

Am Beispiel des Clarky Profils möchte ich die Vorgehensweise für das Bearbeiten von Profilen erläutern.

Für

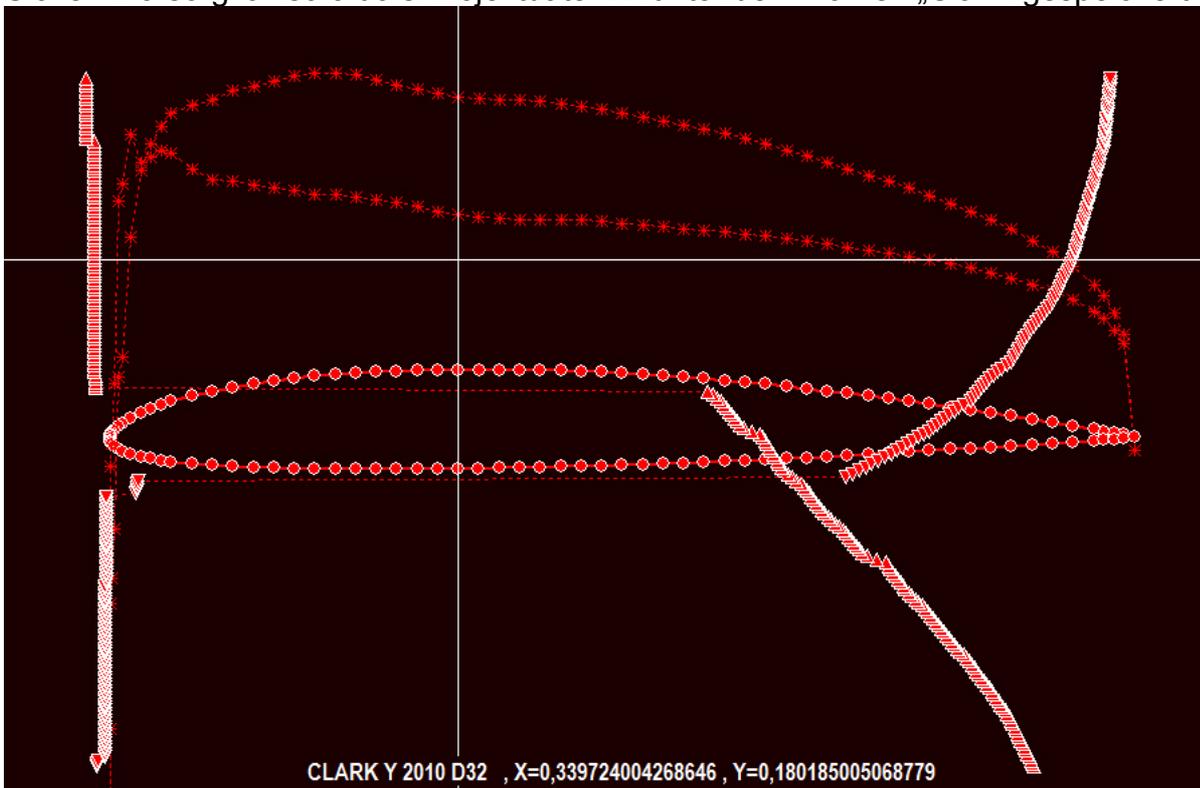
Das Glätten eines Profils

Das beseitigen von offensichtlichen Fehlern am Profil

Das modifizieren eines Profils

Zuerst habe ich für den von mir vorgesehenen Einsatzzweck die Dicke, die Wölbung und die Dickenrücklage mit XFLR5 angepasst. Hier auf 2 % Wölbung, 10 % Dicke und die Wölbungsrücklage von 28 % auf 32 % erhöht. Das Profil wurde dann Clarky 2010 D32 genannt und gespeichert.

Nach dem Öffnen des Profil Editor wird das Profil und weitere die mich interessieren, zB von denen ich glaube eine geeignete Unterseite verwenden zu können, geladen und zum Sichern vorsorglich sofort als Projektdatei zB unter dem Namen „Clark“ gespeichert.

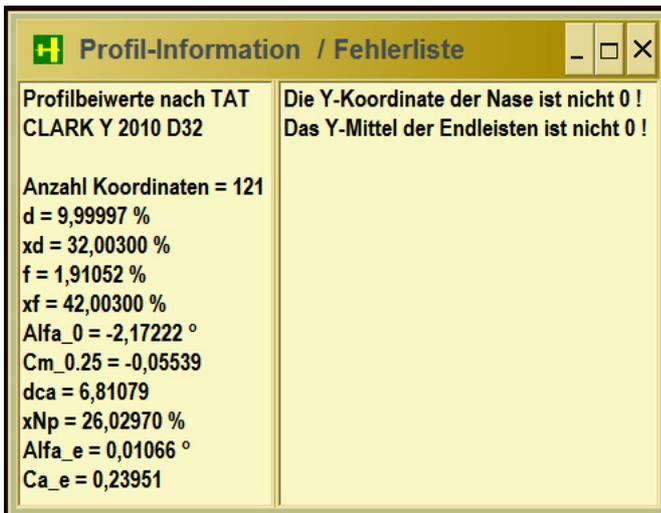


Wie man nach dem Laden im Editor sieht, hat dieses Profil diverse Fehler und Unzulänglichkeiten die sich zB in den Zacken im Geschwindigkeitsverlauf und in der scheinbar vorhandenen laminaren Laufstrecke im Umschlag zeigen. Auch sieht man schön die Wellen im Geschwindigkeitsverlauf. Diese Wellen zeigen uns dass die Oberflächenkontur nicht strömungsoptimiert ist. Die Strömung wird hier beschleunigt und wieder gebremst. Dies erhöht den Widerstand und verschenkt Leistung, zB. Auftriebsleistung.

Am Profil sieht man auch die ungleichmäßige Verteilung der Koordinatenpunkte.

Um das Profil noch weiter zu überprüfen, rufen wir unter der Kopfzeile unter Ansicht das Fenster Profil- Eigenschaften auf.

Hier haben wir diese Ausgangssituation.



Wie wir rechts im Fenster sehen, ist die Ausrichtung nicht in Ordnung. Zur Korrektur führen wir daher die Funktion Ausrichten und Normieren durch. Anschließend kopiere ich das Profil um jederzeit die Ausgangsbasis wieder zur Verfügung zu haben, bzw. um nach Bedarf vergleichen zu können.

Jetzt versuche ich mit der Funktion Glätten grobe Zacken im Geschwindigkeitsverlauf zu beseitigen dabei werden die Koordinatenpunkte in Cos Verteilung neu geordnet. Die Koordinatenanzahl von 121 wurde nicht verändert da diese recht passend ist.

Das Profil stellt sich jetzt so dar.

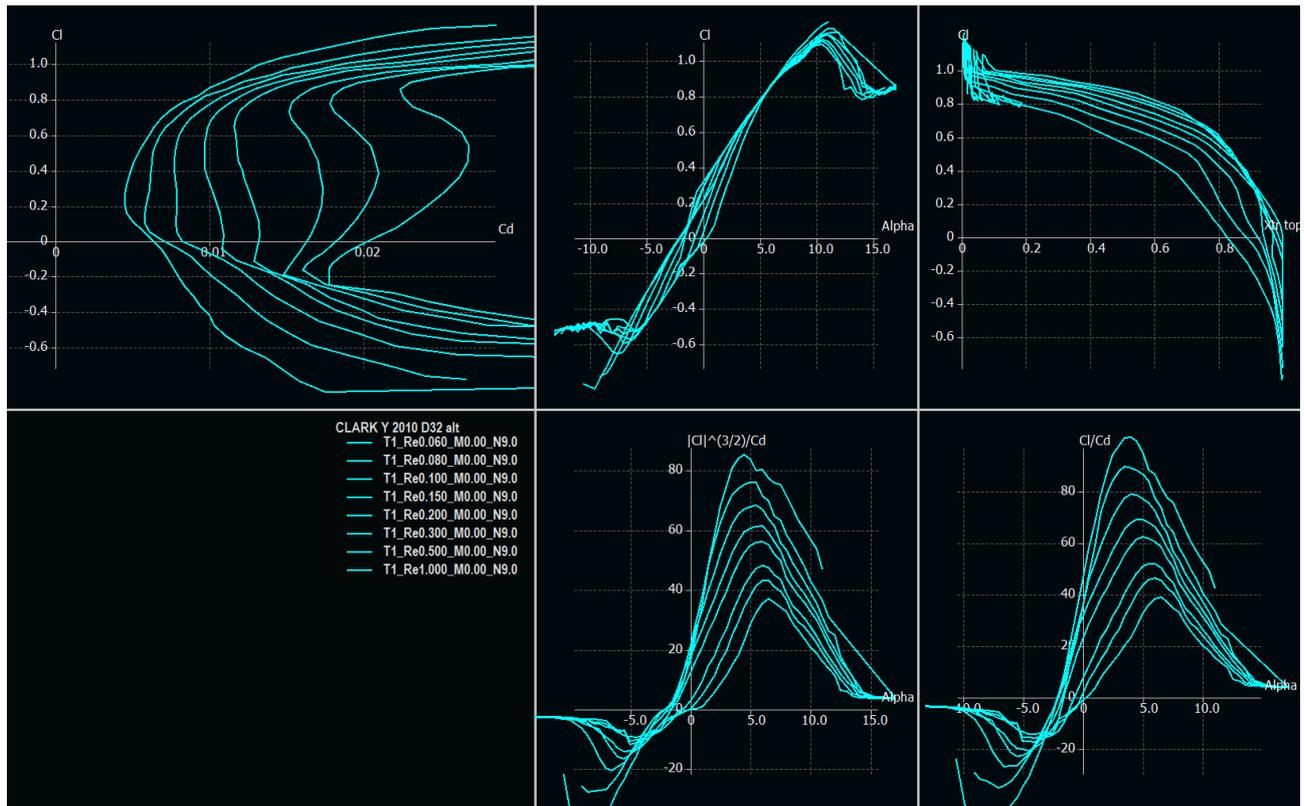


Die groben Zacken im Geschwindigkeitsverlauf an der Nase sind verschwunden, ebenfalls sind die scheinbaren „laminaren Laufstrecken“ eher kürzeren groben Zacken gewichen. Diese scheinbaren laminaren Laufstrecken kommen oftmals durch Fehler im Nasenbereich des Profils. Es handelt sich dann regelmäßig nicht um ein Laminarprofil.

Die Charakteristik beim Geschwindigkeitsverlauf ist noch unverändert.
Die eigentlichen Profilfehler sind also noch unverändert.

Um den Unterschied zu später sehen zu können, exportiere ich an dieser Stelle das Profil und lasse in der XFLR5 Software die Xfoil Polaren rechnen.

Dies schaut dann so aus.



Auch hier sind einige „Macken“ erkennbar. zB bei Gleit u Steigzahl bzw das Überziehverhalten ist etwas „eckig“ zudem sind in der Cl/α Grafik deutliche „Auffächerungen“ durch Blasenbildung zu erkennen. Auch der Umschlag oben zeigt im hinteren Bereich deutliche Blasenneigung.

Erkennbar sind aber auch eine laminare recht schnelle Grundcharakteristik des Profils. Auch die Clarky typische Eignung zu verhältnismäßig geringen Re Zahlen ist trotz unserer Änderungen erkennbar.

