

# Une machine-outil révolutionnaire en open source

Si le concept du «code source ouvert» s'applique au monde du logiciel, vouloir le mettre en œuvre dans le monde très conservateur de la machine-outil semble être une gageure. Celle-ci ne fait pas peur à Philippe Grize, directeur de la Haute École Arc Ingénierie située à Neuchâtel. Interview.



Développée dans le cadre du programme EcoSwissMade, la machine micro5 n'est pas encore industrialisée, mais les tests d'usinage de laiton et d'innox réalisés avec le prototype sont très prometteurs. La HE Arc recherche des partenaires pour sa production et sa commercialisation.

*Die im Rahmen des Programmes EcoSwissMade entwickelte Maschine micro5 ist noch nicht in die Industrialisierungsphase eingetreten. Mit ihrem Prototyp durchgeführte Tests zur Messing- und Edelstahlverarbeitung haben sich jedoch als vielversprechend erwiesen. Die Hochschule Arc sucht jetzt nach Partnern für die Herstellung und Vermarktung der Maschine.*

Lors du SIAMS à Moutier, la Haute École Arc a présenté une micro machine de fraisage à peine plus grande qu'une machine à café. «Notre stand n'a pas désempilé, les visiteurs ont manifesté l'intérêt, soit pour acheter des machines, notamment pour le domaine horloger, soit pour acheter le concept pour l'industrialiser immédiatement» explique le directeur en préambule. Quelques semaines plus tard, la Haute École a développé ce concept et sa vision du futur devant un parterre d'une soixantaine d'industriels intéressés lors d'une rencontre à Saint-Imier. Quelles sont les prochaines étapes envisagées ?

## Une industrie prête pour l'innovation

Si l'on parle du micro-factory depuis une quinzaine d'années au Japon, les solutions développées restaient très largement des produits de laboratoire. Avec le développement des concepts d'Industrie 4.0, de Smart Factory et d'impact environnemental réduit (notamment gaspillage d'énergie minimal et production au plus près des lieux de consommation), le marché semble être prêt à accueillir une solution de production radicalement nouvelle. Philippe Grize nous dit: «La recherche appliquée par la Haute École correspond finement aux besoins de notre tissu industriel régional (Arc jurassien des microtechniques), nous avons le même ADN en ce qui concerne la précision, la qualité et l'amour du travail bien fait». Il ajoute: «Tout plaide pour que nous ne soyons pas seulement des acteurs dans cette révolution annoncée, mais bien des leaders».

## Toute la chaîne de valeur à portée de main

Comparativement à d'autres régions du monde qui communiquent largement autour d'Industrie 4.0, notamment l'Allemagne, la Suisse et l'Arc jurassien en particulier dispose d'avantages incomparables. Dans cette région, la part des

## Association de Recherche Communautaire des Moyens de production microtechnique

Créée en 1985, l'Association Suisse pour la Recherche Horlogère mène pour ses membres des travaux de recherche communautaires, visant à exploiter les avancées scientifiques et technologiques afin de contribuer à renforcer la position de leader de l'industrie horlogère suisse. Les membres de l'association sont des entreprises horlogères - marques et manufactures - des entreprises fournisseurs de produits et de services pour l'horlogerie, ainsi que des laboratoires de recherche et des institutions ayant un lien avec le monde horloger. Au service de l'industrie horlogère, l'association joue ainsi le rôle de moteur pour la réalisation de travaux de recherche communautaires, travaux qui sont confiés à des laboratoires en Suisse ou à l'étranger qui disposent des compétences scientifiques et des équipements nécessaires à leur réalisation. Les projets de recherche menés par l'association se font toujours au bénéfice d'un groupe de membres industriels qui en assurent le financement et possèdent en commun les droits d'exploitation des résultats. La nouvelle association ARCM vise exactement au même principe de fonctionnement. Plusieurs industriels présents lors de la rencontre à Saint-Imier nous ont dit: «Si le concept fonctionne bien dans l'horlogerie, il n'y a pas de raison pour qu'il ne puisse pas être appliqué dans l'industrie des machines».

emplois dans le secteur secondaire, à travers le tissu de PME industrielles et microtechniques, atteint près de 45%. «Les compétences à notre disposition dans une région de quelques centaines de kilomètres carrés sont extraordinaires, nous y trouvons des spécialistes actifs tout au long de la chaîne de valeur, c'est une force fantastique qu'il faut exploiter quand on parle d'interconnexion au sein et entre les entreprises» explique M. Grize d'un ton passionné.

