

Reiner Zabel

[HOME](#) [www.parkfach.de](http://www.parkfach.de)

An das  
 Max-Planck-Institut  
 für Astrophysik  
 Karl-Schwarzschild-Straße 1  
 Postfach 1523  
 85 740 Garching bei München

### Zur Balkengalaxien-Entstehung

Werte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts,

Balkengalaxien beeindrucken im Vergleich zu den Spiralgalaxien noch mehr, weil sie mindestens meiner Meinung nach noch schwerer zu verstehen bzw. zu erklären sind wie die Spiralgalaxien. Dennoch gehe ich dieses Thema nun an; natürlich unter Verwendung meines Hilfsmittels, den Dunkelplatten. Diese sind zwar mangels charakteristischer Strahlung nicht nachgewiesen aber dennoch zu sehen.

So rätselhaft und phänomenal die Balkengalaxien auch sind, speziell sie haben einen "Schwachpunkt", der für ihre Entschlüsselung hilfreich ist. Es handelt sich bei diesem "Schwachpunkt" um eine von mir gefundene Regel. Auf diese Regel wies ich bereits in meinem Schreiben vom 22. Juli 1992 hin. Der Einfachheit halber zitiere ich die betreffende Stelle aus diesem Schreiben (Dunkel-Objekt = Dunkelplatte):

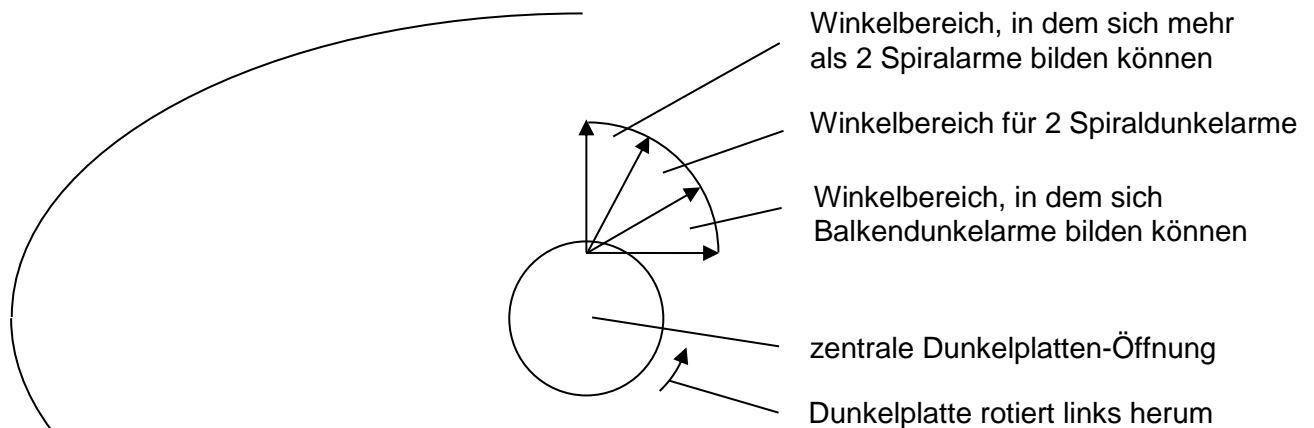
"Folgende Regel zeichnet sich bei den Balkenspiralen (SB) ab:  
 Besitzt das Dunkel-Objekt runde Ecken, so fließt die Balkenmaterie vom Zentrum in Richtung der runden Ecken. Siehe Nr.7, 8 und 11 (x) und die Skizze a.  
 Besitzt das Dunkel-Objekt spitze Ecken, so fließt die Balkenmaterie vom Zentrum in Richtung der Längsseiten. Siehe Nr.1, 2 und evt.16 (o) und die Skizze b.  
 Zwecks Bestätigung oder Widerlegung der Regel wäre es erforderlich, von weiteren Balkenspiralen das zugehörige Dunkel-Objekt ausfindig zu machen." (Zitatende)

Hinsichtlich des letzten Satzes kam ich ein Stück weiter. Es gelang mir immerhin die Anzahl der Balkengalaxien mit markierter Dunkelplatte zu verdoppeln. Dagegen gelang es mir bis heute nicht, eine Balkengalaxie zu finden, die sich der obigen Regel widersetzt. Wenn ich eine Balkengalaxie gefunden hätte, die z.B. eine rundendige Dunkelplatte hat und Balken in Richtung der Längsseiten, so würde ich diesen Fall sicherlich als die berühmte Ausnahme von der Regel erwähnen.

Anlage 1+3 zeigt die sechs gefundenen Balkengalaxien mit rundendiger Dunkelplatte.  
 Anlage 2+4 zeigt die sechs gefundenen Balkengalaxien mit spitzendiger Dunkelplatte.  
 Auf die einzelnen Galaxien in den Anlagen wird zum Schluss eingegangen.

Mit Hilfe der nachfolgenden Skizzen wird versucht die Entstehung von Balkengalaxien so darzustellen, wie ich mir das vorstelle.

## Skizze 1: Spiraldunkelarm- und Balkendunkelarm-Austrittswinkel im Vergleich



## Erläuterungen zur Skizze 1:

Balkengalaxien, zweiarmige Spiralgalaxien und mehrarmige Spiralgalaxien sind vom Aussehen her relativ eng miteinander verwandt und entstehen deshalb mit großer Wahrscheinlichkeit auf ähnliche Art und Weise.

Die ähnliche Art und Weise besteht meiner Meinung nach in der rotierenden Dunkelplatten-Schale mit dem entgegengesetzt rotierenden flüssigen Dunkelplatten-Inneren und dem über die zentrale Dunkelplatten-Öffnung abplattungsbedingt nach außen gedrückten Dunkelplatten-Inneren.

Der Grundstein für das unterschiedliche Aussehen bei den Spiral- und Balkengalaxien wird nach meiner Beobachtung bereits im Austrittsbereich der Dunkelarme gelegt. Es ist deshalb naheliegend anzunehmen, dass das Dunkelplatten-Innere bei den drei unterschiedlichen Galaxien-Typen auf unterschiedliche Weise austritt.

Die Rotation des Dunkelplatten-Inneren beeinflusst im Wesentlichen die Austritts-Art.

Der waagerechte Pfeil in obiger Skizze ergibt sich für sehr große und der senkrechte Pfeil für sehr kleine Rotationsgeschwindigkeiten des Dunkelplatten-Inneren. Die Pfeile geben die Richtung an, mit der die Dunkelarme zunächst über die Dunkelplatte gleiten. Mit zunehmender Entfernung vom Zentrum ändert sich die Dunkelarm-Bewegungsrichtung durch den Dunkelplatten-Einfluss.

Die Pfeile bei  $\sim 30$  und  $\sim 60$  Grad setzen sich aus zwei Geschwindigkeits-Komponenten zusammen. Es gibt einerseits eine Geschwindigkeit, die aus der Rotation des Dunkelplatten-Inneren herrührt und andererseits eine Geschwindigkeit, mit der das Dunkelplatten-Innere herausgedrückt wird. Der senkrechte Pfeil entsteht nur durch die Geschwindigkeit, mit der das Dunkelplatten-Innere herausgedrückt wird. Beim waagerechten Pfeil addieren sich beide Geschwindigkeits-Komponenten.

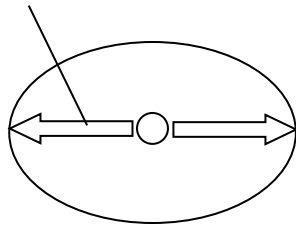
Den genau senkrechten und den genau waagerechten Pfeil gibt es nicht, weil die beiden Grenzfälle "keine Rotation des Dunkelplatten-Inneren" und "unendlich schnelle Rotation des Dunkelplatten-Inneren" nicht vorkommen. Man kann also abschließend sagen:

Zwischen  $>0$  und  $\sim 30$  Grad können sich Balkengalaxien bilden,  
 zwischen  $\sim 30$  und  $\sim 60$  Grad können sich zweiarmige Spiralgalaxien bilden und  
 zwischen  $\sim 60$  und  $<90$  Grad können sich mehrarmige Spiralgalaxien bilden.

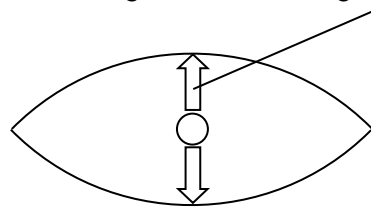
Bei den schlanken elliptischen Galaxien rotiert die nur wenig abgeplattete Dunkelplatte so langsam, dass sich keine Dunkelplatten-Öffnung bildet. Gedrungene elliptische Galaxien sind entweder der Überrest einer schlanken elliptischen Galaxie oder das Resultat einer Galaxien-Verschmelzung. Bei Quasaren ist nur die Dunkelplatten-Öffnung zu sehen.

## Skizze 2: Bipolare Zugkräfte (Zugkraft-Paare) **auf** Balkengalaxien-Dunkelplatten im Vergleich

Zugkraft in Richtung der runden Enden



Zugkraft in Richtung der Längsseiten



### Erläuterungen zur Skizze 2:

Die Balkenentstehung wird durch die von mir vermuteten bipolaren Zugkräfte maßgeblich verursacht. Die Existenz von Zugkraft-Paaren leite ich aus der Form der Dunkelplatten ab. Diese sind nie kreisrund, sondern entweder elliptisch oder spitzendig.

