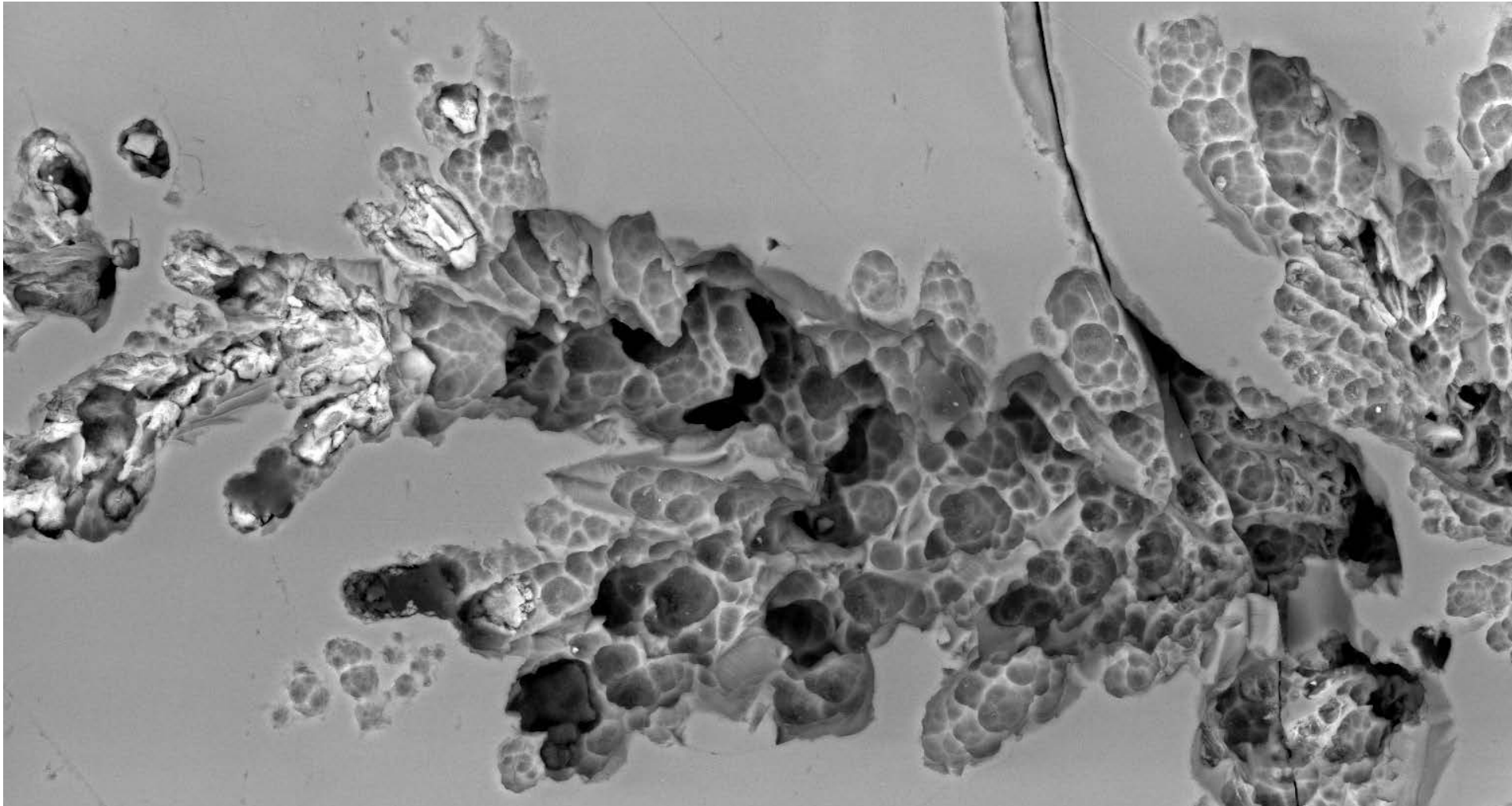


Vad krävs för identifiering av det tidigaste livet på jorden eller liv i rymden?

Anna Neubeck

Institutionen för geovetenskaper, Uppsala Universitet



UPPSALA
UNIVERSITET

Varför finns det liv på jorden?

Jordens födelse: 4.6 miljarder år sedan

Tidsepok: Hadeikum

Lavahav

Meteoritnedslag



Bild: NASA Goddard



UPPSALA
UNIVERSITET

Sena tunga bombardemanget



Ca 4 miljarder år sedan

Pågår i ca 250 miljoner år

Tillförsel av metaller, vatten, organiskt material

Arkeikum – 4-2.5 miljarder år sedan



Vatten

Syrefri atmosfär

Lagom temperatur (ca 35-85°C)

Första livsformerna – encelliga organismer

Beboeliga zonen

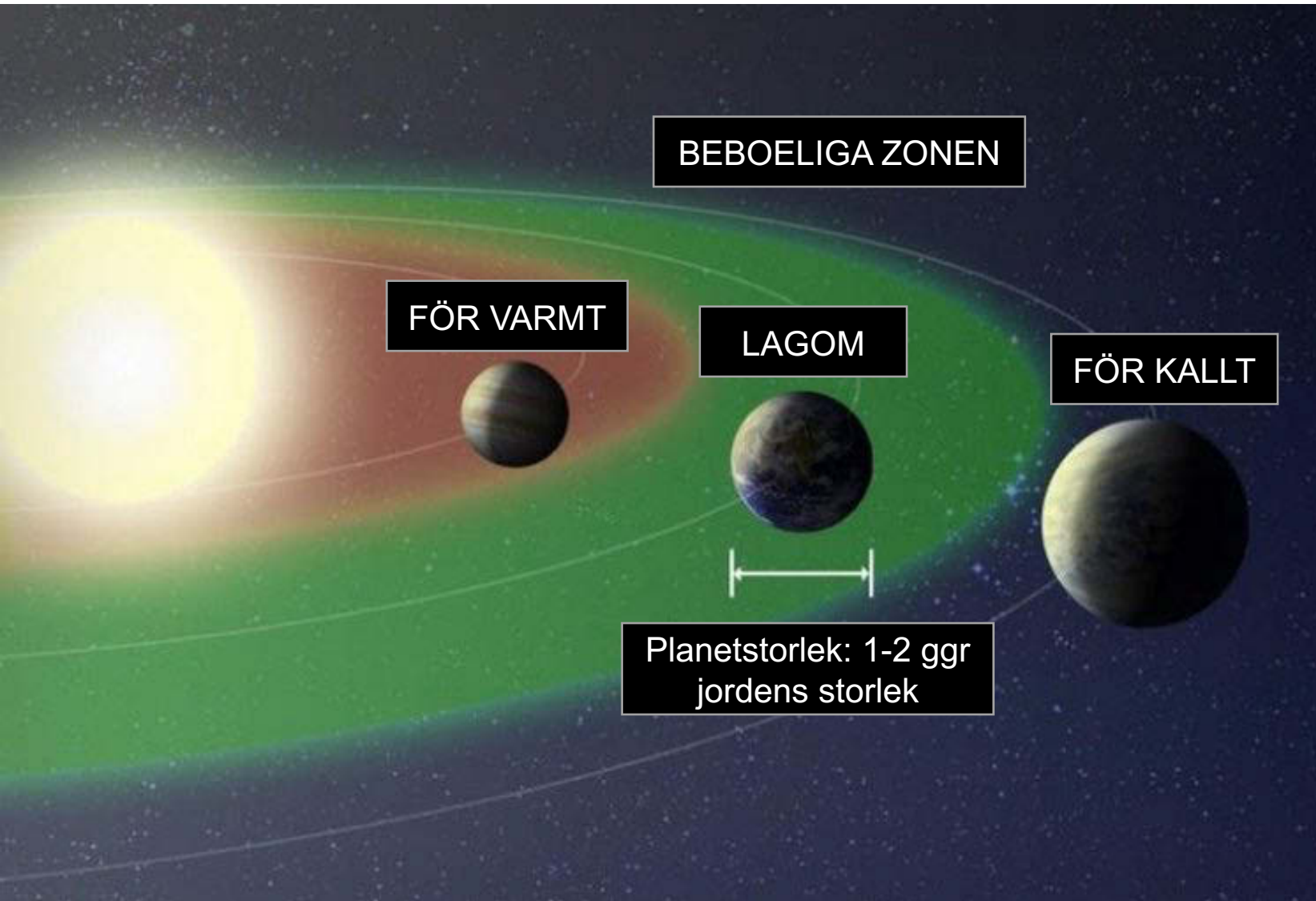


Bild: NASA

"Det avstånd från en stjärna där flytande vatten kan existera på en planet i omloppsbanan"

Ytvatten

För att liv skall uppstå måste planeten befinna sig i den beboeliga zonen tillräckligt länge.

