

Producersen voor de overwinning

Het jaar 2020, 75 jaar in vrijheid. Tijd om eens stil te staan bij grootste oorlog uit de geschiedenis en hoe, of liever: waarmee, de geallieerden de bezette gebieden hebben bevrijd. Een overstelpende hoeveelheid materieel was daarbij doorslaggevend. Dit artikel laat zien hoe de massaproductie van vooral vliegtuigen werd opgepakt door de Britse en Amerikaanse auto-industrie en hoe Duitsland faalde in zijn oorlogsproductie. In feite was de Tweede Wereldoorlog een oorlog van fabrieken.

1 Groot-Brittannië

Voor het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog was Groot-Brittannië een globale supermacht die zeggenschap had over een kwart van de wereldbevolking. Grote delen van Afrika, het Midden-Oosten en heel India vielen onder Brits bestuur, naast de onafhankelijke 'Dominions' Canada, Nieuw-Zeeland en Australië. Vanwege de uitgestrektheid van het Britse Rijk was de Royal Navy de grootste en sterkste marine ter wereld.

De jaren '30 van de vorige eeuw stonden in het teken van ontwapening, deels doordat er door de grote Recessie geen geld was voor herbewapening maar ook omdat men nog goed op het netvlies had staan hoeveel jonge mensen het leven hadden gelaten in de recente Grote Oorlog. Pacifisme, het gebroken gewoontje, en 'nooit meer oorlog' voerden de boventoon. Het land was sterk antimilitaristisch en bovendien is een oorlog slecht voor de handel. Groot-Brittannië hoopte dat geen oorlog zou komen. Het leger was klein (de British Expeditionary Forces), niet goed uitgerust en tot 1939 werden er nauwelijks tanks geproduceerd. Maar het land heeft een grote potentie, als eerste industriële natie. Het is de geboorteplaats van de Industriële Revolutie en ooit was het land de werkplaats van de wereld. De moderne fabriek en massaproductie werden er uitgevonden, waarbij mensen machines bedienden.

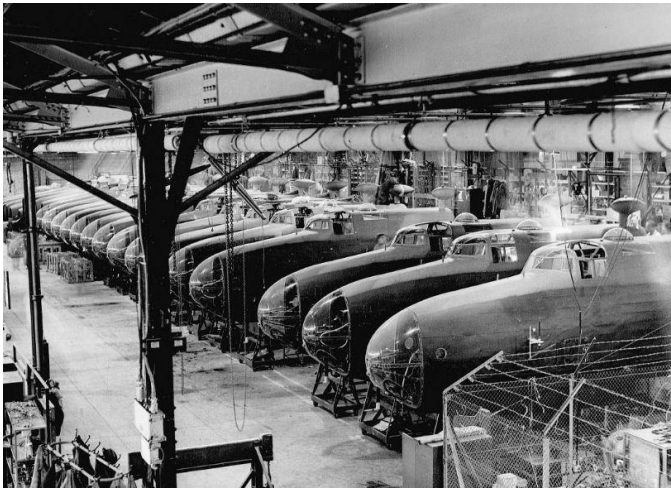
Waar de Verenigde Staten in de jaren 1930 na de beurscrash via de New Deal veel geld in de economie pompten, gaven de Britten minder geld uit en verlaagden de belastingen, met als gevolg dat tussen 1931 en 1939 de economie sneller groeide dan ooit. Dit had tot gevolg dat nieuwe industrieën met vaak grote fabrieken snel groeiden. Een daarvan was Vickers dat belangrijk was voor de militaire industrie. Ze bouwden in feite alles wat zwaar was, zoals tanks, kanonnen en schepen.

Met het steeds gevaarlijker wordende Duitsland, na de machtsgreep van Hitler, werd na 1935 duidelijk dat er waarschijnlijk opnieuw oorlog op komst was in Europa. En zeer waarschijnlijk ook elders.

Frankrijk, maar vooral Groot-Brittannië probeerden in de laatste jaren van dat decennium het tij te keren door de productie van tanks, voertuigen en vooral vliegtuigen flink op te voeren. Beide landen hadden hun faciliteiten voor massaproductie van vliegtuigen uit de Eerste Wereldoorlog toen al lang ontmanteld met als gevolg dat de productie vaak weer stuksgewijs plaats vond. Uit nood deed men een beroep op de Amerikanen. Ook Nederland bestelde trouwens 18 vliegtuigen in de USA (de Northrop A-17), maar ze werden in mei 1940 al snel uitgeschakeld.

Het volgende is een kleine greep uit een gigantisch groot onderwerp. Ik laat daarom de oorlogsproductie bij de geallieerde bondgenoot de Sovjetunie weg. Het volstaat om te berichten dat de Russen na de Duitse inval 2500 fabrieken en 17 miljoen arbeiders naar het oosten van het land verplaatsten, dat geeft een idee van de omvang van hun industrie.

Massaproductie



afbouw neussecties van de Handley Page Halifax bommenwerper in Aldenham

Massaproductie is een optelsom van uitwisselbaarheid van onderdelen, arbeidsdeling, speciale machines en een logische indeling van de fabriek. Alle onderdelen moeten binnen nauwe toleranties gelijk zijn en een deel van het proces uitvoeren is voor de meeste werknemers eenvoudiger dan een reeks van ingewikkelde bewerkingen.

Met de komst van de *machine tools* (werktuiggereedschappen) werd het mogelijk om niet vaardig personeel te gebruiken, want de vaardigheid was eigenlijk al in de machines ingebouwd. Technici stelden de machines in zodat er probleemloos mee gewerkt kon worden. Uiteraard was er altijd training nodig voor de werknemers. Denk bij werktuigmachines aan draai-, schaf-, frees-, boor-, steek- en tandwielfreesbanken, maar ook aan zagen en machines voor plaatbewerking.

Natuurlijk had die massaproductie een aanloop. Al rond 1700 ontwierp de Zweedse uitvinder *Christopher Polhem* een machine die zelfstandig tandwielen kon maken en dat zevenmaal sneller deed dan een vakman. Die machine was vooral van hout gebouwd; metaal werd alleen voor de draaiende en zwaar belaste delen gebruikt. Deze manier van werken zou nog ruim een eeuw gangbaar blijven.

De Portsmouth Block Mills was de eerste fabriek die vanaf 1803 met 25 verschillende gietijzeren machines per jaar meer dan 100.000 katrollen voor de Britse marine maakte. Die machines zijn tot 1965 gebruikt. Alle machines waren ontworpen om slechts één bewerking uit te voeren. Henry Ford deed het met zijn lopende band uit 1913 niet anders. Tot hij na de T-Ford zijn massaproductie moest omschakelen op de nieuwe Ford A. Dat kostte veel tijd en de fabriek lag bijna een jaar stil.

1940

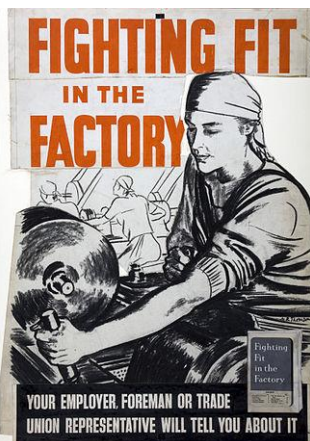
Na de evacuatie van het Britse Expeditieleger in juni 1940 vanaf het strand van Duinkerken was bijna al het materieel achtergebleven, waaronder 120.000 voertuigen en 90.000 geweren.



Het zag er naar uit dat men voorlopig geen voet meer op het Europese vasteland zou zetten, dus de verdediging van het Britse eiland zou heel belangrijk worden. Het gevaar zou vooral uit de lucht komen en daarom kreeg de bouw van vliegtuigen de hoogste prioriteit. De Royal Air Force moest snel worden uitgebreid.

Al in 1935 dacht men na over plannen om de vliegtuigindustrie klaar te maken voor de grote aantallen die er mogelijk snel nodig zouden zijn. Er werd begonnen met het oprichten van *shadow factories*, volledig ingerichte 'schaduwfabrieken', die voorlopig niet gebruikt zouden worden totdat het nodig was. Dit was meteen een goede manier om de productie te verdelen en zo het risico te spreiden, want elke plek in Groot-Brittannië lag binnen bereik van de Duitse bommenwerpers. En de Duitsers wisten ook precies waar elke belangrijke fabriek lag. Tot in 1937 werden er zelfs nog Duitsers in de Britse fabrieken rondgeleid!

Die schaduwfabrieken lagen als het ware in de schaduw van het 'moederbedrijf'. Dat moederbedrijf leverde ook het personeel, maar later moesten er ook extra managers, afdelingschefs, inspecteurs, ploegbazen, vaklieden, gereedschapmakers, etc. gevonden worden, wat nog niet zo eenvoudig was. Ook al omdat veel mannen onder de wapenen geroepen waren.



Door werving sprak de regering daarom een groep aan, die tot dan toe nauwelijks in de fabrieken werkte: vrouwen en meisjes. Eerst op vrijwillige basis, maar vanaf begin 1941 werd het verplicht voor vrouwen van 18 tot 60 jaar om zich te laten inschrijven. Ongetrouwde vrouwen tussen de 20 en de 30 kregen de keuze: in dienst gaan of in een fabriek gaan werken. Met allerlei uitzonderingen, want ze konden ook chauffeur worden, of landarbeider, of parttime werker. Op het hoogtepunt van de productie werkten er zeven miljoen vrouwen aan de draaibank, als lasser, als *riveter* (klinknagels aanbrengen in vliegtuigen), constructiewerk, timmerman, soldeerwerk aan radioapparatuur, etc. De schaduwfabrieken brachten een grote migratiegolf teweeg omdat veel Britten moesten verhuizen en de fabrieken zetten daarom zelf de huisvesting op.

Hoe raakte een bedrijf betrokken bij de oorlogsproductie? Het werd uitgenodigd door het ministerie en sloot daarna een contract af om voor het Britse Rijk te produceren. Omdat voor veel bedrijven de vredeproductie sterk verminderd was, solliciteerden ook die massaal om toch door te kunnen draaien. Helaas moest men de meeste van die bedrijven teleurstellen. Aanvankelijk dachten de opdrachtgevers dat autofabrieken gemakkelijk op vliegtuigproductie konden overschakelen maar beide producten zijn heel verschillend. En de autofabrikanten ontdekten dat de winstmarges op hun

producten groter waren dan die van de luchtvaartindustrie. Al met al was de aanloop niet erg productief. Aanvankelijk mochten de schaduw activiteiten het commerciële werk van de fabrikanten niet in de weg zitten en bovendien was deelname ook geen uitnodiging om later verder te werken als professionele vliegtuigbouwer omdat er na de oorlog geen werk meer zou zijn voor de schaduwfabrieken.

Bij het opzetten van een schaduwfabriek zorgde het management van het moederbedrijf voor de bouw, uitrusting, de bemanning en tevens de training. De fabrieken waren modern ingericht zonder assen en aandrijfriemen, met brede paden tussen de machines. Zigzag daken met ramen op het noorden zorgden voor daglicht en goede kunstverlichting was ruimschoots aanwezig. De werknemers hadden al proefgedraaid in de fabriek, zodat de productie bij het uitbreken van de oorlog meteen kon beginnen.

De schaduwfabrieken en hun inventaris werden betaald door het Britse Rijk maar de gebouwen en inrichting bleven eigendom van het Rijk. De moederbedrijven bepaalden wat er nodig was voor de productie faciliteit. De grond werd aangekocht door het Rijk.

Het systeem van schaduwfabrieken betekende dat fabrieken hun bouwtekeningen moesten afstaan aan andere fabrieken en dat ging niet altijd van harte vanwege het intellectuele eigendom. Rolls Royce bijvoorbeeld had daar moeite mee en Bristol wilde alleen onderdelen door schaduwfabrieken laten bouwen, de eindassemblage en het testen van de motoren deden ze zelf.



Uiteraard moesten er ook wapens en voertuigen geproduceerd worden, maar de schaduwfabrieken waren vooral in het leven geroepen voor de vliegtuigbouw. Daar was met de methoden voor massafabricage nog een flinke snelheidswinst te behalen.

Voor het *airframe* (het vliegtuig exclusief motoren) waren aanvankelijk twee fabrieken verantwoordelijk:

- 1 de Austin Motor Company in Birmingham
- 2 de Rootes groep, in Liverpool.

In 1940 kwam daar Morris in Castle Bromwich (Birmingham) bij. Die fabriek was zo'n 30 voetbalvelden groot.

Voor de vliegtuigmotoren waren verantwoordelijk:

- 1 de Austin Motor Company in Birmingham
- 2 Humber (van de Rootes groep) in Coventry
- 3 Daimler in Coventry
- 4 de Standard Motor Company in Coventry
- 5 de Rover Company in Birmingham

De meeste van deze bedrijven hadden in 1936 al een schaduwfabriek. Uiteindelijk liep het aantal schaduwfabrieken op tot zo'n 60 stuks. Voor de productie van het oorlogsmaterieel werd een aparte minister aangesteld, die drie ministeries onder zijn hoede had:

- 1 Ministry of Aircraft Production, of MAP (productie van vliegtuigen)
- 2 Ministry of Supply (om de RAF, de Navy en het leger uit te rusten)

3 Ministry of Production (al het niet luchtvaart gerelateerd materieel)

(Bij 2 moeten we denken aan allerlei wapens, ontstekers, machinewerktuigen, explosieven en chemische stoffen, tanks, voertuigen, transportmaterieel, kleding, uitrusting, munitie, etc.)

De verantwoordelijke minister onderhield ook contacten met de Amerikanen en de Canadezen in verband met de bestellingen van materieel. De staf van de drie ministeries bestond uit maar liefst 4.400 personen.

