

## Fotografie -> Bastell Ecke -> Tilt Objektiv

Beigesteuert von Thomas Berndt

Tuesday, 13. October 2009

Letzte Aktualisierung Tuesday, 12. January 2010

DIY Tilt-Objektiv (mit 28 bzw. 50mm Brennweite)

Update: Inzwischen sind die hier vorgestellten DIY-Tilt Objektive via Airbrush optisch an das Kameragehäuse angeglichen worden:

Es war maßgeblich das Spiel mit der Schärfentiefe welches mich zum Umstieg von einer Kompakt- auf eine DSLR-Kamera bewegen hat. Ich war und bin schlichtweg fasziniert von der Möglichkeit über den deutlich größeren Sensor der DSLR den Blick des Betrachters durch selektive Schärfe/Unschärfe gezielt lenken zu können.

Dieses Spiel lässt sich mit einem Vollformat Sensor natürlich auf die Spitze treiben und so stand schon nach kurzer Zeit eine "Horst" (alias EOS 5DmkII) ins Haus, welche meine lieb gewonnene EOS 30D ablöste und nun in den Dienst meiner Frau stellt ;-)

Noch extremer als rein über die Sensorgröße kann man den Blick des Betrachters allerdings durch ein sog. Tilt-Shift-Objektiv lenken. Diese gestatten es einem durch paralleles Verschieben des Objektivs zur Sensorebene (das "Shiften") stürzende Linien bei der Architekturfotografie zu vermeiden bzw. durch das "Tilten", also Kippen des Objektivs, die Schärfenebene frei zu verschwenken. Der Tilt- Effekt kann entweder dazu genutzt werden die Schärfenebene (gem. der Scheimpflugregel) entlang eines Objektes auszurichten, also z.B. um ein schräg stehendes Objekt bei voll geöffneter Blende (und damit einhergehender geringer Schärfentiefe) trotzdem komplett scharf abzubilden, oder die Schärfe durch Anti-Scheimpflug Stellung noch weiter zu begrenzen (siehe Abb. II).

Dadurch dass die Schärfenebene nicht mehr zwingend parallel zur Sensorebene liegt sondern sich nunmehr frei durch den Raum legen lässt können tolle Bildwirkungen erzielt werden - siehe dazu folgende Beispielbilder:

Abb. I



Abb. II

Während das "Shiften" auch durch Software realisiert werden kann (siehe: Shift-N) ist der "Tilt"-Effekt nicht vollständig via Elektronischer Bildverarbeitung (EBV) erzielbar. Während der Anti-Scheimpflug-Effekt durch partielle Anwendung von Weichzeichnern annähernd (wenn auch ohne Tiefengrundlage) simuliert werden kann, ist ein Pseudo-Scheimpflug, also das Ausrichten der Schärfe bei geöffneter Blende entlang eines schräg stehenden Objekts, nur durch aufwendiges Focus-Stacking (siehe Helicon-Focus, CombineZM) und anschließende Bearbeitung des vollständig scharfen Bildes mit Weichzeichnern möglich.

Nun: Was die Software nicht kann, muss eben mittels Hardware gelöst werden - sprich man kauft eben ein solches Tilt-Shift-Objektiv. Schöne heile Welt wenn der hauseigene Finanzminister das eben mal absegnet, denn der Preis für solche Objektive rangiert im Bereich 1.000 - 2.400€. Autsch!!! :-)

"Das muss doch auch günstiger gehen" dachte ich mir. Nach ein wenig WWW-Lektüre fand ich dann die Website von Markus Keinaths. Speziell diese Seite hier trieb mich zunächst in den nächsten Baumarkt und anschließend (in Ermangelung passender Halogen-Spots) in den hiesigen Conrad-Elektronik Shop. Schon einen passenden Halogen-Spot in der Hand plagten mich auf dem Weg zur Kasse die Gedanken: "Wenn das mal was Gescheites gibt... sehen ja doch recht "windig" aus die Bilder auf der Website und >>schön<< ist gleich ganz was anderes!" Just auf dem Weg zur Kasse viel mein Blick dann auf dieses 5er LED-Pushlight. Um 360° drehbar und schwenkbar! - Da müsste sich doch was draus machen lassen!" Fluchs den Halogen-Spot zurück gebracht und das LED-Pushlight eingepackt! Noch ein Hinweis vorweg: Das hier vorgestellte DIY Tilt-Objektiv eignet sich nur zur Verwendung an einer Kamera mit APS-C Sensor (Verlängerungsfaktor 1.5-1.6). Zur Verwendung an einer Vollformat-Kamera müsste ein

Mittelformat-Objektiv für den Umbau genutzt werden.

