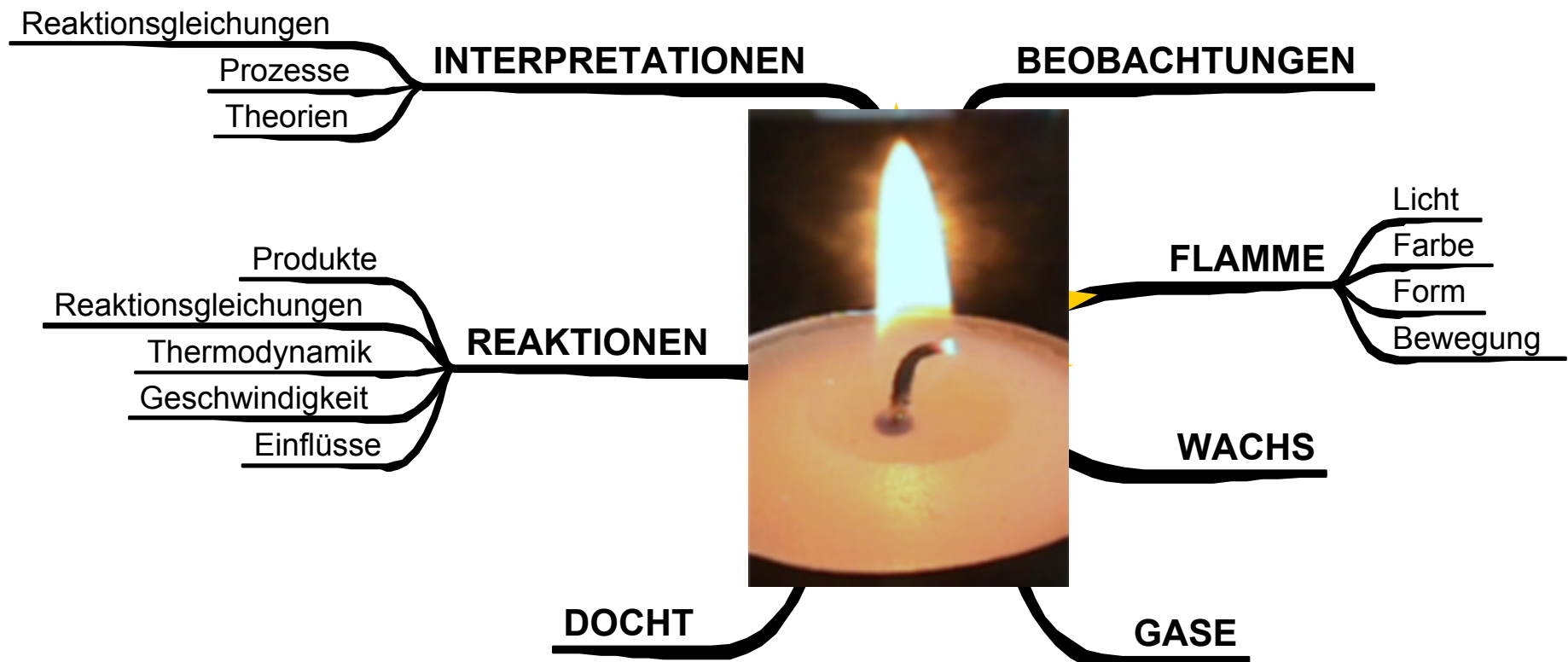




Wachs

- Bei einer Kerze ist Wachs der Brennstoff. Wachs besteht aus einfach gebauten **Kohlenwasserstoffketten** : ca 18 - 20 Kohlenstoffatome ($C_{20}H_{42}$), die an den Seiten noch Wasserstoffatome tragen; **Kohlenstoff** und **Wasserstoff** sind die Hauptbestandteile von fast allen brennbaren Substanzen auch von Bienenwachs, Pflanzen- und Tierölen.

Wachs verdampft

- Bei Zimmertemperatur ist Wachs fest; zündet man den Docht an, beginnt das Wachs, zu **schmelzen**. "Schmelzen" bedeutet, dass die Hitze die Wachsmoleküle in Bewegung versetzt. Die Wachsketten lösen sich voneinander - das Wachs wird "flüssig" - und vom Docht durch **Kapillarwirkung** hochgesogen; die starke Hitze bringt die Wachsmoleküle dazu, sich noch heftiger zu bewegen, sie lösen sich vom Docht und zerbrechen schliesslich in kurzen Stücken als Gase. Diese Spaltung durch Hitzeenergie nennt man **"Pyrolyse"**; die kurzen Bruchstücke sind viel reaktionsfreudiger als die langen, trägen Wachsketten.

