

Auf die sanfte Tour:

Wie ein sogenanntes virtuelles Skalpell der PlasmaJET mithilfe von Bürkert realisiert werden konnte



bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS

White Paper
Oktober 2010

Auf die Sanfte Tour: Wie ein sogenanntes virtuelles Skalpell, der PlasmaJet mithilfe von Bürkert realisiert werden konnte

Thomas Sattler, Product Manager Gas

Chirurgische Eingriffe unter minimaler Schädigung des Gewebes und gleichzeitige Koagulation ermöglicht die neuartige Technologie der Plasma-Chirurgie. Das sogenannte ‚virtuelle Skalpell‘, der PlasmaJet, nutzt reines Plasma als elektrisch neutrale Energiequelle und arbeitet besonders sauber und exakt. Voraussetzung für die Entwicklung des ersten und einzig ‚wahren‘ Plasma-Chirurgiesystems war die ultrafeine Regelbarkeit, Präzision und Wiederholbarkeit des Massenflussreglers von Bürkert mit MEMS-Technologie.

Der PlasmaJet schneidet und koaguliert Körpergewebe, sogar Knochen, mit einem hochenergetischen und dabei feinen und elektrisch neutralen Plasmastrahl. Erzeugt wird dieser durch Ionisierung einer winzigen Menge des Edelgases Argon im isolierten Gehäuse des Einweg-Handstücks. Das Gas wird in Plasma umgewandelt („angeregt“) und tritt als präzise gebündelter, blassblauer Strahl aus der Spitze des Instruments wieder aus. Auf diese Weise kann das PlasmaJet System Gewebe von empfindlichen Strukturen wie dem Darm, dem Diaphragma, den Tuba Uterus oder den Ovarien entfernen. Durch gleichzeitige Koagulation kann beispielweise die Lungenoberfläche vollständig versiegelt werden, wodurch Blutstillung und Aerostase erzielt werden. Zum System gehört eine Steuerkonsole auf einem Service-Trolley und eine Palette Einweg-Handstücke. Die Konsole enthält das Regelsystem mit LCDDisplay

und Touchpad. Ein integrierter Kühlkreis auf Basis von Bürkert-Regelventilen kühlt die Spitze des Operationsinstruments.

Von der FDA, der amerikanischen Behörde für Lebens- und Arzneimittelsicherheit, wurde das System bereits zugelassen.

Bis es jedoch so weit war, sahen sich die Entwickler von PlasmaJet vor große Schwierigkeiten gestellt: Die Einschwingzeiten der verwendeten Massenflussregler (engl. Mass Flow Controller = MFC) unterschieden sich von Gerät zu Gerät und das hatte Auswirkungen auf die Funktion des PlasmaJets. Damit das System ordnungsgemäß arbeitet, muss der MFC zunächst einen hohen Plasmadurchsatz bei einem höheren Druck regeln, um das Plasma zünden zu können. Anschließend muss das Gerät rampenförmig wenige Standardliter pro Minute einregeln. Überschwingen (auch engl. overshoot) muss unbedingt vermieden werden, damit der Plasmastrahl nicht erlischt. Damit begann das erfolgreiche Engagement von Bürkert Fluid Control Systems im Projekt „PlasmaJet“. Der Auftrag bestand darin, einen MFC zu liefern, der Regeleigenschaften bietet und winzige Durchsatzmengen mit einer wiederholbaren Präzision von $\pm 0,01$ Standardlitern pro Minute gewährleistet. Darüber hinaus mussten die MFCs eine hohe elektromagnetische Verträglichkeit aufweisen (Einbauposition unter einem großen 3,5kV Netzteil in der Nähe zweier niedrigerfrequenter Lüfter) und im Bereich 25 - 40 °C stabil arbeiten; außerdem müssen die Fertigungstoleranzen immer gleiche Einschwingzeiten gewährleisten.