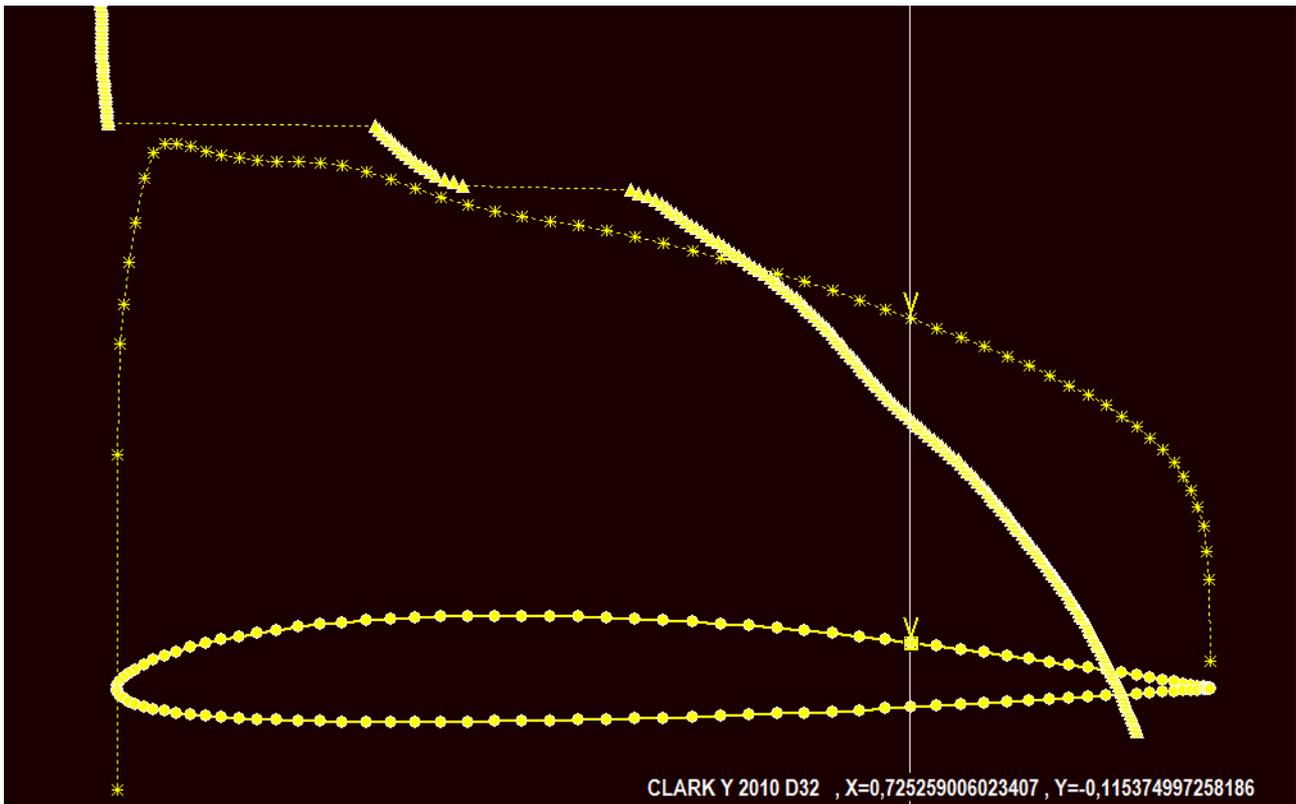
Im Editor beseitigen wir nun die offensichtlichen Fehler, glätten den Geschwindigkeitsverlauf und den Grenzschichtumschlag.

Dazu beginnen wir hinten oben und arbeiten nach vorne.

Um die Darstellung im Grafik Fenster dem Bedarf anzupassen gebe ich einen Alpha-Anstellwinkel von 2 Grad an und verschiebe den Umschlag und den Geschwindigkeitsverlauf nach oben damit eine vernünftige Übersicht zum arbeiten entsteht.

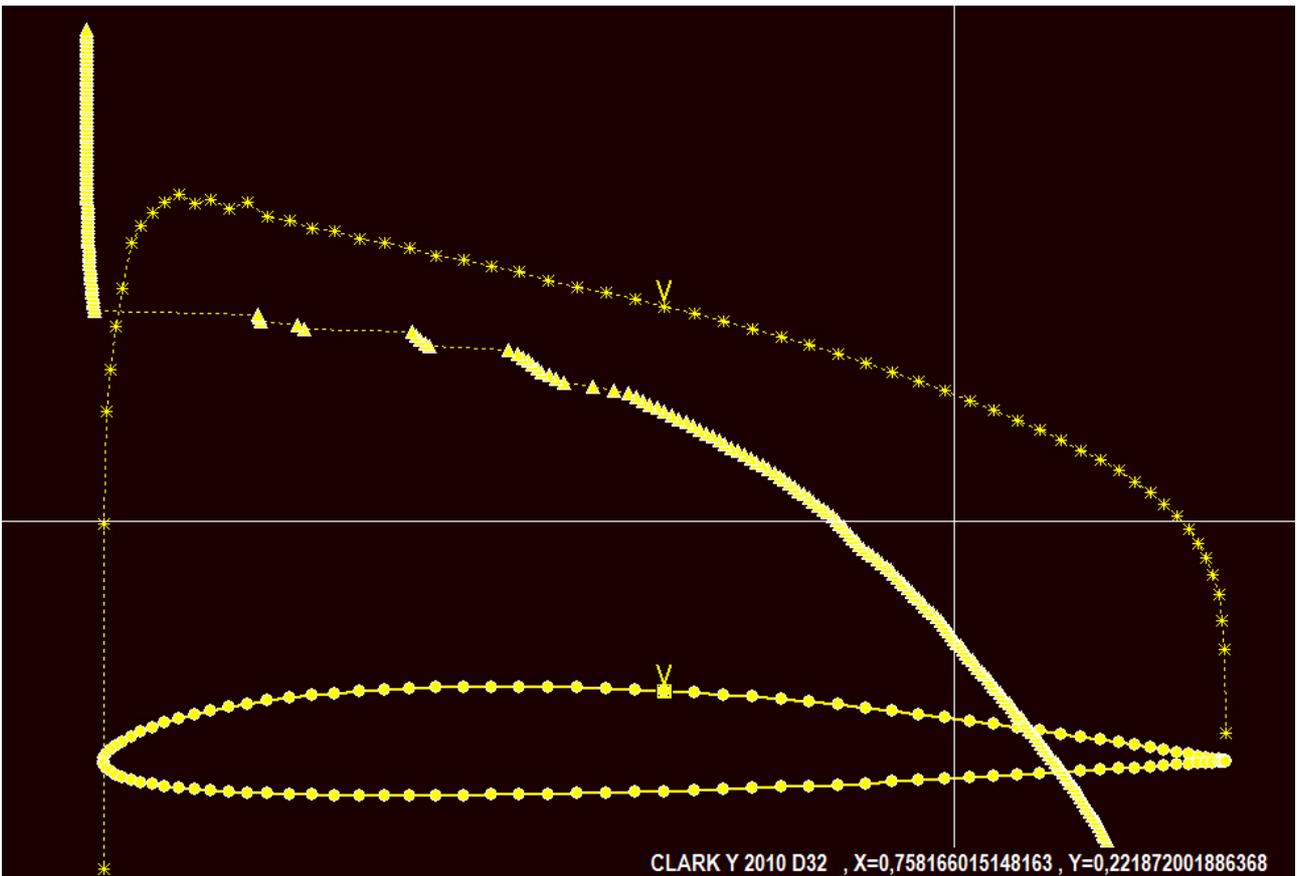
Dies schaut dann so aus.

Hier ist mir nach der 2. Welle in der G.- Verteilung der Umschlag zu hoch, dies macht das Profil zwar schnell, verursacht aber auch Ablöseblasen, Daher ziehe ich nach der 2 Welle den Umschlag nach unten.

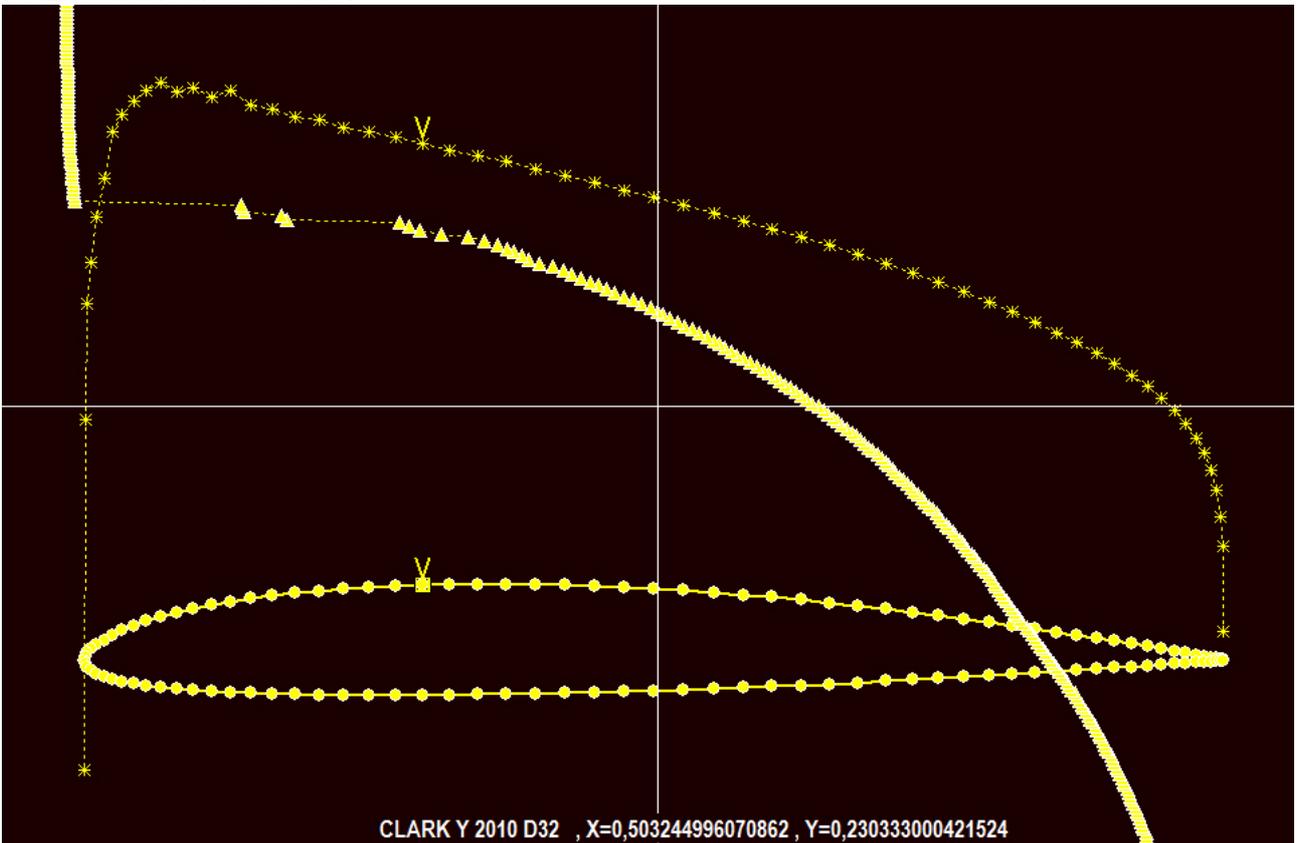


Ich markiere dazu auf dem Geschwindigkeitsverlauf die Punkte die verschoben werden müssen und verschiebe zuerst mit der gewählten Nachkommastelle 6 (NK 6) so lange die Punkte rauf oder runter bis ein gleichmäßiger Verlauf im Umschlag entsteht. Weiter vorne kann man dann mit der NK 5 oder NK 4 arbeiten um die größeren Wellen zu beseitigen, sonst dreht man sich an der Maus ein „Rad“ ab....

In einem weiteren Zwischenschritt schaut es dann so aus.



die vordere Welle ist schon weitgehend „aufgefüllt“ ebenso die hintere
 danach ist mir jedoch der Umschlag zu weit oben.
 Bevor ich die Wellen völlig auffülle, nehme ich erst den Bereich, den leichten Buckel ab
 dem V bis etwa zum Fadenkreuz etwas herunter.
 Jetzt schaut dies so aus.



Jetzt haben wir immer noch eine schnelle Oberseite aber die Blasenneigung ist deutlich vermindert, das Profil ist jetzt etwas „entschärft“. Wie stark dies notwendig ist richtet sich nach der beabsichtigten Verwendung bzw. nach den Auslegungs Re - Zahlen für die das Profil vorgesehen ist.