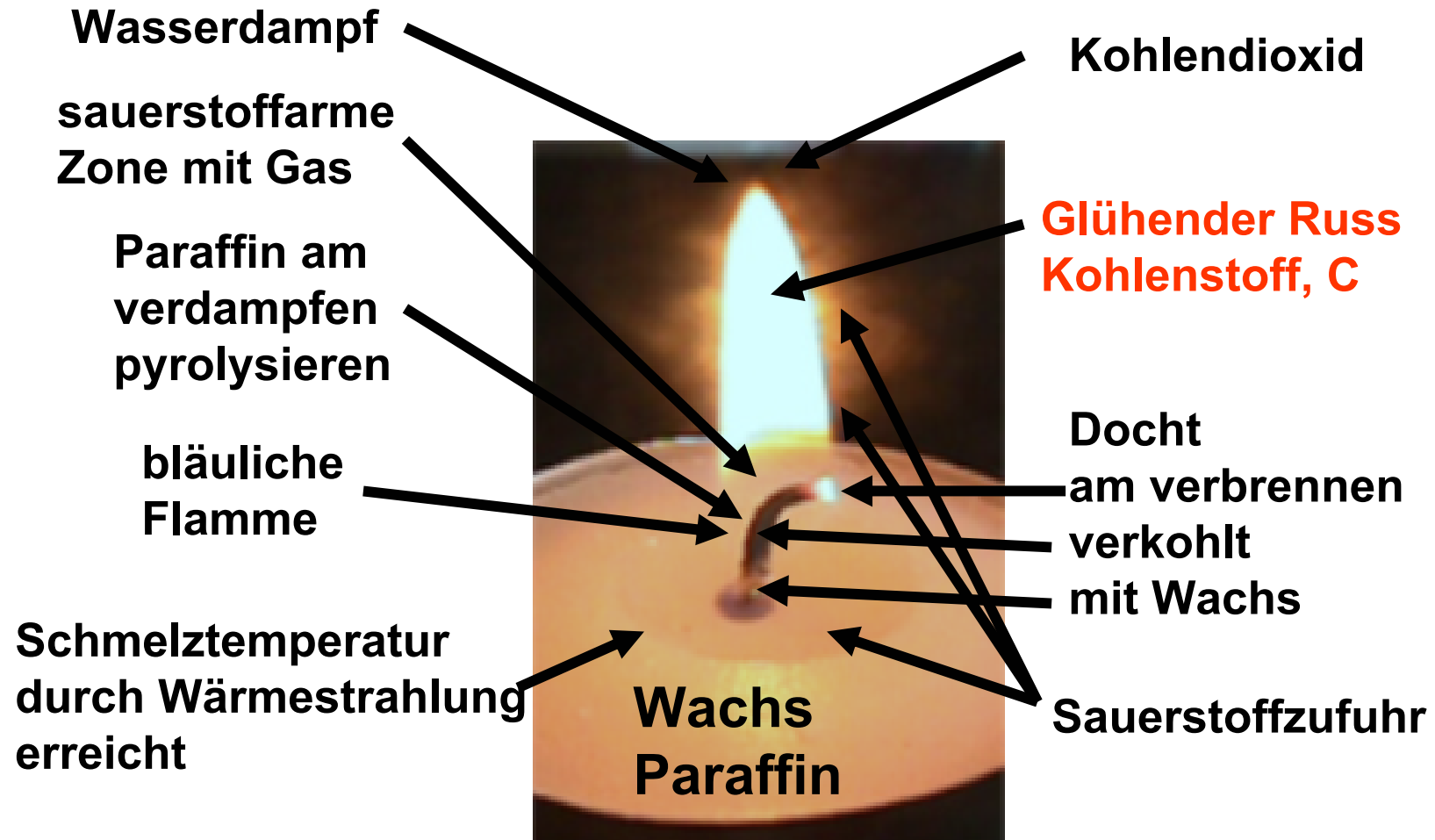
Beobachtungen

- Der Docht ist immer etwa gleich lang.
- Die Flamme ist immer etwa gleich hoch.
- Die Flamme beginnt nicht direkt am Docht.
- Mit einem Reagenzglas kann **Wasser** als Kondensat nachgewiesen werden.

