



# Fysik B i tekniske eux-forløb

## Vejledning

Undervisningsministeriet  
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet  
Gymnasiekontoret, oktober 2019

*Dette er et supplement til vejledningen til faget fysik B htx 2017 målrettet undervisere, der skal undervise eux-hold i fysik B. Supplementet bygger ovenpå den almindelige vejledning til faget med information og praksisnære råd og inspiration til toning af fysikfaget til eux-uddannelsen. Dette supplement giver råd til undervisning af eux-hold i fysik B, men indfører ikke nye bindende krav.*

## Indholdsfortegnelse

<b>Introduktion til tekniske eux-forløb</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Fysik B htx/eux løft fra fysik C eud</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Elektriker</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Murer</b> .....	<b>6</b>
<b>4. Tømrer</b> .....	<b>6</b>
<b>5. Personvognsmekaniker</b> .....	<b>7</b>
<b>6. Med elever fra forskellige erhvervsretninger</b> .....	<b>7</b>

## Introduktion til tekniske eux-forløb

Denne tekst introducerer læseren til strukturen og det faglige indhold i tekniske eux-forløb. Teksten er målrettet for lærere som har ingen eller kun lidt kendskab til tekniske eux-forløb. Lærere med indgående kendskab til emnet kan med fordel gå direkte til vejledningens afsnit 1.

### Historien bag teknisk eux

Efter ønske fra de faglige udvalg inden for metalområdet og en række større virksomheder, herunder Danfoss og Grundfos, blev der i 2005 etableret forsøg med at kombinere tre forskellige erhvervsuddannelser med htx i femårige forløb. Ideen var en tilrettelæggelse med relativt lange skoleophold og afkortede praktikperioder samt en skoleundervisning med fokus på at skabe synergi mellem eud- og htx-fag, så omfanget af skoleundervisningen kunne reduceres i forhold til summen af skoleundervisningen i htx og den pågældende erhvervsuddannelse.

Efter en forsøgsperiode på 4 år, der medførte en række justeringer, blev eux etableret som en ny eksamen på gymnasialt niveau i 2010. Antallet af erhvervsuddannelser, som kan tages med teknisk eux-forløb er siden vokset støt og tæller i dag 41 erhvervsuddannelser.

### Erhvervsuddannelser med tekniske eux-forløb

I 2019 findes der 41 erhvervsuddannelser med tekniske eux-forløb inden for følgende hovedområder:

- Teknologi, byggeri og transport
- Fødevarer, jordbrug og oplevelser
- Omsorg, sundhed og pædagogik

De 41 forløb er grupperet efter én af seks såkaldte [tekniske eux-modeller \(model A-F\)](#), som rummer hver sin gymnasiale fagrække med tilhørende timetal. De enkelte gymnasiale fag kan være afkortet i forskelligt omfang, afhængigt af model. I [bekendtgørelsen for den enkelte erhvervsuddannelse](#) under afsnittet ”Kompetencer m.v. i hovedforløbet” fremgår timetallet for de enkelte gymnasiefag i det tilhørende eux-forløb.

### Uddannelsens opbygning

Hvis eleven søger direkte efter 9. eller 10 klasse, består uddannelsen af et etårigt grundforløb (fordelt på GF 1 og GF 2) og et ca. 3 årigt hovedforløb. Hvis eleven har afsluttet grundskolen for mere end et år siden, starter eleven imidlertid direkte på GF2. Eleven skal i det tilfælde selv sørge for at opnå grundfagene dansk C, engelsk C og samfundsfag C forud for eller parallelt med GF 2, da grundfagene skal være gennemført før optagelse på hovedforløbet. Efter grundforløbet følger det ca. 3 årige hovedforløb, hvor eleven veksler mellem 20 ugers praktik og 20 ugers skoleforløb. Det betyder, at undervisningen i et gymnasialt fag typisk vil være opdelt på flere perioder, hvilket læreren skal tage højde for i tilrettelæggelsen af undervisningen.

