

## Roboterprojekt Lautsprecherboxen

Hochleistungs-Schleifbearbeitung an vormontierten Lautsprecherboxen



High-End Lautsprecherboxen für den professionellen Einsatz

NEXO S.A., Paris (F)

[www.nexo.fr](http://www.nexo.fr)

Auf den ersten Blick würde man nicht vermuten, dass die „Chassis“ der Lautsprecherboxen von NEXO S.A., einem der weltweit führenden Hersteller von professionellen Lautsprechersystemen, tatsächlich aus Holz bestehen. Doch auch hier sprechen die Akustik- und die Festigkeitseigenschaften für den Werkstoff Holz. Dies macht indes die Herstellung dieses hochwertigen und sehr technischen Produkts nicht etwa einfacher. Insbesondere dieerspachtelung und das anschließende allseitige Schleifen und Verputzen, welches erst am fertig montierten „Chassis“ vorgenommen wird, war bis anhin nicht nur ein anspruchsvoller, sondern auch ausgesprochen arbeitsintensiver Arbeitsschritt mit hoher Belastung für das Personal. Seit der Inbetriebnahme einer Hochleistungs-Roboterschleifanlage wood **solid-3D** 300 wird nun der aufwändige Schleifprozess im 24-Stunden Betrieb vollautomatisch und mannlos ausgeführt.

## Aufgabe und Herausforderungen



Einzelteile aus Sperrholz



Montierte und gespachtelte Lautsprecherboxen



Die Einzelteile für die Lautsprecherboxen werden auf mehreren CNC-Bearbeitungszentren aus Sperrholz ausgefräst und anschliessend zum vormontierten „Chassis“ zusammengefügt. Die Montage wird manuell ausgeführt wobei unterschiedliche Verbindungsmittel wie Klebstoff, Schrauben, Dübel und Heftklammern zum Einsatz kommen. Da die fertig lackierten Boxen später eine perfekt glatte und absolut fugenlose Oberfläche aufweisen müssen, werden sämtliche Fugen, Stösse, Schadstellen des nicht kalibrierten Sperrholzes sowie alle Spuren des Schraubens und Heftens mit einem speziellen 2K PUR-Spachtel ausgeglichen. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden noch keinerlei Schleif- oder Kalibrierarbeiten vorgenommen. Dies wird nun komplett vom installierten Roboterschleifsystem durchgeführt mit folgenden Aufgaben:

- Geometrische Kalibrierung der Lautsprecherbox
- Planschleifen der Flächen
- Bündigschleifen von Stössen und Fugen
- Planschleifen der gespachtelten Bereiche auf Flächen und Profilen
- Rundschrleifen der Profilübergänge