## Le concept: aussi bien avec beaucoup moins

A la base du développement de micro5, la notion de développer une machine capable d'usiner un cube de 50 mm d'arête et dont la taille serait adaptée. Le résultat ? Une «machine à café» dont les masses en mouvement représentent à peine 10 kg. Le professeur Claude Jeannerat, responsable du groupe «Conception des moyens de production» à la HE-Arc explique: «Habituellement dans la machine-outil, seuls 15 % de l'énergie sont utilisés à générer du copeau, c'est un gaspillage énorme». Avec son équipe, le professeur est donc reparti de la pièce à usiner et a conçu une machine totalement différente dotée d'une fréquence propre élevée, d'une haute dynamique et d'une très grande fidélité de suivi de trajectoire à haute vitesse. Il est à relever que toute la stratégie d'usinage se base sur l'interpolation. Le résultat ? La machine micro5 a enthousiasmé tous les spécialistes l'ayant vue. La précision d'usinage n'a rien à envier à des machines beaucoup plus lourdes puisque lors des tests effectués par l'équipe de développement, l'écart-type maximum sur une journée de travail est de moins de 1,5 µm sur les principales cotes dimensionnelles.

## Alors cette machine elle est pour qui?

Le développement de la micro5 a été financé par des fonds publics, il fait partie d'un programme de recherche de la HES-SO, EcoSwissMade, doté de près de 4 millions sur 4 ans. Aujourd'hui la HE-Arc veut mettre son savoir et son expérience et les résultats de ce développement à disposition de l'industrie suisse. M. Grize précise: «Le HE-Arc ne va ni produire, ni commercialiser la micro5 et nous ne souhaitons pas faire émerger un Start-up. Il y a suffisamment d'entreprises actives dans le domaine de la machine et nous allons simplement mettre notre développement à disposition de toute entreprise suisse intéressée». La haute-école vise donc bien à «donner» la machine sur une base open source. A ce sujet ►

le directeur ajoute: «Nous souhaitons mutualiser et fédérer et nous sommes ouverts à toutes les collaborations, pour ce faire nous mettons en place différentes possibilités de partenariat».

### Un investissement très limité

Pour pouvoir disposer de la technologie micro5, les entreprises intéressées peuvent choisir la version de base. A savoir la souscription à la nouvelle entité mise en place: ARCM – Association de Recherche Communautaire des Moyens de production microtechnique. Constituée selon le même modèle que l'Association Suisse de Recherche Horlogère (voir encadré), cette association vise à mutualiser les développements sans remettre en question les savoir-faire et les spécificités de chaque participant. Moyennant une cotisation de 500 à 5'000.- par an, selon leur taille, les entreprises pourront prendre part à différents projets communautaires qui leur seront soumis. Et la micro5 en est le premier. Pour une souscription unique de 2'000.-, les participants ont droit à deux jours de formation incluant la mise à disposition des principes de base et la méthodologie, les plans d'ensemble de la machine et d'informations sur les différents projets en cours dans le programme EcoSwissMade (voir encadré). Le directeur ajoute: «Pour 2'500 à 7'000.- au maximum, nous diffusons ainsi largement toutes les connaissances relatives à micro5. Et pour les entreprises qui le souhaiteraient, nous cherchons des partenaires pour rapidement industrialiser et commercialiser la machine».

### Industrialisation open source «suisse»

Un besoin d'une dizaine de machines à court terme a été identifié suite à SIAMS et comme la Haute École n'a pas pour mission de produire des machines, elle recherche des partenaires intéressés à produire et distribuer la machine micro5. Le but étant de transférer tout le savoir, les plans de détails et de discuter librement avec les intéressés. LES intéressés? «Oui, nous ne voulons pas donner de licence exclusive pour la réalisation de la machine. Si plusieurs entreprises suisses sont intéressées, elles pourront chacune produire leurs versions de la micro5. Nous allons travailler sur une licence de type «copyfair» et au moment où les entreprises gagneront de l'argent avec micro5, nous toucherons des royalties, mais pas avant» explique M. Grize. A la question de quelles sont les entreprises potentielles pour industrialiser micro5, le directeur est très clair: «La machine a été développée avec de l'argent public suisse et nous n'avons pas l'intention de l'offrir à la concurrence étrangère. Nous avons une opportunité unique de renforcer la place industrielle suisse en la profilant comme leader dans les notions d'Industrie 4.0, de micro et de smart Factory».

