

Festrede

zur Vorfeier

des Geburtstages Sr. Majestät des deutschen Kaisers
und Königs von Preussen

Wilhelm II.,

gehalten in der Aula der technischen Hochschule

zu

AACHEN

am

Sonnabend, den 25. Januar 1902

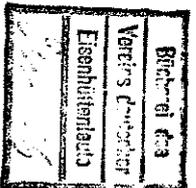
von

Dr. W. Borchers,

Professor der Metallurgie.



VDEH0027299



Hochangesehene Festgenossen!

Gewiss vereint uns, wie alljährlich, so auch heute an dieser Stätte die Erfüllung einer Pflicht; aber glücklicherweise führt uns nicht der Zwang kühler Beobachtung einer Höflichkeitserückzicht hier zusammen: eine unermesslich grosse Dankesschuld gegen den Lenker der Geschichte aller Völker, dass er einen Mann, wie Wilhelm II. an die Spitze unsres geliebten Vaterlandes stellte, die aufichtigste und feudigste Anerkennung der weitblickenden Fürsorge, in welcher sich unser kaiserlicher und königlicher Herr, jeden Augenblick auf seinem verantwortungsvollen Posten, als treuester, wahrster Landesvater noch immer bewährt hat, das sind in Wirklichkeit die treibenden Kräfte für unsre heutigen gemeinsamen Huldigungen, für unser aller einen heissesten Wunsch:

Sei, Kaiser Wilhelm, hier
Lang deines Volkes Zier,
Der Menschheit Stolz!

Hochangesehene Versammlung!

Ich darf einem an unsrer Hochschule althergebrachten Brauche nicht untreu werden, die Reihe unserer Huldigungen mit einem Ausblicke in einen der Wissenszweige zu eröffnen, welche wir hier, Dank der nachdrücklichen Friedenspolitik unsres Herrschers ungestört pflegen dürfen; und so erlauben Sie mir, Ihnen heute über Versuche zu berichten, zu den höchsten, praktisch bisher nur auf elektrischem Wege erreichten Wärmegraden auch ohne Zuhilfenahme von Elektrizität zu gelangen.

Neu ist dieser Weg keineswegs, aber gangbar war er bisher nicht für die Zwecke der Technik, und ganz geebnet ist er auch heute noch nicht; doch die Beseitigung der Schwierigkeiten wird immer aussichtsvoller.

so dass ich hoffen darf, mir nicht den Vorwurf einzuholen, nur unausführbare Luftschlösser entworfen zu haben.

Lassen Sie mich hier einen kleinen Versuch durchführen, der mir noch aus meiner Studienzeit bekannt ist und auch damals nicht zum ersten Male gezeigt wurde:

Ich habe hier eine Lötrohrvorrichtung, wie sie der auf Studien- und Entdeckungsreisen begriffene Mineraloge oder Bergmann mit sich zu führen pflegt. Zuerst erzeuge ich eine Lötrohrflamme durch einen Strom gewöhnlicher atmosphärischer Luft. Ein Platindrath, in den heissesten Teil der Flamme eingeführt, kommt darin zu lebhafter Gluth, aber weiter erreiche ich nichts; denn einen Platindrath von dieser Stärke unter diesen Bedingungen zum Schmelzen oder auch nur zum Erweichen zu bringen, gelingt selbst dem geschicktesten Lötrohrprobierer nicht. Sobald ich aber statt der Luft Sauerstoff in die Flamme einblase, so schmilzt das Platin fast so schnell zusammen, wie ich den Draht in die Flamme einführen kann.

Verzeihen Sie, hochverehrte Anwesende, wenn ich Ihnen so elementare Sachen hier vorführe, denn ich darf wohl voraussetzen, dass dieses Experiment wegen der Einfachheit seiner Ausführung und der Fülle des darin enthaltenen Beobachtungsmaterials zu den beliebtesten Schulerperimenten für den ersten Unterricht in der Chemie gehört; aber ich bin in der glücklichen Lage, für meine weiteren Ausführungen keine schwierigeren Voraussetzungen machen zu müssen, als diejenigen, welche wir aus diesem Versuche ableiten können.

Die Erklärung der eben beobachteten Erscheinungen liegt ja auf der Hand:

Mit beiden Versuchen, demjenigen mit Luft und demjenigen mit Sauerstoff, haben wir im Hinblick auf die dabei betheiligt gewesenen Stoffe einen und denselben Verbrennungsvorgang ausgeführt, dessen Zweck die Erzeugung von Wärme war.

In beiden Fällen blieb der Brennstoff der gleiche; auch der die Verbrennung des Brennstoffes bewirkende Stoff war beim ersten, wie beim zweiten Versuche Sauerstoff; denn Luft besteht aus Sauerstoff und Stickstoff; aber nur der Sauerstoff der Luft nimmt an den Verbrennungsvorgängen teil, und beim zweiten Versuche benutzte ich eben diesen Sauerstoff allein.

