

# Klassifikation von Galaxien

Erik Krebs

# Inhalt

- Hubble-Sequenz
- Klassifikationen von Zwerggalaxien
- Klassifikationen von aktiven Galaxien
- Wechselwirkende Galaxien
- DDO Schema
- Morgan Schema

# Hubble-Sequenz

Eingeführt 1926 von Hubble

Klassifikation nach Morphologie

Kriterien:

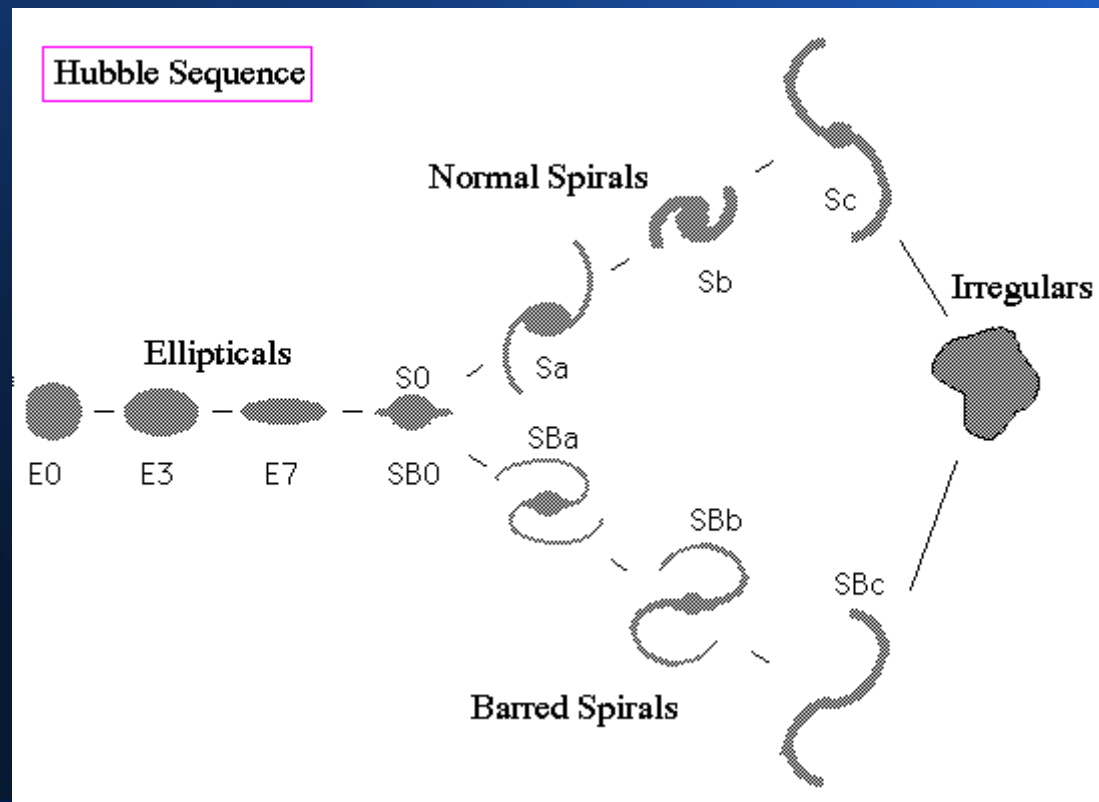
Symmetrie, Zentralregion, Scheibe, Spiralarme

Vier Klassen:

elliptische, linsenförmige Galaxien, Spiralgalaxien,  
Irreguläre Galaxien

# Hubble-Sequenz

frühe Typen: elliptische, linsenförmige  
späte Typen: Spiralen, Irreguläre



# Elliptische Galaxien

- symmetrisch, strukturlos
- Unterteilung in E0...E7 nach scheinbarer Elliptizität:  
 $10(1 - b/a)$
- E0:  $b/a = 1$ ; E7:  $b/a = 0,3$
- kontinuierlicher Helligkeitsabfall

$$I(R) = I_e \cdot e^{-7,67 \cdot [(R/R_e)^{1/4} - 1]}$$

# Elliptische Galaxien



M87: E0



M110: E6

Quelle: NOAO/AURA/NSF

# Linsenförmige Galaxien

- Übergang zwischen elliptischen und Spiralgalaxien
- symmetrisch, strukturlos
- heller Kern mit Scheibe
- manchmal mit Balken
- flacherer Helligkeitsabfall als E's

