

# H2+ Tunneleffekt Untersuchung

Hans Ulrich Stalder, 2015 / V. 8.2 (wird nicht realisiert)

## Abstrakt

Für den folgenden Versuch wird ein ionisiertes Wasserstoff-Gasmolekül (Kation) mit einem Magnetfeld ausgerichtet. Mit einem Mikrowellen-Generator wird das durch Tunnelionisation entstandene H<sub>2</sub><sup>+</sup> Gas bestrahlt und in (Resonanz) Schwingung versetzt. Ob dabei weitere Tunneleffekte auftreten ist Gegenstand der Untersuchung.

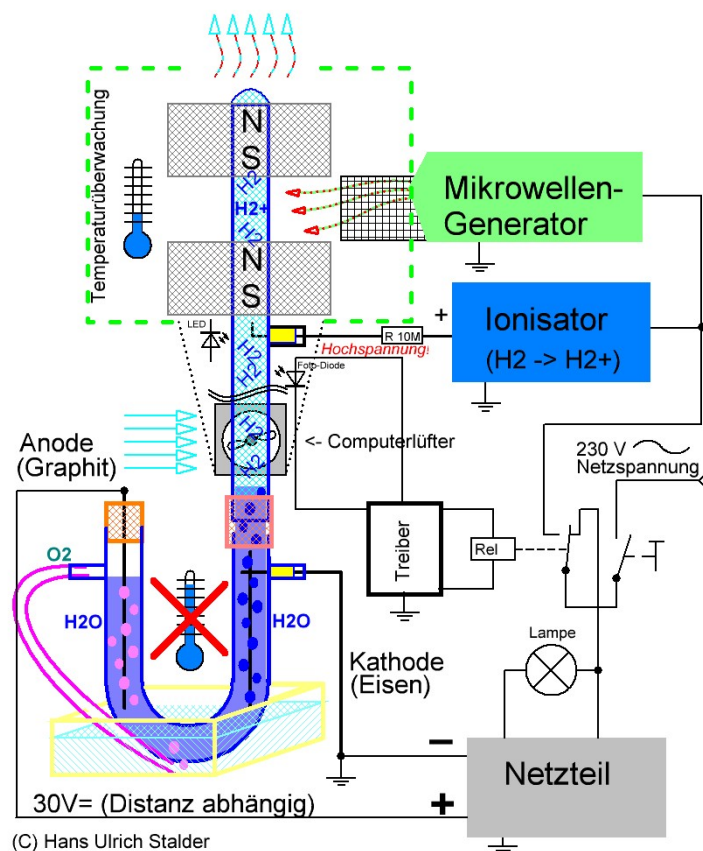
## Prolog

Der folgende Artikel (unbekannter Herkunft) wurde mir freundlicherweise zugestellt und darf in dieser Abhandlung nicht fehlen.



## Automatisierter Prozess (von unten nach oben)

1. Wasserstoff-Gas Herstellung durch Wasserelektrolyse;
2. Lichtschranke-Steuerung: Das Netzteil der Wasserelektrolyse wird abgeschaltet sobald im Kolben das H<sub>2</sub>O durch H<sub>2</sub> Gas ersetzt wurde, zeitgleich wird der Ionisator und der Mikrowellen-Generator eingeschaltet;
3. H<sub>2</sub> Ionisierungs-Unterstützung mit positiver Hochspannung (> 800 Volt);
4. Mit dem Mikrowellen-Generator wird das H<sub>2</sub> und das H<sub>2</sub><sup>+</sup> Gas bestrahlt.