L'appel est lancé, les industriels suisses y répondront-ils?

### EcoSwissMade – Quésaco?

Le programme thématique de la HES-SO EcoSwissMade a pour ambition de réduire drastiquement la consommation d'énergie dans la production industrielle suisse, tant dans le domaine de l'utilisation des machines que dans ceux de leur construction et de leur recyclage. Afin de contribuer au maintien de l'industrie suisse de pointe, il est indispensable d'améliorer des procédés existants, ou de développer de nouveaux procédés à la fois innovants, respectueux de l'environnement, moins coûteux, difficilement copiables et moins énergivores. Le programme doit proposer des méthodes d'usinage apportant une amélioration des performances ou une optimisation des matériaux, des flux d'énergie et des outils de production, prenant en compte notamment la performance énergétique. Les solutions proposées seront évaluées notamment en termes d'efficacité d'utilisation de la matière première, d'efficacité énergétique, de durabilité, d'adaptabilité et de flexibilité. Elles doivent être immédiatement transposables à l'industrie.

### Et le futur ?

Si la machine-outil en open source semble très futuriste, pour Philippe Grize et ses équipes c'est déjà presque du passé et ils travaillent largement à la manufacture du futur. Notamment par le biais de tous les concepts qui doivent s'intégrer à micro5 comme un changeur d'outils, une micro-lubrification, l'optimisation des trajectoires, etc... mais d'autres idées sont également à l'ordre du jour, dont une prioritaire, le développement d'une micro-décolleteuse sur les mêmes concepts que la micro5. Sans parler de la partie «smart» avec l'intelligence embarquée. Le directeur conclut: «Le financement public est terminé pour le projet micro5, donc pour développer notre vision de la manufacture du futur, nous devons faire appel au soutien de l'industrie, et donc nous cherchons des donateurs pour nous permettre de financer les activités de recherche et continuer à faire des miracles ! Bien entendu les donateurs bénéficieront de retombées et d'avantages, et ils pourront participer activement au développement d'une école au service d'une région riche de savoir-faire uniques au monde».

## Eine revolutionäre Open-Source-Werkzeugmaschine

*Das Konzept «offener Quellcode» ist im Softwarebereich bereits weithin etabliert. Seine Anwendung auf die äusserst konservative Werkzeugmaschinenbranche jedoch stellt eine ganz andere Herausforderung dar. Philippe Grize, der Direktor der Hochschule Arc in Neuenburg, schreckt davor nicht zurück. Interview.*



Auf der SIAMS in Moutier stellte die Hochschule Arc eine Mikro-Fräsmaschine vor, deren Grösse kaum die einer Kaffeemaschine übertrifft. «Auf unserem Stand war ständig etwas los und die Besucher waren am Kauf entweder von Maschinen – besonderes für die Uhrmacherei – oder aber des Konzeptes mit dem Ziel seiner sofortigen Industrialisierung interessiert», erklärt der Direktor einleitend. Einige Wochen später präsentierte die Hochschule bei einem Treffen in Saint-Imier vor rund sechzig interessierten Industrievertretern das Konzept und stellte ihre Zukunftsvision vor. Wie soll es weitergehen?

### Eine innovationsbereite Industrie

In Japan ist die Mikrofertigung bereits seit gut 15 Jahren im Gespräch; allerdings wurden bisher kaum Lösungen über



Avec un investissement minimal, les entreprises intéressées peuvent faire partie de la nouvelle Association de Recherche Communautaire des moyens de production Microtechnique. La machine micro5 en est le premier projet.

