

# SCHIENENFRÄSEN IM HIGH-END-FORMAT

**Zusammenarbeit von Scheinecker und Wiener Linien trägt Früchte:** Das Straßenbahnnetz in Wien ist mit einer Länge von 174 Kilometern sehr gut ausgebaut. Um eine für den Fahrgast möglichst optimale Beförderung zu gewährleisten, müssen vor allem veraltete aber auch beschädigte Schienen oder Kreuzungsanlagen immer wieder erneuert werden. In der Hauptwerkstätte der Wiener Linien werden diese Anlagen produziert, zusammengebaut und für den Transport vorbereitet. Ein wichtiger Produktionsschritt ist dabei das Profilfräsen der Schienen. Seit rund drei Jahren geschieht dies hochproduktiv mit Sonderfräsern von Widia. **Von Ing. Robert Fraunberger, x-technik**

## Shortcut



**Aufgabenstellung:** Optimierung der Fräsbearbeitung von Straßenbahnschienen.

**Material:** gehärteter Stahl.

**Lösung:** Sonderfräser von Widia.

**Nutzen:** Das Fräsen des Schienenprofils ist in einem Arbeitsgang möglich und somit Reduzierung der Fräszeit bei einer Schienenlänge von 12 m von 318 auf 43 min.



**Bei den Wiener Linien fräst man alle Schienen selbst**, die in Kurven oder im Kreuzungsbereichen verlegt sind. In Zusammenarbeit mit Scheinecker und Widia konnte die Abteilung Oberbau die Bearbeitungszeit einer 12 m langen Schiene um rund 700 Prozent auf 43 Minuten reduzieren. (Alle Bilder: x-technik)



Bild: Wiener Linien

**D**ie Wiener Linien bauen und betreiben das Netz von U-Bahn, Autobus und Straßenbahn in der Stadt Wien und sorgen dafür, dass jeden Tag rund 2,6 Millionen Fahrgäste rasch, sicher und bequem an ihr Ziel kommen. Das größte Verkehrsnetz Österreichs umfasst rund 83 Kilometer U-Bahnstrecken, Buslinien in der Gesamtlänge von knapp 850 Kilometern sowie 174 Kilometer Straßenbahn (Anm.: das ist das sechstgrößte Straßenbahnnetz der Welt). In Summe sind rund 450 Busse, 150 U-Bahn-Züge und über 500 Straßenbahnzüge täglich unterwegs. Mit mehr als 8.700 Mitarbeitern sind die Wiener Linien zudem einer der größten Arbeitgeber der Bundeshauptstadt. Rund 4.000 U-Bahn- bzw. Straßenbahnfahrer und Buslenker sind ebenso Teil der Wiener Linien wie Fahrzeugtechniker, Ingenieure und Facharbeiter, die für den Bau und die Erhaltung der Gleisnetze, Stationen und Signale sorgen.

### **\_\_ Schienen, Weichen und Kreuzungen**

Die Wiener Linien haben über Jahrzehnte ein Team an Spezialisten aufgebaut, die für die Wartung, Reparatur und Instandhaltung der Fahrzeuge und des Schienennetzes verantwortlich sind. Auf dem Gelände der Hauptwerkstätte in Simmering befindet sich auch die zur Abteilung „Oberbau und Geodäsie“ gehörende Oberbauwerkstätte. Auch das Oberbaumateriallager ist hier untergebracht.

Die rund 140 Fachkräfte sind für das nötige betriebs- und bautechnische Zubehör verantwortlich. „Unsere Abteilung ist unter anderem für die Herstellung und Instandhaltung der Schienen, Weichen und des Kreuzungsnetzes der Straßenbahnen in Wien verantwortlich“, definiert Karl Borek, Vorarbeiter im Bereich CNC-Fertigung, deren Verantwortungsgebiet. Jährlich werden bis zu drei Prozent des gesamten Schienennetzes getauscht, damit ein ungehinderter Straßenbahnbetrieb gesichert wird. Schwerpunkt in der Abteilung von Karl Borek ist die Herstellung der komplexen Schienenkreuzungsanlagen, die aufgrund der unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten alle Unikate und somit Einzelanfertigungen darstellen. „Die Vermessung