### Warnung:

**Die vorliegende Schaltung ist gefährlich und darf nur von fachkundigen Personen gebaut werden (Explosionsgefahr, Hochspannung und gefährliche Strahlung). Jegliche Haftung wird abgelehnt.**

Für fehlerhafte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden. Ich distanziere mich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten aller verlinkten Seiten und mache mir diese Inhalte nicht zu eigen. Urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

## Prämissen

Tunneleffekt ist in der Physik eine veranschaulichende Bezeichnung dafür, dass ein atomares Teilchen eine Potentialbarriere von endlicher Höhe auch dann überwinden kann, wenn seine Energie geringer als die Höhe der Barriere ist. Nach den Vorstellungen der klassischen Physik wäre dies unmöglich, nach der Quantenmechanik ist es möglich. Mit Hilfe des Tunneleffekts wird unter anderem der Alpha-Zerfall von Atomkernen erklärt. ....

Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/Tunneleffekt](http://de.wikipedia.org/wiki/Tunneleffekt)

H<sub>2</sub> mit einer  $\sigma$ -Bindung (H-H unpolare Einfachbindung) hat eine grössere Bindungsenergie als H<sub>2</sub><sup>+</sup>.

Das H<sub>2</sub><sup>+</sup> Ion mit einem ungepaarten Elektron ( $S=1/2$ ) ist paramagnetisch. Das H<sub>2</sub>-Molekül mit zwei gepaarten Elektronen ( $S=0$ ) ist diamagnetisch.

Der Abstand zwischen den Atomkernen von H<sub>2</sub><sup>+</sup> (die Bindungslänge) beträgt 1,06 Å.

Quelle: Elektronen und Chemische Bindung - Harry B. Gray

Je kleiner der Abstand zwischen zwei Kernen ist, desto mehr überlappen die Wellenfunktionen der einzelnen Atome und um so höher ist die

Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Elektrons zwischen den beiden Kernen.

Umgekehrt führt dies beim H<sub>2</sub><sup>+</sup> zu einer abstossenden Gesamtkraft zwischen den beiden Atomen.

Moleküle ohne permanentes Dipolmoment können ihren Rotationszustand nur durch Stösse verändern.

Für kleine Amplituden sind die Schwingungen eines Moleküls gut durch die eines harmonischen Oszillators beschrieben. Die Bindungsenergie vom H<sub>2</sub><sup>+</sup> ist 2.65 eV.

Quelle: Internet phys4\_L25 und L26

Die Bahnbewegung des Elektrons um die Molekülachse ergibt ein Magnetfeld entlang dieser Richtung. Infrarot-Anregung: bei heteronuklearen Molekülen (diese haben ein Dipolmoment, das sich mit dem Kernabstand ändert) können mit Hilfe von Infrarot-Strahlung Schwingungs- und Rotationsübergänge optisch angeregt werden

Quelle: Internet Skript\_10\_ss2011-ExIV-HELM.PDF

Anregung durch elektromagnetische Strahlung:

Eine molekulare Schwingung wird angeregt, wenn das Molekül ein Quant mit der Energie  $E = h \cdot \nu$  absorbiert. Hierbei ist  $\nu$  die Frequenz der Schwingung und  $h$  das plancksche Wirkungsquantum. Das Molekül wird auf seine Normalschwingung angeregt, wenn ein solches Quant durch das Molekül im Grundzustand absorbiert wird. Wenn ein weiteres Quant absorbiert wird, wird der erste Oberton angeregt.

Weitere absorbierte Quanten regen das Molekül zu höheren Obertönen an.

Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/Molekülschwingung](http://de.wikipedia.org/wiki/Molekülschwingung)

## **Zum Prozess im Kolbenglas.**

Unmittelbar nach dem Umschalten von der Katalyse zur Bestrahlung sind noch keine Moleküle vorhanden. Somit hat das Magnetfeld auch noch keinen Einfluss auf die Ausrichtung der Moleküle und werden aus zufälligem Winkel bestrahlt und dabei erhitzt. Ein thermischer Vorgang bewirkt das Emittieren von Elektronen (Dissoziation durch Stossionisation). Für den weiteren Verlauf erachte ich es für wichtig, dass die Ionisierungsspitze nahe am bestrahlten Bereich liegt. Mit zunehmender Ionisierung richten sich immer mehr Moleküle zum Magnetfeld aus und werden daher auch zunehmend rechtwinklig zum Mikrowellen-Sender bestrahlt und entsprechend erregt. Dabei werden sie in Schwingung versetzt und produzieren hoffentlich Oberwellen. Die Frage ist, was geschieht bei Erreichen der Resonanzfrequenz vom  $H_2^+$ , nur Strahlungsspektrumsänderung?