Mars, har troligen haft flytande vatten och har därmed befunnit sig i den beboeliga zonen

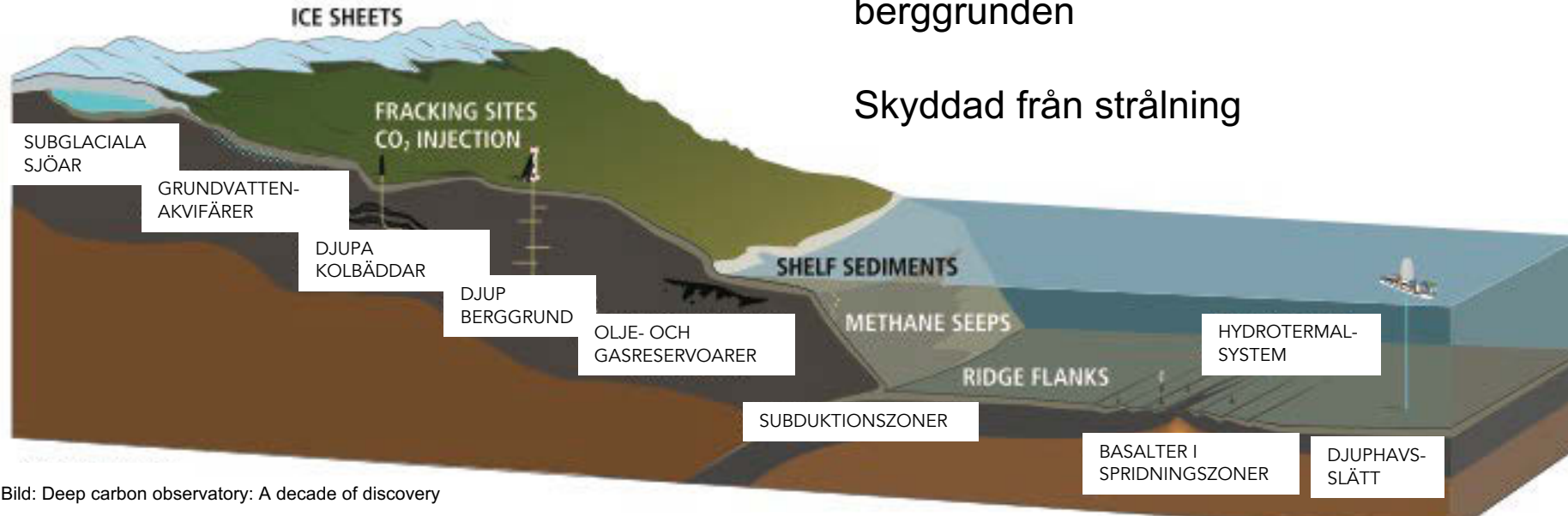


UPPSALA
UNIVERSITET

Beboelighet

Djupbiosfären – biosfär under jordlagret, i berggrunden

Skyddad från strålning



Jämn temperatur

Tillgång till näring från stenen

Inte beroende av fotosyntes



Bild: Deep carbon observatory: A decade of discovery

Bild: PELE

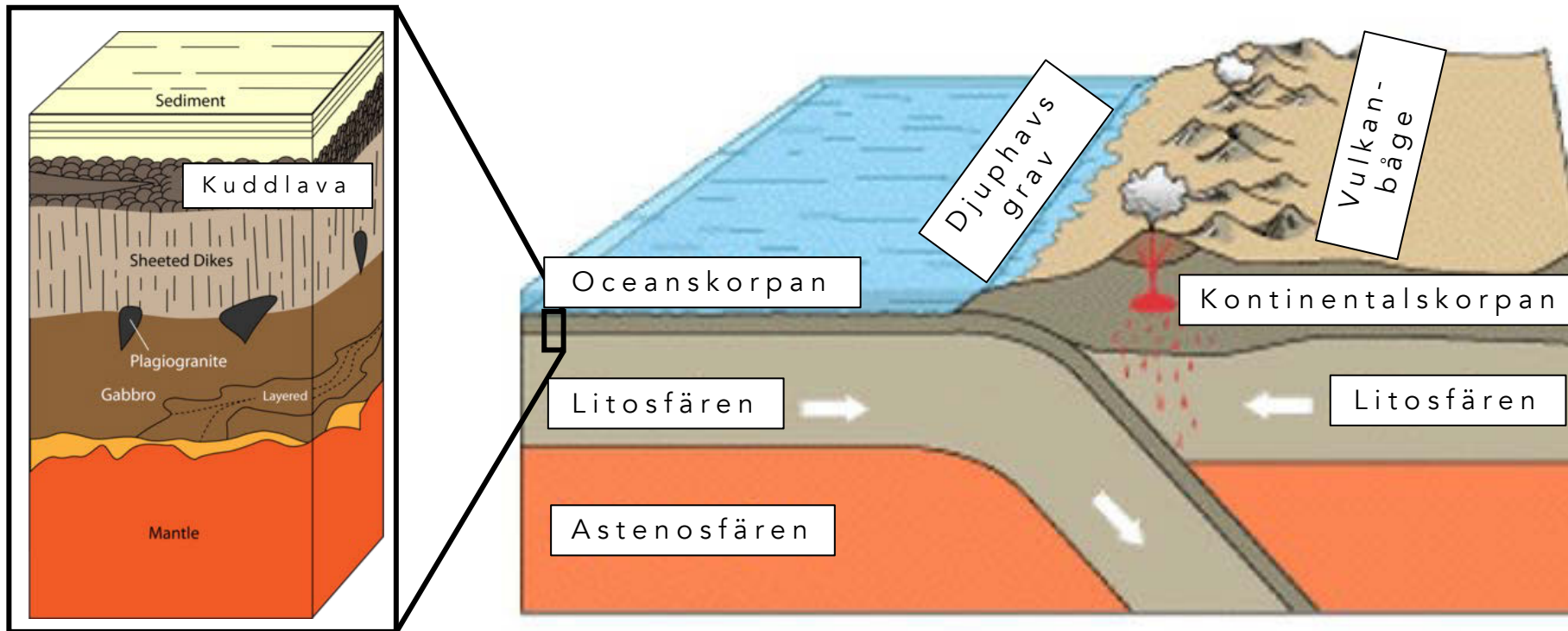


Vad är djupbiosfären?

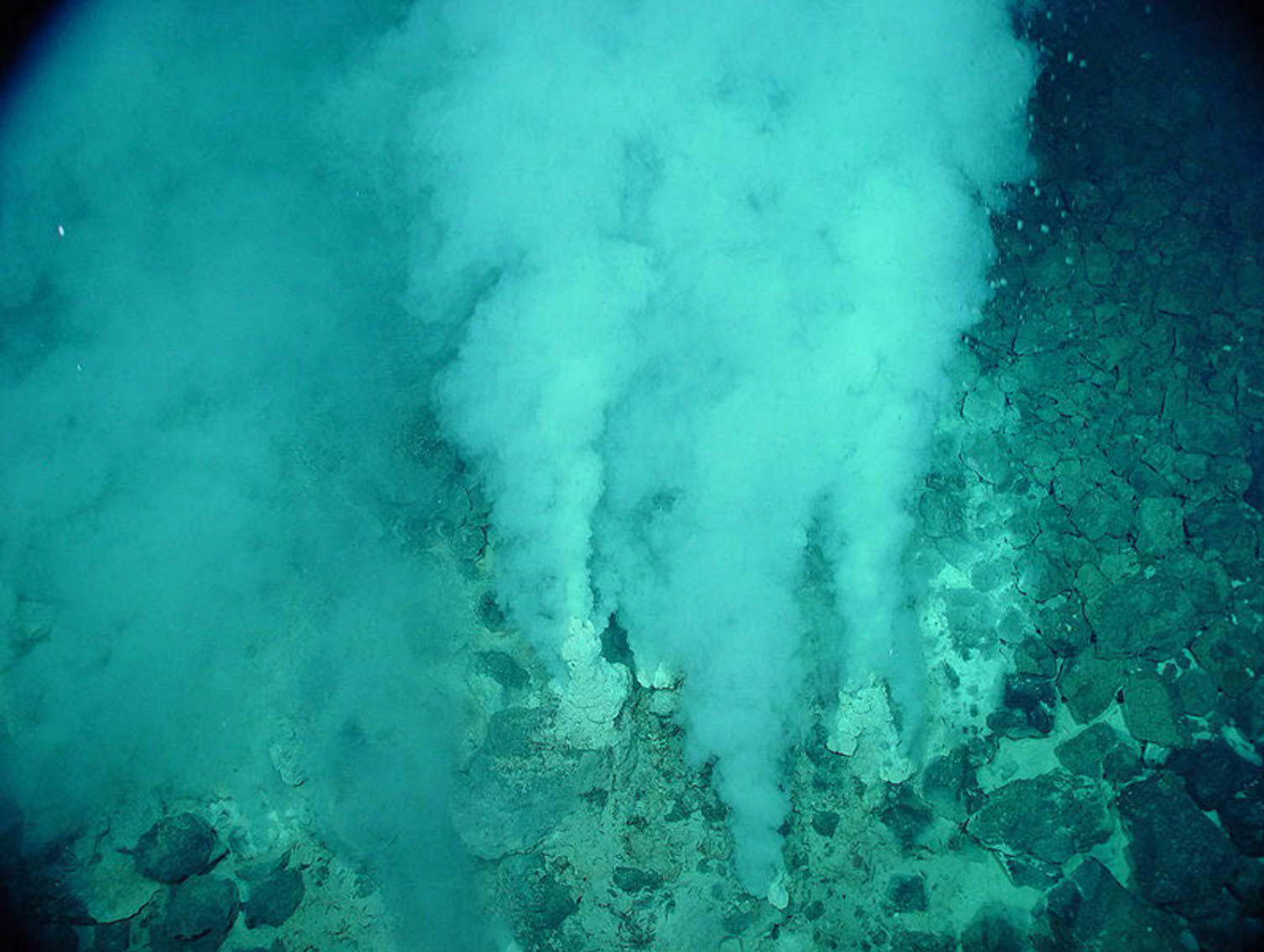
Djupbiosfären- den del av biosfären som finns **under** den del av jordytan eller havsbotten som är bioturberade (omblandning av sediment).

