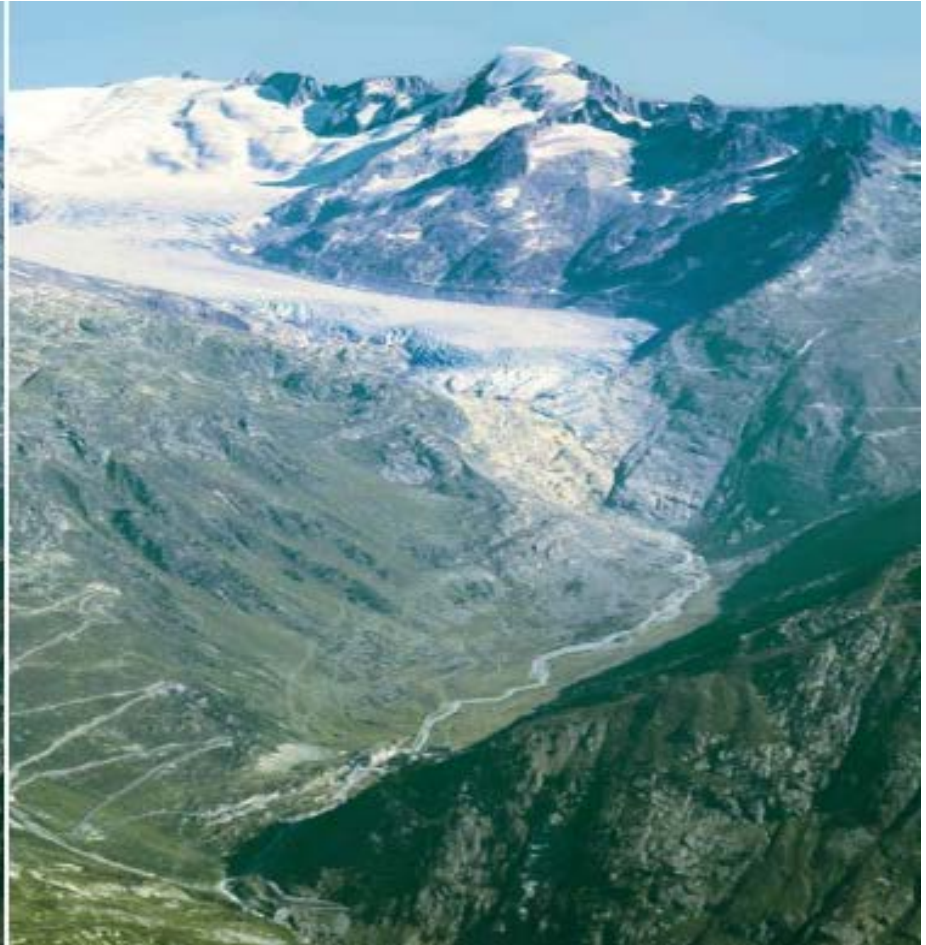


Der Klimawandel

Ein Spaziergang in den Alpen



vor etwa zwanzig Jahren



und heute!

Der Treibhaus Effekt – Svante Arrhenius



Svante Arrhenius
1859-1927

THE
LONDON, EDINBURGH, AND DUBLIN
PHILOSOPHICAL MAGAZINE
AND
JOURNAL OF SCIENCE.

[FIFTH SERIES.]

APRIL 1896.

XXXI. *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground.* By Prof. SVANTE ARRHENIUS*.

I. *Introduction : Observations of Langley on Atmospheric Absorption.*

A GREAT deal has been written on the influence of the absorption of the atmosphere upon the climate. Tyndall † in particular has pointed out the enormous importance of this question. To him it was chiefly the diurnal and annual variations of the temperature that were lessened by this circumstance. Another side of the question, that has long attracted the attention of physicists, is this : Is the mean temperature of the ground in any way influenced by the presence of heat-absorbing gases in the atmosphere? Fourier ‡ maintained that ~~the atmosphere acts like the glass of a hot-house, because it lets through the light rays of the sun but retains the dark rays from the ground.~~ This idea was elaborated by Pouillet § ; and Langley was by some of his researches led to the view, that “the temperature of the earth under direct sunshine, even though our atmosphere were present as now, would probably fall to -200° C., if that atmosphere did not possess the quality of selective

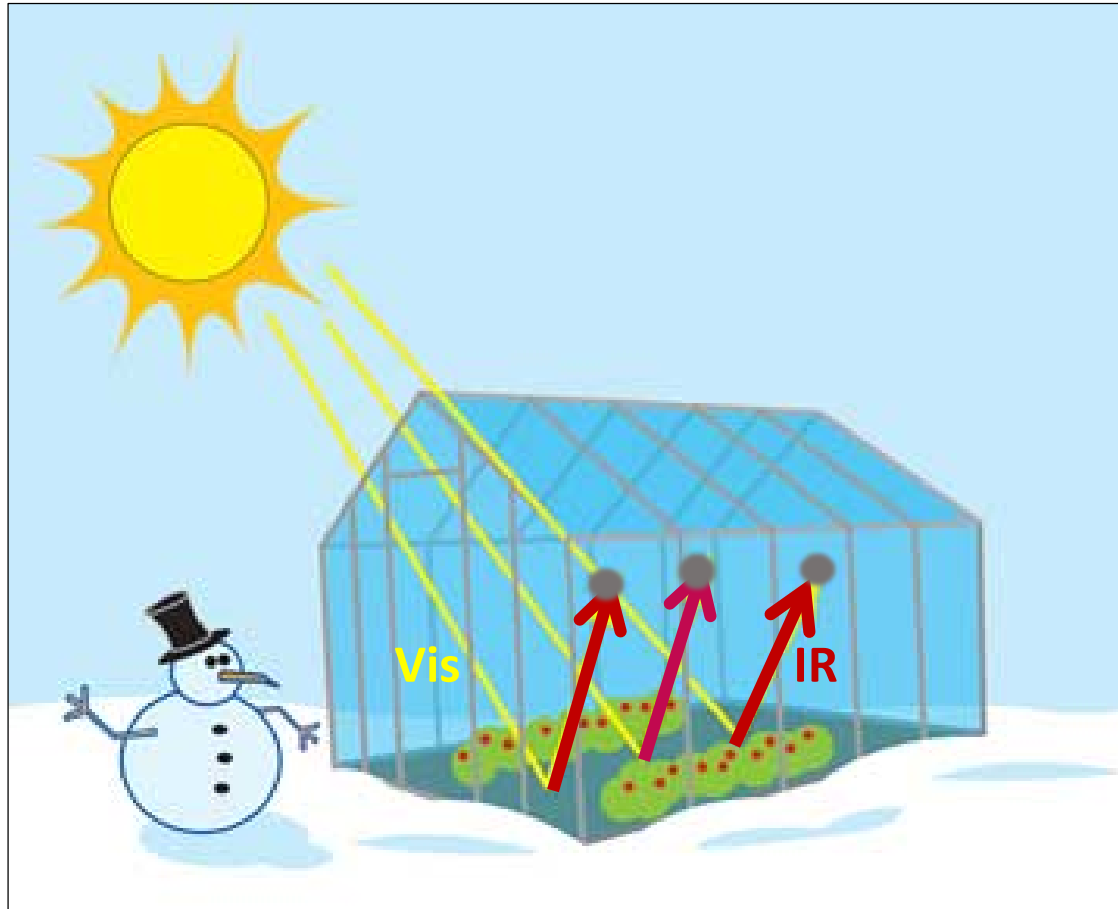
* Extract from a paper presented to the Royal Swedish Academy of Sciences, 11th December, 1895. Communicated by the Author.

† ‘Heat a Mode of Motion,’ 2nd ed. p. 405 (Lond., 1865).

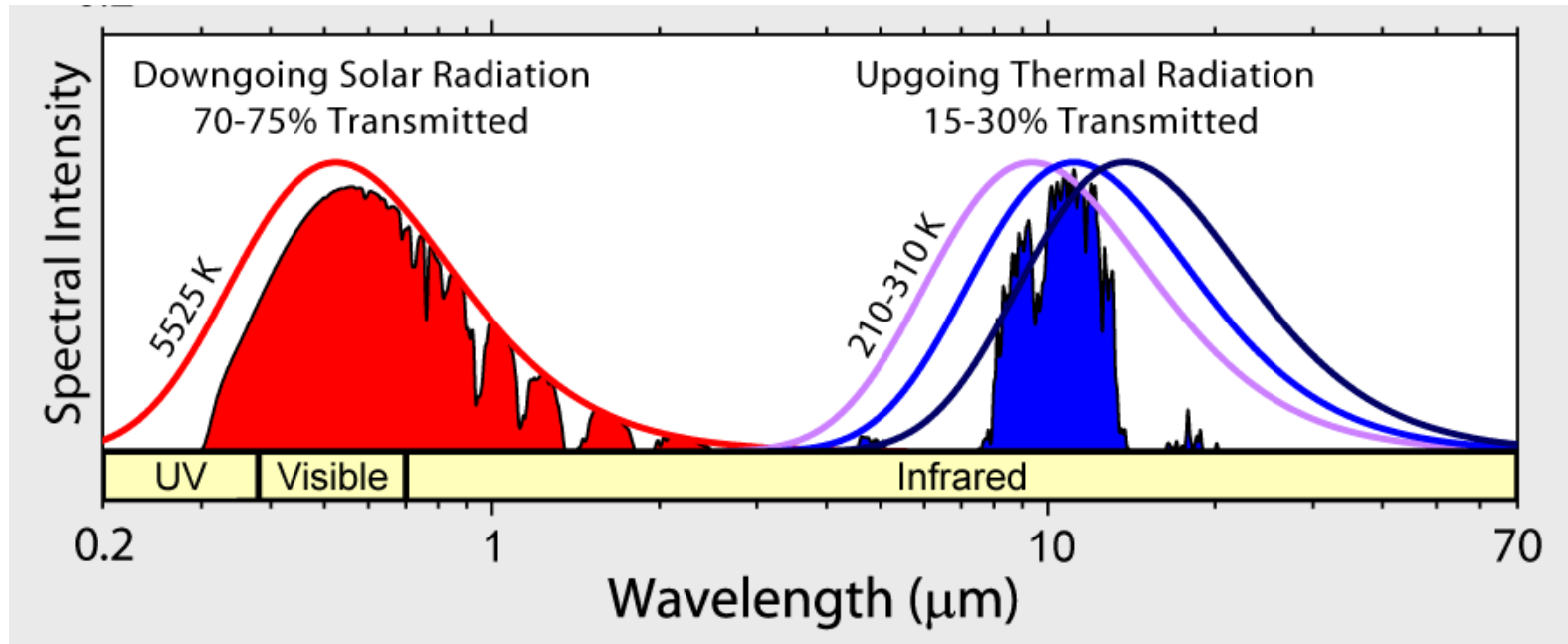
‡ *Mém. de l’Ac. R. d. Sci. de l’Inst. de France*, t. vii. 1827.

