

21. Juni 2005

# INDUSTRIAL COOPERATION DAY

## DAS KOOPERATIONSPROJEKT VON PSA PEUGEOT CITROËN UND BMW GROUP

2

## GROßSERIENFERTIGUNG UND EFFIZIENZ

4

### I - EIN LEISTUNGSFÄHIGES INDUSTRIEKONZEPT

4

- Ein ehrgeiziges Industriekonzept in Westeuropa 4
- Eine optimierte Logistik 4
- Eine Industrieorganisation in „Modulen“ 5
- Das Fertigungssystem von PSA PEUGEOT CITROËN: Convergence (Konvergenz) 5

### II - DIE WERKE: AN DER SPITZE DER INDUSTRIELLEN TECHNOLOGIEN

6

#### ■ Das Werk Française de Mécanique (PSA PEUGEOT CITROËN)

6

- Die maschinelle Bearbeitung 6
  - Die Anlagen für die maschinelle Bearbeitung
  - Großserienfertigung und maschinelle Bearbeitung

#### ■ Die Motorenmontage

8

- Eine neue Montage-Strategie
- Großserienfertigung und Montage

#### ■ Hams Hall (BMW Group)

10

### III - INNOVATIONEN IN ALLEN INDUSTRIALISIERUNGSPHASEN

10

- Das Lost-Foam-Verfahren in Charleville 10
- Der Metallurgie-Pol in Mülhausen 11

### IV - PERMANENTE ANSTRENGUNGEN IN DEN BEREICHEN QUALITÄT UND UMWELTSCHUTZ

12


- Die Qualität 12
- Der Umweltschutz 13

## ANHANG

15



## DAS KOOPERATIONS- PROJEKT VON PSA PEUGEOT CITROËN UND BMW GROUP



**PSA PEUGEOT CITROËN und BMW Group kündigten im Jahr 2002 die gemeinsame Entwicklung und Fertigung einer neuen Familie kleiner Benzinmotoren an, mit denen die Fahrzeuge beider Konzerne ausgerüstet werden sollen.**

Dieses Kooperationsprojekt bietet die Möglichkeit, eine neue Produktpalette kleiner, technologisch fortgeschrittener Benzinmotoren in hohen Stückzahlen und unter wettbewerbsfähigen wirtschaftlichen Bedingungen zu entwickeln. Ziel ist die Teilung der Entwicklungskosten und die gemeinsame Nutzung der Kompetenzen und Anlagen der beiden Partner, um von größenbedingten Kosteneinsparungen zu profitieren, die eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg des Projekts sind.

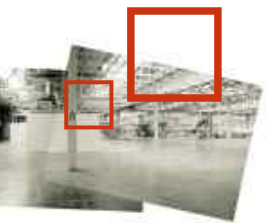
Außerdem wurde im Rahmen des Kooperationsprojekts der Zugang zur Unternehmenskultur des Partners und dessen industrielle Techniken genutzt. Das Projekt stützt sich auf 2 Grundprinzipien: eine gemeinsame Organisation (ein gemeinsamer Vorstand mit Vertretung und gleichen Machtbefugnissen, einen gemeinsamen Projektleiter und gemeinsame Projektteams, die aus den Ingenieuren beider Konzerne zusammengesetzt sind) und die gemeinsame Übernahme der Kosten. Entwicklungskosten: jeder Vertragspartner übernimmt 50 % der Entwicklungs-

kosten; industrielle Investitionen sowie Engineering- und Markteinführungskosten: Aufteilung gemäß den von jedem Partner reservierten Stückzahlen.

Für das Gelingen des Projekts war auch eine gemeinsame Programmplanung erforderlich. Ab 2006: die Herstellung von Motoren für die Produktpalette der Klein- und Mittelklassewagen von Peugeot und von Citroën. Darüber hinaus werden auch die künftigen Versionen des Mini mit diesen Motoren ausgerüstet. Die Leistung der neuen Motoren reicht von 55 kW/75 PS bis 125 kW/170 PS; sie setzen bei Motorleistung und Fahrkomfort, bei der Reduzierung des Verbrauchs und bei den Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) neue Standards.

In der Anfangsphase stand das für die Motorkonzeption verantwortliche und in die Forschungs- und Entwicklungsabteilung in München eingegliederte Projektteam unter der Leitung von BMW Group. Gegenwärtig ist der Konzern PSA PEUGEOT CITROËN mit der Leitung der Industrialisierungs- Fertigungs- und Einkaufsphasen betraut. Die geplante Stückzahl beträgt langfristig ca. 1 Million Einheiten.

**Das Kooperationsprojekt setzt auf das technische Know-how und die Beherrschung der Großserienfertigung durch beide Konzerne.**



## ■ ZWEI MOTOREN – ZWEI UNTERSCHIEDLICHE TECHNOLOGIEN

Anlässlich eines Technologietags im Zentrum für Forschung und Entwicklung von BMW-Group in München beschrieben die Verantwortlichen der beiden Partner-Konzerne ausführlich die bei den folgenden zwei Motortypen verwendeten Technologien:

- bei Saugmotoren mit variablem Ventiltrieb, einem Hubraum von 1.6 Liter und einer Leistung von 85 kW/115 PS.
- bei Motoren mit Direkteinspritzung, Twin-Scroll-Turbolader, einem Hubraum von 1.6 Liter und einer Leistung von 105 kW/143 PS.

Es handelt sich dabei um die ersten Ableger einer Motorfamilie, die langfristig Aggregate mit einer Leistung von 55 kW/75 PS bis zu 125 kW/170 PS umfassen.

Diese neuen Aggregate sind mit zahlreichen Elementen modernster Techniken ausgerüstet, die aus dem Erfahrungsschatz der beiden Konzerne stammen:

- Variabler Ventiltrieb
- Volumenstromgeregelte Ölpumpe
- Einriemenantrieb für Nebenaggregate
- Zylinderkopfherstellung nach dem Lost-Foam-Gießverfahren

Darüber hinaus wurden folgende Innovationen entwickelt:

- Direkteinspritzung: zur Optimierung der Leistung
- Twin-Scroll-Turbolader: zur Verbesserung der Ansprechzeit und des Fahrkomforts

Abschaltbare Wasserpumpe: Verbrauch- und Emissionsreduzierung.



## GROSSERIEN- FERTIGUNG UND EFFIZIENZ



### I - EIN LEISTUNGSFÄHIGES INDUSTRIEKONZEPT

Die Verwaltung des Kooperationsprojekts erfolgt nach dem Grundsatz des „System-Engineerings“. Ein gemeinsames, an zwei Standorten arbeitendes Team befasste sich mit den drei Projektaspekten Entwicklung, Fertigung und Einkauf.

Es wurde die Projektmethode von PSA PEUGEOT CITROËN umgesetzt: ein gemeinsames Projektteam arbeitet an zwei Standorten eng mit den Metiers der Industrialisierungs- und der Einkaufsabteilung zusammen. Die Leitung für die Motorenentwicklung wurde BMW Group, in enger Zusammenarbeit mit den Ingenieuren von PSA PEUGEOT CITROËN, anvertraut. Das Konstruktionsbüro befindet sich im FIZ in München und beschäftigt ca. fünfzig Personen, unter ihnen etwa fünfzehn Ingenieure von PSA PEUGEOT CITROËN. Sie arbeiten eng mit der Abteilung für Industriemethoden und mit der Einkaufsabteilung in Garenne-Colombes (bei Paris) zusammen, die 150 Personen beschäftigt. Das an den zwei Standorten arbeitende Management-Team des Koordinationsprojekts nutzt EMX-Verbindungen mit hoher Bitleistung für einen regen Austausch von Dateien und Berechnungsmethoden.