Elliptische Dunkelplatten könnten durch perspektivisch verkürzte Kreise erklärt werden. Ich denke jedoch, dass auch solche Galaxien, auf die wir frontal schauen, nie eine kreisrunde Dunkelplatte erkennen lassen. (Galaxien, auf die wir frontal schauen, müssten über die nicht oder kaum messbare rotationsbedingte Rot/Blau-Verschiebung erkennbar sein.)

Bei den spitzendigen Dunkelplatten ist die Sache noch einfacher: Perspektivisch verkürzte Kreise werden nie spitzendig, sondern die Ellipsen-Enden bleiben immer rund. Kreisrunde Dunkelplatten könnten durch perspektivische Verkürzung also niemals spitzendig erscheinen.

Oder anders herum argumentiert:

Gäbe es keine Zugkraft-Paare, so wären die Dunkelplatten sicherlich kreisrund.

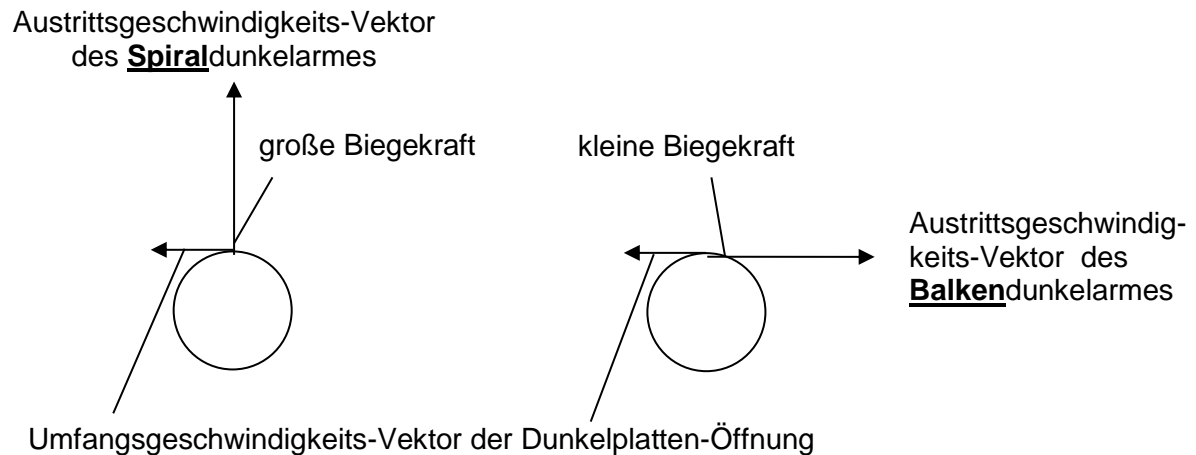
Falls jemand doch noch eine kreisrunde oder fast kreisrunde Dunkelplatte finden sollte, so müsste es sich um eine in Wirklichkeit elliptische Dunkelplatte handeln, die durch perspektivische Verkürzung gerade kreisrund erscheint.

Die Einführung von bipolaren Kräften halte ich auch deshalb für nicht völlig aus der Luft gegriffen, weil es in der Natur des Öfteren Bipolaritäten gibt. So zum Beispiel bei Magnetfeldern, Radio-Jets oder bei einigen planetarischen Nebeln.

Eigentlich hätte ich erwartet, dass die Zugkraft-Paare bei spitzendigen Dunkelplatten in Richtung der Spitzen gehen. Vielleicht ist dies auch so. Dann wäre die Bewegungsrichtung der Balken in Richtung der Längsseiten rotationsbedingt (Nachlauf / Trägheit / Verzug).

Vermutlich werden die bipolaren Zugkräfte mit der Rotationsgeschwindigkeit des Dunkelplatten-Inneren größer. Die Zugkräfte in Richtung des Dunkelplattenrandes enden an diesem.

## Skizze 3: Biegekraft auf Spiraldunkelarm und Balkendunkelarm im Vergleich

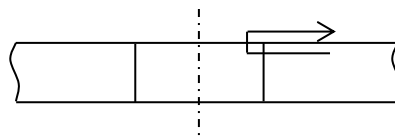


## Erläuterungen zur Skizze 3:

Damit es zur Ausbildung eines zusammenhängenden Balkendunkelarmes kommen kann, dürfen in seiner Erstarrungszone möglichst keine Biegekräfte auftreten. Die Erstarrungszone der Balkendunkelarme liegt noch am Rand der Dunkelplatten-Öffnung, wie aus den entsprechenden Bildern von Balkengalaxien zu ersehen ist.

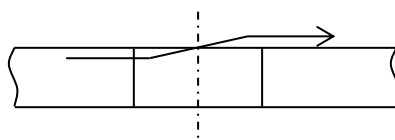
Beim linken Teil obiger Skizze liegt der Umfangsgeschwindigkeits-Vektor der Dunkelplatten-Öffnung im rechten Winkel zum Austrittsgeschwindigkeits-Vektor des Spiraldunkelarmes. Die vom Rand der Dunkelplatten-Öffnung ausgeübten Querkräfte unterstützen nicht gerade die Entstehung eines Dunkelarmes in einem Stück.

Auch wird die Entstehung eines Dunkel-"Monolithen" verhindert, weil eine 2 x 90 Grad-Umlenkung des Materie-Stromes während seines Austritts erfolgt. Die zweite 90 Grad-Umlenkung fällt mit der Erstarrungsphase zusammen.

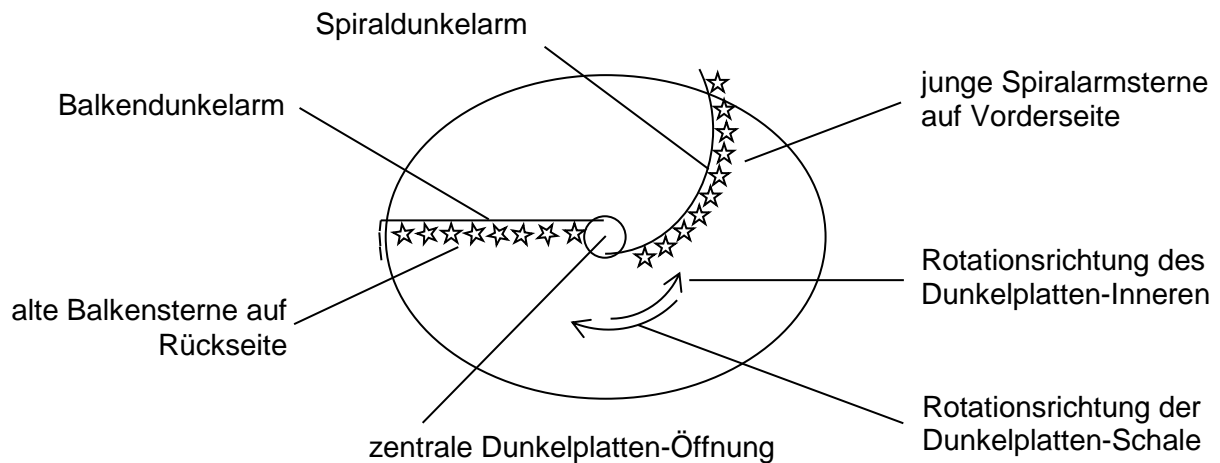


Aus obiger Skizze, rechter Teil, ist erkennbar, dass auf den Balkendunkelarm dann die geringsten Biegekräfte einwirken, wenn der Umfangsgeschwindigkeits-Vektor der Dunkelplatten-Öffnung auf der selben Linie liegt wie der Austrittsgeschwindigkeits-Vektor des Balkendunkelarmes. Auf den Balkendunkelarm wirken durch die entgegengesetzte Richtung des Umfangsgeschwindigkeits-Vektors der Dunkelplatten-Öffnung höchstens Stauch-Kräfte in dem Bereich, wo der Balkendunkelarm durch die Dunkelplatten-Öffnung nach außen kommt. Die Stauch-Kräfte sind förderlich für die Bildung eines zusammenhängenden Balkendunkelarms.

Weiterhin kommt es zu keiner rechtwinkligen Umlenkung der Materie nach ihrem Austritt. Der Umlenkwinkel beträgt schätzungsweise +30 Grad / -30 Grad, um den Höhenunterschied "unterhalb Dunkelplatten-Schale / oberhalb Dunkelplatten-Schale" zu überbrücken:



## Skizze 4: Sternlage und Sternalter bei Balkengalaxien / Spiralgalaxien im Vergleich



## Erläuterungen zur Skizze 4:

Wie ich aus der Literatur erfuhr, findet sich neben der Form ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen den Balkengalaxien und den Spiralgalaxien, wenn man die Balkensterne mit den Spiralarmsternen und die Balkengalaxie-Bulgesterne mit den Spiralgalaxie-Bulgesternen vergleicht. Bei Balkengalaxien sind die Bulgesterne eher jünger und die Balkensterne eher älter, während es bei den Spiralgalaxien tendenziell umgekehrt ist.

## Bezüglich der Balkengalaxien gebe ich folgende Erklärung:

**Bulge:** Die alten Balkensterne stammen aus dem Bulge. Es ist dieselbe Zugkraft, die einerseits für die Entstehung der Balkendunkelarme mitverantwortlich ist und die andererseits die Sterne aus dem Bulgebereich nach außen abzieht. Durch die aus dem Bulgebereich abgezogenen alten Sterne kommen die im Bulgebereich entstehenden jungen Sterne besser zur Geltung, wie bei den Spiralgalaxien.

