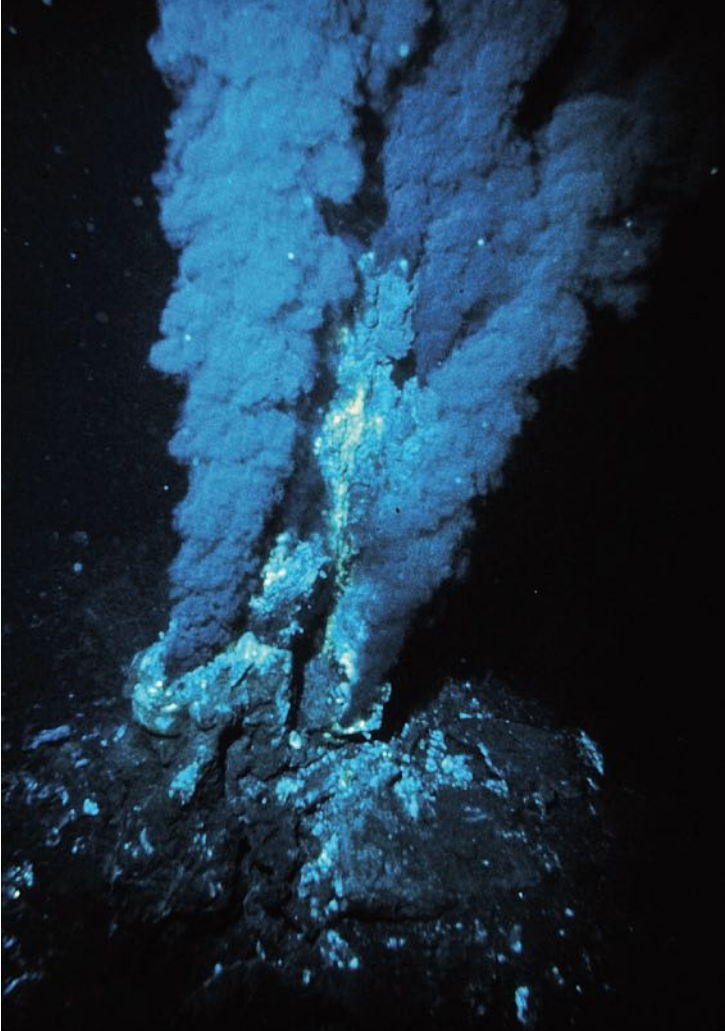
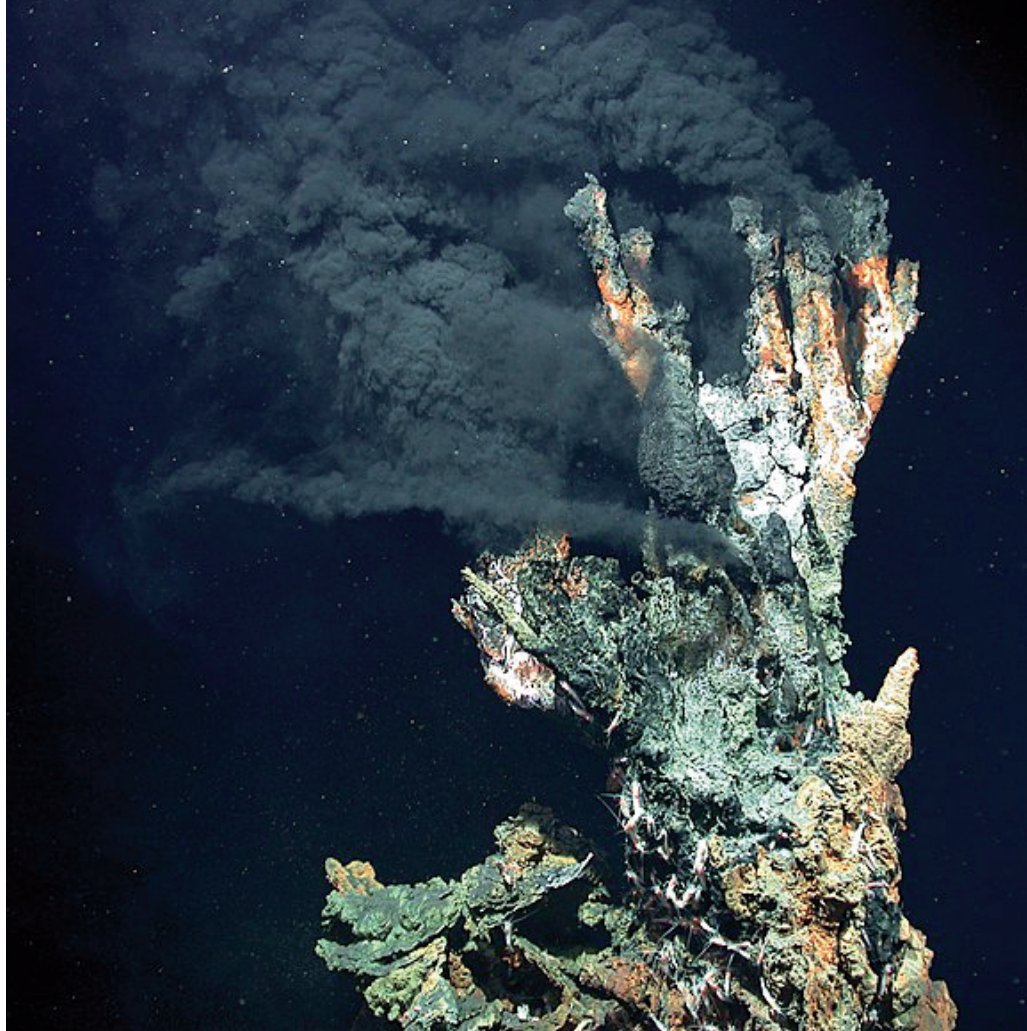