### Fag og indhold i teknisk eux

På grundforløbets 1.del (GF1) har eleverne grundfagene dansk C, engelsk C og samfundsfag C. Eleverne har desuden en række introducerende erhvervsfag, som er fælles for alle erhvervsuddannelser. Erhvervsfagene varer i alt 12 uger og omhandler bl.a. arbejdspladskultur, praktikpladssøgning, arbejdsplanlægning og faglig kommunikation i relation til elevens faglige hovedområde. Ved start på grundforløbets 2. del (GF2) skal eleven vælge, hvilken specifik erhvervsuddannelse, som eleven vil optages på. I løbet af GF2 har eleverne tre grundfag på C-niveau som er fastsat i den enkelte uddannelsesbekendtgørelse og derfor kan variere fra uddannelse til uddannelse. På elektriker med eux er det f.eks. matematik C, fysik C og informatik C. På pædagogisk assistent med eux er det f.eks. matematik C, idræt C og psykologi C.

På GF2 har eleverne desuden det uddannelsesspecifikke fag (USF) med en varighed på ca. 12 uger. Faget

giver eleven specifikke faglige kompetencer inden for elevens valgte erhvervsuddannelse. Kompetencemålene for USF fremgår af § 3 i bekendtgørelsen for den enkelte erhvervsuddannelse.

I det ca. 3 årige hovedforløb veksler eleverne mellem praktik- og skoleperioder. I skoleperioderne har eleverne gymnasiale fag og uddannelsesspecifikke erhvervsfag. I alle 41 uddannelser er dansk A, engelsk B, samfundsfag C og matematik C obligatorisk. Alle 41 uddannelser med eux har fysik C bortset fra frisør med eux, kosmetiker med eux og pædagogisk assistent med eux, som har kemi C eller biologi C i stedet for. I alle 41 uddannelser indgår desuden 2-3 udvalgte gymnasiale fag på B- og evt. C-niveau, som følger af den enkelte eux-model. Hertil kommer valgfag og erhvervsområdeprojektet. Indholdet i erhvervsområdet er beskrevet i [læreplanen for erhvervsområdet](#) og den tilhørende vejledning til læreplanen.

### Læreplaner og fagbilag i eux

Alle grundfag på grundforløb 1 og 2 (inkl. erhvervsfagene) læses efter fagbilagene fra [grund- og erhvervsfagsbekendtgørelsen](#). Det uddannelsesspecifikke fag på grundforløb 2 læses efter den enkelte uddannelsesbekendtgørelse. Fag på A- og B-niveau læses efter [gymnasiale læreplaner](#). Fag på C-niveau i hovedforløbet læses efter de gymnasiale læreplaner eller efter grund- og erhvervsfagsbekendtgørelsen, hvis faget findes her. Det fremgår af uddannelsesbekendtgørelsen for den enkelte uddannelse, hvilke specifikke gymnasiale fag og læreplaner, som indgår og anvendes i det enkelt eux-forløb.

Lærere, der varetager undervisning efter gymnasiale læreplaner, skal jf. § 56 i [lov om de gymnasiale uddannelser](#) have gymnasial undervisningskompetence i det pågældende fag.

### Faglige mål og kompetencer i eud og eux

Mens den gymnasiale undervisning er styret af faglige mål, så er eud-undervisningen styret af konkrete kompetencemål (såkaldte ”gøre” kompetencer), som er unikke for den enkelte eud-uddannelse og fremgår af bekendtgørelsen for denne. Eleverne tilegner sig kompetencerne gennem skole- og praktikopholdene, og elevernes opfyldelse heraf bedømmes i sidste ende i svendepøven.

Et kompetencemål på tømreruddannelsens hovedforløb lyder f.eks.: ”Eleven kan udføre konstruktioner og isolering under hensyntagen til krav vedrørende styrke, brand, fugt, lyd og energi.” Et kompetencemål på gartneruddannelsens hovedforløb lyder f.eks.: ”Eleven kan arbejde med principper for økologisk plantedyrking, bæredygtighed, miljøstyring og certificering”.

Ifølge eux-reglerne skal skoler, der udbyder eux-forløb sikre, at undervisningen i fag på gymnasialt niveau så vidt muligt knyttes an til den konkrete elevgruppes erhvervsuddannelser. Det vil blandt andet sige, at opgaver, projekter m.v. i rimeligt omfang giver mulighed for at inddrage viden, begreber og indhold fra den enkelte elevs uddannelse.

