

Vom Drehschieber über den Drehkolben zum Kreiskolben

Zum Thema 50 Jahre Wankelmotor: Meine Arbeiten in der KKM-Entwicklung von NSU

von Hanns-Dieter Paschke

Hanns-Dieter Paschke ca. 1956

Herr Paschke schrieb im Herbst 2006 an die Redaktion

Sehr geehrter Herr von Klösterlein,
ich habe gerade Ihre Rezession des Buches „Wankel auf dem Prüfstand" von Knapp gelesen. Das ist für mich der Anlass Ihnen einige Aufzeichnungen über meine Tätigkeit bei NSU-TX zu schicken, aus der etwas über die Vorgeschichte des KKM hervorgeht. Es gab Entwicklungen vor dem „NSU-Wankelmotor", die die nötigen Erfahrungen brachten die den DKM und dann den KKM erst ermöglichten.
Immer wieder gab es Ideen und Vorschläge für einen Rotationsmotor aber keiner wurde zum Laufen gebracht. Diejenigen die Vorschläge machten konnten meist nicht konstruieren, oder hatten keine Entwicklungs- und Konstruktionsingenieure zur Hand und konnten auch nicht durchhalten..
Was leider nirgends erwähnt wurde ist das Verdienst von Ernst Höppner, der den ersten DKM konstruierte, der ohne ihn wohl nur eine Idee geblieben wäre, und zuvor die Konstruktionen der 1:2 Geräte, die bei NSU gemacht wurden. Es wurde auch nie über das Durchhalten von Dr.Froede geschrieben, der uns gegen eine Welt von Anfeindungen den Rücken frei gehalten hat.
Bei den meisten Veröffentlichungen wurden fast nur Leute der 2. Generation interviewt, die zu uns stießen, als es sicher war, daß der Motor läuft und die sich manchmal recht wichtig machten.

Es war im August 1953.

Gustav Adolf Baumm (Liegestuhl), Karl Beuter und ich begannen bei NSU in der Abteilung TX (Forschung und Entwicklung) zu arbeiten. Abteilungsleiter war Dr.Froede, technischer Direktor der glaubensstarke Viktor Frankenberger.

Froede war es gelungen Auftrag zu erhalten, ein interessantes Spektrum von Forschungsaufgaben bei NSU zu untersuchen, u.a. Einspritzpumpen, Direkteinspritzung (Common Rail), Feinstkanalkühlung, Baumm'scher Liegestuhl, Drehschiebersteuerungen - Aufgaben, um die sich viele Ingenieure gerissen hätten.

Dröschel hatte im Osten (DDR) bei Awtovelo (Chemnitz) ein Benzineinspritz-Verfahren nach dem Prinzip des „Hydraulischen Widders" vorgeschlagen, fand aber kein Interesse bei der Geschäftsleitung. Er und ich haben dann an dieser Idee zusammen weiter gearbeitet, und ich habe später diesen Vorschlag für uns beide im Westen (BRD) angemeldet (Dröschel war noch in der DDR), und NSU angeboten.

Erste Kontakte mit NSU: Dr. Froede

Bei der Vorstellung dieses Einspritzverfahrens habe ich mit Dr.Froede verhandelt. Er war ebenfalls auf die Idee dieser Einspritzung gekommen, so dass ich offene Türen einrannte. Bei diesem Gespräch fragte er mich, ob ich bei ihm bei NSU arbeiten will. So kam ich zu NSU.

Ein Projekt, an dem ich bei NSU-TX u.a. arbeitete war die Drehschiebersteuerung bei Kfz-Verbrennungsmotoren. Felix Wankel (Lindau) schenkte mir ein Plexiglasmodell, das bei Druckluft-Beaufschlagung die Funktion der Gasdichtungen zeigte. In der Folge habe ich viele Drehschiebersteuerungen konstruiert, die sich auf dem Prüfstand als nicht vernünftig für den Einsatz in einem Kfz herausstellten, wegen thermischer Verformung.

Im Flugzeug liefen Verbrennungsmotoren mit Drehschieber-Steuerung gut. Da gab es im Wesentlichen nur zwei Laufregime: Start und Strecke. Dabei trat ein

thermisch gleichbleibender Zustand ein, es bildete sich eine harte Schicht aus Verbrennungsrückständen die die thermischen Verzüge kompensierte. Im Gegensatz dazu wird bei einem Kfz im Straßenverkehr die Last dauernd gewechselt, die thermische Verformung ändert sich laufend, eine harte Schicht kann sich nicht bilden. Wegen der dadurch entstehenden Undichtigkeit wirkt der Drehschieber mit seinen Leckgasen wie ein Schweißbrenner.

