

# Makerspaces

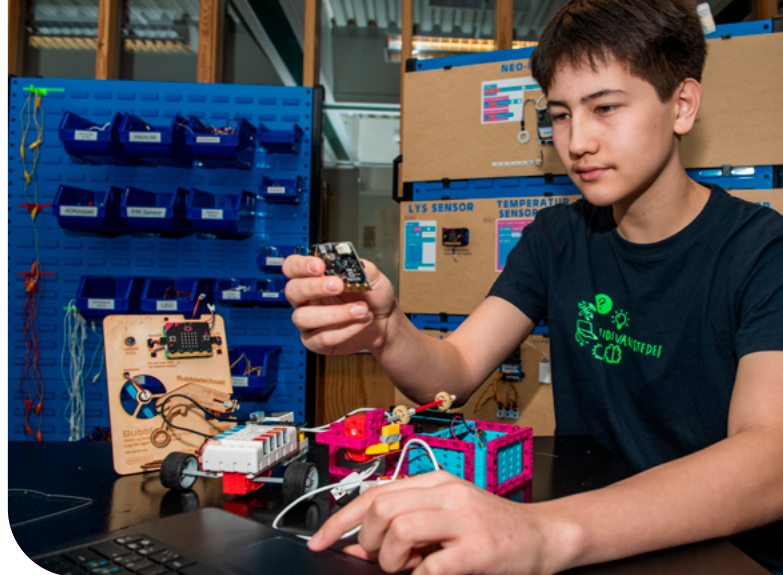
Faktaark fra branchevejledning Når klokken ringer til grundskolen og STX



Branche  
Fællesskab  
Arbejdsmiljø  
Velfærd og Offentlig administration



# Makerspaces



## Udfordringer i makerspaces

Makerspaces eller FabLabs er de mest almindelige betegnelser for de nye læringsrum, som kombinerer maskiner og materialer fra fag som fx Håndværk og design med helt nye typer digitale fabrikationsmaskiner. I de følgende bruger vi betegnelsen Makerspaces. Pædagogisk giver det store muligheder, men i forhold til sikkerhed og arbejdsmiljø er der nogle nye udfordringer, som skolerne skal være opmærksomme på.

1. Teknologierne er nye, og derfor har skolerne ikke så meget erfaring med, hvilke krav de stiller til sikkerhed og arbejdsmiljø. Det samme gælder for nogle af leverandørerne af maskiner, som ikke har erfaring med at levere maskiner og materialer til skoler.
2. De nye teknologier er ikke altid placeret samlet et sted, som vi kan definere som en slags faglokale. Der kan fx stå 3D-printere rundt omkring på skolen på gangarealer og i fællesrum fx i Det pædagogiske læringscenter, PLC.
3. De nye teknologier bruges i dag af mange forskellige faggrupper, som ikke nødvendigvis har den uddannelsesmæssige baggrund i forhold til sikkerhed og arbejdsmiljø, som fx faglærere i Håndværk og design.
4. Der er typisk tale om åbne læringsmiljøer i modsætning til fx Håndværk og design, hvor nogle af sløjdmaskinerne er placeret i aflukkede rum.

## Krav til lokalet afhænger af maskinerne

Kravene til et makerspace afhænger af, hvilke maskiner og materialer, der bliver brugt i det. Det samme gælder kravene til et lokale, hvor der fx står en enlig 3D-printer. På side 89 gennemgår vi de mest almindelige maskiner. Det drejer sig især om nye maskiner, men også om enkelte kendte værktøjer fra Håndværk og design.

## Kemisk risikovurdering

Kravet om udarbejdelse af skriftlige arbejdspladsbrugsanvisninger på kemikalier blev ophævet den 1. juli 2019. Samtidigt blev der indført krav til udarbejdelse af skriftlig kemisk risikovurdering både ved arbejde med farlige kemiske stoffer og materialer og i forbindelse med arbejdsopgaver og processer, hvor der udvikles farlig kemi. I makerspaces drejer det sig især om de stoffer, der udvikles i processer, hvor materialerne bliver opvarmet og i processer, der afgiver støv. Den afhænger typisk af en kombination af egenskaber ved maskinen og ved de materialer, I bruger i maskinen.

Det er ikke nødvendigt at udføre en kemisk risikovurdering, hvis den måde og det omfang, man bliver udsat for kemikaliet, er ubetydelig. Det er ikke nødvendigt at udføre en kemisk risikovurdering, hvis I bruger farlige husholdningskemikalier på samme måde, som de bliver brugt en almindelig husholdning."

