

# Hoe ontstaat een model

Een kijkje in de fabriek van Märklin in Göppingen



Göppingen, mei 2007

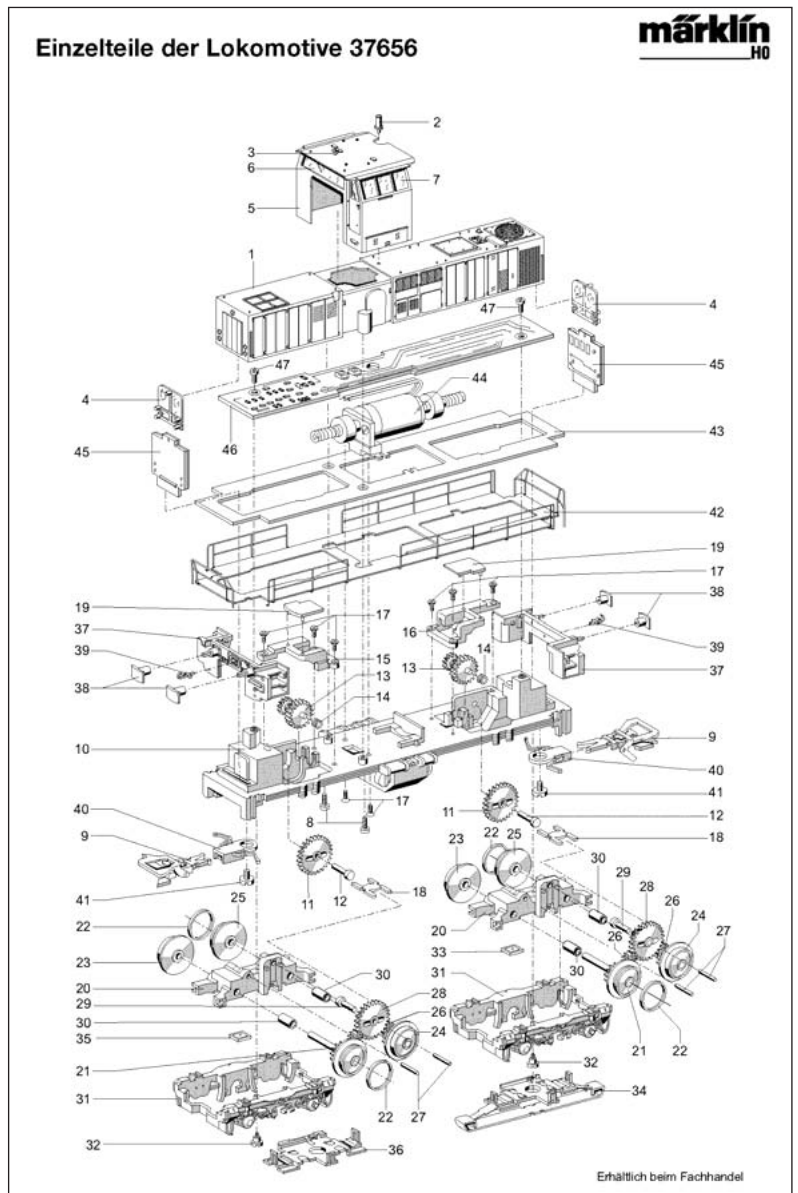
„Er zullen waarschijnlijk maar een paar producten in de wereld zijn die zó precies (met de loop!) door de klanten worden nagekeken als de modeltrein,“ aldus de technische directeur van Märklin.

Zo'n tien jaar geleden nog was men tevreden met de ontwikkeling van statische procedures voor de controle van het productieproces door middel van steekproeven. Vandaag geldt dat de kwaliteit gepland moet worden, mogelijke fouten al in de ontwikkelingsfase moeten worden uitgesloten en fabricageprocessen dusdanig beheerst dat er praktisch gezien geen enkel fout onderdeel onbemerkt kan ontstaan.

Want: „Aan detailgetrouwheid, oppervlaktebewerking, keuze van materialen en perfect functioneren worden de hoogste eisen gesteld. De hoogste kwaliteit te bereiken en te continueren is sedert vele decennia het doel dat Märklin bereikt heeft. Het is onze opgave om ons te blijven verbinden aan die traditie en bij de ontwikkeling van nieuwe producten door middel van de modernste methodes bij de kwaliteitscontrole dit doel te bereiken.“

De in de productie van modeltreinen aangewende processen zijn veelzijdig. Hierbij worden praktisch alle procédés op het gebied van verspanen, gladde vormgeving, metaalspuitgietwerk, spuitgieten, oppervlakte-techniek, veelkleurendruk, fabricage van elektrische en elektronische onderdelen, etc, etc. aangewend. Deze grote verscheidenheid in toepassingen vergt een brede en diepgaande know how.

Een modeltrein kan uit tientallen tot soms wel een honderdtal onderdelen bestaan. Alle onderdelen moeten perfect op elkaar afgestemd zijn. De digitale techniek, die in 1984 z'n intrede in de modelspoorwereld heeft gedaan, stelde aan de bouw van miniatuurmotoren, aandrijvingen en bestu-



ringstechnieken nog eens hogere eisen.

In deze brochure geven wij u een blik achter de schermen van de diverse fasen die in de fabriek doorgelopen worden voordat het eindproduct bij de handelaar aan u wordt geleverd. We nemen de „Henschel Wegmann“ trein als voorbeeld en laten u zien wat er allemaal komt kijken bij het samenstellen van documentatie, de constructie en productie en de kwaliteitscontrole.

# Hoe ontstaat een model

## Een blik achter de schermen bij de voorbereiding en ontwikkeling, fabricage en montage van een modeltrein.

Voordat een Märklin of Trix model productiegereed is en in serie vervaardigd kan worden, is er op verschillende afdelingen al heel wat werk verricht. In deze brochure geven we u een blik achter de schermen. We nemen de Henschel-Wegmann trein als voorbeeld en laten u zien wat er allemaal komt kijken bij het samenstellen van documentatie, de constructie, de productie en de kwaliteitscontrole.



**H**et werk van de afdeling documentatie begint vaak met een vraag van het productmanagement: „Kunt u informatie over de Henschel-Wegmann trein verzamelen?“ De medewerkers stellen hierop de zogenaamde 'basisdocumentatie' op. Deze bestaat uit fundamentele informatie zoals een overzichtstekening, een aantal foto's of tijdschriftartikelen.