Kontinentalskorpan: Mellan ca 5m till ~5 kilometers djup

Oceanskorpan: Mellan ca 1m till ~2 km djup, under havsbotten



Livets uppkomst – vad krävs för att skapa liv?



Rätt temperatur

Flytande vatten

Inflöde av grundämnen och molekyler

Lång tid (flera miljarder år)

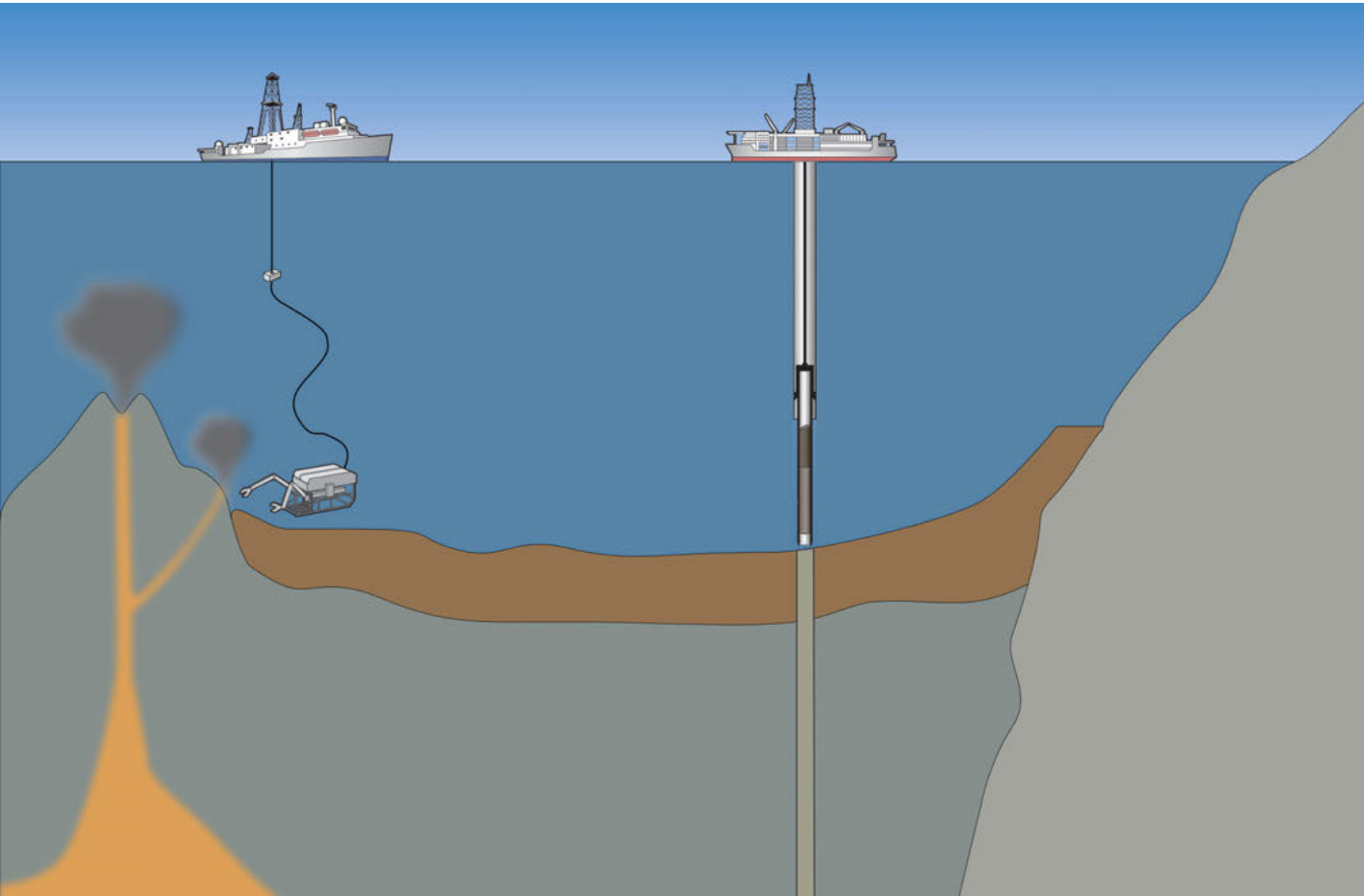
Energi (från kemiska reaktioner)

och näringsämnen

HYDROTHERMALSYSTEM:
varmt vatten från jordens inre som flödar
ut i vattnet



Provtagning i marina djupbiosfären (äldsta livsformerna)



