

Säkulare Entwicklung von Galaxien

**Bakkalaureatsarbeit
von Vera Maria Passegger
0701216**

**Betreuender Professor
Univ.-Prof. Dipl.-Phys. Dr. Gerhard Hensler**

Inhalt

- Einleitung
- Bildung einer Scheibe
- Entstehung von Balken
- Entstehung eines Bulges
 - Klumpenbildung
- Gekoppelte Entwicklung
- Merging
- Zusammenfassung
- Literatur

Einleitung



Abb. 1 : Hubble Sequenz

http://universum.mediaquell.com/files/2010/01/Hubble_sequence_koistinen.jpg

Einleitung

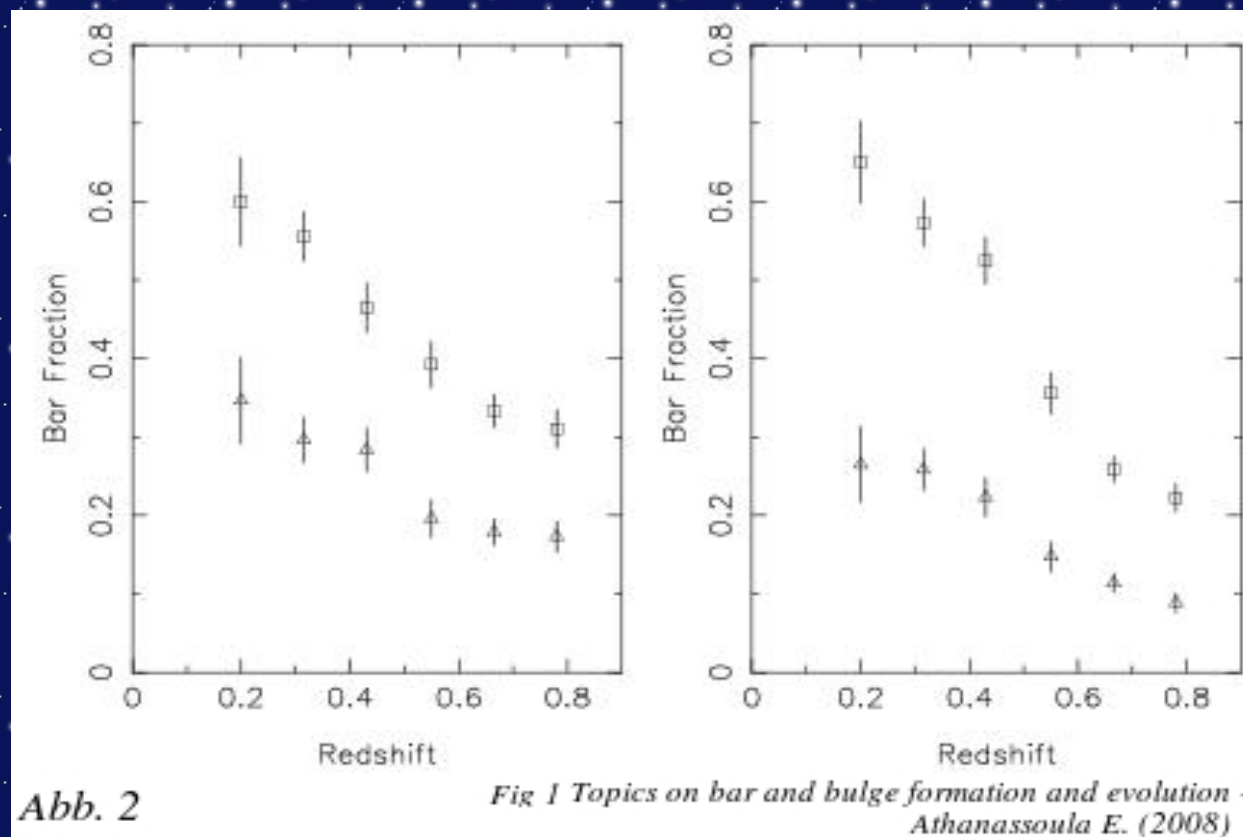
- Gas und Sterne in scheibenartiger Struktur verteilt → Scheibengalaxien
- Bilden Großteil der Population des Lokalen Universums
- In späten 70ern: Rotationskurven beobachtet, → Scheiben in dunklem Halo eingebettet
- Fall & Efstathiou 1980: Galaxienentstehung durch Gaskühlung und Kondensation in Dunklem Materie Halo

