.2632,2	12.3640	Sbc	12.97	-18.157	2.92	1.25	103	16.8	-3.6484	0.4238	16.3947	0.93722	13	12.56	<	8.39	0.97	9.87	3.14	0.26
921	4412	-186.6504	3.965	12.2636,1	3.7233	Sbc	13.14	-19.617	1.89	1.57	2289	35.6	-2.4451	0.2851	35.5148	18.9628	38	12.03	<	8.33	0.7	9.64	2.19	0.03
1401	4501	-187.9967	14.421	12.3159,2	14.2514	Sbc	10.27	-21.312	7.23	3.86	2282	20.723	-5.1108	0.718	20.0701	3.96344	6	11.48	<	9.21	0.52	11.18	3.73	0.06
1923	4630	-190.6296	3.96	12.4231,1	3.5737	Sbc	13.14	-18.124	2.31	1.6	742	17.9	-1.215	0.228	17.8573	2.80092	36	11.93	<	8.62	0.51	9.83	2.48	0
226	4237	-184.2975	15.324	12.1711,4	15.1926	Sc (dSc)	12.53	-18.597	2.01	1.16	865	16.8	-4.4274	0.3327	16.2027	1.22351	9	12.27	<	8.32	0.57	10.26	2.77	0
497	4302	-185.4271	14.598	12.2142,5	14.3552	Sc (dSc)	12.55	-20.036	6.74	1.6	1150	32.9	-8.2548	0.7842	31.8379	15.9757	15	11.86	<	9.24	0.57	10.58	3.95	0
664	435	-185.9354	12.478	12.2344,5	12.2842	Sc (dSc)	13.5	-17.627	2.6	1.87	430	16.8	-3.6104	0.3754	16.4032	0.88778	101	12.12	<	8.45	0.64	8.97	2.55	0
692	4351	-186.0063	12.205	12.2402,5	12.1217	Sc (dSc)	12.97	-19.197	2.92	1.87	2316	16.8	-3.3318	0.3716	16.4203	0.8843	18	12.45	<	8.52	0.65	9.64	2.95	0.05
1676	4568	-189.423	11.209	12.1693,4	11.1420	Sc (dSc)	12.93	-19.606	5.1	1.75	2255	16.8	-3.5328	0.3652	16.4719	1.6594	19	11.74	<	8.59	0.61	10.71	4.27	0.01
1696	4571	-189.235	14.217	12.2656,4	14.1302	Sc (dSc)	11.81	-19.317	4.58	4.28	340	16.8	-4.0725	0.6622	16.2855	1.27943	12	12.06	<	8.79	0.72	10.38	2.94	0.05
1730	4580	-189.4517	5.369	12.3748,4	5.2027	Sc (dSc)	12.61	-19.431	2.16	1.6	1032	25.6	-2.3629	0.3934	25.4877	9.01481	8	12.39	<	7.83	1.11	10.22	2.68	0.02
2058	4689	-191.9396	13.763	12.4745,5	13.4546	Sc (dSc)	11.55	-19.577	5.86	4.44	1618	16.8	-3.9104	0.8269	16.3176	1.37907	14	11.85	<	8.69	1.01	10.42	2.8	0.03
980	0	-186.7971	15.896	12.2711,3	15.5347	Scd	14.17	-16.957	2.48	1	2340	16.8	-4.569	0.5446	16.1576	1.47607	40	12.65	<	8.57	0.63	8.15	2.07	-1
1588	4540	-188.7117	15.551	12.450,8	15.3305	Scd	12.81	-18.317	2.6	1.87	1288	16.8	-4.4521	0.6822	16.185	1.49666	8	12.45	<	8.45	0.79	10.05	2.25	0

5 Schlußbetrachtung

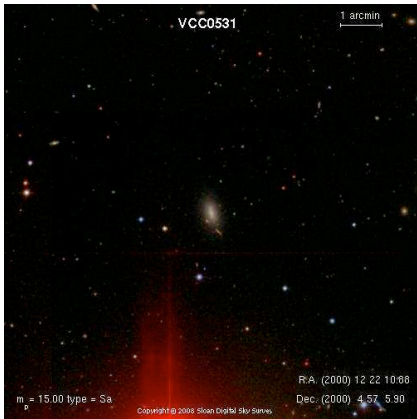
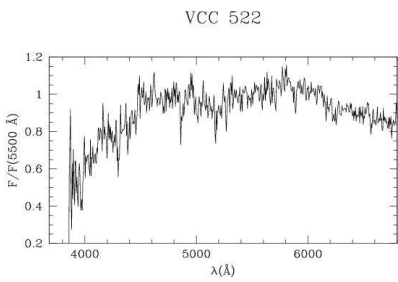
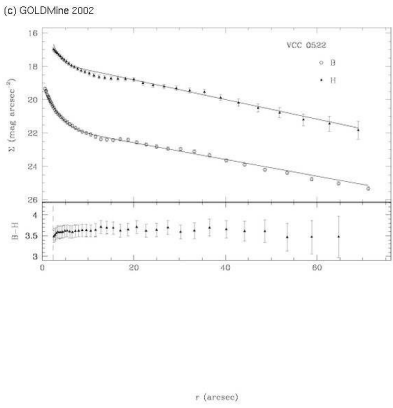
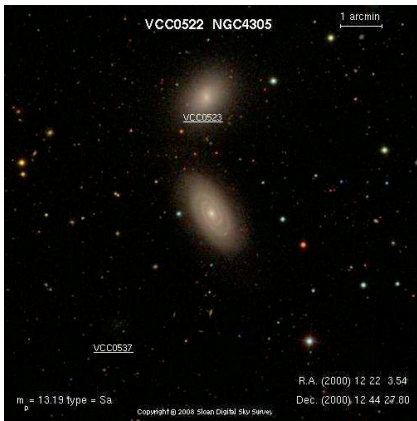
5.2.9 Bilder und Spektren der Auswahlkandidaten: Anämische Galaxien²³

Hier werden nun alle vorhandenen Bilder und Spektren der Auswahlkandidaten mit einem HI_{Def} Unterhäufigkeitswert > 1 angegeben:

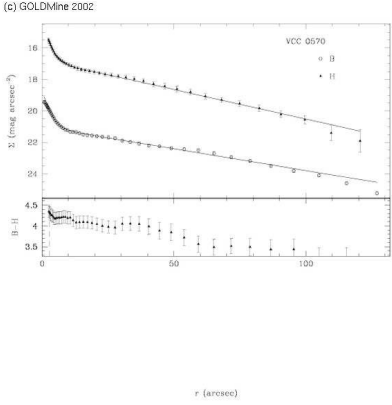
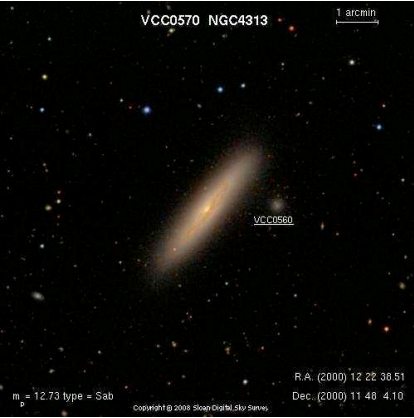
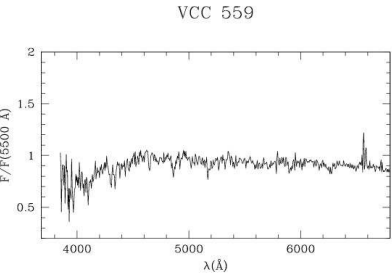
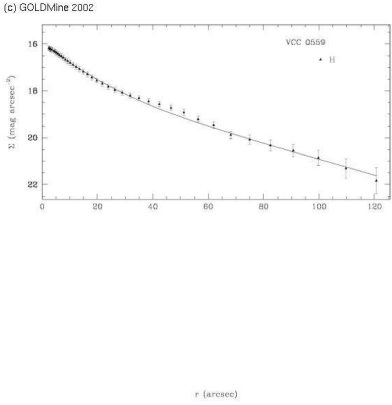
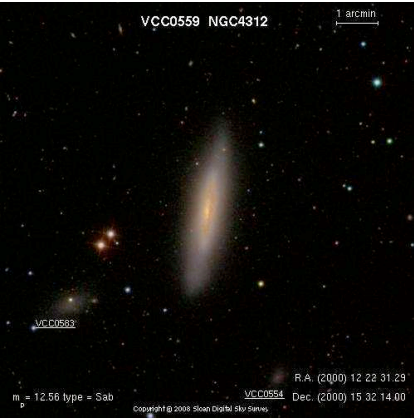


²³opt. Bilder aus Sloan Digital Sky Survey, H α Bilder, Lichtprofile und Spektren aus der GOLDMine Datenbank

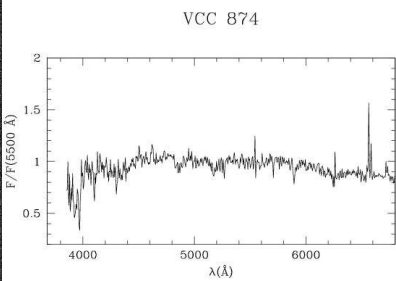
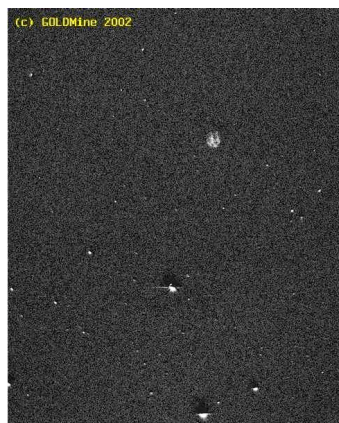
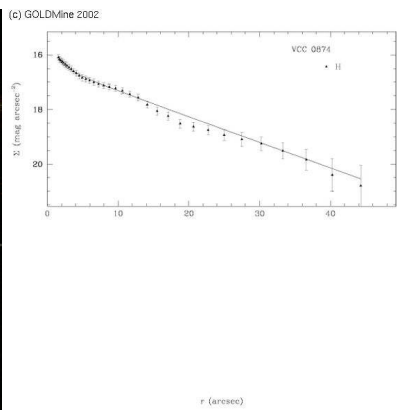
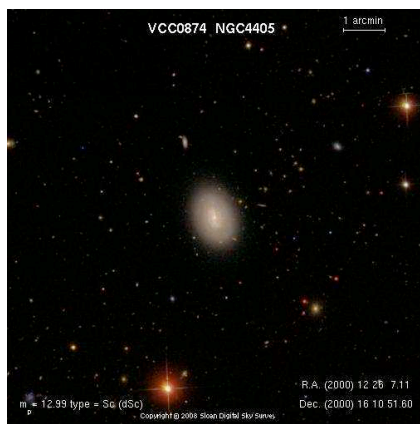
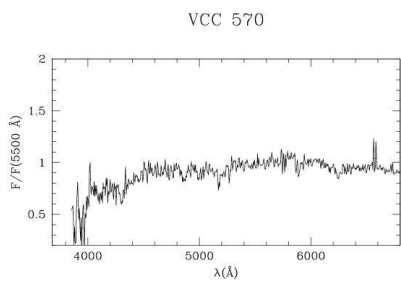
5.2 Beobachtungsdaten



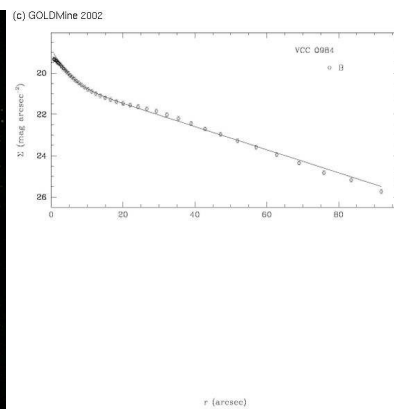
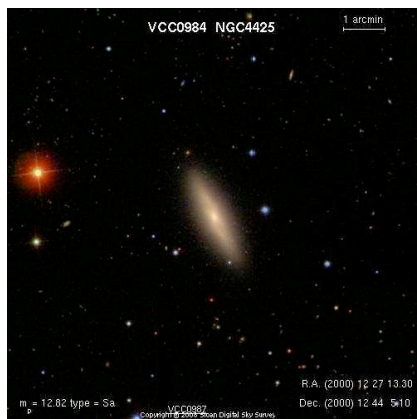
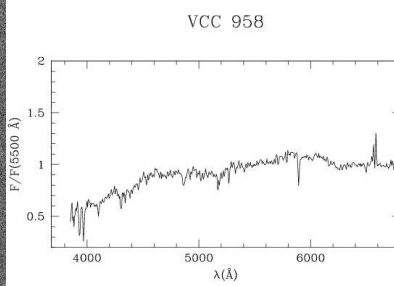
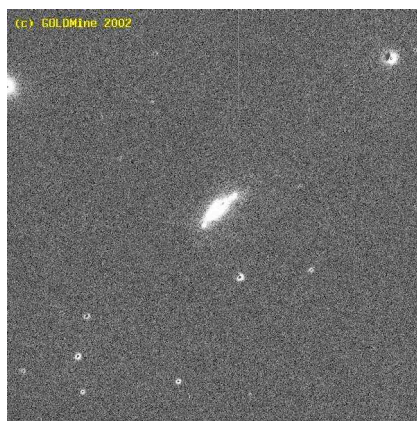
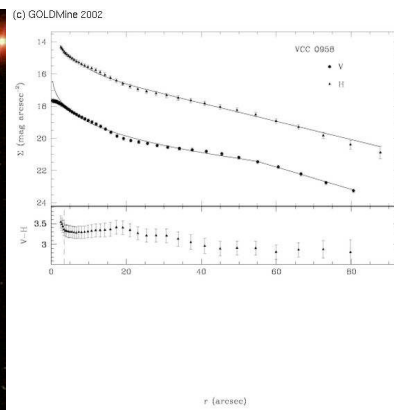
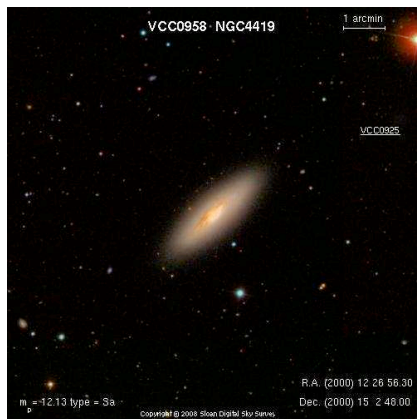
5 Schlußbetrachtung