De productmanagers gebruiken deze informatie en andere bronnen zoals marketingrapporten, het aanbod van concurrenten en kostenramingen om te bekijken of een nieuw artikel in het productprogramma moet worden opgenomen. Zodra de beslissing is gevallen, begint het werk voor de afdeling documentatie pas echt; er moet zoveel mogelijk informatie over het voorbeeld worden verzameld en dit vereist vaak het nodig detectivewerk, vooral als het een historisch model betreft.

### Documentatietypen

#### • Constructie:

Voor volledig nieuwe constructies, dat wil zeggen voor modellen die nog niet in het programma zijn opgenomen, wordt alle informatie verzameld die de constructeurs nodig hebben om de gewenste trein geheel volgens voorbeeld om te kunnen zetten in een model. Hiertoe behoren tekeningen, foto's, maataanduidingen, specificaties van constructieve verschillen en beschrijvingen. Deze constructiedocumentatie heeft duidelijk meer voeten in de aarde dan enkel het vastleggen van een nieuwe kleurstelling en belettering voor een reeds bestaand model, hoewel deze laatste gegevens natuurlijk ook in het geval van een nieuwe constructie onmisbaar zijn.

#### • Kleurstelling en belettering:

Deze documentatie bevat de informatie voor de technisch tekenaars zoals kleuraanduidingen en informatie over de inhoud, vorm, grootte en plaatsing van de belettering. Daarnaast vindt men hierin ook gegevens over de uitrusting van de voorbeelden, bijvoorbeeld over de constructiewijze van rijwindgeleiders, pompen, tender, stroomafnemers en draaistellen. Dit is met name belangrijk wanneer er verschillende versies van het model worden gemaakt. De constructiedocumentatie voor het model van de Henschel-Wegmann trein is erg uitgebreid. De trein bestaat immers uit een locomotief en vier rijtuigen, waarvan er drie in uitvoering verschillen.

## Mogelijke gegevensbronnen

De belangrijkste vraag voor de documentalist is steeds weer: „Waar haal ik de gegevens vandaan?” De zoektocht begint in het eigen fabrieksarchief; er wordt immers al sinds de jaren dertig van de vorige eeuw allerlei materiaal verzameld. Van de Henschel-Wegmann trein waren een paar foto's, schetsen en tijdschriftartikelen aanwezig. In de bibliotheek staat een boek van Alfred Gottwaldt, het hoofd van de spoorwegafdeling van het Duitse Techniekmuseum in Berlijn: „Die Baureihe 61 und der Henschel-Wegmann-Zug. Die Geschichte eines Salonwagenzuges und seiner Dampf-Lokomotiven.” Dit boek over de geschiedenis van de salonrijtuigtrein en zijn stoomlocomotief werd in 1979 uitgebracht door Franckhs Eisenbahnbibliothek en is al lang niet meer verkrijgbaar in de boekhandel.

Verdere gegevensbronnen zijn musea die zich met de geschiedenis van het vervoer bezighouden, privéverzamelingen en archieven van rijtuigbouwers en verenigingen van spoorwegliefhebbers. Natuurlijk beschikt niet elk archief of iedere verzamelaar over de gegevens van alle locomotieven en wagens. Het hangt van de kennis en ervaring van de medewerkers van de documentatieafdeling af, waar naar welke informatie gezocht wordt.

Sinds enige tijd is de traditionele zoekmethode uitgebreid met het zoeken op internet. De gegevens die hier worden gevonden, moeten echter zeer kritisch worden bekeken. Veel van de aangeboden feiten blijken na verificatie niet te kloppen. In het algemeen moet alle informatie, dus niet alleen die van het internet, op juistheid en aannemelijkheid worden gecontroleerd. Fouten worden niet alleen aangetroffen in tijdschriftartikelen, maar ook in tekeningen. Zelfs foto's kunnen verkeerd worden geïnterpreteerd.

Het is gelukt om een aantal tekeningen en foto's van de Henschel-Wegmann trein met zijn gestroomlijnd beklede stoomlocomotief uit de serie 61 en de daarbij behorende sneltreinrijtuig te bemachtigen. In een archief werd bovendien de officiële beschrijving van de *Deutsche Reichsbahn, Beschreibung und Bedienungsvorschrift für den Dampfschnellzug 160 km/h der Deutschen Reichsbahn* (Beschrijving en bedieningsvoorschrift voor de stoomsneltrein 160 km/uur van de Deut-



sche Reichsbahn) aangetroffen, die in 1936 in Berlijn door het *Reichsbahn-Zentralamt* als Dienstvoorschrift 930 23 werd uitgegeven met de deelbladen 930 23a, b en c voor loc, rijtuigen en installaties.

Eén onderzoeksmogelijkheid was bij de Henschel-Wegmann trein bij voorbaat uitgesloten: het fotograferen van de originele trein. Van bestaande originele locs en wagens worden zo veel mogelijk foto's gemaakt en daar komt het er niet zozeer op aan om een trein in een idyllisch landschap in beeld te brengen, maar om alle details, zoals bijvoorbeeld de bedrijfsnummers en de verdere belettering, zo scherp mogelijk vast te leggen.