Entstehung von Scheiben

- Galaxienentstehung ist 2-Phasen Prozess
- Gasakkretion → Scheibengalaxien
Galaxien-Merging → Elliptische Galaxien
- Cattaneo et al → 3 Formen der Entstehung:
 - $m_{\text{sterne}} < 10^{10} M_{\odot}$: Gasakkretion
 - $10^{10} < m_{\text{Sterne}} < 10^{11} M_{\odot}$: Gasakkretion & „Wet“ Mergers
 - $m_{\text{sterne}} > 10^{11} M_{\odot}$: „Dry“ Mergers

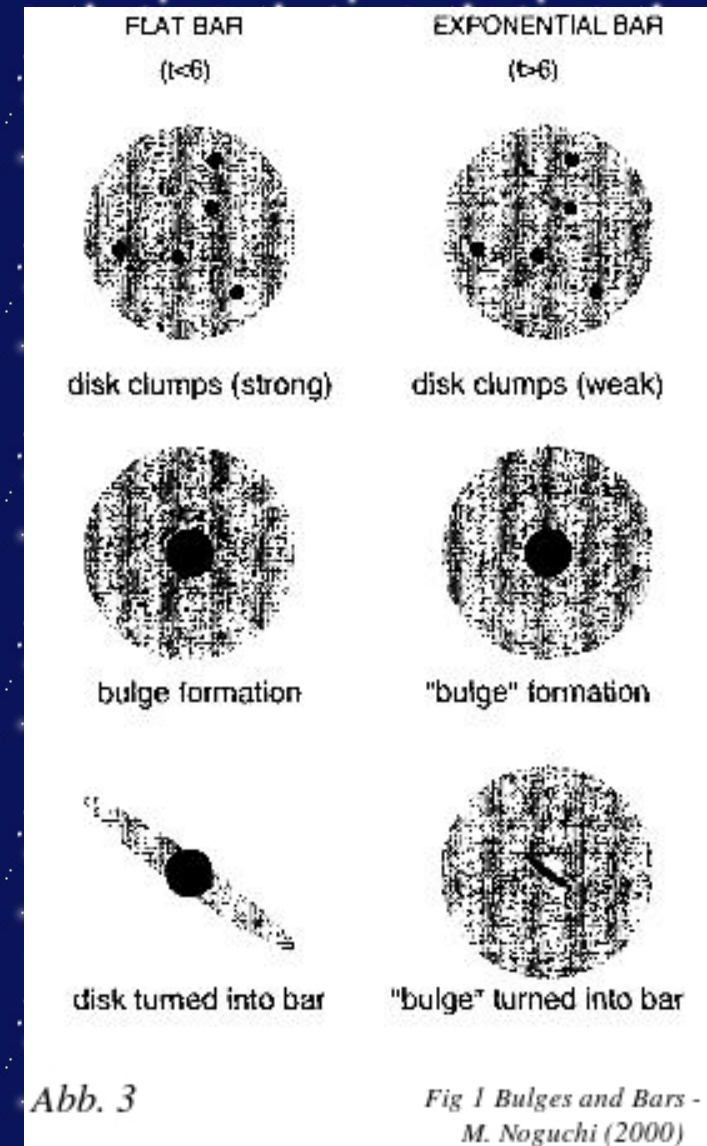
Entstehung von Balken

- Athanassoula 2008: Balkenidentifikation aus COSMOS Feld visuell und über Ellipsen-Fits
- Balkenanteil ist über die Zeit nicht konstant



Entstehung von Balken

- Aufteilung in 2 Gruppen:
 - *Flach*: In frühen Galaxien, Oberflächenhelligkeitsprofil fast flach
 - *Exponentiell*: In späten Typen, Oberflächenhelligkeit steil abfallend
- → Balkendichotomie
- N-Körper Simulationen von Noguchi 2000 zeigen Gründe für Dichotomie

