

# Evert Fluid-Technologie - Grundlagen

Die Kapitel der alten Website wurden überarbeitet,  
reduziert auf relevante Inhalte und nach Sachgebieten neu geordnet.  
Hier werden zuerst einige grundlegende Aspekte diskutiert.

Thema	Inhalt	Seite
05.01. <b>Fliegen durch Nichts, Struktur im Chaos</b>	Definition von Wärme und Dichte, Bewegungen in Gasen, Durchmischung, Ordnung von Strömungen.	2
05.02. <b>Drei mal Sog-Effekt</b>	Die 'Leere' in Gasen, die Wirkung des Soges, statischer und dynamischer Druck, die Beugung einer Strömung, Wirbelstürme und Windhosen	9
05.03. <b>Potential-Drall-Rohr</b>	Dieses Beispiel zeigt, wie durch exakte Analyse von Strömungen (hier in Röhren) sehr viel effektivere Lösungen zu konzipieren sind - mit minimalem Einsatz und deutlichen Vorteilen.	22
05.13. <b>Explosion / Implosion</b>	Viktor Schauburger monierte vielfach die gängige 'Explosions-Technologie'. Hier wird verdeutlicht, welche Vorteile sich bei vorrangiger Nutzung von Sog ergeben.	27
06.04. <b>Sog- und Druck-Schaufeln</b>	In einer Pumpe sollte eine Strömung nur per Sog erzeugt werden. Umgekehrt muss in einer Turbine stets eine Umlenkung an Druck-Flächen erfolgen.	36
06.07. <b>Beschleunigung in Düsen</b>	Allein aufgrund ihrer Formgebung erfolgt in Düsen eine Beschleunigung, in 'Laval-Düsen' bis über Schallgeschwindigkeit.	41



## **Bewegung, Wärme, Dichte**

Bewegung (B) ist das gemeinsame Merkmal aller Aggregatzustände. Plasma ist pure Ätherbewegung, die Atome der Gase rasen unablässig durch den Raum, Flüssigkeiten sind so 'weich', dass sie vom Gravitationsdruck jeden kleinsten Abhang hinunter gedrückt werden, ortsfeste Festkörper erscheinen nur unbewegt, wobei jedoch ihre Atome fortwährend zittern. Materie aller Aggregatzustände befindet sich also fortwährend in Bewegung, von fest über flüssig zu gasförmig jedoch auf zunehmend größeren Distanzen. Plasma bzw. der Äther als Hintergrund aller Erscheinungen ist ebenso in fortwährender Bewegung - allerdings bleibt Äther dabei immer nahezu ortsfest (ähnlich zum 'ortsfesten' Zittern der Festkörper).

Ein Ausdruck von Geschwindigkeit bzw. Heftigkeit der Teilchenbewegung wird 'Wärme' (W) genannt. Atome fester Körper können mehr oder weniger heftig zittern, z.B. von 'kaltem bis glühendheißem' Eisen. Die Bestandteile von Flüssigkeiten können sich relativ zueinander mehr oder weniger heftig bewegen (und dabei auch kondensieren bzw. verdampfen). Gase rasen schneller durch den Raum oder werden so langsam, dass sie flüssig werden. 'Wärme' ist also Ausdruck von Bewegungsintensität unter Teilchen - und ist damit nicht anwendbar auf teilchenloses Ätherplasma.

Das All gilt als extrem kalt, aber nur weil es dort draußen sehr sehr wenige materielle Teilchen gibt, die auf ein Thermometer einhämmern könnten. Licht rast durch das All - aber diese 'elektromagnetische Welle' ist nicht 'warm', erst ihr Auftreffen auf ein materielles Teilchen kann dessen Bewegungsintensität erhöhen. Wärme bzw. Temperatur gibt es also nur auf Ebene der materiellen Erscheinungen und auch dort tritt sie nur in Erscheinung bei 'Wechselwirkung', d.h. wenn die Heftigkeit von Bewegung unter Teilchen ausgetauscht wird. Alle Vorgänge im Äther selbst, z.B. obiger Lichtstrahl aber auch das Wirbelmuster eines Elektrons sind zwar Bewegung, aber dieser interaktions-bedingte Wärmebegriff ist darauf nicht anwendbar. Äther selbst hat keine Temperatur (und damit auch nicht der Freie Äther im Universum).

Analog verhält es sich mit dem Begriff der 'Dichte' (D). Wirklich variable Dichte kann nur Gas aufweisen, z.B. im Hubraum dieses Verbrennungsmotors. Flüssigkeiten weisen je nach Temperatur etwas unterschiedliche Dichte auf, sind jedoch nicht beliebig komprimierbar. Ähnliches gilt für Festkörper mit fast gleich bleibender Dichte, einfach weil deren Atome oder Moleküle schon unter Normalbedingung sehr eng zusammen sitzen. Je kleiner dicht sitzende Teilchen sind, desto weniger kann die relative Dichte schwanken - und der Begriff 'Dichte' kann darum auf ein teilchenloses Plasma nicht mehr angewandt werden: Äther ist durchgängige Substanz ohne die Möglichkeit von Dichte-Schwankungen.

## **Irre Vorstellung**

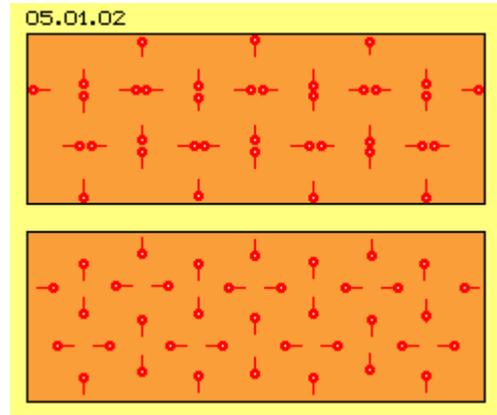
Die Begriffe Wärme und Dichte sind also für 'meinen teilchen- und lückenloser Äther' nicht zutreffend. Das mag vielen Lesern unverständlich erscheinen. Aber 'Wärme' wird selbstverständlich auch nicht angewandt auf diverse 'Felder'. Ein Elektro- oder Magnet- oder Schwerkraft-Feld ist natürlich weder kalt noch warm. Der Begriff 'Dichte' wird gelegentlich auf Felder angewandt, aber Felder beschreiben Kräfte, also wäre 'Stärke' zutreffender als Dichte. Es gibt also durchaus physikalische Erscheinungen, auf die ebenfalls Begriffe von Wärme oder Dichte nicht anwendbar sind (eben weil vorige Felder unmittelbare Auswirkungen von Ätherbewegungen sind, ohne eigenständig und lokal abgegrenzte Entitäten materieller Art zu sein).

Mein Äther ist also keinesfalls 'elastisch' und Erscheinungen basieren nicht auf irgendwelcher 'Verdünnung oder Verdickung oder Kondensierung' einer Substanz variabler Dichte, wie das so gern in vielen Theorien angenommen wird. Dort gibt es z.B. 'Kristallisation von Materie aus dem Vakuum heraus' oder 'virtuelle Teilchen' - alle ohne logische Erklärung des Wie und Warum.

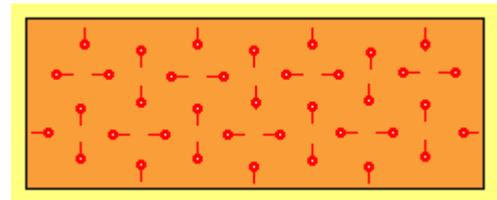
### Bewegung in Gasen

Im folgenden möchte ich mich auf Gase konzentrieren, weil dort beste Möglichkeiten freier Bewegung für Teilchen gegeben sind, andererseits auch zwingend notwendige Effekte deutlich zum Ausdruck kommen.

In Bild 05.01.02 ist hellrot der Bereich eines Gases markiert. Die roten Punkte repräsentieren Atome. Der rote Strich jeden Atoms markiert dessen zuletzt zurück gelegten Weg. Dieses Bild zeigt keine reale Relationen. Es sind viel zu viele Atome in diesen Bereich hinein gedrückt. Die Atome stehen niemals so geordnet im Raum. Die Atome bewegen sich nicht nur auf diesen senkrechten und waagrechten Wegen.



Insofern können dieses Bild wie auch folgende Animation nur aufzeigen, wie sich Atome eines Gases durcheinander hindurch bewegen können und dennoch immer wieder kollidieren, entweder gegenseitig oder mit der Wand. Allgemein wird unterstellt, dass diese Kollisionen 'vollkommen elastisch' erfolgen (also ohne Verlust an Bewegungsenergie), wobei Richtung und Geschwindigkeit nur jeweils zwischen den Teilchen ausgetauscht werden (was hier durch jeweils gleich lange Wege je Zeiteinheit repräsentiert wird).



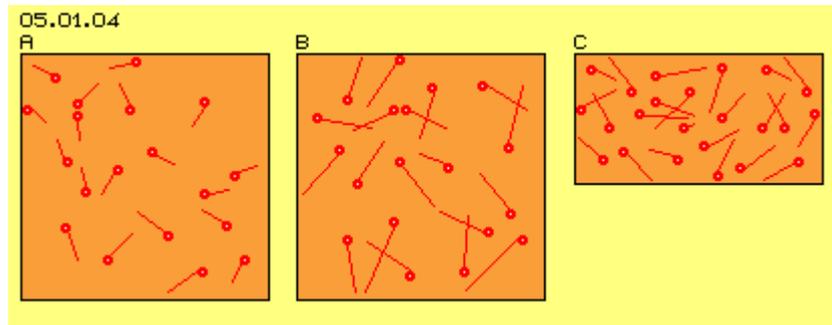
Dieses Bild entspricht auch gängiger Vorstellung insofern, als geradlinige konstante Geschwindigkeit unterstellt wird. Allerdings haben innerhalb eines Gases nicht alle Teilchen genau gleiche, sondern nur ähnliche Geschwindigkeit (nach glockenförmiger Verteilung). Es wird auch unterstellt, dass Teilchen in Gasen keine anziehend oder abstoßende Wirkung haben (außer bei Polarisierung, wo z.B. das 'Gemisch der Gase H<sub>2</sub> und O' eine Flüssigkeit ergeben).

Da hier die Bewegungen auf senkrechte und waagrechte Richtungen reduziert sind, ergibt sich der falsche Eindruck, dass ein Gas-Atom im Raum nicht voran kommt. In Realität bewegen sich alle Atome in chaotischer Richtung und es ergibt sich dabei auch zwingend die Möglichkeit, dass einzelne Atome unglaublich schnell und weit im Raum voran kommen (siehe unten).

### Leere in Gasen

Bild 05.01.04 bei A zeigt sehr viel realistischere Verhältnisse hinsichtlich der 'chaotischen' Richtungen, in welche sich die Atome momentan bewegen. Vollkommen unrealistisch ist aber noch immer die Dichte der skizzierten Atome zur gegebenen Fläche. Die realen Verhältnisse sind auf Papier oder am Bildschirm nicht darstellbar, folgendes Beispiel aber mag einen stimmigen Eindruck ergeben.

‘Nordic-Walking’ ist in und darum versammeln sich viele gesundheitsbewusste Walker auf einer riesigen Ebene. Weil ihnen Natur als Umgebung zu wenig gibt, veranstalten sie ein ‘Event’: alle verteilen sich auf dem Feld und auf Kommando läuft jeder in eine beliebige Richtung zügig voran, immer total gerade aus. Als ‘Trefferfläche’ gilt ein Quadratmeter und bei jedem Treffen tauschen die Partner ihre jeweilige Richtung aus. Zielsetzung dieser Übung ist ... aber Events sind ohnehin Selbstzweck.



Auf jeden Fall werden manche Walker schon nach wenigen Metern einen Kollegen - oder eine Kollegin - treffen, andere erst nach hundert Metern oder noch später. Zielsetzung dieses Vergleiches ist, die ‘Leere’ in Gasen augenscheinlich zu machen. In Gasen unter Normalbedingung bewegen sich Atome im Durchschnitt tausendmal um ihren Durchmesser vorwärts, bevor es zu einer Kollision kommt. Bei obiger ‘Trefferfläche’ von einem Meter würde ein Walker im Durchschnitt nach jeweils einem Kilometer auf einen anderen Walker treffen - und es fänden wohl nicht viele solch langweiliger Events statt - bzw. warum stellen die Gas-Teilchen nicht auch bald dieses sinnlose Rasen durch Leere ein?

### **Bekannte Thermodynamik**

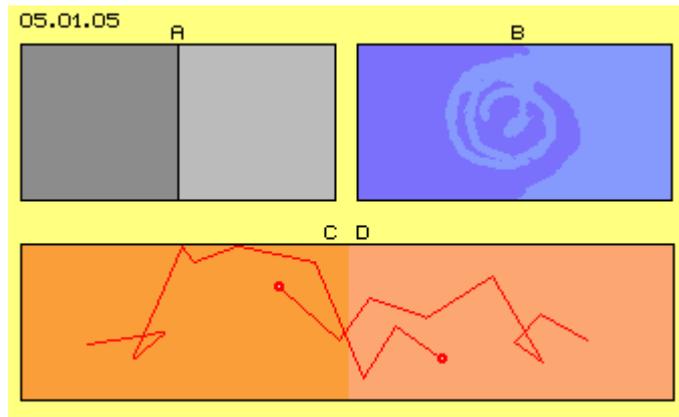
In Bild 05.01.04 bei B ist schematisch dargestellt, wie sich erhöhte Wärme (im Vergleich zu A) ergibt. Die Atome bewegen sich nur etwas schneller, treffen damit heftiger auf die Wände, bringen diese in stärkeres Zittern. Umgekehrt wird durch wärmere Wände natürlich auch ein Gas entsprechend aufgeheizt - jeweils zwingend ‘fließt Wärme von warm nach kalt’ - wie allgemein bekannt (mit ‘Zielsetzung’ größerer Entropie).

Daneben bei C ist der verfügbare Bereich für die gegebene Anzahl Atome verkleinert. Die Atome treffen damit früher und häufiger auf die Wand, womit ‘erhöhter Druck’ angezeigt wird. In obigem Kolbenmotor wird das verfügbare Volumen verringert indem der Kolben in den Zylinder hinein fährt. Diese bewegliche Wand stößt die Atome beschleunigt zurück, womit sich zugleich größere Wärme ergibt.

Ich habe mir damit wieder einmal erlaubt, mit einem simplen Beispiel die Realität ‘praktisch leerer’ Gase zu veranschaulichen (weil mit Atomdurchmessern von 10-hoch-minus-10 und Wegstrecken von 10-hoch-minus-7 kaum eine reale Vorstellung sich einstellt). Diese Sachverhalte sind längst und bestens bekannt, Fachleute kennen die einschlägigen Fachbegriffe und Formeln. Ich spreche diese Fakten nur kurz an, nur mit umgangssprachlichen Begriffen und simplen Beispielen, um eine realistische Vorstellung der Relationen und Prozesse in Gasen zu vermitteln - und weil eben doch nicht alles ganz so ist bzw. gängige Lehre nicht immer alle Konsequenzen heraus stellt oder zweckdienlicher Nutzen daraus gezogen wird (siehe z.B. den völlig unbefriedigenden Nutzungsgrad von Verbrennungsmotoren).

## Mischung

In Bild 05.01.05 bei A sind zwei feste Körper (dunkelgrau und hellgrau) skizziert und bekanntlich sind diese nicht zu 'vermischen' (sofern sie im festen Aggregatzustand verbleiben). Eine wesentliche Eigenschaft fester Körper ist nun mal, dass ihre Teilchen einen Verbund darstellen mit einer gemeinsamen 'harten' Außengrenze.

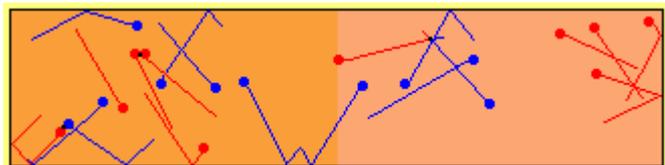


Bei B sind nebeneinander zwei Flüssigkeiten dargestellt (dunkelblau und hellblau). Der Verbund von Teilchen in Flüssigkeiten ist nicht so starr, aber die Teilchen bleiben in der Regel stets bei ihren Nachbarn. Mischen lassen sich Flüssigkeiten aber durch Umrühren (wie hier skizziert) oder Schütteln.

Bei C und D ist ein Gas in zwei Bereiche (dunkelrot und hellrot) dargestellt. Es sind zwei Teilchen eingezeichnet und deren potentielle Wege. In Gasen ist so viel Leere gegeben und die Teilchen bewegen sich 'chaotisch', so dass sie nicht immer bei ihren Nachbarn bleiben müssen (wie in obigem allzu schematischem Bild 05.01.02).

Beispielsweise verbreiten sich Duftstoffe erstaunlich schnell und kleinste Mengen reichen aus, um in einem großen Raum augenblicklich wahrnehmbar zu werden (z.B. wenn die Diva mit exotischem Parfüm den Saal betritt). Gasen ist große 'kinetische Energie inhärent' und es finden sehr dynamische Prozesse statt. Unterschiedliche Gase vermischen sich schnell und vollständig, automatisch ohne äußeren Eingriff (wie obiges Rühren in Flüssigkeiten).

Manchmal muss ich mich für simple Beispiele entschuldigen, manchmal für zu verwirrende Darstellungen. Diese Animation ist stressig, weil sie



unser Wahrnehmungsvermögen überfordert (obwohl nur zwei Bilder je Sekunde). Die Animation zeigt links einen Bereich, in welchem anfangs zehn rote Teilchen willkürlich verteilt sind. Im rechten Bereich sind entsprechend zehn blaue Teilchen skizziert. Willkürlich ist jedem Teilchen eine Anfangsbewegung zugeordnet. Die Animation zeigt über zwölf Schritte den 'Flugverkehr', indem die jeweils zurück gelegten Wege durch Linien markiert sind.

Man muss sich sehr konzentrieren, um die Wanderung eines Teilchens zu verfolgen. Die Entwicklung ist leichter zu erkennen aus einer Folge von Standbildern. Im Bild 05.01.07 sind dazu vier Phasen der Bewegungsabläufe dargestellt, Bild 05.01.08 zeigt in vier (anderen) Phasen die jeweiligen Positionen der roten und blauen Teilchen.

Obwohl dieser 'Luftraum völlig überfüllt' ist, erreichen die ersten Teilchen das andere Ende schon nach wenigen (in diesem Beispiel acht) 'Spielzügen'. Die vollständige Vermischung ist nach kurzer Zeit abgeschlossen (hier sind nach zwölf Spielzügen die

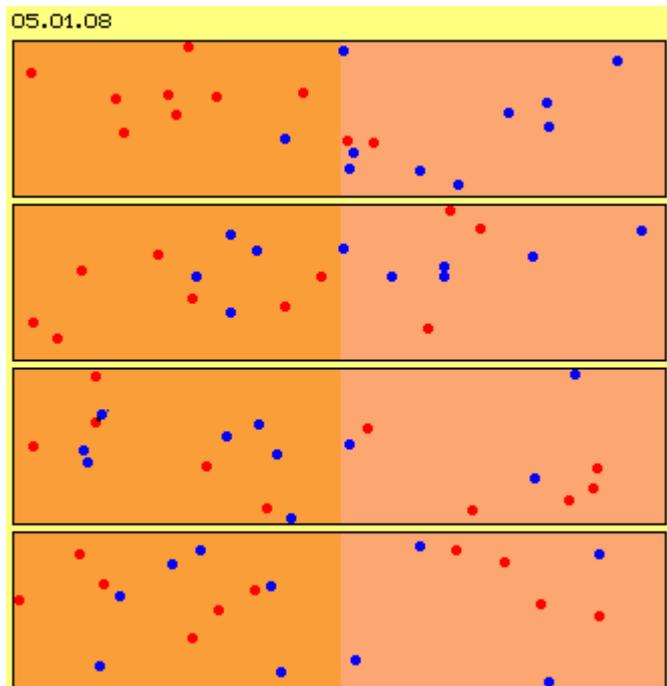
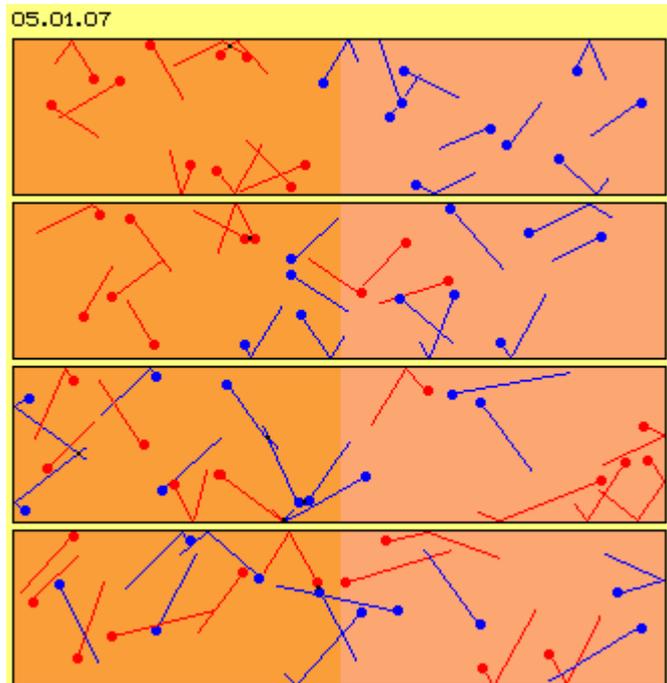
roten und blauen Teilchen in beiden Hälften je etwa hälftig vorhanden). Nie wieder wird eine komplette 'Entmischung' eintreten.