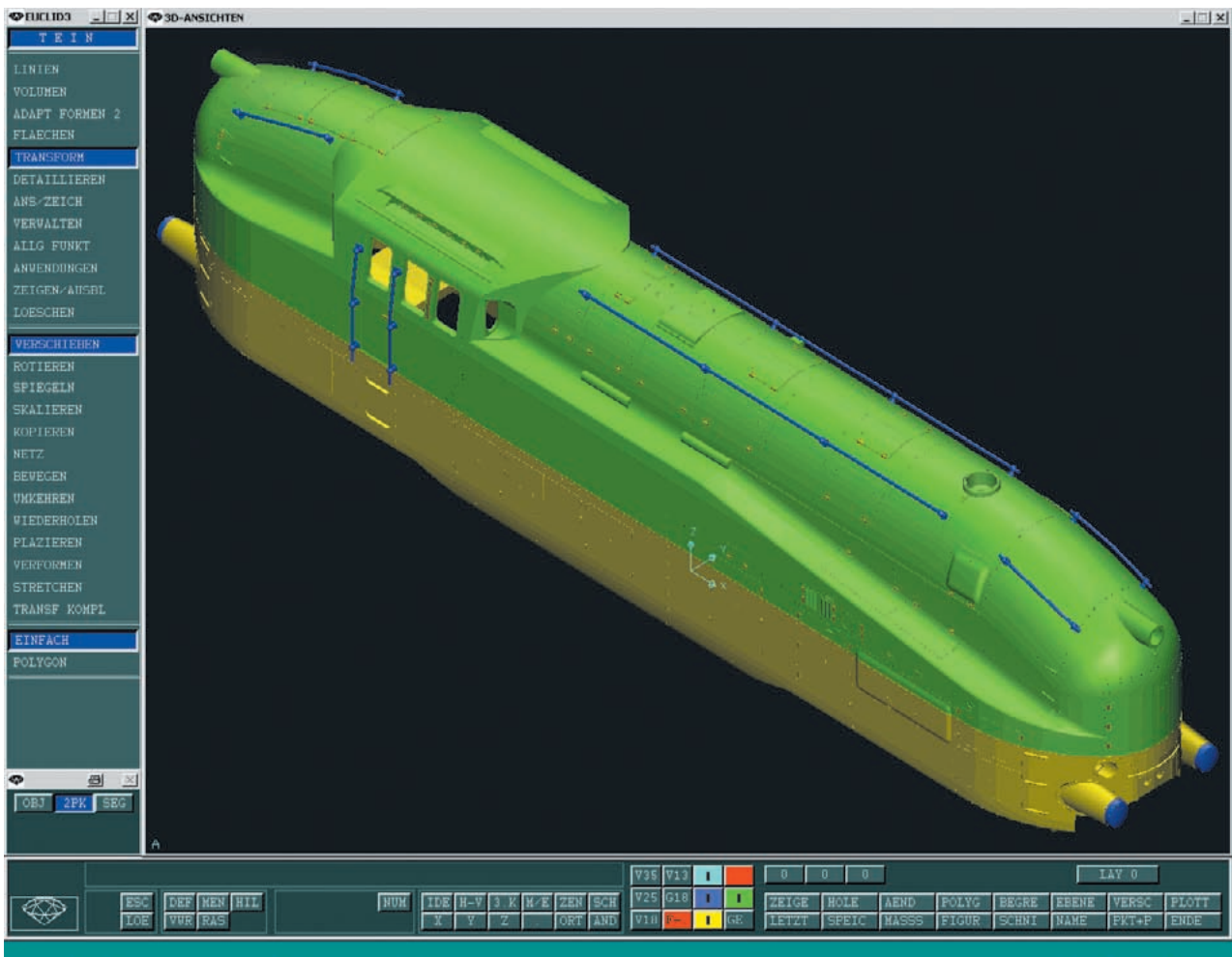
Noch de stoomloc 61 001, noch de rijtuigen zijn in een museum bewaard gebleven. De rijtuigen zijn in de jaren vijftig door de Deutsche Bundesbahn omgebouwd tot de internationale sneltrein „Blauer Enzian“. Oude archieffoto's moesten dus uitkomst bieden.

Soms duiken er ook vragen op over zaken die in eerste instantie volkomen duidelijk lijken te zijn. De kleuraanduiding voor de violette tint van loc en rijtuigen is volgens de bronnen 'RAL 35 h'. RAL is een coderingssysteem om kleuren van verf en andere coatings te definiëren. Het systeem is in 1927 in Duitsland ontwikkeld. RAL staat voor *Reichsausschuss für Lieferbedingungen*. Zowel in de tijd van de Henschel-Wegmann trein als heden ten dage wordt dit systeem toegepast. De kleur 'RAL 35 h' komt echter niet meer voor in het huidige RAL-kleurenregister en de betreffende kleurstalen zijn niet meer in de handel verkrijgbaar. Met hulp van het RAL-instituut, waar men nog over een originele staalkaart beschikt, kon de historische kleur toch voor het model worden samengesteld.

Zodra de documenten bijeengebracht zijn, en dit kan in het geval van constructiedocumentatie enkele weken tot maanden duren, worden ze overgedragen aan de verantwoordelijke constructeurs.



# Ontwikkeling en constructie



CAD/CAM - afkortingen van de begrippen Computer Aided Design en Computer Aided Manufacturing.

Bij de ontwikkeling van modellen, onderdelen, mallen en matrijzen heeft de computer grotendeels de tekenafel verdrongen.

**D**e verantwoordelijke constructeur, en bij een groot project als het model van de Henschel-Wegmann-trein kunnen dat er ook meer zijn, begint met het bestuderen van de documentatie. Hij bekijkt alle voorbeelddocumentatie die door de documentatieafdeling bij elkaar is gebracht, denk aan tekeningen, boeken en foto's, en beoordeelt deze op kwaliteit en bruikbaarheid. Daarbij is niet de kwantiteit van het voorbeeldmateriaal maatgevend voor een goede basis voor de constructiewerkzaamheden. Het gaat veeleer om de kwaliteit ervan, zoals bijvoorbeeld de nauwkeurigheid van de detailweergaven.

Zodra alle documentatie beoordeeld is, wordt er een concept opgesteld. In deze fase onderzoekt de constructeur de haalbaarheid van de afzonderlijke eisen binnen de ontwikkelingsopdracht die door de verantwoordelijke productmanager, de 'vader' van het productidee, is geplaatst. Hierbij komen

bijvoorbeeld de volgende vragen aan de orde: Hoe moet de loc gemotoriseerd worden? Welke geluiden kunnen er worden gerealiseerd? Kort samengevat moeten alle modeltechnische randvoorwaarden duidelijk gemaakt en vastgelegd worden.

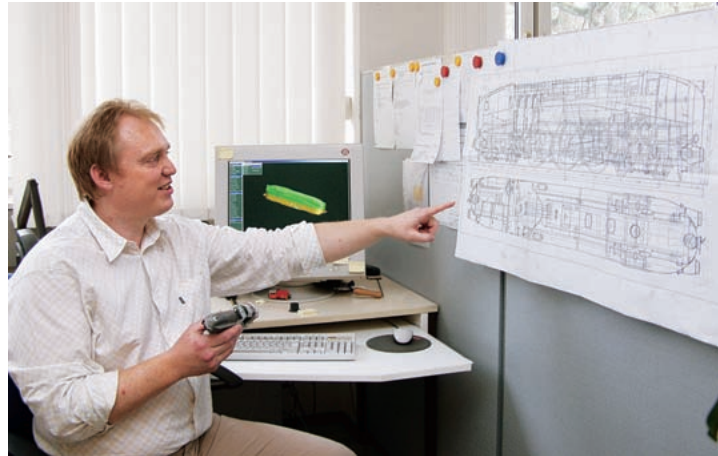
Aan de hand van de voorbeelddocumentatie worden de afmetingen en omtrekken in schaal 1:87 berekend. Er wordt vastgelegd welke onderdelen op welke manier vervaardigd zullen worden, bijvoorbeeld van welk materiaal. Worden kleine onderdelen zoals schoorstenen, stuurstangen en ketelleidingen los aangebracht of aangegoten?