...und nun...

... zugeschaut und mit gebaut !!! ...

Bauanleitung:

Bevor es losgeht, sollten man zunächst sicherstellen, dass alle benötigten Werkzeuge und Materialien vorhanden sind. Das erspart einem nerviges Suchen (und Fluchen) oder wiederholte Abstecher beim ansässigen Baumarkt. Anbei also zunächst eine Aufstellung aller benötigten Teile für den gesamten Umbau:

Werkzeug:

- Cutter-Messer
- Akku Bohrschrauber / Bohrmaschine
- Kronenbohrer Set
- Feile
- Dremel / Multischleifer inkl. Schleifaufsatz
- Bandschleifer (alternativ Schleifpapier / Feile )
- Zange
- Heißklebe Pistole
- Backofen

Material:

- 2x 5er LED Pushlight
- Conrad Elektronik Artikel-Nr.: 571829 - 62 -- 5,95€/Stück
- EF Gehäusedeckel (Kameradeckel)
  
- Canon 28mm 2,8 FD Objektiv -- oder ---
- Canon 50mm 1,8 FD Objektiv
  
- 2-Komponenten Kleber

Zunächst werden wir uns um die Befestigung des Pushlight-Chassis an der Kamera kümmern. Ziel wird es sein das LED Pushlight mit einem Canon EF-Bajonett zu versehen. Über diesen Anschluss wird das Chassis dann wie ein normales Objektiv mit der Kamera verbunden. Der dreh- und schwenkbare LED-Spot im Chassis wird später durch Teile des jeweiligen Objektivs ersetzt und bildet somit dann das Herzstück des DIY Tilt-Objektivs.

Bau des EF-Bajonetts:

1. Schritt:Zunächst einmal packen wir das Pushlight aus (Abb. 1) und entfernen den um 360° drehbaren Rückdeckel. Der Deckel ist lediglich geclipst und kann leicht abgenommen werden (Abb. 2).

(Abb. 1)

(Abb. 2)

2. Schritt: Nun wird mit dem Akku-Bohrschrauber und dem Kronenbohrer Aufsatz ein kreisrunder Ausschnitt in den Rückdeckel des Pushlights gesägt (Abb. 3). Der Durchmesser sollte in etwa so groß sein wie das Bajonettgewinde des Kameradeckels - keinesfalls größer! Lieber nimmt man hier den nächst kleineren Bohraufsatz. Das Ergebnis sieht man in (Abb. 4).

(Abb. 3)

(Abb. 4)

3. Schritt: Wollen wir nun den Gehäusedeckel in das soeben gesägte Loch einpassen stellen wir schnell fest, dass die Haltenasen des Rückdeckels mit dem Rand des Gehäusedeckels kollidieren. Dieses Problem lösen wir, indem wir den Rand des Gehäusedeckels an den entsprechenden Stellen abfeilen (Abb. 5+6)

(Abb. 5)

(Abb. 6)

Das Ergebnis schaut dann wie in Abb. 7 aus. Zwar stören jetzt die Haltenasen des Pushlight-Rückdeckels nicht mehr aber das in den Rückdeckel gesägte Loch ist noch etwas zu klein für das Bajonett-Gewinde des Gehäusedeckels. Der Gehäusedeckel lässt sich so zunächst nur falsch herum in den Pushlight-Rückdeckel einpassen (Abb. 8).

(Abb. 7)

(Abb. 8)

4. Schritt: Unter Zuhilfenahme des Multischleifers (Dremel) wird nun das Loch im Pushlight-Rückdeckel vorsichtig erweitert und zwar solange bis das Bajonett-Gewinde des Gehäusedeckels ohne groß Spiel zu haben hindurch passt (Abb. 9).

(Abb. 9)

Das Ergebnis sollte dann so aussehen: Das Bajonettgewinde des Gehäusedeckels passt nun bündig und ohne viel Spiel (diesmal richtig herum) durch das Loch im Pushlight-Rückdeckel (Abb. 10+11).

