

Anvendelsesorientering i de naturvidenskabelige fag

3w 2013/14 Viborg Katedralskole

'Solen som energikilde' - et forløb om vedvarende energi.



Introduktion

I perioden august 2012 - december 2013 gennemføres fem udviklingsprojekter under Undervisningsministeriet (UVM), hvor gymnasier i samarbejde med virksomheder og uddannelsesinstitutioner udvikler og afprøver undervisningsforløb, der fokuserer på anvendelsesorientering. De fem projekter kædes sammen af et netværks- og analyseprojekt, som er ledet af Institut for Naturfagenes Didaktik ved Københavns Universitet og med medvirken af Dansk Naturvidenskabsformidling, der bidrager til kvalificering af og opsamling på de tværgående erfaringer samt sparring og samarbejde på tværs af de fem projekter. Institut for Naturfagenes Didaktik indgår i projektet med følgeforskning og fælles erfaringsopsamling. Projektet er finansieret af UVM og de medvirkende institutioner.

Projektperiode: 2012 til juni 2014.

Projektets titel:

Solen som energikilde

Kontaktperson (projektleder):

Bjarning Grøn
Viborg Katedralskole
Gl. Skivevej 2
8800 Viborg
Telefon: 8662 0655
e-mail: bg@vibkat.dk

Indholdsfortegnelse

Introduktion.....	1
Indholdsfortegnelse.....	2
Deltagere	3
Baggrund og formål	3
Indhold.....	5
Eksterne aktiviteter i forbindelse med projektet	6
iNANO ved Aarhus Universitet	6
DTU	7
Københavns Universitet	10
Energimuseet og elproducerende vindmølle	11
Studierejse til Island	13
Samfundsfag om bæredygtighed	17
Nogle konklusioner og anbefalinger.....	18

Deltagere

I projektet deltager 3w 2013/14 fra Viborg Katedralskole. Klassen består af 29 elever og er en naturvidenskabelig studieretning med fysik på A-niveau, matematik på A-niveau og kemi på B-niveau.

Deltagende lærere:

- Zelinda Videsen, matematik
- Michael Jensen, kemi
- Bjarning Grøn, fysik
- Finn Christensen, samfundsfag

Baggrund og formål

Det overordnede formål med projektet er, at eleverne med udgangspunkt i det autentiske Desertec-projekt skal lære at arbejde mere praksisnært med centrale begreber inden for vedvarende energi i de naturvidenskabelige fag.

Endvidere er det målet, at eleverne gennem arbejdet skal kunne se sammenhængen mellem naturvidenskab (her: fysik og kemi), teknologi og samfund i forbindelse med emnet bæredygtighed.

Socio-Scientific Issue-inspireret undervisning

Desuden er arbejdet inspireret af såkaldte Socio Scientific Issues, der er samfundsmæssige tematiseringer, der bygger på naturfaglige sammenhænge, men som kan være kontroversielle og inddrage etiske overvejelser. Sammenstillingen af etiske overvejelser og naturvidenskab vil normalt være uvant for lærere og elever i de naturvidenskabelige fag, men det kan samtidig skabe både motivation og ejerskab.

"Socioscientific issues-based instruction is an active approach to learning, placing science content within a social context in a way that supplies both motivation and the ownership of learning to the student."

<http://serc.carleton.edu/sp/library/issues/what.html>

Desertec-projektet

Desertec-projektet er en aktuel og noget kontroversiel sag.