Bij al deze vragen is het heel belangrijk om vanaf het begin af te stemmen met de afdelingen

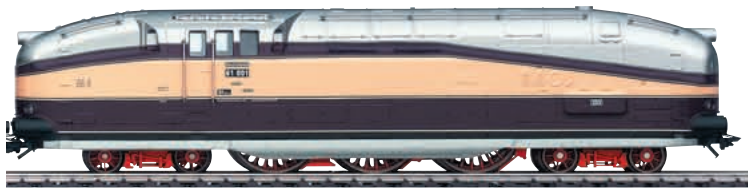
- gereedschaps- en malconstructie,
- werktuigbouw,
- werkvoorbereiding,
- productie.



Eerste prototypeonderdelen voor proefritten.  
Links: eindrijtuig / Rechts: zitrijtuig



Constructeur Gottfried Stock vergelijkt een voorbeeldoverzicht met het eerste prototype



Alleen op deze manier kan zeker worden gesteld, dat de onderdelen later ook in serie vervaardigd kunnen worden.

Uiteraard wordt ook de tandwieloverbrenging berekend die de meest realistische modelsnelheid oplevert. Verder moeten er vragen op het gebied van de verlichting worden beantwoord. Worden er bijvoorbeeld gloeilampjes of LED's (van het Engelse light emitting diode, is een elektronische component, een diode die licht uitzendt als er een stroom in doorlaatrichting doorheen wordt gestuurd) gebruikt?

Bij alle beslissingen die in de constructiefase worden genomen, spelen punten zoals de onderhoudsvriendelijkheid, montagegemogelijkheden, het materiaal, de verschillende materiaaleigenschappen en het stroomverbruik volgens de EMV (*Elektro Magnetische Verträglichkeit* = elektromagnetische compatibiliteit)-richtlijnen een rol.

Pas daarna kan begonnen worden met het omzetten van de voorbeelddocumentatie in constructietekeningen. Stonden de constructeurs tot voor tien jaar nog met potlood en tekeninkt voor de tekentafel, tegenwoordig worden de tekeningen met behulp van CAD, de Engelse afkorting voor Computer Aided Design, op een beeldscherm vervaardigd.

Sinds de tweede helft van de negentiger jaren werken de constructeurs uitsluitend met CAD. Alleen in uitzonde-

ringsgevallen, bijvoorbeeld wanneer kleine modelwijzigingen aan een oud model worden uitgevoerd, waarvan de tekeningen nog op de tekentafel zijn gemaakt, wordt de traditionele tekenuitrusting nog uit de kast gehaald.

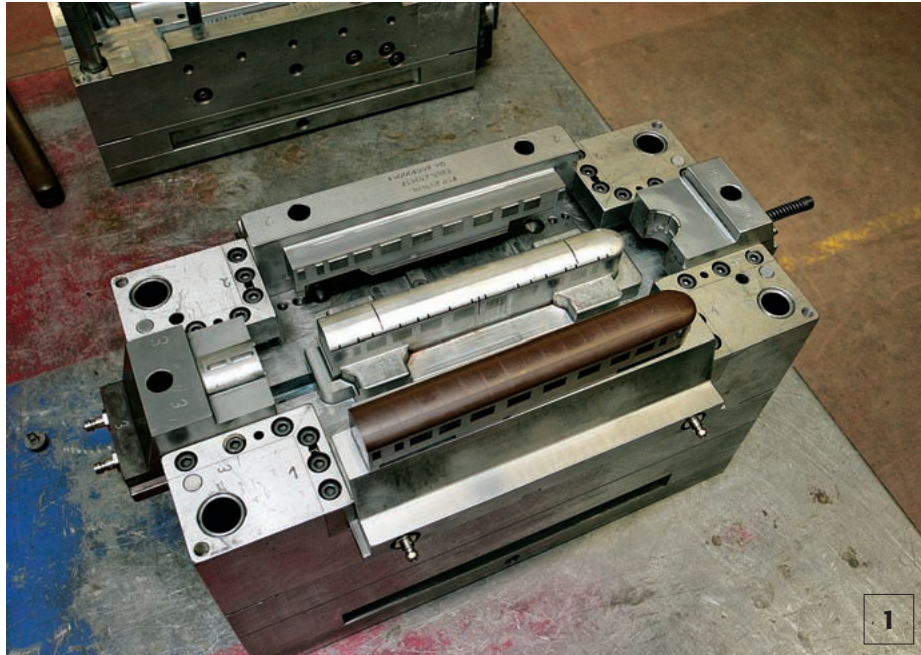
Muis, tekentablet en digitale tekenpen hebben de plaats van de stif van de constructeur en technisch tekenaar ingenomen. Met moderne CAD-programma's kunnen 3D-constructies worden gemaakt en kan men in real time door driedimensionale ruimtes lopen.

Aan de hand van de voorbeelddocumentatie en -tekeningen wordt punt voor punt en lijn voor lijn met een muis-klik in de computer gezet. Geleidelijk wordt de samenhang steeds verder uitgewerkt; de techniek wordt vastgelegd, er worden scheidingen (bijvoorbeeld in kleurstelling) aangebracht en het curveverloop wordt gecontroleerd.

Uit de lijnen ontstaat uiteindelijk een 3D-lichaam. Dit dient weer als basis voor verdere bewerking voor de mal- en gereedschapsconstructie en werktuigbouw.

Vervolgens worden de tekeningen van de afzonderlijke onderdelen gemaakt, zoals de wielen of de locopbouw. Voordat de tekeningen beschikbaar worden gesteld aan de volgende afdelingen, wordt er een prototype vervaardigd. Zodra dit wordt vrijgegeven, worden de voor de productie noodzakelijke stukslijsten opgesteld en gaan de tekeningen naar de volgende afdelingen.

# Gereedschap- en mallenmakerij



**D**e gereedschapmakerij is onderverdeeld in twee afdelingen:

- Bedrijfsmiddelenconstructie  
Constructie van productiemiddelen voor de productie: mallen, gereedschappen en apparaten
- Gereedschapmakerij  
Vervaardiging van bovengenoemde productiemiddelen

Op basis van de 3D-gegevens en -tekeningen van de Henschel-Wegmann-trein die door de productconstructeur worden aangeleverd, worden in de bedrijfsmiddelenconstructie de gereedschappen, mal en apparaten geconstrueerd die noodzakelijk zijn voor de productie. Omdat vooraf reeds een nauwe samenwerking plaats vindt tussen de bedrijfsmiddelen- en de productconstructie over opbouw en vormgeving van de onderdelen, zijn de bedrijfsmiddelenconstructeurs al vertrouwd met de nieuwe onderdelen van ons model.