Damit das System sauber funktioniert, regelt der Bürkert-MFC zunächst einen hohen Plasmadurchsatz bei einem höheren Druck, um das Plasma zünden zu können, danach regelt der MFC rampenförmig wenige Standardliter pro Minute – so dass ein Überschwingen oder Erlöschen des Plasmastrahls vermieden wird



PlasmaJet, ein Plasmaoperationsgerät für chirurgische Eingriffe und Koagulation. Das virtuelle Skalpel umfasst Steuerkonsole, Service-Trolley und eine Palette Einmalinstrumente

„Bei Bürkert war man so interessiert und engagiert, dass man die Herausforderung annahm, sie verstand und in kürzester Zeit eine funktionierende Lösung entwickelte, so dass unsere Entwicklungszeit erheblich verkürzt wurde“, berichtet Professor Nikolai Suslow, CTO von PlasmaJet. „Ohne dieses Engagement hätte unsere Entwicklung viel

länger gedauert oder wäre womöglich sogar gescheitert.“

Der erste Prototyp des MFCs Typ 8711 wurde nur neun Tage nach Bürkerts erstem Besuch beim Kunden vorgelegt. Noch im selben Monat wurde das Gerät im F&E-Labor des Entwicklers in Schweden getestet, in Anwesenheit von Ingenieuren des Segments Gas von Bürkert. Nach erfolgreichem Abschluss der Tests teilte das Bürkert-Werk dieser Variante des MFCs Typ 8711 eine Artikelnummer zu. Nur wenig später erfolgten die RoHS-Konformitätserklärung und der Antrag auf UR-Zertifizierung. Noch im selben Monat erhielt Bürkert den Auftrag über eine Nullserie über zehn MFCs Typ 8711. Insgesamt hat der Entwicklungsprozess von Anfang bis Ende lediglich drei Monate in Anspruch genommen.

Der Schlüssel zum Erfolg des PlasmaJet ist die einzigartige MEMS-Technologie, die im MFC Typ 8711 verbaut ist. Die Methode basiert

auf einem thermischen Prinzip und hat den Vorteil, dass der Massendurchfluss direkt, ohne Temperatur- oder Druckkorrektur, bereitgestellt wird.

Der vom Sensor auf Siliziumchipbasis gelieferte Istwert wird in der digitalen Regelelektronik mit dem vorgegebenen Sollwert verglichen; liegt eine Regeldifferenz vor, wird über einen PI-Regelalgorithmus

die an das Proportionalventil ausgegebene Stellgröße modifiziert und damit die Regeldifferenz ausgeglichen. Da sich der Sensor direkt im Nebenkanal befindet, hat das Gerät eine sehr schnelle Reaktionszeit. Die Messwerterfassung findet direkt im Nebenkanal statt. Ein Laminar-Flow-Element im Hauptkanal erzeugt einen geringen Druckabfall, welcher einen kleinen Teil des Gesamtdurchflusses durch den Nebenkanal treibt. Der dort sitzende Sensor erfasst den Massendurchfluss direkt als Temperaturunterschied. Die Messung erfolgt hier in einem speziell geformten Strömungskanal, dessen Wandung an einer Stelle einen Si-Chip mit einer freigeätzten Membran enthält. Auf dieser Membran sind in MEMS-Technologie ein Heizwiderstand sowie symmetrisch zu diesem, stromaufwärts und stromabwärts, zwei Temperatursensoren aufgebracht. Wird der Heizwiderstand mit einer konstanten Spannung gespeist, ist die Differenzspannung der Temperatursensoren ein Maß für den Massendurchfluss des im Strömungskanal über den Chip strömenden Gases. „Es ist sicher nicht übertrieben, wenn ich sage, dass es die Fähigkeit des Massendurchflussreglers von Bürkert war, sehr kleine Gasmengen mit großer Präzision und Wiederholbarkeit zu steuern, die unsere einzigartige Technologie überhaupt erst möglich gemacht hat“, erklärt Professor Nikolai Suslow.



Der Schlüssel zum Erfolg des PlasmaJet ist die einzigartige MEMS-Technologie, die im MFC Typ 8711 verbaut ist

Kontakt

Wie können wir Ihnen helfen, Ihre Ideen umzusetzen? Haben Sie weitere Fragen? Kontaktieren Sie uns:

Thomas Sattler
Produktmanager Mass Flow Controller
Bürkert Fluid Control Systems
Bürkert Werke GmbH
Am Flugplatz 27
63329 Egelsbach
Telefon +49 6103 9414-24
Telefax +49 6103 9414-66
E-Mail: thomas.sattler@burkert.com
Website: www.buerkert.de