

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

- Modul 1:** Sonne - Stern unter Sternen
2015 April 15, 29, Mai 13
- Modul 2:** Aufbau und Entstehung des Sonnensystems,
Heliosphäre
2015 Mai 27, Juni 10, 24
- Modul 3:** Planetoide, Kometen, Kleine Körper
2015 September 23, Oktober 7, 21
- Modul 4:** Innere Planeten: Merkur und Venus
2015 November 18, Dezember 2, 16
- Modul 5:** Unsere Heimat: Erde und Mond
- Modul 6:** Roter Planet Mars – Zeit und Kalender
- Modul 7:** Jupiter und seine Monde
- Modul 8:** Saturn und die Faszination planetarer Monde
- Modul 9:** Gasriesen (Uranus, Neptun) und Zwergplaneten

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

- Modul 10:** Kuipergürtel und der Rand des Sonnensystems
- Modul 11:** Interstellare Materie
und die Entstehung von Sternen
- Modul 12:** Aufbau und Entwicklung der Sterne
und ihre Strahlung
- Modul 13:** Weiße Zwerge – Rote Riesen – Schwarze Löcher –
Endstadien der Sternentwicklung
- Modul 14:** Die Sonne als Stern in der Milchstraße
und Sonderfälle der Sternentwicklung
- Modul 15:** Milchstraße
- Modul 16:** Galaxien, Galaxienhaufen und die
großräumige Struktur des Kosmos
- Modul 17:** Radiogalaxien, Quasare und supermassive
Schwarze Löcher

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

- Modul 18: Dimensionen des Weltalls**
- Modul 19: Raum-Zeit-Kontinuum,
Dunkle Materie und Teilchen**
- Modul 20: Modelle des Kosmos**
- Modul 21: Entwicklungsphasen des Weltalls, Gesamtschau**

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

Entgelte

12 €

**Schüler, Studenten, Auszubildende, Bonn-Ausweis,
Schwerbehinderte: 7,50 €**

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

Modul 4:

Innere Planeten: Merkur und Venus - heiße Welten nahe der Sonne

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

Modul 4:

Innere Planeten: Merkur und Venus - heiße Welten nahe der Sonne

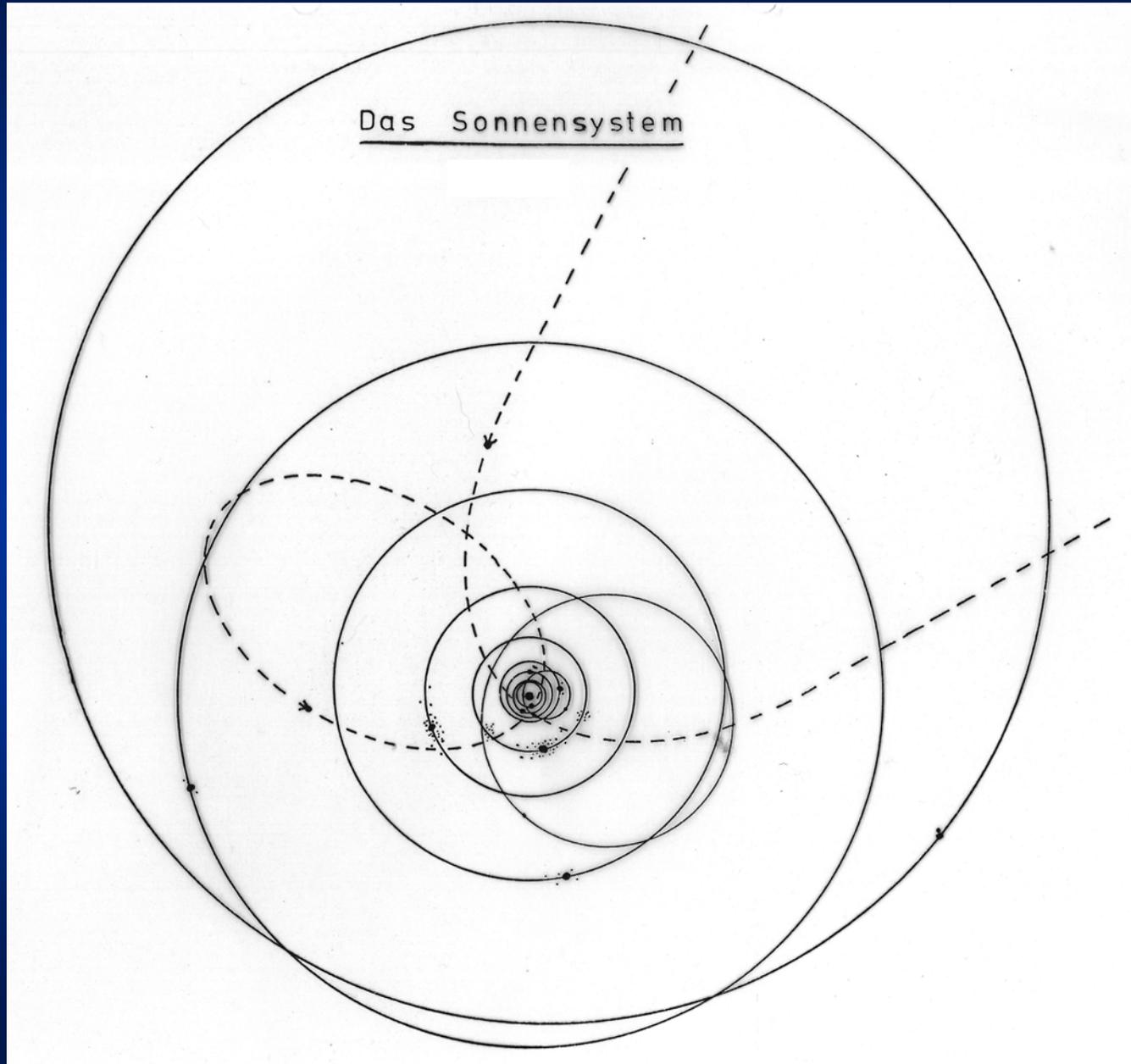
(Themen 1.6 und 1.7)

1.6 *Der Götterbote* - Merkur

1.6 Merkur



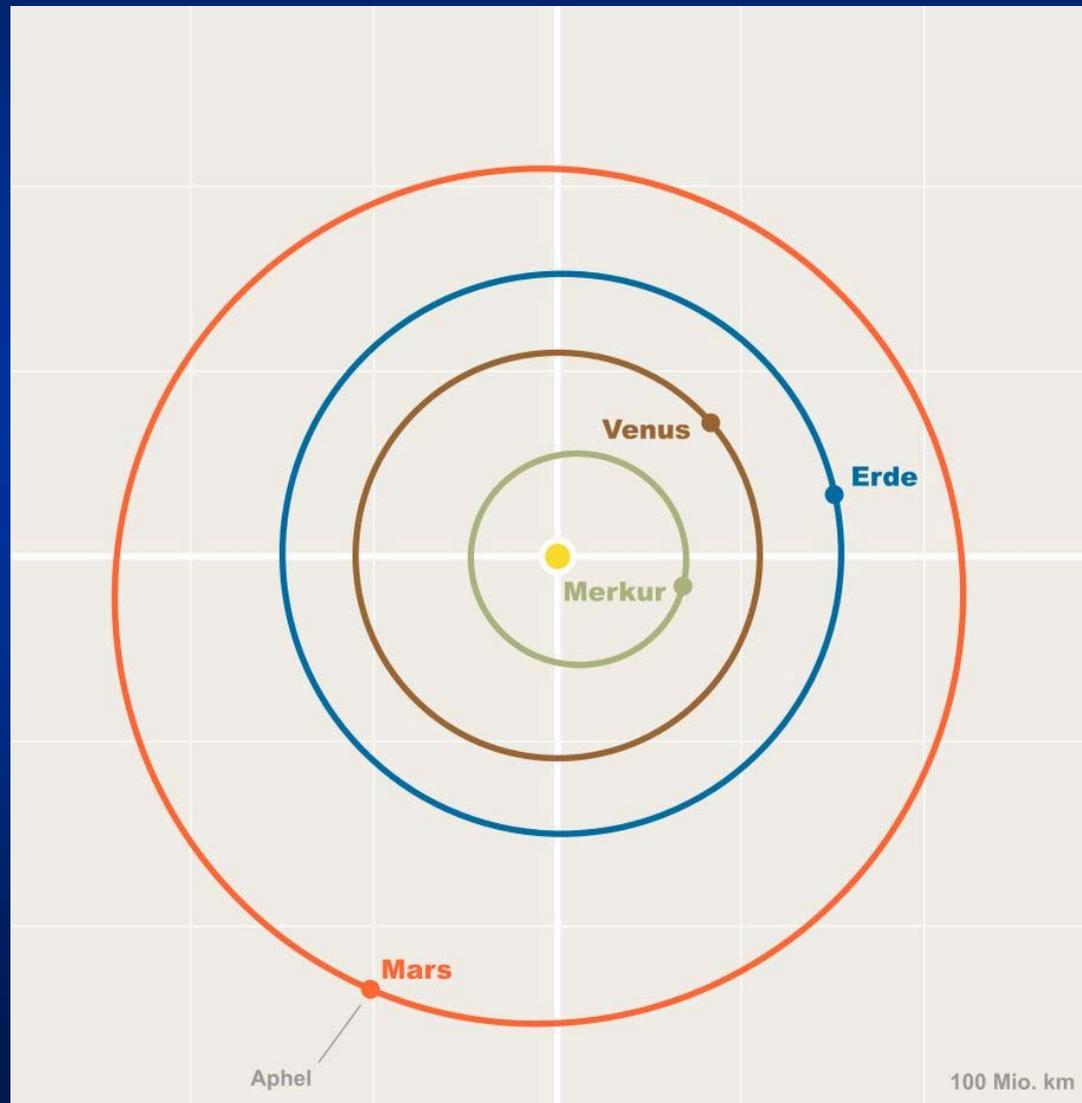
1.6 Merkur



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.1 Bahn



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.1 Bahn

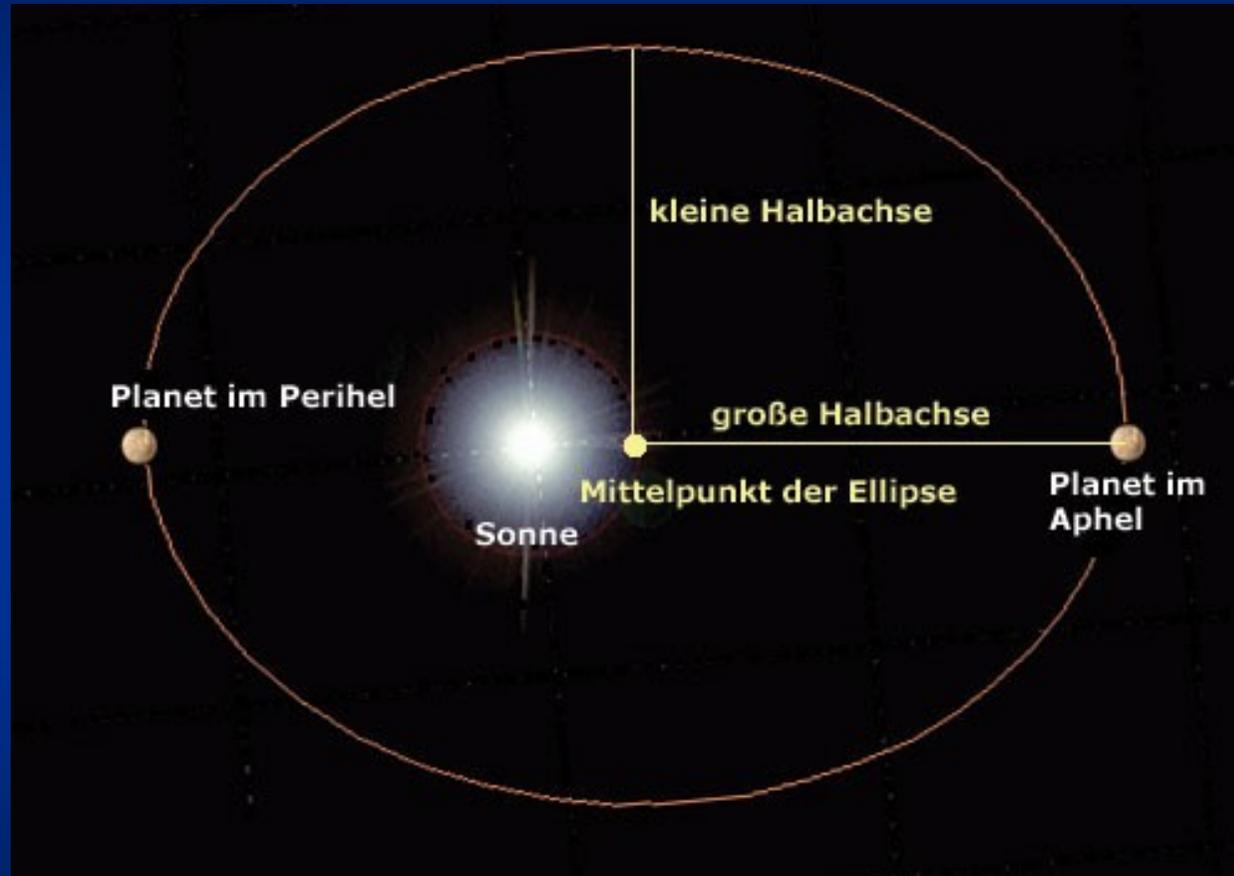
Bahndaten:

Große Halbachse:	a	$57.91 \cdot 10^6$ km	0.387 AE
Exzentrizität:	e	0.20564	(Erde: 0.0167)
Periheldistanz:	q	$46.00 \cdot 10^6$ km	0.313 AE
Apheldistanz:	Q	$69.82 \cdot 10^6$ km	0.459 AE
siderische Umlaufperiode:	P_{sid}	87.969 d	0.24 a
synodische Umlaufperiode:	P_{syn}	115.88 d	0.32 a
Bahnneigung ./.. Ekliptik:	i	7.005°	
Bahngeschwindigkeit:	v_u	47.87 km s^{-1} (38.7...56.6)	(Erde: 29.78)
Einstrahlung (Irradianz):	S	9.127 kW m^{-2} (6.28...14.46)	6.673 Solarkonst.

1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

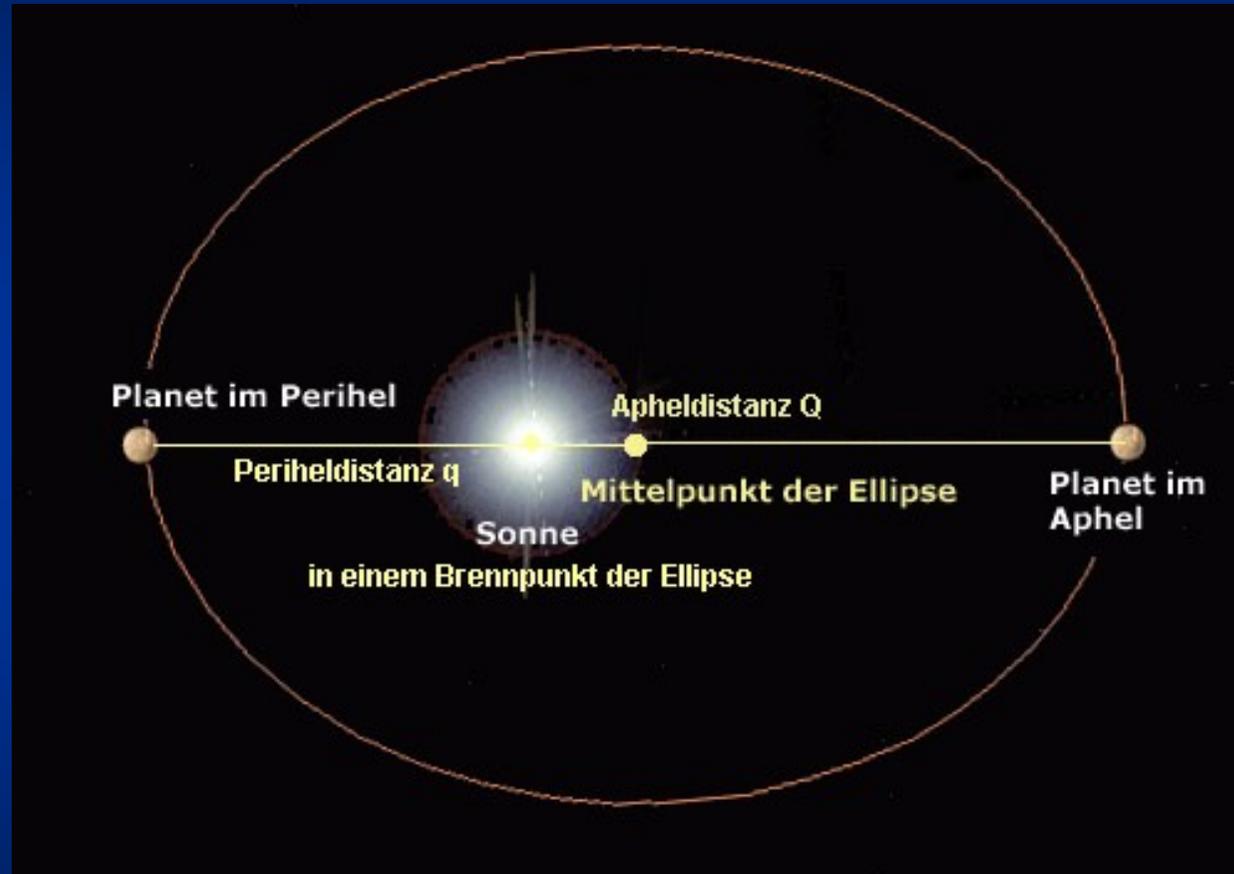
1.6.1.1 Bahn



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.1 Bahn



Große Halbachse, Apsiden und (numerische) Exzentrizität:

$$Q + q = 2a$$

$$e = (Q - q) / (Q + q) = (Q - q) / 2a$$

$$Q = a(1 + e) \qquad q = a(1 - e)$$

1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.2 Beobachtung

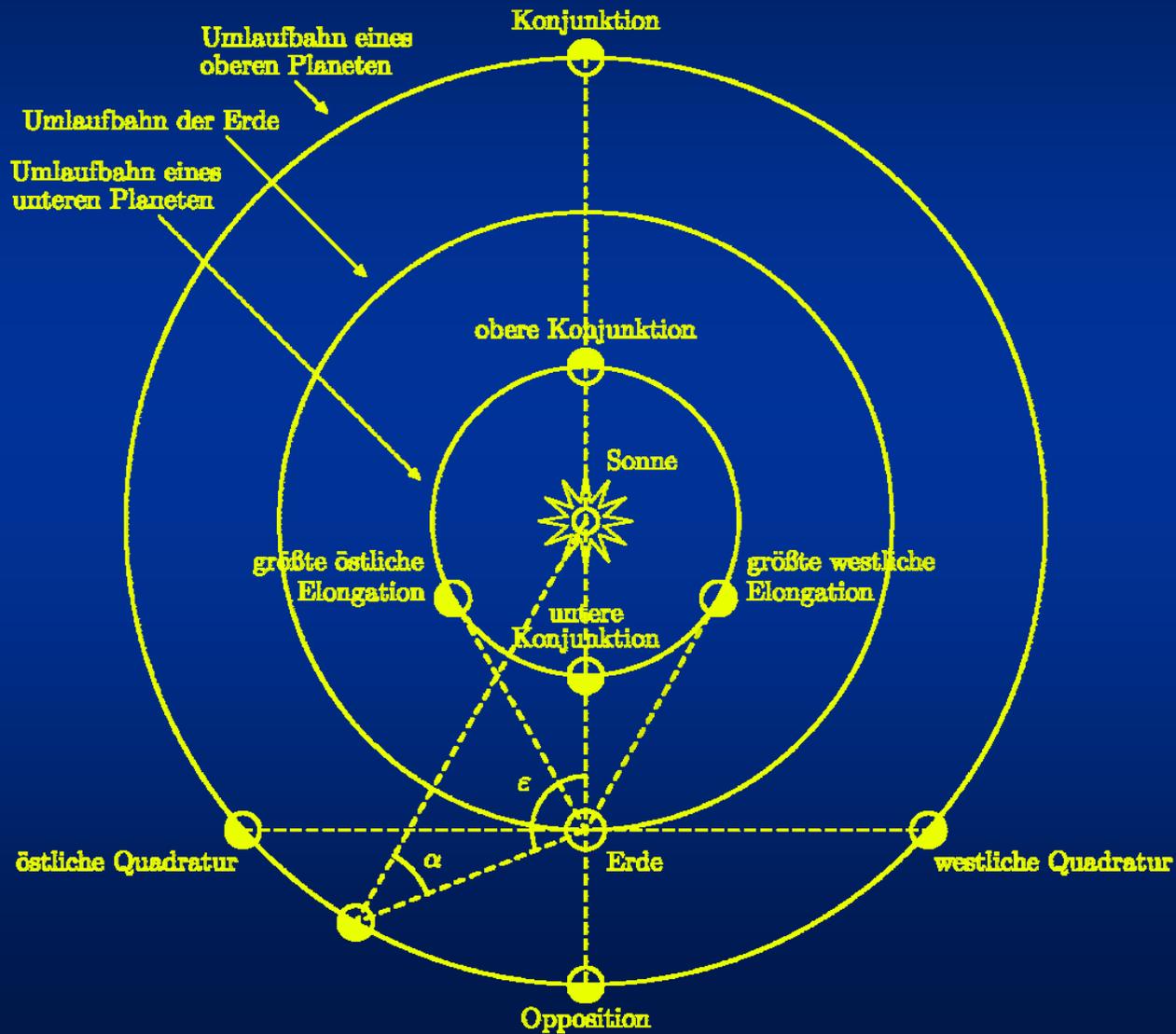
Merkur am Himmel:

scheinbare Helligkeit: Maximum	m_v	-1.9 ^m		
	Minimum	m_v	+5.4 ^m	
scheinbare Größe: Maximum	\angle	13.3"	Entfernung:	77.3 · 10 ⁶ km
	Minimum	\angle		221.9 · 10 ⁶ km
größte Elongation: Maximum	Δ	28°		
	Minimum	Δ		
				18°