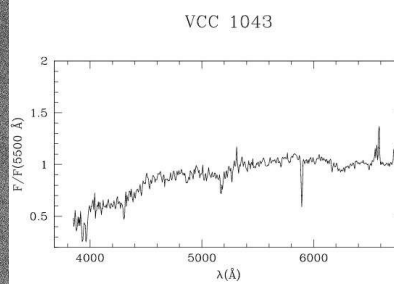
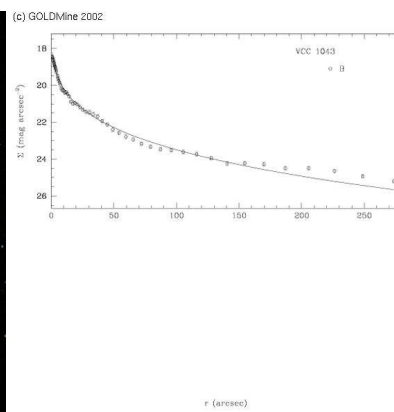
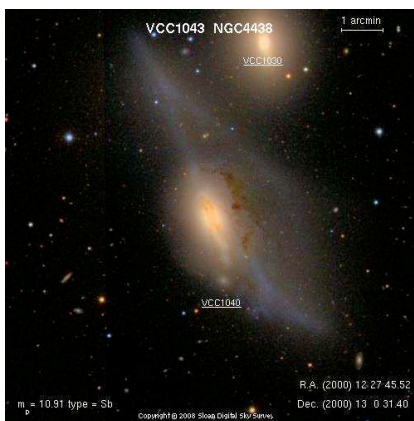
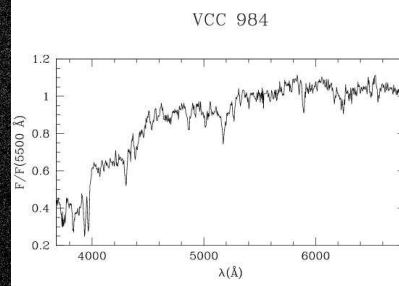
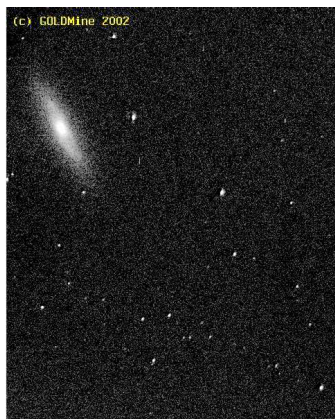
5.2 Beobachtungsdaten



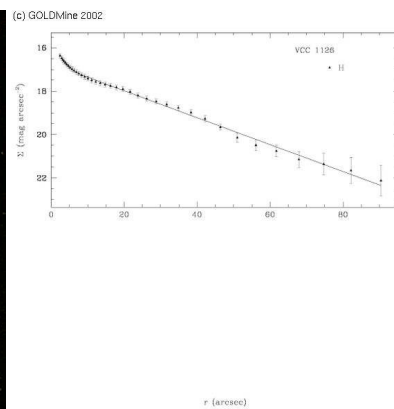
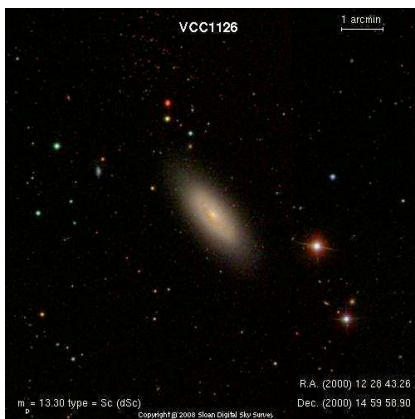
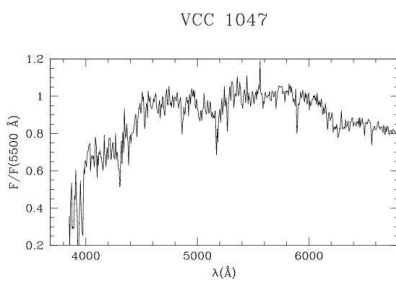
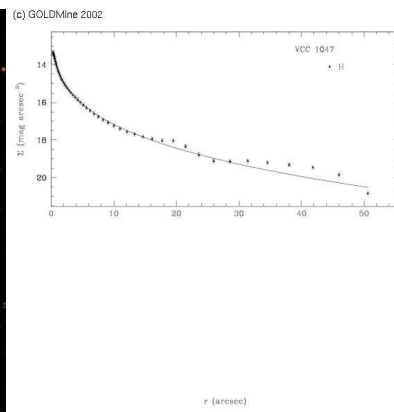
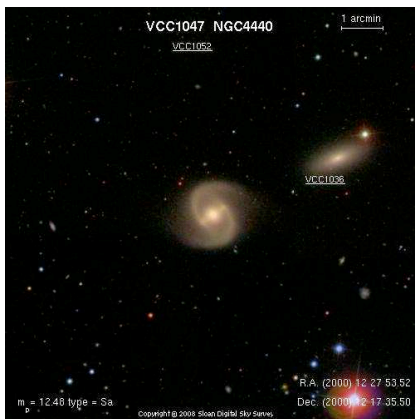
5 Schlußbetrachtung



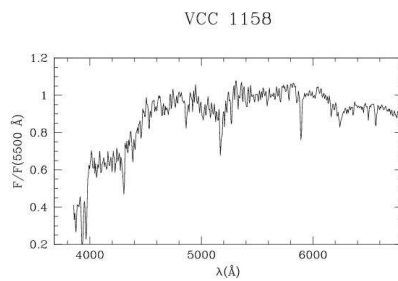
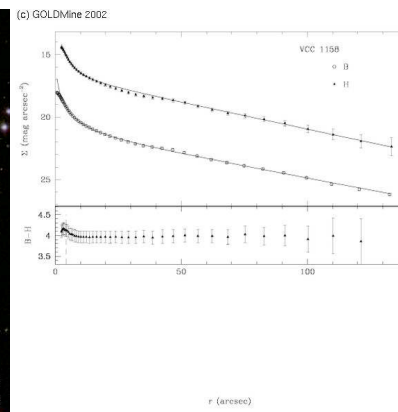
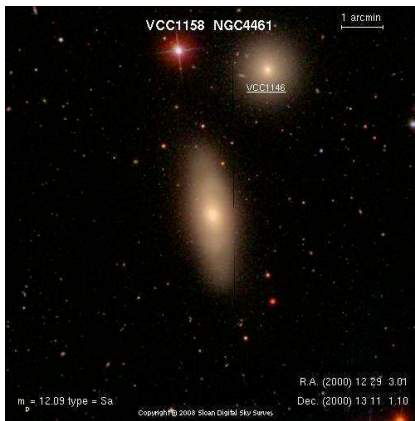
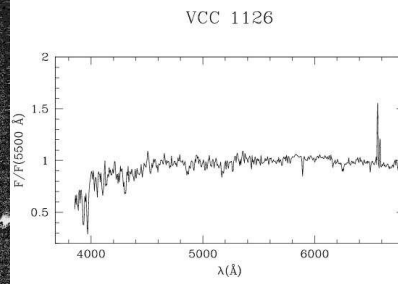
5.2 Beobachtungsdaten



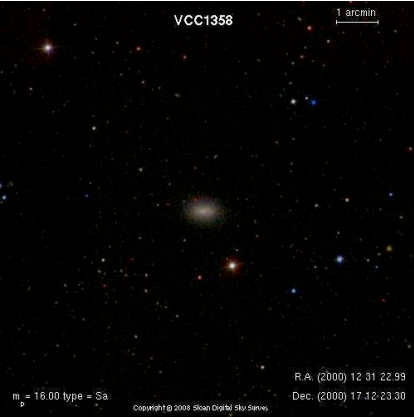
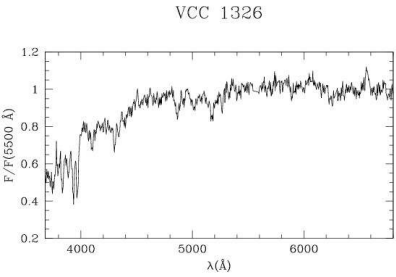
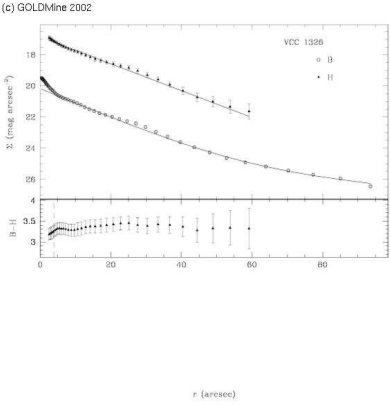
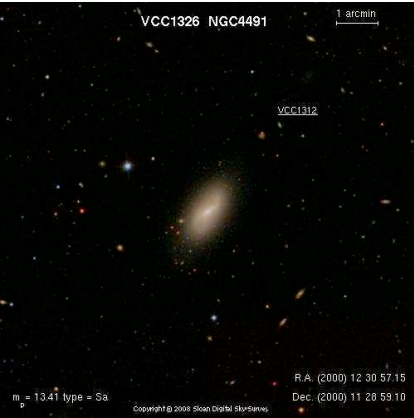
5 Schlußbetrachtung



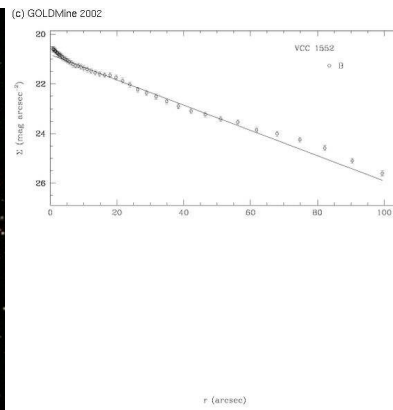
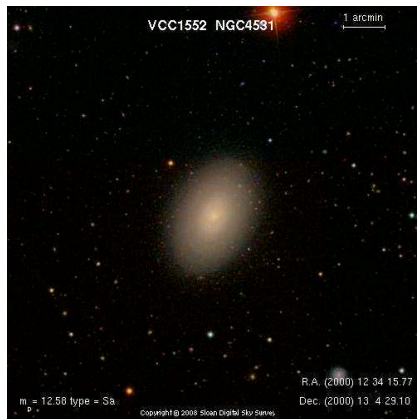
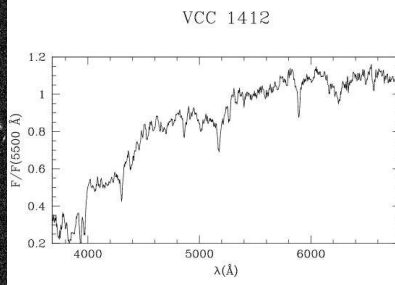
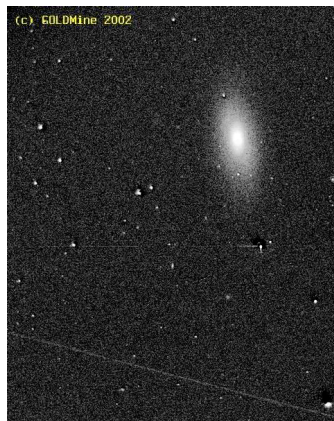
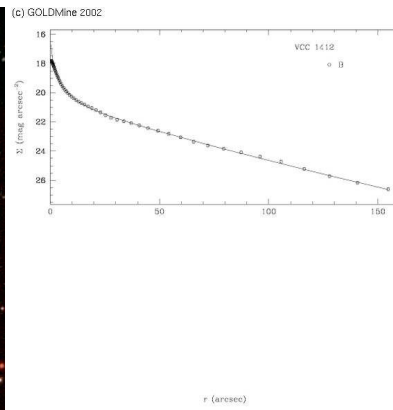
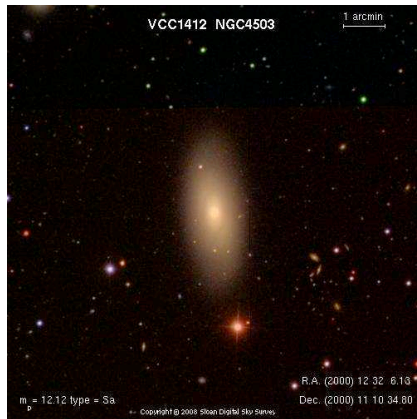
5.2 Beobachtungsdaten



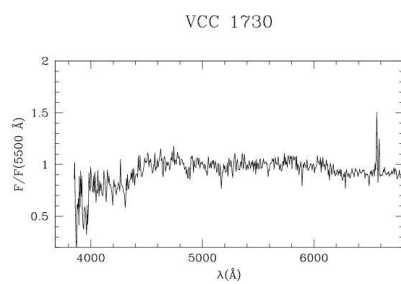
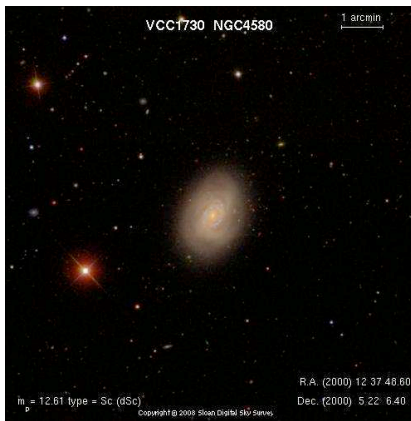
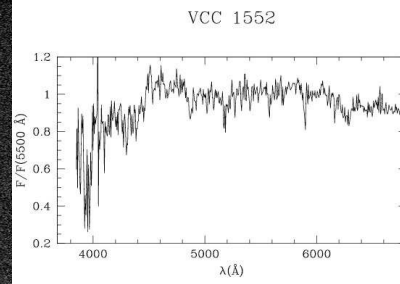
5 Schlußbetrachtung