Ein sichtbares Glimmen im oberen Bereich vom Reagenzglas ist in jedem Fall nicht auszuschliessen. Kritiker von diesem Experiment würden dazu sagen, dass das Anknippen einer Taschenlampe effektiver wäre und dazu noch viel weniger aufwendig.

## **Überlegungen zur Konstruktion**

Die Idee zu dieser Konstruktion war eigentlich keine, das Projekt hat sich einfach so eingeschlichen. Daher entbehrt es auch jeglicher wissenschaftlicher Grundlage.

Die Benutzung von Stabmagneten anstelle von Ringmagneten würden eine  $H_2$  Bestrahlung von oben erzwingen, sofern die ausgerichteten Moleküle dem Magnetfeld entsprechend (daher auch rechtwinklig) bestrahlt werden sollten. Eine Bestrahlung von oben ist aber auszuschliessen, da dies Wasserdampf auf der Wasseroberfläche im U-Rohr erzeugen würde.

Ein langes Rohr-System drängt sich auf, weil sonst in keinem anderen Fall auszuschliessen ist, dass nicht irgendwo eine kleine Sauerstoff-Blase hängen geblieben ist (auch ein Stopfen mit zwei Löcher, für die Anode und die Sauerstoffausscheidung, kann dies nicht ausschliessen).

Der Einsatz einer Ionisations-Einheit dient dazu das Emittieren von Elektronen zu unterstützen und einmal emittierte „abzusaugen“. Damit wird angenommen, dass sich die freien Elektronen nicht wieder zurück zu den Molekülen (oder Atomen) bewegen.

Was den „Mikrowellen-Generator“ betrifft, hat das vorgesehene Gerät zwar keine definierte Frequenz, spielt aber beim ersten Versuch keine Rolle. Entgegenkommend ist dieses Gerät dafür mit wenig Leistung ausgestattet und macht einen zweiten Versuch erst wahrscheinlich. Zudem unterstreicht dieses saloppe Vorgehen einmal mehr, dass dieses Projekt auf Intuition und nicht auf berechneter Grundlage beruht.

## Verwendetes Material

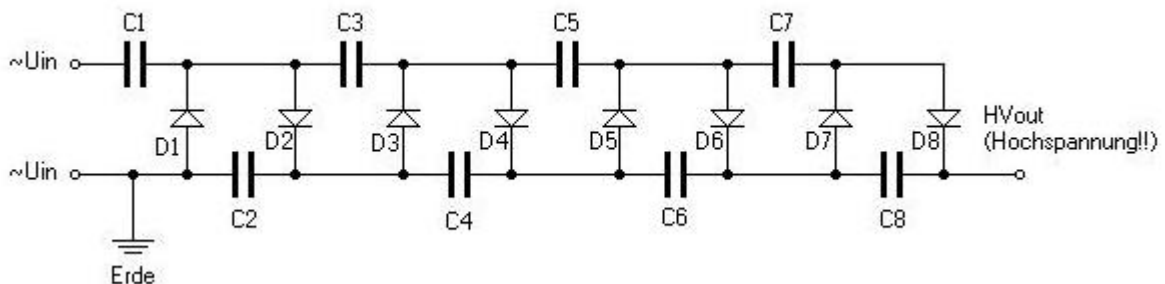
### H<sub>2</sub>O

Mehrfach destilliertes Wasser mit ganz wenig gelöstem Kochsalz.

### Elektroden

Bei vorliegender Kochsalzlösung sind Anoden seitig Platin- oder Graphit-Elektroden (oder Bleistiftminen) normalen Eisenstiften vorzuziehen.