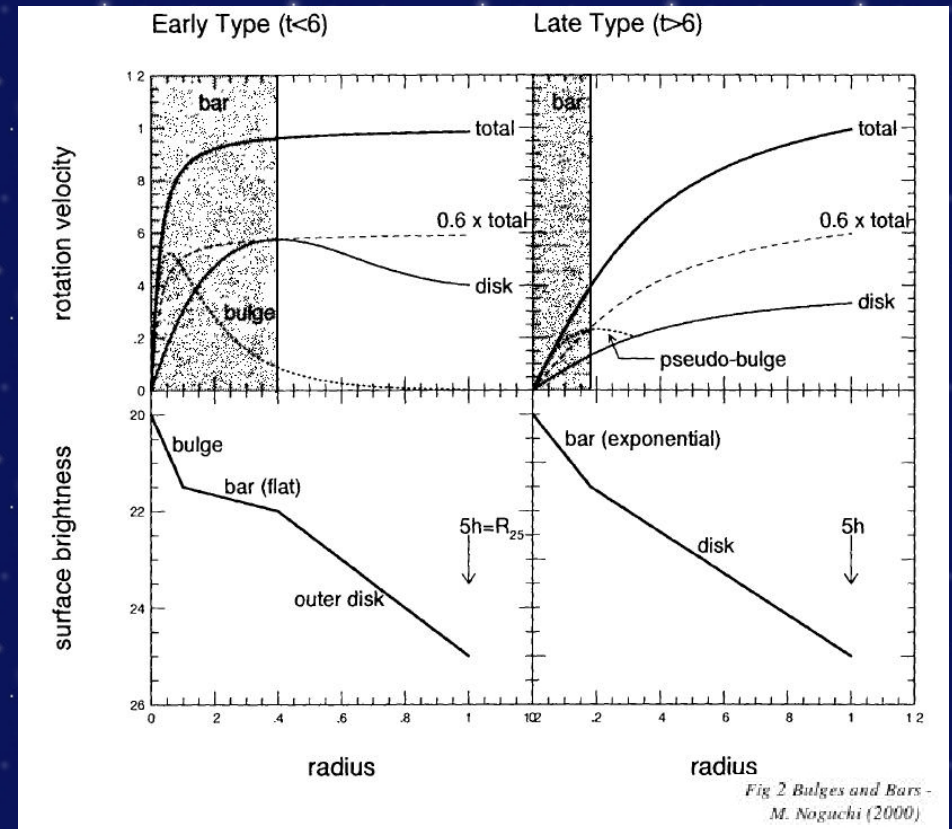


Entstehung eines Balken

- Klumpen in Scheibe sind zerstörenden Kräften ausgesetzt
- Klumpen in frühen Galaxien sind massereicher und robuster → entwickeln Bulge (Noguchi, 2000)
- Balken erst später aus der Scheibe gebildet
- In späten Galaxien kann ein Balken aus einem kalten Bulge entstehen