einer Kreuzungsanlage wird vor Ort durchgeführt. Mit den Echtzeiten werden entsprechende CAD-Pläne erstellt. Daraus ergeben sich dann die Biege-, Bohr- und Fräspläne der Schienen sowie Kreuzungs- und Weichenblöcke. Eine gesamte Anlage wird bei uns innerhalb einer Woche gefertigt, zusammengebaut und dann zum Transport und Vor-Ort-Einbau vorbereitet“, erklärt Borek den Produktionsablauf.

Die Schienen kommen in unterschiedlichen Stahllegierungen in 18 m Stücken aus dem Walzwerk der voestalpine. Aufgrund einer möglichst guten Schweißbarkeit ist ein geringer Kohlenstoff- und Mangananteil notwendig. Die Härtegrade reichen von 220 bis 330 HBW, die Zugfestigkeit von 780 bis 960 MPa (Anm.: Schienenmaterialbezeichnung R220 G1 bis R290 GHT). Zudem sind die Schienen auch kopfgehärtet, um einen möglichst geringen Verschleiß zu bieten. Bei geraden Schienen wird das endgültige Straßenbahnprofil bereits fertig geliefert – Schienen in Kreuzungsbereichen müssen jedoch individuell gefertigt werden. Genauso die Kreuzungsknoten, die aus Brammen (50MN7) aus dem Vollen gefräst werden. „Um einen sicheren und möglichst ruhigen Lauf der Straßenbahn gewährleisten zu können, muss in den Kreuzungsknoten nicht nur eine breitere Kontur eingebracht, sondern das Profil von einer Tiefe von 37 mm auf 14 mm am höchsten Punkt verjüngt werden“, geht Borek auf ein wesentliches Fertigungsdetail ein. Kurvenradien sind von 18 bis über 100 m möglich.

### **\_\_ Herstellungsverfahren modernisiert**

Das Herstellungsverfahren dieser individuellen Schienenprofile wurde in den letzten Jahren aufgrund wirtschaftlicher Aspekte auf den Prüfstand gestellt. Dazu muss man erwähnen, dass das Wiener Schienennetz historisch gewachsen und aufgrund hoher Pflastersteine und entsprechend hoher Kanaldeckel einzigartig ist. „Wir versuchen uns schrittweise an die europäischen Normen anzupassen, dazu müssen aber alle Fertigungsprozesse und -abläufe sowie Schienenunterbau und die Schienen selbst von 210 mm (60R3) auf 180 mm (60R1) Höhe umgestellt werden“, so Borek weiter. >>





**1 Der Widia-Sonderfräser ist eine Mischung aus Scheiben- bzw. Abwälzfräser und hat je zwölf Wendplatten am Umfang sowie seitlich angebracht. Es wurden je zwei Typen mit Durchmesser 200 mm und einer Profilbreite von 24 bzw. 26 mm gefertigt.**

**2 Zur Stabilisierung der Fräser-temperatur wurden nachträglich noch Kühlkanäle eingebracht.**

**3 Aufgrund eines lediglich 12 mm breiten Steges der Straßenbahnschienen wurde auf dem Tisch der Keckeisen Fahrständerfräsmaschine ein eigens entwickeltes hydraulisches Spannsystem installiert, das die Schiene sowohl niederzieht als auch seitlich abstützt.**