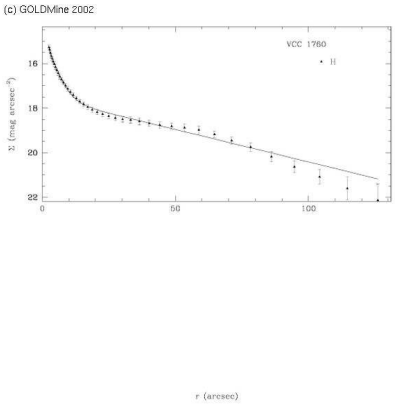
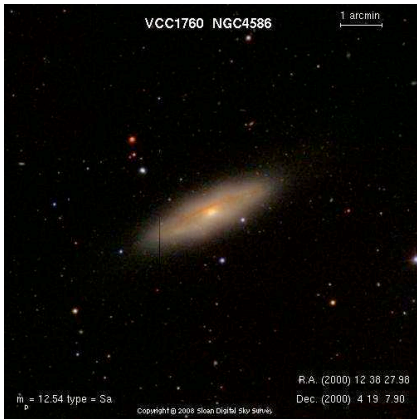
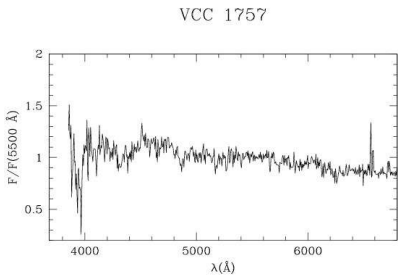
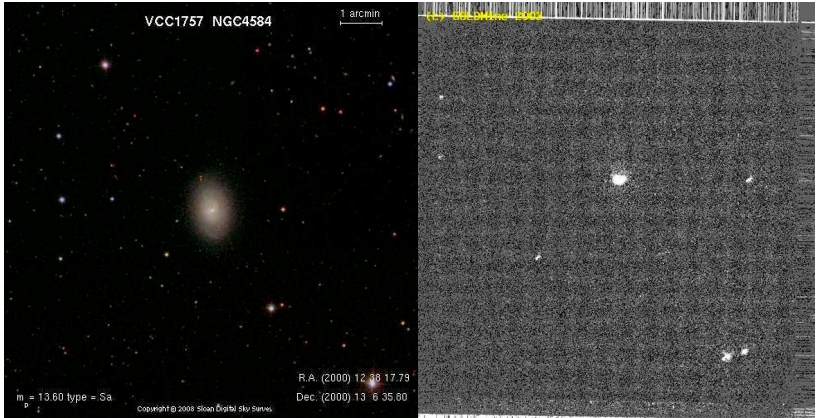
5.2 Beobachtungsdaten



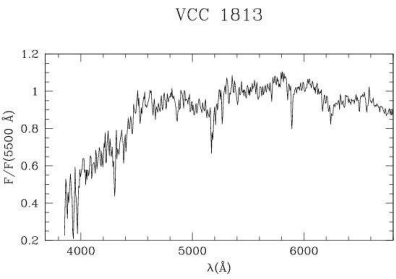
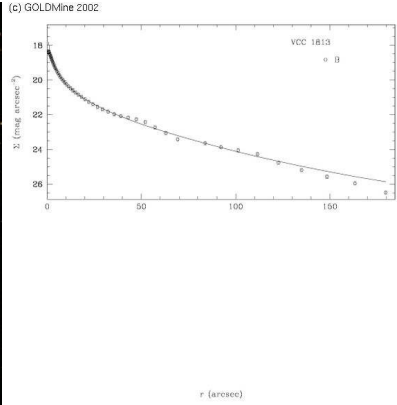
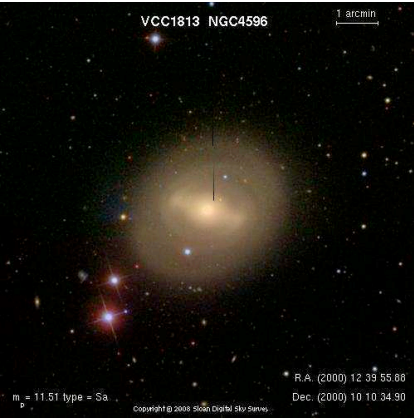
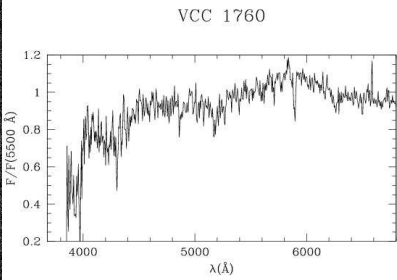
5 Schlußbetrachtung



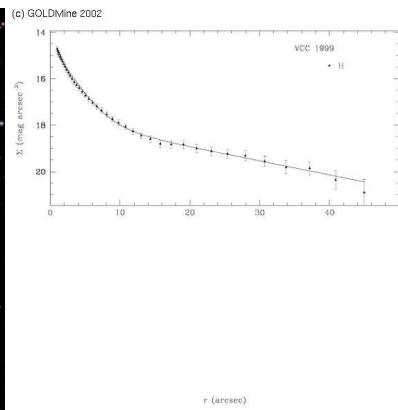
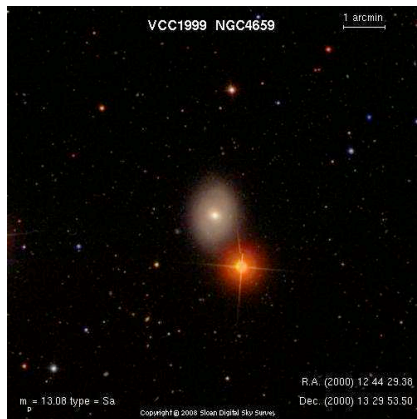
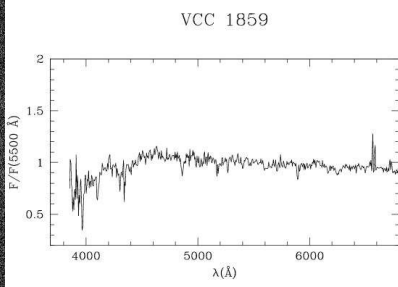
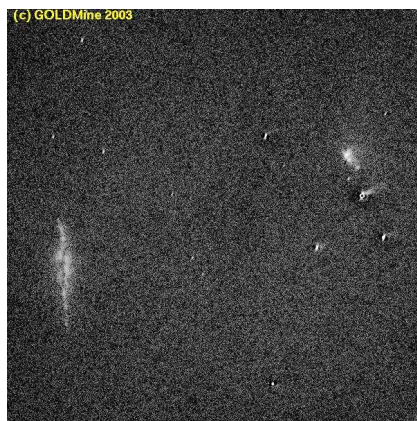
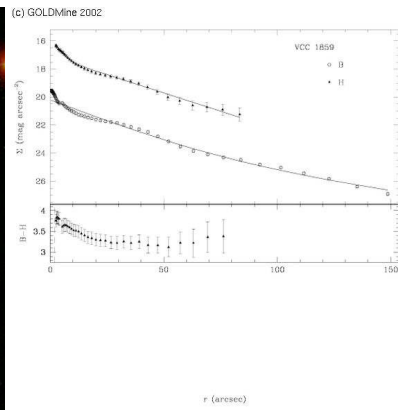
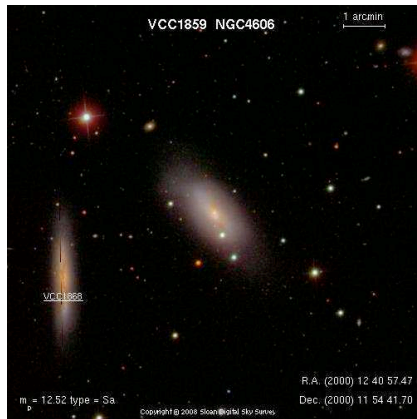
5.2 Beobachtungsdaten



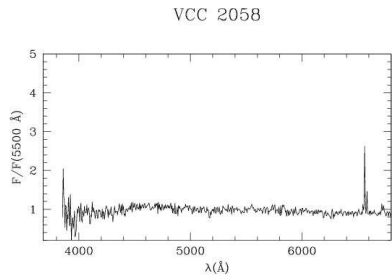
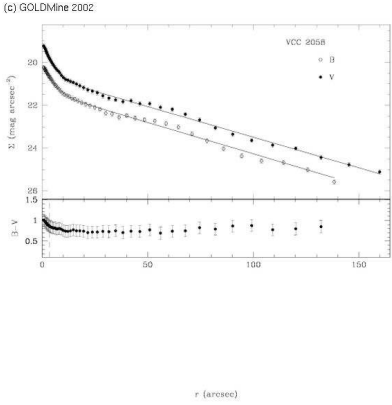
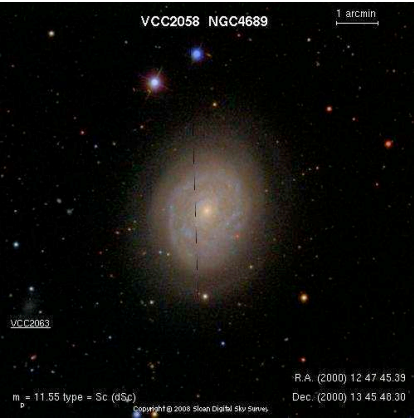
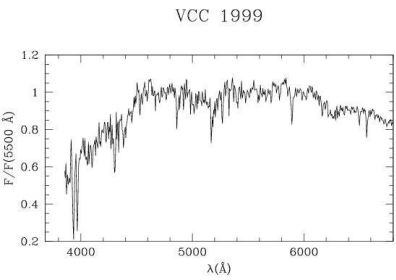
5 Schlußbetrachtung



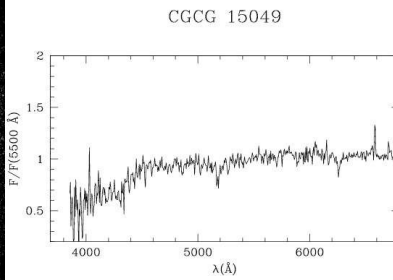
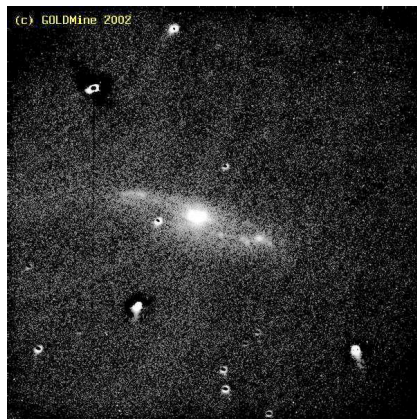
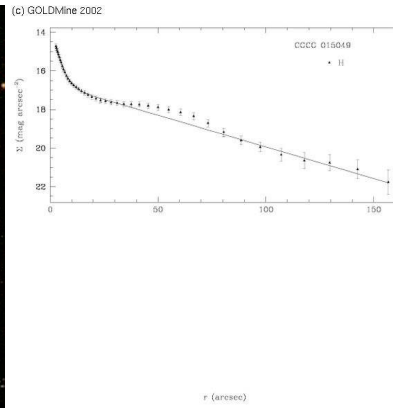
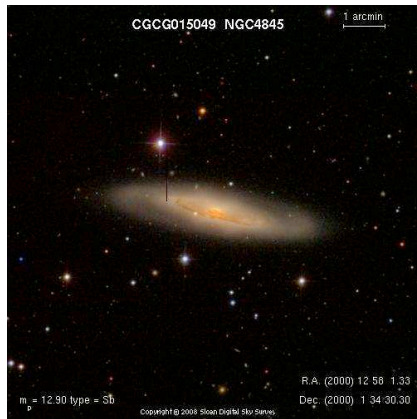
5.2 Beobachtungsdaten



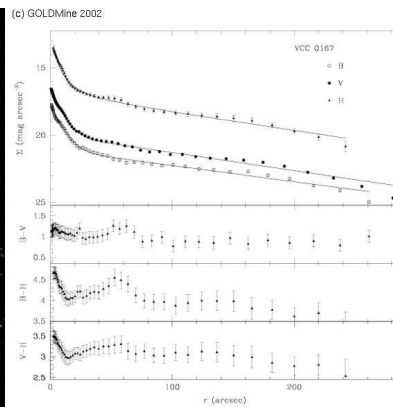
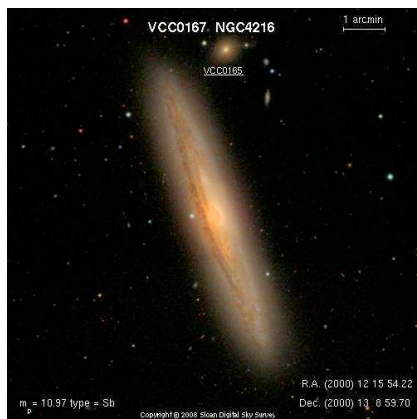
5 Schlußbetrachtung