(Abb. 10)

(Abb. 11)

5. Schritt: Nun wird auch in den Gehäusedeckel mittig ein kreisrundes Loch gesägt (Abb. 12+13). Dieses Loch sollte so groß wie möglich ausfallen. Vorsicht: Das Bajonettgewinde muss in jedem Fall stehen bleiben und darf nicht beschädigt werden. Auch hier gilt: Wir sägen lieber erst ein etwas kleineres Loch heraus.

(Abb. 12)

(Abb. 13)

6. Schritt: Das just gesägte Loch wird jetzt mit dem Multischleifer so weit es eben geht erweitert (Abb. 14). Gehäusedeckel und Pushlight-Rückdeckel sehen nun zusammengesetzt wie in Abb. 15 aus.

(Abb. 14)

(Abb. 15)

7. Schritt: Soweit so gut... Wir könnten nun den Gehäusedeckel bereits mit dem Pushlight Rückdeckel verkleben. Doch HALT - Die Erfahrung hat gezeigt, dass der Rand des Gehäusedeckels später den Tilt-Winkel des Objektivs unnötig einschränkt. Der Rand des Gehäusedeckels kommt später der Rückseite des Objektivs sehr schnell in die Quere - Er ist einfach zu hoch. Also weg damit! Wir schleifen den Rand entweder komfortabel mit einem Bandschleifer oder unter Muskeleinsatz und Schleifpapier flächig ab (Abb. 16). Das Ergebnis ist in Abb. 17 zu sehen:

(Abb. 16)

(Abb. 17)

8. Schritt: Wir setzen nun den just abgeschliffenen Gehäusedeckel (oder was davon übrig ist) mit dem Pushlight-Rückdeckel zusammen. Von Vorder- und Rückseite sollte das nun so aussehen wie in Abb. 18+19 - sprich: Die beiden Teile passen gut ineinander und der Gehäusedeckel steht auf der kameraabgewandten Seite nur minimal über (siehe Abb. 18).

(Abb. 18)

(Abb. 19)

9. Schritt: Damit wir das ganze Konstrukt nun problemlos an eine EOS ansetzen können (hier eine EOS 1000D) müssen noch zwei der am Rand des Pushlight-Rückdeckels hervorstehenden Rundungen weichen. Diese werden einfach vorsichtig mit einer Zange abgebrochen (Abb. 20+21) und die Bruchstelle ggf. mit dem Dremel plangeschliffen.

(Abb. 20)

(Abb. 21)

10. Schritt: Wir schrauben unser Konstrukt nun mit dem Bajonettgewinde des Gehäusedeckels an eine EOS und drücken den Pushlight-Rückdeckel soweit es geht in Richtung Kamera. Wir sorgen so dafür, dass der Pushlight-Rückdeckel plan am Kameragehäuse anliegt (Abb. 22). Nun nehmen wir das ganze Konstrukt vorsichtig wieder von der Kamera herunter (Vorsicht, dass sich die beiden Teile nicht zueinander verschieben) und fixieren das ganze indem wir die Schnittstelle der beiden Teile auf der kamerazugewandten Seite mit Heißkleber verbinden. Keine Sorge: Der Heißkleber (der jetzt mitunter das Bajonett-Gewinde blockiert) wird hier nicht lange bleiben. Er übernimmt hier "temporär" zwei Aufgaben:

1. Er fixiert die beiden Teile
2. Er dichtet den Spalt zwischen den beiden Teilen wie eine Dichtmasse ab.

(Abb. 22)

(Abb. 23)

11. Schritt: Nun folgt die eigentliche Verklebung der beiden Teile. Diese erfolgt von der kameraabgewandten Seite und wird mit gescheitem 2-Komponenten Kleber realisiert (Abb. 24). Die Trocknungszeit des von mir verwendeten Klebstoffs (UHU Endfest plus 300) lässt sich durch ein 20 minütiges Sonnenbad bei 95°C im Backofen massiv verkürzen (Abb. 25). Ganz nebenbei erhöht sich damit auch noch die Endhärte der Verklebung. Im Backofen wird nun der Sinn und Zweck der temporären Fixierung/Abdichtung mit Heißkleber ersichtlich: Der sonst so zähe 2-Komponentenkleber (Konsistenz etwa wie Honig) wird im Ofen kurzzeitig flüssig wie Wasser bevor er dann bretthart wird. Hätten wir den Spalt zwischen den beiden Bauteilen nicht mit Heißkleber abgedichtet würde uns der 2-Komponenten Kleber nun einfach davonlaufen und die Bauteile (und ggf. den Ofen) völlig einsauen.

