

Höhere Silane, ihre Geschichte und ihre zukünftige Verwendung

Dr. Peter Plichta
prom. anorgan. Chemiker
Kernchemiker
Apotheker

12. August 2008

Wer von der Geschichte einer Wissenschaft keine Ahnung hat, hat auch von der Wissenschaft wenig Ahnung. P. P.

Silane und Borane: Links neben dem und unterhalb des Kohlenstoffatoms im Periodensystem befinden sich die chemischen Elemente Bor und Silizium, die zu den Halbmetallen gerechnet werden. Da das Element Kohlenstoff als Wasserstoffspeicher wegen seiner 4-Bindigkeit und der Fähigkeit, Mehrfachbindungen einzugehen, das Grundelement der organischen Chemie darstellt, müssten die Elemente Bor und Silizium wegen ihrer Stellung im Periodensystem auch in der Lage sein, Hydride zu bilden, was im Zeitalter der schwindenden Erdölreserven von Bedeutung sein könnte.

Ab 1916 gelang es Professor Alfred Stock durch saure Zersetzung von Magnesiumsilizid neben den gasförmigen Mono- und Disilanen, die flüssigen Silane Trisilan Si_3H_8 und Tetrasilan Si_4H_{10} darzustellen. Die Stoffe sind an der Luft selbstentzündlich, und die Ausbeute von flüssigen Silanen beträgt nur 5%. Die in großen Mengen anfallenden gasförmigen Silane Monosilan SiH_4 und Disilan Si_2H_6 erwiesen sich später als Ausgangsstoffe zur Herstellung von Reinstsilizium für Chips und Solarzellen.

Stock gelang auch die Darstellung der Borwasserstoffe (Borane), die sich in der Stereochemie als außerordentlich nützlich erweisen sollten, sodass dem Harvardchemiker William N. Lipscomb, in memoriam Alfred Stock, 1976 der Nobelpreis für Racemat-Trennungen mit Boranen verliehen wurde.

Da es für die flüssigen Silane bisher keine Anwendung gab, galten sie nicht als Nobelpreis verdächtig, obwohl sich das Element Silizium schon bei der Gleichrichtung des Wechselstroms, der Entwicklung der Siliconöle, der Solarzellen, des Transistors und der Computerchips so nützlich erwiesen hat, dass man vielleicht einmal ein ganzes Zeitalter nach diesem Element benennen wird. Hierzu müsste aber den Silanen auch eine bisher unbekannte Verbrennungseigenschaft zukommen; denn die Chemie ist nicht nur die Lehre von den Stoffen, sondern auch die Lehre vom Feuer (Lavoisier). Dieser Artikel handelt genau von diesem Verbrennungsgedanken der Silane, der seit der Entdeckung der Oxidation durch Antoine de Lavoisier den Chemikern und Thermodynamikern völlig verborgen geblieben ist.

*

Ein folgenschwerer Irrtum: Nachdem Alfred Stock 1933 in die USA emigrieren musste, setzte Professor Franz Fehér in den 60er Jahren die Silan-Forschung an der Universität Köln fort und gewann die o. g. flüssigen Silane in 100 ml Mengen. Hierzu ließ er granuliertes Mg_2Si in 60°C heiße verdünnte Phosphorsäure rühren. Der Wasserstoff, der bei Zersetzung des Magnesiumanteils in statu nascendi frei wird (atomarer Wasserstoff), greift die Siliziumanionen an und bildet so Hydride. Die sehr einfache Apparatur verfügte über P_2O_5 Glas-

wolle-Trockenfallen und über Kältekondensationsabscheider. Obwohl nicht nur sehr viel Wasserstoff entstand, sondern auch viel Monosilan, wurde trotzdem zusätzlich Reinstickstoff als Treibgas eingesetzt, da höhere Silane Siedepunkte über 200°C haben, und der Verdacht bestand, dass sie nur teilweise aus der Zersetzungsapparatur mitgerissen würden. Die Kondensationsfallen waren hintereinander geschaltet, so dass durch geschicktes Kühlen zuerst flüssige Rohsilane auskondensiert wurden, danach Disilan bei minus 80°C und zum Schluss Monosilan (Siedepunkt-112°C) mit flüssigem Stickstoff.

Da es auch Fehér wie vorher Stock nicht gelang, längerkettige Silane herzustellen, blieb es in den Chemiebüchern bei der falschen Vorstellung, dass diese bei Raumtemperatur instabil seien, was von Alfred Stock in seinem Buch „Hydrides of Boron and Silicon“, Cornell University, 1933, Seite 23 so beschrieben worden war: „The stability of the silanes decreases towards the higher members.“

*

Erste Darstellung der Höheren Silane: Von 1968 bis 1970 gelang dem Doktoranden von Professor Fehér, Peter Plichta, der Kunstgriff, Silane zu substituieren, sodass es nunmehr möglich war, wie in der organischen Chemie, Verbindungsklassen der anorganischen Silane herzustellen. Obwohl diese Arbeiten in den führenden Zeitschriften für Chemie in den USA, England und Deutschland publiziert wurden, gelangten die Ergebnisse nicht in das Standardwerk der deutschsprachigen anorganischen Chemiker, den Hollemann-Wiberg (101. Auflage 1995).

Zum gleichen Zeitpunkt wurden dem einzigen Silan-Institut der Welt von der DFG sehr hohe Beträge zur Verfügung gestellt, um eine halbtechnische saure Zersetzungsanlage aufzubauen. Der 50 Liter Zersetzungskolben aus dickwandigem Glas befand sich aus Sicherheitsgründen in einer Art Schwimmbassin, um gegebenenfalls mit CO₂ oder Wasser geflutet werden zu können. Die Doktoranden Dieter Schinkitz, Peter Plichta et al. stellten an einem einzigen Tag 100 kg Magnesiumsilizid bei 1000°C in einem elektrischen Ofen her. Nach Abkühlung wurde das Produkt zertrümmert und auf die richtige Korngröße gebracht und in wochenlanger Arbeit sauer zersetzt. Dabei wurden die gasförmigen Silane in ein Wasserbassin geleitet, wobei sie zusammen mit Wasserstoff unter Blitz und Donner abgepackelt wurden.

Da Plichta durch Vorversuche gaschromatographisch die Existenz von höheren Germanen in Rohgermanen und Schinkitz das gleiche bei Rohsilanen nachgewiesen hatten, ließ sich grob überschlagen, in welchen Mengen in dem knapp 4 Liter betragenden Rohsilangemisch höhere Silane durch fraktionierte Destillation gewonnen werden könnten. Fehér hatte sich aber eine Trennung über einen präparativen Gaschromatographen vorgestellt und dafür einem jungen Doktoranden eine Tätigkeit für mehrere Jahre vorgeschlagen. Dies hätte für den Professor den Triumph bedeuten können, z. B. Penta- und Hexasilan herzustellen und damit Stock's Behauptung von der Instabilität zu widerlegen. Plichta hätte dann aber Jahre warten müssen, um von den höheren Silanen, wie Pentasilan und Hexasilan neue Verbindungsklassen zu schaffen.