### Keine Gleichverteilung

Der Mischprozess findet keinesfalls nur an der Grenzlinie statt, vielmehr 'fallen' einzelne Teilchen in zufällig leere Räume sehr weit vorwärts. Auffällig ist, dass die Teilchen keinesfalls gleichmäßig auf die Fläche verteilt sind. Es bilden sich stets 'Knäuel' von Teilchen, allerdings mit wechselnden Teilnehmern und in ständig wechselnder Struktur. Genauso auffällig ist, dass natürlich entsprechend große 'Blasen völliger Leere' entstehen, die aber nie lange bestehen oder ortsfest bleiben.

Trotz pauschaler Gleichverteilung ergeben sich also stets Strukturen in Form von Anhäufungen von Teilchen und entsprechend leere Räume. Jede einzelne Struktur ist aber dynamischer Art, d.h. nur zeitweilig existent und in ständiger Veränderung. Im Gegensatz zu den uns vertrauten, stabilen Strukturen aus festen Teilen (z.B. obiger Maschine) sind diese Strukturen veränderlich und vergänglich, aber dennoch permanent gegeben.

Die anfänglichen Bewegungsrichtungen wurden willkürlich ('chaotisch') angelegt, aber dieses Chaos bleibt keinesfalls beständig. Sehr auffällig zeigt sich vielmehr, dass mehrere Teilchen sich ziemlich parallel zueinander bewegen können, auch auf engem Raum. Lokal ist damit viel 'kinetische Energie' versammelt, sogar mit relativ gleich gerichteter Struktur. Gerade in diesen Bereichen 'geordneter Bewegungen' sind die Teilchen relativ nah beisammen und bilden damit zugleich einen Bereich erhöhter 'Dichte' (und entsprechend weisen andere Bereiche zumindest zeitweilig wesentlich geringere Dichte auf).



Wir wissen, dass in festen Körpern die Teilchen in sehr kompakter Ordnung, beispielsweise in Gitterstrukturen angeordnet sind. Auch bei Flüssigkeiten wissen wir, dass Teilchen nah beisammen sind mit relativ konstantem Abstand zueinander

(wenngleich dort schon Cluster-Bildung vorherrschend ist). Von Gasen wissen wir, dass in ihnen das 'Chaos' herrscht, weil alle Teilchen wild durcheinander fliegen und kollidieren in allen Richtungen. Dennoch ist unsere Vorstellung von Chaos viel zu 'starr'.

Wir wissen beispielsweise, dass Druck in Gasen 'omnipräsent' ist, also unterstellen wir gleichförmiges Auftreffen von Teilchen an allen Wänden. Wir unterstellen damit zugleich, dass die Teilchen gleich-verteilt im Raum sind. Pauschal ist das stimmig, aber die Formeln der Thermodynamik repräsentieren nur das Ergebnis summarisch - so wie Wahrscheinlichkeitsrechnung die Verteilung von Häufigkeiten als End-Ergebnis ermitteln kann (ob bei Würfel- oder Roulette-Spiel oder sonstigen zufalls-gesteuerten Prozessen).

Das Merkmal von Zufall und Chaos jedoch ist, dass es aktuell niemals Gleichverteilung gibt, hier also räumlich gleich große Abstände zwischen allen Teilchen und überall Bewegung in unterschiedliche Richtungen. Ganz im Gegenteil ist unabdingbar, dass zeitlich und räumlich fortwährend ungleiche Verteilung gegeben sein muss, hinsichtlich der aktuellen Positionen der Teilchen wie hinsichtlich ihrer aktuellen Bewegungsrichtungen. Nur in Summe ergibt sich ein scheinbarer Zustand 'durchschnittlicher' Häufigkeiten.

Real sind Chaos und Zufall dadurch gekennzeichnet, dass sich stets dynamische Strukturen ergeben müssen. Wir 'stabile-Teilchen-Handhaber' tun uns schwer mit Strukturen fortwährender Änderung (siehe vorige stressige Animation). Aber diese Bewegungsstrukturen sind so real wie 'feste Körper', auch wenn sie ständig in wechselnder Form an wechselnden Orten auftreten.

### **Ordnungsfaktor**

Zugegeben: in diesem Beispiel ist etwas zu viel Ordnung - weil die engen Wände hier als 'Ordnungsfaktor' mit wirken. An diesen Wänden werden Teilchen reflektiert wie unter Teilchen, aber eben nicht irgendwo im Raum, sondern alle exakt an dieser geraden Linie der Wand entlang. Prinzipiell aber ist auch in Gasen ohne eingrenzenden Raum die obige Ungleichverteilung gegeben, also ungleicher Abstand der Teile untereinander und dafür jeweils momentan bevorzugte Bewegungsrichtungen - wobei der Blick ins Weltall ein gutes Beispiel zeigt.

Die 'Hauptsätze der Thermodynamik' lehren uns dagegen, dass alle Prozesse verlustreich sind indem Wärme verloren geht, diese eine minderwertige Energie ist weil Entropie produzierende, darum das Universum den Wärmetod erleiden wird und zuvor auch nie die Chance für ein Perpetuum Mobile gegeben sein wird. Diese Entropie gibt es nicht, weder im Universum noch im 'geschlossenen System' einer Gasflasche. Zugegeben, es ist sehr schwierig mit diesen wandelnden Strukturen umzugehen oder gar die im Gas inhärente kinetische Energie nutzen zu können. Voriger Hinweis auf die ordnende Funktion einer Behälterwand zeigt jedoch Möglichkeiten an (wie in späteren Kapiteln diskutiert).

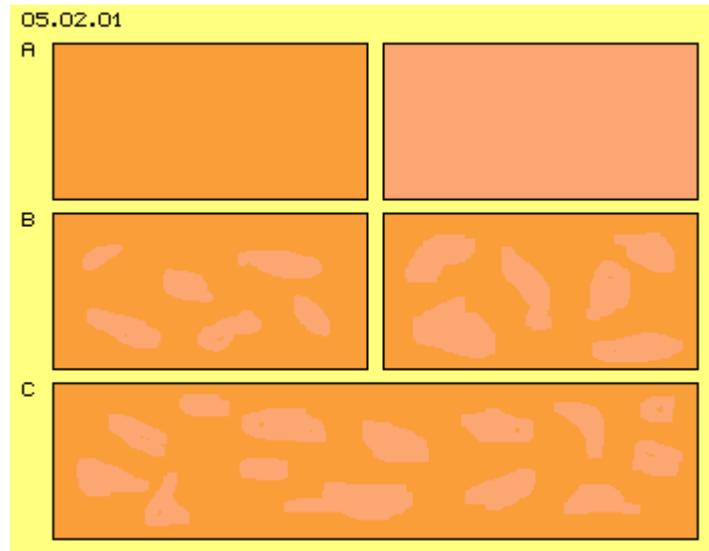
Evert / 10.10.2006

## 05.02. Drei Mal Sog-Effekt

### Blasen von Nichts

Im vorigen Kapitel wurde unter anderem untersucht, wie sich Gase mischen. Nun sollen Prozesse dargestellt werden, welche beim 'Mischen' von Gasen unterschiedlicher Dichte statt finden. In Bild 05.02.01 ist bei A links ein Bereich relativ hoher Dichte (rot) dargestellt, rechts ein Bereich (des gleichen Gases) mit geringerer Dichte (hellrot).

Aus vorigen Überlegungen wissen wir, dass die Teilchen eines Gases nicht gleichmäßig verteilt sein können, sondern zwangsläufig immer wieder 'Blasen von Leere' auftreten. In diesem Bild bei B sind solche Blasen (hellrot) schematisch skizziert. Natürlich werden solche teilchenlose Gebiete um so größer sein, je weniger Teilchen insgesamt in einem Volumen vorhanden sind (hier skizziert durch größeren Blasen rechts).



In diesem Bild bei C ist nun die Trennwand zwischen beiden Bereichen entfernt. Teilchen aus dem bislang dichten Bereich werden vermehrt in die Blasen des bislang weniger dichten Bereichs fallen. Im Prinzip findet eine Wanderbewegung von hoher zu geringerer Dichte statt. Nach kurzer Zeit wird überall gleiche Dichte herrschen - pauschal gesehen - während real sich weiterhin ständig Bereiche höchst unterschiedlicher Anwesenheit von Teilchen ergeben, in fortwährend ändernder Form.

### Bündelweises Strömen

Natürlich ist dieser Prozess des Ausgleichs von Dichte - und damit auch von Druck - zwischen zwei Bereichen längst bekannt und per Formeln exakt berechenbar. Ich möchte mit diesen simpel skizzierten Blasen jedoch hervorhebend, dass der Ausgleichsprozess nicht nur an der Grenzlinie statt findet und nicht nur durch einzelne Atome, sondern immer ganze 'Bündel' von Teilchen relativ geschlossen in bislang 'leere' Teilbereiche hinein fallen.

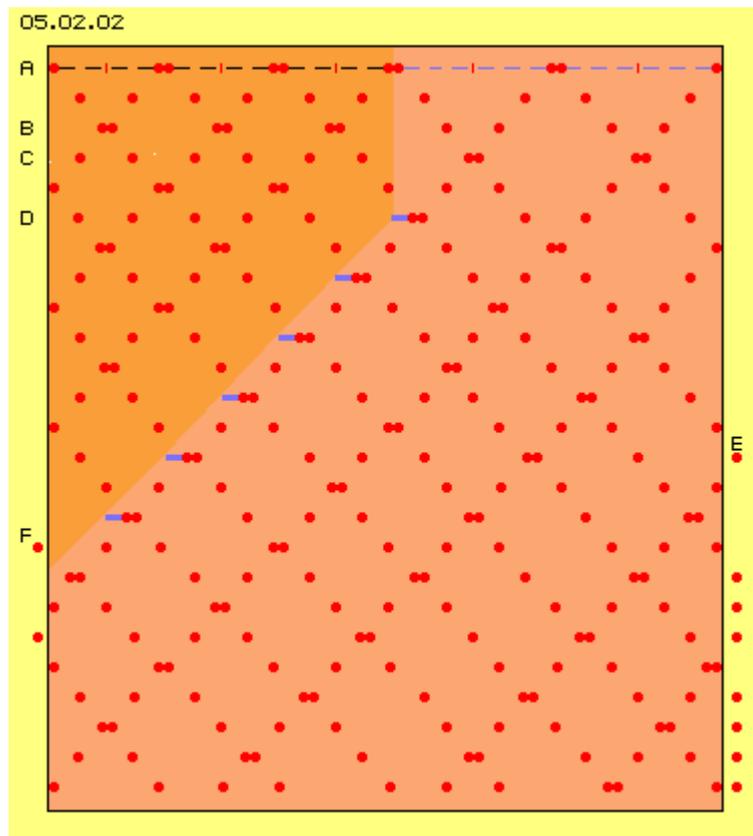
Zudem möchte ich betonen, dass diese Sog-Bereiche keinesfalls irgendwelche 'anziehende Kräfte' ausüben. Sie ermöglichen lediglich, dass zufällig in ihre Richtung gestoßene Teilchen dort bis zur nächsten Kollision längere Wege als durchschnittlich fliegen können. Indem sie von ihrem bisherigen Bereich relativ lang weg fliegen, können sie auch nur verspätet zurück kommen. In der Zwischenzeit können darum weitere, wiederum zufällig dorthin gestoßene Teilchen auf ähnlichem Weg folgen, woraus sich momentan gleichförmige Strömung ergibt.

### Rückwirkender Sog

Generell bewegen sich Gas-Teilchen chaotisch in beliebige Richtungen. Zu Beginn vorigen Kapitels wurden diese Bewegungen schematisch reduziert in nur senkrechte

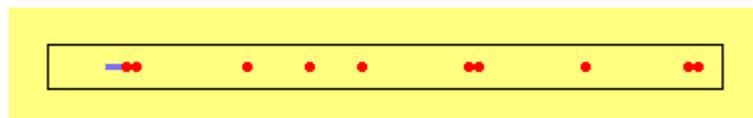
und waagrechte Richtung. Hier findet der Dichte-Ausgleich theoretisch nur von links nach rechts statt, darum sind in Bild 05.02.02 Bewegungen nur in waagrechter Richtung dargestellt.

Im dichten Bereich links (rot) ist der Abstand zwischen Kollisionen zwei Weg-Einheiten lang unterstellt (schwarze Linien, oben rechts bei A), im weniger dichten Bereich rechts (hellrot) soll dieser Abstand drei Weg-Einheiten jeweils lang sein (blaue Linien, oben links). Sechs Teilchen (rote Punkte) sind zunächst dem dichten Bereich zugeordnet und nur vier Teilchen dem weniger dichten Bereich.



In der ersten Zeile A ist die Ausgangssituation dargestellt. Je ein Teilchen befindet sich rechts und links an der Wand. Dazwischen stoßen jeweils zwei Teilchen gerade zusammen (nachdem sie seit ihrer vorigen Kollision insgesamt vier schwarze Wegeteile links bzw. sechs blaue Wegeteile rechts zurück gelegt hatten). In den Zeilen darunter ist jeweils die Position nach einer Weg- bzw. Zeiteinheit eingezeichnet.

Ausgehend von der in Zeile A skizzierten Situation fliegen die Teilchen wieder auseinander



bzw. von der Wand zurück. Sie kollidieren nach zwei Einheiten (bei B) bereits wieder im dichten Bereich, aber erst nach drei Einheiten (bei C) im weniger dichten Bereich.

Das Teilchen links von der Grenze zwischen beiden Bereichen kann nun aber (bei D) eine Einheit weiter nach rechts fliegen (markiert durch blauen dicken Strich), bis es erneut kollidiert. Nach jeweils zwei Wegstrecken kann das nächste Teilchen an der neuen Grenze weiter in den relativ leeren Bereich nach rechts fliegen (jeweils blau markiert). Nach sehr kurzer Zeit verlagern sich also die Teilchen nach rechts bzw. umgekehrt wird der bislang dichte Bereich 'ausgedünnt'.

Bei E würde das erste Teilchen den beobachteten Bereich endgültig nach rechts verlassen, bei F würde von links ein neues Teilchen auftreten. Es wird also (realistisch) unterstellt, dass die Bereiche größerer und geringerer Dichte nach links und rechts weit über dieses Beobachtungsfenster hinaus reichen. Es zeigt sich anhand dieser schematischen Darstellung klar, dass der 'Sog-Bereich' zurück wirkt in den Druck-Bereich bzw. in diesen hinein wandert. Ein Sog zieht nicht irgendwie Teilchen zu sich her - sondern er verlagert sich rückwärts in den Bereich größerer Dichte hinein - wie man möglicherweise auch an dieser Animation erkennen kann.

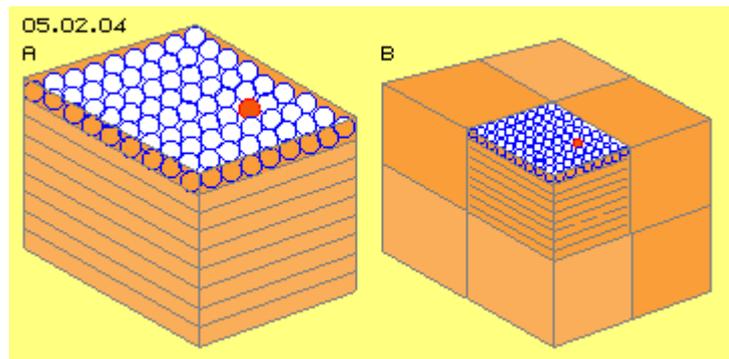
Auch das ist natürlich (mehr oder weniger) bekannte Tatsache, wenngleich die Konsequenzen daraus eher selten gezogen werden. Hier ist dieser Prozess nur sehr schematisch dargestellt anhand einer Reihe von Teilchen. Natürlich verläuft der Prozess analog dazu auch betreffend voriger 'Blasen': diese relativ leeren Teilbereiche wandern in die Bereiche bislang größerer Dichte hinein. Die Teilchen wandern von hoher zu geringer Dichte - aber entgegen gesetzt wandern lokale Bereiche relativer Leere.

### Leere in Gasen

In obiger Darstellung von Bewegung in nur waagerechter Richtung treten die Kollisionen zwangsweise im gegebenen Rhythmus auf, auch weil dort die Teilchen anfangs gleichförmig schematisch positioniert waren. Ich möchte noch einmal ein Beispiel anführen, aus dem sich die Leere von Gasen sowie das zwangsweise Auftreten obiger 'Blasen' anschaulich ergibt.

In Bild 05.02.04 bei A ist eine Box von ca. 50 cm Kantenlänge skizziert, in welcher sich in neun Lagen jeweils neun Reihen von jeweils neun Weihnachts-Glaskugeln befinden. Insgesamt sind das 729 durchsichtige Kugeln (hier blau gezeichnet), nur eine ist undurchsichtig (hier rot markiert). Dieses ist etwa die Relation von Wassermolekülen in flüssiger Form (alle Plätze in der Box sind belegt) zu Wasserdampf (das Gas beansprucht das Volumen der ganzen Box, aber nur ein Platz ist belegt).

Nur eine Position in einer Lage (dunkel markiert) ist belegt, während die übrigen acht Lagen (hellrot) unbelegt sind. Bei B ist dieser Würfel noch einmal in kleinerem Maßstab gezeichnet und sieben weitere dazu (das Gesamtvolumen wäre ein Kubikmeter). Im Durchschnitt soll in jeder Box ein Platz belegt sein, was einer theoretischen, gleichförmigen Verteilung entspricht, real aber absolute extremer Ausnahmefall sein wird.



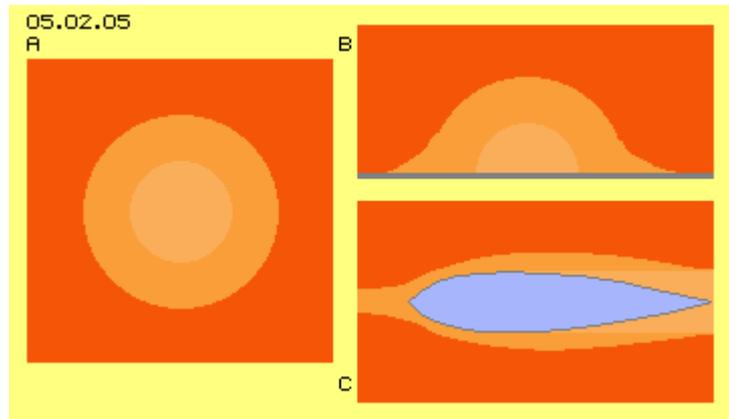
Bei zufälliger Verteilung ist vielmehr sehr wahrscheinlich, dass in einer Box zwei und in einer anderen Box sogar drei Plätze belegt sind. Dann werden zugleich aber drei Boxen völlig unbelegt sein (hellrot markiert). Und wiederum werden zumindest zwei davon neben einander liegen. Auch wenn in viel größerem Raum viel mehr Plätze zu belegen wären, werden 'leere Blasen' einen großen Teil des Bereichs einnehmen.

Wenn beispielsweise von obigen Boxen jeweils neun neben, hinter und übereinander gestapelt würden (insgesamt 729) und in diesen 729 Positionen willkürlich zu belegen wären, blieben ziemlich genau 243 Boxen vollkommen leer (bekannt als '2/3-Gesetz' der Wahrscheinlichkeitsrechnung, z.B. beim Roulette). Egal wie groß die Bereiche angenommen werden, bei obigem Sog-Effekt werden in relativ leere Gebiete hinein ganze Bündel von Teilchen aus relativ dicht besetzten Bereichen tatsächlich in gemeinsamer Bewegung sein.

## Ordnungsfaktor Wand

In Bild 05.02.05 bei A ist schematisch ein Bereich geringer Dichte (hell) in einem Bereich großer Dichte (dunkelrot) eingezeichnet. Die Teilchen fallen in die relative Leere hinein, teilweise sogar durch diese zunächst hindurch. Umgekehrt weitet sich die geringere Dichte (hellrot) radial aus.

In diesem Bild bei B ist die relative Leere entlang einer Wand (graue Linie unten) eingezeichnet. Teilchen fallen in diese Leere, auch bis zur Wand und werden von dieser reflektiert. Dies gilt auch im bereits ausgedünnten Bereich (hellrot) entlang der Wand. In diesen Fällen hinterlassen die reflektierten Teilchen hinter sich einen Freiraum, in welchen



hinein aber (aus der Wand heraus) keine anderen folgen. Diese Leere wird mittig darum tatsächlich nur relativ langsam aufgefüllt. Andererseits lassen diese Freiräume im ausgedünnten Bereich entlang der Wand relativ gleichförmige Strömungen zu (Sog entlang von Wänden 'zieht' stärker) bzw. umgekehrt weiten sich ausgedünnte Bereiche entlang von Wänden weiter aus.

In diesem Bild bei C ist ein wohlbekanntes Beispiel dieses Effekts skizziert: ein 'strömungs-günstig' geformter Körper (blau). Dieser kann ortsfest in einer Strömung stehen oder sich durch ein ruhendes Fluid hindurch bewegen. In jedem Fall verdrängt er an seiner breitesten Stelle dieses Fluid und dahinter ergibt sich ein Bereich relativ geringer Dichte (hell).

Dieser Bereich wird aufgefüllt und zugleich immer wieder erneuert. Die relative Leere wandert im Raum (bei bewegtem Körper) oder relativ zur Fluidströmung (bei ortsfestem Körper) nach links. Wie oben geschildert, weitet sich der verdünnte Bereich (hellrot) entlang der Körperwände aus und reicht tatsächlich bis weit vor die 'Nase' nach vorn. Der geringe Widerstand strömungsgünstiger Körper beruht darauf, dass sich vor ihnen automatisch und fortgesetzt ein Bereich relativer Leere bildet und entlang ihrer Wände eine relativ gleichförmige Strömung gegeben ist.