(Abb. 24)

(Abb. 25)

12. Schritt:Frisch aus dem Ofen lassen wir das Bauteil etwas abkühlen und entfernen sodann den Heißkleber auf der kamerazugewandten Seite (Abb.26). Die Verklebung in Abb. 27 sieht doch gar nicht mal so schlecht aus, nicht wahr?

(Abb. 26)

(Abb. 27)

13. Schritt:Jetzt wird an der passenden Stelle noch ein Loch gebohrt (Abb. 28), in welches dann der Sicherungsbolzen der Kamera einrasten kann (Abb. 29).

(Abb. 28)

(Abb. 29)

Und E-Viola unser LED-Pushlight mit EF-Bajonett ist fertig.  
Jetzt haben wir endlich die "Erleuchtung" an unserer EOS ;-)

(Abb. 30)

Vorbereiten des Objektivs:

14. Schritt:Damit das Auflagemaß und damit eine Fokussierung auf die "Unendlich"-Einstellung des Objektivs nach dem

Umbau weiterhin möglich ist, müssen wir die Optik-Einheit sehr tief in das Tilt-Objektiv (also das Gehäuse des LED-Pushlights) einbauen. Der Durchmesser des Objektivs ist hierfür jedoch zu groß!

Lösung: Das Objektiv wird zunächst "gestrippt", es wird also unnötiger Ballast abgeworfen. Dazu werden zunächst die 3 Schrauben an der Seite des Objektiv-Bajonetts gelöst (Abb. 31). Abschließend wird der hintere Objektivdeckel aufgesetzt und im Uhrzeigersinn aufgedreht. Dabei löst sich das Bajonettende vom Objektiv, wie in Abb. 32 zu sehen.

(Abb. 31)

(Abb. 32)

15. Schritt: Nun wird der darunter zum Vorschein kommende Metallring (Abb. 33) entfernt und die darunter liegenden Schrauben (Abb. 34) gelöst.

(Abb. 33)

(Abb. 34)

16. Schritt: Jetzt kann der Blendenring abgenommen werden (Abb. 35) und auch die hierunter liegenden 2 Schrauben (Abb. 36 - Step 1.) werden gelöst. Anschließend kann die eigentliche Optikeinheit aus dem äußeren Schneckengang herausgedreht werden, indem man Optikeinheit und Fokussiererring zueinander gegenläufig dreht (Abb. 36 - Step 2.).

(Abb. 35)

(Abb. 36)

17. Schritt:Das Ergebnis nach Entfernung des Fokussierings: (Abb. 37). Nun widmen wir uns dem abgenommenen Fokussiering: Die 3 Schrauben welche den äußeren Schneckengang halten werden nun gelöst (Abb. 38). Das ganze schaut dann aus wie in Abb. 39. Jetzt wird der äußere Schneckengang noch aus dem schwarzen Zwischensteg herausgedreht (Abb. 40).

(Abb. 37)

(Abb. 38)

(Abb. 39)

(Abb. 40)

18. Schritt:Als letzten Schritt entfernen wir noch die kleine Feder an der Blendenmechanik (Abb. 41). Das erlaubt uns später die Blende auf jede erdenkliche Öffnung einzustellen. Die Feder wirkt dieser Einstellung dann nicht mehr entgegen. Das fertig gestrippte Objektiv sollte nun so ausschauen wie in Abb. 42 gezeigt.

(Abb. 41)

(Abb. 42)

Vorbereiten des LED-Pushlight Korpus:

19. Schritt:Nun bauen wir den LED-Pushlight Korpus für die Aufnahme der Optikeinheit um. Dazu öffnen wir den Korpus zunächst indem wir die 6 Schrauben auf der Rückseite lösen (Abb. 43). Der Schwenkbare LED-Träger wird daraufhin entnommen (Abb. 44).

(Abb. 43)

(Abb. 44)

20. Schritt:Nun demontieren wir die gesamte Elektronik. Dazu lösen wir die 3 Schrauben im Batteriefach (Abb. 45). Nachdem wir die Elektronik entnommen haben schaut das ganze aus wie in Abb. 46.

(Abb. 45)

(Abb. 46)

21. Schritt.Jetzt ziehen wir die beiden schwarzen "Kunststofflager" von den seitlichen Wellen ab und lösen die Verbindungsstellen zwischen dem silbernen Träger/Reflektor und dem davor liegenden Deckglas (Abb. 47). Der nackte Träger/Reflektor schaut dann so aus (Abb. 48).

