

# AT3 - Innovation i Geovidenskab/Fysik og Kemi

Amalie, Isak, Sebastian og Liam

Partikel og NOx forurening i indre by.



## Indledning

Det er ingen hemmelighed, at København bliver mere og mere forurennet. Dette er ikke kun sundhedsskadeligt, men det koster også staten rigtig mange penge i vedligeholdelse af bygninger og indlæggelser. I vores AT innovationsprojekt har vi valgt at fokusere på bussernes forurening af indre bys luftrum, da bussernes udstødning bidrager betydeligt til den samlede luftforurening i København. Dette vil vi ændre på ved at udskifte bussernes dieselmotorer med elmotorer, som vil have udskiftelige og genopladelige batterier opbevaret ved bussernes endestationer. Derudover kan antallet af personbiler, og dermed den resterende forurening, sænkes, hvis den kollektive trafik blev gratis. Med gratis menes der, at man betaler for den offentlige transport gennem skat, et eksperiment som er blevet udført på Ærø med stor succes. Den økonomiske støtte til dette projekt, skulle komme fra de penge som staten ellers ville have brugt til de førnævnte skader der skyldes forureningen.

## Problemformulering

**Er det en god idé at omdanne alle busser til elbusser og evt. gøre busstransporten gratis?**

## Underspørgsmål

- Hvorfor er NO<sub>x</sub> og partikler farlige for mennesker og miljøet?
- Hvor store er udgifterne for at omdanne alle busser til el, og hvor meget kan spares på sundhed ved at mindske udledningen af NO<sub>x</sub> og partikler?
- Kan forureningen reduceres yderligere, hvis bustransporten var gratis?

## Metode

I kemi bruges den deduktive metode til at udregne, hvilket omfang problemet har, så der kan findes en korrekt løsning til dette ud fra vores empiri. Den deduktive metode i kemiens verden er når man ud fra et resultat, såsom et datasæt, kommer frem til et uomtvistelig korrekt resultat. I geovidenskab bruges den hypotetisk-deduktive metode til at opstille en teori for, hvordan elbusserne skal udvinde deres energi. Den hypotetisk-deduktive metode er næsten lig den deduktive metode. Forskellen er, at den hypotetisk-deduktive metode ikke er fuldstændig korrekt og kan indeholde kvalificerede gæt på en teori. Teorien for den hypotetisk-deduktive metode behøver derfor rettelser, da man lærer mere ud fra forsøg.

## Underspørgsmål 1

Den skadelige virkning af  $\text{NO}_x$  og partikler på mennesker og økosystemer.

Nitrogenoxider, eller  $\text{NO}_x$  som de bliver kaldt, omfatter blandt andet de to stoffer nitrogenmonoxid og nitrogendioxid. Nitrogendioxid er den umiddelbart farligste, da den er direkte giftig, reducerer lungefunktionen og sænker kroppens evne til at bekæmpe lungebaserede sygdomme som bronkitis og astma. Desuden skader det særligt vandbaserede økosystemer, da det overmætter dem med nitrogen, hvilket resulterer i en meget kraftig vækst af alger, som kaster økosystemet helt ud af balance.

Nitrogenmonoxid, omend det ikke er direkte farligt, er med til at danne ultrafine partikler i atmosfæren, som resulterer i syreregn og overgødsning. Dette skader afgrøder, bygningsværker og følsomme økosystemer. De ultrafine partikler kan også passere vores alveoler og dermed gå direkte i blodbanen og danne starten til en blodprop. Desuden kan nitrogenmonoxid foretage denne kemiske reaktion

$2 \text{NO} + 2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$  og danne nitrogendioxid. Så selvom nitrogendioxid ikke umiddelbart virker som den største trussel, skal man ikke undervurdere effekten af det.

Så det kan konkluderes, at det er skadeligt for lungerne, bygninger, blodomløbet og økosystemer, at der bliver udledt  $\text{NO}_x$  og ultrafine partikler.

