

## Reparatur eines medizinischen Handlasers, 675nm, 20mW

In diesem Handlaser sind 3 Stück AA-Batterien zum Betrieb erforderlich. Die Batterien ließen sich nicht wechseln, da die letzte eingesetzte Batterie feststeckte. Alle Versuche mit Klopfen, Schütteln, Aufschlagen, etc. die Batterie zu lösen schlugen fehl.



So mussten „härtere“ Methoden ergriffen werden. Der Handlaser wurde in eine Drehmaschine eingespannt. Der direkte Kontakt der scharfen Backen **hätte** aber die Oberfläche des Lasergehäuses (Bild unten) verletzt.

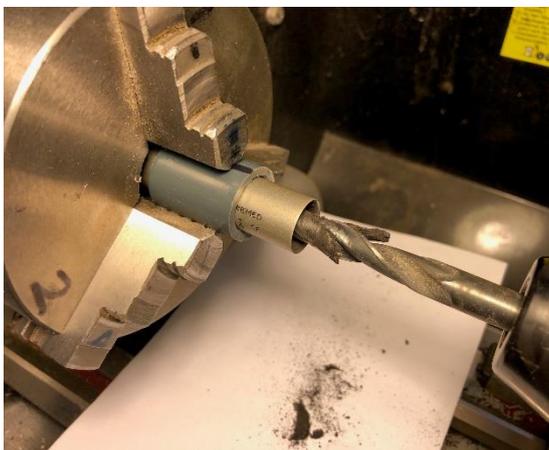
Daher wurde zuerst eine Kunststoffhülse hergestellt, die die Oberfläche schützte und trotzdem die Spannkraft der Backen auf den Laser übertrug.



Dazu wurde die Hülse der Länge nach geschlitzt.

Nach dem festen Einspannen des Lasers wurde eine Stahlschraube in die Batterie gedreht und versucht, diese aus der Hülse des Lasers zu ziehen (rechtes Bild unten). Auch dieser Versuch misslang und die

Schraube riss aus dem vorgebohrten Loch einfach aus.



Die nächste „Verschärfung“ wurde fällig, das Ausbohren. Zuerst mit 4mm, dann mit 10mm (linkes Bild) und danach mit einem 13mm-Bohrer.

Noch immer ließ sich die fast völlig hohle Batterie nicht aus dem Lasergehäuse entfernen.

Als letzte Möglichkeit

blieb dann das Ausdrehen bis auf den Innendurchmesser der Laserhülle von 15mm. Dies half und die Batteriegehäusereste kamen zerspannt aus der Hülle des Lasers. Die erste Batterie war geschafft.

Es wurde nun wieder durch Schütteln und Klopfen versucht, die zweite Batterie zu bewegen „freiwillig“ aus der Hülle zu rutschen, aber fast wie erwartet halfen die Bemühungen nicht, die Batterie steckte auch fest.



Für das Aufbohren der zweiten Batterie waren die bisher verwendeten Spiralbohrer zu kurz und so wurde ein 10mm Bohrer auf 30cm verlängert.

Als dies geschafft war, wurde die zweite Batterie mit dem 10mm Bohrer angebohrt. Nach etwa 15mm Bohrtiefe kamen keine Bohrreste aus der Hülse und der Bohrer konnte nicht weiter eingeführt werden. Dies bedeutete, dass sich die Batterie auf den Bohrer „aufgespießt“ hatte und in der sich drehenden Hülse stillstand.

Und tatsächlich, als der Bohrer aus der drehenden Hülse herausgezogen wurde, steckte die angebohrte Batterie auf dem Bohrer (Bild rechts).

Die dritte Batterie „rutschte“ freiwillig aus der Laserhülle und somit war das eigentliche Problem gelöst.



Links der Rest der ersten Batterie.



Bemerkenswert ist aber, dass die verwendeten Batterien sehr teure Batterien der Fa. Duracell, der Marke „Professional Alkaline Battery“ sind, mit einem noch nicht fälligen Ablaufdatum „MAR 2021“ und dass von diesen eigentlich eine absolute Dichtheit zu erwarten ist. Offensichtlich hält der Name nicht, was der hohe Preis verspricht.