Ferner wissen wir: Gleiche Mengen eines Brennstoffes zu dem gleichen Verbrennungsprodukte, wenn auch unter verschiedenen Bedingungen verbrannt, liefern uns die gleichen Wärmemengen. Wenn ich also hier in der Hand 1 g Kohlenstoff halte, so hätte ich damit eine nutzbare Energiemenge von 8080 cal.; denn das ist die grösste, durch vollständige Verbrennung aus dem Kohlenstoff zu erzielende Wärmemenge; und so wenig ich das eine g in zwei verwandeln kann, so wenig bin ich im Stande, auch nur eine Wärmeeinheit mehr wie die 8080 cal. aus dem Kohlenstoff hervorzubringen. Und trotzdem der Unterschied in den Ergebnissen!

Gesetzt den Fall nun, ich hätte bei dem zweiten Versuche 1 g Kohlenstoff, welcher in der That einen wesentlichen Bestandteil des benutzten Brennstoffes bildet, verbrannt, so würde ich dazu 2,67 g Sauerstoff verbraucht und an dessen Stelle 3,67 g Kohlensäure erhalten haben.

Räumlich betrachtet würden bei demselben Versuche die den hier aufgestellten Modellen entsprechenden (auf 0° und normalen Druck reduzierten) Massen mit einander in Wirksamkeit getreten sein; d. h.

0,4 cc Kohlenstoff verbrannten in rund
1860,— „ Sauerstoff und lieferten
1860,— „ Kohlensäure.

Nun, es bedarf wohl nicht erst des Studiums der Chemie, um zu erkennen, dass wenn bei einem solchen Vorgange der Vereinigung zweier Stoffe zu einem dritten Wärme auftritt, diese Wärme natürlich zunächst auf den Stoff übergeht, der sich unmittelbar nach Vollzug der Umwandlung am Orte dieses Vorganges befindet, in diesem Falle also auf die Kohlensäure.

Gesatten Sie mir nun für einen kurzen Vergleich die Annahme, dass das eben erwähnte Verbrennungsprodukt des Kohlenstoffes, die Kohlensäure, im Stande sei, diese Wärmemenge ohne Gefahr für seine Existenz aufzunehmen. Wir wissen, welche Wärmemengen erforderlich sind, um die Temperatur der verschiedenen Stoffe von Grad zu Grad zu steigern; ist uns also, wie hier, eine bestimmte Wärmemenge gegeben, so können wir andererseits auch durch eine einfache Rechnung leicht finden, bis auf welche Temperatur wir den einen oder andern Stoff durch diese Wärmemengen bringen können. Die bei der Verbrennung von 1 g Kohlenstoff

entstehende Kohlensäuremenge würde durch die erwärmten 8080 cal. auf 3500° erwärmt werden können.

Kehren wir nun zu dem ersten Versuche zurück, so sehen wir, dass obwohl der chemische Vorgang derselbe war, doch am Orte der Wärmeerzeugung ausser der entstehenden Kohlensäure in inniger Mischung damit die mehrfache Menge Stickstoff vorhanden war. Während anfangs die 8080 cal. ganz auf die Kohlensäure übergehen konnten, wurden sie jetzt auf ein Gemisch von

3,67 g Kohlensäure und
8,83 g Stickstoff

übertragen. Die nun erhältliche Temperatur, wie zuvor berechnet (veränderliche spec. Wärme angenommen) ist höchstens

1900°.

Praktisch kommen wir nun nicht einmal auf dieses bescheidene Resultat, wenn wir nicht durch Vorwärmung der Brennstoffe und der Luft, die Verbrennungstemperatur künstlich steigern; denn schon unterhalb 1900° beginnt die Spaltung der Kohlensäure in Kohlenoxyd und Sauerstoff und bei 3400° kann sich Kohlensäure überhaupt nicht mehr bilden. Nur bei Temperaturen, welche wesentlich unter 2000° liegen, können wir also auf die Bildung von Kohlensäure und die hierbei frei werdende Wärme rechnen; bei Temperaturen über 2000°, bei denen, je höher wir kommen, desto weniger Kohlensäure entsteht, werden wir gut thun, nur noch mit der Bildung von Kohlenoxyd zu rechnen. Die Bildung von Kohlenoxyd geht, wie meine Versuche zur Reduktion von Metalloxyden durch elektrisch auf seine Verdampfungstemperatur erhitzten Kohlenstoff erwiesen haben, bei 3500° noch glatt vor sich. Eis ist natürlich zu berücksichtigen, dass bei der Vereinigung von Kohlenstoff mit einem Atom Sauerstoff zu Kohlenoxyd weit weniger Wärme frei wird, wie bei der Vereinigung des Kohlenstoffes mit der doppelten Sauerstoffmenge zu Kohlensäure; aber jene geringere Wärmemenge erhalten wir noch bei den höchsten Temperaturen; wir können also über diese Wärme unmittelbar im Ofen voll und ganz verfügen ohne den Rest der noch im Kohlenoxyde vorhandenen Energie verloren geben zu müssen; denn für die Ausnutzung selbst Kohlenoxydärmerer Ofenabgase

besitzen wir schon recht brauchbare und von Jahr zu Jahr vollkommener werdende Mittel.

Lassen Sie mich also den vorhin für den Fall der Entstehung von Kohlensäure berechneten Verbrennungstemperaturen noch die Zahlen hinzufügen, welche wir unter der Voraussetzung der Bildung von Kohlenoxyd als Verbrennungsprodukt des Kohlenstoffes in reinem Sauerstoff, in gewöhnlicher und in mit Sauerstoff angereicherter Luft erwarten können.