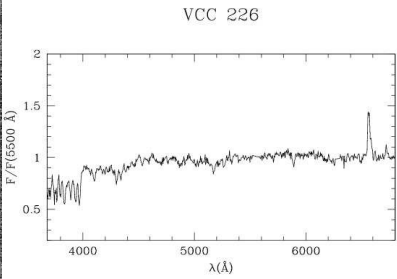
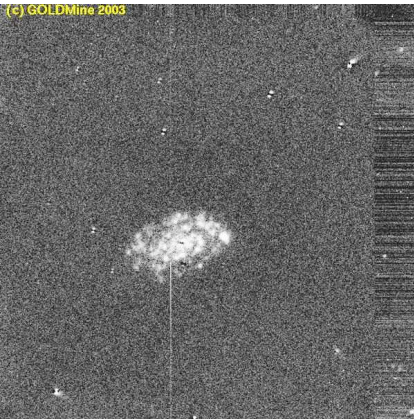
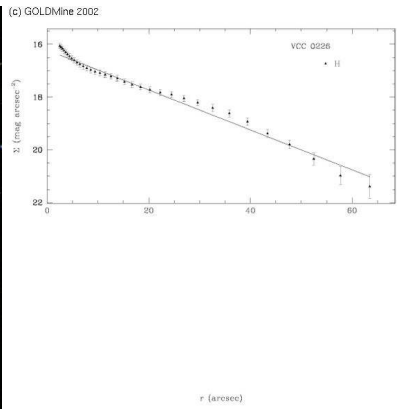
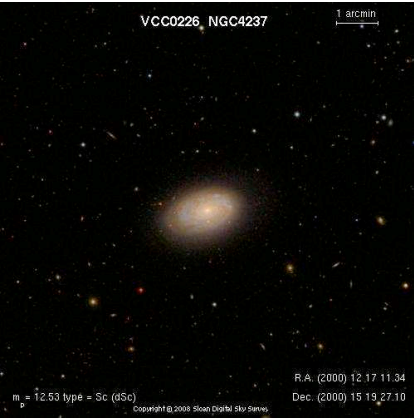
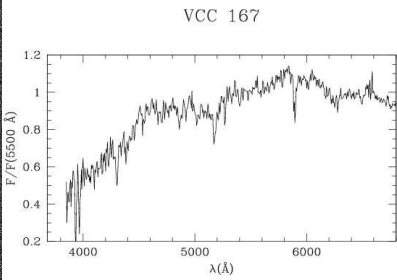
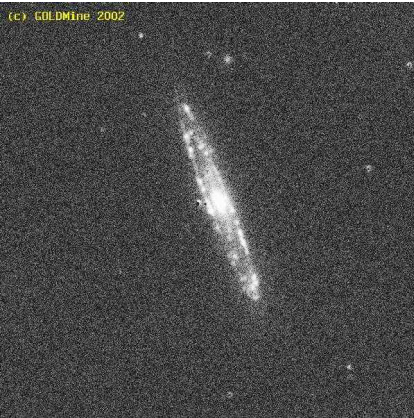
5.2 Beobachtungsdaten



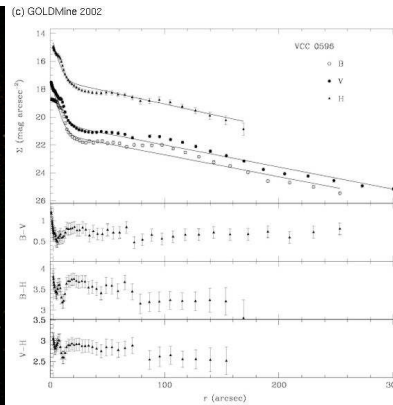
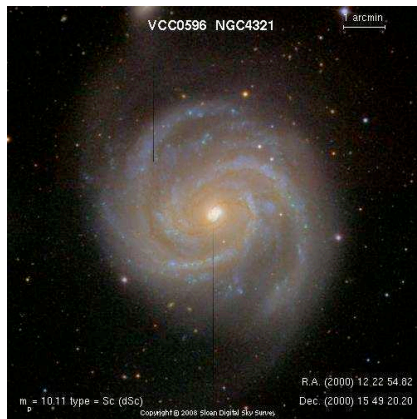
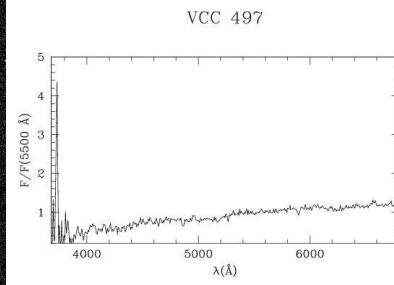
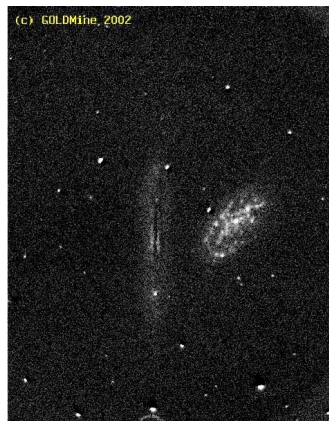
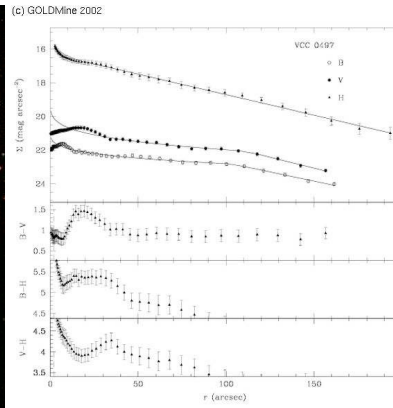
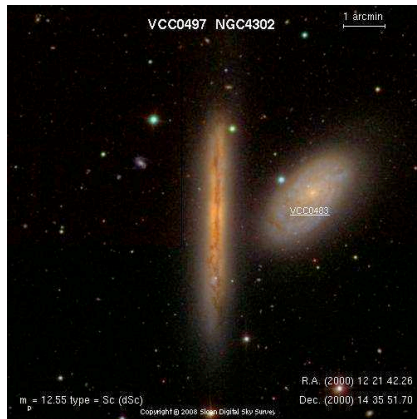
Hier werden nun alle vorhandenen Bilder und Spektren der Auswahlkandidaten mit einem HI Unterhäufigkeitswert 0,5 bis 1 angegeben:



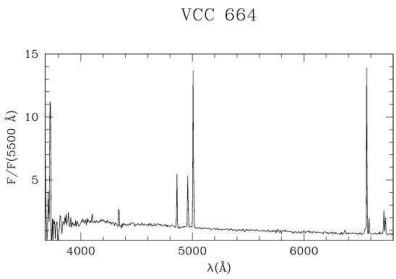
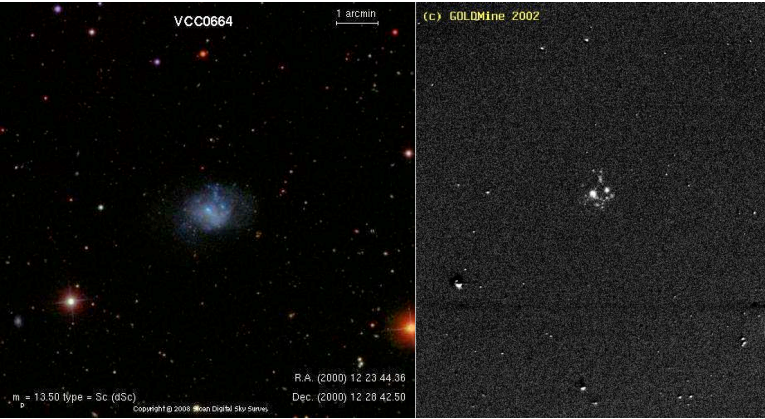
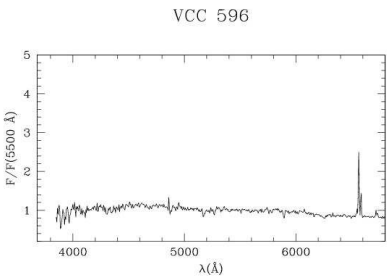
5 Schlußbetrachtung



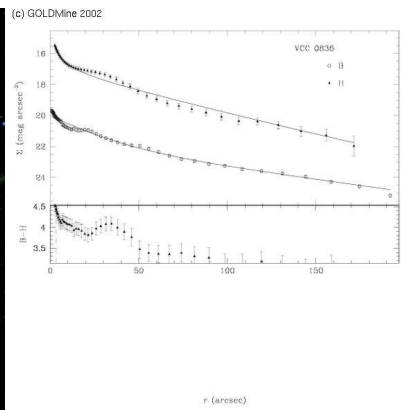
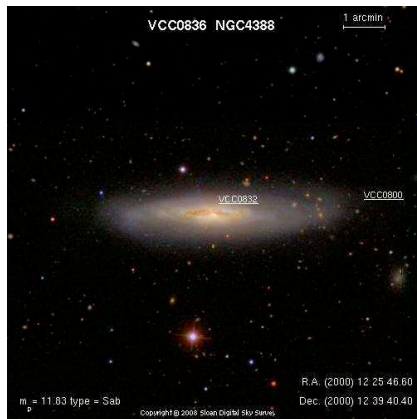
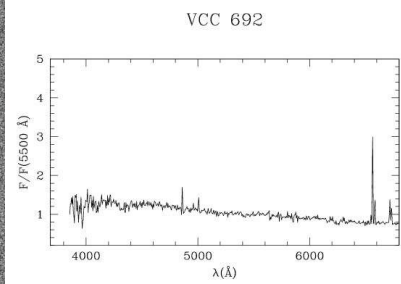
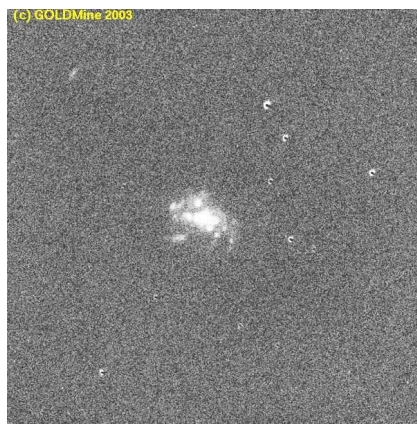
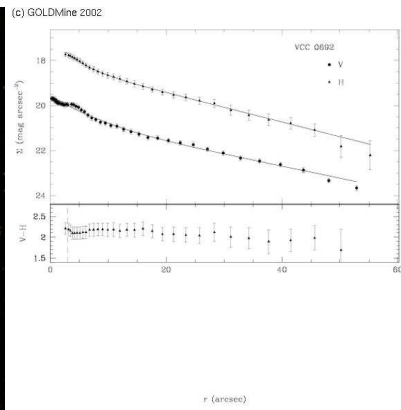
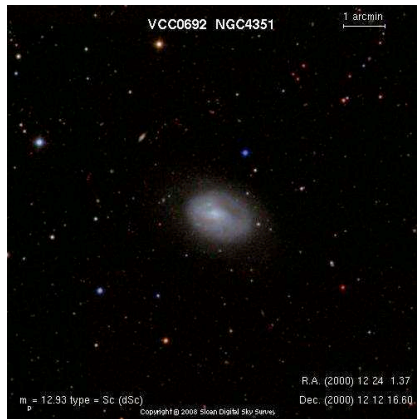
5.2 Beobachtungsdaten



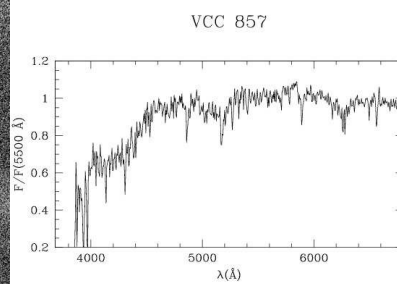
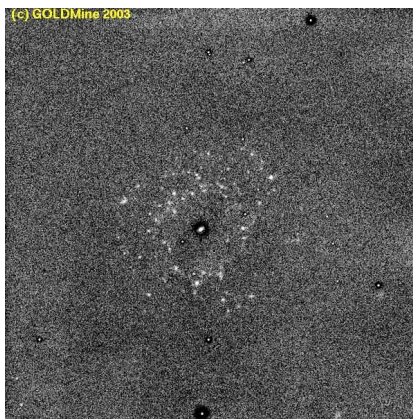
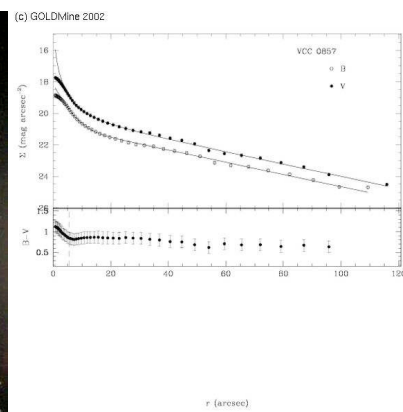
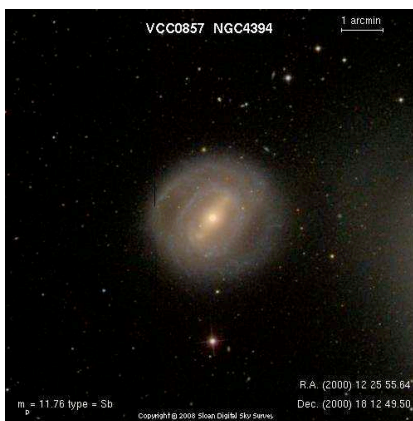
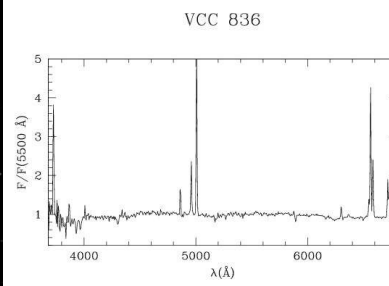
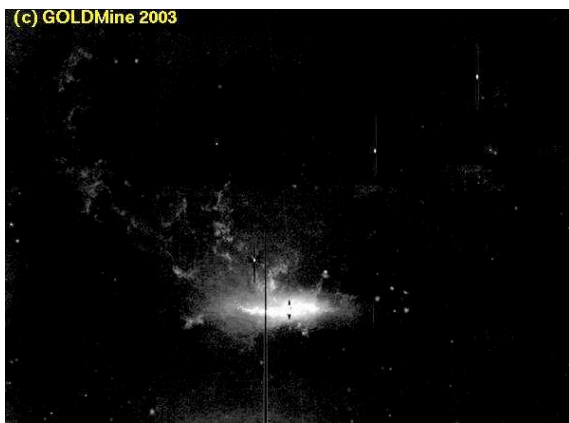
5 Schlußbetrachtung



