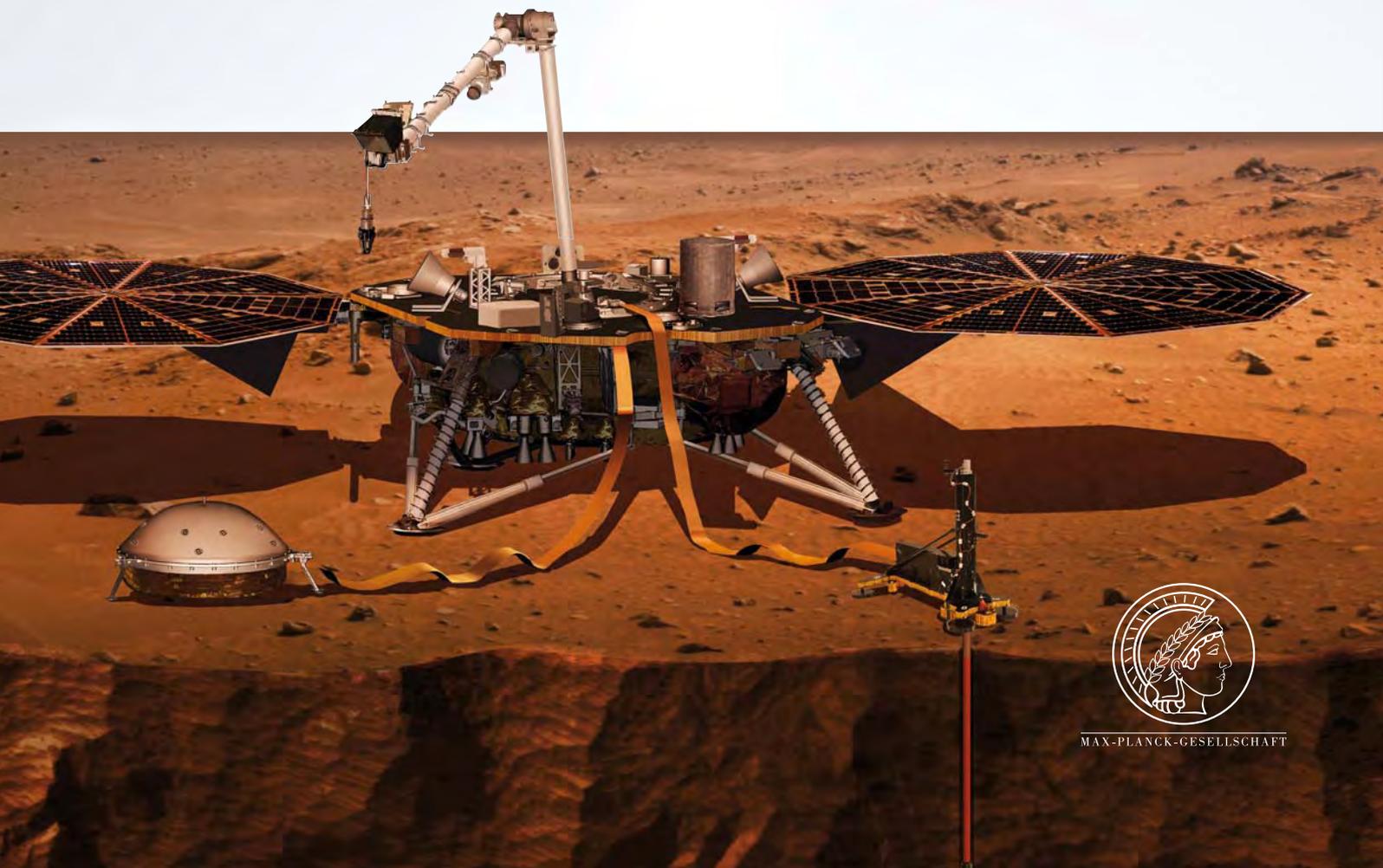
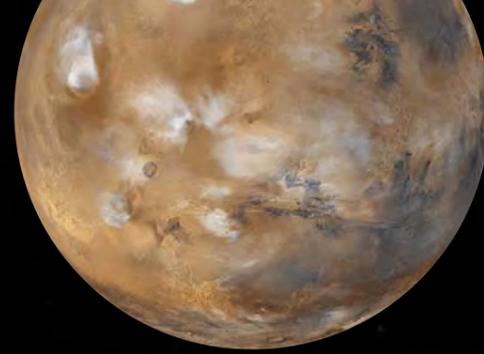


Marsmission InSight

EIN BLICK INS INNERE DES ROTEN PLANETEN





Eine Reise ins Innere des Mars – und darüber hinaus

Kein Planet in unserem Sonnensystem (neben der Erde) ist so gut erforscht wie der Mars. Seit 1971 haben zahlreiche Raumsonden eine Marsumlaufbahn erreicht; siebenmal ist eine Landung geglückt. Über das Innere unseres Nachbarplaneten ist dennoch nur wenig bekannt. Frühere Missionen haben vor allem seine Oberfläche und Atmosphäre untersucht. Mit der Mission **InSight** soll sich dies ändern: Die Landeeinheit der amerikanischen Weltraumagentur NASA setzt Ende November 2018 auf dem roten Planeten auf und ist das erste geophysikalische Observatorium, das dort betrieben wird.

Eine der offenen Fragen, die **InSight** beantworten soll, ist die nach dem inneren Aufbau des Mars. Der rote Planet dürfte (ebenso wie Merkur und Venus) ähnlich beschaffen sein wie Erde und Mond. Bei beiden Körpern ist die innere Schichtstruktur aus eisenhaltigem Kern, silikatischem Mantel und äußerer Kruste gut erforscht. Im Falle der anderen Planeten jedoch sind die genaue Zusammensetzung und der Zustand dieser Schichten sowie ihre Dicke noch völlig unklar. Messungen des Seismometers an Bord von **InSight** können diese Wissenslücke in Bezug auf den Mars schließen. Die Daten erlauben so auch einen Blick in die Vergangenheit unseres Nachbarn: Wie hat er sich seit seiner Entstehung entwickelt? Was unterscheidet seinen Werdegang von dem der Erde?