Gemiddeld worden er in de gereedschapmakerij jaarlijks ca. 150 nieuwe mallen vervaardigd. Dit jaar zijn het reeds 22 nieuwe mallen die vervaardigd zijn voor de productie van 56 nieuwe onderdelen voor de Henschel-Wegmann trein.

Het aantal nieuwe onderdelen is hoger dan het aantal mallen, omdat bijv. bij onderdelen als te monteren onderdelen of een reeks vensters meerdere in een mal kunnen worden vervaardigd. Voor de loc-opbouw of de wagenconstructies van de Henschel-Wegmann trein daarentegen moet telkens een aparte mal

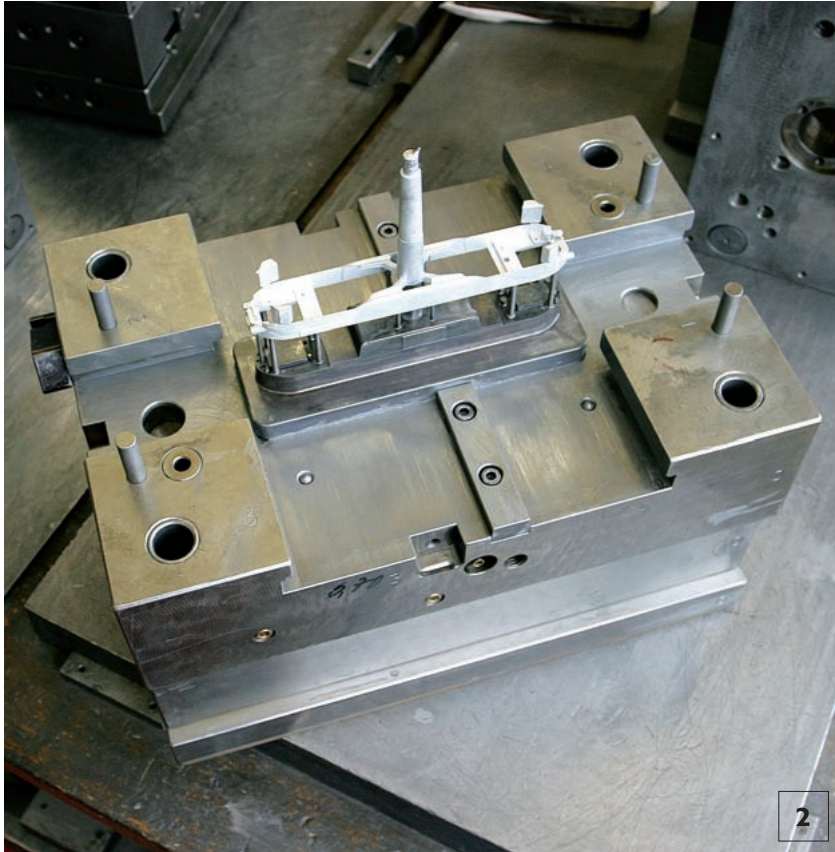
per onderdeel worden vervaardigd.

Circa 40% van de vervaardigde onderdelen zijn van zinksputgietwerk, de resterende (60%) van kunststof.

Hierbij moet wel de opmerking worden geplaatst dat de gereedschapmakerij van Märklin en Trix met hun innovatieve productietechnologieën en het grote aantal procestechnieken ook mallen en gereedschappen vervaardigt voor externe firma's. Het aanbod loopt uiteen van technisch advies tot en met de serieproductie van alle relevante arbeidsgangen. Eenvoudig gezegd, vervaardigt de bedrijfsmiddelenconstructeur via CAD het 'tegenstuk', d.w.z. een negatieve vorm van de onderdelen die door de productconstructeur zijn geconstrueerd. Hierbij gaat het om onderdeelbepalende elementen (inzetelementen en schuiven).

Voor de serieproductie worden deze elementen in een malconstructie geïntegreerd. Daarin zijn uitwerpsystemen, geleidingen, enz. opgenomen. Bij grotere onderdelen, zoals bijv. bij de wagenconstructie van de Henschel-Wegmann trein, zorgt een dergelijke malconstructie voor 380 kg gewicht aan de haak. Om later tijdens de productie een optimaal gietresultaat te bereiken, moeten reeds bij de constructie van de afzonderlijke onderdelen nauwkeurige berekeningen worden uitgevoerd, bijv. over de stroomsnelheid en het stroomgedrag van het toegepaste materiaal.

Sinds kort hebben de constructeurs bij Märklin en Trix de technische mogelijkheid om met behulp van een simulatie het materiaal dat voor het desbetreffende onderdeel bedoeld is, op de PC in realtime in de vorm te gieten. Hiermee kan het gietproces worden



gesimuleerd en eventuele problemen reeds bij de gereedschapsontwikkeling worden herkend. Verder moet worden bepaald waar de delen aangegeven worden en bij welke punten de ingesloten lucht moet ontsnappen. Zijn alle delenbepalende elementen als 3D-lichaam vervaardigd, worden daaruit tekeningen en stukslijsten afgeleid.