Da er erfasst hatte, wie stabil seine Silan- und Germanverbindungen gaschromatographisch gegenüber Hitze waren, kam er im Frühjahr 1970 auf die auf der Hand liegende Idee, zur Verfügung stehendes Tri- und Tetrasilan zu pyrolysieren. Diese Methode, Benzine in der Hitze im Vakuum katalytisch in günstige Isomere umzuwandeln, ist in der Petrochemie das A und O. In der Tat gelang es Dr. Peter Plichta, inzwischen beamteter Assistent bei Professor Fehér, den Nachweis zu erbringen, dass sich höhere Silane mit der Kettenlänge Si₅H₁₂ bis Si₁₀H₂₂ sehr leicht durch Pyrolyse am Glaswolle-Platin-Kontakt bei 350°C im Vakuum bilden und sich gaschromatographisch trennen lassen. Auf diese einfache Idee war Fehér nicht gekommen. (Zur Zeit Stocks gab es die Gaschromatographie noch nicht.) Bei Plichtas Arbeiten zeigte sich überraschend, dass Silane mit höherer Kettenlänge nicht instabil und sogar ab dem

n-Heptasilan (Si_7H_{16}) nicht mehr selbstentzündlich sind und damit handhabungssicher. Diese Ergebnisse wurden von Professor Fehér – tödlich beleidigt – nicht publiziert, sondern von Plichta patentiert und gelangten deswegen nicht in die Lehrbücher. Plichta, der als Experimentalchemiker alles erreicht hatte, wechselte daraufhin in ein anderes Fachgebiet, wo es auf das Denken ankommt, die Logik und die Mathematik.

Dort entwickelte er eine überaus geistvolle Idee, warum die Welt so präzise in mathematischen Konstanten und physikalischen Naturkonstanten angelegt ist. Dies ist sehr wichtig zu erwähnen, weil die Silanchemie dadurch praktisch 30 Jahre lang nicht durch neue Ideen befruchtet wurde, sondern mit dem Tod von Prof. Fehér 1986 zum Erliegen kam.

Fehérs präparativer Gaschromatograph erwies sich als unvoreilhaft, sodass er nach Plichtas Ausscheiden stattdessen die Rohsilane durch geschickte Vakuumdestillation in einer Kolonne, also in der Hitze, trennen ließ. Im Buch „Benzin aus Sand“, Die Silan-Revolution, Langen-Müller, 2001, von Peter Plichta kann man auf Seite 96 nachlesen, dass dabei immerhin allein 717g Pentasilan abgetrennt wurde. Obwohl Plichta 1970 schon Substitutionen an von ihm hergestellten, noch höherem, reinen n-Oktasilan durchgeführt und damit die Stabilität höherer Silane hinreichend bewiesen hatte, veröffentlichte Fehér 1976 ein 40-seitiges Bändchen: „Kernresonanzspektroskopische Untersuchungen auf dem Gebiet der präparativen Chemie höherer Silane“ in der Akademie der Wissenschaften NRW (Forschungsbericht Nr. 2545, Fachgruppe Chemie). In diesem Artikel wird deutlich, bis zu welchen verzweigten Isomeren der Silane die Arbeitsgruppe in Köln gekommen ist. Insgesamt zeigt sich aber, dass der Irrtum von Stock, dem es nicht einmal gelungen war, ein n-Pentasilan herzustellen, bewirkt hat, dass die höheren Silane und somit der Name Fehér nicht in die Chemiebücher, wie den Hollemann- Wiberg gelangten. Fehér veröffentlichte sensationelle Kenndaten, wie Siede- und Schmelzpunkte oder Brechungsindizes, aber falsche Verbrennungsenthalpien, worauf noch einzugehen ist. Die Arbeiten seines ehemaligen Habilitanden Plichta wurden nicht erwähnt, so dass der Wirrwarr in den Chemiebüchern jetzt perfekt ist.

Der interessierte Leser kann in Band I des autobiographischen Werkes von Peter Plichta „Das Primzahlkreuz“, Quadropol Verlag, 3. Auflage, die Geschichte detailliert nachlesen.

*

Die Stickstoffverbrennung: Die halbtechnische Anlage und die Fraktionierungsdestillatur wurden von Plichta 2002 im gleichnamigen Film „Benzin aus Sand“, Moderator Jean Pütz, im WDR in der Sendung „Dschungel“ abgebildet. Der Film handelt von einer chemischen Revolution, die ihren Keim in einer sehr heftigen Laborexlosion hat, die Plichta und sein Kollege Rolf Guillery 1968 überlebt hatten. Damals hatte Plichta eine Ahnung dahingehend bekommen, dass die Silane ein Geheimnis in sich bergen. Bei seinen Versuchen war als Schutzgas Reinstickstoff verwendet worden. Da die niedrigen Silane an Luft mit dem 20%igen Sauerstoff brennen oder explodieren und dabei braunes, flockiges Monoxidpulver bilden, war eben kein Chemiker vor ihm auf die Idee gekommen, dass Silane als pumpbare Treibstoffe auch mit kaltem Stickstoff reagieren könnten. Aus Experimentalvorlesungen ist jedem Chemiker bekannt, dass Magnesiumband auch in reinem Stickstoff lichterloh grell zu Magnesiumnitrid verbrennt. Von Metallen wie Magnesium, Aluminium oder Titan gibt es aber keine flüssigen Hydride. Nur in der 4. Hauptgruppe existieren mit den Nichtmetallen Kohlenstoff, Silizium und Germanium kettenförmige Wasserstoffverbindungen. Da Kohlenstoff nicht mit Stickstoff brennt, sondern beide Elemente Mehrfachbindungen eingehen, und Germane und Borane ausscheiden, ist es ein Rätsel, warum nicht darüber nachgedacht worden ist, dass die übliche industrielle Darstellung von Siliziumnitrid bei Temperaturen zwischen 1100°C und 1400°C schlichtweg närrisch ist. Aus der Reaktionsgleichung $3\text{Si} + 2\text{N}_2 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 750 \text{ KJ}$ erkennt man leicht, dass die Reaktion exotherm ist und angeätztes Silizium in rei-

nem Stickstoff heftig brennen muss. Wäre hierüber nachgedacht worden, wäre die Raumfahrt, wie wir sehen werden, nicht in der Sackgasse „Spaceshuttle“ erstarrt.

Schon dem Chemiker Friedrich Wöhler, der 1859 als Erster Siliziumnitrid herstellte, war aufgefallen, dass der Planet Erde in glühend heißem Zustand überhaupt keine Gashülle besessen haben konnte. Da die 20% Sauerstoff der Lufthülle einzigartig nur über Photosynthese gebildet werden konnten, muss der Stickstoff zu diesem Zeitpunkt chemisch gebunden vorgelegen haben. Wöhler vermutete, dass er an Silizium gebunden war. Erst später trat Wasserdampf und Kohlendioxid aus Vulkanen aus. Noch sehr viel später hat sich beim Abregnen das Wasser mit Alkalioxiden verbunden, und somit ist unter Hitzeeinwirkung aus Siliziumnitrid Ammoniak entstanden, die Voraussetzung für die Entstehung von Leben. Gleichzeitig war so die Möglichkeit gegeben, dass die erkaltende Erde eine Gashülle aus Ammoniak erhielt. Das NH_3 wurde durch das UV-Licht der Sonne in N_2 verwandelt, wobei der Wasserstoff in den Weltraum diffundierte.