1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

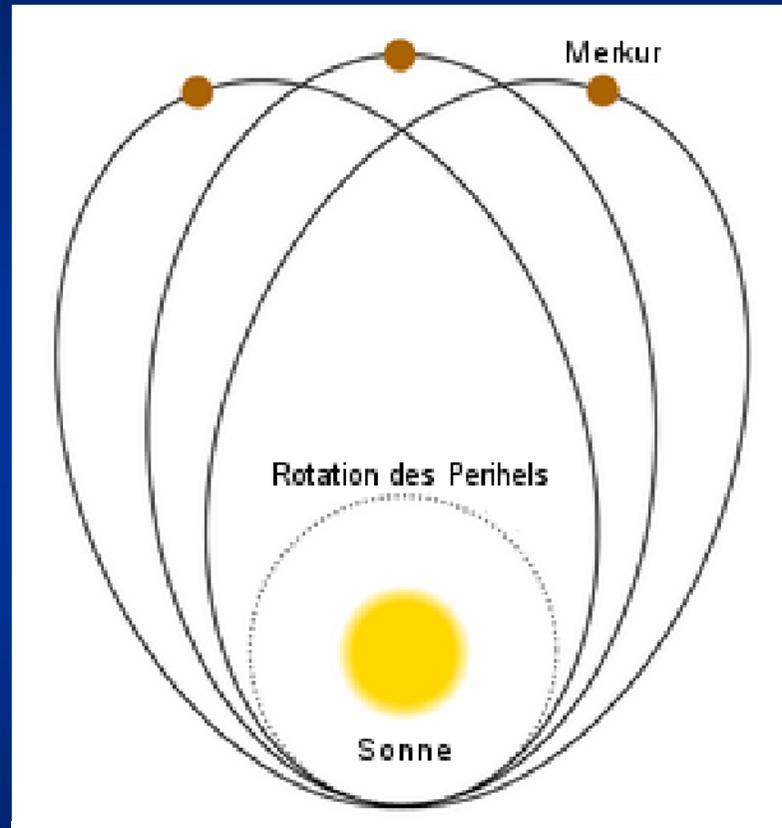
1.6.1.2 Beobachtung: Aspekte



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.3 Bahn: Periheldrehung



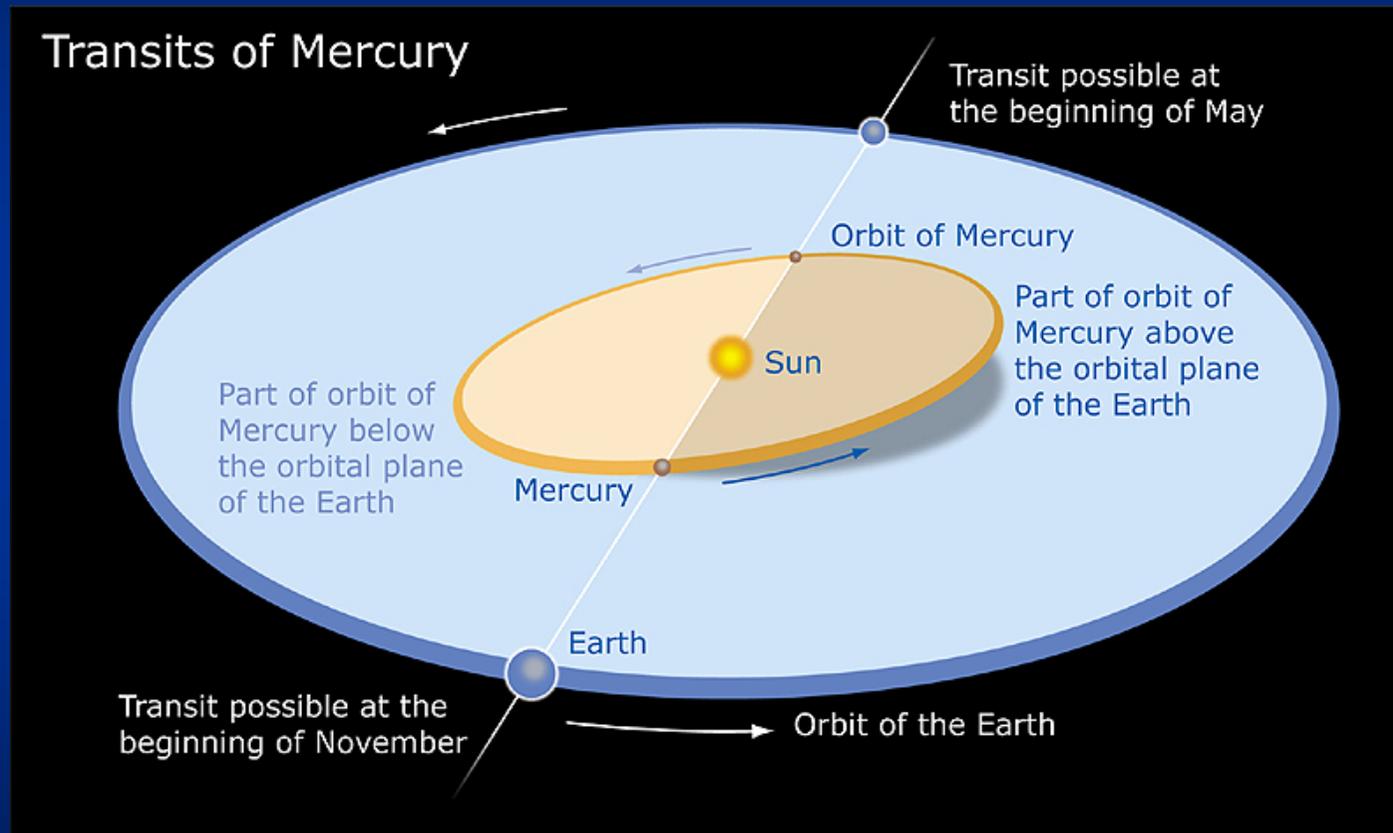
Präzession des Perihels: $\sim 1.4''$ pro Umlauf
d.h. 360° nach 930'000 Umläufen in 225'000 Jahren
Relativistischer Anteil: $43.03''$ pro Jahrhundert

(Bildquelle: Wikipedia)

1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang

Transit Contact Times (UT)						Transit Contact Times (UT)					
Date	I h:m	II h:m	Greatest h:m	III h:m	IV h:m	Date	I h:m	II h:m	Greatest h:m	III h:m	IV h:m
1907 Nov 14	10:24	10:26	12:07	13:47	13:50	2003 May 07	05:13	05:17	07:52	10:27	10:32
1914 Nov 07	09:57	09:59	12:03	14:07	14:09	2006 Nov 08	19:12	19:14	21:41	00:08	00:10
1924 May 08	21:44	21:47	01:41	05:35	05:38	2016 May 09	11:12	11:15	14:57	18:39	18:42
1927 Nov 10	03:02	03:04	05:46	08:27	08:29	2019 Nov 11	12:35	12:37	15:20	18:02	18:04
1937 May 11	08:53	-	08:59	-	09:06	2032 Nov 13	06:41	06:43	08:54	11:05	11:07
1940 Nov 11	20:49	20:51	23:21	01:52	01:53	2039 Nov 07	07:17	07:21	08:46	10:12	10:15
1953 Nov 14	15:37	15:41	16:54	18:07	18:11	2049 May 07	11:03	11:07	14:24	17:41	17:44
1957 May 06	23:59	00:09	01:14	02:20	02:30	2052 Nov 09	23:53	23:55	02:29	05:04	05:06
1960 Nov 07	14:34	14:36	16:53	19:10	19:12	2062 May 10	18:16	18:20	21:36	00:53	00:57
1970 May 09	04:19	04:22	08:16	12:10	12:13	2065 Nov 11	17:24	17:26	20:06	22:46	22:48
1973 Nov 10	07:47	07:49	10:32	13:16	13:17	2078 Nov 14	11:42	11:44	13:41	15:37	15:39
1986 Nov 13	01:43	01:45	04:07	06:29	06:31	2085 Nov 07	11:42	11:45	13:34	15:24	15:26
1993 Nov 06	03:06	03:12	03:57	04:41	04:47	2095 May 08	17:20	17:24	21:05	00:47	00:50
1999 Nov 15	21:15	21:30	21:41	21:52	22:07	2098 Nov 10	04:35	04:37	07:16	09:56	09:57

(Transit Predictions by Fred Espenak, NASA/GSFC)

1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

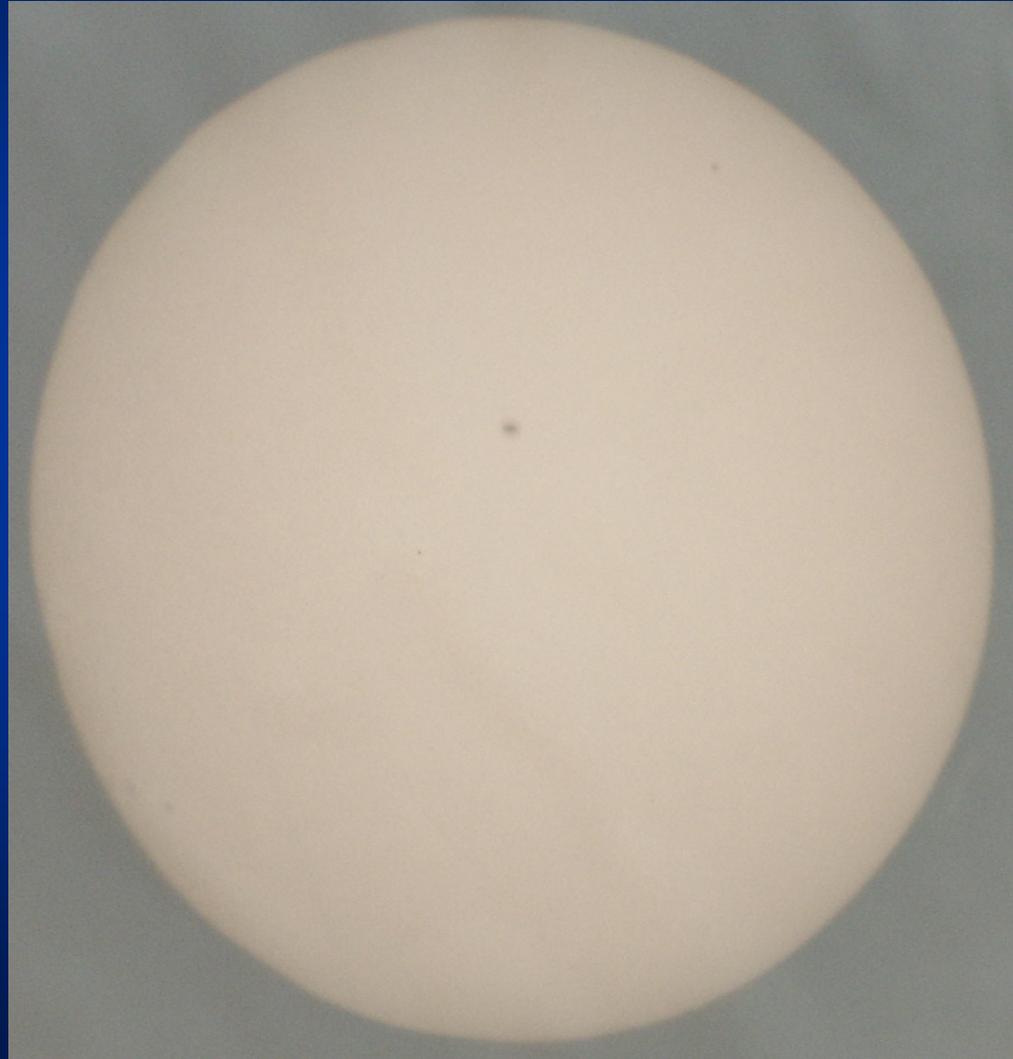
1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 2003 Mai 7



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

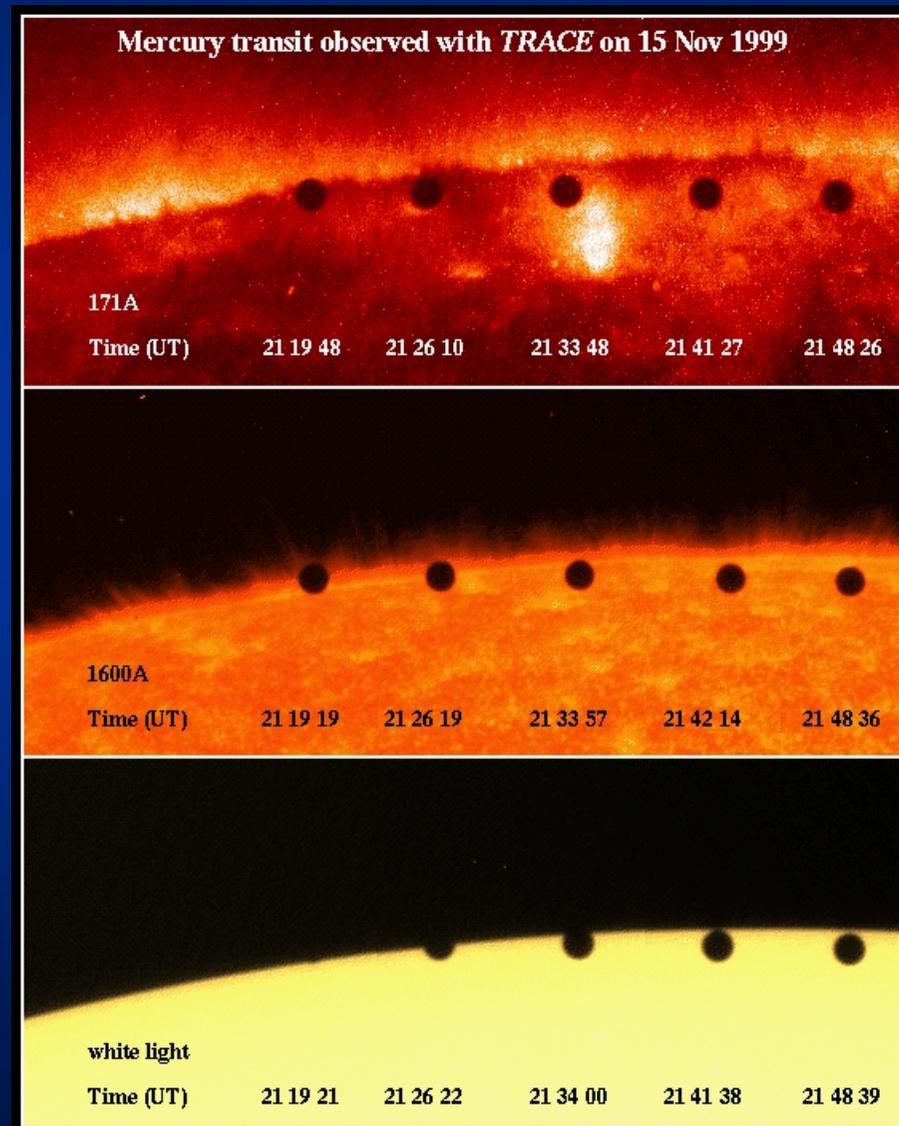
1.6.1.4 Merkurdurchgang 1999 November 15



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

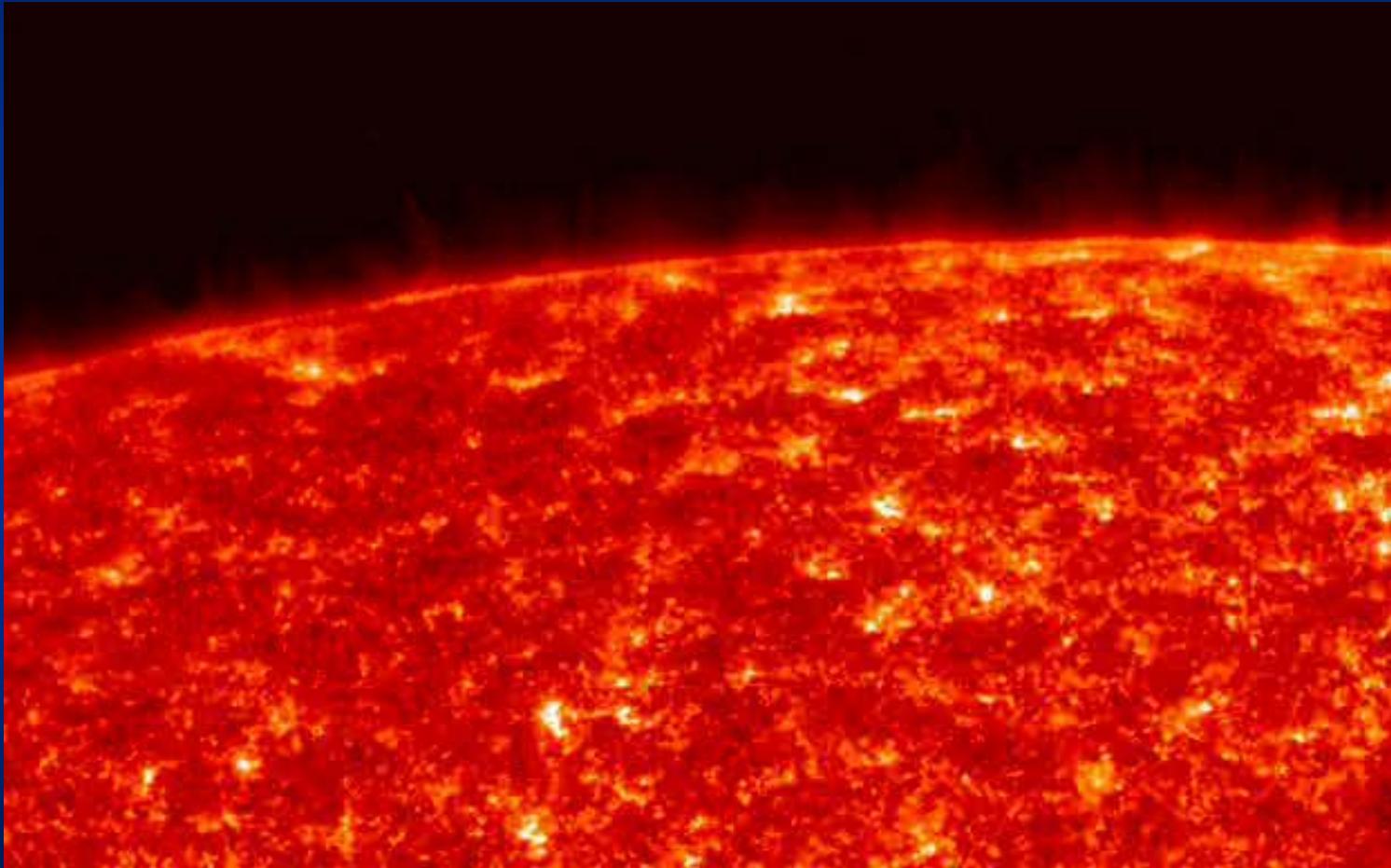
1.6.1.4 Merkurdurchgang 1999 November 15



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.4 Merkurdurchgang 1999 November 15



1.6 Merkur

1.6.1 Allgemeines und physische Daten

1.6.1.5 Physische Daten

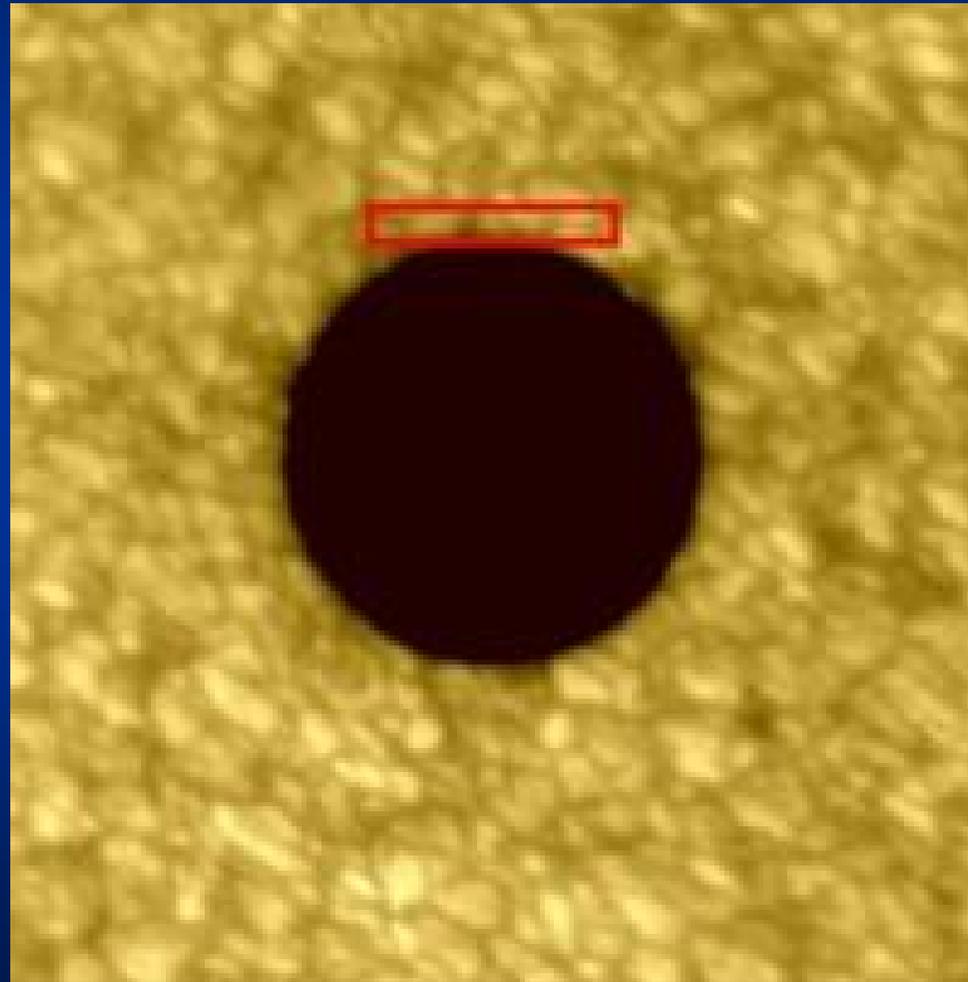
Physische Daten:

Masse:	M	$3.302 \cdot 10^{23} \text{ kg}$	0.0553 Erdmassen
Volumen:	V	$6.083 \cdot 10^{10} \text{ km}^3$	0.0562 Erdvolumina
mittlere Dichte:	ρ	5.427 g cm^{-3}	0.984 mittl. Erddichte
Schwerebeschleunigung:	g	3.70 m s^{-2}	0.378 Erdbeschleunigung
Äquatorradius:	$R_{\text{Ä}}$	2'439.7 km	0.383 Erdradius
Polradius:	R_{P}	2'439.7 km	0.384 Erdradius
Abplattung:	E	0	
Fluchtgeschwindigkeit:	v_{F}	4.25 km/s	0.384 2. kosm. Geschw.
Rotationsperiode:	P_{rot}	58.646(5) d	$= 2/3 P_{\text{sid}}$ Spin-Bahn-Kopplung
Äquatorneigung ./ . Bahn:	$i_{\text{Ä}}$	0°	

1.6 Merkur

1.6.2 Planetares Umfeld

1.6.2.1 Atmosphäre

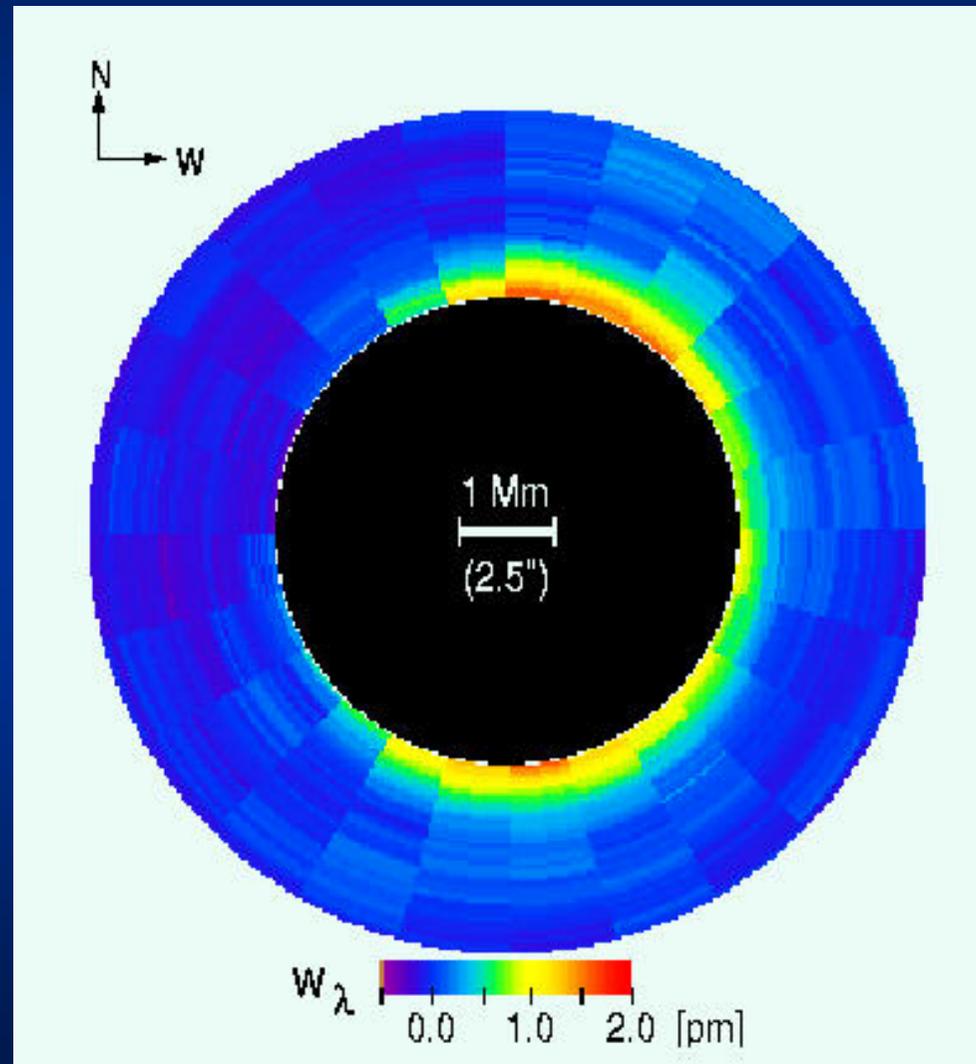


(2003 Mai 3, Vacuum Tower Telescope, Teneriffa)

1.6 Merkur

1.6.2 Planetares Umfeld

1.6.2.1 Atmosphäre

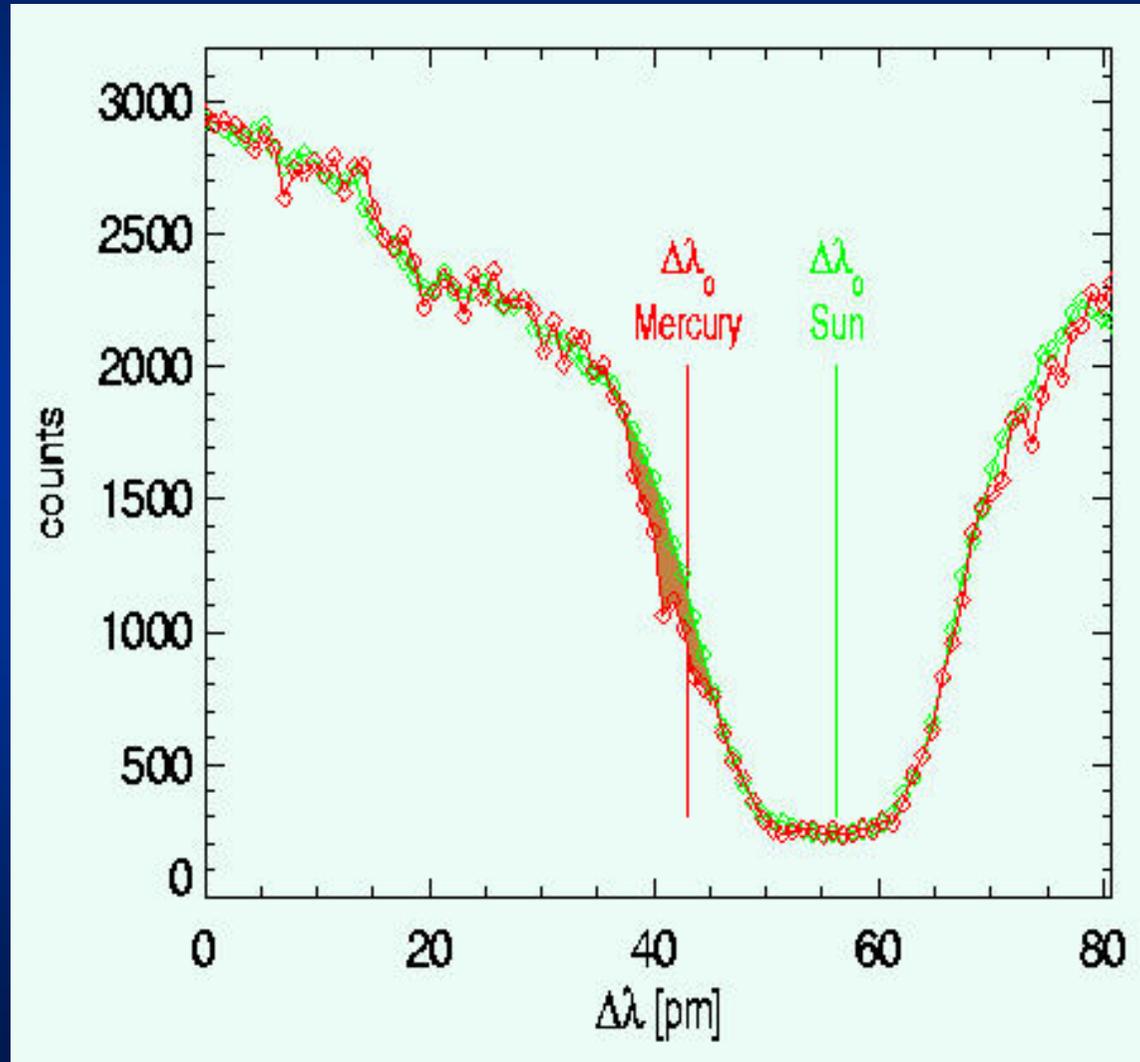


Natrium-Absorption am Merkur (bis 700 km oberhalb der Oberfläche)

1.6 Merkur

1.6.2 Planetares Umfeld

1.6.2.1 Atmosphäre



Linienprofile der Na-D2-Linie - rot: 214 km über dem Nordpol des Merkurs; grün: solares Vergleichsprofil

1.6 Merkur

1.6.2 Planetares Umfeld

1.6.2.1 Atmosphäre

Oberfläche / Atmosphäre:

Druck:	p_0	$1 \cdot 10^{-15}$ bar	(= $1 \cdot 10^{-12}$ Pa)	(Erde: 1'013 hPa \approx 1 bar)
Gesamtmasse:	M_{Atm}	1'000 kg		
mittlere Temperatur:	T_0	440 K	(= 167 °C)	(subsolar: 725 K, antisolar: 90 K)
Albedo:	A	0.119		(Erde: 0.306)

Zusammensetzung der Atmosphäre / %:

Sauerstoff (O ₂)	42
Natrium (Na)	29
Wasserstoff (H ₂)	22
Helium (He)	6
Kalium (K)	0.5
Spuren von:	
Argon (Ar), Kohlendioxid (CO ₂),	
Wasser (H ₂ O), Stickstoff (N ₂),	
Xenon (Xe), Krypton (Kr), Neon (Ne)	

1.6 Merkur

1.6.2 Planetares Umfeld

1.6.2.2 Magnetosphäre

Magnetfeld:

Dipol-Feldstärke: H 3.3 mOe
Neigung ./ Rotationsachse: i_M 169°

(Erde: 308 mOe = 24.48 A m⁻¹)



(Bildquelle: Focus online)

1.6 Merkur

1.6.3 Oberfläche

1.6.3.1 Strukturen

- **Krater (crater)**
- **Täler (valles)**
- **Kliffs, Böschungen (rupes)**
- **Hügelketten (ridges, dorsa/-ae)**
- **Ebenen (planitiae)**

1.6 Merkur

1.6.3 Oberflächenerkundung

1.6.3.1 Mariner 10

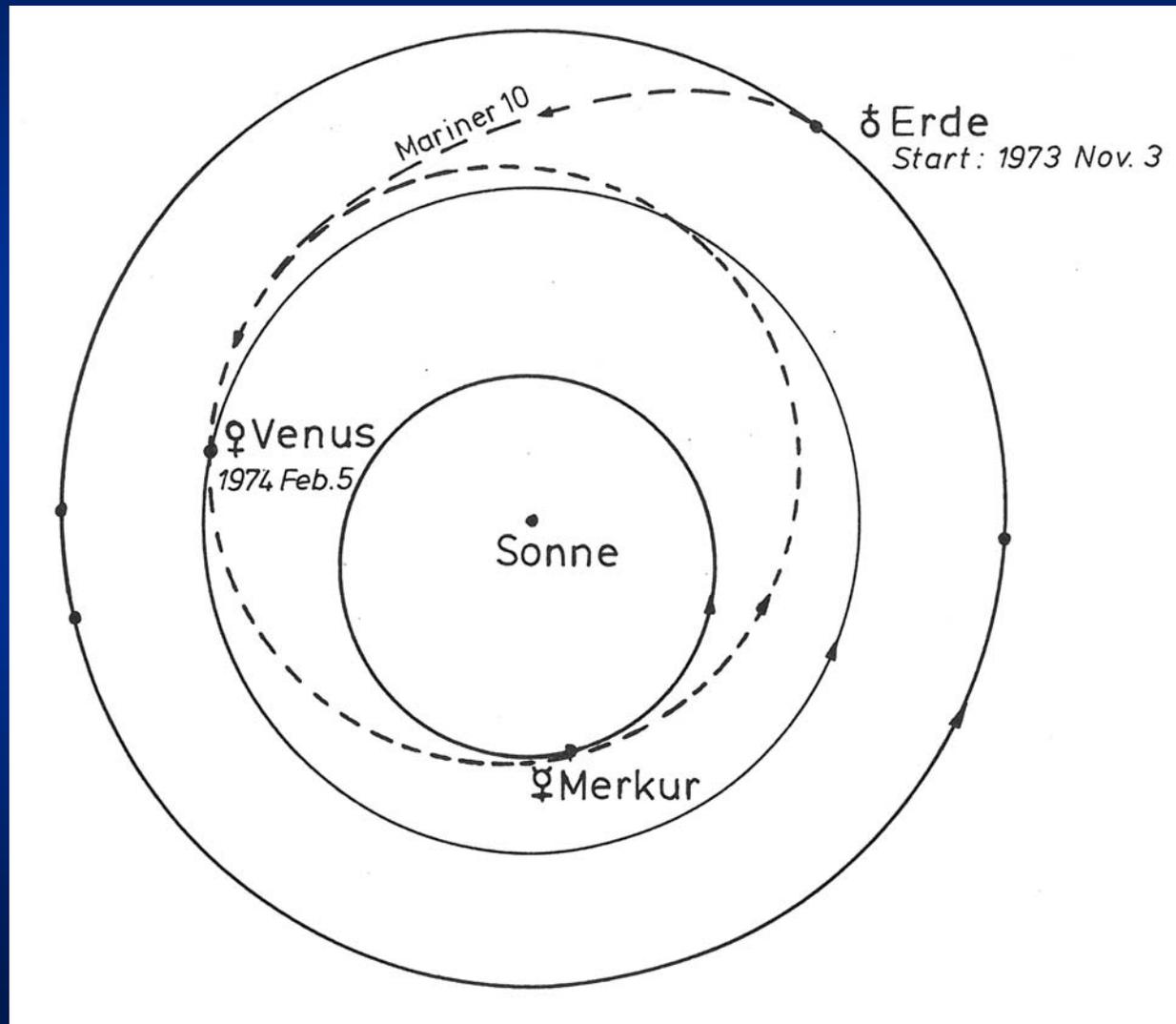


(NASA / Jet Propulsion Laboratory)

1.6 Merkur

1.6.3 Oberflächenerkundung

1.6.3.1 Mariner 10-Bahn

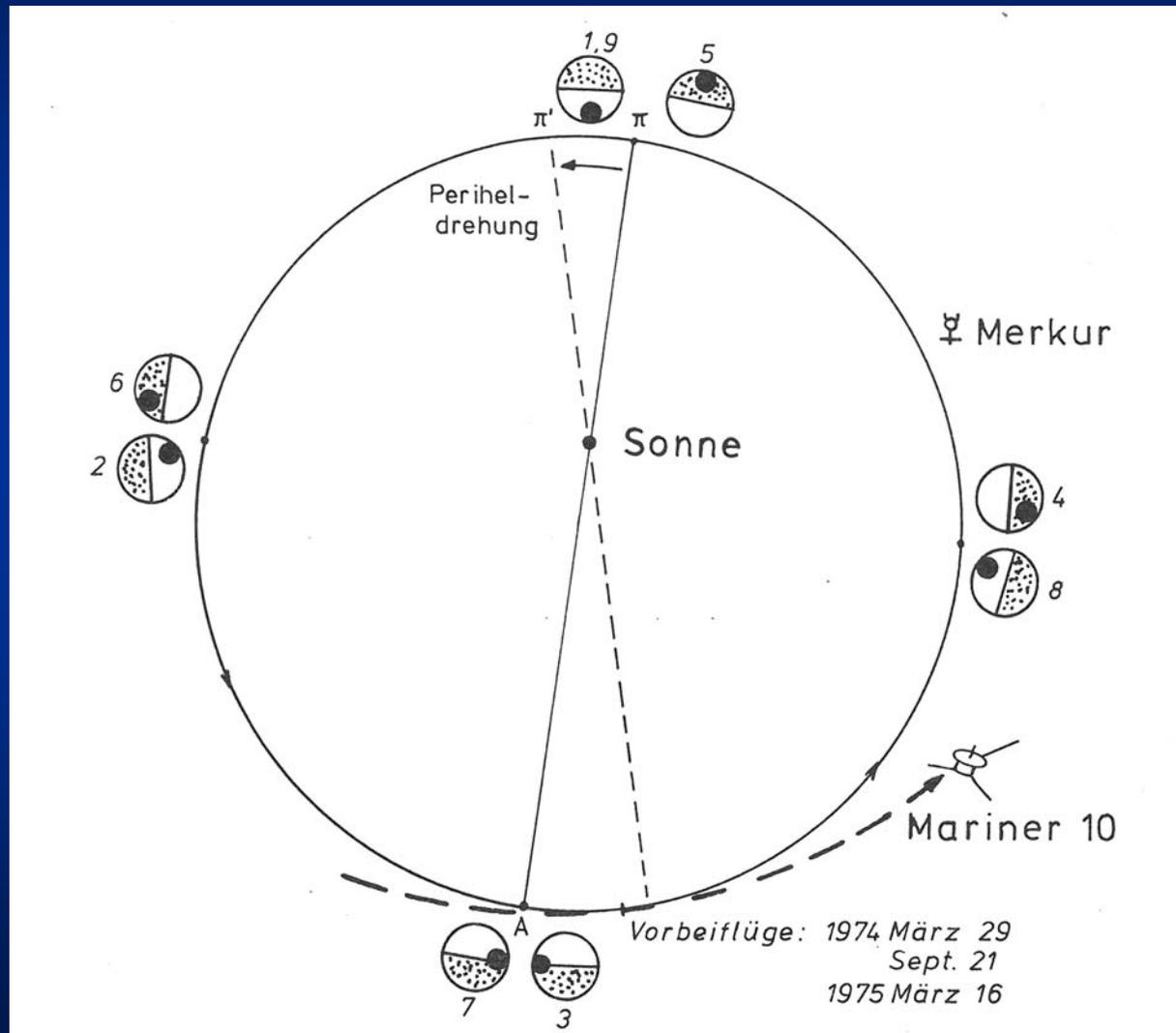


Hohmannsche Übergangsellipse mit Swin-By an Venus zur Abbremsung

1.6 Merkur

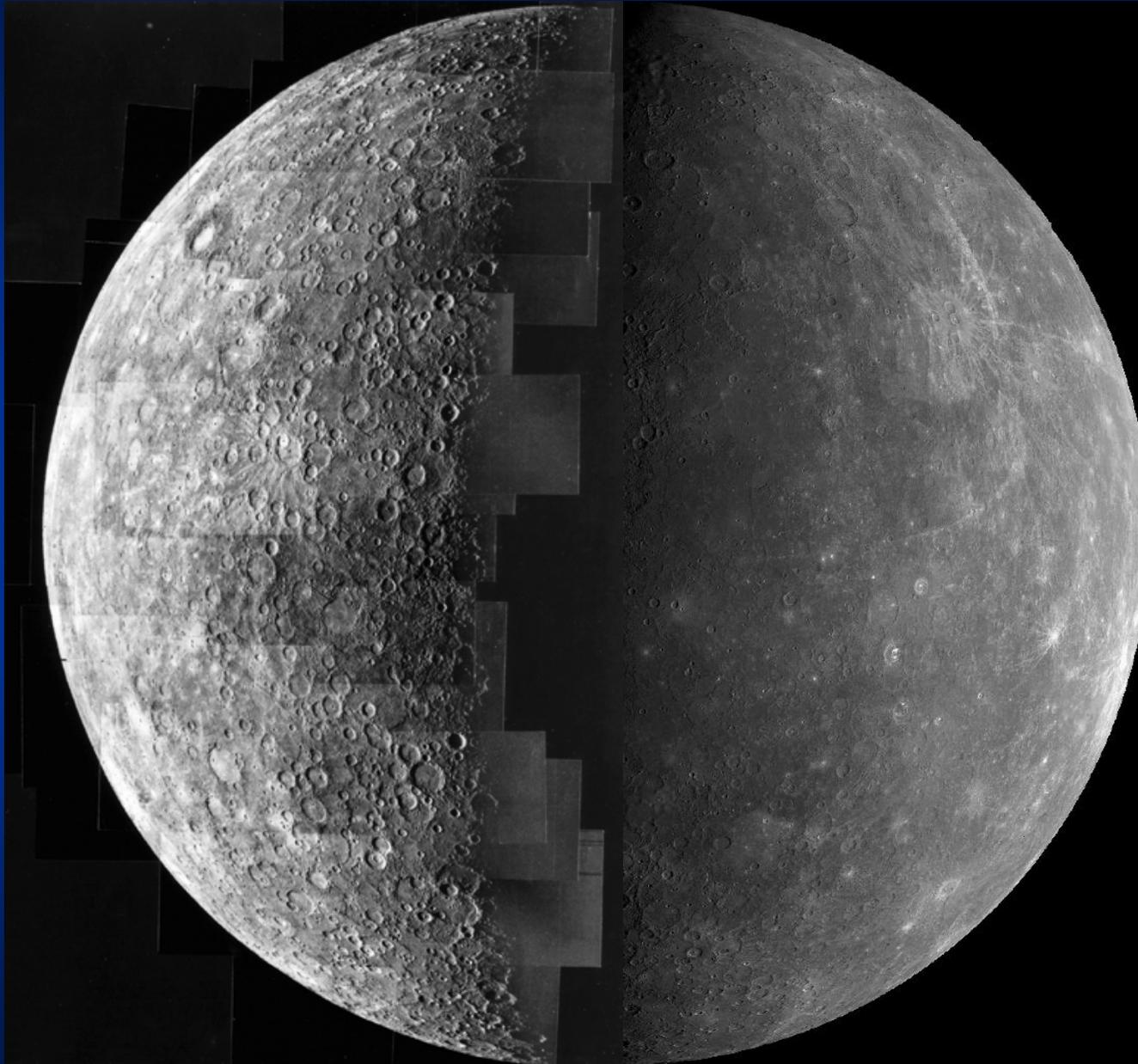
1.6.3 Oberflächenerkundung

1.6.3.1 Mariner 10-Bahn



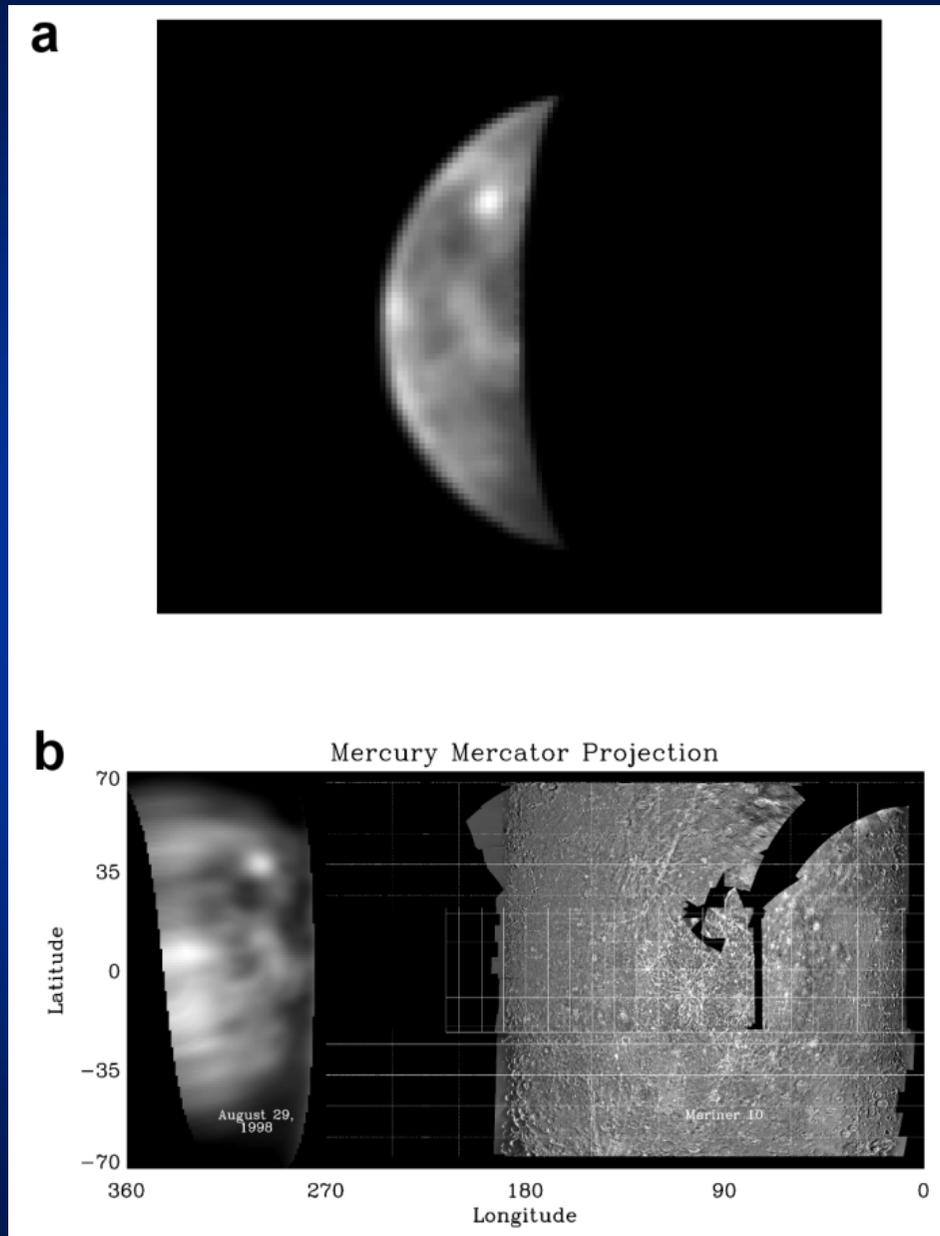
Mariner 10 hatte doppelte Umlaufzeit um die Sonne wie Merkur

