

1. Astrophysikalischer Hintergrund – Staub und Moleküle

1.1. Elementhäufigkeit

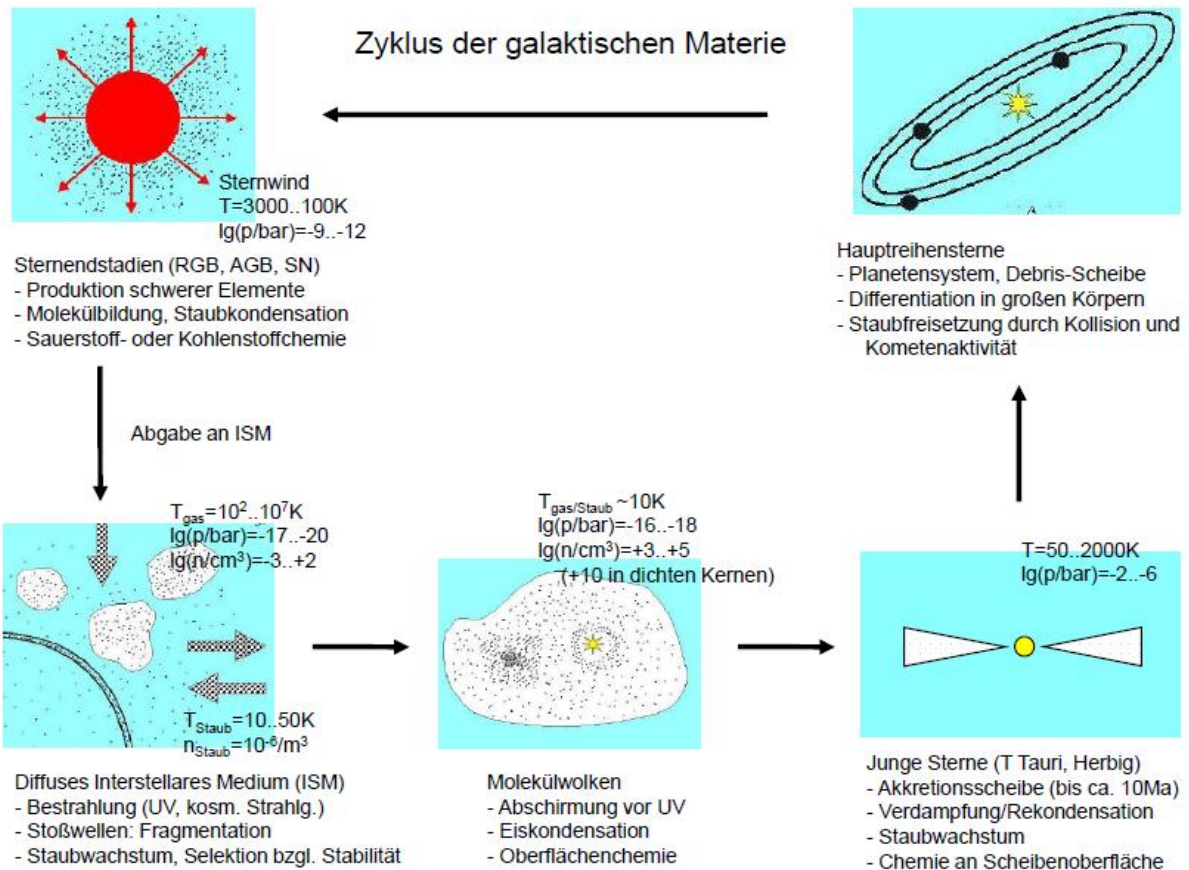
wie bestimmbar?

