

1 Rotierende Scheiben: eine Demonstration

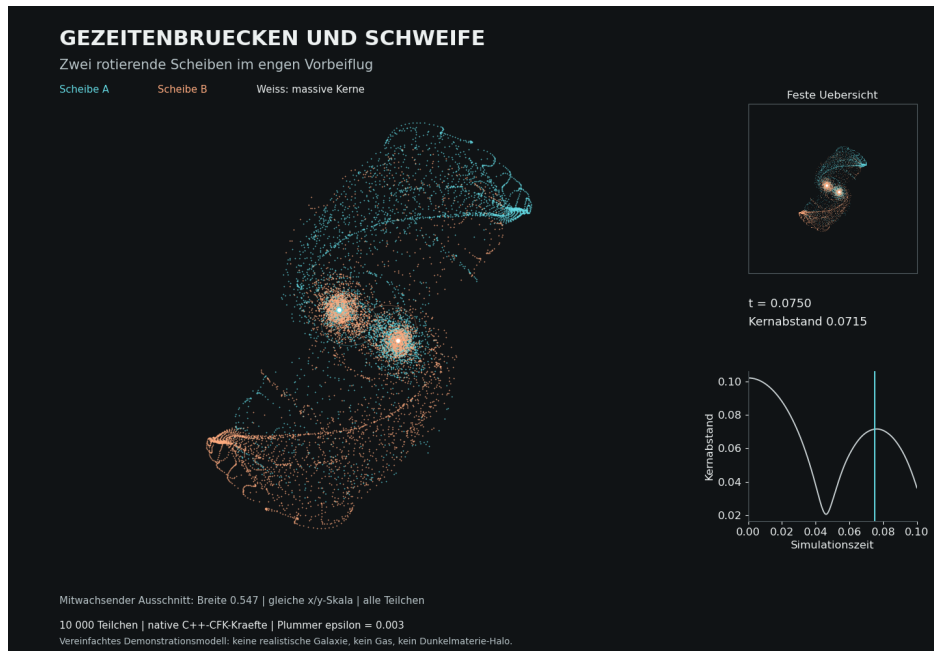
Zwei rotierende Scheiben passieren einander eng und entwickeln gut sichtbare Bruecken und Schweife. Die Idee folgt dem vereinfachten Gezeitenbild von Toomre und Toomre (1972). Die Rechnung ist keine realistische Galaxienmodellierung: Gas, ausgedehnte Dunkelmaterie-Halos und ein exakt selbstkonsistentes Scheibengleichgewicht fehlen. Insbesondere wird kein vollstaendiger Merger behauptet.

Die insgesamt 10000 Teilchen bestehen aus zwei Kernen der Masse 0.45 und je 4999 Scheibenteilchen mit Gesamtmasse 0.05. Alle Massen wirken gravitativ zurueck. Pro Scheibe werden die Radien zwischen 0.005 und 0.035 gleichflaechig mit goldenem Winkel abgetastet. Die Anfangsgeschwindigkeit ist naeherungsweise kreisfoermig,

$$v(r)^2 = \frac{[M_{\text{Kern}} + M_{\text{Scheibe}}(< r)]r^2}{(r^2 + \epsilon^2)^{3/2}},$$

wobei der Scheibenbeitrag nur durch eingeschlossene Masse angenaehert wird. Beide Scheiben rotieren prograd. Die nominale Keplerbahn startet im Apozentrum mit $a = 0.06$, $e = 0.7$, Abstand 0.102; der Gesamtschwerpunkt liegt bei (0.62, 0.62). Die tatsaechliche Bahn weicht von dieser Punktmassenellipse ab.