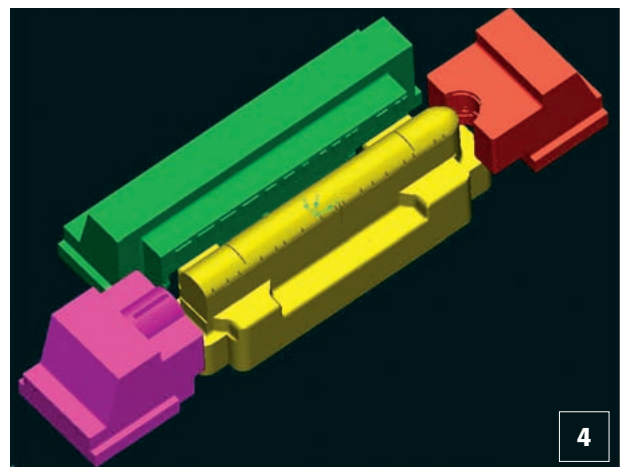
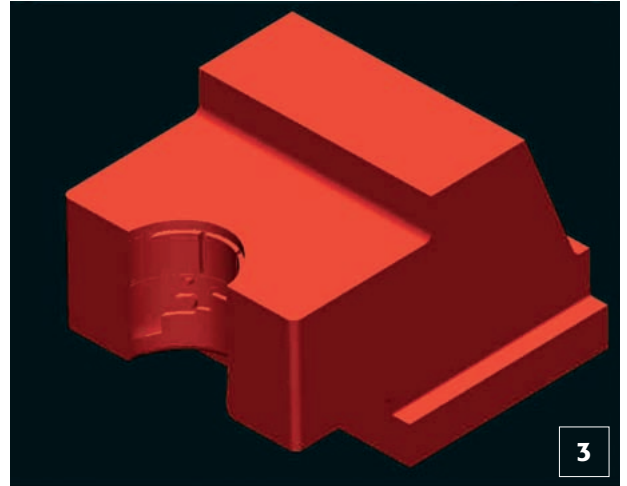
Het ruwe materiaal gereedschapsstaal wordt voor de mallen geleverd in gezaagde rechthoekige blokken. In ongeharde toestand wordt het staal in de machineafdeling van de gereedschapsmakerij bewerkt: slijpen, frezen, boren. Daarna volgt het uitharden. Pas dan wordt het materiaal tot op 100ste millimeter nauwkeurig bewerkt tot de absolute maten.

Afhankelijk van de desbetreffende geometrie van het onderdeel en op basis van vele jaren ervaring van de medewerkers ontstaan de mallen in de meest uiteenlopende procestechieken:

- Frezen
- Draad-/zinkvonken
- Profiel/vlakschuren
- Lasertechniek

Het laatste precisiewerk bij de mallen wordt dan uitgevoerd door de gereedschapsmakerij. Hier worden de afzonderlijke delen van de malconstructie samengevoegd en met behulp van een blauwe verf (markering) de punten gemarkeerd waar de vorm nog niet geheel afgedicht is. Met handwerk krijgen zo de mallen de laatste behandeling voordat vervolgens de complete malconstructie zich opmaakt voor de route in de druk- resp. spuitgietwerkafdeling en daar voor eerste proefmodellen per kraan in de machine worden geplaatst.

Tot vervolgens uiteindelijk de afzonderlijke onderdelen van de Henschel-Wegmann trein in serieproductie kunnen gaan, moeten deze onderdelen verschillende onderzoeken en controles doorstaan, waarbij kritische ogen en handen ervoor zorgen dat alleen datgene wordt geproduceerd wat voldoet aan de hoogste kwaliteit.



1 Kunststof-spuitgietmal:  
Uitwerpszijdige malhelft voor de behuizing van de eindwagen van de Henschel-Wegmann-trein  
Gewicht van het onderdeel: 28 g  
Gewicht van de mal: 380 kg  
Benodigde sluitkracht: 125 t

2 Zinkspuitgietmal:  
Uitwerpszijdige malhelft voor het behuizingsonderdeel met schorten en bufferbalk van de locomotief 61 001  
Gewicht van het onderdeel: 175 g  
Gewicht van de mal: 450 kg  
Benodigde sluitkracht: 125 t

3 3D-aanzicht van de kopse schuif van de eindwagen van de Henschel-Wegmann-trein.  
Hier zijn duidelijk de ruituitsparingen te herkennen.

4 3D-aanzicht van de malinzetelementen van de wagenconstructie van de eindwagen van de Henschel-Wegmann-trein.  
In afbeelding 1 is de voltooide mal te zien.

# Productie



## Spuitgietafdeling

Ons productieproces begint in de gieterij, waar het grootste deel van de verschillende loc-onderdelen wordt vervaardigd.

Het gaat dan om het boven- en onderdeel van de behuizing, ook wel de bekleding genoemd, het gegoten onderstel en de schaargeleiding.

Het uitgangsmateriaal, een zinklegering, wordt in vloeibare toestand bij 420°C met een spuitgietsmachine in de stalen gietvorm geperst. De totale cyclus, die begint met het sluiten, vullen en weer openen van de vorm en eindigt met het automatisch op een transportband leggen van het inmiddels tot 270°C afgekoelde onderdeel, duurt 40 seconden. Het vullen van de vorm neemt slechts 10 milliseconden in beslag, hetgeen al aangeeft wat een enorme capaciteit de machine heeft. Aan het einde van de transportband zit een medewerker die de spuitkegel afbreekt en het onderdeel op overlappingsen en luchtballen controleert. Alle onderdelen die niet voor 100% aan de hoge kwaliteitseisen voldoen, worden omgesmolten en opnieuw gebruikt. Vervolgens gaan de onderdelen naar de spuitgiets-nabewerkingsafdeling. Hier worden de laatste

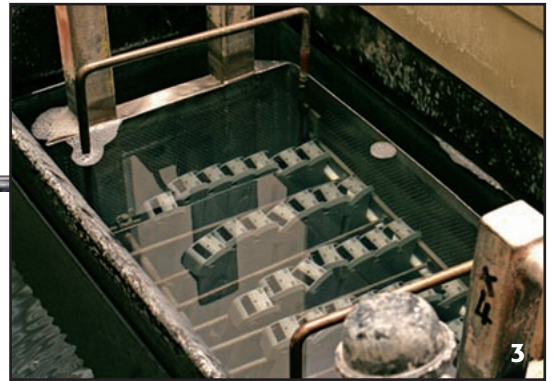


1

bramen door ren handen en met scherpe blik weggeborsteld en gepolijst, waarna in het bewerkingscentrum de ramen uitgefreesd, de schroefdraden gesneden en de boorgaten voor montagegedelen aangebracht worden.



2



3

## Galvanisering

Ons volgende station, de galvanisering, heeft met verschillende chemische processen te maken:

- Fosfateren:

Dit is een voorbehandeling voor de aansluitende verfwerkzaamheden, die tevens bescherming tegen roest biedt. De onderdelen worden ontdaan van achtergebleven koel- en smeermiddelen en ook eventuele splinters en vingerafdrukken worden verwijderd.

- Chemisch zwart verven:

Onderdelen die na de montage zichtbaar zijn, worden vanuit esthetisch oogpunt zwart geverfd.