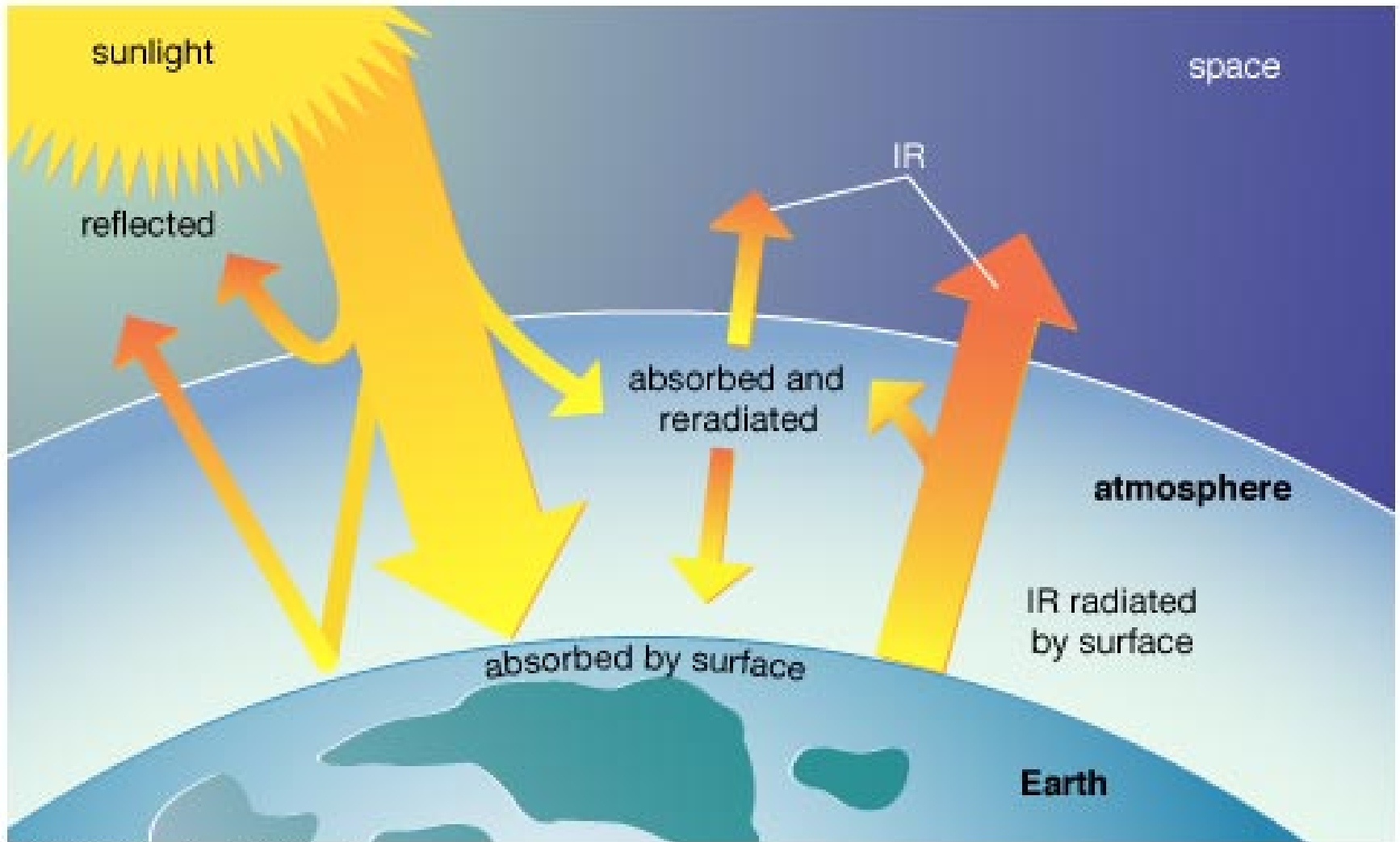
§ *Comptes rendus*, t. vii. p. 41 (1838).

Der Treibhaus Effekt

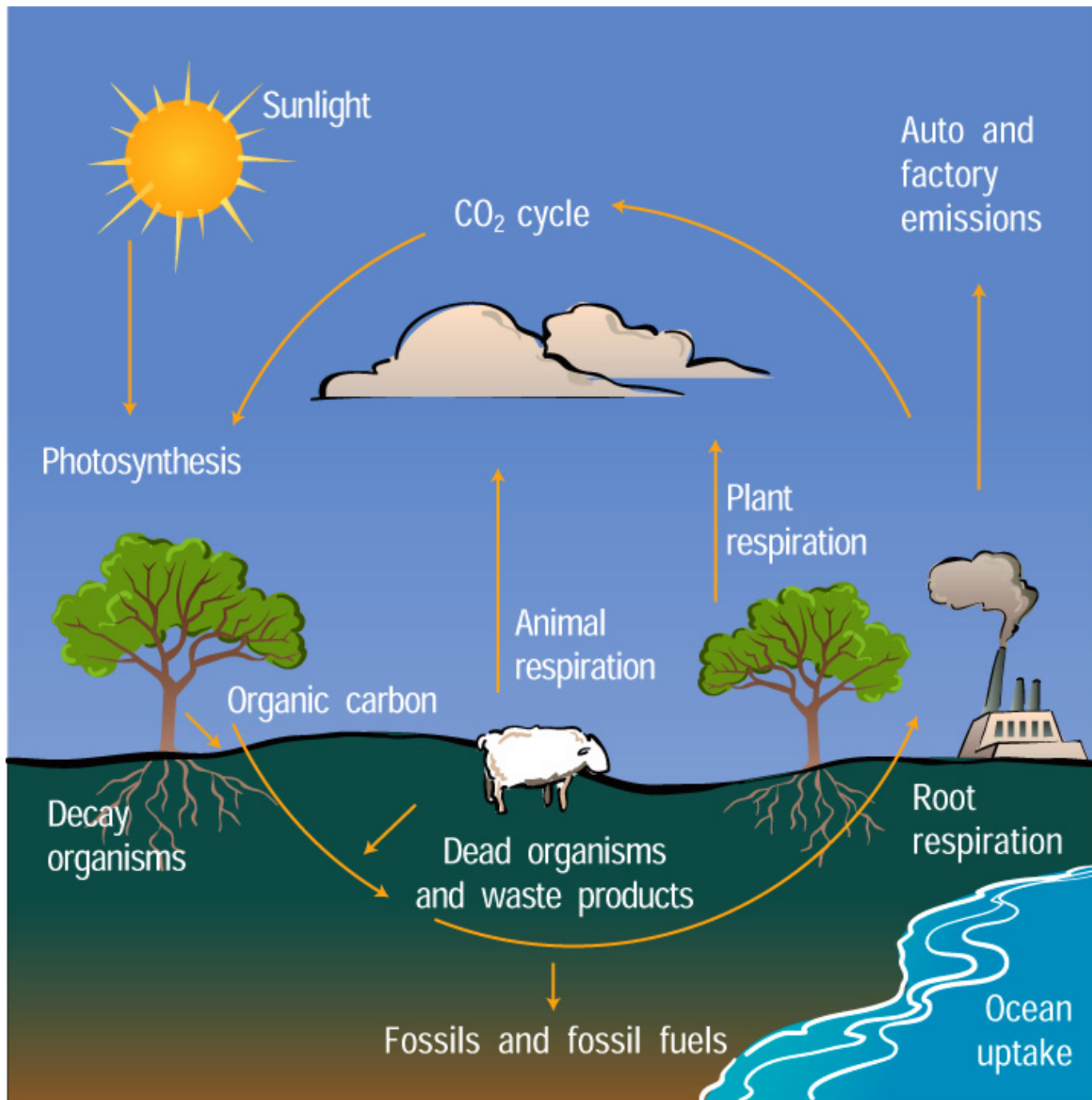


Auf der Erde ankommende Solarstrahlung und In den Weltraum emittierte Erdstrahlung

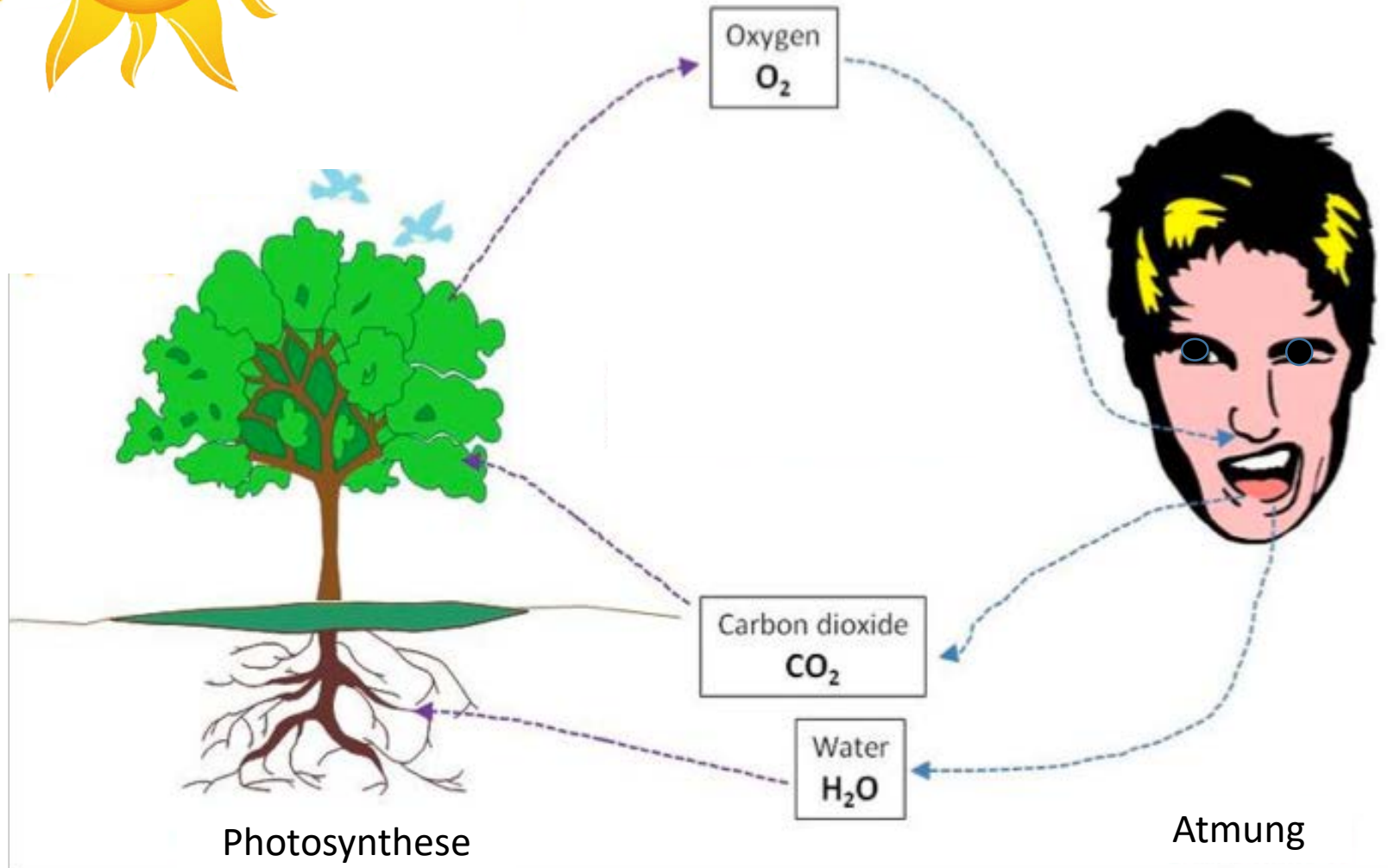




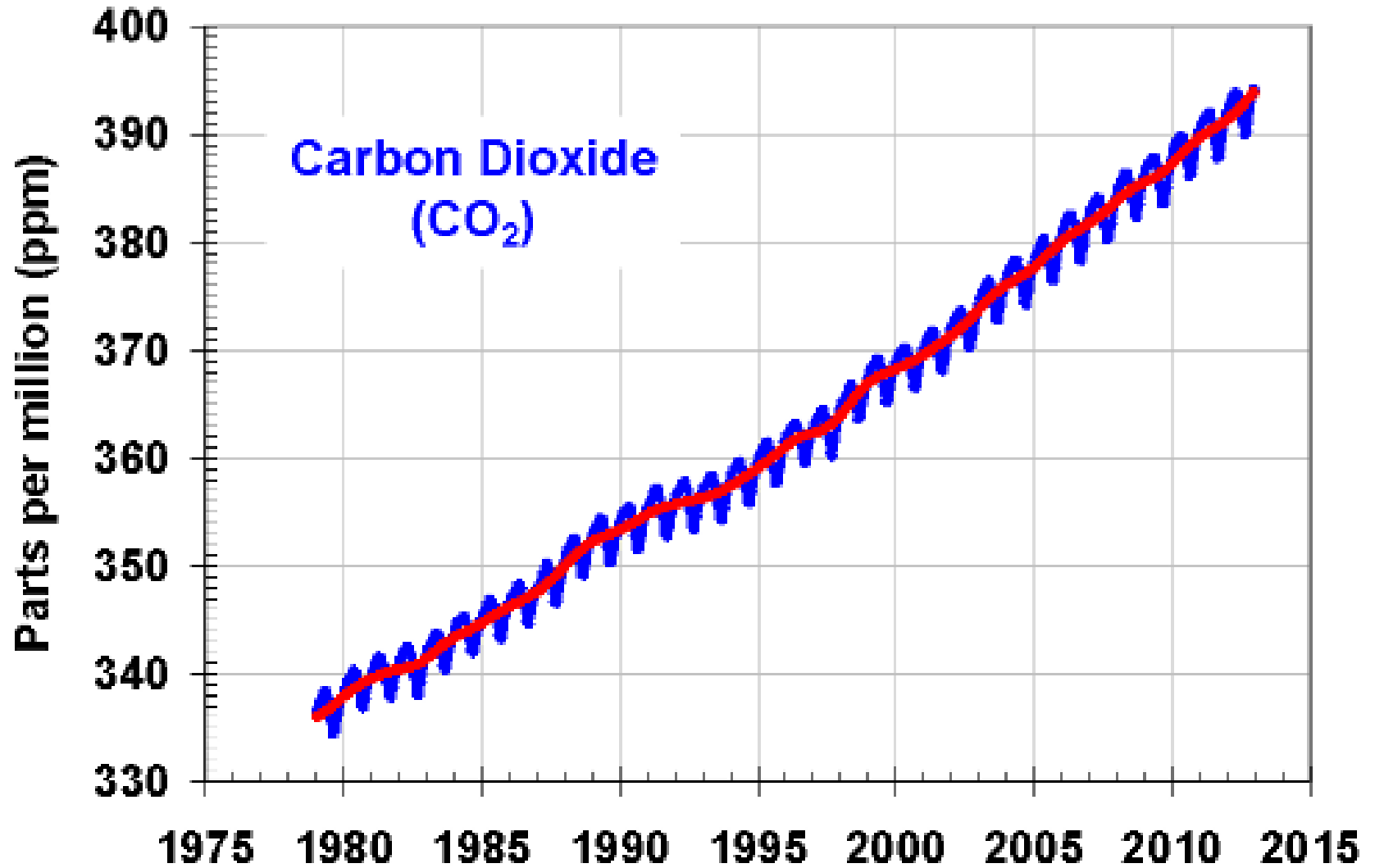
© 2006 Merriam-Webster, Inc.



