

# Detailbericht Dilator Prototyp

Von Hanno Drepper und Luana Sardina

## Gliederung

1. Beschreibung:	1
2. Antriebskonzepte	2
3. Entscheidungen bei der Entwicklung	3
4. Probleme und Lösungsansätze	4
5. Perspektiven für Weiterentwicklung	4
6. Ansichten CAD-Modell	6
	6

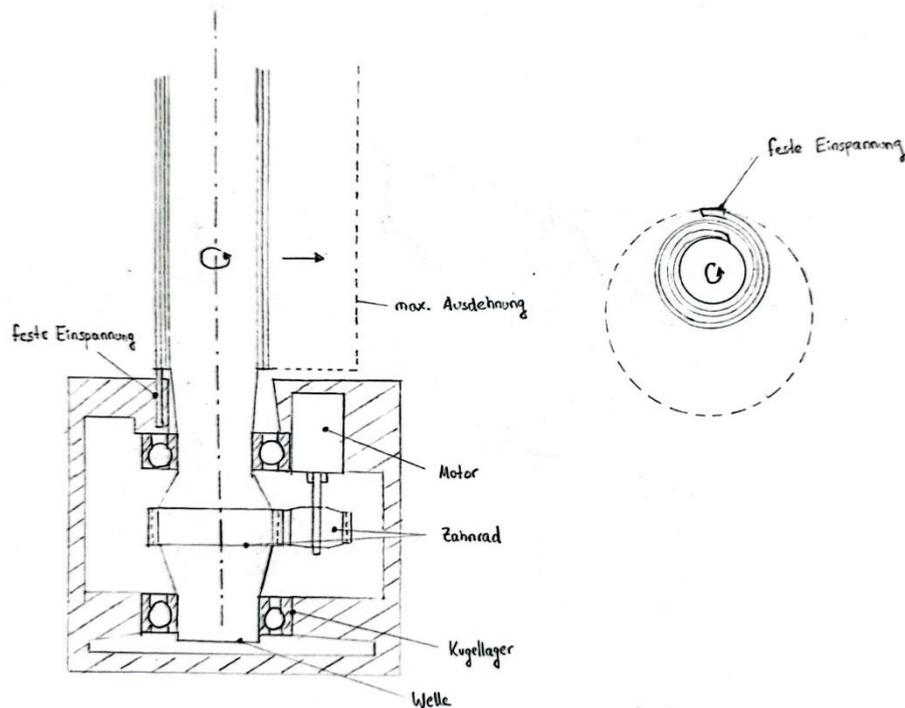
### 1. [Beschreibung:](#)

- Der Dilator besteht aus einer Basis, in der die Elektronik, sowie der Antrieb für den Vergößerungsvorgang verbaut ist und einer Spirale, die das Hauptelement des Dilators ist und sich kleinschrittig vergrößern und wieder verkleinern kann. Die Spirale und die Basis sind in ein medizinisch verträgliches elastisches Material gehüllt (wahrscheinlich Silikon), welches besonders um die Spirale herum ganz bestimmte Dehneigenschaften mitbringen muss, um sowohl im eingefahrenen als auch im ausgefahrenen Zustand alle Eigenschaften beizubehalten und nicht zu reißen oder sich auf ungewollte Art zu verformen.
- Die Spirale besteht aus einem dünnwandigen elastischen Material (Metall/Kunststoff), welches wie eine Feder vorgespannt ist. Diese Spirale ist auf einem Hohlzylinder aufgewickelt, der in der Basis des Dilators fest eingespannt ist und als innerer Ankerpunkt für die Spirale dient.
- Das äußere Ende der Spirale ist nach unten hin verlängert und mit einem Schiebekopf verbunden, der das äußere Ende der Spirale auf einer Bahn mit wachsendem Radius um den Mittelpunkt bewegen kann, wodurch sich die Spiralstruktur langsam mit größer werdendem Außenradius aufschieben kann.
- Der Deckel der Basis ist wie eine Schablone aufgebaut, mit einem Bahnausschnitt, in dem der Schieber läuft. Diese Spiralbahn braucht nach unseren Überlegungen nicht mehr als eine

Windung, vielleicht sogar weniger, um von einem Minimaldurchmesser von 18mm auf einen Maximaldurchmesser von ca. 40 mm zu kommen. Die geforderte möglichst kleinstufige Vergrößerung des Dilators sollte damit gegeben sein.