### ■ EIN EHRGEIZIGES INDUSTRIEKONZEPT IN WESTEUROPA

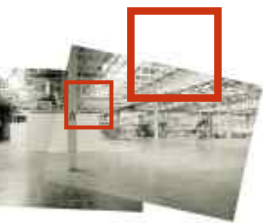
Der Bereich Produktion / Fertigung wird von PSA PEUGEOT CITROËN geleitet. Die maschinelle Bearbeitung der wichtigsten Motorteile erfolgt ausschließlich im Werk La Française de Mécanique in Douvrin (Pas-de-Calais). Die Montage ist auf die Standorte der beiden Autokonzerne aufgeteilt: der Zusammenbau für PSA PEUGEOT CITROËN erfolgt im Werk La Française de Mécanique und der von BMW Group im Werk Hams Hall in England, um die Versorgungslogistik zu den Fahrzeugwerken der beiden Konzerne einfacher zu gestalten.

Auf diese Weise ist der Fortbestand eines modernen, industriellen Know-hows in Westeuropa gewährleistet. Dieses Konzept setzte eine leistungsfähige und flexible Organisation voraus, die an zwei unterschiedliche Zusammenbauverfahren zur Herstellung von Motoren an zwei unterschiedlichen Standorten angepasst werden musste.

### ■ EINE OPTIMIERTE LOGISTIK

PSA PEUGEOT CITROËN ist für die Lieferanten verantwortlich. Diese wurden auf der Grundlage ehrgeiziger Wettbewerbs- und Qualitätskriterien ausgewählt.

Die Aufwärts-Logistik wurde so organisiert, dass die Direktversorgung aller Lieferanten durch die beiden Montagewerke Hams Hall bei BMW Group und La



Française de Mécanique bei PSA PEUGEOT CITROËN gewährleistet ist.

Eines der logistischen Grundprinzipien ist das RECOR (REnouvellement des COnsommations Réelles, Direktversorgung mit der realen Teileanzahl). Demzufolge ist die gesamte Fertigung nach dem Pull-Verfahren (Push & Pull) organisiert. Die Logistik wird außerdem gemäß dem FIFO-Verfahren (First In/ First Out) – verwaltet, bei dem die zuerst eingegangenen Teile zuerst verwendet werden.

Beim Zusammenbau erwies sich die Vielfalt am Arbeitsplatz der Zusammenbauanlage punktuell als zu begrenzt. Es wurde also ein System eingeführt, bei dem im Stoßzeitentakt gearbeitet wird und dem Produktionsfluss nur jene Teile am Rande der Zusammenbauanlage direkt zugeführt werden, die für die gerade hergestellte Motorvariante erforderlich sind.

Diese Logistik-Prinzipien werden ab Lieferantenwerk auf das Fertigungsprogramm und auf die Teileversorgung angewandt. Das Kooperationsprojekt sieht beispielsweise für die großen Teile eine direkte Versorgung vom LKW zur Halle vor, wodurch die Zwischentappen (Lager) entfallen und somit Zeit bzw. Lagerfläche gespart wird.

Die Verwaltung der Abwärts-Logistik zur Belieferung der beiden Konzerne wird von jedem Vertragspartner autonom organisiert.

Der tägliche Informationsaustausch zwischen den beiden Herstellern und den Lieferanten ist durch eine EDI-Schnittstelle (zentraler Rechner) gewährleistet.

## ■ EINE INDUSTRIEORGANISATION IN „MODULEN“

Im Rahmen des Kooperationsprojekts wird der im Jahre 2001 von PSA PEUGEOT CITROËN bei der Markteinführung des 1.4 Liter Dieselmotors mit HDi Common Rail eingeführte Industrie-Modulansatz angewandt. Das Modulprinzip stützt sich auf die Entwicklung einer ausgesprochen homogenen und autonomen Fertigungseinheit, die auf einfache Weise

aufgebaut werden kann und welche die Anlagen zur maschinellen Bearbeitung der wichtigsten Motor-teile wie Zylinderkopf, Zylinderblock (Kurbelgehäuse), Kurbelwelle, Pleuel sowie die Motorenmontage umfasst.

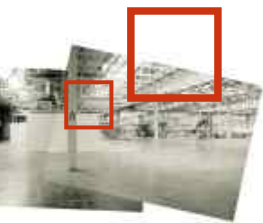
PSA PEUGEOT CITROËN bringt in diese Organisation die Erfahrung ein, die es in seinen Motoren-Werken durch die bereits eingeführten DV-Module gewonnen hat. Der Modulansatz entspricht einer leistungsfähigen Industrieorganisation, die eine Fertigung von 2 500 Einheiten pro Tag (640 000 Motoren pro Jahr) vorsieht; dadurch wird ein Gleichgewicht zwischen Effizienz und Rentabilität erzielt.

Im Rahmen des Kooperationsprojekts ist ein völlig neues Modul vorgesehen, das Ende 2005 im Werk La Française de Mécanique betriebsbereit sein wird.

## ■ DAS FERTIGUNGSSYSTEM VON PSA PEUGEOT CITROËN: CONVERGENCE (KONVERGENZ)

Der in Douvrin eingeführte Process nutzt die Vorteile des Fertigungssystems Convergence von PSA PEUGEOT CITROËN. Dieses Unternehmensprojekt setzt sich zum Ziel, Leistungsfähigkeit in der Fertigung durch die Einführung eines Fertigungssystems, das sämtliche intern und extern gesammelten besten Praktiken umfasst, in allen Produktionsstätten von PSA PEUGEOT CITROËN umzusetzen und laufend zu verbessern.

Zur Ausarbeitung des Fertigungssystems Convergence richtete der Konzern PSA PEUGEOT CITROËN 15 Kompetenznetze ein, die sämtliche Produktionsbereiche abdecken (Management, Zuverlässigkeit, Logistik...) und sämtliche Standorte mit einbeziehen. Jedes Netz wurde damit beauftragt, das beste Know-how und die effizientesten Regeln für dessen Umsetzung festzulegen. Sobald die Standards etabliert sind, werden sie in allen Werken umgesetzt. Ihre Verbreitung erfolgt durch eine intensive Verwendung der neuen Informationstechnologien und der Kommunikation NTIC.



Die UET (Unité Élémentaire de Travail / Elementare Arbeitseinheit) steht in La Française de Mécanique im Mittelpunkt des Fertigungssystems von PSA PEUGEOT CITROËN. UETs sind Arbeitsteams mit einem Gruppenleiter und jeweils 25 bis 40 Mitarbeitern. Ziel ist es, die stärkere Einbindung der Mitarbeiter durch Mitsprache, Zuhören und ein durch einen direkten und regelmäßigen Austausch geprägtes Management zu fördern. Dieser innovative Ansatz zur Förderung der individuellen Verantwortung erhöht die Motivation der Mitarbeiter bei der Arbeit in der Halle und damit die Chancen die für jedes Werk festgelegten Leistungsziele zu erreichen. In den neuen Hallen des Kooperationsprojekts im Werk La Française de Mécanique werden 40 Elementare Arbeitseinheiten eingeführt, in denen die neuen Benzinmotoren in Großserienfertigung vom Band laufen sollen.

## II - DIE WERKE: AN DER SPITZE DER INDUSTRIELLEN TECHNOLOGIEN

### ■ DAS WERK FRANÇAISE DE MÉCANIQUE (PSA PEUGEOT CITROËN)

PSA PEUGEOT CITROËN fertigt ab Ende 2005 in La Française de Mécanique die neue Familie kleiner, in Zusammenarbeit mit BMW Group entwickelter Benzinmotoren.

Das 1969 gegründete Werk La Française de Mécanique in Douvrin ist auf die Großserienfertigung von Motoren spezialisiert. Die Fertigungskapazität der Motorenfertigung von PSA PEUGEOT CITROËN mit über 4.500 Beschäftigten umfasst mehr als 8 000 Einheiten pro Tag.