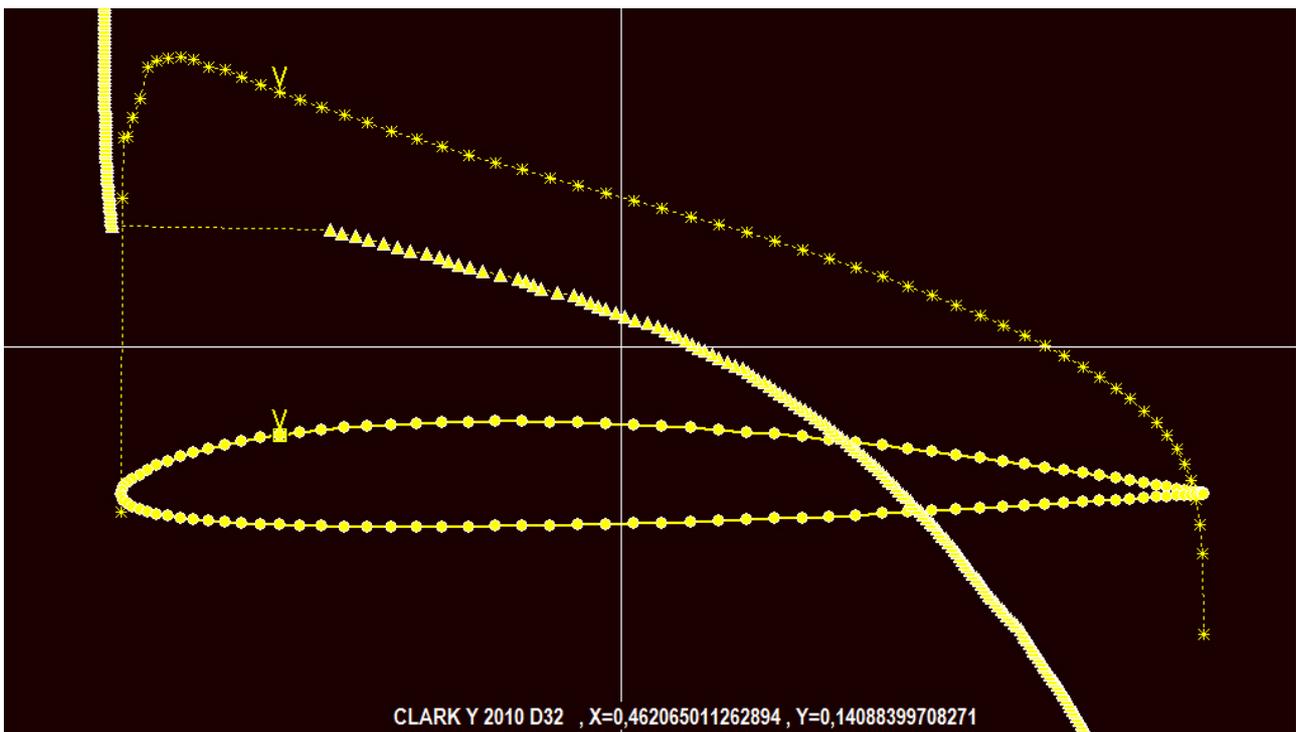
Jetzt werden nach vorne die Wellen im Geschwindigkeitsverlauf weiter „gefüllt“ und damit auch der Umschlag korrigiert.

Um weitere Fehler besonders im Nasenbereich im G .- Verlauf sehen zu können habe ich im Feld Alpha unten rechts von 2 auf 3 Grad Anstellwinkel erhöht.

Wie man sieht, ist jetzt die Geschw.- Verteilung nach der Nase gleichmäßig geworden.

Damit werden unnötige Geschwindigkeitsänderungen in der Strömung vermieden.

Der Umschlag stellt sich jetzt auch schon recht ordentlich dar.

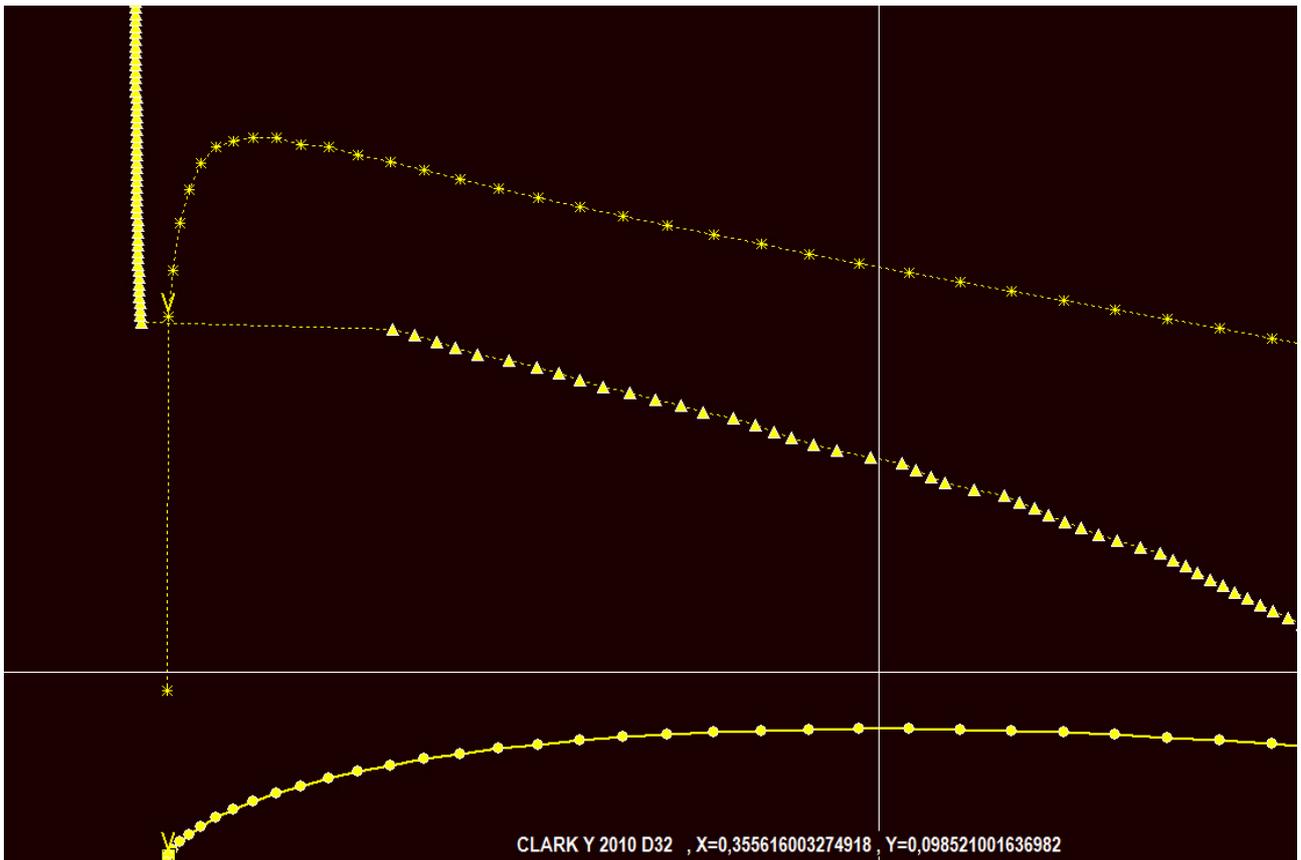


Im Nasenbereich sind aber weitere Korrekturen erforderlich.

Durch immer weiter steigende Anstellwinkel werden diese nach und nach in der G .- Verteilung erkennbar und können gezielt beseitigt werden.

Da durch das zurück nehmen der Dickenrücklage auf 32 % die Nase relativ „schlank“ geworden ist füllt man die nach unten gezogenen Bereiche in der G .- Verteilung sinnvoller weise hier auf um das Überziehverhalten zu verbessern. Bei einem vorne dicken und runden Profil könnte man Teilbereiche auch abtragen.

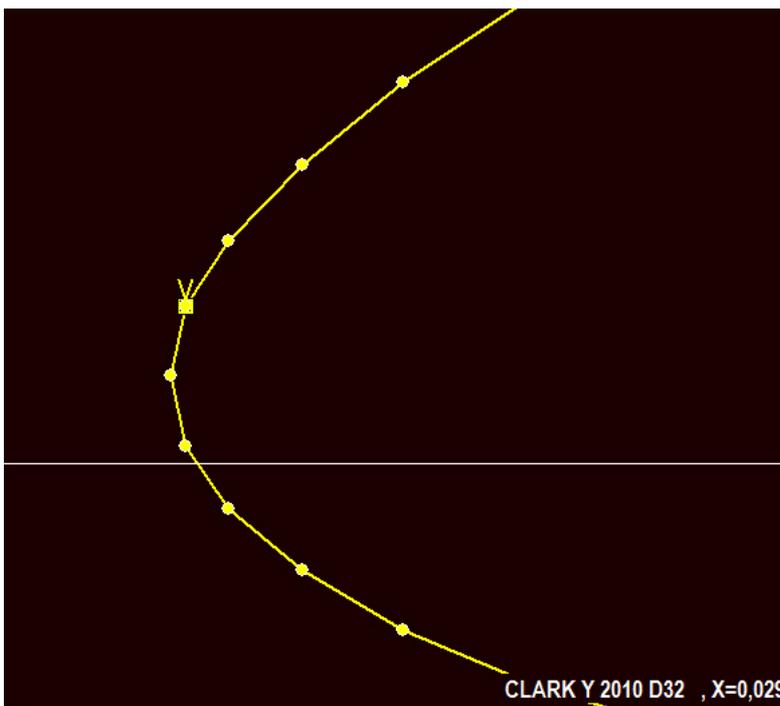
In einem weiteren Schritt schaut es dann so aus.



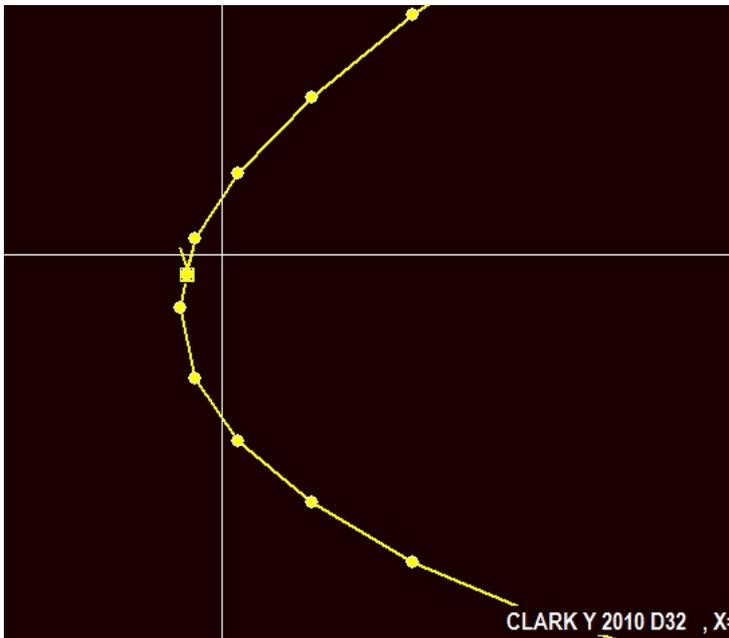
Der eingefallene Bereich vorne ist nach „Augenmaß“ gefüllt.

Erkennbar ist aber auch dass der erste mit V markierte Punkt über der Null Koordinate an der Nase deutlich nach oben verschoben ist.

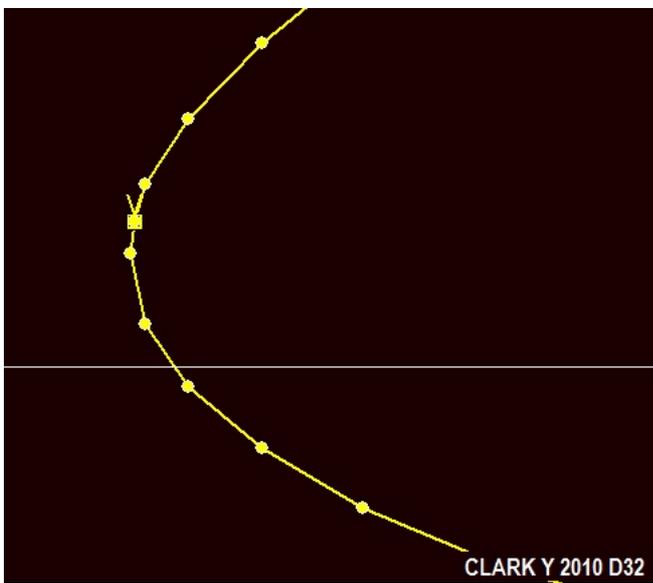
Am Profil selbst ist dies auch optisch erkennbar.