Um unabhängig von den thermischen Verzügen zu sein, ergab sich die Lösung mit einem Kugelabschnitt und einem Ring: Erwärmt man eine Kugel, so wird sie größer, bleibt aber eine Kugel; erwärmt man einen Ring, so wird er größer, bleibt aber ein Ring. Wenn man eine Kugel schneidet entsteht immer eine kreisförmige Kante. Das bedeutet: paart man einen Dichtring mit einer Kugel als Drehschieber, interessiert die thermische Verformung nicht mehr!

Zwei Motoren mit Kugeldrehschieber und kreisförmigem Dichtring (Antrieb durch Kette, 2 Zylinder, 250 ccm) wurden gebaut: einer kam in einem Auto auf Strecke, der andere auf den Prüfstand, wo er einen 100-Stundenlauf absolvierte (die km-Strecke vom anderen Motor im Wagen weiß ich nicht mehr). Beide Motoren hatten keine Probleme. Nach Demontage und Untersuchung waren sie einwandfrei und hätten so weiterlaufen können.

Die Vorteile von Motoren mit dieser Steuerung sind: keine Ventile mit ihrem Antrieb und Nachstellung, Drehzahlunabhängigkeit, großer Zeitquerschnitt für Ein- und Auslaß, idealer Brennraum, sehr große Toleranzen bei der Fertigung und Montage; Nachteil: es muss mit Öl-Zusatz gefahren werden und damit Ölverlust durch den Auslaß.

Diese Entwicklung wurde bei einer Besprechung zwischen Froede, Höppner und mir zu Gunsten des Drehkolbenmotors DKM gestoppt. Die Motoren mit Kugeldrehschieber kamen in den Keller und ich bekam die Aufgabe den 2:3 DKM, den Althoff und Beuter auf dem Prüfstand fuhren, umzukonstruieren, so dass er serienmäßig gefertigt werden könnte, d.h. ihn zu vereinfachen (Höppner behauptete immer zu meinen Konstruktionen dass ich die Motoren ‚zusammennagele').

Erstes Drehkolbenaggregat: Quickly-Kompressor

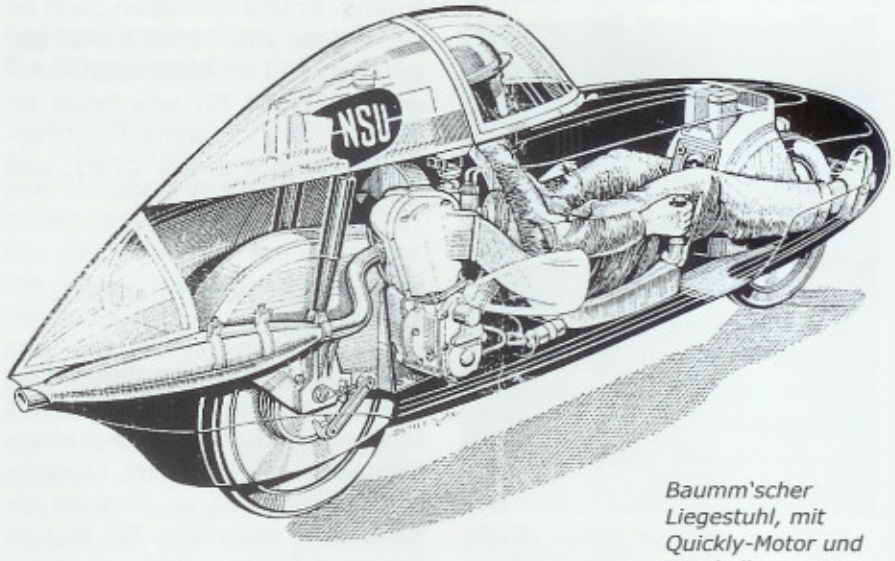
In der Zwischenzeit war aus Lindau (Wankel) die Idee des 1:2 Drehkolbens gekommen. U.a. konstruierte ich nach diesem Prinzip den 1:2 Kompressor. Er wurde bei den NSU-Rekordfahrten am Salzsee (saltlake USA) als Verdichter für den 50 ccm Quickly-Motor im Baumm'schen „Liegestuhl" eingesetzt. Für diese Rekordfahrten am Salzsee kam aus Lindau ein 50 ccm Motor mit zwei Walzendrehschiebern, der ZW 50. Da er zu anfällig war, konnten wir ihn nicht einsetzen. Ich hatte als Alternative einen 50 ccm Zweitaktmotor mit Einlassdrehschieber, gepresster Kurbelwelle und offenen Überströmkanälen (um den Kolben besser zu kühlen) konstruiert. Er brachte auf Anhieb eine sehr gute Leistung, aber die Pressverbindung der Kurbelwelle hielt nicht.