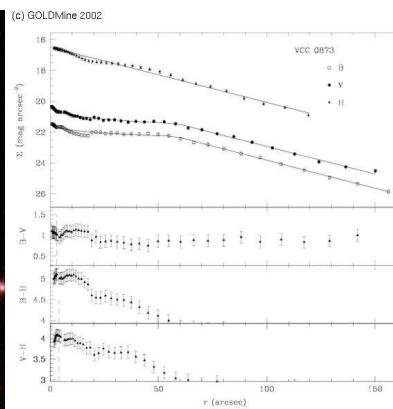
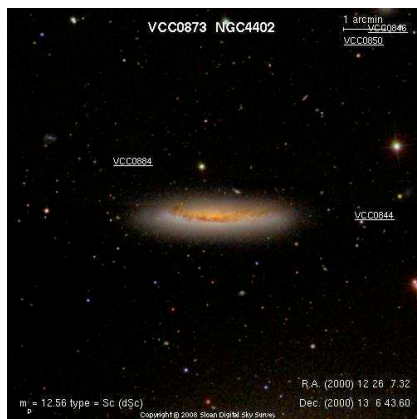
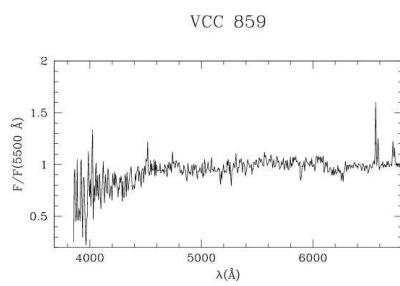
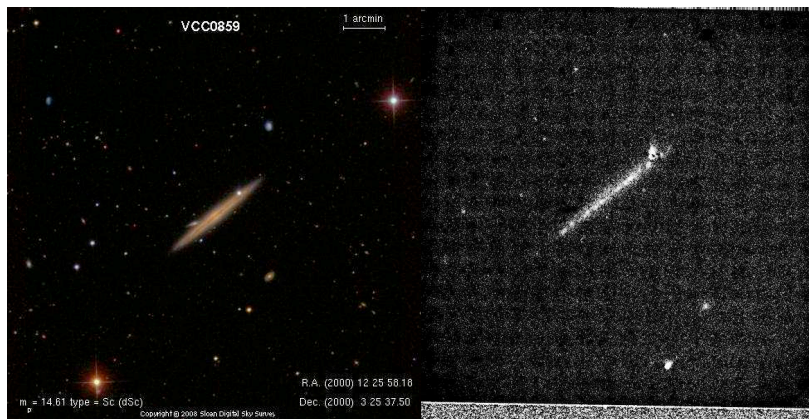
5.2 Beobachtungsdaten



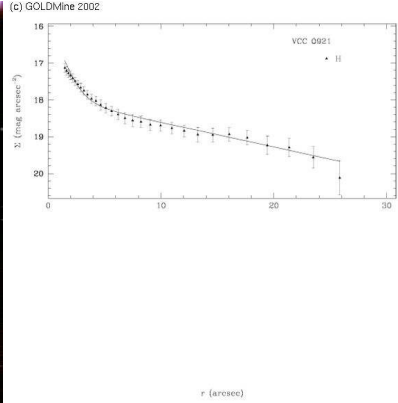
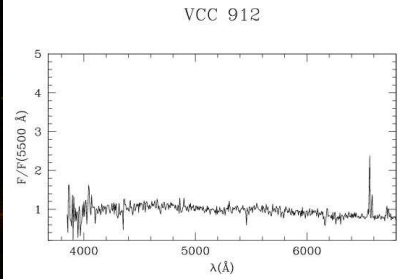
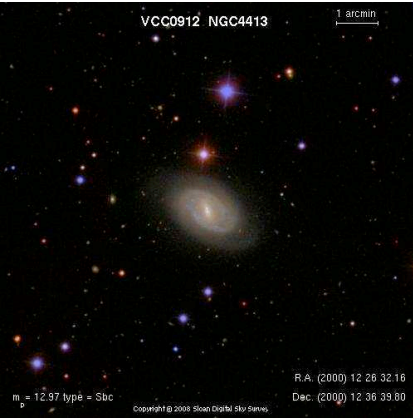
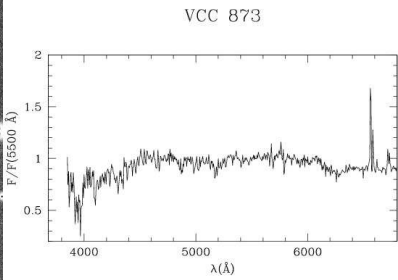
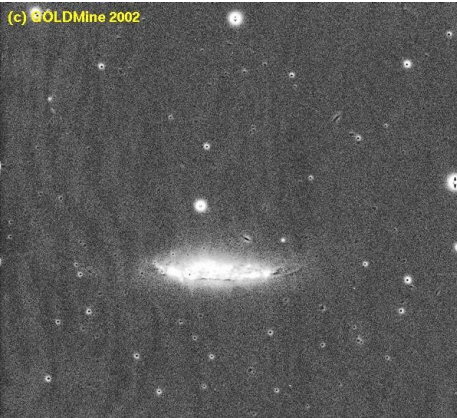
5 Schlußbetrachtung



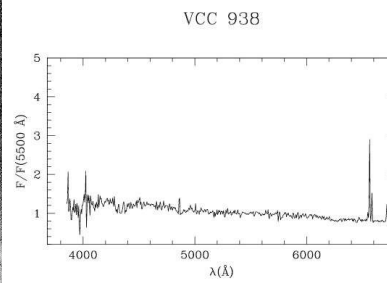
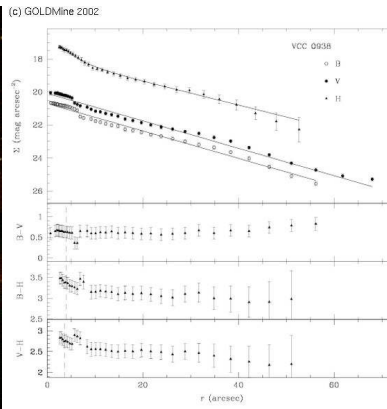
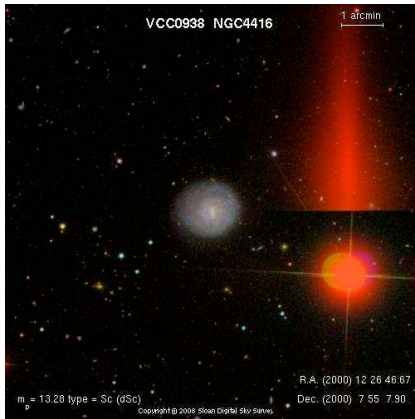
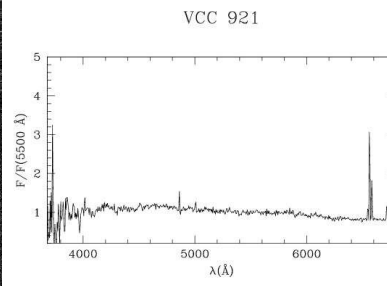
5.2 Beobachtungsdaten



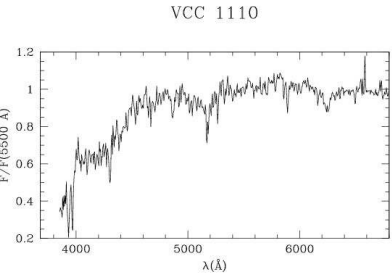
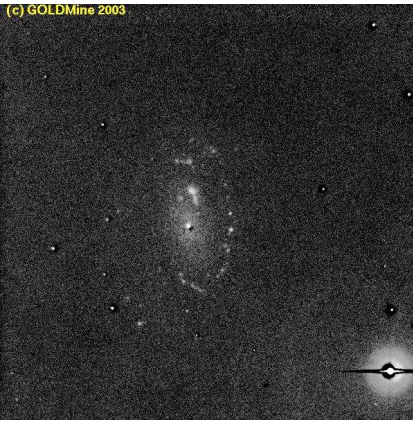
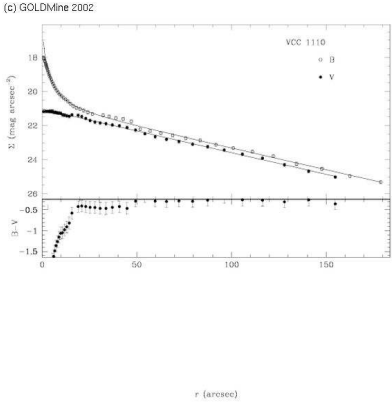
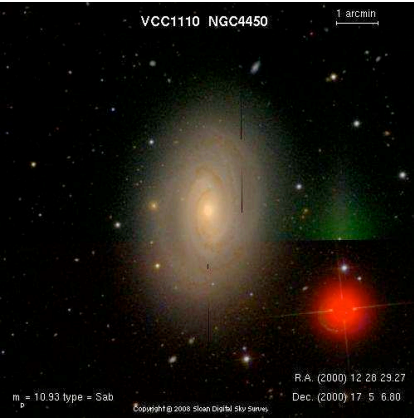
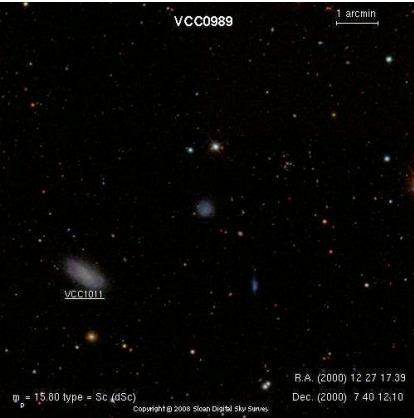
5 Schlußbetrachtung



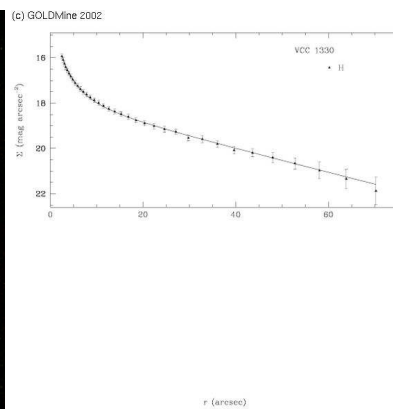
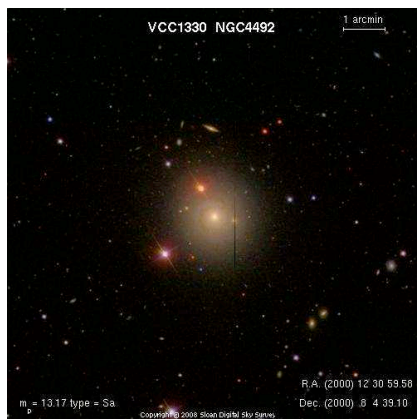
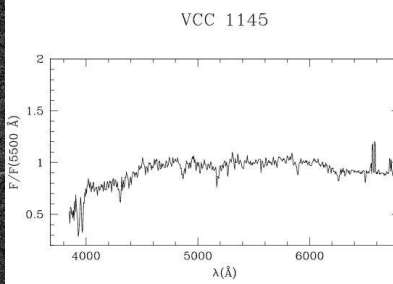
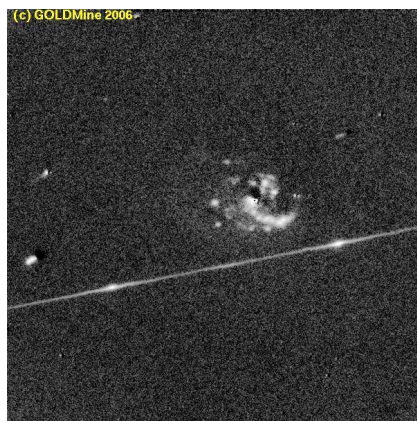
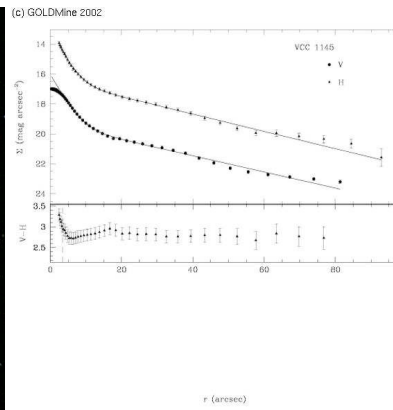
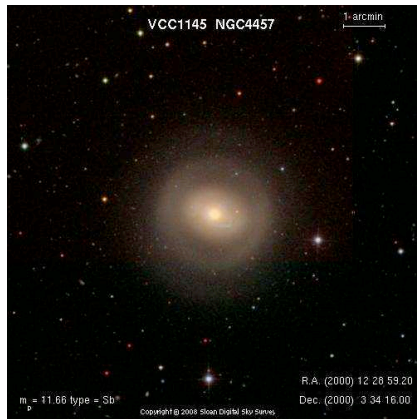
5.2 Beobachtungsdaten



