

# Oloid und Inversion

Eine geometrisch-physikalische Exkursion

## 1. Würfel und Inversion

Im Jahre 1929 entdeckte der Ingenieur und Erfinder Paul Schatz einen neuen geometrischen Körper und dabei eine noch unbekannte Bewegungsart: Er zerlegte einen Würfel auf eine bestimmte Weise in 3 Teilkörper, untersuchte die Beweglichkeit des mittleren Teilkörpers (blau-rot in Abb. 1) und beobachtete die Form des Bewegungsverlaufs. Im Folgenden wird dies schrittweise erklärt:

- Teile einen Würfel in 3 spezielle Teilkörper auf. Der mittlere Teil (blau-rot in Abb. 1) ist der sogenannte „Würfelgürtel“, ein 6-gliederiger Ring aus gleichförmigen, paarweise spiegelsymmetrischen Tetraedern.
- Die übrigen 2 Teile (orange-rot in Abb. 1) werden „Riegelkörper“ genannt und sind zueinander identisch.
- Alle 3 Teilkörper haben das gleiche Volumen.
- Nimm den Würfelgürtel, halte ihn so, dass du ihn unendlich in sich selbst umstülpen kannst und entdecke die Inversionsbewegung.

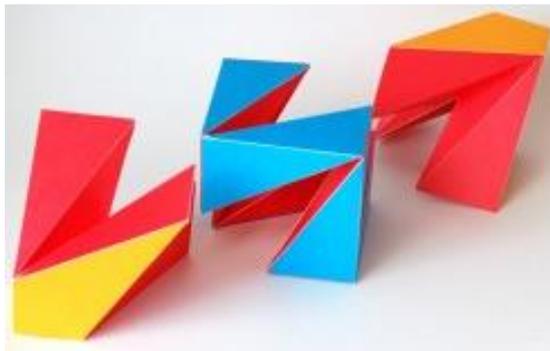


Abb. 1: Die 3 volumengleiche Teile eines Würfels, aufgeteilt in einem Würfelgürtel (blau-rot) und zwei Riegelkörpern (orange-rot), die für die Fortführung des Gedankengangs entfernt werden. Abbildung von <http://www.kuboid.ch>

## 2. Inversion und Oloid

- Während einer vollständigen Inversion des Würfelgürtels wird von jeder der 4 Würfel diagonale ein Oloid im Raum gezeichnet. Dabei bleibt die Länge der Diagonalen immer erhalten.
- Durch Festhalten eines der 6 Tetraeder des Würfelgürtels und Beobachten des Weges seiner entgegengesetzten Diagonale ist die von ihr abgedeckte Oberfläche ein Oloid.
- Ein Oloid kann auch als Umhüllungsform von zwei deckungsgleichen, senkrecht zueinander stehenden Kreisen, bei denen der Umfang des einen Kreises durch den Mittelpunkt des anderen Kreises verläuft beschrieben werden (siehe Abb. 2)

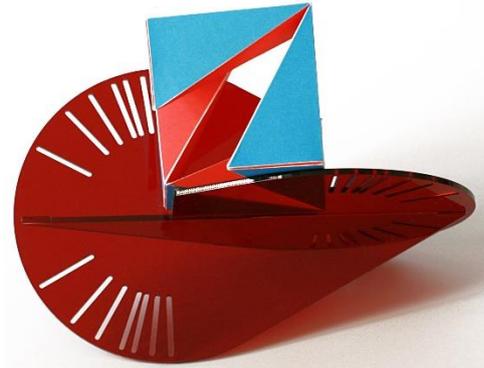


Abb. 2: Visualisierung der Formentstehung des OLOID während der Inversion des Würfelgürtels. Abbildung von <http://www.kuboid.ch>

- Wie man die OLOID-Form durch die Inversion des Würfels findet:  
<https://youtu.be/uBGGIDZIMBI>

### 3. Mathematische Fakten

- Die Oberfläche einer Kugel mit dem Radius  $r$  und die Oberfläche eines Oloid mit demselben Radius  $r$  (dreimal im Oloid, siehe Abb. 3) sind zueinander identisch:  $A = 4\pi r^2$
- Das Volumen einer Kugel beträgt  $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ . Daraus ergibt sich, mathematisch gesehen, das höchstmögliche Verhältnis von Oberfläche zu Volumen:  $A/V = 3/r$ .
- Das Volumen eines Oloid lässt sich nicht exakt berechnen aber mit  $V = 3,0524 \cdot r^3$  annähern. Daraus ergibt sich näherungsweise für das Verhältnis  $A/V = \frac{4}{3} \pi / r$ .

