

Auto & Motor
TECHNIEK

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional



High-tech in 'Werk Dingolfing'

Geboorte van een

In juli vorig jaar startte BMW de productie van de nieuwe 7. Met die 7 luidde BMW een nieuw tijdperk in. Want niet alleen de auto staat bol van de innovaties, ook de productiefaciliteiten zijn high-tech. Een bericht uit de kraamkamer van één van de meest complexe consumentenartikelen ooit: de BMW 7.

'Werk Dingolfing' heet die kraamkamer. Een gigantisch complex waarin tussen 1999 en 2004 2,2 miljard Euro wordt geïnvesteerd. Allereerst voor de 7 en later voor de nieuwe 6. Een complex ook waar zich dagelijks 21.000 medewerkers in twee ploegen melden, om zo'n 1250 BMW's van de typen 3, 5 en 7 en een groot aantal componenten voor de overige BMW fabrieken en de after-market te produceren. AMT was in de gelukkige omstandigheid om uitgerust met de verplichte witte jas en beschermende bril een dag rond te lopen in Werk Dingolfing. Een genoeg dat de collega's uit Ingolstadt (Audi) en Bremen (DaimlerChrysler) ook regelmatig smaken. Want nieuwe ontwikkelingen worden zorgvuldig geheim gehouden maar over productieprocessen voor bestaande modellen is men heel open.

Perskracht tot 9500 ton

Onze begeleider Alexander Bachner leidt ons



In 7 stappen van plaatstaal tot een gecompliceerd plaatwerkdeel. En omstellen in 7 minuten. Rechts naast de pers het vormgevend gereedschap op schuiftafels dat zijn dienst er op heeft zitten. Visuele inspectie van de plaatwerkdelen is mensenwerk.

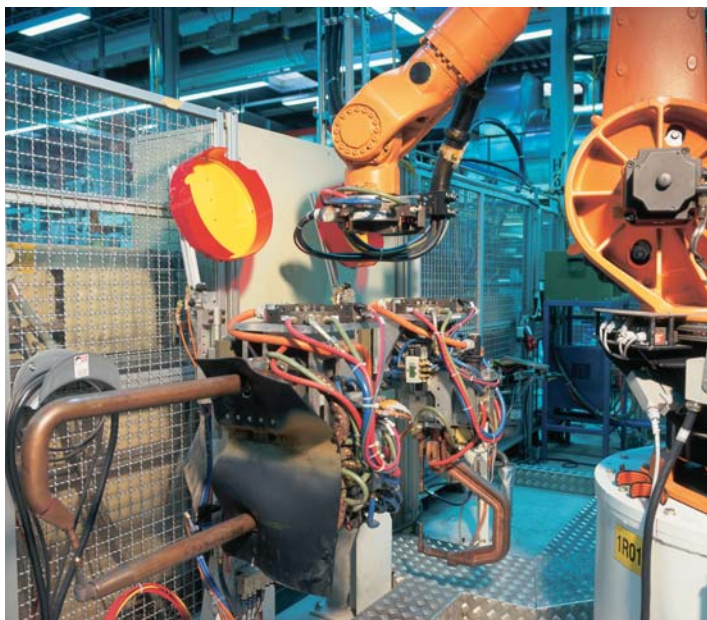
naar 'ingang 27 ost', waarachter in een brand-schone omgeving iedere dag 1200 ton staalplaat wordt verwerkt tot 300.000 carrosseriedelen voor alle typen BMW's. Het staalplaat (en aluminiumplaat) wordt aangeleverd op rollen die tot 35 ton wegen. 95% van het staalplaat voor de 7 serie is bij aflevering reeds aan beide zijden gegalvaniseerd om de carrosserie later tegen roest te beschermen. Nadat het is afgesneden wordt het staalplaat in 3 tot 7 stappen door persstraten tot 90 meter lang gevoerd. De grootste persstraat kan een perskracht tot 9500 ton uitoefenen. Daarmee kunnen grote carrosseriedelen zoals het complexe zijpaneel van de 7-serie uit één stuk plaatstaal worden geperst. De machine spuugt er dertien per minuut uit.

