

M- σ RELATIONS ACROSS SPACE AND TIME

David Garofalo, Damian J. Christian, Chase Hames, Max North, Keegan Thottam, Samuel Nazaroﬀ and Alisaie Eckelbarger
Das Papier bezieht sich auch auf Gultekin.

Der Artikel untersucht die zeitliche Entwicklung der M- σ -Relation, welche den Zusammenhang zwischen der Masse eines supermassiven Schwarzen Lochs (SMBH) und der stellaren Geschwindigkeitsdispersion in Galaxien beschreibt.

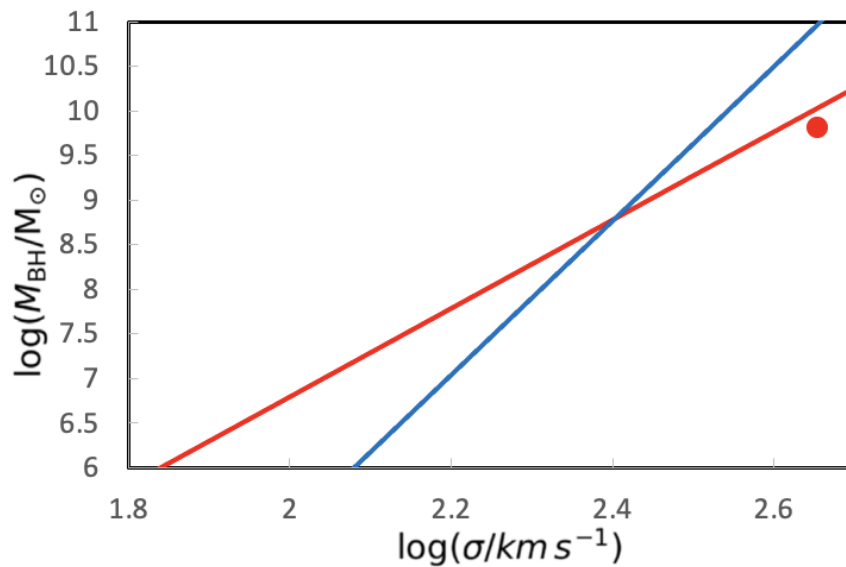
Auf der Basis eines vom Autor stammenden Modells der Evolution aktiver galaktischer Kerne (AGN) und Galaxien mit geringer Rotverschiebung wird gezeigt, dass es fundamentale Unterschiede in der M- σ Relation zwischen AGNs mit und ohne Jets gibt.

Im Zuge der Entwicklung von Galaxien mit Jets kommt es jedoch zu einer Verschiebung der Rückwirkung bei geneigten Jets.

1. **Zentrale Hypothese und Methodik:** Das Forschungsmodell basiert auf dem „Gap-Paradigma“, das die SMBH-Masse sowie die Jet-Bildung als Haupttreiber für die Evolution im M- σ -Diagramm beschreibt. Die Entwicklung verläuft bei jetteten AGN zunächst stärker vertikal, da ihre Jets die stellare Dispersion weniger beeinflussen. Im Gegensatz dazu zeigen nicht-jettete AGN eine stabilere diagonale Bewegung im Diagramm.
2. **Unterschiedliche Entwicklungspfade:**
 - **Nicht-jettete AGN** entwickeln sich tendenziell diagonal im M- σ -Diagramm, was auf eine gleichmäßige Zunahme von SMBH-Masse und stellare Dispersion hindeutet.
 - **Jettete AGN** zeigen hingegen anfangs eine stärkere Zunahme der Masse, bevor sie horizontal verlaufen. Dieser Verlauf ergibt sich durch den Einfluss von Jets, die die Sternentstehung dämpfen und langfristig die stellare Dispersion erhöhen.
3. **Feedback-Mechanismen:** Die Autoren betonen, dass verschiedene AGN-Typen, abhängig von ihrer Umgebung und Jet-Ausrichtung, unterschiedliche Feedback-Mechanismen aufweisen. In dichten Clusterumgebungen erzeugen geneigte Jets eine stärkere Zunahme der Dispersion, während in isolierten Umgebungen dieser Effekt abgeschwächt ist.
4. **Modellvorhersagen und Beobachtungen:** Das Modell postuliert, dass jettete AGN im späten Universum einen stärkeren Einfluss auf die stellare Dispersion ausüben und dass solche Systeme vorwiegend in Kern-Sersic-Galaxien vorkommen. Beobachtungen wie von der Galaxie M87 stimmen mit den Modellvorhersagen überein.

Schlussfolgerung

Die Studie zeigt, dass die Entwicklungspfade von Galaxien mit oder ohne Jet aus dem AGN im M- σ -Diagramm unterschiedlich verlaufen und dass diese Unterschiede auf den spezifischen Jet-Feedback-Mechanismus zurückzuführen sind. Jettete AGN haben demnach eine maßgebliche Rolle in der späteren Galaxienentwicklung, insbesondere in dichten Umgebungen, und beeinflussen die Dynamik von Sternen in ihren Galaxien langfristig.



Fits for the M- σ relation for Sersic (red) and core-Sersic (blue) ellipticals (equations 4 & 6) from Sahu, Graham & Davis 2019. The red dot represents M87, an FRI LERG in a cluster environment.

This article investigates the evolution of the $M-\sigma$ relation, which describes the correlation between the mass of a supermassive black hole (SMBH) and the stellar velocity dispersion in galaxies.

On the basis of a model of the evolution of active galactic nuclei (AGN) and low-redshift galaxies developed by the author, it is shown that there are fundamental differences in the $M-\sigma$ relation between AGNs with and without jets.

However, the development of galaxies with jets results in a shift in the feedback effect in the case of tilted jets.

1. Central hypothesis and methodology:

The research model is based on the 'gap paradigm', which describes SMBH mass and jet formation as the main drivers of evolution in the $M-\sigma$ diagram. The evolution of jetted AGN initially follows a more vertical path, as their jets have less impact on stellar dispersion. In contrast, non-jetted AGN show a more stable diagonal movement in the diagram.

2. Different evolutionary paths:

- Non-jetted AGN tend to evolve diagonally in the $M-\sigma$ diagram, indicating a uniform increase in SMBH mass and stellar dispersion.
- Jetted AGN, on the other hand, initially show a stronger increase in mass before they reach a horizontal line. This trend arises from the influence of jets, which dampen star formation and increase stellar dispersion in the long term.

3. Feedback mechanisms:

The authors emphasise that different types of AGN exhibit different feedback mechanisms, depending on their environment and jet orientation. In dense cluster environments, inclined jets cause a stronger increase in dispersion, whereas in isolated environments this effect is weakened.

4. Model predictions and observations:

The model postulates that jetted AGN in the late universe exert a stronger influence on stellar dispersion and that such systems are found predominantly in nuclear Sersic galaxies. Observations such as those of the galaxy M87 are consistent with the model predictions.

Conclusion

The study shows that the evolution paths of galaxies with or without a jet from the AGN in the $M-\sigma$ diagram are different and that these differences can be traced back to the specific jet feedback mechanism. Jetted AGN therefore play a significant role in the later evolution of galaxies, especially in dense environments, and influence the dynamics of stars in their galaxies over the long term.