Vliegtuigen en voertuigen

Het was niet gemakkelijk om de massaproductie op gang te brengen. Vliegtuigen zijn niet ontworpen met massaproductie in het achterhoofd en bovendien zijn ze veel gecompliceerder dan auto's. De Supermarine Spitfire bijvoorbeeld, was een prachtig ontwerp van Reginald Mitchell voor een snelle jager, maar heel lastig te bouwen. Daarom zaten er maar liefst 15.000 manuren in. In de zomer van 1936 deed het Ministerie van Luchtvaart een bestelling van 310 stuks. De laatste daarvan werd eind 1939 pas afgeleverd. Dat schoot niet op. De schaduwfabriek van Morris in Castle Bromwich bij Birmingham was in 1940 klaar voor de productie van de Spitfire, maar nog incompleet. De gereedschappen en tekeningen van Supermarine werden ter zijde gelegd en Morris ontwierp die zelf, maar dat werkte natuurlijk niet.

In mei 1940 kwam de leiding bij Vickers Armstrong te liggen en toen kwam de productie pas goed op gang. Uiteindelijk werden er 320 per maand gebouwd. De ingewikkelde elliptische vleugel van het vliegtuig werd vereenvoudigd om zodoende de massaproductie te vergemakkelijken.

De problemen zoals bij de Spitfire kwamen ook bij andere fabrieken voor, maar toen de productie eenmaal op de rails stond, ging het snel.



Spitfire productie in Castle Bromwich

Er zijn bij de productie opvallend veel kleine bedrijven ingeschakeld o.a. in schuren, werkplaatsen, garages, hotels en zelfs slaapkamers. Daar werden onderdelen gemaakt voor de assemblage van de uiteindelijke vliegtuigen. Net als in de auto-industrie gold ook hier het "just in time" principe, dus er werden geen grote voorraden aangelegd. Dat was af en toe een grote uitdaging, na bombardementen, een tekort aan ruwe materialen of mankracht.

De AVRO Lancaster was de meest capabele bommenwerper uit de Tweede Wereldoorlog; speciale versies kon bommen tot 10.000 kg. vervoeren, nog meer dan de Amerikaanse Boeing B-29 die de atoombommen op Japan wierp.

Ontwerper Roy Chadwick had de bommenwerper al op de tekentafel voorzien van een extra groot bommenruim, met het oog op toekomstige bommen.

Hij was ook een constructeur die rekening hield met de productie. Zo bestonden de vleugels uit vijf halffabrikaten evenals de romp. Dit maakte het toestel iets zwaarder, maar de productie ging heel snel. Alle delen waren al klaar en moesten alleen nog aan elkaar geschroefd worden. De bedrading was al in de delen aanwezig en met stekkers werden de kabels doorverbonden. De



montage van de delen duurde maximaal drie en een halve dag. Zo nam het toestel veel minder ruimte in tijdens de bouw dan bij de gangbare methode, want daarbij werd het toestel meteen als een geheel opgebouwd en dat kostte veel ruimte tijdens de productie.

De nieuwe methode van Chadwick maakte het mogelijk om 150 Lancasters per maand te bouwen.

Om een idee te geven wat er nodig was voor de bouw van de 7.377 bommenwerpers in voornamelijk Groot-Brittannië, maar ook in Canada:

- 6 bedrijven met 10 fabrieken
- 920 toeleveranciers
- 1.100.000 mannen en vrouwen voor de totale productie

Het kwam geregeld voor dat vliegtuigen bijna klaar waren, op enkele vitale onderdelen na. Dan gingen ze in de opslag. Op papier bestonden ze, maar ze waren niet inzetbaar. Het is duidelijk dat er dan ingegrepen moest worden. In de briefwisseling van premier Winston Churchill valt op te maken dat hij heel goed op de hoogte was en zat de verantwoordelijken geregeld achter de vordden. Uit alles blijkt dat hij de juiste man op het juiste tijdstip op de juiste plaats was.

Soms was het tekort aan bepaalde motoren ook voor iedereen duidelijk zichtbaar. De Lancaster bommenwerper (boven) vloog doorgaans met Merlin motoren, maar er is een serie met steromotoren van Bristol gebouwd. Omgekeerd, vloog er een serie Bristol Beaufighters met Merlin motoren.

Het 'houten wonder', de Havilland 'Mosquito', was een bijzonder vliegtuig. De van Brits triplex en Zuid-Amerikaans balsahout gebouwde snelle jager, bommenwerper, fotoverkenner en jager-bommenwerper deed geen beroep op het schaarse aluminium. De onderdelen kon door koetsenbouwers, meubelmakers, timmerbedrijven, etc. gebouwd worden, bedrijven die anders weinig hadden kunnen betekenen voor de oorlogsinspanning. De bouwer, De Havilland, had zo'n 400 toeleveranciers. En sommige daarvan hadden zelf weer toeleveranciers, zoals bijvoorbeeld de dame met het veel te grote huis die daarin 40 vrouwen aan het werk zette om de bekabeling voor de Mosquito intercom te maken.

De eindassemblage vond plaats bij De Havilland Hatfield (Leavesden), bij Standard Motor, Percival Aircraft, Airspeed en De Havilland Hawarden. Er zijn ook Mosquito's gebouwd in Canada en Australië.

Maar zelfs aan speciaal luchtvaart hout ontstond een tekort. De Airspeed 'Horsa' was een *glider* (zweefvliegtuig) die gesleept werd door een vliegtuig totdat het bij het landingsgebied werd losgekoppeld van de bommenwerper of Dakota om daarna een landing te maken in het oorlogsgebied.

Die gliders vervoerden mensen, materieel en soms een lichte tank (in de veel grotere 'Hamilcar'). Ze werden o.a. ingezet in Normandië en Arnhem, in 1944. De 3600 Horsa's waren ook van hout gebouwd en op zeker moment moest men een keuze maken: bouwen we Mosquito's of Horsa's?

Motoren en vliegtuigen

De tabellen laten de belangrijkste vliegtuigen zien die de Britten gedurende de Tweede Wereldoorlog hebben gebouwd. Voor het gemak laat ik alle verschillende versies weg, anders wordt de tabel wel heel lang. Van de Spitfire alleen al zijn er 52 varianten gebouwd.

de jagers:

type	motor	gebouwd
Bristol Beaufighter	Hercules	5.929
Boulton Paul Defiant	Merlin	1.064
Gloster Gladiator	Mercury	747
Hawker Hurricane	Merlin	14.487
De Havilland Mosquito	Merlin	7.781
Supermarine Spitfire	Merlin, RR Griffon	20.351
Hawker Tempest	Napier Sabre	1.702
Hawker Typhoon	Napier Sabre	3.317

de bommenwerpers:

type	motor	gebouwd
Armstrong W. Whitley	Merlin	1.814
AVRO Lancaster	Merlin	7.377
Bristol Blenheim	Mercury	4.422
Handley page Halifax	Hercules	6.176
Handley Page Hampden	Pegasus	1.430
Short Stirling	Hercules	2.371
Vickers Wellington	Pegasus	11.461

lesvliegtuig, onderzeebootbestrijder en verkenner:

type	motor	gebouwd
AVRO Anson	Cheetah	11.020
Fairey Firefly	RR Griffon	1.702
Westland Lysander	Mercury	1.786

De belangrijkste motorenleveranciers waren Bristol (met de luchtgekoelde stermotoren Mercury, Hercules en de Centaurus) en Rolls Royce. Die laatste firma bouwde 107 verschillende versies van de vloeistof gekoelde V-12 Merlin motor (totaal 168.000 stuks). Op het eind van de oorlog kwamen daar nog ruim 8.000 "Griffon" motoren bij. De Napier Sabre is een ontwerp van Frank Halford, een 3500 pk sterke 24 cilinder H-motor met schuiven en vloeistof gekoeld. Een blok 'geconcentreerde kracht'.

Vliegtuigmotoren

De Britse firma's Rolls Royce, Bristol, De Havilland en Napier leverden veel vliegtuigmotoren voor jagers, bommenwerpers en trainers.

Het is interessant om te zien hoe Rolls Royce de handmatige productie omzette naar massaproductie. De Rolls Royce Merlin is een V-12 motor, die in een aantal succesvolle jachtvliegtuigen en bommenwerpers werd gebruikt zoals de Supermarine Spitfire, Hawker Hurricane, De Havilland Mosquito, North American P-51 Mustang, AVRO Lancaster en Handley Page Halifax. Er was heel wat voor nodig om in totaal 168.000 Merlin motoren te bouwen -inclusief die van Ford Engeland en Packard in Detroit. En de manier waarop Rolls Royce dat aanpakte geeft een idee hoe dat ook bij andere fabrieken, die ander materieel produceerden, zou kunnen zijn gegaan.

De Rolls Royce Merlin werd gebouwd door technici en het betrof dus intensieve handarbeid.



De man die een cruciale rol speelde in de productie van de Merlin motoren was Ernest (later Lord) Hives, al sinds 1903 als automonteur in dienst van C.S. Rolls, in 1908 testrijder van Rolls Royce, in 1913 leider van het Rolls Royce team in de 'Austrian Alpine Trial' en vanaf 1916 betrokken bij het testen van de eerste vliegtuigmotor van Rolls Royce, de 'Eagle'. In 1936 leidde hij de vliegtuig motoren afdeling en was daar verantwoordelijk voor de productie van de o.a. de Merlin.

Hij zag in 1937 al dat er een grote vraag naar de Merlin zou komen en maakte plannen om de productie sterk te vergroten.

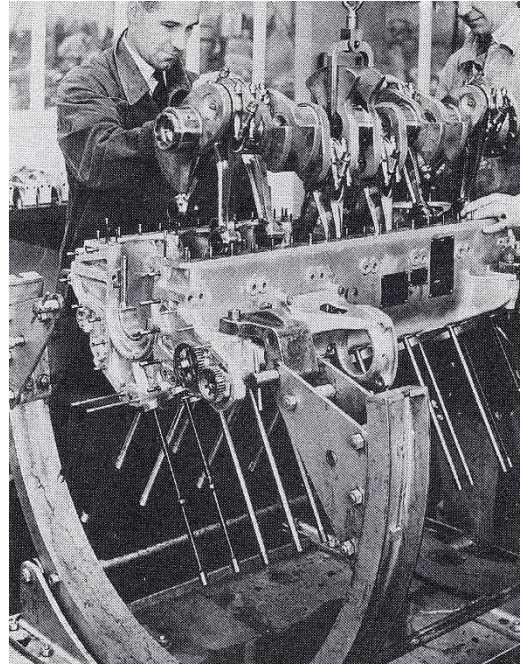
De Britse regering zag al in de jaren 1930 dat herbewapening onvermijdbaar was en dat er nieuwe fabrieken moesten komen voor het produceren van vliegtuigen, motoren, kanonnen en tanks. Bijna automatisch kwam men uit bij de bestaande autofabrieken, die ervaring hadden met massaproductie. Rolls Royce zou daarin een rol kunnen spelen en Hives stelde voor om, heel ongebruikelijk, samen te werken met de andere motorenfabrieken. Omdat de Rolls Royce vestiging in Derby grote ervaring had met het handmatig bouwen van motoren in kleine hoeveelheden, werd besloten dat Derby een onderzoek centrum zou worden die nieuwe varianten van de Merlin in kleine oplagen zou bouwen. Zo'n eerste serie bestond uit 200 tot 300 stuks, die uitgebreid werden getest om zodoende alle problemen eruit te halen. Vaak werden er motoren uit de productie gehaald die men 25 uur liet proefdraaien. Dan werden ze uit elkaar gehaald. Soms liet men ze net zolang proefdraaien tot er iets defect raakte. Dat onderdeel moest dan verbeterd worden.

Er was ook intensief contact tussen Rolls Royce en de RAF piloten van de jagers en bommenwerpers om de ervaringen van de piloten met de motor mee te nemen in het ontwikkelingswerk. Daardoor werd de Merlin een heel betrouwbare motor. Dat bleek wel in de praktijk, want soms kwamen er bommenwerpers terug na een bombardement op Duitsland met motoren die 5 uur op vol vermogen hadden gedraaid.

Massaproductie vraagt om een groot aantal arbeiders, dus de fabrieken werden het liefst op plaatsen gebouwd waar veel werkloosheid was en dus een overschot aan potentiële arbeiders.

De massaproductie zou plaatsvinden in de fabriek in Crewe (waar de bouw van de luxe auto's werd opgeschort) en een fabriek in Hillington bij Glasgow. Er was tijdens de oorlog een chronisch gebrek vaklieden, daarom werd er in Crewe gebruik gemaakt van ongetrainde arbeiders en dat gold nog meer voor Glasgow, waar wel voldoende arbeidskrachten beschikbaar waren. Dat betekende voor Rolls Royce naast een langere planning van de productie ook dat er meer geld besteed moest worden aan malle, gereedschappen en fixeer inrichtingen. Gereedschap makers waren in dit proces heel belangrijk. Waar de vaklieden in Derby meteen konden beginnen met de bouw van de vliegtuigmotoren, had de inrichting van een fabriek voor massaproductie veel meer tijd nodig om op te starten.

Crewe was de eerste schaduwfabriek en daar werd al meer gebruik gemaakt van toeleveranciers dan in Derby. Crewe had geen aluminium gieterij en ook werden er geen houten modellen voor de gietstukken gemaakt. Er waren ook geen smeedhamers dus er werden ook geen krukassen, nokkenassen, cilinderbussen zuigers of tandwielen gemaakt. Daarna volgde de nieuwe schaduw fabriek in Hillington, bij Glasgow en daar werd gebruik gemaakt van de staalfabrieken in Schotland. De bouw begon in juni 1939 en in oktober kon men het gebouw al inrichten. De productie in Glasgow zou groter worden dan die in Crewe. De werktuiggereedschappen waren opgezet om slechts één bewerking uit te voeren. Dat betekent dat je er heel veel van nodig hebt. Het instellen van de machines gebeurde door vaklieden uit Derby. De fabriek in Glasgow was zo goed als onafhankelijk van toeleveranciers want daar werd 98% van de bewerkingen zelf uitgevoerd tegen 51 % in Derby en 57% in Crewe.