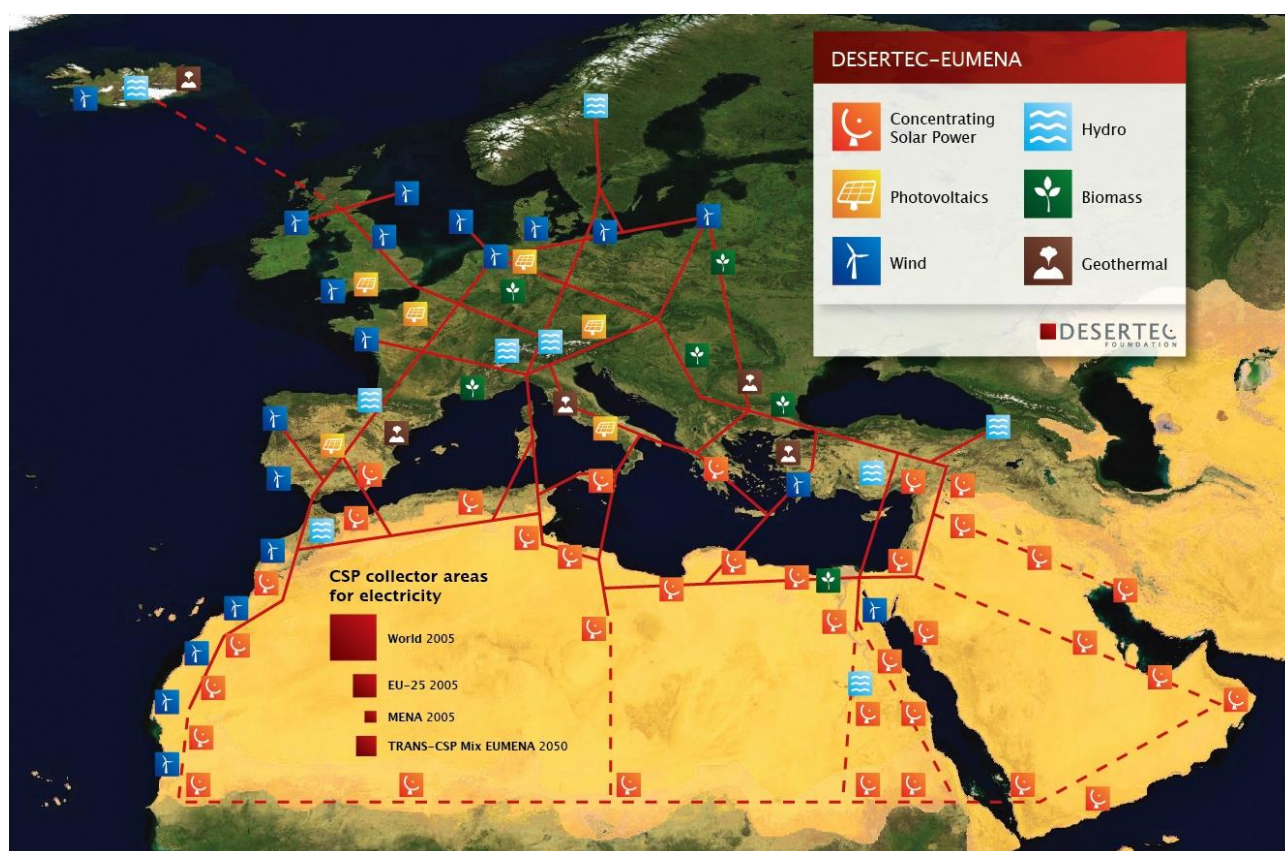
"The world's largest energy megaproject has begun. Desertec will spend the better part of a trillion dollars on solar energy plants in North Africa, the electricity from which will be transmitted via undersea cables to Europe." Kilde: www.ecofascism.com/article22.html

Eleverne skal arbejde med centrale begreber inden for energi og træne i at planlægge, udføre og analysere eksperimenter inden for emnet energi fra Solen. Desuden skal eleverne med udgangspunkt i Desertec-projektet kunne tage stilling til det moralske dilemma, om det kan forsvares, at indbyggerne i Europa høster deres energi i Afrika.

Eksempler på spørgsmål, der kan diskuteres:

- Er det ikke bedre, at energien i stedet for at transporteres til Europa bliver udnyttet i Afrika for at fremme afrikanernes levestandard og sundhedstilstand?
- Er projektet ikke blot en ny form for udnyttelse af den 3. verden?
- Holder argumentet om, at man ved at gennemføre DESERTEC-projektet vil kunne frigøre sig fra oliesheikernes magt?
- Vil projektet være til gavn for Jordens klima?
- Hvordan kan man som borger i Danmark påvirke beslutningen om at gennemføre projektet?

Eleverne skal gennem arbejdet træne kritisk tænkning. De skal lære at søge og vurdere informationer og at arbejde med naturvidenskabelige emner og argumenter i forbindelse med et samfundsmæssigt spørgsmål.



Figur 1. Desertec-projektet. Fokuserende solfangere frembringer elektrisk energi, der via højspændingskabler sendes fra ørkenområderne i Nordafrika og Mellemøsten til Europa. Planen er, at 15% af Europas elforbrug i 2020 skal leveres af Nordafrika og Mellemøsten. Bemærk at Island også er koblet på projektet gennem et kabel på havbunden.

Figurkilde: <http://www.eurodialogue.org/energy-security/Desertec-solar-energy-plans-heats-up>

Indhold

Meningen med at lade et autentisk projekt som DESERTEC være udgangspunkt for elevernes arbejde med emnet energi, energiomsætninger og bæredygtig udvikling, er ud over at motivere, at få eleverne til at erkende, at naturvidenskab i samfundet ikke altid er værdineutralt.

