

Die Abbremsung bewegter energieabstrahlender Objekte durch den Dopplereffekt (Dopplerverzögerung)

DOI: 10.13140/RG.2.2.33506.53443

1. Introduction

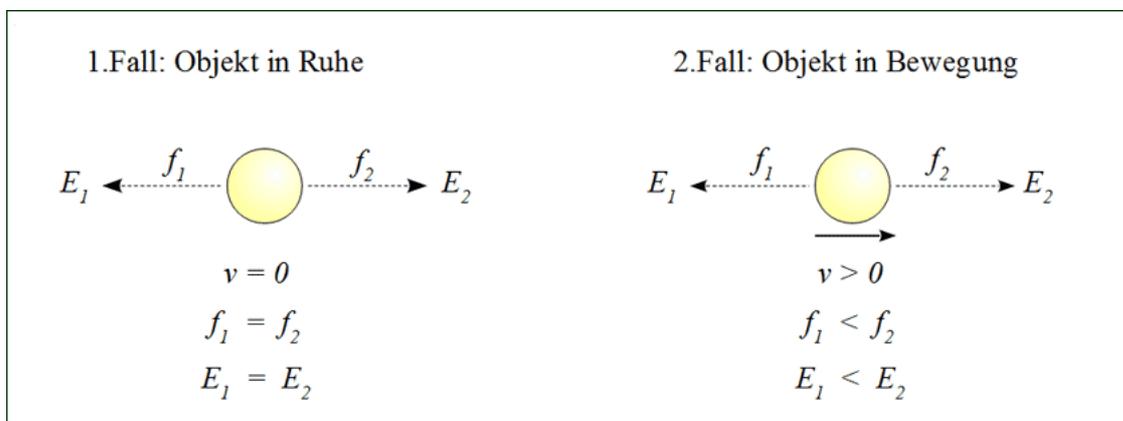
Der Dopplereffekt führt bei bewegten Objekten zu einer ungleichmäßigen Energieabstrahlung. In Bewegungsrichtung wird mehr Energie abgestrahlt als entgegengesetzt dazu. Dadurch wird eine verzögernde Kraft verursacht, die der Bewegung des strahlenden Objektes entgegenwirkt und es abbremsst. Besonders nachhaltig wirkt diese Kraft unter folgenden Voraussetzungen:

- bei sehr hoher Energieabstrahlung,
- bei hoher Geschwindigkeit des bewegten Objektes und
- über lange Zeitdauer der Bewegung und Strahlung.

Diese Bedingungen treffen insbesondere auf Fixsterne zu. Die Abbremsung hat sichtbare und berechenbare Auswirkungen auf die Bewegungen der Sterne und ist maßgeblich für das Erscheinungsbild der Galaxien.

2. Sachverhalt

Die Abb.1 veranschaulicht selbstredend den hier erläuterten Sachverhalt der unterschiedlichen Abstrahlung von (elektromagnetischer) Energie durch ein Objekt in Ruhe und in Bewegung.



(v - Geschwindigkeit, f - Frequenz der Strahlung, E - abgegebene Energie)

Ein ruhendes Objekt strahlt Energie in alle Raumrichtungen gleichmäßig ab. Die Energieabstrahlung eines bewegten Objektes erfolgt anisotrop: in Bewegungsrichtung wird mehr Energie abgestrahlt als entgegengesetzt dazu. Ursache ist der Dopplereffekt. Die Differenz zwischen beiden Energiebeträgen wirkt verzögernd auf die Bewegung des Objektes. Anders gesagt, jedes bewegte Objekt verliert Energie. Die Energiemenge ist proportional zur Geschwindigkeit und zur Energieabstrahlung oder sonstigen Abgabe von Energie, beispielsweise als Schall. Die Energiemenge wird der kinetischen Energie des Objektes entzogen und ist somit als Verzögerung wirksam.

3. Zur Berechnung

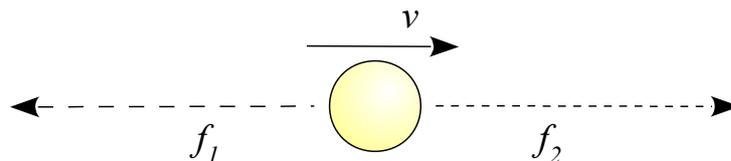
Die Berechnung oder besser die Abschätzung der „Dopplerverzögerung“ beschränkt sich hier auf die emittierte Strahlung. Auch Teilchenströme verursachen den genannten Effekt, bleiben aber unberücksichtigt. Eine exakte Berechnung für einen Fixstern wie die Sonne ist ausgesprochen komplex. Die genaue Berechnung der „Dopplerverzögerung“ bleibt deshalb zukünftigen Arbeiten vorbehalten.