1.6 Merkur



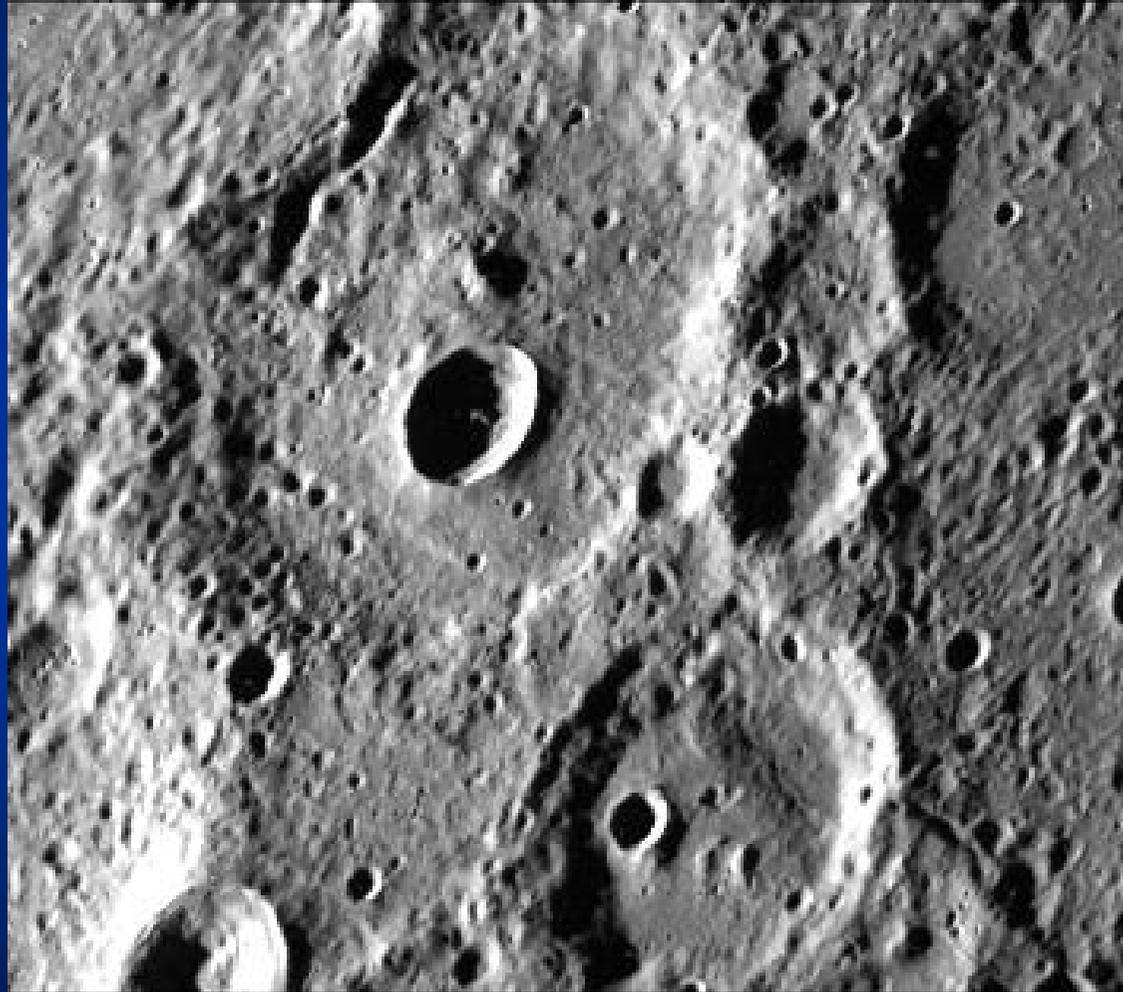
(Mariner 10: links: 1974 März 29; rechts: 1975 März 16)

1.6 Merkur



Erdgebundene Merkurtaufnahmen (University of Boston)

1.6 Merkur



(Mariner 10: Krater Hun Kal (1.5 km) 1974 März 29)

1.6 Merkur



(Mariner 10)

1.6 Merkur



(Mariner 10)

1.6 Merkur



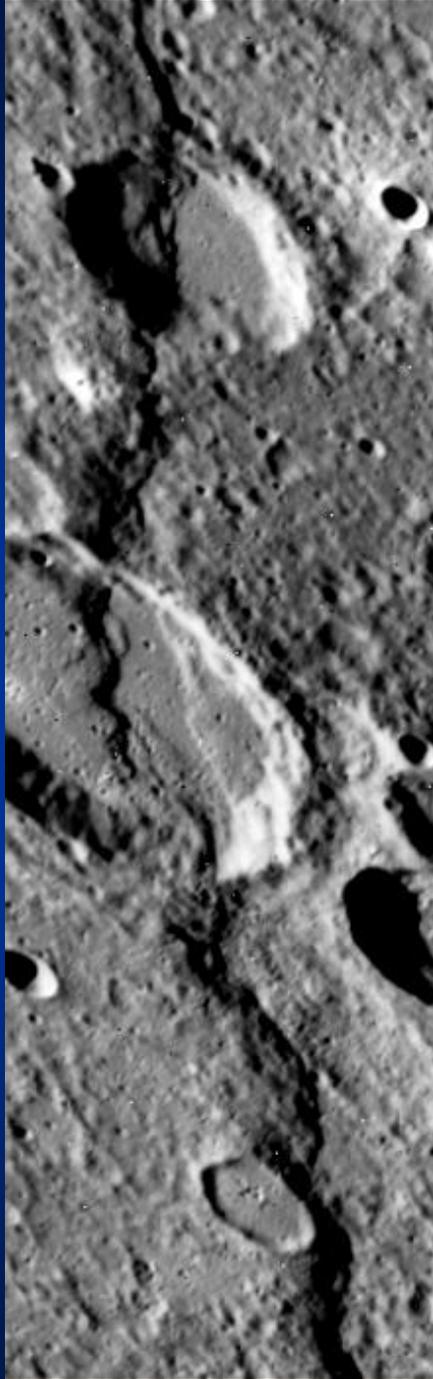
(Mariner 10)

1.6 Merkur



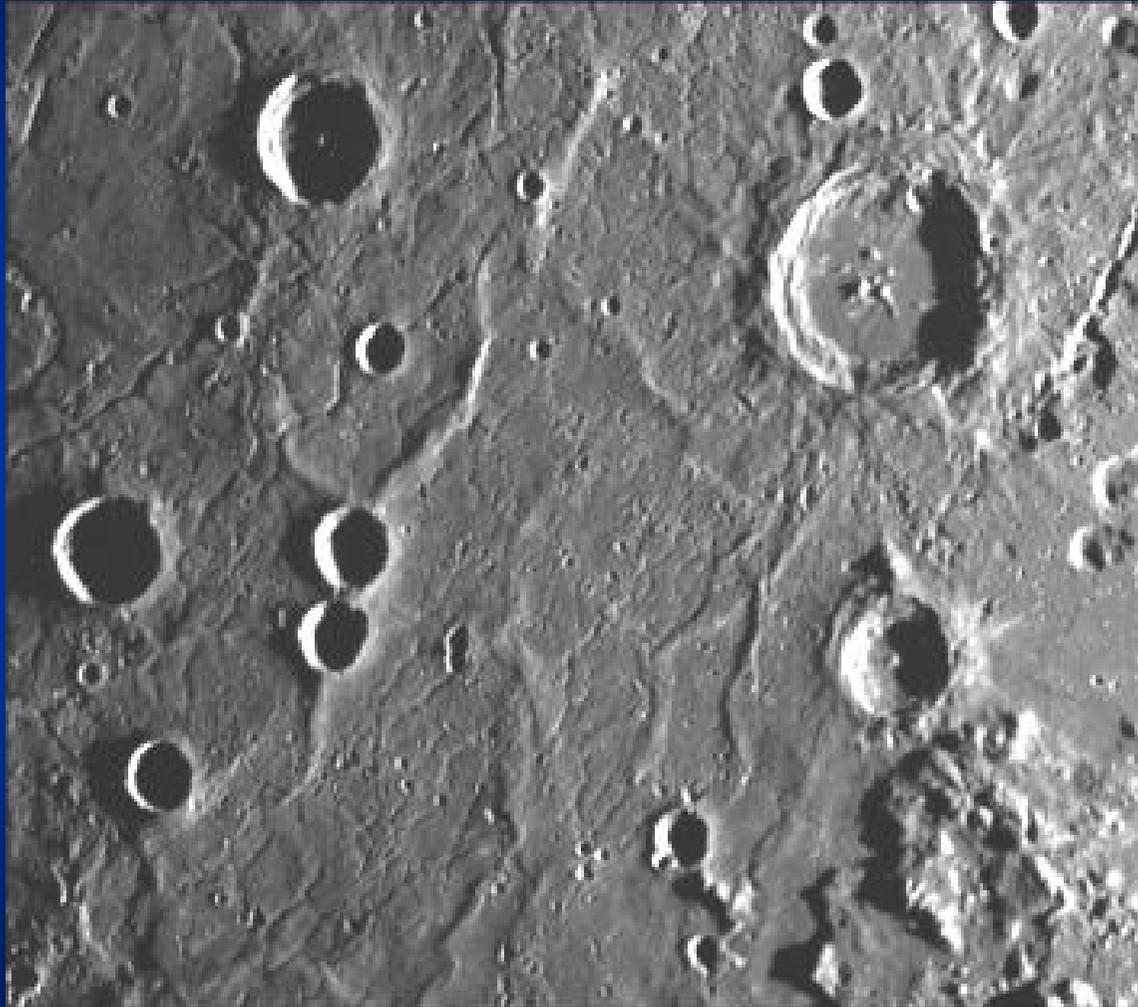
(Mariner 10)

1.6 Merkur



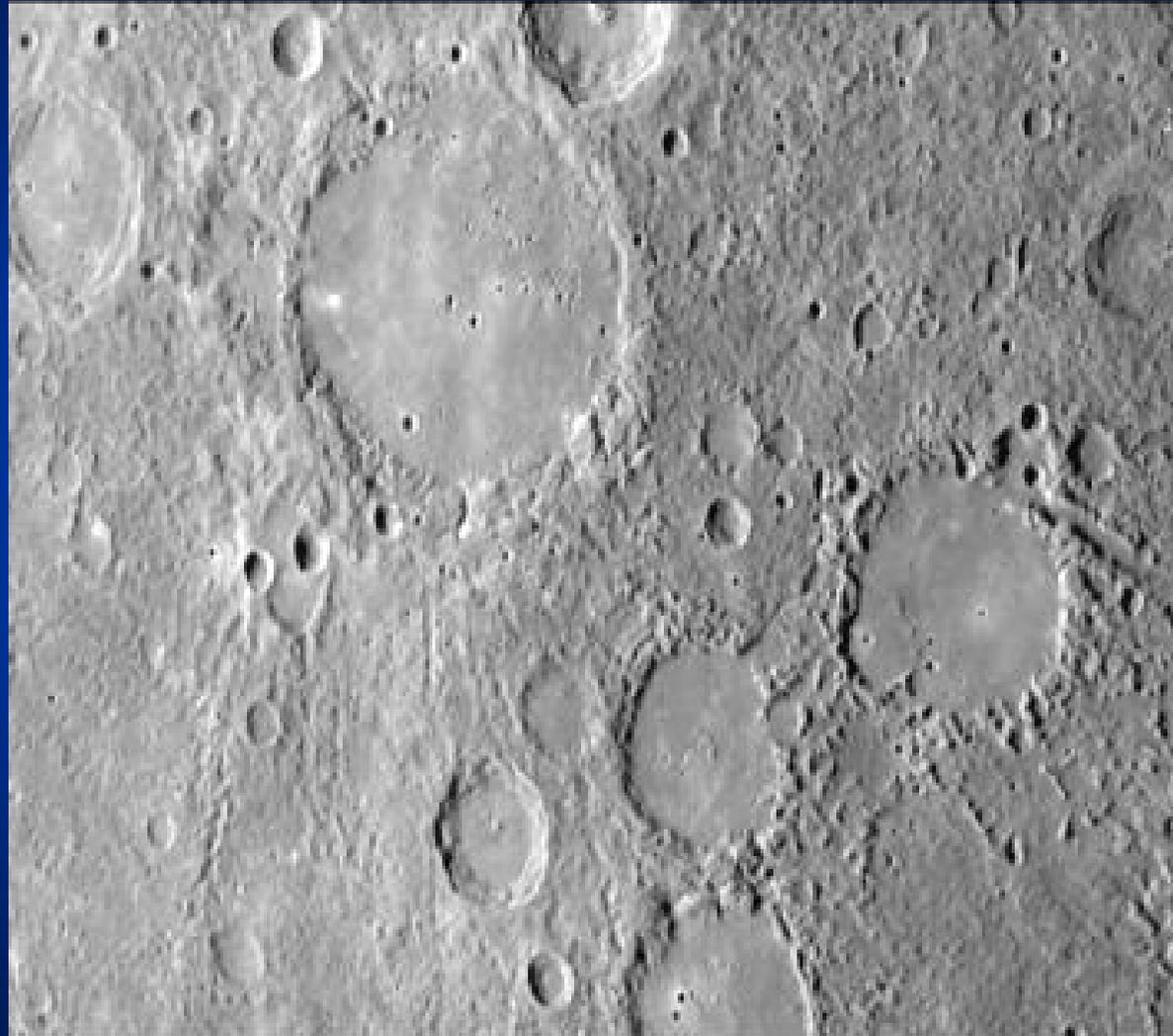
(Mariner 10)

1.6 Merkur



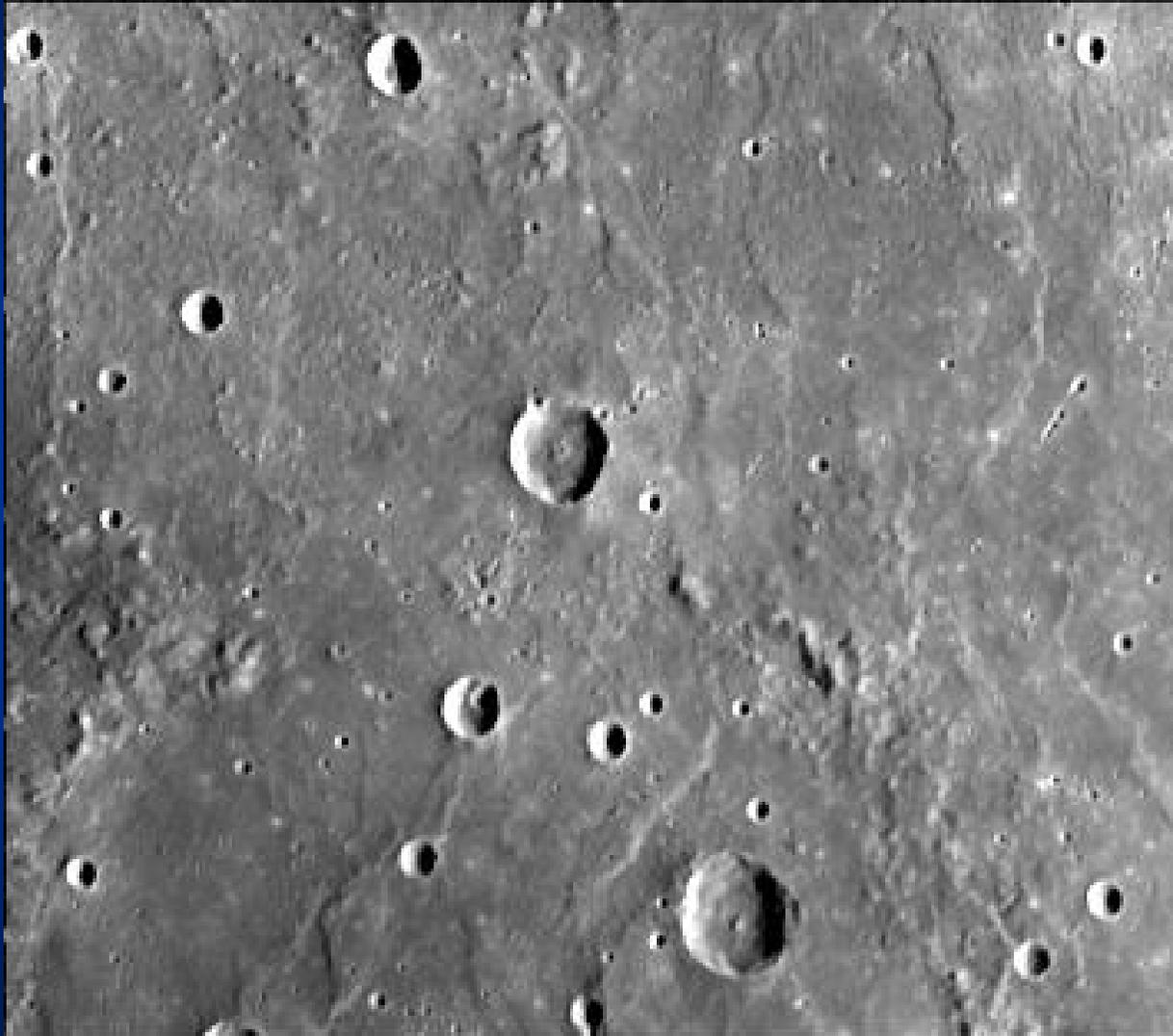
(Mariner 10)