Eleverne stifter bekendtskab med og skal tage stilling til påstande som:

- *Der er mere energi, der rammer verdens ørkener på seks timer, end verden bruger på et år, og Saharas ørken er stort set ubeboet og tæt på Europa. Fortalere for projektet siger, at projektet vil holde Europa i front i kampen mod klimaforandringer og få de nordafrikanske og europæiske landes økonomier til at vokse inden for de anbefalede grænser for udledning af drivhusgasser.*
- Repræsentanter for DESERTEC udtaler, at projektet en dag vil kunne levere 15 procent af Europas elforbrug og en betydelig del af Mellemøstens og Nordafrikas elforbrug.
<http://www.reuters.com/article/2009/08/24/us-energy-maghreb-solar-idUSTRE57N00920090824?pageNumber=1&virtualBrandChannel=11613>
- DESERTEC Foundation hævder, at projektet vil kunne skabe mange nye arbejdspladser og der i gennem bidrage til politisk stabilitet i regionen.
<http://www.desertec.org/press/press-releases/110928-01-jobs-and-prospects-for-young-north-africans/>

Alle tre studieretningsfag: fysik A, matematik A og kemi B har været i spil. Desuden har samfundsfag været inddraget i forløbet.

På de følgende sider er kort beskrevet, hvordan arbejdet med emnet på gymnasiet er blevet suppleret med ekskursioner og studieture til Aarhus Universitet, Københavns Universitet, DTU, Energimuseet med Solbyen, vandkraftværket Gudenaacentralen og en elproducerende vindmølle.

På studierejsen til Island besøgte eleverne blandt andet det geotermiske kraftværk Svartsengi, de deltog i et seminar om Island som fossilfrit samfund med Íslensk NýOrka, de var til forelæsning på Keilir Institute of Technology. Desuden var der ekskursioner til gejserne i Geysir og Gullfossvandfaldene samt til gletsjeren Sólheimajökull.

Eksterne aktiviteter i forbindelse med projektet

iNANO ved Aarhus Universitet

Ved en endags-ekskursion til iNANO ved Aarhus Universitet mødte eleverne forskere og studerende fra det naturvidenskabelige fakultet ved universitetet. De overværede foredrag om energi, de lavede eksperimenter med termoelektricitet, og de fik en rundvisning på instituttet samtidig med, at besøget fungerede som en studieorientering.

Af speciel interesse for projektet var et foredrag om solenergi og om, hvordan man på instituttet forsker i at fremstille nye, mere effektive solceller. Dette foredrag blev holdt af ph.d.-studerende Britta Johansen, der er student fra Viborg Katedralskole 2005. Der er ingen tvivl om, at flere elever, og specielt pigerne, spejlede sig i Britta, der på den måde kom til at fungere som rollemodel for eleverne. Foredraget var på et passende fagligt niveau for eleverne, der dengang gik i 2.g, samtidig med, at det inddrog nyere forskning og pegede på nogle nyttige anvendelser af forskningen.

Eleverne var i foråret 2013, hvor de besøgte universitetet, optaget af arbejdet med to tværgående forløb og opgaver: AT5 (emnet for dette AT-forløb var bæredygtig udvikling) og SRO (studieretningsopgaven i matematik, fysik og kemi), og de gav i den efterfølgende evaluering udtryk for, at de havde fået mange nyttige informationer og ny viden med sig hjem, som de kunne bruge såvel i AT5 som i SRO.

- *Rigtig godt, tilpas sværhedsgrad, stort engagement. Jeg fik mere ud af denne time med interessant viden om solceller end af resten af besøget. [Brittas foredrag om solenergi]*
- *Vi kunne bruge meget af foredraget i vores projekt.*
- *God viderebygning på den viden vi allerede havde.*

DTU

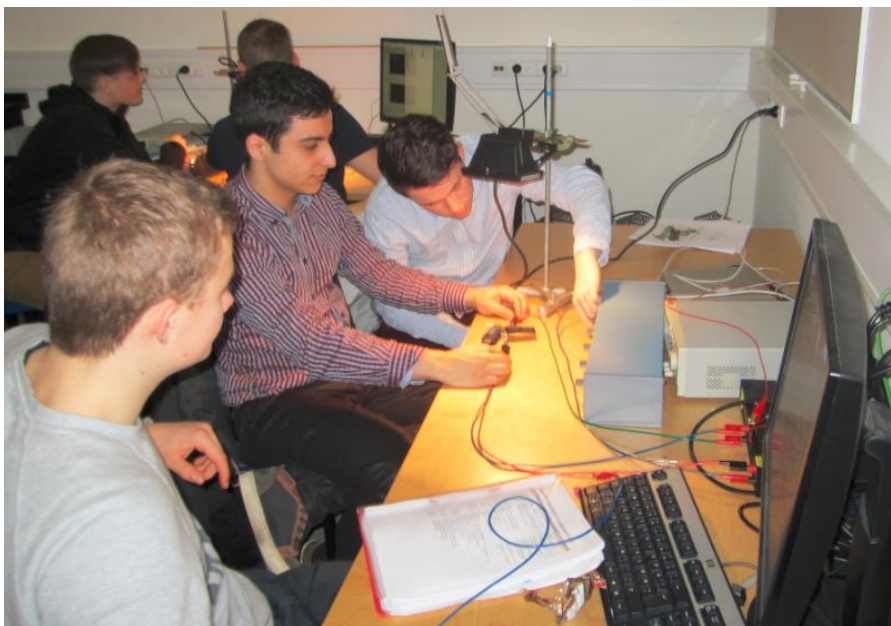
Sammen med klassens lærere i matematik, fysik og kemi var klassen på en 2-dages ekskursion til København. Den ene hele dag var afsat til et besøg på DTU, hvor eleverne lavede eksperimenter med solceller og brændselsceller. Derudover fik eleverne en studieorientering om uddannelserne på DTU, og de overværede et foredrag om 'Energi og miljø' med Niels I. Meyer.