Vor allem die sehr zeitintensive Fräsbearbeitung war bisher der Flaschenhals im Produktionsprozess, wie der Vorarbeiter begründet: „Unser Termindruck ist enorm, da alle weiteren Produktionsschritte von uns abhängen und die Schweißarbeiten, Montage und schließlich der Vor-Ort-Einbau genau getaktet und geplant werden müssen. Eine möglichst schnelle und prozesssichere Produktion der Schienen ist daher der Schlüssel, um einen Stillstand unserer Straßenbahnlinien zu vermeiden.“ Denn oft müssen Reparaturen oder ein Austausch über Nacht erfolgen, beispielsweise wenn eine Schiene beschädigt wird, oder gar bricht. „Bevor wir unsere Schienenprofile gefräst haben, wurden früher in normale Rillenschienen, also dem Walzprofil, sogenannte Grundierungen eingeschweißt. Diese keilförmig zugeschnittenen Grundierungen haben genau die gleiche Funktion wie das gefräste Profil, nämlich die Straßenbahnen aus der Rille herauszuheben, um eine sichere Kreuzungsknotenüberquerung zu ermöglichen. Der große Nachteil dieser Methode ist allerdings, dass diese Grundierungen sehr wartungsintensiv sind, da sich der Spurkranz der Straßenbahnräder innerhalb von zwei Jahren in die Grundierung einbringt und daher immer wieder Material aufgeschweißt oder die Grundierung

erneuert werden muss. Dies ist sowohl zeitintensiv, als auch mit viel Personalaufwand verbunden.“

Nach Gesprächen mit verschiedenen Verkehrsbetrieben aus anderen Großstädten Europas war relativ rasch klar, dass das Schienenfräsen die wirtschaftlichste und schnellste Variante sei, denn die voestalpine liefert auch sogenannte Vollkopfschienen.

### **Auf der Suche nach dem richtigen Werkzeugkonzept**

Begonnen hat das Team von Karl Borek mit klassischen Schaftfräsern. In acht Schruppvorgängen wurde die Rille samt 9°-Flankenwinkel eingebracht und danach mit einem Konturfräser in zwei Arbeitsgängen das endgültige Profil erstellt. Bearbeitet werden die Schienen bei den Wiener Linien auf einer Keckeisen Fahrständerfräsmaschine. „Der Prozess war zwar stabil, aber die Bearbeitungszeit bei Weitem nicht zufriedenstellend“, erinnert sich Karl Borek. Deshalb testete man unter anderem auch den Einsatz eines Scheibenfräasers zum Vorschruppen der Nut. „Eigentlich schwebte mir aber ein Sonderwerkzeug vor, das bereits das fertige Profil



### Die längsten Straßenbahnnetze der Welt



1. Melbourne: 245 Kilometer
2. St. Petersburg: 240 Kilometer
3. Sofia: 195 Kilometer
4. Berlin: 190 Kilometer
5. Moskau: 181 Kilometer
- 6. Wien: 174 Kilometer**
7. Göteborg: 161 Kilometer
8. Budapest: 155 Kilometer
9. Bukarest: 143 Kilometer
10. Lodz: 141 Kilometer



abbildet, ähnlich eines Modulfräasers bei Verzahnungen“, so der Fertigungsspezialist weiter.

In das Projekt involvierte er seine Vorzugslieferanten im Werkzeugbereich, darunter auch die Scheinecker GmbH, die mit der Firma Widia einen langjährigen Experten im Bereich Fräsen sowie große Erfahrung im Schienenfräsen im Portfolio hat. „Die zu erstellende Nut ist sehr tief und breit für einen Arbeitsgang, daher war eine möglichst hohe Stabilität das Hauptkriterium bei der Werkzeugkonstruktion“, bringt sich Ing. Christoph Mantsch, technische Beratung und Verkauf bei der Scheinecker GmbH, ein und führt weiter aus: „Gemeinsam mit den Technikern von Widia legten wir die Wendeplatten daher tangential aus, um eine möglichst stabile Lage zu gewährleisten. Eine weitere Überlegung war auch, dass wir für die unterschiedlichen Trägerdurchmesser identische Wendeplatten verwenden wollten. Das vereinfacht die Handhabung und reduziert die Kosten gewaltig.“