En aan het einde van die 90 meter komen er voor het eerst mensenhanden en ogen aan te pas. Voor een visuele inspectie, er is op dit moment nog geen computersysteem dat afwijkingen en onregelmatigheden in het oppervlak van de uiteenlopende delen zo snel herkent als het menselijk oog.

Exacte driedimensionale controle van de afmetingen tot op een fractie van een millimeter wordt wel steekproefsgewijs door de robot uitgevoerd. Daarbij stelt de computer statistisch de trend in de gemeten afwijkingen vast. Zo kan al ver voordat de uiterste tolerantie is bereikt een ontstane afwijking in een matrijs worden hersteld. Die matrijzen of vormgevend gereedschappen wegen tot zo'n 50 ton. Voor iedere stap in de persstraat is er één nodig. Op het moment dat een ander carrosseriedeel geperst moet worden moet het vormgevend gereedschap omgewisseld worden. En om de voorraden carrosseriedelen beperkt te houden komen deze gereedschapswisselingen frequent



BMW 7



Las-lijmverbindingen voor een grotere stijfheid, een betere botsbestendigheid en een stillere carrosserie. In dit geval aan de zijramen, volautomatisch aangebracht door een robotstation.

Robots worden zelfstandig. Deze wisselt zelf zijn gereedschap.

voor, gemiddeld meer dan 3 keer per straat per dag. Door de gereedschappen op schuiftafels te monteren die op rails automatisch de persstraten in- en uitschuiven is de wisseltijd teruggebracht tot een minimum van 7 minuten.

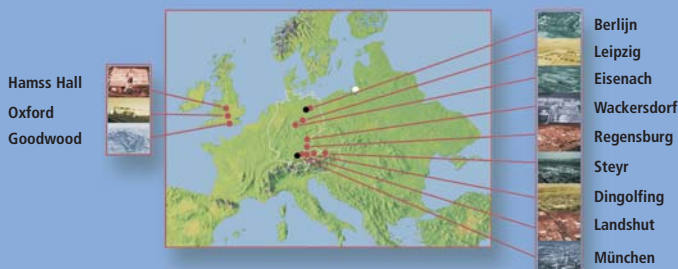
Carrosserieproductie

Is het lopend tussen de persen nog wat moeilijk voorstelbaar dat het hier om automobielproductie gaat, in de carrosseriebouw leidt dat geen twijfel meer. De sleutelwoorden in carrosseriebouw zijn lichtgewicht, stijfheid en corrosiepreventie.

Om met het eerste te beginnen, een BMW 7 weegt meer dan 1900 kg. Toch is er alles aangeaan de carrosserie zo licht mogelijk te houden. Het resultaat: 430 kg. De carrosserie bestaat voor 18% uit aluminium. De rest is 'high strength' staal. Door gebruik te maken van staal met een grotere sterkte kunnen de carrosseriedelen slanker worden uitgevoerd. De dikte van het staalplaat varieert afhankelijk

Netwerk van BMW fabrieken

De acht (vanaf 2005 negen) BMW fabrieken in Duitsland en Oostenrijk vormen een hecht netwerk. De fabrieken belevaren elkaar en nemen taken van elkaar over. Dat zorgt voor een grote mate van flexibiliteit. Zo is ondanks zijn enorme omvang 'Werk Dingolfing' niet alleen afhankelijk van externe leveranciers maar ook van het netwerk van BMW fabrieken. De motoren bijvoorbeeld komen uit de fabrieken in München en Steyr en de bumpers, stuurwielen en instrumentenpanelen komen uit Landshut. ●