Beobachtungen

- Der **Russ** ist nur im gelben Teil nachzuweisen.
- Über der Flammenspitze hat es keinen Russ mehr.
- **CO** lässt sich im gelben Teil der Flamme nachweisen (Drägerröhrchen).
- Wenn die Flamme leicht angeblasen wird, bildet sich eine Russwolke.

Kerze brennt



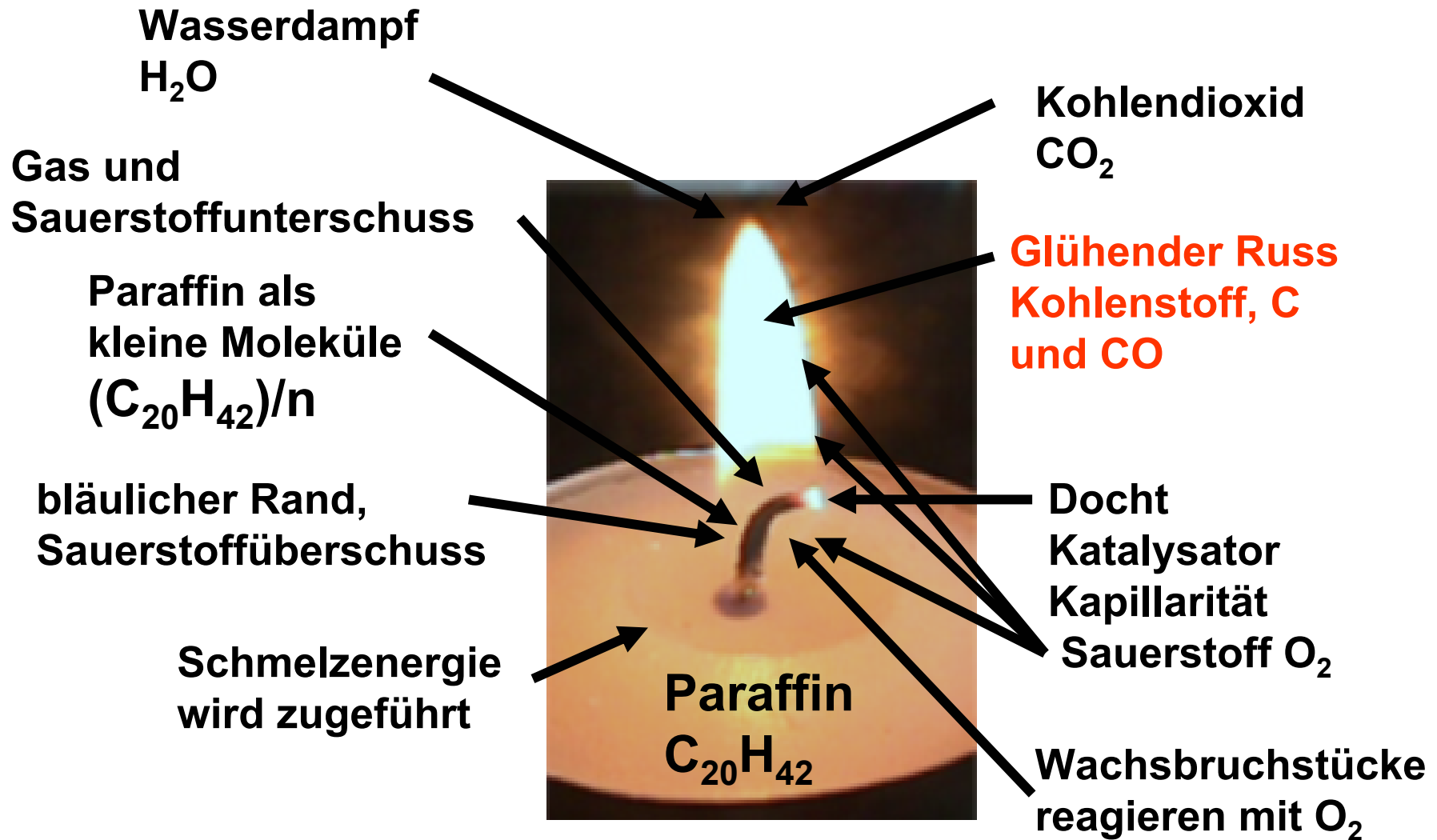
Wachs brennt

- **Jetzt kommt der Luftsauerstoff zum Zuge und reagiert mit dem Wasserstoff in den Bruchstücken. Das ist die eigentliche Verbrennung: aus Sauerstoff und Wasserstoff entsteht unsichtbarer Wasserdampf. Dabei wird viel Energie in Form von Licht und Wärme frei. Diese Energie zerlegt immer mehr Brennstoff wird kleine Bruchstücke, die dann wiederum mit Sauerstoff reagieren. Eine Kettenreaktion ist in Gang gekommen. Das Feuer brennt von alleine weiter. Ein Teil der Energie wird dabei in Form von blauem Licht abgestrahlt, wie es an der Basis der Kerzenflamme sichtbar ist.**

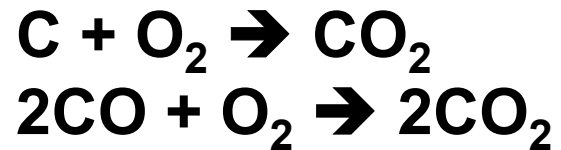
Die gelbe Flamme

- Zurück bleiben die **Kohlenstoffatome**, die kleine, kugelförmige **Russ**partikel bilden; diese Russpartikel sind über 1000 Grad Celsius heiss und glühen deshalb in dem typischen warmen, gelben Licht, das eine Kerze so gemütlich macht.

