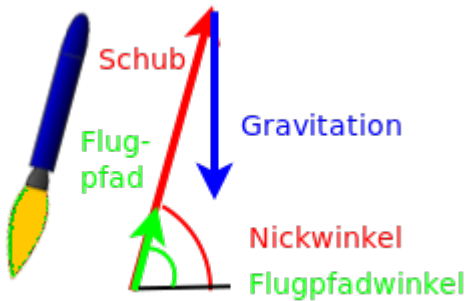


# Gravity Turn - Manöver



Der **Gravity-Turn** beschreibt das Kippen (Nicken) der Rakete um die Querachse in den Orbit und ist der Moment nach dem Pitch-Over-Manöver wo die Gravitation nicht mehr auf dem Flugpfad liegt, bis zur waagerechten Ebene des Horizontes. Hier gilt immer Nickwinkel (Pitch) = Flugwinkelpfad (Flightpathangle). Es existiert also kein Anstellwinkel und daher wird die Rakete direkt von vorn angeströmt. Sie bietet dem Luftwiderstand nun eine minimale Querschnittsfläche und damit einen minimalen aerodynamischer Widerstand. Damit treten keine seitlichen aerodynamischen Kräfte auf, da

hier die Rakete am verwundbarsten ist.

[absatz]/[absatz]

Die Gravitation erzeugt ständig eine senkrechte Fallbeschleunigung und damit eine Geschwindigkeitskomponente nach unten. Addiert man eine "schräg nach oben" gerichtete Geschwindigkeit vektoriell mit der nach unten gerichteten Fallgeschwindigkeit, ergibt sich eine neue Geschwindigkeit welche etwas horizontaler ausgerichtet ist. Also dreht sich der Geschwindigkeitsvektor der Rakete und die Rakete selber.

[absatz]/[absatz]

Auf Planeten mit einer dichten Atmosphäre ist es wichtig die Atmosphäre möglichst schnell zu überwinden, also senkrecht aufzusteigen, dann relativ spät ankippen damit die Gravitation die Rakete dreht. Man kann zwischendurch auch antriebslos gleiten bis die Rakete horizontal ausgerichtet ist (besonders sinnvoll wenn man lange vertikal aufgestiegen ist und der Treibstoff bereits knapp ist). Dabei steigt die Rakete weiterhin auf, gewinnt somit an Höhe. Irgendwann ist die Geschwindigkeit nur noch horizontal und der Gipfelpunkt (später die Apoapsis) ist erreicht. An diesem Punkt sollte die Rakete bereits außerhalb der dichten Atmosphäre sein. Jetzt wird die Rakete horizontal beschleunigt um sie in den Orbit zu bringen. Beim realen Flugprofil kann man hier oft nochmals ein Höhenverlust feststellen. Da hier die Orbitgeschwindigkeit noch zu klein ist für einen Kreisorbit, fällt die Rakete wieder ein bisschen nach unten in Richtung Achspunkt des Orbits (Perizentrum).