Die neue Fertigungsstätte verfügt über eine Produktionskapazität von 2 500 Motoren pro Tag. Die Investitionen für die Einrichtung der ca. 60.000 m<sup>2</sup> großen Hallen betrug 330 Millionen Euro; bei voller Auslastung beschäftigt sie 1 120 Arbeitnehmer, die in 4 Schichten arbeiten; die Mitarbeiter wurden in insgesamt 152 000 Schulungsstunden ausgebildet.

An der Planung der Fertigungshalle der Motoren aus dem Kooperationsprojekt waren mehrere Partner beteiligt:

- Gebäude: BEI (Bureau d'Etudes Industrielles / industrielles Konstruktionsbüro von PSA PEUGEOT CITROËN)
- Process-Anlagen: PCI (Process Conception Ingénierie) plante die Anlagen für den Bereich Zylinderkopf mit den traditionellen Partnern beider Konzerne.

Die Bauarbeiten werden vom ersten Spatenstich bis zum Start der Serienfertigung 24 Monate dauern, was den festgelegten Fristen entspricht. 250 Personen des Konzerns und ca. 60 externe Unternehmen sind an der Errichtung der Hallen beteiligt.

Besonderes Augenmerk wurde auf die genaue Einhaltung der Verfahren zur Risikovermeidung gelenkt, um das Ziel „Null Arbeitsunfälle“ sowohl intern als auch gegenüber den Lieferanten von Investitionsgütern, die am Standort Arbeiten durchzuführen haben, zu erreichen.

Der Arbeitstakt wird schrittweise hochgefahren und bis Ende 2007 seine volle Produktionskapazität erreichen.

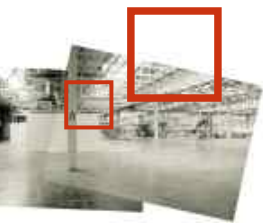
Die zur Fertigung dieser Motoren bestimmte, modulare Halle umfasst die Hauptfertigungsstraßen für maschinelle Bearbeitung und den Zusammenbau, die in einem gemeinsamen Gebäude untergebracht sind.

Die meisten Rohlinge kommen aus den Werken des Konzerns PSA PEUGEOT CITROËN, z. B. aus der Gießerei von Charleville und dem Metallurgie-Pol von Mulhouse (Mülhausen), welche die Schmiede- und Gießereiarbeiten und insbesondere das Druckgießverfahren einschließen.

### ■ DIE MASCHINELLE BEARBEITUNG

Die maschinelle Bearbeitung ist auf einer Fläche von 30.000 m<sup>2</sup> untergebracht. Das Gleichgewicht zwischen Investitionen und Flexibilität im Hinblick auf die





Produktvielfalt und die im Laufe der Lebensdauer anstehenden Entwicklungen ist durch eine Analyse der besten Praktiken bei der maschinellen Bearbeitung gewährleistet.

Die Qualität ist ein vorrangiges Ziel.

## □ Die Anlagen für die maschinelle Bearbeitung

### • 2 flexible Fertigungsstraßen für Zylinderköpfe

Der Zylinderkopf ist ausschlaggebend für die Leistung des Motors und daher aus industrieller Sicht das Herzstück dieser neuen Motorenfamilie.

Es handelt sich um ein Teil, dessen hoher technischer Standard eine Vergrößerung der bisher in der Fertigung bei PSA PEUGEOT CITROËN verwendeten Anlagen erforderte.

Jede Fertigungsstraße umfasst 54 Maschinen (Hochgeschwindigkeitsbearbeitungszentren und Sondermaschinen), um den geometrischen Anforderungen und der sich aus der Fertigung von zwei Motorfamilien ergebenden Vielfalt Rechnung zu tragen.

### • 1 Fertigungsstraße für Pleuel

Die Produktionskapazität dieser flexiblen Fertigungsstraße zur Herstellung von drei verschiedenen Pleueltypen lautet: 4 Pleuel alle 30 Sekunden. Die Straße umfasst 3 Transferanlagen und 5 Sondermaschinen.

### • 1 Fertigungsstraße für Zylinderblöcke (Kurbelgehäuse)

Die Verwendung von Bearbeitungszentren zur Fertigung von Zylinderblöcken mit variablem Ventiltrieb ist eine Premiere.

50% der Bearbeitungszeit ist mit Hochgeschwindigkeitsbearbeitungszentren (18) für Funktionen abgedeckt, die sich während der Lebensdauer des Motors verändern können und mit denen der Prozess flexibler gestaltet werden kann, wann immer dies nötig ist.

Für die unveränderlichen, d. h. die edlen Funktionen des Motors, die sich gar nicht oder nur gering verändern, erfolgt die maschinelle Bearbeitung auf Transferanlagen.

Eine weitere wichtige industrielle Neuheit ist die maschinelle Bearbeitung von zwei verschiedenen Materialien wie Guss und Aluminium (z. B. Brennsseite des Motorblocks); in diesem Bereich waren im Vergleich zu den bisher verwendeten Methoden der maschinellen Bearbeitung Innovationen erforderlich; die Lösung: eine Gehäusetechnologie, die der starken Beanspruchungen des Motors standhält.

### • 1 Fertigungsstraße für Kurbelwellen

Bei der Fertigungsstraße für Kurbelwellen wurden die dank der Anlage für DV-Motoren gewonnene Erfahrung und die größere Vielfalt der Familie der neuen Benzinmotoren im Rahmen des Kooperationsprojekts berücksichtigt:

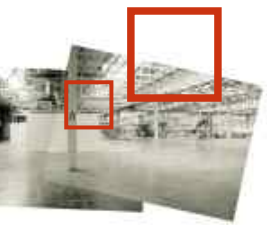
- 3 Kurbelwellen
- 2 verschiedene Materialien, Gusseisen und Stahl, die je nach Motor optimiert eingesetzt werden.

Sie setzt sich aus Transferanlagen und Bearbeitungszentren zusammen; maximale Kapazität: 1 Kurbelwelle alle 30 Sekunden.

## □ Großserienfertigung und maschinelle Bearbeitung

**Maximale Flexibilität** der industriellen Anlagen war von Anfang an eines der Hauptziele, um die Konzeption der Serienfertigung möglichst einfach zu gestalten und gleichzeitig ein hohes Produktivitätsniveau aufrecht zu erhalten. Die Dynamik des System-Engineering versetzte das Industrialisierungsteam in die Lage, Motoren mit modernster Technologie zu entwickeln.

**Vielfalt** war die nächste Hürde, die das Industrialisierungsteam aufgrund der Fertigung von 2 tech-



nologisch sehr unterschiedlichen, jedoch fast gleichzeitig auf dem Markt eingeführten Motoren zu überwinden hatte. Die Lösung: ein vermehrter Einsatz der flexibleren Bearbeitungszentren.

Die Qualität steht im Mittelpunkt der Arbeit des Projektteams. Ihr wird in der Bearbeitung mit der Strategie „**Null Nachbesserung**“ (sofort I.O.) Rechnung getragen. Bei diesem anspruchsvollen System werden die fehlerhaften oder zweifelhaften Teile automatisch dem Ausschuss zugeführt, wodurch eine starke Einbindung und Reaktivität aller Bediener und die perfekte Beherrschung des Prozesses relativ rasch erzielt werden.

Wie der HDi-Dieselmotor, der aus technologischer Sicht sowohl im Hinblick auf das Produkt als auch auf den Prozess einen Sprung nach vorne machte, setzen diese neuen Benzinmotoren Prioritäten bei der geforderten Präzision und der Beherrschung des Prozesses (z. B. wurden die Toleranzwerte gegenüber den früheren Motorentypen um die Hälfte reduziert).