So ergibt sich für die Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlenoxyd in reinem Sauerstoff eine Temperatur von etwa

3100°;

für Luft mit 50% Sauerstoff:

2200°;

für Luft mit 35% Sauerstoff:

1800°;

für gewöhnliche Luft:

1280°.

Das sind nun aber Temperaturen, auf die wir mit unfehlbarer Sicherheit rechnen können; ja, sie werden eher höher, wie niedriger ausfallen, da sich selbst bei 3000° immer noch etwas Kohlensäure bilden kann; wir werden demnach auch durch unvollständige Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlenoxyd unter Anwendung der bis jetzt bekanntesten Mittel zur künstlichen Steigerung der Verbrennungstemperatur auf eine der Temperatur des elektrischen Lichtbogens gleiche oder sehr nahe liegende Höhe kommen können.

Die erste Bedingung, dies zu erreichen, ist, wie wir aus Versuch und Rechnung soeben gesehen haben, die Verwendung von Sauerstoff, möglichst frei von anderen, an der Verbrennung nicht teilnehmenden Stoffen. Die Herstellung annähernd reinen Sauerstoffes wird ja in fabrikmässigem Massstabe ausgeführt, und zwar auf chemischen Wege, indem man den Luftsaurestoff an Metalloxyde (Barium- und Manganoxyde) bindet und durch Veränderung der Arbeitsbedingungen den von diesen Oxyden aufgenommenen Sauerstoff nun frei von Stickstoff wieder austreibt. Auch die elektrochemische Zerlegung von Wasser, wobei uns neben Wasserstoff reiner Sauerstoff geliefert wird, hat man während der letzten Jahre mit bestem Erfolge im Grossen ausgeführt. Die Kosten dieser Arten der Sauer-

stoffgewinnung sind aber noch so grosse, dass man an eine allgemeinere Verwendung von reinem Sauerstoff vorläufig noch nicht denken kann.

Besser scheinen die Aussichten auf den Erfolg einer, wenn auch unvollkommenen Scheidung der Bestandteile der Luft auf mechanischem Wege. Es stehen sich hier zwei Verfahren gegenüber; dasjenige von Linde und dasjenige von Mazza. Linde verdichtet die Luft zu einer Flüssigkeit, wobei sich schon etwas mehr Sauerstoff, wie Stickstoff verflüssigt, und lässt sie dann wieder verdampfen, wobei zuerst der Stickstoff, bezw. ein stickstoffreiches Gasgemisch, dann der Sauerstoff, bezw. ein sauerstoffreiches Gasgemisch verdampft. Unter geschickter Ansußung der „Kälte“ der verdampfenden Luft hat es Linde bisher auf folgende Resultate gebracht:

Bei einer Gesamtleistung der Anlage von etwa 100 cbm per Stunde kann pro P. S.-Stunde 1 cbm Gas mit 50% Sauerstoff geliefert werden. Als Grenzwert für die Anlagen wird man pro P. S.-Stunde 2,5 cbm Luft mit 50% Sauerstoff ansehen müssen.

Wird nur eine Anreicherung auf 35% Sauerstoff angestrebt, so wird man etwa die dreifache Menge Luft mit 35% Sauerstoff erwarten können.

Diese Daten habe ich von Herrn Prof. Linde selbst erhalten, sie stehen also so gut wie fest. Ueber die Leistungsfähigkeit des Verfahrens und der Apparate von Mazza kann ich nur Zeitungsnotizen wiedergeben; Anfragen an Herrn Ingenieur Mazza sind unbeantwortet geblieben. Nach diesen Notizen sollen durch Centrifugalbetrieb bei Aufwand einer P. S.-Stunde

200 cbm Luft von 35% Sauerstoff geliefert werden. Eine solche Leistung würde allerdings unsere kühnsten Hoffnungen übersteigen; der Beweis bleibt natürlich noch abzuwarten. Ohne Zweifel aber wird uns von der einen oder andren Seite bald ein praktisch brauchbarer Apparat zur Sauerstoff-Anreicherung der Luft geliefert werden, so dass nicht nur Zerkunfts-Betrachtungen, sondern auch Vorversuche in dieser Richtung sehr wohl am Platze waren. Derartige Versuche sind denn auch schon vor mehreren Jahren, besonders durch Herrn Dr. Mögenburg in meinem Laboratorium angestellt worden.

Von nicht minder grosser Wichtigkeit, wie die Frage der Sauerstoffanreicherung der Luft erwies sich gleich bei Beginn dieser Versuche die allerdings leichter lösbare und schnell gelöste **Brennstofffrage** für die höchsten Temperaturgrade.