Unter Termindruck haben wir in der Not den serienmäßigen Quicklymotor genommen. Garnich änderte u.a. den Zylinderkopf, ich konstruierte den angeblich dünnsten Kolben (Fa. Mahle) und wir luden den Motor mit dem 1:2 Kompressor auf. Im Baumm'schen Liegestuhl eingebaut holte NSU die Rekorde, wobei beim letzten Lauf der Kolben durchbrannte. Im Auslauf des Fahrzeuges reichte es trotzdem zum Rekord - vorsichtshalber hatten wir beim Antrieb einen Freilauf eingebaut.

Wankels DKM

Bei seinen weiteren Untersuchungen kam Wankel auf die Idee des 2:3 Drehkolbenmotors DKM, das Ideal für einen 4-Taktmotor. Nach dieser wurde in Lindau von Ernst Höppner der DKM 2:3 konstruiert und anschließend gefertigt. Er kam auf unseren Prüfstand. Dieser Motor erfüllte die Idealvorstellungen von Wankel: ein Motor mit nur drehenden Teilen.

Höppner hatte bei seinen Konstruktionen eine schwere Hand: er war zu sehr von der christlichen Seefahrt inspiriert. Bei der ist das oberste Gebot: auf hoher See darf die Maschine nicht ausfallen, auf keinen Fall, sonst wird das Schiff an den Haken genommen. Gewicht, Baugröße und Kompliziertheit spielen dabei eine geringere Rolle, So war sein DKM 2:3 eine grundsolide Konstruktion, bei der es nur rotierende Teile gab (fast nur). Und in diese rotierenden Teile mussten rein und raus: Gaswechsel, Ölschmierung, Kühlwasser, Zündung; kurz gesagt: es rotierte alles außer einem zusätzlichen Außengehäuse und einem außen liegendem Getriebe für die 2:3 Übersetzung.



Baumm'scher Liegestuhl, mit Quickly-Motor und Wankelkompressor



Felix Wankel und sein DKM

Probleme waren z.B.: Weil unklar war wie sich die Seitendichtungen unter der Wirkung von Gasdruck und Fliehkraft verhalten würden, waren bei den beiden Stirnseiten des Innenläufers Dichtrandplatten vorgesehen, deren Abdichtrang gegen den Innenläufer eine Vielzahl von Doppelpassungen erforderte, die nur auf hoch präzisen Bohrwerken herstellbar waren. Die Scheitelabdichtung bestand aus einer Vielzahl von Kleinstteilchen. Das sah bei der Montage lustig aus: der bullige Beuter mit den winzigen Teilen. Während des Motorlaufes auf dem Prüfstand hörte man ab und zu ein feines metallisches Klick: eins von den vielen Dichtteilen verließ da durch den Auslaß die Maschine, die aber unbeirrt ohne merkliche Änderung weiterlief.

Auf jeden Fall hatte Höppner mit dem DKM 2:3 bewiesen, dass ein Rotationskolbenmotor als 4-Takt-Verbrennungsmotor funktioniert!

Die Erfindung des KKM

Meine Aufgabe, den DKM 2:3 so zu vereinfachen, dass er für eine Serienfertigung tauglich wäre, war mir nicht gelungen. Ich ging dann von Folgendem aus: ‚Wie sieht denn die 2:3 Maschine aus, wenn ich den Außenläufer festhalte.' Und das war, als ob ich auf eine Goldmine gestoßen wäre: da fügte sich eins ins andere. Heraus kam ein Entwurf für den Kreiskolbenmotor KKM, der einfachste 4-Takt Verbrennungsmotor der möglich ist.