### Hochspannungskaskade



Dioden: 1N4007 (oder BA159 / 1000V)

Kondensatoren: WIMA FKP1 Impulskondensatoren 2kVDC / 700VAC / 47nF

Endwiderstand: Hochspannungswiderstand 10 MOhm / 1,6 kV

Ausgangsspannung: zirka 800 Volt

Quelle: [illumina-chemie.de/hochspannungskaskade-t1647.html](http://illumina-chemie.de/hochspannungskaskade-t1647.html)

Schaltung seriell verdoppeln und die Dioden ebenfalls seriell zweifach anlegen.

Mit Vorschalt-Transfomer 100V / 1A betreiben.

Die Elektroden-spitze ist sichtbar unterhalb vom unteren Magnet zu positionieren.

### „Mikrowellen-Generator“

Abgeänderter Mikrowellenherd von Heinz „Beanzawave“. Dieser ist mit Vorschaltgerät für den USB Anschluss (5V=) zu betreiben. Gemäss Hersteller arbeitet dieses Gerät in Kombination von Radio- und Handy-Wellen (Stand: April 2015). Damit ist wahrscheinlich der MHz- (UHF) und untere GHz-Bereich gemeint.

Folgende Änderungen sind am Gerät vorzunehmen:

- Grundsätzlich ist der ganze obere Teil zu entfernen und die Einzelteile zur Abschirmung der Strahlen (geerdet) zu verwenden;
- Ein/Aus-Schalter und Timer sind zu überbrücken;
- Für das Anbringen der Ringmagneten und dem Reagenzglas sowie für die Belüftung sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen;
- Die Strahlung ist gegen das Reagenzglas mit einem geerdeten Metallgitter auf acht Millimeter Höhe zu limitieren.



Zwei starke Axial Permanent-Ringmagnete, bei 15 mm Abstand noch >100 Gauss  
Ø innen = 30 mm (um die Kühlung zu garantieren: <80° C), Höhe max. 8 mm.  
Die Magnete sind im Abstand von 15 Millimeter voneinander zu positionieren.

### Laborraum

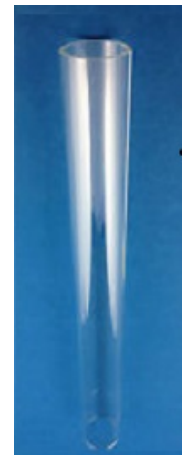
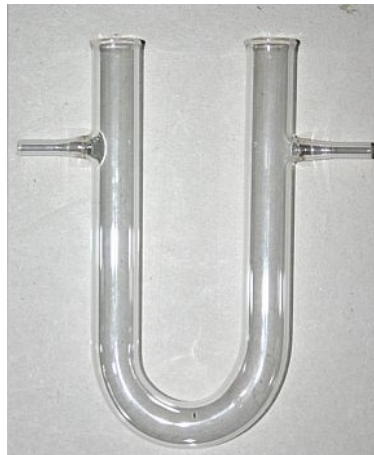
Abgedunkelt, aber mit offenem Fenster.

Phase 1: Beleuchtung ein (automatisiert);

Phase 2: Beleuchtung gedämpft.

### Labor-Einrichtungen

- Dickwandiges und Hitze beständiges, umgedrehtes Reagenzglas (Quarzglas) mit Ansatz (für die Hochspannungseinführung), Durchmesser 22 Millimeter;
- Glasrohrverbindungen: Gummischlauch (über die Rohrenden gestülpt);
- Langes U-Rohr mit Ansatz und Kathoden seitige Rohrverlängerung;
- Gummischlauch auf Anoden seitigen Ansatz gestülpt (zur Abführung vom entstandenen Sauerstoff und verdrängtem Wasser).



