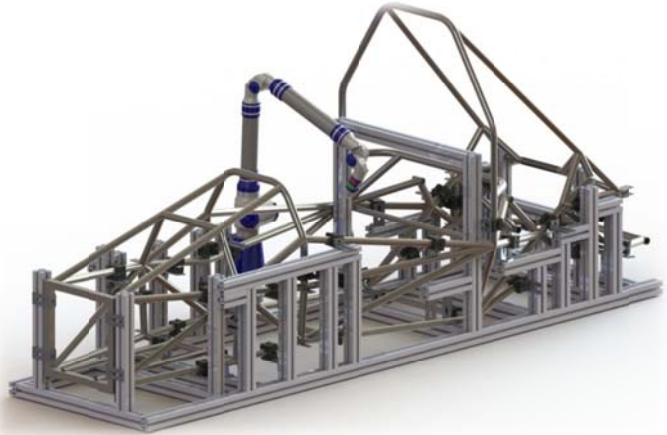


8.2 Rahmenlehre

Dadurch, dass beim Schweißen von Metallen das Material lokal zum Schmelzen gebracht wird und dann eine Schweißnaht entlang der Fuge zwischen den beiden zu fügenden Teilen gezogen wird, liegen entlang dieser Schweißnaht sehr hohe Temperaturunterschiede vor, da das Material am Anfang der Naht schon wieder abkühlt während das Ende sich noch auf Schmelztemperaturniveau befindet. Eine Folge dessen ist der sogenannte Schweißverzug. Dadurch weicht der reale Rahmen von dem idealen Rahmen (Rahmen im CAD) ab.

Dies wiederum ist nicht wünschenswert, da beispielsweise die Maße der Fahrwerksaufnahmen um einige Millimeter abweichen können. Da das Fahrwerk jedoch nach den idealen Positionen der Aufnahmen ausgelegt wurde, können massive Beeinträchtigungen in dem Fahrverhalten des Fahrzeuges entstehen.

Aus diesem Grund wurde eine Rahmenlehre (Abb. 8-3: Rahmenlehre) verwendet, diese nimmt dem Werkstoff die Möglichkeit sich in jede beliebige Richtung zu verziehen und ermöglicht es den Rahmen so zu fertigen, damit die vorher durchgeführten Berechnungen auch in die Realität umgesetzt werden können.



Die Schweißlehre wurde im CAD konstruiert und an den Rahmen angepasst. Sie besteht aus Boschprofilen, die miteinander mit einem speziellen Verschraubungssystem montiert werden. Obwohl diese Profile aus Aluminium sind und deshalb sehr leicht, sind sie aufgrund ihrer Konstruktion auch gleichzeitig sehr steif. Zur Befestigung der Rohre wurde ein eigens gefertigtes Aluminium-Haltesystem verwendet, welches über Winkel mit der Lehre verbunden ist. Damit bringt dieses Werkzeug optimale Voraussetzungen für den geforderten Verwendungszweck mit.

Da in dieser Saison der alte Rahmen optimiert wurde und die FEM Berechnung ergab, dass der vordere Teil schon sehr gut ausgelegt war, wurde der Entschluss gefasst, dass am Heck gravierende Veränderungen durchgeführt werden. Aufgrund der wiederverwendeten Front konnte diese als Referenz für die Lehre dienen. Damit war die Breite der Lehre schon fest vorgegeben. Die Profile für das Heck wurden dann nach hinten ergänzt. Zur exakten Positionsbestimmung der einzelnen Profile wurden millimetergenau die Maße aus dem CAD entnommen. Bei der Montage der einzelnen Befestigungen der Rohre ist darauf zu achten, dass alle Verschraubungen auch nach dem Schweißen mit dem Werkzeug gut zu erreichen sind, wird das vergessen, entstehen massive Probleme bei der Demontage der Lehre. Als letztes wurden die einzelnen Rohre an die dafür vorgesehene Stelle grob eingespannt. Bei diesem Schritt wird überprüft ob alle Verschneidungskurven genau so gefertigt wurden wie geplant. Das bietet den entscheidenden Vorteil, dass man noch neue Rohre anfertigen kann, ohne dass vorher geschweißt wurde. Daraus folgt ein minimaler Aufwand.