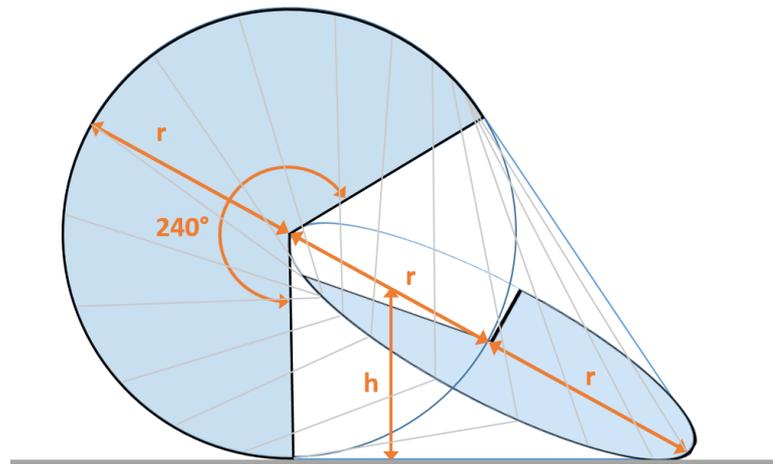


Abb. 3: Mathematische Beschreibung des OLOID.

- Auf einer leicht geneigten Ebene fängt ein Oloid sehr schnell zu rollen an. Dies ist durch die auf einer Geraden liegenden Berührung der Mantelfläche mit dem Untergrund erklärbar, wodurch das Oloid nur eine sehr geringe Energie benötigt, um in Bewegung versetzt zu werden. Diese bereits niedrige Energie ist z.B. bei einer Kugel, die an nur einem Punkt auf dem Untergrund liegt noch niedriger. Die sehr geringe Haftreibung ist ein Indikator für eine energieeffiziente Bewegung. Das Oloid ist mit seiner einzigen Fläche und seinen zwei kreisbogenförmigen Kanten einer der wenigen geometrischen Körper, die beim Abrollen mit ihrer gesamten Oberfläche den Untergrund berühren.  
[https://www.youtube.com/watch?v=GM3\\_JuFgJ2E](https://www.youtube.com/watch?v=GM3_JuFgJ2E)
- Ein anderes Beispiel ist das Sphericon, welches ebenfalls nur eine kontinuierliche Fläche hat. Im Gegensatz zum Oloid wirkt das Sphericon gestaucht, da der Radius nicht  $3x$  im Körper auftritt und der Körper durch zwei um  $90^\circ$  gegeneinander gedrehte Doppelkegel beschrieben werden kann.  
Die Oberfläche eines Sphericons berechnet sich nach  $A = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \pi r^2$  und das Volumen nach  $V = \frac{2}{3} \cdot \pi r^3$ . Daraus ergibt sich ein um  $\sqrt{2}$  größeres Verhältnis von  $A/V = \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{r}$  im Gegensatz zur Kugel.
- Damit hat die Kugel das beste Verhältnis von Oberfläche zu Volumen und das Oloid ein leicht besseres Verhältnis im Gegensatz zum Sphericon.
- Alle 3 Körper haben jedoch gemeinsam, dass der Schwerpunkt dem Mittelpunkt des Körpers entspricht.

## 4. Bewegung

- In der Physik sind Translation und Rotation die zwei standardmäßig anerkannten Bewegungsformen. Der im vorigen Abschnitt beschriebene Bewegungsverlauf des Würfelgürtels folgt einer dreidimensionalen, im Raum liegenden '8' und eröffnet damit eine in der Physik neuartige, dritte Bewegungsform: die **INVERSION**.

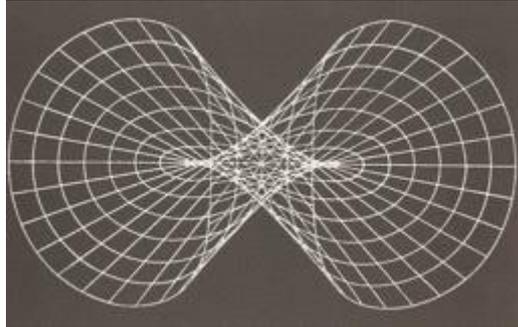


Abb. 4: Visualisierung der Inversionsbewegung im Raum.