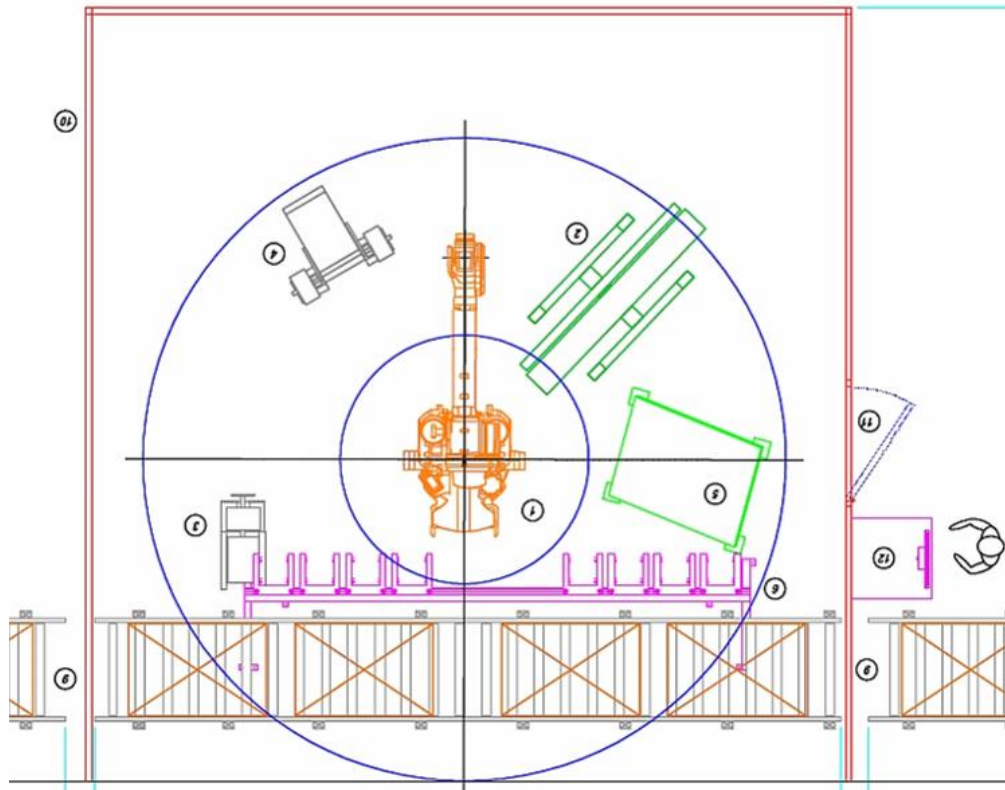
Das Lösen dieser Aufgaben war eine enorme Herausforderung und mit zahlreichen Erschwernissen verbunden. Da die Einzelteile nicht vorkalibriert werden, sind die Flächen grundsätzlich noch nicht eben. Dies erfordert nicht nur eine hohe Schleifleistung sondern führt bereits beim CNC-Fräsen zu Ungenauigkeiten, welche sich am montierten Produkt in relativ grossen Fugenüberständen etc. widerspiegelt. Da die Montage manuell und mehrheitlich ohne unterstützende Vorrichtungen vorgenommen wird, ergeben sich auch hieraus Form- und Winkelabweichungen im Millimeterbereich, welche von der Roboteranlage entsprechend kompensiert werden müssen. Im Weiteren ist die Spachtelmasse sehr unregelmässig und von jedem der zahlreichen Mitarbeiter unterschiedlich aufgebracht. Dass die gehärtete Spachtelmasse zudem wesentlich härter und widerstandsfähiger gegenüber dem Schleifen ist als das umliegende Sperrholz stellt weitere erschwerende Anforderungen an die Schleiftechnik.

Nebst den schleiftechnischen Anforderungen kamen auch anlagentechnische Herausforderungen hinzu, so zum Beispiel die grosse Teile- und Formenvielfalt welche beispielsweise von Schuhkarton-Grösse bis Kühlschranksformat variieren kann, und das allseitige Schleifen bedingt ein automatisches Wenden der Teile während des Bearbeitungsprozesses. Schliesslich sollte eine mannlose Fertigungszeit von bis zu 12 Stunden erreicht werden, wobei es eine chaotische Produktionsreihenfolge zu berücksichtigen galt, das heisst, die Produkte können innerhalb der Produktionszeit beliebig oft wechseln.

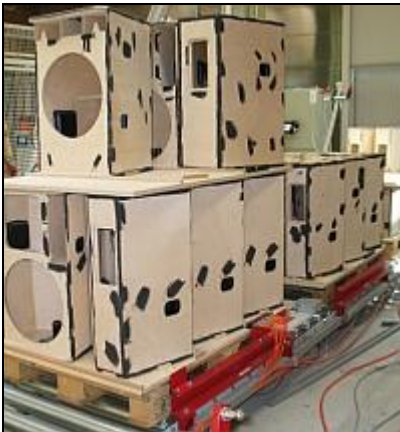
## Anlagenkonzept

Die Roboterschleifanlage arbeitet im Werkstückführenden Modus, das heisst die zu bearbeitenden Werkstücke werden vom Roboter gehalten und an den verschiedenen Schleifaggregaten vorbeigeführt. Dies hat mehrere Vorteile. Zum Einen kann somit auch das Werkstückhandling bereits automatisch erledigt werden und zum Anderen ist somit eine mehrstufige Schleifbearbeitung an verschiedenen Schleifaggregaten möglich ohne zwischenzeitlichen Werkzeugwechsel.