Froede arrangierte eine Unterredung mit Direktor Frankenberger, bei der ich meinen Entwurf vortragen konnte. Wahrscheinlich war meine Entwurfszeichnung als Zeichnung kein Kunstwerk und meine Erklärungen haben auch nicht gerade zur technischen Erhellung von Frankenberger beigetragen; jedenfalls hatte ich den Eindruck, daß er das Ganze technisch nicht voll begriff. Seine Antwort war aber: ein KKM soll nach meinem Entwurf gebaut werden.

Ich fertigte die Konstruktion des KKM 2:3 an, und anschließend die Detailzeichnungen dazu, bei denen mir Schneider half. Es ist nicht ganz einfach einen Motor, den es noch nie gab, so zu zeichnen, dass man danach sämtliche Teile detaillieren kann mit Maßen, Toleranzen und Bearbeitungsangaben, dass die Werkstatt die Teile herstellen kann und dass nach der Montage ein kompletter Motor da steht.

In Lindau hatte man inzwischen mitbekommen, dass wir an einem Kreiskolbenmotor arbeiteten. Wie Froede mich informierte, verlangte Wankel von NSU die sofortige Beendigung der KKM-Entwicklung und meine Entlassung. Beides tat Frankenberger nicht.

Wankels Idealvorstellung eines <Verbrennungsmotors mit nur rotierenden Teilen> hätte ich sabotiert: bei meiner Konstruktion macht der dreieckige Innenläufer eine Kreisbewegung um die Excenterwelle, muss also ausgewuchtet werden, was 100% möglich ist. Dabei ergibt sich ein Gegengewicht zwangsläufig an der Kupplung: da muss schon aus thermischen Gründen eine gewisse Masse vorhanden sein.

Besserwisser

Auch bei anderen NSU-Abteilungen hatte sich herumgesprochen, daß bei TX ein KKM entwickelt wurde - unsere Geheimhaltung funktionierte nicht. Viele, die bei NSU Rang und Namen hatten, besuchten mich. Inhaltlich sagten sie mir alle dasselbe:

- erstens dass dieser KKM nicht funktionieren könne
- zweitens, dass ich für so ein Projekt viel zu klein sei.

Natürlich sagten sie mir das in sehr höflicher bis charmanter Form. Sie kamen auch mit der Innen-/Außenverzahnung, die ich zwischen Seitenscheibe und Innenläufer angeordnet hatte, nicht klar.

Endlich waren alle Teile hergestellt, der KKM zusammengebaut und auf den Prüfstand geschnallt. Vom frühen Morgen bis späten Mittag versuchten Althoff und ich ihn zum Laufen zu bringen: Fehlanzeige! Hinderlich war, dass die Zündkerze in der Seitenscheibe mit einem Kanal zum Brennraum angeordnet war. Nach ein paar Umdrehungen war der Kanal mit Öl gefüllt; das bedeutete Demontage - Öl entfernen - Montage - auf ein Neues. Irgendwann schleppte mich Althoff aus dem Prüfraum; was ich an diesem Tag noch gemacht habe und wie ich nach Haus kam, weiß ich nicht.

Als ich am nächsten Tag zur Arbeit ging hörte ich ein bisher unbekanntes Motorengeräusch aus unserem Prüfraum: ich rannte hin, da stand Althoff grinsend am Prüfstand auf dem der KKM lief; er lief, und wie! Das war Musik! Althoff hatte den Vergaser gewechselt (von Bing zu Solex).

Ein Bild dieses Motors, von einem schönen Model in einer Hand getragen, ging durch die gesamte Weltpresse.

Und dann: viele, die bei NSU Rang und Namen hatten besuchten mich. Inhaltlich sagten sie mir alle dasselbe:

- erstens dass sie schon immer wussten dass dieser Motor laufen wird
- zweitens daß ich kleines Würstchen mir nichts einbilden sollte, das hätten sie auch gekonnt.

Natürlich sagten sie mir das in sehr höflicher bis charmanter Form - damit kann man leben. Viel schlimmer waren und sind die Trittbrettfahrer, die viel besser



Hanns-Dieter Paschke (Mitte) 2002 in Lindau bei der TES

als ich wissen was ich damals gemacht habe.