Das Widia-Konzept beruht zudem auf einer Mischung zwischen Scheiben- und Abwälzfräser. „Unser Sonderfräser hat vierschneidige Wendeschneidplatten mit einer Radiusgeometrie am Umfang sowie achtschneidige, seitlich angebrachte Wendeplatten, die die Flanken der Schiene

herstellen. Um die Spandicke bzw. Umschlingung des Fräfers trotz des hohen Vorschubs möglichst gering zu halten, haben wir die Wendeplatten versetzt am Fräskörper angebracht“, geht Mantsch ins Konstruktionsdetail. Ein möglichst geringer Schnittdruck war deshalb nötig, da Straßenbahnschienen im Vergleich zu Eisenbahnschienen einen lediglich 12 mm dicken Steg aufweisen. „Das ergibt natürlich eine sehr instabile Bearbeitungssituation, daher war auch ein eigens entwickeltes hydraulisches Spannsystem notwendig, das die Schiene niederzieht und seitlich abstützt“, ergänzt Borek. Aufgrund der gehärteten Zunderschicht (bis 55 HRC) planten die Werkzeugexperten den Prozess im Gegenlauffräsen.

### 37 mm in einem Arbeitsgang

Zum geringen Schnittdruck kam für Widia auch die Anforderung seitens der Wiener Linien, eine maximale Zustellung von 37 mm in einem Arbeitsgang zu bewältigen. „Dies geht natürlich nur mit einer entsprechend leistungsfähigen Maschine. Unsere Keckeisen wurde dafür extra generalüberholt“, so Borek weiter. Widia hat sich für den Einsatz der Sonderradiusplatten für ein speziell abgestimmten Hartmetallsubstrat und ein ganz neues, mehrstufigen Multilayer-Beschichtungsverfahren entschieden. „Noch bevor der >>



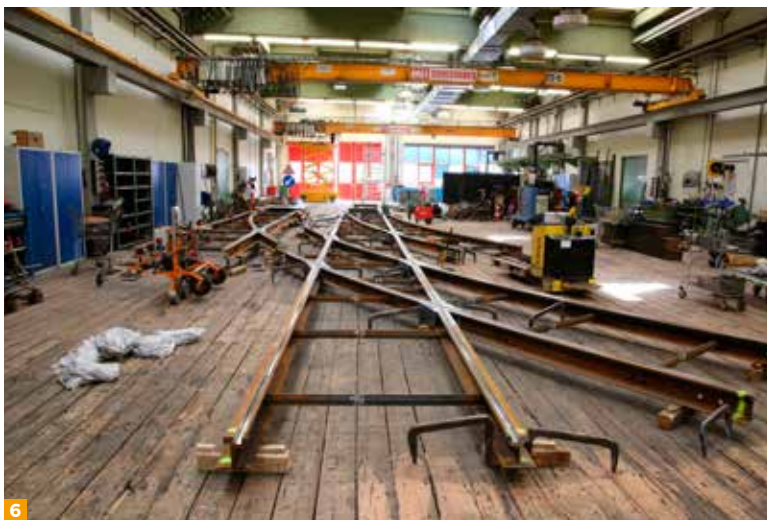
Das gemeinsam erzielte Ergebnis ist für die beteiligten Partner sehr zufriedenstellend. Dies ist nur durch eine intensive und vertrauensvolle Zusammenarbeit möglich“, so Ing. Christoph Mantsch, technische Beratung und Verkauf, Scheinecker GmbH und Karl Borek, Vorarbeiter CNC-Fertigung, Wiener Linien GmbH (v. l.).

**4 Vorher - Nachher:** Die Vollkopfschienen kommen in unterschiedlichen Stahllegierungen in 18 m Stücken aus dem Walzwerk der voestalpine ...

**5 ... und werden dann** in der Oberbauwerkstätte gefräst, anschließend abgelängt und auf den benötigten Kurvenradius gebogen.







**6 Die gesamte Kreuzungsanlage** wird in den Werkstätten zusammengebaut, getestet und anschließend für den Transport wieder zerlegt.

**7 Die Schienenprofile** müssen im Kurven-, Kreuzungs- bzw. Weichenbereich von einer maximalen Tiefe **von 37 mm auf 14 mm verjüngt** werden.

erste Span erzeugt wurde, haben wir den Prozess mit Widia simuliert. Dabei haben wir gesehen, dass die Auslegung und die Konstruktion von Widia perfekt auf die Anwendung bei den Wiener Linien abgestimmt wurde“, verdeutlicht Christoph Mantsch die Vorgehensweise von Widia/Scheinecker.