I havsbotten

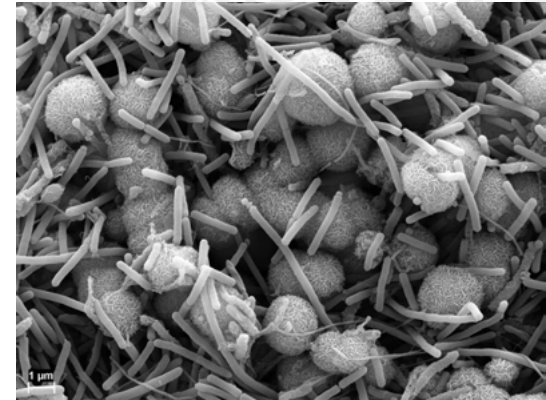
Fjärrstyrda
undervattensfarkoster

Ubåtar

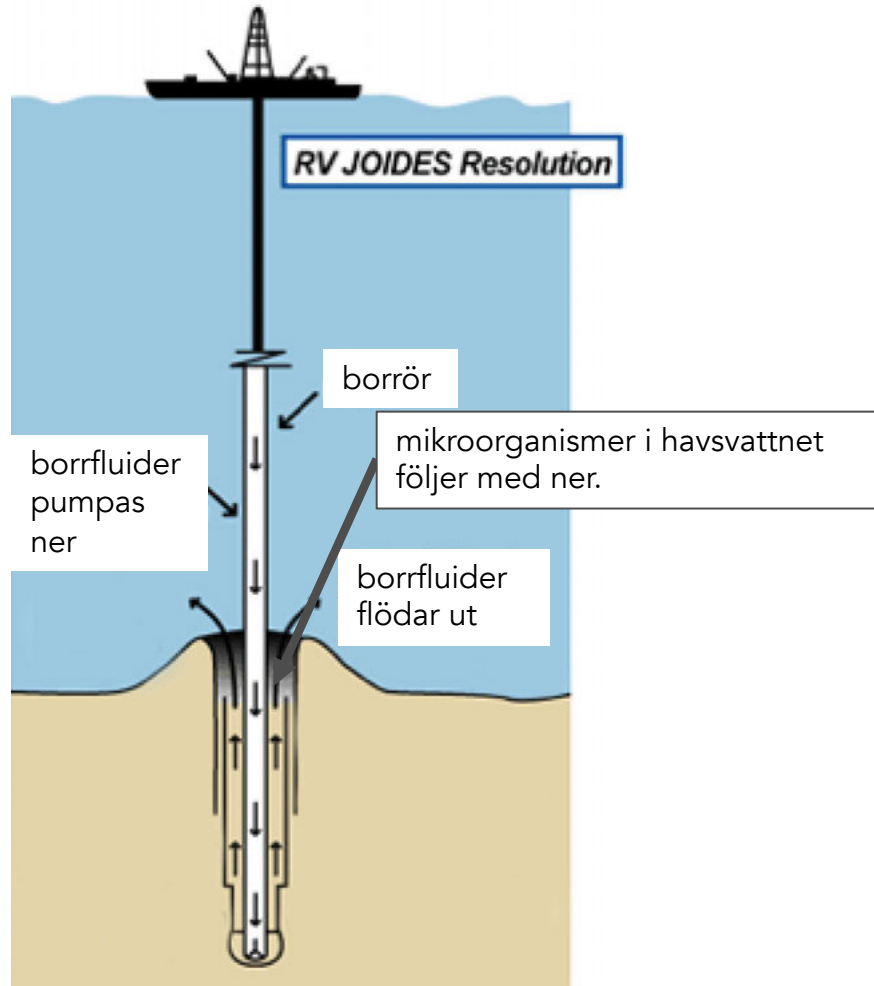
Skepp för djupborrning

På land

Borrningsutrustning på
lastbil/traktor



Borrning i havsbotten

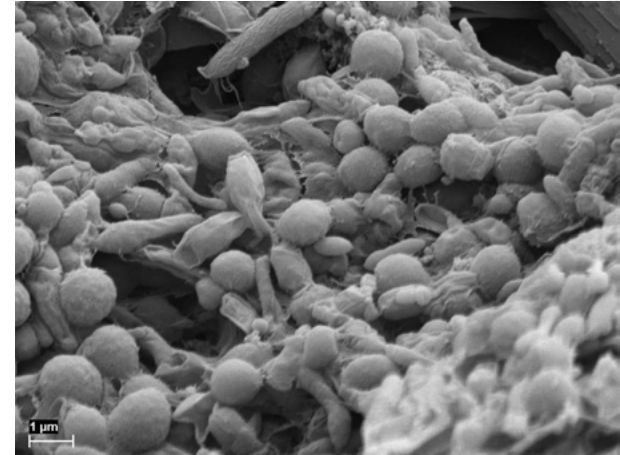


- * Dyrt

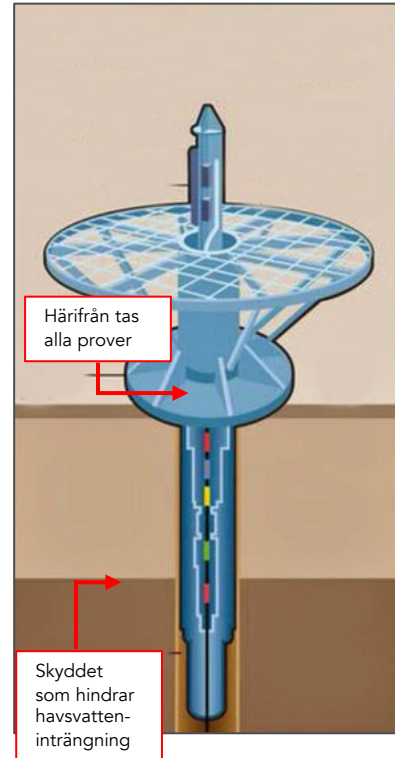
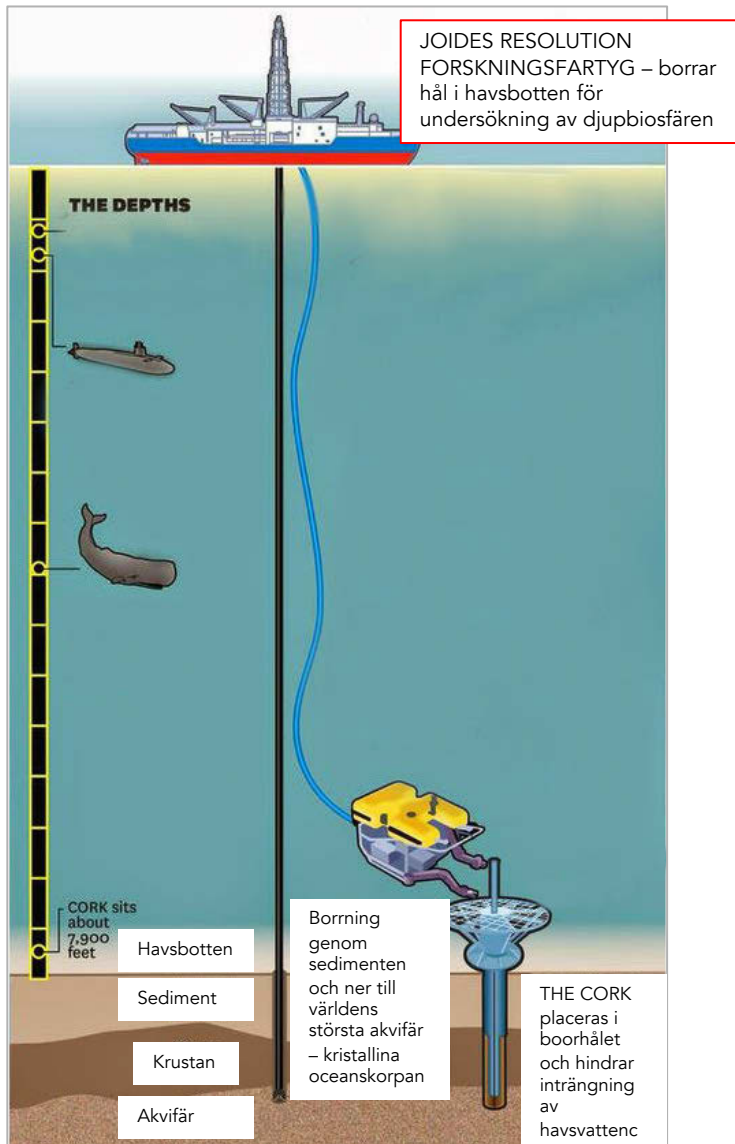
- * Svårt

- * Mycket hög risk för kontamination – mikroorganismer följer med havsvattnet ner i borrhålet och ger en felaktig signal

- * "Blanka" prover med bara havsvatten är för osäkert



"Kontaminationsfri" borrhning i havsbotten

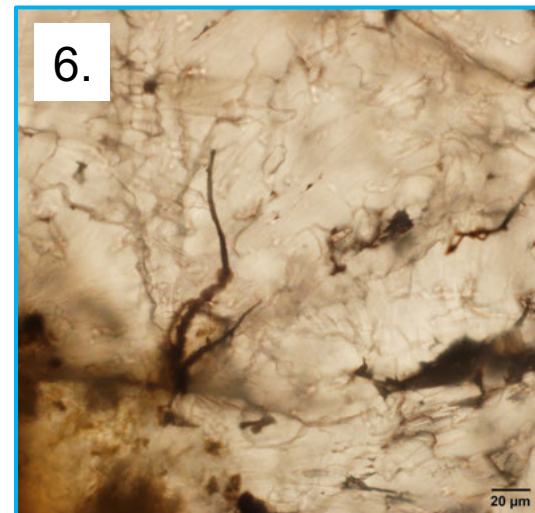
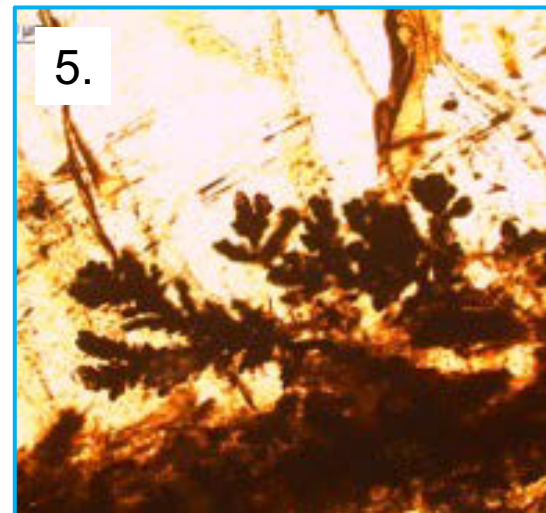
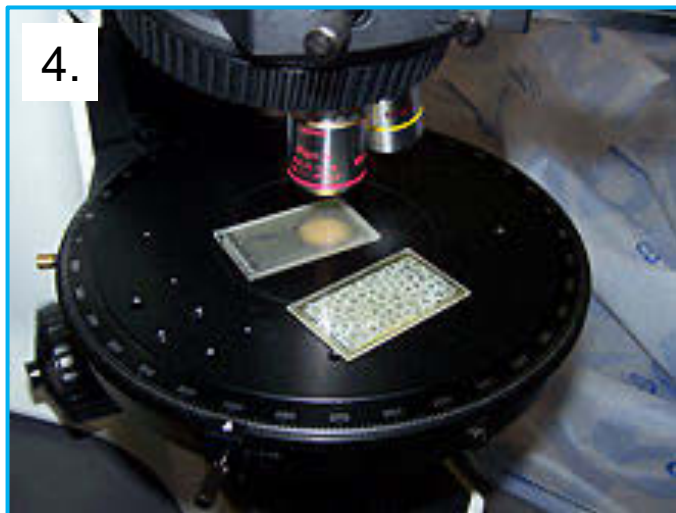
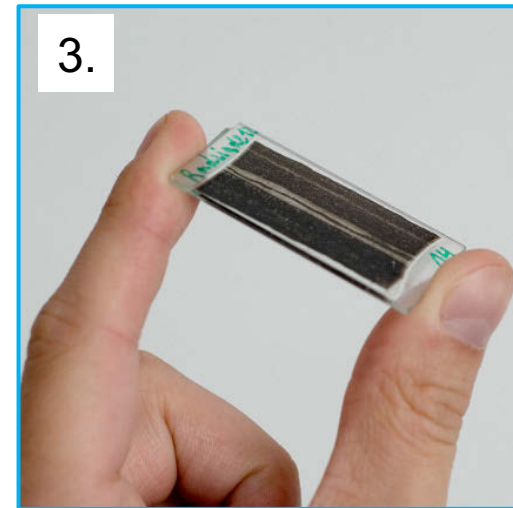


- * THE CORK – en plugg som skall stoppa havsvattnet från att tränga ner i borrhålet