### LÆS MERE



Få mere at vide om kemisk risikovurdering hos Arbejdstilsynet og på Kemidatabasen for de gymnasiale uddannelser.

## Procesventilation

Procesventilation er et krav, hvis arbejdsprocessen udvikler luftforurening, der er sundhedsskadelig, eksplosiv eller generende som fx støv eller skadelige dampe.

Krav til procesudsugning afhænger derfor af den enkelte maskine og de materialer, der bliver brugt i den.

Den udsugede procesluft skal som udgangspunkt føres til det fri – over bygningens tag, og fx ikke ud i skolegården.

Fra 1. juli 2023 er det dog tilladt at recirkulere den udsugede luft under visse betingelser:

- I skal til stadighed kunne godtgøre, at den udsugede luft renses effektivt.
- Ventilationsanlægget skal være forsynet med en kontrolanordning, der giver signal ved utilstrækkelig rensning af den udsugede luft.
- Der skal tilføres en passende mængde frisk luft.

Det er ikke i alle tilfælde lovligt at blande forskellige typer procesudsug. Fx må procesudsugning fra maskiner, som arbejder i metal eller andre materialer, som kan udvikle gnister, ikke blandes med procesudsugning fra maskiner, der udvikler træstøv eller andre brandbare materialer. Se afsnittet Maskine og øvrigt værktøj herunder.

### Rumventilation

Hvis der fx er mange maskiner som afgiver varme i samme rum, kan det være nødvendigt med generel ventilation af rummet. Rumventilationen har primært til opgave at ventilere for varme og lugt og kan ikke erstatte procesventilation. Den udsugede luft skal erstattes med frisk erstatningsluft af passende temperatur. Det kan normalt kun ske ved mekanisk indblæsning.

### Indretning

Ved faste opstillinger af maskiner bør der være mindst 110 cm mellem maskiner, hvor der er færdsel imellem.

## Indkøb af maskiner

### CE-mærkning

Alle maskiner og elektriske apparater skal være CE-mærkede for lovligt at blive solgt i EU. Tjek derfor altid, om CE-mærkningen er på plads.

Hvis maskinen er blevet modificeret, så det væsentligt påvirker sikkerheden, kræver det en ny CE-mærkning. Det gælder både hvis der er importøren/sælgeren af maskinen eller skolen selv, der modificerer. Det kan fx være, at modificeringen væsentligt ændrer den elektriske styring eller afskærmning, også hvis det sker via ændringer i softwaren.

Opdatering af software efter leverandørens anvisninger er ikke en modificering, og det samme gælder at samle en 3D-printer, der kommer i en pakke. Det forudsætter dog at man samler den korrekt.

### Dansk manual

Ved køb af maskiner skal skolen kræve, at der medfølger en dansk manual, som overholder krav i dansk lovgivning.

Ifølge maskindirektivet skal manualen bl.a. beskrive:

- hvordan man sætter maskinen op korrekt og bruger den sikkert,

- eventuelle krav til udsugning,
- krav til eftersyn og vedligeholdelse,
- nødvendigt sikkerhedsudstyr og krav til værnemidler
- eventuelle krav til uddannelse for at bruge maskinen

### Brugsanvisning

Skolelederen skal sørge for, at der udarbejdes en kort og klar anvisning på, hvordan elever og lærere bruger den enkelte maskine i det daglige. Anvisning bør udarbejdes af en repræsentant for arbejdsmiljøorganisationen sammen med relevant faglærer, og den skal være tilgængelig for dem, der arbejder med maskinen.

## Materialer

”Med de farlige stoffer og materialer skal der følge et sikkerhedsdatablad fra leverandøren. Ved indkøb af farlige stoffer og materialer på salgssteder, der primært henvender sig til private, fx supermarkeder, skal man dog selv anmode forhandleren om et sikkerhedsdatablad.”

AT-vejledning: Elevers anvendelse af stoffer og materialer i grundskolen

Materialevalget er afgørende for, om en proces udleder skadelige stoffer.

Det følgende er en vejledende liste over materialer, der typisk bliver brugt i den type maskiner, som findes i et makerspace. I tvivlstilfælde skal der altid laves en risikovurdering på baggrund af leverandørens sikkerhedsdatablad.