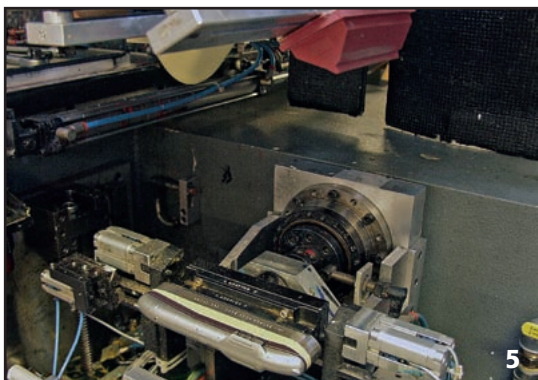
- Verkoperen, vernikkelen, zwart vernikkelen:

Alle geperforeerde en draaiende onderdelen van de loc, zoals bijvoorbeeld wielen en stangenstelsels, worden afhankelijk van de eisen die eraan worden gesteld (goede hechting, roestbescherming of goede loop-eigenschappen) behandeld.



Klein maar belangrijk: de indrukwekkende verschijning van de Henschel-Wegmann trein doet vaak vergeten dat het model uit honderden kleine onderdelen bestaat. Zonder deze piepkleine tandwielen zou de grote loc nog geen millimeter kunnen rijden.





1 Behuizing van zinkspluitgietwerk met spuitkegel.

2 Volledig geautomatiseerde galvaniseerinstallatie voor een betrouwbare bewerking van de onderdelen.

3 Reiniging van het oppervlak en aanbrengen van een fosfaatlaag middels een dompelbehandeling.

4 Sjabloonspuiten

5 De tampondrukmachine voorziet de loc-behuizing van sierstrepen, logo's, enz.

6 Met veel behendigheid en een speciaal pincet worden handgrepen en lampen in de juiste boorgaatjes gestoken.

7 Eindcontrole  
Voordat de loc de rails op mag, wordt zij eerst optisch en technisch beoordeeld.

## Schilderafdeling

Pas nu krijgt de BR 61 zijn overwegend blauw-violette outfit.

De voorbehandelde onderdelen, grotendeels van zinkspluitgietwerk, krijgen eerst een grondlaag van milieuvriendelijke verf op waterbasis. Vervolgens worden ze bij een temperatuur van 50°C tot 60°C gedroogd, waarna ze meestal van drie lagen dekv verf worden voorzien.

De afzonderlijke delen van de loc, zoals bijvoorbeeld de kop, de zijkanten en de schortdelen, worden met behulp van spuitsjablonen geverfd. Voor elke verflaag wordt een speciaal sjabloon gemaakt, dat die plaatsen afdekt die niet bespoten mogen worden. De verf wordt dan vanuit verschillende hoeken gelijkmatig op het onderdeel aangebracht. De technische gegevens, sierstrepen en logo's worden met de meerkleuren-tampondrukmachine in de kleinst mogelijke lettergrootte met een hoogte van 0,2 mm op het locmodel gedrukt. In een werkcyclus kunnen maximaal acht verschillende kleuren worden opgebracht.

De zorgvuldig vervaardigde kunststof clichés vormen de basis voor de tampondruk. Dit zijn afzonderlijke drukplaten die in aantal overeenkomen met het aantal kleuren. Na het aanbrengen van elke verflaag worden de onderdelen op kwaliteit gecontroleerd en aan de hand van een voorbeeld beoordeeld. Kleine fouten worden met de hand verbeterd.

## Montage

Nu arriveren de onderdelen van zinkspluitgietwerk en kunststof en de gedeeltelijk voorgemonteerde onderdelen (bijvoorbeeld aandrijvingen) in de montageafdeling.

Alle onderdelen worden stap voor stap tot een complete loc samengevoegd. Hierbij wordt volgens een montageplan gewerkt dat door de werkvoorbereiding is opgesteld en waarin alle handelingen en de daarvoor benodigde hulpmiddelen en gereedschappen uiterst nauwkeurig zijn beschreven.

Via een montage-U, zo genoemd vanwege de vorm waarin de montagetafels zijn opgesteld, komt elk onderdeel met behulp van schroevendraaier, pers en pincet op zijn plek terecht. Alles gaat 'van hand tot hand'; elke medewerkster van de montagegroep (die uit ongeveer twaalf personen bestaat) voert een deel van het werk uit en geeft het 'resultaat' door aan de volgende werkplek, waar weer een ander onderdeel wordt gemonteerd. Door deze opstelling kunnen eventuele fouten op tijd worden hersteld op de voorgaande werkplek. Als alles gemonteerd is, wordt het programma in de loc gedownload. Tot slot wordt elke loc van a tot z getest op de testmodelbaan: klopt de aanloop snelheid? Gaan de lichten aan? Werken alle functies naar behoren? In totaal worden er ongeveer twintig punten via de computer gecontroleerd voordat het pronkstuk bij de wagens in de verpakking gaat en zijn reis naar modelspoorliefhebbers over heel de wereld begint.

© Gebr. Märklin & Cie. GmbH - Göppingen

© Trix Modelleisenbahn GmbH & Co. KG - Neurenberg

# De Märklin metaaltechnologie

## Traditie en ervaring sedert 1859

De traditionele metaalbewerking is bij Märklin zo oud als de firma zelf. Men opereerde al in de 19e eeuw onder het bedrijfslogo „Fabrik feinsten Metall-Spielwaren“ hetgeen zoveel betekent als „Fabriek voor fijn metalen speelgoed“. De verwerking van metalen plaatmateriaal, dat vroeger uitgebreid gelakt en met de hand beschilderd werd en in latere jaren langs lithografische weg werd bewerkt, stond lange tijd centraal in de metaalbewerking.



Vanaf de jaren dertig werd echter ook zinksputgietwerk vervaardigd. Deze dus niet nieuwe techniek werd gedurende de laatste tientallen jaren echter dermate geoptimaliseerd, dat Märklin momenteel ook de kleinste details in metaal kan weergeven en daarmee tot de toonaangevende bedrijven behoort die deze technologie toepassen. En niet alleen in HO (1:87), maar ook in Spoor 1 (1:220) en in Spoor 1 (1:32) maakt Märklin locomotieven van zinksputgietwerk - tot in de kleinste details.

Afbeelding: een ongeveer 4 kg zwaar stuk hoogwaardig zink, de grondstof voor modeltreinen van metaal.