Gegen eine geringe Investition können sich interessierte Unternehmen am Verein für Gemeinschaftsforschung zu Mikrotechnik-Produktionsmitteln beteiligen. Die Maschine micro5 stellt deren erstes Projekt dar.

den Laborstatus hinaus entwickelt. Mit der Entwicklung von Konzepten wie Industrie 4.0, Smart Factory und reduzierter Umweltbelastung (insbesondere minimale Energieverschwendung und verbrauchsnahe Produktion) scheint der Markt bereit für einen radikal neuen Produktionsansatz. Dazu sagt uns Philippe Grize: «Die von der Hochschule angewandte Forschung entspricht exakt den Bedürfnissen unserer regionalen Industrie (Jurabogen der Mikrotechnik), denn wir haben die gleichen Ansprüche an Präzision und Qualität und teilen die Liebe für professionelle Arbeit». Und weiter: «Alles spricht dafür, dass wir bei dieser angekündigten Revolution nicht als einfache Akteure auftreten, sondern eine führende Rolle übernehmen werden».

### Die gesamte Wertschöpfungskette in Reichweite

Im Vergleich zu anderen Regionen der Welt, die bereits sehr umfassend zur

Industrie 4.0 kommunizieren (insbesondere Deutschland) hat die Schweiz und insbesondere der Jurabogen beispiellose Vorteile aufzuweisen. So beläuft sich in der Region der Anteil der Arbeitsplätze im Sekundärsektor dank der hier angesiedelten mittelständischen Industriebetriebe auf fast 45 Prozent. «Im Umkreis von nur wenigen hundert Quadratkilometern stehen uns herausragende Kompetenzen zur Verfügung. Wir finden hier Fachkräfte aus allen Bereichen der Wertschöpfungskette und diese einmalige Stärke müssen wir nutzen, um unternehmensintern und –übergreifend für Vernetzungen zu sorgen», erläutert ein enthusiastischer Herr Grize.

### Das Konzept: genauso gut, aber mit viel weniger

Die micro5 entstand ausgehend von der Idee der Entwicklung einer Maschine, die einen Würfel mit 50 mm Kantenlänge und anpassbarer Grösse herstellen könnte. Das Ergebnis? Eine «Kaffeemaschine» mit bewegten Massen von nicht einmal 10 kg. Professor Claude Jeannerat, der Leiter der Arbeitsgruppe «Konzeption von Produktionsanlagen» an der Hochschule Arc erklärt dazu: «Gewöhnlich fließen bei Werkzeugmaschinen nur 15% der Energie in die Erzeugung der Späne ein. Das ist eine enorme Verschwendung.» Ausgehend vom zu fertigenden Werkstück haben der Professor und sein Team eine völlig andere Maschine entwickelt, die eine grosse Eigenfrequenz und starke Dynamik bietet und die Bewegungsbahn auch bei hohen Geschwindigkeiten absolut zuverlässig einhält. Dabei baut die gesamte Fertigungsstrategie auf Interpolation auf. Das Ergebnis? Die Maschine micro5 begeisterte alle Spezialisten, die sie gesehen haben. Ihre Fertigungspräzision steht viel schwereren Maschinen in nichts nach; so belief sich bei vom Entwicklungsteam durchgeführten Tests die maximale Abweichung der wichtigsten Masse auf weniger als 1,5 µm pro Arbeitstag.

### Association de Recherche Communautaire des Moyens de production microtechnique (ARCM Verband)

Der 1985 gegründete Schweizer Verband für Forschung im Bereich Uhrmacherei führt im Auftrag seiner Mitglieder gemeinschaftliche Forschungsarbeiten durch, deren Ziel die Nutzung wissenschaftlicher und technologischer Fortschritte zur Verstärkung der Führungsposition der Schweizer Uhrmacherindustrie ist. Die Mitglieder des Verbands sind Unternehmen aus der Uhrmacherei – Marken und Hersteller – sowie Anbieter von Produkten und Dienstleistungen für die Uhrenindustrie, aber auch Forschungslabors und Institutionen, die in Verbindung zur Uhrmacherei stehen. Insofern wirkt der Verband als Antriebskraft im Dienste der Uhrenindustrie bei der Durchführung von gemeinschaftlichen Forschungsinitiativen. Mit diesen werden Labors in der Schweiz oder im Ausland beauftragt, die über die erforderlichen wissenschaftlichen Kompetenzen und Ausrüstungen verfügen. Die Forschungsprojekte des Verbands kommen jeweils einer Gruppe von Industrie-Mitgliedern zugute, die ihre Finanzierung übernehmen und gemeinsam die Rechte auf Nutzung der Ergebnisse innehaben. Der neue Verband ARCM soll auf die exakt gleiche Weise arbeiten. Beim Treffen in Saint-Imier sagten uns verschiedene Industrievertreter dazu: «Wenn das Konzept in der Uhrenindustrie gut funktioniert, dann besteht kein Grund, es nicht auf die Maschinenindustrie zu übertragen.»