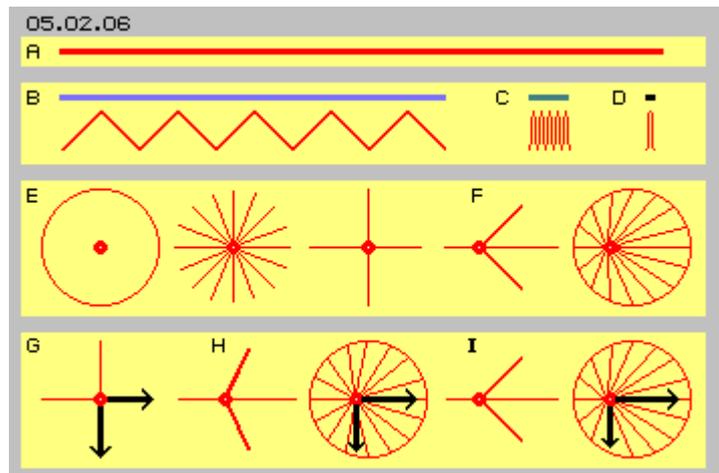
Der achterliche Sogbereich wirkt nicht 'anziehend', wohl aber erlaubt er Teilchen dort hinein zu fallen (mit ihrer molekularen Geschwindigkeit) und dieses nicht nur im achterlichen Bereich, sondern schon viel weiter vorn im ausgedünnten Bereich - ein bekannter Fakt. Die Geschwindigkeit der Strömung entlang der Wände ist höher als weiter außen. Solche Differenzen zwischen benachbarten Strömungen zeitigen besondere Resultate - eine zweite Art von Sog-Effekt, wie nachfolgend dargestellt.

## Geschwindigkeiten

Schallgeschwindigkeit ist uns vertraut, z.B. indem wir die Sekunden zwischen Blitz und Donner abzählen und für je drei Sekunden einen Kilometer berechnen. Die Teilchen der Luft sind aber noch schneller und brauchen nur zwei Sekunden für einen Kilometer. In Bild 05.02.06 sind verschiedene Geschwindigkeiten schematisch dargestellt.

Die rote Linie bei A repräsentiert Molekulargeschwindigkeit der Luft in einer Größenordnung von rund 500 m/s bzw. 1.500 km/h. Die Länge der blauen Linie bei B entspricht dann etwa der Schallgeschwindigkeit in einer Größenordnung von rd. 300 m/s bzw. 1.000 km/h. Die rote Zick-Zack-Linie zeigt an, dass der Schall nicht reine Vorwärtsbewegung ist, sondern nur 'auf Umwegen' vorwärts kommen kann.

Als Sturm bzw. Orkan werden Windgeschwindigkeiten bezeichnet, welche nur ein Zehntel so schnell sind, beispielsweise rund 30 m/s oder 100 km/h (graue Linie bei C). Die Teilchen der Luft bewegen sich dabei auf vielfach längeren Wegen, in diverse Richtungen, z.B. mehr kreuz und quer als vorwärts. In nochmals stärkerem Umfang gilt das für die Geschwindigkeit von Gasen bei technischen Anwendungen, die meist nur wenige m/s bzw. km/h erreichen (schwarze Linie bei D).



### Potentielle Bewegung

In diesem Bild bei E ist ein ruhendes Teilchen dargestellt (roter Punkt), welches nach einer Kollision und einer Zeiteinheit irgend einen Ort auf dem skizzierten Kreis einnehmen wird. Daneben sind strahlenförmig einige dieser möglichen Wege eingezeichnet. In obigen Überlegungen haben wir stellvertretend dafür nur Bewegungen in senkrechter oder waagrechter Richtung untersucht.

Wenn nun alle Teilchen und ihre molekulare Bewegungen durch eine generelle Vorwärtsbewegung (hier von links nach rechts) überlagert ist, sind entsprechende Darstellungen wie bei F repräsentativ. Summarisch sind nach hinten gerichtete Bewegungen kürzer und die nach vorn entsprechend länger. Die bislang quer verlaufende Richtungen weisen nun etwas nach vorn. Alle potentiellen Orte nach einer Kollision (auf dem Kreis) sind etwas nach vorn verlagert. Hier allerdings ist diese Verlagerung stark überzeichnet und entspräche schall-schnellem Orkan (der nur lokal ein Maximum von etwa 300 km/h erreichen kann).

### Statischer / Dynamischer Druck

In diesem Bild bei G ist (per schwarzen Pfeilen) schematisch dargestellt, dass in 'ruhendem' Gas gleichförmig nach allen Seiten hin 'statischer' Druck existiert (z.B. messbar, wenn Teilchen an einem Druck-Sensor reflektiert werden). Bei H ist ein in Vorwärtsbewegung befindliches Teilchen skizziert, dessen seitliche Bewegungen nicht mehr rechtwinklig auf eine Gefäßwand auftreffen, womit quer zur Bewegungsrichtung geringerer 'statischer Druck' gemessen wird. Entsprechend stärker ist 'dynamischer Druck' in Vorwärtsrichtung gegeben (markiert durch unterschiedliche Länge der Pfeile bei H).

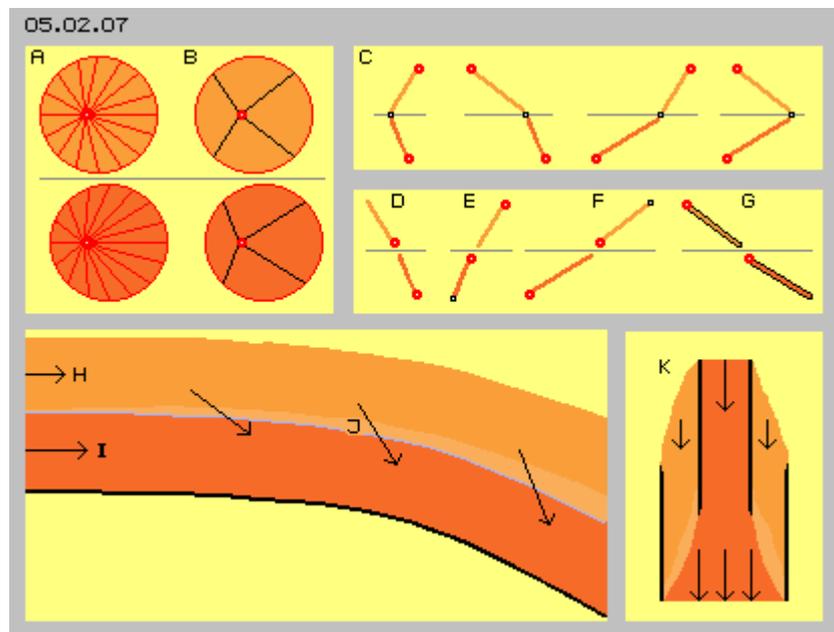
Je schneller die generelle Vorwärtsbewegung ist, desto stärker verlagert sich die Richtung von seitlich- zu vorwärts-weisendem Druck. Bei I ist vorige extrem schnelle Bewegung noch einmal eingezeichnet mit ihrem nochmals reduzierten statischen und erhöhtem dynamischen Druck. Diese Druckverhältnissen werden in der Strömungslehre vornehmlich diskutiert und formelhaft berechnet. Mich interessieren

dagegen vorwiegend die Bewegungen und Bewegungsmuster der Teilchen selbst, beispielsweise wenn ungleich schnelle Strömungen neben einander statt finden.

### Diagonale Wechselwirkungen

In Bild 05.02.07 sind bei A vorige schematische Darstellungen potentieller Bewegungsrichtungen noch einmal dargestellt, oben für eine langsamere Strömung (helles Rot) und darunter für relativ schnellere Bewegung (dunkleres Rot). Oben wurden senkrechte und waagrechte Bewegungen als repräsentativ ausgewählt. Genauso repräsentativ sind diagonale Bewegungsrichtungen (jeweils 45 Grad zur waagrechten bzw. senkrechten Richtung). Bei Überlagerung durch Vorwärtsbewegung werden diese Diagonalen entsprechend weiter nach vorn weisen, wie bei B skizziert ist, wiederum für die langsame (oben) und schnellere (unten) Strömung. Diese Teilchen mit diesen potentiellen Bewegungswegen sind also repräsentativ als Bewegungstypen bzw. -muster unterschiedlich schneller Strömungen, bilden also 'durchschnittliche' Vorgänge ab.

Bei C sind schematisch vier Kollisionen (bei den schwarzen Punkten) skizziert, welche sich aus diagonalen Bewegungen an einer Grenze (graue Linien) beider Strömung typischer Weise ergeben. Wie bei Kollisionen üblich, werden dabei die Bewegungs-Richtungen und -Geschwindigkeiten ausgetauscht. Dies entspricht den obigen Vorgängen ruhender Gase oder auch des Mischens von Gasen.



Hier in diesem Grenzbereich findet eine Mischung von Bewegungskomponenten unterschiedlich schneller Strömungen statt.

Diese vier typischen Kollisionen bei C kommen zustande, indem sich beide Teilchen auf einander zu bewegen. In der Zeile darunter sind vier andere Begegnungen skizziert, bei welchen sich Teilchen in relativ gleichartige Richtung bewegen. Die Teilchen sind schematisch oberhalb und unterhalb der theoretischen Grenzlinie gezeichnet, so dass sich keine Kollisionen ergeben. Tatsächlich aber vermischen sich beide Bewegungstypen im Grenzbereich, so dass sich auch diese typische Wege real kreuzen werden.

### Richtungsgleiche Kollisionen

Bei D sind beide Wege nach hinten-oben gerichtet, also gegen die generellen Strömungen und hin zur langsameren. Der untere Weg ist kürzer, so dass ein Teilchen aus der schnelleren Strömung meist nur hinter einem Teilchen der langsameren Strömung her fliegen wird ohne zwingende Kollision. Andererseits

fliegen beide Teilchen 'gegen den Strom' und werden bald wieder nach vorn gestoßen, beide wieder in relativ gleiche Richtung diagonal vorwärts.

Bei E sind beide Wege ebenfalls nach hinten gerichtet, nun aber nach unten zur schnelleren Strömung hin. Der untere Weg ist kürzer, so dass dieses Teilchen sehr wohl von einem oberen Teilchen 'gerammt' werden kann (beim schwarzen Punkt unten). Es findet praktisch ein 'Auffahr-Unfall' statt, beide Teilchen fliegen weiterhin gegen die Strömung, bewirken praktisch eine Verzögerung der schnelleren Strömung, bzw. drücken diese nach unten-hinten.

Bei F ist der umgekehrte Fall skizziert, indem beide Wege nach vorwärts-oben weisen. Das untere Teilchen fliegt schneller und wird das obere von hinten anstoßen. Beide Teilchen fliegen weiter in diese Richtungen und damit wird die langsamere Strömung nach oben-vorwärts beschleunigt bzw. die schnellere Strömung weitet sich aus in die langsamere hinein.

Nach mehr oder weniger frontalen Kollisionen fliegen die Teilchen weiterhin 'chaotisch' durcheinander. Hier aber, bei diesen Kollisionen von Bewegungen in relativ gleiche Richtungen, bleiben die Teilchen auch nach den 'Auffahr-Unfällen' weiterhin relativ dicht beisammen und fliegen gemeinsam weiter in gleichartige Richtungen. Neben Bereichen einer totalen Durchmischung mit Bewegung kreuz und quer ergeben sich also zwingend auch Bereiche, in welchen sich ganze Pulks von Teilchen nahe beieinander in ähnliche Richtungen gemeinsam bewegen.

### **Ohne oder verspätete Rückkehr**

Der entscheidende Effekt bei benachbarten, aber ungleich schnellen Strömungen ergibt sich jedoch aus dem bei G dargestellten Bewegungsmuster (durch schwarze Linien hervor gehoben). Beide Teilchen fliegen nach vorn-abwärts, also im generellen Strom und hin zur schnelleren Strömung. Das obere Teilchen fliegt langsamer als das untere Teilchen, wird es somit nicht einholen, sondern nur hinter her fliegen. Das neue Teilchen wird widerstandslos in die schnellere Strömung aufgenommen.

In der schnelleren Strömung sind rückwärts gerichtete Bewegungen seltener und es gibt damit weniger Kollisionen und dabei werden Teilchen weniger häufig zurück geworfen. Das neue Teilchen wird überhaupt nicht mehr in die langsamere Strömung zurück gestoßen oder erst relativ spät. Dieses Teilchen fehlt damit in seinem Herkunftsbereich als Kollisionspartner oder es kommt erst verspätet zu erneuter Kollision zurück. Ein weiteres, zufällig in diese 'Leere' gestoßene Teilchen kann auf diesem Weg folgen oder zumindest wird der Ort einer erneuten Kollision nach vorn-unten verlagert.

Diese Bewegungen entsprechen den Abläufen, welche bei Sogbereichen statt finden (wie oben bei Bild 05.02.02 diskutiert). Auch in der schnelleren Strömung wird es obige 'Blasen relativer Leere' geben (wie bei Bild 05.02.01 angesprochen), in welche ganze Pulks auf ähnlichen Wegen hinein fallen. Die 'neuen' Teilchen treffen nur selten frontal auf 'alte' Teilchen und werden darum nur selten in der Strömung zurück geworfen. Viel häufiger treten dort obige 'Auffahr-Kollisionen' auf, so dass Teilchen relativ dicht beisammen in ähnliche Richtungen vorwärts fliegen.

### **Beugung zur schnelleren Strömung**

Das ist Ursache und Prozess des wohl bekannten Effekts, dass benachbarte 'Stromfäden' stets zur jeweils schnelleren Strömung hin gebeugt werden. In Bild 05.02.07 ist eine langsame Strömung (H) neben einer schnelleren Strömung (I) skizziert und die diagonalen Pfeile markieren den Weg voriger diagonalen Bewegungen. Die 'neuen' Teile hinterlassen relative Leere, welche hier als heller Bereich (J) markiert ist.

Eine schnellere Strömung wirkt auf benachbarte langsamere Strömungen wie Sog. Es werden aber keine Teilchen 'hinein gezogen', vielmehr fliegen 'freiwillig' immer nur Teilchen dort hinein, wenn und weil sie aufgrund einer Kollision dorthin zufällig gestoßen wurden. Es findet aber nicht nur eine 'Beugung' der Stromfäden statt, vielmehr werden bislang existierende 'leere Blasen' durch neue Teilchen aufgefüllt (und diese Strömung weist nun 'höhere Dichte' auf). Die Teilchen fliegen mit Molekulargeschwindigkeit in die Lücken, diagonal vorwärts, so dass diese Bestandteil der existierenden (Durchschnitts-) Geschwindigkeit wird. Alle Teilchen bewegen sich immer mit Molekulargeschwindigkeit, nun aber fliegen viele Teilchen in größerer Ordnung vorwärts gerichtet, so dass die Strömung tatsächlich schneller wird (was beim normalen Auffüllen eines Sogbereichs nicht eintreten kann).

Schnelle Strömung wirkt also wie ein Sog, zieht benachbarte Teilchen mit ein, in diagonalen Vorwärts-Richtung, wodurch größere Dichte entsteht, größere Ordnung und darüber hinaus eine Beschleunigung der Strömung. Am besten können sich diese Prozesse entfalten, wenn sie entlang einer gebeugten Wand (oben als schwarze Kurve markiert) statt finden.

### **Wasserstrahl-Pumpe**

Analog dazu bzw. aufgrund dieser Effekte arbeitet jede Wasserstrahlpumpe, wie in 05.02.07 bei K schematisch skizziert ist und die natürlich genauso bei Gasen funktioniert. Die Pump-Leistung erfolgt ohne entsprechenden Energie-Einsatz, weil keine Teilchen 'hineinzuzerren' sind, was bei Gasen ohnehin niemals möglich ist. Solche Pumpen sind tatsächlich 'Perpetuum Mobile' in dem Sinne, dass ein energetisch höherer Level (vermehrter Durchsatz) erreicht wird ohne entsprechenden 'Energie-Verbrauch'.

Bei diesen Prozessen wird überhaupt keine Energie umgesetzt (und Betrachtungen aus Sicht der Energie-Konstanz sind darin total irrelevant). Es werden lediglich die Vektoren der molekularen Bewegung gleich gerichtet, natürlich niemals vollkommen, sondern nur relativ größere Ordnung 'organisiert'. Auch dieses Ordnung-Schaffen erfordert meist nur wenig Aufwand oder gar keinen Energie-Einsatz - weil beispielsweise jede gekrümmte Wand dazu zweckdienlich eingesetzt werden kann.

### **Antriebskraft der Hurrikans**

Obige 'Bewegungstypen' an den Grenzflächen unterschiedlich schneller Strömungen sind theoretische Bewegungsmuster zur Erklärung ihrer 'unglaublichen Sog-Effekte' und autonomen Selbstbeschleunigung, wie sie beispielsweise durch Wirbelstürme offenbar werden. Auslöser tropischer Wirbelstürme ist die Verdunstung von Wasser (die den Gesetzen der Thermodynamik widerspricht, indem autonom eine Potentialdifferenz entsteht, also Entropie verringert wird). Wasserdampf ist leichter als Luft und es ergibt sich Auftrieb (der insofern interessant ist, als autonom eine Kraft entsteht, deren Vektor entgegen gesetzt zur ursächlichen Gravitationskraft

gerichtet ist). Auslöser für die Rotation dieser Bewegung ist die Erddrehung bzw. 'Coriolis-Kraft' (die keine eigenständige Kraft ist, sondern lediglich Auswirkung der Trägheit).

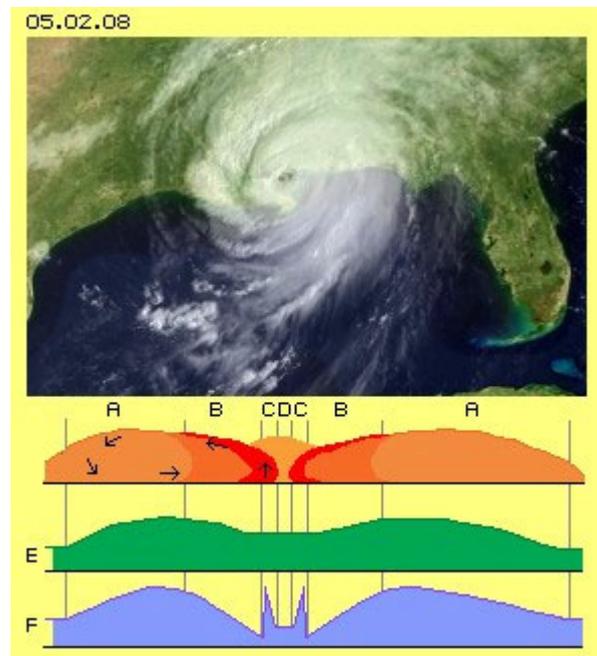
Die gängige Lehre negiert die Möglichkeit von Perpetuum Mobile bzw. einer 'Selbstbeschleunigung'. Darum wird die offensichtlich beschleunigte Rotation meist mit Umwandlung von Wärme in kinetische Energie erklärt. Andere Erklärungen gehen davon aus, dass statischer Druck der Umgebung in dynamischen Druck der Strömung umgesetzt wird. Das mag pauschal zutreffend sein, andererseits findet nach gängiger Lehre zwischen Bereichen unterschiedlichen Drucks sofort ein Druckausgleich statt (wie oben bei Bild 05.02.01) und nach Druckausgleich ist der Prozess beendet. Damit lässt sich also fortwährende Beschleunigung nicht erklären.

Der reale Vorgang basiert ausschließlich auf dem 'Sog-Effekt' schnellerer gegenüber langsamerer Strömung, wie oben bei Bild 05.02.07 beschrieben. Durch puren Zufall fallen aus der Umgebung fortwährend Teilchen mit passendem Vektor widerstandslos in die schnellere Strömung und hinterlassen 'Leere' in ihrem Herkunftsbereich. Es findet nur eine Auswahl der Bewegungsvektoren statt, wobei in der geordneten Strömung mehr Teilchen enger zusammen in gemeinsame Richtung fliegen können und die Strömung durch den Beitrag der neu hinzu kommenden Teilchen in Summe beschleunigt wird.

Man muss sich immer wieder die Relationen klar machen: Luft wiegt fast nichts, macht sich aber bei Orkangeschwindigkeit durchaus 'bemerkbar'. Die Bewegung der Teilchen selbst ist jedoch zehn mal schneller, auch 'ruhende' Luft ist voller Energie, allerdings ohne 'Außenwirkung'. Wird nur ein Bruchteil der normalerweise chaotischen Bewegungen 'gleichgerichtet', werden riesige Kräfte nach außen wirksam - ohne dass sich dabei irgend etwas hinsichtlich der molekularen Geschwindigkeit ändert (also ohne jeden Umsatz an 'Wärme').

### **Bewegung und Druck**

Bild 05.02.08 zeigt oben einen typischen Hurrikan. Darunter ist ein Querschnitt gezeichnet, welcher die bekannten Luftbewegungen schematisch aufzeigt (siehe schwarze Pfeile). Das mittige Auge (D, hell markiert) hat einen Durchmesser von 10 bis 40 km, in welchem die Luft abwärts fließt, schönes klares Wetter und am Boden nahezu Windstille herrschen. In einem Ring (C) am Rand des Auges bewegt sich Luft vehement aufwärts und fließt oben auseinander (dunkelrot markiert). In diesem Bereich (B, rot markiert) herrscht starke Bewölkung mit heftigem Regen.