Bron: BMW

Imposante cijfers

Locatie	Medew.	Dagproductie	Productie
Berlijn	2400	400	motorfietsen, remschijven, nokkenassen
Leipzig	5500*	Vanaf 2005 650	auto's (3-serie)
Eisenach	250		Vormmatrijzen, carrosseriedelen
Wackersdorf	720		Componenten en internationaal onderdelendistributiecentrum
Regensburg	9500	840	auto's (3-serie)
Steyr	2500	4 en 6 cilinder	benzine- en dieselmotoren
Dingolfing	21.500	1250	auto's (3, 5, 7-serie) en aandrijflijnen, carrosseriedelen en vormmatrijzen
Landshut	3300		Instrumentenpanelen, bumpers, cilinderkoppen, cardanassen, carters
München	11.000	800	auto's (Z8, 3 serie), 6, 8 en 12 cilinder motoren, carrosseriedelen, vormmatrijzen

van de belasting ter plaatse van 1 tot 2,25 mm. Dankzij een nieuwe bevestigingstechniek heeft men daarbij op veel plaatsen voor dunner plaatstaal kunnen kiezen. Het gaat om het gecombineerd lijmen en puntlassen van plaatdelen. In een carrosserie van de 7 zijn daardoor niet alleen circa 5800 puntlassen terug te vinden maar ook zo'n 150 meter lijmvverbinding. In een proefopstelling lieten de technici van BMW ons zien wat het gecombineerd lijmen en puntlassen betekent voor de treksterkte van een verbinding. Twee aan elkaar gepuntlaste plaatjes weken bij een kracht van 4,5 kN waarna de verbinding brak. Als dezelfde plaatjes met de gecombineerde verbinding aan elkaar zijn bevestigd is er bij diezelfde trekkracht nog niets aan de hand. Pas bij 10 kN ging één van de plaatjes vloeien waarna de verbinding ging wijken en brak.

Behalve de toename in sterkte die leidt tot een 15% stijvere carrosserie resulteren de lijmvverbindingen ook in een toename van de energie



die de carrosserie kan absorberen bij een aanrijding met eveneens 15%. Een laatste voordeel van de gecombineerde las-lijmverbindingen is hun geluiddempend effect. In deze klasse is dat niet onbelangrijk.

BMW claimt dat de 7 de eerste in serie gebouwde auto is waarbij deze techniek wordt toegepast. In de fabriek wordt dat gedaan door robots die zelf hun gereedschap wisselen zodat ze kunnen lijmen en lassen. Dat leidt onmiddellijk tot de vraag of deze verbindingen ook verantwoord in de schadeherstelwerkplaats kunnen worden gemaakt. Als we BMW mogen geloven is de lijm voor de after-market beschikbaar



Assemblage is mensenwerk. Dankzij de zwenkmontage gebeurt het wel ergonomisch optimaal. Rechtsboven is een beeldscherm zichtbaar. Daarop voor de passerende auto de montagedetails die op deze locatie van belang zijn.



BMW heeft er alles aan gedaan de stoelen zo licht mogelijk te maken. Wie er een paar honderd per dag moet tillen heeft toch een gerede kans op rugklachten. Daarom is er het nodige hulpgeredchap langs de assemblage lijn.

baar inclusief uitgebreide instructies. Ook onder robots zijn werkers en controleurs. Iedere 7-carrosserie komt er van het laatste type 4 tegen die op 167 punten de dimensies controleren. Omdat de robots 'inline' meten (de carrosserieën blijven in het proces), houden ze rekening met de variatie in dimensies die door temperatuurschommeling ontstaat. Naast deze inline controle worden carrosserieën steekproefsgewijs uitgebreider gecontroleerd op de verbindingen en de dimensies.

RoDip: duurzame bescherming

Voor wat betreft gewicht en stijfheid van de carrosserie is daarmee het maximum bereikt. Als het gaat om corrosiebestendigheid is er met het gebruik van gegalvaniseerd staalplaat nog slechts een begin gemaakt. Het vervolg zit hem in de oppervlaktebehandeling die de carrosserie voorafgaand aan het spuiten krijgt. Eind oktober vorig jaar heeft BMW daarvoor het RoDip systeem in gebruik genomen. Naar eigen zeggen als eerste in de auto-industrie. RoDip komt uit het Engels en staat voor 'to rotate' en 'to dip'.