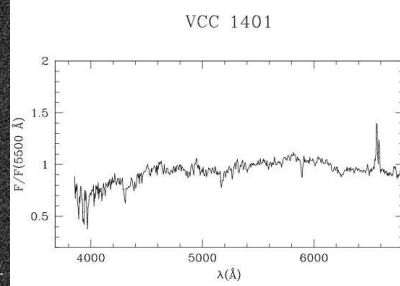
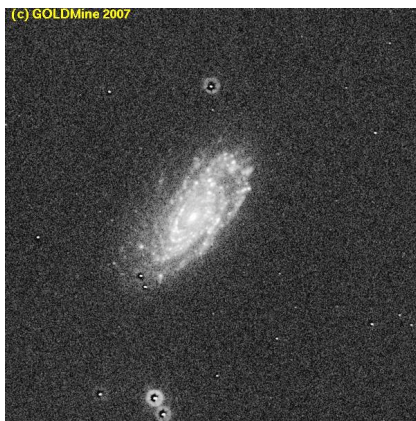
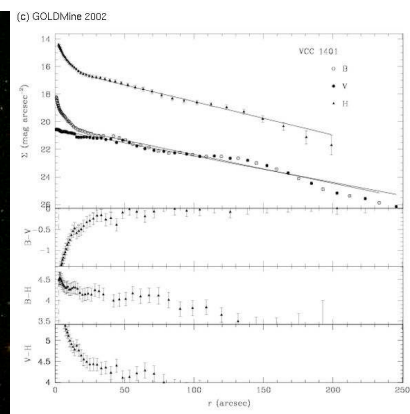
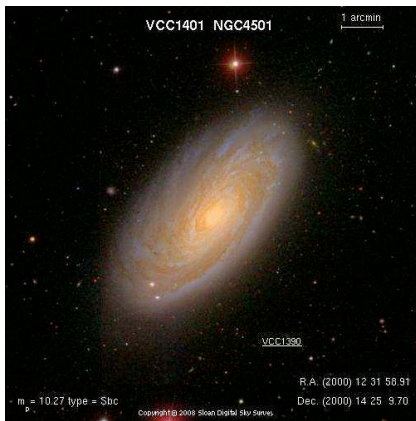
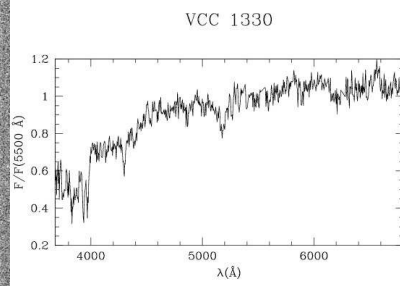
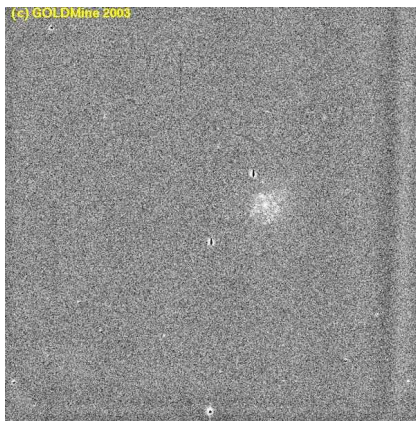
5 Schlußbetrachtung



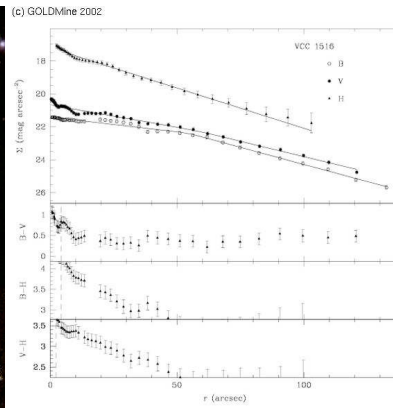
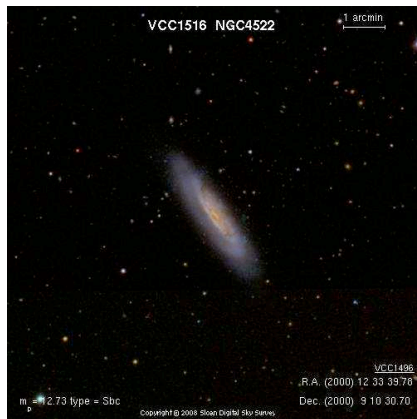
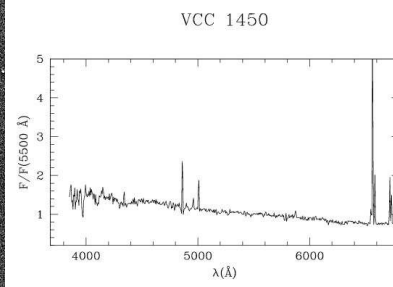
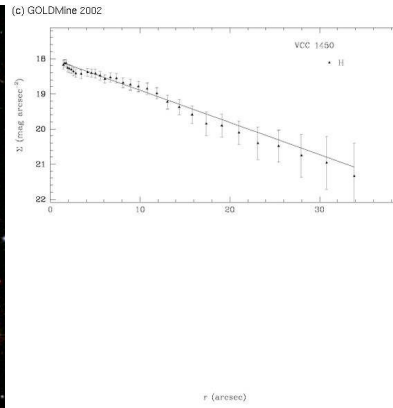
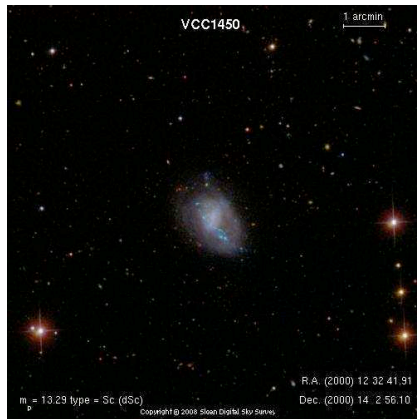
5.2 Beobachtungsdaten



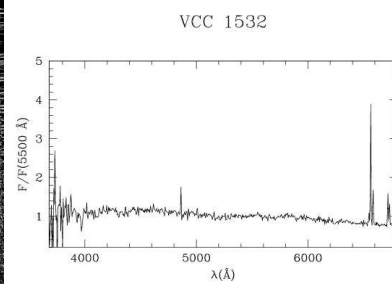
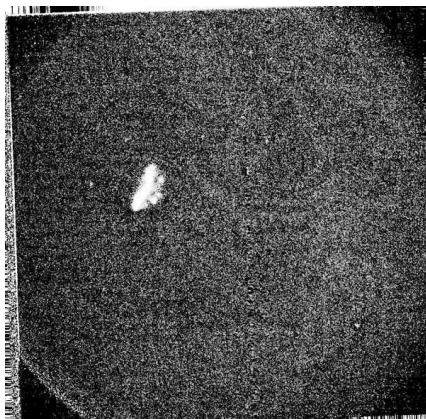
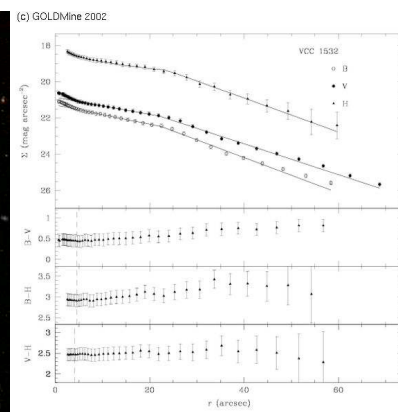
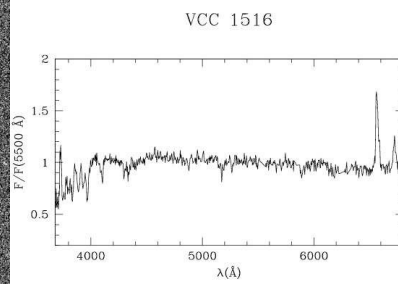
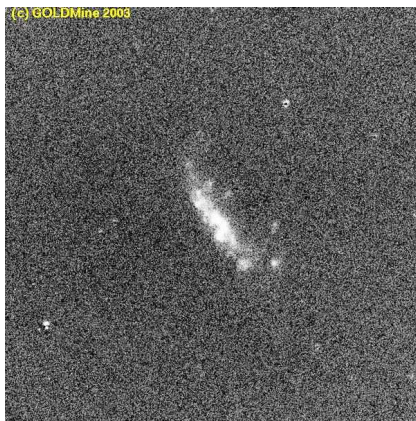
5 Schlußbetrachtung



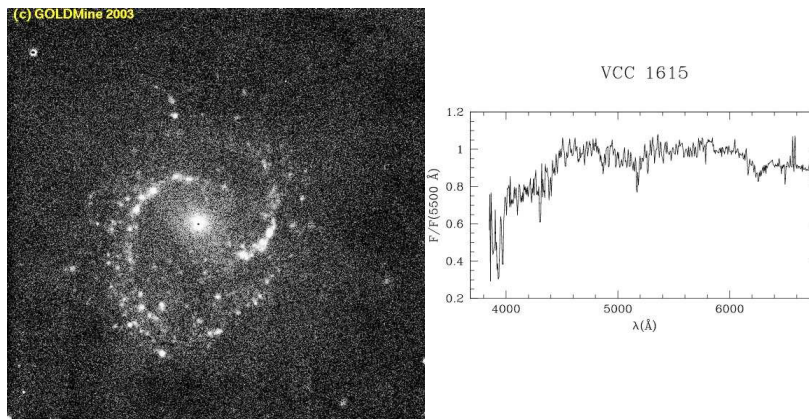
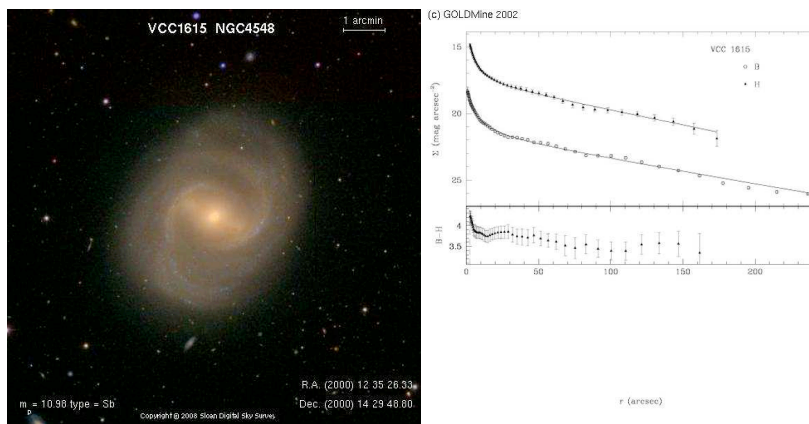
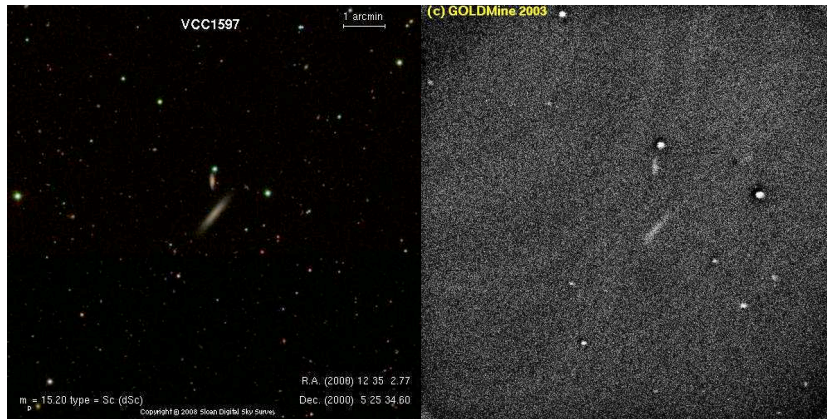
5.2 Beobachtungsdaten



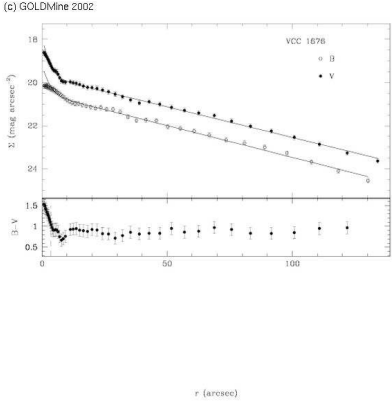
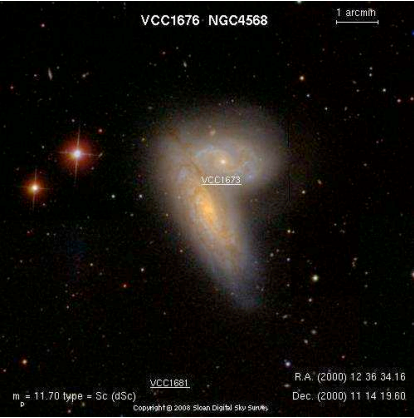
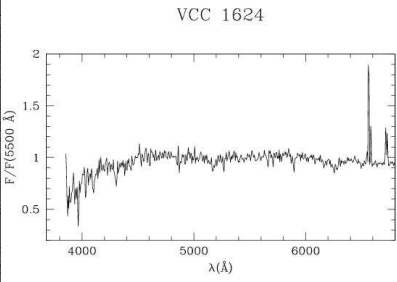
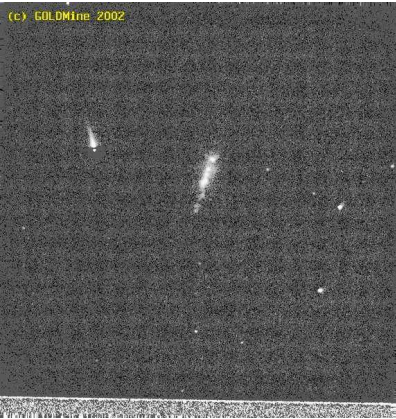
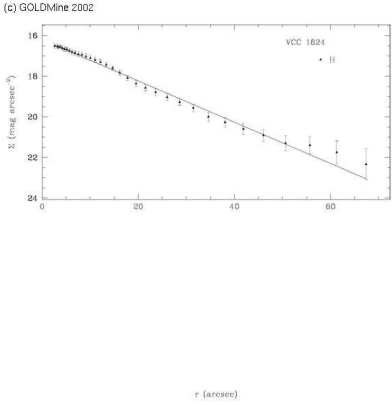
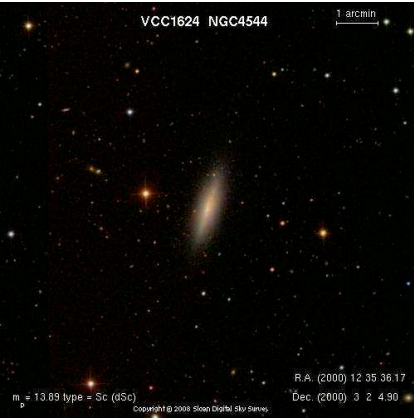
5 Schlußbetrachtung