Denn **InSight** ist mehr als eine reine Marsmission. Die beteiligten Wissenschaftler erhoffen sich grundlegende Erkenntnisse über die Entstehung der erdähnlichen Planeten. Da der Mars höchstens eine kurze Phase der Plattentektonik durchlief, könnte in seinem Inneren der frühe Entwicklungszustand dieser Planeten besser erhalten sein als etwa auf der Erde. **InSight** ist somit auch eine Reise in die Entwicklungsgeschichte unserer eigenen kosmischen Heimat.



Missionsverlauf

» **5. Mai 2018:**

Start von InSight

InSight beginnt seine Reise ins All von der Vandenberg Air Force Base an der kalifornischen Pazifikküste. Trägerrakete ist eine Atlas V-401-Rakete.

» **26. November 2018:**

Landung auf dem Mars

Eintritt in die Marsatmosphäre, Sinkflug und anschließende Landung dauern etwa 6 Minuten.

» **Dezember 2018 + Januar 2019:**

Inbetriebnahme

Die ersten 60 Marstage (ca. 62 Erdtage) werden für das Absetzen und die Inbetriebnahme der wissenschaftlichen Instrumente benötigt.

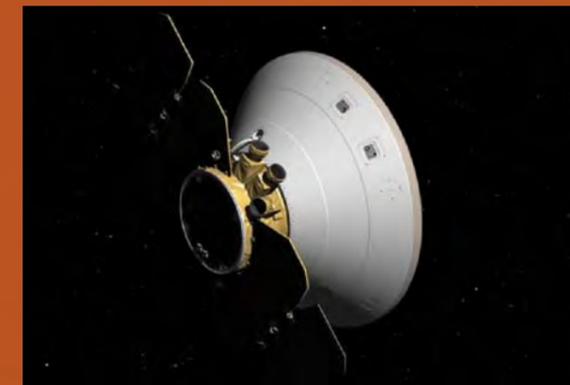
» **ab Februar 2019:**

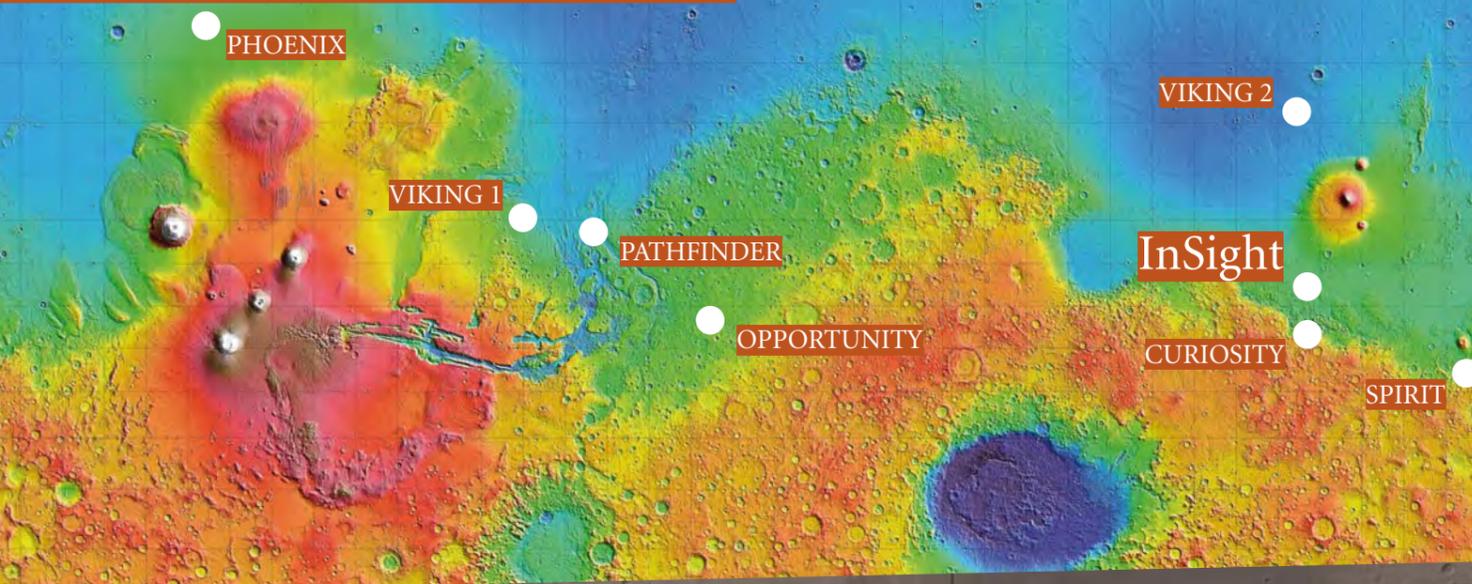
wissenschaftliche Messungen

Zweimal pro Marstag werden die Daten, welche die wissenschaftlichen Instrumente SEIS, HP3 und RISE sammeln, zur Erde übermittelt. Kommandos aus dem Kontrollzentrum erreichen **InSight** einmal pro Woche.