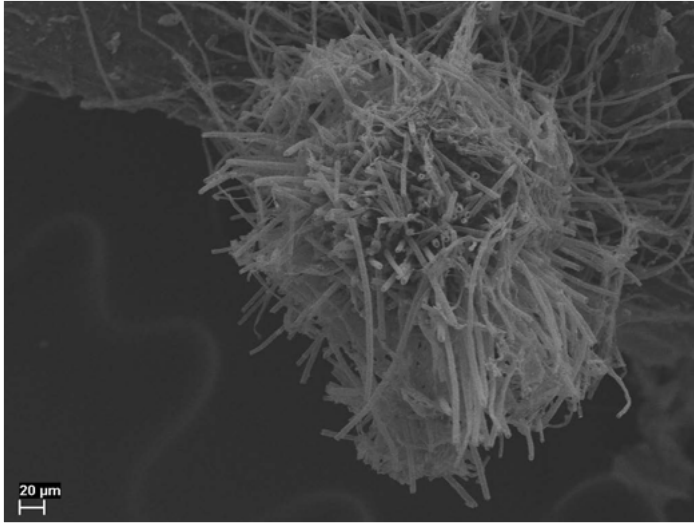
- * Proverna man fått upp med The Cork har varit mycket mindre kontaminerade än innan

- * Proverna "packas upp" på skeppet i steril miljö och fryses snabbt ner

Procedur för att leta efter fossila mikroorganismer

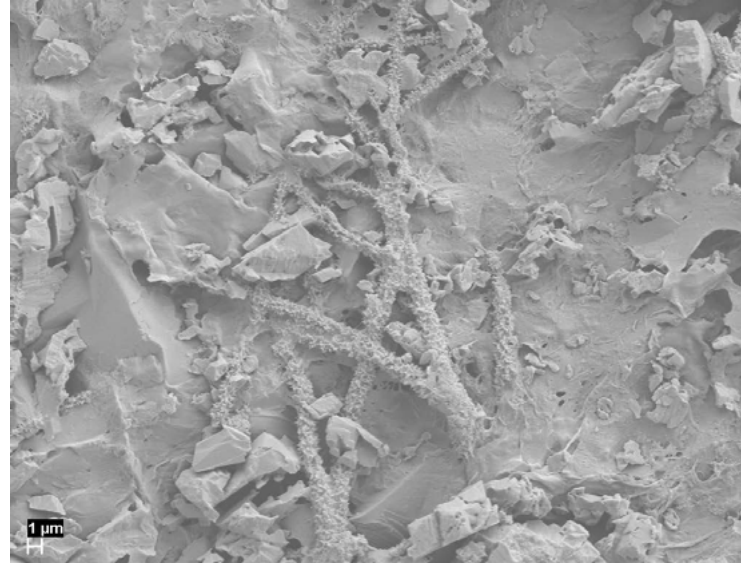


Morfologi – organismers form och fysiska uppbyggnad



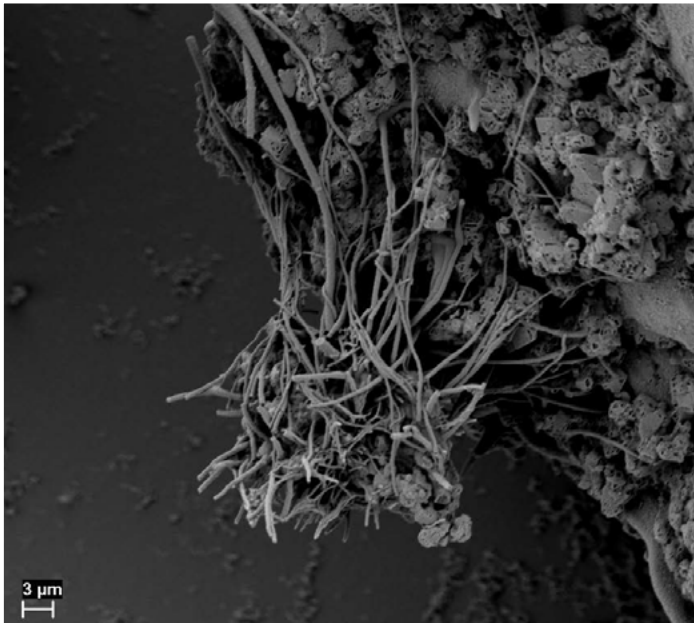
Aspergillus niger (svamp)

Thomas Corbett, UU



Fossila "svampar" i sten

Sigrid Huld, UU

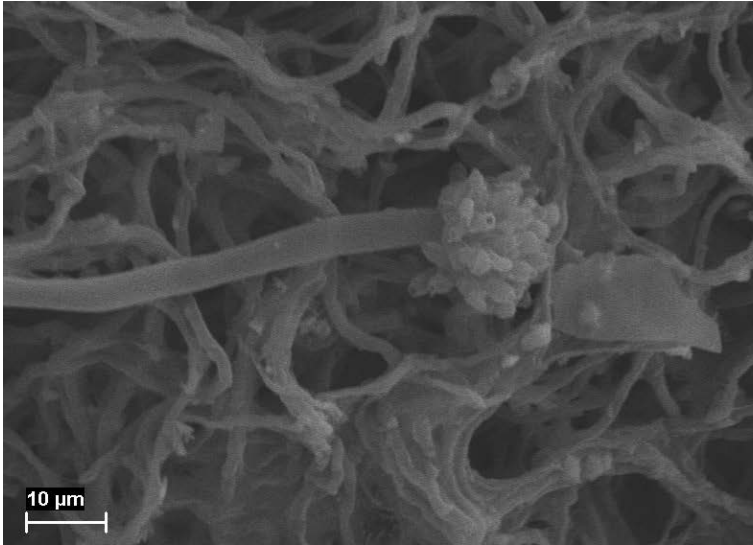


Manganoxider i kisellösning

Sigrid Huld, UU

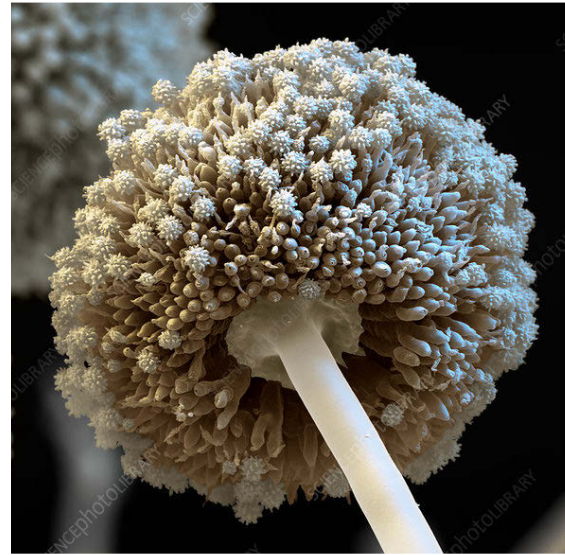


Morfologi – organismers form och fysiska uppbyggnad

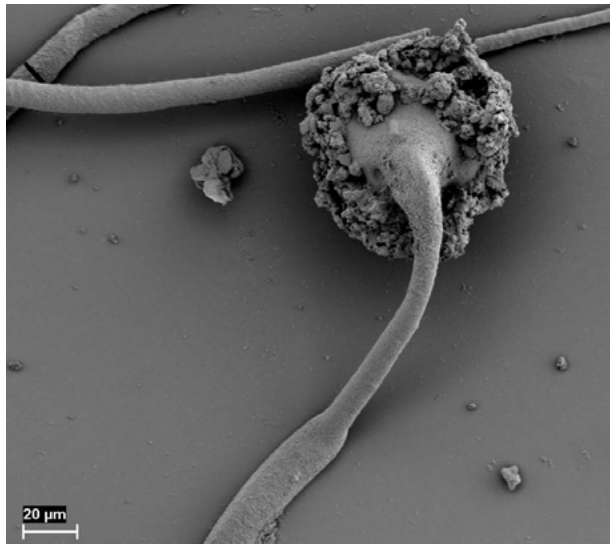


Aspergillus
niger (svamp)

Thomas
Corbett, UU



Aspergillus



Manganoxider i
kisellösning

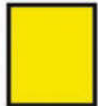
Sigrid Huld, UU

Hur skall vi veta vad som är liv när morfologin (formen) är så lik?



Livets kemi – vad har alla livsformer gemensamt?