Das Stickstoffmolekül ist wegen seiner 3-fach Bindung äußerst reaktionsträge, wofür es chemisch keine Erklärung gibt, denn die quantenmechanischen Berechnungen beruhen auf experimentellen Untersuchungen. Das Vorhandensein von 80% Stickstoff in der Atmosphäre bewirkt in Verbindung mit Reibungselektronen die Bildung von atomaren Stickstoffatomen mit 5 Elektronen, die aggressiv mit den Sauerstoffmolekülen reagieren. Dies führt zu Blitz und Donner der elektrischen Gewitter, die mit etwa 50 Millionen Entladungen täglich für die Düngung des Erdreiches mit Stickoxiden sorgen. Ohne den Stickstoffblitz wären die Grundchemikalien des Lebens Aminosäuren, Zucker, DNA-Basen u.s.w. überhaupt nicht entstanden und auch nicht die heutige Flora und Fauna in den Meeren und auf dem Land.

*

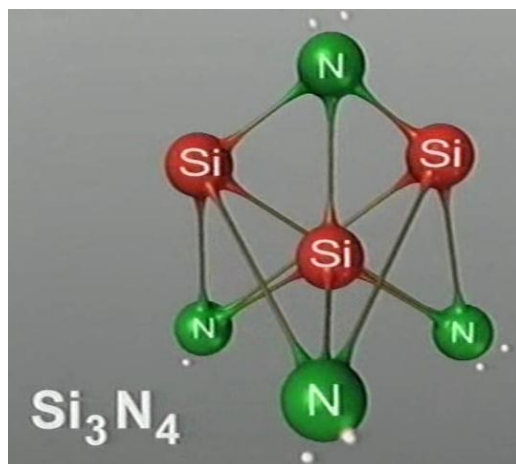
Ein festes Edelgas: Man kann grob vereinfacht sagen, dass der Planet Erde aus einer Silikathülle besteht und diese wiederum aus Silizium. Die Lufthülle um den Planeten besteht zu fast 4/5 aus Stickstoff. Die Verbindung dieser beiden Elemente, Siliziumnitrid, schmilzt erst bei 1900°C , obwohl die Si-N Bindung sehr schwach ist. Es enthält 3 Siliziumatome, die 12 Elektronen zur Verfügung stellen. Atomarer Stickstoff besitzt 5 Elektronen, so dass die 4 Stickstoffatome 20 Elektronen zur chemischen Verbindung beisteuern. Somit besitzt das Molekül 32 Elektronen, und das ist die höchste Hauptquantenzahl. Das Besondere am Si_3N_4 Molekül ist die Tatsache, dass lediglich 24 Elektronen an Bindungen teilnehmen, also 12 Einzelbindungen existieren. Das Molekül ist folglich von der Form eines Tetraeders, wobei die 4 Ecken von den 4 Stickstoffatomen besetzt sind. 8 Elektronen nehmen nicht an der chemischen Bindung teil, sondern befinden sich paarweise am Tetraeder ganz außen, was Kennzeichen eines Edelgases ist. Diese einfache quantenmechanische Überlegung zwingt zu der Erkenntnis, dass mit dem Siliziumnitrid neben den Elementen der 8. Hauptgruppe ein „festes Edelgas“ existiert. Da Silizium d-Orbitale besitzt, können die freien Elektronenpaare des Stickstoffs in die dritte Elektronenschale der Siliziumatome eindringen, womit die Voraussetzungen für ein Großmolekül gegeben sind.

Hieraus erklärt sich auch die enorme Festigkeit und Temperaturbeständigkeit des Stoffes, so dass er etwa zum Beschichten von Turbinenblättern verwendet wird. Warum kann man diese Art von chemischer Bindung, die einzigartig ist, in keinem Chemiebuch der Erde finden?

1789, im Jahr der französischen Revolution erschien das erste Chemiebuch der Welt von Antoine de Lavoisier. Die Alchemie, die herrschende Phlogiston-Lehre war mit einem Schlag abgetan, nur in Deutschland nicht. Erst Napoleons Kanonen sorgten dafür, dass auch in diesem Land die Verbrennung als ein Vorgang erfasst wurde, bei dem der Sauerstoff mit

einem anderen Element chemisch reagiert; heute würden wir sagen, dass der Sauerstoff Elektronen aufnimmt.

Die oben geschilderte Bildung von Siliziumnitrid ist natürlich auch eine Oxidation; denn der Stickstoff nimmt 12 Elektronen auf. Molekularer Stickstoff besitzt eine Dreifachbindung, die sehr stabil ist. Bei atmosphärischen Gewittern greift der atomare Stickstoff mit Blitz und Donner den Sauerstoff der Luft an. Genau das gleiche passiert bei der Reaktion von



Siliziumwasserstoffen mit molekularem Luftstickstoff, wenn in der Hitze die Silankette in Siliziumradikale und atomaren Wasserstoff H_1 zerfällt. Wie kam es zu dieser revolutionären, chemischen Idee, wie wurde sie bewiesen und welche Bedeutung wird sie in Zukunft haben?

*

Die wahre Bildungsenthalpie der Si-Si-Bindung: In den 60er und 70er Jahren war der von Dr. Werner von Braun favorisierte flüssige Wasserstoff zum ultimativen Raketentreibstoff avanciert. Lediglich Hydrazin und seine Derivate hatten sich, wegen ihrer nicht kryogenen Eigenschaften und ihrer Selbstentzündlichkeit mit Oxidatoren, parallel durchgesetzt. (Hydrazin und rote, rauchende, wasserfreie Salpetersäure waren ursprünglich von Braun bevorzugt worden. Beide Stoffe sind so giftig, dass Chemiker sie in ihrem Studium nie zu Gesicht bekommen.)

Da zu diesem Zeitpunkt nicht an eine Verwendung von Silanen als Antriebsstoffe gedacht worden ist, hat sich ein bemerkenswerter Irrtum in die thermodynamischen Untersuchungen der flüssigen Silane eingeschlichen. Professor Fehér hatte bei der Vermessung der Bildungsenthalpien nicht daran gedacht, dass die Silane in einem Kalorimeter mit reinem Sauerstoff so blitzartig abbrennen, dass in der Asche SiO_2 ein Grossteil unverbranntes Silizium der Kette zurückbleibt. Die amerikanischen Chemiker Gunn und Green waren misstrauisch und mischten bei ihren Untersuchungen dem flüssigen Trisilan flüssigen instabilen Antimonwasserstoff (Stibin) bei und zündeten die Mischung mit einem heißen Draht unter Abwesenheit von Sauerstoff. Da die Bildungsenthalpie von SbH_3 bekannt ist, ließ sich so leicht die wahre Bildungsenthalpie der Si-Si-Bindung bestimmen: +40,0 kJ pro Mol. Fehér hingegen hatte negative Enthalpien gemessen.