## NC-Pick Press µ-Assembly-Center



WE KNOW HOW  
TO IM-PRESS

excellence in  
press applications

Force jusqu'à 4 kN

Table croisée 70x44 mm

Changeur d'outil Revolver

9 outils, 1 caméra

**axnum**  
NUMERIC AUTOMATION SYSTEMS

[www.axnum.ch](http://www.axnum.ch)

## An wen wendet sich die Maschine?

Die Entwicklung der micro5 wurde öffentlich finanziert und ist Teil eines Forschungsprogrammes der Fachhochschule Westschweiz namens EcoSwissMade. Dieses war für eine Laufzeit von vier Jahren angelegt und erhielt Fördermittel in Höhe von vier Millionen Franken. Heute möchte die Hochschule Arc ihre Kompetenzen und Erfahrung sowie die Ergebnisse dieser Entwicklung der Schweizer Industrie zur Verfügung stellen. Dazu sagt Herr Grize: «Die Hochschule Arc wird die micro5 weder herstellen noch vertreiben und wir möchten auch kein Start-up-Unternehmen aufbauen. Denn es sind genügend Unternehmen im Bereich Maschinenbau tätig. Daher werden wir die von uns entwickelte Maschine allen interessierten Schweizer Unternehmen zur Verfügung stellen.» Plan der Hochschule ist es demnach, die Maschine auf Open-Source-Basis zu «verschenken». Der Direktor ergänzt: «Wir möchten teilen und vereinen und sind offen für alle Arten der Zusammenarbeit. Dazu richten wir verschiedenartige Partnerschaften ein.»

## Eine sehr beschränkte Investition

An der Technologie der micro5 interessierte Unternehmen können sich für deren Grundversion entscheiden, indem sie sich an einer neu eingerichteten Einheit beteiligen, der ARCM (Association de Recherche Communautaire des Moyens de production microtechnique). Diese wurde nach dem Modell der Association Suisse de Recherche Horlogère (s. Kastentext) aufgebaut und hat zum Ziel, Entwicklungen gemeinsam zu nutzen, ohne die Kompetenzen und Besonderheiten der einzelnen Teilnehmer in Frage zu stellen. Gegen einen Beitrag von 500 bis 5 000 Schweizer Franken je nach ihrer Grösse können sich Unternehmen an verschiedenen angebotenen Gemeinschaftsprojekten beteiligen. Die micro5 ist das erste dieser Projekte. Für einen einmaligen Betrag von 2 000 Schweizer Franken können die Teilnehmer an einer zweitägigen Schulung teilnehmen, zu der auch die Bereitstellung der Grundprinzipien, Methodik und Pläne der Maschine sowie von Informationen zu den verschiedenen im Rahmen des Projektes EcoSwissMade laufenden Projekten (siehe Kastentext) gehören. Der Direktor ergänzt: «Für maximal 2 500 bis 7 000 Euro stellen wir so sämtliche die micro5 betreffenden Kenntnisse zur Verfügung. Ausserdem können wir den Unternehmen auf Wunsch eine Partnerschaft zur schnellen Industrialisierung und Vermarktung der Maschine anbieten.»

## EcoSwissMade – Was ist das?

Das Themenprogramm EcoSwissMade der Fachhochschule Westschweiz zielt auf die drastische Reduzierung des Energieverbrauchs in der Schweizer Industrieproduktion ab, vom Bau der Maschinen über ihre Nutzung bis hin zum Recycling. Der Erhalt der Schweizer High-tech-Industrie setzt entweder die Verbesserung der bestehenden Verfahren oder aber die Entwicklung neuer Verfahren voraus, die sowohl innovativ als auch umweltfreundlich, kostengünstiger, schwierig zu kopieren und weniger energieintensiv sind. Das Programm soll Fertigungsmethoden anbieten, die zu einer Leistungsverbesserung oder zur Optimierung der Ausgangsstoffe, der Energieströme und der Produktionswerkzeuge führen und dabei insbesondere die Energieeffizienz berücksichtigen. Die angebotenen Lösungen werden im Hinblick auf effiziente Rohstoffnutzung, Energieeffizienz, Nachhaltigkeit, Anpassungsfähigkeit und Flexibilität geprüft. Ausserdem sollen sie sofort auf die Industrie übertragen werden können.