Hinweis: Der Raumausdehnungs-koeffizient von Wasserstoff-Gas ist eine isobare Zustandsänderung mit dem Koeffizient von ungefähr 37 (bei ungedehntem Gas). Dem Sicherheitsfaktor gerecht zu werden bedeutet dies: das Reagenzglas ist mit höchstens 5 cm Gas zu füllen. Zirka 100 cm Rohr ist für die Ausdehnung vorzusehen. Das destillierte Wasser darf nicht unter das Bogenende absinken und das U-Rohr muss bis zu den Ansätzen im Kühlwasser stehen.

### **Konstruktion**

Alle Einheiten sind auf eine vor-gelochte Holzplatte zu montieren. Diese Holzplatte wird in der Folge senkrecht und drehbar auf einem Trägergestell angebracht (diese Einrichtung ist zum Einfüllen vom Wasser notwendig). Eine gelochte Holzplatte drängt sich auf, damit der ideale Drehpunkt der ganzen Konstruktion auf einfache Art ermittelt werden kann. Zudem muss unbedingt eine Vorkehrung getroffen werden, dass sich die Konstruktion während dem Betrieb nicht drehen kann.

Hinter dem Mikrowellen-Generator, respektive dem Reagenzglas, ist zusätzlich eine geerdete Metallplatte (oder ein Lochgitter) anzubringen um Streustrahlen abzuleiten.

## **Ablauf und Warnhinweise**

Zum Einfüllen vom Wasser wird die ganze Konstruktion auf den Kopf gestellt. Danach wird die Anode inklusive deren Halterung entfernt und ein Schlauch bis zur Kathode eingeführt. Durch diesen Schlauch wird das Wasser eingefüllt. Wenn der Wasserspiegel den Schlauch erreicht hat wird die Konstruktion gedreht und der Schlauch langsam zurückgezogen während weiter Wasser nachgefüllt wird bis der Wasserspiegel den Ansatz auf der Anodenseite erreicht hat.

### **Unbedingt beachten: Das Reagenzglas muss absolut Blasenfrei sein!**

Nachdem die Anode wieder eingesetzt wurde und das U-Rohr in einem kalten Wasserbett steht, ist die Apparatur betriebsbereit.

Bei der ersten Inbetriebnahme darf sich niemand im gleichen Raum wo die Apparatur steht aufhalten. Zu viele Unbekannte sind hier im Spiel. Das Geschehen kann mit Kamera und Display verfolgt und zusätzlich gespeichert werden.

### **Eine Schnellabschaltung muss zudem möglich sein ohne den Raum betreten zu müssen. Branddecke und Feuerlöscher mit Gas-Füllung müssen griffbereit sein.**

Nach dem Einschalten vom Strom startet die Elektrolyse und das H<sub>2</sub> sammelt sich im oberen Bereich vom Reagenzglas (Phase 1). Der produzierte Sauerstoff entweicht durch den Ansatz und dem daran befestigten Schlauch.

Sobald die Apparatur die Elektrolyse einstellt und die Ionisierung sowie die Mikrowellenbestrahlung startet (Phase 2), erhitzt sich das H<sub>2</sub> Gas und verdrängt Wasser im U-Rohr, welches dann durch den Ansatz auf der Anodenseite entweicht. Daher müssen die Rohre lange genug sein damit sichergestellt ist, dass kein Wasserstoff zum Sauerstoff gelangt. **Was gegebenenfalls knallen würde ist keine Implosion wie beim Knallgas, sondern eine echte Explosion mit Flammenentwicklung!**

Das H<sub>2</sub> muss voraussichtlich mehrere Minuten bestrahlt werden um eine grössere Menge Moleküle zu ionisieren. Bis sich bei einzelnen ionisierten Molekülen die Schwingung der Resonanzfrequenz einstellt (Gigahertz -> Terahertz -> Petahertz -> Exahertz), kann ebenfalls Zeit verstreichen.

### **Eine Entstehung von Wasserdampf muss unbedingt vermieden werden.**

Daher muss das U-Rohr in einem Wasserbad stehen.

Wenn der Gummischlauch vom Anodenansatz in das Kühlwasserbecken geleitet wird, ist das Funktionieren der Elektrolyse mittels der aufsteigenden Sauerstoff-Blasen kontrollierbar.