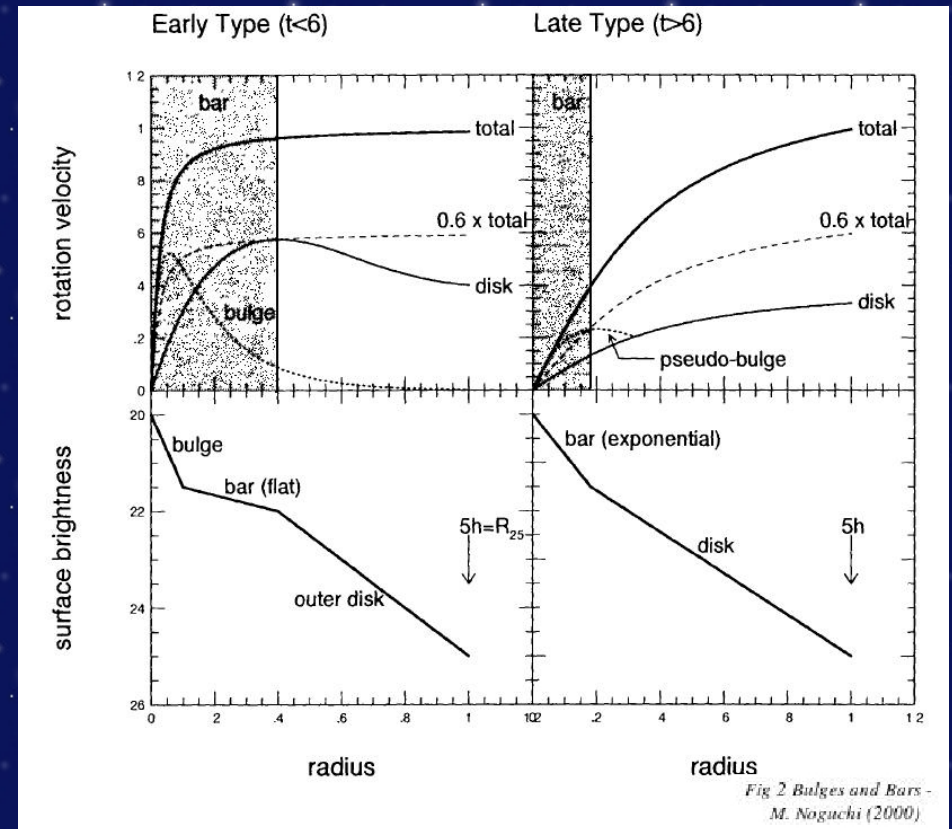
Entstehung eines Balken

- Bildung eines Balken, wenn bestimmter Anteil der totalen Masse innerhalb des Scheibenradius
- In frühen Galaxien-Typen 3-geteiltes Helligkeitsprofil



Entstehung eines Balken

- Späte Typen dominiert von Dunkler Materie → nicht balkeninstabil
- Zentraler Teil wird selbstgravitativ → kurzer Balken in bulgeloser Galaxie (exponentiell)



Entstehung eines Bulges

- 3 Typen von Bulges:
 - Klassisch: Bildung aus Scheibenmaterial oder durch Akkretion von außen
 - Boxy/Peanut: durch vertikale Instabilität des Balken, Aufblähung der inneren Teile des Balken
 - Discy: Drehmoment der Balken drückt Gas und Sterne in innere Regionen, Bildung von Substrukturen

Entstehung eines Bulges

- 3 Wege der Definition:
 - Morphologisch: Über Anstieg der Lichtverteilung im zentralen Teil,
Nachteil: Nur „Edge-On“, Vorteil: Nur Bild nötig
 - Photometrisch: Extra Licht in exponentieller Helligkeitskurve der Scheibe,
Nachteil: Jedes extra Licht ist Bulge
Vorteil: Unabhängig von Inklination
 - Kinematisch: Wo befindet sich Objekt im V/σ - Plot

Klumpenbildung

- Elmegreen 2009: Beobachtungen des UDF nach „Chains“ und „Clump Clusters“
- Scheiben von klumpigen Galaxien zerfallen in Klumpen, die ins Zentrum wandern und den Bulge formen
- Stellarer Feedback zerstört Klumpen nicht, Bulge-Entstehungsprozess ist selbstlimitierend
- Klumpen entstehen durch gravitative Instabilität
- Massen zwischen $10^7 - 10^9 M_{\odot}$

Gekoppelte Entwicklung

- Noguchi 1998, aus N-Körper Simulationen: Durch radiative Kühlung zerfallen junge Scheiben in subgalaktische Klumpen, die im Zentrum Bulge bilden
- 1999: Untersuchung mit Multi-Komponenten Modell
- Bulge/Scheiben-Massenverhältnis fällt von frühen zu späten Hubble-Typen ab, steigt dann wieder für sehr späte Typen

