

# **Sternenfenster**

## **Licht vom Anfang der Welt**

**Bruno Leibundgut**  
**ESO**

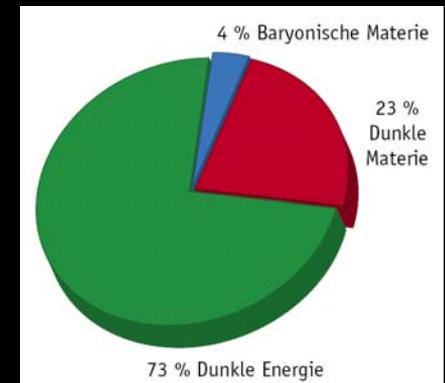
**I can never look upon the Stars without  
wondering why the whole World does not  
become Astronomers ...**

**Wann immer ich die Sterne betrachte, fällt es mir  
schwer zu verstehen, wieso nicht alle Leute  
Astronomen werden ...**

**Thomas Wright of Durham (1750)  
*An Original Theory or New Hypothesis of the Universe*  
(as quoted by Martin Rees in *Our Final Hour*, 2003)**

# Unser Blick ins Universum

- Der Blick aus dem Fenster
  - Astronomische Beobachtungen
- Raum und Zeit
  - Unser Platz im Universum
  - Die Geschichte des Universums
- Das Dunkle Universum
  - Beobachtungen des Unsichtbaren



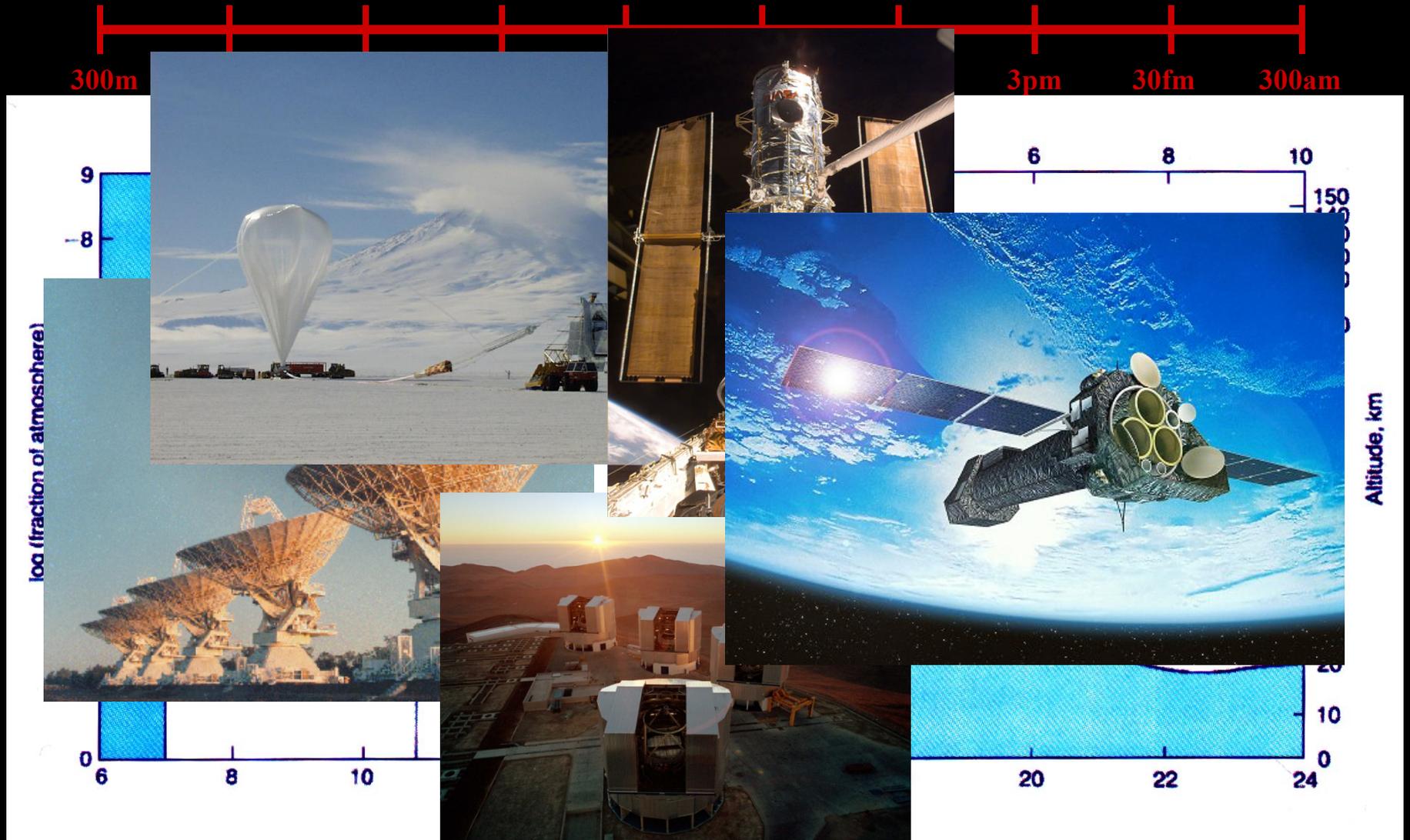
# Der Himmel kennt keine Grenzen



La Silla Observatory (ESO)

