

Vaktheorie Lasopleiding: NIL-1 BMBE & Corrosievast Staal

1. Inleiding

Booglassen met Beklede Elektrode (BMBE), internationaal ook wel bekend als *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) of *Manual Metal Arc* (MMA), is een van de oudste en meest flexibele smeltlasprocessen. Binnen de MBO Niveau 2 BBL-opleiding vormt dit proces een fundamentele stap voor je handvaardigheid. Omdat de bescherming van de las volledig uit de elektrodebekleding komt, is er geen externe gasfles of draadaanvoerkast nodig. Dit maakt BMBE uitermate geschikt voor montagewerk buiten en ruwere constructies in de praktijk.

2. Principe van het booglassen met beklede elektrode

Het basisprincipe rust op het creëren van een intense elektrische vlamboog tussen de metalen kerndraad van de elektrode en het werkstuk.

- **De Vlamboog:** Zodra de elektrode het werkstuk kortstondig raakt (strijken of tikken) en iets wordt teruggetrokken, ontstaat de boog. De boog genereert temperaturen tot ca. 6000 °C, waardoor zowel de kerndraad als de laszones van het basismateriaal smelten.
 - **Functie van de Bekleding:** Tijdens het smelten van de elektrode verbrandt de bekleding. Dit vormt een beschermende gaswolk rondom de boog en het vloeibare lasbad, waardoor zuurstof en stikstof uit de buitenlucht geen kans krijgen om het staal te vervuilen.
 - **De Slaklaag:** De gesmolten bekleding drijft bovenop het lasbad als vloeibare slak. Bij het afkoelen stolt deze slak sneller dan het staal. Dit isoleert de lasnaad tegen te snelle afkoeling en beschermt de warme lasrups tegen oxidatie. De slak moet na elke laslaag met een bikhamer en staalborstel volledig worden verwijderd.
-

3. Apparatuur

De lasuitrusting voor BMBE is technisch relatief eenvoudig maar uiterst robuust:

- **De Lasstroombron (Inverter of Transformator):** Zet de netspanning om in een bruikbare lasspanning. Voor BMBE gebruiken we een stroombron met een **vallende stroombronkarakteristiek** (stroomregeling). Dit zorgt ervoor dat bij een kleine variatie in de booglengte (handbeweging van de lasser) de ingestelde stroomsterkte (Ampères) nagenoeg constant blijft.

- **Laskabels:** Een dikke, flexibele koperen laskabel naar de **elektrodehouder** (waarin de elektrode onder een hoek wordt geklemd) en een kabel naar de **werkstukkleem (aardklem)**.
 - **Hulpgereedschappen:** Een bikhamer voor het wegslaan van de slaklaag en een stalen handborstel om de lasnaad glanzend schoon te borstelen.
-

4. Procesvariabelen

Als BMBE-lasser heb je direct invloed op de laskwaliteit door vier variabelen nauwkeurig te beheersen:

- **Stroomsterkte (Ampère):** Dit is de belangrijkste machine-instelling. Te weinig Ampère geeft een onstabiele boog en plakfouten; te veel Ampère leidt tot een te vloeibaar lasbad, spatten en randinkerving.
 - **Booglengte:** De afstand tussen de punt van de kerndraad en het werkstuk. De vuistregel is: *Booglengte is gelijk aan de diameter van de kerndraad*. Bij een te lange boog hoor je een knetterend geluid en verlies je de gasbescherming, wat porositeit veroorzaakt.
 - **Lassnelheid:** De snelheid waarmee je de elektrode voortbeweegt. Beweeg je te snel, dan wordt de lasrups te dun en ontstaat er onvoldoende inbranding. Beweeg je te langzaam, dan bouwt het lasmetaal zich te hoog op en loopt de slak vóór het lasbad uit (slakinsluiting).
 - **Elektrodehoek:** De elektrode wordt doorgaans **slepend** voortbewogen onder een hoek van 70° tot 80° ten opzichte van de lasrichting. Hiermee blaas je de vloeibare slak effectief *achter* het lasbad, zodat het niet ingesloten raakt.
-

5. De beklede elektrode

De elektrode bestaat uit een metalen kerndraad (die dient als geleider en toevoegmateriaal) en een bekleding. Op NIL-1 niveau werk je voornamelijk met de twee belangrijkste hoofdtypen bekledingen:

A. Rutiel-elektroden (NIL-code: R)

- **Kenmerken:** Bevatten veel titaandioxide. Dit type elektrode ontsteekt zeer gemakkelijk en de boog brandt rustig en stabiel.
- **Laseigenschappen:** Geeft een zeer glad lasoppervlak met een fijne lastekening. De slak is na afloop heel eenvoudig (vaak in één keer) te lossen of fietst er vanzelf af.