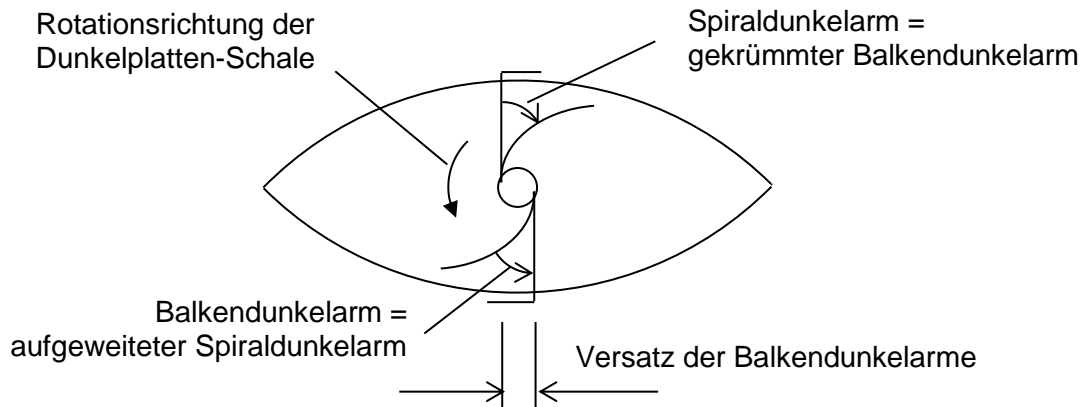
**Balken:** Zwischen den Balkendunkelarmen und der Dunkelplatte entstehen sicherlich ähnlich viele junge Sterne, wie bei den Spiralgalaxien, weil ebenfalls ein turbulentes Grenzgebiet vorliegt. Die jungen Sterne kommen jedoch weniger zur Geltung, weil sie nicht unter den Balkendunkelarmen herausgezogen werden, wie dies bei den Spiraldunkelarmen der Fall ist. Die jungen Sterne unter den Balkendunkelarmen werden nicht unter diesen herausgezogen, weil die Balkendunkelarme mit der Dunkelplatte synchron rotieren.

## Bezüglich der Spiralgalaxien gebe ich folgende Erklärung:

**Bulge:** Bei den Spiralgalaxien bleiben die Bulgesterne wahrscheinlich deshalb länger im Zentrum, weil die bipolaren Kräfte geringer sind und weil die Spiraldunkelarme einer horizontalen Ausbreitung der Bulgesterne mehr im Wege stehen, wie dies bei Balkendunkelarmen der Fall wäre. Ich bin also der Meinung, dass auch bei den Spiralgalaxien im Bulgebereich ähnlich viele junge Sterne entstehen, wie bei den Balkengalaxien. Die jungen Sterne im Bulgebereich der Spiralgalaxien kommen jedoch weniger zur Geltung, weil sie durch die vielen höher stehenden älteren Bulgesterne abgedeckt werden.

**Spirale:** Die zwischen den Spiraldunkelarmen und der Dunkelplatte entstehenden jungen Sterne werden durch die sich kreuzenden Geschwindigkeits-Vektoren relativ schnell unter den Spiraldunkelarmen herausgezogen und kommen deshalb besser zur Geltung wie die nur sehr langsam unter den Balkendunkelarmen hervortretenden jungen Sterne, die dann nicht mehr so jung und blau sind.

## Skizze 5: Verwandtschaft zwischen Spiraldunkelarmen und Balkendunkelarmen



## Erläuterungen zur Skizze 5:

Diese Skizze wurde erstellt, um die Verwandtschaft zwischen Spiraldunkelarmen und Balkendunkelarmen hervorzuheben. Ich bin also der Meinung, dass ein Spiraldunkelarm nichts weiter ist wie ein gekrümmter Balkendunkelarm oder anders herum ausgedrückt, dass ein Balkendunkelarm nichts weiter ist wie ein gedanklich zu einer Geraden aufgeweiteter Spiraldunkelarm. Das Wort "gedanklich" ist dabei wichtig, weil ich nicht glaube, dass solch ein Aufweitungs-Vorgang in der Realität stattfindet. Vorstellen könnte ich mir jedoch, dass sich ein Balkendunkelarm im Laufe der Galaxien-Alterung langsam zu einem Spiraldunkelarm wandelt.

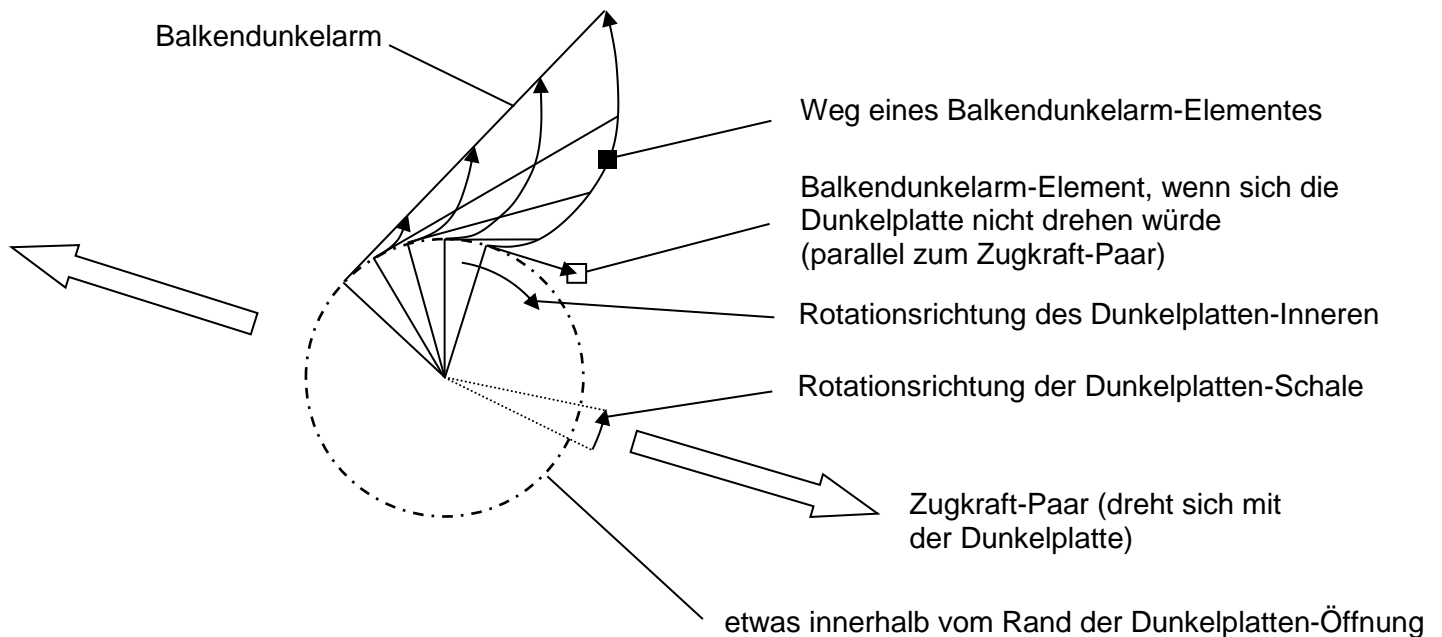
Verfolgt man einen Spiraldunkelarm von außen nach innen, so könnte man sich vorstellen, dass er sich bis ins Zentrum windet und dass man dies nur nicht mehr sehen kann wegen der vielen Sterne. Dass dem sehr wahrscheinlich nicht so ist, ergibt sich aus dem Vergleich mit den Balkendunkelarmen, weil bei diesen auch im Zentralbereich keine Krümmungs-Andeutung erkennbar ist.

Im Zusammenhang mit dieser Skizze möchte ich auch noch auf den Versatz hinweisen, der bei den Balkendunkelarmen zu beobachten ist. Die Balkendunkelarme und ihr Versatz müßten, so meine ich, in die Simulation der Balkengalaxien-Entstehung eingehen.

Das was ich unter einem Spiraldunkelarm verstehe, ist höchstwahrscheinlich identisch mit dem, was in der Literatur als Dichtewelle bezeichnet wird. Wenn das so ist, dann gilt für Dichtewellen bzw. Spiraldunkelarme dasselbe wie für die Dunkelplatten: Sie sind zwar zu sehen aber mangels charakteristischer Strahlung nicht nachgewiesen.

Von den Dunkelarmen müsste die selbe "Molekül"-Strahlung ausgehen, wie von den Dunkelkomplexen der Galaxis. Da diese "Molekül"-Strahlung jedoch sehr schwach ist, lässt sie sich offenbar nicht aus anderen Galaxien empfangen bzw. nachweisen. Könnte man dies, so bekäme man über die Rot-/Blau-Verschiebung der "Molekül"-Strahlung etwas zur Bewegung der Dunkelarme heraus.

## Skizze 6: Bewegungsstudie für eine Balkengalaxie



## Erläuterungen zur Skizze 6:

In dieser Skizze ist der Weg eines Balkendunkelarm-Elementes konstruktiv ermittelt. Das Balkendunkelarm-Element hat zunächst die Rotationsrichtung des Dunkelplatten-Inneren. Es muss seine Rotationsrichtung jedoch wechseln, um synchron mit der Dunkelplattenschale zu rotieren. Der Rotationsrichtungs-Wechsel ist zwangsläufig mit einer gekrümmten Bahn für das Balkendunkelarm-Element verbunden. Es ist nun noch zu berücksichtigen, dass sich ein starrer Balkendunkelarm bildet, wobei die Erstarrung zu einer Säule bereits am Rand der Dunkelplatten-Öffnung erfolgt. Genau dort sollten möglichst wenig Biegekräfte auf das Balkendunkelarm-Element einwirken.