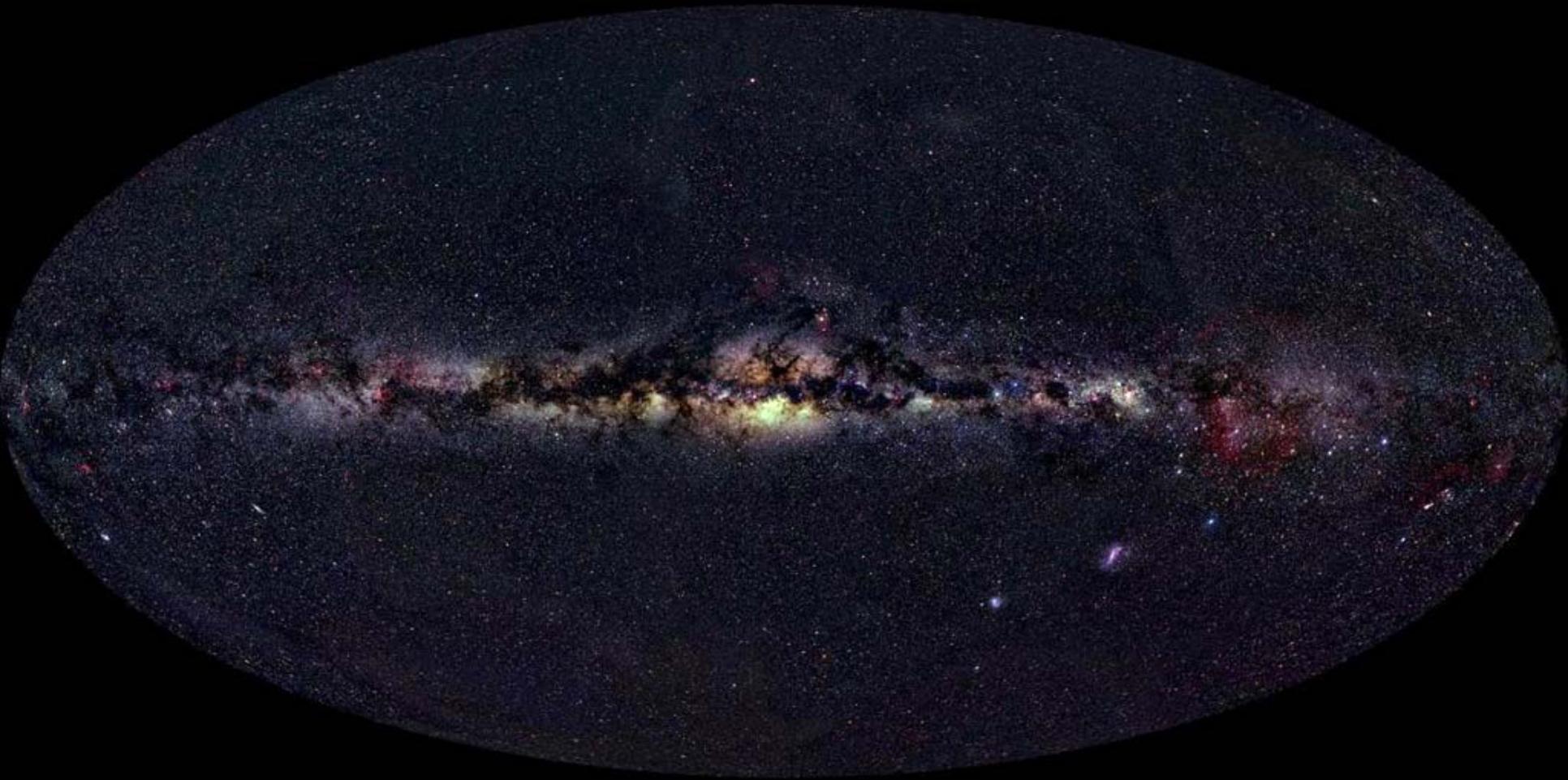
# Die Erdatmosphäre

## Schutzschild und Fenster zum All





# Der beobachtbare Nachthimmel



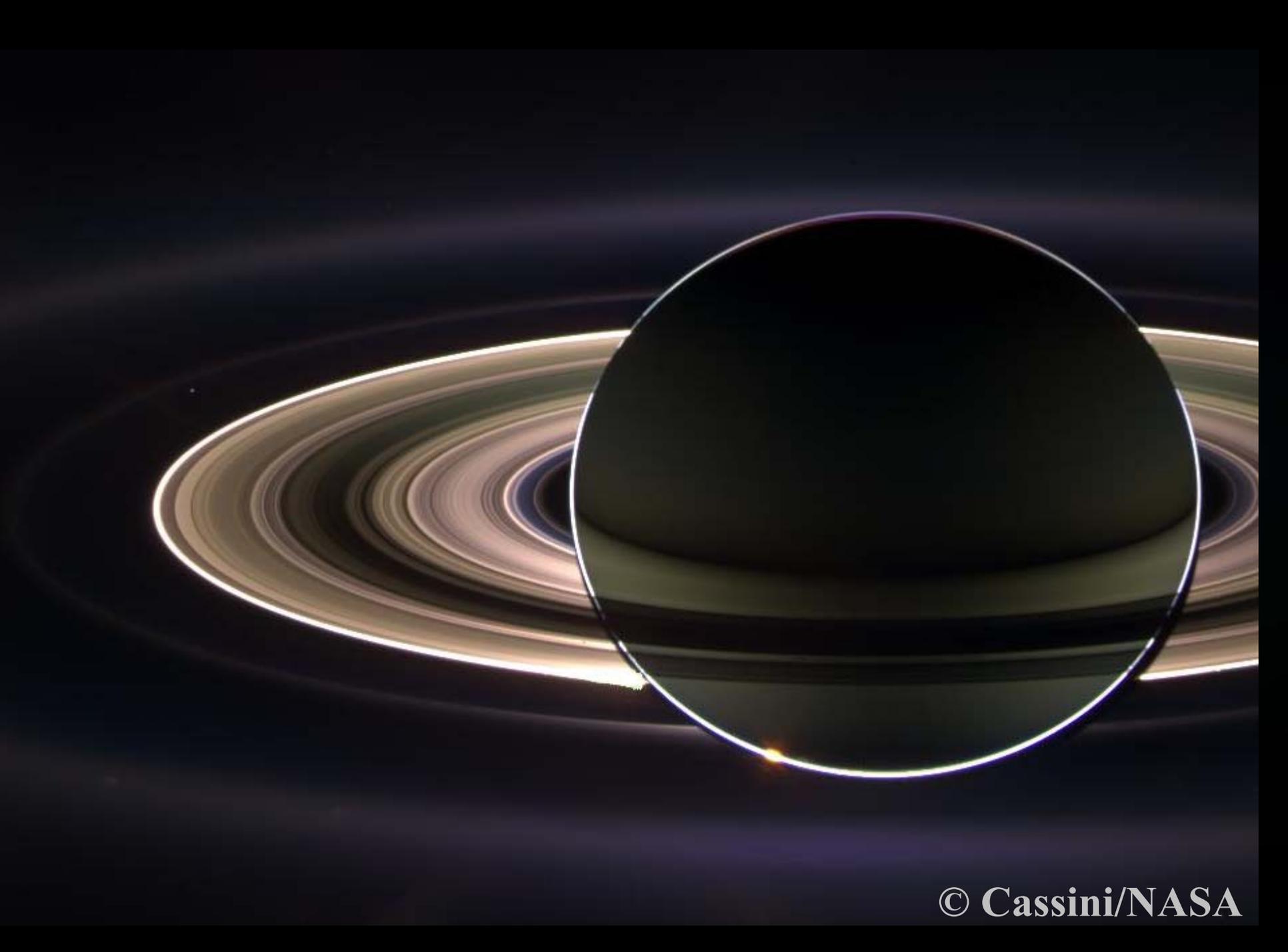
# Unser Platz im Universum



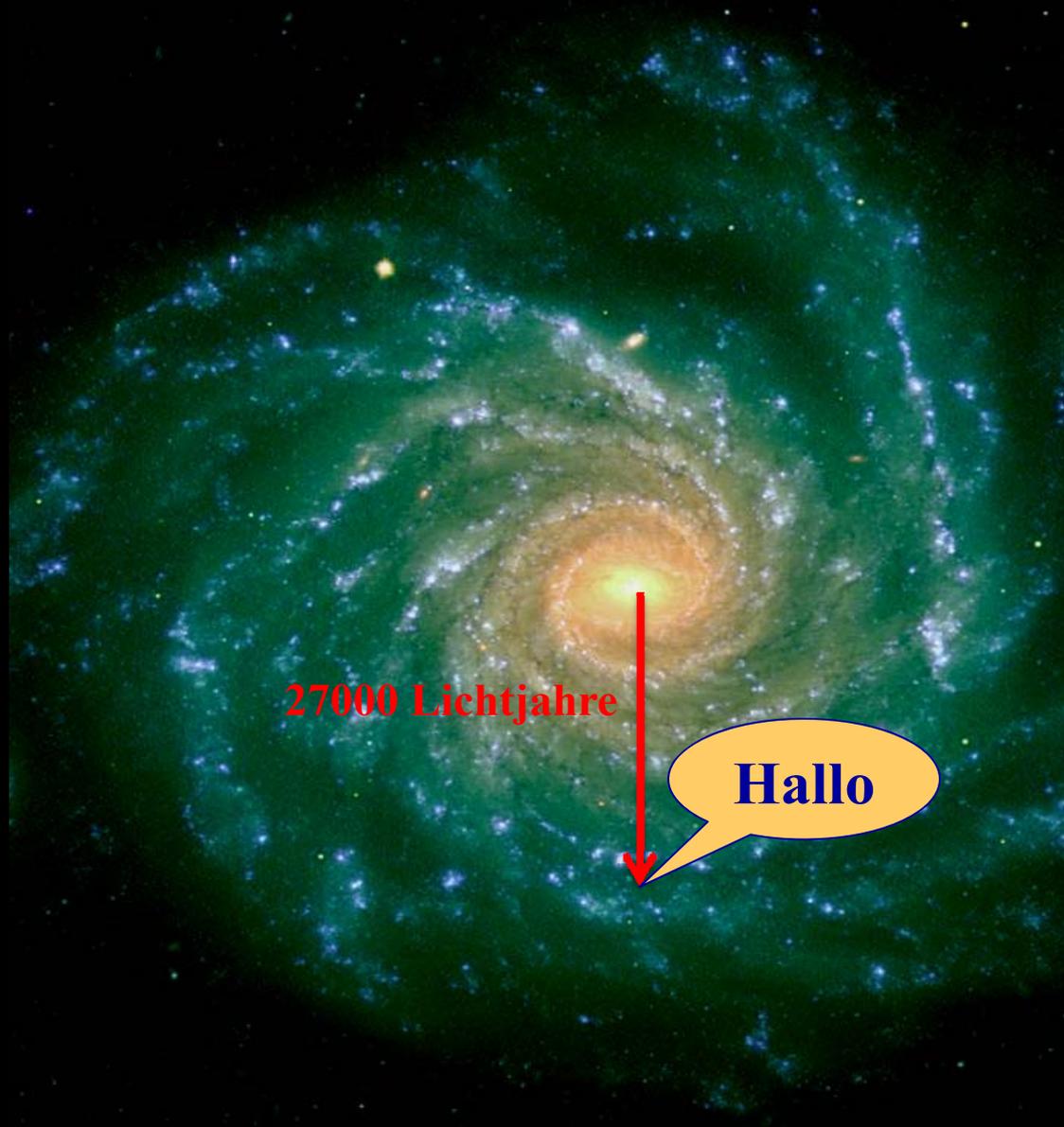
# Unser Platz im Universum



MESSENGER (© NASA)



# Unser Platz in der Milchstrasse



27000 Lichtjahre

Hallo



**Hubble Ultra Deep Field**

# Geschichte des Universums

New Years Day:  
The Big Bang

Milky  
Way  
forms

Sun and  
planets  
form

Oldest known  
life (single  
celled)

First multi-  
cellular  
organism

January February March April May June July August September October November

December