## ■ DIE MOTORENMONTAGE

Der Zusammenbau wurde auf einer Fläche von 22.000 m<sup>2</sup> eingerichtet. Die Halle setzt sich aus drei Montage-Strassen mit einer Gesamtlänge von 1400 Metern zusammen; dank diesem System läuft **alle 26 Sekunden 1 Motor vom Band**, ganz egal, um welche Version es sich handelt.

### □ Eine neue Montage-Strategie

Mit der Zusammenbauanlage können sowohl Turbomotoren als auch Saugmotoren mit einem beeindruckenden Arbeitstakt (1 Motor alle 26 Sekunden) montiert werden. Der Zusammenbau erfolgt in den klassischen Phasen: Zusammenbau der unteren Motorenhälfte, des Zylinderkopfs und der Nebenaggregate. Im Durchschnitt sind 50 % der

Arbeitsplätze automatisiert; das ist das Ergebnis eines Kompromisses aus Flexibilität, Produktivität und Ergonomie.

Auch hier wird mit dem so genannten CARTON ROUGE (rote Karte) kompromisslose Qualitätspolitik betrieben, die jede Nachbesserung an den Motoren verbietet.

Der Logistikfluss wurde in der neuen Montagehalle durch eine Modernisierung der Fertigung in kleinen Losen, das so genannte RECOR R1 (Direktversorgung mit der realen Teileanzahl) bei den großen Teilen berücksichtigt. Bei diesem Verfahren entlädt ein LKW die Teile direkt in der Halle, ohne vorher in das Lager zu fahren. Das führt zu einem Zeit- und Effizienzgewinn.

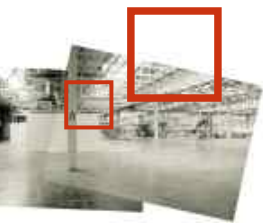
### □ Großserienfertigung und Montage

Beim Zusammenbau stellten sich drei Herausforderungen: **Vielfalt, Qualität und Ergonomie**.

**Vielfalt:** die Herausforderung bestand darin, im Stoßzeitentakt, in Abständen von jeweils 6 Monaten zwei technisch völlig unterschiedliche Motoren auf derselben Fertigungsstraße herzustellen. Die Lösung: eine flexiblere und polyvalentere Konzeption der Werkzeuge und Anlagen. Beispielsweise werden die in der Halle arbeitenden Frauen und Männer für mehrere Tätigkeiten geschult. Die Arbeitsplätze wurden so eingerichtet, dass alle Motorenvarianten aus dem Kooperationsprojekt zusammengebaut werden können. Bei der Versorgung mit den Teilen am Rande der Anlage wurde die große Vielfalt der für den Zusammenbau erforderlichen Teile (250) berücksichtigt und zwar in wohlgeordneter, optimaler und Dank der Rückverfolgbarkeit der Arbeitsschritte und der Teile via EDV-System, in einer für die Bediener leicht verständlichen Art und Weise.

**Qualität:** das absolut vorrangige Ziel des Kooperationsprojekts musste mit einem Grosserien-Arbeitstakt in Einklang gebracht werden, der in der Automobilindustrie nur selten erreicht wurde.





Dazu wurde die Politik der roten Karte, die im Jahre 2001 von PSA PEUGEOT CITROËN in seinen Mechanik-Werken eingeführt worden war, verlängert und aufgrund der seit ihrer Einführung gewonnenen Erfahrung optimiert.

Eine elektronische Chip-Karte registriert alle Informationen, die für die Rückverfolgbarkeit des Zusammenbaus erforderlich sind. Die Kontrollbildschirme im Steuersystem der Montageanlage zeigen an, wenn der Motor nicht mit dem Lastenheft konform ist. Sobald ein Zwischenfall entweder automatisch registriert oder von einem Bediener bemerkt wird, läuft der Motor weiter, sodass der Prozess-Fluss nicht unterbrochen wird, allerdings wird kein Teil mehr auf den Motor montiert. Dieser anspruchsvolle Ansatz verbietet jedes Nachbessern während der Montage, wodurch eine maximale Beherrschung des Prozesses und die unmittelbare Reaktion auf Zwischenfälle gefördert werden. Die Politik der roten Karte fördert die Vereinfachung der Lesbarkeit und die besten Praktiken. Die Nachbesserungsstationen am Ende der Anlage wurden durch Prüfstationen ersetzt, denn die Erfahrung zeigte, dass die Nachbesserungen letztlich mehr Probleme verursachen als die Aufrechterhaltung des Prozess-Flusses.

Die Qualität wird in allen Einzelheiten geprüft: **100%** der Schraubarbeiten werden in Echtzeit kontrolliert und **100%** der Kundenfunktionen (Benzinkreis, Wasser, Öl...) direkt im Prozess-Fluss überprüft.

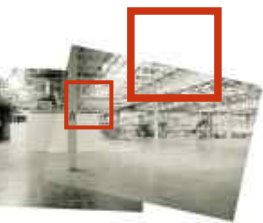
**Ergonomie:** eine weitere Priorität des Projekts. Seit vielen Jahren verfolgt der Konzern PSA PEUGEOT CITROËN eine ehrgeizige Politik zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen. Sie setzt sich zum Ziel, für alle Arbeitnehmer Arbeitsbedingungen und ein Arbeitsumfeld sicher zu stellen, die den besten internationalen Standards entsprechen und insbesondere durch die Aufrechterhaltung der Arbeitsplätze älterer Arbeitnehmer die Alterung der Mitarbeiter zu berücksichtigen.

Der Ansatz zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und des ergonomischen Fortschritts beginnt am Anfang der Kette, von den Fahrzeugprojekten bis zu den industriellen Projekten. Er stützt sich auf eine Reihe von Maßnahmen, die in den Ablaufdiagrammen der Fahrzeugentwicklung beschrieben sind. Darüber hinaus basiert er auf einem Instrument zur Bewertung der Arbeit und der Organisationen, der so genannten METEO (Méthode d'Évaluation du Travail et de l'Organisation/Methode zur Bewertung der Arbeit und der Organisation). Sie wird in sämtlichen Produktionsstandorten weltweit eingeführt und von den Projektteams umgesetzt.

2004 erfolgten zusätzliche Anstrengungen in allen Werken, um die bestehenden Arbeitsplätze und Anlagen zu modernisieren. In der Automobil-Division wurde die Priorität auf die Reduzierung der als „risikoreich“ geltenden Arbeitsstationen (Stationen, die bei ständiger Bedienung pathogene Risiken aufweisen) gelegt. Der Prozentsatz solcher Arbeitsplätze lag 2004 bei 19 % (35 % im Jahre 1999). Der Anteil der risikoreichen Arbeitsstationen wurde seit dem Start des Ergonomieansatzes 1999 praktisch um die Hälfte reduziert. Ziel ist es, den Prozentsatz der als risikoreich geltenden Arbeitsstationen auf 8 % zu senken. Außerdem wurde die Anzahl der einfacheren Stationen, die von allen Arbeitnehmern bedient werden können, erhöht. Er lag 2004 bei 37 % (26 % im Jahr 1999). Die Anstrengungen werden mit dem Ziel fortgesetzt, die Anzahl der einfach zu bedienenden Arbeitsstationen auf 60 % zu erhöhen.

Es war nur legitim, dass die neue im Rahmen des Kooperationsprojekts entstandene Montagehalle des Werks La Française de Mécanique diese, die Arbeit der Bediener erleichternden und zudem die Verbesserung des Prozesses und der Produktivität fördernden Innovationen ebenfalls nutzte.