- Sonnenphotosphäre – Standardhäufigkeit (zur Zeit der Entstehung des SS)
- Meteoriten (chondritische Häufigkeit – identisch bis auf stark volatile Elemente – viel genauer messbar)
- Junge Sterne (z.B. O-Sterne) – aktuelle Häufigkeiten
- interstellare Absorptionslinien (nur für stark volatile Elemente)
- Für spezielle Umgebungen (z.B. Atmosphären von Stern-Endstadien): Modelle

Sonnensystem (Anders & Grevesse 1989)			M-Stern (AGB, 2 Sonnenmassen)		C-Stern	
H	0.909	Zusammen ~0.998				
He	0.0889					
C	$3.23 \cdot 10^{-4}$		$2.17 \cdot 10^{-4}$	1 st , 2 nd dredge-up (CNO-proc. material)	Bis $1 \cdot 10^{-3}$	3 rd dredge-up, products of He burning
N	$0.85 \cdot 10^{-4}$		$1.91 \cdot 10^{-4}$			
O	$6.74 \cdot 10^{-4}$		$6.54 \cdot 10^{-4}$			
Ne	$1.07 \cdot 10^{-4}$					
Mg	$3.50 \cdot 10^{-5}$					
Si	$3.23 \cdot 10^{-5}$					
Fe	$2.94 \cdot 10^{-5}$					
S	$1.69 \cdot 10^{-5}$					
Ar	$3.30 \cdot 10^{-6}$					
Na	$1.90 \cdot 10^{-6}$					
Al	$2.75 \cdot 10^{-6}$					
Ca	$1.99 \cdot 10^{-6}$					
Ni	$1.62 \cdot 10^{-6}$					
Ti	$7.82 \cdot 10^{-8}$					
Zr	$3.72 \cdot 10^{-10}$					

- i.A. überwiegt Sauerstoff gegenüber Kohlenstoff und bindet diesen in CO (falls Moleküle stabil sind) → Sauerstoffverbindungen
- in Kohlenstoffsternen (späte Riesensternphase, z.B. der bekannte Stern IRC +10216, das hellste Objekt am Himmel bei einer Wellenlänge von 10 μm) wird der weniger häufige Sauerstoff in CO gebunden und steht nicht mehr für andere Moleküle und Minerale zur Verfügung → Kohlenstoffverbindungen
- Mg, Si, und Fe sind die wichtigsten Elemente, die Minerale bilden können

1.2. Zyklus der galaktischen Materie



1.3. Stabilitätsbetrachtungen (Moleküle und Festkörper)

- **Temperaturstabilität (z.B. Kondensationssequenzen → später)**
- **Photostabilität (UV)**
 - z.B. UV-Strahlungsfeld in diffuser IS Wolke ($A_V=0.6$) $\sim 3 \cdot 10^7$ phot./cm²/s
 - freie kleine Moleküle instabil (Photodissoziation)
 - Staubteilchen, Cluster und Moleküle ab ca. 100 Atomen:
 - Bindungen können gebrochen werden und sich neu arrangieren (Photochemie)
 - Wachstum wird beeinflusst (Atome stoßen wesentlich seltener als UV-Photonen) – nur stabile Bindungen können gebildet werden
 - in Molekülwolken gebildete Eismäntel: Photochemie führt zu komplexen Molekülen – häufig wenn junge heiße Sterne gebildet wurden in den Randbereichen der verbleibenden Wolke
- **Mechanische Stabilität bei Stoßprozessen**
 - Supernovae erzeugen Stoßwellen, die das IS Medium beschleunigen und wieder abbremsen
 - Supernovarate in unserer Galaxie ca. 1 pro 50 Jahre
 - Staubteilchen (träge) werden dabei erodiert. Lebensdauer wird zu einigen 10^8 Jahren abgeschätzt (Erneuerung durch Sternstaub $3 \cdot 10^9$ Jahre)
 - Silikate stabiler als amorpher Kohlenstoff, aber weniger als Graphit
 - beobachtete Staubmasse erfordert Rekondensation (Wachstum) im interstellaren Medium!

Liste interstellarer Moleküle

- z.B. <http://www.astro.uni-koeln.de/cdms/molecules/>