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>15</b> Cambrian explosion (burst of new life forms)	<b>16</b>	<b>17</b> Emergence of first vertebrates	<b>18</b> Early land plants	<b>19</b>	<b>20</b> First four-limbed animals	<b>21</b> Variety of insects begin to flourish
<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b> First dinosaurs appear	<b>25</b> First mammalian ancestors appear	<b>26</b>	<b>27</b> First known birds	<b>28</b>
<b>29</b> Dinosaurs wiped out by asteroid or comet	<b>30</b>	<b>31</b> 23:54 Anatomically modern humans appear 23:59:45 Invention of writing 23:59:50 Pyramids built in Egypt 23:59:59 Voyage of Christopher Columbus				

Nach Carl Sagan

Mehr als die Vergangenheit interessiert mich  
die Zukunft, denn in ihr gedenke ich zu  
leben.

Ich denke nie an die Zukunft, sie kommt bald  
genug.

Albert Einstein

# Gedanken zur Zukunft

Die Zukunft basiert auf den Erfahrungen der  
Vergangenheit

Physikalische Vorhersagen basieren immer auf  
Extrapolationen von vergangenen Prozessen  
und Zuständen

# Beobachtungen des Unsichtbaren



Reise zum Zentrum der Milchstrasse



# Das „unsichtbare“ Universum

- Grosse Teile des Universums sind dunkel
- „Dunkle“ (nicht leuchtende Materie) ist überall
  - e.g. Planeten, Moleküle, Staub, kühles Gas
- Messungen durch indirekte Phänomene
  - ➡ Gravitation!
  - ➡ Model für die Entwicklung des Universums
    - ➡ Einstein's Relativitätstheorie
- Messungen von entfernten Objekten

# Supernova!



# Helle Sterne

Stellare Explosionen – Supernovae – sind die hellsten Sterne, die beobachtet werden können.