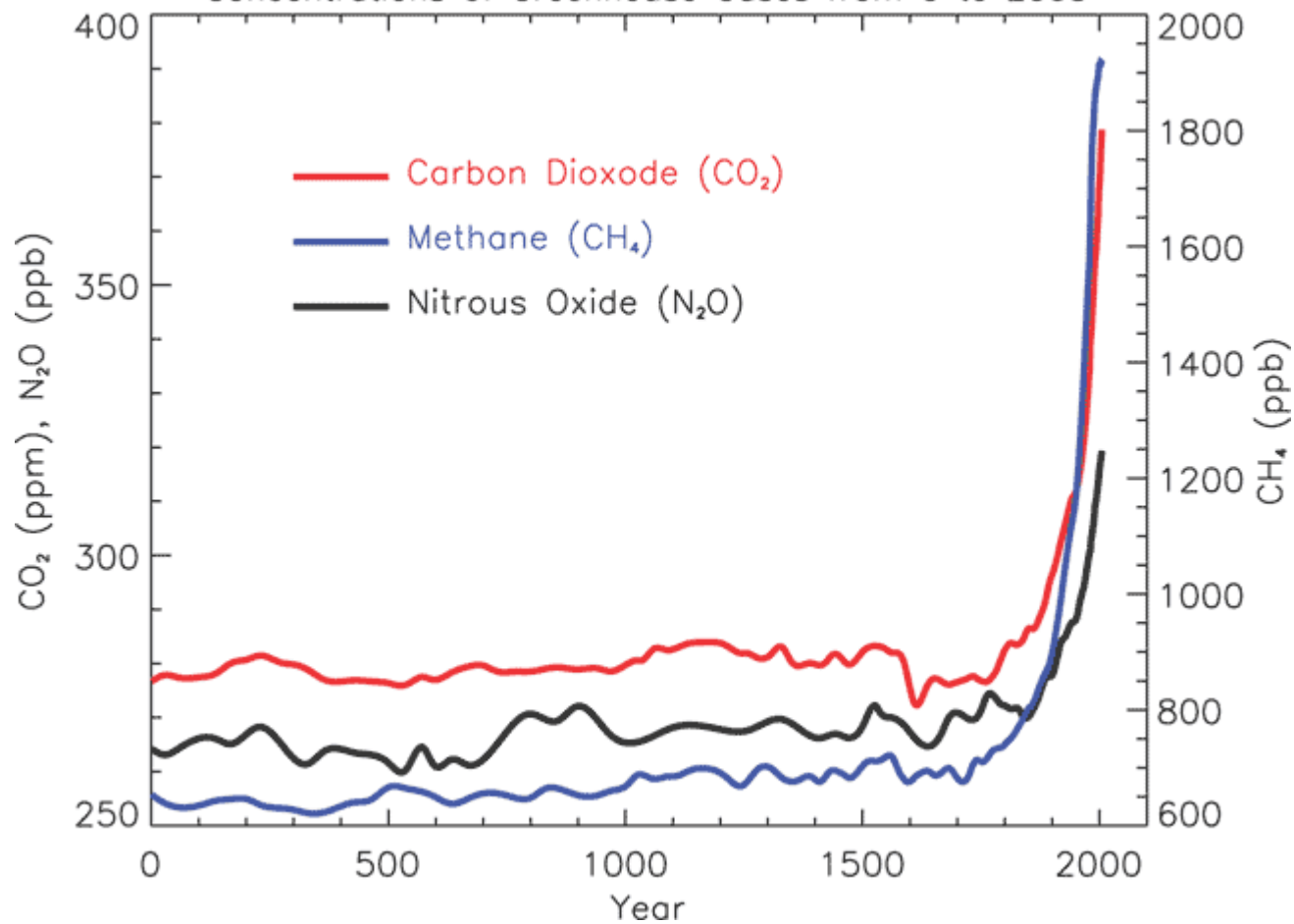
Ingredienzien der Photosynthese



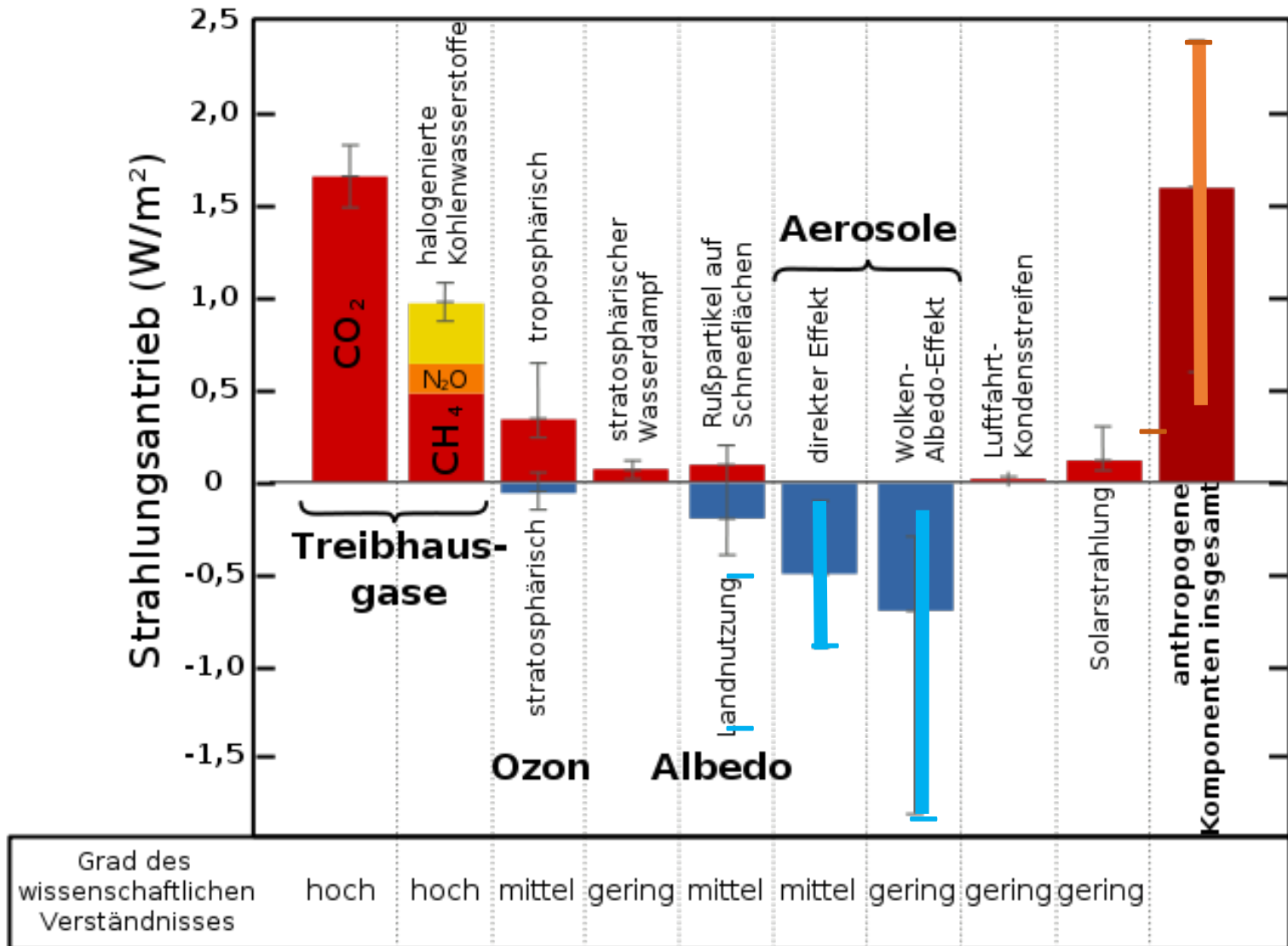
CO₂ Konzentration 1975 - 2015



Concentrations of Greenhouse Gases from 0 to 2005

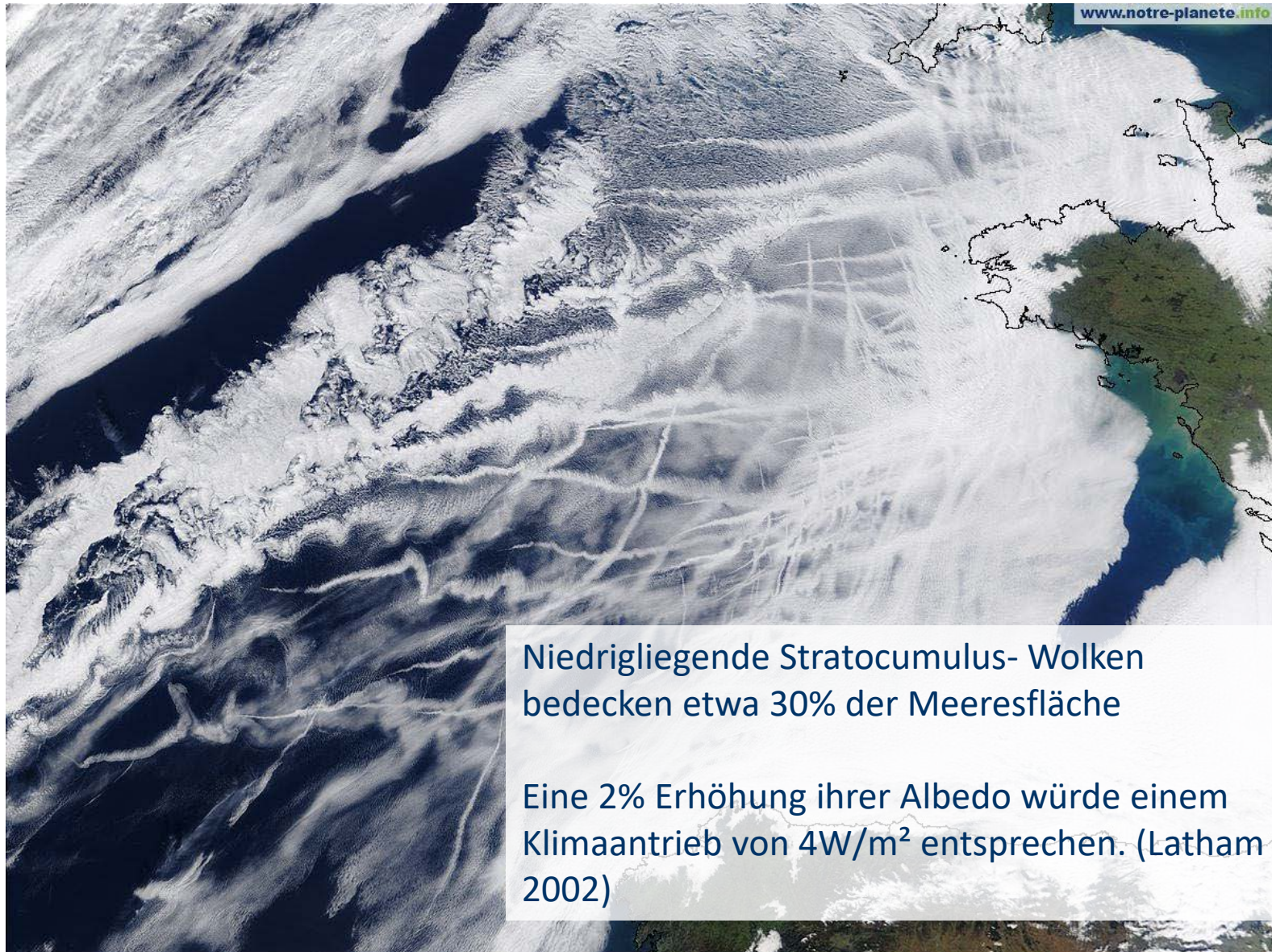


Komponenten des Strahlungsantriebs*



*taken from IPCC Fourth Assessment Report

Vom Schiffsverkehr verursachte erhöhte Wolkenreflektivität

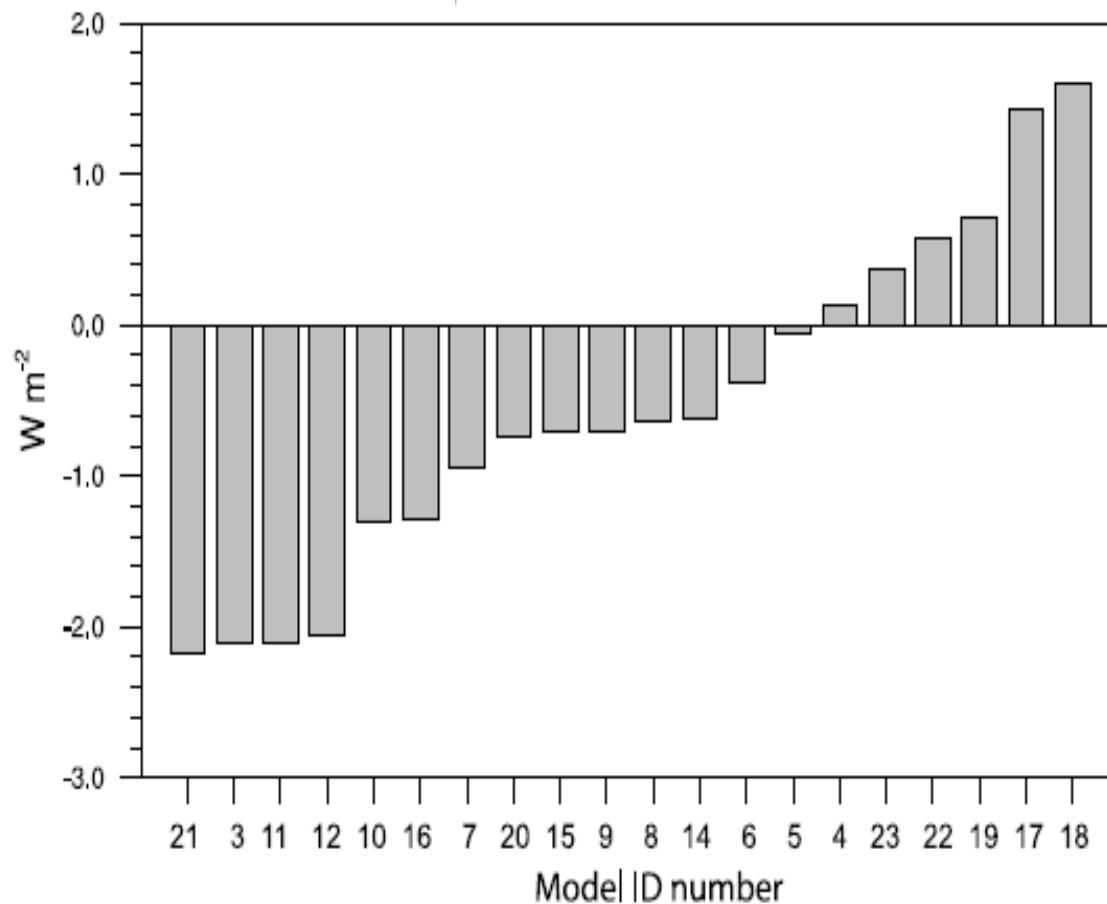


Niedrigliegende Stratocumulus- Wolken
bedecken etwa 30% der Meeresfläche

Eine 2% Erhöhung ihrer Albedo würde einem
Klimaantrieb von $4\text{W}/\text{m}^2$ entsprechen. (Latham
2002)

Welche Veränderungen des Wolkenstrahlungsantriebs sagen die Modelle für den Vergleich von 1980-1999 und 2080-2099 voraus?

Die Resultate
unterschiedlicher