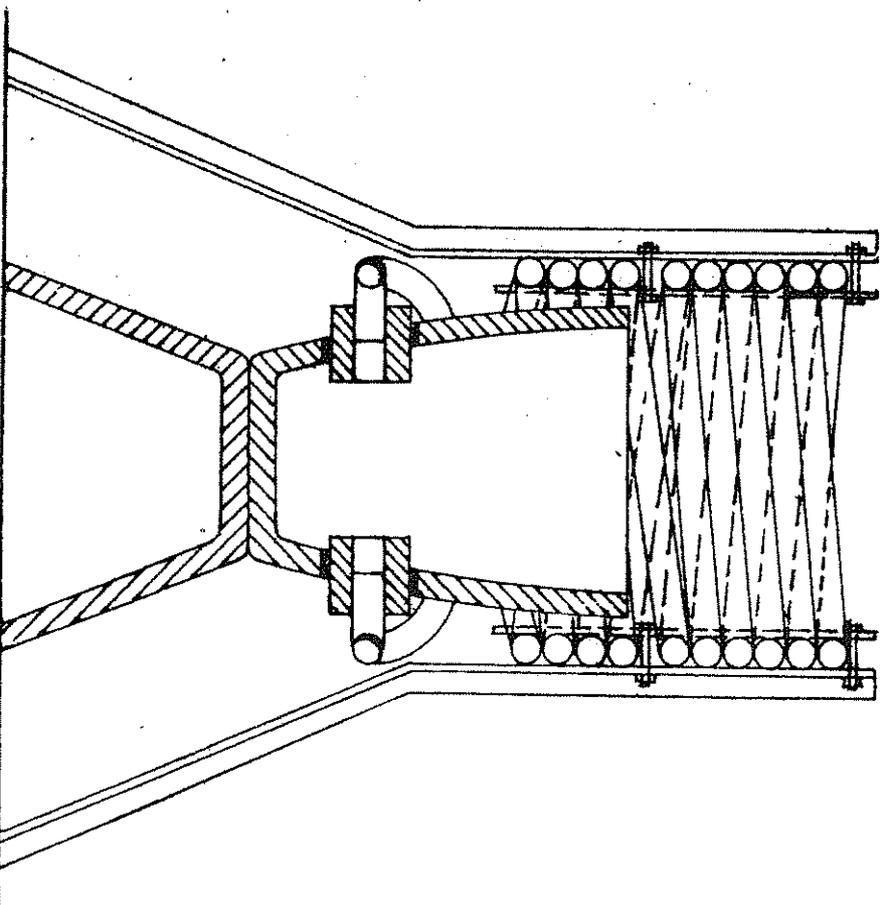
Nicht ohne Absicht habe ich bei meinen anfangs herangezogenen Berechnungen nur den Kohlenstoff berücksichtigt, obwohl wir in der heutigen und auch zukünftigen Feuerungstechnik sehr stark mit Kohlenwasserstoffen, Kohlenoxyd und Wasserstoff zu rechnen haben; aber ich weise auf das hin, was ich bezüglich der Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlenwasserstoff schon erwähnt habe: „Mit der Steigerung der Temperatur nimmt die Möglichkeit der Bildung von Kohlenwasserstoffen ab, also auch der Brennbarkeit des Kohlenoxydes ab.“ Und was für die Verbrennung von Kohlenoxyd zu Kohlenwasserstoff gilt, gilt in noch höherem Masse für die Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser. Die Dissoziations-temperatur, die Temperatur des Zerfalls von Wasserdampf, dem Verbrennungsprodukt des Wasserstoffes liegt noch viel niedriger, wie die der Kohlenwasserstoffe. Nun ist es doch gewiss auch jedem Laien verständlich, dass bei Temperaturen, bei denen das Verbrennungsprodukt eines Brennstoffes nicht mehr existenzfähig ist, der betreffende Brennstoff auch nicht mehr verbrennen kann, **Kohlenoxyd und Wasserstoff kommen also bei der Erzeugung der höchsten Temperaturgrade als Brennstoffe nicht mehr in Betracht.** Da aber trotz dieser wissenschaftlich festliegenden Thatsachen in der Patentlitteratur der letzten Jahre wieder und wieder Forderungen erschienen, nach denen für die Herstellung von Calciumcarbid ohne Elektrizität also für die Erzeugung von Temperaturen zwischen 2500 und 3500° gerade wasserstoffreiche Brennstoffe empfohlen und Methoden angegeben wurden, solche aus wasserstoffarmen Kohlenwasserstoffen herzustellen, hat Herr Dr. Mögenburg auf meine Veranlassung noch einen experimentellen Beweis dafür erbracht, dass im Gegensatz zu den Vorgängen bei niedriger Temperatur, bei den höchsten Temperaturen der Kohlenstoff und sogar noch ein Teil des Kohlenoxydes vor dem Wasserstoffe verbrennen:

In elektrisch stark erhitztes Leuchtgas wurde innerhalb eines als Verbrennungskammer dienenden Tiegels so viel hochprozentiger Sauerstoff eingeleitet, bis das Leuchten der an einer Deckelöffnung des

Tiegel aufretenden Flamme aufhörte. Die Analyse der Verbrennungsgase ergab, dass obwohl alle Kohlenwasserstoffe bis auf einen kleinen Rest von 0,3 bis 0,6% zur Verbrennung gekommen waren, doch aus diesen Verbindungen nur der Kohlenstoff teils zu Kohlenoxyd (22 bis 26%), teils sogar zu Kohlenäure (9 bis 10%) verbrannt war, während der ganze in den Verbrennungsgasen nachweisbare Wasserstoff (56 bis 58%) noch in freiem Zustande vorhanden war.

