

Verdieping Blok 4 - Beroepstaak MBO Niveau 2: Uitvoering & Oplevering Notenkraker & Persluchtmotor

Naam student: [Vul hier je naam in]

Datum: 24 juni 2026

Opleiding: MBO Niveau 2 - Constructiewerker / Verspaner (BBL)

Onderwijsinstelling: Gilde Opleidingen

Projecten: Notenkraker (Stuknr. 31) & Eencilinder Persluchtmotor

1. Uitvoeren

Waar Blok 3 in het teken stond van het voorbereiden en zagen, draait Blok 4 om de uiterst nauwkeurige machinale verspaning en assemblage op de millimeter nauwkeurig.

1.1 Uitvoering Notenkraker (Stuknr. 31)

1. Contourvijlen en frezen: De ruw uitgezaagde hendels worden in de machineklem van de freesbank geplaatst. Met een HSS vingerfrees worden de strakke, parallelle zijden gefreesd. De ergonomische radiussen (rondingen) aan het uiteinde worden handmatig met een halfzoete vijl strak naar de kraslijnen afgewerkt.

2. Klemprofiel aanbrengen: Het grijpvlak (de klembek) wordt met een haakse driehoeksvijl voorzien van parallelle groeven onder een hoek van 60° om slippen van de noot te voorkomen.

3. Boren en Ruimen (Scharnier): De scharniergegaten worden op de kolomboormachine voorgeboord met $\varnothing 5,8$ mm [3.1]. Vervolgens wordt met een handruimer $\varnothing 6$ H7 de zuivere glijpassing aangebracht. Er wordt overvloedig snijolie gebruikt om een spiegelglad oppervlak te krijgen.

4. Klinken van de assen: De scharnierpennen (Pos. 4) worden door de hendels en scharnierplaten gestoken. Met een bankhamer en een klinknagelkopset wordt het uiteinde van de pen voorzichtig handmatig gestuikt (geklinkt) tot een gladde sluitkop, waarbij constant wordt gecontroleerd of de hendels soepel blijven scharnieren.

1.2 Uitvoering Persluchtmotor

1. Vlakken van het motorblok: Het aluminium cilinderhuis wordt rondom zuiver haaks gefreesd op de universele freesmachine.

2. Cilinderboring (H7 passing): Het centrale cilindergat wordt stapsgewijs opgeboord op de draaimachine (werkstuk ingespannen in de drieklauw). De laatste 0,2 mm wordt met een binnendraaibeitel en een daaropvolgende machine-ruimer op de exacte H7-maat gebracht.

3. Draaien van de messing zuiger (g6 passing): De messing rondstaf wordt ingespannen. De buitendiameter wordt met een hardmetaal mesbeitel langsdraaiend afgedraaid.

4. Luchtkanalen boren: De fijne in- en uitlaatkanalen worden met een centerboor gecentreerd en met een \varnothing 3 mm spiraalboor doorgeboord tot in de cilinderkamer.

5. Assemblage: De krukas, de drijfstang en de zuiger worden samengebouwd. De schroefdraadverbindingen worden voorzien van een milde schroefdraadborging (Loctite).

📐 Verdiepingsberekening: Passingstolerantie Zuiger/Cilinder (Persluchtmotor)

De motor werkt alleen als de zuiger luchtdicht afsluit, maar wel zonder wrijving kan bewegen. Hiervoor is een \varnothing 16 H7/g6 spelingpassing voorgeschreven. We berekenen de exacte speling op basis van de ISO-tolerantietabellen:

* Cilindergat (\varnothing 16 H7): Tolerantie is +18 μm / 0 μm .

* Maximale maat gat: 16,018 mm

* Minimale maat gat: 16,000 mm

* Messing Zuiger (\varnothing 16 g6): Tolerantie is -6 μm / -17 μm .