# Zukunft des Universums

- Supernovae waren entscheidend für die Entstehung der Elemente und eine Vorbedingung für die Entstehung von Leben.
- Was haben Supernovae mit der Zukunft des Universums zu tun?
  - ➡ **Beste Entfernungsindikatoren im Universum**

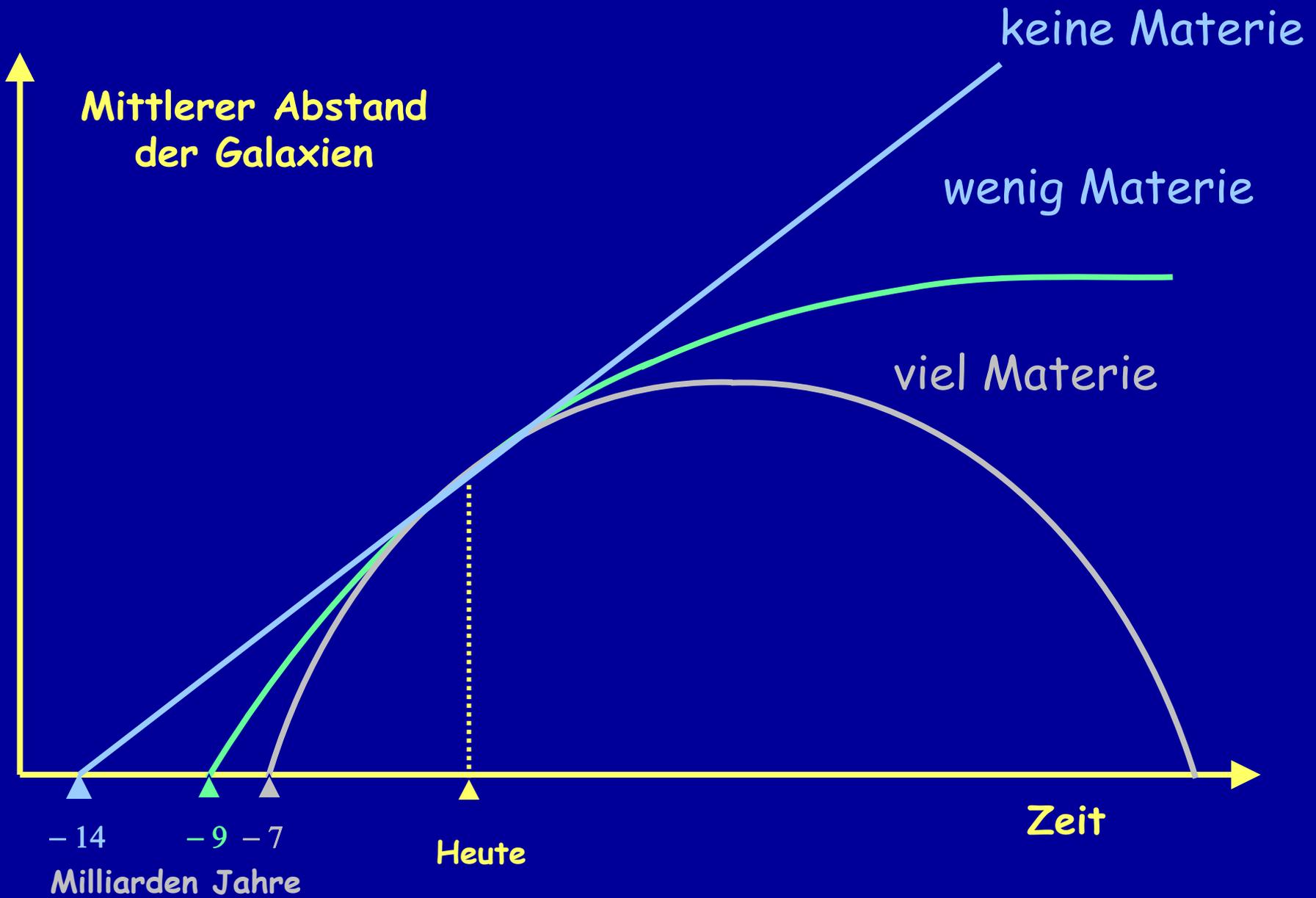
The image shows a standard periodic table of elements. The groups are numbered 1 through 18 at the top. The periods are numbered 1 through 7 on the left side. The lanthanide series (elements 58-71) and actinide series (elements 90-103) are shown as separate rows below the main table. The table is color-coded by groups: Group 1 (red), Group 2 (orange), Groups 3-10 (yellow), Groups 11-12 (green), Groups 13-18 (blue). The lanthanide series is yellow, and the actinide series is blue. The table includes element symbols and atomic numbers. The bottom right corner of the table contains the following text: \* Numbering system adopted by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). \*\* Numbering system widely used, especially in the U.S., from the mid-20th century. \*\*\* Discoveries of elements 112-116 and 119 are claimed but not confirmed. Element names and symbols in parentheses are temporarily assigned by IUPAC. © 2009 Encyclopædia Britannica, Inc.