Die Verbrennungsvorgänge verschieben sich also vollständig bei hohen Temperaturen und zwar in einer Weise, welche nach unseren chemischen Kenntnissen und feuerungstechnischen Erfahrungen auch ohne weitere Versuche vorausgesetzt werden konnte und auch von vornherein angenommen wurde, indem wir bei unseren hier ausgeführten Versuchen zur Erzeugung höchster Temperaturen durch direkte Verbrennung der technisch allgemeiner verwendbaren Brennstoffe nur den Kohlenstoff berücksichtigten und nur mit der Bildungswärme des Kohlenoxydes rechneten. Natürlich können wir auch Kohlenwasserstoffe benutzen — denn selbst der wasserstoffreichste derselben, das Grubengas enthält immer noch 75% Kohlenstoff —, wir müssen aber die Sauerstoffzufuhr so regeln, dass dort, wo wir die gewünschte Temperatur erzeugen wollen, nur der Kohlenstoff und dieser nur zu Kohlenoxyd verbrennt. Gewiss würden wir bei Zufuhr von so viel Sauerstoff wie zur Bildung derjenigen Kohlen säuremenge nötig sein würde, die unter den jeweils zu erzielenden Temperaturen noch existenzfähig ist, eine bessere direkte Wärmenutzung unseres Brennstoffes erreichen, aber wir dürfen nicht vergessen, dass mit steigender Temperatur die Kohlen säure ein fast ebenso energisches Oxydationsmittel wird, wie freier Sauerstoff, und dass es sich in den meisten Fällen, wo wir sehr hohe Temperaturen nötig haben um die Ausföhrung schwieriger Reduktionsprozesse handelt. Unter Beobachtung der so festgelegten Arbeitsbedingungen ist es uns durchaus nicht schwer gefallen, den Nachweis zu führen, dass schwierigere, bisher nur bei Temperaturen des elektrischen Ofens durchführbare Reduktionen, wie z. B. das Verschmelzen von Kalk auf Calciumcarbid in ganz einfachen Apparaten unter dem Einflusse der Verbrennungswärme der Kohle möglich ist, womit gleichzeitig auch der immer wieder auf-

tauchende Abergläubige, als sei die Reduktion derartiger Oxyde, wie des Kalkes nur unter elektrochemischen Einflüssen denkbar, ein für alle Male beseitigt wird.



Sie sehen einen der Apparate vor sich: ein Graphittiegel, der als Schmelzgefäß diente, mit Kohle oder Magnesitdäusen, denen hochprozentiger Sauerstoff direkt, weniger Sauerstoff (50 bis 60%) enthaltende Gasgemische nach vorgängiger Anwärmmung durch die abgehende Wärme des Apparates zugeführt wurde. Das Gelingen der Versuche ist ja noch von manchen Umständen, wie z. B. der mechanischen Beschaffenheit der angewandten Kohle, und der übrigen Ofenbeschickung.

von dem Gasdrucke, also doch auch der Geschwindigkeit des einströmenden Sauerstoffes u. s. w. abhängig, diese Bedingungen ändern sich aber naturgemäss mit jeder Ofendimension, sind daher in jedem Falle durch den Verbrauch zu ermitteln. Selbstverständlich sind auch die Schwierigkeiten nicht zu verkennen, welche sich der Konstruktion eines für den Grossbetrieb geeigneten Ofens dadurch in den Weg stellen, dass das nur bei sehr hohen Temperaturen schmelzbare Produkt sehr leicht wieder erstarrt und in diesem Zustande eventuell aus dem Ofen auszubringen ist; denn man muss mit Rücksicht auf die Wirkung des Sauerstoffes das Schmelzprodukt so schnell, wie es sich bildet, aus der Schmelzzone entfernen. Dass wir diese Frage noch nicht in allen Punkten lösen konnten, wird leicht verständlich sein, wenn ich Ihnen mitteile, dass uns der bisher verfügbare Sauerstoff, mit Luft auf 50 bis 60% Sauerstoff verdünnt, bei dieser Concentration auf nahezu 2 M. pro cbm zu stehen kam, so dass der Betrieb des hier aufgestellten Ofens, welcher stündlich 20 bis 25 cbm 50prozentigen Sauerstoffes verbrauchte, nahezu 50 M. per Versuchsstunde kostete.

Sie sehen, hochverehrte Anwesende, wir müssen wohl oder übel bessere Zeiten abwarten, welche aber allen Anzeichen nach nicht mehr sehr fern sind.

Ganz missig bis dahin den Entwicklungen der Dinge zuzusehen, war natürlich auch nicht ratsam, denn nicht nur hohe Temperaturen stellt uns die Lösung der Aufgabe billiger Gewinnung sauerstoffreicher Gasgemische in Aussicht und nicht nur der Metallurge erwartet davon wesentliche Verbesserungen viele seiner Betriebe.

Nur ganz kurz lassen Sie mich noch einige dieser Aussichtspunkte berühren. Ich will dabei von der ganz bescheidenen Voraussetzung ausgehen, dass es in nächster Zeit gelingen wird, die Luft unter annehmbarem Kostenaufwande auf 35% Sauerstoff anzureichern.

Auf 1 cbm Sauerstoff kommen in
gewöhnlicher Luft: 3,7709 cbm Stickstoff,
35prozentiger Luft: 1,8543 "

Wir führen demnach mit jedem Kubikmeter für eine Feuerung erforderlichen Sauerstoffes bei Benutzung auf 35% Sauerstoff angereicherter Luft weniger wie die Hälfte des in gewöhnlicher Luft enthaltenen Stickstoffes in unsere Ofen ein.