Nach dem Trennen vom Strom kühlt sich das System ab und saugt Kühlwasser in die Rohre, vermischt sich mit dem destillierten Wasser und kühlt dieses weiter ab.

Vor dem Entleeren vom Wasserstoffgas muss das System vollständig abgekühlt sein.

## Anhang

### Paramagnetismus

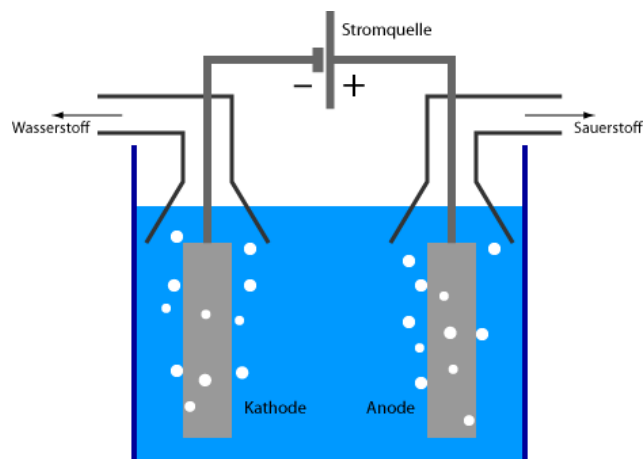
Paramagnetismus ist eine der Ausprägungsformen des Magnetismus in Materie: Paramagneten weisen nur so lange eine von Null verschiedene Magnetisierung auf, wie sie sich in einem externen Magnetfeld befinden. Die regellos angeordneten magnetischen Momente eines Atoms oder eines Moleküls ordnen sich teilweise in einem externen Magnetfeld so, dass sich das Magnetfeld im Innern des paramagnetischen Stoffes verstärkt, jedoch nur solange das äussere Magnetfeld existiert (im Gegensatz zu der auch ohne Magnetfeld auftretenden sog. „spontanen Magnetisierung“ beim Ferromagnetismus).

Paramagnetische Materialien haben die Tendenz in ein Magnetfeld hineingezogen zu werden. Der Proportionalitätsfaktor der Feldverstärkung wird durch die magnetische Permeabilität  $\mu_r$  (bzw. magnetische Suszeptibilität  $\mu_r - 1$ ) bestimmt und ist bei Paramagneten  $> 1$  (vgl. Diamagnetismus). In der Physik werden alle Materialien mit positiver magnetischer Suszeptibilität und ohne magnetische Ordnung als paramagnetisch klassifiziert.

Quelle: Internet

### Wasserelektrolyse

Über der Plus-Elektrode, der Anode, sammelt sich gasförmiger Sauerstoff, über der Minus-Elektrode, der Kathode, gasförmiger Wasserstoff. Dieser Prozess heisst "Wasserelektrolyse", die Zersetzung oder Spaltung von Wasser mittels elektrischem Strom. [Weber, 1988]



Quelle: [www.energie-lexikon.info/elektrolyse.html](http://www.energie-lexikon.info/elektrolyse.html)



## Elektrolyseur

Dem einen oder anderen wird noch ein Schulversuch aus dem Chemieunterricht in Erinnerung sein:

Versuch zum Nachweis der Elektrolyse von Johann W. Ritter, deutscher Chemiker um 1800: Ein wassergefülltes U-Rohr aus Glas, in jedem Schenkel eine Platin-Elektrode als Stromzuführer, ist an eine 2-Volt-Gleichstrombatterie angeschlossen. Der Strommesser zeigt Null. Erst wenn ein paar Tropfen Säure oder Lauge ins Wasser geträufelt werden, fließt ein Strom - das Wasser ist zum Elektrolyt geworden, der Ionen leitet. Über der Plus-Elektrode, der Anode, sammelt sich gasförmiger Sauerstoff, über der Minus-Elektrode, der Kathode, gasförmiger Wasserstoff. Dieser Prozess heisst "Wasserelektrolyse", die Zersetzung oder Spaltung von Wasser mittels elektrischem Strom. [Weber, 1988]

So einfach sich das auch anhören mag, es gibt bei der Elektrolyse doch etwas mehr zu beachten als diesen Schulversuch. Nur als Beispiel soll die Werkstofffrage angesprochen werden.

