



Posted on

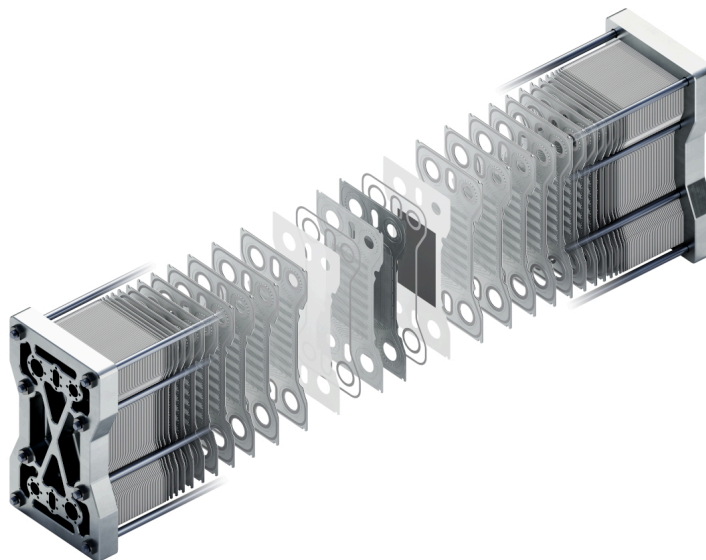
3. Dezember 2020 3. Dezember 2020 by Marcus Morstein | Leiter Nano- und Werkstofftechnologien beim Hightech Zentrum Aargau – Schreiben Sie einen Kommentar

Innovative Fertigungstechnik für hochpräzise Bipolarplatten



Marcus Morstein | Leiter Nano- und Werkstofftechnologien beim Hightech Zentrum Aargau

Tags Bipolarplatten , FEINforming , Feintool , Wasserstoff



Die stark wachsende Nachfrage nach Elektromobilität erfordert die wirtschaftliche Fertigung grosser Stückzahlen von Komponenten – unter anderem für Brennstoffzellen.

Die Feintool-Gruppe, die Fachhochschule Nordwestschweiz und das Hightech Zentrum Aargau entwickeln in einem Forschungsprojekt einen wirtschaftlichen Umformprozess zur Fertigung metallischer Bipolarplatten für



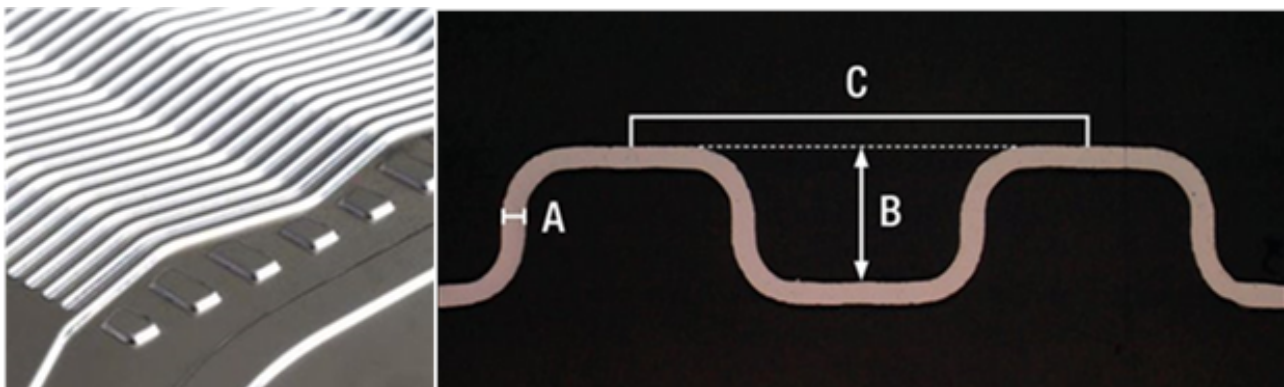
Brennstoffzellen zur Serienreife.

Brennstoffzellen bieten in der Elektromobilität eine Alternative zu grossen Batterien. Dies besonders, wenn grosse Reichweite und kurze Tankstopps gefragt sind, beispielsweise bei Nutzfahrzeugen, Bussen und Triebzügen als Dieselerersatz. Derzeit sind Brennstoffzellen für einen breiten Einsatz aber noch viel zu teuer. Die typischerweise 300-400 Bipolarplatten des Herzstücks einer Brennstoffzelle, des sogenannten Stacks, machen dabei über die Hälfte der Fertigungskosten aus.