Er ließ durch eine Dissertation aus 1967 die Verbrennungsuntersuchung wiederholen. Die Rückstandsanalyse der Asche ergab bei Zersetzung in Natronlauge, dass unverbranntes Silizium zur Bildung von Wasserstoff führte, der sich leicht quantitativ bestimmen lässt. Leider ist eine solche Vermessung indirekt und so ungenau, dass er mit einer kalorimetrischen Messung nicht verglichen werden kann. Deswegen hat Professor Fehér die Doktorarbeit des

Diplomchemikers Hartmut Rohmer nicht veröffentlicht. Er hätte nämlich seine bis dahin publizierten Verbrennungswärmen von Tri- und Tetrasilanen als falsch zurückziehen müssen. Er brachte sich damit, ohne es zu ahnen, um die Möglichkeit, flüssige Silane als Raketentreibstoffe vorzuschlagen. Während etwa Kerosin in einer heißen Brennkammer erst einmal Energie braucht, um die Kohlenstoffkette zu spalten, wird ein langkettiges Silan unter gleichen Bedingungen Wärme abgeben, wenn die Kette zerfällt. Damit ist die Voraussetzung gegeben, carcinogene Hydrazinderivate durch flüssige Silane zu ersetzen. Diese sind, im Gegensatz zu der Behauptung in den Chemiebüchern, bei Raumtemperatur in Stahlbehältern, also ohne Einwirkung von Sonnenlicht, vollkommen stabil, was über Jahre hinweg kontrolliert wurde.

Alle Behauptungen, wonach höhere Silane unter Zersetzung Monosilan bilden, gehören in den Bereich der chemischen Märchen und Sagen. Professor Auner, von dem später noch die Rede sein wird, schadet dem Ruf der Universität Frankfurt, wenn er über die Gefährlichkeit von höheren Silanen redet und ihre Stickstoffverbrennung leugnet.

Fehér hat sich, um es zu wiederholen, selbst um die Möglichkeit gebracht, auf die Idee der Stickstoffverbrennung mit Silanen zu kommen. In einer heißen Brennkammer entstehen nämlich freie Siliziumatome, die über 4 Elektronen verfügen. Da bekannt ist, dass flüssiges Silizium (Schmelzpunkt 1410°C) sehr heftig mit kaltem Stickstoff brennt, kann man sich sehr leicht ausrechnen, wie blitzartig gasförmige Siliziumatome mit Stickstoff reagieren.

Somit ist die Entdeckung der Stickstoffverbrennung von Silanen in einem Luft atmen- den Triebwerk (Scramjet) ein als seltsam einzustufender „Zufall“, die ansonsten wohl für immer unentdeckt geblieben wäre, weil die Forschung an flüssigen Silanen ab 1986 weltweit eingestellt war. Peter Plichta hatte aber schon im Alter von 15 Jahren bei seinen Überlegungen zu einer wiederverwendbaren einstufigen, diskusförmigen Raumfähre die Idee aufgegriffen, einen Treibstoff zu suchen, der es ermöglicht auf ein mitgeführtes Oxidationsmittel zu verzichten.

*

Die Silantragödie, Teil 2: Mit der Entdeckung der Stickstoffverbrennung begann nunmehr der 2. Teil seiner Laufbahn als Silanchemiker und, wie wir sehen werden, als Konstrukteur einer stufenfreien Raumfahrt.

Plichta hatte sich 1994 an den Professor für Thermodynamik an der Universität der Bundeswehr Dieter Straub, Abteilung Luft- und Raumfahrt, München gewandt. Dieser hatte Prof. Dr. Peter Kramer eingeschaltet, der bei dem Ehepaar Sänger sein Handwerk gelernt hatte. Prof. Dr. Eugen Sänger und seine Frau Dr. Irene Sänger (eine bemerkenswerte Physikerin) hatten in den 60er Jahren den Gedanken vom Überschallstaustrahlbrenner entwickelt. Das Ehepaar hatte die brillante Idee, die Wegwerf-Stufenraketen-technik durch wieder verwendbare, horizontal auf der Luft liegende Systeme zu ersetzen. Hierbei sollte ein deltaförmiges Mutterflugzeug ein Huckepack-Raketenflugzeug auf 6 Mach bringen. Dies ist ungefähr die Geschwindigkeit der Saturn V Rakete beim Abwurf der ersten Stufe. Zu diesem Zeitpunkt ist etwa 75% des Treibstoffs und Oxidators bereits verbrannt. Die Sängers wollten das mitgeführte Raketenflugzeug – auf der Luft getragen und somit die Raketengleichung umgehend – solange wie möglich auf etwa 50km Höhe halten, wobei die 1% Luft für den Auftrieb sorgen. Für eine solche Methode ist flüssiger Wasserstoff natürlich wegen seines Volumens pro Masse der völlig falsche Treibstoff.

Kramer hatte zu Beginn der 90er Jahre für Daimler-Benz und MTU den ersten Staustrahlbrenner-Prototyp gebaut. Hierbei war mit einer trickreichen Idee dafür gesorgt, dass heiße Luft im Überschallbereich in den Staustrahlbrenner eingespeist und dort gestaut wurde. Da Daimler-Benz zu diesem Zeitpunkt durch unglückliches Management ins Trudeln geraten war, mussten die Staustrahlexperimente abgebrochen werden. Etwa 600 Millionen DM wurden abgeschrieben und ein Team kluger deutscher Ingenieure in alle Winde verstreut.

Nach dem ersten Shuttle-Absturz hatten Kenner der Materie den zweiten Absturz, diesmal beim Wiedereintritt, vorausgesehen.

Der Shuttle, der ursprünglich nach kurzem Check wieder betankt, die nächste Mission erfüllen sollte, würde in einem Desaster enden. Obwohl, z. B. der Flüssigtreibstoff-Raketenmotor so gebaut ist, dass er 100 Einsätze vertragen könnte, begann eine unerträgliche Überprüfung aller Einzelteile. Auf diese Weise stiegen die Kosten für einen Shuttle-Flug in den Bereich von einer Milliarde, was bei der Europäischen Raumfahrt auf heruntergespielte Begeisterung stieß; denn die Ariane V war fertig entwickelt und sollte endlich Gewinne einspielen.

Plichta und ein befreundeter Ingenieur, Dr. Klaus Kunkel, favorisierten den Gedanken, den spezifischen Impuls, der später näher erklärt wird, eines spezifischen Silans zu bestimmen. Professor Fehér hatte nämlich 1980, inzwischen war er selber 80 Jahre alt, die 10 Jahre alte Silananlage, die in Einzelteile verpackt in den Kellern des chemischen Institutes lagerte, zum zweiten Mal aufbauen lassen. Zu diesem Zeitpunkt hatte ihn nämlich Plichta telefonisch gefragt, ob er schon mal darüber nachgedacht hätte, dass Silane Raketentreibstoffe für einem herkömmlichen Oxidator darstellen. Eine Arbeitsgruppe um den Doktoranden Helmut Baier hatte bei 600°C gesintertes Magnesiumsilizid der Zersetzung unterzogen und die Aufgabe erfüllt, große Mengen reines Disilan zu gewinnen, was in Stahlflaschen, ähnlich wie Butangas, flüssig ist. Dieses Disilan hatte Fehér anschließend für viel Geld nach Israel verkauft, wie Dr. Baier es 2002 Plichta erzählt hatte. Wofür es in Israel verwendet worden war, kann man sich denken. Nach dem Tod von Professor Fehér sind alle Silanvorräte vernichtet worden.