[foto: assemblage van een Merlin in Derby]

Het opstarten van Hillington vroeg veel van de arbeiders. De winter 1939-1940 was heel streng, zodat de bouw van de nieuwe fabriek vertraagd werd. De bouw moest voltooid worden terwijl er al gewerkt werd. Regelmatig loeien van het luchtalarm en het zoeken van een schuilplaats werkte ook niet mee. In mei 1940 werd er met de productie gestart. Om de beloofde productie te halen werd er in twee shifts van 12 uur gewerkt, zeven dagen per week. Tien uur om te werken en twee werd uur gereserveerd voor overwerk, dat regelmatig voorkwam. Geen wonder dat het ziekteverzuim toenam. Toen de productie eind 1940 steeds efficiënter werd, kon de werkweek teruggebracht worden naar 54 en later naar 47 uur. De piek van de productie in Hillington lag in 1943 op een verbazingwekkende 400 motoren per week.

Ook het gieten van aluminium voor het carter, cilinders, compressor en eventuele versnellingsbak werd in Glasgow uitgevoerd. Voor grote gietstukken werd van vormzand gebruik gemaakt en de kleinere delen werden als spuitgietwerk uitgevoerd. Behalve voor Rolls Royce zelf, werd er ook gietwerk gedaan voor andere fabrieken, of voor toeleveranciers.

In september 1940 werkten er al 16.000 mensen in Rolls Royce Hillington. Om de werknemers vertrouwd te maken met de machines en ze te trainen had Glasgow een proeffabriek opgezet waar mensen van *Stow Technical College* praktijk les gaven. Het gieten van aluminium was nog onbekend in Schotland. Op zich is het gieten van aluminium in zandvormen niet zo verschillend van werken met gietijzer, maar het spuitgieten m.b.v. matrijzen was nog onbekend. Grote delen, zoals de cilinderblokken werden in zand gegoten en kleinere onderdelen werden als spuitgietwerk uitgevoerd. Lokale *pattern-makers*, die met houten vormen werkten leerden in Derby de nieuwe manier van werken. Het gieten zelf werd door vrouwen gedaan.

Lord Hives was heel belangrijk bij het opstarten en onderhouden van de massaproductie. Hij reisde wekelijks heen en weer tussen Derby, Crewe en Glasgow, wat in de oorlogsjaren niet zo gemakkelijk was.

Omdat de Merlin een betrouwbare en sterke motor was, ontstond er een grote vraag. Groter dan Rolls Royce op dat moment kon produceren. Om productie tijd te winnen staakte men de bouw van

de problematische 24 cilinder 'Vulture' motor en de 12 cilinder 'Griffon' werd in de wacht gezet. Maar dat was een tijdelijke oplossing.

Ford Engeland was een fabriek die mogelijk zou kunnen bijspringen. Het Air Ministry nam eind 1939 contact op met Rowland Smith, directeur van Ford Engeland. Ford wilde wel een fabriek opzetten, maar het moest dan wel de moeite zijn. Het Ministerie schatte dat er 400 Merlins per maand gemaakt moesten worden.

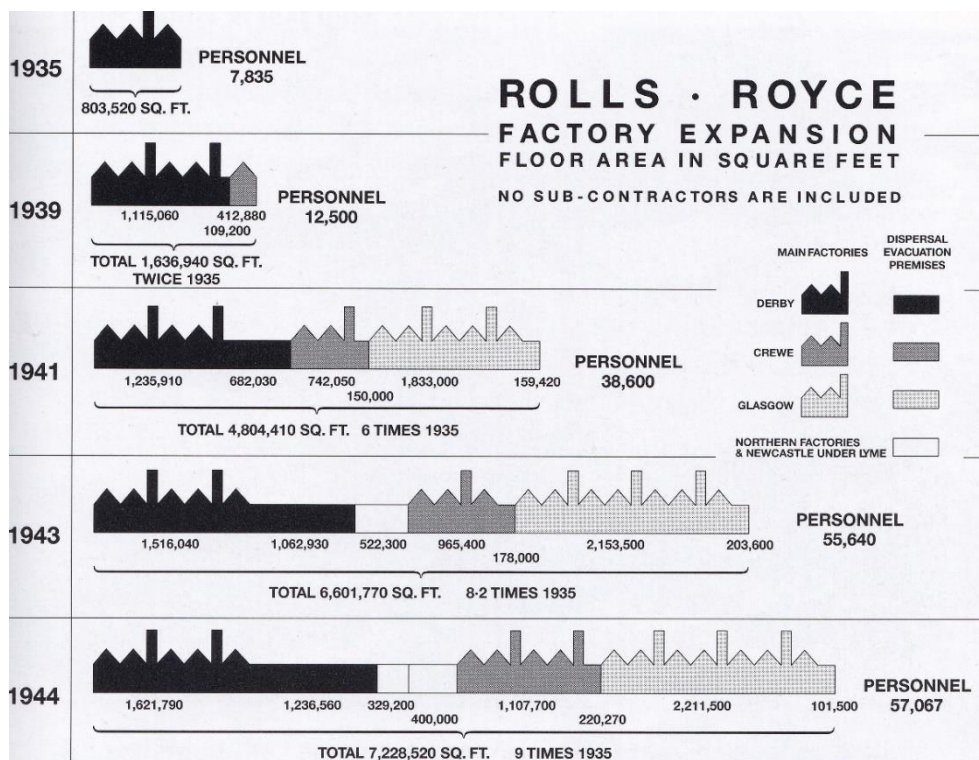
Rolls Royce stuurde uit Derby 90 van de beste technici om de mensen van Ford te trainen, want een vliegtuigmotor is veel ingewikkelder dan die van een auto. Ondertussen bouwde Ford een nieuwe fabriek bij Trafford Park, ten westen van Manchester. Ford had al een grote ervaring met het gebruik van automatische en semiautomatische machines die grote aantallen exact dezelfde onderdelen konden maken. Er was wel een groep vaklieden nodig die de machines konden instellen aan de hand van de bouwtekeningen.

Voor de training van de 190 beste mensen van Ford werd er in Derby een miniatuurfabriek opgericht waar men de machines kon instellen aan de hand van 20.000 tekeningen die nodig waren om 10.000 onderdelen te kunnen maken. Deze mensen gingen van machine naar machine, net zolang tot iedere werknemer in feite een hele Merlin had gebouwd. Na afloop waren ze klaar om de machines in Trafford Park in te stellen zodat ongetrainde werknemers er mee konden werken.

In augustus 1941 startte Ford de productie van de Merlins.

Uiteindelijk werkten er in Trafford Park ruim 17.000 mensen, waarvan 7.200 vrouwen. Dat leverde 34.000 welkome motoren op.

De tekeningen van Rolls Royce moesten door Ford opnieuw worden gemaakt omdat de auto-industrie met veel kleinere toleranties werkte, de nauwkeurigheid bij motoren was 1/10.000 inch (of 0,000254 cm). Ford was daar een jaar mee bezig. Rolls Royce leerde veel van dit proces.



[Uitbreiding van de Rolls Royce fabrieken in Derby, Crewe en Glasgow gedurende WO2]

In de tweede helft van 1941 draaiden zowel Derby als Crewe op volle kracht en Glasgow was daar bijna aan toe. In 1941 produceerden de vier fabrieken 12.327 motoren, waarvan 7.517 in de laatste

zes maanden. In hetzelfde jaar werd de productie af en toe stilgelegd vanwege Duitse bombardementen op toeleveranciers in Birmingham en Sheffield. Crewe werd gebombardeerd door een enkele bommenwerper. Ford en Rolls Royce Glasgow hadden elk dezelfde bottleneck, namelijk de werktuiggereedschappen die de tandwielen moesten frezen (dus een ronde metalen schijf van tanden voorzien). Door de machines in een lijn op te stellen werd de productie groter. Piloten kwamen vaak in de Rolls Royce fabrieken om de arbeiders te vertellen hoe belangrijk hun werk was. Zo'n peptalk was wel belangrijk voor arbeiders die lange dagen maakten.

Een vliegtuig heeft soms meerdere motoren nodig. Bijvoorbeeld omdat er een door vijandelijk vuur beschadigd was, of dat een motor was vastgelopen. Dit had tot gevolg dat er ook eerdere "Marks" gebouwd moesten worden. Het was niet zo dat een oudere motor bij het verschijnen van een nieuwer type niet meer gemaakt werd. Zo produceerde Crewe in 1944 maar liefst 15 Marks van de Merlin en daar kwam in dat jaar ook de nieuwe Griffon motor bij, voor de snelste versies van de Spitfire.



[Merlin productie in Hillington bij Glasgow]

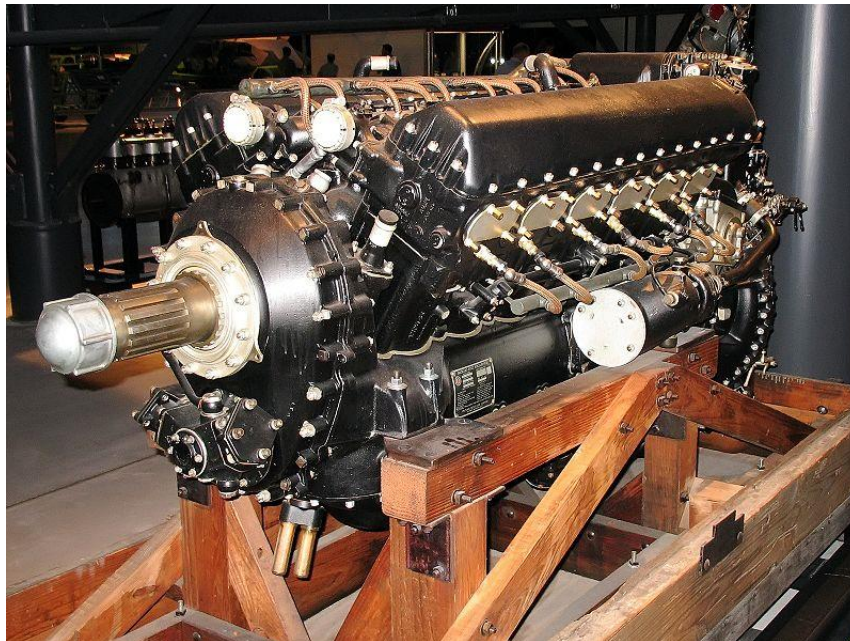
Ernest Hives realiseerde zich halverwege 1940 dat het zelfs met de hulp van Ford Engeland niet zou lukken om voldoende Merlins te produceren. Dat kwam o.a. door de bouw van viermotorige bommenwerpers zoals de AVRO Lancaster en de Handley Page Halifax, die elk vier Merlins onder de vleugels hadden hangen. Die versie was de Merlin XX.

Op zeker moment zijn er contacten met Henry Ford in Amerika, dankzij iemand die we in het volgende hoofdstuk leren kennen: de Amerikaan Bill Knudsen. Hij wilde zijn oude baas een plezier doen en wierp hem de productie van vliegtuigmotoren in de schoot. Maar Ford weigerde botweg om de Merlin in productie te nemen, enerzijds omdat hij neutraal wilde zijn (wat hij eigenlijk nooit was) en anderzijds "Zou Engeland toch de oorlog verliezen...". Knudsen is woest en neemt contact op met Packard in Detroit, een bouwer van luxe auto's. Die fabriek is geïnteresseerd, als het maar een flinke order is, i.v.m. de investeringen in machines en gereedschappen. Ze willen er minstens 1000 bouwen.

Dan beginnen de onderhandelingen met Packard en het contact werd op 3 september 1940 getekend. Een jaar later kwamen de eerste Merlins uit de Packard fabriek. Inmiddels had Packard al een optie op een extra 10.000 motoren, bovenop de oorspronkelijk order van 1500. Die Amerikaanse

motor werd de Merlin 28. In feite was dat de XX, maar met een aantal verbeteringen, zoals het tweedelige cilinderblok.

Het jaar tussen het tekenen van het contract en de productie werd besteed om, net als Ford Engeland, de Britse tekeningen om te zetten in de vorm zoals die in Amerika werd gebruikt. Dat was een heel werk, want 75 tekenaars werkten vier maanden om in totaal 2.500 tekeningen aan te passen. Omdat er overal in de fabriek machines door vaklieden moesten worden ingesteld, moesten er van de tekeningen in totaal 125.000 kopieën (toen nog blauwdrukken) gemaakt worden. Een probleem vormde de schroefdraad van de in Groot-Brittannië gebruikte schroeven. Dat was de Britse Standard Whitworth, voor de Amerikanen een type dat ze zelf al niet meer gebruikten. Alle



[de Packard Merlin XX, ofwel de Merlin 28]

machines om die Britse schroefdraden te snijden moesten opnieuw gemaakt worden. En waarom al die moeite? Wel, voor de monteurs was het gemakkelijker als alle schroeven en bouten hetzelfde zouden zijn, ongeacht of het nu om een Britse of een Amerikaanse motor ging.

Het was voor Packard een hele omschakeling van automotoren naar de Merlin. Er moesten maar liefst 60.000 meetinstrumenten, gereedschappen en vastzet inrichtingen gemaakt worden. Slechts 10 % van de bestaande hulpmiddelen in de fabriek was te gebruiken.

Drie top ingenieurs van Rolls Royce waren constant in Detroit aanwezig om te assisteren bij problemen en aanpassingen. Dagelijks was er telefonisch contact met Derby. Het werk was erg stressvol. Een van de mannen overleed in 1943 en een ander kort na de afloop van de oorlog. De Packards waren prima motoren, die nog steeds vliegen. Er zijn er 55.523 Packard Merlins gebouwd en een aantal vliegt nog steeds in historische jagers en de twee nog vliegende Lancaster bommenwerpers.

Vliegtuigen

Het was aanvankelijk lastig om de prijs van een vliegtuig of motor te bepalen. Die hangt vooral af van het aantal dat geproduceerd moet worden en hoeveel men moet uitgeven aan gereedschappen en *jigs*. Jigs zijn mallen en vastzet-inrichtingen, bijvoorbeeld om de ovale of cirkelvormige ringen van een vliegtuigromp te fixeren om zodoende eenvoudig de langs-spanten (*stringers*) en huidbeplating te kunnen aanbrengen.