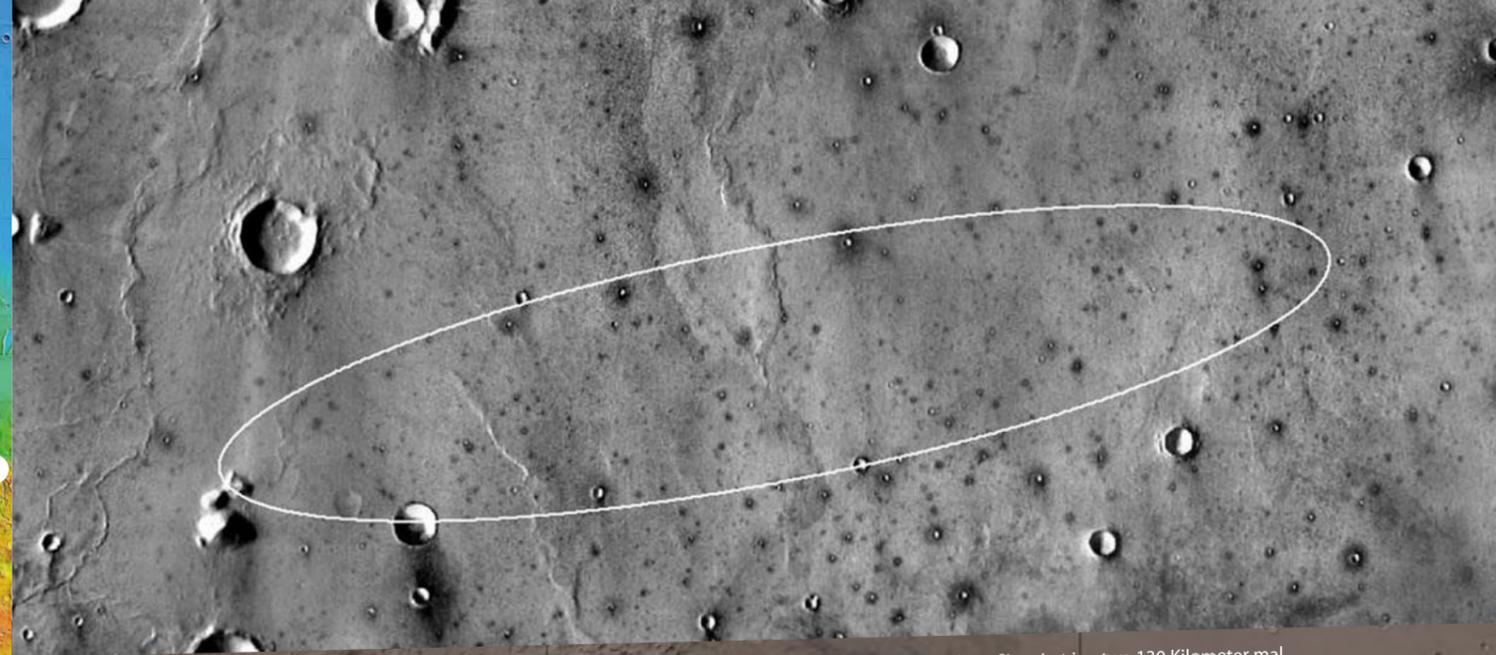
» **November 2020:**

geplantes Ende der Mission





Höhenkarte des Mars mit den Landestellen von **InSight** und früheren Marsmissionen.



Die Landung von **InSight** erfolgt mit 99-prozentiger Wahrscheinlichkeit innerhalb dieser Ellipse. Sie misst in etwa 130 Kilometer mal 27 Kilometer

Touchdown auf dem Roten Planeten

Bei der Landung setzt die Mission **InSight** auf Bewährtes. Die Landeeinheit ist ein fast baugleicher Zwilling der NASA-Sonde Phoenix, die im Mai 2008 erfolgreich in der Polarregion des Mars aufsetzte und dort etwa ein halbes Jahr lang Messungen durchführte. Wie Phoenix ist **InSight** mit drei Beinen ausgerüstet, die für einen sicheren Stand im Marsboden sorgen. Etwa einen Meter über dem Boden befindet sich die Plattform, welche die wissenschaftlichen Instrumente und sämtliche Subsysteme beherbergt. Die Stromversorgung gewährleisten zwei ausfaltbare Solarpaneele. Mit 608 Kilogramm wiegt **InSight** etwa 35 Kilogramm mehr als sein Vorgänger und wird mit 6,3 Kilometern pro Sekunde etwas schneller in die Marsatmosphäre eintreten.

Der gesamte Landevorgang dauert etwa sechs Minuten. Ein Hitzeschild schützt **InSight** vor den hohen Temperaturen, die beim Eintritt in die dünne

Marsatmosphäre entstehen. Steuertriebwerke stabilisieren die erste Phase des Sinkflugs; später öffnet sich ein Fallschirm. Kurz vor dem Aufsetzen sorgen Bremstriebwerke, die an der Unterseite der Landeeinheit angebracht sind, für eine sanfte Landung. Sofort nach dem Touchdown werden die Solarpaneele entfaltet und **InSight** nimmt ein erstes Bild von seiner neuen Umgebung auf.

Die wissenschaftlichen Instrumente reisen zwar auf der Plattform der Landesonde, zwei von ihnen können ihre Messungen vor Ort aber nur in direktem Kontakt zum Marsboden ausführen. In den Tagen nach der Landung suchen die Forscher deshalb anhand von Kamerabildern nach den besten „Arbeitsplätzen“ für das Seismometer SEIS und die Wärmesonde HP³. Ein Roboterarm setzt die Instrumente dort ab; sie bleiben über Flachbandkabel mit der Landeeinheit verbunden. Das Absetzen und die Inbetriebnahme der Instrumente können bis zu 60 Marstage in Anspruch nehmen.

Die Landestelle

Der Einsatzort von **InSight** liegt in der Ebene Elysium Planitia, 4,5 Grad nördlich des Äquators. Nur etwa 540 Kilometer trennen sie vom Arbeitsplatz des NASA-Rovers Curiosity, der seit 2012 den Gale-Krater in Richtung seines Zentralbergs durchquert. Da es der **InSight**-Mission nicht um Oberflächeneigenschaften des Mars geht, eignet sich aus wissenschaftlicher Sicht prinzipiell jede Region als Landestelle. Bei der Auswahl spielen somit in erster Linie technische Überlegungen eine Rolle.

Damit die Solarpaneele **InSight** auch im marsianischen Winter mit ausreichend Strom versorgen können, ist eine Landestelle in Äquatornähe (zwischen 15 Grad südlicher Breite und 5 Grad nördlicher Breite) nötig. Die anvisierte Region sollte zudem

mindestens 2,5 Kilometer unter dem Durchschnittsniveau der Mars-Topographie liegen. Andernfalls dämpft die dünne Atmosphäre den Sinkflug der Landeeinheit nicht ausreichend ab. Aufnahmen der Landestelle aus einer Marsumlaufbahn zeigen eine ebene Fläche, wenig Gesteinsbrocken und keinerlei Staub- oder Sanddünen. Der Boden dürfte weich genug sein, um den Wärmesensor von **InSight** einige Meter tief in den Boden zu treiben.