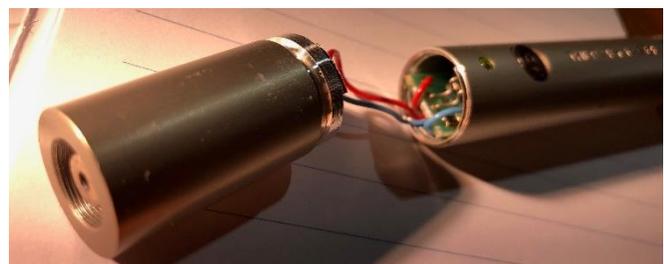


Durch die durchaus „raue“ Behandlung des medizinischen Gerätes bei der Entfernung der zerstörten Batterien, ist der Federkontakt (Minuspol) am Boden des Batterieschachtes defekt geworden und der Anschlussdraht abgerissen. Die Spiralfeder wurde mit einem speziell angefertigten Haken herausgezogen. Dieser Kontakt musste neu an die Taster Platine im vorderen Teil des Batterieschachtes verbunden werden.



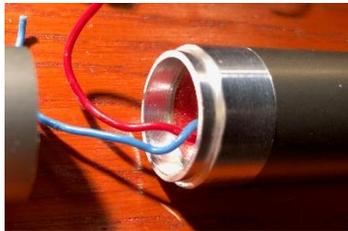
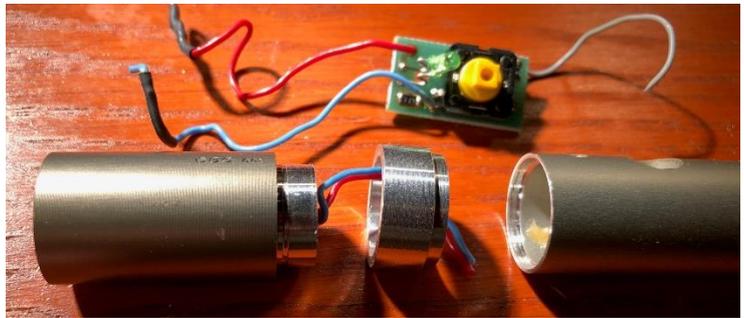
Dazu war es erforderlich den Teil, indem sich die Laserdiode befindet vom Batterieschacht zu trennen. Laut Herstellerfirma ist dieser Teil aufgeschraubt (wie auch der Schlüsselschalter), aber aus Sicherheitsgründen auch verklebt. Versuche diese verklebte Schraubverbindung durch großen Kraftaufwand bei dem die Oberfläche des Gerätes aber nicht verletzt werden durfte und zusätzlicher Erwärmung zu lösen, schlugen fehl.

So blieb nur noch die Möglichkeit das Gewinde von außen abzdrehen. Dies gelang gut, dadurch wurde die Platine mit dem Taster freigelegt und konnte nach dem Lösen der Verklebungen der Platine herausgezogen werden. Die Drahtverbindung des Laserteils mit der Platine wurde getrennt, um eine Bearbeitung beider Teile zu ermöglichen.



Ein Verbindungsstück aus Hart-Aluminium wurde hergestellt. Dieses muss eine feste mechanische Verbindung nach der elektrischen Reparatur der Platine sicherstellen.

Nach dem festen Aufpressen auf den Laserteil (siehe Bild unten) blieb noch eine kurze Passung zum Batterieteil



zum Batterieteil offen. Diese Verbindung wurde nach der Fertigstellung aller notwendigen Arbeiten geklebt und auf Grund der relativ kleinen Klebefläche kann diese nach Erwärmung auf 150°C für eventuelle spätere Reparaturen auch wieder gelöst werden.

Als nächstes musste der Federkontakt eingeklebt werden. Dazu wurde dieser mit einer 25cm langen Gewindestange vorsichtig im Batteriefach positioniert.



Die Kreisscheibe, auf der der Batteriekontakt aufgeklebt ist, hatte herstellungsseitig nicht die genaue Position und so wurde dies mit einem dafür angefertigtem Werkzeug (Bild unten) korrigiert.



Noch eine Verbesserung des ursprünglichen Zustandes konnte verwirklicht werden. Die Anode (Pluspol) der Laserdiode im Laserteil ist elektrisch mit dem Aluminiummaterial verbunden, somit findet die elektrische Verbindung zum Batterieteil über das Verbindungsstück mit einer Pressung und einer Klebung statt. Aluminium ist aufgrund der Tatsache, dass es an der Oberfläche immer eine dünne Oxydschicht bildet, die elektrisch nicht leitet, ein schlechtes Kontaktmaterial und daher sind statische Alu-Alu-Verbindungen problematisch. Bei der Verbindung des Schlüsselschalters mit dem Batterieteil wird die Schraubverbindung bewegt und dabei wird die Oxydschicht im Gewinde teilweise „zerrieben“.