Festlegung der verwendeten Größen:

f_0	Strahlungsfrequenz in Ruhe
f_1	Strahlungsfrequenz entgegen Bewegungsrichtung
f_2	Strahlungsfrequenz in Bewegungsrichtung
P_S	Strahlungsleistung
c	Lichtgeschwindigkeit ≈ 300.000 km/s
h	Planksches Wirkungsquantum
v	Geschwindigkeit
v_0	Geschwindigkeit der Sonne ≈ 250 km/s
m_0	Masse der Sonne $\approx 1,99 \cdot 10^{30}$ kg oder 1,99E30 kg

Es wird mit dem Tausenderpunkt und dem üblichen Dezimalkomma gearbeitet (beispielsweise 1.234,5 und nicht 1,234.5).

Abb.2 veranschaulicht nochmals die Beziehung zwischen Frequenz der abgegebenen Strahlung und Bewegung des Emittenten bzw. des strahlenden Objekts.



$$(1) f_1 = f_0 \cdot \sqrt{(c-v):(c+v)}$$

$$(2) f_2 = f_0 \cdot \sqrt{(c+v):(c-v)}$$

Die Energie eines einzelnen Strahlungsquants ist gemäß $E = h \cdot f$ direkt proportional zur Frequenz f . Somit ist auch die abbremsend wirkende Energiedifferenz proportional zur Frequenzdifferenz $f_1 - f_2$, die wiederum proportional zur Differenz der Wurzelterme ist:

$$(3) \quad \Delta E \sim \Delta f \sim \sqrt{(c+v):(c-v)} - \sqrt{(c-v):(c+v)}$$

Es wird angenommen, dass die Abstrahlung unter einem mittleren Winkel von 45° zur Bewegungsrichtung erfolgt. Die für den Dopplereffekt wirksame mittlere Geschwindigkeit v_m beträgt dann: $v_m = v_o \cdot \cos 45^\circ = 250 \text{ km/s} \cdot 0,7071 \approx 177 \text{ km/s}$.

$$\begin{aligned} \Delta E &\sim \sqrt{(3E5+177):(3E5-177)} - \sqrt{(3E5-177):(3E5+177)} \\ &= 1,000.590 - 0,999.410 \\ &= 0,001.180 > 1/1000 \end{aligned}$$

Die Differenz zwischen Energieabstrahlung in Bewegungsrichtung und Energieabstrahlung entgegen Bewegungsrichtung beträgt für die Sonne mehr als 1‰. Die zur Abbremsung beitragende Leistung P_B ergibt sich als Produkt aus dem ermittelten Koeffizienten und der Strahlungsleistung der Sonne von $3,72 \cdot 10^{26} \text{ W}$.

$$(4) \quad \begin{aligned} P_B &= 0,001.180 \cdot 3,72 \cdot 10^{26} \text{ W} \\ &= 4,390 \cdot 10^{23} \text{ W} \end{aligned}$$

Unter den gegenwärtigen Bewegungs- und Strahlungsparemern der Sonne wird ihre Bewegungsenergie kontinuierlich um $4,3896 \cdot 10^{23} \text{ W}$ pro Sekunde verringert. Die kinetische Energie der Sonne beträgt:

$$(5) \quad \begin{aligned} E_{kinO} &= \frac{m}{2} \cdot v^2 = \frac{1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{2} \cdot (2,5 \cdot 10^5 \text{ m/s})^2 \\ E_{kinO} &= 6,219 \cdot 10^{40} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} = 6,219 \cdot 10^{40} \text{ Ws} \end{aligned}$$

Unter den gegenwärtigen Bedingungen würde die Bewegung der Sonne nach etwa 4,5Mrd. Jahren zum Stillstand kommen (Gl.6).

$$(6) \quad \frac{E_{kinO}}{P_B} = \frac{6,219 \cdot 10^{40} \text{ Ws}}{4,3896 \cdot 10^{23} \text{ W}} = 1,417 \cdot 10^{17} \text{ s} = 4,489 \cdot 10^9 \text{ a}$$