# Vergangenheit und Zukunft

Die Zukunft des Universums wird von seiner Vergangenheit und seinem Inhalt bestimmt.

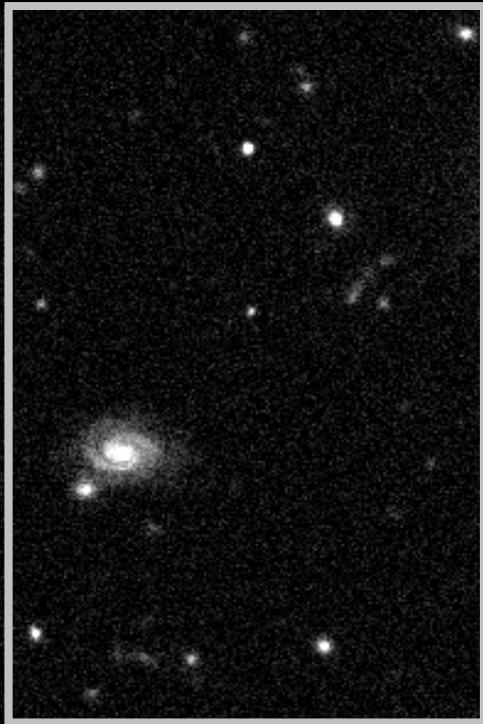
Seit dem Urknall dehnt sich der Raum kontinuierlich aus. Diese Ausdehnung wird von der gravitationellen Anziehung abgebremst.

Mehr Materie bewirkt eine langsamere Ausdehnung und möglicherweise einen Lankru.

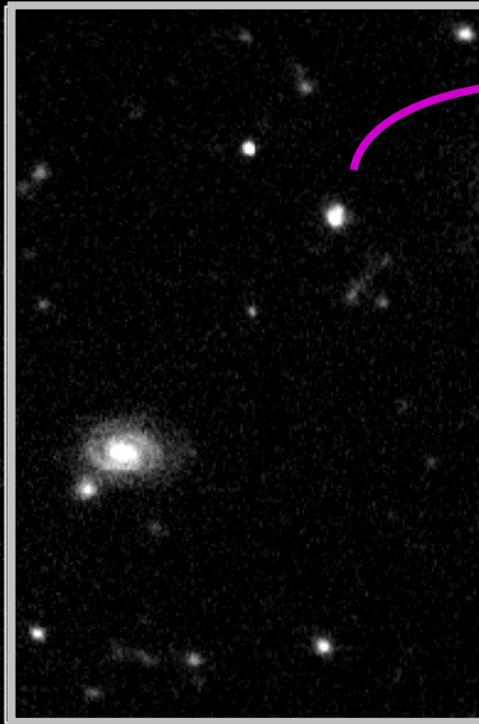


# Supernova Suche

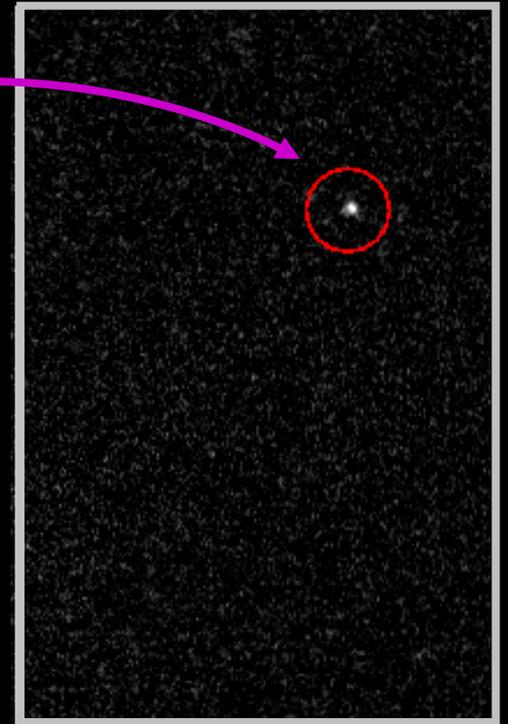
Epoch 1



Epoch 2 (3 weeks later)



Epoch 2 - Epoch 1



(High-z Supernova Search Team)

# Supernovae und Dunkle Energie

Die Expansion des Universums wird bestimmt von seinem **(Energie-/Masse-) Inhalt**.

Die einzige relevante Wechselwirkung für die Kosmologie ist die **Gravitation**.



Die Expansion kann durch genaue kosmologische Entfernungsmessungen bestimmt werden. **Supernovae** sind im Moment die besten bekannten kosmischen Massstäbe.