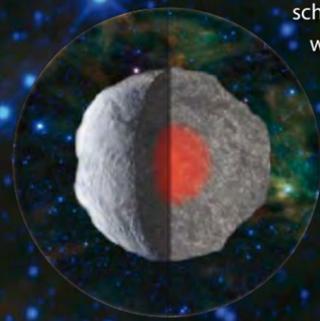
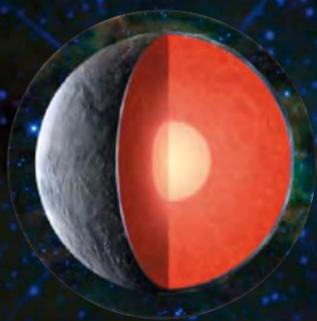
Ein Test im Reinraum (Lockheed Martin Space) zeigt, wie sich die Solarpaneele der Landeeinheit entfalten.

Die Landeeinheit in Zahlen

Gesamtgewicht: 608 kg | Höhe der Instrumentenplattform: ca. 1 m
 Größe der Plattform: 1,5 m x 1,9 m | Länge des Roboterarms: 1,86 m
 Gesamtfläche der Solarzellen: 5,16 m² | Maximale Energiemenge pro Marstag: 3600 Wh



Die inneren Werte der Planeten



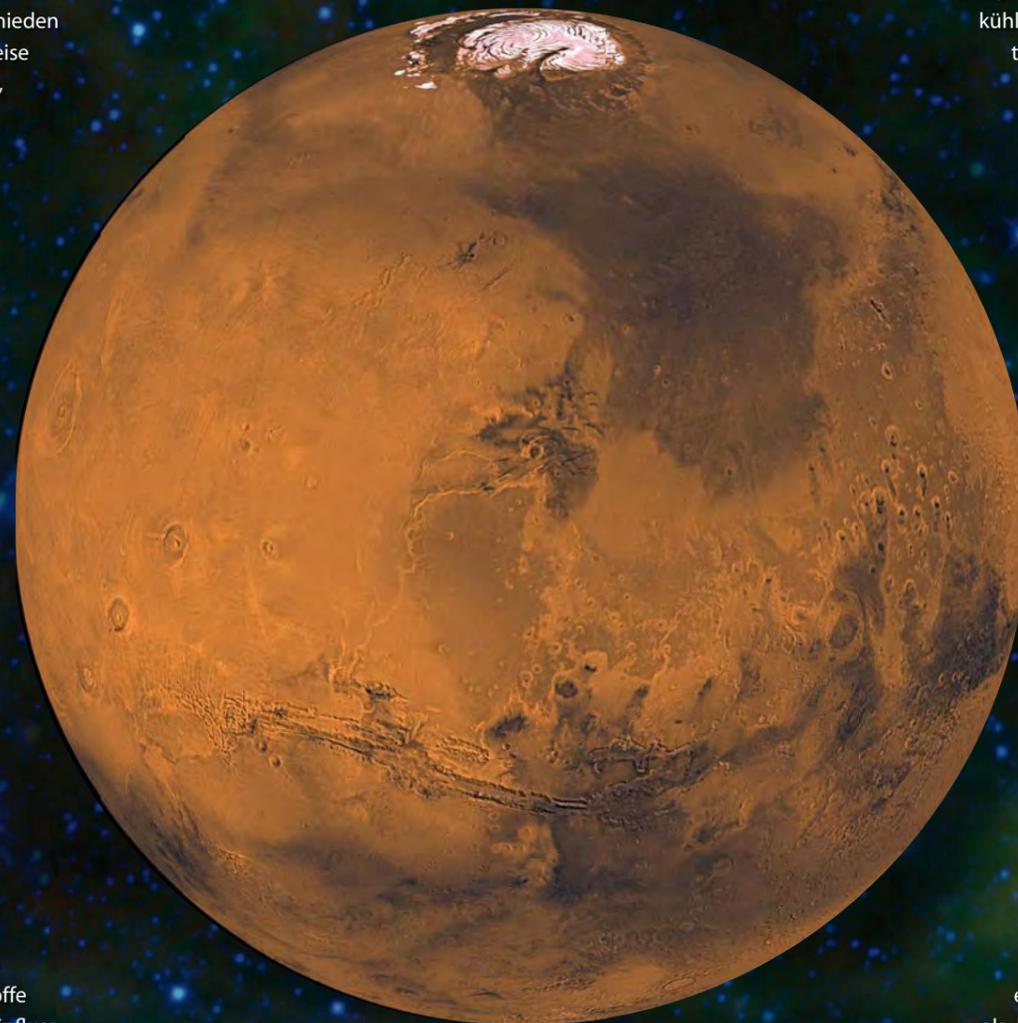
Planetenentstehung

Nach der Entstehung der Sonne vor etwa 4,6 Milliarden Jahren dreht sich zunächst eine Scheibe aus Staub und Gas um unser Zentralgestirn. Nach und nach ballen sich die Staubteilchen zusammen; immer größere Brocken entstehen, die miteinander kollidieren. Solche heftigen Zusammenstöße erzeugen Hitze im Innern der werdenden Planeten. Eine weitere Wärmequelle ist der Zerfall radioaktiver Elemente wie Uran, Thorium und Kalium im Inneren der Körper. Durch die Hitze schmelzen die Brocken; schwere Stoffe wie etwa Eisen sinken unter dem Einfluss der Gravitation ins Innere, flüssiges Magma ist weniger dicht als festes Gestein und steigt nach oben. Auf diese Weise entsteht die typische Schichtstruktur der erdähnlichen Planeten. Die jungen Planeten ziehen kleinere Brocken aus ihrer Umgebung an und wachsen so weiter – bis sie ihre eigene Umlaufbahn um die Sonne weitestgehend „freigeräumt“ haben. Zusammenstöße mit größeren Brocken treten nun nur noch selten auf. Die Planeten beginnen abzukühlen.

Die enge Verwandtschaft der erdähnlichen Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars zeigt sich vor allem in ihrem Innern. Alle vier haben einen zwiebelartigen Aufbau: Im Inneren befindet sich ein eisenreicher Kern, darüber ein silikathaltiger Mantel. Die äußerste Schicht bildet die Kruste. Forscher gehen davon aus, dass dieser innere Aufbau das Ergebnis derselben Entwicklungsgeschichte ist.

Genauer betrachtet sind die vier Planeten jedoch auch im Innern keine exakten Zwillinge.