### Arbejdsmarkedets parter og eux

Arbejdsmarkedets parter spiller en central rolle for eud og eux. Hver af de over 100 danske erhvervsuddannelser er styret af et fagligt udvalg sammensat af arbejdsgivere og arbejdstagere fra det pågældende jobområde, som uddannelsen uddanner til. Det faglige udvalg beslutter kompetencemålene for uddannelsen og fastsætter i samarbejde med ministeriet rammerne herfor – beskrevet i den enkelte uddannelsesbekendtgørelse. Desuden står udvalget for rammerne og indholdet i de uddannelsesspecifikke erhvervsfag, som eleverne har i skoleperioderne på hovedforløbet – beskrevet i en uddannelsesordning. Det faglige udvalg godkender også praktikvirksomheder.

## 1. Fysik B htx/eux løft fra fysik C eud

Der er 31 eux-forløb, som har fysik B som en del af deres gymnasiale fagpakke, fysik B indgår derfor i langt hovedparten af de mulige eux-forløb. Fælles for forløbene er, at eleverne har haft grundfaget fysik C efter grund- og erhvervsfagsbekendtgørelsen i deres grundforløb og de hæver deres fysik C, eud til fysik B, htx. Det betyder, at eleverne skal nå B-niveauet på et timetal, der er lavere end timetallet for B-niveauet i htx. Stof læst på C-niveauet indgår desuden i optællingen af det samlede stof på B-niveauet. Der har tidligere ikke været krav om, at lærerne skal lave undervisningsbeskrivelser i eud-fag, men er ændret med den nye grund- og erhvervsbekendtgørelse fra 2019, således at der fremadrettet skal laves undervisningsbeskrivelse, når faget indgår i eux-forløb. Det er fortsat meget vigtigt med en velfungerende overdragelse mellem grundfaglæreren og læreren på B-niveauet, og det bør sikres, at der foreligger en undervisningsbeskrivelse fra

eud-faget. Her kan elevens portfolio fra fysik C, eud bruges som redskab til at bygge bro mellem fag og niveauer.

Læs mere om fysik C eud i fagbilag 9 i grund- og erhvervsfagsbekendtgørelsen her:

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=209188>

Eleverne på uddannelserne som har fysik B som obligatorisk fag, skal jf. de respektive uddannelsesbekendtgørelser følge fysik B, htx-læreplanen og bedømmes efter de faglige mål heri.

Eux-uddannelsen er andeledes struktureret end htx, og eleverne kommer med andre forudsætninger. Underviseren af eux-hold skal tilrettelægge undervisning i overensstemmelse med læreplanen for fysik B, htx og samtidig tage hensyn og tone undervisningen i forhold til de rammer og forudsætninger, som er særlige for eux-eleverne. Det giver dette supplement til vejledningen inspiration til.

Eleven har på sit hovedforløb skiftevis 20 uger på skolen og 20 uger i sin praktikvirksomhed. I undervisningen skal læreren forsøge at skabe synergi mellem den gymnasiale undervisning og elevens erhvervsfaglighed og erfaringer fra elevens virksomhed. Der gives nedenfor inspiration til, hvordan det i praksis kan gøres på en værdiskabende måde.

Generelt anbefales det, at undervisere af eux-elever i fysik B, htx tilrettelægger projektføløb, hvor eleven arbejder med virkelighedsnære og brancheorienterede problemstillinger, hvor genstandsfelterne fra elevens erhvervsfaglige virke i stort omfang integreres i undervisningen. Læreren skal, når det er meningsfuldt, tage afsæt i, kvalificere og perspektivere elevens branchenære forståelse af faget i forhold til de faglige mål for fysik B.

Fysik B kan indgå i elevens erhvervsområde, der minder om studieområdet i htx. I erhvervsområdet arbejder eleven tværfagligt med et projekt, der forener gymnasiale fag og eud-fag.

## 2. Elektriker

Læs om uddannelsen til elektriker her: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=208585>.

Eksempler på forløb og aktiviteter, som på en meningsfuld måde og i overensstemmelse med læreplanen toner undervisningen i en brancheorienteret retning og skaber synergi mellem undervisning og praktikophold.

### Forløb 1: Elektriker – Kabler (ellære, resistivitet og energitab)

Der eksisterer et væld af forskellige kabler, som varierer i diameter, materialetype og strukturel opbygning. I dette forløb skal vi arbejde med, hvad disse forskelle betyder for ledningsevnen og for de sikkerhedsmæssige krav der stilles.