## Underspørgsmål 2

At omdanne alle busser i København fra diesel til el, er ikke en ny idé. En artikel fra Politiken viser nogle resultater fra en ny rapport om, hvad det ville koste at få 33 af Movias buslinjer til kun at indeholde elbusser. Rapporten fortalte, at det ville koste omkring 19 millioner kroner mere om året for at omdanne de 385 busser til elbusser. Det vil svare til omkring 50.000 kr. pr. bus. Busserne ville fungere ved, at et udskifteligt batteri vil udvinde den kemiske energi, som der bliver dannet mellem de to metaller i batteriet. Den kemiske energi bliver derfra omdannet til elektrisk energi, som vil drive elmotoren, som danner den kinetiske energi (rotationsenergien), der får hjulene til at rotere. Udover at batteriet skal kunne udskiftes og oplades ved hver endestation, vil der også være nogle tiltag, som delvist afbelaster batteriet på turen. Bremserne vil f.eks. i stedet for kun at sætte bremseskive på hjulene, og derved skabe varmeenergi fra den kinetiske energi, også fungere ved, at den kinetiske energi vil drive et svinghjul, der i en stund kan opbevare den kinetiske energi og frigive den, når bussen skal køre igen. Solceller kunne også monteres på taget af bussen, så noget af stråleenergien fra solen kan optages og omdannes til strøm, som evt. kunne drive nogle af skærmene og lysene inde i bussen. Dette lyder som en god idé, så man spørger sig selv, hvorfor det ikke er blevet gennemført endnu. Grunden til dette er afgiften, der er tre gange så høj for elbusser, som den er for DSB's toge. Derfor koster det i øjeblikket meget mere om året for at have elbusser frem for dieselbusser. Hvis de 385 busser, som var nævnt før, var elbusser, ville det koste 68 millioner kroner mere om året end dieselbusser.

Da partikelforurening og NOx forurening stadig er et stigende problem, belaster det ikke bare naturen men også vores samfund, helbred og velfærdsstat. Partikelforurening fører rigtig mange sygdomme med sig. Astma, luftvejslidelser, hjertekarsygdomme og bronkitis. Dette er en udgift for velfærdsstaten og giver generelt en lavere levestandard. Her kan man for eksempel se, at det koster i gennemsnit 55.000 kroner at indlægge en person for hjertekarsygdom. Hvert år bliver 133.000 danskere indlagt grundet hjertekarsygdomme, og mindst 1% af de indlæggelser skyldes partikelforureningen. Hvis man tager 1% af 133.000, og ganger det med 55.000, får vi 75 millioner kroner, der kan spares hvert år, hvis alt partikelforurening forsvandt. Hvis vi tager 15% af 75 millioner, får vi 11.250 millioner, som man sparer om året på hjertekarsygdomme, hvis vi skifter dieselbusserne ud med el. Det er ikke kun hjertekarsygdomme, hvor der kommer en reduktion, når der er partikelforurening, også luftvejssygdomme er et problem. Omkring 325.000 danskere lever med astma, og 430.000 danskere lever med en kronisk lunge-/luftvejssygdom. Statistikken for Stockholm viser et fald på 10% inden for luftvejssygdomme og astma, hvis man mindsker partikelforureningen med 20%. Derfor antager vi et fald på 7.5% af luftvejssygdomme, og det er 56.625 danskere. Hvis vi skal perspektivere til en anden by, der har taget et indtag mod problemet, kan vi perspektivere til Stockholm. Stockholm lavede en betalingsring, som har reduceret partikelforureningen med 20%. Derefter blev der taget en masse sundhedsmålinger, som viser alle disse fald i sygdomme. Derfra kommer alle data om fald af sygdomme i sundhedssektoren.