- Um ein Oloid durch einen Motor dazu zu veranlassen, seine ihm eigene Abrollbewegung an einem fixen Ort anzunähern, muss das Oloid dementsprechend mit zwei senkrecht zueinander stehenden Gabeln (auf der Höhe der zwei Kreismittelpunkte im Oloid-Gerüst) an zwei gegenläufig zueinander drehenden Wellen montiert sein (siehe Abschnitt 7).
- Die Verwendung eines ovalen Zahnradmechanismus im Getriebe ermöglicht die Umwandlung der Rotation des Motors in eine gleichzeitig unterschiedliche, spiegelsymmetrische Rotation der zwei Wellen. Weitere Details zum mechanischen Antrieb finden Sie in Abschnitt 7 sowie im Internet:  
<https://www.youtube.com/watch?v=r-lNe9AUwOg>  
<https://www.youtube.com/watch?v=ssFZRQuJXJk>

## 5. Abrollverhalten des Oloids im Vergleich zu verschiedenen Körpern

In diesem Abschnitt werden vier geometrische Körper hinsichtlich ihres Abrollverhaltens untersucht:

Eine Kugel, ein Oloid, ein Würfel und ein Zylinder werden in Volumen, Oberfläche und Abrollfläche miteinander verglichen. Hierbei sind der Radius bzw. die Kantenlänge festgelegt, im Fall des Zylinders entsprechend die Höhe. Auf die Darstellung des Sphericons wurde verzichtet, da bereits in Abschnitt 3 gezeigt wurde dass sich das Sphericon zwischen der Kugel und dem Oloid befindet. Der Radius der Kugel, des Zylinders und des Oloids werden nach dem Zufallsprinzip auf 2 festgelegt, ohne die Einheiten anzugeben. Die Kantenlänge (Zylinderhöhe) ist auf 4 festgelegt, so dass die Projektionsflächen von Oloid, Würfel und Zylinder gleich groß sind. Dies ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

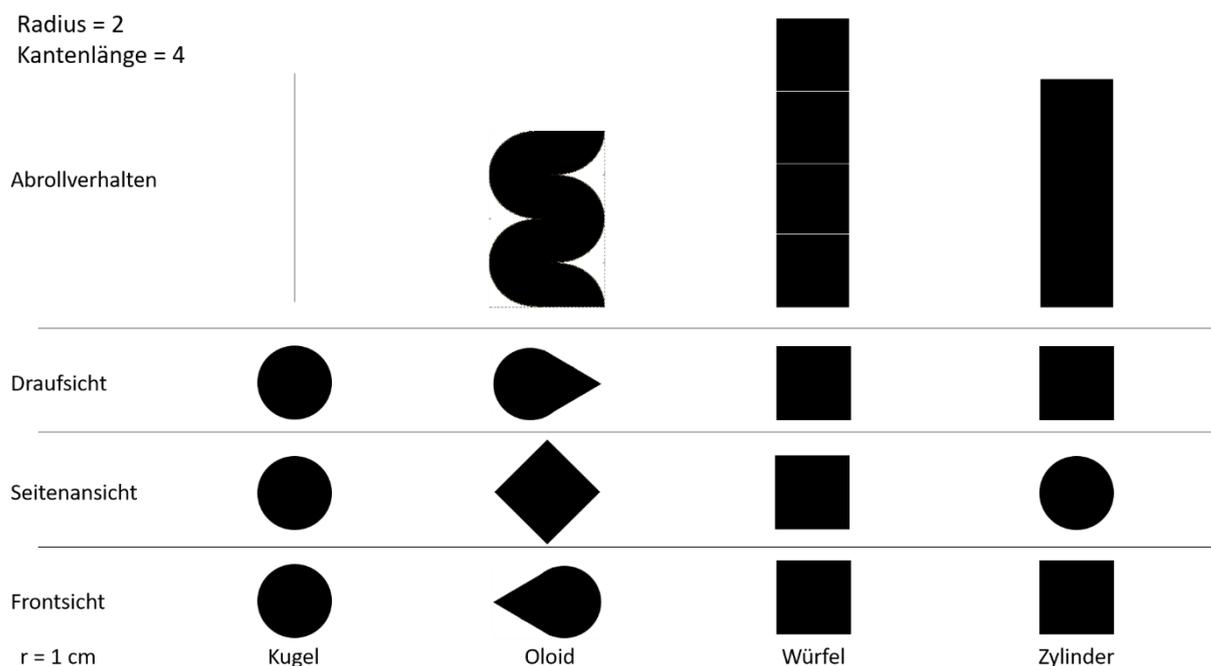


Abb. 5: Vergleich des Abrollverhaltens sowie Drauf-, Seiten- und Frontsicht von Kugel, Oloid, Würfel und Zylinder.

