Technische Universität Braunschweig

Prof. U. Motschmann
Institut für Theoretische Physik

Christian Nabert
Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik

# Übungen zur Vorlesung: "Plasmaphysik"

**Blatt 6** **Wintersemester 2014**

**Besprechung:** 26. November 2014

## Aufgabe 9: Kinetische Plasmatheorie

Wie im Folgenden untersucht werden soll, ist die Gleichung

$$d_t F_\alpha^M(\underline{x}, \underline{v}, t) = 0 \tag{1}$$

mit

$$F_\alpha^M(\underline{x}, \underline{v}, t) = \sum_{i=1}^{N} \delta(\underline{x} - \underline{x}_i(t)) \cdot \delta(\underline{v} - \underline{v}_i(t)) \tag{2}$$

aus den einzelnen Teilchen-Bewegungsgleichungen zusammengesetzt.
Im Folgenden beschränken wir uns auf eine Teilchensorte, eine Raumdimension und eine Geschwindigkeitsdimension. Weiterhin sollen lediglich zwei Teilchen betrachtet werden, welche nur durch Gravitation wechselwirken können.

Der Ausgangspunkt zur Ableitung der Boltzmann-Gleichung war die mikroskopische Verteilungsfunktion $F^M$. Mit den oben genannten Einschränkungen ist diese:

$$F^M(x, v, t) = \sum_{i=1}^{2} \delta\left(x - x_i(t)\right) \cdot \delta\left(v - v_i(t)\right) \ . \tag{3}$$

Zeigen Sie, dass die zugehörige Gleichung

$$d_t F^M = \partial_t F^M + v \partial_x F^M + \frac{K^M}{m} \partial_v F^M = 0 \tag{4}$$

auf die Ihnen bekannten Bewegungsgleichungen führt.

*Hinweis:*
Stellen Sie dazu zunächst die Gravitationskraft $K^M(x, v, t)$ auf. Dann setzten Sie $F^M(x, v, t)$ und $K^M(x, v, t)$ in die Gleichung ein und berechnen alle benötigten Ableitungen. Delta-Funktionen können Sie mit der Kettenregel bearbeiten und Ableitungen der Form $\partial_y \delta(y)$ dürfen gekürzt werden. Anschließend führt eine Fallunterscheidung zu den gesuchten Gleichungen.