Forløbet starter med at eleverne visuelt karakteriserer forskellige kabler - det kan være gamle stofledninger, installationskabler, højspændingskabler og kvalitets højtalerkabler. Lovkrav og anvendelsesområder undersøges for hver type kabel og sammenholdes med karakteriseringen.

Diameterens og materialetypens betydning for modstanden i ledningen undersøges eksperimentelt på almindelig metaltråd. Derved introduceres (eller genopfriskes) basis begreber fra el-læren som strømstyrke, spændingsforskel, modstand, Ohms lov og karakteristikker.

Modstanden relateres nu til energitabet igennem Joules lov. Eleverne diskuterer, hvor et stort energitab kan være ønsket /ikke ønsket og elforsyningsnettet berøres ved at beregne energitab ved højspænding sammenlignet med mellemspænding.

Til slut vender man tilbage til de karakteriserede kabler og anvender den nye viden til at argumentere for udformning, anvendelsen og kravene.

Forløbet kan udvides til at behandle definitionen på ledere og isolatorer, forklaringer på det mikroskopiske skala, elforsyningsnettet og vekselstrøm samt relateres til energi, energiomdannelse og specifik varmekapacitet.

## Forløb 2: Elektriker – Strømkilder (ellære, solceller)

Formål: Redegøre for model og finde karakteristikker for såvel batterier som solceller

Der måles på forskellige batterityper og solceller.

Gennem eksperimenter erkender eleverne, at batterier og deres energiindhold er forskellige. Det forstås, hvorfor der er serie og parallelkoblinger af batterier i forskellige enheder. Der opstilles en simpel model for et batteri og dets indre modstand, og energi indholdet måles ved højt strømforbrug.

Der eksperimenteres med solceller, og der er besøg fra EUD læreren, der uddanner interne og eksterne kunder i opsætning og drift af solceller. Han fortæller om sit eget solcelleanlæg, og de overvejelser man skal have, når man sætter et op.

Model og karakteristisk for solcelle, eventuelt også effekt-maksimering og effektivitet under optimale omstændigheder for solcellen ved brug af pyranometer og halogenlampe.

Afslutning med rapport, med omfangsrigt teori-afsnit, så materialet er sikret til senere brug.

## Eksempler på tonede aktiviteter med relevans for en elektriker

### Måling på en udvalgt sensor

I skal i gruppen udvælge en sensor, som kan bruges i en sportsgren. Sensorens egenskaber og karakteristisk skal derefter måles. Sensorens anvendelse i sportsgrenen skal demonstreres.

### Lys i diskotek

I skal undersøge forskellige lyskilder til brug i et diskotek. Inddrag overvejelser over farvevalg, effekt, varmeafgivelse, brandfare og mål på nogle af størrelserne. Undersøg muligheden for fordele lyset med spejle eller lysledere.

Eksempler på eksamensprojekter som er fag-relevante, og hvor der kan refereres til fag i forbindelse med fremlæggelse til eksamen.

### Superledere og resistans

Måling på forskellige ledermaterialers resistans som funktion af temperaturen. Måling på superledere.

### Kapacitorer

Forskellige typer og anvendelser. Op- og afladning af kapacitorer.

### Lysspektrum

Måling af diverse lysspektra fra spektralrør. Bohrs atommodel og lysets farver, diskussion af hvad lysspektret betyder i design af belysning i hjemmet.

### 3. Murer

Læs om uddannelsen til murer her: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=207905> .

Eksempler på forløb og aktiviteter, som på en meningsfuld måde og i overensstemmelse med læreplanen toner undervisningen i en brancheorienteret retning og skaber synergi mellem undervisning og praktikophold.

Eksempler på tonede aktiviteter med relevans for murer

#### **Trykpåvirkning af underlag**

Læs om fysiske egenskaber ved forskellige byggematerialer. Mål selv densitet af et materiale og beregn kraft og trykpåvirkningen fra en bygningsdel af dette materiale.

#### **Faseskift og frostsprængning**

Gennemgå vands faseskift og de tilhørende begreber. Mål densitet af vand og is. Forklar hvordan frostsprængning sker og design et eksperiment som demonstrerer dette.

#### **Taljen**

Undersøg eksperimentelt kræfterne ved en simpel trisse fra fysiksamlingen. Udbyg målingerne til en talje. Overvej snorkraft, gnidning, kraft på talje og på fastgørelsespunktet.

### 4. Tømrer

Læs om uddannelsen til tømrer her: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=208311>.