Schließlich sind sie unterschiedlich groß, in verschiedenem Abstand zur Sonne entstanden und haben sich verschieden schnell und auf verschiedene Weise seit ihrer Entstehung abgekühlt. Dicke, Zustand und Zusammensetzung der einzelnen Schichten unterscheiden sich deshalb stark. Und auch die dynamischen Vorgänge im Innern sind sehr verschieden.



Erde

Im Zentrum der Erde befindet sich der Erdkern. Sein Radius entspricht etwa dem halben Erdradius. Während der innere Erdkern bei etwa 6000 Grad und einem Druck von mehr als 3 Millionen Bar fest ist, ist der äußere Kern flüssig. Auf den Erdmantel, der hauptsächlich aus Magnesiumsilikaten besteht, folgt die Erdkruste, deren Dicke zwischen 5 und 75 Kilometern liegt.

Der Erdmantel ist eine Art Hexenkessel in Zeitlupe. Angetrieben von der Hitze im Erdkern steigt von der unteren Grenze des Mantels festes, aber fließfähiges Material auf, kühlt in der Nähe der Erdkruste ab und sinkt wieder hinab. Dieser Vorgang läuft mit einer Geschwindigkeit von etwa 5 Zentimetern pro Jahr ab. An der Erdoberfläche verschiebt dieser Prozess die tektonischen Platten gegeneinander.



Mars

Die Zusammensetzung von Mars und Erde sind sich recht ähnlich. Da er deutlich kleiner ist, herrscht im Innern des Mars allerdings ein geringerer Druck. Mineralien, die unter hohem Druck entstehen und einen großen Teil des Erdmantels ausmachen, treten im Mars wahrscheinlich erst in größeren Tiefen oder gar nicht auf.

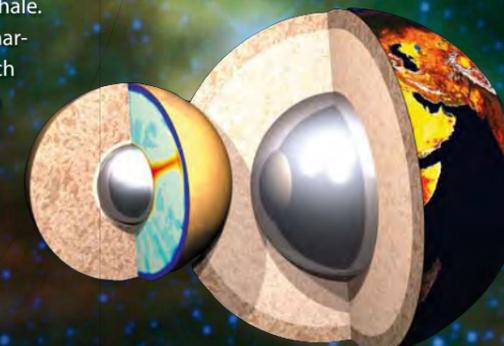
Die Oberfläche des Mars besteht heute aus einer einzigen, zusammenhängenden Platte oder Schale.

Die gigantischen Vulkane der Tharsis-Region wurden vermutlich durch einen besonders starken Aufstrom gespeist. Ob der Mantel des Mars in einer früheren Phase dynamischer war als heute und ob der Planet als Folge Plattentektonik aufwies, ist noch unklar.

Modellrechnungen zu Folge dürfte eine solche Phase höchstens von sehr kurzer Dauer gewesen sein. Große Teile der heutigen Marskruste stammen deshalb vermutlich noch aus einer sehr frühen

Entwicklungsphase des Planeten.

Ebenfalls offen ist, wie groß der Kern des Planeten genau ist, ob er teilweise fest sein könnte und warum in ihm im Gegensatz zum Erdkern kein Magnetfeld mehr erzeugt wird.



	Mars	Erde
Durchmesser	ca. 6.792 km	ca. 12.756 km
Entfernung zur Sonne	227.900.000 km	149.600.000 km
Mittlere Dichte	3,934 g/cm ³	5,534 g/cm ³
Dauer eines Tages (Rotationsperiode)	24,62 h	23,93 h
Dauer eines Jahres (Orbitalperiode)	686,98 d	365,24 d
Mittlere Luftdruck an der Oberfläche	6,35 mbar	1013 mbar

Den Marsbeben auf der Spur

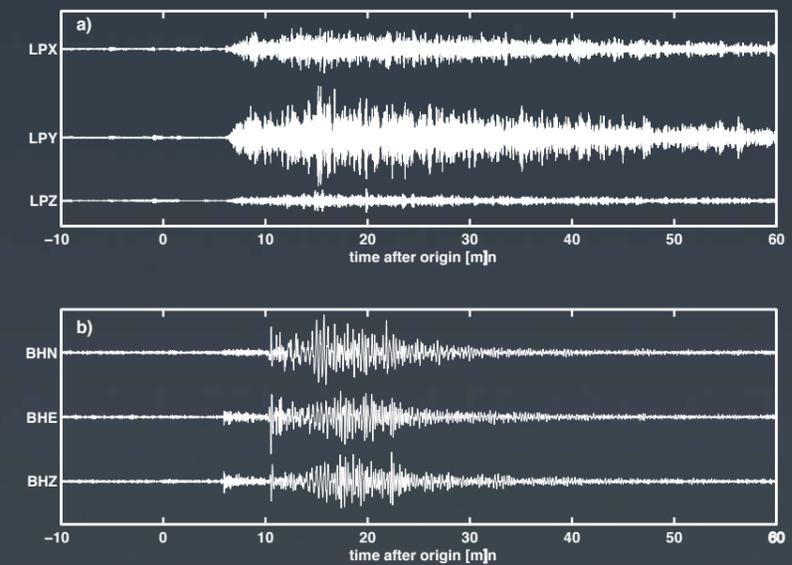
Wie die Erde wird auch der Mars immer wieder von Beben erschüttert. Die seismische Aktivität dürfte jedoch deutlich geringer ausfallen als auf der Erde. Während auf der Erde jedes Jahr durchschnittlich 1600 heftige Erdbeben mit Magnituden zwischen 5 und 6 auftreten, gehen Voraussagen für den Mars von etwa hundertmal weniger Beben dieser Größenordnung aus. Allerdings wird erwartet, dass auf dem Mars mit genügend empfindlichen Instrumenten auch die häufigeren schwächeren Beben global registriert werden können. Schließlich ist der Planet deutlich kleiner als die Erde und es gibt weniger Quellen für Störsignale (z.B. Ozeanbrandung oder menschliche Aktivität).