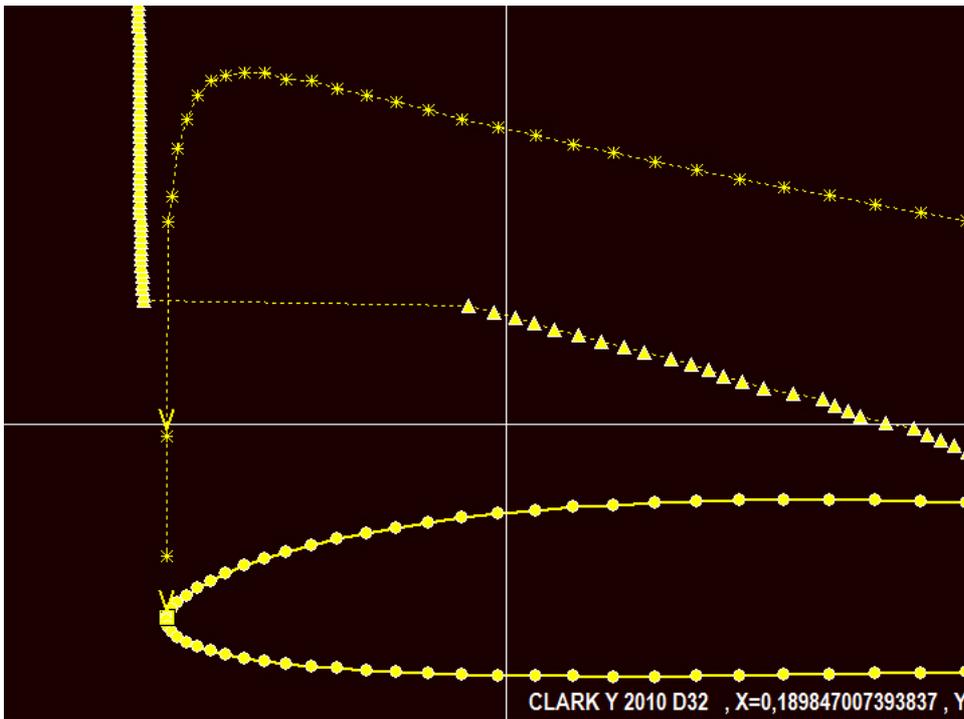
Daher verschiebe ich diesen und einige Punkte danach nach unten bzw. füge mit der F4 Taste zwischen der Null Koo und dem markierten Punkt 1 oben einen Punkt hinzu. Bei dem relativ kleinen Nasenradius den wir hier haben erscheint mir dies sinnvoll zu sein.



Da dieser neue Punkt jetzt auf der Verbindungslinie sitzt verschiebe ich ihn zuerst nach Augenmaß nach vorne und etwas nach unten.

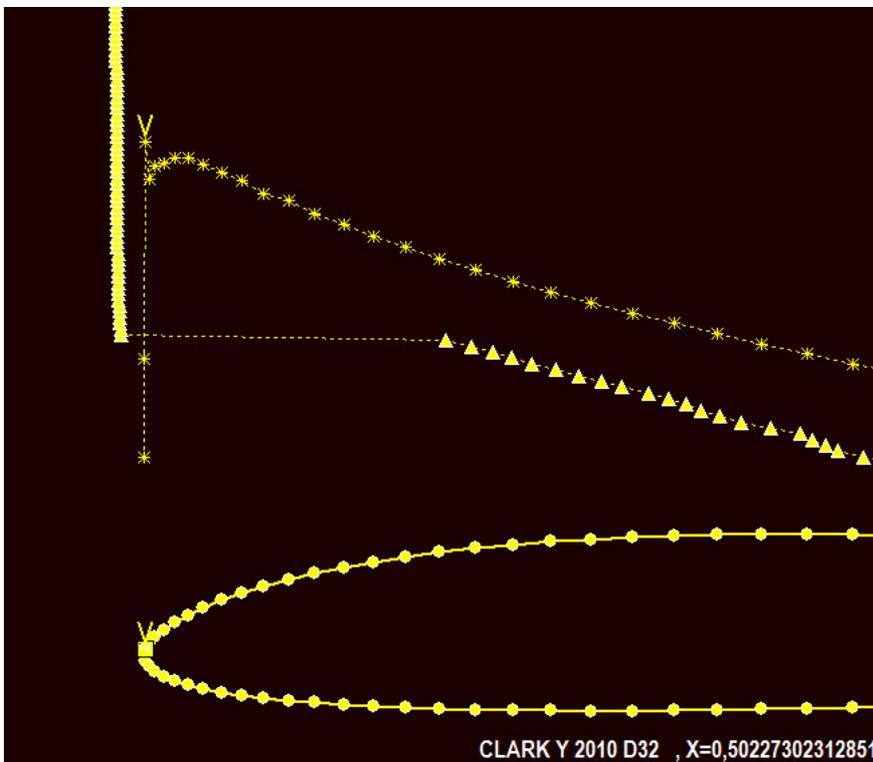


Die Kurven sehen jetzt so aus.



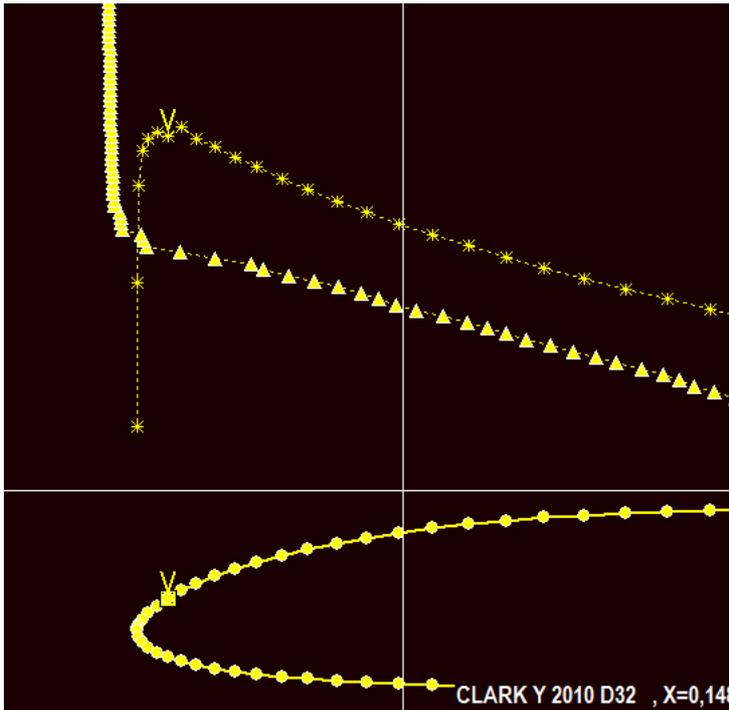
Der vorherige Punkt 1 ist immer noch zu weit oben, der neu eingefügte Punkt sitzt in etwa da wo wir ihn erwarten können.

Um mir eine noch bessere Übersicht an der Nase zu verschaffen erhöhe ich Alpha jetzt auf 4 Grad.

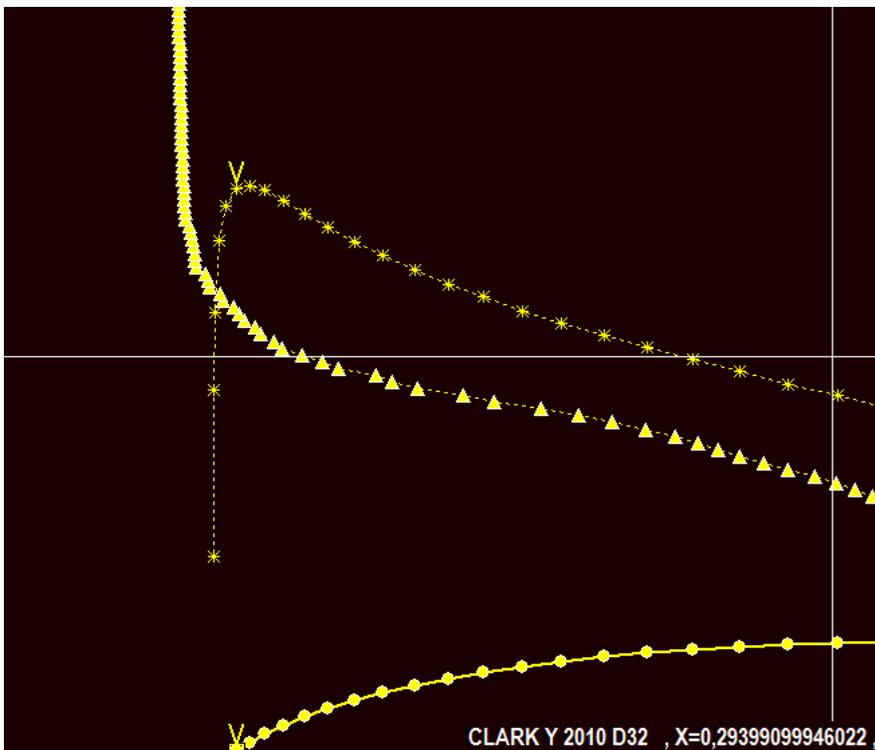


Dadurch sieht man jetzt sehr deutlich den zu hoch sitzenden Punkt und kann ihn und die benachbarten Punkte für eine strömungsgünstige Nasengestaltung / G.- Verteilung gezielt korrigieren. Beim herunterziehen nur dieses einen Punktes wandert dann der Umschlag an der Nase sofort nach oben. Bei der Korrektur der Nachbarpunkte

erhalten wir schon einen deutlich verbesserten Umschlag im Nasenbereich



Noch sind ganz vorne einige Punkte zu tief, der Umschlag hat da auch noch nicht die für ein angenehmes Überziehverhalten sinnvolle Ausrundung. Diese können wir jetzt nach Bedarf (notfalls über die Polaren prüfen), durch höher ziehen der vordersten Punkte, nach Punkt 2 und anpassen des Übergangs nach weiter hinten gestalten.

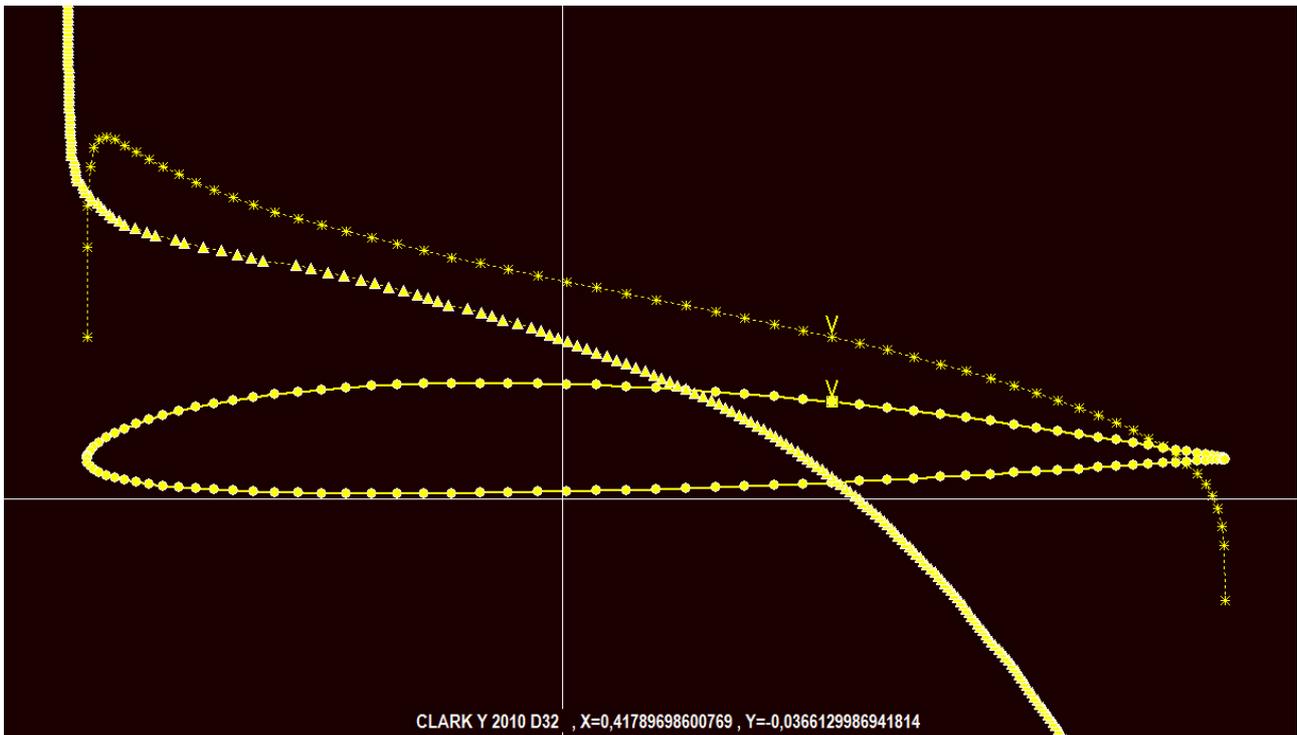


Wenig zimperlich habe ich hier mit der NK 5 die vordere Spitze in der G.- Verteilung nach oben gezogen und den Übergang nach hinten ebenfalls deutlich nach oben gezogen. Hierdurch ist eine gut sichtbare Ausrundung im Umschlag entstanden.