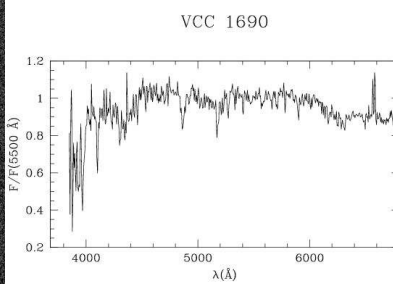
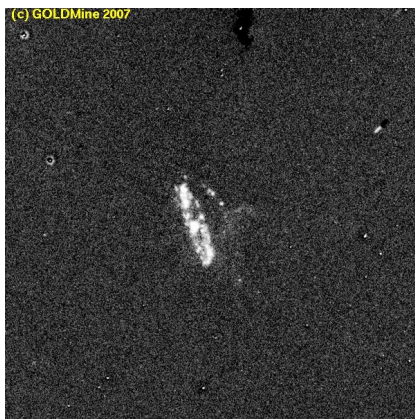
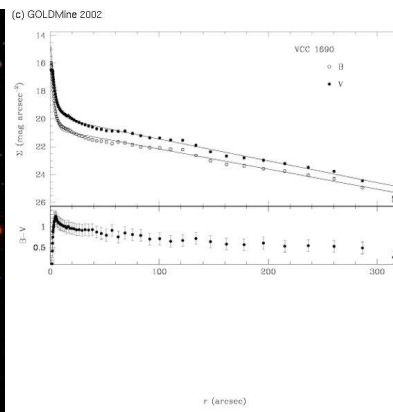
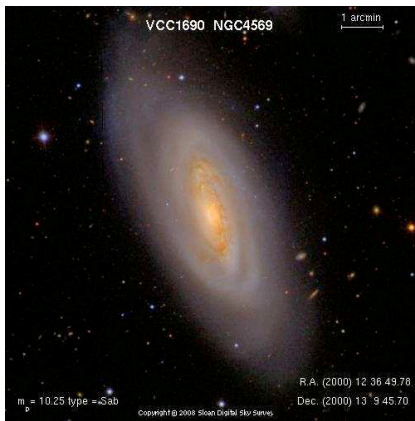
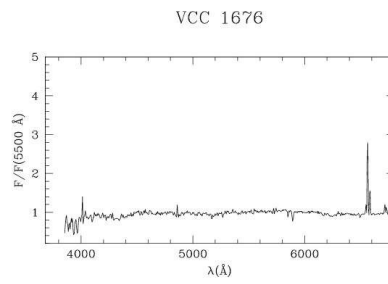
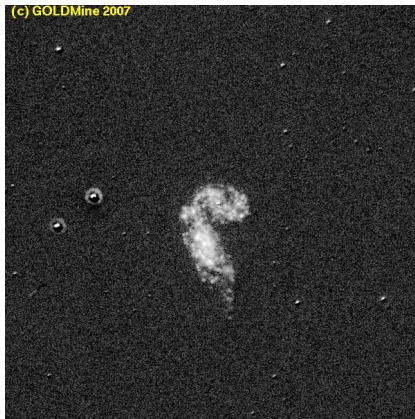
5.2 Beobachtungsdaten



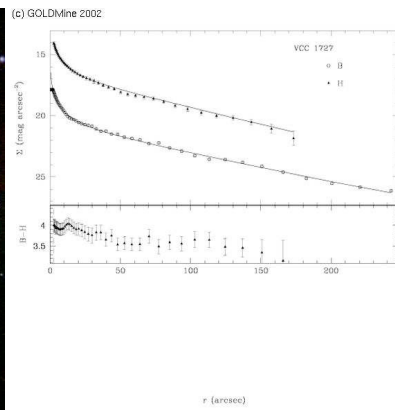
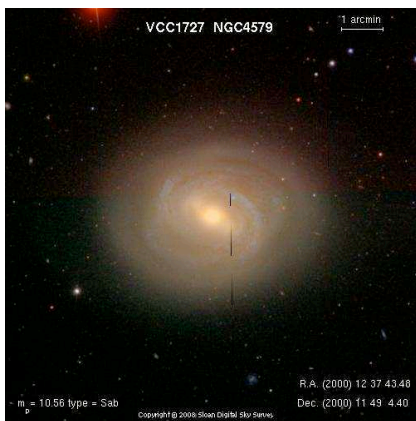
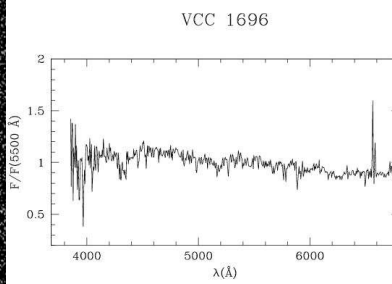
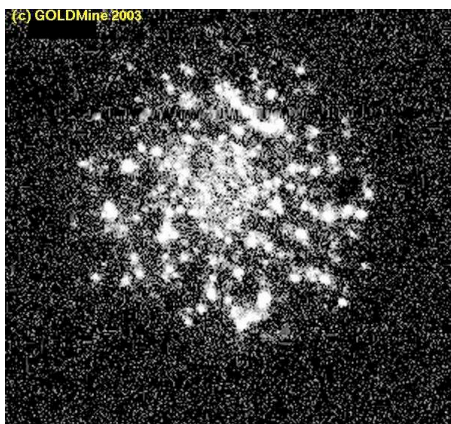
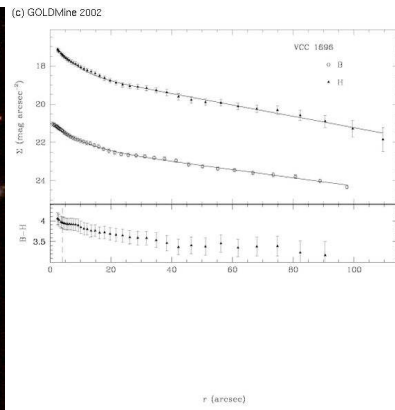
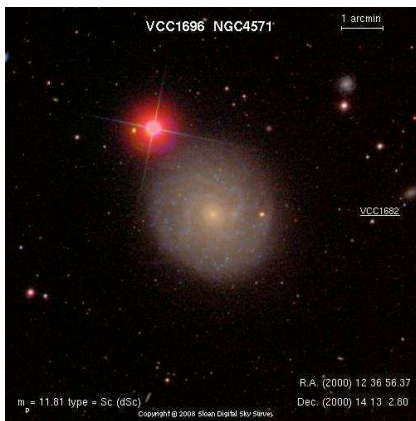
5 Schlußbetrachtung



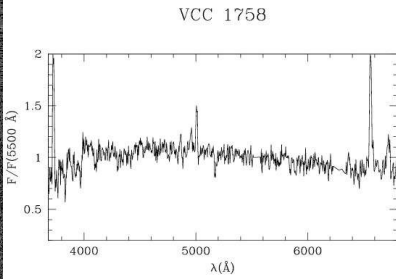
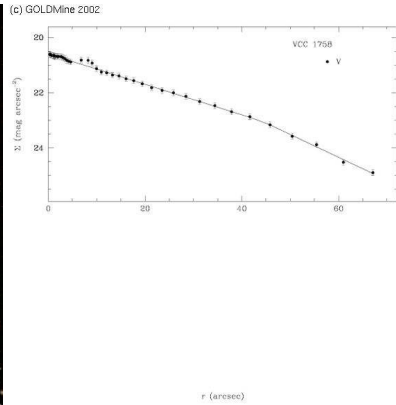
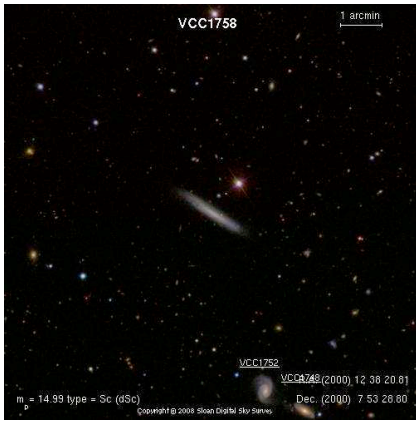
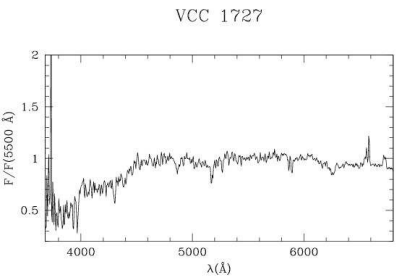
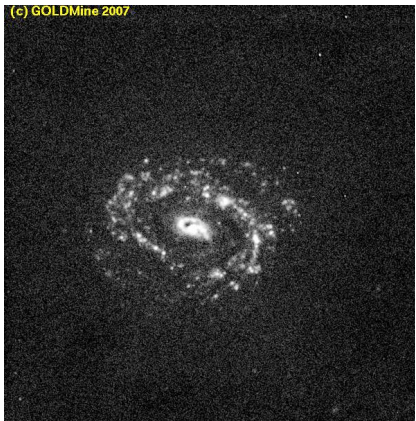
5.2 Beobachtungsdaten



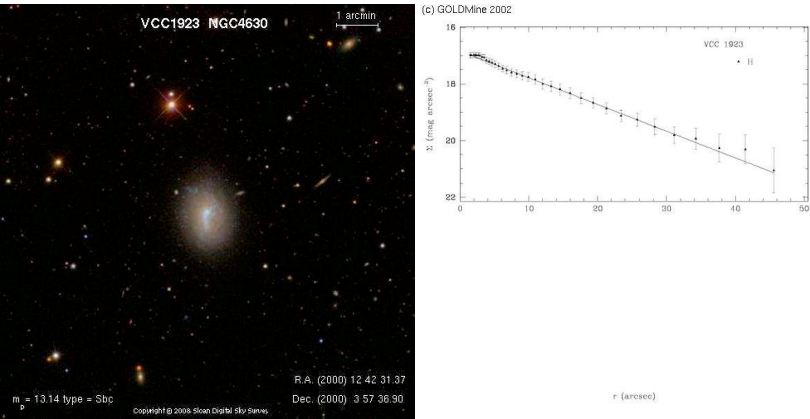
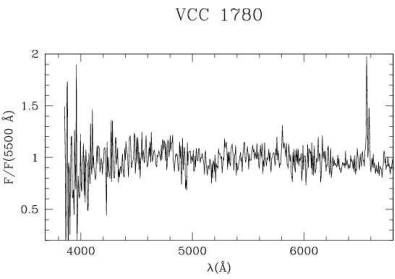
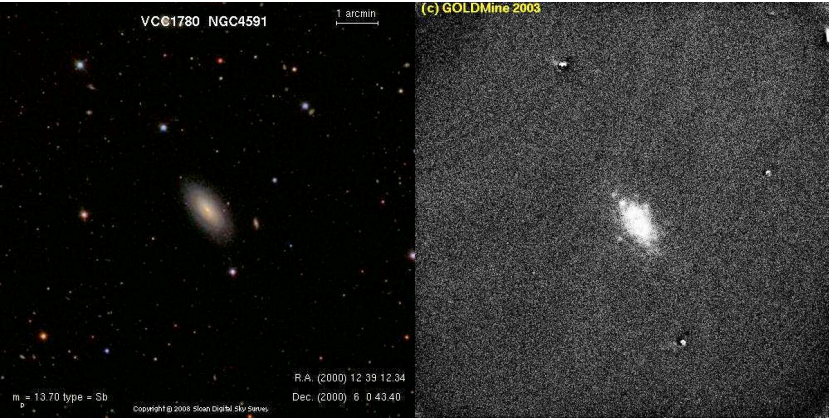
5 Schlußbetrachtung