1 H 1.0079 Hydrogen																	2 He 4.0026 Helium				
3 Li 6.941 Lithium	4 Be 9.0122 Beryllium															5 B 10.811 Boron	6 C 12.011 Carbon	7 N 14.007 Nitrogen	8 O 15.999 Oxygen	9 F 18.998 Fluorine	10 Ne 20.180 Neon
11 Na 22.990 Sodium	12 Mg 24.305 Magnesium															13 Al 26.982 Aluminium	14 Si 28.086 Silicon	15 P 30.974 Phosphorus	16 S 32.065 Sulfur	17 Cl 35.453 Chlorine	18 Ar 39.948 Argon
19 K 39.098 Potassium	20 Ca 40.078 Calcium	21 Sc 44.956 Scandium	22 Ti 47.867 Titanium	23 V 50.942 Vanadium	24 Cr 51.996 Chromium	25 Mn 54.938 Manganese	26 Fe 55.845 Iron	27 Co 58.933 Cobalt	28 Ni 58.693 Nickel	29 Cu 63.546 Copper	30 Zn 65.39 Zinc	31 Ga 69.723 Gallium	32 Ge 72.64 Germanium	33 As 74.9216 Arsenic	34 Se 78.96 Selenium	35 Br 79.904 Bromine	36 Kr 83.80 Krypton				
37 Rb 85.468 Rubidium	38 Sr 87.62 Strontium	39 Y 88.906 Yttrium	40 Zr 91.224 Zirconium	41 Nb 92.906 Niobium	42 Mo 95.94 Molybdenum	43 Tc 98 Technetium	44 Ru 101.07 Ruthenium	45 Rh 102.91 Rhodium	46 Pd 106.42 Palladium	47 Ag 107.87 Silver	48 Cd 112.41 Cadmium	49 In 114.82 Indium	50 Sn 118.71 Tin	51 Sb 121.76 Antimony	52 Te 127.60 Tellurium	53 I 126.90 Iodine	54 Xe 131.29 Xenon				
55 Cs 132.91 Cesium	56 Ba 137.33 Barium	57 - 71 La - Lu	72 Hf 178.49 Hafnium	73 Ta 180.95 Tantalum	74 W 183.84 Tungsten	75 Re 186.21 Rhenium	76 Os 190.23 Osmium	77 Ir 192.22 Iridium	78 Pt 195.08 Platinum	79 Au 196.97 Gold	80 Hg 200.59 Mercury	81 Tl 204.38 Thallium	82 Pb 207.2 Lead	83 Bi 208.98 Bismuth	84 Po 209 Polonium	85 At 210 Astatine	86 Rn 222 Radon				
87 Fr 223 Francium	88 Ra 226 Radium	89 Ac 227 Actinide	90 Th 232.04 Thorium	91 Pa 231.04 Protactinium	92 U 238.03 Uranium																



Bulkämnen



Spårämnen



Oklart om dessa har
en biologisk funktion



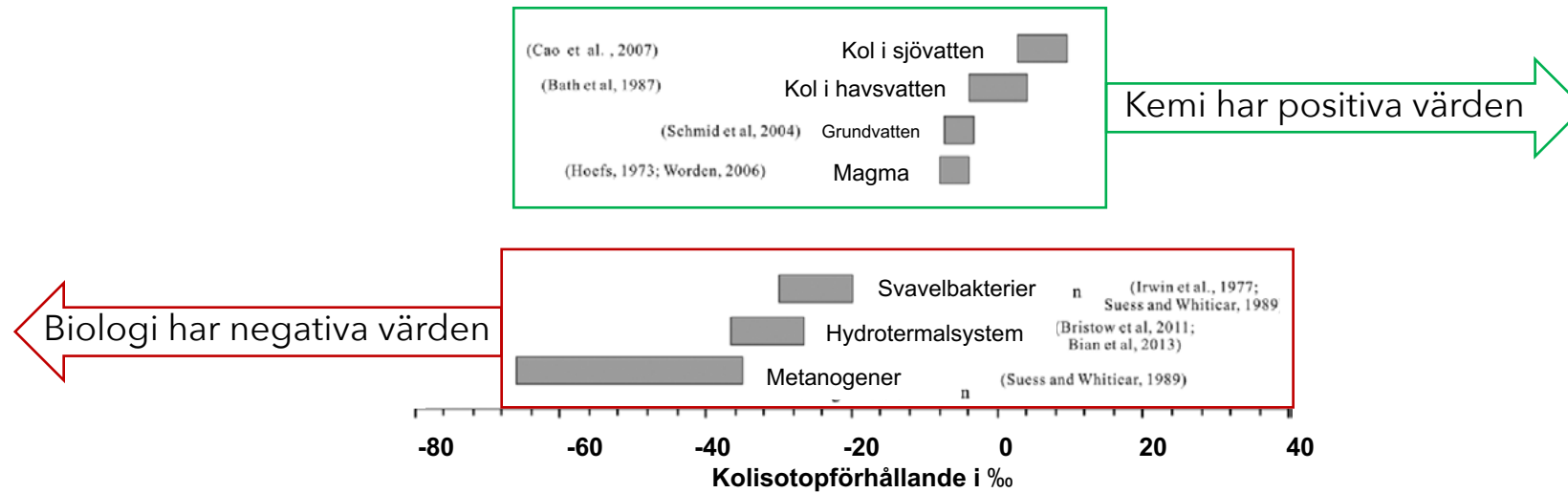
Livets kemi – isotopsammansättning kvitto på liv?

	Kol-12	Kol-13
		
Proton	6	6
Neutron	6	7
Förekomst i naturen	98.93%	1.07%

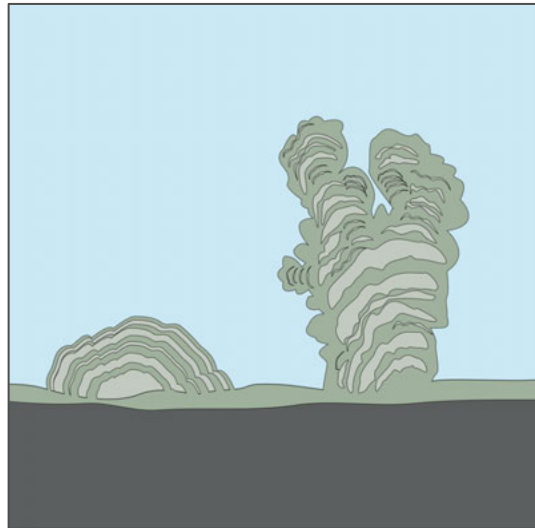
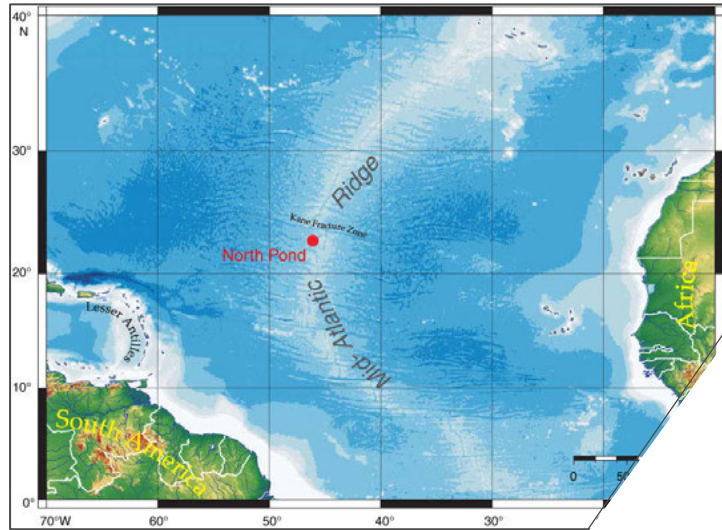
$$\delta^{13}\text{C} = \left(\frac{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{sample}}}{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{standard}}} - 1 \right) \times 1000$$



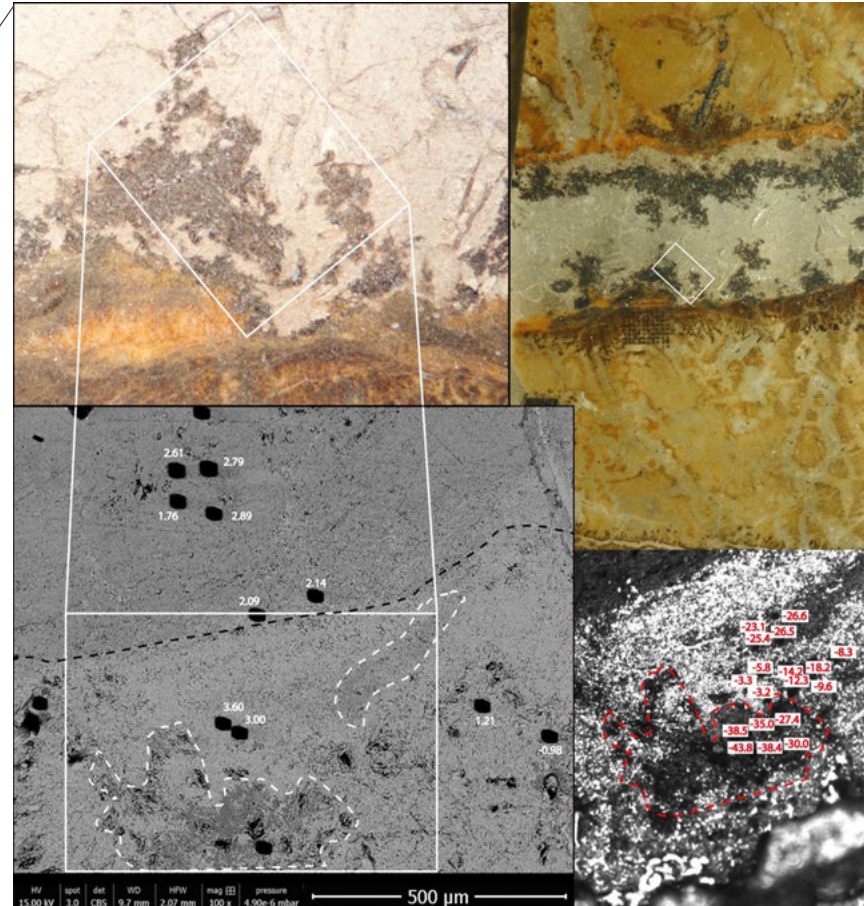
Livets kemi – isotopsammansättning kvitto på liv?