Modelle
IPCC 2007



Es ist kontrovers - machen wir also Experimente!

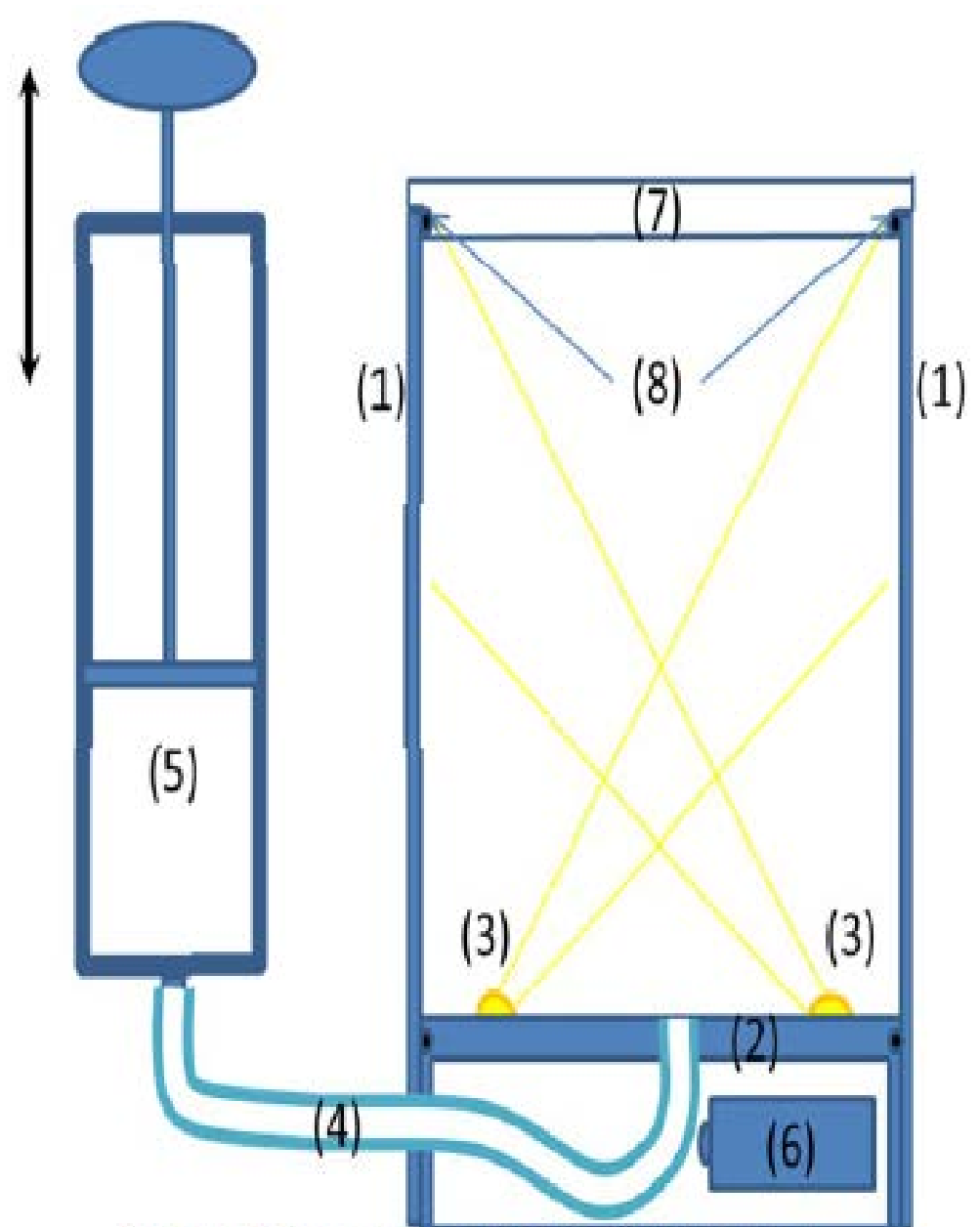
Wie
bildet sich
diese Wolke?



Wolkenkammer-Experimente*

*Thomas Leisner, KIT priv.
Mitt.2016

- 1) Kammer
- 2) Boden
- 3) Leuchtdioden
- 4) Saugschlauch
- 5) Pumpe
- 6) Batterie
- 7) Schauglas



Adiabatische Expansion:



Durch Verringerung des Drucks in der Kammer
Sinkt die Temperatur

Expansion trockener Luft:



Leichte Nebelbildung erscheint

Feuchte Luft(z.B. Atem)



Stärkere Nebelbildung erscheint

Beispiel Wolkenbildung durch Windräder



Quelle: <http://www.vi-rettet-brandenburg.de/volksinitiative/news/windpark-schmeisst-mit-wolken>

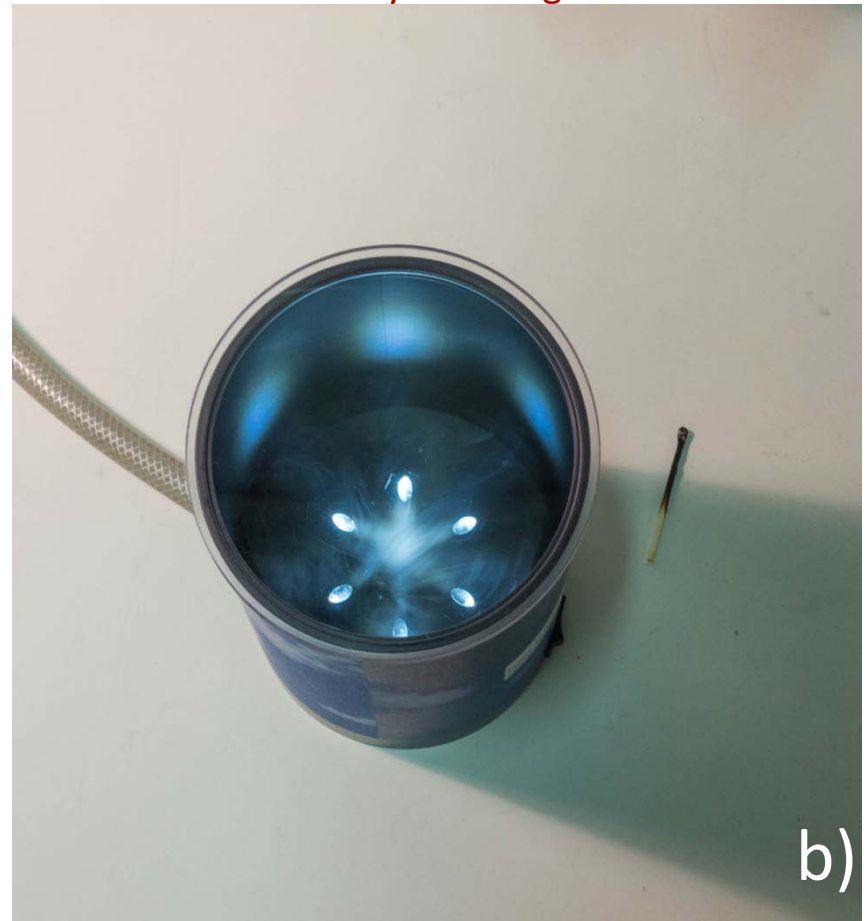
Nebelbildung unterstützt durch Kondensationskeime