Nach den Gesetzen der Himmelsmechanik verringert sich durch die Abbremsung der Radius der Sonnenbahn um das Zentrum der Galaxis bei ständiger Zunahme der Bahngeschwindigkeit. Größere Geschwindigkeit führt wiederum zum Anwachsen der Dopplerverzögerung gemäß Gl.3. Es kommt zu einer immer schnelleren Annäherung der Sonne bzw. eines jeden Fixsterns an das Zentrums der Galaxis. Dadurch wird sowohl die wohlbekannt Form logarithmischer Spiralen ausgebildet als auch die stark wachsende Sterndichte im Zentrum der Galaxis verursacht.

Wie erwähnt, wird die Abbremsung der Fixsterne durch die Emission von Partikelströmen noch verstärkt. Die hier ermittelten Werte stellen also nur eine erste Abschätzung dar. Unter Anwendung der genauen Daten (wie Strahlungsleistung, Masse, aktuelle Bahnparameter) unter Anwendung der betreffenden mathematischen Algorithmen sollte eine Berechnung der Bahnen der Fixsterne um das Zentrum einer Galaxie möglich sein.

4. Einige Thesen zu dieser Arbeit

- Die Dopplerverzögerung führt dazu, dass sich Fixsterne auf nicht identischen Spiralbahnen fortschreitend dem Zentrum der Galaxien annähern. Die sich stetig verändernden Bahnparameter werden determiniert von der Masse, den Strahlungs- und Partikelemissionen und dem Abstand des Fixsterns vom Massezentrum. Die Abbildung 3 zeigt die Andromeda-Galaxie als sichtbares Beispiel der wohlausgeprägten Srralform und der dadurch zunehmenden Sternendichte im Zentrum.

Abb. 3: Andromeda-Galaxis (Quelle: Wikipedia, NASA)



- Die Entstehung unseres Sonnensystems erfolgte in wesentlich größerer Entfernung vom Zentrum der Galaxis als ihr gegenwärtiger Ort auf der Spiralbahn um das Zentrum der Milchstraße.

- Mehrfachsternsysteme dürften meistens (vermutlich einzig) die Folge der Annäherung von Sternen auf ihren unterschiedlichen Bahnen um das Massezentrum der Galaxien sein. Die spiralförmigen Bahnen überschneiden sich und die gegenseitige Masseanziehung führt zu Doppel- oder Mehrfachsternsystemen.
- Die stetige Bewegungsänderung des Zentralgestirns ist hinreichende Ursache für die Periheldrehung der Planetenbahnen. Auf Basis der Periheldrehung sollte eine genaue Berechnung der Dopplerverzögerung möglich sein.
- Die zunehmende Sterndichte bzw. Masseanhäufung im Zentrum der Galaxien führt in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen zu Explosionen vergleichbar mit der Explosion einer Supernova, allerdings mit sehr viel größeren Energie- und Stoffausbrüchen. Die Extinktionen des Lebens in der Erdgeschichte und die unterschiedlichen Formen von Galaxien, wie sie u.a. vom Hubble-Teleskop übermittelt werden sind Beweis für diese Aussage. Diese Explosionen können solche dramatischen Ausmaße erreichen, dass die Struktur einer Galaxie völlig zerstört wird. Erst nach einem langen Zeitraum reorganisiert sich die stoffliche Materie wiederum zu einer neuen Galaxie. Ringgalaxien bzw. Radgalaxien sind die Folgestadien einer mittleren Explosion, die ausgeworfene Materie bildet einen Halo. Stofflich-energetischen Gleichgewichtsprozesse, die außerhalb der physikalischen Theorien ablaufen, spielen hier eine wichtige Rolle.
- Es ist ausgeschlossen, dass sich ein strahlendes Objekt über lange Zeiträume hinweg mit hoher oder gar anwachsender Geschwindigkeit bewegt, wie es die Urknalltheorie fordert. Ein solches Objekt würde im Vergleich zu astronomischen Perioden in kurzer Zeit auf eine niedrige Geschwindigkeit abgebremst. Die Bremsleistung ist im Verhältnis zur Strahlungsleistung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit in Abb.4 vereinfacht dargestellt.

Abb.4: Strahlungsleistung und Bremsleistung abhängig von der Geschwindigkeit