Black Smoker und White Smoker (Hydrothermale Schlote / Hydrothermal Vents)



Black Smoker am Mittelatlantischen Rücken (NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration)



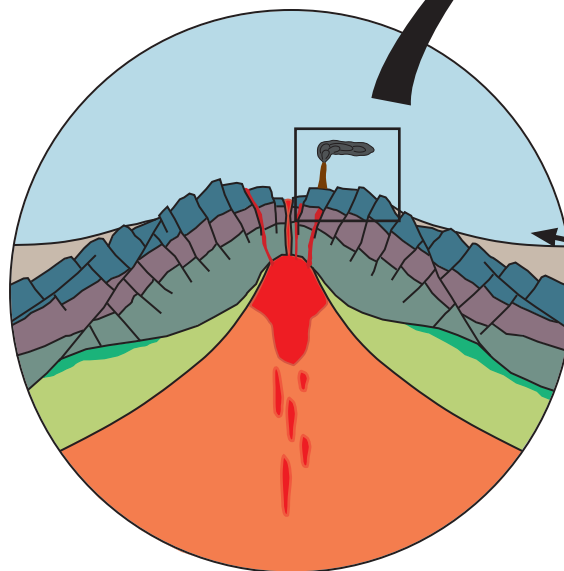
Black Smoker am Mittelatlantischen Rücken (MARUM Zentrum für marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen)

Black Smoker:

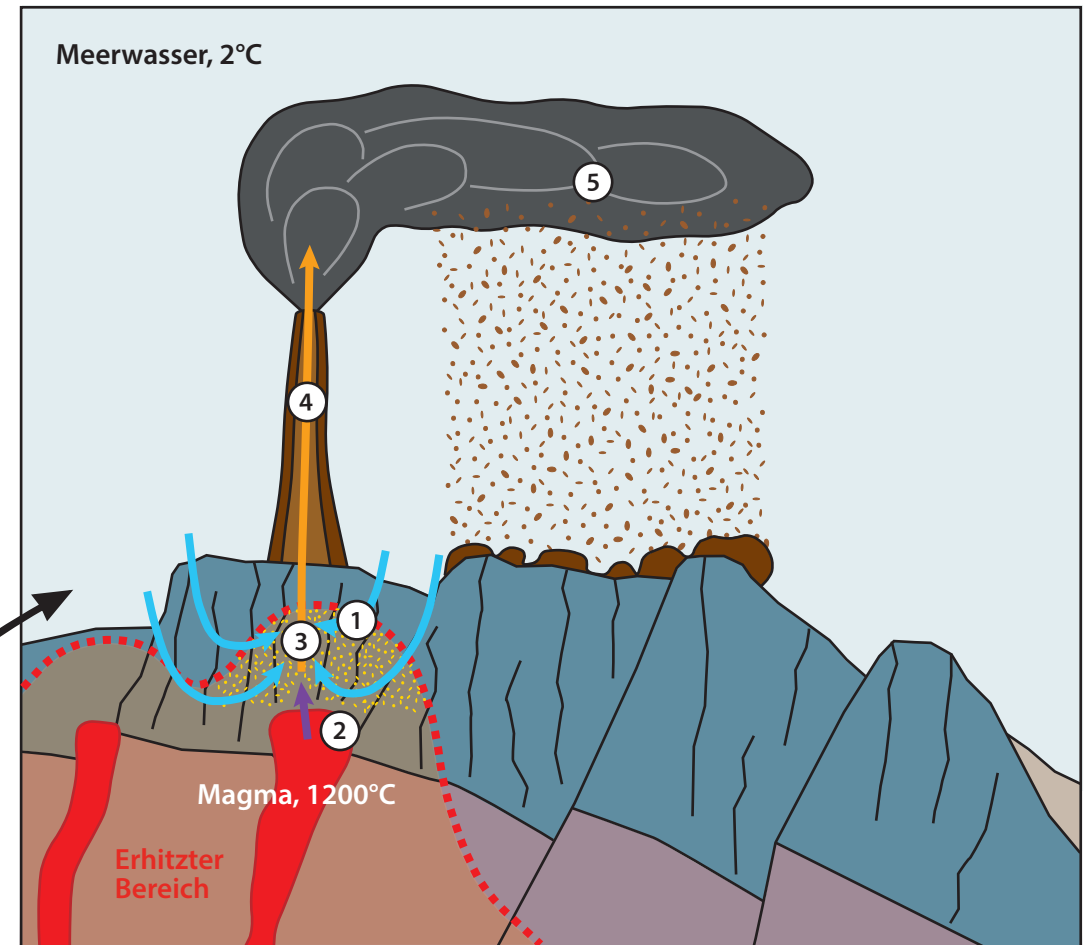
- Bis zu 25 m hoch
- Wachsen bis zu 1 m pro Jahr
- 10 bis 100 Jahre alt (brechen unter Eigengewicht zusammen)
- Bis zu 460°C heisses Wasser
- Enthalten begehrte Erze. u. a. grosse Mengen von Fe / Mn / Cu / Zn - Sulfiden

Funktionsweise eines Black Smokers

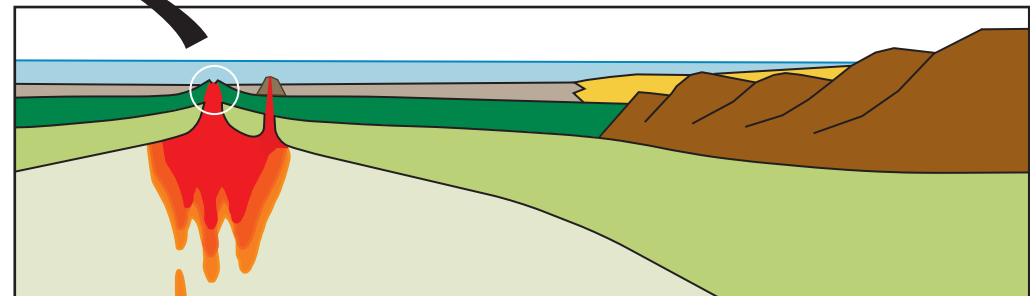
- ① Meerwasser dringt durch Spalten in den Randbereich von Magmenkammern ein und erhitzt sich auf bis zu 460°C.
- ② Wasser aus Magmenkammern steigt nach oben (basaltisches Magma enthält bis zu 4% H₂O).
- ③ Das heiße, saure Wasser löst Mineralstoffe wie Eisen (Fe), Mangan (Mn), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Schwefel (S) aus dem Gestein.
- ④ Das heiße Wasser mit den gelösten Mineralstoffen gelangt an die Oberfläche. Im Kontakt zum bloss 2°C kalten Meerwasser fallen die Mineralstoffe als Fe / Mn / Cu / Zn - Sulfide aus, lagern sich um die Austrittsstelle herum ab und bilden einen allmählich in die Höhe wachsenden Kamin (Smoker).
- ⑤ Da am Meeresboden hoher Druck herrscht, bleibt das Wasser auch über 100°C flüssig und strömt aus der Röhre. Dabei werden weitere mineralische Partikel in Form des schwarzen „Rauchs“ ausgeschieden, die zu Boden sinken und dort Krusten mit einem hohen Gehalt an Erzmineralen bilden.