Jetzt gibt es 2 Möglichkeiten zur weiteren Anpassung, einmal könnte man die Nase, den Nasenrücken weiter hoch ziehen um einen gleichmäßigen Umschlag nach hinten in den entstandenen Hügel zu bekommen. Damit erhält man ein extrem gutmütiges Überziehverhalten.

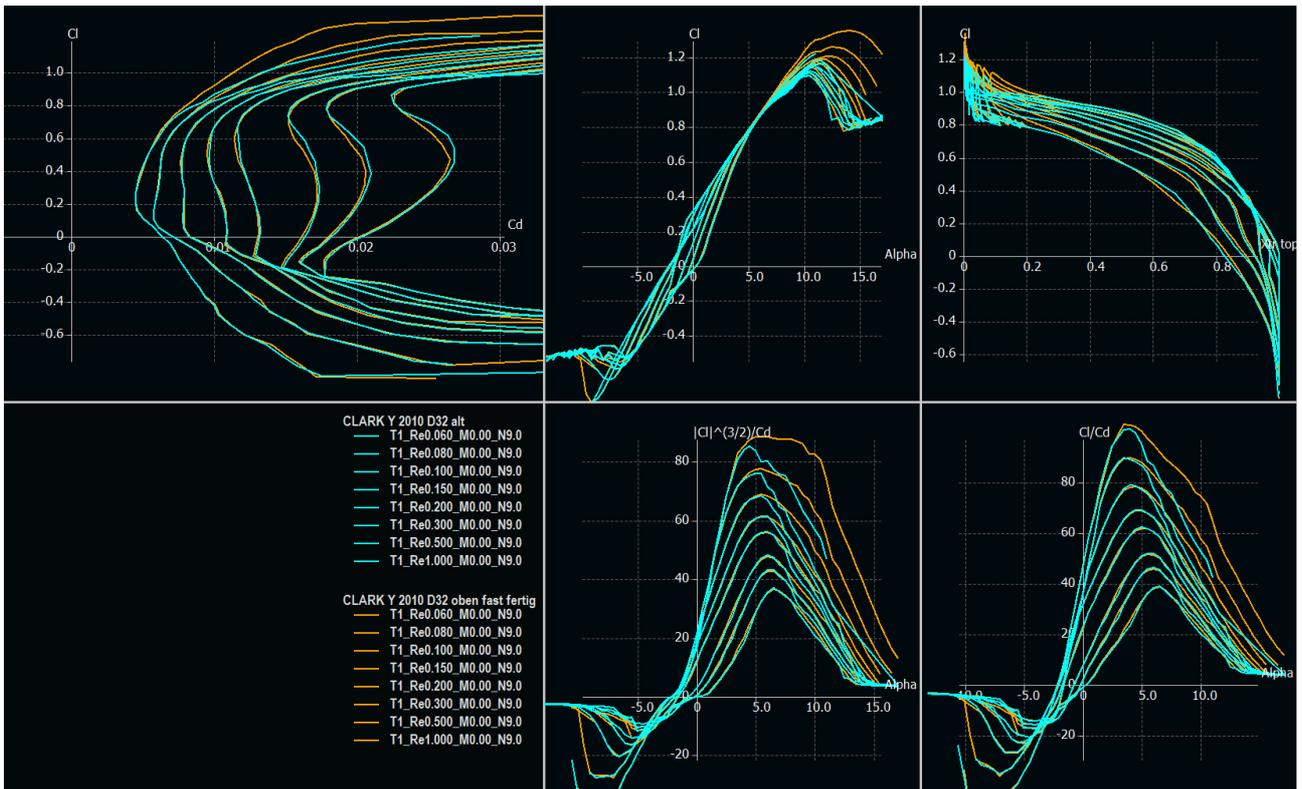
Da ich dies Profil aber wie es jetzt im Umschlag sichtbar ist für ausreichend gutmütig halte, ziehe ich es hier vor, den entstandenen Hügel im Umschlag abzutragen.

In der Übersicht schaut es danach schon sehr gleichmäßig aus.



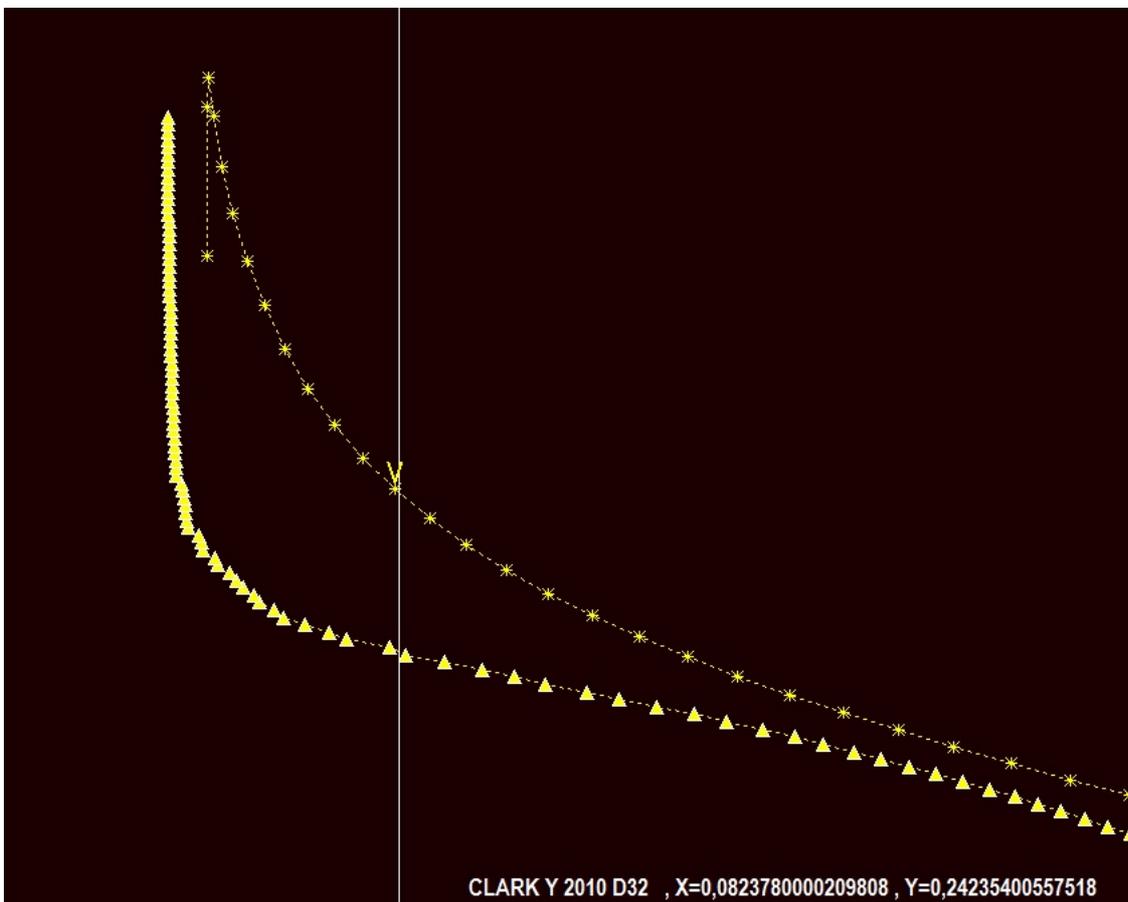
Was jetzt noch fehlt ist etwas Feinarbeit mit der NK 6

Und der Vergleich der Polaren als vorläufige Erfolgskontrolle.
Und spätestens hier das Speichern im Editor nicht vergessen.

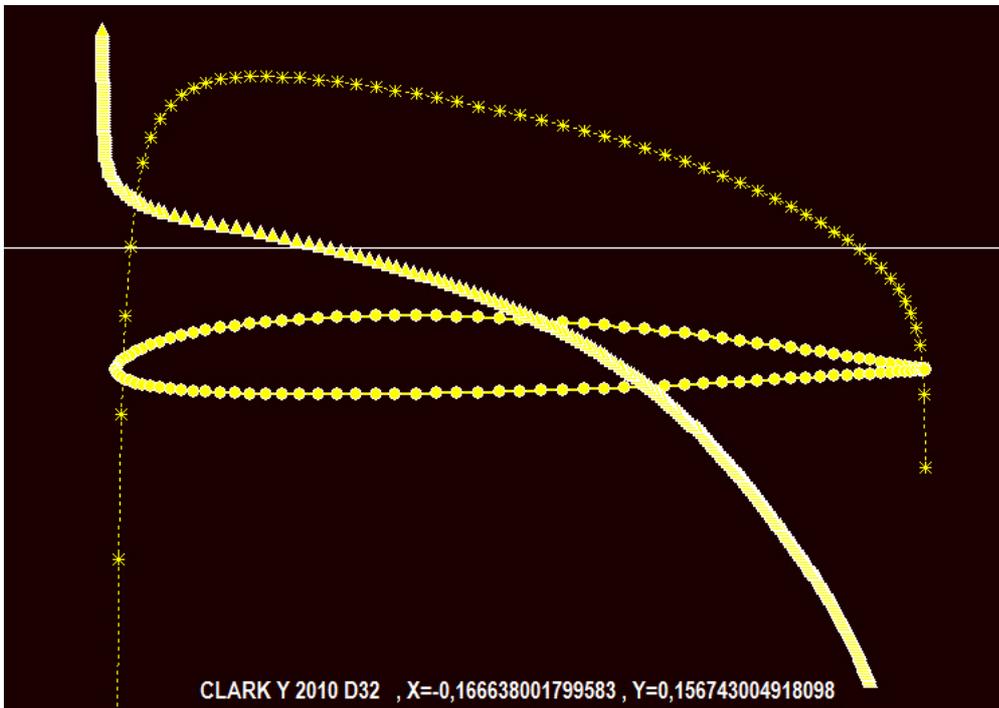


Die Verbesserungen sind deutlich sichtbar.
Mit der Unterseite kommt dann die nächste Stufe der Optimierung.

Bei der Feinarbeit kontrollieren wir dann auch noch die Nase bei ansteigenden Anstellwinkeln im Feld Alpha von 2 Grad aufwärts.
Dabei werden noch vorhandene kleine Fehler sichtbar und werden beseitigt.



Diese Vorgehensweise ergibt ein perfekt nach Strömungskriterien gestaltetes Profil sowie Profilnase.



Die Oberseite ist nun fertig.

Wie wir an dem gleichmäßigen schwachen Hügel in der oberen G.- Verteilung sehen haben wir jetzt ein Profil mit hoher Auftriebsleistung auf der Oberseite und angenehmen Eigenschaften mit einem gleichmäßig abfallenden runden Grenzschichtumschlag. Das Überziehverhalten ist hier jedoch noch nicht Narrensicher. Je nach persönlichem Gusto kann man das so oder so noch anpassen.

Man kann sich also darüber Gedanken machen, ob man vorne ab der Nase die G.- Verteilung noch anheben möchte, dies würde die Auftriebsleistung noch weiter erhöhen ebenso das Überziehverhalten Richtung Narrensicher ändern, langsamer würde das Profil aber dann auch.

Wer Blasenprobleme bei geringen Re hat, trägt tunlichst den Bauch nach oben im Umschlag bzw. in der G.- Verteilung ab und gestaltet den Umschlag oben zunehmend als eher geradere bis zur Nase aufsteigende Linie.

Dies entspräche dann in der Wirkung einer vorgezogenen Dickenrücklage.