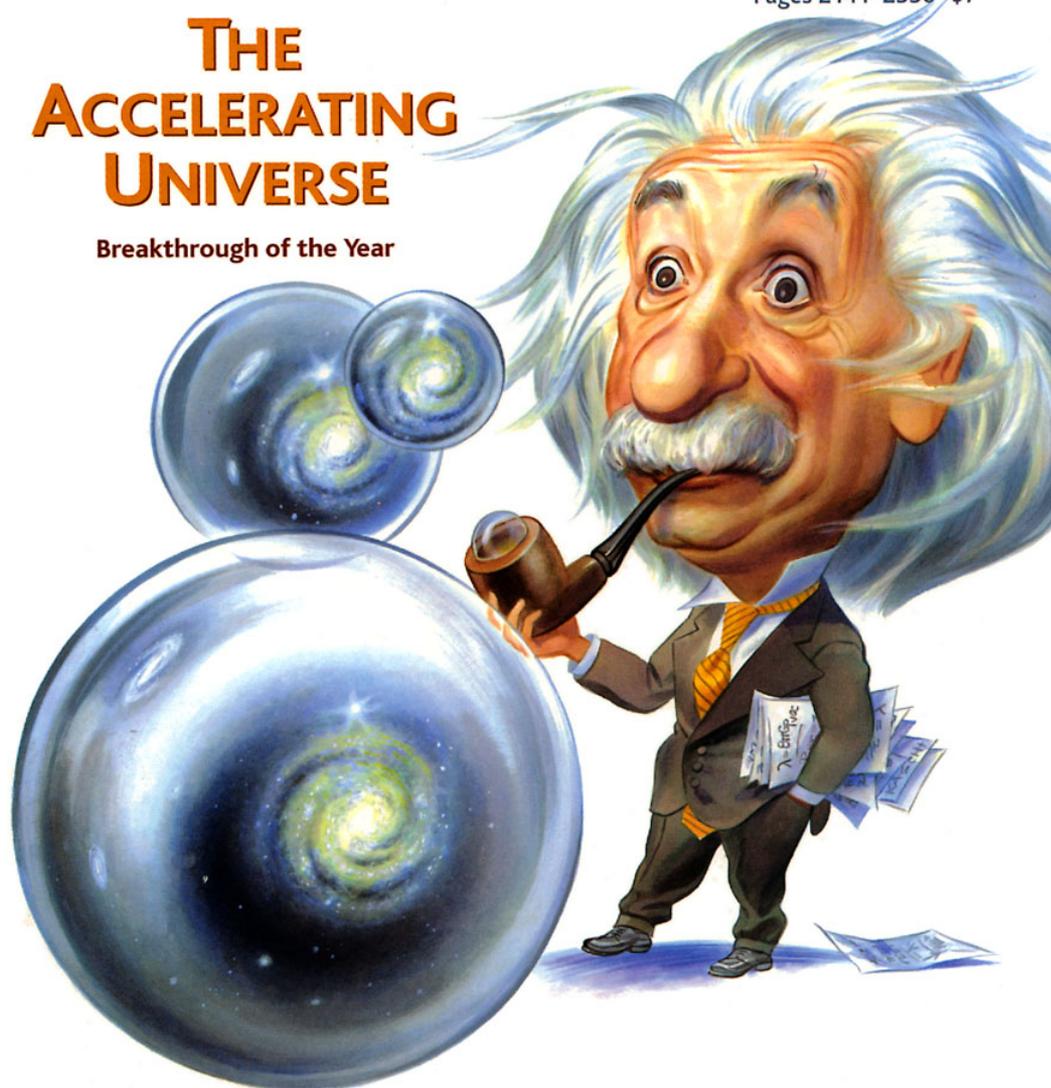
# Science

18 December 1998

Vol. 282 No. 5397  
Pages 2141-2336 \$7

## THE ACCELERATING UNIVERSE

Breakthrough of the Year



AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE

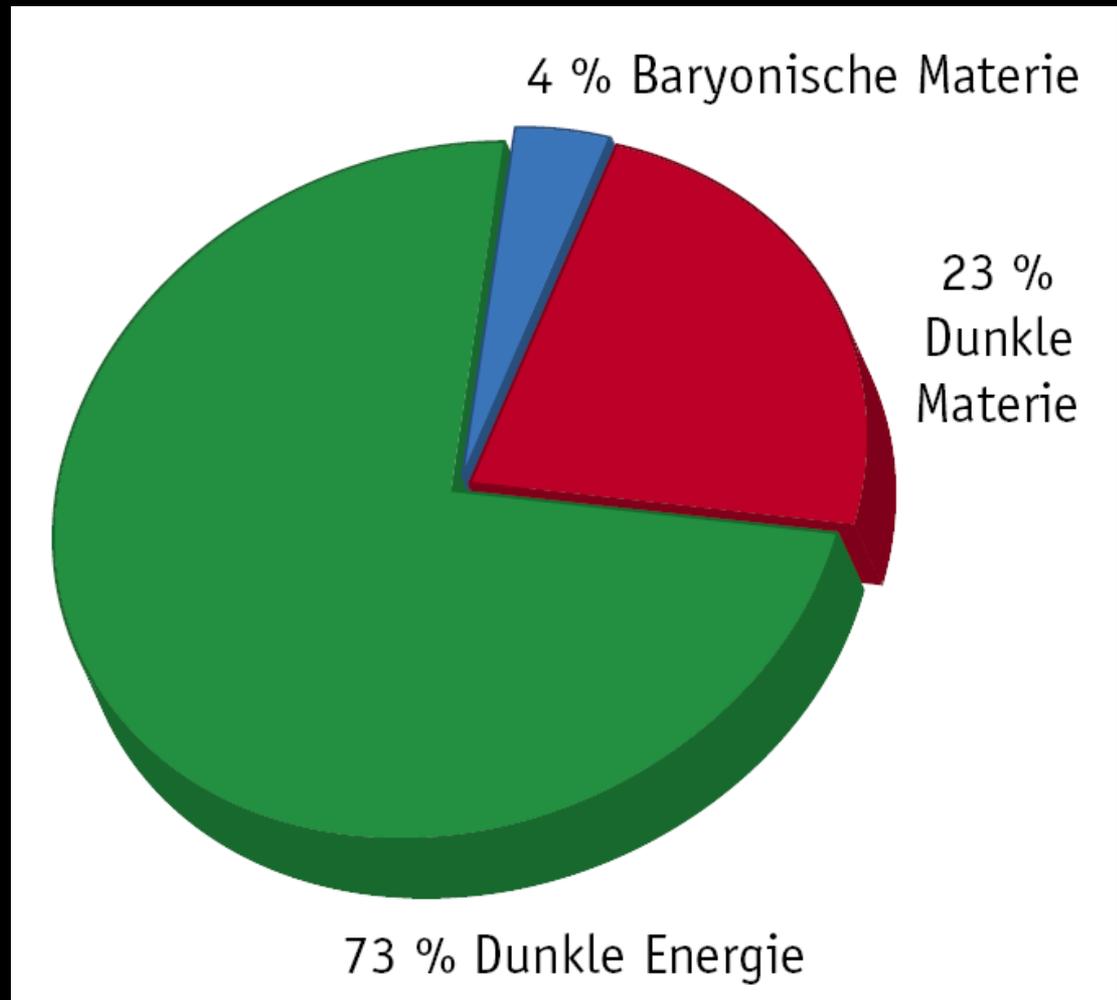
Entfernt  
als in ein  
ungebre  
durch e  
werden.

fernt  
nur  
zeugt

# Der Inhalt des Universums

Dunkle Materie und Dunkle Energie sind die bestimmenden Energiebeiträge des Universums.

**Was sind sie?**



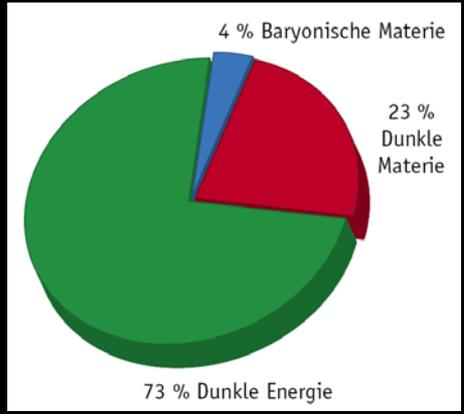