Das Wirbelsystem reicht wesentlich weiter hinaus (A, hellrot markiert), wobei Luft auswärts-abwärts fließt, klare Sicht und schönes Wetter gegeben sind. Am Boden entlang fließen Luftmassen zurück zum Zentrum. Bei E ist der Verlauf des Luftdrucks

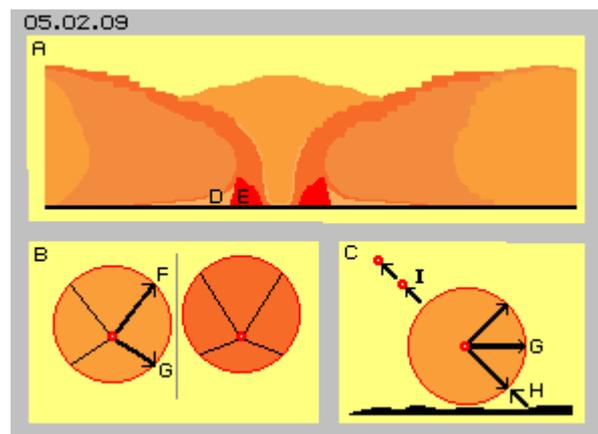
etwa auf halber Höhe des Wirbelsturms schematisch dargestellt (grün). Dieser atmosphärische Druck entspricht weitgehend der restlichen darüber lastenden Luftmasse. Wo die Luft am höchsten aufgetürmt ist (zwischen B und A) wird auch der höchste Druck gemessen.

Ganz andere Ergebnisse jedoch zeigen Messungen am Boden, wie schematisch bei F skizziert ist (blau). Im äußeren Bereich (A) ist der Druck ansteigend, entsprechend zur Abwärtsbewegung der dortigen Luftmassen. Weiter einwärts (B) fällt der Druck kontinuierlich ab, weil dort die Winde zunehmend schneller zum Zentrum hin fließen (der statische Druck ist reduziert und entsprechend höher ist der dynamische Druck der Strömung).

### Druck oder Dichte

Phänomenal ist ein plötzlicher Anstieg des statischen Drucks im Bereich der Aufwärtsbewegung (C), wobei dieser hohe Druck allerdings nur unten im Wirbelsystem auftritt. Nach oben und zum Zentrum hin fällt der Druck wieder auf sehr viel niedrigeres Niveau. Dieser Bereich überhöhten Drucks ist aber kein 'atmosphärischer Druck' (Gewicht der darüber befindlichen Luftmassen plus/minus Aufwärts- oder Abwärtsbewegungen) wie bei 'normalen' Tief- oder Hochdruckbereichen, sondern ist Ausdruck der dortigen Dichte der Luftmassen.

In Bild 05.02.09 ist bei A der Kernbereich des Wirbelsturms nochmals in größerem Maßstab skizziert. Zwei Bereiche sind darin hervorgehoben: dieser Bereich überhöhter Dichte (E, dunkelrot) sowie ein Bereich relativer Leere (D, hell) außerhalb davon, beide nur im unteren Bereich des Wirbelsturms.



Ein Wind ist keine total gleichförmige Strömung, sondern setzt sich aus einzelnen Böen zusammen, wobei die Luft lokal sehr unterschiedliche Dichte und Geschwindigkeit aufweist. Das ist die makroskopische Erscheinung entsprechend oben diskutierten 'leeren Blasen' bzw. pulk-weißer Bewegungen von Teilchen in Gasen. In solche 'Leere' fallen die Böen, füllen diese auf, die Luftmassen prallen zusammen und werden wieder in andere Richtungen gestoßen.

In freiem Luftraum können Böen aus allen Richtungen in solche Leere fallen und jede Bö hinterlässt einen Freiraum, in welchen nachfolgende Windstöße wiederum hinein fallen können. Wenn jedoch eine Bö von oben auf den Boden auftrifft, wird sie zurück prallen nach oben - aber es können von unten keine weitere Luftmassen nachfolgen, es bleiben vielmehr wiederum leere Bereiche (D) in Bodennähe zurück. Nur von äußeren Bereichen des Wirbelwinds können diese Sogbereiche in Bodennähe aufgefüllt werden. Daraus resultieren entlang des Bodens stärkster Winde in radialer bzw. letztlich tangentialer Richtung.

### Ordnungsfaktor Wand

Eigentlich müsste man erwarten, dass die radiale Strömungskomponente bis ganz ins Zentrum reicht. Meist wird argumentiert, dass die rotierenden Luftmassen

aufgrund von Fliehkraft (letztlich Trägheit) wieder nach außen streben bzw. nicht weiter zusammen gedrückt werden können (aber Fliehkraft wirkt auch schon ganz außen gegen die zentripetale Bewegungen). Luftteilchen bewegen sich chaotisch und fliegen immer nur bis zur nächsten Kollision. Luft insgesamt bewegt sich dort hin, wohin die Teilchen am längsten ohne 'schädliche' Kollision (gegen die Strömungsrichtung) fliegen können. Trägheit spielt nur insofern eine Rolle, als Teilchen zwischen Kollisionen geradeaus und konstant schnell fliegen. Trägheit von ganzen Luftmassen - gibt es nicht (und das ist wirklich so).

In diesem Bild bei B sind die schematischen Bewegungstypen aus obigem Bild 05.02.07 nochmals dargestellt, mit Blick von oben auf die Strömung. Links von der gedachten Grenze (graue Linie) ist ein Teilchen der langsamen, rechts davon ein Teilchen der schnelleren Strömung skizziert. Die vorwärts-einwärts gerichtete Bewegung (F) des 'langsamen' Teilchens bewirkt prinzipiell die Beschleunigung der schnellen Strömung, die rückwärts-einwärts gerichtete Bewegung (G) drückt die schnelle Bewegung zusammen.

In diesem Bild bei C ist ein senkrechter Schnitt durch die Strömung dargestellt, wobei sich ein Teilchen nah beim Boden (schwarz) befindet. Voriger Druck (G) in Richtung Zentrum wird natürlich nicht nur waagrecht übertragen, sondern auch schräg-aufwärts oder schräg-abwärts (markiert durch Pfeile). Die abwärts gerichteten Bewegungen werden am rauhen Boden reflektiert, so dass dieses Teilchen anschließend aufwärts-zurück fliegen wird (markiert durch Pfeil H). In diesem Bereich sind 'leere Blasen' weitgehend aufgefüllt, so dass diese rückwärts gerichtete Bewegung zu Kollisionen (I) in rascher Folge führt, die radiale Bewegung praktisch abgeblockt wird.

Wiederum muss man bedenken, dass selbst bei den dortigen enormen Geschwindigkeiten die Teilchen neun Wegstrecken kreuz und quer, hin und her, auf und ab gehen - bevor sie einen 'Schritt' in generelle Strömungsrichtung voran kommen. In diesem Gewirr wird die zentripetale Richtung abgeblockt und viele Teilchen schwirren auf engem Raum, was als enormer Druckanstieg messbar wird. Dieser 'Druck' kann sich nur entspannen, indem Teilchen nach oben entweichen, die dichte Luftmasse praktisch 'explodiert'.

### **Windhose**

Am Boden eines Hurrikans bildet sich um das Auge ein ring-förmiger 'Sperr-Riegel' aus verdichteter Luft. Die Erdoberfläche tritt als 'Ordnungsfaktor' auf (wie oben genannte Wand), zuletzt aber als bremsendes Element. Das Auftreten dieser Sperre bzw. eines Auges ist nicht zwingend - sofern das Wirbelsystem frei vom Boden drehen kann.

Das Gegenstück zu Wirbelsturm bzw. Hurrikan sind Windhose bzw. Tornado, fünf Beispiele dazu zeigt Bild 05.02.10. Die Windhose links ist voll ausgebildet, aus der Gewitterwolke reicht ein 'Schlauch bzw. Rüssel' herunter bis zur Wasseroberfläche. Natürlich ist dieser Schlauch nur der sichtbare Teil des Systems und auch um diesen herum bewegt sich Luft in zentripetaler wie tangentialer Richtung.

Andererseits kann eine Windhose nur wenige Meter dünn, aber Kilometer hoch sein. Am unteren Ende des Rüssels treten enorme Kräfte auf und werden selbst schwere Gegenstände hoch gerissen. Hier beispielsweise wird Wasser durch den Rüssel nach oben

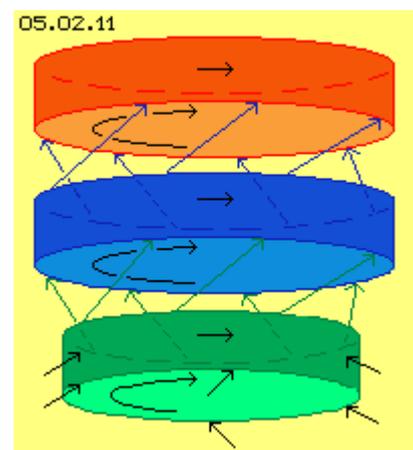


‘gesaugt’, aber es ist auch klar vorige ‘Explosion’ über der Wasser-oberfläche zu erkennen. Solang also keine ‘Wand’ das Wirbelsystem beeinflusst, gibt es keine Sperrzone, sondern einen kompakten Wirbel praktisch ohne Auge. Nur an der Wasseroberfläche stiebt die dortige dichte Luftmasse auseinander.

Umgekehrt zum Hurrikan entstehen Tornados aus lokalen Drehbewegungen innerhalb von Gewitterwolken. Von dort aus wachsen sie nach unten aus der Wolke heraus, wie die Bilder rechts eindrucksvoll zeigen. Wasserdampf, Wärmedifferenzen und entsprechende Turbulenzen in Gewitterwolken sind sehr wohl Auslöser dieser Erscheinung, andererseits entstehen Windhosen spontan auch aus ‘trockenen’ Luftbewegungen. Für das Wachsen und die Selbstbeschleunigung dieser Wirbel ist wiederum ausschließlich der ‘Sog schneller Bewegung’ entscheidend.

### Sog scheibenweise

Eine Windhose startet immer aus drehender Bewegung, die durchaus rein zufällig zustande kommen kann. In Wolken herrscht oberhalb und rund um solcher Bewegungskerne viel Turbulenz, so dass von dort aus kein kontinuierlicher Zufluss in den Wirbel hinein entstehen kann. Nur aus relativ ruhigen Luftschichten unterhalb der Wolke kann der Beschleunigungs-Effekt in Gang kommen.



In Bild 05.02.11 ist die anfängliche Drehbewegung in Form einer roten Scheibe schematisch dargestellt (von schräg unten gesehen). Die Luft darunter ist als blaue Scheibe skizziert. Diese könnte anfangs auch vollkommen bewegungslos sein, aber dennoch würden Teilchen daraus zufällig schräg-aufwärts in die Drehbewegung hinein ‘verschwinden’ (siehe diagonale blaue Pfeile). Der nachfolgende Prozess entwickelt sich wie oben beschrieben. In die nun ebenfalls drehende Luftschicht (blau) wird wiederum von unten Luft (grün) ‘eingesaugt’, jeweils im Drehsinn aufwärts.

Auf den sich entwickelnden Schlauch drückt nun auch die Luft aus der Umgebung, so dass dieser radial zusammen gedrückt und zugleich weiter beschleunigt wird (schwarze Pfeile an der grünen Scheibe). Diese schematische Darstellung erklärt theoretisch das Wachstum und die Selbstbeschleunigung dieser Wirbelmuster, deren reale Bewegung und Entwicklung aus obigen Bildern augenscheinlich sind.

Im Prinzip wirkt der gleiche 'Sog schneller Bewegung' genau wie oben geschildert. Hier befinden sich allerdings die 'Stromfäden' unterschiedlicher Geschwindigkeit untereinander im Raum. Die Stromfäden verlaufen in geschlossenen Kreisen bzw. aufgrund der generellen Aufwärtsbewegung spiralg aufwärts. Ein Tornado basiert also auf gleichem Prinzip wie voriger Hurrikan, weist aber auch spezielle Eigenschaften auf - warum ich diese Wirbelform als dritte Form des Sog-Effekts beschrieb.

Die fortgesetzte Beschleunigung mit letztlich gewaltigen Kräften ergibt sich daraus, dass Geschwindigkeitsdifferenzen im gesamten Volumen des Wirbelsystem gegeben sind, von jedem einzelnen dünnen Stromfaden zum jeweils benachbarten. Überall fallen Teilchen zufällig in eine Richtung, aus der sie nie wieder oder nur verspätet zurück kehren, so dass überall ihre molekulare Geschwindigkeit mit passendem Vektor ein Teil der Gesamtströmung wird. Es gibt also keine 'äußere Beschleunigungs-Kraft', die Selbstbeschleunigung kommt aus dem gesamten Volumen des Wirbelsystems selbst. Diese selbst-organisierende Systeme wachsen und 'leben' aus ihrer inneren Struktur heraus (solange sie nicht von außen beeinflusst werden und letztlich in sich zusammen fallen).

Noch ein letztes Mal: Es findet keinerlei Energie-Umwandlung statt wie bei üblicher Technik (die darum an Energie-Konstanz gebunden ist). Es findet kein Energie-Gewinn statt (wenngleich diese geordneten Strömungen technisch sehr wohl genutzt werden, aber noch wesentlich konsequenter zu nutzen wären). Der einzige Vorgang ist, dass Vektoren gegebener Bewegungen etwas gleichförmiger geordnet werden. Diese Prozesse verlaufen autonom - weil nicht alle Kollisionen immer Bewegungen in alle Richtungen gleichermaßen ergeben, sondern viele Kollisionen innerhalb Strömungen in ähnlicher Richtung erfolgen und weniger 'schädlich' gegen die allgemeine Strömung ausfallen.

Evert / 30.10.2006

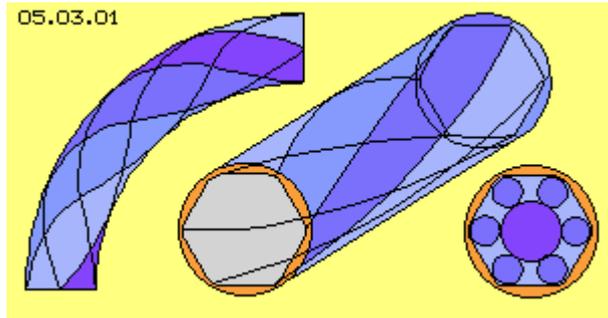
## 05.03. Potential-Drall-Rohr

### Rund-Eck-Rohr

Im vorigen Kapitel wurde festgestellt, dass Wände einen Einfluss auf Strömungen haben, wie auch z.B. die Reibung am Boden bei vorigen Wirbelstürmen. Besonders deutlich wird dies bei der Förderung von Fluid durch Rohrsysteme. Es herrscht zwar anfangs reibungsfreie 'laminare Strömung', aber nach kurzer Strecke bilden sich Wirbel entlang der Wand. Diese turbulente Strömungen bilden Widerstand und es ist nur von der Relation Durchmesser zur Länge abhängig, bis jedes Rohrsystem selbst-sperrend wird. Mehr Druck nützt nichts, weil der Widerstand überproportional ansteigt.

Viktor Schaubberger betonte immer wieder, dass vorrangig Sog zu nutzen sei, z.B. Fluid durch Rohre nicht hindurch gedrückt sondern gesaugt werden sollte. Verstärkter Sog bedeutet weniger Wider-stand, so dass obige Selbst-Sperrung niemals auftreten wird. Schaubberger hat mit diversen Formen

von Rohren experimentiert, beispielsweise gewendelte Rohre mit ei-förmigem Querschnitt. Seine Rohre sind aber kaum baubar, darum habe ich nach einfacheren Lösungen gesucht. Mit diesen soll Widerstand reduziert werden auch für Anwendungen, bei denen per Druck ein Fluid-Durchsatz im Rohrsystem erfolgt.



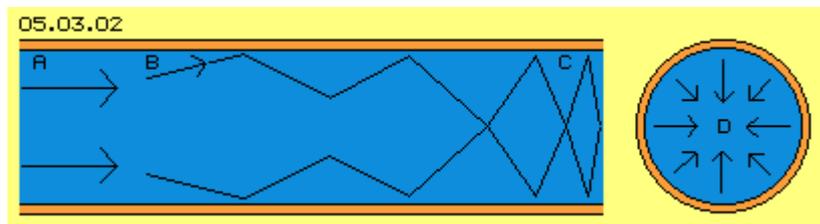
Vor einigen Jahren habe ich in meiner Fluid-Technologie z.B. ein Potential-Drall-Rohr vorgeschlagen, wie in Bild 05.03.01 schematisch dargestellt ist. Der Querschnitt ist ein Vieleck, dessen Ecken gerundet sind. Darin bilden sich Nebenströme in Form rotierender Walzen, so dass der Hauptstrom wie 'auf Kugellagern' frei von Reibung an der Wand fließen kann. Das Fluid darf nicht nur vorwärts im Rohr fließen, sondern mit Drall, durch welchen erst diese 'Walzenlager' zustande kommen. Um den Drall aufrecht zu erhalten, ist das ganze Rohr gewendelt. Besonders wichtig ist dieser Drall-Strom bei Rohrbogen, weil damit alle Bahnen gleich lang sind.

Drallströmung in Rohren bietet nicht nur weniger Widerstand, es lagern sich weniger Sedimente ab, Wasser bleibt 'lebendiger' oder Emulsionen homogener. Ich hatte 'enorme Nachfrage' nach diesen Rohren, aber ich bin kein Unternehmer und kann nichts liefern außer Vorschlägen. Einige Unternehmen setzten diese Konzeption um und erhöhten mit diesen 'Wendelrohren' z.B. den Wirkungsgrad von Wärmetauschern beachtlich.

### Selbstsperrendes System

In Bild 05.03.02 ist schematisch die Ursache des Widerstandes in Rohren, links mittels Längsschnitt und rechts per Querschnitt durch ein Rohr (rot). Das Fluid (blau) fließt anfänglich parallel

(A) zur Rohrwand, weist aber auch dort schon Bewegungskomponenten (B) auf, welche mehr oder weniger schräg zur Wand hin gerichtet sind. Diese



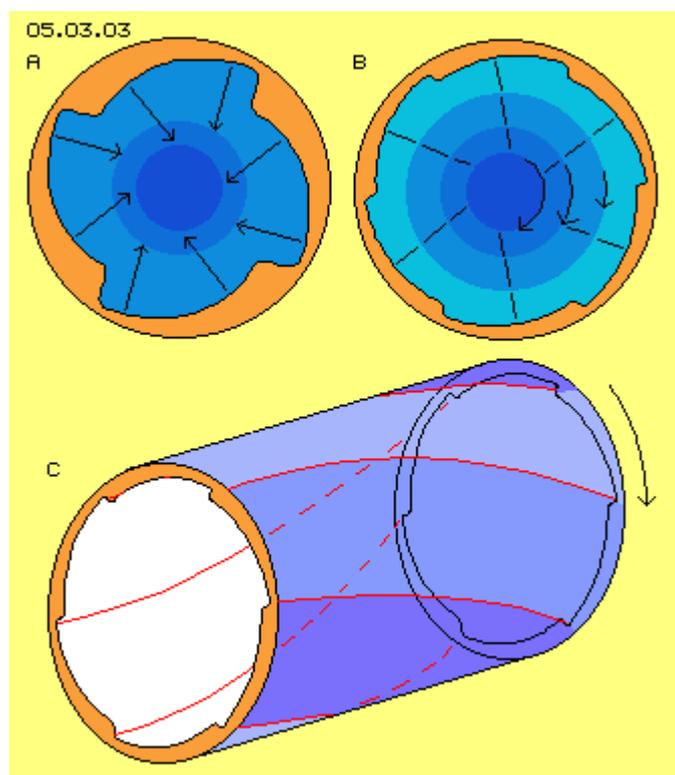
werden nicht einfach mit gleichem Winkel reflektiert, vielmehr durch die Rauheit des Materials immer weiter einwärts gerichtet. Es baut sich damit eine 'Sperre' (C) auf, praktisch analog zur extrem verdichteten Barriere rund um das Auge eines Hurrikans (siehe voriges Kapitel).

Problematisch ist dabei, dass bei einem runden Rohr aller nach innen weisende Druck im Zentrum zusammen trifft, wie durch die schwarzen Pfeile rechts im Querschnitt (D) skizziert ist. Wiederum radial wird dieser Druck reflektiert, so dass letztlich die Bewegungen vorwiegend quer zum Rohr verlaufen, ein 'dichter Pfropf' den weiteren Durchfluss verhindert. Die theoretischen Formeln des Widerstands sind bekannt und praktisch vielfach belegt. Das simple und praktisch überall gegebene Problem der Förderung von Fluid durch Rohre kostet viel Energie und Kosten.

### Segment-Rohr

Obige Potentialdrallrohre könnten dieses Problem mildern, aber offensichtlich war diese Lösung nicht ganz einsichtig. Darum möchte ich einen Vorschlag nachreichen, der das 'Kern-Problem' angeht und darum leichter akzeptiert werden könnte.

In Bild 05.03.03 ist bei A der Querschnitt eines Rohres dargestellt, wobei die Rohrwand aus vier Segmenten besteht. Jedes Segment bildet etwa ein Viertel eines Kreises, dessen Mittelpunkt nicht identisch mit dem Rohrmittelpunkt ist. Ein Ende jeden Segments ist etwas weiter zur Rohrmitte hin gerichtet. Die Differenz der Radien ist durch S-förmige Abschnitte überbrückt.



Natürlich wird Fluid an den Wänden in alle Richtungen reflektiert, in Summe aber jeweils senkrecht zur jeweiligen Wand. Diese Bewegungs- bzw. Druckrichtungen sind hier durch Pfeile angezeigt. Es ist logisch, dass diese Druckrichtungen nun nicht mehr im Rohrmittelpunkt (wie im vorigen Bild bei D) zusammen treffen, sondern 'tangential' um den Mittelpunkt herum wirken.

Damit prallen Partikel des Fluids nicht mehr frontal auf immer engerem Raum zusammen, vielmehr weichen sie sich im Prinzip im Kreis herum aus. Es ergibt sich vorwiegend die Situation der 'Auffahr-Unfälle' aus vorigem Kapitel. Die mittige Zone (dunkelblau) wie auch das Umfeld (helleres Blau) wird damit in Drallbewegung versetzt.

