

Swing-By Manöver - Gravity Assist

Cassini flog nach dem Start zweimal an der Venus und einmal an der Erde vorbei sowie einmal am Jupiter, bis sie durch diese Swing-by-Manöver genug kinetische Energie hatte, ihr Ziel, den Saturn zu erreichen.

Swing-By Manöver (oder auch: **gravity assist**) einer Raumsonde im Schwerefeld eines Planeten dienen dazu, dessen Richtung oder Geschwindigkeit ohne großen eigenen Energieaufwand zu ändern. Da Treibstoff an Bord einer Raumsonde meist sehr knapp ist, ist ein solches Manöver eine geeignete Methode, durch Übertragung von Teilen des Bahndrehimpulses eines Planeten Energie auf das Raumschiff zur Beschleunigung (oder auch zur Abbremsung !) zu übertragen. Dadurch wird eine große Richtungs- oder Geschwindigkeitsänderung des Raumschiffes ermöglicht, die so mit herkömmlichen Mitteln nicht oder nur durch große Mengen Treibstoff zu erzielen wäre. Der Planet wird dabei auf seiner Bahn um die Sonne nach dem Energieerhaltungssatz entsprechend abgebremst (oder beschleunigt). Dies ist allerdings wegen der großen Planetenmasse nicht meßbar.

Beim Swingby wird die relative Geschwindigkeit des Raumschiffes gegenüber dem Planeten nicht verändert, aber relativ zur Sonne sehr wohl:

es erfährt beim Anflug auf den Planeten eine Beschleunigung und nach dem Vorbeiflug eine entsprechende Abbremsung, so daß nach der Passage die Geschwindigkeit des Raumschiffes relativ zum Planeten unverändert bleibt. Allerdings wurde während des Vorbeifluges die Richtung des Raumschiffes geändert, und damit die Bahn des Raumschiffes relativ zur Sonne gekrümmt. Eintritts- und Austrittswinkel der Raumschiffbahn relativ zu Sonne sind nicht gleich und es kommt eine Geschwindigkeitsvektorkomponente der Raumschiffbahn relativ zur Sonne hinzu, d.h. das Raumschiff wurde relativ zur Sonne beschleunigt oder aber auch gebremst, je nach Seite des Vorbeifluges und entsprechender Bahnkrümmung in die eine oder die andere Richtung.

Wenn sich der Planet bei seinem Weg um die Sonne relativ zur Sondenbahn von dieser wegbewegt, gewinnt das Raumschiff an kinetischer Energie hinzu, ansonsten wird es abgebremst. Man kann so gezielt bremsen oder beschleunigen, indem man an der richtigen Seite des Planeten relativ zur Sonne vorbeifliegt.

Die Geschwindigkeitsänderung kann dazu verwendet werden, um die Sonde für sonnennähere Ziele abzubremsen oder für sonnenfernere Ziele zu beschleunigen. Die Richtungsänderung kann auch dazu verwendet werden, um die Ebene der Ekliptik zu verlassen und Sonden in eine polare Umlaufbahn um die Sonne zu lenken. Auf diese Weise können Raumsonden Flugbahnen erreichen, die sonst nicht oder nur mit erheblich größerem Energieaufwand des Sondenantriebs möglich wären.

Hier ein entsprechender [Wikipedia-Artikel](#) zum gleichen Thema.