Auf der Taster Platine ist der Pluspol der Diode aufgelötet und so wurde ein M2-Gewinde in den Batterieteil vis-a-vis des Taster Loches angebracht, mit dem eine sichere elektrische Verbindung des Aluminiums mit dem gelöteten Pluspol möglich war.

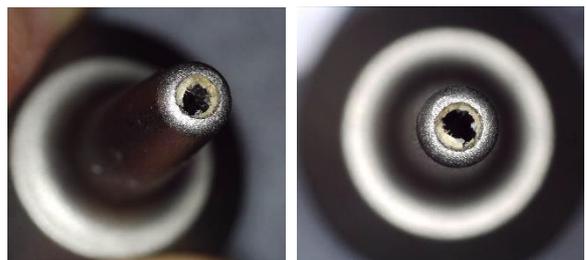
Alle Drähte wurden im Platinenteil verstaut und ein provisorischer Funktionstest durchgeführt. Danach konnte die Platine und die kurze Passung mittels Zweikomponentenkleber verklebt werden - FERTIG.

Bei der letzten Überprüfung des Lasers wurde von der Herstellerfirma festgestellt, dass die Leistung statt der ursprünglichen 20mW nur noch 14 mW betrug. Im Zuge der Reparaturarbeiten wurde bei der linken „Düse“ (Bild unten) eine Verunreinigung im Rohr festgestellt. Mit der

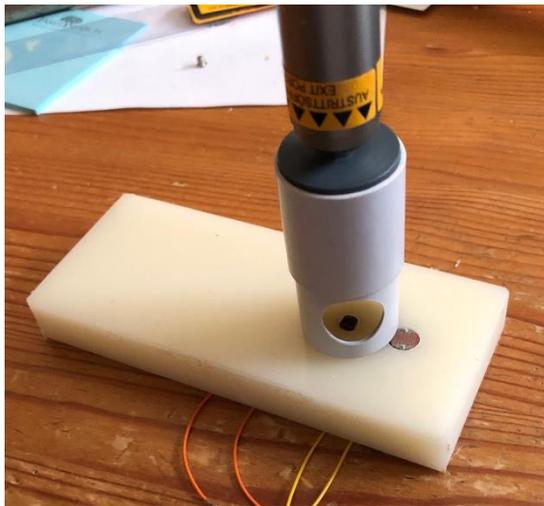
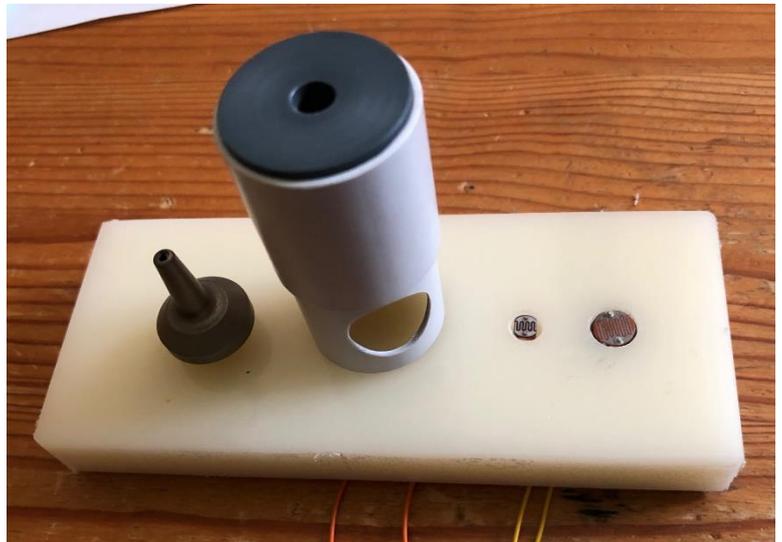


Mikroskop-Kamera sah dies, wie in den rechten Bildern zu sehen ist, so aus.