### Potentialwirbel

In diesem Bild bei B ist ein entsprechender Rohr-Querschnitt mit beispielsweise sechs Segmenten dargestellt. Der von den Segmenten ausgehende Druck, jeweils

senkrecht zur Oberfläche, ist durch gestrichelte Linien markiert. Der Druck ist nicht radial, sondern etwas nach vorwärts gerichtet. Eine ring- bzw. walzenförmige Fluidschicht weiter innen (jeweils dunkleres Blau) erfährt damit Schub in Drallrichtung. Die Druck-Linien treffen weiter innen jeweils enger zusammen, so dass dortiges Fluid nur durch schnellere Drallbewegung ausweichen kann.

Bei zuvor diskutierten Bewegungsabläufen des Hurrikans oder Tornados war zuerst immer ein mittiger Rotationskern gegeben, der dann durch langsamere Bewegung der Umgebung beschleunigt wurde. Hier dagegen produziert eine Strömung in Längsachse des Rohres zunächst nur Druck von außen nach innen. Erst aus diesem gerichteten Umgebungsdruck (schräg einwärts) resultiert letztlich ein Potentialwirbel.

Bei einem normalen bzw. 'starrten Wirbel' bewegen sich Teile auf unterschiedlichen Radien, aber immer mit gleicher Winkelgeschwindigkeit. Beim Potential-Wirbel dagegen rotieren innere Teile schneller als Teile weiter außerhalb, was bei B durch unterschiedlich lange Pfeile markiert ist. Nur beim Potential-Wirbel sind interne Geschwindigkeitsdifferenzen gegeben und nur bei diesen kann voriger 'Sog-Effekt schneller Strömung' zustande kommen.

Der Wirbel im Segment-Rohr wird also zunächst von außen her ausgelöst, aber dennoch im weiteren Verlauf selbst-beschleunigend sein. Er 'zieht' damit Fluidteile in sich hinein. Zum Zentrum hin wird nicht nur schnellere Bewegung, sondern auch erhöhte Dichte gegeben sein. Umgekehrt ist damit weniger Dichte entlang der Wand gegeben und somit weniger Reibungswiderstand. Wiederum kann man erkennen, dass für diesen 'Energie-Zuwachs' im Zentrum keine externe Energie einzusetzen ist. Nur aus der geschickten Formgebung der Wand, rein passiv durch normale Reflektion, ergibt sich dieses selbst-organisierende System.

### **Gewendeltes Rohr**

Die gegen die radiale Richtung angestellten Segmentflächen haben zweifelsfrei positive Wirkung und führen zur gewünschten Strömung mit Drall in Form eines Potentialwirbels. Nachteilig dagegen sind die S-förmigen Übergänge zwischen den Segmenten. An deren Oberflächen tritt natürlich auch Reflektion auf, die eine Querströmung gegen den Drall darstellt.

Die Reflektion ist nicht absolut schädlich, weil Drallströmung nicht nur kreisförmige Bewegung ist, sondern auch vorwärts gerichtete. Die Partikel treffen also durchaus in vorwärts gerichtetem Winkel auf die Übergänge. Andererseits würde dieser Winkel nochmals flacher, wenn das Rohr insgesamt gewandelt wird, wie schematisch in diesem Bild bei C dargestellt ist.

Aufgrund der angewinkelten Segmente ergibt sich in diesem Beispiel ein Drall im Uhrzeigersinn. Und in gleichem Drehsinn könnte das Rohr 'verdreh't werden, so dass die Übergänge nicht parallel zur Längsachse verlaufen, sondern etwas diagonal dazu. Ob und mit welcher 'Steigung' diese Wendelung notwendig oder optimal ist, hängt vom jeweiligen Einsatz dieser Rohre ab.

### **Vorteilhafte Drallströmung**

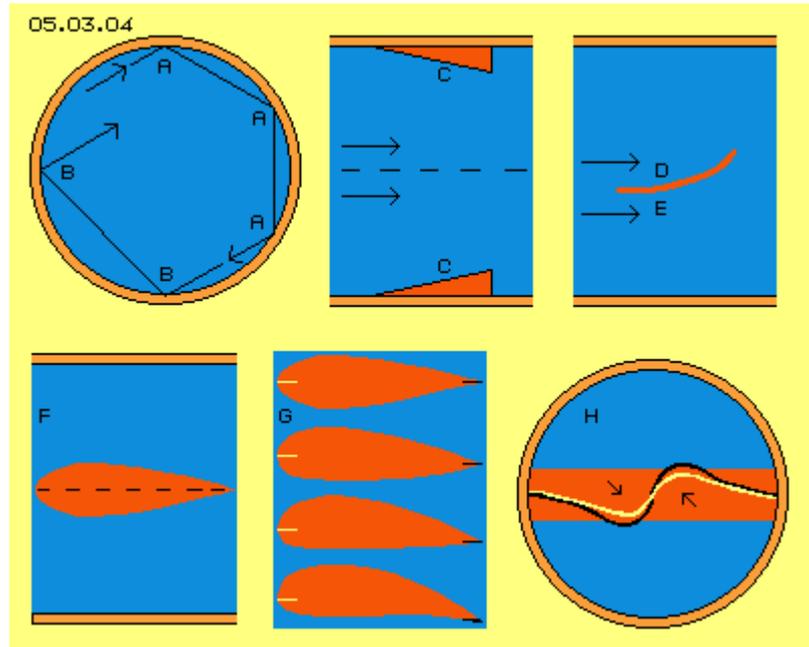
In Bild 05.03.04 ist oben links der Querschnitt eines runden Rohres dargestellt, in welchem eine Drallströmung (wiederum rechtsdrehend) gegeben ist. Das Fluid fließt darin im Kreis herum, innen frei und außen entlang der Wand. Überall aber wird es

Bewegungskomponenten in Richtung Wand geben, beispielsweise in dem bei A dargestellten Winkel. Diese Bewegung wird reflektiert und ist insofern nicht schädlich, als sie immer wieder in Richtung des Dralls reflektiert wird.

Oben wurde (zurecht) unterstellt, dass diese Reflektionen nicht spiegelbildlich erfolgen, sondern die Partikel in steilerem Winkel zurück geworfen werden. Diese Situation ist jeweils bei B schematisch dargestellt. Das Ergebnis ist wiederum nicht negativ, sondern eher positiv. Es entsteht damit diese einwärts gerichtete Druck-Komponente, welche automatisch zur Ausbildung eines Potentialwirbels führt. Aus diesem einfachen Bild ergeben sich also deutlich die Vorteile einer Drallströmung.

### Leitflächen

Auch in runden Rohren kann ein Drall leicht hergestellt werden. Dazu müssen entlang der Wand nur vereinzelt Leitflächen installiert werden, wie bei C schematisch im Längsschnitt durch ein Rohr dargestellt. Diese Flächen ragen in das Rohr von außen hinein und sind etwas im gewünschten Drehsinn gekrümmt, wie rechts daneben skizziert.



Die Leitfläche hat eine Druckseite D, an welcher das Fluid in die Drehrichtung gedrückt wird. Dieser Prozess bedeutet natürlich Widerstand hinsichtlich der Vorwärtsbewegung. Die Rückseite E der Leitfläche ergibt einen Sogbereich, in welchen das Fluid im Drehsinn hinein fällt und damit voriger Verlust an Vorwärtsbewegung in etwa ausgeglichen wird.

Mit dieser Technik kann durchaus Drallströmung erzeugt werden und Schauberger demonstrierte dies mit großem Erfolg. Wenn diese Leitflächen nur vereinzelt eingesetzt werden, ist aber auf lange Strecke keine saubere Drallströmung gewährleistet. Als Alternative bietet sich an, nicht Drallströmung vom Rand her, sondern sofort den Kern einer Potentialdrallströmung zu organisieren.

### Drall nur durch Sog

Man kann quer durch ein Rohr, von Wand zu Wand, einen strömungsgünstigen Körper einsetzen (wie im Längsschnitt bei F dargestellt) ohne Verlust an Durchsatz. Die freie Querschnittsfläche wird zwar reduziert, aber entsprechend schneller fließt das Fluid durch diese Engstelle (per Formel theoretisch rechenbar und praktisch vielfach belegt). Die Erklärung dieses Effekts bei strömungsgünstigen Körpern ist im vorigen Kapitel bei Bild 05.02.05 beschrieben.

Von außen nach innen sollte dieser zunächst symmetrische Körper seine Form ändern, wie bei G von oben nach unten skizziert ist. Die 'Nase' wie das Ende des Körpers sollten zu einer Seite hin verlagert werden, so dass sich ein Tragflächenprofil

ergibt. An deren Sogseite (hier jeweils oben) fällt das Fluid beschleunigt nach hinten-unten. Diese Strömung fließt weiter auch hinter der Kante und bildet nun auch einen Sog schneller Bewegung für Fluid an der Unterseite. Diese 'Druckseite der Tragfläche' kann hinten nach unten weisen und dennoch wird das Fluid dort keinen Druck ausüben, eben weil vom obigen schnelleren Fluss in dessen Richtung 'gesaugt'.

Damit wird im Rohr eine Drallbewegung ausgelöst, wozu natürlich dieser Körper punktsymmetrisch zum Rohrmittelpunkt angelegt sein muss. Im Querschnitt (H) durch das Rohr (bzw. schematisch auch durch diesen Körper) ist gelb der Verlauf der Nase und schwarz der Verlauf des Endes markiert. Allerdings ist hier der Querschnitt dieser Tragfläche überhöht gezeichnet, real können die Blätter dieses 'Stator-Leitrads' sehr viel schmaler ausgelegt sein.

Zwei Besonderheiten kennzeichnen diese prinzipielle Form: es wird im Rohrzentrum ein Potentialdrallwirbel erzeugt, der sich im weiteren Verlauf selbsttätig beschleunigt und womit das günstige Bewegungsmuster der Drallströmung sehr viel länger im Rohr erhalten wird. Zum andern wird diese teilweise Umlenkung der Strömung in Kreisbewegung ohne jeden Druck erzeugt, d.h. ohne Widerstand und Verzögerung der Vorwärtsbewegung. Durch das Fallen von Partikeln in die Sogbereiche ergibt sich vielmehr Beschleunigung der Strömung insgesamt.

### **Einsatz - freibleibend**

Wer immer diese Vorschläge von Rund-Eck-Rohr oder Segment-Rohr oder Sog-Leitfläche einleuchtend findet und Bedarf hat, kann diese aufgreifen (während ich keinerlei Interesse daran habe). Mir kam es lediglich darauf an, dass man sich nicht mit bekannten Formeln und pauschalen Lehrsätzen zufrieden geben darf, sondern nach besseren Lösungen suchen muss. Wenn das Verhalten von Partikeln genauer betrachtet wird, ist die Ursache 'phänomenaler' Effekte erkennbar und damit sind Wirkungen natürlich auch besser nutzbar.

Niemals handelt es sich bei diesen Prozessen um Energie-Umsetzung (mit der Problematik der Energie-Konstanz), sondern immer nur um gezielte Gleichrichtung von Bewegungen. Dazu ist kein Kraftaufwand erforderlich, Bewegungen sind immer in alle Richtungen gegeben, es muss nur eine Auswahl der aktuell zweckdienlichen getroffen werden. Das ist allein durch organisatorische Maßnahmen (in aller Regel die Formgebung einer Wand) zu bewerkstelligen, welche dann 'passiv' wirken und größere Ordnung nicht erzwingen, sondern nur zulassen.

Aber-Millionen Kilometer von Röhren sind weltweit installiert zum Transport von Fluiden (Erdöl, Erdgas, Wasser, Druckluft, diverse Flüssigkeiten und Gase). Die Reibung in konventionellen Leitungen kostet Unmengen an Energie - was durch obige Konstruktionen deutlich zu reduzieren wäre.

Evert / 05.11.2006

## 05.13. Explosion / Implosion

### Formeln der Energie

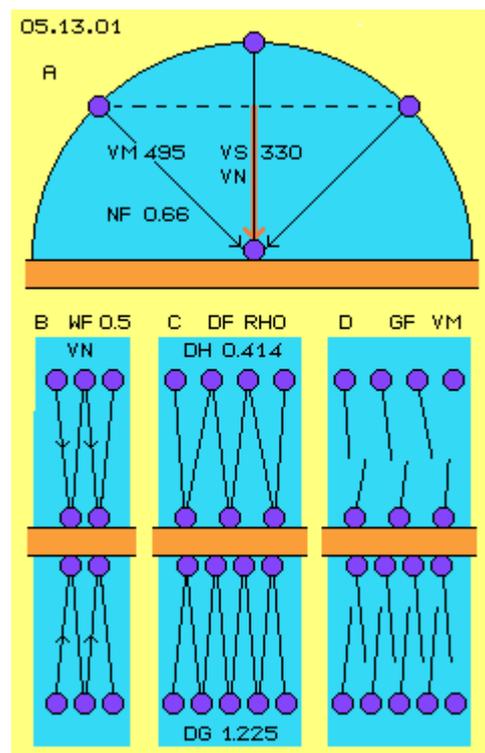
$E = 0,5 * m * c^2$  ist die abstrakteste Formel des Zusammenhangs zwischen drei elementaren Begriffen der Physik.  $E = 0,5 * m * v^2$  ist elementare Formel für die Energie bewegter Festkörper der Mechanik. 'Geschwindigkeit-im-Quadrat-Halbe' tritt analog in diversen Formeln der Strömungslehre als Faktor auf. Diese Formeln mögen ausreichend und meist auch zutreffend sein, aber sie sind immer generalisierend, beschreiben nicht exakt den realen Hintergrund und drücken damit nicht das Wesen einer Sache oder eines Vorgangs aus. Beispielsweise sind die Begriffe Energie und Masse so 'abgehoben', dass sie für unterschiedlichste Erscheinungen eingesetzt werden. Lichtgeschwindigkeit soll die konstante Grenze aller Bewegungsmöglichkeiten sein, was eine höchst fragwürdige Annahme ist.

Die analoge Übertragung von Formeln aus unterschiedlichen Sachgebieten mag manchmal zulässig sein, aber ihre rein mathematische Handhabung ist 'gefährlich', weil möglicherweise wichtige Kriterien damit nicht beachtet sein könnten. In der gängigen Formel des Auftriebs tritt z.B. als Faktor wiederum Geschwindigkeit-zum-Quadrat auf, d.h. die Auftriebskraft müsste theoretisch unendlich ansteigen - aber über Schallgeschwindigkeit ist kein Auftrieb mehr gegeben (sondern nur noch mechanisches Hinauf-Schieben möglich).

In der Strömungslehre werden vielfach Formeln in Analogie zur Mechanik übernommen - und diese pauschale Betrachtungsweise verhindert den Blick auf entscheidende Unterschiede. Beispielsweise orientiert sich gängige Technik auf die Anwendung von Druck im Rahmen einer 'Explosions-Technologie', während 'Implosions-Technologie' praktisch unbekannt ist (obwohl Viktor Schauburger schon vor vier Generationen vehement darauf hinwies). Nachfolgend will ich den totalen Gegensatz noch einmal darstellen und heraus arbeiten, welche speziellen Gesichtspunkte gängige Strömungslehre nicht ausreichend beachtet (und in gängigen Formeln nicht enthalten sind). Zuvor möchte ich zur Einführung eine Formel darstellen, in der nur ganz konkrete physikalische Fakten einbezogen sind.

### Formel des atmosphärischen Drucks

In Bild 05.13.01 sind Faktoren zur Berechnung des atmosphärischen Drucks graphisch dargestellt. Bei A ist schematisch skizziert wie Partikel (blau) auf eine Wand (rot) mit der Geschwindigkeit molekularer Bewegung auftreffen, bei Luft mit  $VM = 495$  m/s. An einer Stelle der Wand treffen Partikel aus unterschiedlichen Richtung ein (hellblauer Halbkreis). Repräsentativ für alle Bewegungen sind zwei Richtungen mit jeweils 45 Grad (siehe Pfeile). Der seitliche Schub auf die Wand kompensiert sich, die vertikale Schub wirkt im Durchschnitt mit  $2/3$  der Molekulargeschwindigkeit.



Gegenüber dieser ist also die 'Normal-Geschwindigkeit'  $V_N$  um den 'Normal-Faktor'  $NF = 0,66$  (bzw.  $2/3$ ) geringer. Bei Luft ist dies zugleich die Schallgeschwindigkeit  $V_S = 330$  m/s (weil Schall nur auf Zickzack-Kurs voran kommt).

Im folgenden sind die Wegstrecken mit voriger Länge  $V_N$  gezeichnet. Bei B ist die reale Ursache des Faktors 0,5 in einschlägigen Formeln dargestellt. Die Partikel treffen mit dieser Geschwindigkeit senkrecht (hier etwas schräg gezeichnet) auf die Wand, werden reflektiert und fliegen den gleichen Weg in gleicher Zeit zurück. Sie üben damit nur jeweils nach zwei Wegstrecken (bzw. Zeit-Einheiten) Druck auf die Wand aus - und aufgrund dieses realen Prozesses tritt der 'Wege-Faktor'  $WF = 0,5$  in Formeln der Strömungslehre auf (und nicht nur aus theoretischer Analogie z.B. zur gleichförmigen Beschleunigung der Mechanik).

In diesem Bild bei C ist der unstrittige Dichte-Faktor  $DF = \rho$  visualisiert: je mehr Partikel sich in einem Raum (hellblau markiert) befinden, desto häufiger treffen Partikel gegen die Wand. Hinsichtlich atmosphärischem Druck ist z.B. am Grund die Dichte  $D_G = 1,225$  kg/m<sup>3</sup>, in zehn Kilometer Höhe  $D_H = 0,414$  kg/m<sup>3</sup> gegeben.

In diesem Bild bei D ist der Geschwindigkeits-Faktor  $GF$  visualisiert, wobei normalerweise  $GF = VM$  ist, also normale molekulare Geschwindigkeit. Hier sind 'kältere' Partikel dargestellt, welche in gleicher Zeiteinheit nur kürzere Wege zurück legen können (siehe kürzere Linien). Bei gegebener Dichte brauchen sie also länger bis zum Auftreffen auf die Wand bzw. die Häufigkeit dieser 'Druck-Ausübung' ist proportional zur aktuellen Molekulargeschwindigkeit. Aus diesem Grund tritt in einschlägigen Formeln der Strömungslehre die Geschwindigkeit im Quadrat auf: einmal als Ausdruck der 'Heftigkeit' ( $VM$  bei A) und ein zweites Mal als Ausdruck der Häufigkeit ( $VM$  bei D) des Auftreffens auf eine Wand, also aufgrund realer Prozesse - und nicht nur aus abstrakt-theoretischer Analogie zum  $V^2$  der Mechanik.

Die Formel zur Berechnung des Drucks setzt sich also zusammen aus Normal-, Wege- und Dichte-Faktor sowie Geschwindigkeit im Quadrat, somit  $P = NF * WF * DF * VM^2$ . Mit obigen Daten für Luft ergibt sich  $P = 0,66 * 0,5 * 1,225 * 495^2 = 100.052$  N/m<sup>2</sup> - ziemlich genau der normale atmosphärische Luftdruck. Bei  $VM = 500,6$  m/s ergibt sich der Normdruck von  $101.320$  N/m<sup>2</sup> - hinreichender Beweis für die Stimmigkeit dieser Formel sowie für die zutreffende Beschreibung der physikalischen Prozesse ihrer Faktoren.

### **Formeln und Realität**

Diese Formel spiegelt also reale Tatsachen und Abläufe exakt wieder und ist damit geeignet für Berechnungen - allerdings ist damit für einen realen Fall nicht viel gewonnen. Sehr wohl lässt sich z.B. per Messtechnik ein statischer Druck ermitteln, aber weder die Dichte noch Geschwindigkeit molekularer Bewegung kann im laufenden Prozess ermittelt werden. Es kann nur ein Wert unterstellt und daraus der andere fiktiv abgeleitet werden. Per Messtechnik kann z.B. die Strömungsgeschwindigkeit ermittelt werden und die gängige Formel für statischen Druck  $P = 0,5 * \rho * v^2$  nimmt darum Bezug nur auf diese (und nicht auf Molekulargeschwindigkeit wie obige Formel). Aber auch hierbei sind Geschwindigkeit und Dichte nur fiktive Mittelwerte (siehe unten).

Bei gängigen Berechnungen wird diese Unsicherheit in Kauf genommen und ausreichend gute Ergebnisse sprechen dafür, dass diese Pauschalisierung vertretbar

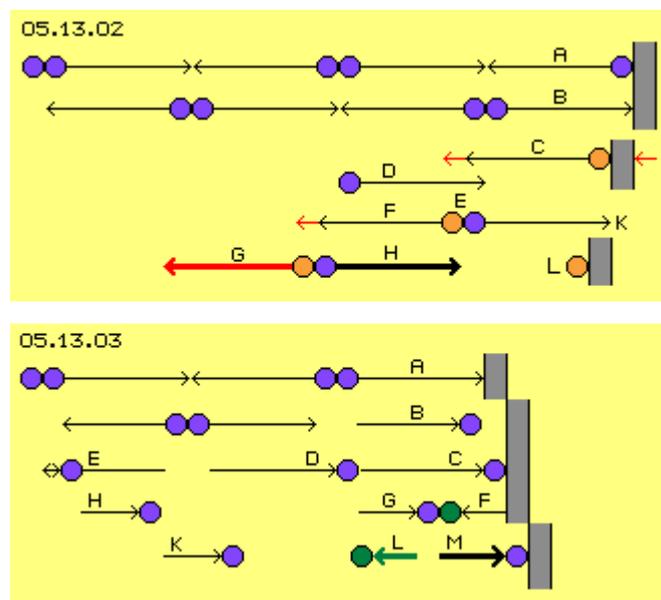
ist. Im Kapitel 05.12. 'A380 und Auftrieb' (des Teiles 'Aero-Technologie') werden durch Anwendung solch gängiger Formeln durchaus 'vernünftige' Ergebnisse ermittelt, sowohl statischen Druck wie das Pendant des dynamischen Drucks von Strömungen betreffend. Dennoch stört mich solche Abstraktion, weil damit essentielle Gesichtspunkte unbeachtet bleiben. Diese habe ich oben mehrfach angesprochen und möchte sie nachfolgend noch einmal verdeutlichen an einem Beispiel grundlegender Bedeutung.