Die Gründe für geringere seismische Aktivität des Mars finden sich im Inneren. Die meisten Beben auf der Erde haben ihren Ursprung in der Erdkruste. Auslöser sind die tektonischen Platten, die sich gegeneinander verschieben und so Spannungen aufbauen, die sich im Erdbeben lösen. Der Mars hingegen besteht aus einer einzelnen, zusammenhängenden Platte. In erster Linie lösen Spannungen, welche mit der geringen Kontraktion in Folge der Abkühlung des Planeten verbunden sind, die Beben aus. Zudem erzeugen Meteoriteneinschläge seismische Wellen.

Bei einem Beben entstehen Wellen, die sich entlang der Oberfläche des Planeten ausbreiten, sowie Druck- und Scherwellen, die sein Inneres durchqueren. Diese durchlaufen die unterschiedlichen Schichten mit verschiedenen Geschwindigkeiten. An den Grenzen zwischen den Schichten werden sie zudem reflektiert und gebrochen. Wann und wo die Wellen die Oberfläche wieder erreichen, erlaubt deshalb Rückschlüsse auf den inneren Aufbau des Planeten. Auf diese Weise konnten Seismologen bereits 1906 nachweisen, dass die Erde einen Kern besitzt und dessen Größe bestimmen.

Auf der Erde gibt es zahlreiche seismologische Messstationen, von denen die meisten im Verbund arbeiten. Sie überziehen die Erde mit einem riesigen seismologischen Netzwerk. Die Signale eines Erdbebens, die an verschiedenen Stellen der Erde aufgezeichnet werden, lassen sich so zu einander in Beziehung setzen und der Weg der Wellen im Innern lässt sich mit hoher Genauigkeit rekonstruieren.

Für den Mars ist ein solches seismologisches Netzwerk kaum denkbar. Die Kosten dafür wären immens. Mehrere Landemissionen wären nötig, um Seismometer an verschiedenen Stellen der Marsoberfläche abzusetzen. **InSight** setzt deshalb auf eine Lösung mit nur einem Seismometer. Um aussagekräftige Daten zu liefern, sind die Ansprüche an die Messgenauigkeit des Instrumentes sehr hoch.



Seismogramme von Mond- und Erdbeben im Vergleich.

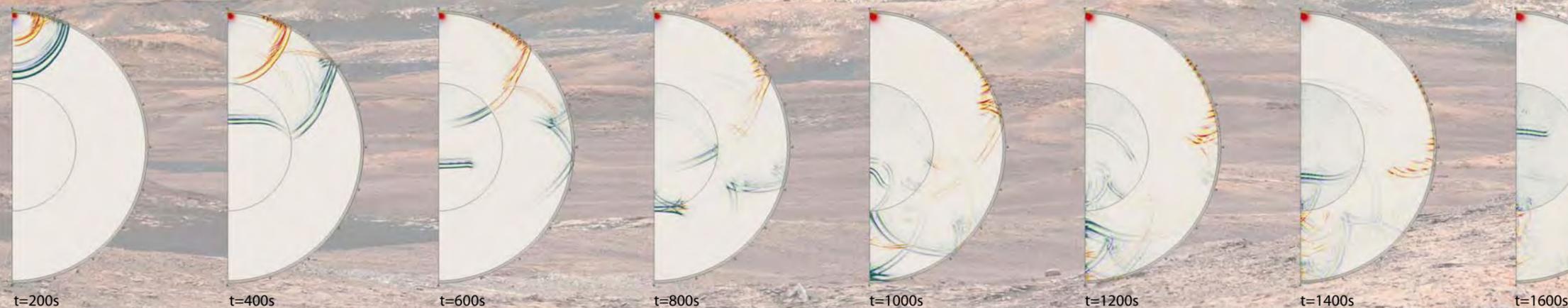
a) Mondbeben vom 3. Januar 1975. Magnitude des Bebens: 4,07; Tiefe des Bebens: 50 Kilometer; Entfernung zur Messstation: 2693 Kilometer.
b) Erdbeben in der Osttürkei vom 8. März 2010. Magnitude: 6,1; Tiefe des Bebens: 12 Kilometer; Entfernung zur Messstation im Schwarzwald: 2733 Kilometer.

Während sich im Seismogramm auf der Erde die getrennte Ankunft von Druckwellen- und Scherwellen gut erkennen lässt, ist dies bei Messdaten vom Mond schwierig. Gut zu sehen ist, dass Mondbeben (auch bei geringerer Stärke) deutlich länger andauern als Erdbeben.