1.6 Merkur



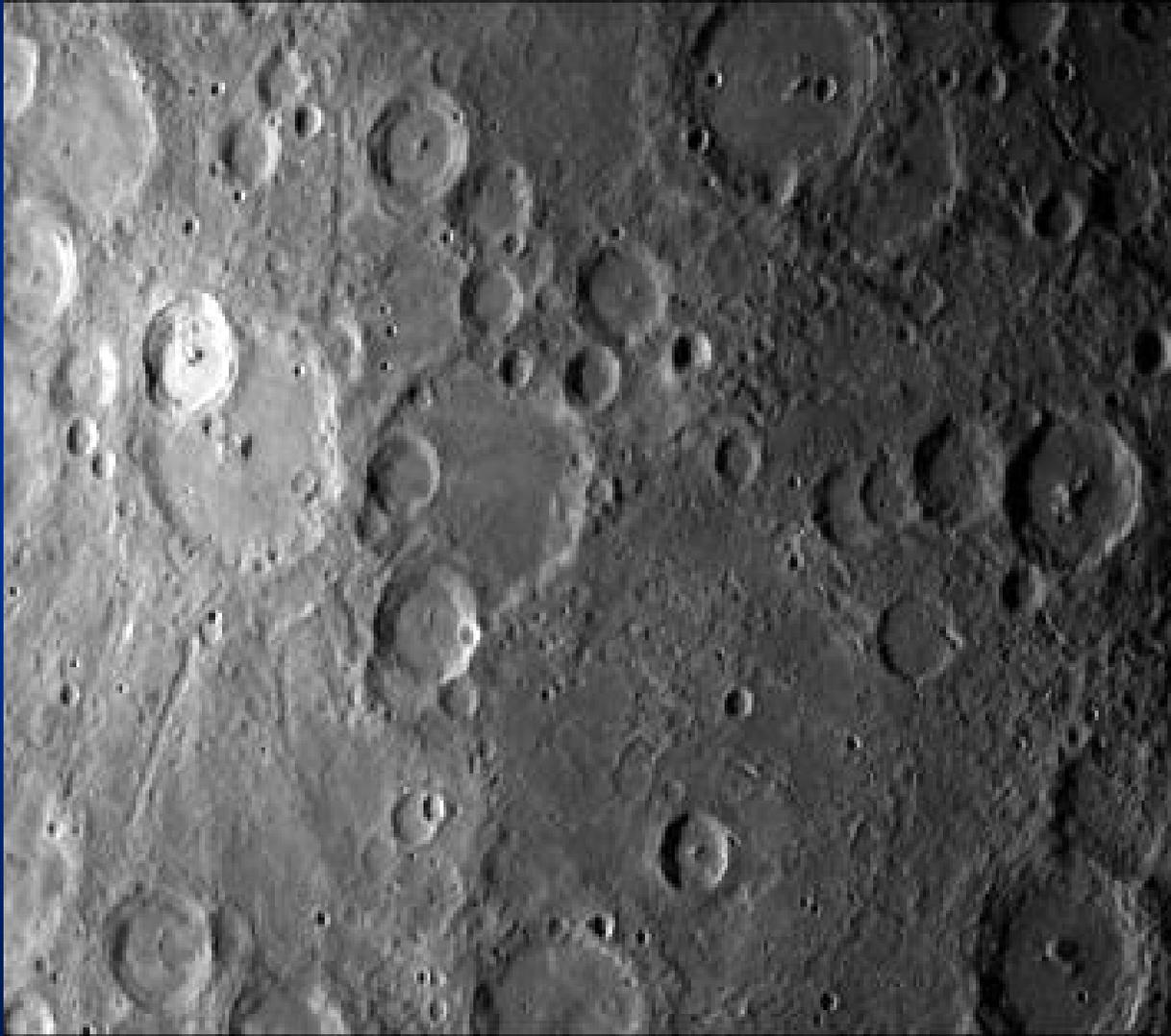
(Mariner 10)

1.6 Merkur



(Mariner 10)

1.6 Merkur



(Mariner 10)

1.6 Merkur



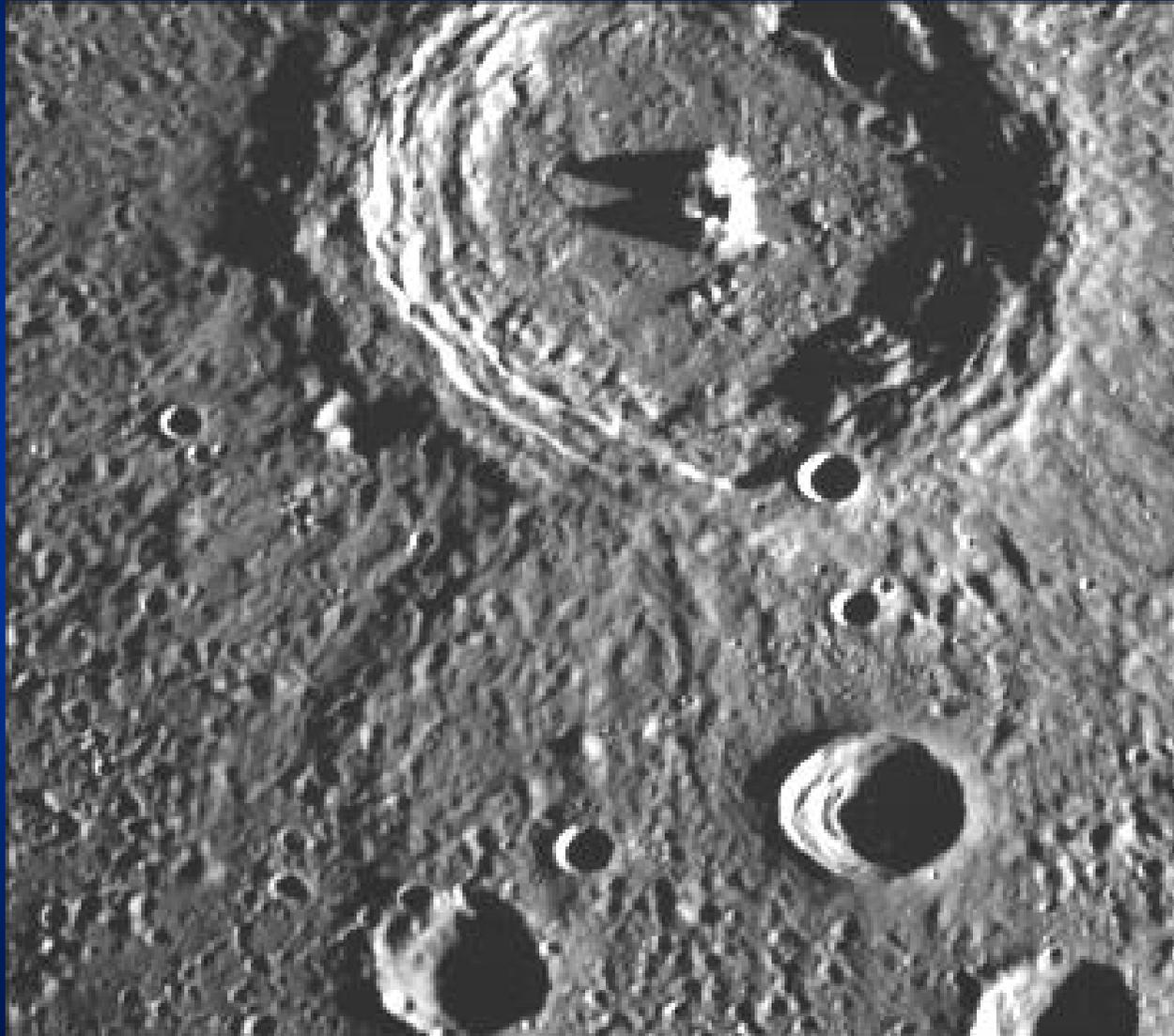
(Mariner 10)

1.6 Merkur



(Mariner 10)

1.6 Merkur



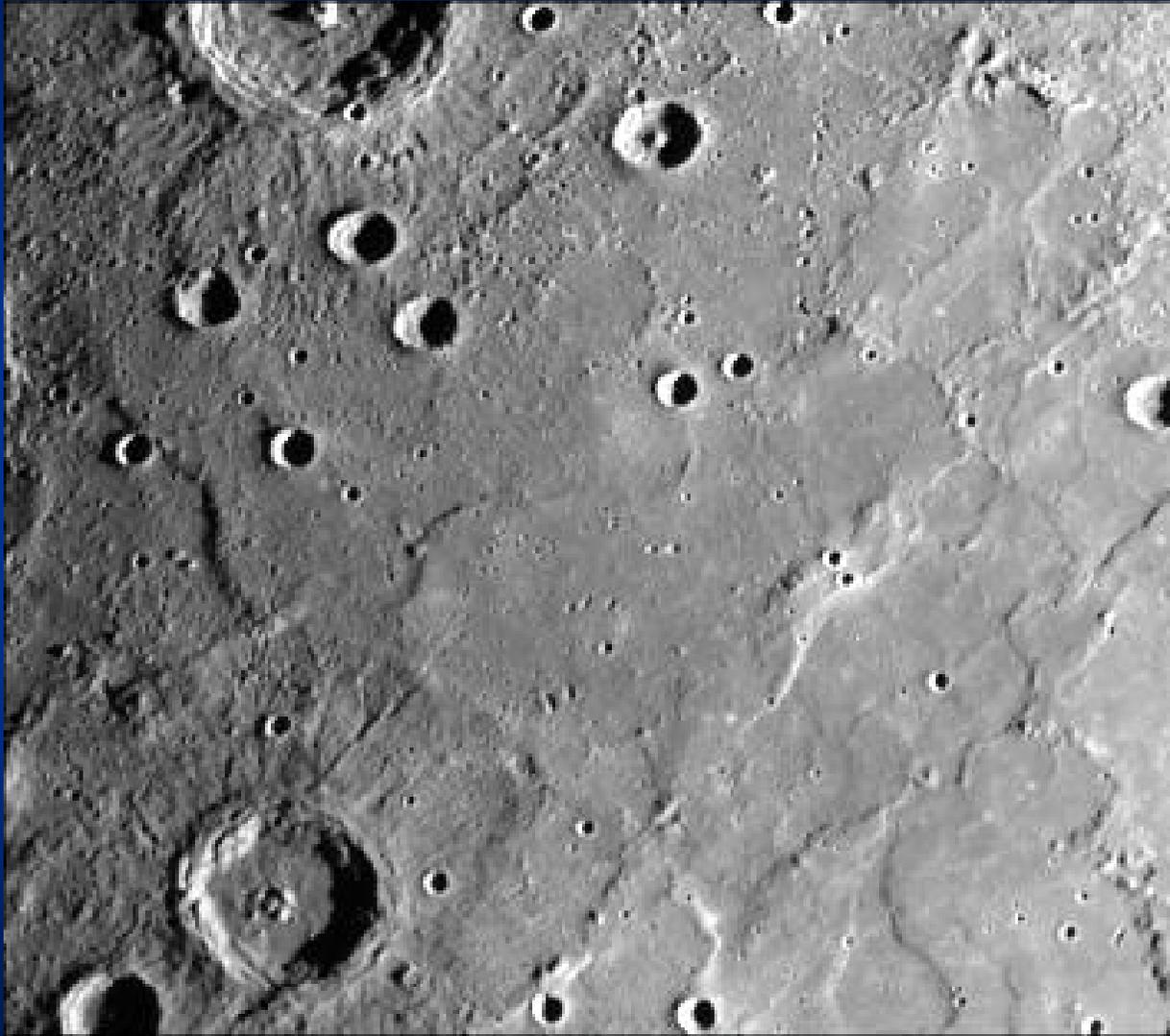
(Mariner 10)

1.6 Merkur



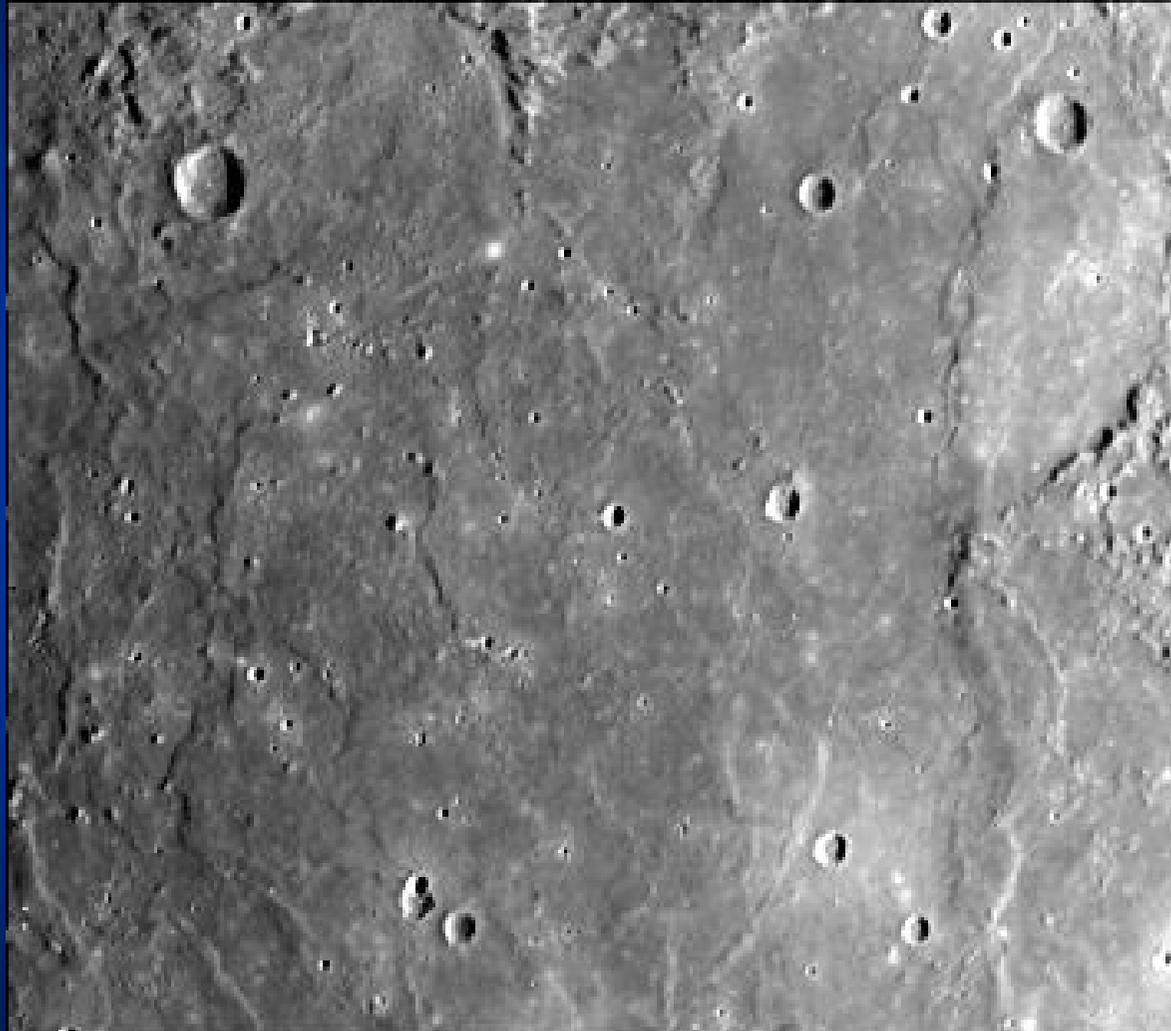
(Mariner 10)

1.6 Merkur



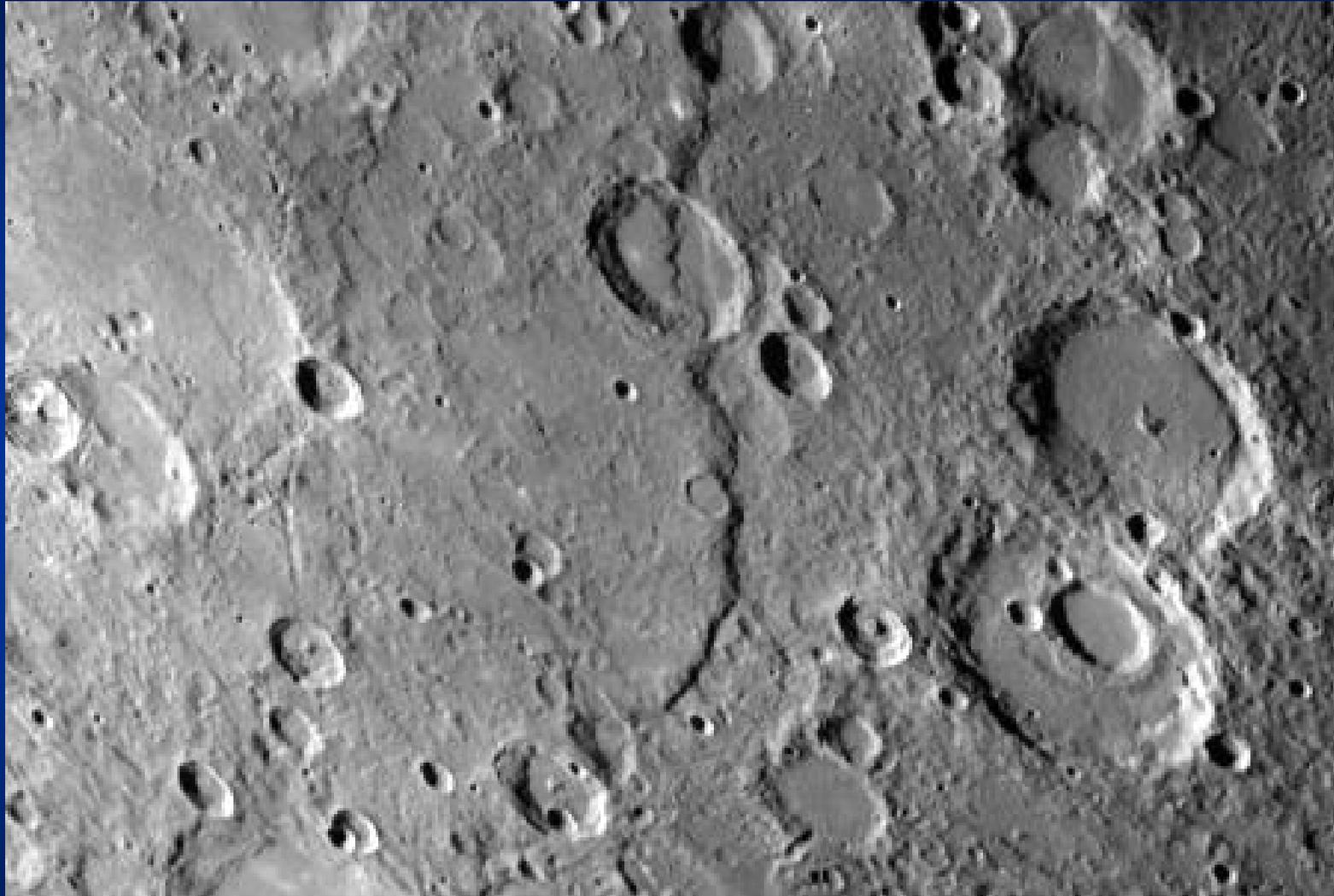
(Mariner 10)

1.6 Merkur



(Mariner 10)

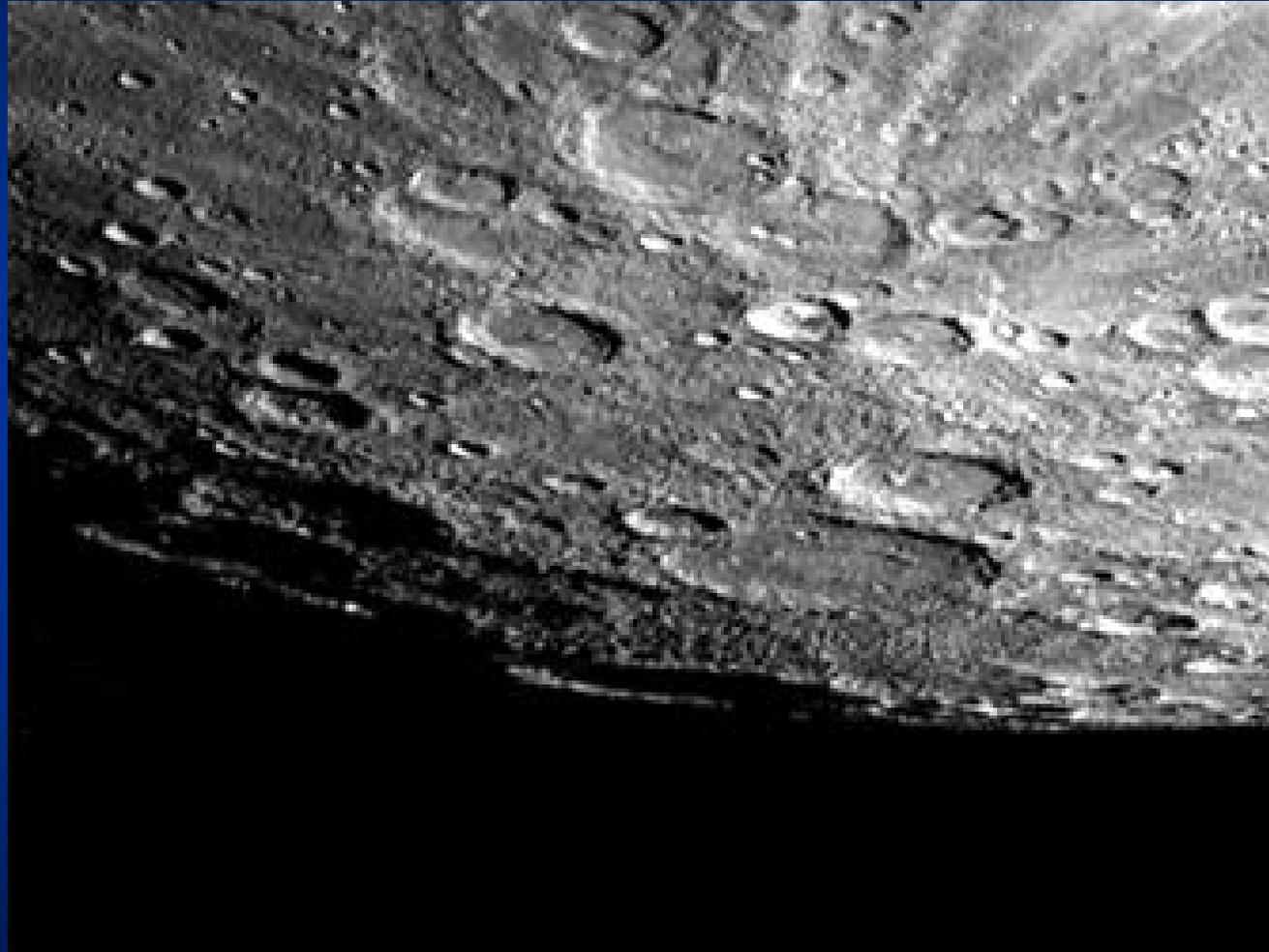
1.6 Merkur



Discovery Rupes

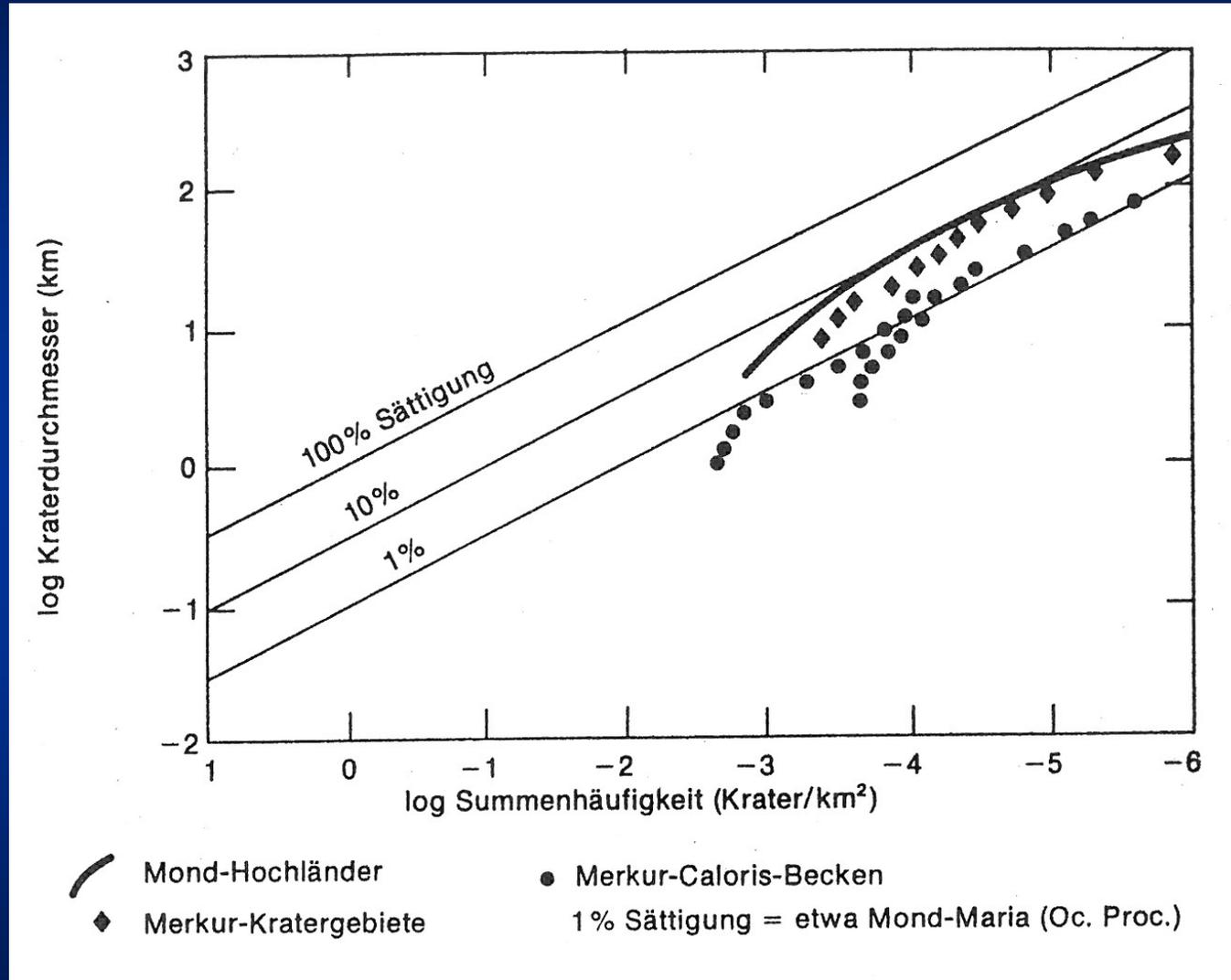
(Mariner 10)