- Unterteilung:

$SO_1, SO_2, SO_3$ : Staub in Scheibe, Dicke der Scheibe

$SB0_1, SB0_2, SB0_3$ : Balkenstärke

# Linsenförmige Galaxien

NGC 5886

$S0_3$

Absorptionsband in Scheibe



Quelle: NASA/ESA



# Spiralgalaxien

- sehr flache Objekte
- Spiralarme, die aus Kernregion hervorgehen
- „gewöhnliche“ Spiralgalaxien (Sa, Sb, Sc)
- Balkenspiralgalaxien (SBa, SBb, SBc)
- weitere Unterteilung nach:
  - Größe der Kernregion
  - Öffnung der Spiralarme
  - „Textur“ der Spiralarme

# Spiralgalaxien



Quelle: NOAO/AURA/NSF

NGC 4650: SBa



Quelle: NASA/ESA

M101: Sc

# Irreguläre Galaxien

- wenig bis keine Symmetrien oder Struktur
- ältere Einteilung nach Hubble/Sandage: Irr1, Irr2
- neuere Einteilung: Sm, SBm, Im, I0



LMC: SBm/Irr1

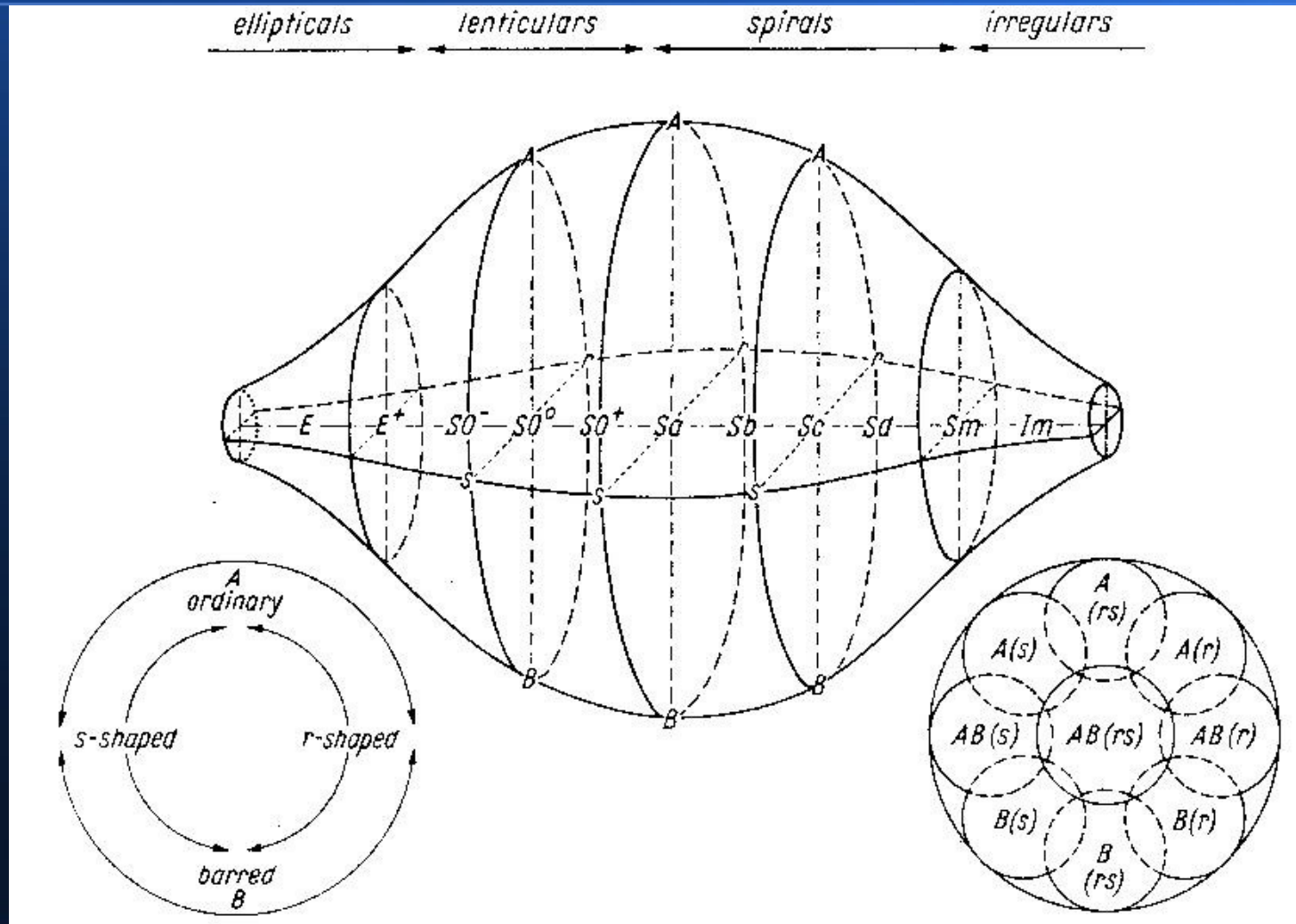