De schaduwfabrieken waren aan gereedschappen soms meer kwijt dan de originele vliegtuigbouwer en soms minder. De stuksprijs varieerde, maar dit had niet altijd te maken met de kosten van de gereedschappen en jigs. Aan de hand van een proefserie in de moederfabriek en verschillende schaduwfabrieken, meestal van 20 tot 50 stuks, werd een gemiddelde genomen en dat werd de uiteindelijke prijs. Door betere machines en grotere handigheid van de werknemers kon de prijs later zelfs nog verlaagd worden.

Vergoeding

Zoals gezegd betaalde het ministerie de fabriek, de gereedschappen en alles wat er verder nodig was, zoals huisvesting en de elektriciteit waarop de fabriek draaide. Maar er waren ook verborgen kosten. Zo had de ontwikkelingsafdeling van Rolls-Royce 3400 man in dienst, voornamelijk voor de cruciale Merlin motor.

Voortdurend moest de motor sterker worden (van 1030 naar bijna 2000 pk) en geschikt worden gemaakt voor extreem hoog vliegen, of juist erg laag, of erg snel. Die ontwikkelingskosten kwamen voornamelijk op het bordje van Rolls Royce terecht.

Vliegtuigen en motoren werd voor een vaste prijs gebouwd. Daarnaast kreeg de schaduwfabriek een vaste vergoeding, bijvoorbeeld £ 225,- voor een Bristol Blenheim. Dan waren er ook nog bonussen voor schaduwfabrieken die de productie op tijd afgerond hadden of extra goed werk hadden geleverd. We moeten bij de bedragen uit 1943 wel bedenken dat die nu meer dan veertig maal hoger liggen door inflatie e.d.

Bij vergoedingen moest er een evenwicht zijn tussen de winsten van de professionele luchtvaartindustrie en aan de andere kant het feit dat er geen risico was voor de schaduwfabrieken. De vliegtuigen en motoren waren immers vooraf al in grote aantallen besteld.

Hoe werd die oorlogsinspanning gefinancierd?

De Britse regering leende liever dan dat de belasting werd verhoogd. De geïmporteerde goederen kwamen vooral uit de Verenigde Staten. Dat was op basis van 'Cash and Carry', dus boter bij de vis. De Amerikanen wilden in dollars betaald worden en daar konden de Britten soms moeilijk aan komen.

In 1941 kon Groot-Brittannië niet langer niet langer contant betalen en werd de Amerikaanse *Lend Lease* geïntroduceerd. Lend Lease steun hoefde niet terugbetaald te worden, de andere leningen wel.

In augustus 1945 werd de Lend Lease onverwacht gestopt en dat vormde een acuut probleem omdat de Britse economie sterk op oorlogsproductie was gericht. Om ook uit de plotselinge financiële problemen te komen moest er geleend worden van Canada en Amerika. De laatste werd de Anglo-Amerikaanse lening, die de Britten in 1946 aangingen en pas in 2006 geheel hadden afgelost.

Tanks

Het eerste doel van het leger was om de Duitsers uit Noord-Afrika te jagen en daarvoor waren veel tanks nodig.

[foto: Valentine tank]

Het Ministerie van Oorlog bestelde duizenden tanks bij Vickers. Dat wordt de 'Valentine'. Vickers heeft nog nooit een tank gebouwd, maar is bekend met de zware industrie. Ze komen tot de conclusie dat ze tanks het best als auto's konden bouwen en die techniek was al ruimschoots bekend in Groot-Brittannië. Bovendien bestonden veel onderdelen al, zoals motoren en kanonnen



Na de val van Frankrijk verloren de Britten veel tanks. Er is geen reserve capaciteit bij de bestaande fabrieken en de productie moet omhoog. Er wordt dan ook een beroep gedaan op de autofabrikanten en bouwers van locomotieven. Nuffield Morris gaat de A15 Crusader tank bouwen die belangrijk zal zijn in de strijd om Noord-Afrika. Vauxhall bouwt ruim 5.000 Churchill tanks. Eind 1940 is de Britse tankproductie al groter dan die van Duitsland en dat verschil zal nog groter worden. Veel van de Britse productie gaan ook naar de Russen, i.v.m. het Oostfront. Er zijn meer dan 8.000 Valentine tanks gebouwd en 5.300 Crusader tanks.

Voertuigen

De Britse auto-industrie had in de jaren na de Grote Depressie nog zo'n 50 bedrijven over, met bekende namen zoals Morris, Austin, Wolseley, Humber, Sunbeam, Singer, Rover, etc.

Ook daar werden minder goed lopende fabrieken opgeslokt. Austin, Morris en Rootes waren groepen met diverse merken onder hun vleugels.

Die auto-industrie was relatief groot, in 1937 produceerde men ruim 379.000 personenwagens en bijna 114.000 vracht- en bestelwagens. Zodra de oorlog uitbrak kreeg de oorlogsproductie voorrang. De productie voor privégebruik kwam stil te liggen, wat niet zo'n probleem was, want brandstof werd ook gerantsoeneerd, met als gevolg dat veel auto's werden opgeslagen. Er werden alleen nog militaire voertuigen geproduceerd.

In de Britse productie van militaire wagens zien we ook bekende merken terug, van de 1000 Leyland Hippo MK2's tot grotere series van de Hillman Tilly (20.000), Bedford MWD/MWR (66.000), de Fordson WOT2 (60.000), de Universal 'Bren Carrier' (113.000).

Motorfietsen voor koerierdiensten en dergelijke kwamen van Ariel, BSA, Norton, Matchless en Royal Enfield (respectievelijk van 33.000 tot 126.000 stuks). En uiteraard werden er ook tanks en gemechaniseerde kanonnen gebouwd: 27.500 stuks.



Verreweg de meeste Britse vrachtwagens kwamen uit de Canadese Ford- en Chevroletfabrieken. Hiernaast is een Chevrolet C15 te zien, die een evenbeeld is van de Ford F15. Alleen het merkplaatje is anders. Het waren de *Military Pattern Trucks* (CMP's) vaak naar Brits ontwerp. Van deze klasse bouwden de Canadezen er 400.000.

Als die wagen er bekend uitziet voor de ouderen onder ons, dan klopt dat.

Hij was in de jaren '50 van de vorige eeuw de standaardwagen van de kermisexploitanten, die ze kochten uit de Canadese dump op de Veluwe. Dat was 'Dump Deelen' waar 37.000 voertuigen op een nieuwe eigenaar wachtten.

Eind 1942 overtreft Groot-Brittannië Duitsers op elk niveau: 30% meer vliegtuigen, meer dan vier maal zoveel tanks en 15 maal zoveel grote schepen.

Indrukwekkende cijfers, maar het is nog niets vergeleken met Uncle Sam...

Maar dat staat in hoofdstuk 2

De ontmanteling

Tegen het einde van de oorlog kon men een goede inschatting maken van het aantal vliegtuigen dat men nog nodig dacht te hebben. Vanaf maart 1945 werden de eerste schaduwfabrieken ontmanteld. Enkele gingen nog tot in 1947 door. Een aantal fabrieken werd ingezet om vliegtuigen te slopen. Zo werden 270 Short Stirling bommenwerpers gesloopt, soms zelfs door mensen die ze een paar jaar eerder nog gebouwd hadden. En uiteraard zijn er ook bruikbare vliegtuigen afgestoten voor lage prijzen.

Vele van de schaduwfabrieken zijn met inboedel en al verkocht. Soms ook aan de moederbedrijven. En veel van die gebouwen dienden later tot onderkomen van nieuwe fabrieken. Hier en daar kan men ze vandaag de dag nog zien.

Het is aardig om nog te vermelden dat een aantal van die schaduwfabrieken gecamoufleerd was. De bemanningen van de Duitse bommenwerpers zagen bijvoorbeeld een groen weidelandschap met (houten) koeien en nep boompjes, maar niet de eronder verborgen fabriek.

En de Royal Navy?

Naast vliegtuigen en voertuigen was er natuurlijk ook nog de Britse Marine. Die was voor de oorlog de grootste en sterkste ter wereld en de scheepsbouw was dus ook navenant. En het liefst hield de Navy alles in eigen hand. Men had altijd al een eigen programma om de vele oorlogsschepen te bouwen op verschillende Britse werven.

Zo bouwde de beroemde scheepswerf van Harland & Wolff in Belfast tijdens de Tweede Wereldoorlog zes vliegdekschepen, twee kruisers (o.a. de in de Theems liggende HMS *Belfast*) en 131 andere marineschepen. En niet onbelangrijk: er werden daar duizenden schepen gerepareerd.

Er waren ook veel vrachtschepen nodig om Groot-Brittannië vanuit Amerika en delen van het Britse rijk te bevoorraden. Die liepen grote kans om door de honderden Duitse onderzeeërs te worden getorpedeerd. Om de kans iets te verkleinen werd er al spoedig in konvooien gevaren. Toen bleek dat de bescherming door grote schepen niet handig was. Vaak waren dat nog schepen uit de vorige oorlog, zoals slagkruisers. Er moesten snel kleinere schepen gebouwd worden die effectiever waren dan de slagschepen. Dat werden torpedobootjagers, korvetten en fregatten, die ook dieptebommen konden werpen. En niet vergeten patrouillevliegtuigen die ook dieptebommen konden afwerpen.

Kleinere marineschepen en landingsvaartuigen werden vooral in Amerika besteld.

2 De Verenigde Staten

Franklin D. Roosevelt was van maart 1933 tot in april 1945 president van de USA en in zijn hart fel tegen het isolationisme waar veel van zijn landgenoten wel voorstander van waren. De neutraliteit werd in 1917 al eens verbroken en de meeste Amerikanen wilden niet nog eens andermans oorlog ingezogen worden. Om Amerika weer uit de Grote Depressie te trekken zette hij een economisch plan op, de *New Deal* en om dat plan te kunnen uitvoeren moest hij heel handig manoeuvreren om de Amerikaanse neutraliteit te omzeilen. Hij zag het gevaar van de 'schurkenstaten' Duitsland en Japan en kon niet lijdzaam toezien dat Europa onder de voet gelopen werd. Op 7 december 1941 vielen de Japanners Pearl Harbor aan en vanaf dat moment waren de Amerikanen officieel in oorlog met zowel Japan als Duitsland. Maar hun fabelachtige productie stond toen al in de startblokken. De USA werd het '*Arsenaal van de democratie*' en moest zichzelf en haar bondgenoten van materieel voorzien.

Big Bill Knudsen

'Arsenaal van de democratie' was een uitdrukking van William Knudsen. Samen met Henry Kaiser (zie verderop) was hij verantwoordelijk voor de gigantische oorlogsproductie.

Bill Knudsen werd bepalend voor de Amerikaanse oorlogsproductie en we krijgen hiermee ook een goed inzicht in Amerikaanse auto-industrie.



De Deen Bill Knudsen kwam in februari 1900 in Amerika aan, 20 jaar en vol verwachting over zijn eerste stappen in de Nieuwe Wereld. Als klein kind was hij al geïnteresseerd in techniek en hij bouwde als tiener de eerste tandemfiets in Denemarken.

Zijn eerste Amerikaanse job was op een scheepswerf, waar hij gaten moest uitboren. Vervolgens moest hij de koppen van de klinknagels aandrukken tijdens het klinken. Daarna repareerde hij locomotieven. In 1902 kwam hij terecht bij *Keim Mills*, een fietsenfabriek in Buffalo. Maar juist op dat moment schakelde men over op stoommachines voor de 'Foster Wagon'. Knudsen werd nu stoommachinebouwer en leerde veel over *machine tools* (werktuiggereedschappen) en het maken van gereedschappen. Hier leerde hij ook om het productieproces te versnellen.

Vervolgens kwam hij terecht bij een van de fabrieken van Ransom Olds, waar men remtrommels maakte. Die fabriek had veel last van een nieuweling: Henry Ford. Bill hoorde dat Ford behuizingen voor assen nodig had en hij haalde die grote order binnen. De behuizingen werden bij Keim Mills gemaakt. Op zijn 29^e had hij al 1500 arbeiders onder zich.

Ford nam Keim Mills over. Knudsen stelde voor om de nieuwe T-Ford zowel in Buffalo als in de nieuwe Ford fabriek in Highland Park te bouwen. Samen met zijn mede manager William Smith haalde hij een T-Ford uit elkaar en assembleerde die weer, om een idee te krijgen hoe de assemblage zou moeten plaatsvinden. Daarna maakte hij de lay-out voor de gereedschappen en de machines en de assemblage van T-Fords bij Keim Mills begon. Totdat de arbeiders op zeker moment staakten, want ze waren niet tevreden over de beloning. Knudsen legde het probleem voor aan Henry Ford. Die zei: "Dat komt goed uit" en vroeg de Deen om alle gereedschappen en machines snel over te brengen naar Highland Park. Samen met enkele andere managers van Keim maakte hij nu deel uit van de beroemdste fabriek ter wereld. Het was 1912, vlak voor de komst van de lopende band. Toen Knudsen binnenkwam, maakte Ford 500 wagens per dag. De opstelling van de machines kwam hem bekend voor want hij had iets dergelijks al bij Keim Mills opgezet.

Ford betaalde goed en op de werkvloer kwam Bill de nodige problemen en uitdagingen tegen die hij enthousiast te lijf ging.

[foto: T-Fords op de assemblagelijijn]

De ingenieurs bij Ford hadden uitgezocht *hoe* de assemblagelijijn werkte, maar Knudsen wilde weten *waarom* die werkte. Volgens hem was de sleutel tot massaproductie niet de gelijkheid van de onderdelen en de snelheid, maar een lineair proces waarbij elk onderdeel gemonteerd kon worden op het moment en de plaats waar het nodig was. En niet onbelangrijk: de schaal die aan het fabriceren ten grondslag lag. Grote volumes maakten het proces voordeliger.