PSA PEUGEOT CITROËN konnte in der neu entstandenen Halle dank eines digitalen Entwurfs alle Arbeits-



stationen des Zusammenbaus untersuchen und daraufhin eine **optimale Lösung für Mensch und Anlagen finden**.

Die risikoreichen Arbeitsstationen wurden demnach abgeschafft, um allen Arbeitnehmern angenehmere Arbeitsbedingungen anzubieten (Erschwernisreduzierung) und gleichzeitig der Alterung eines Teils der Mitarbeiter Rechnung zu tragen.

Die Schaffung dieser Halle stellte ferner eine Gelegenheit für die Einrichtung von Arbeitsplätzen für körperbehinderte Arbeitnehmer dar, die somit vollständig in die Arbeitswelt integriert werden können.

Ganz allgemein wurden im Rahmen des Projekts ergonomischen Lösungen wie der Möglichkeit, die Arbeit sitzend oder halb sitzend zu verrichten, elektro-pneumatischen Systemen zur Verringerung der Hub- oder Schraubkräfte oder der Installation von höhenverstellbaren Drehtischen, mit denen Verrenkungen bei der Aufnahme der Teile am Rand der Anlage verhindert werden sollen, vorgezogen.

### ■ HAMS HALL (BMW GROUP)

Das Werk Hams Hall ist für den Zusammenbau der Motorblöcke der künftigen Mini-Versionen für BMW Group verantwortlich. Seine geographische Nähe zum Werk von Oxford bietet die Möglichkeit einer präziseren und flexibleren Verwaltung der Just in Time-Versorgung, wodurch eine Reduzierung der Bestände und der Fertigungsfristen erzielt wird. Durch die Übertragung des Zusammenbaus dieser Motoren an das Werk von Hams Hall, kann BMW Group garantieren, dass sie vollständig den Anforderungen der Produkte der Marke Mini entsprechen.

## III - INNOVATIONEN IN ALLEN DER INDUSTRIALISIERUNGS- PHASEN

### ■ DAS LOST-FOAM-VERFAHREN IN CHARLEVILLE

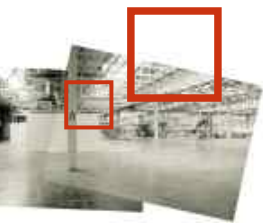
Bei der Fertigung der Zylinderköpfe werden zwei unterschiedliche Formherstellungsmethoden verwendet. Während der Zylinderkopf für den Motor mit Direkteinspritzung gemäß dem Aluminium-Niederdruck-Kokillengießverfahren erfolgt, wird für den Saugmotor das so genannte Lost-Foam-Verfahren verwendet.

Diese Technik kam in der Gießerei für Leichtmetalllegierungen des Werks von BMW in Landshut zum ersten Mal bei der Serienfertigung eines 6-Zylinder-Motors zum Einsatz. Die neuen, kleinen Benzinmotoren aus dem Kooperationsprojekt nutzen diese modernen Technologien.

In der Gießerei von PSA PEUGEOT CITROËN in Charleville stellt die Einführung des Lost-Foam-Verfahrens (PMP - Procédé à modèle perdu) für edle Teile mit großen Abmessungen, modernster Technik und hohen Arbeitstakten (z.B. Zylinderköpfe) eine industrielle Premiere dar.

Die Verwendung der Technik des Lost-Foam illustriert besonders gut die Idee eines „Win-Win-Kooperationsprojekts“. Das Know-how von BMW Group in diesem Bereich war entscheidend; der Beitrag von PSA PEUGEOT CITROËN bestand in der Bereitstellung der Lieferantendatenbank, um diese Technologie im Rahmen einer Fertigung von Motoren mit kleinen Hubräumen und hohen Stückzahlen in einem akzeptablen Kostenrahmen zu halten und damit preisgünstig vermarkten zu können.

Die Technik des Lost-Foam ist besonders geeignet, um die komplizierten Innenkonturen mit den Durchführungen für die Luftkanäle und den Öl- und Kühlflüssigkeitsleitungen zu optimieren. Im



Unterschied zu den herkömmlichen Formherstellungsverfahren bietet das Lost-Foam-Verfahren die Möglichkeit einer Reduzierung des Motorgewichts. Konkret beträgt der Materialgewinn beim Zylinderkopf im Vergleich zum herkömmlichen Prozess 1 kg, d. h. es wird ein Gewinn von 8 % im Hinblick auf das Gesamtgewicht des Teils erzielt.

Die Lost-Foam-Methode funktioniert wie folgt: es wird ein dem Zylinderkopf entsprechendes Modell aus Polystyrol hergestellt und Bindemittel auf dieses aufgetragen; dann wird das Modell in einem Sandbett erschüttert und schließlich außer dem Kanal vollständig mit Sand bedeckt. Bei der automatischen Formherstellung läuft die Flüssigkeit durch den Kanal. Sie füllt den Raum des Polystyrol-Modells aus und nimmt die Form des Zylinderkopfs an. Der hohe Präzisionsgrad dieser Methode bietet die Möglichkeit der Berücksichtigung feinsten Details wie die Wasserdurchführungen, die Öl-Rückflussleitungen und die Blow-By-Kanäle, womit zahlreiche Arbeiten der maschinellen Bearbeitung entfallen (siehe Schema im Anhang). Sie bietet ferner die Möglichkeit, bereits bei der Definition des Gusseisenstücks spezielle Elemente wie Elektromotorhalterungen, Abweiser in der Wasserkammer oder dem Kettengehäuse zu berücksichtigen.

Die Gießerei von Charleville hat ihre Lost-Foam-Fertigungsanlage, die vorher für die Herstellung kleiner Lost-Foam-Teile bestimmt war, vollständig renoviert. Diese Anlage ist seit November 2004 betriebsbereit. Sie weist einen Arbeitstakt von 1150 Zylinderköpfen pro Tag auf. Die Installation von zwei neuen Anlagen ist für Ende 2005 vorgesehen und die einer weiteren mit derselben Auslegung für 2007.

Das Lost-Foam-Verfahren erweist sich gegenüber dem herkömmlichen Kokillenverfahren als wirtschaftlich interessant (Einsparung: 15 %). Ferner ist der Investitionswert um 30 % niedriger als beim traditionellen Verfahren. Im Vergleich zum Kokil-

lenverfahren reduziert sich der Raumbedarf außerdem um 15 %.

Insgesamt soll das Fertigungsvolumen für Zylinderköpfe in dieser Halle den höchsten Wert in der Geschichte um 25% übersteigen und bietet damit die Möglichkeit, den Fortbestand der Metiers im Werk von Charleville dauerhaft zu festigen und auszubauen.

Konkret werden im Rahmen des Kooperationsprojekts 86 Tonnen Metall pro Tag gegossen; das entspricht einem Arbeitstakt von 1 Zylinderkopf pro Minute.

Die 116 Beschäftigten der Lost-Foam-Halle von Charleville wurden im Rahmen eines 6 300 Stunden umfassenden Schulungsprogramms geschult.

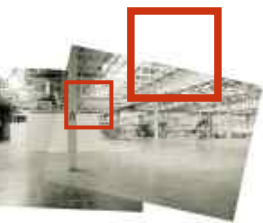
## ■ DER METALLURGIE-POL IN MÜLHAUSEN

Der Metallurgie-Pol von Mülhausen ist als Lieferant für Rohlinge wie etwa des Zylindergehäuses, der Pleuelwellen und Pleuel in das Projekt integriert. In diesem Bereich gibt es zahlreiche Innovationen.