In der oben erwähnten Schrift für die Akademie der Wissenschaften von NRW befand sich allerdings ein bemerkenswerter Hinweis auf die Darstellung eines Pentasilans ohne die saure Zersetzung. Plichta hatte Ende der 60er Jahre damit begonnen, auf dem Markt leicht erwerbbares Phenylchlorsilan dahingehend zu behandeln, dass Siliziumketten entstanden, bei denen er dann später die Phenylgruppen, bzw. die Chloratome durch Wasserstoff ersetzte und somit auf eine neue Art und Weise zu höheren Silanen gelangte. Einem von Fehérs Doktoranden war es gelungen auf diese Weise ein Pentasilan zu gewinnen, chemisch korrekt ein Cyclo-Pentasilan, also ein Fünfring von der Formel Si_5H_{10} . Genau diese Methode erlaubte nun ein spezifisches Silan über eine organische Drei-Stufen-Synthese herzustellen – und zwar ohne eine gefährliche, saure Zersetzungsanlage nach Stock/Fehér.

Diese Aufgabe vertrauten Kunkel und Plichta 1998 dem Lehrstuhlinhaber für Anorganische Chemie in Frankfurt Norbert Auner an. Plichta war jetzt wieder in der Silanchemie und die Chemikertragödie, die mit Stock als nichtarischem Beamten unter dem Naziterror ihren Anfang genommen hatte, nahm ihren weiteren Verlauf.

*

Das Experimentum Crucis: Professor Auner gilt als Fachmann für siliziumhaltige organische Verbindungen. Er ist Berater der Wacker Chemie München und Dow Coming Chemical USA. Zum Zeitpunkt als die beiden Chemiker Auner und Plichta sich kennen lernten, war Auner noch an der Humboldt Universität Berlin. Die Nachricht von der Stickstoffverbrennung traf ihn wie ein Schock. Obwohl für die Borane schon ein Nobelpreis vergeben worden ist, und die Stickstoffverbrennung die Chemie gewissermaßen auf den Kopf stellt, verleugnete er die Silan-Stickstoff-Verbrennung gegen alle Regeln eines gesunden Chemikerverstandes. Immerhin erklärte er sich bereit, Probemengen Cyclopentasilan (CPS) herzustellen, damit diese am „Fraunhofer Institut für chemische Technologie“ (ICT) in Berghausen kalorimetrisch vermessen werden konnten. Zur Bestimmung des spezifischen Impulses (Schub x Wirkungszeit pro Gewichtseinheit: $[\text{F}\Delta t/m]=\text{Nsec/kg}$) wurde eine Reihe von Glasampullen, in denen sich CPS befand, mit reinem Sauerstoff verbrannt. Dabei zeigte sich, dass

CPS den gleichen spezifischen Impuls wie Kerosin besitzt (2890), während unsymmetrisches Dimethylhydrazin (UDMH) ein wenig höher bei etwa 2990 liegt. Da CPS ungiftig ist, während UDMH als höchst carcinogen gilt, und beide Stoffe mit Oxidatoren von alleine zünden, war somit endlich ein Ersatztreibstoff für die Oberstufe der Ariane V entdeckt. Was Professor Auner nicht wissen konnte: Er war in die gleiche Falle gelaufen wie Professor Fehér zuvor. Hätte er Literaturrecherche lege artis betrieben, wäre ihm bekannt gewesen, dass in der Verbrennungsasche unverbranntes Silizium übrig bleibt. In einem heißen Raketenmotor würde das Silizium natürlich mit dem Oxidator quantitativ verbrennen, aber eben nicht in einem Kalorimeter bei Raumtemperatur. Weder Auner noch der Physiker Dr. Kelzenberg vom ICT hatten eine Ahnung davon, dass ihre Vermessungen falsch waren, einfach weil sie sich über die Bildungsenthalpie der SiH₂-SiH₂-Bindung nicht im Klaren waren.

Was aber auch Plichta zu diesem Zeitpunkt noch nicht wissen konnte, war die Vermutung, dass Auner alle betrogen hatte, weil seine Silanproben gar kein reines Cyclopentasilan waren, sondern ein Phenylpentasilan, also ein Benzolring verknüpft mit einem Fünfring aus Siliziumatomen. Prof. Auner war 1999 längst Ordinarius an einem der berühmtesten Lehrstühle für Anorganische Chemie. Er hatte es ein Jahr lang nicht fertig gebracht, die letzte Benzolgruppe abzutrennen, worüber noch berichtet wird.

Wegen der Heftigkeit, mit der Auner die Silan-Stickstoff-Verbrennung bekämpfte, zog sich Plichta ein zweites Mal aus der Silanchemie zurück (1999). Doch nun trat, wie in einem Drama, ein merkwürdiges koinzidentes Moment ein. Plichta hatte sich 1997 an den Leiter der Forschungsabteilung der *Wacker Chemie* in Burghausen, Professor Dr. Lutz Rösch, gewandt, um dort gegen Rechnung Probemengen von CPS herstellen zu lassen. Da er gleichzeitig auf die Stickstoffverbrennung von Silanen hingewiesen hatte, war Rösch natürlich darüber vorgewarnt, dass einmal bei der Herstellung von Ausgangssubstanzen für Siliconöle (z.B. Dimethyldichlorsilan) unverbrauchte Rückstände von angeätztem Silizium mit reinem Stickstoff heftig brennen könnten. Rösch hatte jeden Gedanken an eine Herstellung von CPS zurückgewiesen.

Ein Jahr später war es zu einem brisanten Chemieunfall gekommen. Große Mengen von unverbrauchtem Silizium, die in einem Stahlbehälter gesammelt worden waren, hatten angefangen mit Stickstoff zu brennen. Die Gründe dafür wurden später von Wacker-Chemikern experimentell präzise untersucht. Bei der Müller-Rochow-Synthese wird als Katalysator eine Mischung aus Kupfer/Kupferoxid-Pulver verwendet. Da der Katalysator unverbraucht mit in den Stahlbehälter gelangt, war es zu einer einfachen Hüttenprozess ähnlichen chemischen Reaktion gekommen. Das Kupferoxid hatte mit heißem Silizium unter starker Wärmeabgabe reagiert ($2\text{CuO} + \text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2\text{Cu}$). Die Temperaturfühler hatten die ungewöhnliche Hitzeentwicklung registriert, und man wollte der teuren Vernichtung des gesammelten Siliziums ein Ende bereiten. Hierzu war Reinstickstoff aufgepresst worden. Im selben Moment fing in dem Stahlbehälter eine höllische Wärmeentwicklung an. Feuerwehrleute begannen, den Behälter über Wasserschläuche zu kühlen und Rösch ordnete an, den Stickstoff aus dem Behälter zu entfernen und durch das Edelgas Argon zu ersetzen. Dadurch war die Katastrophe abgewendet worden. Als der Behälter geöffnet wurde, fand man eine weiße Substanz als Asche vor, die sich bei der chemischen Analyse als Siliziumnitrid identifizieren ließ.