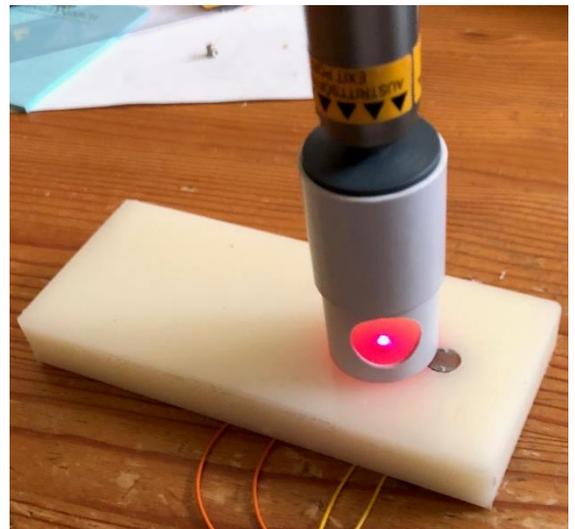
Dass der gemessene Leistungsabfall nicht durch die Verengung der Öffnung verursacht wird, muss mittels Messanordnung festgestellt werden.



Diese Messanordnung bestand aus einer Platte, in der zwei LDR (lichtabhängiger Widerstand) mit einer wirksamen Fläche von 5mm<sup>2</sup> und 25mm<sup>2</sup> eingesetzt wurden und einer grauen PVC-Passplatte, die die Düse exakt aufnahm. Zwei PVC-Rohre, eines welches einen Abstand der Düse vom LDR mit 45mm und eines mit 200mm gewährleistete. Das große seitliche Loch dient zur genauen Positionierung des Laserstrahls auf die LDR.



Links die Messanordnung. Bei der Messung selbst wird das graue Oberrohr vor das Loch geschoben. Rechts die Positionierung des Lasers.

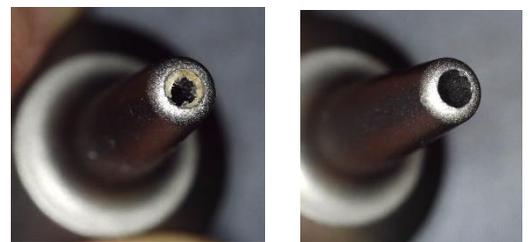


Die LDR verändern ihren Widerstand proportional zur auftretenden Helligkeit und zwar verkehrt proportional, je heller desto weniger Widerstand. Eine Bestimmung der Laserleistung wäre möglich, bedarf aber der Eichung des Systems, aber dies ist nicht das eigentliche Ziel der Messungen.

Es soll festgestellt werden um wie viele Prozent sich die Helligkeit nach dem Entfernen der Verunreinigung ändert. Ändert sich nichts, hat die Verunreinigung keinen Einfluss auf die Laserleistung und der Laser wäre tatsächlich schwächer geworden. Ändert sich die Helligkeit etwa um die vermutete Laserleistungsminderung (20% auf 14%), so bedeutet dies, dass der Laser seine ursprüngliche Leistung abgibt, die verengte Düse die Wirkung vermindert.

Hier die Messungen und der Schluss daraus:

| Düse verengt |                      |         | Düse gereinigt |                      |         |
|--------------|----------------------|---------|----------------|----------------------|---------|
| Abstand      | LDR 5mm <sup>2</sup> | Deckung | Abstand        | LDR 5mm <sup>2</sup> | Deckung |
| mm           | Ω                    | v/kl/gr | mm             | Ω                    | v/kl/gr |
| 45           | 128                  | knapp   | 45             | 96                   | v       |
| 45           | 130                  | knapp   | 45             | 89                   | v       |
| 45           | 132                  | knapp   | 45             | 92                   | v       |
| 45           | 137                  | knapp   | 45             | 89                   | v       |
| Mittelw.     | 131,75               |         | Mittelw.       | 91,5                 |         |
| 200          | 130                  | zu groß | 200            | 115                  | zu groß |
| 200          | 134                  | zu groß | 200            | 116                  | zu groß |
| 200          | 126                  | zu groß | 200            | 124                  | zu groß |
| 200          | 127                  | zu groß | 200            | 118                  | zu groß |
| Mittelw.     | 129,25               |         | Mittelw.       | 118,25               |         |



Die roten Werte ergeben einen Faktor von etwa 1,1 sind aber nicht aussagekräftig, da der Laserstrahl größer war, als das Messfenster des LDR.

Die grünen Werte ergeben einen Faktor von 1,44 (bei einer Toleranz von etwa 5%) was der vermuteten Leistungsreduktion von 20mW auf 14mW entspricht.

Somit hat der Laser nach der Reinigung der Düse wieder die volle Leistung (bei 5% Toleranz).