Mittelozeanischer Rücken



Nicht massstabsgetreu

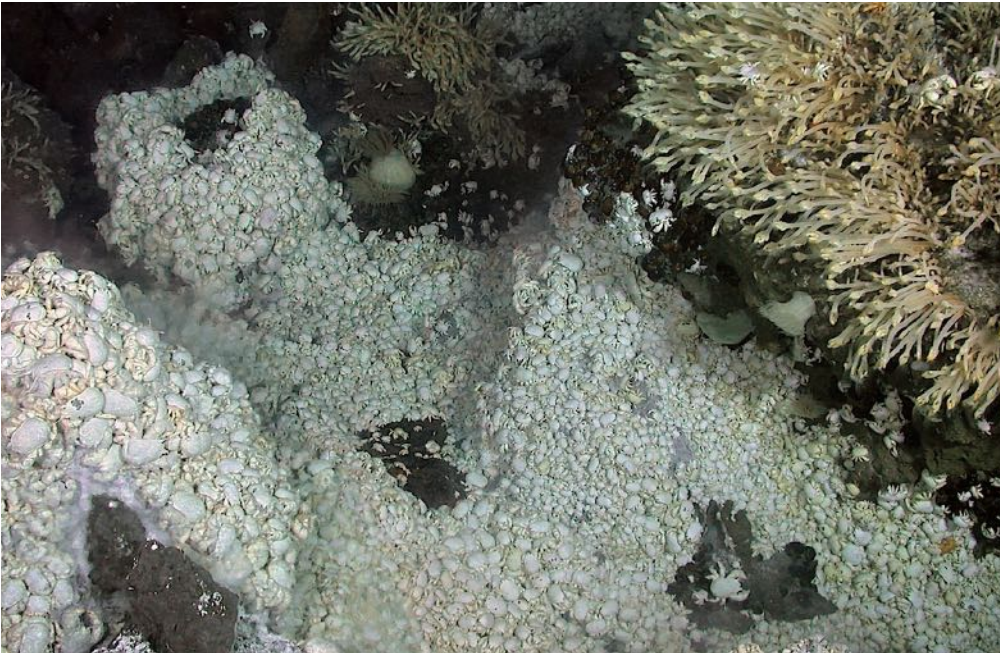




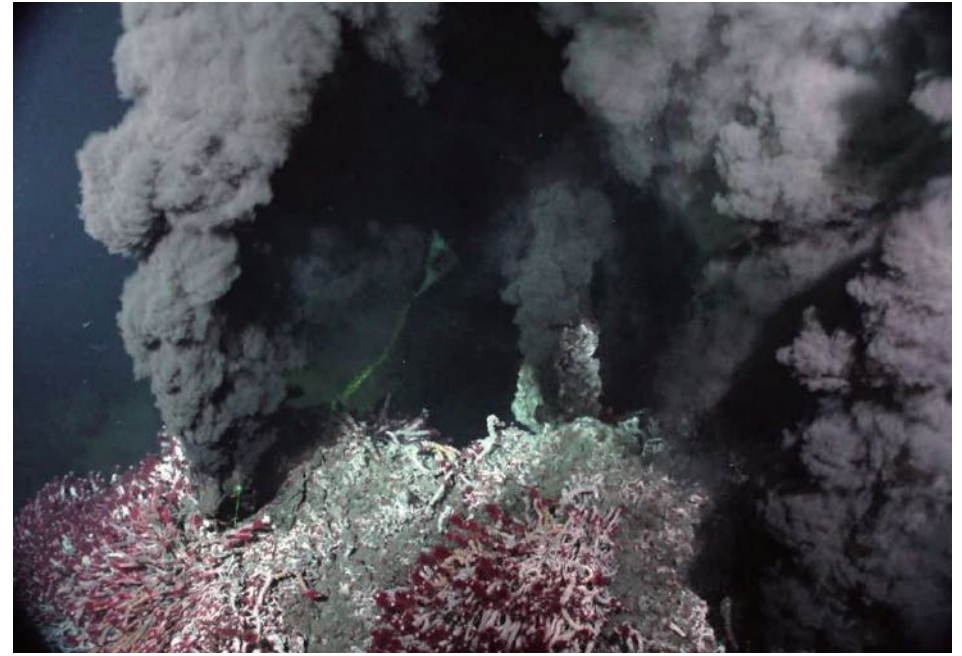
White Smoker, Nähe Marianeninseln (NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration)