## 2. Antriebskonzepte

- Bei der oben beschriebenen Konfiguration des Spiral-Dilator wird ein Antrieb benötigt, der zwei Bewegungsrichtungen ermöglicht, um der Spiralbahn des Schiebers folgen zu können. Dies erscheint recht aufwändig, da der Raum für Antriebe sehr begrenzt ist und zwei Motoren auch mehr Energie verbrauchen. Bisher konnte keine gute Lösung für dieses Problem gefunden werden, sodass auch in dem CAD-Modell der Motor mit dem Schieber nur zur Veranschaulichung dient. Eine Möglichkeit, um diese Bewegung trotzdem zu realisieren, könnte sein, die Spiralbahn mit einer Art Zahnkranz auszustatten an der ein Motor mit einem Zahnrad entlangfahren kann. Denkbar wäre auch eine Art Drehscheibe in der Basis, die um die Achse der Spirale rotieren kann, auf der ein weiterer kleiner Motor verbaut ist, der nur in Radialrichtung eine Bewegung ausführt. Werden diese beiden Bewegungsrichtungen kombiniert könnte der Schieber der Spiralform der Bahn folgen.
- Eine andere Option wäre, das Auffächern der Spirale nicht durch den äußersten Punkt in Gang zu setzen, sondern durch den innersten Punkt an dem Hohlzylinder in der Mitte. Das wäre insofern von Vorteil, als dass der Hohlzylinder mithilfe eines einfachen Servomotors mit niedriger Drehzahl und hohem Drehmoment rotiert werden könnte und keine zweite Bewegungsrichtung benötigt wird. In diesem Fall müsste nur das äußere Ende der Spirale fest in der Basis eingespannt sein, was zu dem Problem führt, dass sich die Spirale nicht kreisförmig in alle Richtungen gleich ausbreitet, sondern nur in die entgegengesetzte Richtung der festen Einspannung. Dadurch verliert die Struktur wiederum an Stabilität und das Material der Außenhaut wird deutlich mehr belastet durch die einseitige Dehnung. Dem könnte entgegengewirkt werden, indem doch eine zweite Bewegungsrichtung eingeführt wird und sich das äußere Ende der Spirale gradlinig nach außen verschieben ließe. Damit würde sich die Spirale wieder gleichmäßig aufweiten und der Hohlzylinder wäre wieder im Zentrum (Symmetrieachse) der Spirale.



Grobe Skizze alternativer einachsiger Antrieb durch Rotation des Mittelwelle

### 3. [Entscheidungen bei der Entwicklung](#)

- Ursprünglich waren zwei Bewegungsrichtungen vorgesehen, nämlich in Radialrichtung und in Längsrichtung. So könnte der Dilator auch länger werden, nicht nur breiter, was aus Patient\*innensicht zu bevorzugen wäre. Aus Gründen der fehlenden Kapazitäten wurde bei diesem Prototyp nur die Radialrichtung berücksichtigt, um die Konstruktion zu vereinfachen
- Dass der Schieber das äußere Ende vor sich herschiebt beim Vergrößern ist bewusst gewählt, damit die äußere Kante nicht an der Silikon-Außenhaut entlangschabt. Zwar besteht nun das Problem beim Verringern des Radius, allerdings wird dies als weniger problematisch betrachtet, da die Kante hierbei nicht nach außen drückt, und somit weniger das Material belasten sollte.
- Ein Aspekt, der nicht abschließend geklärt werden konnte, ist die Stabilität der Struktur gegenüber einer von außen wirkenden Flächenlast, die beim Einführen des Dilator durch die Muskulatur der Vagina hervorgerufen wird. Die Befürchtung ist, dass die Spirale als Form diesem Druck nicht standhalten kann und sich verbeult oder verformt, besonders im Bereich nahe der Dilatorkuppe, da die Spirale nur unten in der Basis gelagert ist und somit oben besonders anfällig ist gegenüber Kräften von außen. Das Modell wurde jedoch weiterverfolgt, in der Annahme, dass durch den Aufbau einer Vagina bedingt, hauptsächlich im unteren