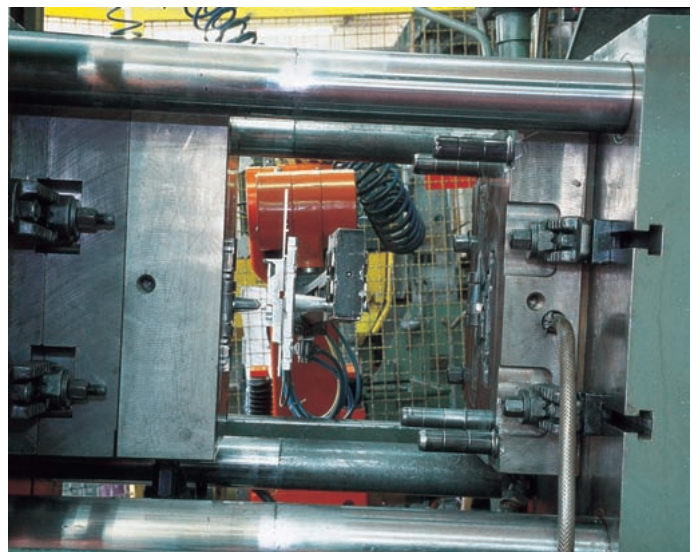
### De grondstof

Om van het begin af aan verontreinigingen tegen te gaan, gebruikt Märklin steeds dezelfde zinklegering. Deze legering bestaat uit ca. 95% zink, ca. 4% aluminium, ca. 1% koper, ca. 0,03% magnesium en nog een aantal geringe toevoegingen van andere metalen. Om het krimproces tijdens het gieten zo beperkt mogelijk te houden, moet de legering een zo laag mogelijk smeltpunt hebben (ca. 385°C.). De eigenlijk e verwerkingstemperatuur ligt echter een fractie hoger, bij ongeveer 420°C.

Omdat met dezelfde machines, mallen en matrijzen uitsluitend dezelfde legering wordt gegoten, is een verontreiniging praktisch uitgesloten. Dergelijke verontreinigingen, in combinatie met verkeerde mengverhoudingen, waren vroeger de oorzaak van de gevreesde zinkpest, een ongewenst kristallisatieproces bij metaal.



Gesmolten zink bij een zinksputgietmachine.



De arm van een robot neemt het meer dan 200° C. hete onderdeel uit de machine.

Tegenwoordig verwerkt zinkdrukwerk is daarentegen een grotendeels corrosiebestendig en tijdloos materiaal.

### Het verwerkingsproces

Het ongeveer 420°C. hete vloeibare metaal wordt met behulp van een kolf in de mal (de vorm) geperst. Daarbij komt het tot snelheden van 40 tot 60 meter per seconde. Het vloeibare metaal dringt dermate snel in alle openingen in het gereedschap, dat de hele operatie een 'schoot' (*Schuss*) wordt genoemd. De vultijd voor



Hier worden de bramen verwijderd.

een locomotiefhuis met een wanddikte van 1 mm bedraagt bijvoorbeeld 10 milliseconden. Om te voorkomen dat de mal tijdens zo'n 'schot' open gaat, wordt het geheel door middel van een tegendruk van maximaal 126 ton samengeperst.

Temperatuur en gietsnelheid moeten nauwkeurig op elkaar zijn afgestemd. Wanneer het instromend metaal niet de gelegenheid krijgt om in alle uitsparingen van de mal door te dringen, kan het tot niet aanwezige contouren en daardoor dus foutieve resultaten leiden. Om deze uit te selecteren wordt ieder groter onderdeel, bijvoorbeeld ieder locomotiefhuis, onder een loep nauwkeurig onderzocht. Uitgeselecteerde delen kunnen in een later stadium weer opnieuw gesmolten worden.

Het in de mal ingesloten vloeibaar metaal wordt afgekoeld en verhardt. Daarbij mag de temperatuur van het gietsel niet te laag worden omdat anders een te grote krimp optreedt. Vervolgens wordt de mal geopend en een robotarm neemt het nog meer dan 2000 C. hete onderdeel er uit en legt het op een transportband. Door de grote druk en de hoge gietsnelheid is jammer genoeg de slijtage aan de mallen relatief groot. Dergelijke mallen voor het gieten van zinkdrukwerk bestaan uit meerdere schuiven van gehard staal. Die schuiven worden door de drukgietsmachine geopend en door middel van een bepaalde tegendruk weer secuur gesloten. Voor ieder onderdeel dat gegoten moet worden, heeft men uiteraard een eigen mal nodig.

### Nabewerking

Veel arbeidsintensiever dan het eigenlijke spuitgieten van de onderdelen is hun nabewerking. Ten gevolge van de extreem hoge druk aan het einde van het vulproces ontstaan bramen op die plaatsen waar de onderdelen van de mal samenkomen. Bij de aanmaak van nieuwe mallen probeert men het ontstaan van deze bramen tegenwoordig zo veel mogelijk te voorkomen, maar dat lukt niet altijd. Wanneer ze ontstaan moeten zij door geoefende handen met behulp van vijlen en schuurpapier worden verwijderd. Het aansluitende borstelen van een locomotiefhuis met een kunststof borstel wordt grotendeels door een robot uitgevoerd.

Wanneer de gegoten onderdelen naderhand in een model niet zichtbaar zijn, dan kunnen bramen ook door middel van zands-

tralen worden verwijderd. Om naderhand handgrepen, beugels, leuning en dergelijke te kunnen bevestigen, moeten alle locomotiefhuizen vervolgens worden geboord. Per locomotiefhuis kunnen tot 80 gaatjes en uithollingen nodig zijn.

### Bakermat van de onderneming

Metaalbewerking vormt de bakermat van de onderneming. Al in 1859 maakte de oprichter van het bedrijf Theodor Friedrich Wilhelm Märklin poppenkeukens en ander speelgoed van metaal. Tegenwoordig, bijna 150 jaar later, behoort Märklin wereldwijd gezien tot de toonaangevende bedrijven op het gebied van spuitgietswerk. De kosten van deze moderne techniek en het benodigde handwerk zijn hoog, maar onze modellen, die we voor u produceren zijn het waard. Niet alleen het grote eigen gewicht door het gebruik van de grondstof metaal en de daarmee verbonden grote trekkracht, maar vooral de robuustheid en de degelijkheid van onze producten wordt op prijs gesteld.



Ieder locomotiefhuis wordt apart onder de loep bekeken en bij de geringste onvolkomenheid uitgesorteerd.



De bovenbouw van het model van de Zwitserse e-loc type Re 4/4 heeft 39 boringen. De kleinste heeft een diameter van 0,55 mm, de grootste 1,3 mm.

Speciale waardering is er bovendien voor de onbeperkte houdbaarheid en waardevastheid, die door de grondstof metaal aan de modellen wordt verleend.