Ein brennendes Streichholz
wird kurz durch die Kammer passiert



Kleine unsichtbare (Nano)Partikel
Verbleiben in der Kammer

Durch adiabatische Expansion
wird das System abgekühlt



Eine sehr starke Nebelbildung
erscheint

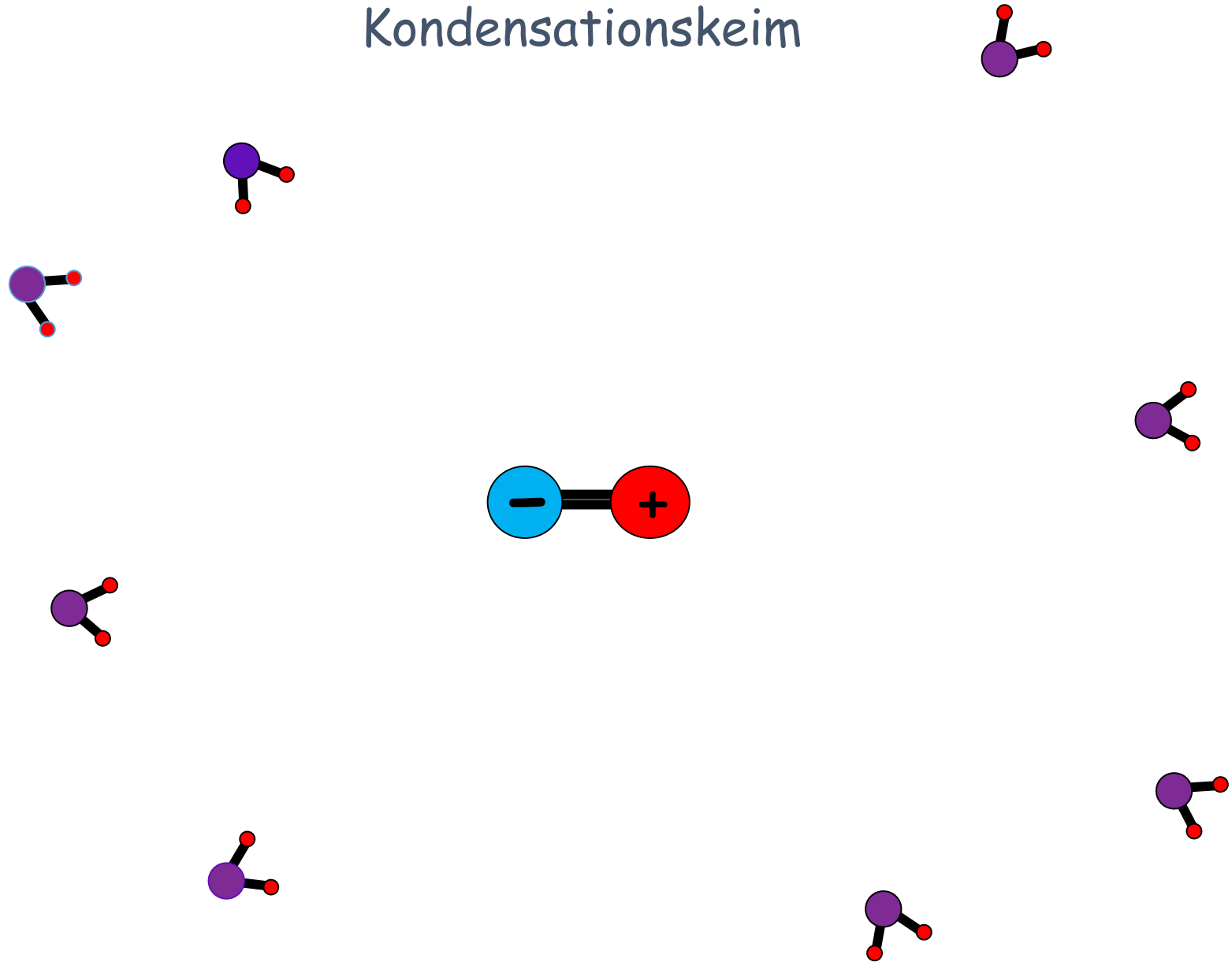
Beispiel: Kondensationsstreifen



Quelle: http://www.allmystery.de/dateien/gg3651,1259079934,Kondensstreifen_515.jpg



Kondensations Mechanismus an wasserlöslichem Kondensationskeim



Beispiel: Regenwald



Ist das die Alternative ?



Gewittersturm



Die Gewitterwolke entsteht aus einer sich mit ausreichender Luftfeuchte schnell bildenden Wolke. Durch eine von Außen zugeführte initiale Hebung entsteht im Inneren der Wolke ein sich durch Kondensation und dem Gefrieren selbst verstärkender Auftrieb. Beide verursachen ein Freisetzen latenter Wärme. Dieser stark wachsende innere Auftrieb erzeugt die Gewitter-typischen Erscheinungen Sturm, Starkregen, Hagel, Ladungstrennung

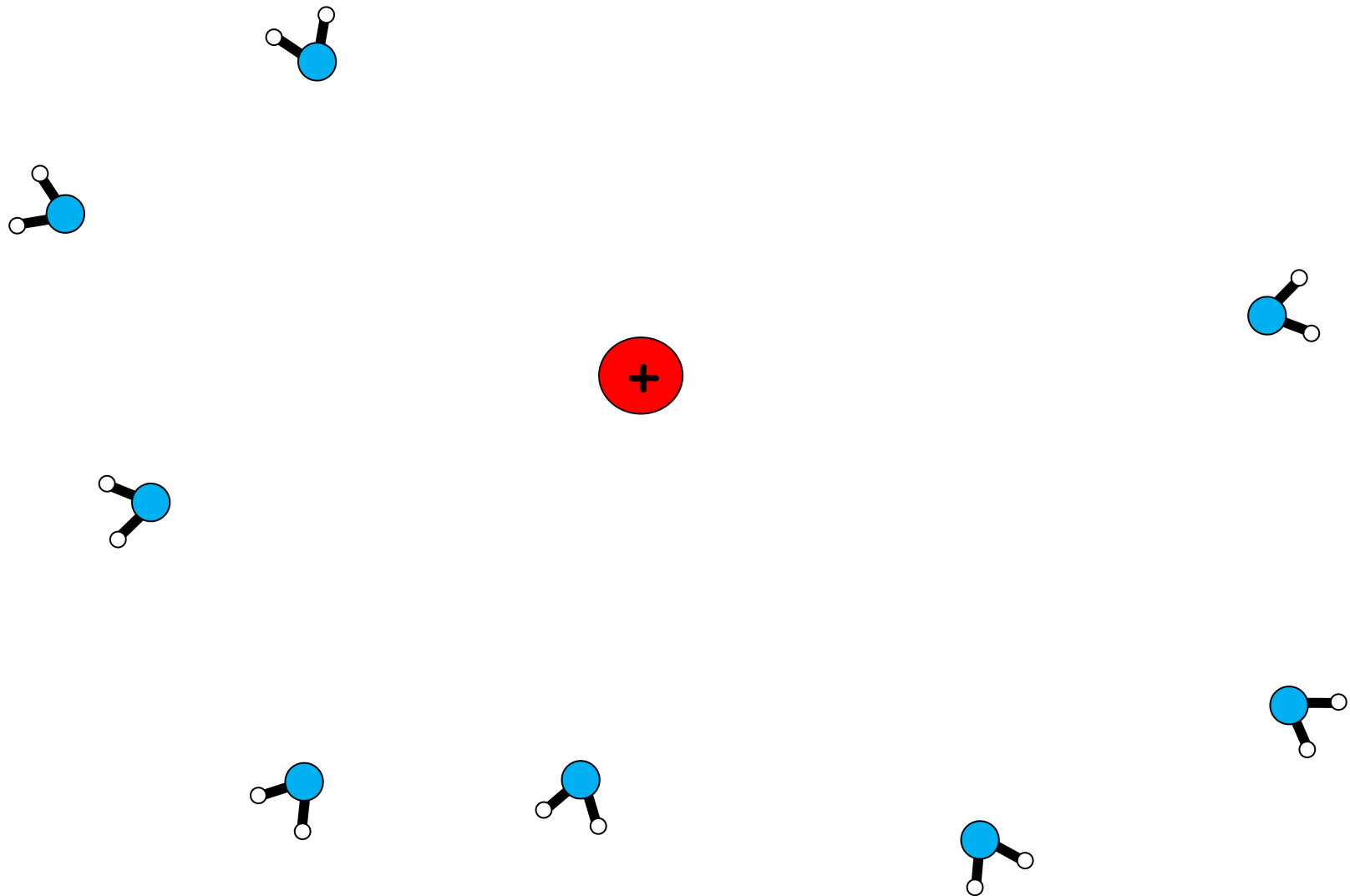
... machen wir dazu einen Versuch in der Wolkenkammer !