- **Toepassing:** Ideaal voor algemeen constructiewerk, hechten en dunner plaatwerk in de PA/PB posities.

B. Basische elektroden (NIL-code: B)

- **Kenmerken:** Bevatten calciumcarbonaat en fluoriet. Deze elektroden zijn hygroscopisch (trekken vocht aan) en moeten voor gebruik altijd worden drooggebakken in een speciale lasoven om waterstof uit de bekleding te verwijderen.
- **Laseigenschappen:** De boog brandt feller en de slak is compacter en lastiger te verwijderen. Het lasoppervlak oogt ruwer.
- **Toepassing:** Levert lasmetaal met een zeer hoge mechanische sterkte en kerftaaiheid. Wordt verplicht voorgeschreven bij zware, dynamisch belaste constructies, dikwandige pijpen en bij koudere temperaturen om brosse breuk te voorkomen.

6. Onvolkomenheden bij het lassen met beklede elektrode

Tijdens je NIL-1 beoordeling let de examiner scherp op de afwezigheid van lasfouten. De drie meest voorkomende fouten bij BMBE zijn:

1. **Slakinsluitingen:** Vloeibare slak die ingesloten raakt in het gestolde lasmetaal. **Oorzaak:** De slak van de vorige laslaag is niet goed weggebikt, of de elektrodehoek was te stekend waardoor de slak vóór het lasbad liep.
2. **Randinkerving (Undercut):** Een smalle groef in het basismateriaal direct langs de teen van de las. **Oorzaak:** Een te hoge stroomsterkte (te veel Ampères) of een te lange booglengte waardoor de boog het basismateriaal wegvreet zonder het op te vullen.
3. **Porositeit (Slakgaatjes):** Gasbellen die vastzitten in de lasrups. **Oorzaak:** Lassen met een te lange boog, lassen op een vochtig of roestig werkstuk, of het gebruik van vochtige basische elektroden.

7. Niet-destructief onderzoek van eigen werkstuk

Als lasser ben je zelf de eerste kwaliteitscontroleur. Voordat je een proefplaat inlevert bij de Gilde-lasdocent, voer je twee stappen van Niet-Destructief Onderzoek (NDO) uit:

- **Visueel Onderzoek (VT - Visual Testing):** Je controleert de lasrups kritisch met een lasnaadmeter. Je meet de **a-hoogte** en controleert of de lasrups een regelmatige breedte en hoogte heeft zonder zichtbare kraters of randinkervingen.

- **Penetrant Onderzoek (PT - Dye Penetrant Testing):** Om fijne haarscheurtjes aan het oppervlak te ontdekken die je met het blote oog mist.
 1. Smeer of spuit de las in met een felrode penetrantvloeistof en laat dit 10 minuten intrekken.
 2. Was het oppervlak grondig schoon met een cleaner zodat er alleen rode vloeistof achterblijft in de eventuele scheuren.
 3. Spuit een witte ontwikkelaar over de las. De ontwikkelaar trekt de rode vloeistof als een spons uit de scheur omhoog, waardoor er een felle rode streep op de witte achtergrond verschijnt.
-

8. Corrosievast staal (Aanzet naar NIL-2)

In het verlengde van je Niveau 2 opleiding maak je alvast kennis met de theorie van **Corrosievast Staal (RVS)**, wat de basis vormt voor een eventueel NIL-2 vervolgtraject.