Om schoon te worden neemt een BMW-carrosserie een uitgebreide douche in een soort van tropische regenbui. Daarna staan achtereenvolgens twaalf baden klaar voor het ontvetten en fosfateren. Traditioneel gingen carrosserieën schuin naar beneden deze baden in om er aan de andere kant schuin omhoog weer uit te komen. Bij het RoDip systeem gaat het baden een stuk heftiger. De carrosserieën gaan verticaal kopje onder om vervolgens op de kop door het bad gevoerd te worden. Aan de andere kant aangekomen gaat het weer verticaal omhoog om nadruppend met de bovenkant boven, richting het volgende bad te gaan. Voordelen van het systeem: de baden zijn korter. Daardoor en doordat de samenstelling voortdurend gemonitord wordt is het vloeistofverbruik aanzienlijk gereduceerd. Bovendien is de fosfaatlaag op de carrosserie homogener dankzij het RoDippen. Samen met de primer, de filler, de grondverf en de gemoffelde lak moet het RoDippen van de uit aluminium en gegalvaniseerd staalplaat gebouwde carrosserieën voor een superieure corrosiebestendigheid zorgen.

Bewoonde wereld

Als we de assemblage binnenlopen zijn we terug in de bewoonde wereld. Want zagen we in de persstraten en de carrosseriebouw hier en daar slechts een enkele medewerker de processen en producten controleren, assemblage is mensenwerk.

In de assemblagefabriek in Dingolfing zetten zo'n 6500 mensen dagelijks een kleine 1300



State of the art meettechniek. Met infrarood en lasertechniek controleren 4 robots de maten van de bodies op 167 punten. Daarbij corrigeren ze voor fluctuaties in de temperatuur.

auto's in elkaar. Waarom mensen en geen of nauwelijks robots? Het antwoord van Alexander Bachner is simpel: "de mens kan bewegen rond meer dan twintig assen. Industriële robots om

Voorbehandeling van de carrosserie in één van de twaalf RoDip baden. Een verticale duik, een salto, op de rug onder water zwemmen, verticaal omhoog en op naar het volgende bad. Het resultaat: een betere corrosiebestendigheid en minder milieubelasting





Steeds weer terugkerend hoogtepunt in de auto-mobiliassemblage: het 'huwelijk' tussen carrosserie en aandrijflijn. Niet alleen een technisch maar ook een logistiek hoogstandje.

niet meer dan zeven.”

De mensen in de assemblage krijgen wel de nodige elektronische ondersteuning. Traditioneel hangt op iedere auto op een assemblagelijne een lange lijst met uitvoeringsdetails die de medewerkers langs de lijn vertelt wat wel en niet gemonteerd dient te worden. Als op één lijn drie verschillende modellen in een oneindig aantal uitvoeringen geassembleerd worden schiet zo'n lijst tekort. Om een idee te geven van het aantal uitvoeringen: de BMW 7-serie kan worden uitgerust met niet minder dan 59 verschillende sturen. Zo zijn in theorie 10¹⁷ verschillende uitvoeringen van de 7-serie mogelijk. Daarom hangen er langs de lijn grote monitoren waarop iedere medewerker in één oogopslag kan zien wat hij moet monteren op de zojuist passerende auto. Deze wijze van produceren die BMW 'Just in Sequence' noemt stelt hoge eisen aan de leveranciers en de logistiek. Circa 3,5 uur voor gebruik worden de onderdelen in kleine batches langs de band afgeleverd. Zo liggen langs de band kleine hoeveelheden onderdelen in heel veel variaties. En op de plaats waar net de voorbumper op een 3-serie wordt gemonteerd komt een halve minuut later een compleet 7-front inclusief koplampunits van een hoger gelegen band.

Ook de traditionele huwelijksvoltrekking, de samenvoeging van carrosserie en aandrijflijn, die in iedere autofabriek vele honderden of zelfs duizenden keren per dag plaatsvindt, is een logistiek hoogstandje. Als je er naar kijkt hoop je dat toch eens een keer een carrosserie en aandrijflijn bij elkaar komen die niet bij elkaar horen. Maar o wonder dat gebeurt nooit.