Welchen Einfluss dies auf die Verbrennungstemperatur hat, haben wir schon festgestellt; sie wird bei Kohlenstoff als Brennmaterial mindestens 1800° betragen. Wenn aber die Beobachtung von Mallard und Le Chatelier sich bestätigen sollte, dass die Dissociation der Kohlensäure erst bei 1800° beginnt und bei 2400° höchstens 4% betrage, so könnten wir bei unmitelbarer Verbrennung der Kohle zu Kohlensäure in 35prozentiger Luft sogar auf über 2500°, mit Rücksicht auf die Zunahme der Dissociation der Kohlensäure aber jedenfalls auf über 2400° kommen, sofern wir mit Rücksicht auf die auszuführende Arbeit Kohlensäure in den Verbrennungsgasen überhaupt haben dürften.

Wenn wir aber mit einer Minimatemperatur von 1800° rechnen können, so wird der nächste Vorteil der Luftanreicherung wahrscheinlich den jetzt mit heissem Winde arbeitenden metallurgischen Schmelzöfen zu gute kommen, indem die Widerhitzung vielleicht ganz beseitigt werden kann. Hierdurch würde ein beträchtlicher Teil der Gichtgase als Kraftgas nutzbar werden und wir dürfen dabei nicht übersehen, dass, wenn wir weniger Stickstoff in die Ofen einführen, der Heizwert der Gichtgase ein wesentlich höherer werden würde. Wenn jetzt z. B. bei gut geführtem **Hochofenbetriebe** die **Gichtgase** durchschnittlich

57% N
27% CO (26 bis 28%)
11% H₂O (10 bis 12%)
2% H und
2% Kohlenwasserstoffe

enthalten, so würden dieselben bei Verwendung von 35prozentiger Luft ganz abgesehen von sonstigen Beeinflussungen des Betriebes, die aller Voraussicht nach nur günstige sein können,

39% N
38% CO
15% CO₂
3% H und
3% Kohlenwasserstoffe

angereichert werden. Höchstwahrscheinlich würden sich aber die Mengenverhältnisse der drei zuletzt genannten Stoffe zu Gunsten des Kohlenoxydes noch etwas reducieren.

Beim **Kupferstein-Schmelzen** liegen zwar noch ärmere Gichtgase vor, deren Anreicherung mit Rück-

sicht auf den während der letzten Jahre mit Erfolg auch hier angeschlossenen Gichtgas-Kraftbetrieb sehr erwünscht sein würde, doch wäre hier die Frage erst zu entscheiden, ob und wie weit eine Steigerung der Verbrennungstemperatur durch angereicherte Luft annehmbar sein würde; im Kupferhüttenbetriebe arbeitet man nur vereinzelt mit Windvorwärmung.

Die eben für den Hochofenbetrieb ange deuteten Verhältnisse lassen sich fast unmittelbar auch auf die Heiz- und Kraftgaszerzeugung anwenden.

Wenn wir z. B. bei der Erzeugung des gewöhnlichen Generatorgases bei Benutzung atmosphärischer Luft und Koks bezw. Kohlen als Brennmaterial Gase folgender Zusammensetzung erhalten:

	Koks	Kohlen
N	67%	60%
CO ₂	3%	2%
CO	30%	28%
H		8%

Kohlenwasserstoffe

also mit einem Gesamtgehalte an brennbarer Substanz von 30 bezw. 38%

so würden dieselben bei Benutzung von 35 prozentiger Luft auf 45 bezw. 54%

brennbarer Substanz angereichert werden:

N	50%	42%
CO ₂	5%	3%
CO	45%	40%
H		11%
Kohlenwasserstoffe		3%

Bei der Halbwassergasfabrikation kommen noch andere Vorteile hinzu; denn wenn weniger Stickstoff in die Feuerungen eintritt, so wird der Teil der Verbrennungswärme, welcher früher zur Erwärmung der grösseren Menge Stickstoff gebunden wurde, nun zur Reduktion grösserer Wassermengen verfügbar; der Gehalt an brennbarer Substanz wird dadurch ohne Zweifel ein günstiger werden, wie wir ihn vorläufig auf Grund der Verringerung des Stickstoffgehaltes berechnen können; aber schon hiernach müssen wir eine Steigerung des Gehaltes der Gase an brennbarer Substanz von 53 auf mindestens 70% erwarten:

N	47%	30%
CO	39%	52%
H	14%	18%

Dass sich bei Verwendung sauerstoffreicherer Luft in metallurgischen Öfen oder in Gasgeneratoren die Leistungsfähigkeit dieser Apparate vergrössern, oder die Dimensionen derselben für die jetzt gewünschten Leistungen verringern lassen werden, liegt wohl auf der Hand; Berechnungen darüber anzustellen dürfte kaum zu verlässlichen Ergebnissen führen; hier kann nur die Praxis entscheiden.

Endlich sei noch des Converter-Betriebes gedacht. Eben die grosse Stickstoffmenge der atmosphärischen Luft ist es, welche das Verblasen gewisser Roheisensorten und anderer Legierungen und Hüttenprodukte, für welche vom theoretischen Standpunkte aus der Converterprozess eine besonders glatte Scheidung der Bestandteile erwarten lassen würde, vorläufig ausschliesst. Der angereicherten Luft würde sich hier ein sehr umfangreiches Arbeitsfeld eröffnen.