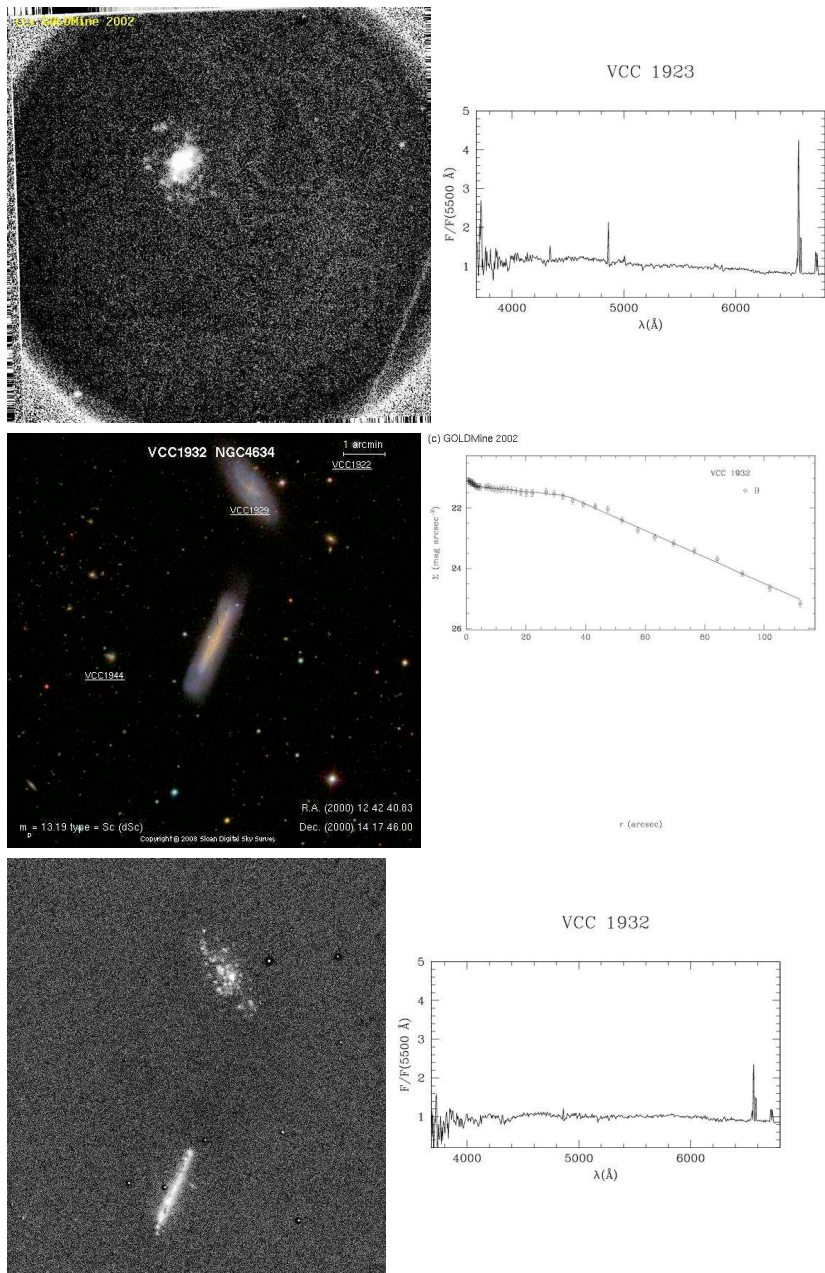
5.2 Beobachtungsdaten



5 Schlußbetrachtung



5.2 Beobachtungsdaten



Literaturverzeichnis

- Abadi, M. G., Moore, B. und Bower, R. G., 1999, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **308**, 947
- Abell, G. O., 1958, *Astrophysical Journal Supplement* **3**, 211
- Bekki, K. und Couch, W. J., 2003, *The Astrophysical Journal* **596**, L13
- Bender, R. und Paquet, A., 1999, *Astrophysics and Space Science* **267**, 283
- Binggeli, B., Popescu, C. C. und Tammann, G. A., 1993, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* **98**, 275
- Binggeli, B., Sandage, A. und Tammann, G. A., 1988, *Annual review of astronomy and astrophysics* **26**, 509
- Binggeli, B., Tammann, G. A. und Sandage, A., 1987, *Astronomical Journal* **94**, 251
- Binney, J., 1980, *Royal Society of London Philosophical Transactions Series A* **296**, 329
- Binney, J. und Tremaine, S., *Galactic dynamics*, 1987
- Böhringer, H., Briel, U. G., Schwarz, R. A., Voges, W., Hartner, G. und Trümper, J., 1994, *Nature* **368**, 828
- Boselli, A., Boissier, S., Cortese, L., Gil de Paz, A., Seibert, M., Madore, B. F., Buat, V. und Martin, D. C., 2006, *The Astrophysical Journal* **651**, 811
- Boselli, A. und Gavazzi, G., 2006, *The Publications of the Astronomical Society of the Pacific* **118**, 517
- Burkert, A. und Hensler, G., 1988, *Astronomy and Astrophysics* **199**, 131
- Cayatte, V., Kotanyi, C., Balkowski, C. und van Gorkom, J. H., 1994, *Astronomical Journal* **107**, 1003
- Cayatte, V., van Gorkom, J. H., Balkowski, C. und Kotanyi, C., 1990, *Astronomical Journal* **100**, 604
- Chamaraux, P., Balkowski, C. und Fontanelli, P., 1986, *Astronomy and Astrophysics* **165**, 15
- Chandrasekhar, S., *Hydrodynamic and hydromagnetic stability*, 1961
- Chung, A., van Gorkom, J. H., Kenney, J. D. P. und Vollmer, B., 2007, *The Astrophysical Journal* **659**, L115

- Cole, S., Aragon-Salamanca, A., Frenk, C. S., Navarro, J. F. und Zepf, S. E., 1994, *R.A.S. MONTHLY NOTICES* **271**, 781
- Cowie, L. L. und Songaila, A., 1977, *Nature* **266**, 501
- Dalgarno, A. und McCray, R. A., 1972, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* **10**, 375
- de Vaucouleurs, G., 1948, *Annales d'Astrophysique* **11**, 247
- de Vaucouleurs, G., 1959, *Handbuch der Physik* **53**, 275
- de Vaucouleurs, G., de Vaucouleurs, A., Corwin, Jr., H. G., Buta, R. J., Paturel, G. und Fouque, P., *Third Reference Catalogue of Bright Galaxies*, 1991, Volume 1-3, XII, 2069 pp. 7 figs.. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
- Domainko, W., Mair, M., Kapferer, W., van Kampen, E., Kronberger, T., Schindler, S., Kimeswenger, S., Ruffert, M. und Mangete, O. E., 2006, *Astronomy and Astrophysics* **452**, 795
- Dressler, A., 1980, *Astrophysical Journal* **236**, 351
- Dressler, A., 1986, *Astrophysical Journal* **301**, 35
- Dressler, A., Lynden-Bell, D., Burstein, D., Davies, R. L., Faber, S. M., Terlevich, R. und Wegner, G., 1987, *Astrophysical Journal* **313**, 42
- Eder, J., Giovanelli, R. und Haynes, M. P., 1991, *Astronomical Journal* **102**, 572
- Eggen, O. J., Lynden-Bell, D. und Sandage, A. R., 1962, *Astrophysical Journal* **136**, 748
- Faber, S. M. und Gallagher, J. S., 1979, *Annual review of astronomy and astrophysics* **17**, 135
- Freeman, K. C., 1970, *Astrophysical Journal* **160**, 811
- Fritz, A. und Ziegler, B. L., 2003, *Astronomische Nachrichten Supplement* **324**, 40
- Gavazzi, G., 1989, *Astrophysical Journal* **346**, 59
- Gavazzi, G., Boselli, A. und Kennicutt, R., 1991, *Astronomical Journal* **101**, 1207
- Gavazzi, G., Catinella, B., Carrasco, L., Boselli, A. und Contursi, A., 1998, *The Astronomical Journal* **115**, 1745
- Gavazzi, G., Franzetti, P., Scodreggio, M., Boselli, A. und Pierini, D., 2000, *Astronomy and Astrophysics* **361**, 863
- Grebel, E. K., The Star Formation History of the Local Group, 2000, in F. Favata, A. Kaas, & A. Wilson (ed.), *Star Formation from the Small to the Large Scale*, Vol. 445 of *ESA Special Publication*, p. 87
- Gunn, J. E. und Gott, J. R. I., 1972, *Astrophysical Journal* **176**, 1
- Haynes, M. P. und Giovanelli, R., 1986, *Astrophysical Journal* **306**, 466
- Haynes, M. P., Giovanelli, R. und Chincarini, G. L., 1984, *Annual review of astronomy and astrophysics* **22**, 445
- Haynes, M. P., Herter, T., Barton, A. S. und Benensohn, J. S., 1990, *Astronomical Journal* **99**, 1740

- Ho, L. C., Filippenko, A. V. und Sargent, W. L., 1995, *Astrophysical Journal Supplement Series* **98**, 477
- Hoffman, G. L., Helou, G. und Salpeter, E. E., 1988, *Astrophysical Journal* **324**, 75
- Hogg, D. E., Roberts, M. S. und Sandage, A., 1993, *Astronomical Journal* **106**, 907
- Holmberg, E., 1958, *Meddelanden fran Lunds Astronomiska Observatorium Serie II* **136**, 1
- Hubble, E., *The realm of the nebulae*, 1958, New York: Dover, 1958
- Hubble, E. P., 1936, *Yale University Press*
- Jaffe, W., 1983, *Royal Astronomical Society, Monthly Notices* **202**, 995
- Kenney, J. D. P. und Koopmann, R. A., 1999, *The Astronomical Journal* **117**, 181
- Kenney, J. D. P., van Gorkom, J. H. und Vollmer, B., 2004, *The Astronomical Journal* **127**, 3361
- King, I., 1962, *Astronomical Journal* **67**, 471
- King, I. R., 1966, *Astronomical Journal* **71**, 64
- Kinney, A. L., Bohlin, R. C., Calzetti, D., Panagia, N. und Wyse, R. F. G., 1993, *Astrophysical Journal Supplement Series* **86**, 5
- Koopmann, R. A. und Kenney, J. D. P., 2004a, *The Astrophysical Journal* **613**, 866
- Koopmann, R. A. und Kenney, J. D. P., 2004b, *The Astrophysical Journal* **613**, 851
- Kormendy, J., 1977, *Astrophysical Journal* **217**, 406
- Larson, R. B., 1974, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **166**, 585
- Larson, R. B., Tinsley, B. M. und Caldwell, C. N., 1980, *Astrophysical Journal* **237**, 692
- Mamon, G. A., Sanchis, T., Salvador-Solé, E. und Solanes, J. M., 2004, *Astronomy and Astrophysics* **414**, 445
- McKee, C. F. und Ostriker, J. P., 1977, *Astrophysical Journal* **218**, 148
- Quilis, V., Moore, B. und Bower, R., 2000, *Science* **288**, 1617
- Roberts, M. S. und Haynes, M. P., 1994, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* **32**, 115
- Roediger, E. und Brüggen, M., 2006, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **369**, 567
- Roediger, E. und Brüggen, M., 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **380**, 1399
- Roediger, E. und Hensler, G., 2008, *Astronomy and Astrophysics* **483**, 121
- Rubin, V. C., 1983, *Science* **220**, 1339
- Rubin, V. C., Ford, W. K. J. und Whitmore, B. C., 1988, *Astrophysical Journal* **333**, 522
- Rubin, V. C., Kenney, J. D., Boss, A. P. und Ford, W. K. J., 1989, *Astronomical Journal* **98**, 1246
- Salpeter, E. E., 1955, *Astrophysical Journal* **121**, 161
- Sanchis, T., Mamon, G. A., Salvador-Solé, E. und Solanes, J. M., 2004, *Astronomy and Astrophysics* **418**, 393

- Sandage, A., *The Hubble atlas of galaxies*, 1961, Washington: Carnegie Institution, 1961
- Sandage, A., Sandage, M. und Kristian, J., *Galaxies and the Universe*, 1975, Galaxies and the Universe
- Schechter, P. L. und Peebles, P. J. E., 1976, *Astrophysical Journal* **209**, 670
- Sersic, J. L., *Atlas de galaxias australes*, 1968, Cordoba, Argentina: Observatorio Astronomico, 1968
- Shostak, G. S., Roberts, M. S. und Peterson, S. D., 1975, *Astronomical Journal* **80**, 581
- Solanes, J. M., Manrique, A., García-Gómez, C., González-Casado, G., Giovanelli, R. und Haynes, M. P., 2001, *The Astrophysical Journal* **548**, 97
- Solanes, J. M. und Salvador-Sole, E., 1992, *Astrophysical Journal* **395**, 91
- Solanes, J. M., Sanchis, T., Salvador-Solé, E., Giovanelli, R. und Haynes, M. P., 2002, *The Astronomical Journal* **124**, 2440
- Solanes, J. M., Sanchis, T., Salvador-Solé, E. und Mamon, G. A., H I view of the Virgo cluster outskirts: implications on galaxy evolution, 2004, in A. Diaferio (ed.), *IAU Colloq. 195: Outskirts of Galaxy Clusters: Intense Life in the Suburbs*, p. 401
- Spitzer, L. J. und Baade, W., 1951, *Astrophysical Journal* **113**, 413
- Strömgren, B., 1939, *Astrophysical Journal* **89**, 526
- Toomre, A., Mergers and Some Consequences, 1977, in B. M. Tinsley & R. B. Larson (ed.), *Evolution of Galaxies and Stellar Populations*, p. 401
- Toomre, A. und Toomre, J., 1972, *Astrophysical Journal* **178**, 623
- Tully, R. B. und Shaya, E. J., 1984, *Astrophysical Journal* **281**, 31
- Valluri, M. und Jog, C. J., 1990, *Astrophysical Journal* **357**, 367
- van Albada, T. S., Bahcall, J. N., Begeman, K. und Sancisi, R., 1985, *Astrophysical Journal* **295**, 305
- van den Bergh, S., 1976, *Sky and Telescope* **52**, 410
- van den Bergh, S., 1991, *Astronomical Society of the Pacific* **103**, 390
- van den Bergh, S., 2009, *The Astrophysical Journal Letters* **694**, L120
- van Driel, W. und van Woerden, H., 1991, *Astronomy and Astrophysics* **243**, 71
- Vollmer, B., Cayatte, V., Balkowski, C. und Duschl, W. J., 2001, *The Astrophysical Journal* **561**, 708
- Weaver, R., McCray, R., Castor, J., Shapiro, P. und Moore, R., 1977, *Astrophysical Journal* **218**, 377
- White, S. D. M. und Rees, M. J., 1978, *Royal Astronomical Society, Monthly Notices* **183**, 341
- Worthey, G., 1994, *The Astrophysical Journal Supplement Series* **95**, 107
- Worthey, G. und Collobert, M., 2003, *The Astrophysical Journal* **586**, 17
- Zwicky, F., *Morphological astronomy*, 1957

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Kristina Sternig

Adresse: Liechtensteinstrasse 72/2/5, 2345 Brunn am Gebirge

Geburtsdatum: 18.11.1982 in Mödling (NÖ)

Nationalität: Österreich

Familienstand: ledig

Ausbildung

- 1989-1993: Volksschule Brunn am Gebirge
- 1993-1997: Hauptschule Brunn am Gebirge
- 1997-2001: Oberstufenrealgymnasium Anton-Krieger-Gasse Wien Liesing:
 - Reifeprüfung mit Schwerpunkt Physik, Chemie und Latein
 - Verfasste Fachbereichsarbeit in Physik (“Die Zeit-Relative Größe in der Physik”)
- 2001: Diplomstudium an der Universität Wien an der Fakultät für Astronomie (Türkenschanzstrasse 18.Bezirk)
 - 2003: Abschluss der ersten Diplomprüfung mit gutem Erfolg
 - * Mathematik: Analysis, Numerik, Funktionaltheorie,...
 - * Physik: Methoden der Theoretischen und Experimentellen Physik, div. Praktika,...
 - * Astronomie: Astrophysik, Stelldynamik, Instrumentenkunde, numerische Modellrechnung,...
 - 2006: Übernahme der Diplomarbeit aus dem Wahlfach Extragalaktik
 - 2007: Tutortätigkeit für die Lehrveranstaltung “Einführung in die Astronomie 2”
 - * Auslandsaufenthalt in Genf (Genfer Observatorium) und in Marseille (Laboratoire d’Astronomie) im Rahmen meiner Diplomarbeit

Literaturverzeichnis

- 2009: Mitwirkung an einer Publikation für Astronomy&Astrophysics; „Are anemic spirals the result of ram-pressure stripping?” (Hensler, Zeilinger, Sternig et. Boselli; 2009/2010)
 - * Abschluß der Diplomarbeit