Diese Forderung wird relativ gut eingehalten, wenn die Rotationsgeschwindigkeit des Dunkelplatten-Inneren möglichst groß ist im Vergleich zur Rotationsgeschwindigkeit der Dunkelplatten-Schale (bezogen auf den Radius des strichpunktierten Kreises).

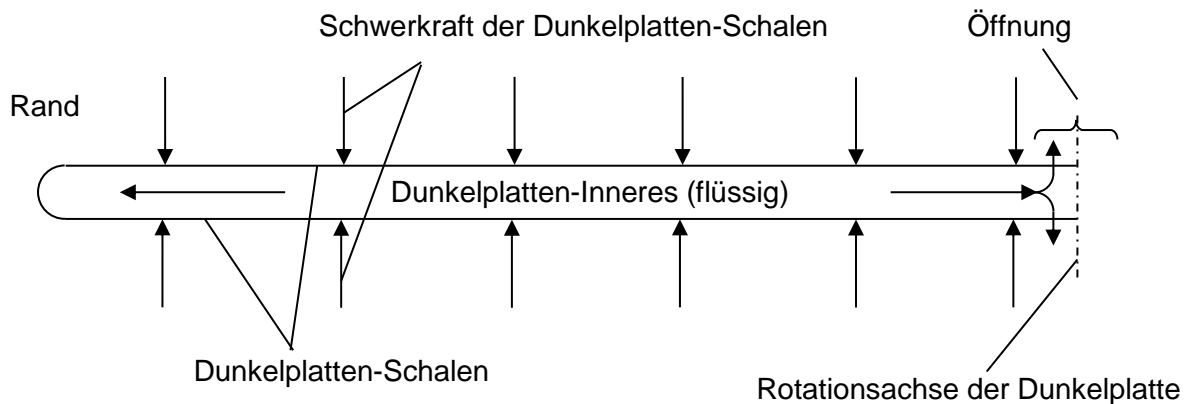
In obiger Skizze ist der Pfeil für die Rotationsrichtung des Dunkelplatten-Inneren ungefähr doppelt so lang wie der Pfeil für die Rotationsrichtung der Dunkelplatten-Schale. Das Dunkelplatten-Inneren rotiert also doppelt so schnell rechts herum, wie die Dunkelplatten-Schale links herum. Für diesen Fall ergibt sich ein vergleichsweise sanfter Bogen für das Balkendunkelarm-Element.

Reduziert man die Rotationsgeschwindigkeit des Dunkelplatten-Inneren, so führt dies sehr schnell zu engeren Bögen bzw. zur hakenförmigen Rotationsumkehr für das Balkendunkelarm-Element und das nahe dem Rand der Dunkelplatten-Öffnung, also genau dort, wo es zu einer Erstarrung des Balkendunkelarmes kommen müsste.

Ein wesentliches weiteres Element in obiger Skizze ist das Zugkraft-Paar, welches mit der Dunkelplatte rotiert. Dieses Zugkraft-Paar sorgt für die Ausbildung der Balkendunkelarme (und auch des Stern-Balkens). Man kann sich so einen Zugkraft-Pfeil wie eine gespannte Schnur vorstellen, an der sich die Balkendunkelarm-Elemente entlang hangeln. Die Wirkung der Zugkraft ist natürlich begrenzt. So wäre die Zugkraft sicherlich mit einer sprungartigen Geschwindigkeitsänderung eines Balkendunkelarm-Elementes überfordert, während sie eine sanfte Geschwindigkeitsänderung anscheinend noch bewältigen kann.

Die letzten beiden Skizzen sollen erklären, warum wir so relativ gut bis ins galaktische Zentrum schauen können.

### Skizze 7: Dunkelplatten-Endauspressung

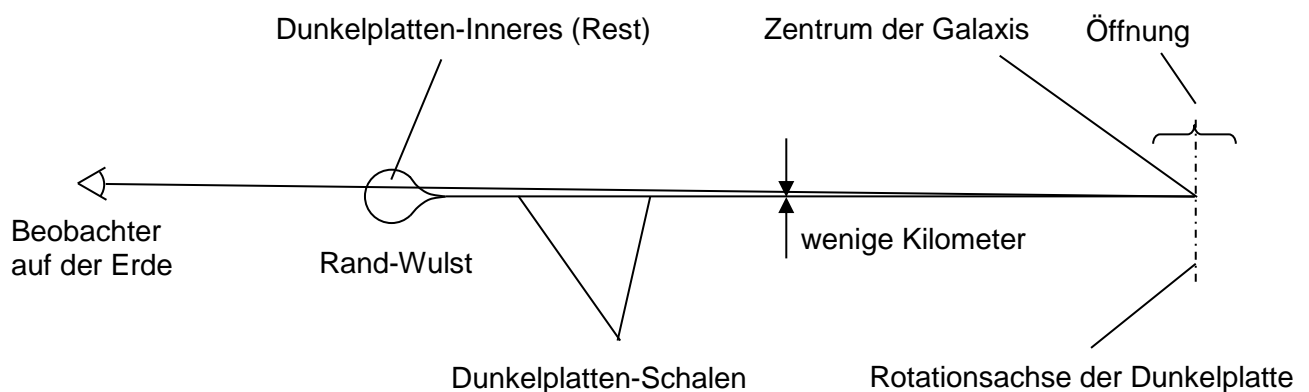


### Erläuterungen zur Skizze 7:

Mit zunehmender Abplattung der Dunkelplatte würde ihre Entleerung immer problematischer, weil die von der Rotation herrührenden Abplattungskräfte mit zunehmender Parallelität der beiden Dunkelplatten-Schalen kleiner werden. Es gibt jedoch einen zweiten Effekt, der die fast vollständige Dunkelplatten-Entleerung ermöglicht:

Während die Abplattungskräfte mit zunehmender Abplattung an Bedeutung verlieren, ziehen sich die obere und untere Dunkelplatten-Schale mit geringer werdendem Abstand immer mehr an und drücken dadurch das flüssige Innere der Dunkelplatte zur Seite (waagerechte Pfeile). Im Bereich der Dunkelplatten-Rotationsachse kann die Materie über die Öffnung entweichen, während die zum Dunkelplatten-Rand gedrückte Materie dort einen Wulst aufbaut (siehe nächste Skizze 8: Rand-Wulst).

### Skizze 8: IR-Blick ins Zentrum der Galaxis



### Erläuterungen zur Skizze 8:

(Fortsetzung von Skizze 7) Die beiden Dunkelplatten-Schalen treffen aufeinander, nachdem alles Dunkelplatten-Innere weggedrückt ist. Ich vermute, dass die Dunkelplatte dann nur noch eine Dicke von wenigen Kilometern hat. Ein Beobachter auf der Erde braucht sich nur einige Kilometer oberhalb oder unterhalb der Dunkelplatten-Ebene zu befinden und schon kann er bis ins galaktische Zentrum schauen. Er muss "nur" den Rand-Wulst durchdringen.



Insgesamt sehe ich zurzeit vier Randbedingungen, die vorliegen, wenn sich Balkendunkelarme ausbilden:

1. Es gibt ein Zugkraft-Paar in Richtung des Dunkelplatten-Randes.
2. Die Dunkelplatten-Schale rotiert relativ langsam und so herum wie die Sterne.
3. Das Dunkelplatten-Innere rotiert relativ schnell gegenläufig.
4. Es wirken nur geringe Biegekräfte auf die Balkendunkelarme, während diese erstarren (Die Erstarrungsregion liegt im Bereich der Dunkelplatten-Öffnung).

Bei spitzendigen Dunkelplatten treffen die Balken nicht immer rechtwinklig auf die Längsseiten. Auftreffwinkel von bis zu ca. 45 Grad kommen vor. Erstaunlicherweise haben die Balkenwinkel einen Vorlauf gegenüber der Galaxien-Rotation, so dass sich insgesamt die Z-Form ergibt. Ein Beispiel ist NGC 7741 (Anlage 2). Dort ist das "Z" allerdings spiegelbildlich.

Es gibt auch Balkengalaxien, die mit Sicherheit keine Balkendunkelarme besitzen. Das Paradebeispiel ist M33. Dennoch wandert die Materie, die aus der zentralen Dunkelplatten-Öffnung kommt, in Richtung der Längsseiten. Am Beispiel von M33 erkennt man somit, dass die Zugkraft in Richtung des Dunkelplattenrandes eine dominante Rolle zu spielen scheint. Der Balken wird somit im Wesentlichen durch ein Zugkraft-Paar ausgerichtet.

Anlage 1+3 (Balkengalaxien mit **rundendiger** Dunkelplatte)  
 NGC 1512 (GEO-Special, Seite 60)  
 NGC 7479 (SuW 9/87, Seite 495)  
 NGC 3718 (SuW 11/82, Seite 465)  
 NGC 175 (Galaxien Ferries, Seite 95)  
 NGC 1300 (Den Sternen auf der Spur, Seite 96a)  
 M 83 (Galaxien Ferries, Umschlag)

Anlage 2+4 (Balkengalaxien mit **spitzendiger** Dunkelplatte)  
 NGC 6872 (SuW Special 5, Seite 21)  
 NGC 1232B (SuW Special 5, Seite 28)  
 ESO 350-40 (SuW 4/95, Seite 256)  
 NGC 1365 (Bild der Wissenschaft 3/89 Seite 50)  
 NGC 7741 (Das Weltall/Moore Seite 163)  
 NGC 5383 (SuW 3/79, Seite 101)

Weitere nicht abgebildete Balkengalaxien mit spitzendiger Dunkelplatte:  
 M33 und Große Magellansche Wolke.