Groesse	Wert
G , Plummer- ϵ , Baum- θ	1, 0.003, 0.4
KDK-Schritt, Schritte	0.000025, 4000
Endzeit, gespeicherte Bilder	0.1, 401
Native Laufzeit	421.3 s
Kleinster gespeicherter Kernabstand	0.020703 bei $t = 0.04625$
R_{90} der Population A um ihren Kern, Anfang/Ende	0.033240 / 0.364553



Der Film zeigt alle Teilchen, ohne Interpolation. Die Hauptansicht passt ihren Ausschnitt weich an; eine feste Uebersicht macht die Expansion erkennbar. Die Ausgabe hat 20 Bilder/s mit einer Sekunde Anfangs- und zwei Sekunden Endpause. Die Filmkompression ist reine Darstellung; Rohdaten bleiben erhalten.

2 Pruefung und verlustfreie Archivierung

Der 1000-Teilchen-Vorlauf pruefte Ablauf und Rechengebiet, nicht Konvergenz. Anfangszustands-tests pruefen Eindeutigkeit, Massensumme, Gesamtimpuls und deterministische Erzeugung. Die gespeicherten Endpositionen stimmen exakt mit der nativen Enddatei ueberein; alle gespeicherten Teilchen liegen im Wurzeldreieck. Der Film wurde vollstaendig dekodiert und visuell kontrolliert. Die Schwerpunktdrift des Hauptlaufs betraegt etwa $1.50 \cdot 10^{-5}$, der Endimpuls etwa $(7.67 \cdot 10^{-5}, -2.32 \cdot 10^{-4})$. Die einseitige Baumnäherung ist nicht exakt impulserhaltend; diese Demonstration ersetzt keine Genauigkeitsstudie.

2.1 Was archiviert wurde

Grosse, unkomprimierte Rohdateien abgeschlossener Versuche werden einzeln mit Zstandard, Stufe 6 und zwei Threads, komprimiert. Original und vollstaendig dekodierter Archivstrom muessen denselben SHA-256-Wert besitzen. Erst danach wird das Original entfernt. Ein dauerhaft geschriebenes Journal haelt Dateipfade, Pruefsummen, Bytezahlen, Berechtigungen und Zeitstempel fest. Bei weniger als zwei Prozent Ersparnis bleibt die Originaldatei bestehen. Es gibt keine Rundung von Gleitkommazahlen, keine zeitliche Ausduennung und kein Entfernen von Teilchen. Auch abgebrochene Versuche bleiben erhalten.

Archivierte Rohdateien	299
Lokaler Projektordner vorher	12.55 GiB
Lokaler Projektordner danach	8.48 GiB
Eingesparte Rohdatenbytes	4.08 GiB

Bereits komprimierte Dateien, Filme, PDFs, Quellcode, Sicherungen und Compiler-/Sanitizer-Builds bleiben erhalten. Die urspruenglichen wissenschaftlichen Pruefsummenlisten werden nicht umgeschrieben. Eine Nachpruefung liest archivierte Inhalte bei Bedarf direkt aus dem dekodierten Zstandard-Strom. Benannte Hash-Metadaten ohne Dateipfad werden gesondert ausgewiesen.

2.2 Wiederverwendung

Die Archive liegen neben den urspruenglichen Dateien, etwa `positions.npy.zst`. Alte Auswertungsprogramme erwarten die unverpackte Datei und benoetigen daher zunaechst eine Wiederherstellung. CFK/Archivierung/README.md beschreibt die Befehle fuer einen einzelnen Versuch oder den gesamten Datenbestand. Die Wiederherstellung prueft erneut alle Bytes und ueberschreibt keine vorhandene Datei mit anderem Inhalt. Sie behaelt die komprimierte Kopie; voruebergehend wird entsprechend mehr freier Speicher benoetigt.

Modell, Filmquellen, C++-Quellsnapshot, Konfiguration und numerische Metadaten liegen unter `Berichte/2026-09-17/Galaxy_Demo`. Das Archivierungsjournal liegt unter `CFK/Archivierung/2026-09-17`. Die alte Tagesdokumentation bleibt als eigener abgeschlossener Stand erhalten. Die gemeldete Ersparnis betrifft lokalen Speicher; Cloud-Dienste koennen serverseitig weiterhin fruehere Versionen vorhalten.