Bereich nahe der Basis Kräfte anliegen, denen die Struktur standhalten muss. Weiterhin könnte experimentell untersucht werden, wie dick die Wandstärke der Spirale und welches Material zu wählen sind, um die Kräfte aufzunehmen.

#### 4. [Probleme und Lösungsansätze](#)

- Ein Problem, welches bisher nicht lösbar war, ist die Dilatorkuppe. Es muss eine Möglichkeit gefunden werden, wie die Kuppe sich mit der Aufweitung der Spirale mitbewegen kann, damit ein Übergang zwischen der Außenkante der Spirale und dem Zentrum geschaffen wird. Andernfalls wäre das Material der Außenhaut dort nicht von innen abgestützt und würde womöglich über der Kante der Spirale durch die Dehnung verschleifen.
  - ↳ Eine Möglichkeit, die in Betracht kommen würde, um dieses Problem zu lösen, wäre eine Art Kegelstruktur, die an einer Seite offen ist und sich in sich selbst verschieben kann. Wäre diese mit der Außenkante der Spirale verbunden, könnte sich der Kegel mit verschieben und würde mit größer werdendem Durchmesser einen immer flacheren Kantenwinkel annehmen. Bisher konnte keine gute Konfiguration aus Maßen des Kegels gefunden werden, die eine solche Konstruktion erlauben bzw. den Abstand der Kuppe bei Durchmesseränderung von 20mm auf 40mm überbrücken kann.
- Das medizinische Silikon, was als Mantel um den Dilator gelegt ist, muss sich mit der Aufweitung der Spirale mitdehnen können. Besonders an der unteren Kante zwischen Spirale und Basis wird erwartet, dass dort Schwierigkeiten entstehen, da das weggeschobene Material bei der Ausdehnung sich nach außen oder innen beulen könnte. Außerdem besteht das Risiko, dass sich Material der Außenhaut in den Rillen des Schiebers verfangen könnte. Entweder muss die Außenhaut auch dort abgestützt werden, was sich kompliziert gestalten wird durch die Ausdehnung der Spirale am gleichen Ort, oder das Material kann so geformt werden, dass zu keinen Problemen kommt.

#### 5. [Perspektiven für Weiterentwicklung](#)

- Für den Fall, dass die Spiralstruktur nicht ausreichend stabil ist, um die Druckkräfte von außen aufzunehmen und sich das Material verbiegt oder versagt, ist eine Konstruktion zwischen den einzelnen Schichten der Spirale denkbar, welche die Kräfte nach innen überträgt und aufnimmt. Die Spiralschichten könnten zum Beispiel durch Lamellen verbunden sein aus sehr kleinen faltbaren Stäben oder Platten, die sich mit wachsendem Durchmesser aufstellen und

die Spiralschichten kräftetragend verbinden. Eine weitere Idee könnte sein, das Konzept von aufblasbaren Ballons mit der Spiralkonstruktion zu verbinden und zwischen die Spiralschichten eine Art aufblasbare Membran zu verbauen, die die Spirale nach innen hin abfedert und für eine erhöhte Stabilität sorgt.

- Um eine Beweglichkeit in Längsrichtung mit in das Design zu integrieren, könnte in der Basis eine Art Hebebühne hinzugefügt werden, welche die Motorik und die Spirale hoch- und runterfahren kann. Dies würde allerdings wiederum mehr Platz einnehmen und einen zusätzlichen Motor benötigen, was zu einem höheren Gewicht und einem höheren Energieverbrauch führt.

6. Ansichten CAD-Modell