## ■ GEHÄUSE (GUSSEISEN)

Das Kooperationsprojekt PSA PEUGEOT CITROËN – BMW Group brachte eine völlig neue, patentierte Lösung: das Aluminiumgehäuse gemäß dem Druckgießverfahren mit in den Kanalstein integrierten Gusseisenbuchsen, die über Durchführungen in ein enges Zwischenfass münden. Diese Innovation sollte ein Design der Buchsen hervorbringen, das die Bearbeitung von 2 Materialien (Gusseisen und Aluminium) zur Verstärkung der Struktur und zum Schutze vor der Beanspruchung durch Temperatur und mechanische Reibung gestattete; dieses Ergebnis sollte bei einem um 7 mm reduzierten Raum und unter Verwendung einfacher technischer Lösungen erzielt werden.

Die Innovation musste bei der Konzeption der Werkzeuge und des Prozesses berücksichtigt werden, was im vorgesehenen Kostenrahmen möglich war. Es war also gelungen, eine weit bessere Leistung zum selben Preis zu erzielen.



Die Flexibilität der Industriewerkzeuge war ebenfalls ein vorrangiges Ziel des Projekts. Die Fertigungsstraße für Gehäuse in der Gießerei von Mülhausen ist demzufolge völlig polyvalent und bietet die Möglichkeit, Gehäuse für kleine Benzin- und für Dieselmotoren unterschiedlicher Produktfamilien herzustellen. Die Anlage soll im September 2005 betriebsbereit sein und verfügt über eine Produktionskapazität von 2 500 Gehäusen pro Tag.

#### ■ KURBELWELLE (SCHMIEDETEIL)

Die Kurbelwelle bietet PSA PEUGEOT CITROËN und BMW Group Gelegenheit für eine weitere Premiere im Bereich der kleinen Benzinmotoren. Im Hinblick auf eine Optimierung des Gewichts und der Kosten wurde Stahl dem Gusseisen vorgezogen. Mit dieser Lösung konnten Spitzenleistungen beim Produkt erzielt werden, die kaum teurer waren, als herkömmliche Kurbelwellen für Benzinmotoren.

Das Kooperationsprojekt bot eine weitere Gelegenheit für die innovativere Gestaltung des Prozesses. Die Gegengewichte der Kurbelwelle bleiben im rohen Zustand und benötigen keine maschinelle Bearbeitung mehr. Dadurch musste verstärkt auf die Toleranzwerte des Freiformschmiedens geachtet werden; was wiederum zu einer umfassenden Modernisierung der Konzeption der Schmiedewerkzeuge führte.

Auch die Fertigungsstraße für Kurbelwellen ist polyvalent und bietet die Möglichkeit Teile für Benzin- und Dieselmotoren herzustellen. Ihre Fertigungskapazität beträgt 200 Einheiten pro Stunde.

#### ■ PLEUEL (SCHMIEDETEILE)

Die Innovation bei den Pleueln besteht in der Verwendung des Freiformschmiedens mit doppeltem Abdruck oder paarweise geformt. Mit der Adaptierung der Freiformschmiedeanlage in Mülhausen wurde eine Einsparung von 10 % des Teilpreises erzielt.

Bei der Endeinstellung der Werkzeuge wurde extrem präzise gearbeitet, mit dem Ziel, am Ende zwei geometrisch völlig identische Stücke zu erhalten.

Die Pleuelherstellungsanlage wird Anfang 2006 betriebsbereit sein. Gegenwärtig befindet sie sich in der Validierungsphase und ist für eine Fertigung von 800 Teilen pro Stunde ausgelegt.

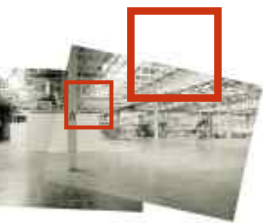
## IV - PERMANENTE ANSTRENGUNGEN IN DEN BEREICHEN QUALITÄT UND UMWELTSCHUTZ

#### ■ DIE QUALITÄT

Das Qualitätsmanagement stellt beim Kooperationsprojekt eine Priorität für beide Partner dar. Unser Qualitätswesen beruht auf der Grundlage **gemeinsamer Kriterien** zwischen BMW Group und PSA PEUGEOT CITROËN, sowohl bei den maschinell bearbeiteten als auch bei den gekauften Teilen.

Im Rahmen des Qualitätsziels bekräftigen PSA PEUGEOT CITROËN und BMW Group ihren Willen, eine koordinierte Funktionsweise einzuführen, bei der hinsichtlich möglicher Qualitätsprobleme, egal welcher Art, eine unmittelbare und hundertprozentige Transparenz zwischen den beiden Motorwerken angestrebt wird. Dafür werden effiziente Maßnahmen zur Umsetzung eines gemeinsamen, solidari-schen Ansatzes zwischen PSA PEUGEOT CITROËN und BMW Group und gegenüber den Lieferanten angestrebt. Dieser Ansatz wird zur Zeit entwickelt und in beiden Motorwerken nach dem Start der Serienfertigungen umgesetzt.

Übrigens soll ein gemeinsamer Pol „Serienleben“, bestehend aus einem Team von Peugeot Citroën – BMW Group, das mit der Verfolgung des Verhaltens der Serienmotoren im Fahrzeug betraut wird, eingerichtet werden. Dieser Pol entspricht einem gemeinsamen Qualitätsmanagement mit dem Ziel, die Reaktivität, den ständigen Fortschritt bei der Qualität und das permanente Streben nach Wirtschaftlichkeit zu fördern.



Die ehrgeizige Qualitätspolitik nutzt die bei der Entwicklung anderer Motorprojekte gewonnene Erfahrung, insbesondere die Weiterführung der Strategie der roten Karte, die darin besteht, Nachbesserungen während des Fertigungsflusses nur für wenige Arbeitsschritte zu erlauben. In den anderen Fällen wird der Motor systematisch dem Ausschuss zugeführt, ohne die Teile wieder zu verwenden.

Das System entwickelte sich aus der Feststellung, dass die meisten Störfälle beim Kunden auf Nachbesserungen im Werk zurückzuführen waren. Diese radikale Methode bewährte sich bereits bei den DV-Motoren und wird durch die Ergebnisse bei den Kunden seit seiner Markteinführung 2001 immer wieder bestätigt.

## ■ DER UMWELTSCHUTZ

Auch wenn der Automobilsektor nicht als besonders umweltbelastend eingestuft wird, stellen die damit verbundenen Auswirkungen eine Besorgnis für einen großen Teil der Bevölkerung dar, und dies in zweierlei Hinsicht: aufgrund einer täglichen Beeinträchtigung der Lebensqualität derjenigen, die in der Nähe eines Werks leben und realer oder wahrgenommener Risiken potentieller, ökologischer Unfälle. Der Konzern PSA PEUGEOT CITROËN verfolgt in seinen industriellen Standorten eine globale Politik, bei welcher der Umweltschutz in allen Fällen, sowohl im Hinblick auf das Milieu als auch auf die Lebensqualität der Anrainer, gewährleistet ist.

Ziel des Projekts war es von Anfang an, die bestehenden Maßnahmen zu verbessern und die Umweltverträglichkeit des Werks **La Française de Mécanique**, das bereits über eine ISO 14001-Zertifizierung verfügt, zu erhöhen. Die 1996 eingeführte Norm ISO 14001 fordert die Einrichtung von Umweltmanagementsystemen zur sicheren Überwachung, Kontrolle und Messung der Auswirkungen des Prozesses auf die Umwelt. Ihre Umsetzung erfordert eine geeignete Schulung des gesamten Personals. Die Norm beschreibt die Möglichkeiten, wie die für jedes Werk festgelegten Umweltziele erreicht werden können. Sie ist weltweit gültig.

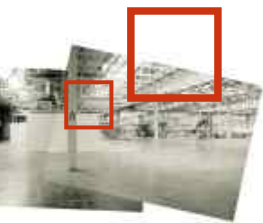
Im Werk **La Française de Mécanique** wurden während der Definitionsphase für den Prozess und die Hallen umfangreiche Studien über Industrierisiken durchgeführt, die von den Behörden validiert wurden.