Fossil från basalter i mittatlantiska ryggen – 100 miljoner år gamla



Grundämnen
Isotoper
Morfologi
Kolväten
Temperatur
Mineralogi

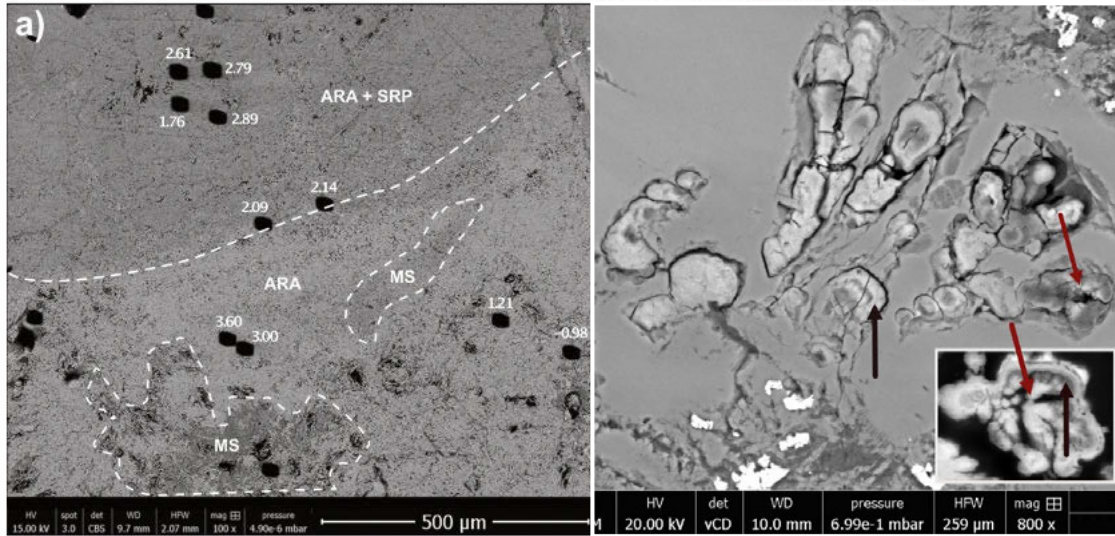


Nära ett hydrotermalt system

Analog till tidiga Jorden eller andra steniga himlakroppar.

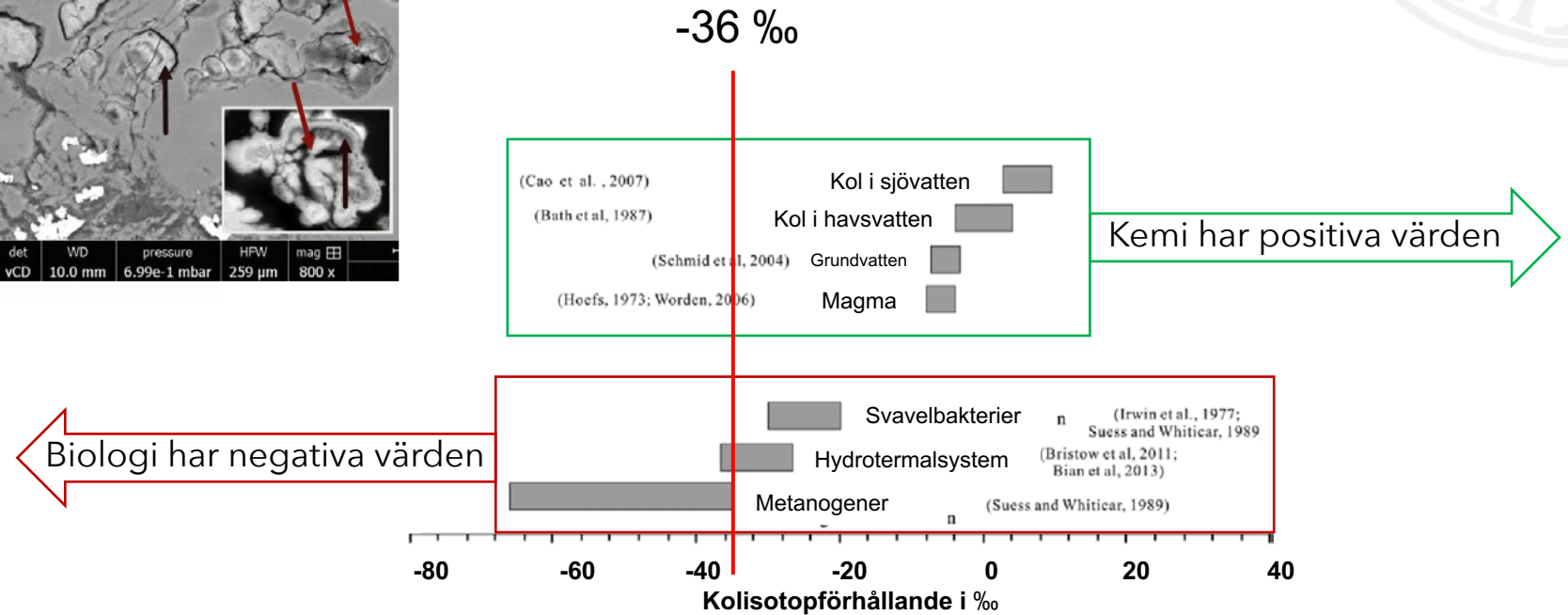


Vad innehåller dessa "fossil"?



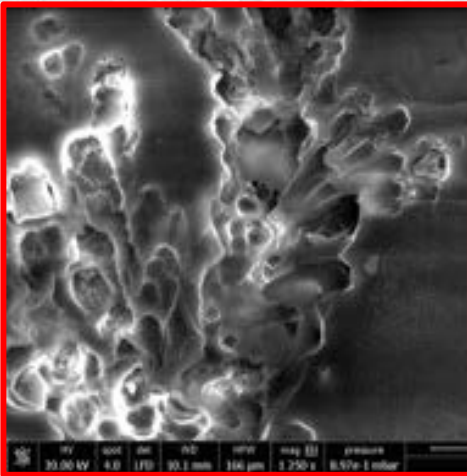
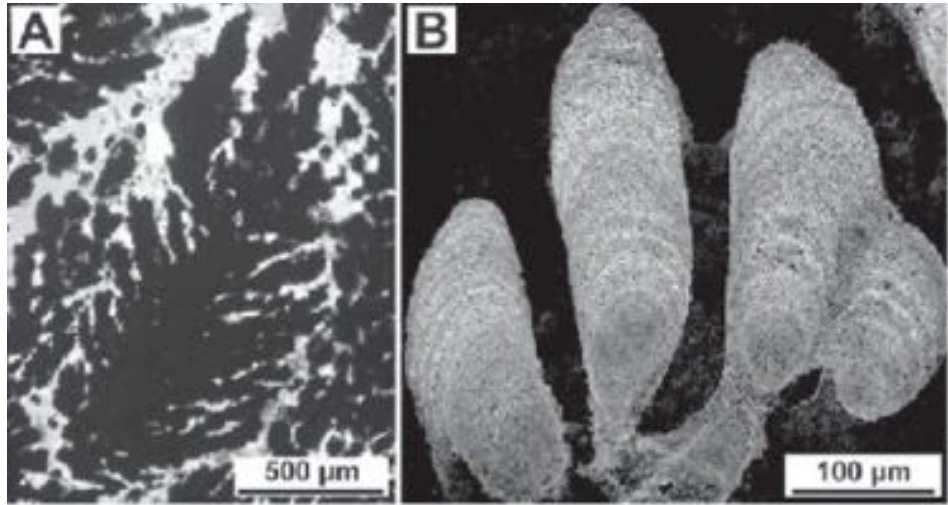
Neubeck et al. 2021