## Erläuterungen zu den einzelnen Galaxien

### NGC 1512 (Anlage 1 und 3)

Diese auch als Theta-Galaxie bezeichnete Balkengalaxie besitzt zwei Balkendunkelarme, wobei der rechte Balkendunkelarm stärker ausgeprägt ist, wie der linke. Am besten kann man die beiden Balkendunkelarme unmittelbar am Bulgerand erkennen, also nur ein ganz kurzes Stück. In Anlage 3 sind die Balkendunkelarme mit weißen Linien nachgezogen.

NGC 7479 (Anlage 1 und 3)

Von dieser Galaxie wurde fehlerhaft nicht der Dunkelplattenrand, sondern der Stauch-Rand markiert. Der Stauch-Rand liegt im inneren Bereich der Dunkelplatte und ist nicht zu verwechseln mit dem Rand-Wulst. Nicht alle Dunkelplatten weisen einen Stauch-Rand auf. Zwei Indizien sprechen dafür, dass ich den Stauch-Rand markierte:

Die Balkendunkelarme, von denen der linke besser wie der rechte zu erkennen ist, gehen über den Stauch-Rand hinaus. (Balkendunkelarme gehen nie über den Dunkelplatten-Rand hinaus, weil sie entweder vorher abbiegen oder spätestens am Rand brechen.)

Auf einer anderen später gefundenen Aufnahme kann man die Lage des Dunkelplattenrandes erahnen. Da die Aufnahme jedoch so unscharf ist, dass man an keiner Stelle den Dunkelplattenrand als Linie verfolgen kann, nahm ich diese Aufnahme nicht, sondern behielt die ursprüngliche Aufnahme gemäß Anlage bei ... auch um darauf aufmerksam zu machen, wie leicht man eine falsche Struktur für den Dunkelplattenrand halten kann. Der Dunkelplattenrand befindet sich außerhalb der Abbildung.

In Anlage 3 sind die Balkendunkelarme zusätzlich markiert. Unklar ist mir, warum einige Balkendunkelarme so eine konvexe Form haben. Man könnte sie mit spitzendigen DCO's verwechseln. Ursache sind vielleicht unterschiedliche Geschwindigkeiten.

NGC 3718 (Anlage 1 und 3)

Dies war die erste Galaxie, bei der ich den Zusammenhang zwischen Galaxie und Dunkelplatte erkannte. Zuvor vermutete ich die Objekte, aus denen die Galaxien entstanden bzw. entstehen mehr im hellen Zentrum. Ich suchte also nach viel kleineren Objekten. Anhand dieser Galaxie erkannte ich wie groß das Basis-Objekt im Verhältnis zur Galaxie ist. Diese Galaxie ist, so meine ich, noch recht jung. Das schließe ich aus dem relativ "aufgeräumten" Aussehen. Mit zunehmendem Alter wird das Aussehen von kollisionsfreien Balken- und Spiralgalaxien immer chaotischer, weil immer mehr Materie aus dem Inneren der Dunkelplatte in die Umgebung verteilt wird.

Die Galaxie weicht gegenüber den anderen Balkengalaxien in mehreren Punkten ab, weshalb man sie gar nicht so richtig den Balkengalaxien zuordnen kann. Ich habe sie dennoch hier mit aufgenommen, weil sie wenigstens in einem Punkt (fast) kein abweichendes Verhalten zeigt: Diese Galaxie unterwirft sich ebenfalls der Regel "Balkendunkelarme auf rundendigen Dunkelplatten laufen auf die runden Enden zu", auch wenn dies nicht so konsequent einhalten wird, wie von den anderen Balkengalaxien. Zu den Abweichungen: Die Dunkelplatte von NGC 3718 hat wahrscheinlich einen noch relativ geringen Abplattungsgrad und damit eine noch vergleichsweise geringe Flächenausdehnung. Dies könnte erklären, warum der helle Bereich fast bis zum Dunkelplatten-Rand reicht und es (noch) keinen klassischen Bulge gibt. Weiterhin dürfte die zentrale Dunkelplatten-Öffnung noch recht klein sein, was die Erklärung dafür sein könnte, warum die Balkendunkelarme keinen erkennbaren Versatz aufweisen, wie dies bei den anderen Balkengalaxien der Fall ist, bei denen man Balkendunkelarme vorfindet. Eine kürzere Belichtungszeit lässt jedoch eventuell einen Balkendunkelarm-Versatz erkennen. Eine weitere Abweichung ergibt sich, weil die Balkendunkelarme nicht den Eindruck machen, als wären sie zu Säulen erstarrt. Vielmehr laufen sie fächerartig auseinander und sind von Anfang an leicht gebogen. Insgesamt könnte ich mir vorstellen, dass sich die Galaxie zu einer klassischen Spiralgalaxie weiterentwickelt.

NGC 175 (Anlage 1 und 3)

Dies ist die einzige Balkengalaxie der Anlage 1, bei der ich keine Balkendunkelarme erkennen kann. Vielleicht kommen durch eine geringere Belichtungszeit aber auch bei dieser Galaxie Balkendunkelarme zum Vorschein. Dann wären zum Ausgleich jedoch die Dunkelplatten-Ränder im Bereich der Längsseiten weniger gut erkennbar.

Genau genommen kann man gar nicht erkennen, ob es sich um eine rundendige Dunkelplatte handelt, weil der Balken die Enden verdeckt. Die Rundendigkeit schlieÙe ich aus dem insgesamt gedrunghenen Aussehen der Galaxie.

### NGC 1300 (Anlage 1 und 3)

Diese Galaxie hat die ausgeprägtesten Balkendunkelarme von allen Balkengalaxien, die ich bisher fand. Die Balkendunkelarme sind bis kurz vor dem Dunkelplattenrand wirklich enorm gerade; ebenso wie erstarrte Säulen. Der Versatz zwischen den Balkendunkelarmen ist besonders gut zu erkennen.

Die unter den Balkendunkelarmen entstandenen jungen Sterne neigen mehr dazu auf die Rückseite der Balkendunkelarme zu fallen undverstarken so den Sternbalken. Bis die unter den Balkendunkelarmen entstandenen jungen Sterne darunter hervorkommen, vergeht jedoch so viel Zeit, dass sie nicht mehr blau sind.

Wenn die am Dunkelplattenrand angekommenen Balkendunkelarme durch die Umlenkung zerbröckelt worden sind und dann am Dunkelplattenrand entlangschliddern, kommt es zu heftiger Sternentstehung zwischen dem Dunkelplattenrand und den aus den Balkendunkelarmen entstandenen Dunkelkomplexen. Solche massiven Sternentstehungsgebiete findet man auch bei Spiralgalaxien, wenn ein Spiraldunkelarm an den Dunkelplattenrand gelangt und dann ein Stück an diesem entlang schliddert (NGC 2997 und NGC 1599).

### M 83 (Anlage 1 und 3)

Bei dieser Galaxie kann man den Dunkelplattenrand im linken oberen Bereich besonders gut verfolgen. Die gesamte Dunkelplatte ist in Anlage 3 markiert. Diese Galaxie wird im Buch Galaxien, Time Life als Spiralgalaxie-Beispiel herangezogen, um die Dichtwellen-Theorie zu erklären. Ich denke, dass diese Galaxie von der Klassifikation her zwischen den Balkengalaxien und Spiralgalaxien anzusiedeln ist.

Vom Zentrum ausgehend ist sie zunächst eine Balkengalaxie, weil die Dunkelarme ein Stück lang gerade sind. Man kann den geraden Teil der Dunkelarme auf der Anlage 1 nicht sehen, weil die Aufnahme von mir etwas aufgehellt wurde, damit man den Dunkelplattenrand besser sehen kann. In der Anlage 3 sind die geraden Teile der Dunkelarme so nachgezogen, wie sie auf der Originalaufnahme zu sehen sind. Erkennbar werden die Dunkelarme in der Anlage 1 erst, wenn sie anfangen abzubiegen. Von da an könnte man die Galaxie auch als Spiralgalaxie bezeichnen.

Die Doppelklassifizierung findet sich auch bestätigt, wenn man die Stern-Verteilung betrachtet: Solange die Dunkelarme gerade sind, gibt es mehr Sterne auf deren Rückseiten, die somit einen Balken bilden. Nachdem die Dunkelarme spiralförmig geworden sind, findet man mehr Sterne auf deren Vorderseiten.

Die Balkendunkelarme fangen für eine Balkengalaxie ungewöhnlich weit vor dem Dunkelplatten-Rand mit der Ablenkung an. Ich erkläre dies mit der begrenzten Wirkung der bipolaren Kräfte bzw. des Zugkraft-Paares. Während der Balkendunkelarm von innen nach auÙen schiebt, muss seine Umfangsgeschwindigkeit stetig zunehmen, wenn die Winkelgeschwindigkeit gleichbleiben soll. Da zwischen dem Balkendunkelarm und der Dunkelplatte so gut wie keine Reibung auftritt, bleibt nur das Zugkraft-Paar für die notwendige Rotations-Beschleunigung. Die Intensität des Zugkraft-Paares ist jedoch nur endlich groÙ. Irgendwann auf dem Weg vom Zentrum zum Dunkelplatten-Rand überwiegt dann die Massenträgheit des Balkendunkelarmes und er fällt gegenüber der Dunkelplatten-Rotation zurück. Es könnte auch sein, dass die Wirkung des Zugkraft-Paares zum Dunkelplatten-Rand hin abnimmt.