SMC: SBm/Irr1

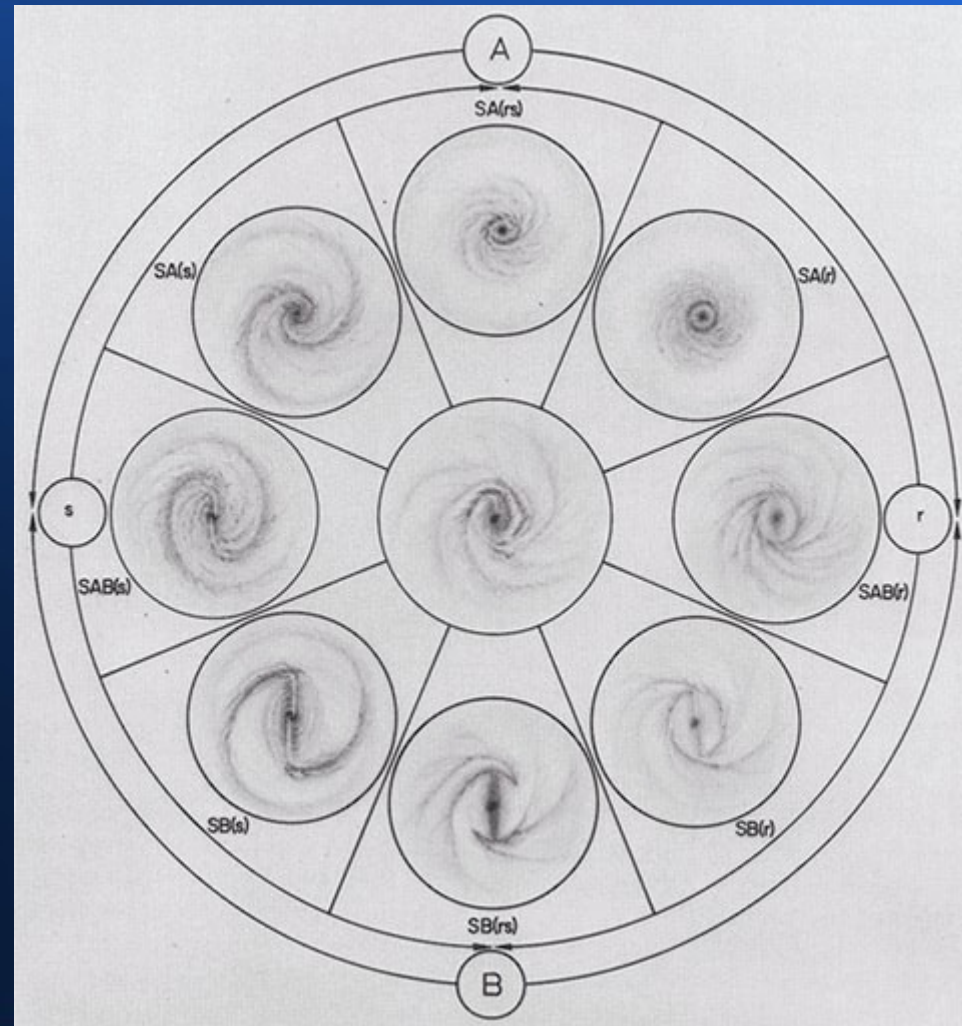


M82: I0/Irr2

# Revision von de Vaucouleurs



# Revision von de Vaucouleurs



# Korrelation Physikalischer Parameter

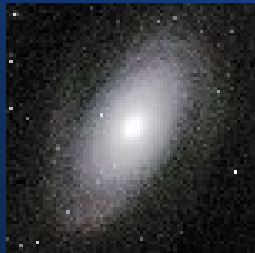
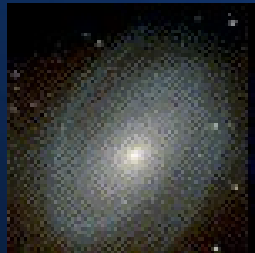
- Oberflächenmassendichte nimmt ab  $E \rightarrow \text{Im}$
- praktisch keine leuchtschwachen Spiralgalaxien
- keine leuchtstarken Irreguläre
- Farbe: (B-V) nimmt ab von  $E \rightarrow \text{Im}$
- $M_{\text{HI}}/L_{\text{B}}$  nimmt zu
- Durchmesser und Leuchtkraft von HII-Regionen nimmt zu
- $L_{\text{FIR}}$  nimmt zu

# Korrelation Physikalischer Parameter

- Sternentstehung:  
Elliptische Galaxien: starburst  
Spiralgalaxien: fortlaufend  
Irreguläre Galaxien: Sternentstehung findet statt.