Rösch hätte sich nunmehr bei Plichta bedanken müssen, aber schon sein Desinteresse an Silanen ist bezeichnend für diese Art von chemischem Naturell. Da er zu diesem Zeitpunkt in den Ruhestand trat, hatte sein Nachfolger, der Chefchemiker Dr. Richard Weidner von der Korrespondenz über Silane natürlich keine Ahnung. Im Frühjahr 2000 telefonierte er mit einem Freund und der hieß Professor Norbert Auner. Dieser kam auf die Silan-Luftstickstoffverbrennung zu sprechen, die dadurch gekennzeichnet ist, dass in einer heißen Brennkammer Silane spontan in freie Wasserstoffatome und Siliziumradikale zerfallen. Bei einem Über-

schuss von Silanen kommt es zu einer reduzierenden Atmosphäre, sodass der Sauerstoffanteil der Luft stöchiometrisch mit dem überschüssigen atomaren Wasserstoff H_1 reagiert, und eben keine Siliziumoxide entstehen können. Die freien Siliziumatome werden jetzt natürlich äußerst heftig mit dem als inert geltenden Stickstoff reagieren. Einen solch einfachen chemischen Zusammenhang nicht zu verstehen, ist für einen „Siliziumberater“ eher eine Peinlichkeit. Weidner wies Auner nun auf den Beinaheunfall hin, der als Betriebsgeheimnis eingestuft worden war. Merkwürdigerweise haben aber die Chemiker in Burghausen kein Patent dahingehend eingereicht, wie man Luftstickstoff, beispielsweise in der Raumfahrt, mit angeätztem Silizium verbrennen könnte, sondern stattdessen ein Verfahren zum Patent angemeldet, wie die Silizium-Stickstoff-Verbrennung bei der Müller-Rochow-Synthese vermieden werden kann.

Eine solch närrische Vorgehensweise war die Chance für Auner. Er schrieb ausgerechnet mit Plichtas Patentanwalt Dr. Döring klammheimlich eine Patentanmeldung über ein Verfahren, Silane in einer Brennkammer mit Luftstickstoff zu verbrennen. Clou des Verfahrens sollte die Anwesenheit von Kupfer/Kupferoxid als Katalysator sein. Da die Verbrennung von Siliziumpulver mit Luftstickstoff von Plichta schon patentiert war, ist ihm offensichtlich nicht klar gewesen, dass das Kupferoxid gar keinen Katalysator, sondern einen Sauerstoff liefernden Stoff darstellt. Da die Stickstoffverbrennung mit Sicherheit zur Verleihung des Nobelpreises führen wird, wandte sich Auner an Redakteure des Nachrichtenmagazins „Der Stern“. Dort war man schon einmal auf gefälschte Hitlertagebücher reingefallen und hatte nichts dazu gelernt. Die Katastrophe nahm ihren Lauf.

*

Das Buch „Benzin aus Sand“: Auner war darüber informiert, dass auf einer Silizium-Chemiker-Konferenz in Tromsø vom 29.5. bis zum 2.6. 2000 eine Wacker-Chemikerin von den Gefahren der Silizium-Stickstoff-Verbrennung in einem Vortrag berichten würde. Auf diesen Termin musste er Rücksicht nehmen, bevor er sich als „Erfinder“ bezeichnen könnte. Das liest sich beim „Stern“ dann so: *„Da war er endlich, der Beweis für eine chemische Reaktion, auf die er schon lange gesetzt hatte. Deren Existenz bedeutete für ihn nicht weniger als einen ganz neuen Ansatz zur Lösung der zukünftigen Energieprobleme der Menschheit.“*

Auner besuchte unter anderem mit dem „Stern“ Redakteur Klaus Thews die Firma Dow Corning Chemicals in den USA, wo der gesamte Vorstand aus den Betten getrommelt wurde.

Da Plichtas Anwalt Dr. Bernd Bellinger interveniert hatte, brachte der „Stern“ in seinem Artikel vorsorglich einen längeren Absatz über die Entdeckung der höheren Silane durch Peter Plichta und die weltweit erteilten Patente für die Silizium-Stickstoff-Verbrennung. Der „Stern“-Titelbericht vom 9.11. 2000: „Sand – das Öl der Zukunft“, von Auner selbst endgültig lektoriert, grenzt chemisch an eine Erfindung aus einem Tollhaus. Plichta war nunmehr praktisch gezwungen, ein Buch zu verfassen: *„Benzin aus Sand – Die Silan-Revolution“*, 2001 Langen-Müller, um die Geschichte der Silane von Stock über Fehér bis Plichta und die Stickstoff-Verbrennung korrekt darzustellen und darauf hin zu weisen, dass der Chemiker Auner etwas Grundlegendes nicht verstanden hat. Silizium liefert bei der Verbrennung mit Luft Siliziumoxid, eben weil die Reaktion mit Stickstoff energetisch viel geringer ist. In einem Luft atmenden Triebwerk, einem Scramjet, von dem noch die Rede sein wird, ist es aber notwendig, den gesamten eingespeisten Luftstickstoff nicht mit zu erhitzen, sondern dahingehend zu nutzen, dass er stöchiometrisch verbrannt wird und dabei Wärme liefert. Hierbei ist der Hinweis, dass die Verbrennung mit Sauerstoff mehr Energie liefern würde, eine chemische Tautologie, die nur von Chemikern ausgesprochen werden kann, die die Grundlagen der Thermodynamik nicht beherrschen. Immerhin befinden sich in der Luft viermal so viel Stickstoff als Sauerstoff, was die Energiebilanz mehr als ausgleicht.

Plichta hatte inzwischen mit dem Oberassistenten Dr. habil. Kornath an der Universität Dortmund die drei Stufen zur Herstellung von Cyclopentasilan nach Auners Vorschrift präparativ wiederholt und filmen lassen. Dabei war es gelungen nachzuweisen, dass in der Hauptsache nur Phenylcyclopentasilan entsteht. Damit war bewiesen, dass die Ergebnisse am ICT Karlsruhe durch Prof. Auner alle falsch waren. Dr. Kornath änderte darauf zusammen mit Plichta die Vorschrift und schrieb eine forensisch chemische Arbeit, wobei er die Apparaturen für die drei Stufen fotografierte und die spektroskopischen Beweismittel mit einarbeitete. Hierfür wurde Dr. Kornath in 2006 am Anorganischen Institut der Universität München zum Professor ernannt, nachdem Plichta dem Lehrstuhlinhaber Prof. Thomas Klapötke diese Arbeit vorgelegt hatte. In München baute Kornath dann ein Silanlabor auf, so dass jetzt in Deutschland wieder an Silanen geforscht wird.

Mit dem Erscheinen von Plichtas Buch wurde Auner das Handwerk dadurch gelegt, dass die feinste Zeitschrift für Chemie „Zeitschrift für angewandte Chemie“ eine Buchbesprechung veröffentlichte und die Deutsche Forschungsgemeinschaft Prof. Auner die Forschungsmittel strich. Dadurch war aber närrischerweise das einmal aufgeflackerte Interesse für die Stickstoff-Verbrennung wieder erloschen. Lediglich der wissenschaftliche Leiter des WDR's Jean Pütz nahm sich der Sache an, und es kam im Januar 2002 in der Sendung „Dschungel“ zu einem 25 minütigen Report über den Chemiker Plichta und die Verwendung der Silane in der zukünftigen Luft- und Raumfahrt. Hierzu hatte Plichta eine 3-D-Animation für einen Einstufer in einer Computerfilmfirma anfertigen lassen. Bau und Funktion des diskusförmigen Flugkörpers werden knapp geschildert. Der Einstufer kann starten und landen wie ein Hubschrauber und verfügt über einen Luft atmenden Raketennotor, so dass, auf der Luft liegend, mathematisch die Raketengleichung umgangen wird.