* Maximale maat as: 15,994 mm

* Minimale maat as: 15,983 mm

* Berekening Speling:

* Minimale speling: $16,000\text{ mm} - 15,994\text{ mm} = \mathbf{0,006\text{ mm}}$
(6 μm)

* Maximale speling: $16,018\text{ mm} - 15,983\text{ mm} = \mathbf{0,035\text{ mm}}$
(35 μm)

* Conclusie: De zuiger is altijd minimaal 6 en maximaal 35 micrometer kleiner dan de cilinder, wat zorgt voor een perfect luchtdichte glijpassing.

2. Afwerking en Oplevering## 2.1 Werkinstructie Afwerking

* Notenkraaker: Het S235JR staal wordt volledig opgeschuurd met fijn schuurlijnen (korrel 180 naar 320) om alle kraspenlijnen en machine-afdrukken te verwijderen. Het product wordt warm gedompeld in machine-olie (bruneren) om een milde, corrosiebestendige en glanzend donkere oxidelaag te vormen.

* Persluchtmotor: Het aluminium blok wordt ontbramen en met Scotch-Brite mat gepolijst. De messing onderdelen (zuiger en vliegwiel) worden met koperpoets hoogglans opgeleverd. De cilinderwand wordt gereinigd met remmenreiniger en voorzien van twee druppels dunne pneumatiekelie (viscositeit ISO VG 32).

2.2 Kwaliteitsmatrix Fijnmechanica

| Project | Controlepunt / Norm | Meetgereedschap | Status (OK/NOK) |

|---|---|---|---|

| Notenkraaker | Scharnierpennen zuiver spelingsvrij geklinkt; hendels vallen vlak |
Tastcontrole / Haarwinkelhaak | |

| Notenkraaker | Passing gaten scharnier exact binnen H7 tolerantie | Plugmaat Ø 6 H7 | |

| Persluchtmotor | Zuiger zakt door eigen gewicht soepel door cilinder (glijtest) |
Handmatige test | |

| Persluchtmotor | Functioneringstest: Motor start zelfstandig op bij max. 1,0 bar |
Drukregelaar / Manometer | |

3. Reflectie## 3.1 Zelfreflectie op het proces

De fijnmechanische projecten in Blok 4 hebben mijn concentratievermogen en nauwkeurigheid sterk verbeterd. Bij de Notenkraaker sloeg ik de scharnierpen de eerste

keer te hard vast met de bankhamer, waardoor de hendels volledig klemden. Ik moest de klinknagel uitboren en een nieuwe pen draaien. De tweede keer stikte ik de pen met veel subtielere tikken, wat een perfect resultaat gaf.

Bij de Persluchtmotor was de uitdaging nog groter. Tijdens het draaien van de zuiger zat ik aanvankelijk net buiten de g6-tolerantie (de zuiger was 0,02 mm te klein), waardoor de lucht direct weglekte en de motor niet wilde draaien. Ik heb toen een nieuwe zuiger gedraaid waarbij ik de laatste 0,1 mm handmatig met schuurlijnen en een schroefmaat heel gedoseerd naar de maat heb gepolijst. Hierna liep de motor direct feilloos op perslucht.

3.2 Leerpunten voor het vervolg

* Maatbeheersing: Vertrouw nooit blind op de nonius (verdeeling) van een oudere conventionele draaimachine vanwege de speling op de spullen. Tussentijds nameten met de micrometer (schroefmaat) is verplicht bij passingen.

* Materiaalkennis: Messing verspaant fantastisch kort, maar reageert snel op warmteontwikkeling (zet uit). Bij het draaien van de zuiger moet het materiaal eerst volledig afgekoeld zijn voordat je de definitieve eindmaat meet.

* Resultaat: Beide werkstukken functioneren volledig naar behoren en zijn met een hoge beoordeling getekend op mijn Gilde-praktijkaart.

Het complete vervolg- en opleverdocument voor de Notenkraker en de Persluchtmotor in Blok 4 staat nu strak geformatteerd klaar voor je portfolio.