1.6 Merkur



(Mariner 10)

1.6 Merkur



1.6 Merkur

1.6.3 Oberflächenerkundung

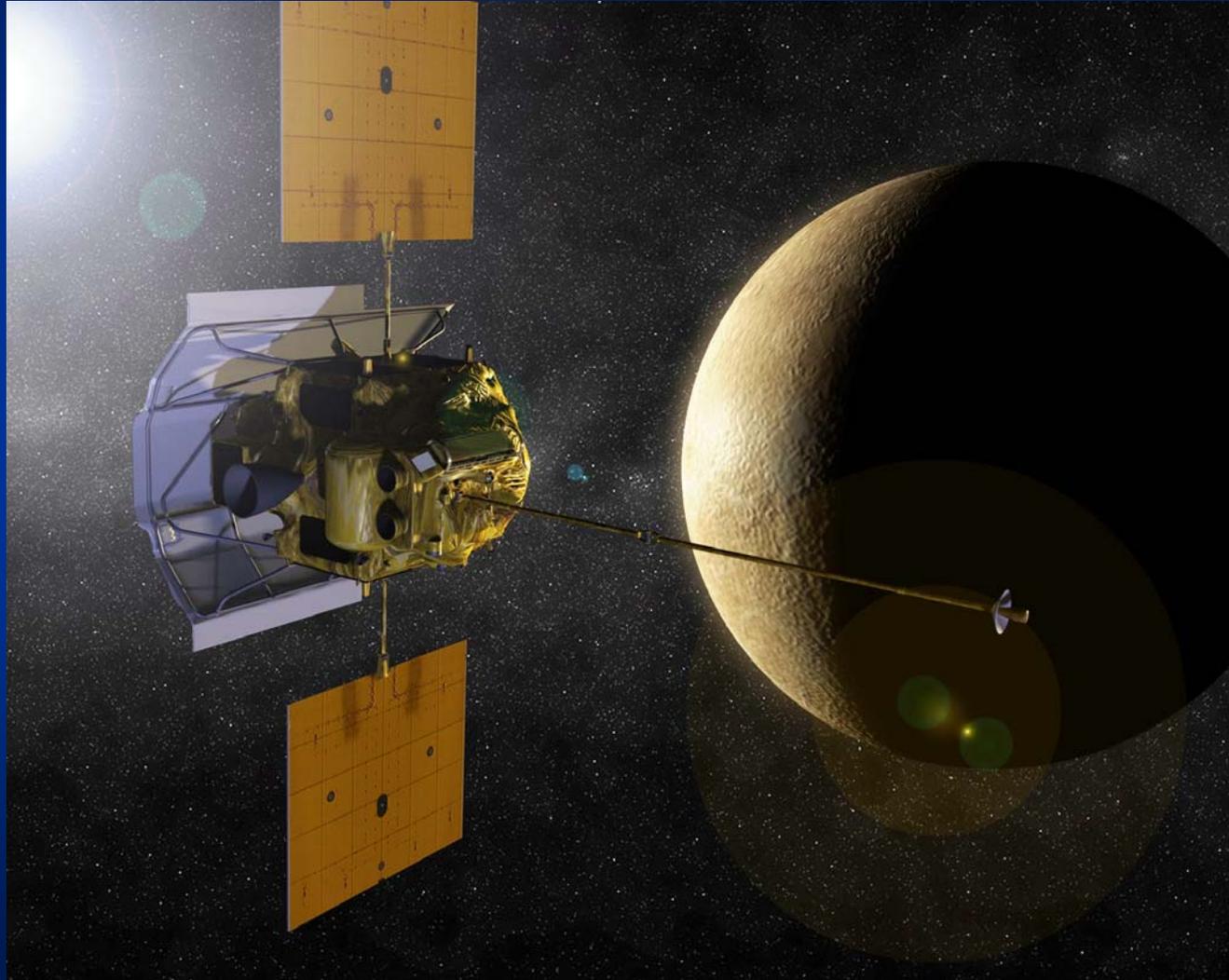
1.6.3.2 Messenger



1.6 Merkur

1.6.3 Oberflächenerkundung

1.6.3.2 Messenger

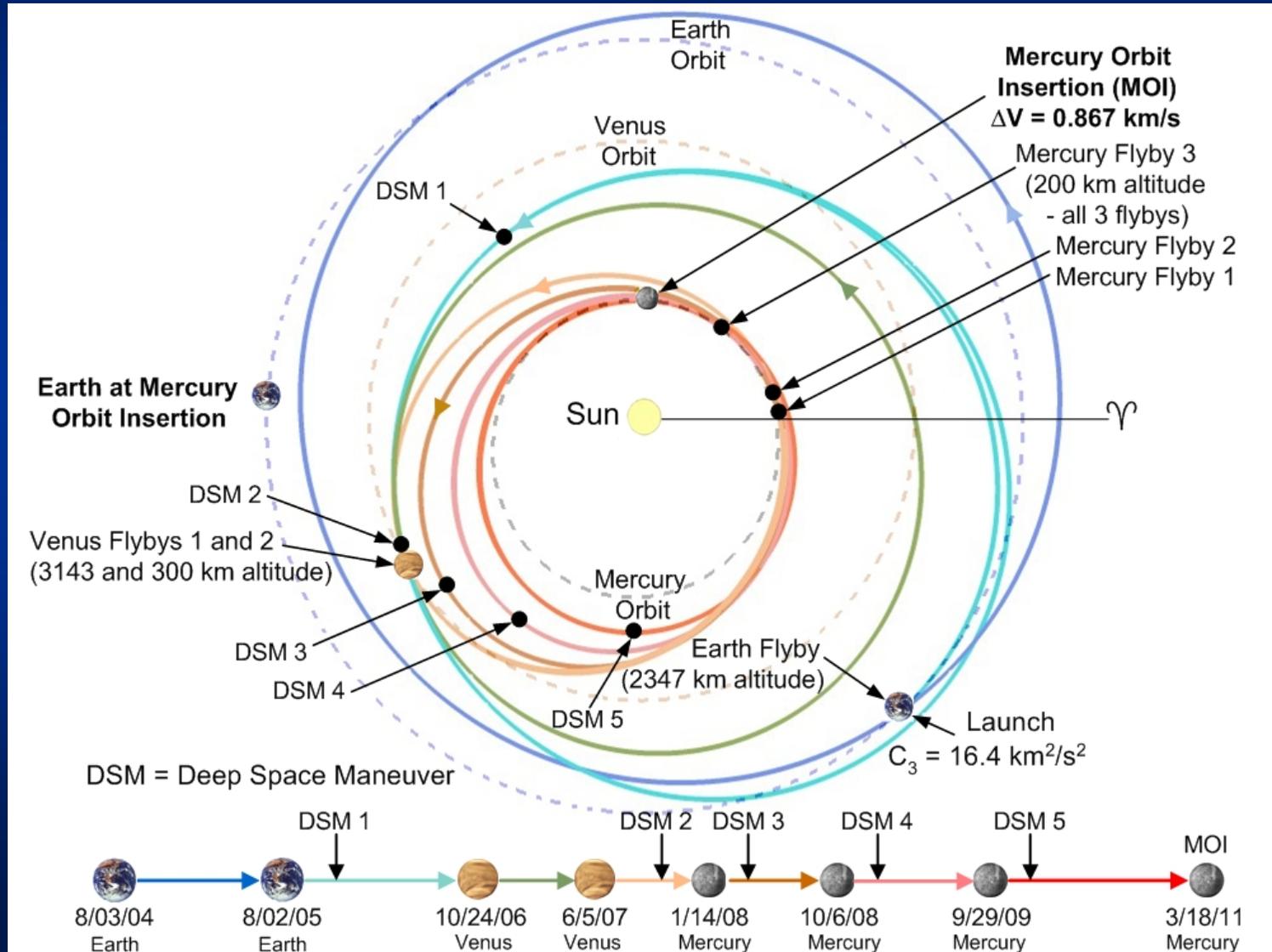


(NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington)

1.6 Merkur

1.6.3 Oberflächenerkundung

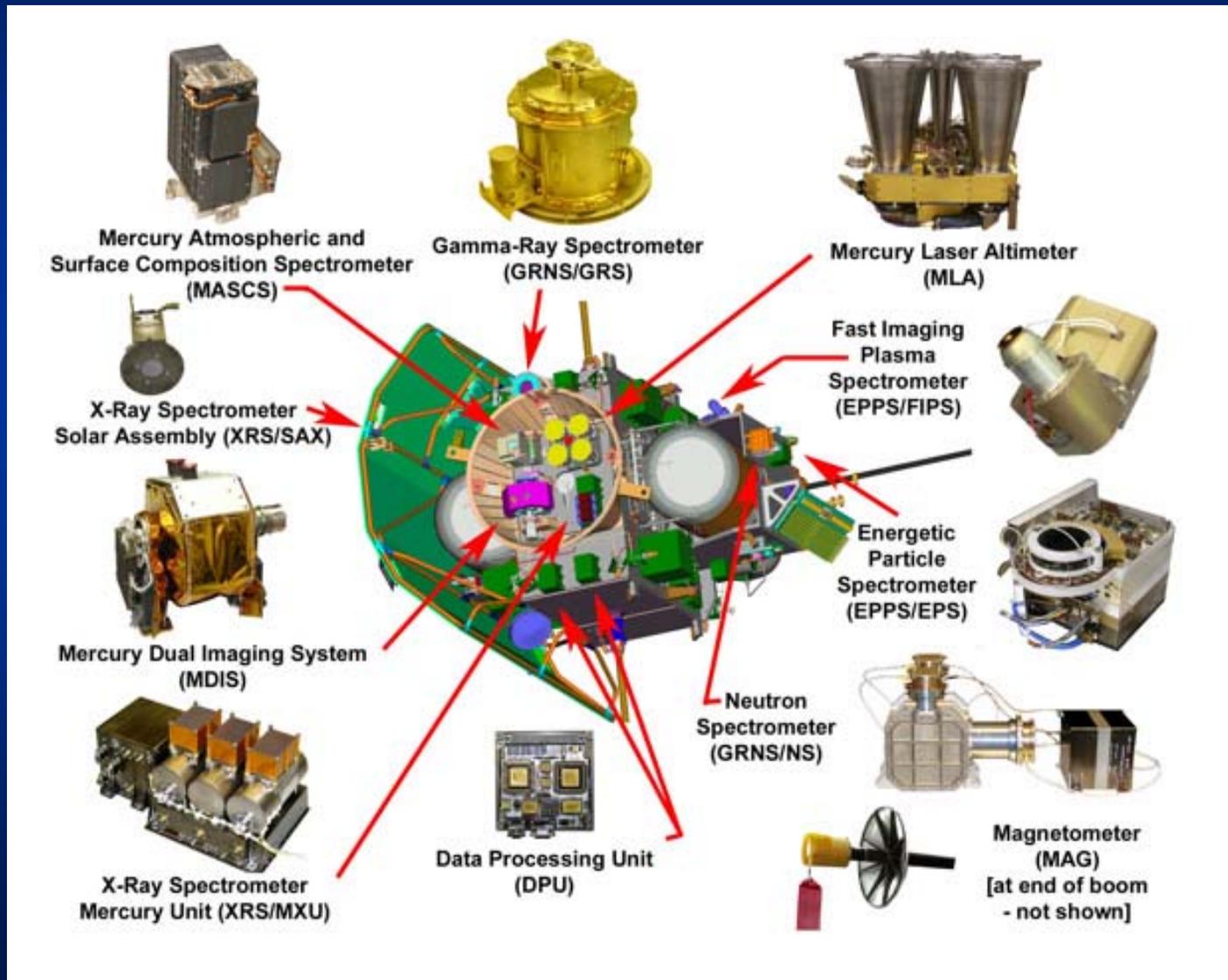
1.6.3.2 Messenger-Bahn



1.6 Merkur

1.6.3 Oberflächenerkundung

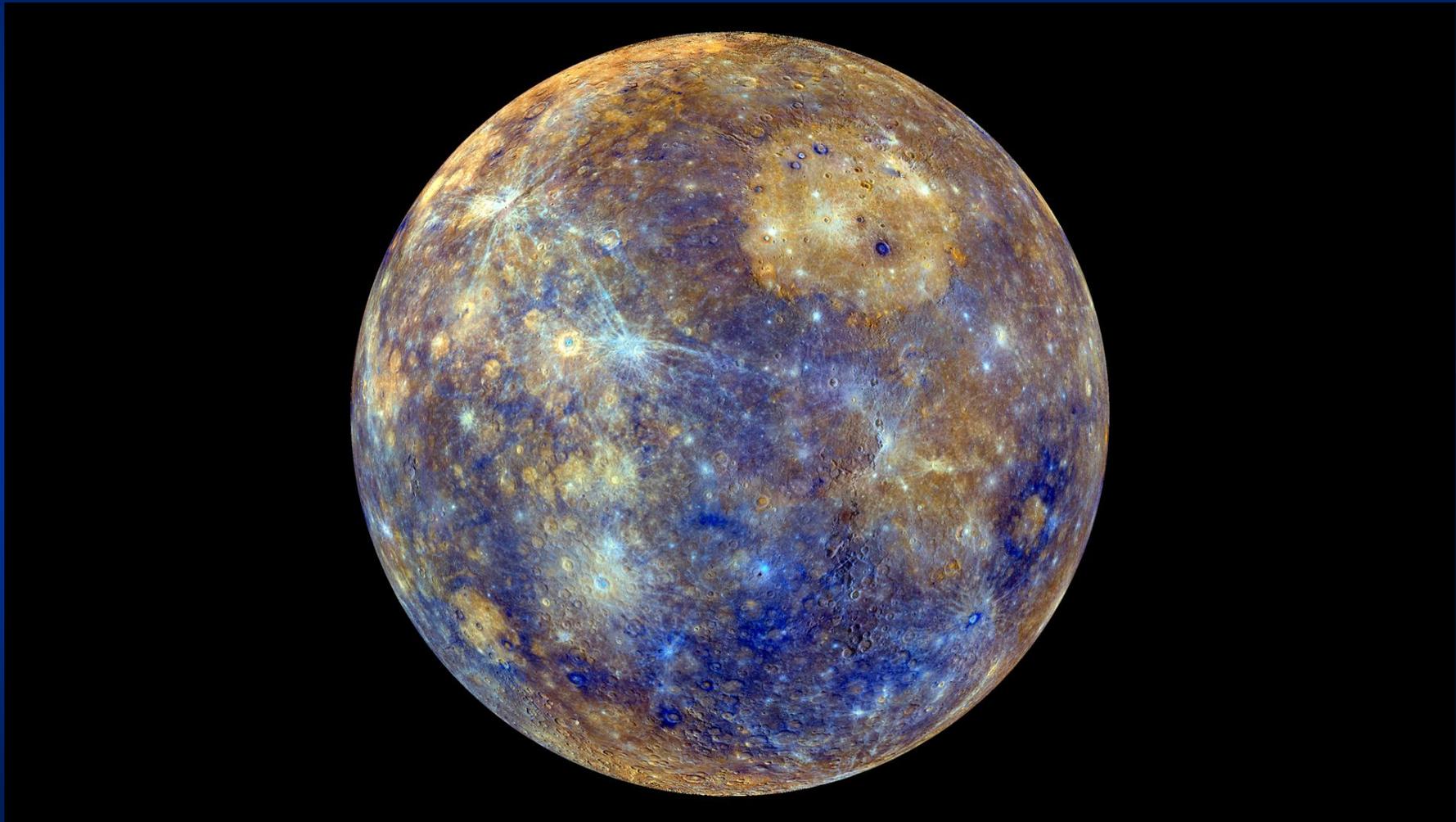
1.6.3.2 Messenger-Instrumente



1.6 Merkur

1.6.3 Oberflächenerkundung

1.6.3.2 Messenger

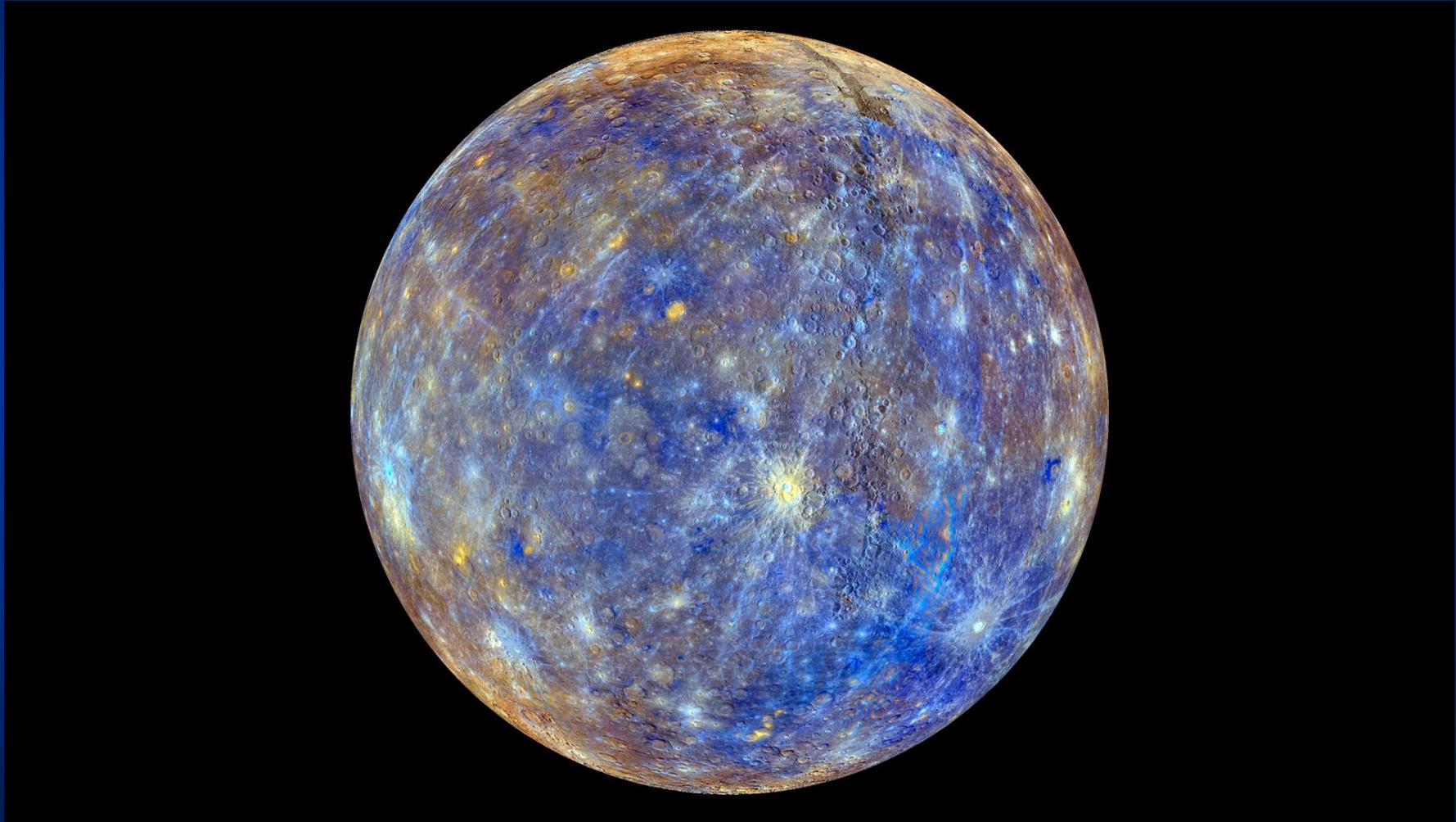


Das braune, runde Becken rechts oben ist das Caloris-Becken (1'500 km Durchmesser). Die Farben sind kontrastverstärkt und geben Materialeigenschaften wieder. Blaue Farbtöne kennzeichnen das LRM (low reflection material), das im Roten etwas schwächer reflektiert.

