

Plasmaaufladungsbeschleunigung im Flüssigkeitsmodell betrachtet, so verstößt diese genau wie die Fermi-Beschleunigung gegen den zweiten Hauptsatz. Dies bedeutet aber nur, dass die Betrachtung im Flüssigkeitsmodell nicht angebracht ist. Eine entsprechende Hybridbeschreibung für die Heliosphäre wurde in [5] vorgeschlagen.

■ Zu 3): Das Konzept elektrischer Doppelschichten war auch schon vor Hannes Alfvén im Gespräch der Plasmaphysiker, er selbst hat es nie auf magnetische Rekonnexion angewandt, deren Möglichkeit er abstritt. Das physikalische Verständnis anomaler Transportphänomene war in seinen aktiven Jahren sehr rudimentär. Als anomalen Widerstand bezeichnet man z. B. den elektrischen Widerstand von Plasmen, in denen Teilchenstöße zu selten sind, um Ströme merklich zu reduzieren. In dieser für Weltraumplasmen typischen Situation dominiert die Streuung von Teilchen an turbulenten elektromagnetischen Feldern. In der Zeit von Alfvén entstanden gerade erste, quasi-lineare Theorien zur Beschreibung schwacher Turbulenz in Kernfusionsplasmen. Die Ausbildung von Strukturen, wie elektrostatische Doppelschichten in Folge starker Turbulenzanregung, konnte man damit noch nicht erfassen. Dies galt auch für die ersten Generationen von Teilchensimulationen. Gegenwärtig ist man erstmals in der Lage, Einsichten in die tatsächliche Stärke des anomalen Widerstands bei Rekonnexion zu erlangen. Dies trifft auch auf die Rolle von Doppelschichten zu, aber auch auf andere Konsequenzen starker Turbulenz wie die Erzeugung starker elektrischer Felder, lokaler Lochbildungen und Verdichtungen, der anomalen Plasma-Heizung und Teilchenbeschleunigung. Zu Detailergebnissen können wir Herrn Kundt in der Kürze dieser Antwort leider nur auf die Literatur verweisen.

■ Zu 4): Bezüglich der Struktur der Heliosphäre ist die abgeleitete Schockstärke kein überraschendes Ergebnis. Wie oben diskutiert, gibt es vielfältige Erklärungsmöglich-

keiten, die mit der traditionellen Vorstellung unserer Heliosphäre in Einklang stehen. Die Frage sollte eher sein, welche Evidenz es für ein lokales interstellares Medium gibt, das aus einem relativistischen Paarplasma besteht. Es scheint doch eher so, dass die bisherigen Beobachtungen verschiedener Raumsonden keine Notwendigkeit für die Beschreibung durch ein modifiziertes Plasma erfordern.

- [1] M. Rempel, *Astrophys. J.* **647**, 662 (2006)
- [2] L. A. Fisk, G. Gloeckler und T. H. Zurbuchen, *ApJ* **644**, 631 (2006)
- [3] D. J. McComas und N. A. Schwadron, *GeoRL* **33**, 4102 (2006)
- [4] S. E. S. Ferreira, M. S. Potgieter und K. Scherer, erscheint in *JGR*
- [5] K. Scherer und S. E. S. Ferreira, *ASTRA* **1**, 17 (2005)

■ Von Quantenmäusen und Quantenmenschen

Zu: „Physik lässt einen nicht einfach los“, Interview mit Julian Voss-Andreae, Mai 2007, S. 24

Der Quantenmann hat mir gut gefallen. Wie das häufig der Fall ist, haben andere zur selben Zeit, manchmal auch früher, die gleiche Idee: Auf der Kunstaussstellung ART 2004 in Frankfurt waren

Skulpturen der britischen Künstlerin Marilène Oliver (www.marilene.co.uk) zu sehen, bei denen MRI-Scheiben (Nuclear Magnetic Resonance Imaging) von Personen lebensgroß auf Glasplatten übereinander gestapelt waren. Das gibt dann im Endeffekt auch „Quantenmänner“ und auch „Quantenfrauen“.

Schließlich benutzen wir diese Technik einer scheibenweisen Darstellung für die Tumorthherapie schon lange. Dazu schreiben wir mit dem Raster-Verfahren das Zielvolumen mit Ionenstrahlen in Stapel von Kernspurdetektoren, die in einem Wassertank als Gewebesimulation liegen, und entwickeln sie dann. Als exotisches Beispiel finden Sie anbei die „Quantenmaus“, die Abbildung einer Stoffpuppe aus der Sendung mit der Maus. Die Quantenmaus war das Geburtstagsgeschenk meiner Gruppe zum 65. Geburtstag und ist genauso mit einem CT geplant wie eine Tumorthherapie und dann genauso bestrahlt. Sie dient jetzt als pädagogisch wertvolles Vorzeigobjekt, da man damit die Auflösung der Tumorthherapie zeigen kann.

Gerhard Kraft

Prof. Dr. Gerhard Kraft, Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt



Die „Quantenmaus“ und die Skulpturen „Mum and Dad“ (2003) der britischen Künstlerin Marilène Oliver erinnern an den „Quantenmann“ von Julian Voss-Andreae.



Courtesy Herrmann Wagner Gallery and the artist