Tröpfchenbildung in Gegenwart elektrischer Ladungen



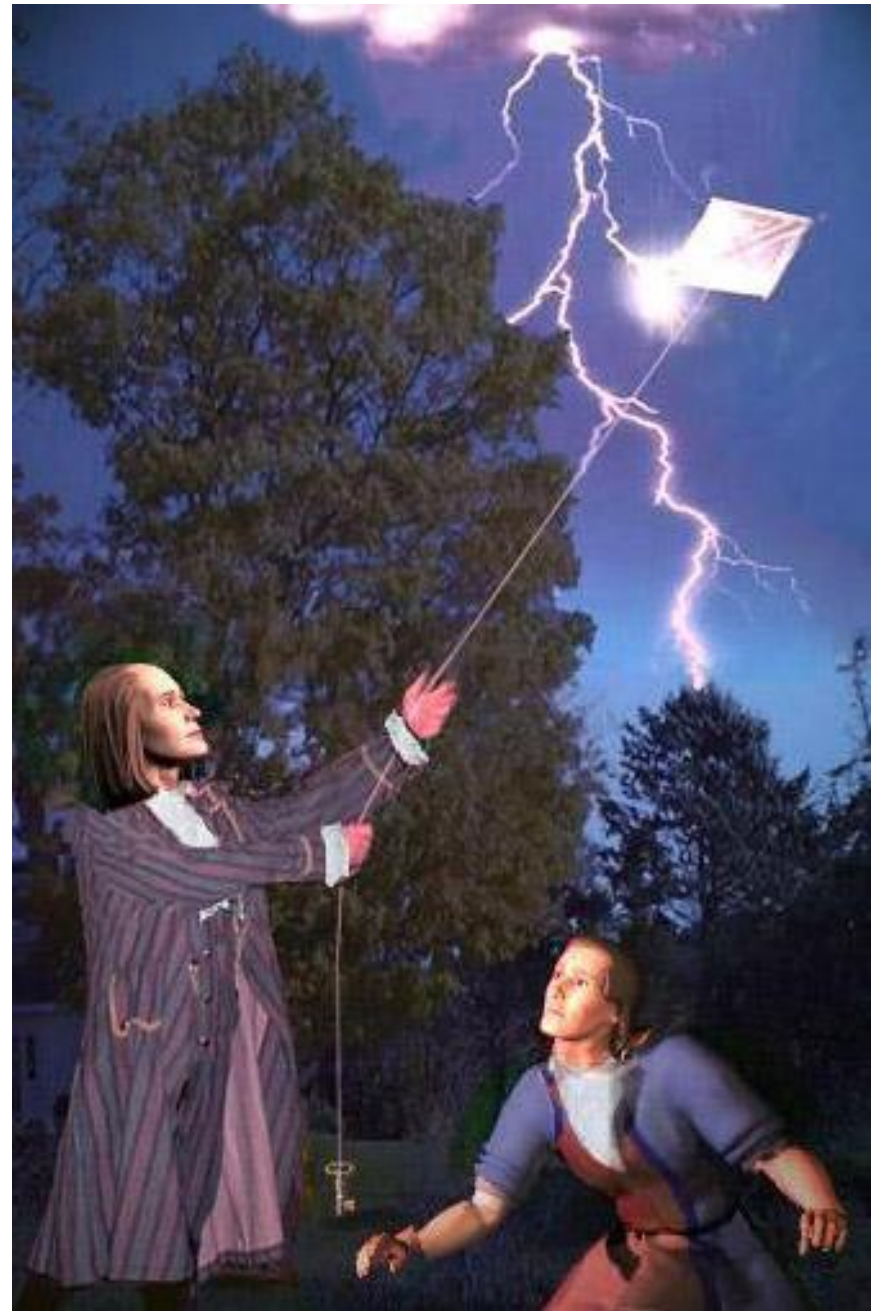


KONDENSATIONSMECHANISMUS AN GELADENEM KEIM

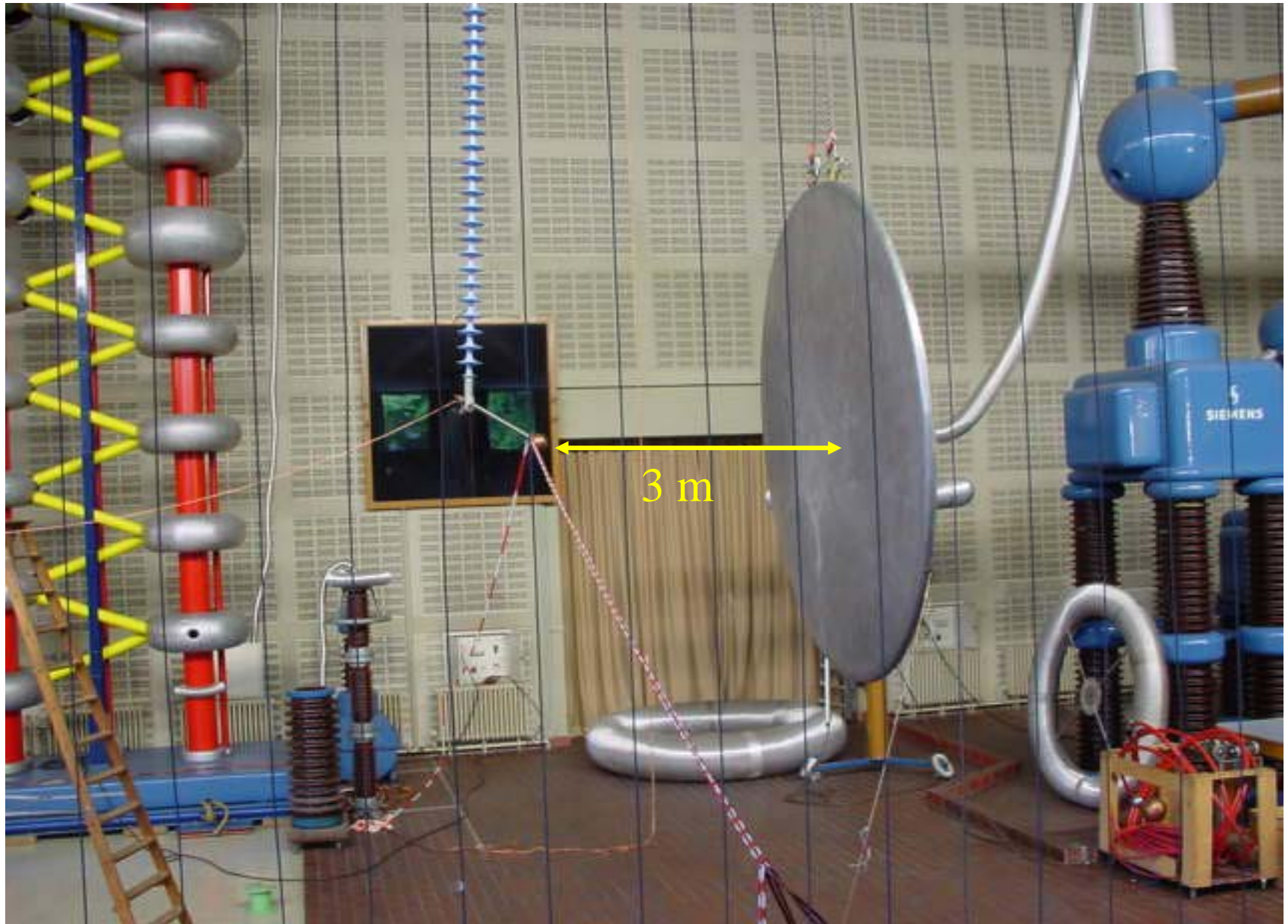


WIE KÖNNEN WIR UNS
VOR GEWITTERN
SCHÜTZEN?

...er hatte die erste Idee!

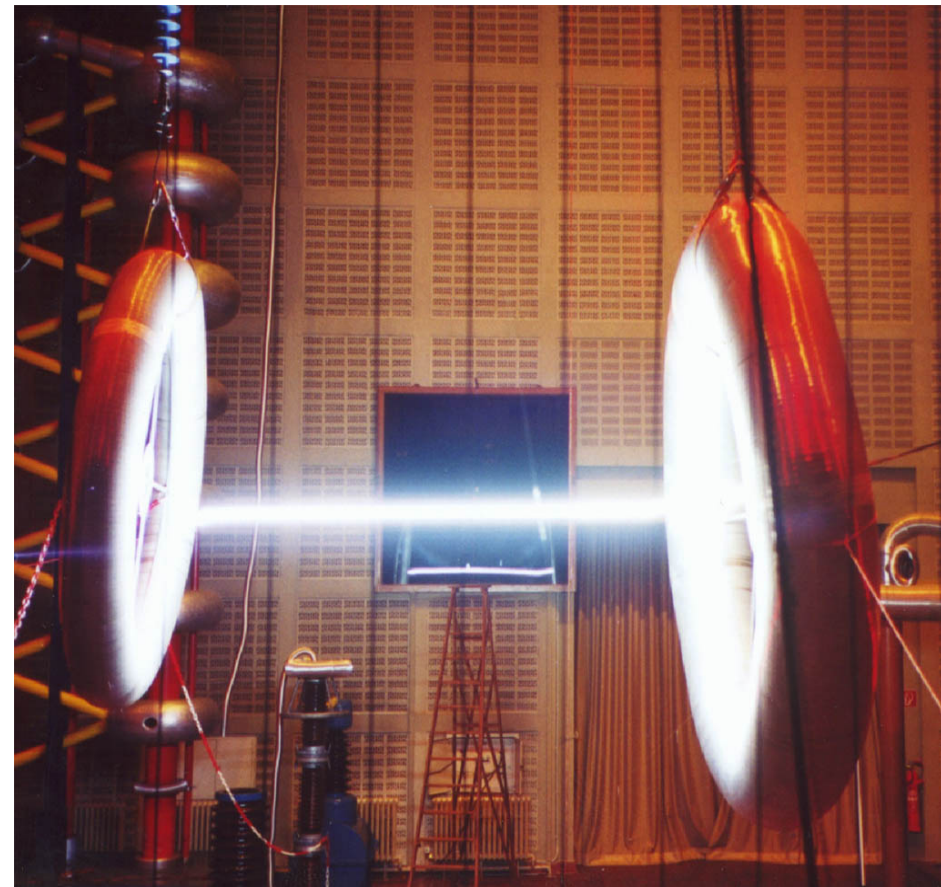
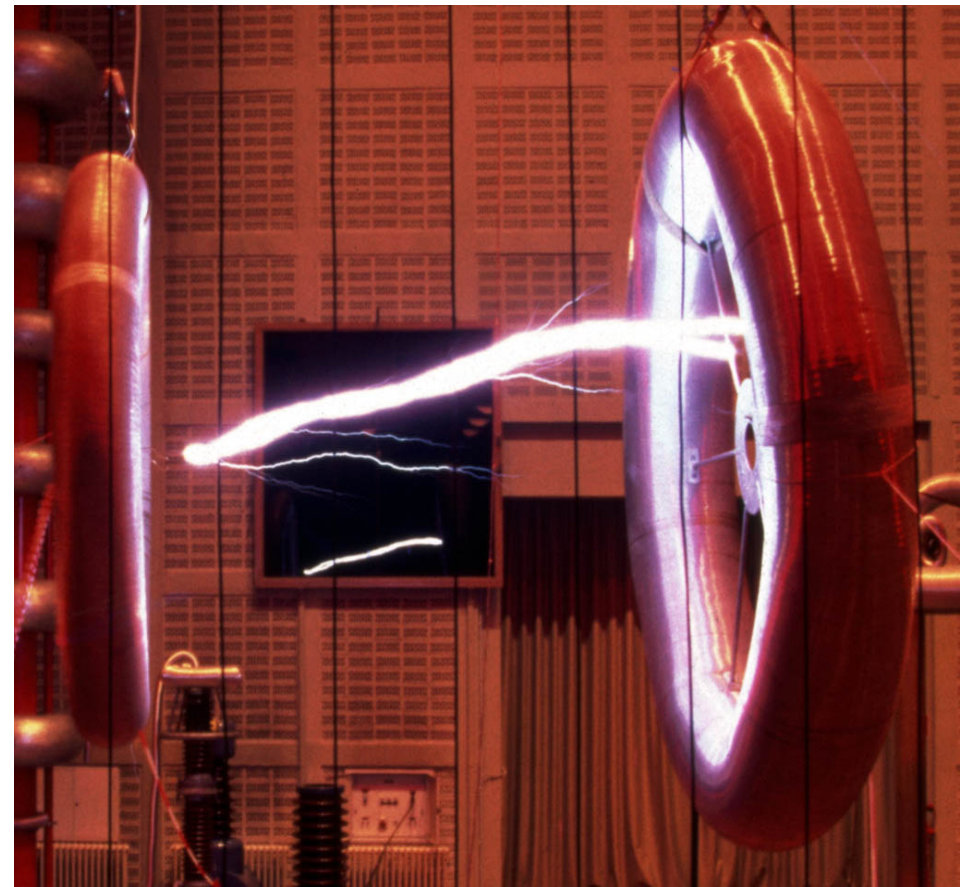