1.6 Merkur

1.6.3 Oberflächenerkundung

1.6.3.2 Messenger



Mehrere Krater mit Strahlen auf der anderen Hemisphäre, der prominenteste trägt den Namen Hokusai.

1.6 Merkur

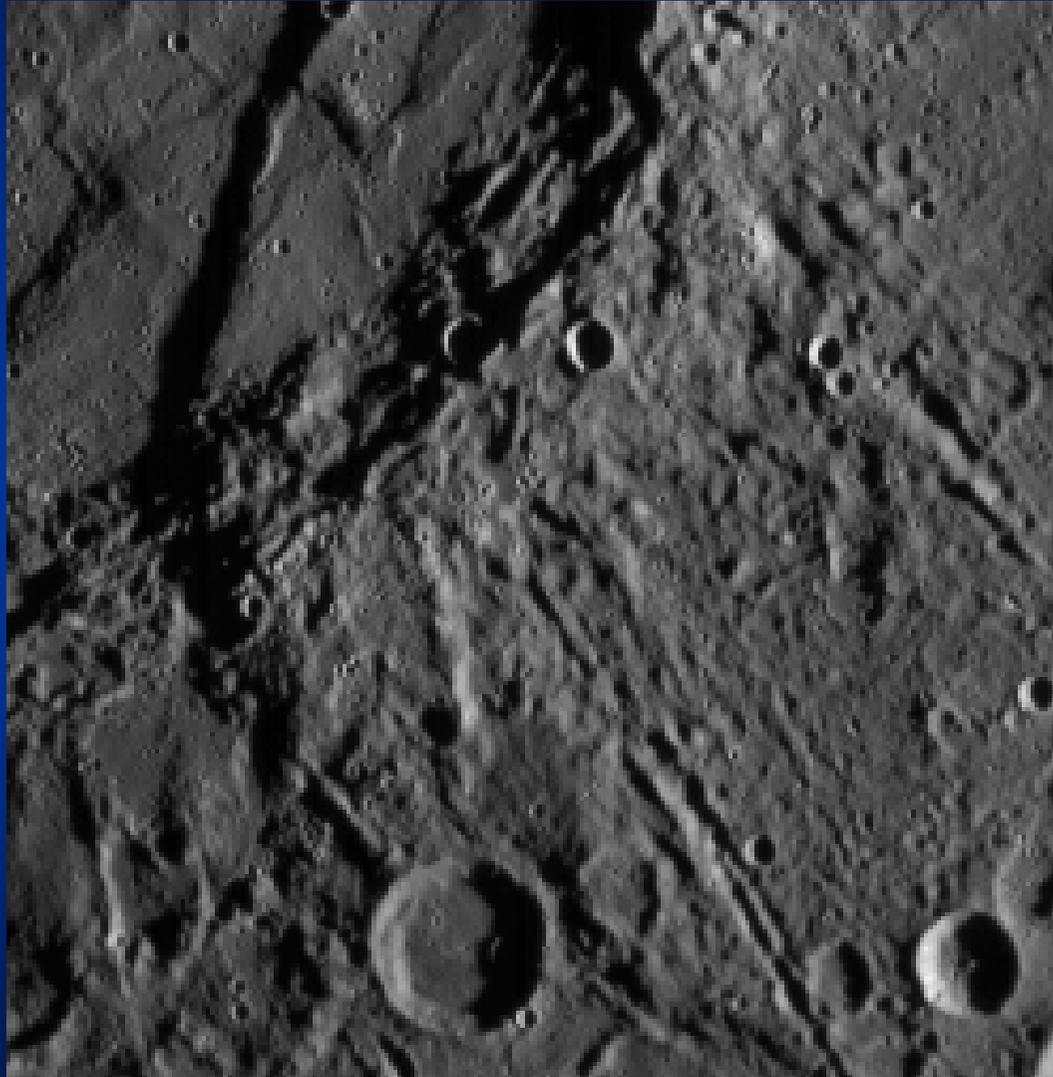
1.6.3 Oberfläche



(Messenger)

1.6 Merkur

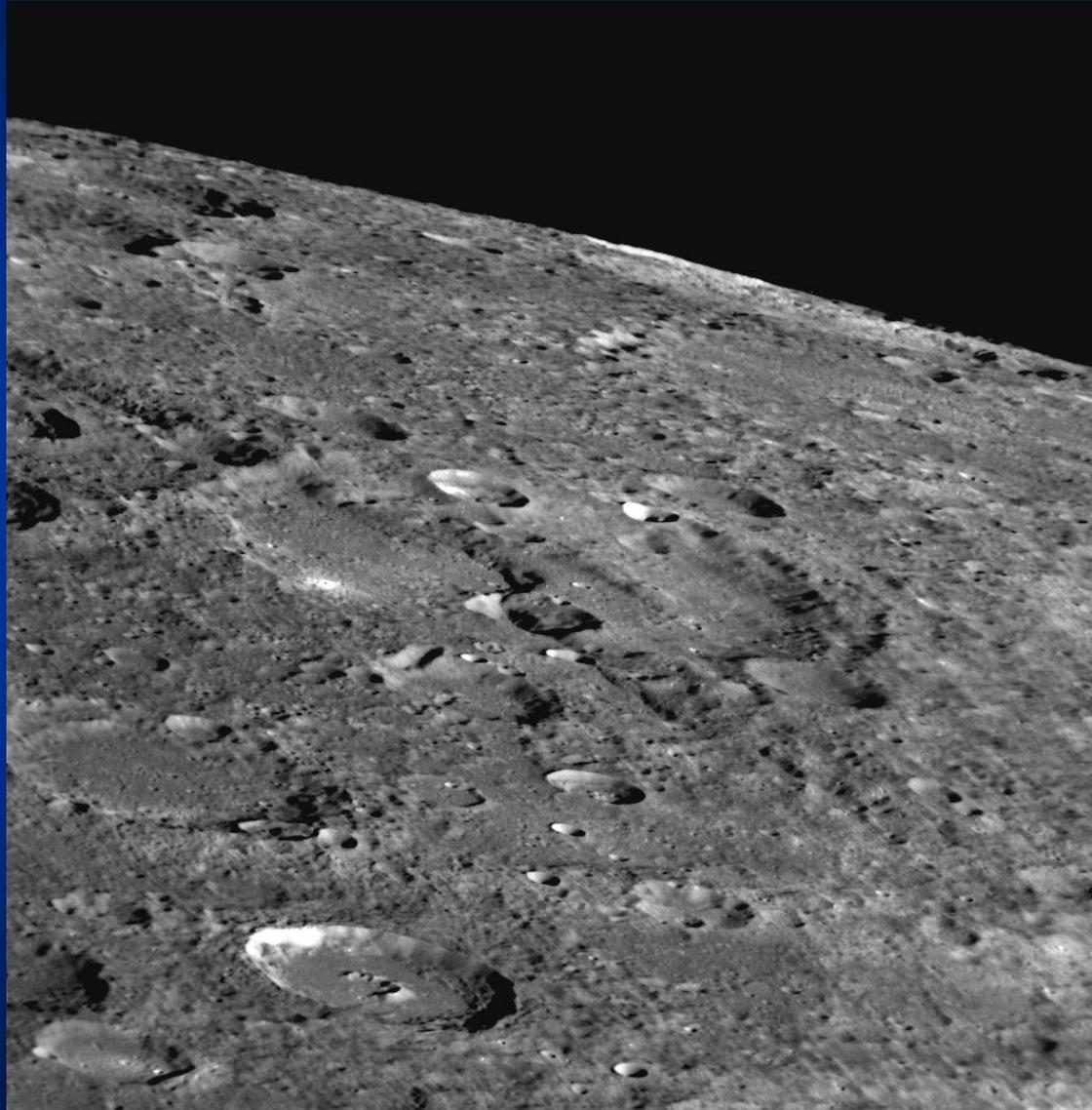
1.6.3 Oberfläche



(Messenger)

1.6 Merkur

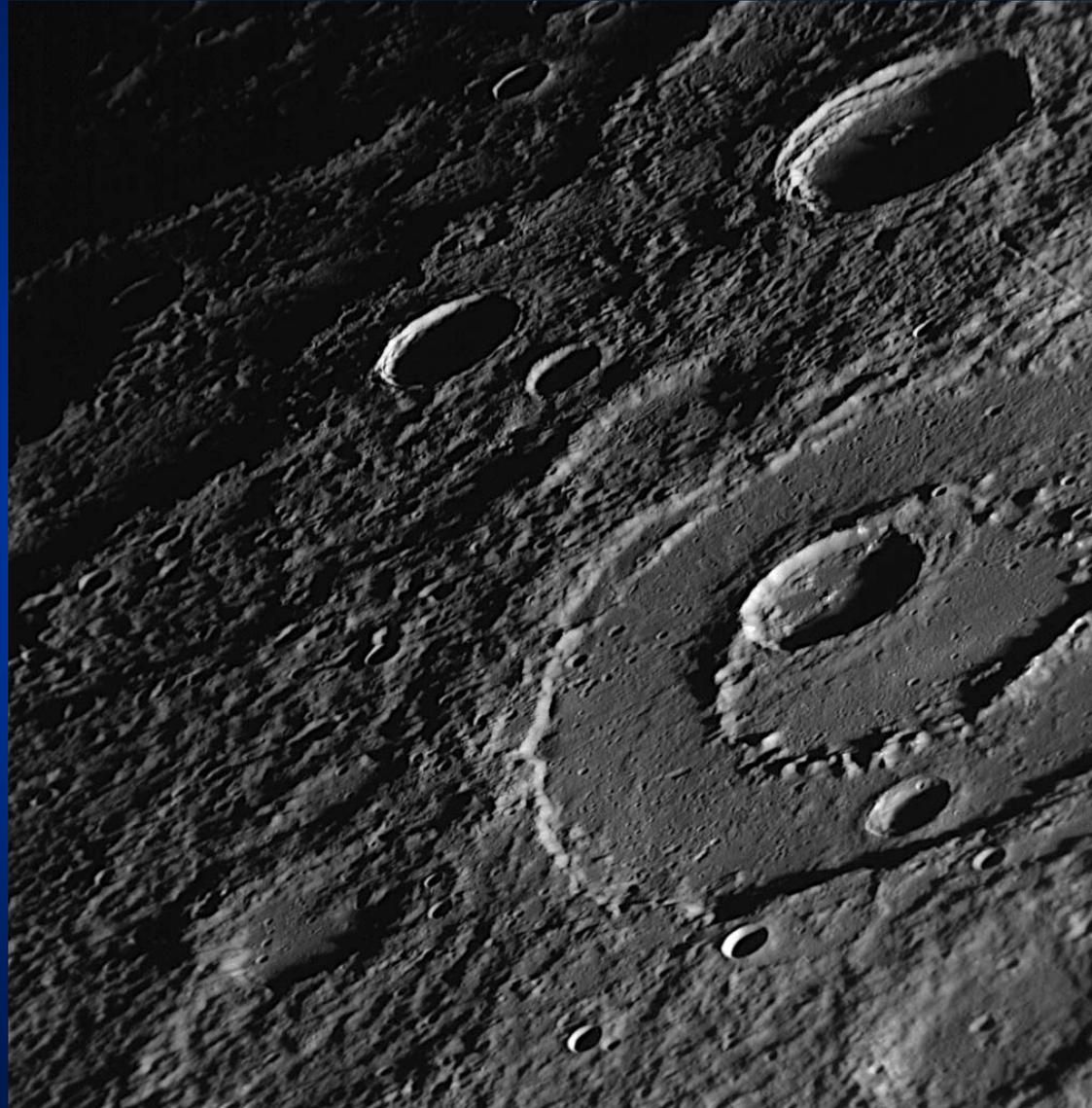
1.6.3 Oberfläche



(Messenger)

1.6 Merkur

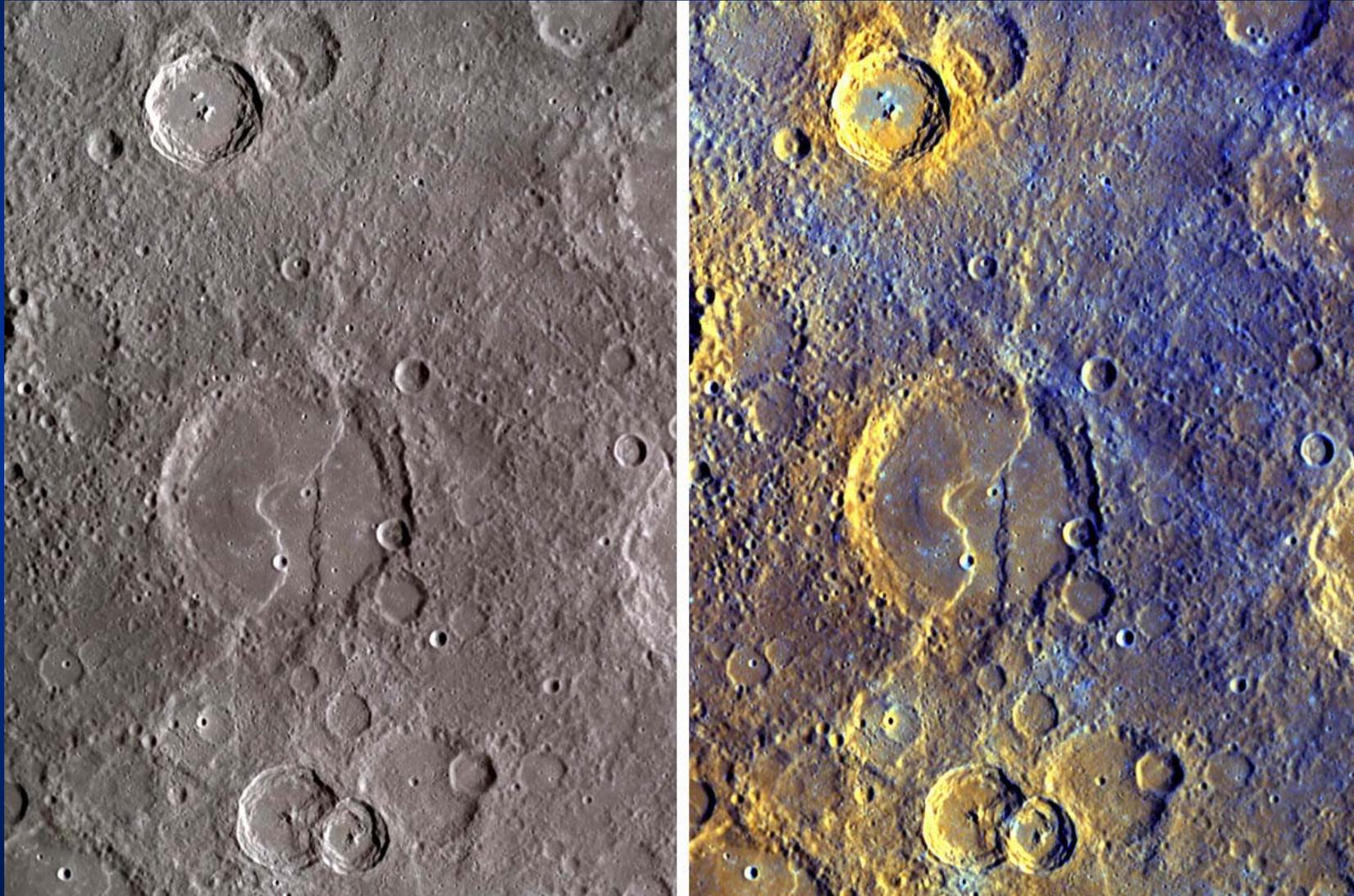
1.6.3 Oberfläche



(Messenger)

1.6 Merkur

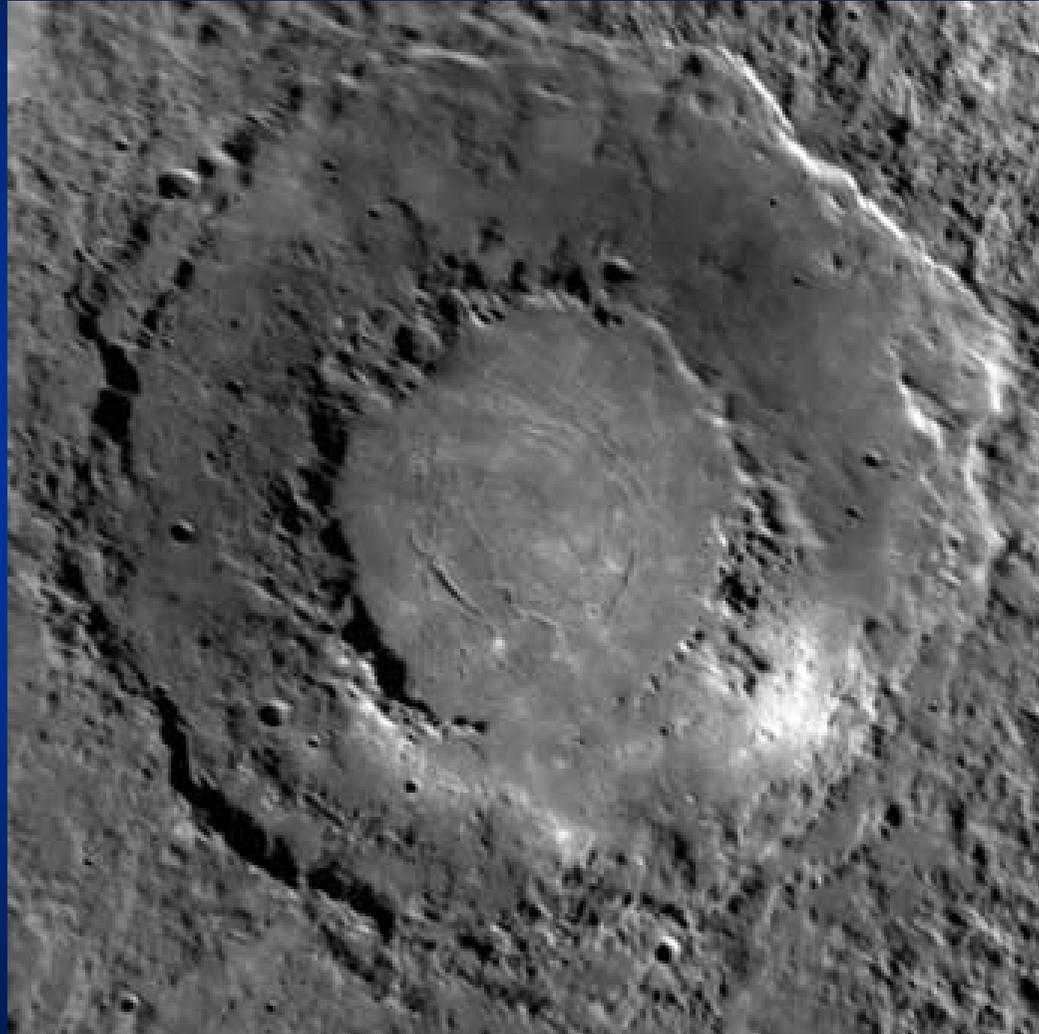
1.6.3 Oberfläche



(Messenger)

1.6 Merkur

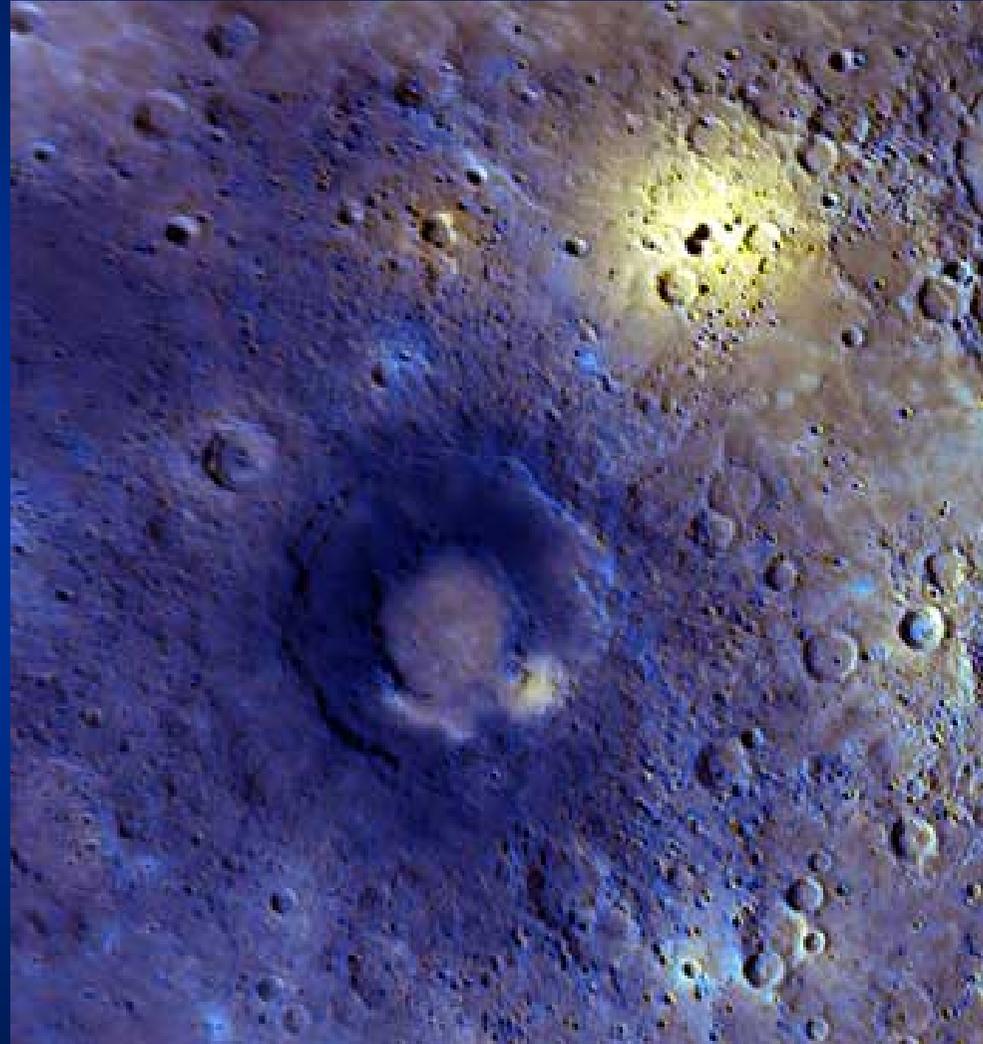
1.6.3 Oberfläche



Doppelring-Becken mit 290 km Durchmesser, relativ jung
(Messenger)