Tijdkwaliteit

De BMW 5 telt meer dan 100 carrosserievarianten. Bij de 7-serie is de keuze beperkt tot 8. Er is een LHD (Left Hand Drive) en een RHD. Allebei de versies kunnen worden besteld met of zonder schuifdak en zowel in de lange als de korte versie. Alle andere opties en alle verschillende

Werk Dingolfing: trotse BMW-familie

Vanaf 1973 worden in Dingolfing BMW's geproduceerd. Maar al in de jaren vijftig liepen er auto's van de band. Toen ging dat om de Goggomobil van de Hans Glas GmbH. In de jaren 60 raakte Glas in financiële problemen. Omdat BMW in die tijd met een nijpend capaciteitsprobleem zat, nam men de fabrieken van Glas in Landshut en Dingolfing over. Het was BMW daarbij niet zo zeer te doen om de productiehallen en gereedschappen van Glas als wel om de 30 hectare bouwgrond waarover Glas in Dingolfing beschikte en de 3700 goed opgeleide medewerkers. In 1970 startte de bouw van een compleet nieuwe fabriek in Dingolfing en in september 1973 liepen er de eerste BMW's van de band. Nu bijna 30 jaar later zijn er in Dingolfing meer dan 5,5 miljoen BMW's gebouwd. Dingolfing ligt 100



kilometer ten noordoosten van München en telt circa 18.500 inwoners. Zo'n 3500 van hen werkt bij BMW. De overige 17.500 medewerkers van Werk Dingolfing zijn forenzen. Zij maken gebruik van een uniek netwerk van busdiensten. Dat wordt gerund door 18 busondernemers die 300 bussen inzetten die dagelijks gezamenlijk meer dan 40.000 kilometer afleggen. Zo is Dingolfing een dorp gebleven en profiteert een veel grotere regio van de koopkracht van de BMW-medewerkers. Bovendien kan indien nodig perso-

neel worden uitgewisseld met de vier andere Beierse BMW-fabrieken zonder dat verhuizingen noodzakelijk zijn. Eénmaal in Dingolfing zijn de medewerkers georganiseerd in zogenaamde 'sparten', kleine eenheden van 10 à 15 medewerkers gezamenlijk verantwoordelijk voor een bepaalde taak. Binnen de sparten nemen ingeval van ziekte of vakantie medewerkers elkaars taak waar. Meest opvallende eigenschap van de medewerkers in Dingolfing is trots. Trots op het product dat ontworpen is om zoals dat in mooi

Engels met een Duits accent heet "sheer driving pleasure" te bieden. Trots op de complexe nieuwe 7 in het bijzonder die BMW de leiderspositie in het premium segment moet geven en trots om deel te mogen uitmaken van de grote BMW-familie. Dr. Norbert Reithofer, verantwoordelijk voor productie in de raad van bestuur, drukt dat gevoel als volgt uit: "Sie sind einer BMW-Mitarbeiter oder sie sind keiner." En het resultaat mag er zijn. Vorig jaar ontving Werk Dingolfing haar vijfde J.D. Power Plant Award, de vierde in de laatste vijf jaar. ●

uitvoeringen voor alle verschillende markten hebben geen invloed op de carrosserie. Dat stelt BMW in staat in een speciaal computergestuurd magazijn de gelakte 7-bodies op voorraad te zetten en pas vanaf de assemblage op klantorder te bouwen. Daardoor kan een dealer productiecapaciteit reserveren voor een klantorder en meteen de datum van levering doorgeven aan zijn klant. KOVP (Kunde Oriëntierte Verkauf und Produktion) of tijdkwaliteit noemt BMW dat. Nadat een order is door-

gegeven duurt het maximaal 7 dagen voor de assemblage van die auto start. Die neemt twee dagen in beslag. Mits de dealer in Duitsland zit wordt de auto maximaal 3 dagen later afgeleverd. Voor invoering van KOVP was dat nog 28 dagen. Onze begeleider Alexander Bachner legt ons met gepaste trots uit: "Het is niet het voertuig dat BMW gepland had maar de auto die de klant wenst, die het productieproces bepaalt." ●

Erwin den Hoed