Aufgrund der grossen Staubentwicklung durch die intensive Schleifarbeit ist die gesamte Roboteranlage innerhalb einer allseitig geschlossenen und mit automatischen Toren ausgerüsteten Kabine platziert.



Zellenlayout



Automatische Rollenbahn

Der erforderliche Materialvorrat für bis zu 12 h mannllose Fertigung wird durch ein automatisches Fördersystem erreicht. Auf jeder der Paletten darf sich dabei ein anderes Produkt befinden, um somit eine chaotische Fertigungsreihenfolge zu gewährleisten.

Die Werkstücke können dabei in bis zu drei Etagen übereinander gestapelt sein, wobei es nicht erforderlich ist, dass alle Stapel „voll“ sind. Das jeweilige Stapelbild wird vom Roboter automatisch erkannt. Dies ermöglicht auch die Fertigung von unvollständigen Paletten oder gar einzelner Produkte.

Welches Produkt sich gerade auf der aktuellen Palette befindet, erkennt die Anlage durch die entsprechende Palettencodierung. Je nach Produkt führt der Roboter anschliessend den vollautomatischen Greiferwechsel durch und lädt das erforderliche Bearbeitungsprogramm.



Palettenerkennung



Greiferbahnhof



Vakuumgreifer

Der Palettenwechsel wird ebenfalls vollautomatisch von der Roboteranlage gesteuert und gewährleistet somit eine kontinuierliche Produktion, welche selbst zum Be- und Entladen der Rollenbahn nicht unterbrochen werden muss.

## Schleiftechnik



**Bandschleifen**

Die Schleifbearbeitung wird grundsätzlich in einem zweistufigen Verfahren durchgeführt. In einem ersten Schritt werden alle Planflächen mittels eines speziell entwickelten Bandschleifaggregats bearbeitet, während in einem zweiten Schritt die Profile geschliffen und die Übergänge verrundet werden. Für gelegentliche innen liegende Bearbeitungen und Sonderfälle steht zudem noch eine dritte Spezialschleifmaschine zur Verfügung.

Als besondere Herausforderung stellte sich dabei das Bandschleifen heraus. Dieser Prozess ist erforderlich, da bei den Planflächen eine sehr hohe und definierte Schleifleistung erforderlich ist, um die Flächen zum Einen zu kalibrieren, zum Anderen aber auch um Überstände und Bereiche mit grossem Spachtelauftrag leistungsfähig plan schleifen zu können. Um den grossen Geometrievarianzen sowie Winkelabweichungen der Werkstücke Rechnung zu tragen, wurde ein spezieller adaptiver Schleifkopf entwickelt, der diese Abweichungen in Kombination mit einer speziellen Roboterschleiftechnik zu kompensieren vermag. Damit das aus Leistungsgründen überlange und breite Schleifband aufgrund der dabei auftretenden asymmetrischen Belastung nicht aus der Spur läuft, verfügt das Bandaggregat zudem über eine automatische Bandlaufkontrolle, welche die Bandposition permanent überwacht und aktiv in der Spur hält. Im Weiteren kann nur durch die Anwendung einer speziellen Schleiftechnik ein qualitativ hochwertiges und schleifspurenfreies Ergebnis bei gleichzeitig 12-stündiger Standzeit erreicht werden.

Auch der zweite Schleifprozess, das Schleifen und Verrunden der Profile ist keine Standardanwendung. Im Profilmittelbereich ist das bündig Schleifen der gespachtelten Stellen sogar noch schwieriger da aufgrund des manuellen Auftrags grössere und unregelmässige Schichtdicken des Spachtels vorhanden sind. Das eingesetzte Schleifwerkzeug muss also neben der erforderlichen langen Standzeit auch über eine besondere Aggressivität, respektive Schleifleistung verfügen, gleichzeitig jedoch ausreichend adaptiv sein, um den vorhandenen Toleranzen gerecht zu werden. Wie sich zeigte, ist dies ein ideales Anwendungsgebiet für die Wood Unlimited Schleifwerkzeuge der Familie **wood\_SR**. Durch den speziellen Aufbau dieser Werkzeuge und der automatischen Abnutzungskompensation durch die Anlagensteuerungssoftware können damit sogar Standzeiten von mehreren Monaten erreicht werden.