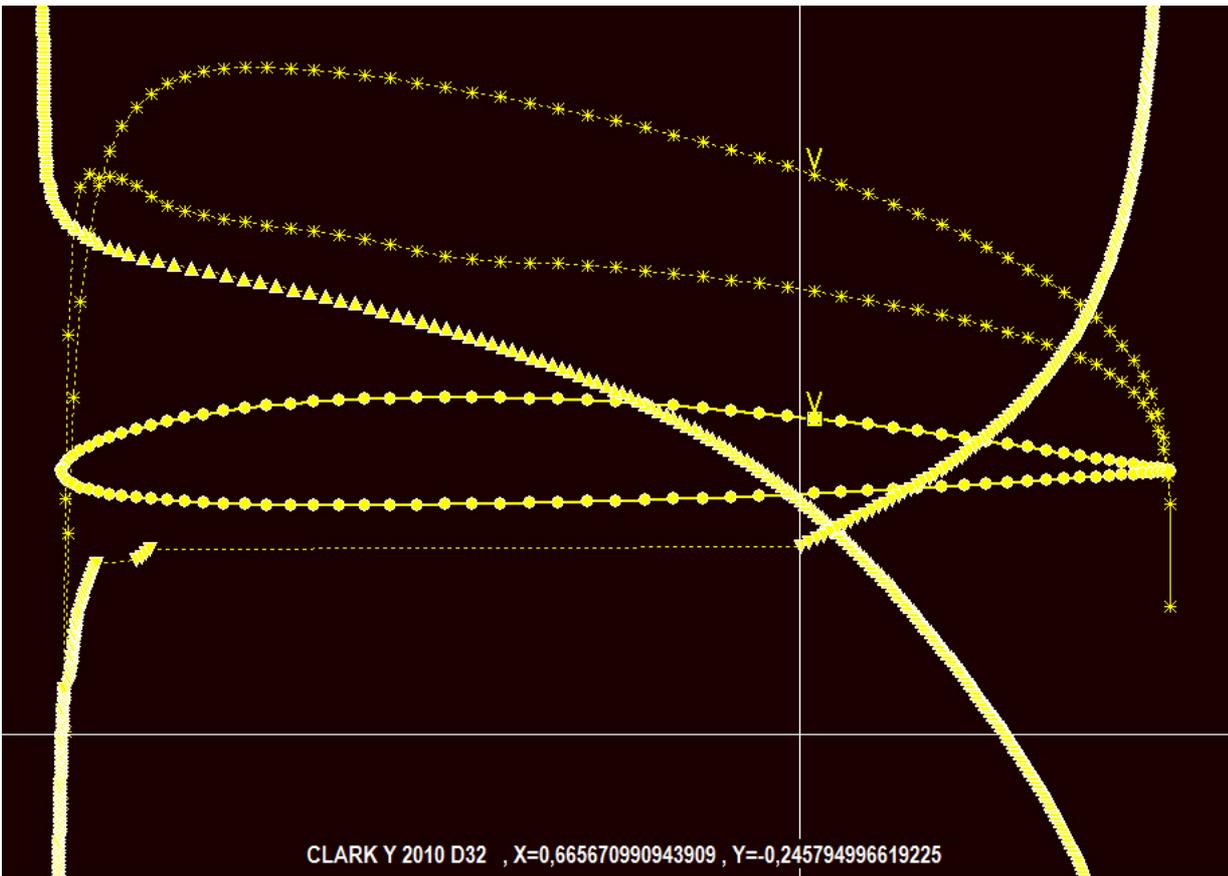
Natürlich kann man auch den hinteren Profilbereich/Umschlag im letzten Drittel stärker und gerader abfallen lassen und den Umschlag nach vorne bis zur Ausrundung dann eher gerader und vorne etwas schräger gestalten.

Dies ist dann von der jeweiligen Anwendung und dafür nötigen spezielleren Anpassung abhängig.

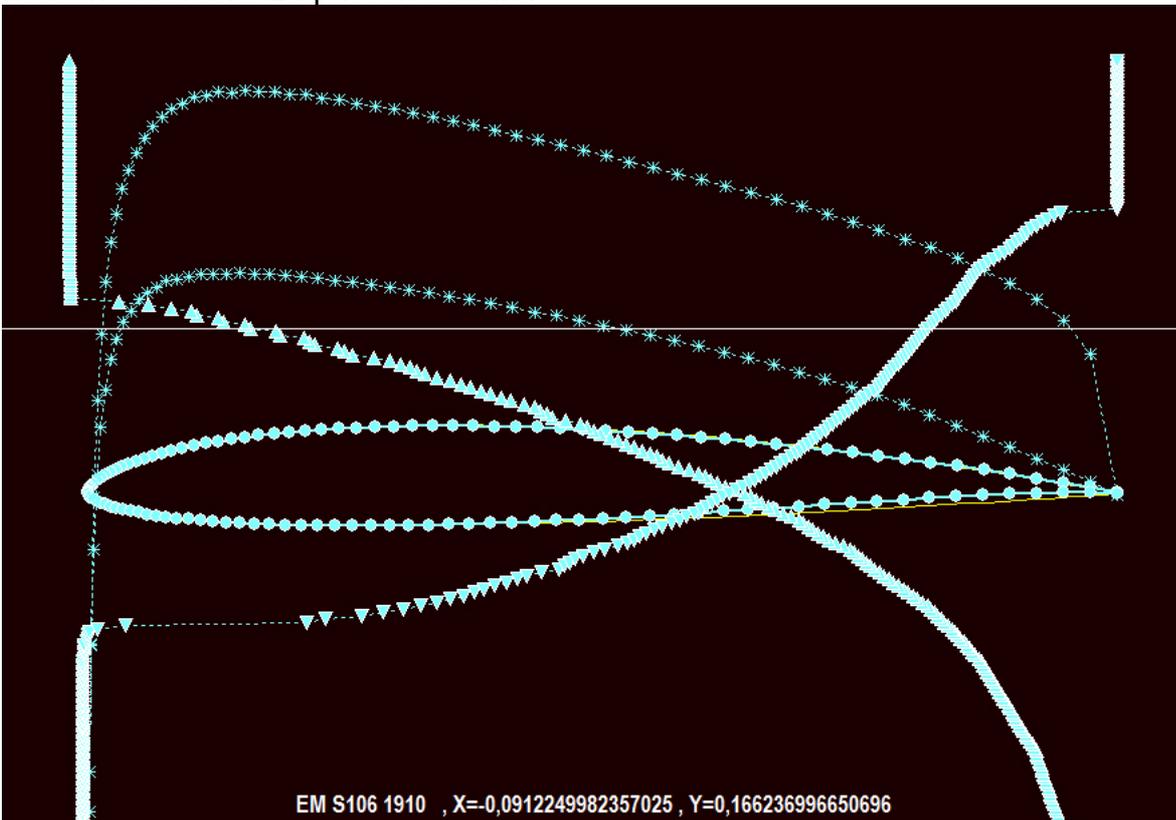
Wir sind jedoch mit dem Profil noch nicht fertig.

Es fehlt noch eine geeignetere Unterseite.

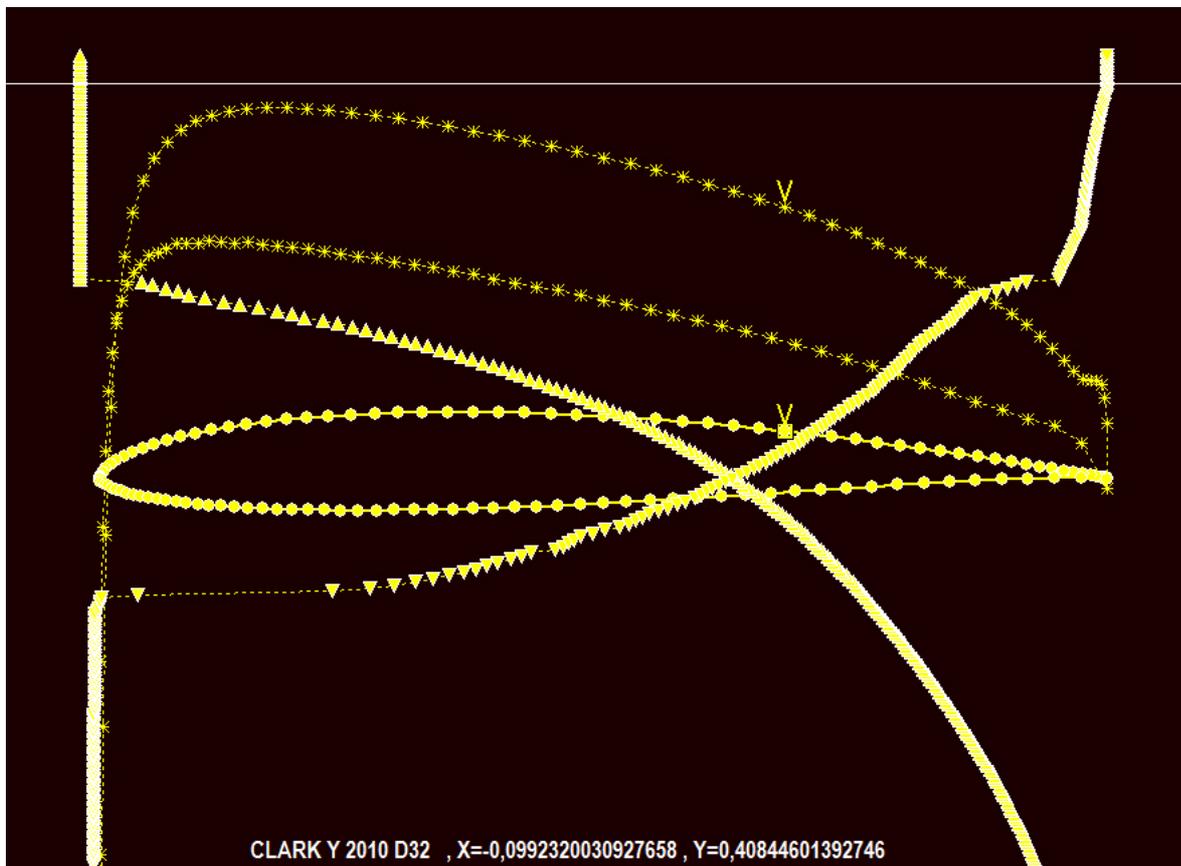
Mir gefällt diese hier gar nicht.



Daher erspare ich mir die Mühe diese in Kleinarbeit anzupassen und suche mir bei einem in der Charakteristik ähnlichen Profil eine mir geeignet erscheinende Unterseite und kopiere diese in mein zu optimierendes Profil hinein.
 Hier habe ich ein Profil mit ähnliche Dicke und Wölbung und vor allem Charakteristik dessen Unterseite zu passen scheint.

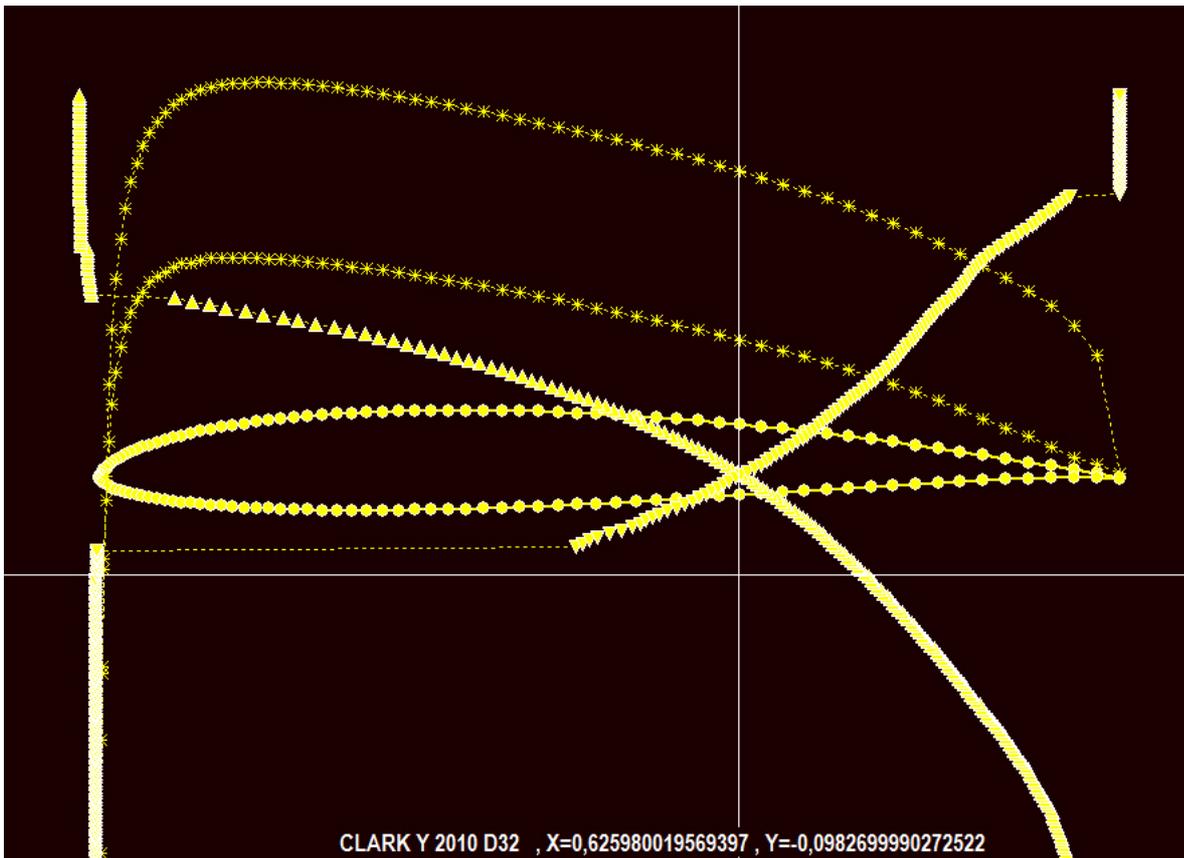


Um mir aber den Rückweg offen zu halten, mache ich an dieser Stelle erneut eine Sicherungskopie und sichere auch die komplette Projektdatei.
Nach dem Kopieren in das Clarky 2010
schaut es dann so aus.