NGC 6872 (Anlage 2 und 4)

Der Balken trifft bei dieser Galaxie unter einem überdurchschnittlich spitzen Winkel auf die Längsseiten. Der Balken und die beiden Ärmchen ergeben die Form eines zusammengestauchten Z. Beides liegt wohl daran, dass wir sehr schräg auf die Galaxie schauen und es dadurch zu einer perspektivischen Verkürzung kommt.

Dafür, dass die Galaxie so weit weg ist, kann man den Dunkelplattenrand noch recht gut erkennen. Nur schade, dass ein Stern fast genau auf dem Rand des rechten unteren Dunkelplatten-Viertels liegt.

NGC 1232 B (Anlage 2 und 4)

Das B steht für Begleiter der Galaxie NGC 1232. Die Begleiter-Galaxie sieht so ähnlich aus wie die Große Magellansche Wolke.

ESO350-40 (Anlage 2 und 4)

Bei dieser Galaxie ist die Z-Form andeutungsweise zu erkennen.

NGC 1365 (Anlage 2 und 4)

Dies ist die eine von den beiden Balkengalaxien mit spitzendiger Dunkelplatte, bei der Balkendunkelarme zu erkennen sind. Die Balkendunkelarme sind nur recht blass zu erkennen, weil ich die Aufnahme aufhellte. Die Aufnahme hellte ich wiederum auf, damit die Spitzen besser zu erkennen sind. Aus der Lage der Spitzen ergibt sich eine sehr ungewöhnliche Form für die Dunkelplatte, die in Anlage 4 vollständig nachgezogen ist. Bis jetzt fand ich noch keine weitere Aufnahme, auf der die Spitzen zu erkennen sind, so dass ich die Dunkelplatten-Form als unsicher einstufen muss.

NGC 7741 (Anlage 2 und 4)

Bezogen auf meine Markierung liegt der Balken etwas zu tief. Die Dunkelplatten-Öffnung läge demnach nicht genau in der Mitte. Eine ähnliche Asymmetrie ist auch bei NGC 1232 B zu beobachten. Die obere Markierung von NGC 7741 ist jedoch unsicher und könnte auch ca. 5 mm tiefer liegen.

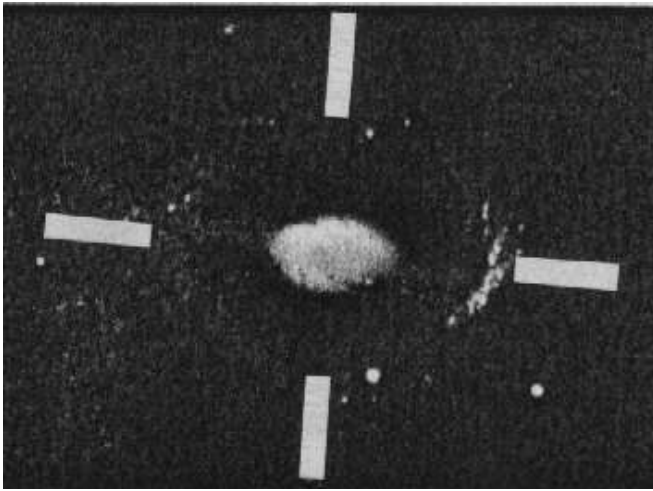
Das untere Ende der Dunkelplatte ist nicht mehr im Bildbereich und musste deshalb von mir angehängt werden. Man sieht auch die ursprüngliche rundendige Markierung, die noch aus der Zeit stammt, als ich den Zusammenhang zwischen Balken-Lage und Dunkelplatten-Form noch nicht kannte.

NGC 5383 (Anlage 2 und 4)

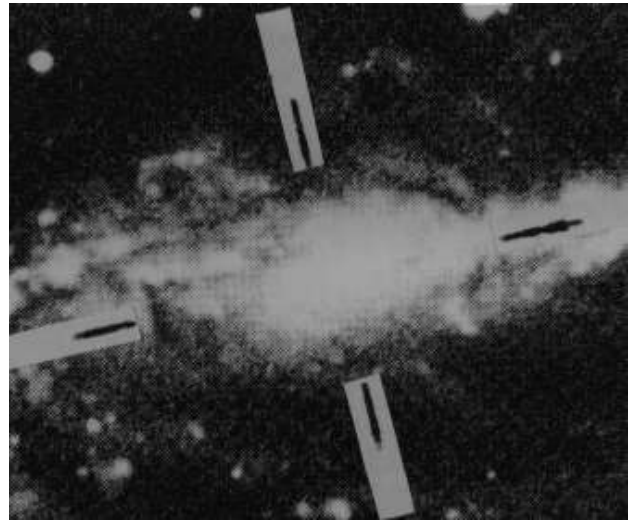
Die Markierung der Dunkelplatte dieser Galaxie ist zweifellos am gewagtesten. Dennoch nahm ich sie mit auf, weil sie die zweite Balkengalaxie mit (vermutlich) spitzendiger Dunkelplatte wäre, bei der Balkendunkelarme zu erkennen sind.

Dieses Schreiben kann, wie alle vorhergehenden auch, nur einen Zwischenstand darstellen.

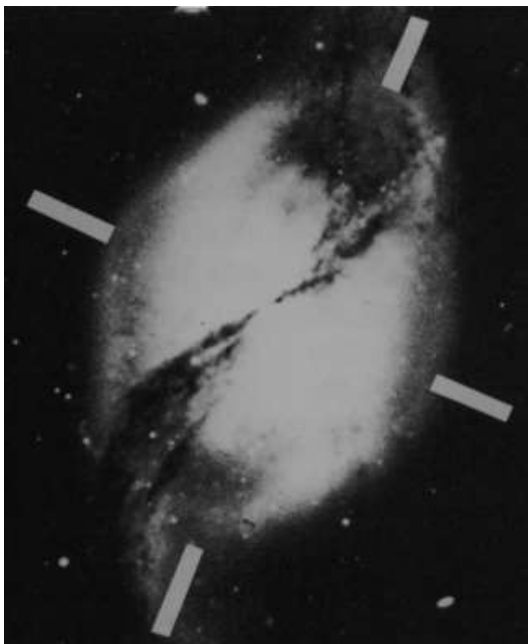
Mit freundlichen Grüßen



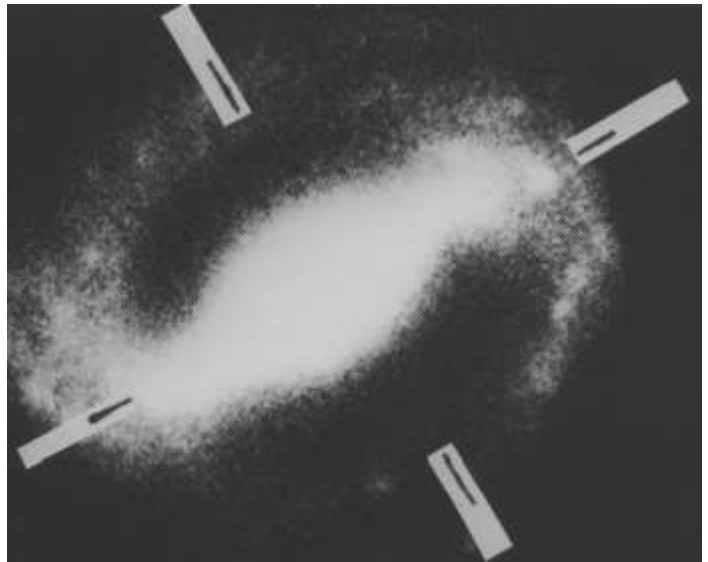
NGC 1512 (Theta)