1.6 Merkur

1.6.3 Oberfläche



Vulkanisches Gebiet im Doppelring-Becken
(*Messenger*)

1.6 Merkur

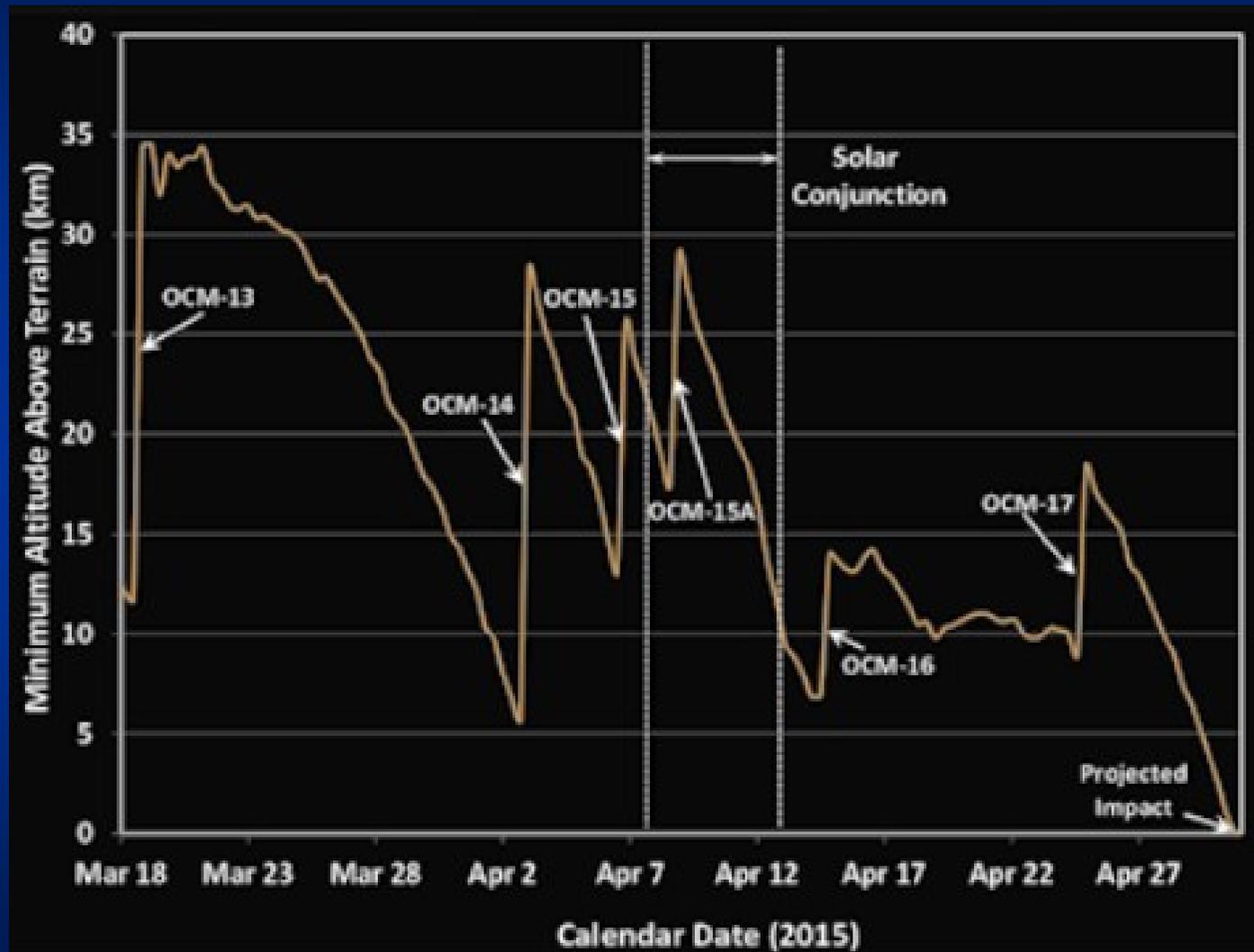
1.6.3 Oberfläche



**Vulkanisches Gebiet (150 km) mit Senke (30 km), vermutlich Schlot, im Doppelring-Becken
(Messenger)**

1.6 Merkur

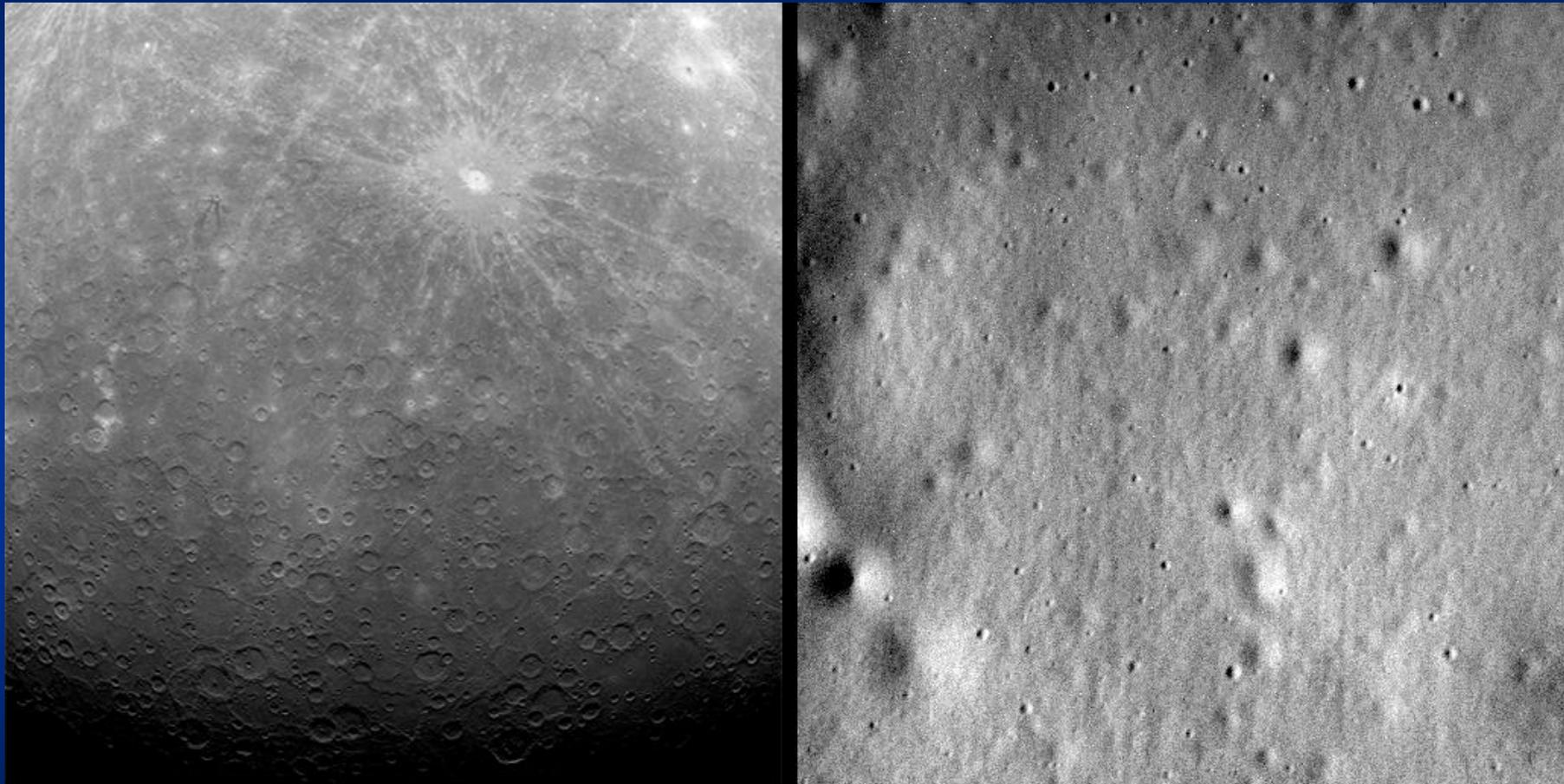
1.6.3 Oberfläche



Die letzte Bahnphase mit Annäherungen bis auf 5 km.

1.6 Merkur

1.6.3 Oberfläche



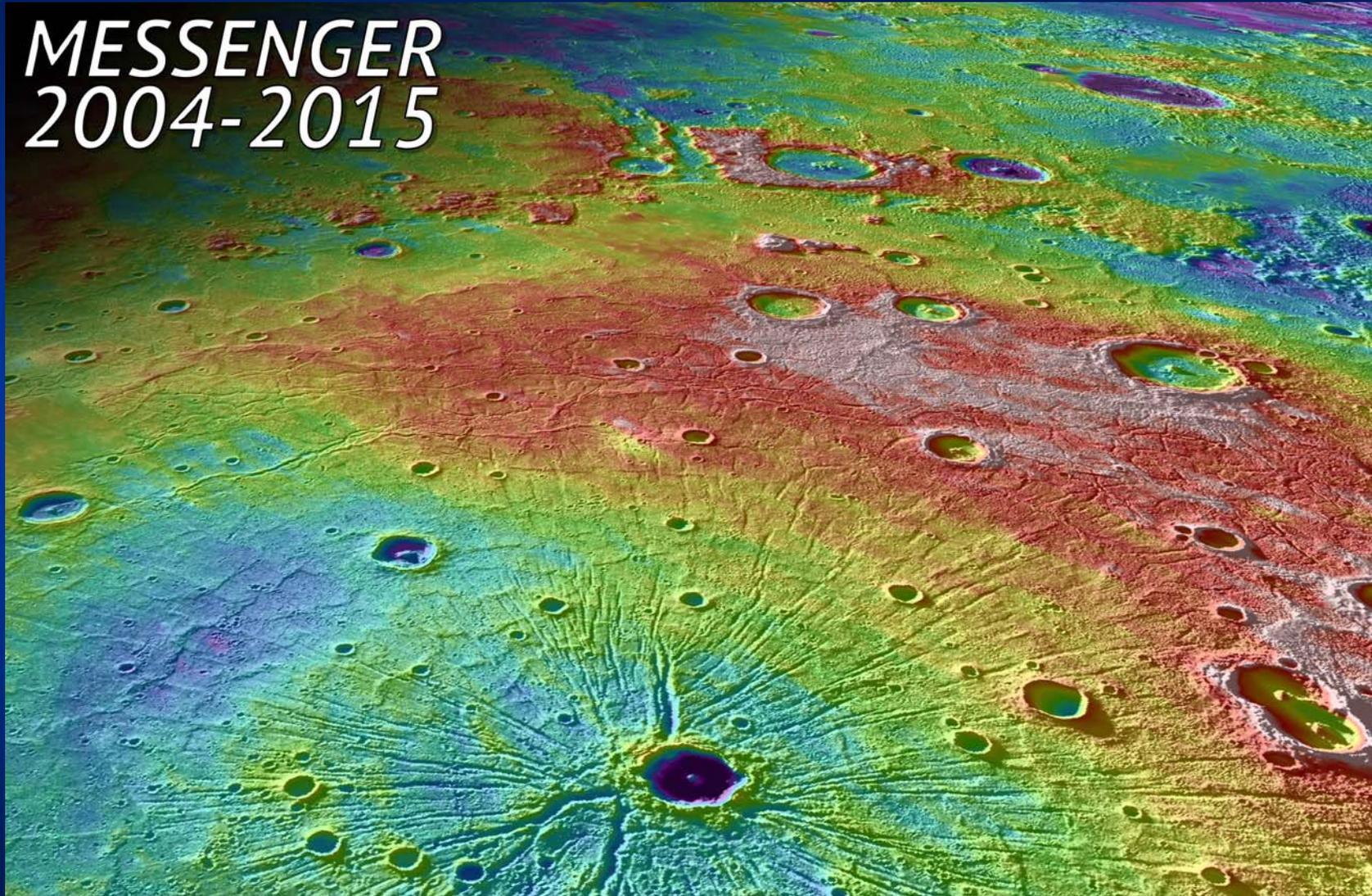
„Aktuelle Astronomie – Einführungskurs“ von Dr. Jürgen Wirth © 2015

Das erste Bild von Messenger aus dem Merkur-Orbit 2011-03-29 links zeigt den Strahlenkrater Debussy mit 80 km Durchmesser. Rechts das letzte von mehr als 277'000 Bildern: 1x1 km (2015-04-30)

1.6 Merkur

1.6.3 Oberfläche

**MESSENGER
2004-2015**



**Farbige Topographie (blau tief, weiß hoch) am Rand des Caloris-Beckens.
Mitte unten der Krater Apollodorus mit 41 km Durchmesser.**

1.6 Merkur

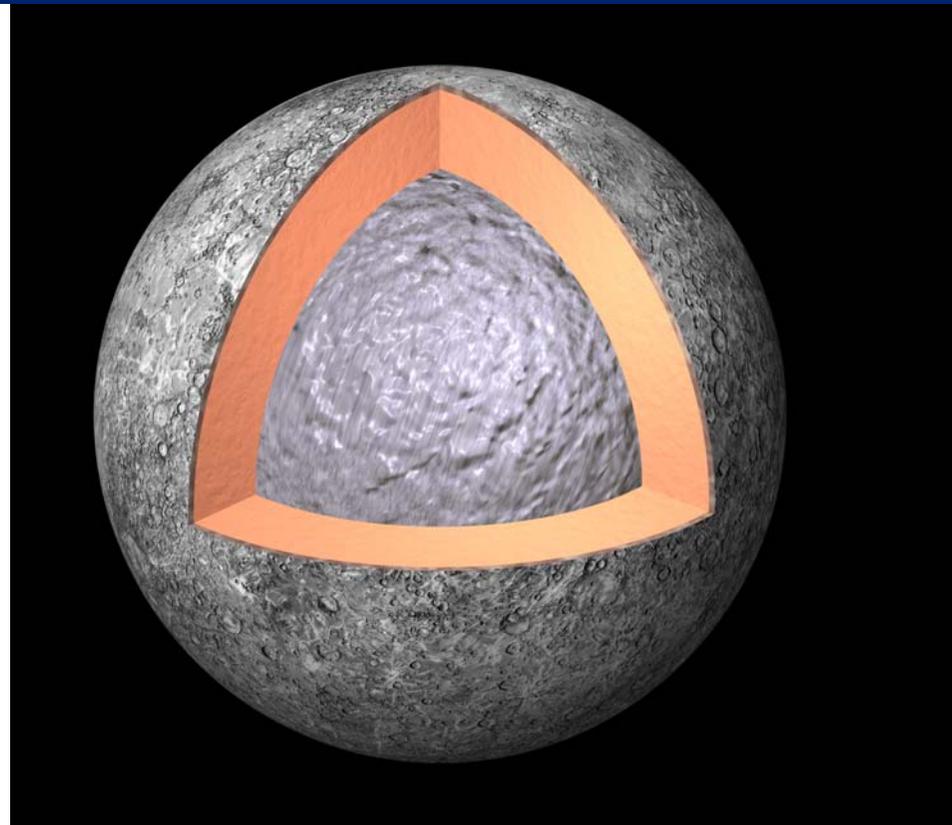
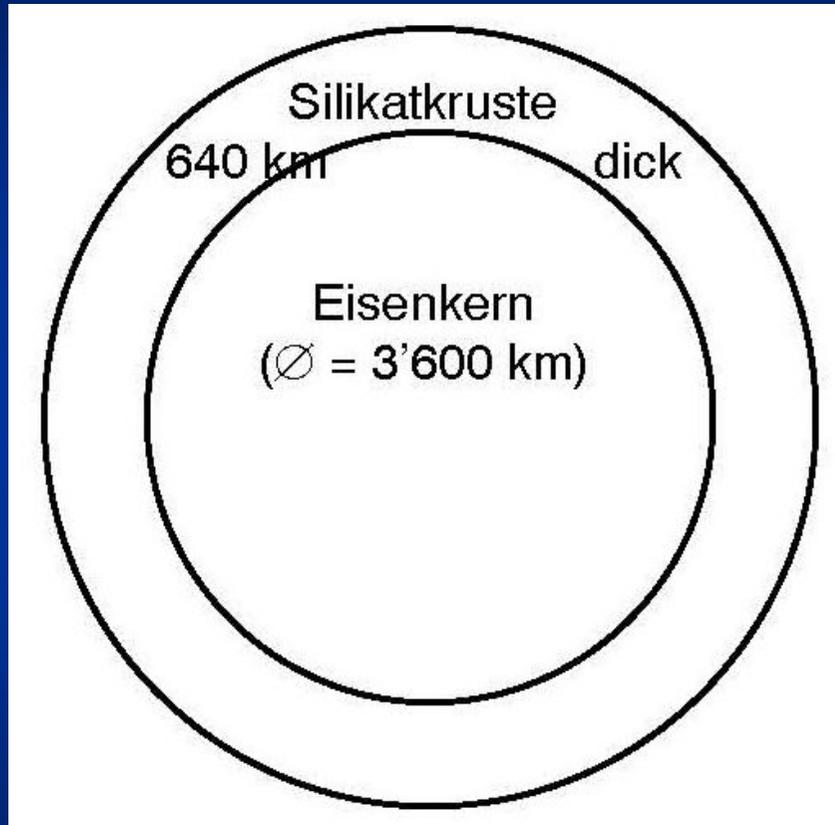
1.6.3 Oberflächenerkundung

1.6.3.2 Messenger

Messenger wurde 2015 April 30 um 21:26 UT nach 11jähriger Missionsdauer und der Übertragung von mehr als 10 Terabyte an Daten zur Erde gezielt zum Absturz auf dem Merkur gebracht und schlug, von der Erde aus unsichtbar auf der Rückseite, mit gut 14'000 km/h auf dem Merkur auf.

1.6 Merkur

1.6.4 Innerer Aufbau



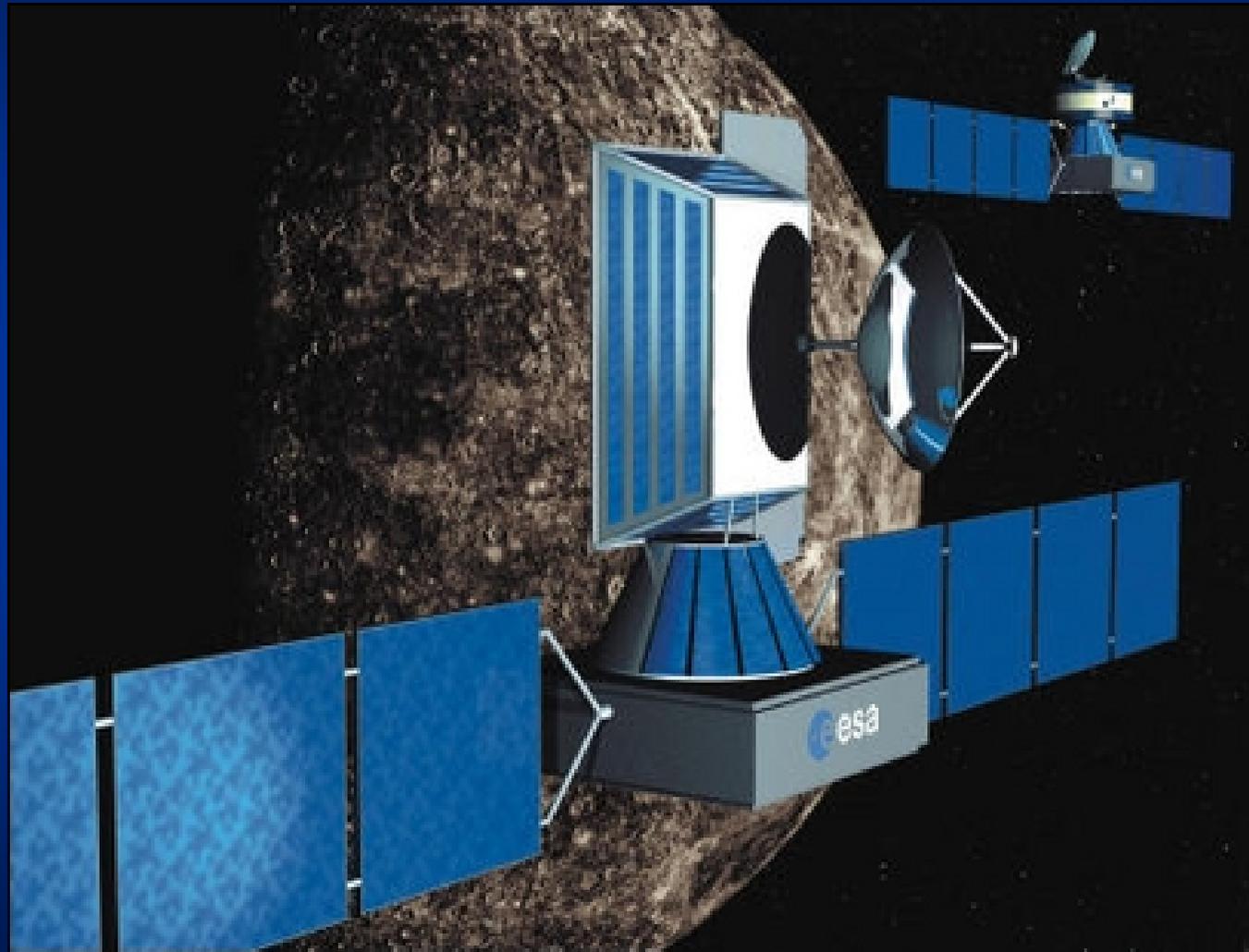
„Aktuelle Astronomie – Einführungskurs“ von Dr. Jürgen Wirth © 2015

Eisenkern enthält ca. 60% der Masse

(Bildquelle: Focus online)

1.6 Merkur

1.6.5 Zukünftige Raumsondenerkundung: esa BepiColombo



Start für 2017 vorgesehen