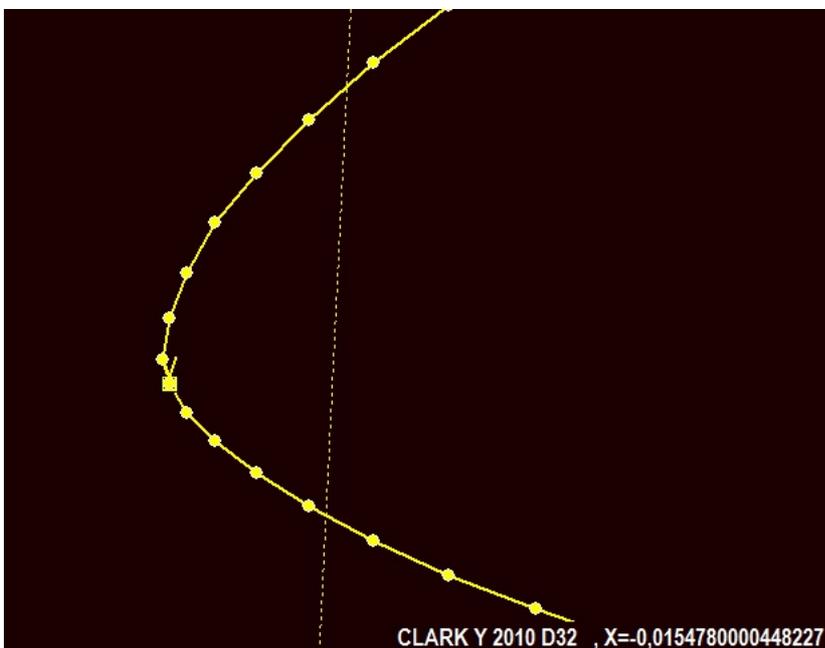


Da bei der Umströmung eines Profils alles zusammen hängt, Stichwort Wirbel, hat die neue Unterseite auch unschöne negative Folgen auf der Oberseite an der Nase und der Endkante die wir nacharbeiten müssen.
Zuerst passen wir aber nochmals die ungleiche Koordinatenverteilung neu an.
Da wir einen recht engen Nasenradius haben, verwende ich dazu jetzt 141 Koordinaten in Sin vorne Verteilung.

Dadurch wird es hinten schon wieder deutlich besser.

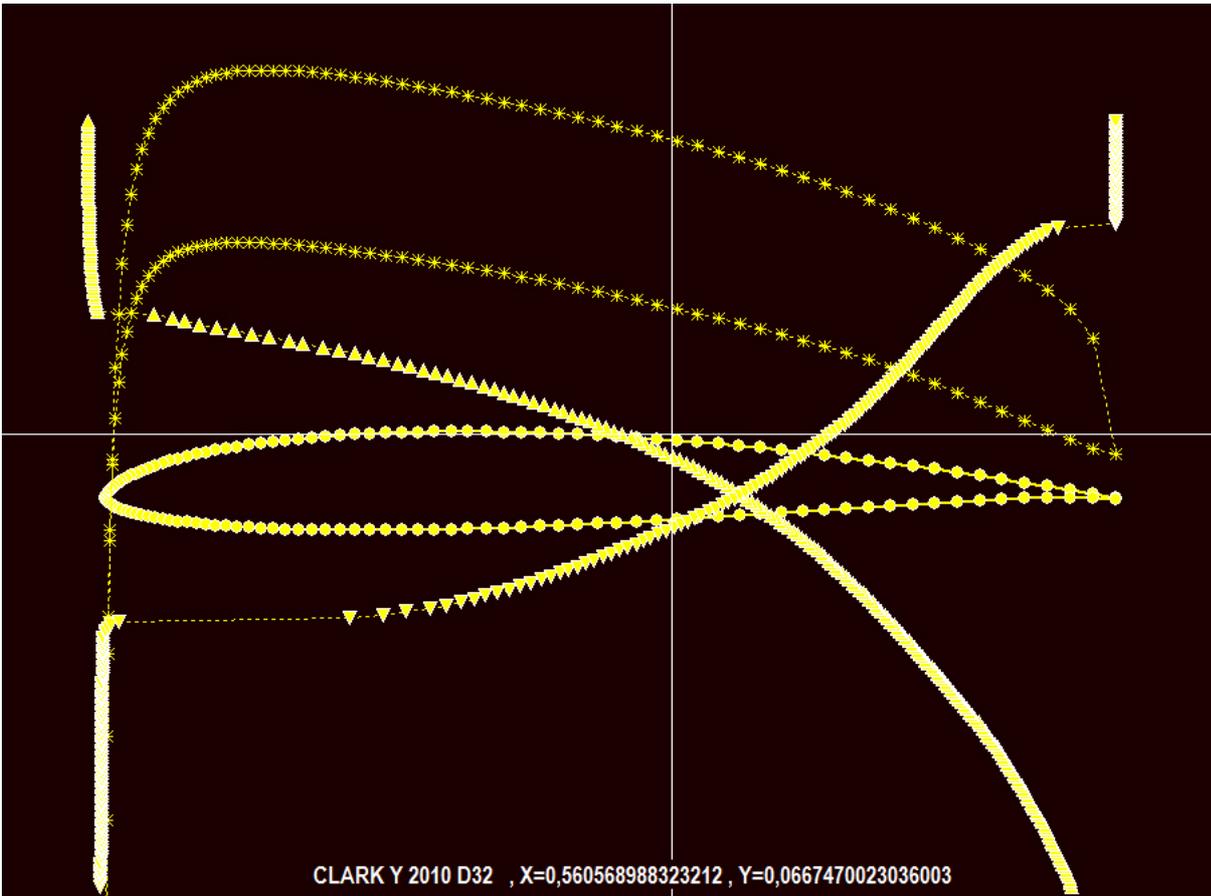


Bei der direkten Kontrolle der Nase sehen wir dies Bild



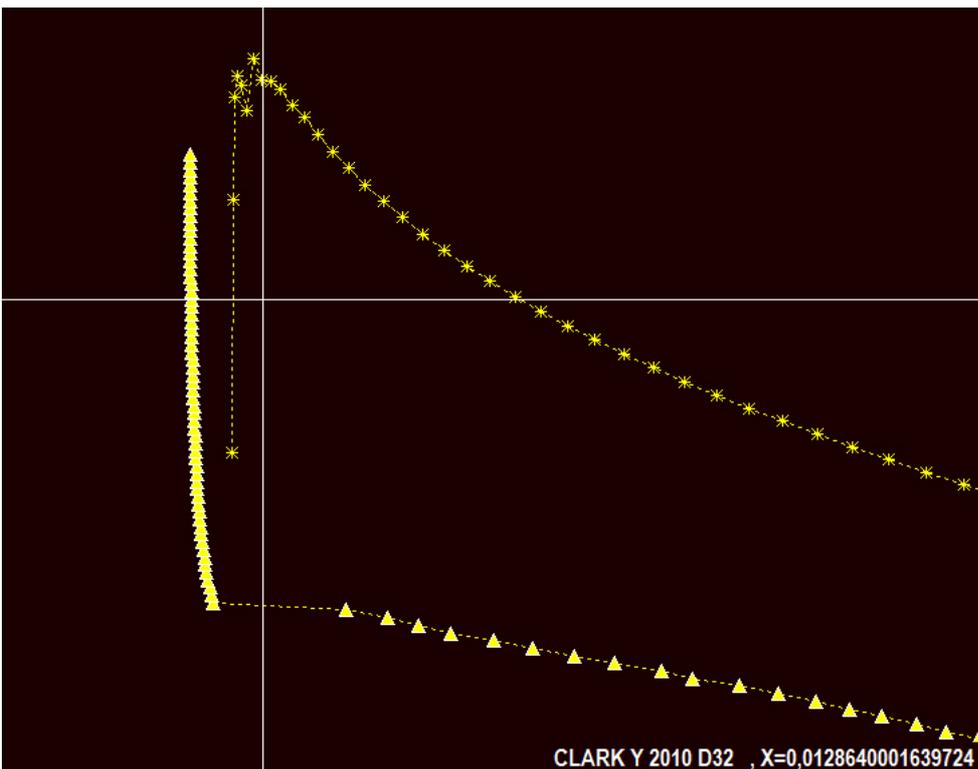
Der erste Punkt unten ist zu weit hinten und muss zudem runter.
Ich korrigiere dies zuerst direkt am Profil nach Augenmaß.

Bei minus -2 und minus -3 Grad Alpha kontrolliere ich dann die G.- Verteilung um die Feinarbeit auszuführen.



Auf der Oberseite ist jetzt wieder die Nase zu korrigieren, damit diese im Übergang zur neuen Unterseite passt.

Dazu erhöhen wir wieder Schrittweise Alpha und prüfen die G.- Verteilung auf Fehler. Bei Alpha 4 Grad werden diese dann deutlich sichtbar und korrigiert.



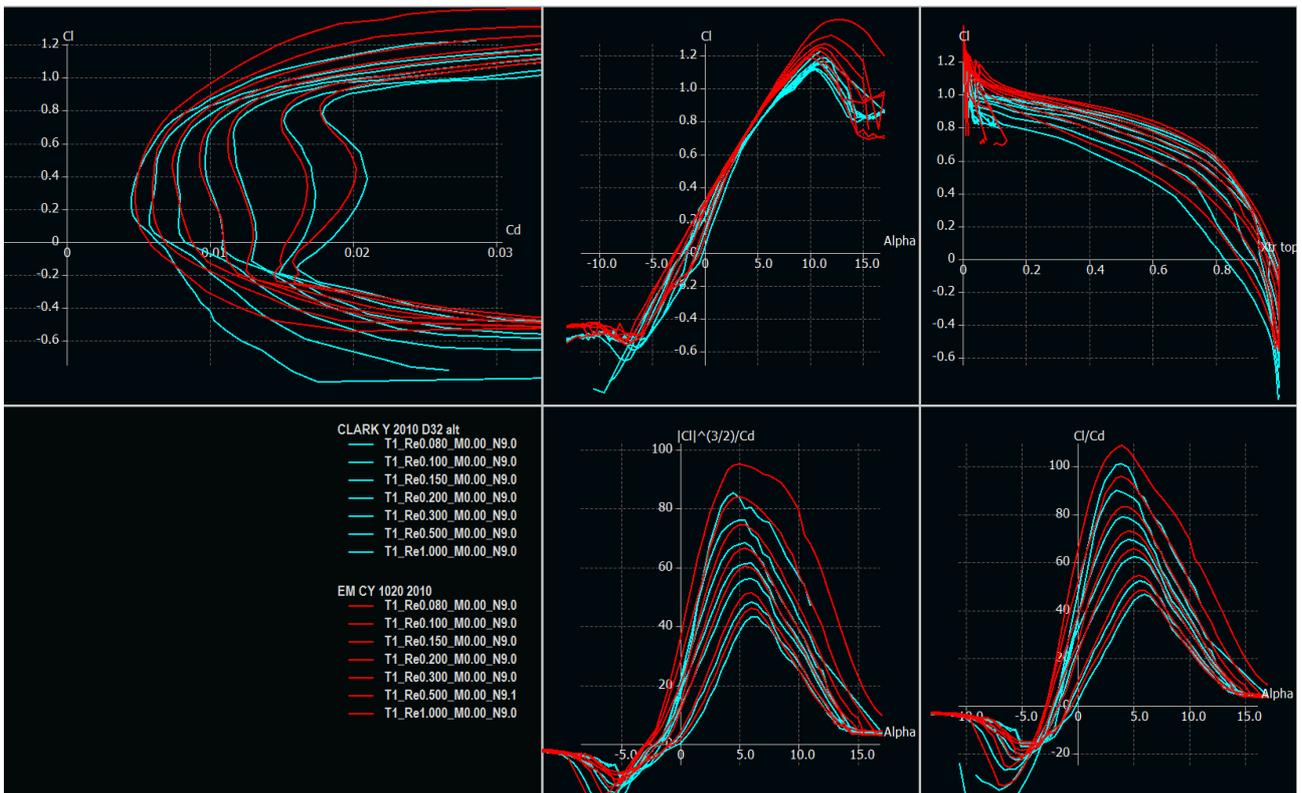
Nach etwas Feinarbeit ist unser ClarkY 2010 DW 32 fertig.
Allerdings hat es jetzt nichts mehr mit dem ursprünglichen Clarky Profil gemeinsam.
Daher bekommt es einen neuen Namen, wobei ich es so halte, dass hier das CY im Namen auf die ursprüngliche Herkunft hindeutet.
EM CY 1020 2010

So schaut es jetzt fertig aus.