- **Legeringselementen:** RVS is een staallegering die minimaal **10,5% Chroom (Cr)** bevat. Vaak wordt hier ook **Nikkel (Ni)** aan toegevoegd (zoals bij de bekende RVS-kwaliteit 304 of 316).
 - **De Passiveringslaag:** Het chroom reageert met de zuurstof uit de lucht en vormt een onzichtbare, microscopisch dunne laag chroomoxide. Deze laag sluit het onderliggende ijzer volledig af. Als het materiaal krast, herstelt deze passieve laag zichzelf direct.
 - **Gedrag bij het lassen:** RVS heeft een lagere warmtegeleidingscoëfficiënt en een hogere uitzettingscoëfficiënt dan normaal constructiestaal (S235). Dit betekent dat de hitte veel langer op de lasplek blijft hangen en dat het materiaal **veel sterker krimpt en vervormt**.
 - **Backinggas / Formeergas:** Bij het doorlassen van RVS buizen of platen moet de achterzijde van de lasnaad 100% worden beschermd met een inert gas (meestal Argon of Stikstofmengsel), het zogeheten formeergas. Gebeurt dit niet, dan verbrandt de achterzijde van de las door de hitte in combinatie met zuurstof. Dit fenomeen noemen we in de praktijk '**bloemkoolvorming**', waardoor de corrosiebestendigheid volledig verloren gaat.
-

Hoofdstuk 9: Praktijkberekening Elektrode-Amperage

 **Richtlijn Amperage Berekenen voor BMBE**

Bij het lassen van je NIL-1 proefplaten (plaatdikte 6 mm) moet je het juiste amperage op de inverter instellen op basis van de gekozen elektrodediameter.

- **Algemene Vuistregel:** Per millimeter diameter van de kerndraad van de elektrode heb je ongeveer **35 tot 40 Ampère** lasstroom nodig.

Rekenvoorbeeld 1: Elektrode Ø 2,5 mm (Rutiel)

$$\text{Minimaal Amperage} = 2,5 \times 35 = 87,5 \text{ A}$$

$$\text{Maximaal Amperage} = 2,5 \times 40 = 100 \text{ A}$$

Praktijkinstelling op school: ca. **90 Ampère** voor een stabiele hoeklas (PB).

Rekenvoorbeeld 2: Elektrode Ø 3,25 mm (Basisch)

$$\text{Minimaal Amperage} = 3,25 \times 35 = 113,75 \text{ A}$$

$$\text{Maximaal Amperage} = 3,25 \times 40 = 130 \text{ A}$$

Praktijkinstelling op school: ca. **120 Ampère** voor een diepe doorlassing onder de hand (PA).

Hoofdstuk 10: Checklist NIL-1 Proefplaat Controle

Gebruik deze checklist voor de visuele eindbeoordeling van jouw NIL-1 proefstukken.

Inspectiepunt	NIL-1 Toelaatbare Norm	Meetmethode	Akkoord? (J/N)
1. Lasdikte (a-hoogte)	Exact gelijk aan de op de WPS geëiste dikte (bijv. a4 = 4 mm).	Lasnaadmeter / Lasmal	
2. Randinkerving	Maximaal 0,5 mm diep over een zeer korte lengte. Geen doorlopende groeven.	Visueel & voelen met kraspen	
3. Eindkrater	Volledig opgevuld. Geen kraterscheuren aanwezig aan het einde van de rups.	Visueel met loep	
4. Slakvrij	100% vrij van laslak. Ook in de overgangszones tussen las en basismateriaal.	Controle met staalborstel	

5. Lasspatten	Volledig verwijderd van de proefplaten.	Controle met steekbeitel	
----------------------	---	--------------------------	--

 **Eindresultaat Documentatie Blok 3**

De complete vakkennis en procesvariabelen voor de opleiding **NIL-1 Booglassen met Beklede Elektrode (BMBE)** en de introductie tot **Corrosievast staal (RVS)** zijn hiermee vakkundig uitgewerkt en klaargezet voor jouw officiële MBO Niveau 2 BBL-verslaglegging.

Dit document staat nu ook volledig voor je klaar om in Word te plakken. Gaan we direct door met de theorie voor **Blok 4**, of wil je dat we een specifiek onderdeel (zoals de **lasstroominstellingen voor afwijkende lasposities**) nog verder in detail uitdiepen? Laat het maar weten!