Auf weitere Gebiete darf ich wohl meine heutigen Betrachtungen nicht ausdehnen; denn schon mit den Converterprozessen berühre ich Methoden der Erzeugung hoher Temperaturen, bei denen an Stelle unserer gewöhnlichen Brennstoffe Silicium, Phosphor, Schwefel und selbst Metalle mitverbrennen. Von letzteren hat ja seit einigen Jahren das Aluminium Hervorragendes in der Erzeugung hoher Temperaturen und der Reduktion schwer schmelzbarer Metalle geleistet; ich würde damit aber auch auf Bekannteres übergehen, das viele von Ihnen, werthe Festgenossen, schon in Ausführung gesehen haben. Meine Absicht war, auf einige neuere Probleme der Gegenwart und nächsten Zukunft hinzuweisen und in dem, was ich heute angedeutet habe, liegen in der That Aufgaben genug für manches Jahr und für viele junge Kräfte, welche Befriedigung darin suchen und stolz darauf sind, ihre in letzter Zeit so viel geschmähte „technische Bildung“ zur Erkämpfung von Erfolgen zu verwenden, welche eben nur dem technisch wirklich Gebildeten vorbehalten sein können.

Sei, Kaiser Wilhelm, hier,
Lang deines Volkes Zier,
Der Menschheit Stolz.

An diesen vorthin schon ausgesprochenen Wunsch muss ich wieder anknüpfen; denn wahrhaftig, auftrittiger wie wir, vom jüngsten Fuchs bis zum ältesten

Semester, die wir uns der Förderung technischen Wissens und Könnens gewidmet haben, aufrichtiger wie wir kann niemand diesen Wunsch hegen und aussprechen. Wo haben wir grössere Anerkennung für unsere Arbeiten gefunden, als bei unserem kaiserlichen Herrn? Wo besseres Verständnis für die Bedingungen der Entwicklung unserer Thätigkeit?

Lassen Sie mich an ein Kaiserwort erinnern; erst vor zwei Jahren wurde es gesprochen bei der Verleihung des Promotionsrechtes an die technischen Hochschulen Preussens:

„In dem Verhältnis der technischen Hochschulen zu den anderen obersten Unterrichtsstätten aber giebt es keine Interessengegensätze und keinen andren Eifer als den, dass eine jede von ihnen und jedes Glied derselben an seinem Teile den Forderungen, die das Leben und die Wissenschaft stellen, voll gerecht werde“.

Diese Worte waren uns gewiss aus dem Herzen gesprochen und sie klingen darin wieder besonders um die jetzige Zeit. Ihnen nachzuleben würde uns allerdings dem Ideale näher bringen, dessen Kennwort „voraussetzungslose Forschung“ während der letzten Monate so lebhaft auf deutschen hohen Schulen umlief und stellenweise recht hohe Temperaturen erzeugte. Hier in Aachen ist es kühl geblieben; aber gewiss war es nicht die Kälte der Gleichgültigkeit gegen hohe Ideale, welche hier eine Flamme der Kundgebung nicht aufkommen liess: So gut wie jene, welche sich zu Verteidigern einer **vermeintlich gefährdeten Freiheit** aufwarfen, so gut wissen wir, dass jedes noch so hohe Ideal wenigstens erstrebt werden muss; doch auf unseren Aussensposten inmitten regsten Lebens der Technik, inmitten des Vordertreffens im Kampfe gegen das Beharrungsvermögen lebloser Massen und ungeweckter Geister werden wir eben mehr als andere Vertreter der obersten Unterrichtsstätten daran erinnert, dass wir selbst nur Menschen sind und Menschen bleiben bis zu unserm letzten Atemzuge. Wohl uns, dass dem so ist! Je öfter und darüber wir an unsere Pflichten gegen die Forderungen des Lebens erinnert werden, desto besser werden wir bewahrt vor dem unheilvollen Fehler der Selbstüberschätzung, vor einem Wahne, der noch stets abwärts geführt hat.

Und nun, meine hochverehrten Herren Kollegen, gestatten Sie mir im Hinblick auf die Ergebnisse des verfloffenen Jahres, im Hinblick auf eben diese Pflichten gegen das Leben, gegen Volk und Land eine Frage:

Dürfen wir bei Ausübung unseres Vorschlagsrechtes zur Besetzung einer Professur an unserer Hochschule keine andre Voraussetzung machen, als wissenschaftliche Befähigung und den ernststen Willen, das Wahre zu erforschen und zu lehren? Machen wir wirklich keine anderen Voraussetzungen als diese, trotzdem dieselben von den Vertretern der technischen Wissenschaften viel leichter zu erfüllen sein würden, wie von dem Geschichtsforscher, der die Werke von Menschen zu beurteilen hat, von Menschen, die, wie er selbst, Liebe und Hass empfunden haben, von Menschen, die so gut wie die heutigen, hier die Wahrheit wollten, dort das Licht zu verdunkeln bestrebt waren?