Daher ist eine neue Fertigungstechnologie gefragt, um die Marktfähigkeit dieser Technologie sicherzustellen. Derzeit werden in Brennstoffzellensystemen hauptsächlich Bipolarplatten aus Graphit eingesetzt, die jedoch wegen ihrer geringen Energiedichte und hohen Herstellkosten durch metallische Bipolarplatten abgelöst werden sollen. Für deren Fertigung müssen jedoch noch verschiedene technische Herausforderungen gelöst werden. Unter anderem wird ein Umformprozess gesucht, mit dem die sehr dünnen Bleche mit der erforderlichen hohen Präzision gefertigt werden können. Die Feintool-Gruppe hat langjährige Erfahrung als Technologieführer in der Pressen- und Werkzeugtechnologie für den Feinschneidprozess. Dies war der Startpunkt, um im aktuellen Projekt eine Fertigungstechnologie zu entwickeln, die im Vergleich zu alternativen Verfahren wie Hydroforming oder konventionellem Stanzen/Umformen sowohl präziser als auch wirtschaftlicher ist.

Mikropräzision gefordert

In die dünnen Metallbleche – aus Gewichtsgründen unter einem Zehntel Millimeter – müssen hochpräzise Flusskanäle für die beiden Prozessgase der Brennstoffzelle (Luft und Wasserstoff) eingeformt werden. Zusätzlich müssen die bis 500 mm langen Kathoden- und Anodenbleche auf wenige Mikrometer perfekt aufeinanderpassen, damit sie gasdicht zur fertigen Bipolarplatte laserverschweisst werden können. Die Herstellgenauigkeit der eingesetzten Werkzeuge kommt dabei an die Grenzen der aktuellen Möglichkeiten. In dem gemeinsamen, von der Schweizer Innovationsagentur Innosuisse geförderten, Forschungsprojekt setzten die Partner zunächst 2D- und 3D-Finite-Elemente-Modellierung ein, um die Werkzeuggeometrie an die hohen Anforderungen anzupassen. Als entscheidender Faktor wurde zusätzlich eine neue, mehrstufige Technik für die präzise Oberflächenbearbeitung der Umformwerkzeuge entwickelt, was sich als entscheidender Faktor erweisen sollte. Ferner kommt dem neuen Umformprozess die aus der Feinschneidtechnik bekannte Positionierungsgenauigkeit der komplexen Folgeverbundwerkzeuge zugute.



Flowfield einer fertig umgeformten Muster-Bipolarplatte. Links: Detailbild der Oberfläche, Rechts: Schliffbild eines umgeformten Blechs mit Blechdicke A: 0.075 mm, Umformtiefe B: 0.45 mm und Pitch C: 1.5 mm. Bilder: Feintool-Gruppe

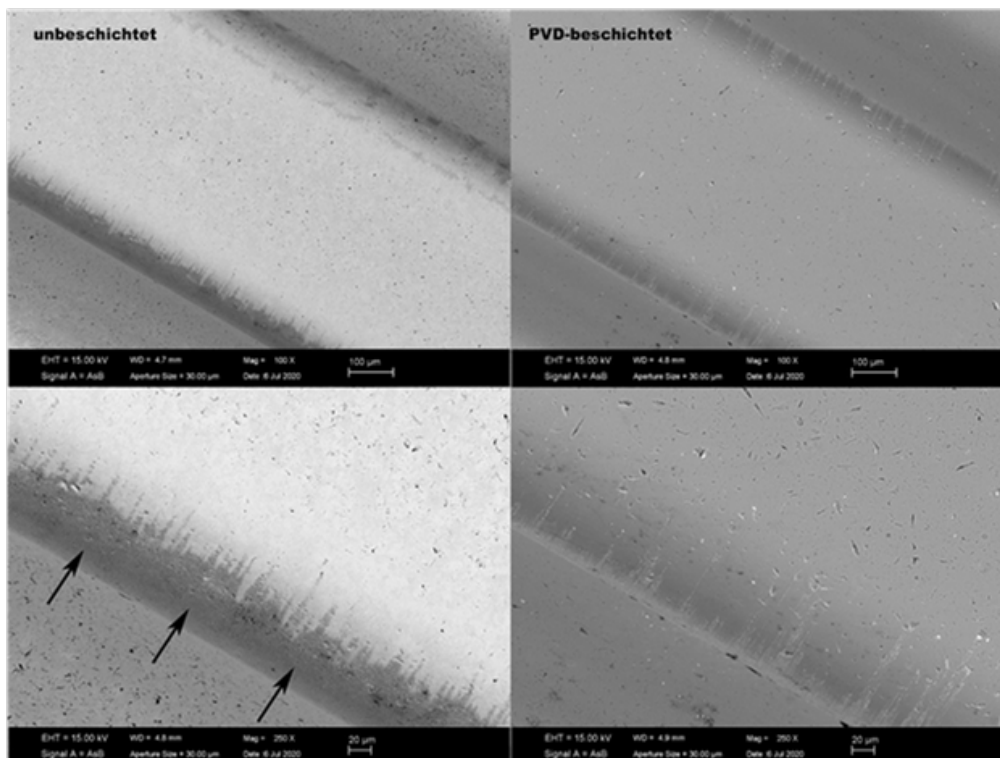
Eine weitere Anforderung besteht darin, die Formbeständigkeit und hohe Oberflächengüte der gefertigten Bipolarplatten über Millionen von Umformzyklen zu garantieren. Der Werkzeugverschleiss ist bislang kaum