# Schwächen des Hubble-Schema

- basiert auf großen, leuchtkräftigen Galaxien
- erfordert räumliche Auflösung
- basiert auf Aufnahmen im optischen



- erfasst nicht alle Galaxien: Zwerggalaxien, AGNs, interagierende Galaxien, Galaxien bei hohem  $z$



# Klassifikation für Zwerggalaxien

Vier Typen:

- 1) Dwarf Elliptical (dE) und Dwarf Spheroidal (dSph):  
morphologisch ähnlich zu elliptischen, aber andere  
Helligkeitsverteilung nach Sersic Gesetz:

$$I(R) = I_e \cdot e^{-b \cdot [(R/R_e)^n - 1]}, n \sim 1$$

- 2) Dwarf Irregular (dIrr):  
keine Struktur  
viel HI-Gas, hohe Sternentstehung

# Klassifikation für Zwerggalaxien

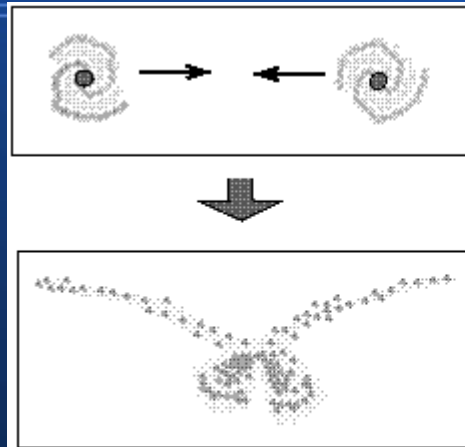
- 3) Compact Elliptical (cE):  
vergleichbar mit elliptischen Galaxien, aber viel leuchtschwächer
  