Knudsen liet Ford zien dat je met dezelfde assemblagelijijn *elk* product kon maken. “Kijk eerst welke machines je nodig hebt. Bepaal daarna waar elke machine moet staan en kijk dan of de stroom van materialen gelijkloopt met de volgorde van de bewerkingen”. Op die manier werden onnodige bewegingen en stappen voorkomen.

Knudsen mocht dit uitvoeren en in 1916 had hij al 28 Ford fabrieken ingericht. En dat deed hij volgens dit patroon: Eerst de plaats van de machines bepalen, dan de stroom van het materiaal en tenslotte zet je er een gebouw omheen.

Hij was in de Eerste Wereldoorlog hoofd van de oorlogsproductie bij Ford en o.a. verantwoordelijk voor alle cilinders van de 'Liberty' V-12 vliegtuigmotor waarvan er bijna 21.000 gebouwd zijn door vier verschillende fabrieken. Ford assembleerde er 4000.

General Motors

In 1915 was elke tweede auto in de USA een T-Ford en het model zou nog tot 1927 populair blijven, maar Knudsen had al ideeën over een opvolger en hoe hij de productie in enkele maanden zou kunnen omschakelen. Henry Ford had geen interesse, wat hij later zou betreuren. Knudsen wilde verder en nam ontslag. Hij had de jaaromzet van Ford doen toenemen van 90 naar 680 miljoen dollar. Daarna werd hij onmiddellijk aangenomen door Alfred Sloan, vicepresident van General Motors. G.M. had al heel wat bekende merken opgekocht, zoals Olds, Buick, Cadillac, Chevrolet, de Fisher brothers, Pontiac en Oakland Motors. Die merken bleven onder hun eigen naam bestaan en elke fabriek kreeg grote vrijheid.

Chevrolet was het zorgenkindje en dat probleem mocht Bill aanpakken. Hij reorganiseerde de fabriek. De productie brak hij op in drie stappen:

- ijzergieten, smeden en stansen
- de bewerking
- de assemblage

Deze laatste twee stappen vonden in vijf dicht bij elkaar staande fabrieken plaats: motoren en assen, chassis en afbouw, lakken en de bodemcoating.

Voor allerlei bewerkingen werkte Knudsen goed samen met de bouwers van werktuig-gereedschappen om zoveel mogelijk multifunctionele gereedschappen in zijn productielijn te krijgen. Denk bijvoorbeeld aan automatische draaibanken met een revolverkop voor de beitels en geprogrammeerd d.m.v. nokkenschijven. En hij hamerde op precisie. Bij Keim had hij ooit alle hamers

en vijlen uit de fabriek laten verwijderen, want onderdelen moesten altijd passen. Bij Chevrolet werd de precisie op een honderdste inch gesteld (maar voor cilinders bijvoorbeeld was dat een tienduizendste inch). Nauwkeurigheid was beter, want volgens Bill: "Snelheid produceert niets in het fabriceren".

De verkoop van Chevrolet schoot omhoog en in 1925 introduceerde Knudsen de flexibele massaproductie, waardoor er jaarlijks een nieuw model uitgebracht kon worden. Het werd nu ook mogelijk om snel tussentijds veranderingen in een model door te voeren.

Na 1930 overvleugelde Chevrolet Ford. Knudsen had voor twee revoluties in de fabricage gezorgd: sneller produceren door een slimme inrichting van de fabriek en de flexibele productielijn door nieuwe multifunctionele machines.

In 1937 werd Bill Knudsen president van G.M. Hij had Chevrolet gered en binnen drie jaar zou hij de wereld moeten redden...

Naar een oorlogsindustrie

Hoe stond de USA ervoor na jaren van depressie? De werkloosheid bedroeg 25%, de productie was met een derde verminderd, de helft van de nationale rijkdom was verdwenen en de industrie stond



in een kwade reuk. Bedrijven als General Electric, General Motors, Colt Arms, Boeing en DuPont werden na de Eerste Wereldoorlog 'kooplieden van de dood' genoemd. Dit gold zeker voor de wapenindustrie. Het resultaat was dat het Amerikaanse leger, ooit nr. 4 op de wereldranglijst, nu afdaalde naar plaats 18, net voor het kleine Nederland. Het Army Air Corps (leger luchtmacht, voorloper van de latere USAF) beschikte over slechts 700 vliegtuigen. Maar in 1936 begon de verandering. Er kwam een eind aan het verdrag dat uitbreiding van de vloot beperkte. In 1938 mocht de luchtmacht de grootste aankoop uit haar geschiedenis doen.

Na de Duitse inval in Polen op 1 september 1939 werd de neutraliteitswet aangepast zodat Groot-Brittannië en Frankrijk munitie konden kopen op 'cash and carry' basis.

Hoe waren de militaire verhoudingen in september 1939? Duitsland had 4000 gloednieuwe vliegtuigen. De Amerikanen slechts een fractie van dat aantal. Amerika had 325 tanks, maar de Duitsers 2000. Het Amerikaanse leger bestond uit 190.000 man. In Frankrijk waren 1,2 miljoen Britten en Fransen gemobiliseerd...

De Duitse bedreiging was duidelijk, maar Roosevelt aarzelde. Generaal George Marshall deed hem van gedachten veranderen toen hij stelde: "Als Duitsland ons land met vijf divisies binnenvalt, kunnen ze gaan en staan waar ze willen. Als Japan ook nog meedoet, wordt het hopeloos. We moeten nog deze week beginnen met de herbewapening". Dat overtuigde de president. Het budget werd verhoogd van 24 naar 700 miljoen dollar en hij kondigde aan dat er 50.000 vliegtuigen per jaar gebouwd zouden worden. Hitler lachte erom, nog wel...

Er moest iemand komen die de Amerikaanse industrie moest omvormen naar een oorlogsindustrie en er was maar één persoon die dat zou kunnen: Bill Knudsen.

En dat werkte. Aan het eind van de oorlog hadden de Amerikanen 286.000 militaire vliegtuigen geproduceerd, evenals 86.000 tanks, 2,5 miljoen trucks, ruim een half miljoen jeeps, 2,6 miljoen mitrailleurs, 8.800 militaire schepen, 5.600 koopvaardij schepen en 41 miljard stuks munitie. En

daarnaast onvoorstelbare hoeveelheden helmen, zaklantaarns, parachutes, jerrycans, kledingstukken, radioapparatuur, etc.

Op 28 mei 1940 werd Knudsen thuis gebeld door de president: "Knudsen, ik wil je spreken. Kom naar Washington". Zijn oudste dochter vroeg: "Waarom ga je als Republikein voor die Democraat werken, Pa?". "Omdat dit land altijd goed voor mij is geweest. Nu kan ik wat terugdoen". Knudsen legde de leiding van GM neer en werd onbetaald adviseur bij de *National Defense Advisory Commission*. Nou ja, voor een symbolische dollar per jaar...



president Roosevelt en Bill Knudsen

Op de eerste bijeenkomst blijkt dat er ook leden aanwezig zijn van de *National Defense Advisory Commission* (NDAC), waar hij nu ook deel van uitmaakt. Bill, rechttoe rechtaan automobielfabrikant, vraagt: "Wie is de baas?". "Eh..., ik, denk ik", antwoordt Roosevelt.

Knudsen heeft al ideeën over het omschakelen van de industrie en vindt de adviserende rol een beetje vaag. Bovendien was Roosevelt iemand die beslissingen vaak ver vooruitschoof. Knudsen realiseerde zich dat de NDAC geen legale status had en de productie van consumentenartikelen toch zo snel mogelijk moest omschakelen op wapens en oorlogsmaterieel. Gelukkig was hij wel degene die een encyclopedische kennis had van de complete Amerikaanse maakindustrie, inclusief alle bijbehorende telefoonnummers. Hij wist ook precies hoe een fabriek het best vergroot kon worden. In 1942 krijgt Knudsen er een bijzondere baan bij: als enige burger ooit krijgt hij de functie van Luitenant Generaal in het leger en wordt directeur van productie. In die hoedanigheid werkt hij als consultant en 'troubleshooter' voor het Ministerie van Oorlog

De generaals wisten niet goed hoe de strijdkrachten toegerust moesten worden. Men dacht in termen van soldaten en niet in materieel. Knudsen wilde dat graag weten, omdat hij inschatte dat de industrie 18 maanden nodig zou hebben voor het omschakelen.

De Amerikaanse vliegtuigindustrie werd wakker geschud door de Britse en Franse bestellingen. Lockheed kreeg van de Britten een bestelling voor 1300 kleine Hudson bommenwerpers, voornamelijk voor het *Britse Coastal Command*, om patrouilles in de Britse kustwateren uit te voeren. De Fransen bestelden 115 Martin bommenwerpers en twee maanden later nog eens 700. De Amerikaanse aluminiumproducenten Alcoa en Reynolds schakelden weer in de hoogste versnelling. Ook de fabrikanten van vliegtuigmotoren zagen hun vooruitzichten zonniger worden. De Fransen bestelden bij Pratt & Whitney 6000 motoren.

Begin 1940 besloten de Fransen en de Britten gezamenlijk in te kopen en de teller stond toen op 13.000 vliegtuigen. Na de debacle bij Duinkerken namen de Britten de Franse bestelling over.

Knudsen rekent uit wat een soldaat nodig heeft. Als dat bekend is, kun je het ook voor een groot aantal soldaten uitrekenen. In oktober 1941 komen de generaals eindelijk met een getal: 1 miljoen soldaten. In januari 1942 is dat al 2 miljoen geworden. Daar heeft Knudsen wat aan. De oorlogsinspanningen gaan 11 miljard dollar kosten. Een astronomisch bedrag, dat later verbleekt bij de uiteindelijke kosten.

Hij stelt zelf een 'dreamteam' samen en benadert bedrijven die de enorme hoeveelheden vliegtuigen en tanks moeten fabriceren. Hij ontmoet mensen die net als hij snel kunnen beslissen en voor wie geen probleem te groot is. Een handdruk bezegelt de onderhandelingen, de fabrikant krijgt een 'letter of intent', waarna een officieel contract volgt.

Deze regeling uit de Eerste Wereldoorlog geldt ook nu weer. De fabrieken breiden zelf op eigen kosten de faciliteiten uit. De Staat betaalt de kosten om een vliegtuig of kanon te maken en daar bovenop een beloning in de vorm van een vast bedrag of percentage van de kosten, meestal 8%, maar niet hoger. Het ontwikkelen van een prototype komt ook voor rekening van de fabrikant. De Staat doet geen vooruitbetalingen.

Ondertussen kan de industrie aan het werk. In juli 1940 levert de U.S.A. 1000 vliegtuigen per maand voor de Britten, al snel verhoogd tot 2000. Eind 1941 werd dat al bijgesteld tot 4000. Bill Knudsen vraagt zich af of de Britten dat kunnen betalen.

Dan komt de president met de *Lend Lease* wet. In zijn eigen woorden: "Als het huis van mijn buurman in brand staat, kan ik twee dingen doen. A ik verkoop hem mijn tuinslang. B ik leen mijn slang uit tot hij hem niet meer nodig heeft." Optie B is de essentie van Lend Lease.

Deze wet is een geruststelling voor de Britten en zij bestellen verder. We moeten hierbij wel bedenken dat de Britten veel materieel nodig hadden, want ze vochten in Noord-Afrika, in Burma en na D-Day ook in Europa. En Britse bommenwerpers bestookten Duitsland onophoudelijk vanaf mei 1941.

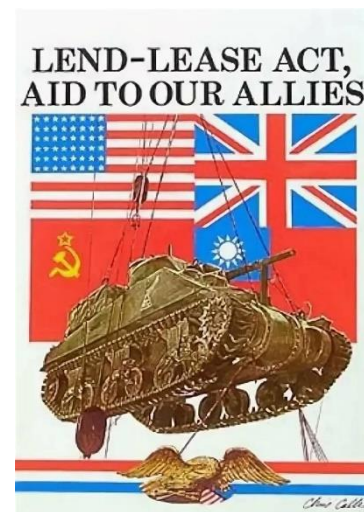
Een van de eerste Britse Lend Lease bestellingen betreft de M3 'Grant' medium tank – 1000 per maand. De Amerikanen kunnen er maar 13 per maand leveren.... Wat te doen? Bill Knudsen zegt: "How about a car company?" Bill neemt contact op met Chrysler en het probleem wordt opgelost.

Om de productie te versnellen worden de motoren geleverd door Continental Motors. Al vrij snel komt ook de bekende M4 'Sherman' tank in productie. Chrysler bouwt er 30.000. Deze tank wordt gelast in plaats van geklonken. Dat gaat sneller en is veiliger, want als een granaat een klinknagel raakt kan die als een projectiel door de tank vliegen. De geschutskoepel en het front zijn van gietstaal.

Knudsen zag het liefst dat een fabriek iets anders ging produceren dan men gewend was. Dus een fabriek die in vreedstijd telmachines maakte ging bijvoorbeeld automatische pistolen fabriceren en van koelsystemen naar helmen, van elektrisch gelaste pijpen naar bommen, van kachels naar rupsbanden, etc.

Weigeringen van fabrieken kwamen zelden voor. Henry Ford was een uitzondering.

Packard, een autofabrikant uit het dure segment, stapte er wel in. Die motor, de Merlin XX werd ook gebruikt in de North American P-51 'Mustang' jager. Die was notabene gebouwd naar de specificaties van de Britse RAF en werd de beste jager van de Tweede Wereldoorlog door er de Britse motor in te bouwen. Rolls Royce was zo blij met het werk van Packard dat die fabriek geen licentiekosten hoefde te betalen.





North American P-51 Mustang

Als dank voor alle Amerikaanse hulp gaven de Britten enkele technologische hoogstandjes cadeau, zoals een bekrachtigde geschutskoepel, de *proximity fuse* (waarmee een granaat pas explodeert in de nabijheid van een vliegtuig), de *magnetron* (het hart van een radarinstallatie), de Britse kennis over de atoombom en de straalmotor van Frank Whittle -inclusief een groep technici.