**Schleifen mit wood\_SR**



**Spezialbandschleifaggregat**

## Innovative Automationslösungen

Zum Funktionieren der automatischen Roboterschleifanlage tragen noch eine Reihe von weiteren Lösungen bei, welche teilweise sogar speziell entwickelt werden mussten:



### Teileentnahme direkt vom Stapel

Um einen kontinuierlichen Produktionsfluss zu gewährleisten, ist der Roboter in der Lage, die Werkstücke, welche in unterschiedlichsten Stapelbildern und bis zu drei Etagen übereinander gestapelt sind, direkt vom Stapel und ohne zusätzliche Handhabungsvorrichtung aufzugreifen.

Die variable Anzahl der vorhandenen Werkstücke sowie das jeweilige Stapelbild werden dabei automatisch erkannt.



## Exakte Positionierung

Nach dem Aufgreifen vom Stapel, werden die Werkstücke auf einer entsprechenden Vorrichtung exakt positioniert, um damit die naturgemässen Abweichungen vom Stapel zu eliminieren.

Auf der gleichen Station werden die Werkstücke nach dem ersten Schleifdurchgang auch gewendet, damit eine allseitige Bearbeitung möglich ist.



## Automatischer Greiferwechsel

Um die grosse Bandbreite der unterschiedlichen Werkstücke abarbeiten zu können, verfügt der Roboter derzeit über ein Repertoire von acht verschiedenen Greifern, die er je nach Bedarf automatisch vom Greiferbahnhof holen und dort wieder ablegen kann.

Jeder Greifer verfügt dabei über eine eindeutige Kennung um eine mögliche Verwechslung (z.B. falsche Positionierung nach Wartungsarbeiten) auszuschliessen.

Jeder Greifer verfügt über eine eigene integrierte Vakuumversorgung, automatische Steuerung der Vakuumkreise sowie einer automatischen Vakuumüberwachung. Ist das Vakuum z.B. aufgrund von Schadstellen am Holz nicht ausreichend für eine sichere Bearbeitung, so legt der Roboter das Werkstück beiseite und setzt die Bearbeitung mit den weiteren Boxen fort.



## 3D CAM-Programmierung

Die Programmierung der äusserst komplexen Schleifbearbeitung wird mittels einer 3D CAM-Software ausgeführt. Mit konventionellen Programmiermethoden wie beispielsweise dem bekannten „Teach-In“ wären die komplexen Arbeitsschritte nicht in der erforderlichen Präzision möglich gewesen und vor allem hätte der erforderliche Arbeitsaufwand jeglichen Rahmen gesprengt.

Für den täglichen Betrieb sind jedoch keinerlei Programmierarbeiten oder spezifische Roboterkenntnisse erforderlich. Alle Bearbeitungsprogramme sind in der Anlagensteuerung hinterlegt und werden vom Roboter automatisch aufgerufen. Dank der automatischen Teileerkennung beschränkt sich das Bedienen der Anlage auf das Starten und Stoppen, sowie Be- und Entladen der Teilepaletten.

Seit Inbetriebnahme der Roboterschleifanlage im Jahre 2003 läuft das System zur vollen Zufriedenheit des Kunden und wurde aufgrund der rasant steigenden Produktion mehrfach ausgebaut und erweitert. Aufgrund der sehr positiven Erfahrungen des Kunden mit dieser Anlage sind nun mittelfristig weitere Roboterprojekte für die Montage, Lackierung und CNC-Beschickung vorgesehen.

## Wood Unlimited AG

Kriegstettenstrasse 54  
CH-4563 Gerlafingen

Tel. +41 32 675 76 92  
Fax. +41 32 675 76 93

info@wood-unlimited.com  
www.wood-unlimited.com