### Positivliste

Disse materialer kan som udgangspunkt bruges:

- Pap
- Papir
- Plast fremstillet af plantedele (PLA)
- PETG/PTG
- Ubehandlet træ (visse processer kræver dog procesudsugning)
- Læder og andre naturmaterialer
- Ikke-imprægnerede tekstiler
- Flydestøbt akryl – denne type akryl krakelerer ikke, og der kan ikke gå ild i den.
- Vinylfolie – dog kun til folieskæring – ikke laserskæring og opvarmning.
- Sten
- Beton
- Glas
- Porcelæn

### OBS-liste

Disse materialer kræver særlig opmærksomhed:

- Limtræ og krydsfiner - limtypen skal afklares (Undgå fenolholdige og vandfaste lim)
- MDF afgiver formaldehyd både ved afgang i forbindelse med opbevaring og i form af for-

- maldehydholdigt støv ved fræsning.
- Plast: Næsten al ny plast er uproblematisk, dog undtagen PVC.
- Akryl (ikke flydestøbt) – kan krakelere som glas, og der kan gå ild i den.
- Polycarbonat. Ved opvarmning udvikles kræftfremkaldende stoffer, som ved stegning.
- Genbrugsmaterialer. Hvis de ikke er mærkede, kræver det, at en kompetent faglærer analyserer og godkender materialerne, fx mht. limtyper mm i affaldstræ.
- Skumplader til laserskæring. Der er risiko for, at der går ild i dem, hvis der bliver brugt for meget laser. De kræver meget mindre laserstyrke end fx krydsfiner.
- Spray – må kun bruges udenfor og i begrænset omfang.

### Negativliste

Disse materialer bør som udgangspunkt ikke bruges

- Trykimprægneret træ (Kan indeholde tungmetaller)
- Limtræ, som indeholder fenolholdig og vandfast lim.
- Krydsfiner, som indeholder fenolholdig og vandfast lim.
- PVC - undtagen vinyl til folieskæring
- Epoxy
- Materialer og spray med nanopartikler.

## Brug af lokale, maskiner og materialer

Makerspaces indgår ofte i tværfaglige, projektorienterede forløb, hvor lærere uden særlige tekniske kompetencer indgår i undervisningen. Det skal altid vurderes, om der er behov for opkvalificering af kompetencer i forhold til:

- Kendskab til softwaren
- Kendskab til maskinen/teknikken
- Kendskab til materialerne, der bearbejdes
- Kendskab til brug af faglokalets sikkerhedsforanstaltninger
- Kendskab til brug af faglokalets udsugning og ventilationssystem

### Instruktion af lærere og elever

En ansvarlige faglærer skal have sat sig grundigt ind i alle forhold ved maskinerne og som udgangspunkt også være instrueret af maskinleverandøren. Det kan fx være en faglærer i Håndværk og design.

Alle lærere, som har et elevansvar, skal selv have modtaget den nødvendige instruktion og undervisning, så de er i stand til at vejlede og instruere eleverne. Det kan fx ske ved, at alle nyansatte lærere får instruktionen i forbindelse med deres in-

troktionsforløb, hvis det er relevant for deres undervisning.

### Lokal liste over godkendte materialer

Den ansvarlige faglærer bør udarbejde en lokal liste over godkendte materialer, og hvilke processer de er godkendt til. Listen bør udarbejdes på baggrund af en konkret risikovurdering. Med godkendte materialer menes materialer, som må bruges uden særligt kendskab til maskinen og materialet, fx på faglærerniveau. Ikke-godkendte materialer bør ikke være frit tilgængelige.

### Fødevarer

Hvis de ting, der produceres, skal i kontakt med fødevarer, så skal alle materialer, processer og maskiner være fødevaregodkendte. Også her bør der være en liste over godkendte materialer, processer og maskiner.

### Ansvar og roller

Det er skolelederens ansvar, at undervisningen i makerspaces foregår sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt for både lærere og elever. Det gælder også, hvis det foregår uden for skolen, fx på et fælleskommunalt makerspace, dog er det her ledelsen af det enkelte makerspace, der har ansvar for, at maskinerne er i lovlig stand.

Den enkelte ansatte skal medvirke til, at arbejdsgiveren kan overholde sit ansvar. Det gælder både om at følge retningslinjer, og om at gøre opmærksom på fejl, der kan skabe risiko for sikkerhed og sundhed.

### Elevers brug af maskiner i makerspace

Som tommelfingerregel kan elever bruge maskinerne i makerspace på følgende måde, hvis denne vejlednings krav og anbefalinger følges:

- Indskoling: Læreren styrer maskinerne (elever designer)
- Melletrin: Lærer og elever bruger maskinerne sammen.
- Udskoling: Eleverne bruger selv maskinerne, eventuelt under skærpet tilsyn.