Eksempler på forløb og aktiviteter, som på en meningsfuld måde og i overensstemmelse med læreplanen toner undervisningen i en brancheorienteret retning og skaber synergi mellem undervisning og praktikophold.

Eksempler på eksamensprojekter som er fag-relevante, og hvor der kan refereres til fag i forbindelse med fremlæggelse til eksamen.

#### **Varmetransmission**

Måling på forskellige isoleringsmaterialer og sammenligning med specifikationerne for disse i tømrer-håndbogen. Eleverne skaffede selv materialerne og byggede en kasse til formålet.

#### **Balanceret bygning**

Kraftmomenter undersøgt generelt, og minihuse med forskudte plan opbygget med træklodser og sammenlignet med virkelige konstruktioner.

## 5. Personvognsmekaniker

Læs om uddannelsen til murer her: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=208132>.

Eksempler på forløb og aktiviteter, som på en meningsfuld måde og i overensstemmelse med læreplanen toner undervisningen i en brancheorienteret retning og skaber synergi mellem undervisning og praktikophold.

### Forløb 1: AUTO / Personvognsmekaniker - Bremselængde (kinematik, dynamik og energi)

I vejledning om syn af køretøjer findes diagrammer med bremselængdens afhængighed af decelerationen og bremsens funktionstid, angivet for en starthastighed på f.eks. 30 km/t. I forløbet skal vi se på teorien bag disse diagrammer samt betydningen af køretøjets masse, typen af dæk og bremsernes temperatur.

Eleverne introduceres til kinematiske størrelser og starter med at undersøge reaktionstidens betydning ved at regne på bevægelse med konstant hastighed. Dernæst undersøges decelerationens betydning ved at se på bevægelse med konstant acceleration. De to undersøgelser kombineres ved at beregne nogle totale bremselængder og sammenholde med diagrammet.

Dernæst betragtes forskellen i kurven eller kravene for tunge og lette køretøjer, hvorved kinetisk energi og energiomdannelse til termisk energi behandles. Her kan man vælge at estimere temperaturændringen i bremseklødsen og relatere den til bremsebelægningens varmebestandighed.

Friktionen som resulterer i nedbremsningen bruges som indgang til dynamikken, der introduceres med særlig fokus på Newtons anden lov og gnidningskræften. Eleverne kan beregne bremselængde ved blokerede bremsesystemer og der kobles til ABS systemet samt til brugen af forskellige typer af dæk.

## 6. Med elever fra forskellige erhvervsretninger

Eksempel på forløb og aktiviteter, som på en meningsfuld måde og i overensstemmelse med læreplanen toner undervisningen i en brancheorienteret retning og skaber synergi mellem undervisning og praktikophold.

### Forløb 1: Toning på hold med forskellige erhvervsretninger – Energi og energiomdannelse.

Et introduktionsforløb til fysik B htx om energi og energiomdannelse, som strækker sig over to lektioner.

Forløbet tager udgangspunkt i at eleverne er blevet undervist i emnet energi, som er kernestof på C-niveau.

Eleverne deles i matrix grupper, grupperne dannes ud fra fagretninger, således at hver gruppe indeholder samme fagretning.

Grupperne skal diskutere energibegrebet og energiomdannelse, derefter skal du finde eksempler på energiomdannelse i deres erhverv. (Her er det vigtigt at udfordre eleverne forståelse, for de fysiske begreber, f.eks. spørge malerne, hvorfor tørrer maling ved stuetemperatur? Smedende, hvorfor kan man mærke varmen fra varmt metallet uden at røre ved det? Mekanikerne, hvorfor bliver bremse-skiverne varme når bilen bremses? osv. Her er det vigtigt at vække elevernes nysgerrighed, og ikke mindst skabe en sammenhæng mellem fysikfaget og deres hverdage/erhverv.

Derefter dannes nye grupper, hvor eleverne kommer fra forskellige fagretninger. Her skiftes eleverne til at fortælle om energiomdannelse i deres erhverv, til de andre gruppemedlemmer.

Til slut er der opsamling i plenum.

Det er ikke vigtigt at eleverne får forklaringer på alle de spørgsmål i dette forløb, men at eleverne får mulighed for at reflektere over de fænomener de oplever i deres hverdage/erhverv. På denne måde vil man være i stand til at skabe en sammenhæng mellem emnerne på fysik B.