Kontrolle elektrischer Entladungen



1 MVolt

0.7 MVolt



Ohne Laser

Mit Laser

Feld Kampagne

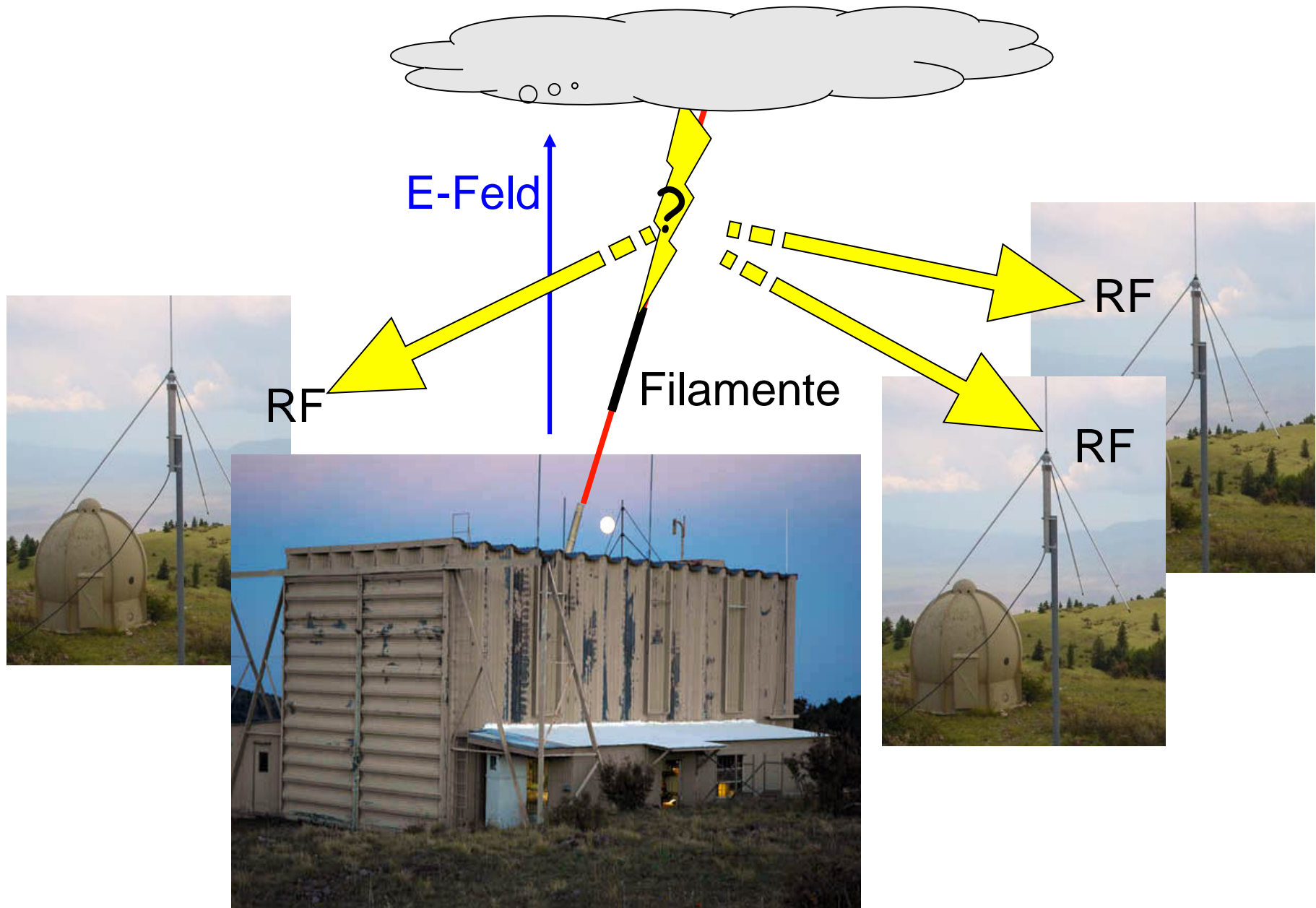


Langmuir Laboratory,
New Mexico
Höhe 3200 m

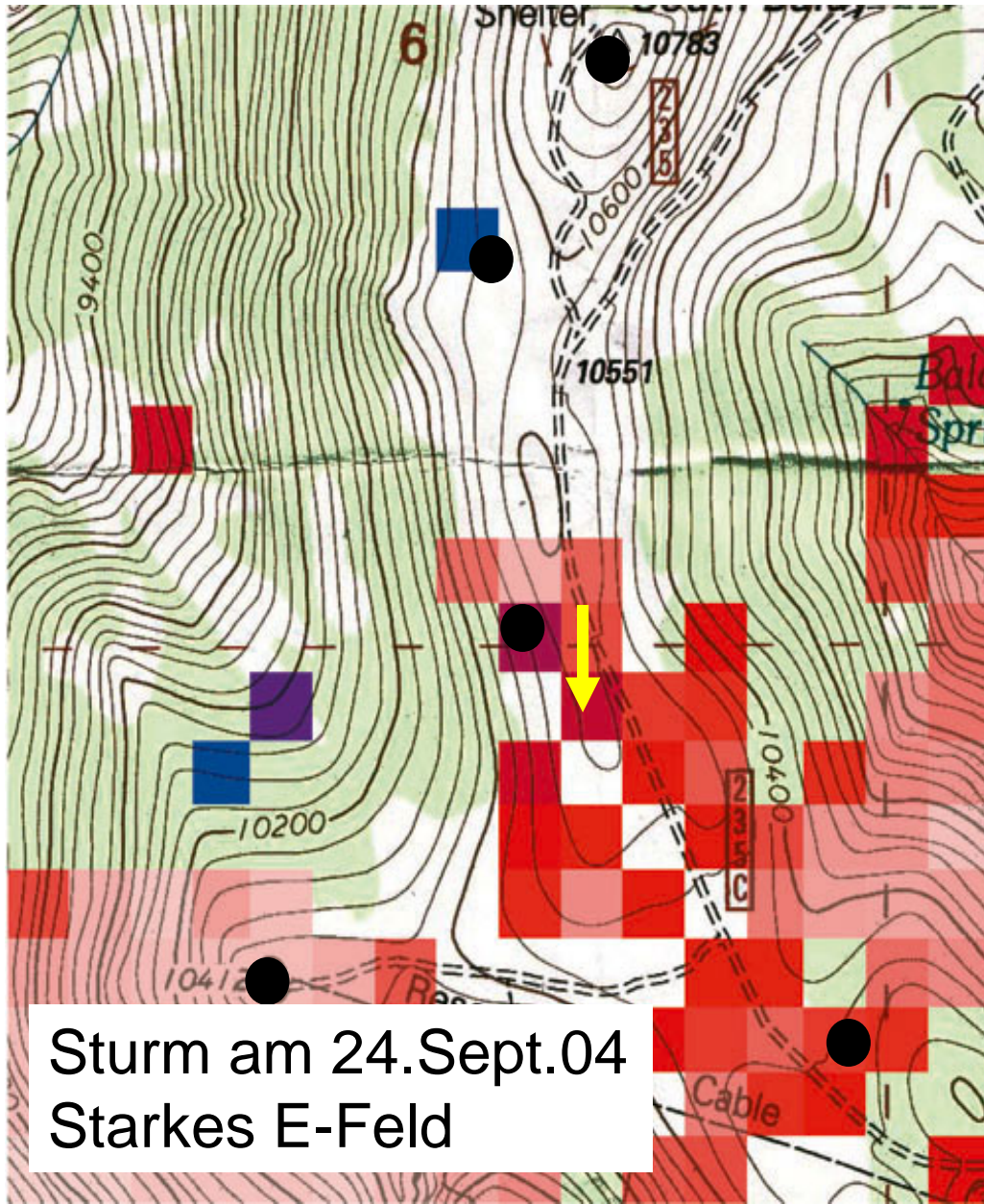
Metall Hangar:
Faraday Käfig für das Teramobile



Experimentaufbau



Blitz Einschläge



● RF Detektoren (LMA)

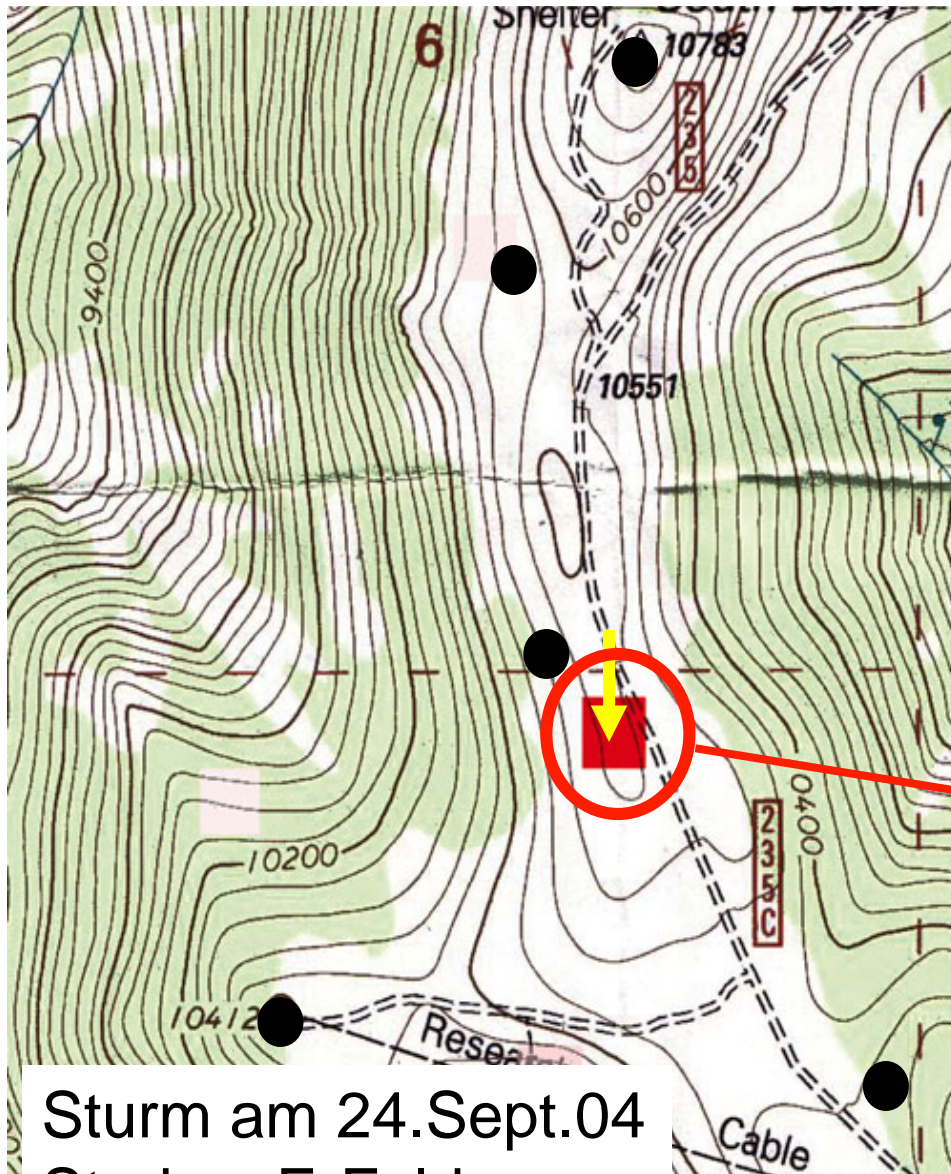
↓ Laser und Filament

100 %

Lasst uns nach
Puls-synchronisierten
Einschlägen schauen!

0 %

Mit dem Laser koinzidierende Einschläge



● RF Detektoren (LMA)

↓ Laser und Filament

100 %

Vertrauensfaktor $1-\alpha$
= statistisch signifikant

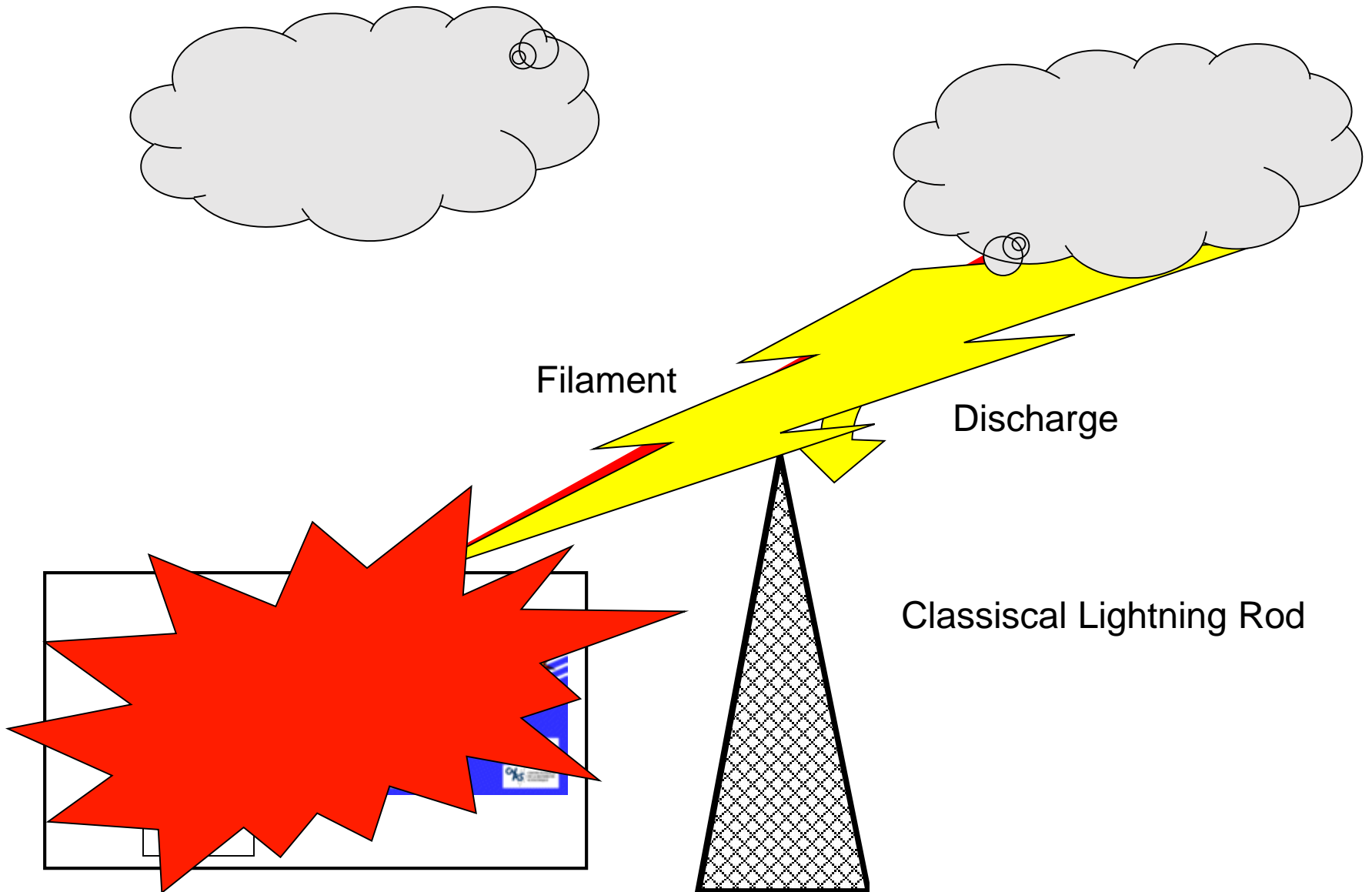
Durch den Laser
getriggerte Einschläge!