Und giebt es nicht selbst auf dem Gebiete der exakten, ganz auf unanfechtbaren Naturgesetzen fussenden Wissenschaften entgegengesetzte Anschauungen über einen und denselben experimentell, messbar zu verfolgenden Vorgang? Wo ist der Richter, zu entscheiden, hier oder dort sei die Wahrheit? Und doch steht mir das Recht zu, und doch liegt mir die Pflicht ob, bei Ausübung meines Vorschlagsrechtes demjenigen meine Stimme zu geben, dessen Anschauungen nach meinem Urteil die wahren sind, selbst wenn ich irre.

Wenn aber über einen und denselben Vorgang, liege er auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher, geschichtlicher Forschung oder der Philosophie, zwei oder mehrere Anschauungen möglich sind, was kommt der Forderung der Freiheit der Wissenschaft, der Voraussetzungslosigkeit der Forschung, denn näher, die eine von der Mehrheit vermeintlicher Freiheitkämpfer für wahr gehaltene Richtung oder beide zu Worte kommen zu lassen? Bis jetzt hat sich die Wahrheit noch immer durchgerungen, trotz Folterkammern, trotz goldener Mantelkörbe, trotz des Freiheitsmasses, wie es von der grossen Menge sogenannter voraussetzungsloser Forscher für die Förderer der technischen Wissenschaften vor wenigen Jahren noch als ausreichend erachtet wurde.

Und, wer te Festgenossen, darf ich bei Ausübung meines Vorschlagsrechtes dem Begabtesten seines Faches meine Stimme geben, wenn ich weiss, dass ich ihm

ausserhalb des Hörsaales soweit wie möglich aus dem Wege gehen muss, wenn ich weiss, dass seine Gesinnung, dass sein übriger Lebenswandel unseren jungen Kommilitonen nur als abschreckendes Beispiel vorgehalten werden könnte, wenn ich weiss, dass er das Ansehen des Standes, dem anzugehören ich mir zur Ehre anrechne, in leichtsinniger oder gar frevelhafter Weise besudeln würde?

„Nicht nur den Forderungen der Wissenschaft, auch solchen, die das Leben stellt, sollen die Mitglieder der obersten Unterrichtsstätten voll und ganz gerecht werden.“

Daran hat uns Se. Majestät vor zwei Jahren mit gutem Rechte erinnert. Das Leben giebt eben nicht jedem eine Welt für sich; es weist uns nicht ausschliesslich wissenschaftliche Aufgaben zu, nach deren Erfüllung die Bestie im menschlichen Körper sich ausstoben dürfte. Nur in einer starken Gemeinschaft ist uns die Möglichkeit gegeben, ein jeder auf seinem Posten, den uns, den die Gesamtheit beglickenden Idealen näher zu kommen, und wir Lernende wie Lehrende an deutschen Hochschulen stehen doch gewiss auf Posten, deren Bewegungsfreiheit ihres gleiches sucht. Wenn aber das Vertrauen solcher Freiheiten geschmückt wird, der bewaise nach seinen wissenschaftlichen Fähigkeiten und Leistungen vor allem, dass er mitzuwirken gewillt ist an der fortdauernden Stärkung des Gemeinwesens, welches ihm einen so bevorzugten Platz gewährt, der beherzige, dass Vertrauen und Freiheit sich nicht würdig geniessen lassen, wenn sie nicht auch würdig gewährt werden!

Suum cuique!

Auch das ist eine ideale Forderung, nicht minderwertig und nicht leichter zu erfüllen, wie diejenige der voraussetzungslosen Forschung.

Suum cuique

ist die erste ganz unumgängliche Voraussetzung auf dem Wege zur Freiheit wissenschaftlicher Arbeit auf dem Wege zur Wahrheit; und eben dieses

Suum cuique

ist der Wahlspruch unsrer Hohenzollern.

Nun, hochverehrte Festgenossen, für Sie, die Freunde, die Förderer technischer Bildung bedarf es von meiner

Seite keiner langen Aufzählung der Thaten unsres Herrschers, welche wir als unanlässlich Dankeschuld in unsrer Erinnerung bewahren werden. Sie haben alles miterlebt. Sie werden keinen Byzantinismus darin erblicken, wenn wir, getreulich jedem das Seine zuerkennend, vor allen Deutschen zuerst dem Kaiser zu geben bestrebt sein wollen, was des Kaisers ist. Denn was wir auch geben, in der Person unsres Kaisers gehen wir es dem wahrsten Freunde unsres Vaterlandes. Seine Aufgabe wird ihm nicht so leicht gemacht, wie uns die unsrige. Oefer wie wir, wird er die Freiheit seines Wollens dem Wohle des Ganzen unterordnen müssen. Nicht Schmerz, nicht Missgunst bleiben ihm erspart. Und doch, **besser wie er**, der erste seines Volkes, geht uns **niemand** in unsrem Vaterlande mit leuchtenderem Beispiele voran im Kampfe für

wahre Freiheit, deutsches Recht und deutsche Ehre.

Seine Treue gegen Volk und Land hat sich noch stets als echt und fest erwiesen, und gleiche Treue wollen wir ihm und mit ihm unsrem Vaterlande halten alle Zeit!

Lassen Sie uns diesem Gefühlsfreundigen und dankbaren Herzens Ausdruck geben in dem Refe:

Seine Majestät,

Wilhelm II.

unser allergnädigster Kaiser und König.

lebe hoch! hoch! hoch!