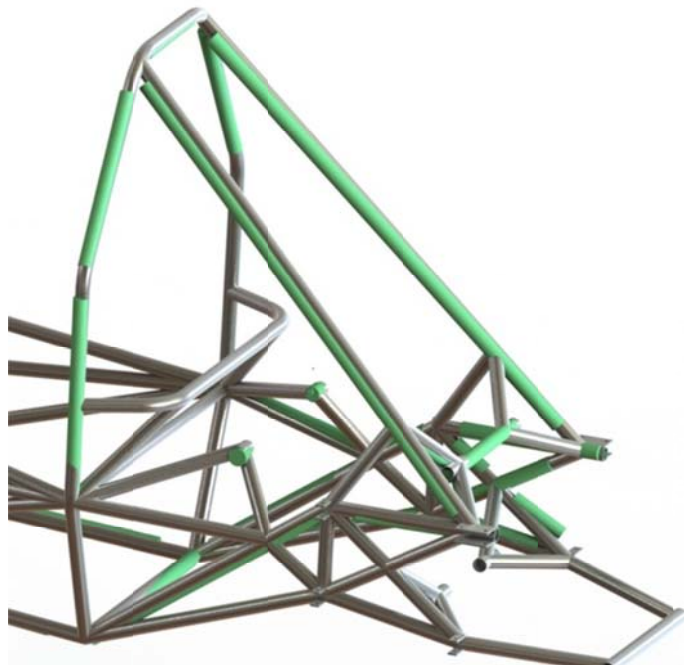
Ist sichergestellt, dass alle Rohre passend gefertigt wurden wird mittels eines Messarms die Feinjustierung der Rohre vorgenommen. Dieser Vorgang wird im folgenden Unterpunkt genauer erläutert. Anschließend kann mit dem Verschweißen begonnen werden. Nach dem Schweißen wird die Konstruktion demontiert und der Rahmen entspricht den geforderten Anforderungen.

8.3 Messarm

Für die exakte Positionierung der Rahmenrohre wurde freundlicherweise ein Messarm von der Firma Faro bereitgestellt. Der "FaroArm Fusion" (Abb. 8-4: FaroMessarm) erleichtert die kompliziertesten Messungen. Er erlaubt Ausrichtungen, Kalibrierungen, Inspektionen und Bestandsdokumentationen mit einer Genauigkeit von $\pm 0,052$ mm und einer Wiederholgenauigkeit von 0,036 mm bei einer Reichweite von 1,8m. Der Messarm kann dank Bluetooth kabellos betrieben werden.



Das Messinstrument wurde zum CAD Datenabgleich verwendet. Zur Funktionsweise ist folgendes zu sagen. Der Messarm wird auf einer ebenen Fläche aufgebaut und fest am Boden verschraubt. Ist der Arm betriebsbereit wird mit der bereitgestellten Software von Faro die zu messende Kontur ausgewählt, also Zylinder, Ebene oder ähnliches. Anschließend wird mit dem Messtaster die Kontur abgetastet. Die Messpunkte sollten so gewählt werden, dass die Software beispielsweise den Durchmesser eines Rohres und dessen Länge erkennen kann. Aus diesen Referenzpunkten und der ausgewählten Kontur errechnet die Software dann die Geometrie des Körpers. Mit der optimierten „CAM2 Measure X“ Software ist es nun möglich große Datensätze leichter zu verwalten, was bedeutet, dass



das komplette CAD-Modell in das Programm einlesen werden kann und ohne lange Wartezeiten mit den Messungen begonnen werden kann. Dabei wurde jedes Rohr, welches grob eingespannt war gemessen und es wurde kontrolliert, wie groß die Abweichungen waren. Waren diese zu groß wurde nachjustiert und erneut gemessen bis man mit der Position zufrieden war (Abb. 8-5: Ist-Sollvergleich; in grün die real gemessene Position der Rohre; in grau die Werte aus dem CAD). Anschließend wurden die Rohre fest in die Rahmenlehre eingespannt.

8.4 WIG-Schweißen

Als die Rahmenrohre fertig in der Rahmenlehre fest eingespannt waren, wurde der Rahmen von einem erfahrenen Mitarbeiter der Firma Streicher fachmännisch verschweißt. Es wurde mit dem WIG-Schweißverfahren (Wolfram-Inert-Gas) (Abb. 8-6: WIG-Schweißen) gearbeitet. Bei diesem Schweißverfahren wird das zu verschweißende Material durch Stromfluss über eine Wolframelektrode aufgeschmolzen und der Schweißzusatz per Hand zugeführt. Dadurch sind sehr genaue Schweißnähte möglich. Außerdem ist der Schweißbrenner (Abb. 8-8: Brenner)



viel kompakter gebaut als beim alternativ möglichen MAG-Schweißverfahren, was der Schweißbarkeit des Rahmens, welcher leider konstruktionsbedingt nicht immer optimalen Zugang zu allen Schweißstellen bietet, zugute kommt.

Für die Schweißarbeiten am Rahmen wurde ein Fronius TransTig 1600 WIG-Schweißgerät (Abb. 8-7: TransTig 1600) verwendet. Dieses verfügt über mehrere Einstellparameter (Schweißleistung, Gasvor-/nachströmzeit, Hot-Start etc.) wodurch die Einstellungen immer optimal an die gerade vorliegenden Schweißbedingungen angepasst werden konnten.