### Strömung per Druck

Generell ist gleichbedeutend, ob in 'ruhendem' Fluid ein Körper bewegt wird (wie z.B. ein Flugzeug) oder Fluid relativ zu einem Körper in Bewegung ist (wie z.B. Strömung in einem Rohr), wobei auch der Körper in Bewegung sein kann (wie z.B. die Schaufel einer Pumpe oder einer Turbine). Entscheidend sind immer die Relativ-Bewegungen und -Geschwindigkeiten. Zunächst soll hier der Fall diskutiert werden, bei welchem Strömung durch Bewegung eines Körpers erzeugt wird (z.B. einer Pumpenschaufel oder des Kolbens im Zylinder oder auch einer angestellten Tragfläche). Generell wird dieser Körper hier als 'Wand' bezeichnet (grau markiert).

In Bild 05.13.02 sind Partikel (blau) der Luft schematisch gezeichnet, sehr vereinfacht in waagerechter Ebene angeordnet. Aufgrund molekularer Bewegung fliegen sie mit dieser Geschwindigkeit von einer Kollision zur nächsten, hier also einfach hin und her in horizontaler Ebene. Bei A fliegt der Partikel von der Wand weg, nach links. Zugleich fliegt der links benachbarte Partikel nach rechts und beide kollidieren in der Mitte. Bei B fliegt der rechte Partikel danach wieder zurück in Richtung Wand und sein Kollisionspartner wieder zurück auf seinen früheren Platz. Analog dazu 'pendeln' Partikel weiter links davon hin und her.

Bei C ist nun skizziert, dass sich die Wand (grau) nach links bewegt. Der Partikel (rot) trifft damit etwas früher gegen die Wand und wird früher reflektiert. Er fliegt zurück nach links, nun aber etwas schneller, mit voriger molekularer Grundgeschwindigkeit plus der Geschwindigkeit der Wand-Bewegung (siehe rote Pfeil-Spitze). Sein voriger Kollisionspartner D fliegt ihm entgegen wie beim letzten Mal. Allerdings wird nun der Ort der Kollision E weiter nach links verlagert sein (gegenüber voriger Situation B). Beide Partikel tauschen Geschwindigkeit (und Richtungen) aus, d.h. nun fliegt der linke Partikel (rot) mit dieser erhöhten Geschwindigkeit F nach links, während der rechte Partikel (blau) wieder zurück Richtung Wand fliegt mit normaler Molekulargeschwindigkeit K.



Auch bei allen nachfolgenden Kollisionen weiter links findet dieser Prozess wiederholt statt: der Ort der Kollision verlagert sich nach vorn (aus Sicht der Wand, hier also nach links), die erhöhte Geschwindigkeit G wird jeweils auf den linken

Kollisionspartner (rot) übertragen, während der rechte Kollisionspartner (blau) mit normaler Molekulargeschwindigkeit  $H$  wieder zurück fliegt nach rechts.

Alle Bewegungen zurück zur Wand finden also mit normaler Geschwindigkeit statt ( $H$  und  $K$  usw.), jeweils an der Wand wird ein Partikel ( $C$  und  $L$  usw.) mit erhöhter Geschwindigkeit reflektiert und diese Beschleunigung wird bei jeder Kollision jeweils nach vorn weiter gegeben.

### **Strömung per Sog**

In Bild 05.13.03 ist nun der umgekehrte Prozess dargestellt, bei welchem die Wand nach rechts zurück weicht. In der ersten Zeile ist wieder die Ausgangssituation dargestellt, wobei Partikel in der Horizontalen zwischen Kollisionen hin und her pendeln. Nach einer Kollision fliegt der Partikel  $A$  nach rechts in Richtung Wand. Nach einer Zeiteinheit (zweite Zeile) kollidieren die Partikel links erneut, während der rechte Partikel  $B$  jedoch die zurückweichende Wand noch nicht erreicht hat.

Erst kurze Zeit später (dritte Zeile) trifft dieser Partikel bei  $C$  auf die Wand. Während dessen konnte sich sein Kollisionspartner  $D$  weiter nach rechts bewegen. Dessen linker Kollisionspartner  $E$  traf während dieser Zeit wieder auf seinen linken Kollisionspartner (hier nicht eingezeichnet) und ist bereits wieder auf dem Rückweg nach rechts (siehe Doppelpfeil bei  $E$ ).

Bei  $F$  ist die Situation nach Kollision mit der Wand dargestellt. Der Partikel wurde reflektiert und fliegt wieder nach links, nun aber mit reduzierter Geschwindigkeit (grün markiert), wobei die vorige normale Molekulargeschwindigkeit um die Geschwindigkeit der Wand verringert ist. Bis zur erneuten Kollision fliegt sein Partner  $G$  also relativ schneller und damit weiter nach rechts. Umgekehrt zum obigen Bild verlagern sich hier also die Orte der Kollisionen nach rechts (wie im Vergleich zur ersten Zeile  $A$  ersichtlich).

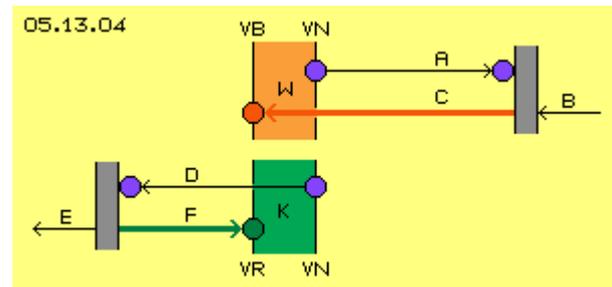
Diese Verlagerung ist weit ausgeprägter als bei obigem Prozess, weil während der 'verspäteten' Rückkehr der jeweils rechten Kollisionspartner alle Partikel jeweils links davon ungehindert ebenfalls länger nach rechts unterwegs sind. Zudem fliegen diese linken Partikel ( $G$ ,  $H$ ,  $K$ ,  $M$  usw., blau markiert) in Richtung Wand mit normaler Molekulargeschwindigkeit, während alle rechten Partikel ( $F$  und  $L$  usw., grün markiert) ihnen nur mit reduzierter Geschwindigkeit entgegen fliegen.

### **Strömung per Wärme**

In obigen gedanklichen Experimenten wurde also nur eine Wand nach links oder rechts bewegt und im Fluid links von der Wand damit eine Strömung generiert. Wenn in beiden Fällen die Wand gleich schnell bewegt wird, müssen natürlich auch beide Strömungen gleich schnell sein, letztlich entsprechend zur Geschwindigkeit der Wand-Bewegung. In Bild 05.13.04 sind beide Situationen nochmals dargestellt.

Partikel  $A$  fliegt mit normaler Geschwindigkeit  $V_N$  nach rechts zur Wand hin. Diese Wand  $B$  bewegt sich gleichzeitig nach links, womit der Partikel an der Wand reflektiert wird. Sein Rückweg  $C$  erfolgt mit beschleunigter Geschwindigkeit  $V_B$ . Diese Beschleunigung entspricht der Geschwindigkeit der Wand, d.h. es wurde eine 'Strömung' produziert, die sich aus der Differenz der Geschwindigkeiten auf den beiden Wegstrecken ergibt. Diese Differenz ist hier rot markiert, weil sie Wärme  $W$  darstellt.

‘Wärme’ ist eigentlich nur ein Ausdruck für die Geschwindigkeit molekularer Bewegung. Aber wiederum wird dieser Begriff ‘abgehoben’ von diesem realen Prozess oftmals abstrakt verwendet und sogar vermischt mit dem Begriff der Dichte. Das Weltall ist z.B. nicht ‘kalt’, weil sich dort die Partikel langsamer bewegen, sondern weil nur wenige vorhanden sind, die auf ein ‘Thermometer’ einwirken könnten. Wenn irgendein Atom auf irgendeine Weise so hohe Fluchtgeschwindigkeit erreicht, dass es die Erde verlässt - warum sollte es beim Flug durch die ‘Leere’ des Alls langsamer werden? Bei vorigem Prozess jedoch ist eindeutig festzustellen, dass eine gegen Luft vorrückende Wand eine Strömung generiert durch Erzeugung von Wärme im Sinne einer Beschleunigung molekularer Bewegung.



### Strömung per Kälte

Der umgekehrte Prozess ist in diesem Bild unten schematisch skizziert: ein Partikel D fliegt mit normaler Geschwindigkeit VN nach links in Richtung zu einer Wand. Zugleich weicht die Wand E nach links zurück. Nach Kollision fliegt der Partikel F zurück nach rechts, nun aber mit reduzierter Geschwindigkeit VR. Es ergibt sich also eine ‘Strömung’ aus der Differenz der Geschwindigkeiten auf beiden Wegstrecken. Diese Differenz ist grün und als ‘Kälte’ K markiert.

Aus der Bewegung einer Wand resultiert also in beiden Fällen eine Strömung gleicher Geschwindigkeit, wobei beide jedoch höchst unterschiedlichen Charakter haben. Das Vorrücken der Wand bewirkt Druck, Partikel werden beschleunigt über die zuvor gegebene Geschwindigkeit hinaus und somit wird zugleich mit der Strömung auch Wärme erzeugt. Das Zurückweichen der Wand erzeugt einen Sogbereich relativer Leere, die Reflektion der Partikel erfolgt verzögert und sie fliegen mit geringerer als zuvor gegebener Geschwindigkeit zurück, so dass zugleich mit dieser Strömung auch Kälte erzeugt wird. Die üblichen Formeln basieren auf Dichte und durchschnittlicher Strömungs-Geschwindigkeit, berücksichtigen aber nicht unterschiedliche Ursache und Funktion der Dichte und Geschwindigkeiten.

### Thermodynamik

Entgegen meiner früheren Ausführungen ist also doch ‘Thermodynamik’ involviert - aber wiederum nicht als Ursache sondern nur als Folge molekularer Bewegung. Die obigen Überlegungen basierten auf nur einer beweglichen Wand ohne anderweitige Begrenzungen, also einem ‘offenen System’. Das Ergebnis ist jedoch vergleichbar zu einem ‘geschlossenen System’, z.B. indem diese Wand durch den Kolben dargestellt wird, welcher innerhalb eines Zylinders hin und her bewegt wird.

Das Ausüben von Druck erfordert Energie-Einsatz und diesem entsprechend ergibt sich höhere kinetische Energie aus beschleunigter Partikelbewegung und zugleich erhöhtem statischen Druck, z.B. im Kompressions-Takt einer Kolben-Maschine. Im nachfolgenden Expansions-Takt wirkt die gespeicherte Energie auf den zurückweichenden Kolben, aber sie kann nach allen ‘Erfahrungs-Regeln der Thermodynamik’ niemals wieder vollständig zurück gewonnen werden.

Es verbleibt immer ein Rest, der als ‘Wärme-Verlust’ an die Umwelt abgegeben wird. Daraus resultiert der miserable Wirkungsgrad aller auf Druck basierenden

Technologie, egal ob bei der Produktion von Pressluft, bei Verbrennungsmotoren oder Dampfmaschinen bzw. allen Anwendungen von Druck. Nicht zuletzt wurde daraus abgeleitet, dass niemals Perpetuum Mobile möglich sein werden. Hier jedoch ergibt sich die konkrete Frage: bei voriger Abkühlung müsste Energie frei gesetzt werden - aber worin besteht ein entsprechender Zuwachs an Energie, wenn das Gesetz der 'Energie-Konstanz' gelten sollte.

### Verlust der Wärme

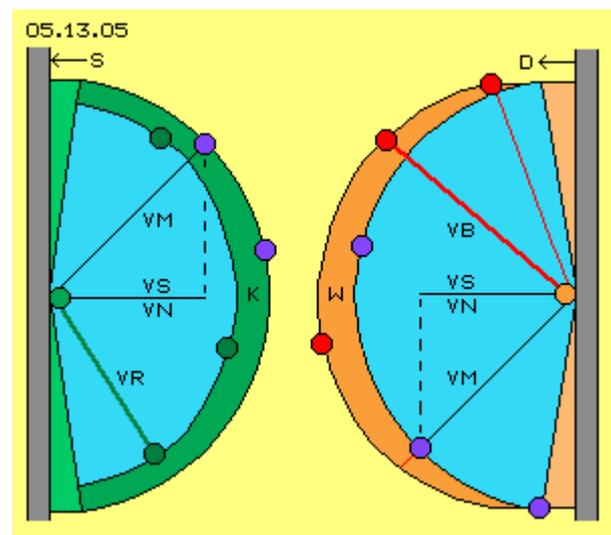
In vorigen Zeichnungen wurde vereinfachend nur die horizontale Bewegung von Partikeln betrachtet. In Bild 05.13.05 ist nun wieder dargestellt, dass Partikel (blau) von allen Seiten auf einen Punkt der Wand auftreffen. Links ist die (nach links) zurückweichende Sog-Wand S eingezeichnet, rechts die (nach links) vorrückende Druck-Wand D. Eingezeichnet sind jeweils Wege hin zur Wand, welche der molekularen Geschwindigkeit VM entsprechen. Im Mittel wirkt der Andruck nur mit der senkrecht zur Wand gerichteten Komponente, also mit obiger 'normalen' Geschwindigkeit VN, die zugleich der Schallgeschwindigkeit VS entspricht.

An der Druckwand werden Partikel (hellrot) reflektiert und fliegen mit erhöhter Geschwindigkeit VB strahlenförmig nach vorn (dunkelrot). Dieser 'erweiterte Radius' ist rot markiert und repräsentiert praktisch den Wärme-Zuwachs W. Tatsächlich aber kommen nicht alle reflektierten Partikel so weit voran. Vielmehr wandert die Wand plus reflektierte Partikel immer wieder in den Bereich bislang nicht tangierter Partikel hinein - mit entsprechend erhöhter Häufigkeit von Treffern. Es bildet sich ein Stau bzw. erhöhter statischer Druck an der Wand. Dieser Widerstand steigt mit dem Quadrat der Geschwindigkeit der Wand, bis letztlich die 'Schallmauer' nur mit enormem Energie-Einsatz zu überwinden ist.

Die produzierte Wärme ist also nicht in der Lage, den Bereich vor der Wand 'frei zu räumen'. Die erhöhte Geschwindigkeit hat nach vorn sogar immer geringere Wirkung, weil sie in einem immer weiteren Kegel nur vorwärts-auswärts weiter gereicht wird. Diese 'Wärme-Front' verpufft letztlich wirkungslos, praktisch als totaler Wärme-Verlust in einem offenen System (während sie im geschlossenen System nur teilweise verloren geht). Tatsächlich reicht der Bereich erhöhten Drucks z.B. unten-vorn an einer Tragfläche nicht sehr weit hinaus in den Raum, d.h. konzentriert sich zum größten Teil direkt an der 'Wand', mit entsprechendem Widerstand.

### Gewinn an Dichte und Ordnung

In diesem Bild links ist entsprechend die Situation an einer zurückweichenden Sogwand S skizziert. Die Partikel (blau) fallen strahlenförmig auf einen Punkt der Wand mit normaler Geschwindigkeit VM, werden nach verzögerter Reflektion (grün) mit reduzierter Geschwindigkeit VR zurück geworfen, zudem in flacherem Winkel. Die Partikel (dunkelgrün) werden also nicht so weit zurück geworfen (nur im kleineren hell-blauen Bereich). Die



Differenz zwischen den Start- und End-Positionen ist als Bereich der Kälte K dunkelgrün markiert.

Dieser Kälte entsprechend beanspruchen die langsamen Partikel weniger Volumen (nurmehr den kleinen hell-blauen Raum). Das Äquivalent zur Abkühlung besteht also in erhöhter Dichte - plus Strömung in die generierte Leere hinein. Von allen Seiten können Partikel in dieses 'Teil-Vakuum' hinein fallen und wenn die Wand fortgesetzt zurück weicht, fallen Partikel immer in diese generelle Richtung. Sie fliegen relativ parallel zueinander und damit wiederum relativ nah beieinander. Diese Strömung ist also viel mächtiger als die 'Wärme-Strömung' voriger Situation.

Die Oberseite einer Tragfläche stellt eine solche zurückweichende Wand dar, allerdings nicht frontal wie in diesem Bild, sondern schräg angestellt. Im Gegensatz zu voriger 'Wärme-Front' greift die 'Kälte-Front' bzw. die relative Leere unglaublich weit voraus. Weit über der Nase der Tragfläche ist reduzierter statischer Druck und erhöhte Geschwindigkeit des 'künstlichen Winds' gegeben, am stärksten allerdings vorn an der Oberfläche (weil aus der Tragfläche heraus keine Partikel nachrücken können). Hinten über dem Ende der Tragfläche herrscht schon wieder fast normaler Luftdruck, eben weil die relative Leere durch die generierte Strömung so schnell wieder aufgefüllt wird (aber immer nur bis zur Schallgeschwindigkeit).

Damit ist obige Frage nach dem Verbleib der Energie-Konstanz beantwortet: der Verlust kinetischer Energie durch Abkühlung wird kompensiert durch erhöhte Dichte, plus der Strömung in das damit generierte 'Teil-Vakuum' hinein, plus höherer Ordnung der vektoriellen Ausrichtung aller Bewegungen. In einem geschlossenen System z.B. von Kolbenmaschinen kann die Abkühlung nicht kompensiert werden, einfach weil von außen her kein Zustrom möglich ist. In den offenen Systemen (in späteren Teilen der Fluid-Technologie) wird darum großer Wert darauf gelegt, dass zusätzliches Fluid in die Strömungen einfließen kann. Aber auch in geschlossenem Kreislauf kann der Bewegungsprozess so organisiert werden, dass übliche 'Thermodynamik-Verluste' nicht zwangsweise auftreten müssen, sondern die gesamte kinetische Energie der generierten, geordneten und dichten Strömungen inklusiv Drallbewegung verfügbar bleibt.

Als Beleg für diese Aussage kann wiederum das von Viktor Schaubberger angeführte Beispiel dienen, das heute durch exakte Messungen vielfach bestätigt ist: das Wasser eines Gebirgsbachs verliert auf seinem Weg nach unten potentielle Energie der Lage in beachtlichem Umfang, die nach klassischer Sicht nur zu erhöhter Wärme des Wassers oder der Umgebung führen kann. Tatsächlich aber tendiert dieses Wasser zu einer Temperatur von 4 Grad, d.h. zu seiner größten Dichte. Natürlich denkt jeder sofort an Verdunstungs-Kälte, aber die wirkliche Ursache ist die Bewegungsform des Wassers: jede gekrümmte Wand jedes Steins stellt einen Sogbereich dar, in welchen das Wasser in geordneter und dichter Strömung fällt, fortgesetzt in spiraligen Bahnen wechselnder Richtungen. Darum sind Gebirgsbäche plus Umgebung erfrischend kühl, egal bei welcher generellen Luft-Temperatur, zweifelsfrei.

### **Nutzen ohne Aufwand**

Die kinetische Energie solch dichter und geordneter Strömungen ist natürlich nutzbar, am Gebirgsbach wie in Maschinen. Nach klassischem Verständnis kann keine Energie 'gewonnen' werden, also müsste dieser nutzbaren Energie

entsprechender Aufwand gegenüber stehen - wie bei jeder ordentlichen Kraftmaschine üblich. Der generelle Denk-Fehler dabei ist, dass es nicht um Energie-Konstanz geht und nicht um Umwandlung einer Energie-Form in eine andere, sondern um zeitweilige Nutzung einer Erscheinung, hier der aus Abkühlung generierten Strömung bzw. deren kinetischem Druck.

Vorige bewegte Wände stellen natürlich einerseits eine Sogwand und andererseits ein Druckwand dar - bei ungünstiger Organisation (z.B. in Kolbenmaschinen). Diese Wände müssen nicht frontal zur Strömung stehen, wie obiges Beispiel einer Tragflächen-Oberseite aufzeigt (wo praktisch nur seitlich davon Leere bzw. Strömung generiert wird). Wenn die Tragfläche nicht zu stark angestellt wird, hat sie praktisch keine Druckseite (womit nur der 'natürliche' Auftrieb genutzt wird). In späteren Kapiteln wird aufgezeigt, dass auch Pumpen durchaus nur mit einer Sogseite ohne Druckseite zu konzipieren sind (und umgekehrt auch Turbine nur mit Druckseite zubauen sind).

Dieses 'Abkühlungs-Prinzip' funktioniert auch ohne mechanische Wände, weil jede schnelle Strömung gegenüber benachbarter langsamer Strömung dieses 'Zurück-Weichen' darstellt, praktisch einen Sog ausübt, in den hinein Partikel fallen und damit aus ihrem Herkunftsbereich 'verschwinden' (oder nur verspätet und mit reduzierter Geschwindigkeit zurück kehren). Ein Hurrikan stellt praktisch einen Zylinder dar mit von außen nach innen zunehmender Luftbewegung, also kontinuierlich mit dieser saugenden Wirkung auf jeweils äußere Umgebung. Ein Tornado stellt praktisch einen Stapel rotierender Luft-Scheiben dar, die von unten nach oben schneller drehen und damit Luft spiralg nach oben ziehen.

