

## Die Missionen zum Rand des Sonnensystems

Die Welt jenseits des äußersten Planeten des Sonnensystems, Neptun, ist bisher nur durch Teleskope von der Erdoberfläche aus und durch solche im erdnahen Orbit (Hubble Space Teleskop, Spitzer-Weltraumteleskop) erforscht. Entsprechend gering sind die tatsächlichen Ergebnisse und entsprechend zahlreich die Annahmen über die Region in den äußersten Bereichen unseres Sonnensystems. Es gibt lediglich drei Raumschiffmissionen, die bisher in die Gegend jenseits von Neptun vorgestossen sind oder noch vorstoßen werden:

Mission	Start	Ziel
<a href="#">Pioneer</a> 10 und 11	3. März 1972 und 6. April 1973	Erforschung von Jupiter, Saturn und des Asteroidengürtels
<a href="#">Voyager</a> 1 und 2	5. September und 20. August	Erforschung des äußeren Sonnensystems
<a href="#">New Horizons</a>	1977 Januar 2006	Erforschung des Pluto /Charon-Systems

**Pioneer 10** und **Pioneer 11** funktionierten über 30 Jahre lang, ein Mehrfaches der ursprünglich geplanten Missionszeit. **Pioneer 10** sendete zum letzten Mal im Januar 2003 Daten aus 81 AU Entfernung zur Erde, **Pioneer 11** am 24. November 1995 aus 45 AU Entfernung. **Pioneer 10** wird das System der Sonne *Aldebaran* im Sternbild Stier (Taurus) in etwa 1.7 Mio Jahren passieren, während **Pioneer 11** diametral entgegengesetzt unser Sonnensystem in etwa der Richtung verlässt, in die sich das gesamte Solsystem auf seinem Weg um das Zentrum der Galaxis herum bewegt. **Pioneer 11** wird in ungefähr 4 Mio. Jahren das Sternbild *Aquila* (Adler) nordwestlich der Region *Sagittarius* erreichen. Die beiden Pioneer-Sonden waren die ersten von Menschen gemachten Raumschiffe, die sich jenseits der Umlaufbahn des Planeten Mars bewegt haben.

**Voyager 1** ist Ende des Jahres 2010 immer noch aktiv und sendet Daten aus 116 AU Entfernung, das sind etwa 16 Lichtstunden (!!). Es ist zur Zeit das weiteste von Erde und Sonne entfernte menschengemachte Raumschiff. **Voyager 1** bewegt sich in einem Winkel von 35° nach oben aus der Ebene der Ekliptik heraus in Richtung von Ophiuchus, sein Abstand zur Sonne nimmt jährlich um etwa 4 AU zu. Der Hydrazin-Treibstoff für die Lageregelung wird noch mindestens für die nächsten 40 Jahre ausreichen, so dass hier keine Probleme zu erwarten sind. Wesentlich kritischer ist die Energieversorgung: Aufgrund des fortschreitenden Kernprozesses in den Radionuklidbatterien sowie der Abnutzung der thermoelektrischen Elemente sinkt die zur Verfügung stehende elektrische Leistung um etwa 1,4 % pro Jahr. Dies bedeutet: etwa um das Jahr 2025 herum wird **Voyager 1** die Energie ausgehen. Danach wird das Raumschiff im Jahr 40.272 eine minimale Entfernung von 1.7 Lichtjahren zum Stern **AC+79 3888** in der Konstellation "Kleiner Bär" erreichen.

Auch **Voyager 2** ist immer noch aktiv und befindet sich Ende 2010 in einer Entfernung von 95 AU von der Sonne, das sind knapp 13 Lichtstunden. Auch hier ist noch genügend Treibstoff an Bord vorhanden (etwa 27 kg), aber die Energieversorgung wird nur noch bis etwa 2020/2024 reichen. Das Raumschiff bewegt sich in einem Winkel von 48° nach unten aus der Ebene der Ekliptik heraus mit etwa 3.1 AU pro Jahr und fliegt ungefähr in die Richtung von *Sirius*. Es wird in 300.000 Jahren in 18 Lichtjahren Entfernung vom heutigen Standpunkt die Nähe der Sonne *Sirius* erreichen. Ein gutes Stück vorher, in 40.000 Jahren, passiert **Voyager 2** auf dem Weg dahin den Stern *Ross 248* in 1.7 Lichtjahren Entfernung.

**New Horizons** ist die erste Mission, die direkt ein Objekt im Kuipergürtel zum Ziel hat. Das Raumschiff wird im Juli 2015 genau zwischen Pluto und Charon in etwa 10.000 km Entfernung zur Oberfläche von Pluto

vorbeifliegen und in den Monaten davor und danach diesen Bereich des Kuipergürtels genauestens erforschen. Ende 2010 befindet sich New Horizons kurz vor der Umlaufbahn des Uranus und wird noch weitere 5½ Jahre bis zu seinem Zielsystem brauchen. Nach der Pluto-Passage ist daran gedacht, weitere in Reichweite liegende Objekte des Kuipergürtels anzusteuern. Auch New Horizons wird das Sonnensystem nach Ende seiner Mission verlassen. Es ist das schnellste jemals von Menschen gebaute Raumschiff, um den Weg bis Pluto mit einem Flyby-Manöver an Jupiter in einigermaßen überschaubarer Zeit (Flugzeit: 9 Jahre) erreichen zu können. Das Raumschiff hat nicht genug Treibstoff an Bord, um die Überschußgeschwindigkeit am Ziel abbauen und etwa in einen Orbit um Pluto einschwenken zu können.

<http://www.plutoidenpages.eu/index.php?page=280&pdfview=1>