Fertigstellung: Detailarbeit

Was dann technisch folgte war für einen Entwicklungsingenieur Routinearbeit. Vorteilhaft war, daß von einer Idee über Konstruktion, Fertigung bis zum Prüfstand alles unter einem Dach war und Froede uns den Rücken frei hielt: damit war ein schneller Fortschritt möglich. Z.B. hatte ich die Excenterwelle in Buntmetallbüchsen gelagert; das funktionierte gut beim Erststart - beim erneuten Start des abgekühlten Motors gab es Lagerfresser. Die Lagerbüchsen wurden aufgeschnitten und damit das Problem gelöst, ohne daß Zeichnungen und Werkstattaufträge gemacht werden mußten.

Bei meinem Vorschlag, Ein- und Auslass als Fenster im Trochoidengehäuse anzuordnen, wollte Froede nicht mitspielen; er befürchtete, dass die heißen Abgase die einströmenden Frischgase zünden würden. Ich ließ ein Gehäuse mit Ein- und Auslasskanal herstellen. Als Froede und Höppner zu einer Tagung fuhren, habe ich einen KKM mit diesem Gehäuse auf den Prüfstand genommen: es war der Motor der die höchste Leistung brachte und der am drehzahlfreudigsten war.

Froede befürwortete ein moderates **e:R** Verhältnis (e = Excentrizität, R = Abstand Mitte Innenläufer zur Scheiteldichtung) um im „unteren Totpunkt" eine quadratische Form wie bei einem Hubkolbenmotor zu bekommen. Ich wollte ein extrem großes **e** zu einem kleinen **R** konstruieren um eine schmale und kleine Maschine zu erhalten.

Rückblick & Ausblick: was könnte sein ...

Als Rückblick will ich über einige Schwierigkeiten berichten, die ich bei der KKM-Entwicklung hatte.

Es waren auch erfahrene Kfz-Ingenieure, die innerhalb und außerhalb von NSU mit ihren Argumente kamen:

- die Zündung kann bei diesen Drehzahlen über 10.000 Upm nicht mehr funktionieren,
- eine Zahnradpumpe mit über 10.000 Upm hat es noch nie gegeben, die kann nicht gehen,
- das Innen/Außen verzahnte Getriebe ist viel zu schwach,
- die Dichtleisten machen nicht mit usw.

Und dann passierte etwas für mich Grauenvolles: viel zu zeitig wurden die Leute der NSU-Abteilungen Fertigungskonstruktion, Serie und Fertigung mit eingeschaltet. Und diese Leute kamen von ihrem Hubkolbendenken einfach nicht weg. Sie wollten möglichst viele vorhandene Serienteile einbauen; kurz gesagt wollten sie nur den vorhandenen Hubkolben durch den Kreiskolben austauschen. Von ihnen hat keiner durchgeblickt, dass der KKM in einem anderen Regime laufen muss: er ist quasi das Bindeglied zwischen Hubkolbenmotor und Gasturbine und in dem Drehzahlbereich 8.000 - 20.000 Upm zu Hause.

Stattdessen hat man monatelang bei NSU versucht den KKM bei niedrigsten Drehzahlen zu „kultivieren". Die vielen Chancen, die der KKM bietet, hat man bei NSU verspielt und auch woanders nicht erkannt. Als Beispiel: Je höher die Drehzahl des Motors, desto geringer werden die Verluste durch Leckgas und desto höher werden die Verluste durch Reibung der Dichtung (-Leiste). Ich habe den KKM 250 ohne Scheiteldichtung auf dem Prüfstand laufen lassen: ab ca. 4.000 Upm gibt das einen Sinn.

Der Vorteil:

- kein Gehäuseverschleiß,
- die Trochoide muss nicht mehr geschmiert werden,
- kein Ölverlust durch das Auslassfenster wie beim 2-Taktmotor.
- In der Nähe des „oberen Totpunktes" wird das Brenngasgemisch von dem nacheilendem Kammerteil in den voreilenden gedrückt, damit wird bei jeder Drehzahl die Verbrennung unabhängig von der Flammfront-Geschwindigkeit!

Ein Kreiskolbenmotor mit großem **e:R** Verhältnis, Drehzahl zwischen 12.000 und 20.000 und ohne bewegliche Scheiteldichtung würde einen billigen Antrieb ergeben mit geringem Verschleiß auf kleinstem Raum. Mit Rückströmung von Abgasen wäre ein hochtouriger Diesel- und Allstoffbetrieb möglich.