Die Visualisierung eines Traums aller Raketeningenieure, der Bau eines wieder verwendbaren Einstufers, der als technisch unmöglich gilt, brachte es mit sich, dass Plichta zu ahnen begann, welches verborgene Geheimnis in der Silan-Stickstoff-Verbrennung wirklich steckt. Während für die Zuschauer da eine Art „fliegende Untertasse“ vom Boden aus startet und sodann horizontal auf enorme Überschallgeschwindigkeit beschleunigt wird, begriff er, dass der ganze Zauber um den „Stern“- Artikel, das Buch und der Film „Benzin aus Sand“ nur dazu nötig waren, endlich technisch dort durchzubrechen, wo die Raumfahrt gelandet ist, nämlich in einer „Sackgasse“. Jetzt wusste er genau, wie er weiter vorzugehen hatte; denn die Computeranimation des Einstufers hatte eher Spielzeugcharakter.

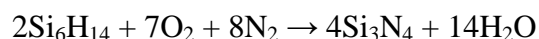
*

Ein Geheimnis in einem verborgenen Geheimnis: Erst einmal war es notwendig, einen Kapitalgeber zu finden, der die Mittel zur Verfügung stellen würde, den Einstufer zusammen mit einem wahren „Künstler“ der 3-D-Graphik völlig neu zu konstruieren. Um es zu betonen, ein Einstufer gilt technisch als nicht durchführbar. Ein ganzes „Heer“ von Flugzeug- und Raketeningenieuren hat weltweit in der Forschung der Raumfahrt und Waffentechnik dieses Dogma aufgebaut. Nichts ist schwieriger als ein Dogma als falsch zu entlarven, vor allen Dingen, wenn dem Außenseiter, dem typischen Einzelkämpfer, die Milliarden fehlen, die dem oben genannten Heer zur Verfügung stehen. Durch die angepeilte Visualisierung und die intensiven Diskussionen mit Thermodynamikern und Ingenieuren, die die Theorie der Überschallstaustrahltechnik beherrschen, entstand nach und nach eine technisch ausgereifte wieder verwendbare Raumfähre. Dadurch, dass der Computer den Erfinder heute dabei unterstützt, technische Dinge gewissermaßen wahr zu machen, ohne sie selber zu bauen, stand Plichta eine Möglichkeit zur Verfügung, als Chemiker und Mathematiker den Beweis dafür

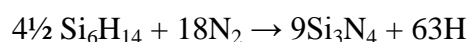
zu erbringen, dass das Dogma, welches die Entwicklung des Einstufers aufgehalten hatte, zu Fall gebracht wurde.

Während also an einem Computer ein Film entstand, wurden gleichzeitig durch die Visualisierungsmöglichkeiten patentreife Ideen entwickelt, wie das den Raketeningenieuren in der Raumfahrt gar nicht möglich ist. Die entscheidende neue Patentanmeldung aus 2003 „Der Einstufer“, *Diskus förmiger senkrecht startender und landender, wieder verwendbarer Hyperschall-Raumflugkörper, mit horizontalem Luft atmenden Staustrahlbrenner, der mit Silanen oder Silizium/Silangemischen als Treibstoff den Luftstickstoff komplett mit verbrennt* kann in dem Buch „Das Primzahlkreuz“ Band III, Die vier Pole der Ewigkeit, Teil 2, 6. Buch, Quadropol Verlag, 2004 nachgelesen werden, wobei sechs 3-D-Graphiken die Sache anschaulich machen. Die Anmeldung stützt sich einmal auf eine Reihe von früher erteilten Patenten und enthält mit der Stickstoffverbrennung nicht nur eine chemisch sensationelle Idee, sondern lüftet gleichzeitig ein Geheimnis, das wiederum in der Verbrennung mit Stickstoff selbst verborgen ist.

Während Sanger noch ein Ramjet-Verfahren vorgeschwebt hatte, das zum Beschleunigen auf 3 Mach noch eine an- und ausschaltbare Turbine beinhaltete, weil erst oberhalb von 3 Mach beim Einsatz von flüssigem Wasserstoff der Staustrahlbrenner ohne Turbinen arbeitet, entwickelte Plichta einen Einstufer mit einen oder mehreren Scramjet-Brennern. Es kommt ein chemisches Verfahren zum Zuge, das den eingespeisten Sauerstoff der Luft mit dem von der Silankette abgetrennten Wasserstoff verbrennt, sodass eine so genannte reduzierende Atmosphäre herrscht. Durch den Überschuss von H-Atomen können keine Siliziumoxide entstehen. Indem nun weiterhin im Überschuss von Silanen der gesamte eingespeiste Stickstoff zu Siliziumnitrid verbrannt wird – und zwar im Überschallbereich – beginnt der Motor gewissermaßen zu saugen, weil Siliziumnitrid nicht gasförmig ist, sondern mit dem Wasserdampf eine Art Tröpfchen-Partikel-Nebel bildet. Wegen der oben erwähnten Edelgasstruktur von Si₃N₄ hat die Verbrennung einen Implosionscharakter. Um es auf den Punkt zu bringen: Der eingespeiste Stickstoff wird nicht wie bei einem normalen Scramjet-Verfahren mit erhitzt, was die Flamme kühlen würde, sondern liefert bei der Verbrennung selbst Wärme. In dem hier geschilderten Fall wird aber der gesamte Stickstoff mit verbrannt. Dies bewirkt, dass der Stickstoff verschwindet und dafür eine große Menge von unverbranntem atomarem Wasserstoff der Silankette übrig bleibt. Diese wiederum bauen den Druck in der Überschallbrennkammer auf. Wenn diese H-Atome Molekulargewicht (Mg) = 1 (H₂O Mg = 18, Si₃N₄ Mg = 140) die Überschallbrennkammer verlassen und in die Laval-Düse eintreten, werden sie wegen ihres allergeringsten Molekulargewichtes einen enormen Geschwindigkeitszuwachs erfahren. Für den Einsatz von Hexasilan ergibt sich für die Verbrennung der 20% Sauerstoff der Luft und einem entsprechenden Stickstoffanteil die chemische Gleichung



Um auch den Reststickstoff zu verbrennen gilt die Gleichung



Insgesamt gilt für den Input: $6\frac{1}{2} \text{Si}_6\text{H}_{14} + 7\text{O}_2 + 26\text{N}_2$
und für den Output: $14\text{H}_2\text{O} + 13\text{Si}_3\text{N}_4 + 63\text{H}$

Um das mittlere Molekulargewicht zu berechnen, werden die Verbrennungsprodukte mit ihren Molekulargewichten aufaddiert und durch die Anzahl N=90 der entstanden Moleküle geteilt.

Das mittlere Molekulargewicht liegt dann bei etwa 23 und die Brennkammertemperaturen bei über 3000°C, so dass ein bis heute nicht erreichter spezifischer Impuls entsteht. In einem herkömmlichen Scramjet-Brenner muss der flüssige Wasserstoff nämlich erst einmal verdampft und anschließend in seine atomare Form zerlegt werden. Anschließend wird er mit flüssigem Oxidator verbrannt. Bei der Stickstoffverbrennung hingegen wird der freiwerdende Wasserstoff unverbrannt zur Düse herausgeschossen. In dem auf den Oxidations-tank verzichtet wird und auf die Kreislumpen steigt die Nutzlast von 3% auf über 50%. Da die Raketengleichung umgangen wird, steigt die Nutzlast auf über 75%.