## Open-Source-Industrialisierung «made in Switzerland»

Im Zuge der SIAMS wurde ein kurzfristiger Bedarf nach gut zehn Maschinen festgestellt. Da die Herstellung der Maschinen nicht zum Aufgabenbereich der Hochschule gehört, sucht diese nach Partnern, die an der Produktion und am



La Haute Ecole Arc a repensé complètement l'usinage autour de la pièce et notamment les masses en mouvement. Le design des pièces de fonderie a par exemple été radicalement repensé... à tel point que le fondeur a tout d'abord refusé de réaliser les pièces.

Die Hochschule Arc hat die Fertigung von Werkstücken und insbesondere die bewegten Massen völlig neu überdacht. So wurden zum Beispiel Gussteile radikal neu gestaltet, und das ging so weit, dass der Giesser die Fertigung der Teile zunächst ablehnen wollte.

Vertrieb der micro5 interessiert sind. Ziel sind der Transfer sämtlicher Kompetenzen und der Detailpläne sowie das offene Gespräch mit den Interessierten. Mit DEN Interessierten? «Ja, denn wir wollen keine Exklusivlizenz für den Bau der Maschine vergeben. Wenn mehrere Schweizer Unternehmen interessiert sind, dann kann jede von ihnen ihre eigene Version der micro5 herstellen. Wir werden an einer ‚Copyfair‘-Lizenz arbeiten und erst dann Royalties erhalten, wenn die Unternehmen mit der micro5 Geld verdienen», erklärt Herr Grize. Seine Antwort auf die Frage, welche Unternehmen für den Vertrieb der micro5 in Frage kämen, ist eindeutig: «Die Maschine wurde mit öffentlichen Mitteln der Schweiz entwickelt und wir haben nicht vor, sie an die Konkurrenz aus dem Ausland zu verschenken. Es bietet sich uns hier die einmalige Gelegenheit, die Schweizer Industrie zu fördern und ihre Führungsrolle in den Bereichen Industrie 4.0, Mikrofertigung und Smart Factory fest zu etablieren.»

Der Aufruf steht ... Wird die Schweizer Industrie reagieren?

## Und die Zukunft?

Open-Source-Werkzeugmaschinen mögen sehr futuristisch erscheinen, aber für Philippe Grize und seine Teams gehören sie schon fast der Vergangenheit an. Denn sie arbeiten bereits an den Produktionsmethoden der Zukunft. Dabei geht es auch um sämtliche Konzepte, die in die micro5 integriert werden sollen, unter anderem ein Werkzeugwechsler, eine Mikroschmierung, optimierte Bewegungsbahnen usw. Aber auch an anderen Ideen wird gearbeitet, darunter eine vorrangige: die Entwicklung eines Mikro-Drehautomaten nach den gleichen Konzepten wie die micro5. Ganz zu schweigen vom «Smart»-Anteil in Form eingebauter Intelligenz. Abschliessend sagt uns Direktor Grize: «Die öffentliche Förderung für das Projekt micro5 ist abgelaufen. Zur Weiterentwicklung unserer Vision der Produktion der Zukunft müssen wir uns daher an die Industrie wenden und so suchen wir Investoren, die uns dabei helfen, unsere Forschungsaktivitäten zu finanzieren und weitere Wunder zu vollbringen! Die Förderer werden natürlich von den Forschungsergebnissen und anderen Vorteilen profitieren und sie erhalten zudem die Möglichkeit, sich aktiv am Aufbau einer Schule zu beteiligen, deren Arbeit im Dienste einer Region mit weltweit einzigartigen Kompetenzen stehen soll.»

**Haute École Arc Ingénierie**  
Espace de l'Europe 11  
CH-2000 Neuchâtel  
Tel. +41 (0)32 930 22 67  
<http://www.he-arc.ch/ingenierie>