(Abb. 47)

(Abb. 48)

22. Schritt: Die Haltenasen an denen das Deckglas angebracht war brechen wir nun vorsichtig mit einer Zange weg (Abb. 49) und feilen die verbliebenden Reste plan ab (Abb. 50). Das Ergebnis schaut dann aus wie in Abb. 51 gezeigt.

(Abb. 49)

(Abb. 50)

(Abb. 51)

23. Schritt: Als nächstes suchen wir uns einen Kronenbohrer heraus, der möglichst den selben Durchmesser wie das äußere Schneckengewinde aufweist. Der Durchmesser darf keinesfalls größer sein als der Außendurchmesser des Schneckenganges (Abb. 52). Lieber bohren wir wie hier (Innendurchmesser) ein etwas kleineres Loch in den Träger/Reflektor (Abb. 53). Wie abzusehen war ist das resultierende Loch zu klein, um das Schneckengewinde hindurch zu stecken (Abb. 54). Wir erweitern das Loch also vorsichtig (nicht zu viel wegnehmen) mit dem Dremel-Schleifer (Abb. 55).

(Abb. 52)

(Abb. 53)

(Abb. 54)

(Abb. 55)

Das Ergebnis spricht für sich selbst: PASST! (Abb. 56)

(Abb. 56).

24. Schritt: Jetzt brechen wir am Träger/Reflektor mit einer Zange vorsichtig die beiden seitlich herausstehenden Wellen ab (Abb. 57). Einige werden jetzt sicher denken: "Dann kann man den Träger nachher aber doch gar nicht mehr im Gehäuse um diese Wellen schwenken!?" Egal...richtig gehört: Ab damit! Hat man es richtig gemacht sollte die Bruchstelle schon annähernd halbrund sein. Mit einer Rundfeile hilft man der Perfektion dann noch ein wenig nach (Abb. 58 + 59).

(Abb. 57)

(Abb. 58)

(Abb. 59)

25. Schritt: Jetzt packen wir das 2. LED-Pushlight aus (Abb. 60) und bauen aus diesem ebenfalls den Träger/Reflektor aus (Abb. 61). Dieser 2. Träger/Reflektor wird ab sofort als "Sekundärträger" bezeichnet. Der Sekundärträger durchläuft ebenfalls Schritt 22 und sollte nach der Behandlung so aussehen: Abb. 62

(Abb. 60)

(Abb. 61)

(Abb. 62)

26. Schritt: Anders als in den ersten Träger bohren wir in den Sekundärträger jetzt ein möglichst großes Loch (nur der Rand muss stehen bleiben - siehe Abb. 63+64). Auch hier arbeiten wir ggf. mit dem Multischleifer nach (Abb. 65). Haben wir den 1. Träger/Reflektor mit der Rundfeile in Schritt 24 korrekt bearbeitet, so lassen sich dieser Träger und der Sekundärträger nun bündig aufeinander legen (Abb. 66). Sollten die Teile nicht bündig zusammen passen, so muss am 1. Träger ggf. noch einmal mit der Rundfeile nachgearbeitet werden.

(Abb. 63)

(Abb. 64)

(Abb. 65)

(Abb. 66)

27. Schritt: Die beiden Trägerhälften werden nun mit Malercrepp (Tesacrepp) von innen fixiert. (Abb. 67 + 68). Jetzt kann man mit einem heißen LötKolben die beiden Trägerhälften miteinander rundum verschweißen (Abb. 69 + 70). Die fertige Schweißnaht (Abb. 71) glätten wir dann mit dem Multischleifer (Abb. 72).

(Abb. 67)

(Abb. 68)

(Abb. 69)

(Abb. 70)

(Abb. 71)

(Abb. 72)

28. Schritt: Von innen wiederholen wir jetzt dieselbe Prozedur. Hier können wir jedoch auf den Malerkrepp verzichten, da die äußere Schweißnaht die beiden Bauteile schon ausreichend stabil miteinander verbindet (Abb. 73 + 74).