Ud fra dette kan man konkludere, at det er muligt, at elbusser kan blive en realitet, uden at regeringen skal bruge flere penge, end de allerede bruger på skader forvoldt af forurening. Men for at denne innovative idé nogensinde skal eksistere, kræver det, at elbusser bliver undertaget den dyre elafgift, ligesom DSB's eltog bliver.

## Underspørgsmål 3

På Ærø har de valgt at anskaffe gratis busser til borgerne og gjort dem miljøvenlige. Det vil vi gerne bevise, at det er en god idé at anskaffe i København. Der er langt flere der har taget bussen og ladet deres bil stå derhjemme, og det betyder mindre forurening i luften. Ved at der er færre biler på vejene, betyder det også mindre kø på vejene og motorvejene frem og tilbage fra arbejde. Hvilket også er en fordel, idet at man kan komme væsentlig hurtigere på arbejde, og det skaber flere penge til arbejdsmarkedet. Det er ikke gratis at anskaffe gratis busser til alle, men ved at der er mindre forurening i luften, er der mindre sygdom, og dermed sparer vi penge i sundhedssektoren. I en statistik fra Danmark Statistik viser det sig, at antallet af personbiler er 5 gange så meget i 2016 som i 1962. Samtidig er der også kommet flere dieselmotorer, der udgør 30%, og benzinbiler udgør 69,7%, imens elbiler kun udgør 0,3%. Det skal der rettes op på, og det kan der blive med vores idé om at anskaffe gratis elbusser.

## Konklusion

Vi må konkludere, at det kan betale sig for samfundet både økonomisk og sundhedsmæssigt at gennemføre omdannelsen af dieseldrevne busser til gratis elbusser. For ved at indføre gratis elbusser mindsker vi partikel og NO<sub>x</sub> forureningen foruden at reducere omkostningerne for sundhedssektoren.

## Perspektivering

Vi kan perspektivere til samme brug af metoder i AT1 og i dette AT forløb. Da vi på samme måde har indsamlet og analyseret data. Derudover er det på en måde samme process med at prøve at løse et problem. I AT1 skulle vi komme med et bud på, hvordan vi kunne reducere en ulighed i samfundet. Det kan perspektiveres til dette AT forløb, da vi igen skal komme op med en løsning til et problem.

## Kilder

Artikel om Frank Jensens holdning til elbusser i forbindelse med 2025-planen om et CO<sub>2</sub> neutralt København: <http://politiken.dk/oekonomi/ECE3198867/overborgmesteren-vil-have-elbusser-i-hele-koebenhavn/>

“Trafikkens forurening - med fokus på partikler, kvælstofoxider og EU-regulering”, af Det Økologiske Råd.

Rapport udgivet om bestemte algers egenskab til at optage NO<sub>x</sub>er, under de korrekte omstændigheder: <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2387&context=theses>

Den amerikanske miljøstyrelse har skrevet en artikel om effekten af no<sub>x</sub> på både mennesker og miljøet.

<https://www3.epa.gov/airtrends/aqtrnd95/no2.html> (25/05 2016)

Undersøgelse af Danmarks Statistik, om antal sygedage danskere gns. har pr. år:

<https://www.dst.dk/pukora/epub/Nyt/2013/NR611.pdf>

Viden om antal indlæggelser om året grundet hjertekarsygdomme

<https://www.hjerteforeningen.dk/alt-om-dit-hjerte/fakta-om-hjertekarsygdomme/>

Udgift på indlæggelse af hjertekarsygdom patienter

[http://www.si-folkesundhed.dk/Ugens%20tal%20for%20folkesundhed/Ugens%20tal/45\\_2008.aspx](http://www.si-folkesundhed.dk/Ugens%20tal%20for%20folkesundhed/Ugens%20tal/45_2008.aspx)

Information om KOL og Astma

<https://www.resmedmaribo.dk/lunge/er-du-patient/>

Statistik over personbiler i Danmark:

<http://www.dst.dk/da/Statistik/NytHtml?cid=21503>