Liberty schepen

Toen de Tweede Wereldoorlog uitbrak, na de Duitse inval op 1 september 1939 in Polen, verklaarde Groot-Brittannië Duitsland de oorlog. Na de zomer vielen er voor de Britten veel invoermogelijkheden weg. Bijna alle bevoorrading moest nu over de Atlantische oceaan komen. En dat was nogal wat. De Britten beschikten weliswaar over gigantische voorraden steenkool en ijzer in de bodem, maar bijvoorbeeld aluminium, rubber en brandstof moesten aangevoerd worden. Toen de Britten voor hun oorlogsinspanning (gedemonteerde) vliegtuigen, vrachtwagens, tanks en andere zaken nodig hadden nam het vervoer tussen de beide continenten enorm toe. Deze levensader was heel kwetsbaar. Duitse U-boten torpedeerden elk vrachtschip dat ze tegenkwamen. De vrachtschepen voeren aanvankelijk alleen, maar vanaf januari 1941 ging men over op het varen in konvoien, wat veiliger was.

De U-boten zouden in de oorlog zo'n 3000 vrachtschepen naar de kelder jagen. Op zeker moment waren de verliezen groter dan de Britse scheepsbouw kon bijbenen.

Het was een Amerikaan die de oplossing bracht: Henry Kaiser. Hij werd in 1882 geboren als zoon van



Duitse immigranten. Hij had een hekel aan school. Dat was in Amerika vaak de start van een geweldige carrière. Hij had een aantal tijdelijke baantjes, een fotostudio en camerawinkels. Maar deze durfal was plotseling blut. Op aanraden van zijn aanstaande schoonvader ging hij naar het Westen. Het patroon van diverse baantjes herhaalde zich tot hij na een vechtpartij ontslagen werd. Hij besloot voor zichzelf te beginnen en wel in de wegenbouw. Daar was maar weinig kapitaal voor nodig, dus de concurrentie was groot. Dit had echter succes en zijn mensen werkten graag voor hem omdat hij goed voor zijn personeel was. Zo kregen ze als eersten kruiwagens met rubber banden en schafte hij voor het zware werk Caterpillar bulldozers aan. Ze kregen een goed salaris en woningen van de baas.

Kaiser stond garant voor goede werkomstandigheden. Hij zette zelfs een ziektekostenverzekering op.

Henry Kaiser was slim en had al snel door dat hij beter voor de staat kon werken, dan voor particulieren. Tijdens de Grote Depressie gingen die contracten namelijk gewoon door. In 1930 had Kaiser Construction al veel wegen aangelegd, dijken gebouwd langs de Mississippi en diverse pijpleidingen door de 'Far West'. Vaak was het werk voor de afgesproken einddatum klaar.

In 1930 begon hij samen met vijf andere grote bedrijven aan een heel groot karwei, namelijk de afsluiting van de Colorado rivier met de Hooverdam (ook wel Boulderdam) ten zuiden van Las Vegas. Die bouw duurde vijf jaar. Aan de bazen van dit consortium, de *Six Companies Incorporated*, heeft hij later veel plezier bij zijn volgende plannen.

Vanwege de verliezen door de Duitse U-boten hadden de Britten dringend 60 nieuwe vrachtschepen nodig en wilden die bij de Amerikanen bestellen. Maar die hadden nog nooit zoveel schepen in korte tijd gebouwd. Bovendien waren de werven bezet, want er moesten 948 nieuwe marineschepen gebouwd worden.

Het probleem werd voorgelegd aan de Amerikaanse Admiraal Emory S. Land, voorzitter van de *Maritime Commission*. Die dacht in eerste instantie aan Bill Knudsen, maar scheepsbouw was toch iets anders dan auto's maken.

Henry Kaiser hoorde over het probleem. Hij had met de Six Companies al scheepshellingen gebouwd en ook wel iets over de scheepsbouw geleerd. Hij dacht dat het mogelijk was om samen met de leden van de 'Six' een grote scheepswerf uit de grond te stampen in Richmond, aan de San Francisco Bay. De Britten hadden interesse in dit plan en Kaiser nam een delegatie mee naar de plek waar de werf moest komen. De Britten vroegen waar de werven waren. "Daar..." zei Henry en hij wees naar een grote moddervlakte "...Staat binnen een paar maanden een scheepswerf met duizenden arbeiders". De bezoekers konden het nauwelijks geloven.

Het contract was snel getekend en de Britten betaalden vooraf voor 60 schepen en twee scheepswerven. Een van Kaisers collega's uit de Six Companies, Clay Bedford, moest de eerste werf gaan bouwen. Het bedrag dat met de schepen en werven gemoeid was, was zo hoog, dat de Amerikanen dachten dat de Britten het onmogelijk zouden kunnen financieren. Dit leidde mede tot de Lend Lease overeenkomst. Het was immers heel belangrijk voor de Amerikaanse Defensie dat de Britten de oorlog zouden overleven.



Het werk begint in december 1941 en vordert snel. In slechts drie weken is de moddervlakte opgehoogd en kan het heien beginnen. Al in april wordt de eerste kiel gelegd op Werf 1. Er zouden spoedig nog drie werven worden aangelegd. Een van de 'Six' directeurs, Clay Bedford krijgt de leiding. Kaisers zoon Edgar heeft een grote kennis van scheepsbouw en houdt zich bezig met twee werven in Portland en een bij Vancouver. Edgar en Clay zijn leeftijdgenoten en kunnen goed met elkaar opschieten. Ze dagen elkaar voortdurend uit op het gebied van productiesnelheid.

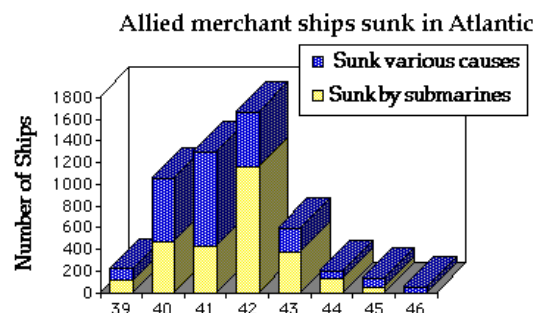
Het oorspronkelijke ontwerp van een 'nood' vrachtschip is van de Britten, maar de Amerikaanse Francis Gibbs paste het aan. De Britten wilden de stoomketels van de vrachtschepen met kolen stoken, maar de Gibbs koos voor oliebranders. Dat maakte het mogelijk om de Liberty schepen op zee bij te tanken. De kans dat zo'n schip getorpedeerd zou worden was vrij groot. In feite waren het 'wegwerp' schepen. De inrichting was daarom heel eenvoudig. Geen stromend water, de kooien waren klein, de toiletruimtes waren niet betegeld maar bestreken met cement en olielampen vormden de enige verlichting voor de bemanning.

De aandrijving werd geleverd door een grote staande driebcilinder 'triple' stoommachine van 2.500 pk. Die was toen al flink verouderd, maar vanwege de bekende techniek door veel fabrieken te bouwen. En bovendien was die machine nog goedkoper ook. Uiteindelijk bouwden 18 bedrijven deze stoommachines. En de precisie was uitstekend, want alle onderdelen van die machines waren zonder problemen uitwisselbaar met die van de andere fabrikanten.

Het jaar 1942 was een rampjaar voor de vrachtschepen Alleen al door de U-boten zonken er 1200. Er waren meer Libertyschepen nodig, maar als de werven eenmaal draaiden was een verhoging van de productie zeker mogelijk. Aangezien de meeste arbeiders nog nooit een schip gebouwd hadden, moest er arbeidsdeling toegepast worden: iedereen deed een klein stukje van het werk.

Voor de bouw van het schip waren staalplaten in 435 vormen nodig en zo'n 7500 componenten van 600 leveranciers. Een logistieke uitdaging dus.

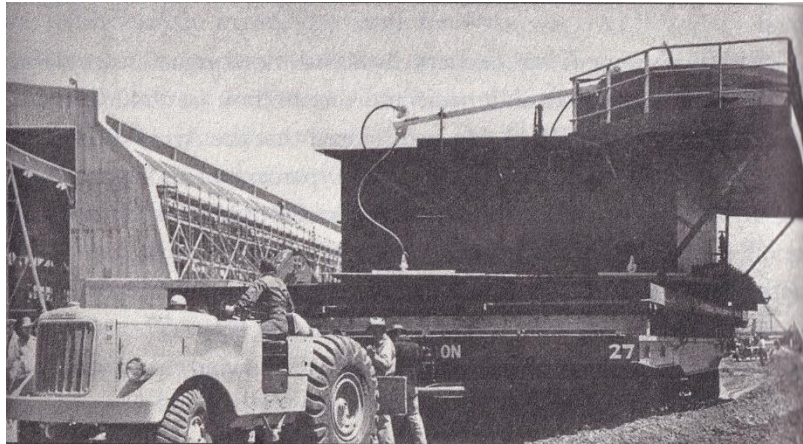
Op het hoogtepunt werkten er 100.000 werknemers in Richmond en nog eens 60.000 in Portland en Vancouver. Bij Richmond verscheen een complete stad met restaurants, bioscopen, theaters, scholen en ziekenhuizen. De grafiek laat zien dat het aantal getorpedeerde schepen in 1943 afnam, net op tijd voor de enorme bevoorrading van Groot-Brittannië, i.v.m. de geplande 'D-day' landingen op de Normandische stranden in juni 1944. De belangrijkste redenen daarvoor waren het feit dat de Britten pas in 1943 dagelijks de ingewikkelde Enigma berichten van de Duitse Kriegsmarine konden kraken en de invoering van radar in de patrouillevliegtuigen.



In het begin was overeengekomen met de Amerikaanse regering dat de bouw van een schip 105 dagen zou duren (60 dagen op de scheepshelling en 45 dagen voor de afbouw), maar het duurde veel langer. Eind 1941 was het nog 253 dagen. Maar in februari 1942 was het al bekort tot 154 dagen. Kaiser en zijn mannen leerden dat de toevoer van halffabricaten op tijd moest geschieden omdat het zonde was om het werk stil te leggen als de benodigde onderdelen niet klaar lagen.

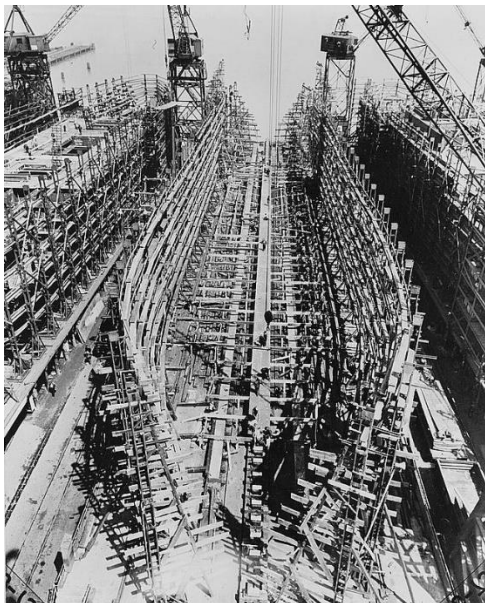
In februari 1942 deelde president Roosevelt aan Admiraal Land mee, dat de prognoses voor het aantal benodigde vrachtschepen voor dat jaar en ook voor 1943 veel hoger zouden uitvallen. Lichte paniek dus bij de Admiraal.

Het was Clay Bedford opgevallen dat het in en rond een schip een grote chaos was als de bouw in het laatste stadium was. Iedereen, de lassers, elektriciens, plaatsnijders, pijpfitters en timmerlieden deden hun ding en liepen elkaar in de weg. Bedford stelde voor om de stuurhut op een andere

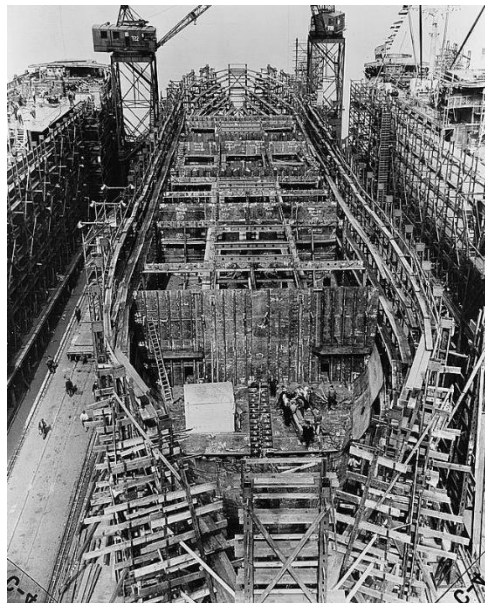


plaatst te assembleren. Met een trailer van 85 ton (gedragen door 150 wielen) en een Caterpillar trekker ervoor werd die naar de scheepshelling gereden en kranen plaatsten de stuurhut bovenop het schip. Het volgende halffabricaat was de machinekamer. Inmiddels lag de bouwtijd al onder de 50 dagen en in augustus 1942 was het nog maar 24 dagen. Uiteindelijk

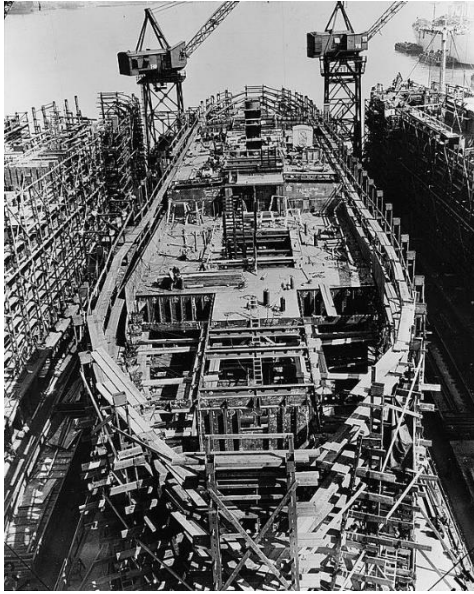
werd het Liberty schip opgedeeld in 23 halffabricaten. Al die delen waren al volledig ingericht met bijvoorbeeld pijpleidingen, luiken, patrijspoorten, radiatoren, wasbakken en spiegels.