Beide Bewegungsprinzipien können maschinell nachgebildet werden, wobei der Aufwand nur darin besteht, eine anfängliche Strömung zu generieren und die Abläufe so zu gestalten, dass damit die Effekte der Selbst-Beschleunigung fortgesetzt wirksam werden können. Der Nutzen aus der generierten kinetischen Druck-Energie (letztlich nur aus Umwandlung statischen Drucks) ist wesentlich höher als der Aufwand für das Auslösen des Prozesses.

### **Nicht nur Wärme-Umwandlung**

Ich wehre mich so vehement gegen Betrachtungen aus Sicht der Thermodynamik, weil diese immer nur im Sinne von unvermeidlichem Wärmeverlust angewandt wird. Jede Wärmepumpe erreicht dreifach höheren Nutzen als Aufwand - und ist den Physikern schon 'ein Dorn im Auge' (wiewohl problemlos mit 'geltendem Recht' zu erklären). Außerdem kommt dann das Argument, dass mit dieser Technologie keine wirklich 'wertvolle' Energie zu generieren sei - sondern nur mittels Verbrennungs-Technologie (mit deren miserablen Wirkungsgrad, wenn Kosten von der Quelle bis zur Beseitigung der Umweltschäden realistisch kalkuliert werden).

Ich wehre mich gegen limitierende Betrachtung aus Sicht der Thermodynamik, weil es hier nicht um Umwandlung von ein 'bißchen Wärme' in Energieform besserer Nutzbarkeit geht (während großzügig die riesigen Wärmeverluste in Kauf genommen werden). Wärme bzw. Abkühlung sind nur Rand-Erscheinung der Implosions-Technologie, entscheidend ist vielmehr die Nutzung der enormen und unerschöpflichen kinetischen Energie molekularer Bewegung.

Der Unterschied ist leicht aufzuzeigen an einem Beispiel: Kavitation tritt bei schnell laufenden Schiffspropellern (oder generell bei Pumpen) auf, wenn der Sog lokal und zeitweilig so stark wird, dass Wasser nicht schnell genug nachfließen kann. Es wird praktisch ein 'Loch' in den Wasser-Verbund gerissen, in welches anschließend die Moleküle hinein fallen, also eine Implosion statt findet - und weiches Wasser hartes Metall zerstört. Diese zerstörerische Kraft basiert nicht auf ein 'bißchen' statischer Druckdifferenz, ein 'bißchen' mehr oder weniger Wärme spielt dabei keine Rolle, es ist vielmehr die Gewalt ganz normaler molekularer Bewegungsenergie, welche hier auf das Metall einschlägt.

### **Projekt >100**

Diese Energie ist gegeben und verfügbar und es gilt diese einer Nutzung zuzuführen, nicht wie bei der Kavitation als 'Betriebsunfall', sondern als kontinuierlicher Prozess, mit minimalem Energie-Einsatz und extrem hoher Ausbeute, mit Wirkungsgrad nicht nahe 100 Prozent, sondern vielfach höherem. Man darf sich nicht mehr begnügen mit (falsch verstandenem) Gesetz der Energie-Konstanz und unabdingbaren Thermodynamik-Wärmeverlusten und darf nicht 'glücklich' sein darüber, dass alle Formeln theoretisch sauber diese beweisen und entsprechend angelegte Technik diese bestätigen. Es muss generell das 'Projekt >100' angegangen werden und Explosions- durch Implosions-Technologie vollständig ersetzt werden.

In diesem Kapitel sind noch einmal die gewaltigen Unterschiede aufgezeigt worden: die Produktion von Druck und Wärme ergibt Widerstand im Quadrat und damit systembedingte Verluste, während bei Anwendung von Sog der Widerstand im Quadrat zur Geschwindigkeit geringer wird. Nur damit ist die unerschöpfliche Energie molekularer Bewegung nutzbar, ohne Schaden für die Umwelt.

Mit diesem Kapitel wird die vielfache Aussage des großen Naturforschers Viktor Schaubberger verständlich: die Erzeugung von Wärme durch Explosions-Technologie ist zerstörerisch (und er hat die Umweltprobleme vorhergesehen), während die Organisation von Abläufen und Nutzung 'aufbauender' Kälte durch Implosions-Technologie naturgerecht ist und unbegrenzte Möglichkeiten bietet. Erst mit obigen graphischen Darstellungen und Überlegungen konnte ich mir die Bedeutung von Schaubbergers Aussagen klar machen - und ich hoffe auch für ein paar Schaubberger-Kenner.

Um noch einmal auf obige Formeln zurück zu kommen: deren pauschales  $v^2$  bringt die realen Vorgänge nicht zum Ausdruck (vielmehr müssten obige normale, beschleunigte bzw. reduzierte Geschwindigkeiten  $V_M$ ,  $V_B$  und  $V_R$  eingesetzt werden) und ebenso kommt mit der dortigen Dichte  $\rho$  nicht zum Ausdruck, ob es 'chaotische' Dichte aufgrund Druck bzw. Hitze ist oder die Dichte geordneter Strömung. Diese Differenzierungen fehlen bislang vollständig in gängiger Strömungslehre.

Wichtiger als Formeln jedoch ist der generelle Ansatz zur Ablösung der Explosionstechnik mit ihren verheerenden Folgen durch naturgerechte Implosions-Technologie. In anderen Kapiteln werden ausreichend Vorschläge zu deren technischer Umsetzung angeführt - und wenn diese Sichtweise von Fachleuten aufgenommen wird, werden natürlich noch viel bessere Maschinen zu bauen sein.

Evert / 12.02.2007

## 06.04. Sog- / Druck - Schaufeln

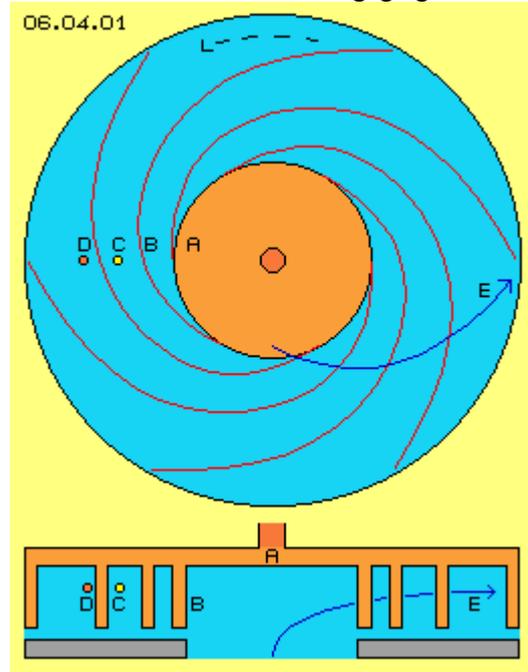
### Sog- und Druck-Seiten

In diesem Kapitel wird beispielhaft die Gestaltung der Blätter bzw. Schaufeln von Pumpen beschrieben. Dabei soll anstelle der üblichen Anwendung von Druck die Wirkung des Soges genutzt werden. Zunächst ist in Bild 06.04.01 schematisch der Rotor A (rot) einer normale Zentrifugalpumpe dargestellt, oben im Querschnitt und unten im Längsschnitt durch die Systemachse. Es wird hier stets Drehung gegen den Uhrzeigersinn unterstellt.

Eingezeichnet sind sechs Blätter B, zwischen denen jeweils Kanäle (hellblau) spiraling von innen nach außen verlaufen. Aus dem mittigen Bereich wird damit Fluid nach außen gefördert auf einer Bahn, deren prinzipieller Verlauf durch die blaue Kurve E skizziert ist.

Eingezeichnet ist ein Fluidpartikel D (dunkelrot) an der Vorderseite eines Schaufelblatts. Dortiges Fluid wird per Druck im Drehsinn vorwärts und auswärts geführt, wobei diese Auswärtsbewegung auch der Richtung der Trägheit entspricht. Damit kommt per Druck plus Fliehkraft diese vorwärts-auswärts gerichtete Strömung E zustande.

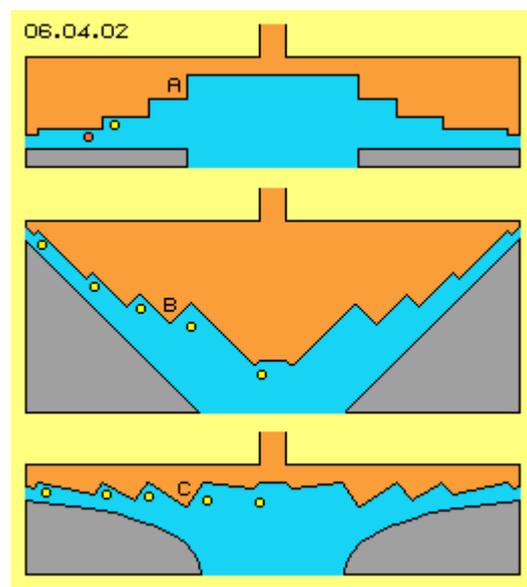
Eingezeichnet ist auch ein Partikel C (gelb), der sich nah an der Hinterseite eines Schaufelblatts befindet. Mittelbar wird auch dieser Partikel durch Druck von der nachfolgenden Vorderseite vorwärts-auswärts gedrückt. Andererseits stellt die fortwährend nach vorn wandernde Fläche einen Sog dar, in welchen hinein Partikel widerstandslos fallen. Die generierte Strömung wird also nur teilweise per mechanischem Druck erzeugt, teilweise jedoch fallen Partikel 'aus eigener Kraft' in die gewünschte Richtung.



### Nur-Sog-Seiten

Die Schaufelblätter in vorigem Bild stellen praktisch spiralinge Bänder dar, die auf einer Ebene angeordnet sind (hier z.B. an der planen Scheibe des Rotors befestigt sind). Oben in Bild 06.04.02 sind diese Spiral-Bänder in axialer Richtung so auseinander gezogen, dass die Unterkante des einen Bands durch eine waagrechte Fläche mit der Oberkante eines nachfolgenden Bandes zu verbinden ist.

Im Rotor ist also mittig eine kegelförmige Vertiefung angelegt, wobei diese Innenfläche abgestuft ist. Der Innenraum des Rotor stellt praktisch die Negativ-Form des 'Babylon-Turms' dar, d.h. eines runden Kegels mit spiraling verlaufenden 'Wegen' vom unten



nach oben bzw. von oben nach unten. Hier nun folgt ein Partikel (gelb) nahe der senkrechten Wand dieser nach außen-abwärts zurück weichenden Fläche per Sog. Ein Partikel (rot) nahe der waagrechten Fläche wird von oben nach unten gedrückt. Zwischen Rotor und Gehäuse (grau) ergibt sich wieder eine auswärts-vorwärts gerichtete Strömung, per Sogwirkung und unterstützt durch Fliehkraft.

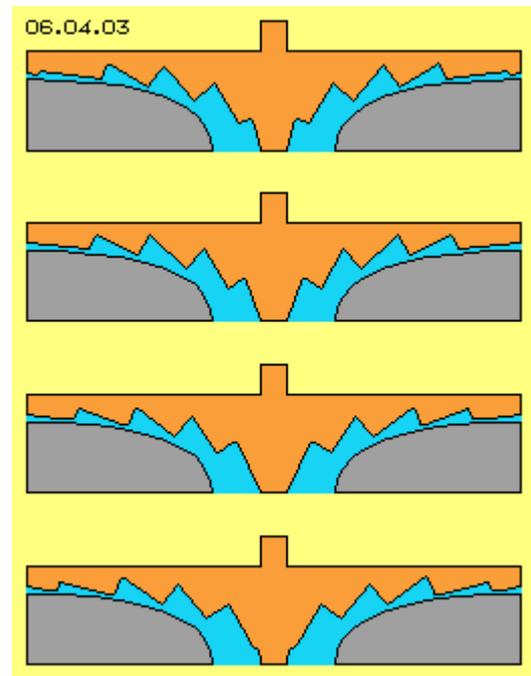
In diesem Bild bei B ist die Oberfläche des Rotors kegelförmig ausgeführt, wiederum stufenförmig mit diesen Spiral-Bändern als Sogseiten. Nahe dieser zurückweichenden Wände sind jeweils Partikel (gelb) eingezeichnet, welche per Sog nach oben-auswärts geführt werden. Bei dieser Anordnung wird auf das Fluid kein mechanischer Druck ausgeübt, weil die Auswärtsbewegung praktisch nurmehr aufgrund Fliehkraft zustande kommt (besonders bei flüssigem Medium). Die 'Zähne' dieser Schaufeln weisen nur noch eine Sog-Seite, aber keine Druck-Seite mehr auf.

In diesem Bild unten ist die Gehäusewand (grau) als runde, gekrümmte Fläche ausgeführt. Der Rotor ist im Prinzip wieder eine plane Scheibe, wobei hier allerdings die Zähne von innen nach außen unterschiedlich angestellt sind. Das Fluid, repräsentiert durch einige gelbe Partikel, wird entlang der jeweiligen Sogseiten von innen nach außen gezogen. Die 'Druckseiten' kippen von innen nach außen etwas abwärts, werden also zunehmend flacher. Es wird damit aber kein mechanischer Druck ausgeübt, vielmehr wird nur die Querschnittsfläche zwischen den Zähnen konstant gehalten (entsprechend zum erweiterten Radius bzw. verringert entsprechend der zunehmenden Strömungsgeschwindigkeit).

### Strömung nur per Sog

In Bild 06.04.03 ist die Gehäusewand (grau) wieder als runde und gekrümmte Oberfläche angelegt, aber auch die Rotor-Oberfläche weist nun eine hyperbelförmige Krümmung auf, wiederum zahnförmig abgestuft.

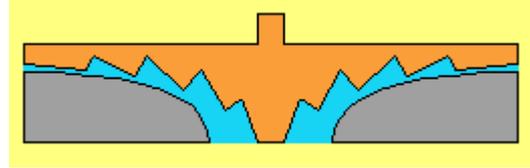
Eine 'runde Ecke' (bzw. Schüsselform) ist besonders geeignet für diese Schaufel-Zähne. Die Sogseiten stehen praktisch quer zur Strömungsrichtung (bzw. diagonal im Raum), während die 'Druckseiten' jeweils in die Krümmung hinein verlaufen. In dieser konkaven Wölbung kann also ein Zahn neben dem andern angeordnet werden. Außerdem können innen die Zähne aus der runden Fläche sanft 'heraus-wachsen' und andererseits außen am Rand in die Fläche hinein auslaufen.



Die Sogseiten dieses Rotors entsprechen noch immer den spiraligen Bändern (analog obigem Bild 06.04.01), welche jeweils versetzt angeordnet sind. Diese Bänder können lang gewundene Spiralen darstellen oder mehr radial von innen nach außen verlaufen. Der Querschnitt zeigt immer diese zahnförmige Abstufung, wobei die Strömung jedoch diagonal dazu verläuft, in dieser Richtung die Zähne also gestreckter erscheinen.

In diesem Bild sind vier Positionen des Rotors während einer Drehung dargestellt. Jede Sogseite wandert dabei von innen nach außen. Die nachfolgende Animation zeigt diese vier Bilder und erst damit wird deutlich, wie ausschließlich per Sog das Fluid von innen nach außen gefördert wird.

Deutlich ist nun auch zu erkennen, wie die Zähne aus der Achse heraus wachsen und das Fluid dort zunächst in drehende Bewegung versetzen. Die Sogseiten werden dann größer und kippen nach außen, so dass mehr Fluid dieser Wand folgen wird. Nach außen hin weist die Sogwand wieder geringere Höhe auf (wird dafür an langem Radius entsprechend länger) und sie verläuft nach außen vollständig.



Am Auslass wird eine flächige Strömung rundum anliegen, erzeugt ausschließlich aufgrund Sog und unterstützt durch Fliehkraft, eine optimale Technik für viele Anwendungen. Die flächige Strömung kann z.B. auch tangential in ein umlaufendes Rohr (eine 'Schnecke') münden. Im Rohr entsteht damit eine starke Drallströmung.

### **Freie Energie**

Bei dieser Sog-Schaukel wird also nur der Effekt einer zurückweichenden Wand zur Generierung einer Strömung genutzt. Der Energie-Aufwand zum Antrieb des Rotors ist minimal, weil der Rotor keinerlei Druck auf das Fluid ausübt, noch nicht einmal Haftreibung von Fluid muss durch den Rotor überwunden werden. Diese Sog-Schaukel-Zähne produzieren also Strömung mit minimalem Aufwand.

Die Selbst-Beschleunigung kommt ausschließlich zustande, indem aus der ganz normalen chaotischen Molekularbewegung immer nur diejenigen Partikel eine relativ lange Strecke ungehindert zurück legen können, welche momentan in Richtung der zurückweichenden Wand zufällig gestoßen wurden. Die Strömung entsteht hier also ausschließlich dadurch, dass Partikeln einer bevorzugten Richtung (hin zur Sogseite) jeweils eine längere Distanz bis zur nächsten Kollision zur Verfügung steht.

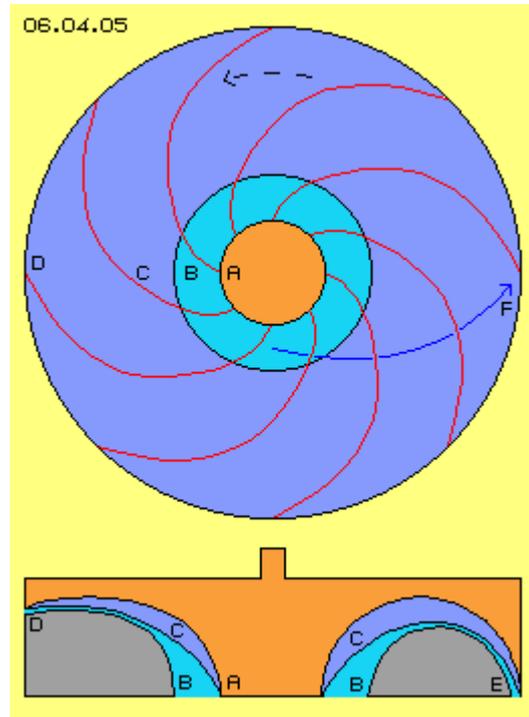
Diese Partikel werden von der Wand verzögert reflektiert, fliegen also mit geringerer Geschwindigkeit zurück, so dass als Nebeneffekt wiederum Kälte auftritt. Letztlich weist die Strömung am Auslass natürlich auch geringeren statischen Druck auf. Insofern ergibt sich von innen nach außen auch eine Potentialdifferenz. Der höhere statische Druck am Einlass schiebt somit das Fluid von innen nach außen. Zudem dreht außen das Fluid schneller im Raum als innen, stellt insofern auch einen ausdrehenden Potentialwirbel dar. Dieser ist hier aber nicht Ursache der Beschleunigung, sondern nur Nebeneffekt.

Die Fliehkraft unterstützt diese Bewegungsrichtung. Fliehkraft an sich ist 'kostenlos', jedoch erfordert sie zuvor entsprechende Beschleunigung, normalerweise also mechanische Arbeit. Hier jedoch fliegen die Partikel 'aus eigener Kraft' in die durch den Sog vorgegebene Richtung. Erst am Auslass steht dann die Fliehkraft bzw. Trägheit als kinetische Energie zur Verfügung, nahezu 'kostenlos'.

In Bild 06.04.05 ist vorige Maschine nochmals im Quer- und Längsschnitt dargestellt. Der Rotor A (rot) weist eine runde Kontur auf, das Fluid fließt vom Einlass B

bogenförmig zum Auslass D, im Raum auf diagonal gekrümmter Kurve F. Die Zähne C bzw. die Sogseiten verlaufen hier spiralförmig und auf relativ kurzem Weg nach außen.

Unten links im Längsschnitt ist der Auslass D am seitlichen Rand der Maschine angelegt. Rechts im Längsschnitt ist eine Alternative aufgezeigt, bei welcher der Kanal halbkreisförmig verläuft, die Schaufeln C in einer 'Schüssel' angelegt sind, so dass der Auslass E wieder zurück weist in axiale Richtung. Diese Variante ist besonders vorteilhaft, wenn diese zahnförmigen Schaufeln in einer Turbine eingesetzt werden.



### Turbine

Bei obiger Pumpe sollte also möglichst wenig Druck ausgeübt werden, weil dieser hohen Energie-Einsatz erfordert. Ein Sog ist mit viel geringerem Einsatz zu organisieren, um eine Strömung zu generieren. Umgekehrt kann in einer Turbine die Strömung in mechanisches Drehmoment nur umgesetzt werden per Druck, durch die Umlenkung an den Turbinen-Schaufeln. Dabei sollten alle Teile des Mediums an den Druckflächen reflektiert werden. Das Medium sollte also keinen Richtungswechsel vollziehen, indem es in 'leere' Bereiche fällt, d.h. ohne Umlenkung an einer Druckwand.

Bei obiger Pumpe sind die Schaufeln so gestaltet, dass sie praktisch nur durch die Sogwand wirken. Im Umkehrschluss sollte bei einer Turbine das Medium nur an der Druckseite der Schaufeln wirken. Das ist möglich, wenn vorigen zahnförmige Strukturen spiegelbildlich bzw. gegenläufig eingesetzt werden.

In Bild 06.04.09 ist ein Modell des Rotors (ohne Gehäuse) einer Turbine dargestellt. Die zahnförmigen Schaufeln sind hier 'hufeisen-förmig' in die umlaufende Vertiefung eingefügt. Der Zufluss erfolgt dabei rundum diagonal von außen, der Abfluss erfolgt mittig in axiale Richtung.