- 4) Dwarf Spiral (dS):  
vergleichbar mit Sa-Sc

# Klassifikation Aktiver Galaxien

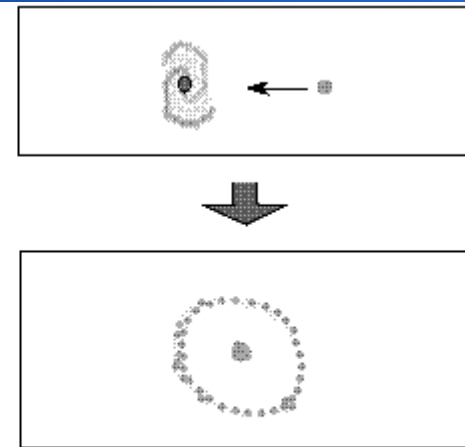
- Seyfert 1 und Seyfert 2
- Quasare
- QSO, QSO-2
- Radiogalaxien
- Blazars
- LINER

# Wechselwirkende Galaxien

Gezeitenarm-  
galaxien



Two galaxies collide to  
produce long "tails"



Small galaxy hits a large disk galaxy  
head-on to produce a ring galaxy.

Polar-Ring-  
Galaxien

NGC 4038/4039



Wagenradgalaxie

# DDO Schema von Sidney van den Bergh

- baut auf Hubble-Sequenz auf
- neue Klasse von Spiralgalaxien: anemic spirals (Aa, Ab, Ac)
- Leuchtkraftklassen basierend auf Ordnung/Prominenz der Spiralarme:
  - I = Überriesen-Galaxien, II = helle Riesengalaxien,
  - III = Riesengalaxien, IV = Unterriesen und
  - V = Zwerggalaxien

# Morgan Schema

3 Parameter:

- Galaxienform: E, B, S, I korrelieren mit Hubble-Typen, cD (diffus), db (hantelförmig), N (kleiner, heller Kern)
- Inklination: 1 (face-on), ..., 7 (edge-on)
- Spektraltyp: korreliert mit Spektraltyp der dominierenden Sternklasse: a, f, g, k
- Beispiel: Andromeda Galaxie Sk5

# Quellen

- Allan Sandage, Classification and Stellar Content of Galaxies Obtained from Direct Photography, Galaxies and the Universe, 1975, <http://nedwww.ipac.caltech.edu/level5/Sandage/frames.html>
- Gérard de Vaucouleurs, Classification and Morphology of External Galaxies, Handbuch der Physik, 1959, Vol. 53, pp. 275-310, <http://nedwww.ipac.caltech.edu/level5/Dev/frames.html>
- Morton S. Roberts and Martha P. Haynes, Physical Parameters along the Hubble Sequence, Annu. Rev. Astron. Astrophys. 1994. 32: 115-52, <http://nedwww.ipac.caltech.edu/level5/Haynes/frames.html>
- Schombert et al, Dwarf Spirals, Astronomical Journal v.110, p.2067, 1995
- William Wilson Morgan, A Preliminary Classification of the Forms of Galaxies According to their Spectral Type, PASP 70, 1958

# Quellen

- Bill Keel's Lecture Notes - Galaxies and the Universe, <http://www.astr.ua.edu/keel/galaxies/>
- Nick Strobel, Astronomy Notes, <http://www.astronomynotes.com/>
- Bruno Deiss, Struktur und Dynamik Extragalaktischer Systeme, Vorlesungsskript
- James Schombert, Astronomy 123: Galaxies and the Expanding Universe, <http://abyss.uoregon.edu/~js/ast123/>
- The European Homepage for the NASA/ESA Hubble Space Telescope, <http://www.spacetelescope.org/index.html>
- National Optical Astronomy Observatory, Galaxy Images, [http://www.noao.edu/image\\_gallery/galaxies.html](http://www.noao.edu/image_gallery/galaxies.html)
- NASA/IPAC Extragalactic Database, <http://nedwww.ipac.caltech.edu/index.html>