

# TEILPROJEKT 3

## OPTIMIERTE HALBZEUGE AUS PAPIER

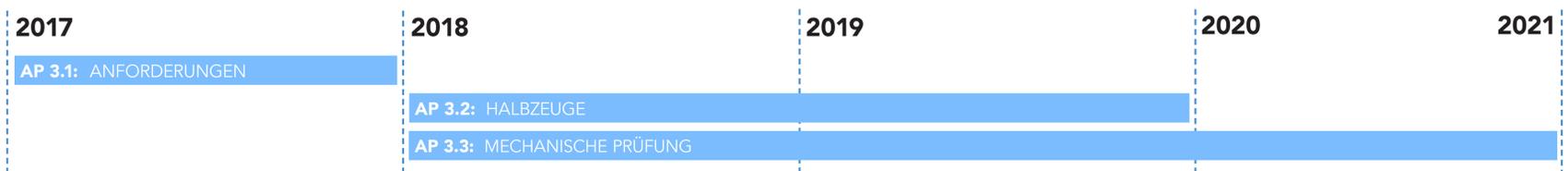
Projektleiter: **Andreas Büter, Samuel Schabel**  
 Mitarbeiter: Paul Töws

### AUSGANGSLAGE UND ZIELE

Halbzeuge bilden den ersten Schritt vom Material zum ersten einfachen Bauteil ab. Hinsichtlich des Einsatzes und der Nutzung gibt es anwendungsspezifische Anforderungen, die auch auf der Halbzeugebene berücksichtigt werden müssen. Hierbei sollen insbesondere Aspekte, wie die Herstellbarkeit tragfähiger stab- und plattenartiger Bauteile und die Realisierung von Sandwichstrukturen aus Papier mit über der Dicke veränderlichen Eigenschaften (Gradientenwerkstoffe) betrachtet werden. Auch die Möglichkeit lokaler Endlosfaserverstärkung mittels Naturfasern soll untersucht werden. Ziel ist es, lastgerecht zu verstärken, und hierfür gilt es entsprechende Bemessungsmethoden zur mechanischen Bewertung des Einflusses der Faserverstärkung abzuleiten und in TP5 zu implementieren.

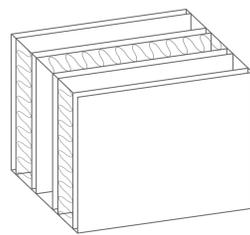
Es ist geplant, die flächigen Halbzeuge in einem Werkzeug mittels einer Presse herzustellen. Das Fertigungsverfahren für Stäbe/-Rohre steht noch nicht fest und soll geometrieabhängig entwickelt werden. Ausgangspunkt hierfür ist die Wickeltechnologie. Die Verbesserung, z. B. zur Optimierung des Bearbeitungsprozesses hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften werden im Labormaßstab erprobt und unter dem Aspekt der Übertragbarkeit auf reale Anwendungen bewertet. Ziel ist es, im Rahmen dieses Teilprojektes über experimentelle Untersuchungen und eine erste mechanische Beschreibung der Halbzeuge den Fertigungs-/Verarbeitungseinfluss zu untersuchen, zu beschreiben und zu optimieren. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 3 dargestellt.

### ARBEITSPAKETE



#### AP 3.1: ANFORDERUNGEN UND SCHNITTSTELLEN

Ziel ist es hier die Anforderungen aus TP4 und TP6 für die „Halbzeugebene“, insbesondere für stabförmige und flächige Strukturkomponenten, aufzubereiten. Für die Entwicklung eines Fertigungskonzeptes für flächige Halbzeuge sind zunächst die erforderlichen geometrischen Abmessungen: Breite, Höhe, Dickenverteilung, Krümmungen, Symmetrien, massiv oder Sandwich von besonderem Interesse. Für die Entwicklung eines Fertigungskonzeptes für stabartige Halbzeuge ist neben den geometrischen Abmessungen von Bedeutung, ob es sich aus mechanischer Sicht um Balken, Stäbe oder Stabschalen handelt. Während Balken eher massiv sind erfordern dünnwandige Strukturen unter Umständen eine Stützung (Kern), um ausreichendes Stabilitätsverhalten zu erreichen.