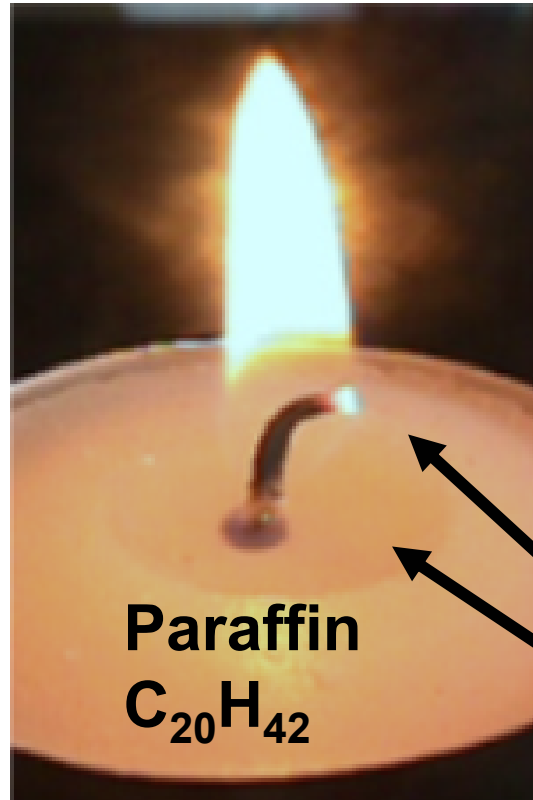
Kerze brennt



Reaktionsgleichungen



Gespaltenes,
pyrolysiertes
Paraffin
 $(\text{C}_{20}\text{H}_{42})/n$



Paraffin
 $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$

O_2 wird
„angesogen“



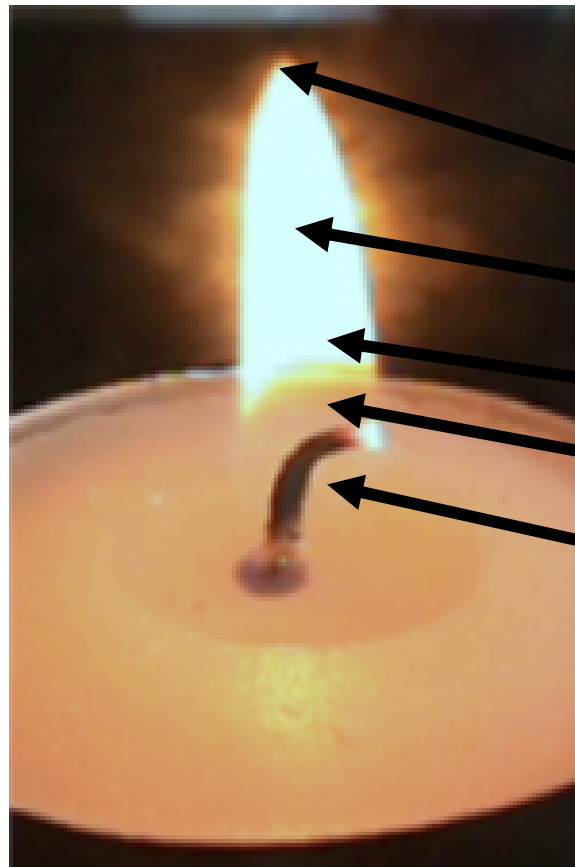
Wärmestrahlung der Flamme

- Während sich die glühenden **Russpartikel** nach oben bewegen, reagieren auch sie mit dem Luftsauerstoff und werden zu dem Gas **Kohlendioxid**. Auch dabei wird Energie frei, die zum Teil in Form von Hitze abgestrahlt wird und zum Teil den Zerlegungsprozess an der Basis der Flamme aufrechterhält - bis das gesamte Wachs verbrannt ist.

Folgerungen

- Die Reaktionen laufen je nach dem Verhältnis Paraffin-Dampf/Sauerstoff unterschiedlich.
- Zuerst reagiert der Wasserstoff mit dem Sauerstoff (hat die kleinere EN).
- Der reine Kohlenstoff verbrennt erst oberhalb der gelben Flamme.

Temperaturen (selbst gemessen)