Widia stellte jeweils zwei Sonderfräser mit 24 bzw. 26 mm Breite her – die neuen Werkzeuge haben auf Anhieb ihre Aufgabe bravourös erledigt. So gut, dass man sich dazu entschloss, noch mehr Tiefrille (37 mm) am Ende einer Kurve zu fräsen als eigentlich vorgesehen. „Dadurch trat aber bei langen Eingriffszeiten ein Temperaturproblem des Werkzeugkörpers auf“, so Borek. Doch auch dafür hatte man seitens der Werkzeugexperten eine Lösung parat: „Mittels Tieflochbohren wurden Kühlbohrungen für Luftzufuhr in die Fräskörper eingebracht, um diesen entsprechend kühlen zu können“, erläutert Christoph Mantsch. Von Seiten der Wiener Linien wurde nachträglich noch ein spezielles Kühlsystem installiert. Seitdem hat der Fräskörper eine konstante Bearbeitungstemperatur von in etwa 40° C.

**Zeiteinsparung: 4,5 Stunden bei 12 m**

Vor allem aber die enorme Zeiteinsparung von 4,5 Stunden Bearbeitungszeit (Anm.: bei einer Schienenlänge von 12 m wurde die reine Fräszeit von 318 auf 43 min reduziert) durch den Sonderfräser von Widia stellt für Karl Borek einen enormen Sicherheitsfaktor in der Produktion der Schienen dar: „Falls etwas sehr schnell gehen muss, sei es durch eine Beschädigung der Schienen im laufenden Betrieb

oder aufgrund einer Beschädigung im Produktionsprozess, können wir heute – dank der Widia-Fräser – sehr rasch eine neue Schiene herstellen.“

Das Bearbeitungskonzept von Scheinecker und Widia hat absolut überzeugt und sogar mehr gehalten, als versprochen. „Die Oberflächenqualität ist gewaltig und weist sogar Schlichtqualität auf – dies macht eine Folgeoperation überflüssig. Das spricht für die hervorragende Funktion des Sonderwerkzeuges“, bestätigt Borek. Auch der Wendeplattenverschleiß hält sich aufgrund der genauen Auslegung auf Material und Prozess in Grenzen. „Die Standzeiten sind hervorragend, sogar besser als gedacht!“ Durch die gute Schnittigkeit der Wendeplatten wird lediglich eine Spindelast von maximal 70 Prozent erreicht.

**Perfekte Zusammenarbeit**

„Ein großes Lob geht an die Mitarbeiter von Widia, die diese Aufgabenstellung perfekt umgesetzt und gelöst haben. Das ist das Ergebnis langjähriger Kompetenz im Bereich Fräsen und Sonderwerkzeugfertigung“, betont der Werkzeugexperte. Dass man in Summe ein derart gutes Ergebnis von Beginn an erzielt hat, ist sicherlich nicht alltäglich. „Dies ist nur durch eine intensive und vertrauensvolle Zusammenarbeit möglich“, sind sich Karl Borek und Christoph Mantsch abschließend sicher.

[www.scheinecker.info](http://www.scheinecker.info)  
[www.widia.de](http://www.widia.de)

**Anwender**

Die Wiener Linien sind eine Tochtergesellschaft der Wiener Stadtwerke GmbH und werden nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten geführt. Die Stadt Wien garantiert dabei durch Zuschüsse ausgezeichnete Verbindungen zu einem fairen Preis. Insgesamt finden gleichzeitig mehr als 260.000 Menschen in den Fahrzeugen Platz – also mehr als Österreichs zweitgrößte Stadt, Graz, Einwohner hat. Zu Spitzenzeiten sind knapp 1.000 Fahrzeuge gleichzeitig unterwegs.

**Wiener Linien GmbH**  
 Awarenstraße 2, A-1110 Wien, [www.wienerlinien.at](http://www.wienerlinien.at)