- White Smoker:
- Weniger gut untersucht, da sie kaum begehrte Rohstoffe enthalten
 - Entstehen in grösserer Distanz zu Magmenkammern
 - Bis zu 90°C heisses Wasser
 - Bestehen aus Anhydrit (Kalziumsulfat), Barit (Bariumsulfat) und Calcedon (amorpher Quarz)

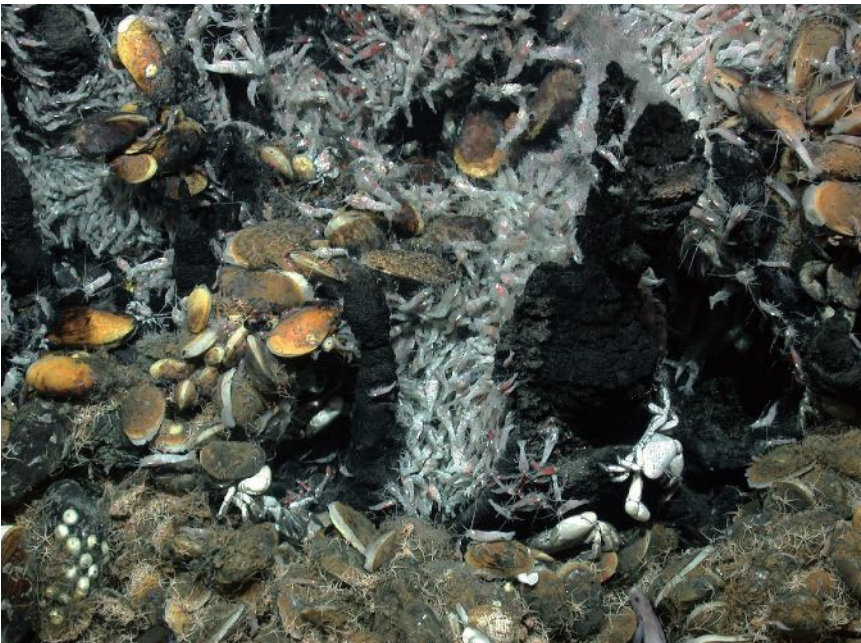
Leben an den hydrothermalen Schloten



Krabben, 2397 m Wassertiefe (A. D. Rogers et al. in PLoS Biology)



Röhrenwürmer *Riftia pachyptila* (D. Kelley, University of Washington, Seattle, USA)



Muscheln, Krebse, Krabben; Mittelatlantischer Rücken, 3030 m Wassertiefe (MARUM Zentrum für marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen)



Röhrenwürmer *Riftia pachyptila*, Galapagos Rift (NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration)

Ursprung des Lebens?

Die extremen Umweltbedingungen, wie sie in der Tiefsee in der Nähe der Black Smoker herrschen, dürften jenen Verhältnissen in der frühen Erdgeschichte ähnlich sein, in denen der Ursprung des irdischen Lebens vermutet wird:

- Vulkanismus mit hohen Temperaturen,
- hoher Umgebungsdruck (zu Urzeiten war auch die Atmosphäre viel dichter als heute),
- Mangel an Licht,
- hohe Konzentration von anorganischen Stoffen.

Besondere Bedeutung haben dabei sogenannte chemolithoautotrophe Bakterien und Archaeen (Einzeller), die auch heute an Smokern vorkommen:

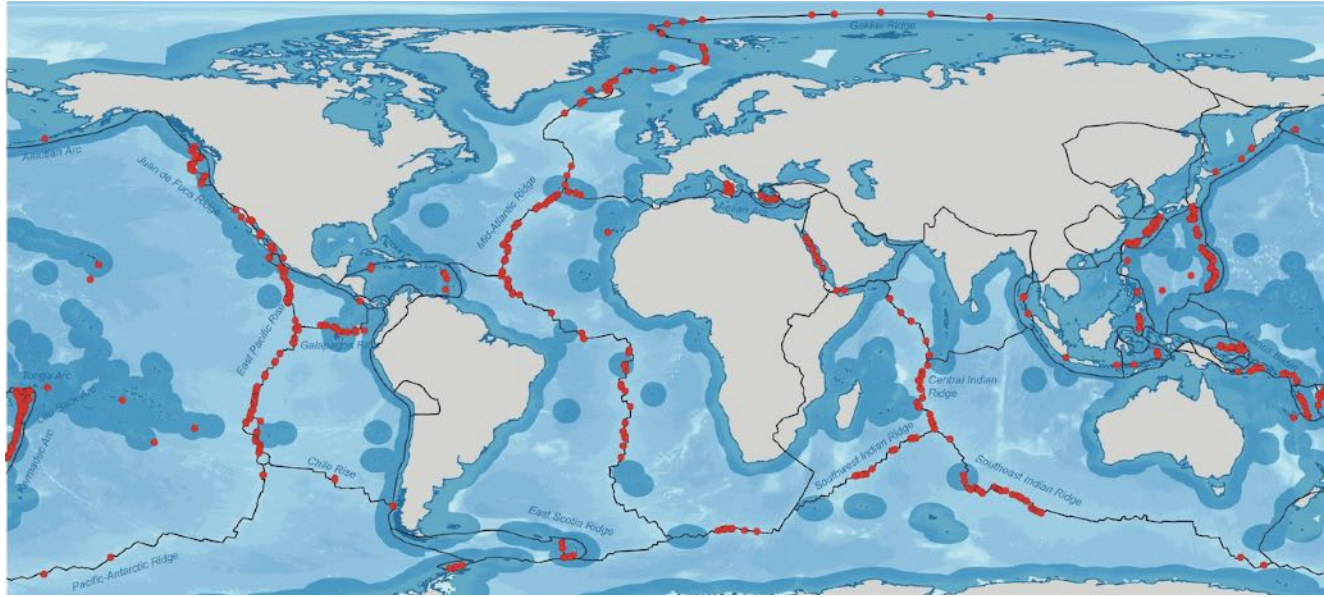
- Werden als früheste bekannte Formen des Lebens angesehen,
- benötigen für ihren Stoffwechsel und für die Beschaffung der dazu notwendigen Energie weder Sauerstoff noch Licht,
- gewinnen den Kohlenstoff zum Aufbau ihrer Körperbestandteile und die Energie dafür ausschliesslich aus anorganischen Kohlenstoff- und Schwefelverbindungen. Diese Fähigkeit nennt man *Chemolithoautotrophie* ("Selbsternährung", wobei die Energie für den Stoffwechsel nicht aus Sonnenlicht, sondern durch chemische Prozesse gewonnen wird, deren Bestandteile aus dem Gestein stammen).

Bedingungen, wie sie heute an Smokern herrschen, könnten vor ca. 3.8 Milliarden Jahren die Entstehung von Leben ermöglicht haben. Es wird spekuliert, dass sich schon in Erdkruste oder -mantel Aminosäuren hätten gebildet haben können, welche durch die Smoker ins Meer ausgestossen worden seien. Aminosäuren sind die Bausteine von Proteinen, welche wiederum Zellen aufbauen.

Die heutige Besiedelung der Black Smoker mit höheren, für diesen extremen Lebensraum spezialisierten Lebewesen wie Röhrenwürmern, Krabben oder Muscheln ist eine Folge der Evolution.

Abbau von Erzen

Die Erze, welche durch die Aktivität von Black Smokern an Mittelozeanischen Rücken entstanden sind (*Seafloor Massive Sulfide Deposits* genannt), wecken die Begehrlichkeiten zahlreicher Regierungen und Rohstofffirmen. Pläne für den Abbau in Wassertiefen von 2'000 bis 3'000 m sind schon weit fortgeschritten, obwohl bisher weder die politischen noch die ökologischen Rahmenbedingungen für einen solchen Abbau befriedigend geklärt sind.



Rot: Vorkommen der Smoker. Dunkelblau: Ausschliessliche Wirtschaftszone (200 Meilen - Zone), in welchen die Nationalstaaten das alleinige Recht besitzen, Bodenschätze zu nutzen. Ein Teil der Smoker befindet sich jedoch in internationalen Gewässern (DeDuijn, Wikimedia Commons).