Seismologie auf anderen Himmelskörpern

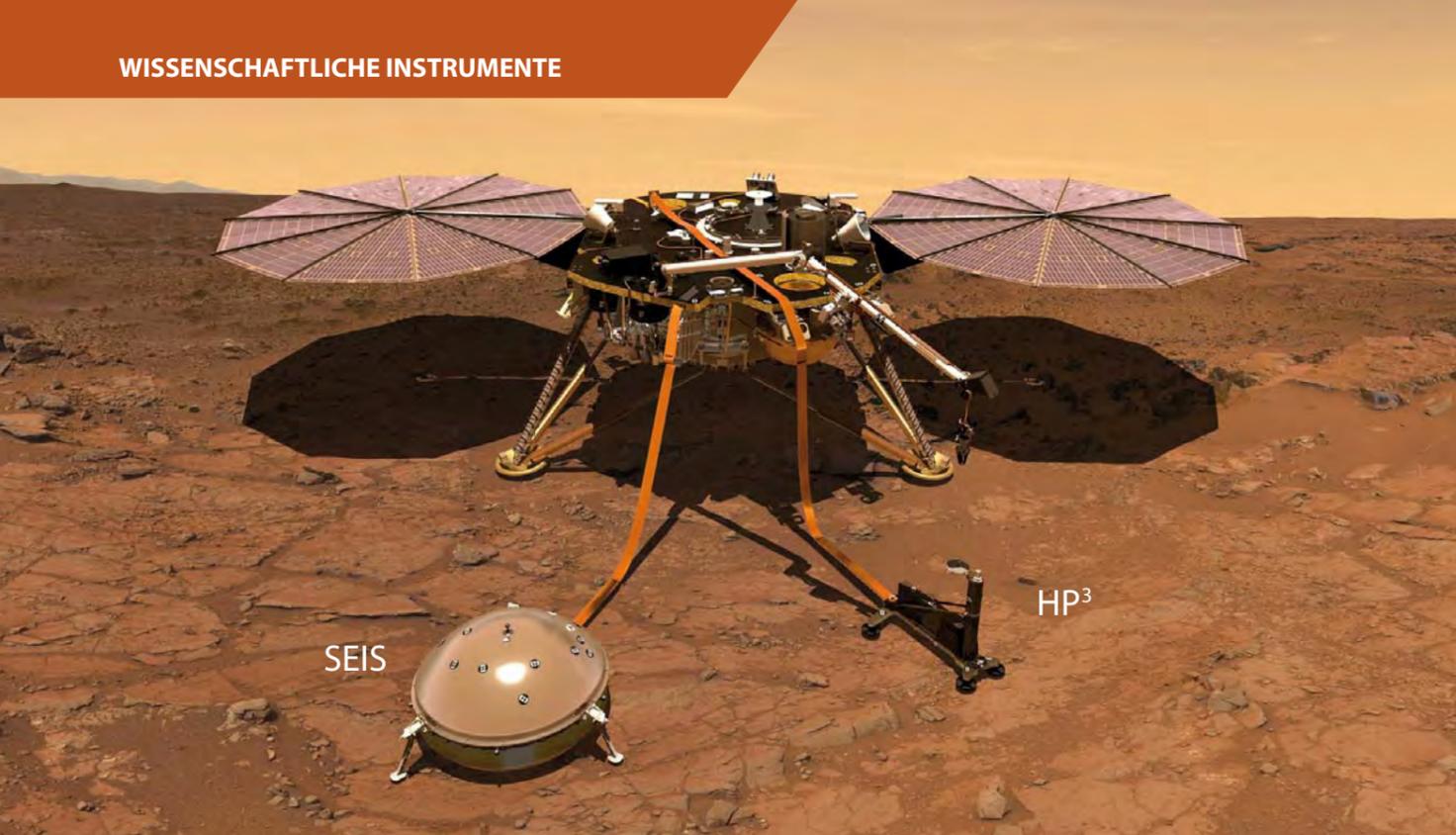
Neben der Erde sind bisher auf nur vier weiteren Himmelskörpern seismologische Messungen durchgeführt worden: auf dem Mond, der Venus, dem Mars und dem Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko. Aussagekräftige langjährige Messdaten gibt es aber nur vom Mond. Die Astronauten der Mondmissionen Apollo 12, 14, 15 und 16 nahmen seismische

Sensoren auf der Oberfläche des Mondes in Betrieb und schufen so das Apollo Seismic Network, das bis 1977 Messungen durchführte. Die Marslandesonden Viking 1 und 2, die 1976 auf dem Mars aufsetzten, hatten ebenfalls Seismometer an Bord. Diese waren jedoch fest mit der Landeeinheit verbunden und hatten keinen direkten Bodenkontakt. Sie registrierten deshalb hauptsächlich Vibrationen der Landeeinheit, die auf den Wind zurückzuführen sind. Die Messungen waren aus geophysikalischer Sicht nicht aussagekräftig.



Modellrechnungen zeigen, wie sich Druck- und Scherwellen im Inneren des Mars ausbreiten.

Ausgangspunkt des Bebens ist der rote Punkt ganz oben. Druckwellen sind hier grün-blau dargestellt; Scherwellen gelb-rot



Auf Tuchfühlung mit dem roten Planeten

Die Landeeinheit **InSight** ist mit mehreren wissenschaftlichen Instrumenten ausgerüstet. Das Seismometer SEIS (Seismic Experiment for Interior Structure) zeichnet Marsbeben und Meteoriteneinschläge auf; das Instrumentenpaket HP³ (Heat Flow and Physical Properties Probe) erforscht den Wärmehaushalt des Planeten; und das Experiment RISE (Rotation and Interior Structure Experiment) bestimmt die exakte Position der Rotationsachse des Planeten. All diese Messungen erlauben Rückschlüsse auf das Innere des Mars.

Instrumentenpaket HP³

Nach ihrer Entstehung begannen die erdähnlichen Planeten sich nach und nach abzukühlen. Dieser Vorgang dauert noch immer an und wie bei der Erde fließt ein schwacher aber stetiger Wärmestrom aus dem Inneren an die Oberfläche. Um zu verstehen, wie dieser Prozess beim Mars ablief und noch heute fortschreitet, sind exakte Angaben zum Wärmehaushalt des Planeten nötig. Diese liefert das Instrumentenpaket HP³. Es bestimmt die Temperatur an der Oberfläche sowie den Wärmefluss und die Wärmeleitfähigkeit in einer Tiefe von bis zu fünf Metern.

Fast alle Teilinstrumente von HP³ kommen direkt an der Oberfläche zum Einsatz. Wie SEIS werden sie nach der Landung vom Roboterarm „ausgesetzt“. Dazu zählt der Mole (engl. für Maulwurf), der sich bis zu fünf Meter tief in den Boden hämmert. Zusammen mit dem Flachbandkabel, das er hinter sich

herzieht und das in verschiedenen Abständen mit 14 Temperatursensoren ausgestattet ist, bildet er das Kernstück von HP³. Nur das Radiometer ist fest an der Unterseite der Instrumentenplattform installiert. Von dort misst es die Oberflächentemperatur.

Bis der Mole seine maximale Tiefe erreicht hat, vergeht mehr als ein Monat. In Schritten von 50 Zentimetern dringt das Instrument ins Innere vor. Auf jeden Vorstoß folgen ausführliche Messungen. Erst wenn das Kabel komplett ausgefahren ist, geht das Instrument in den Dauerbetrieb über und verfolgt, wie sich die thermischen Eigenschaften des Bodens im Laufe der Mission verändern.

Da nicht klar ist, was für Bodenverhältnisse das Instrument vor Ort erwarten kann, es sein, dass die maximal mögliche Bohrtiefe von fünf Metern nicht komplett erreicht wird. Kleinere Steine kann der Mole allerdings beiseite schieben.