Das Abrollverhalten wird für eine volle Umdrehung analysiert, wobei der Zylinder entlang seines Umfangs abgerollt wird. Siehe oberste Reihe in Abb. 5. Es ist ein wenig problematisch, das eindimensionale Abrollen der Kugel gegen die anderen Abrollmuster zu vergleichen, die zweidimensional sind. Trotzdem zeigt der Vergleichskoeffizient das optimale Verhältnis von Oberfläche zu abgerollter Oberfläche des Oloids.

Die folgende Tabelle fasst das Volumen, die Oberfläche und die Abrolloberfläche sowie ihre Koeffizienten (Oberfläche/abgerollte Oberfläche) zusammen. Alle Parameter in SI-Einheiten.

Parameter	Kugel	OLOID	Würfel	Zylinder
Radius r [m]	2,00	2,00		2,00
Kantenlänge a [m]			4,00	
Höhe h [m]				4,00
Volumen [m <sup>3</sup> ]	33,51	24,40	64,00	50,27
Oberfläche [m <sup>2</sup> ]	50,27	50,27	96,00	75,40
Abgerollte Oberfläche [m <sup>2</sup> ]		50,27	64,00	50,27
Umfang [m]	12,57			
Koeffizient: Oberfläche/Abgerollte Oberfläche []*	4,00	1,00	1,50	1,50

\*Dimensionslos bis auf die Kugel, bei der der Koeffizient Umfang/Oberfläche [1/m] angegeben ist.

Es ist deutlich ersichtlich, dass das OLOID mit seiner gesamten Oberfläche, also dem Koeffizienten 1, abrollt. Für den Würfel und den Zylinder ist es klar, dass es immer Flächen gibt, die beim Abrollen nicht beteiligt sind, daher die Koeffizienten 1,5. Der Koeffizient für die Kugel muss mit Vorsicht behandelt werden, da der Umfang und eine echte Oberfläche für die Berechnung verwendet wurden.

## 6. OLOID im Wasser

So sieht es aus, wenn alles Vorgestellte in unseren OLOID-Systemen zusammengeführt wird:

<https://youtu.be/RekhS-bLbJo>

- Wenn der OLOID-Körper vollständig unter der Wasseroberfläche eingetaucht wird, ist der OLOID ein Rührwerk mit sehr hoher Energieeffizienz: es erzeugt eine impulsartige Strömung und erzielt dabei eine hervorragende Homogenisierung des Mischgutes. Dies fördert bzw. beschleunigt u.a. die Aktivierung und Aufrechterhaltung von chemisch-biologischen Prozessen bei der (Ab-) Wasserbehandlung (z.B. Flockung & Fällung).
- Die Inversionsbewegung verursacht im Wasser eine ihm eigene Strömungsform, welche seine Selbstreinigungsfähigkeit fördert.
- Wenn der OLOID-Körper nur teilweise, aber mindestens zur Hälfte im Wasser eingetaucht ist, bewirkt er einen gleichmäßigen Sauerstoffeintrag. Dabei vermindert sich aber der Zirkulationseffekt. Diese Charakteristik ist wichtig für Gartenbau, Seen und Fischzucht, wo das Wasser umgerührt und belüftet werden soll.
- Im Allgemeinen ist aber der OLOID eher ein Umwälzgerät als ein Belüftungsgerät.
- Bitte achten Sie auf Folgendes während sie obiges Video schauen:
  - Die Emission von Luftblasenwirbeln stellt Folgendes dar:
    - impulsartige Strömung
    - Sauerstoffanreicherung
    - Öffnungswinkel der Strömung von 30°
  - Selbstreinigende Wirkung des OLOID-Körpers durch Wasser- / Luftstrom (Kavitation)
  - Keine Verzopfungsgefahr am Rührwerk / OLOID-Körper durch vollständige Inversion

## 7. Mechanik des OLOID-Getriebes

Verschieden große OLOIDE werden mit unterschiedlicher Drehzahl betrieben. Dies spielt jedoch für die prinzipielle Funktionsweise keine Rolle.