600 °C

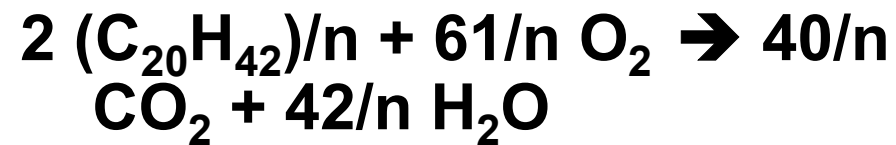
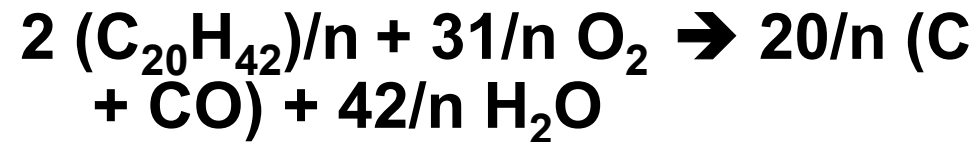
800 °C

900 °C

650 °C

300 °C

Thermodynamik

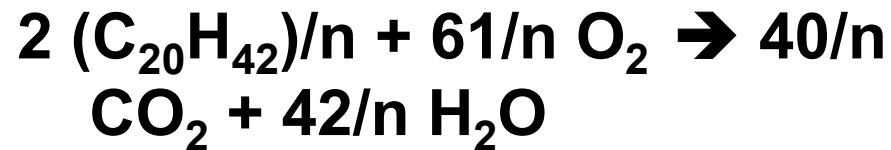
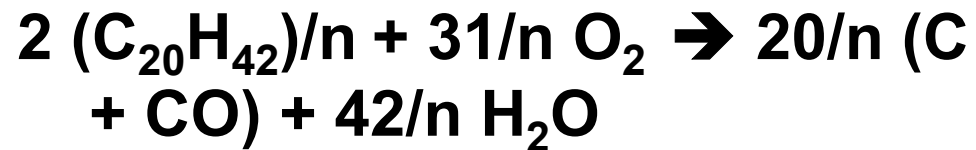


Die Reaktionen sind exotherm,
es wird heiss

Die Produkte sind polarer als
die Edukte



Reaktionsgeschwindigkeit



Die RG ist gegeben durch:
Paraffinzufuhr (Oberfläche,
Temperatur) und die
Sauerstoffzufuhr



Reaktionsgeschwindigkeit

Die Reaktionsgeschwindigkeit ist ungefähr konstant, weil die Flamme etwa immer gleich hoch ist.



Reaktionsgeschwindigkeit

Die RG ist gegeben durch:

Die Härte des Wachses

Die Oberfläche des Dochts

Die Farbe der Kerze!!!

**(Blau brennt schneller als
Weiss oder Rot)**



Flammenform

Die Flammenform ist nur im gelben Teil gut sichtbar.

Die ist bestimmt durch:

- **die Gasausdehnung in der Flamme,**
- **den thermischen Auftrieb,**
- **die Sauerstoffzufuhr.**