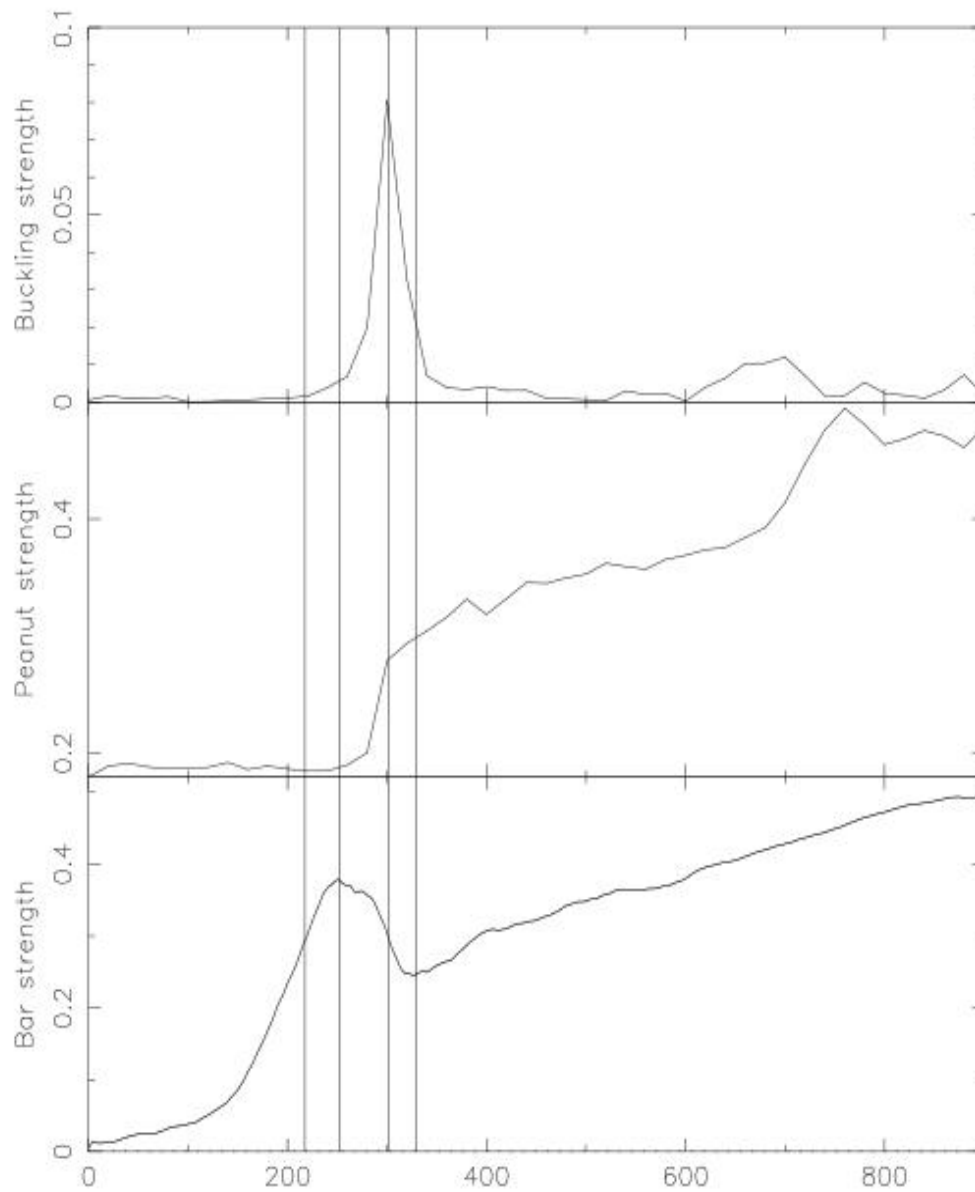


Abb. 12

Fig 1 Formation and Evolution of Bulges -
E. Athanassoula, I. Martinez-Valpuesta (2008)

- Athanassoula 2008:
 - 1.Linie: Maximum Balkenwachstum
 - 2.Linie: Maximum Balkenfestigkeit
 - 3.Linie: Balkenzerfall
 - 4.Linie: Minimum Balkenfestigkeit
- 100 Einheiten = 1.4GJ

Merging

- Walker 1996: Kleine Merger führen zur Bildung einer X-förmigen Bulge – Struktur
- Simulation arbeitet mit exponentieller Scheibe und Modell-Satelliten (10:1)