Der Zufluss ist schneller als die Drehgeschwindigkeit des Rotors. Das Fluid fliegt über die 'flachen' Seiten der Zähne hinweg, bis es auf eine 'steile' Druck-Wand trifft. An dieser entlang erfolgt die Umlenkung (letztlich auch in axiale Richtung zum Auslass). Alles Fluid trifft früher oder später auf eine solche Wand, d.h. die komplette Strömung wird in Drehmoment umgesetzt. Letztlich wird das Fluid in axialer Richtung aus der Turbine abgeführt.

Im Vergleich zur komplexen Geometrie gängiger Turbinen sind diese Schaufeln sehr kompakt und relativ einfach zu bauen. Am effektivsten arbeiten bislang die Freistrahlturbinen, weil auch dort alles Fluid ausschließlich an Druckseiten umgelenkt wird.

Die obige Sog-Pumpe wie auch diese neue Druck-Turbine wird nicht für alle Anwendungen optimal sein (in nachfolgenden Kapiteln werden Beispiele dargestellt). Auf jeden Fall konnte damit aufgezeigt werden, wie Bewegungen eines Fluids zur Nutzung der molekularen Bewegungs-Energie zweckdienlich zu organisieren sind.

Evert / 12.05.2007

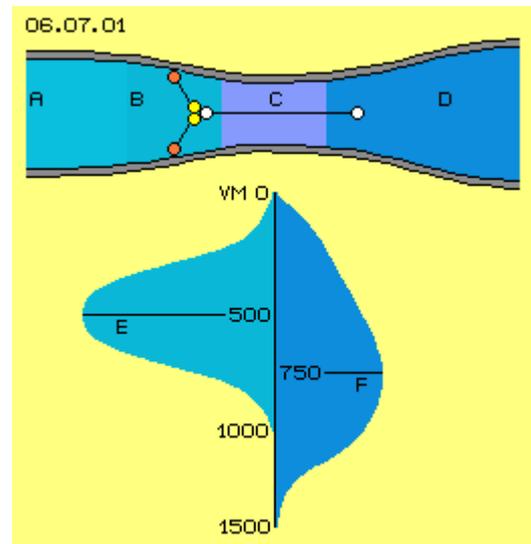
## 06.07. Beschleunigung bei Düsen

### Manipulation von Dichte und Geschwindigkeit

In vorigen Kapiteln wurde dargestellt, wie durch die mechanische Bewegung einer 'Wand' die Dichte von Fluidpartikeln sowie die Richtung und Geschwindigkeit der molekularen Bewegungen zu manipulieren ist. Das ergibt sich aber auch schon durch 'passive' Maßnahmen, z.B. allein aufgrund der Gestaltung solcher Wände. Das wurde schon einmal aufgezeigt bei obigen Potentialdrall- und Segment-Rohren. Bekannt und oft genutzt werden die Effekte, welche bei Düsen auftreten. Eine besondere Form wird bei der 'Laval-Düse' eingesetzt - mit 'phänomenalem' Beschleunigungseffekt.

Die generelle Form dieser Düse ist schematisch in Bild 06.07.01 im Längsschnitt dargestellt. Die Querschnittsfläche A eines Rohres (grau) wird reduziert zu einer Düse C und danach wieder erweitert auf größeren Durchmesser D. Im Bereich A vor der Düse herrscht Strömung von Unter-Schallgeschwindigkeit, in der Düse C wird Schallgeschwindigkeit erreicht - und erstaunlicherweise fließt die Strömung im Bereich des sanft erweiterten Auslasses D mit Über-Schallgeschwindigkeit ab. Dieser Effekt wird beispielsweise genutzt zum Schneiden von Stahl mittels Wasserstrahl.

Die phänomenale Erscheinung kann theoretisch mit ebenso 'phänomenalen Rechenricks' einigermaßen erklärt werden - aber offen bleibt, woher die Energie zu dieser Beschleunigung kommen soll. Entscheidend sind dabei die Kollisionen von Partikeln vor der Engstelle. Dort ist erhöhte Dichte gegeben, die Partikel kollidieren in kürzerer Folge und damit steigt die Wahrscheinlichkeit von Mehr-Fach-Kollisionen. Hier sind z.B. zwei Partikel (rot) dargestellt auf ihrem prinzipiellen Weg von der Rohrwand nach innen. Sie treffen dort zusammen (gelb) und zeitgleich auf einen dritten Partikel (weiß). Auf diesen Dritten wird praktisch die doppelte kinetische Energie übertragen, so dass er mit überhöhter Geschwindigkeit durch die Düse C in den Auslass-Bereich D fliegt. Die zwei energie-abgebenden Partikel bleiben zurück mit relativ geringer Geschwindigkeit.



### Verteilung der Geschwindigkeiten

Nicht alle Partikel eines Fluids bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit. Es wird 'Gauß'sche Normalverteilung' unterstellt, hier skizziert als Glocke E unten links im Bild. Aus dieser ergibt sich z.B. eine durchschnittliche Geschwindigkeit von Luft-Partikeln mit etwa 500 m/s, bei einem Minimum/Maximum von 0 bis 1000 m/s. Normalerweise ändert sich an dieser Verteilung nichts, weil bei Kollisionen jeweils die Richtungen und Geschwindigkeiten eins-zu-eins ausgetauscht werden. Änderungen kommen nur zustande aus Kollisionen, bei denen nicht nur zwei Partner sich austauschen - bzw. erst dadurch ergeben sich überhaupt diese unterschiedlichen Geschwindigkeiten.

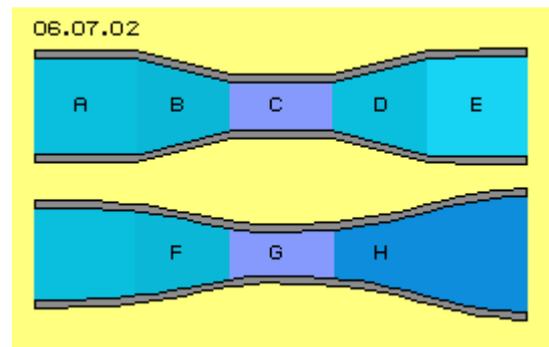
In obiger Düse sind die Bedingungen für Mehrfach-Kollisionen günstig und darüber hinaus weisen die beteiligten Partikel eine bevorzugte Richtung auf (siehe Vektoren

oberer Partikel), so dass sich dort bevorzugt diese überschall- bzw. sogar 'übermolekular-' schnelle Bewegungen in Strömungsrichtung ergeben.

Das 'phänomenale' Ergebnis ist eine veränderte Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeiten, wie schematisch bei F (unten rechts im Bild) skizziert ist: seltsamerweise gibt es vermehrt Partikel geringer Geschwindigkeit, die im Bereich der Düse 'herum- stehen'. Aber es gibt andererseits vermehrt Partikel mit wesentlich erhöhter Geschwindigkeit. Die gesamte kinetische Energie des Fluids ist unverändert - nur die aktuelle kinetischen Energie der Partikel ist nun etwas anders verteilt. Durch rein passive Maßnahme (Verjüngung und Erweiterung der Querschnittsfläche) wird eine Manipulation der molekularen Geschwindigkeiten erreicht - so dass weiches Wasser harten Stahl schneiden kann.

### Normale und Laval-Düsen

In Bild 06.07.02 sind im Längsschnitt zwei Rohre (grau) dargestellt, oben mit 'normaler' Verjüngung und Erweiterung, unten in der speziellen Form einer Laval-Düse. Bei A fließt Fluid mit gegebener Geschwindigkeit von links nach rechts, bei B wird das Rohr enger und nach bekannter Gesetzmäßigkeit dabei beschleunigt.



Anschließend fließt das Fluid schneller durch das Rohr C, ohne dass hierzu eine entsprechende externe Kraft aufzuwenden war.

Umgekehrt wird Fluid aus einem dünnen Rohr bei größer werdender Querschnittsfläche D langsamer, der Strömungsdruck wird geringer und der statische Druck größer, seltsamerweise aber nicht genau entsprechend. Seltsamerweise tritt ein 'Widerstand' auf, so dass das Fluid bei E im Rohr (bei gleich bleibendem, großen Querschnitt) nun langsamer fließt. Eine Verengung des Rohrquerschnitts ist also hinsichtlich des Durchsatzes neutral bzw. positiv, eine Erweiterung nach aller Erfahrung dagegen negativ (hinsichtlich Durchsatz und Strömungsdruck). Dieser Sachverhalt ist in der Strömungslehre bekannt. Unbekannt ist jedoch die 'Energie-Quelle' für die im Engpass erhöhte kinetische Energie (und ebenso der Energie-'Verlust' im erweiterten Rohr).

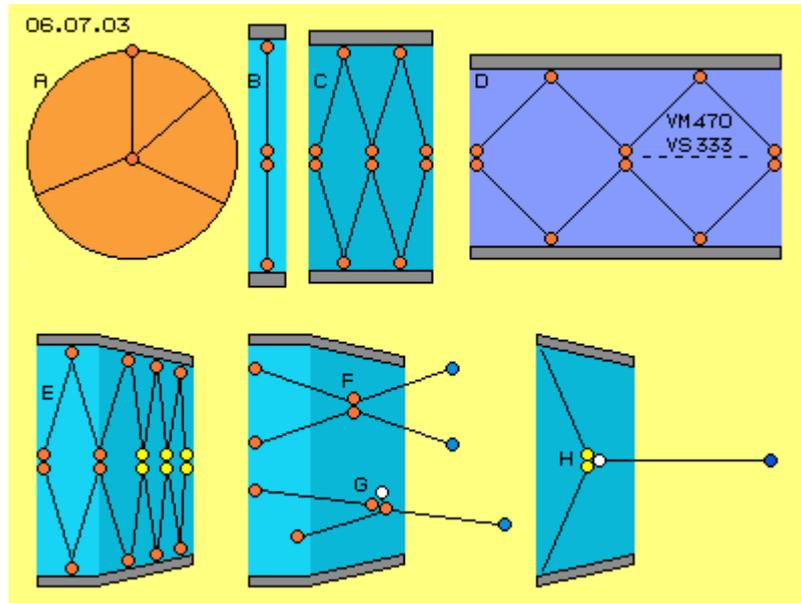
P. de Laval (und unabhängig davon E.Körting) entdeckten vor rund 120 Jahren eine Bauweise, bei welcher dieser Durchsatz-Verlust nicht auftritt. Diese 'Laval-Düse' ist schematisch in diesem Bild unten skizziert. Das Rohr verjüngt sich bis zu einem Engpass und wird danach wieder erweitert, am Auslass auf größere Querschnittsfläche als am Einlass. Die Übergänge sind gleitend zu gestalten und die Spreizung nach hinten sollte zehn Grad nicht überschreiten. Im konvergenten Einlass-Bereich F ist die Strömung unter Schallgeschwindigkeit, an der Engstelle G erreicht sie Schallgeschwindigkeit und im divergenten Bereich H Über-Schallgeschwindigkeit.

### Modell molekularer Bewegungen

In Bild 06.07.03 ist anhand schematischer Bewegungsabläufe das Verhalten der Fluid-Partikel dargestellt. Ausgangsbasis ist der 'Bewegungsradius' A eines Moleküls. Ausgehend von seinem aktuellen Standort wird es sich nach einer Zeiteinheit irgendwo auf diesem Kreis befinden, nachdem es nach einer Kollision dort hin gestoßen wurde mit dieser mittleren molekularen Geschwindigkeit. Pausenlos erfolgen diese Kollisionen und Bewegungen in alle Richtungen des Raums.

Bei B sind zwei Moleküle (rote Punkte) in einem Rohr (grau) eingezeichnet, die sich stellvertretend für alle Bewegungsmöglichkeiten darin nur auf- und abwärts bewegen. Sie pendeln praktisch nur vom Zentrum des Rohrs nach außen (dort noch einmal eingezeichnet) und zurück. Dieses Bewegungsmuster repräsentiert 'ruhendes' Fluid.

Bei C ist dieser Molekül-Bewegung eine Vorwärts-Bewegung aufgeprägt, d.h. diese Partikel wandern im Rohr im Zickzack nach vorn (nach rechts). Natürlich bewegen sie sich real noch immer in alle Richtungen, nur eben in Summe jeweils um diese Distanz etwas weiter nach vorn. Ihre molekulare Geschwindigkeit ist unverändert, d.h. auch hier ist die Distanz je Zeiteinheit unverändert. Schon diese modellhafte Darstellung



verdeutlicht, dass Fluid (gleicher Dichte und Temperatur) bei schnellerer Strömung einen kleineren Rohrquerschnitt beansprucht. Außerdem treffen die Partikel weniger häufig auf die Rohrwand und in spitzerem Winkel, so dass sie weniger seitlichen, statischen Druck ausüben.

Bei D ist das typische Bewegungsmuster bei Schallgeschwindigkeit dargestellt. Das Fluid kommt im Raum z.B. mit 333 m/s voran (VS 333, gestrichelte Linie), aber die Moleküle fliegen auf diesem Zickzack-Weg mit der molekularen Geschwindigkeit von 470 m/s (VM 470). Natürlich beanspruchen sie dabei nochmals kleineren Rohrquerschnitt, weisen geringeren seitlichen Druck und entsprechend höheren Strömungsdruck auf.

### Querschläger und Freiflieger

Bei E ist ein enger werdendes Rohr (grau) dargestellt, wobei wieder voriges repräsentative Bewegungsmuster einer Fluidströmung (wie bei vorigem C) eingezeichnet ist. An der schrägen Rohrwand werden die Moleküle reflektiert und kehren nun steiler zur Rohrmitte zurück, von mal zu mal steiler. Die Moleküle bewegen sich noch immer mit gleicher Geschwindigkeit, d.h. die Kollisionen erfolgen in kürzeren Zeitabständen. Resultierend ist eine höhere Dichte und wesentlich erhöhter statischer Druck (entgegen geltender Gesetze). Diese gelb markierten Partikel werden hier 'Querschläger' genannt.

Daneben gibt es Bewegungsmuster, die zum Ergebnis wesentlich beitragen. Bei F ist die Situation von Partikeln dargestellt, die momentan sich (fast) in Längsrichtung des Rohres bewegen. Wenn sie mit Partikel ähnlicher Richtung kollidieren, findet keine Verzögerung der Strömung statt. Die Partikel fallen mit nahezu molekularer Geschwindigkeit durch eine Düse ins Freie, praktisch widerstandslos und ohne seitlichen Druck auf die Rohrwand auszuüben. Diese Partikel sind hinsichtlich des Durchsatzes besonders 'wertvoll', weil sie Lücken hinterlassen und nie mehr dort hin

zurück kommen. Diese blau markierten Partikel werden hier 'Freiflieger' genannt, als gegensätzliches Bewegungsmuster voriger Querschläger.

### **Steher und Raser**

Die Partikel eines Gases bewegen sich nur durchschnittlich mit einer bestimmten Geschwindigkeit (z.B. obigen 470 m/s), real fliegen sie aber unterschiedlich schnell. Wenn Partikel in ähnliche Richtung fliegen (bei G), wird es bei Kollisionen häufig zu 'Auffahr-Unfällen' kommen. Ein schneller Partikel gibt seine Geschwindigkeit an einen zuvor langsameren Nachbarn ab und bleibt selbst (fast) stehend im Raum zurück bzw. wird nur geringfügig zur Seite oder zurück gestoßen.

Dieses Bewegungsmuster wird hier 'Steher' genannt, weil sie relativ ruhig im Raum herum 'stehen'. Sie stellen bei nachfolgenden Kollisionen keinen großen Widerstand dar, sind in diesem Sinn 'leicht'. Sie sind in diesem Sinne 'wertvoll', als sie nächstens in beliebige Richtung widerstandslos zu beschleunigen sind. Nach erneuter Kollision können sie z.B. besonders schnelle 'Freiflieger' am Auslass der Düse werden.

Bei H ist nun eine Kombination voriger Bewegungsmuster dargestellt, die besondere Bedeutung hat, besonders hinsichtlich der Laval-Düsen. Zwei Querschläger (gelb) treffen zufällig im gleichem Moment auf einen Steher (weiß) und beide übertragen ihre kinetische Energie auf diesen 'leichten' Partikel. Beide bringen ihre normale molekulare Geschwindigkeit ein und beschleunigen damit den 'Dritten' nicht nur über-schall-schnell, sondern 'über-molekular-schnell' (maximal auf  $2 \cdot 470 = 940$  m/s). Die beiden ursächlichen Partikel werden nur geringfügig zurück gestoßen bzw. werden im Extremfall selbst zu 'ruhenden' Stehern, während der dunkelblau markierte Partikel - hier 'Raser' genannt - um so schneller davon fliegt.

Natürlich fliegen solche Raser nicht genau in Längsrichtung des Rohrs, ist deren Strömung insgesamt also nicht doppelte Molekulargeschwindigkeit. Wohl aber ist dieses Bewegungsmuster ausschließliche Ursache für ultraschall-schnelle Strömung aus obiger Laval-Düse. Deren erweiterte Rohrwand schützt praktisch diese Raser vor Kollisionen seitlicher Nachbarn. Andererseits muss der Öffnungswinkel so klein gehalten werden, dass in dieser super-schnellen Strömung auch wiederum nur Kollisionen ähnlicher Richtungen oder vorige Auffahr-Kollisionen gegeben sind. Darüber hinaus ergibt das größere verfügbare Volumen eine geringere Dichte, d.h. die Partikel haben erhöhte Chance relativ lang ungehindert zu fliegen, d.h. große Distanz zurück zu legen, so dass insgesamt tatsächlich diese super-schnelle Strömung zustande kommt.

### **Bewegungsmixtur**

Es ist keinesfalls so, dass eine anstehende Strömung durch Verjüngung des Rohres einfach 'einen Zahn zulegt' (um den Formeln zu gehorchen). Schon in normaler Strömung sind die Bewegungen höchst unterschiedlich, in den Düsen aber ist der Bewegungsablauf noch wesentlich differenzierter (während Formeln nur pauschal die Dichte, Strömungs-, Schall- und Molekular-Geschwindigkeit handhaben).

Auslöser des Beschleunigungs-Effektes ist die Reduzierung der Querschnittsfläche (in strömungskonformer Art), womit zunächst erhöhter Druck oder Dichte erzeugt wird und sich wesentlich kürzere Wege zwischen Kollisionen und vermehrt Kollisionen ergeben. Ein Teil der Partikel fliegt dessen ungeachtet direkt durch den

Engpass, auch viele Partikel in ähnliche Richtungen hinterher, relativ dicht beisammen und fast parallel ohne schädliche Kollisionen. Damit wird molekulare Geschwindigkeit auf relativ direktem Weg zum Auslass 'durchgereicht'. Besonders bei 'Auffahr-Kollisionen' wird immer die aktuell höhere Geschwindigkeit weiter gegeben. Andererseits bleiben dort einige Partikel nahezu ruhend im Raum stehen, die relativ wenig Widerstand gegenüber Nachfolgern bieten. Gerade diese Steher erfahren bei 'Zwillings-Kollisionen' die entscheidende Beschleunigung.

Solche Mehrfach-Kollisionen ereignen sich natürlich auch unter Normal-Bedingungen in ruhendem Fluid und führen damit zur Normal-Verteilung der Molekulargeschwindigkeiten. Hier im Engpassbereich von Düsen finden diese Mehrfach-Kollisionen häufiger statt. Aufgrund Überlagerung der Molekularbewegung durch die generelle Vorwärtsbewegung der Strömung erfolgen diese Kollisionen bevorzugt mit vorwärts gerichteten Vektoren. Damit tritt diese Geschwindigkeits-Differenzierung (obige Gauß'sche Verteilung) nicht in alle Richtungen gleichförmig auf, sondern eben vorwiegend in Strömungsrichtung.

In dieser Mixtur aus 'Stehern, Querschlägern, Freiflieger und Rasern' ist also die momentane Geschwindigkeit höchst unterschiedlich, beispielsweise könnten sich diese vier Partikel mit 0, 0, 470 und 940 m/s vorwärts bewegen, also im Durchschnitt mit 350 m/s, also mit Schallgeschwindigkeit durch den Engpass der Düse fliegen - unabhängig von der Geschwindigkeit der originären Strömung. Diese Beschleunigung basiert also nicht auf der Anfangs-Geschwindigkeit und/oder extern einwirkender Kraft. Sie ergibt sich vielmehr aus einer Umformung der prinzipiellen Bewegungsmuster, womit letztlich die Partikel aus den Laval-Düsen fliegen - bis maximal doppelter Molekulargeschwindigkeit schnell.

Natürlich werden einige Leser bezweifeln, ob diese simple Bewegungsmodelle das Phänomen ausreichend erklären können. Entsprechende Bewegungsmuster sind aber ebenso exklusive Ursache z.B. für die Verdunstung, wo Partikel sogar aus dem Flüssigkeitsverbund heraus gestoßen werden. Dieser 'phänomenale' Prozess ist extrem bedeutend, weil ohne Verdunstung des Meerwassers es keine Wolken gäbe, keinen Regen und kein Wasser und damit kein Leben an Land.

### **Grundlagen, Flugzeuge, Maschinen**

Viele der obigen Sachverhalte sind allgemein bekannt. Hier wurden jedoch die Vorgänge aus einer neuen Sichtweise erörtert. Anstelle nur formelhafter Betrachtungen der Strömungslehre können damit die oftmals 'phänomenalen' Erscheinungen plausibel erklärt werden. Gerade mit dem letzten Beispiel konnte noch einmal aufgezeigt werden, dass die Wirkung des Soges praktisch ohne Energie-Einsatz zu erreichen ist. Auch eine Beschleunigung ist oftmals allein durch die zweckdienliche Formgebung von Oberflächen zu erreichen. Damit sind ausreichend Grundlagen diskutiert, um in späteren Kapiteln zweckdienliche Maschinen zu konzipieren. Im folgenden Teil jedoch sollen zuerst höchst interessante Aspekte der Flug-Technologie erörtert werden.

Evert / 22.04.2007