Die Projektleitung schlug mit der Feinanalyse der Abwässer und deren Aufbereitung den Weg „Keine Einleitung von Abwasser“ ein. Das zum Waschen der Teile verwendete Wasser und die gebrauchten Schneidflüssigkeiten werden mit Hilfe von Dampfkonzentration aufbereitet. Das aufbereitete, saubere (Ab)wasser wird dem Prozess wieder zugeführt, wobei letzte Rückstände von den zuständigen Zentren entsorgt werden. Die Abwasseraufbereitungsanlage des Werks La Française de Mécanique wird somit nicht mehr beansprucht. Ferner werden für die Konditionierung der Teile Permanent-Verpackungen verwendet, um das Wiederverwertungsvolumen weiter zu reduzieren.

**Die Gießerei von Charleville** hält sich ebenfalls seit 2002 an die ISO 14001-Zertifizierung, deren Umsetzung durch die Aufrechterhaltung der Leistung im Bereich der Abfallbehandlung und durch die Einbindung des gesamten Personals des Werks sichergestellt wird.

Das im Januar 2001 eingeweihte Werk **Hams Hall** ist in seiner Konzeption und Bauweise ausgesprochen modern. Gemäß den internationalen Standards des Fertigungsnetzes von BMW Group investiert der Standort permanent in die besten Technologien, um seine Umweltverträglichkeit auf ein bestmögliches Niveau zu anzuheben.

In diesem Sinne wird die reale oder potentielle Umweltverträglichkeit sämtlicher Industrieaktivitäten regelmäßig geprüft. Außerdem setzt BMW Group regelmäßig Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Leistung des Werks durch die Begrenzung der Umweltbelastung sowie durch die Eliminierung, Reduzierung und Wiederverwertung der Abfälle um. Die Umweltziele liegen über den gesetzlichen Normen und entsprechen dort wo es möglich ist den Empfehlungen der Europäischen Umweltagentur.



Das Werk Hams Hall erhielt die ISO 14001-Zertifizierung im Juni 2001, d. h. 6 Monate nach dem Produktionsstart. Das Werk ist jedes Jahr Gegenstand eines internen Audits und führt parallel dazu Umweltstudien auf lokaler Ebene durch, um die Einhaltung aller Bestimmungen zu gewährleisten und potentielle Möglichkeiten des Fortschritts zu identifizieren. Die Umweltverträglichkeit aller im Werk durchgeführten Projekte wird bereits zum Zeitpunkt der Planung, aber auch im Laufe ihrer Umsetzung einer Prüfung unterzogen, um die Erkennung und Berücksichtigung aller möglichen Probleme zu garantieren.

2004 konnten dank all dieser Maßnahmen und Verfahren nicht weniger als 94 % der im Werk produzierten Abfälle sortiert und wiederverwertet werden. Im selben Jahr wurde der Wasserverbrauch um 17 % reduziert und das Volumen trockener Abfälle in der Mülldeponie um denselben Prozentsatz verringert. Das auf dem Dach des Werks und des Verwaltungsgebäudes gesammelte Regenwasser wird in Regenauffangbecken umgeleitet, wodurch der Abfluss des lokalen Wasserlaufs geregelt und die Verstopfung des Entwässerungsnetzes des Oberflächenwassers verhindert wird. Der Überlandabfluss und der Grundwasserspiegel werden jeden Monat kontrolliert, um jede Änderung ihres Stands, die sich negativ auf die Umwelt auswirken könnte, zu überwachen.

2004 wurde der Energieverbrauch pro gefertigten Motor gegenüber 2003 dank folgender Maßnahmen um 28 % reduziert: die Installation von Drehzahlreglern, die Verbesserung der Effizienz der Luftaufbereitung, die Kontrolle der Druckluft, der Heizung und der Beleuchtung. Parallel dazu wurde das Personal durch eine Kommunikationskampagne für Energieeinsparungen angesprochen. Die Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs im Jahre 2004 entsprechen einem Gesamtanteil von 4 346 Tonnen an den CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Keine einzige Aktivität des Werks von Hams Hall hat eine negative Auswirkung auf die Luftqualität. Die Emissionen und der Kraftstoffverbrauch der Prüf-

stände werden laufend überprüft. Ferner sind alle Prüfstände mit Katalysatoren ausgestattet. Alle Luftaufbereitungssysteme, inkl. dem des Produktionsbereichs, sind mit Partikelfiltern ausgestattet, wodurch der Ausstoß von Schmutzpartikeln in die Atmosphäre verhindert wird.

Das Werk Hams Hall ist weit davon entfernt, Gegenstand von Beschuldigungen durch Umweltschutzgruppen zu sein, sondern ist ganz im Gegenteil in der Region West Midlands für sein exemplarisches Umweltverhalten bekannt; es wird häufig von den Beobachtern und den betreffenden Organisationen als Beispiel für beste Praktiken genannt.

2003 wurden die Maßnahmen der Werksleitung zum Schutze der lokalen Flora und Fauna mit einem Preis der größten Umweltschutzorganisation vor Ort, Midlands Wildlife Trusts und Warwickshire Wildlife Trust, ausgezeichnet. Im selben Jahr erhielt es außerdem den Civic Trust Award, eine regionale Auszeichnung für die architektonischen Gebäudenormen, die Qualität der landschaftsgärtnerischen Gestaltung und die gelungene Integration in die Umwelt.

Diese Ergebnisse und Auszeichnungen stellen den Höhepunkt zur Schaffung eines Umfelds in völliger Harmonie mit der Landschaft ergriffenen Maßnahmen dar, die in diesem Gebiet noch weitgehend ländlich ist. Neben einigen Gärten und künstlichen Gewässern wurde eine künstliche Insel mitten in einem großen, fischreichen See (57 Millionen Kubikmeter Wasser) angelegt, auf der sich Vögel einnisten. Die Vielfalt der Vegetation in diesem Gebiet bietet vielen Tieren Unterschlupf.

Das Werk Hams Hall entwickelte sich zu einem Konferenzzentrum für diverse lokale Umweltschutzgruppen (West Midlands Biodiversity Partnership, West Midlands Regional Assembly et Warwickshire County Council), die ziviles Verhalten auch in anderen Unternehmen und Organisationen, die im Bereichen Umweltschutz, Abfallverwaltung und Energieverbrauch tätig sind, fördern wollen.



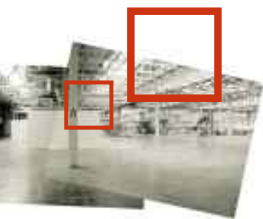


## ANHANG

### I - WIE FUNKTIONIERT DAS LOST-FOAM-VERFAHREN?

### II - DIE VOM PROJEKT BETROFFENEN WERKE

- La Française de Mécanique
- Charleville
- Metallurgie-Pol von Mülhausen
- Das Werk Hams Hall