Det er kun en tommelfingerregel og det er altid op til læreren at vurdere, om den enkelte elev er i stand til at bruge maskinen sikkerhedsmæssigt forsvarligt. Risikoen ved at bruge de enkelte maskiner er også meget forskellig.

## Krav og anbefalinger til de enkelte maskiner

Leverandøren skal beskrive udsugnings-/ventilationsbehov samt evt. behov for personlige værnemidler, behov for særlige kompetencer, periodiske eftersyn og kompetencer til dette mv.

Alt dette skal beskrives i den danske manual, der skal leve op til maskindirektivets krav.

## 3D printer

### Filamentprintere (FDM)

Der bør vælges materialer til print, som ikke kræver procesudsugning (substitutionsprincippet). Filamentprintere, der anvender plast fremstillet af plantedele, PLA, kræver som udgangspunkt ikke procesudsugning. Det samme gælder PETG/PTG.

### PLA

Selv om PLA som udgangspunkt ikke kræver procesudsugning ved brug til 3D-print, er det vigtigt at være opmærksom på, at producenten kan have tilført materialet kemiske stoffer, fx til indfarvning, som kan udvikle giftige dampe. Derfor er det nødvendigt at tjekke leverandørens datablad og lave en risikovurdering på baggrund af den. Vær opmærksom på den anbefalede arbejds- og opbevaringstemperatur for produktet.

### Andre plasttyper

Print med alle andre plast-materialer kræver, at der er en faglærer med særlig indsigt til stede, og det må som udgangspunkt kun ske, hvis printeren er placeret i et lukket kabinet med tilslutning af procesudsugning. Se afsnittet om procesudsugning på side xx

Dette krav gælder dog ikke, hvis en konkret risikovurdering af materialet og processen viser, at der ikke er risiko for udledning af skadelige stoffer. Det kan fx være plastmaterialets karakter eller processens temperatur, der afgør det. Lave temperaturer – under 180 grader – mindsker risikoen for udledning af skadelige stoffer.

### Resinprintere

Resinprintere bør ikke anvendes i makerspaces, da resin er et epoxy-materiale, som er meget farligere end filament-printernes materialer.

### Modificering

Se afsnittet om CE-mærkning mm på side 87.

### Elevers brug af 3D-printere

Eleverne kan bruge de anbefalede printere uden tilsynspligt.

## Laserskærer

Laserskærere bør være CO<sub>2</sub>-laser, som benytter ikke-synligt lys. Det skyldes, at denne type laserstråle ikke kan skære igennem vand og derfor ikke skader øjne. Bølgelængde er typisk 10,6 m. Farvede laserhoveder kan blænde og skade øjne og må ikke bruges i grundskolen og gymnasieskolen.

Laserskæreren bør være strømbegrænset, så de bevægelige dele ikke kører hurtigere end nødvendigt for de processer, som skal bruges. Det begrænser risiko for skader.

### Procesudsugning

Laserskæreren skal være tilsluttet procesudsugning. Se afsnittet om procesudsugning på side xx. På skoler bør der ikke være placeret laserskærere, som kræver personlige værnemidler.

### Øvrig sikkerhed

Luger med adgang til bevægelige dele må ikke kunne åbnes, uden at motoren automatisk afkobles.

Hvis kabinettet til laseren kan åbnes, må dette ikke kunne ske uden af laseren (røret) slukkes automatisk. Ved brug af strømbegrænsede CO<sub>2</sub>-laserskærere kan denne funktion forsvarligt omgås ved at slå servicemode til, fx når maskinen kalibreres. Dette kræver en sikkerhedsforskrift.

Under brug skal maskinen være under lærers opsyn pga. brandfare. Der skal være en let tilgængelig brandslukker i nærheden.

Laserskæreren kan skære i forskellige materialer som fx træ, akryl, stål, papir, tekstil og læder. De forskellige materialer har forskellige risikoprofiler i forhold til gasser og brandfare. Derfor bør der laves en selvstændig risikovurdering for hvert materiale, som bliver brugt.

### Elevers brug af laserskærer

Hvis laserskæreren er godkendt til sikkerhedsniveau C (PL=C), må elever gerne bruge den. Se også den generelle anbefaling på side 87. En ide kan være at lave et laserkørekort på samme måde, som man laver et symaskinekørekort.

## Loddestation

Nogle skoler har placeret en loddestation i deres makerspace.