NGC 7479



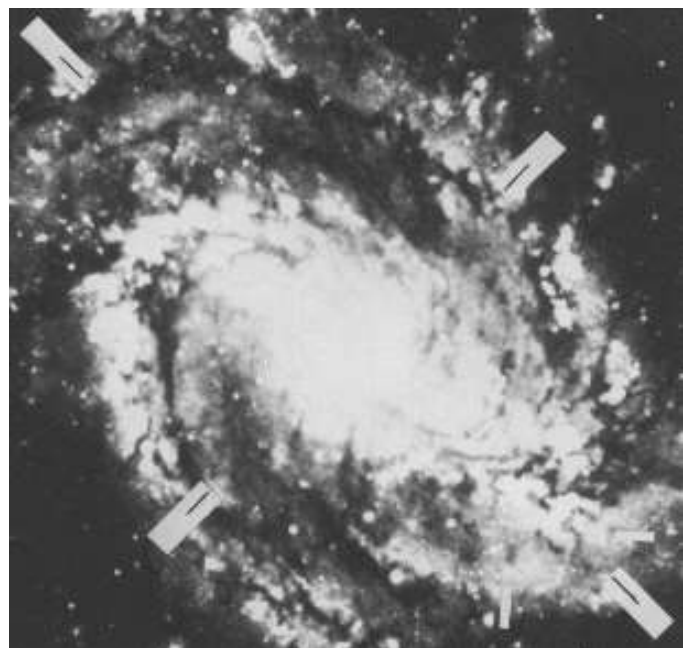
NGC 3718



NGC 175



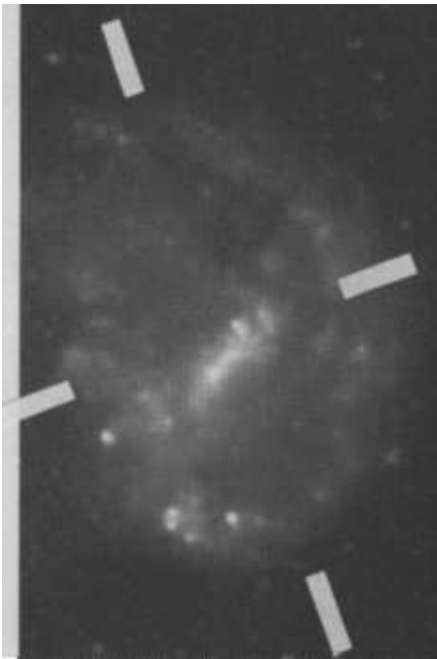
NGC 1300



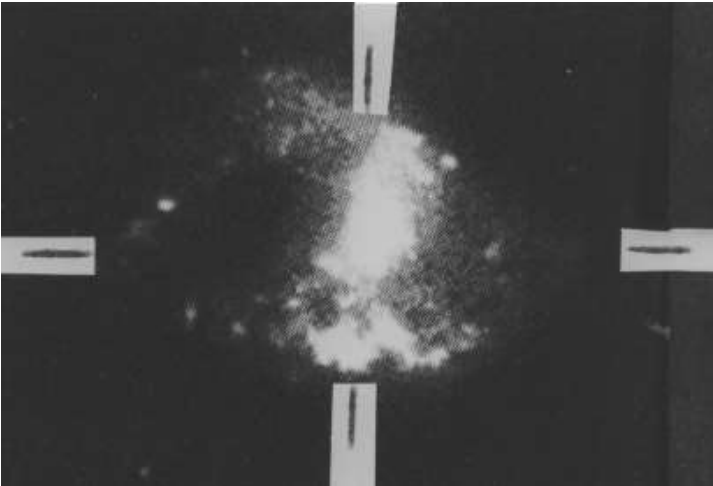
M 83



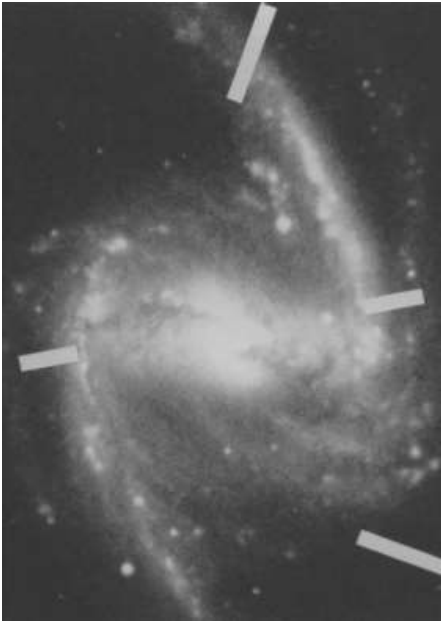
NGC 6872



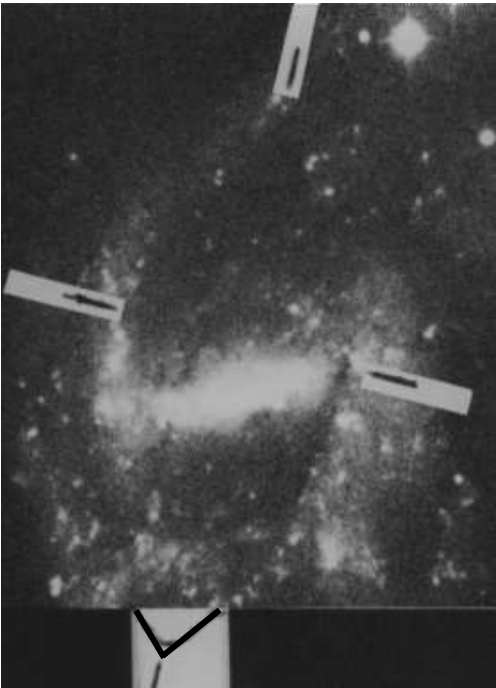
NGC 1232 B



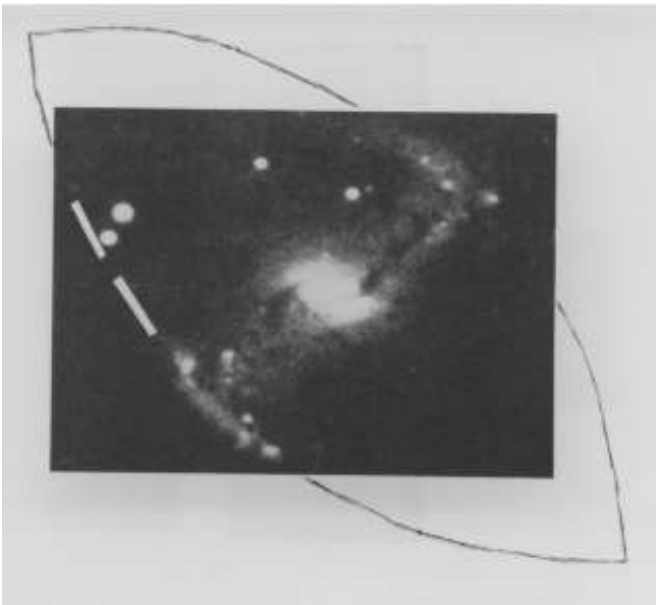
ESO350-40



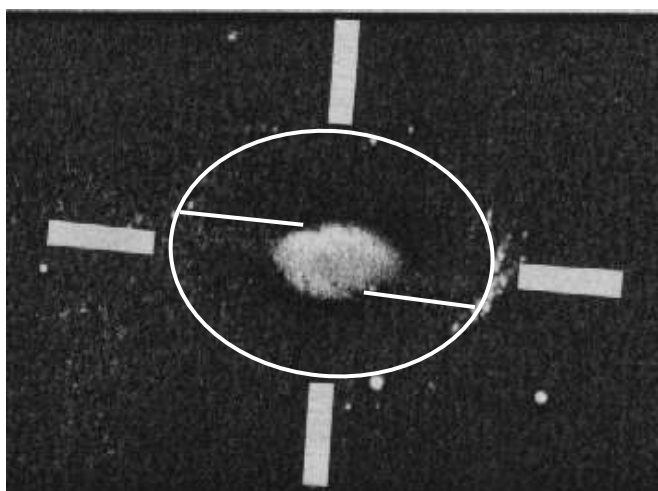
NGC 1365



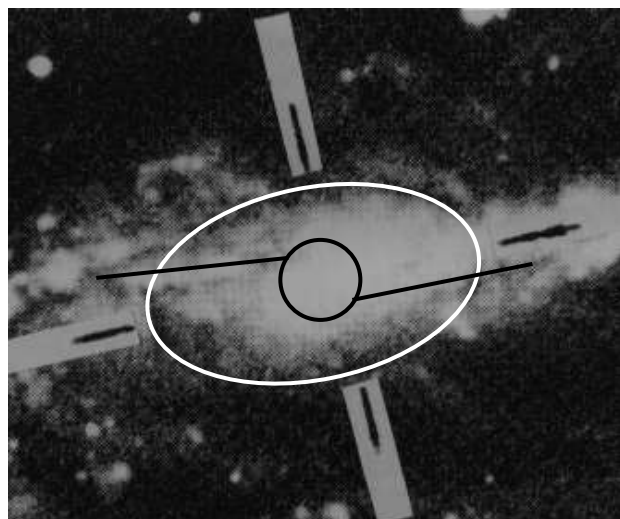
NGC 7741



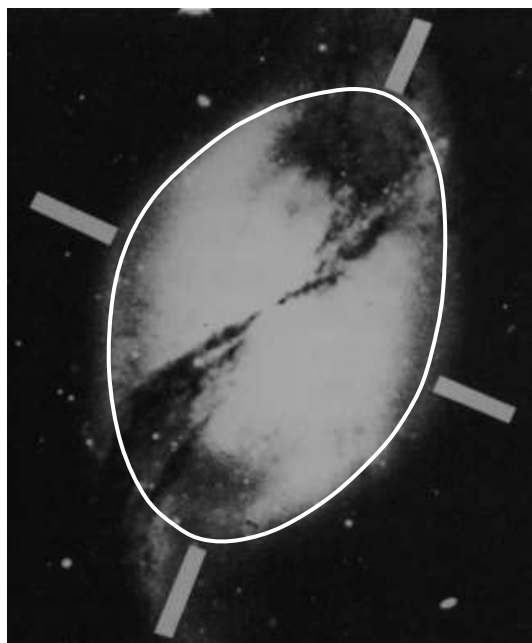
NGC 5383



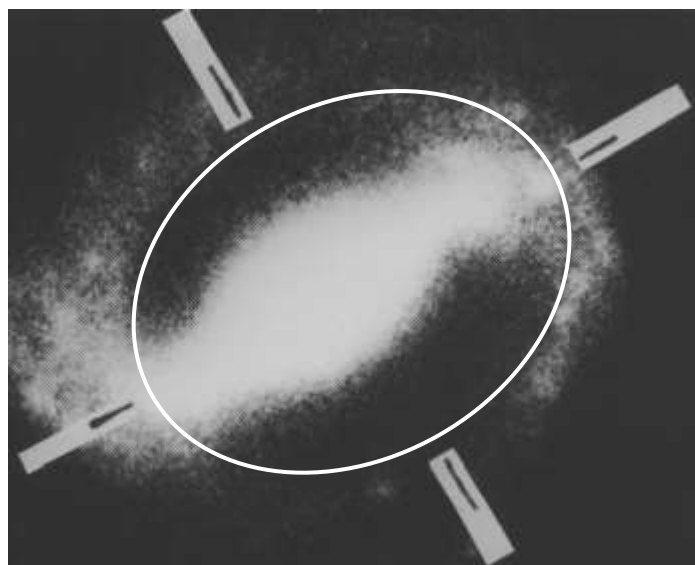
NGC 1512 (Theta)