Mangan
Järn
Organiskt material
Spårämnen

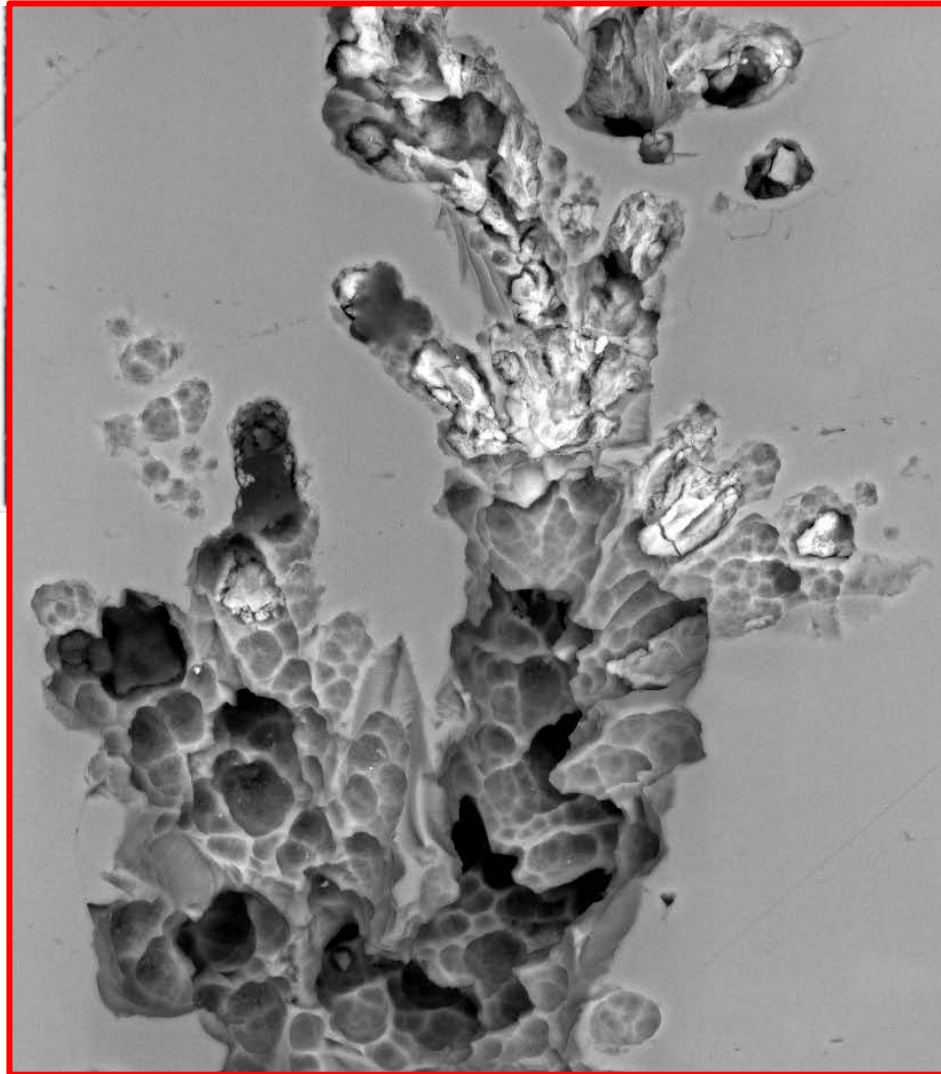
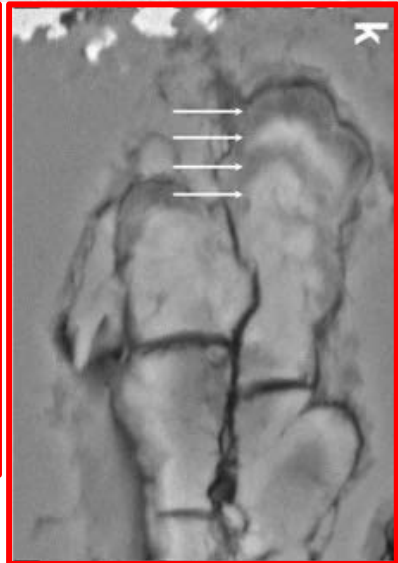


Mangan-ätande bakterier i djupbiosfären

Rossi et al. 2010



Neubeck et al. 2021



UPPSALA
UNIVERSITET

Var skall vi leta efter liv i rymden?

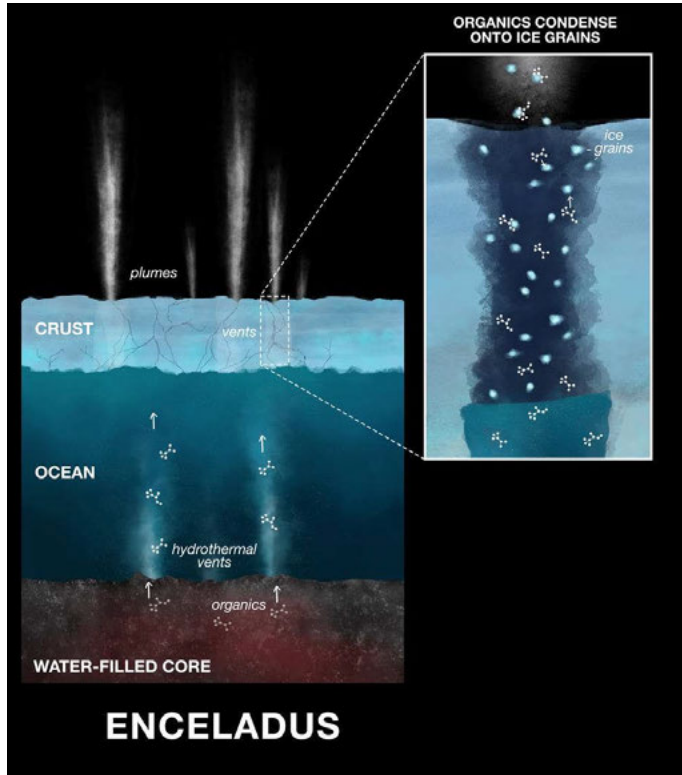


Bild: NASA/JPL-Caltech/Southwest Research Institute

Hydrothermalsystem
Saturnus måne



Bild: NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Mars

Beboeliga zonen

Vatten

Skydd från strålning

Hydrothermalsystem?



Bild: NASA/JPL

Ganymede
Jupiters måne



Europa clipper – är Europa beboelig?



Bild: NASA/JPL-Caltech / Johns Hopkins APL

Vatten

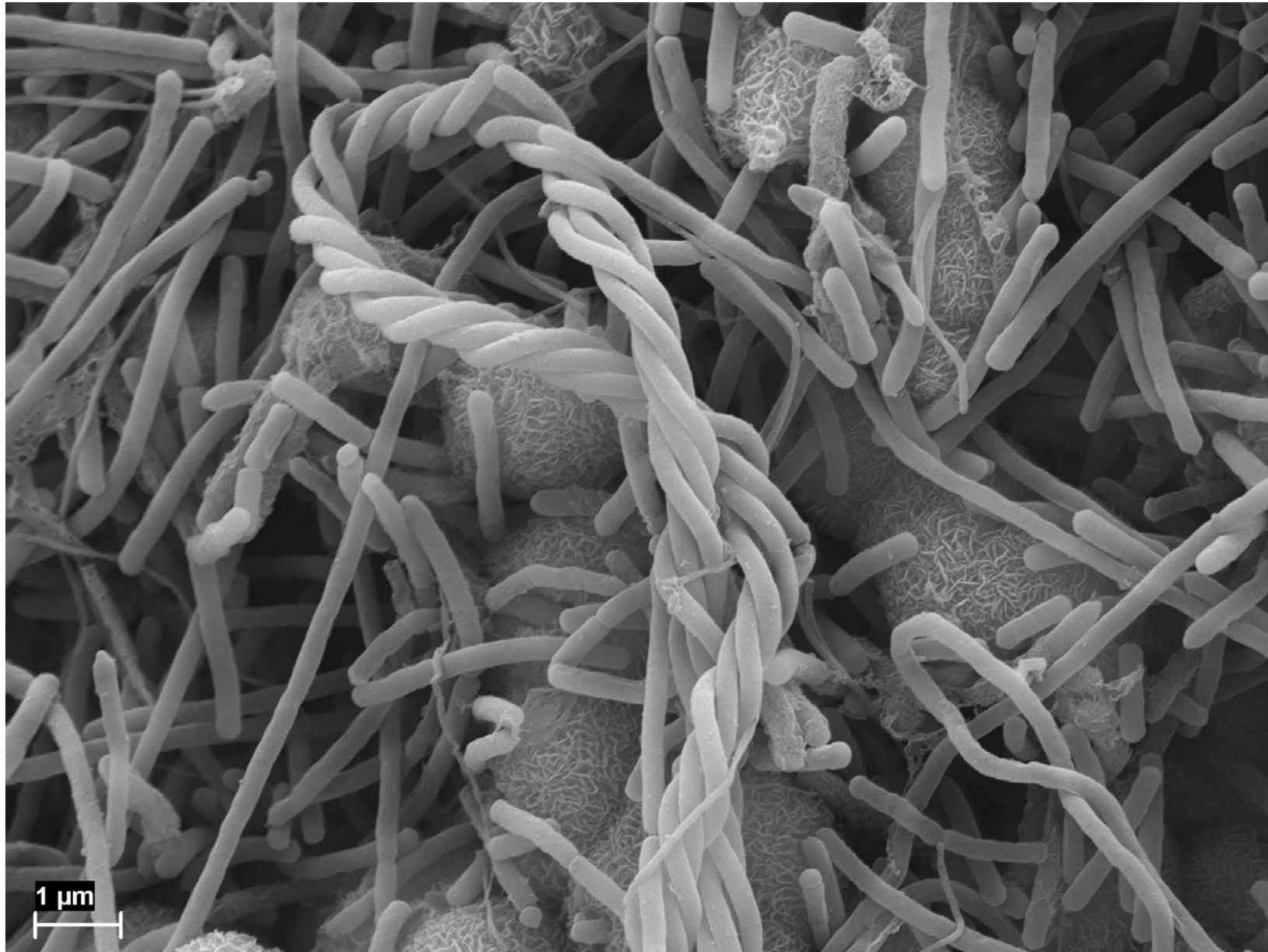
Skydd från strålning

Hydrotermalsystem?

Bulkämnen

Värme

Stenig, järnrik kärna



Frågor?



Vetenskapsrådet



UPPSALA
UNIVERSITET