OLOID 200 = 125 U/Min

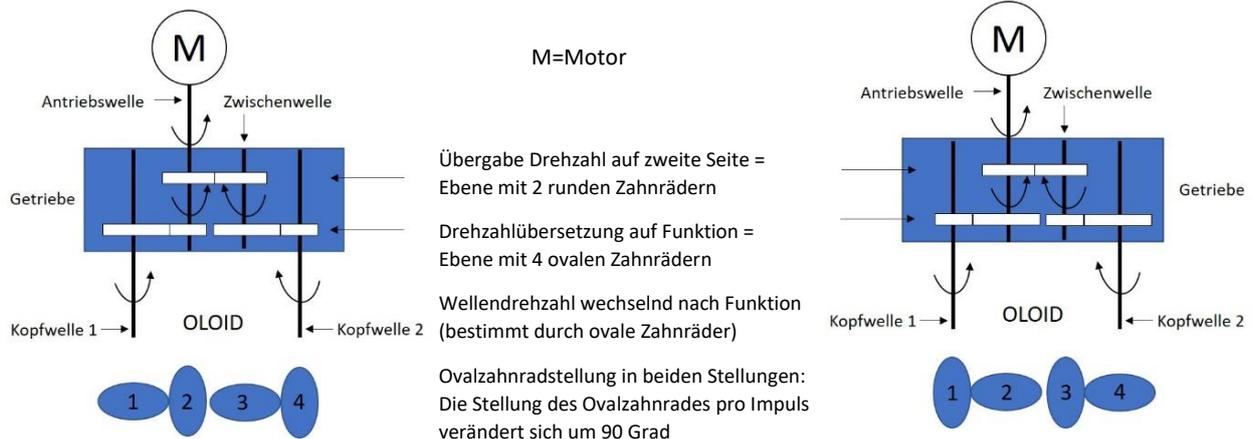
OLOID 400 = 55 U/Min

OLOID 600 = 55 U/Min

OLOID 200 = Rührkörperlänge von 195 mm

U/Min = Umdrehungen pro Minute

Motordrehzahl = max. Kopfwellendrehzahl



**1 Motorumdrehung liefert bei 1 Umdrehung der Kopfwellen 4 Impulse an den OLOID, dabei entsteht keine Übersetzung oder Untersetzung, sondern durch die Paarung der ovalen Zahnräder verändert sich schwellend die Geschwindigkeit der Kopfwellen = 2 Impulse links und 2 Impulse rechts.**

Durch die Stellungen der Ovalzahnräder ergeben sich zu gleichen Zeitpunkten unterschiedliche Geschwindigkeiten der Kopfwellen. Ist die Geschwindigkeit der Kopfwelle 1 maximal, so ist gleichzeitig die Geschwindigkeit der Kopfwelle 2 minimal und umgekehrt. Zu beachten ist, dass die Wellendrehzahl nach Maschinenbauersprache NIE 0 sein kann, da dies mit einer Blockade gleichzusetzen ist. D.h.: Die Wellendrehzahl ist nahezu 0!!!

## 8. Ausblick

- Optimierung der Anwendungen durch Kombination der OLOID-Technologie mit jeglichen Belüftungssystemen (Flächen- / Druckbelüfter).
- Ein OLOID-Gerät ist auch für viskose Flüssigkeiten und hohe Feststoffgehalte geeignet.
  - im Belebtschlammverfahren der Abwasserbehandlung (Link; ARA Gäu)
  - in einer Anwendung in der Behandlung von Rindergülle (Link; Rinderfarm HU)
  - oder in der Bierproduktion (siehe Abschnitt 9 Weitblick)

## 9. Weitblick

Das OLOID-Bier. <http://oloid-bier.de/>

Durch den Einsatz eines OLOID kann die Maische beim Bier brauen besser eingemischt werden und auf die Maische wirken geringere Scherkräfte als bei herkömmlichen Mischungsverfahren. Dadurch wird nicht nur die Zeit des Abläuterns verkürzt, sondern auch der Energieverbrauch um bis zu 80% reduziert.

Somit konnten wir in 2017, in Zusammenarbeit mit unseren Kooperationspartnern, das erste OLOID-Bier brauen.

## 10. Literaturverzeichnis

- Weitere Informationen über die Mathematik und Physik des OLOID und anderer geometrischer Objekte, die Paul Schatz entdeckt und beschrieben hat, finden Sie in folgendem Buch:  
<http://www.paul-schatz.ch/publikationen/>
- Weitere Informationen über Paul Schatz und sein Leben und Werk finden Sie hier:  
<http://www.paul-schatz.ch/home/>
- Über die Kuboid GmbH lassen sich verschiedene Oloide und auch umstülpbare Würfel beziehen:  
<http://www.kuboid.ch/>

## 11. Weitere interessante Links zur Inversion und deren Anwendung

- Erste 3D- Windturbine  
<http://vayu.swiss/>
- Heliodome als Architekturkonzept eines energieeffizienten Hauses  
<http://www.heliodome-de.com/>
- FLOYD Pendelleuchte = Lampe in der Form des Oloid
- <http://kuboid.ch/store/de/14-floyd-lampen>
- Schiffsantrieb durch Paul Schatz Stiftung  
<https://youtu.be/v381DYll1js>
- Rhythmixx – ein Handbetriebener Inversions-Mischer nach Paul Schatz  
<http://www.kuboid.ch/store/de/15-rhythmixx>