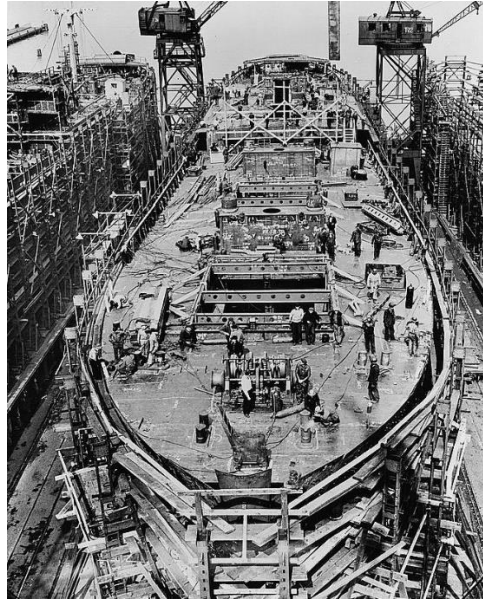
dag 2, de kielplaten worden gelegd



dag 6, plaatsing van de schotten en spanten

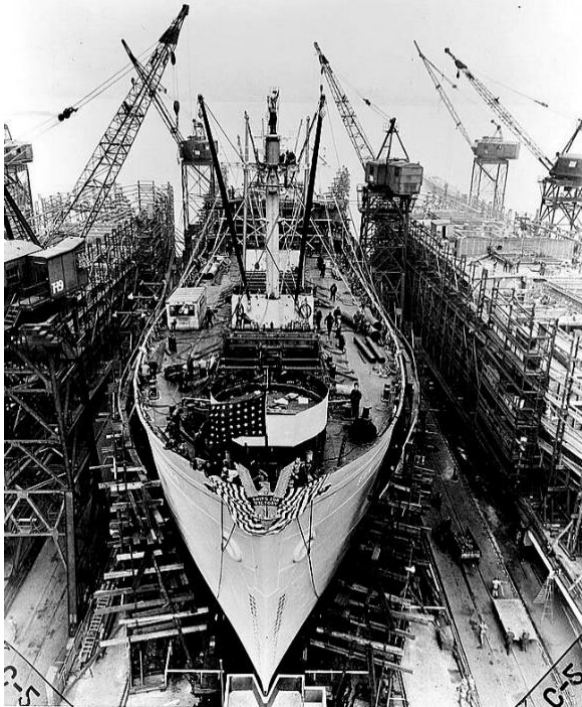


dag 10, het onderdek is bijna klaar en midscheeps is het bovendek al klaar



dag 14, het bovendek is af, evenals het achterdek

< dag 24, klaar voor de tewaterlating



Op 7 november 1942 begon de werf aan een stunt. Een Liberty schip bouwen in vijf dagen. Alles lag al klaar en iedereen die niet noodzakelijk was, moest bij de scheepshelling vandaan blijven, om niet te storen. Het schip, de *Robert E. Peary*, was in 4 dagen en 15 uur klaar!

Dit was een eenmalige gebeurtenis, want het had teveel invloed op de rest van de werf. Gemiddeld kwamen er elke drie dagen twee schepen van de hellingen.

De vroege Liberty schepen hadden een probleem. Ze braken soms spontaan doormidden. Aanvankelijk verdacht men de lassen en mogelijk slordigheden bij de arbeiders. Onderzoek toonde echter aan dat het metaal te bros was. Het probleem werd verergerd door het koude water op de Noordelijke Atlantische Oceaan. De scheuren in de metalen platen verspreidden zich

snel, juist omdat de platen gelast waren en niet met klinknagels bevestigd. De oplossing was om hier en daar verstevigingen aan te brengen en de hoeken van luiken niet gelijk te laten vallen met lasnaden want juist daar werd de spanning in het metaal geconcentreerd. En we moeten niet vergeten dat de schepen vaak zwaarder beladen waren dan toegestaan.

Er zijn in totaal 2710 Liberty schepen gebouwd. Na de oorlog vonden de Liberty schepen hun weg naar de rederijen van vrachtaart, waar ze nog lang gebruikt werden. Ook werden schepen soms nog verlengd, om meer vracht te kunnen meenemen.

Er zijn nog twee Liberty schepen operationeel als varende museumschip. De *SS Jeremiah O'Brien* (San Francisco) en de *SS John W. Brown* (Maryland). De 'SS Hellas Liberty' in Piraeus, Griekenland vaart niet meer maar is een drijvend museum geworden.

Dus die massaproductie had geen gevolgen voor de levensduur van de schepen die met een 'wegwerp' idee in het achterhoofd waren gebouwd.

De 'methode Kaiser' -of eigenlijk werken zoals in de auto-industrie- kreeg navolging. De onderzeeërs van de Gato klasse waren de standaard van de Amerikanen, in 1941. Vanwege de oorlog in de Pacific waren er snel heel veel nodig om de Japanse koopvaardij schepen te torpederen. Op zeker moment werden ze ook gebouwd volgens de principes van de massaproductie. Op het laatst rolde er een in de 8 dagen van de helling. Ze zijn overigens niet bij Kaiser gebouwd.

Meteen na de Japanse aanval op Pearl Harbor ontstond er een tekort aan vliegdekschepen. De grote vliegdekschepen met zo'n 60-70 vliegtuigen aan boord kostten jaren om te bouwen. Kaiser had een idee, namelijk het bouwen van kleinere vliegdekschepen, de zogenaamde 'escort' vliegdekschepen met 20 vliegtuigen aan boord en een lichte bewapening. De Amerikaanse marine was er op tegen dat Kaiser ze zou bouwen. Kaiser nam contact op met de president en toen kon hij er 50 bouwen. Korte lijntjes dus...

De Britten hadden behoefte aan een vrachtschip dat met de boeg een strand kon opvaren. Met een vlakke kiel, zodat het schip niet kapseisde bij de landing. Dit werd het Landing Ship Tank (LST) en kon 18 Sherman tanks vervoeren. Ze werden net als de Liberty schepen opgebouwd uit modules door Kaiser shipyards en andere werven. Er zijn in totaal 1.051 LST's gebouwd.

Voertuigen

De auto industrie was verantwoordelijk voor al het rijdend materieel. Merken zoals Ford, Dodge en Mack bestaan nog steeds, maar White, Autocar, Brockway, Diamond en Ward la France zijn al lang verdwenen.

Meestal werden plannen voor voertuigen gemaakt op basis van specificaties, waarna een prototype werd gebouwd. Voor een klein *general purpose* voertuig, of *GP* (uitgesproken als *jeep*) leverde American Bantam een heel bruikbaar ontwerp. Maar Bantam was een klein bedrijf, dus de wagen werd vooral gebouwd door Willys Overland en Ford. Totaal 660.000 stuks.

De bekende GMC truck was een ontwerp van het kleine 'Yellow Truck and Coach' voor een 2,5 ton truck. Dat lijkt weinig, maar het gaat wel om het vervoer van 2,5 ton in ruw terrein. Het moederbedrijf General Motors produceerde er 550.000. Dezelfde wagen maar dan "met een bootje eromheen" werd het beroemde DUKW 353 amfibievoertuig, waarvan er ruim 21.000 zijn geproduceerd.



Higgins boot

Sommige Amerikaanse burgers dachten ook goed na over de oorlog en kwamen vaak met bruikbare ideeën. Andrew Jackson Higgins was zo iemand. Hij was een schoolverlater, net als Henry Kaiser. Na twaalf ambachten en dertien ongelukken kwam hij terecht in de houthandel en de houtindustrie. Hij kocht in de buurt van New Orleans een perceel met bomen, maar dat lag in een moeras. Het water was erg ondiep en daarom moest hij het hout en de arbeiders per boot vervoeren. Hij ontwierp in

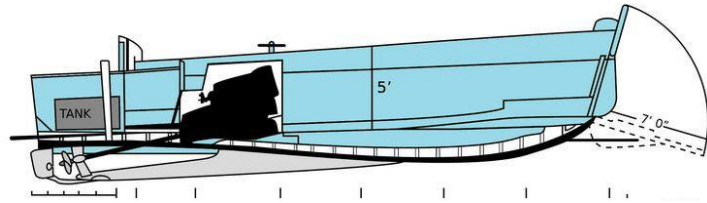
1926 de 'Eureka', een boot die in ondiep water kon varen.

De propeller moest beschermd worden en Higgins nam de tunnelboot als voorbeeld. Daarin draait de propeller in een buis.

Higgins gebruikte een halve tunnel,

dus in feite een open tunnel. De houten boot had aan de voorkant een boeg die leek op de snavel van een lepelaar. Daardoor ontstonden er luchtballen in het water, die in feite als een soort kogellager werkten. De wrijving tussen het water en de boot werd daardoor minder. De propeller moet in water werken dat vrij is van luchtballen, om cavitatie te voorkomen. Dat werd bereikt door de vorm van het achterste deel van de tunnel.

De boot was ontworpen voor gebruik door Higgins zelf, maar was ook geliefd bij de pelsjagers en de olie-industrie. En niet te vergeten bij de dranksmokkelaars tijdens de Drooglegging in Amerika, (1923-1931).



Higgins ontwikkelde uit de Eureka de LCVP's (Landing Craft Vehicle, Personnel). Die boten speelden een belangrijke rol bij o.a. de landingen op de kusten van Normandië, Guadalcanal, Noord-Afrika en Leyte. De Amerikaanse mariniers hadden interesse in de LCVP van Higgins, evenals de Amerikaanse Navy, maar deze kon het niet eens worden over de prijs. Bovendien bezat de Navy zelf een ontwerpafdeling, the Bureau of Ships en die had de voorkeur, ondanks dat hun ontwerpen niet zo goed waren als die van Higgins. Sommige Navy boten waren zelfs ronduit gevaarlijk.

Het waren weer de Britten die een Amerikaans bedrijf florerend maakten; zij deden een flinke bestelling. Higgins bouwde een fabriek en kort daarna kwam de aanval op Pearl Harbor. De Amerikanen wilden er meteen 1200 hebben en daarna nog veel meer.

De diepgang van de LCVP was achter 60 cm en de boeg stak 90 cm diep. De boot werd aangedreven



door een 224 pk diesel of een 250 pk benzinemotor, die de boot een snelheid van 22 km/h gaven. De boot kon over zandbanken schieten en hard op kusten landen. De LCVP's kwamen vrij gemakkelijk weer los en konden ook heel korte bochten draaien.

De soldaten waren enthousiast over deze superieure boten die heel veel levens hebben gered tijdens de landingen. Uiteindelijk zijn er 14.400 gebouwd. Higgins verzorgde zelf de opleidingen voor de LCVP stuurlieden en technici, wat ook veel levens heeft gespaard.

Een andere belangrijke boot van Higgins was de 24 m lange PT, een patrouille torpedoboot. Ook deze was van hout gebouwd en had de fenomenale snelheid van 75 km/h. Er werden ongeveer 200 stuks gebouwd.

Higgins bouwde ook stalen boten. De LCM (Landing Craft Mechanized) bijvoorbeeld. Dit was een vaartuig van 15,2 bij 4,3 m dat zorgde voor het vervoer tussen vrachtschepen en de kust. De LCM kon zelfs een tank vervoeren, vandaar dat het aanvankelijk ook wel 'tanklighter' werd genoemd. Higgins produceerde 8.600 LCM's.

Higgins Industries groeide uit tot een groot bedrijf. Hij begon net voor de Tweede Wereldoorlog met 75 mensen, maar in 1943 waren dat er al 20.000. Hij was een goede baas, die zijn werknemers goed betaalde en behandelde. Hij was de eerste die in zijn fabrieken een geïntegreerd personeelsbestand had: mannen, vrouwen, Afrikaans Amerikaanse mensen en blanken werkten naast elkaar.

Alleen al voor de LCVP's waren er vier productielijnen in een 200 meter lang gebouw. In totaal waren er zeven Higgins bedrijven in en rond New Orleans. Ze maakten ruim 70 verschillende producten, waaronder plastics, motoren, koolstof onderdelen voor het Manhattan Project (de atoombom), reddingsboten die vanuit een B-17 bommenwerper konden worden losgelaten, delen voor de gliders zoals de WACO, afwerpbare brandstoftanks voor vliegtuigen en nog veel meer. Higgins kon snel schakelen en produceren.

Door al zijn activiteiten werd Higgins 'de Henry Kaiser van het zuiden' genoemd.

Vliegtuigen

Uiteraard bouwden de bestaande vliegtuigfabrieken hun eigen ontwerpen. Als de eigen productie niet toereikend was, kon men de fabriek uitbreiden of de productie uitbesteden. Dat gebeurde dan vaak aan de auto industrie.

De Douglas Aircraft Company, opgericht in 1921, bouwde in 1934 een van de eerste geheel metalen verkeersvliegtuigen, de DC-2, gevolgd door de DC-3, die nauwelijks groter was, maar wel een ruime ronde romp had. Dit werd het verkeersvliegtuig dat vliegen voorgoed veranderde. De militairen waren geïnteresseerd in een vrachttuitvoering van de DC-3. Met twee vrachtdooren en een gestripte cabine werd dit de C-47 'Skytrain', met de 'C' van *cargo*. De Britten noemden dit vliegtuig 'Dakota'. Het toestel kon 3 ton vracht vervoeren of 18 volledig bepakte parachutisten. Er zijn er ruim 16.000 gebouwd, waaronder bijna 2000 voor de Britten. Hiervoor bouwde Douglas bij Oklahoma de toen grootste vliegtuigfabriek ter wereld, ruim een kilometer lang. Op het hoogtepunt werkten er 30.000 mensen. Later werd daar ook de viermotorige C-54 'Skymaster' gebouwd.