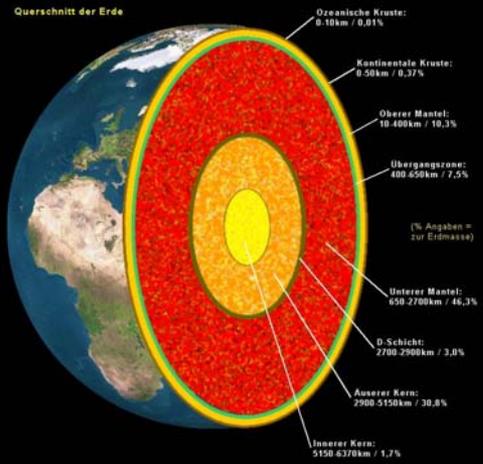
# Was bedeutet das?

Das Universum besteht im wesentlichen aus  
**nichts.**

Das Universum expandiert für immer.

Im Moment existiert keine überzeugende  
physikalische Interpretation der  
Vakuumsenergie (**Dunkle Energie**).

Nur 4% des Universums sind aus demselben  
„Stoff“ wie wir (und alles das wir kennen).



# Unser Universum Unsere Welt



**Das Unverständlichste am Universum  
ist im Grunde, das wir es verstehen  
können.**

**Albert Einstein**

# Viel Vergnuegen!