Lodning udvikler sundhedsskadelige dampe, der skal fjernes med procesudsug, inden de når åndedrætszonen. Bedst er sugemundstykker, der kan flyttes helt tæt på loddestedet.

Der findes to typer lodning, blødlodning og hårdlodning. Efter Arbejdstilsynets regler må eleverne ikke arbejde med hårdlodning.

Se mere om lodning i kapitlet om Håndværk og design.

## Varmepresser

Hvis der er risiko for at der udvikles farlige stoffer i forbindelse med processen, skal der tilsluttes procesudsugning. Se afsnittet om procesudsugning.

### Sikkerhed

- Temperaturen bør holdes på maksimalt 180o C. Det minimerer udledningen af giftige stoffer, hvis der ved en fejl bruges materialer, som kan udlede disse. Samtidig minimerer det brandskader, da huden ikke sætter sig fast på varmpresseren ved denne temperatur.
- Der findes modeller, hvor man ikke kommer i nærheden af den varme del. Hvis varmpresseren bruges meget i indskolingen, er det en mulighed.
- Alle modeller skal have timer, så den selv lukker op, når processen er færdig eller giver signal om, at den er færdig.

### Graveringsmaskine

Hvis maskinen udleder spåner og støv skal den være placeret i et kabinet og tilsluttet procesudsugning.

Maskinen skal være afskærmet, og det må ikke være muligt at åbne afskærmningen, så længe graveringsprocessen foregår. Desuden skal der være etableret nødstop ved maskinen.

## Sandblæser

Sandblæseren skal være i et lukket kabinet.

### Skæremaskine/folieskærer

Indførings-åbningen må være max 5 mm høj, så man ikke kan presse en fingerspids ind.

## Vakuumformer og akrylbukker

Se varmpresser.

## Broderimaskine

Se symaskiner i kapitlet Håndværk og design.

## CNC fræser

CNC-fræsere er i 2023 ikke aktuelle på skoler, men findes i nogle fælleskommunale makerspaces. Der er desuden nye typer på vej, som er mindre og billigere. Det kan fx være 3D-printere, hvor printheadet kan udskiftes med et skærehoved. Kravene til disse mindre fræsere er dog de samme med hensyn til procesudsugning og øvrig sikkerhed.

### Procesudsugning

CNC-fræsere skal være tilsluttet procesudsugning, som fjerner partikler og skadelige stoffer.

CNC-fræsere som kræver personlige værnemidler, som høreværn og briller, skal placeres i aflåste lokaler.

### Automatisk stop

Processen i en CNC-fræser skal være lukket inde, og låget må ikke kunne åbnes, før fræserjernet står helt stille. Der skal være et nødstop i forbindelse med maskinen. Vær opmærksom på, at der findes typer af CNC-fræsere på markedet, som ikke overholder disse krav.

### Elevers brug af CNC-fræsere

Fræsere under 25 W kan benyttes med forsigtighed. Større bør have beskyttelsesniveau C, hvis elever skal bruge dem.

LÆS MERE PÅ [CFUMAKER.DK](http://CFUMAKER.DK)



Find information, idéer, forløb, materialer til download og meget mere på [www.cfumaker.dk](http://www.cfumaker.dk) - en online-ressource for lærere, elever og interessenter.

# Makerspaces

Faktaark fra branchevejledning  
Når klokken ringer til grundskole og det  
almene gymnasium

---

## Et fremtidssikret arbejdsmiljø

Et godt samarbejde er væsentligt for et godt arbejdsmiljø nu og i fremtiden. Derfor samarbejder arbejdsgivere og arbejdstagere i BFA om at udvikle information, inspiration og vejledning.

Vi udarbejder konkrete værktøjer, så arbejdspladserne kan handle og forebygge lokalt. Vi præsenterer ambitiøse forebyggende løsninger, som baserer sig på erfaring fra arbejdspladser og på forskning. Løsninger som tager udgangspunkt i de problemer, der skal løses nu og de problemer, som kan opstå.

Det gør vi i enighed – til gavn for ledere, medarbejdere og borgere.

I BrancheFællesskabet for Arbejdsmiljø for Velfærd og Offentlig administration deltager repræsentanter udpeget af arbejdsmarkedets hovedorganisationer.

Hent Når klokken ringer og læs mere om BrancheFællesskabet for Arbejdsmiljø for Velfærd og Offentlig administration på [godtarbejdsmiljo.dk](http://godtarbejdsmiljo.dk).



Branche  
Fællesskab  
Arbejdsmiljø

Velfærd og Offentlig administration