(Abb. 73)

(Abb. 74)

29. Schritt: In diesem Schritt prüfen wir, ob soweit alles zusammen passt. Zunächst schrauben wir das äußere Schneckengewinde so weit wie möglich auf die Optikeinheit auf (Abb. 75). Nun setzen wir von oben das Bauteil bestehend aus beiden Trägerhälften (ab sofort wird dieses Teil als "Objektivträger" bezeichnet) auf (Abb. 76). Hierbei ist darauf zu achten, dass das kameraseitige Ende des Schneckengewindes durch das Loch im Objektivträger hindurchragt. Weiter werden nun die beiden Kunststoff-Lager wieder seitlich auf den Objektivträger geschoben (Abb. 77). Abschließend setzen wir das gesamte Konstrukt auf die Führungen der kameraseitigen LED-Pushlight-Gehäuseabdeckung (Abb. 78). Achtung: Das Objektiv ist noch nicht fest mit dem Objektivträger verbunden und könnte herausfallen!

(Abb. 75)

(Abb. 76)

(Abb. 77)

(Abb. 78)

Nachtrag:

Es hat sich herausgestellt, dass es beim FD 28mm sinnvoller ist den äußeren Schneckengang verkehrt herum (Kameraseitiges Ende Richtung Frontlinse) auf die Optikeinheit aufzuschrauben. Dies erleichtert später die Kalibrierung und die korrekte Montage in Hinsicht auf eine korrekte Unendlich-Fokussierung. Die obigen Bilder Abb. 75-78 wurden vor dieser Erkenntnis aufgenommen und zeigen noch die ursprüngliche (suboptimale) Montage (Kameraseitiges Ende Richtung Kamera).

Für das FD 50mm ist die seitenrichtige Montage jedoch zu bevorzugen!

Kalibrierung und Montage der Optik-Einheit

30. Schritt: Das wie in Abb. 78 teil-zusammengesetzte Objektiv setzen wir nun an eine mit Live-View ausgestattete D-SLR und aktivieren das Live-View. Auf 100% in das Live-View Bild eingezoomt prüfen wir jetzt die Schärfe in der Unendlich-Einstellung des Objektivs (vollständig in den äußeren Schneckengang eingeschraubt). Die gesamte Optikeinheit wird nun millimeterweise solange vorsichtig aus dem Objektivträger herausgezogen (nicht drehen!), bis in der Live-View Darstellung das Schärfemaximum erreicht ist. (Wurde zu weit gezogen, so muss die Optikeinheit ggf. vorsichtig wieder zurückgeschoben werden). Die so auf die Unendlich-Einstellung kalibrierte Einheit aus Objektivträger und Optikeinheit wird nun vorsichtig aus der LED-Pushlight Aufnahme entfernt und zwar ohne dass sich die Position von Objektivträger und Optikeinheit zueinander verändert. Die entnommene Einheit schaut dann aus wie in Abb. 79. Wir drehen die gesamte Einheit nun vorsichtig herum und fixieren die beiden Teile rundum mit der Heißklebepistole (wie in Abb. 80). Hierbei ist darauf zu achten, dass wir alle Ritze zwischen den beiden Teilen vollständig mit Heißkleber verschließen. Der Heißkleber dient hier wieder als temporäre Fixierung und als Dichtmasse welche verhindert, dass uns der Epoxidharz-Kleber im nächsten Schritt davonläuft.

(Abb. 79)

(Abb. 80)

31. Schritt: Die Optikeinheit wird nun vorsichtig (Optikeinheit und Objektivträger dürfen sich nicht dabei verschieben) aus dem äußeren Schneckengang herausgeschraubt und beiseite gelegt. Das verbleibende Bauteil schaut nun aus wie in Abb. 81. Objektivträger und äußerer Schneckengang werden jetzt mit 2-Komponenten Epoxidharzkleber miteinander verbunden.

Dazu wird der Spalt zwischen den beiden Teilen (Auf der kameraabgewandten Seite) mit dem Klebstoff aufgefüllt (siehe Abb. 82).

(Abb. 81)

(Abb. 82)

Das ganze wird jetzt wie im 11. Schritt im Ofen ausgehärtet

32. Schritt: Aus ausgehärtete und vom nur temporär aufgetragenen Heißkleber befreite Teil (Abb. 83) wird nun wieder in die LED-Pushlight Fassung eingesetzt (Abb. 84) und das LED-Pushlight-Gehäuse geschlossen und verschraubt (Abb. 85). In einem letzten Schritt wird jetzt noch vorsichtig die Optikeinheit in den Schneckengang eingesetzt (Abb. 86)

(Abb. 83)

(Abb. 84)

(Abb. 85)

(Abb. 86)

E-Viola! Das fertig montierte DIY-Tilt 28mm an einer Canon EOS 7D ;-)