Mit dem hier auf minimaler Länge dargelegtem Verfahren wird die Thermodynamik gewissermaßen auf den Kopf gestellt. Jeder Raketeningenieur würde versuchen, vorhandene freie Wasserstoffatome mit Luftsauerstoff zu verbrennen. Das Geheimnis der Stickstoffverbrennung zwingt aber dazu, den Stickstoff gewissermaßen zur Wärmeproduktion einzusetzen und den extrem heißen Wasserstoff zum Antrieb zu nutzen. Hierbei werden natürlich auch die Siliziumnitridmoleküle beschleunigt. Nach dem Impulssatz werden sie wegen ihrer bis heute unvorstellbar schweren Masse ebenfalls für Schub sorgen.

Aus dem vorausgegangenen Text ergibt sich, dass das Projektil bei immer höherer Mach-Zahl immer wirkungsvoller arbeitet, wobei natürlich die Lufthülle in etwa 50 km Höhe nicht verlassen werden darf. Der beschriebene Saugeffekt hat noch eine bisher in der Raketentechnik unbekannte Schubkraft. Aus der Laval-Düse treten eben neben den Verbrennungsprodukten sehr große Mengen von ultraschnellem atomarem Wasserstoff aus. Während also in der Brennkammer physikalisch der Zustand einer stehenden Detonationswelle herrscht, befindet sich hinter der Rakete ein permanent voran getriebener Explosionsraum, was man chemisch mit der Formulierung „Knallgasraum“ beschreiben könnte. In wieweit diese permanente Explosionswelle für zusätzlichen Schub sorgt, kann hier nur angedeutet werden. Auf diese Weise werden Geschwindigkeiten von über 24 Mach möglich, so dass der Diskus durch die Zentrifugalkraft von ganz alleine so leicht wird, dass nun die Lufthülle verlassen werden kann, und im luftleeren Raum mitgeführter Oxidator zum Einsatz kommt, etwa 3% der Menge, die eine 3-Stufenraketen brauchen würde. Jetzt gehorcht die Fähre wieder mathematisch der Raketengleichung.

Weitere Überlegungen gehören in die Hände von Fachleuten. Es muss betont werden, dass wir erst am Anfang einer zukünftigen Raumfahrt stehen.



*

Zyklisches Denken: Sciencefiction-Filme der 50er Jahre zeigen etwa Mondraketen noch als spitze zigarrenförmige Projektile mit 4 Lenkrudern auf Höhe der Düsen. So sollte denn die Erde mit Raketenschub verlassen und dann auf dem Mond, mit dem Raketenmotor bremsend, aufgesetzt werden. Tatsächlich hat die Fähre der Apollo 11 mit ihren 4 Standbeinen und Raketenschub so auf dem Mond aufgesetzt. Unter Zurücklassung dieser Fähre auf dem Mond wurde mit einem Miniraumschiff etwa von der Form einer Blechdose das Mutterschiff wieder angesteuert. Ab den 60er Jahren begannen die Raumschiffe in den Filmen plötzlich scheibenförmigen Charakter anzunehmen. Gleichzeitig trat ab den 50er Jahren in einem etwa 10 jährigen Zyklus weltweit eine UFO-Hysterie auf. Diese hat dazu beigetragen, dass die scheibenförmige Bauweise von Raketeningenieuren mit einer Art Tabu belegt wurde.

Mit der Fertigstellung der Rohfassung des Filmes im Dezember 2003 wurde die Arbeit an Silanen für die Raumfahrt und die Hochgeschwindigkeitstechnik für die Luftfahrt von Plichta erneut unterbrochen, weil der 3. Band seines Lebenswerks abgeschlossen werden musste. Ihm war es nämlich gelungen, die mathematischen Gründe endgültig dafür zu finden, warum die Natur zyklisch „denkt“. Während etwa die Photosynthese in Pflanzen Kohlenwasserstoffe und Sauerstoff produziert, und deren Abbau über den Zitratzyklus im tierischen Organismus auf die Stellung der beiden Elemente Kohlenstoff und Sauerstoff im Periodensystem zurück zu führen ist, ließ sich eben aus den gleichen Gründen aufgrund ihrer Stellung im Periodensystem auch für die Elemente Silizium und Stickstoff erstaunlicherweise ein bis dahin unbekannter anorganischer Kreislauf finden

Von Chemikern werden das Periodensystem und auch die Nuklidkarte mit ihren darin fortlaufenden Zahlen einfach hingenommen. Mathematiker hingegen wissen nicht, was Protonen, Neutronen und Atomgewichtszahlen sind. Plichta hat sich bemüht, Fächer übergreifend zu denken und zu wirken. Dies wird in Sonntagsreden zwar schon seit Jahrzehnten gefordert, hat sich aber an Instituten der Universitäten und der Industrie niemals auch nur ansatzweise erfolgreich durchrühren lassen, weil die Beschränktheit auf die Fachgebiete nicht überwunden werden kann.

Im Sommer 2004 waren die theoretischen Arbeiten an einem fast 1200 Seiten starken Werk „Das Primzahlkreuz“, Band I, II und III abgeschlossen. (der 3. Band besteht zur Zeit noch aus zwei Einzelbüchern). Gleichzeitig hatte der ehemalige Assistent von Plichta, Bernhard Hidding seine Diplomarbeit in Physik über den Einsatz von Silanen am Institut für Thermodynamik, Bereich Luft- und Raumfahrt der Bundeswehruniversität, München, abgeschlossen. Diese Arbeit, mit summa cum laude bewertet, beweist, dass die bisher bekannten Verbrennungs-Enthalpien von Silanen und die daraus errechneten spezifischen Impulswerte falsch waren. Grob überschlagen, sind Silane anscheinend etwa 25% wirkungsvoller, als bisher angenommen wurde. Damit muss sich der Treibstoff Hydrazin für Raketen von selbst verabschieden. Merkwürdigerweise war für eine Fortsetzung dieser Arbeiten, gemeint ist eine Promotion, kein Geld da.

Plichta konnte sich jetzt um den Schnitt des Filmes und die Synchronisation ins Englische kümmern. Hiermit liegt für die ESA/ESTEC, Noordwijk, die EADS, München, und die DLR, Köln-Porz, eine visuelle Dokumentation vor, die zeigt, warum die bisherige Raumfahrt in einer Sackgasse enden musste, und wie wir mit zyklischem Denken, gemeint ist ein Diskurs mit ineinander gesetzten kreis- oder torusähnlichen Elementen, aus dieser Sackgasse hinausgelangen könnten. Hinzu kommt die Verwendung des Wasserstoffspeichers Silan als Treibstoff, der in der Lage ist, den als inert geltenden Luftstickstoff wie einen Oxidator zum Einsatz zu bringen.

Der Verfasser hat jenen Typ von Wissenschaftlern, die nur Fakten lesen wollen, gründlich kennen gelernt und sich bewusst Mühe gegeben, die Entstehungsgeschichte der Silane und eine neuartige Überlegung zum Thema Raumfahrt sowohl historisch als auch mit

ihren allzu menschlichen Fassetten darzustellen. Als Entdecker der höheren Silane und Erfinder der Stickstoffverbrennung legt er Wert darauf, diejenigen zu warnen, die immer schon das Neue bekämpft haben. Denn nach Voltaire ist eine Idee, deren Zeit gekommen ist, mit keiner Armee dieser Welt aufzuhalten.