Seismometer SEIS

SEIS ist das erste Seismometer auf dem Mars, das in direktem Kontakt zur Planetenoberfläche Daten aufnimmt. Während des Fluges und der Landung reist SEIS auf der Instrumentenplattform. Nach der Landung und der Auswahl des optimalen „Arbeitsplatzes“ für das Messgerät greift **InSights** robotischer Arm das Instrument und setzt es sanft an dieser Stelle ab. Anschließend setzt der Roboterarm die mitgeführte Schutzhaube wie eine Käseglocke über das Instrument. Auf diese Weise können Wind und Temperaturschwankungen die Messungen nicht verfälschen.

SEIS besteht aus zwei triaxialen seismologischen Sensoren, die Bodenbewegungen verschiedener Intensität und Frequenz registrieren. Der eine Sensor misst Frequenzen von 0,01 bis 10 Hertz, der andere von 0,1 bis 50 Hertz. Unterstützt wird SEIS von Messgeräten, die Windstärke, Luftdruck, Temperatur und das Magnetfeld aufzeichnen. Diese Daten helfen, die seismologischen Messungen zu interpretieren und



Querschnitt durch das SEIS-Instrument

Störfaktoren, die keinen seismischen Ursprung haben, zu identifizieren.

SEIS zeichnet sich durch eine besonders hohe Empfindlichkeit aus. Das Instrument kann Erschütterungen wahrnehmen, die den Marsboden vor Ort um weniger als die Dicke eines Wasserstoffatoms auslenken. Die Messungen von SEIS sind somit ebenso präzise wie die der leistungsfähigsten Seismometer auf der Erde.

Entscheidend für die hohe Messgenauigkeit ist unter anderem, dass das Instrument exakt waagrecht ausgerichtet ist. Nach dem Absetzen des Instrumentes sorgt deshalb ein ausgeklügeltes Nivelliersystem, das am MPS entwickelt und gebaut wurde, für den optimalen Stand – auch auf unebenem oder geneigtem Untergrund. Jedes der drei Standbeine wird auf die exakt notwendige Länge ausgefahren. Die kegelförmigen Füße der Beine sinken in den Marsboden ein und sorgen zudem für eine gute Ankopplung von SEIS an den sandigen Boden.



Feldtest des Lageregelungssystems von SEIS auf der Insel Vulcano (Italien).

Das RISE-Experiment

Das Experiment RISE erforscht Zustand und Eigenschaften des Marskerns. Wie hoch ist seine Dichte? Ist er fest oder flüssig? Hinweise dazu finden sich in der Rotationsbewegung des Planeten. Wie die anderen Planeten auch vollführt der Mars eine leicht taumelnde Kreiselbewegung. Die Beschaffenheit des Planetenkerns wirkt sich auf dieses Taumeln aus. Dies ist ähnlich wie bei einem Ei: Ob es roh oder hartgekocht ist, erkennt man, wenn man es kreiseln lässt.

RISE misst, mit welcher relativen Geschwindigkeit zur Erde sich **InSight** mit samt der Marsoberflä-

che, auf der die Landeeinheit steht, während eines Marsjahres bewegt. Daraus lässt sich die exakte Rotationsbewegung rekonstruieren.

Der Schlüssel zu den Messungen ist der Dopplereffekt. Im Alltag sorgt er etwa dafür, dass sich die Frequenz des Signals eines Rettungswagens im Vorbeisausen verändert. Im Fall von RISE wird ein Radiosignal zwischen **InSight** und den Bodenstationen auf der Erde ausgetauscht. Die Frequenzänderung des Signals erlaubt Rückschlüsse auf die relative Geschwindigkeit beider Messpunkte.

Mission InSight

InSight ist eine Mission der amerikanischen Weltraumagentur NASA. Die Mission wird vom Jet Propulsion Laboratory (JPL) geleitet. Die Landeeinheit wurde von Lockheed Martin Space gebaut. Zahlreiche europäische Partner sind mit Beiträgen zu den wissenschaftlichen Instrumenten an **InSight** beteiligt.

Das Seismometer SEIS wurde von einem Team unter Leitung der französischen Weltraumagentur CNES zur Verfügung gestellt. Das Instrumentenpaket HP3 wurde unter Leitung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt und gebaut. Das Experiment RISE wird vom JPL geleitet.

Seismometer SEIS

SEIS wurde von einem Team unter Leitung der französischen Weltraumagentur CNES entwickelt und beigestellt.

Weitere Partner sind das Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP, Frankreich), die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH, Schweiz), das Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS, Deutschland), das Imperial College (Großbritannien), das Institut Supérieur de L'Aeronautique et de l'Espace (ISAE, Frankreich) und das Jet Propulsion Laboratory (JPL, USA).

Bildnachweise: Titel: NASA/JPL-Caltech, Seite 2/3: NASA/JPL/MSSS • NASA • NASA/JPL-Caltech, Seite 4/5: NASA/MOLA/Viking • NASA/JPL/USGS • NASA/JPL-Caltech • Lockheed Martin Space, Seite 6/7: NASA/JPL-Caltech • NASA • MPS (J. Wicht), Seite 8/9:

Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung



Das Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS) in Göttingen ist neben der NASA-Mission **InSight** an zahlreichen aktuellen und künftigen Weltraummissionen beteiligt. Zu ihnen zählen Bepi Colombo, ExoMars, JUICE, Solar Orbiter und PLATO. Das MPS hat bisher zu mehreren Marsmissionen der ESA und NASA beigetragen, darunter Mars Pathfinder, Phoenix und Mars Express.

Kontakt:

Prof. Dr. Ulrich Christensen
Direktor
Tel.: +49 551 384 979-467
E-Mail: Christensen@mps.mpg.de

Dr. Marco Bierwirth
SEIS Projektmanager
Tel.: +49 551 384 979-344
E-Mail: bierwirthm@mps.mpg.de

Dr. Brigitte Knapmeyer-Endrun
SEIS-Wissenschaftlerin
Tel.: +49 551 384 979-507
E-Mail: Endrun@mps.mpg.de

Dr. Birgit Krummheuer
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Tel.: +49 551 384 979-462
E-Mail: Krummheuer@mps.mpg.de

NASA/JPL-Caltech/MSSS • MPS/NASA/JAXA/EIDA • ETH Zürich (M. van Driel), Seite 10/11: NASA/JPL-Caltech/MSSSS • NASA/JPL-Caltech • MPS • IPGP/David Ducros, Rückseite: IPGP/David Ducros
Layout: www.hormesdesign.de