Bei der Elektrolyse steigen Gasbläschen von den Elektroden auf und erhöhen damit den elektrischen Widerstand des Elektrolyten. Dort, wo sie an den Elektroden entstehen, spielen sich komplizierte elektrochemische Vorgänge ab, die den Innenwiderstand der Elektroden vergrößern. Widerstand bedeutet Stromverlust und Erwärmung. Dies wiederum bedeutet Einbussen beim Wirkungsgrad. Zur Reduzierung der Verluste gibt es die Möglichkeiten, die Betriebstemperaturen auf über 80 °C zu erhöhen oder Elektroden aus edlen Metallen oder grössere Elektroden-Oberflächen zu verwenden. Aber jede dieser Massnahmen zieht eine Reihe neuer Probleme nach sich. Erhöht man z.B. die Betriebstemperatur, wird auch die Säure oder Lauge immer aggressiver gegenüber den Elektroden und kann deren Standzeit wesentlich verkürzen. [Weber, 1988]

Mittlerweile sind in der Technik enorme Fortschritte gemacht worden, was die Materialforschung angeht, ohne dass es zu schnellem Materialversagen kommt. Mit der Elektrolyse ist es also möglich, das Molekül H<sub>2</sub>O in seine Bestandteile aufzuspalten. Dies ist jedoch nur ein Verfahren zur Wasserstoffherstellung. ....  
Quelle: Internet allgemein und wiki.

In unmittelbarer Nähe der Spitze entstehe ein positives Ion durch Feldionisierung eines Moleküls. Das Ion wird durch das elektrische Feld zur Kathode hin beschleunigt und kann in einer gewissen Entfernung von der Spitze dissoziieren. ...

Erfolgt der die Ionisation begleitende FRANCK—CONDON-Übergang in ein Schwingungsniveau unterhalb dieses Maximums der Potentialkurve, so besteht bei jeder Schwingung eine gewisse Wahrscheinlichkeit T dafür, daß das Molekülion durch quantenmechanischen Tunneleffekt dissoziiert. ...

Quelle: zfn.mpg.de ZNA-1966-21a-1920

## **Haftungsausschluss / Disclaimer**

Für fehlerhafte und korrekte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden.

Dieses Experiment ist rein theoretischer Natur. Dieser Entwurf ist ohne Prüfung Dritter entstanden. Ein Nachbau ist daher verboten, respektive geschieht auf eigene Gefahr. Für allfällige Personen-, Sach- oder sonstige Schäden die im Zusammenhang mit dem hier vorgestellten Flugzeugprojekt entstanden sind oder entstehen könnten, lehne ich jegliche Haftung ab.

## **Hyperlinks**

Ich distanziere mich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten aller verlinkten Seiten und mache mir diese Inhalte nicht zu eigen. Diese Erklärung gilt für alle angezeigten externen Links und für alle Inhalte fremder Seiten, zu denen in diesem Dokument sichtbare Banner, Buttons und sonstige Verweise führen.

## **Urheberrecht / Copyright**

Urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Diese Dokumentation darf kopiert und weitergeleitet werden solange keine kommerziellen Absichten dahinter stehen. Kopieren von Bildern und Text für gewerbliche Zwecke bedarf einer schriftlichen Genehmigung.

Bilder, Daten und Dokumente die in diesem Werk mit einer Quellenangabe versehen sind oder offensichtlich ist, dass diese Daten nicht der geistigen Schöpfung des Urhebers von diesem Werk entsprungen sind, sind ebenfalls ausgenommen. In den vorliegend aufgezählten Fällen gelten die Bestimmungen des Ursprungs.

\* \* \* \*