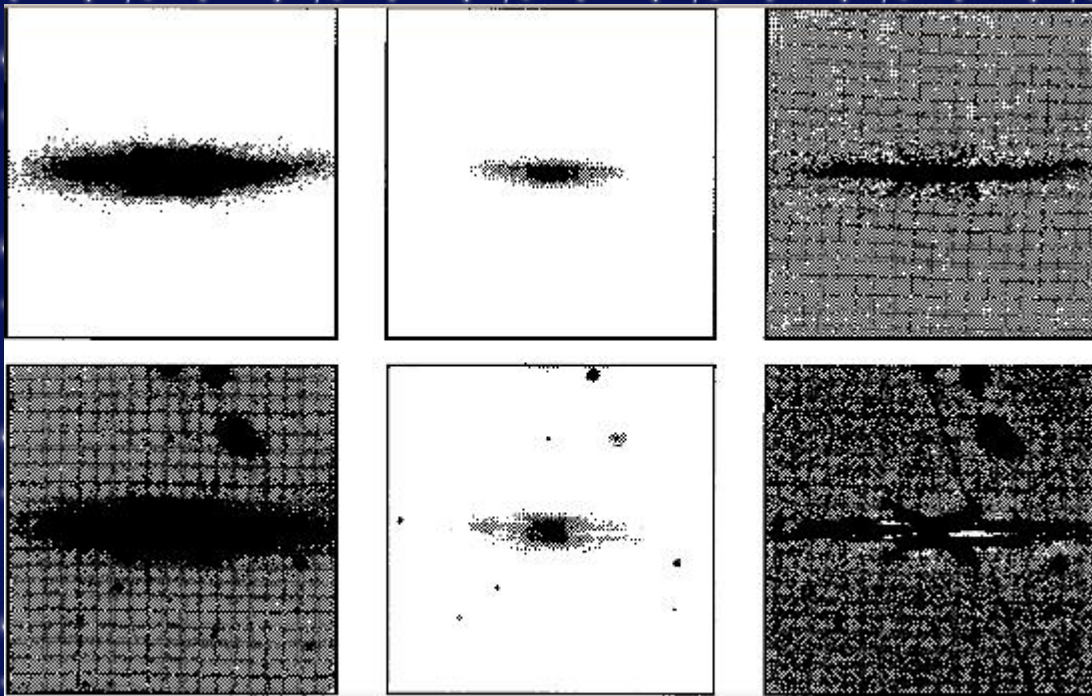


Abb. 14

Fig 2 & 3 Mergers to Bars to Boxy Bulges: A Galaxy Evolution Story -
I.R. Walker, J.C. Mihos, L. Hernquist, M. Bolte (1996)

- Durch Einfall entstandener Balken knickt ein und formt X-förmigen Bulge
- Solche Merger sind relativ häufig, auch wenn Resultat selten: z.B.: Hickson 87a

Zusammenfassung

- Entstehung verschiedener morphologische Galaxien-Typen durch Gasakkretion oder Merging
- Zwei Gruppen von Balken: *flach*, *exponentiell*
- Frühe Galaxien-Typen: Balken entsteht aus Scheibe
Späte Galaxien-Typen: Balken entsteht aus Bulge
- Balkenbildung kann Scheibe „aufsaugen“
- 3 Typen von Bulges: klassisch, boxy/peanut, discy
- Bulge-Bildung durch Klumpen, die im Zentrum mergen
- Mögliche Entwicklung durch Merging



DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT

Literatur

- Athanassoula E., “Secular Evolution of Disc Galaxies and of their Components”, aus “Mapping the Galaxy and Nearby Galaxies”, 2008, K.Wada & F.Combes, pages 47+
- Athanassoula E., “Topics on Bar and Bulge Formation and Evolution”, aus “Astronomical Society of the Pacific Conference Series”, 2008, ASPC Vol. 396, J.G.Funes & E.M.Corsini, pages 333+
- Athanassoula, E., Martinez-Valpuesta, I., “Formation and Evolution of Bulges”, aus “Pathways Through an Eclectic Universe”, 2008, ASPC Vol.390, J.H.Knapen, T.J.Mahoney & A.Vazdekis, pages 454+
- Elmegreen, B.G., “Bulge formation by the coalescence of giant clumps in primordial disk galaxies”, aus ArXiv e-prints, 2009
- Noguchi, M., “Bulges and Bars”, aus “Dynamics of Galaxies: from the Early Universe to the Present”, 2000, ASPC Vol. 197, F.Combes, G.A.Mamon & V.Charmandaris, pages 7+
- Walker, I.R., Mihos, J.C., Hernquist, L., Bolte, M., „Mergers to Bars to Boxy Bulges: A Galaxy Evolution Story“, aus „IAU Colloq. 157: Barred Galaxies“, 1996, ASPC Vol.91, R.Buta, D.A.Crocker & B.G.Elmegreen, pages 486+