Die Überziehfreundlichkeit der Unterseite habe ich hier bewusst klein gehalten.
Meistenteils wird man im Rückenflug kaum die Langsamflugeigenschaften
zumal in Bodennähe ausreizen. Daher kann die Ausrundung im Umschlag und damit die
Nase hier eher klein bzw. schlanker gehalten werden.

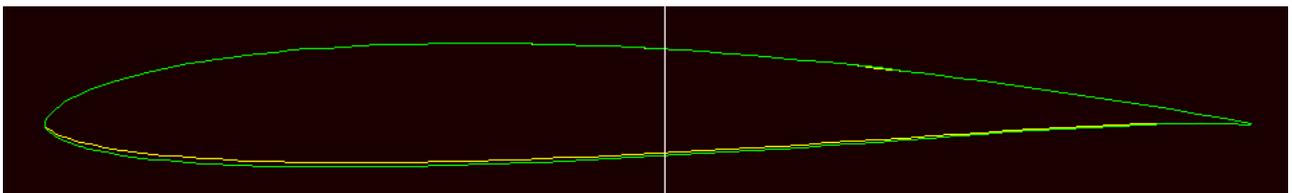
Hier die Polaren im Vergleich mit dem Ursprung.



Allerdings bin ich mit der verwendeten Unterseite nicht zufrieden, die Rückenflugeigenschaften gefallen mir gar nicht, der dazu verfügbare maximale Auftriebsbeiwert cl ist mir zu gering. Bei einem Profil mit nur 2 % Wölbung sollte der höher liegen. Unser erzieltes Ergebnis wäre bei 2,5 bis 3 % Wölbung angemessen, aber hier nicht.

Daher versuche ich noch eine andere Unterseite und erhalte damit ein deutlich besseres Ergebnis.

Hier der optische Unterschied

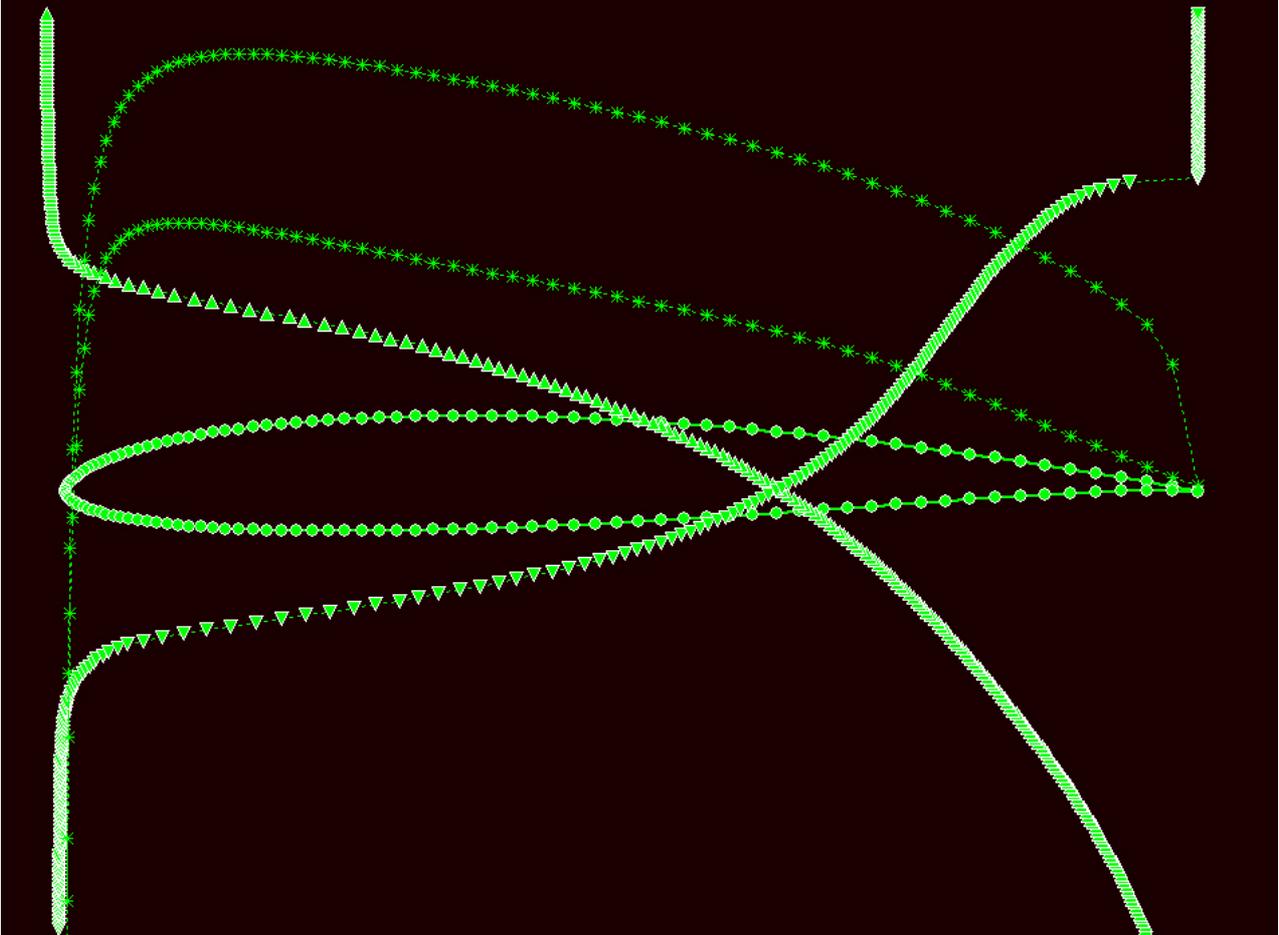


Die Unterseite ist also deutlich mehr geworden.

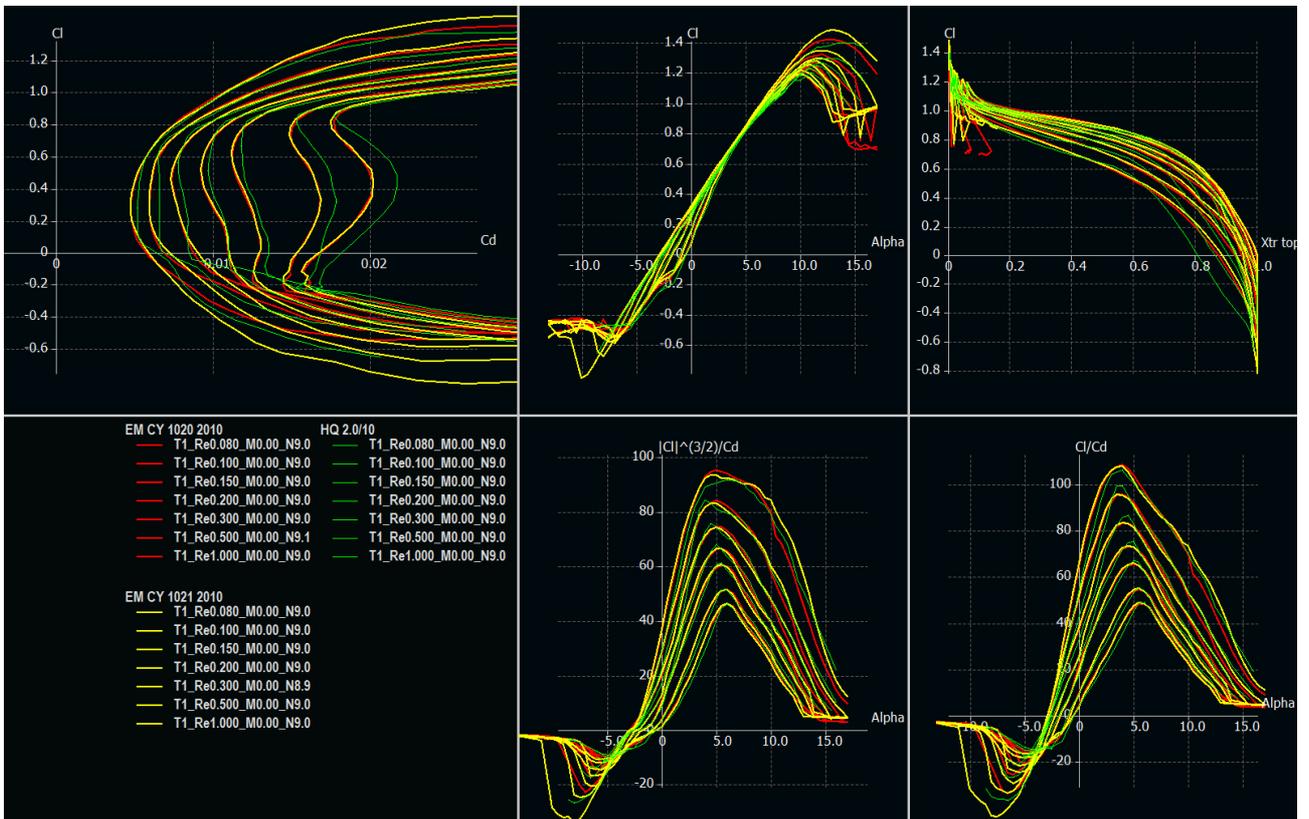
In der Charakteristik vom Umschlag, der Oberseite sehr ähnlich. Das Profil hat damit die typische weitestgehend neutrale Charakteristik eines Kunstflugprofils. Aber durch seine Wölbung eben deutlich mehr Leistung als symmetrische Kollegen. Ist also sehr vielseitig einsetzbar.

Den Profilnamen habe ich dann auf EM CY 1021 2010 geändert. Verwechslungen sind so, hoffe ich, ausgeschlossen.

EM CY 1021 18104



Hier die Polaren dazu



Hier sieht man jetzt eine deutliche Verbesserung der Auftriebsleistung unten und eher unerwartet auch oben da allerdings nur bei höheren Re.
Dies kommt durch den unten größeren Nasenradius der neuen Unterseite.
Daher auch die stärkere Ausrundung im Umschlag unten.
Zu Nachteilen hat die nochmals geänderte Unterseite nicht geführt.

Im Vergleich mit bekannten Vertretern seiner „Art“
hier dem HQ 2.0/10 schneidet unser neues Profil hervorragend ab.

Dies zeigt mit welchem geringem Aufwand, ohne Windkanal, ohne Studium und ohne Superrechner wir mit dem Profil Editor ein hervorragendes Ergebnis erzielen können.

Bei einem realen Projekt liegt die weitere Kunst dann in der Profilanpassung an Lokale Anforderungen am Flügel.

Hier haben wir jetzt eher ein Profil für den Innenflügel gestaltet.

Außen am Flügel benötigen wir meistens hinten etwas weniger „Bauch“ mehr Nasenrundung und vorne etwas mehr Wölbung in der Profilkontur. Dadurch erhalten wir am Außenflügel ein verbessertes Überziehverhalten und eine Anpassung an geringere Re Zahlen mit kleinerer Blaseneigung.

Mit dem Profil Editor sind wir aber jetzt nicht mehr darauf angewiesen, mit einer vorgezogener Dicken oder Wölbungsrücklage Ober und Unterseite am Profil über einen Kamm zu scheren sondern können zu solchen Anpassungen jetzt nur die Oberseite gezielt Lokal anpassen bzw. die Unterseite wie sie ist belassen.

Oder genauer hinterfragt, wozu brauche ich auf der Unterseite eigentlich eine vorgezogene Wölbungsrücklage?

Langsam fliegen und landen bzw. in der Thermik kreisen passiert eher nicht mit der Unterseite.

Soweit die Unterseite dann im Langsamflug keine Blasen erzeugt, bin ich doch mehr daran interessiert auch im Langsamflug das Profil eher schneller zu halten.

Bzw auch da zu Gunsten hoher Gleitleistung den cw klein zu halten.

Ich hoffe mit diesem Beispiel zur sinnvollen Nutzung des Editors beizutragen.

Eberhard Mauk