erforscht, weil ausschliesslich Prototypen und Kleinserien gefertigt wurden. In dem aktuellen Projekt wurden verschiedene Schichtsysteme sowie Vor- und Nachbehandlungsverfahren der Werkzeugoberflächen systematisch evaluiert. Im Fokus standen dabei Arc- und Sputter-PVD-Beschichtungen für den Verschleisschutz sowie chemische Diffusionsverfahren.

Das Ergebnis: Ein stabiler, innovativer Herstellprozess

Im Projekt zeigte sich, dass der Einfluss der Oberflächenvorbehandlung tendenziell unterschätzt wird. Der Zustand der Werkzeugoberflächen nach dem für solche Prägestrukturen oft eingesetzten Hochgeschwindigkeitsfräsen, erwies sich als tribologisch ungeeignet. Aus diesem Grund musste nach dem Fräsen ein mehrstufiges Verfahren zur Behandlung und Aufbereitung der Werkzeugoberfläche durchgeführt werden, noch vor dem Beschichtungs- bzw. Diffusionsprozess.

Das Verschleissverhalten der unterschiedlich behandelten Werkzeuge wurde in seriennahen Realversuchen bis hin zu hohen Standzeiten validiert. Dabei zeigte sich ein grosser Einfluss des Oberflächenzustands und der Beschichtung auf die Werkzeugperformance und Qualität der gefertigten Teile. Untersuchungen mittels Rasterelektronenmikroskopie über die gesamte Lebensdauer zeigten auf, dass sich bereits kleinste Oberflächenfehler oder Verschleisszonen in den gefertigten Teilen abbilden. Es stellte sich heraus, dass Verschleisschutzschichten mit reibmindernden Decklagen unerwünschte Anhaftungen des Stahlblechs minimieren (Abb. 3) und somit Belastung und Verschleiss der Werkzeuge positiv beeinflussen. Damit gelang es, für eine grosse Bandbreite von Flowfield-Geometrien Werkstoffe, Oberflächenbehandlung und Tribologie so zu optimieren, dass reproduzierbar hohe Standzeiten der Werkzeuge realisiert werden konnten.



Rückstreukontrast-REM-Aufnahmen eines unbeschichteten (links) und eines optimiert PVD-beschichteten Prägewerkzeugs (rechts) bei gleicher Standzeit. Aufklebungen des rostfreien Stahlblechs am oberen Umformradius des unbeschichteten Werkzeugs sind deutlich erkennbar (links unten). Bilder: Institut für Produkt- und Produktionsengineering, FHNW



Die mit dem neuen Verfahren herstellbaren formoptimierten, präzisen Geometrien der Kathoden- und Anodenbleche ermöglichen besser ausgeformte Gaskanäle im Flowfield der Bipolarplatten. Dies bedeutet einen besseren elektrischen Kontakt, geringeren inneren Widerstand und somit höheren Wirkungsgrad der Brennstoffzelle. Jedoch ermöglichte erst das komplexe Zusammenspiel verschiedener fertigungstechnischer Innovationen bei Werkzeugbau, Werkzeuggeometrie, Oberflächentechnik und Pressentechnologie den Durchbruch und trägt zukünftig dazu bei, der Brennstoffzelle als Teil alternativer Antriebskonzepte in der Elektromobilität und in weiteren Anwendungen erneuerbarer Energien zum Erfolg zu verhelfen.

Category: Allgemein

Tags: Bipolarplatten , FEINforming , Feintool , Wasserstoff

Beitrags-Navigation

Previous post: High-Performance Brennstoffzellen dank FEINforming: Schlüssel für die Mobilität der Zukunft