Massives Fe - Cu Sulfid von einem Black Smoker, 1981, Tiefseetauchboot „Alvin“, Ostpazifischer Rücken (J. St. John, Wikimedia Commons).

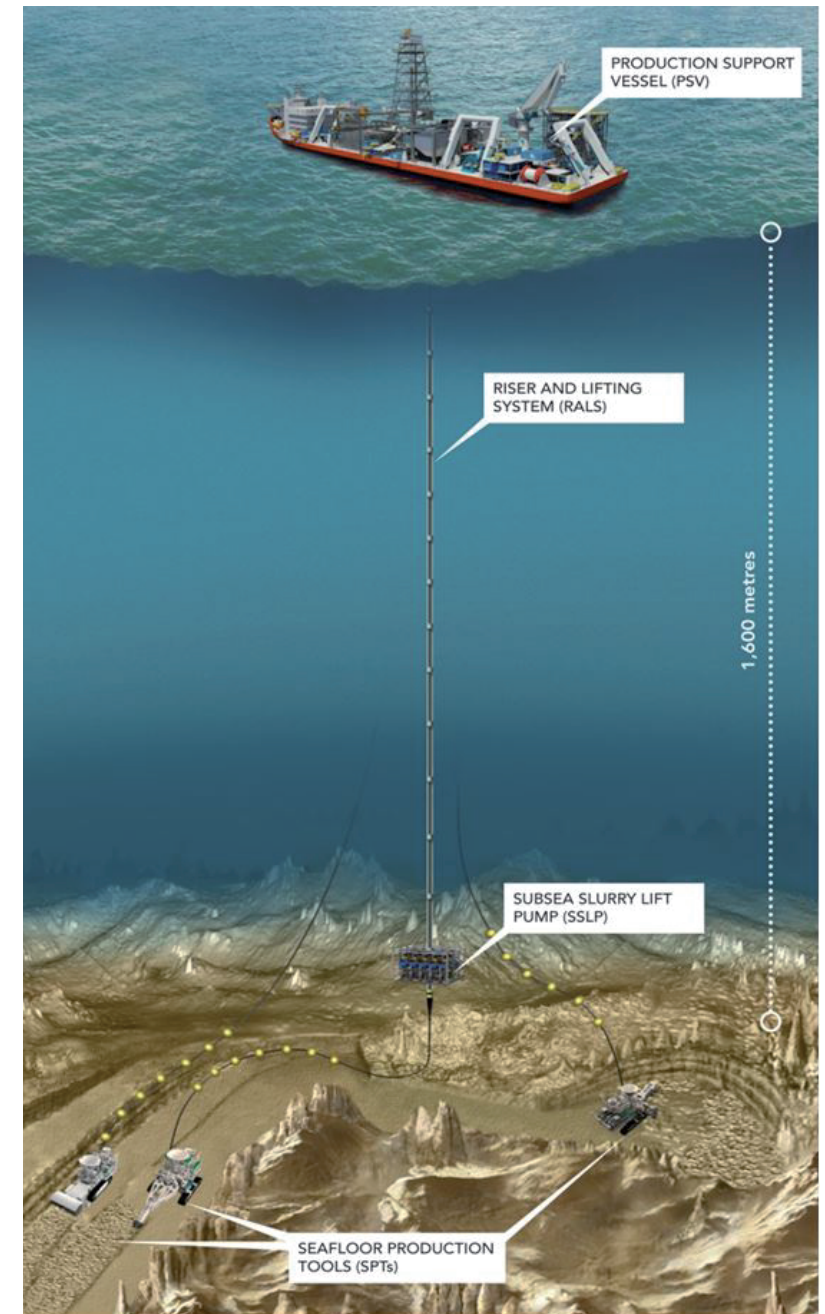


Black Smoker aus massivem Fe - Cu Sulfid (www.isa.org).

Erzabbau an den mittelozeanischen Rücken



Ferngesteuerte Abbaumaschinen, sogenannte *Seafloor Production Tools*. Beachte die gelb gekleideten Personen als Massstab (www.dsmobserver.com).



Visualisierung des Abbaus (www.maritime-executive.com).



Die riesige Erzlagerstätte von Mount Isa in Australien ist ein 1'600 Mio. Jahre altes *Seafloor Massive Sulfide Deposit*. Es wird seit den 1920-er Jahren an mehreren Orten ausgebeutet (Scientificusrex, Wikimedia Commons).