Doorgaans leverde de auto industrie vliegtuig halffabricaten die naar de eindassemblagelijnen werden vervoerd. Ford werd ook betrokken bij

de bouw van uiteindelijk 18.493 Consolidated B-24 'Liberator' bommenwerpers. Consolidated had een verouderde manier van werken, kris kras door elkaar en een deel van de montage vond plaats in de open lucht. Ford werd gevraagd om bij te springen, maar dan wilden ze wel het hele toestel bouwen. Dat was een heel grote opgave, want een auto had zo'n 15.000 onderdelen, maar een B-24 bijna een half miljoen. En dan nog 300.000



klinknagels in tientallen maten. Het Army Air Corps wilde er eind 1942 al 2400 hebben. Ford bouwde een fabriek bij Willow Run, 526 hectare groot. Maar de productie kwam traag op gang. De stalen matrijzen in de fabriek waren wel geschikt voor staalplaat, zoals gebruikelijk bij Ford, maar de veel hardere aluminium platen raakten beschadigd. De luchtvaartindustrie gebruikt mallen van rubber of zachte metalen. Alle matrijzen moesten opnieuw gemaakt worden. In de aanloop van de productie waren er honderden kleine modificaties, noodzakelijk om de bemanningen boven vijandelijk gebied een grotere kans op overleven te geven. Maar dat had weer tot gevolg dat er nieuwe matrijzen moesten komen en andere instellingen van de machine tools. Er was dus nooit een moment dat een ontwerp eens 'bevroren' was. En van hogerhand moesten de aanpassingen meteen opgenomen worden.

Er was een chronisch tekort aan arbeiders, omdat Willow Run op een afgelegen plek gebouwd was. Al met al bedroeg de productie eind 1942 slechts 57 stuks.

Bill Knudsen bezocht de fabriek, liet zich rondleiden en verbaasde zich. De fabriek was in feite verkeerd ingericht. De eind assemblage en de productie van halffabricaten liep door elkaar, met als gevolg veel onnodig transport. Hij raadde Ford aan om een deel van de halffabricaten uit te besteden. Hiermee was tevens het probleem van te weinig mankracht verkleind.

Wat de productie ook ophield, waren de veranderingen aan de toestellen. Tijdens die modificaties lag het werk stil. Knudsen koos voor bevrozing van het ontwerp om daarna de toestellen meteen vanuit de fabriek naar modificatie stations te vliegen En het werkte. In oktober 1943 lag de productie op 300 per maand. Bij een nieuw schema van Bill Knudsen, waarbij alle halffabricaten werden uitbesteed, lag de productie op 500 per maand. In Willow Run werd ruim de helft van alle B-24's gebouwd.

We can Do it

Dit is een van de mooiste Amerikaanse propagandaposters.



Net als in Groot Brittannië werden er veel fabrieksarbeiders gerekruteerd voor het leger. Met posters zoals hierboven van Westinghouse werden vrouwen opgeroepen om hun plaats in te nemen. En dat had resultaat. Het aantal vrouwen in de fabrieken bedroeg op zeker moment 6 miljoen. In 1945 werkte een op elke vier getrouwde vrouwen in een fabriek.

De dames deden hun werk goed en secuur en er ging een nieuwe wereld voor ze open.

Na afloop van de oorlog moesten de banen weer beschikbaar zijn voor de terugkerende soldaten.

De poster werd gemaakt door J. Howard Miller en de dame die model stond is Naomi Parker (1921-2018), op de foto staat zij aan de freesbank. Dus helemaal geen 'Rosie the Riveter', zoals deze poster vaak werd genoemd, naar de dames die de honderdduizenden klinknagels voor de vliegtuigen bevestigden.

Tot slot: ik heb weinig geschreven over de Britse en Amerikaanse Marine. Het bouwen van grote oorlogsschepen ging op de klassieke manier, maar voor de uitrusting en de vele vliegtuigen voor de vliegdekschepen werd er uiteraard wel een beroep gedaan op de massaproductie.

Bij de massaproductie werd vooral veel gebruik gemaakt van halffabricaten. Dat maakte een wereld van verschil in zowel de vliegtuigindustrie als de scheepsbouw.

Vrede

Op 8 mei 1945 gaven de Duitsers zich over (VE-day) en was de oorlog in Europa afgelopen. De productie in Groot-Brittannië stopte abrupt. Op VJ-day (15 augustus 1945) gaven de Japanners zich over en was ook de oorlog in de Grote Oceaan afgelopen. Daarna kwam ook de Amerikaanse oorlogsproductie ten einde.

Aan de oorlog hing een flink prijskaartje. De financiering om de oorlog te betalen kwam voornamelijk door te lenen van het Amerikaanse volk. Dat kon door de verkoop van oorlogsobligaties, of warbonds, waarmee ongeveer \$ 50 miljard dollar werd opgehaald. Nog eens \$ 150 miljard kwam van financiële instellingen. En uiteraard waren er de gebruikelijke belastingen.

Het materieel dat de Amerikanen via Lend Lease aan de bondgenoten uitleende had een waarde \$ 50 miljard (nu ongeveer \$ 565 miljard), waarvan \$ 31,4 miljard voor de Britten. En dan te bedenken dat die \$ 50 miljard maar 17% van de totale kosten voor de USA betrof.

Volgens de Lend Lease wet mocht het materieel gebruikt worden tot het werd teruggegeven of vernietigd. Er werd weinig teruggegeven. Leveringen aan de Britten na de afloop van de oorlog moesten wel betaald worden, maar door hoge kortingen bedroeg dat 'slechts' \$ 1 miljard.

De Britten hadden na de oorlog hun rijkdom verloren en raakten daarna ook hun koloniën kwijt. Het 'Great' van 'Great Britain' kon geschrapt worden. Bovendien duurde de Britse rantsoenering nog tot mei 1950. Na de oorlog ging het bergafwaarts met het land. In de jaren 1970 was het Verenigd Koninkrijk 'de zieke man' van Europa, mede door de twee oliecrises, lage productie en verouderde industrie, arbeidsconflicten, sterke vakbonden en hoge overheidsuitgaven.

De door velen gevreesde Amerikaanse recessie na 1945 bleef uit. Integendeel zelfs, het ging de Amerikanen heel goed.

En Bill Knudsen? Deze 'Gentle Giant' overleed op 27 april 1948 op 69-jarige leeftijd

3 Duitsland

Duitsland en Japan hebben in feite alle oorlogsellende veroorzaakt. Hieronder belicht ik alleen de Duitse oorlogsproductie.

Na de Eerste Wereldoorlog werd het de Duitsers verboden om militaire vliegtuigen te bouwen -en ook grote vliegtuigen. Dus werden er alleen verkenningsvliegtuigen en middelgrote



passagiersvliegtuigen gebouwd. De meeste werden getest vanaf Russische vliegvelden. Zo bouwden de Duitsers in het geheim een luchtvloot op die met weinig veranderingen ook militair ingezet kon worden. Het Heinkel passagiersvliegtuig werd bijvoorbeeld de He-111 bommenwerper. Toen de Nazi's aan de macht kwamen werd de opkomst van de Duitse Luftwaffe steeds duidelijker.

Hermann Göring gaat het Luchtvaartministerie leiden. Er is weinig

wetenschappelijke kennis bij dat ministerie en dus wordt de luchtvaartindustrie aangestuurd door mensen die er eigenlijk geen verstand van hebben.

Niet elke vliegtuigbouwer is daar blij mee. Hugo Junkers protesteert en het gevolg is, dat zijn fabriek wordt overgenomen door de Nazi's die er weinig van terecht brengen. Er zijn wel enorme sommen geld te verdelen onder de vliegtuigfabrieken. Maar helaas is dat geen echt geld, maar bijgedrukt geld.

Iedereen met een opvallend idee kan subsidie krijgen en daarmee een mooi maar nutteloos vliegtuig ontwerpen, bouwen en testen.

Er wordt in steeds grotere openheid aan de Duitse luchtvloot gewerkt. In 1939 is de Duitse productie groter dan die van de USA en Engeland samen. Met 4000 vliegtuigen is de Luftwaffe de grootste luchtmacht ter wereld. De voormalige geallieerde landen staan erbij en kijken er naar...

Bij de Duitse inval in Polen, september 1939, laat de Luftwaffe met Stuka bommenwerpers en jachtvliegtuigen zien waartoe ze in staat is. De Duitse piloten zijn goed getraind in de Spaanse Burgeroorlog en overrompelen het land. Vanaf april 1940 valt Duitsland Noorwegen, Denemarken, Nederland, België en Frankrijk binnen. Engeland wordt bedreigd door de Luftwaffe maar wint de eerste slag, de slag om Engeland.

Duitsland verloor veel vliegtuigen, mede omdat ze geen reparatiedienst hadden. Vliegtuigen die met weinig moeite weer de lucht ingebracht hadden kunnen worden werden niet ter plekke gerepareerd, maar naar de fabriek vervoerd, waar men het al druk genoeg had.

Het aanvullen van de verliezen ging langzaam.

Dat had alles te maken met de traditionele manier van produceren. De Duitse industrie werkte met vaklieden die vaak een langdurige opleiding hadden genoten. De Nazi's idealiseerden deze werkwijze ook. Handwerk werd hogelijk gewaardeerd. Maar de productie was op deze wijze laag.

Duitsland verloor zoals gezegd, de Slag om Engeland. Dat kostte hen daarbij 1700 vliegtuigen en die konden niet zo snel aangevuld worden, mede door hun trage productie methoden.

De Britten konden hun verliezen, die veel lager waren dan die van de Duitsers, met moeite aanvullen. Pas in de loop van 1940 haalden ze de achterstand in en produceerden al snel veel meer dan de Duitsers.

Als een Duitse vliegtuigfabriek een contract kreeg dat eigenlijk om massaproductie vroeg, waren er te weinig bekwame vaklieden beschikbaar. En overall weigerde men om de Amerikaanse methode van massaproductie over te nemen. De Amerikaanse fabrieken waren toch immers 'in handen van kapitalisten, dus Joden?'

Wat de Duitsers ook niet hielp is het feit dat het vaak niet ging om wat je wist, maar wie je kende. Vriendjespolitiek dus. Zo deelde Ernst Udet, de Duitse luchtheld uit de Eerste Wereldoorlog contracten uit zonder eerst een aanbesteding te doen. En hij maakte de bouwers van bommenwerpers dol, met het bevel dat elke bommenwerper ook meteen een duikbommenwerper moest zijn. Dit vroeg om herontwerpen en dus vertraging.

Door het systeem van vriendjespolitiek en de voortdurende angst om op een zijspoor gezet te worden kon dit rare systeem in stand gehouden worden. Een systeem van specificaties opstellen en de industrie uitnodigen om met plannen te komen, zoals dat in bijvoorbeeld de U.S.A. en Groot-Brittannië gebruikelijk was, zou veel beter gewerkt hebben. Maar dat hebben ze -gelukkig voor ons- niet gedaan...



Op zeker moment wordt veldmaarschalk Erhard Milch verantwoordelijk voor het opzetten van een fabriek voor massaproductie en die wordt veel groter dan de Amerikaanse in Willow Run. Maar helaas voor de Duitsers, de fabriek zou nooit geopend worden. De Nazi's krijgen het Amerikaanse productiesysteem niet onder de knie. Men zet weer vaklieden in en geen ongeschoolde werklieden in een aangepast systeem.

De oorlog aan het Oostfront zuigt bovendien veel jongens op die daardoor niet meer beschikbaar zijn voor fabrieken. De Nazi's lossen dat op door dwangarbeid in te voeren. Dwangarbeiders in de concentratiekampen worden aan het werk gezet, maar zijn te hongerig en te zwak om iets te presteren. Waar mogelijk worden de producten wel gesaboteerd en dat is riskant want er staat de doodstraf op.

De onophoudelijke geallieerde bombardementen op de Duitse industrie doen hun werk goed en het gebrek aan grondstoffen begint een groot probleem te worden. De voor de oorlog aangelegde voorraden van strategische materialen zoals chroom en aluminium beginnen op te raken. Het vervoer tussen de fabrieken wordt lamgelegd door bombardementen.

De Duitse fabrieken worden opgedeeld en die delen worden ondergebracht in bossen en ondergrondse fabrieken -in de bergen. In 1944 lukt het de Duitsers toch nog om 29.000 gevechtsvliegtuigen te produceren, maar inmiddels zijn er bijna geen piloten meer om erin te vliegen.



Het bovenstaande gaat vooral over vliegtuigen. Die vormen meer dan 50% van de oorlogsproductie. Natuurlijk waren er ook de Krupp kanonnen, de tanks, Opel vrachtwagens, de V1 vliegende bom, de V2 raket en allerlei ander oorlogsmaterieel. Maar als er vliegtuigen worden neergeschoten dan gaat er ook meteen veel oorlogsproductie verloren, in de vorm van manuren. Als er in een tankslag een aantal tanks wordt uitgeschakeld, dan heeft dit veel minder impact op

de totale oorlogsproductie.

Oorlog tussen fabrieken

Productie is in elke oorlog belangrijk. Het land dat meer kan produceren dan de tegenpartij zal altijd winnen. Dat was al zo in de Amerikaanse Burgeroorlog en geldt nog meer sinds de Eerste Wereldoorlog, die bijna begon als een Napoleontische oorlog maar veranderde in een moderne oorlog, met vliegtuigen, tanks, mitrailleurs, strijdgassen en andere vreselijke middelen.

Tegenwoordig gaat de strijd dus eigenlijk tussen fabrieken, waarbij we wel moeten bedenken dat de grondstoffen beschikbaar moeten zijn. En als dat niet zo is, dan moet je ze zelf maken als het kan. Zo stapten de Amerikanen in de Tweede Wereldoorlog door gebrek aan natuurrubber voor autobanden over op synthetische rubber, met als grondstof aardolie. De Duitsers maakten synthetische benzine uit steenkool.

De totale geallieerde vliegtuigproductie bedroeg in de Tweede Wereldoorlog 600.000, die van Duitsland 120.000. De Nazi's moesten de oorlog vroeger of later wel verliezen...

Hans Walrecht

link luchtvaart, WO2 gerelateerd en militaire voertuigen: <http://www.hansonline.eu/artikelen/>
laatste revisie: januari 2026