98 %

Sturm am 24. Sept. 04
Starkes E-Feld

J. Kasparian et al., *Optics Express* 16, 5757 (2008)

Lightning Control

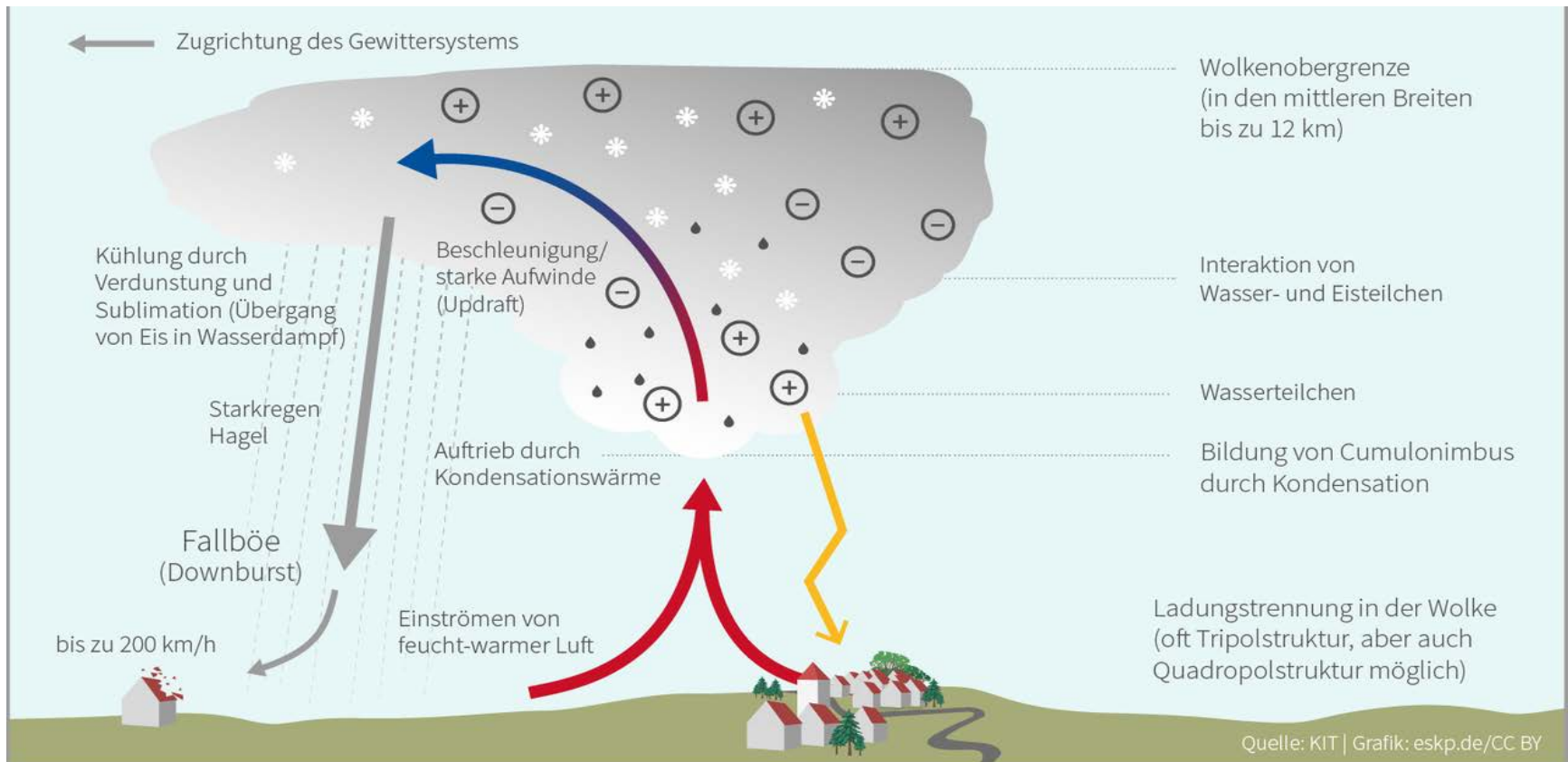




Hagel

Wie schützen wir uns davor?





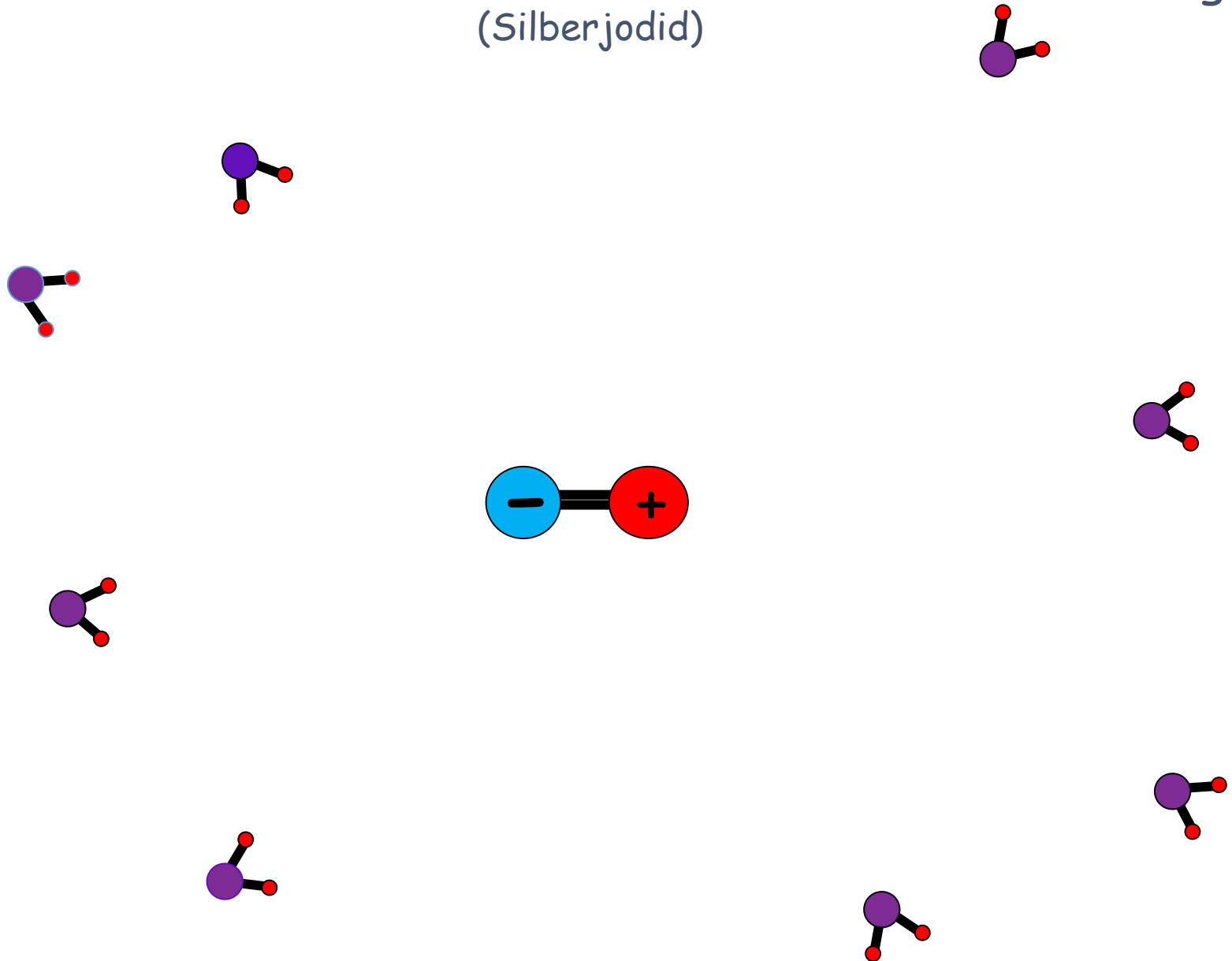
Hagel entsteht, wenn in Gewitterwolken heftige Aufwinde kleine Wassertröpfchen nach oben wirbeln. Dort gefrieren sie zu Eis, fallen und steigen wieder auf. Je größer die Gewitterwolke und je stärker die Aufwinde, desto häufiger wiederholt sich dieser Vorgang, bis die Eisklumpen schließlich so groß sind, dass sie der Aufwind nicht mehr trägt und sie zu Boden fallen. Hagelkörner können zu gefährlichen Geschossen werden. Normalerweise haben sie einen Durchmesser von fünf bis zehn Millimetern, in Extremfällen sind sie mehr als zehn Zentimeter groß.

Hagel Flieger ?





Er nutzt den starken Kondensations Mechanismus an AgJ (Silberjodid)

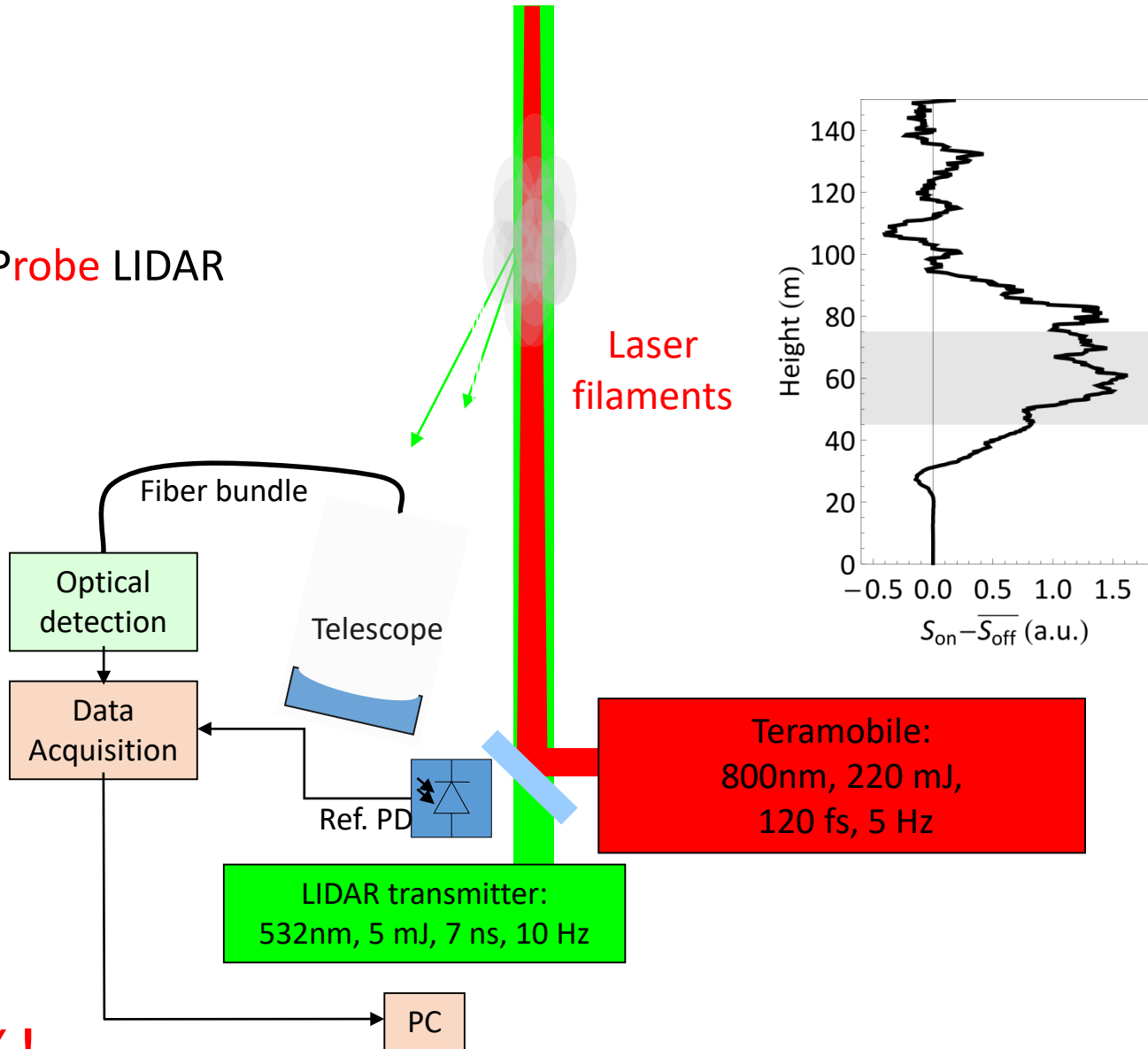


-Wollen wir wirklich die
Atmosphäre mit
Silberjodid belasten ?

-Versuchen wir es
alternativ mit einem
Laser!

Entfernte Wasserkondensation mit Lasern !

Das Pump&Probe LIDAR



@ RH~70%!

Danke!

DasTeam



Matthieu Lalanne, Falko Schwaneberg, Albrecht Lindinger, Oliver Gause, Jörg Wichmann
Hao Zuoqiang, LW, Georg Achazi, Fabian Weise

Monika Pawlowska, Franz Hagemann, **Philip Rohwetter**, Torsten Siebert
Andrea Merli, **Walther Nakaema**, Cristina Kaposta, Brigitte Odeh, Thomas Gelot, **Kamil Stelmaszczyk**

And to our cooperation Partners:

Jean-Pierre Wolf, Jerome Kasparian, Roland Sauerbrey, Andrè Mysorowicz and their coworkers