# Lost-Foam-Verfahren

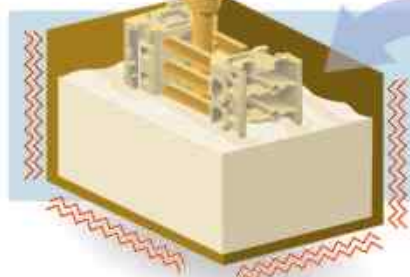
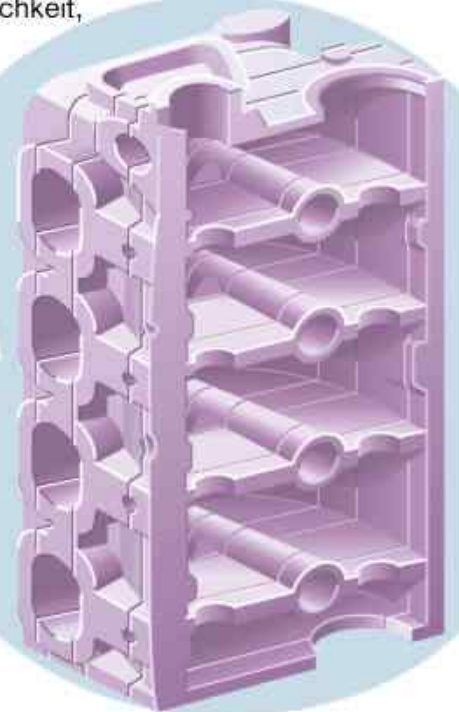
Das Lost-Foam-Verfahren (Vollformgießen mit verlorenen Formen) ist eine innovative Technik, die eine interessante Alternative zu herkömmlichen Gießverfahren wie dem Schalenguss darstellt. Dank seiner Wirtschaftlichkeit und Effizienz bietet es die Möglichkeit, komplexe Bauteile (z.B. Zylinder) mit sehr hoher Präzision herzustellen.

## 1 Herstellung des Modells

Das zu gießende Teil wird zunächst aus expandiertem Polystyrol exakt nachgebildet, das bei Hitze schmilzt. Für komplizierte Geometrien (Hohlräume, Verlängerungen, Verstärkungen usw.) können verschiedene Teile zu einem Modell zusammengefügt und geklebt werden.

## 2 Auftragen der hitzebeständigen Schicht

Anschließend werden mehrere Modelle zu einer Gießtraube montiert und in einem Bad mit einer dünnen, hitzefesten Schicht überzogen, die beim Trocknen härtet.



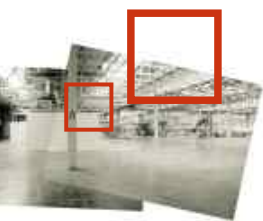
## 3 Gießen

Im nächsten Prozessschritt wird diese Traube mit Formsand umhüllt, der durch Vibrieren des Gießbehälters in sämtliche Hohlräume der Modelle fließt und dabei verdichtet wird. So bildet der Sand die Form, in die das Teil gegossen wird.

## 4 Herstellung des Formteils

Anschließend wird Metallschmelze in die Gussform gegeben. Hitzebedingt schmilzt der Schaumstoff (Pyrolyse) und der entstehende Hohlraum wird durch die Schmelze ausgefüllt. Nach erfolgter Erstarrung wird der Sand entleert; der entstandene Metallteil ist eine exakte Replik des Modells. Zuletzt wird die Oberfläche der Teile gereinigt. Der Sand wird recycelt.





## DIE VOM PROJEKT BETROFFENEN WERKE

### ■ LA FRANÇAISE DE MÉCANIQUE (PSA PEUGEOT CITROËN)

PSA PEUGEOT CITROËN und Renault sind an dem 1969 gegründeten Werk La Française de Mécanique in Douvrin (Frankreich) zu gleichen Teilen beteiligt; es handelt sich um eines der weltweit größten Motorenwerke. Der Standort beschäftigt 4 500 Arbeitnehmer.

Die Produktionsabteilungen – maschinelle Bearbeitung und Zusammenbau – fertigen über 8 000 Motoren pro Tag (TU und DV für PSA PEUGEOT CITROËN, D für Renault, ES/L für PSA PEUGEOT CITROËN und Renault).

Dieses Werk verfügt auch über eine Gießerei, die ihre Tätigkeit Ende 2005 einstellen wird.

Das Werk La Française de Mécanique wird Ende 2005 in einer neuen Fertigungshalle mit einer Kapazität von 2 500 Motoren pro Tag die Produktion der neuen kleinen Benzinmotoren EP aus dem Kooperationsprojekt zwischen dem Konzern und BMW aufnehmen.

### ■ CHARLEVILLE (PSA PEUGEOT CITROËN)

Die 1974 am Fuß des Ardennen-Gebirges gegründete Gießerei Charleville stellt Rohlinge aus Kugelgraphitguss und Aluminiumlegierungen (Teile für Antriebsaggregate und Fahrwerke) her, die für die Konzernwerke der maschinellen Bearbeitung und Zusammenbau bestimmt sind.

Charleville verfügt ferner über eine Prototypen-Halle, die Elemente aus Gusseisen für die künftigen Motoren und Fahrzeuge des Konzerns herstellt. Die Gießerei stellt täglich 300 Tonnen Teile aus Gusseisen her (Fahrwerkselemente, Längsträger, Lenker) und 166 Tonnen Teile aus Aluminiumlegierungen (Zylinderköpfe, Motorträger, 6-Gang-Motorgehäuse und Fahrwerksselemente); das Werk beschäftigt 2 680 Mitarbeiter.

### ■ DER METALLURGIE-POL VON MÜLHAUSEN (PSA PEUGEOT CITROËN)

Der im Werk von Mülhausen untergebrachte Metallurgie-Pol (PMM) umfasst seit September 2003 die Aktivitäten der Werke für Schmiedearbeiten, Gießerei

und Werkzeugherstellung. PMM umfasst drei operative Abteilungen (Schmiedearbeiten, Gießerei und Werkzeugherstellung) sowie 5 Supportfunktionen (Qualität, Verwaltung, Fertigungscoordination, Management, Industriesynthese)

Die Abteilung für **Schmiedearbeiten** stellt 70 % Stahlschmiedeteile (250 Arten) her, die im Konzern weiter verwendet werden. Es handelt sich um Teile moderner Technik, welche die Lebensdauer und die Sicherheit der Motoren, der Getriebe sowie der Triebwerks- und Achselemente gewährleisten. Es werden unterschiedliche Verfahren angewandt: traditionelles Gesenkschmieden, Warm- und Kalt-Freiformschmieden, Wärmebehandlung und die Endbearbeitung der Teile. Die Schmiedeabteilung weist eine Tagesproduktion von mehr als 400 Tonnen auf, die an die Motorenwerke von PSA PEUGEOT CITROËN geliefert wird.

Die **Gießereiabteilung** ist eine Aluminium-Druck-Kokillengießerei, die etwa 35 % des Konzernbedarfs an Kurbelgehäusen und Lagerdeckeln für Motoren abdeckt. Die Gießerei weist eine Tagesproduktion von über 100 Tonnen auf.

Die **Werkzeugabteilung** hat die Aufgabe, Schmiede-, Gießerei- und Tiefziehwerkzeuge zu planen, zu fertigen und zu verkaufen, insbesondere für die Rohlingwerke des Konzerns, aber auch für externe Kunden.

Die Mitarbeiterzahl bei PMM beträgt 1 440 Personen.

### ■ DAS WERK HAMS HALL (BMW GROUP)

Das im Januar 2001 eingeweihte Werk Hams Hall ist das Exzellenzzentrum des internationalen Produktionsnetzes des BMW-Konzerns für die 4-Zylinder-Benzinmotoren (1,6, 1,8 und 2,0 Liter). Die in Hams Hall gefertigten Motoren sind die ersten, die über die Valvetronic-Technologie von BMW verfügen.

Im Januar 2005 lief in Hams Hall der 500.000. Motor vom Band. Die in diesem britischen Werk gebauten Motoren gehen anschließend in die Automobilwerke von BMW Deutschland (München, Regensburg und Leipzig), nach Südafrika (Rosslyn) und in die Vereinigten Staaten (Spartanburg). Mit diesen Motoren werden die 4-Zylinder-BMWs der Serie 1 und der Serie 3 sowie der Roadster Z4 ausgerüstet. Das Werk zählt gegenwärtig 650 Beschäftigte.