**HALBZEUGE**  
 OPTIMIERTE VERBUNDE  
 [TP3 BÜTER | SCHABEL]

#### AP 3.2: HALBZEUGE UND FERTIGUNGSKONZEPTE

Auf Basis der in AP3.1 zusammengestellten Anforderungen werden für die flächigen und stabförmigen Halbzeuge Fertigungskonzepte abgeleitet. Arbeitsschritte und Ziele:

In Zusammenarbeit mit TP4 und TP6 werden die zu betrachtenden stabförmigen und flächigen Halbzeuge in Form und Geometrie definiert. Hierbei werden homogene, papierfaserverstärkte Halbzeuge in Betracht gezogen oder diese mit Gradienten in Dicke und/oder Festigkeitseigenschaften realisiert. Die Halbzeuge sind hierbei stabförmige und/oder ebene bzw. flächig gekrümmte Sandwichstrukturen die in einer Presse hergestellt werden können. Das hier verwendete Papier kommt aus TP1 und TP2. Die optimierten flächigen Halbzeuge sollen im TP 4 weiterverarbeitet bzw. inkrementell umgeformt werden. Aktuell finden Vorversuche zur Herstellung von naturfaserverstärkten Papierplatten statt. Dabei werden Gewebe aus Jute zwischen zwei nasse Zellulosefaserschichten gelegt und in einer Presse komprimiert und getrocknet. Zunächst wird bewusst auf ein Bindemittel (Matrix) verzichtet, um den Herstellungsprozess möglichst einfach zu halten. Die hergestellten verstärkten Papierplatten werden mittels Laserschneiden zu Zugstäben (Abbildung 4) weiterverarbeitet, in einem einaxialen Zugversuch geprüft und mit unverstärktem Material verglichen.

#### AP 3.3: MECHANISCHE PRÜFUNG

In diesem Arbeitspaket werden auf Halbzeugebene mechanische Prüfungen durchgeführt. Ziel ist es, die mechanischen Eigenschaften an Halbzeugen zu ermitteln. Hierauf basierend können unter Berücksichtigung des Fertigungseinflusses die Materialmodelle in TP5 verifiziert werden. Darüber hinaus werden die so ermittelten mechanischen Eigenschaften mit den Anforderungen aus TP4 und TP6 in Relation gesetzt, um das Material auf Halbzeugebene zu optimieren. Für die Naturfaserverstärkung wird auf Basis der klassischen Laminattheorie eine Berechnungsmethode zur mechanischen Bewertung und Optimierung auf Halbzeugebene entwickelt. Diese Berechnungsmethode fließt in TP5 ein. Des Weiteren wird über die Prüfergebnisse selbst und die Statistik der Prüfungsergebnisse das Fertigungsverfahren optimiert und die Zuverlässigkeit des Fertigungsverfahrens abgesichert.

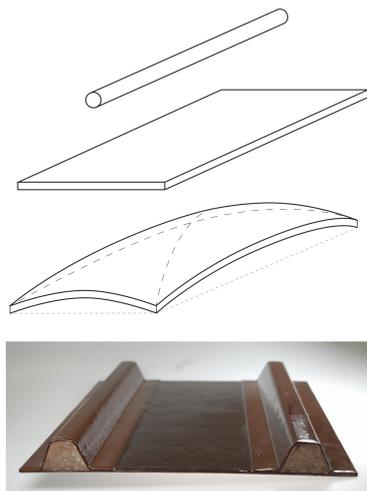


Abbildung 1: Schema Halbzeug und möglich Addition von Komponenten zu neuem Bauteil



Abbildung 2: Prüfstand für Halbzeuge



Abbildung 4: Zugprobe aus naturfaserverstärktem Papier

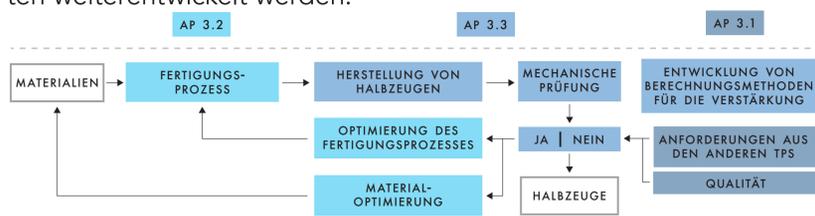


Abbildung 3: Struktur des Teilprojektes