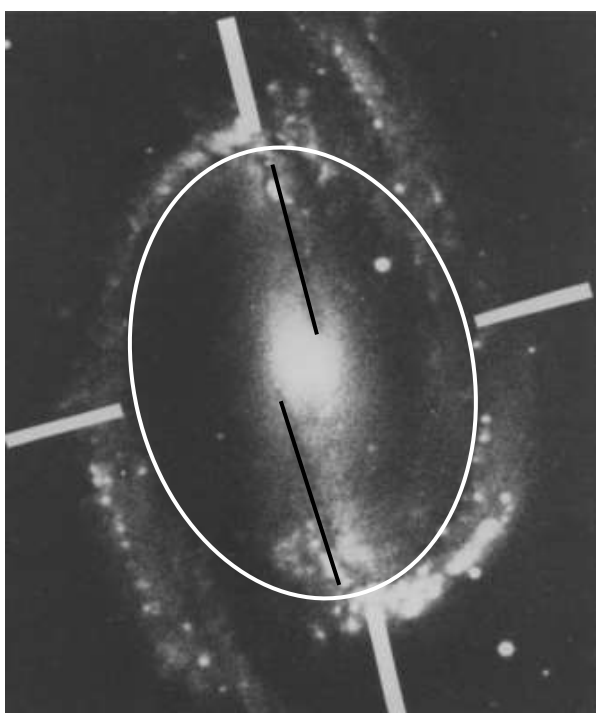
NGC 7479



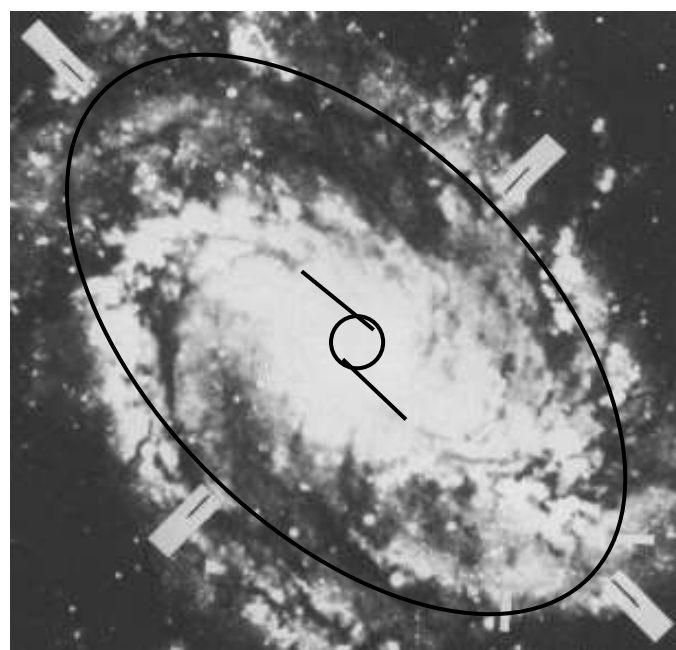
NGC 3718



NGC 175



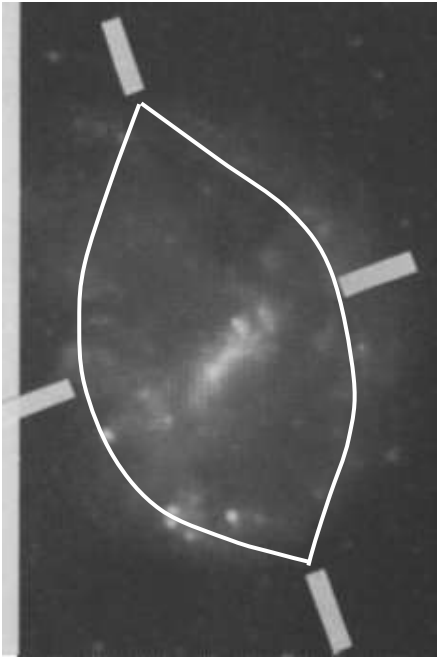
NGC 1300



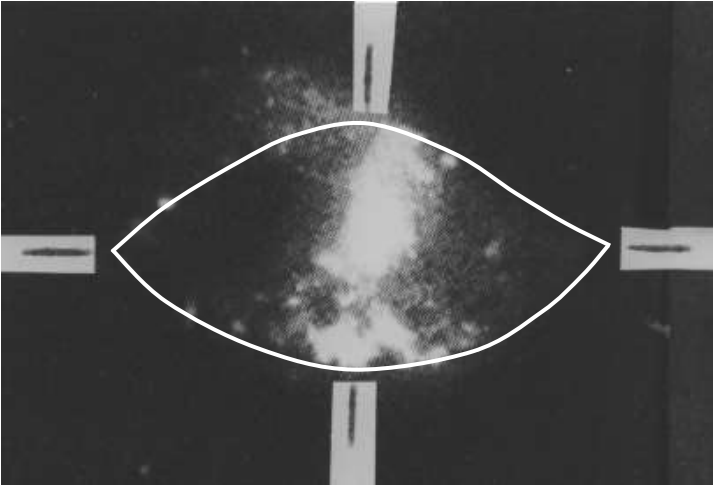
M 83



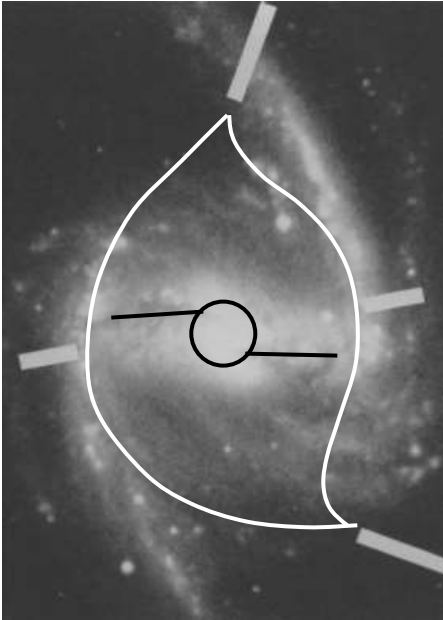
NGC 6872



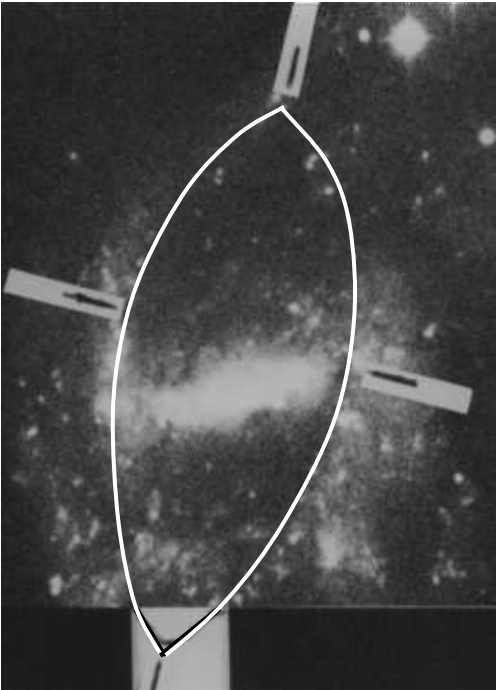
NGC 1232 B



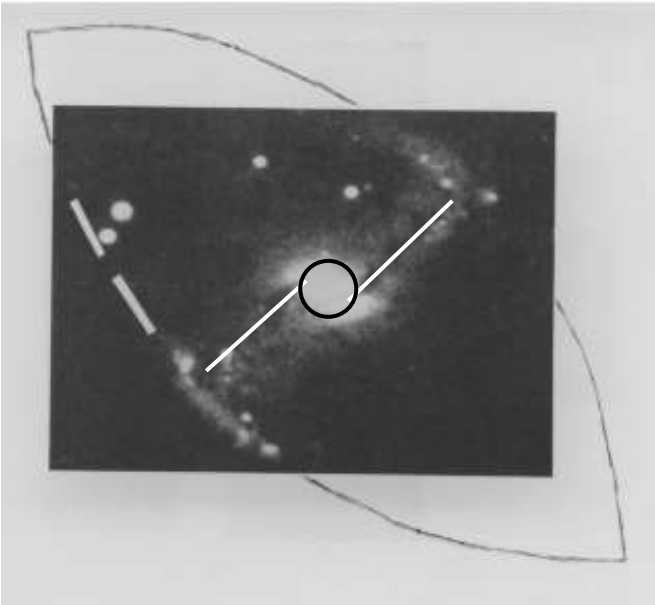
ESO350-40



NGC 1365



NGC 7741



NGC 5383