



Ulrich v. Kusserow  Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen

Beobachtungen, Simulationsrechnungen und Experimente Erkenntnisgewinnungsprozesse über kosmische Magnetfelder

Credit: N. Real/J. Michaud, F. Cattaneo et al., Yohkoh/ISAS, EFDA/JET, NASA/VLA/CFHT, DRESDYN/HZDR, A. Ravasio et al./Luli, NASA, VLT/ESO, W. Daughton, MRX/PPPL, G. Glatzmaier, ISS/NASA

Beobachtungen, Simulationsrechnungen und Experimente Erkenntnisgewinnungsprozesse über kosmische Magnetfelder

Ulrich v. Kusserow, Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen

Unter welchen Bedingungen wird eigentlich die Energie erzeugt, die Sterne zum Leuchten bringt? Welche physikalischen Prozesse ermöglichen überhaupt die Entstehung dieser Himmelsobjekte und der sie umkreisenden Planeten? Wie gelingt dabei die Verdichtung von Materie trotz behinderndem hohen Drehimpuls? Weshalb finden überall im Kosmos immer wieder Explosionen statt, in denen Teilchen auf besonders hohe Geschwindigkeiten beschleunigt werden? Wie genau erfolgt dabei einerseits Strukturbildung, werden andererseits besonders dynamische Vorgänge ausgelöst? Die so verbreitete Existenz geladener Partikel im Plasma-Universum sowie die neben der Gravitationskraft dominierend wirksamen kosmischen Magnetfelder verursachen viele der heute mit besonders leistungsfähigen Teleskopen, Instrumenten und hochentwickelten Bildbearbeitungstechniken zu beobachtenden faszinierenden Phänomene am Sternenhimmel. Aber wie entstehen die magnetischen Felder im frühen Universum, in den Sternen, Galaxien und Planeten? Wie unterstützen sie die Strukturbildungsprozesse durch die notwendige Abfuhr von Drehimpuls? Und wie lösen sie Instabilitäten aus, die gewaltige eruptive Prozesse in Gang setzen?

Durch Auswertung umfangreicher Beobachtungsdaten, mit Hilfe zugrundeliegender anerkannter Theorien, vereinfachender idealisierender Modellvorstellungen sowie Simulationsrechnungen haben sich die Erkenntnisse der Astronomen über die im Universum wirksamen physikalischen Prozesse in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend verbessert. Die Öffentlichkeit ist heute immer wieder begeistert, wenn sie besonders spektakuläre Aufnahmen eindrucksvoller Himmelsobjekte aus dem fernen Universums, bewegte Zeitrafferaufnahmen von

solaren Eruptionen oder Filme mit den Ergebnissen numerischer Experimente betrachtet. Anders als beispielsweise im Schulunterricht, in Forschungslabors oder in erdnahen Raumstationen können die Astrophysiker im fernen Universum verständlicherweise aber leider keine realen Experimente vor Ort durchführen. In den letzten Jahren haben die Wissenschaftler dennoch erkannt, wie sinnvoll, notwendig und möglich es ist, solche kosmischen Vorgänge quasi in "Bonsai-Form" anhand von Analog-Experimente im Labor auf der Erde nachzuvollziehen, die Ergebnisse zu studieren und für die größeren Längen- und Zeitskalen der realen Prozesse im Universum verlässlich umzurechnen. Wichtige Turbulenzprozesse können beispielsweise in numerischen Simulationsrechnungen nicht exakt genug modelliert werden. Der Rechenaufwand ist heute trotz immer schnellerer Computer mit zunehmend größeren Speicherkapazitäten oft noch viel zu groß, um gravierend voneinander abweichende Größenskalen wichtiger Parameter gleichzeitig realistisch abbilden zu können. In modernen Laborexperimenten kann die zugrundeliegende Physik ergänzend und im Vergleich dazu teilweise sogar verlässlicher und realistischer erforscht werden.

In diesem durch farbenprächtige Aufnahmen und Videosequenzen unterstützen Vortrag sollen sowohl neue faszinierende Beobachtungsergebnisse und Resultate numerischer Simulationen als auch beeindruckende gegenwärtige und zukünftige Laborexperimente vorgestellt werden. Nach einführenden Bemerkungen zur speziellen Themenwahl dieses Vortrags geht es in den beiden folgenden Abschnitten zunächst um die Prozesse, die für die Erzeugung der Magnetfelder der Planeten, der sonnenähnlichen Sterne sowie im frühen Universum verantwortlich sind. Experimente zum Studium von Dynamoprozessen und der Speisung protogalaktischer Magnetfelder durch die sogenannte Biermann-Batterie werden vorgestellt und erläutert. Im folgenden soll der Abtransport von Drehimpuls insbesondere in den Akkretionsscheiben um junge Sterne - vermittelt durch eine sogenannte Magneto-Rotations-Instabilität und in magnetisierten Jets - erläutert, anhand der Ergebnisse von Simulationsrechnungen und Experimenten veranschaulicht werden. Anschließend wird das Studium der Freisetzung magnetischer Energien in eruptiven Prozessen durch sogenannte magnetische Rekonnexion unter anderem auch in Laborexperimenten diskutiert, wird die Beschleunigung geladener Partikel in Bugstoßwellen visualisiert. Bevor zum Abschluss in einer entspannenden Bilderserie noch einmal faszinierende Aufnahmen unterschiedlichster Phänomene aus dem Universum vorgeführt werden, soll zunächst noch die besondere Bedeutung magnetischer Prozesse für die Energieerzeugung durch Kernfusion aufgezeigt werden. In den Fusionskraftwerken der Zukunft auf der Erde kann die 100 Millionen Grad heiße Plasmamaterie nur miteinander verschmelzen und dadurch Energie erzeugt werden, wenn gewaltige magnetischen Kräfte sie in Käfigen gebündelt zusammen hält. Natürlich läuft der Fusionsprozess, der das Leuchten der Sterne bewirkt, im Weltall unter wesentlich anderen Bedingungen ab. Das Studium von Dynamo- und magnetischen Rekonnexions-Prozesse sowohl in den unterschiedlichen Himmelsobjekten des Universums als auch in Experimente im Labor ermöglicht jedoch heute schon wichtige Erkenntnisse über physikalisch relevante Prozesse für den Fusionsreaktor der Zukunft.

Inhaltsangabe

1. Dynamoprozesse zur Erzeugung kosmischer Magnetfelder
2. Die Biermann-Batterie des frühen Universums
3. Drehimpulstransport durch Magneto-Rotations-Instabilität
4. Drehimpulstransport in magnetisierten Jets
5. Magnetische Rekonnexionsprozesse in Flares und eruptiven Prozessen
6. Bugstoßwellen und Fermi-Beschleunigung bei Supernova-Explosionen
7. Energieerzeugung durch Kernfusion
8. Entspannung zum Schluss

Nähere Informationen zum Vortrag können Sie erhalten durch:

Ulrich v. Kusserow

Besselstraße 32-34

28203 Bremen

Tel.: 0421-75160

E-mail: uvkusserow@t-online.de

Internet: <http://uvkusserow.magix.net/website/>

Dipl. - Phys. Ulrich v. Kusserow, Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen



Ulrich v. Kusserow unterrichtete nach dem Studium der Astrophysik (Diplomarbeit zum Thema „Stationäre sphärische $\alpha\omega$ -Dynamos und das Erdmagnetfeld“) als Gymnasiallehrer für Mathematik und Physik. Er war viele Jahre Vorsitzender der Bremer Olbers-Gesellschaft, ist Mitglied der Astronomischen Gesellschaft (AG) sowie der Deutsch Physikalischen Gesellschaft (DPG). Mehrere Jahre hat er zum Thema „Lernen über Kosmische Magnetfelder“ am Institut für Didaktik der Physik an der Universität Potsdam mitgewirkt. Er betreut heute Praktikumsversuche der Universität Bremen zur Sonnenphysik, schreibt Artikel und hält Vorträge, unter anderem auch bei Veranstaltungen zur Lehrerfortbildung, schwerpunktmäßig über didaktische Aspekte der modernen Astrophysik zu den Themenbereichen solare und kosmische Magnetfelder, Weltraumphysik, Planeten-, Stern- und Galaxienentstehung sowie Umwelt- und Klimaprobleme. Als regelmäßiger Gast arbeitete er vorübergehend an der Jacobs University Bremen mit. Den Bremer PALAZZI-Verlag unterstützt er bei der Erstellung des jährlich in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift „Bild der Wissenschaft“ herausgegebenen „Sternzeit“-Kalenders.