Eksperimenter med solceller og brændselsceller

Arbejdet med eksperimenterne blev opfattet noget forskelligt af eleverne i klassen, hvilket siger noget om den store spredning, der er i klassen med hensyn til fagligt niveau og interesse. Derfor er elevernes kommentarer i evalueringen ind i mellem lidt modstridende. Eleverne var dog gennemgående meget tilfredse med de dygtige vejledere, nanotekar Ole Trinhhammer og studerende fra DTU.

Ole Trinhhammer havde eleverne mødt et halvt år inden besøget på DTU, da han på Katedralskolen holdt et foredrag for klassen om 'Energi og evighedsmaskiner'.

- Rigtig godt, men kunne godt have brugt lidt mere tid. Godt at lave praktisk [arbejde] ud fra teori.
- Alt for lang tid til nogle eksperimenter og for kort tid til andre. For komplicerede beregninger.
- Gerne lidt mere fokus på matematikken bag.



Figur 2. Der eksperimenteres med solceller.



Figur 3. Eleverne i 2w eksperimenterer, tænker og diskuterer med kyndige studentervejledere fra DTU.

Foredrag om 'Energi og miljø'



Figur 4. Niels I. Meyer holdt foredrag om 'Energi og miljø'.

Det lykkedes os at få aftalt et foredrag med Niels I. Meyer, professor emeritus og kendt blandt andet for 'Oprør fra midten', en politisk debatbog og bestseller fra 1978, som han skrev sammen med den daværende undervisningsminister K. Helveg Petersen og filosof og forfatter Villy Sørensen. Vi havde på forhånd læst udvalgte dele af bogen samt forskellige artikler og uddrag fra Meyers seneste bog fra 2011 'Nok er nok'. Eleverne var derfor forberedte, og det var lidt overraskende at se, hvordan denne ellers livlige klasse sad andægtigt stille og lyttede og stillede gode spørgsmål i forlængelse af foredraget. For mange elever var foredraget en øjenåbner, mens andre blev provokeret og var uenige i Niels I. Meyers synspunkter.

- *Fantastisk vinkling af et emne jeg ellers følte var ved at være udtømt! Karakter 10 på 5-skalaen.*
- *Godt foredrag og en øjenåbner for mit vedkommende. Niels I. Meyer er inde i det han snakker om, hvilket er fantastisk dejligt at høre og lige giver det ekstra.*
- *Rigtig godt! Godt at få det fra en anden vinkel end naturvidenskab. Jeg fik meget ud af det.*
- *Fedt at høre ham. Det var dog en konklusion af alt vi havde hørt/lært tidligere.*
- *Spændende at høre fra en ældre om hans synspunkter og holdninger, lidt provokerende også.*
- *Godt foredrag, men jeg var ikke enig i hans synspunkter.*

Københavns Universitet

Eleverne tilbragte i forbindelse med ekskursionen til København en formiddag på Frederiksberg Campus, hvor de fik en studieorientering og rundvisning. Desuden overværede eleverne to foredrag, hvoraf det ene handlede om 'Energi og klimaforandringer'. Ennemæssigt lå det op ad foredraget på DTU. Ved foredraget på KU fik eleverne dog ikke som på DTU lov til at sidde stille og lytte, men foredragsholderen aktiverede dem fra begyndelsen.

- *God opsummering på ting jeg vidste + en masse god intro.*
- *Et spændende foredrag om næsten det samme som Niels Meyer, dog med en helt anden holdning til det.*
- *Fin måde at inddrage eleverne. Det gjorde en del nervøse.*

Energimuseet og elproducerende vindmølle

Energimuseet ligger i Tange ved Bjerringbro en lille halv times transporttid med bus fra Viborg. Vi benytter derfor ofte det glimrende museum i undervisningen.

Klassen fik en rundvisning i udstillingen 'Folk og klima - et fælles ansvar' og en interessant gennemgang af det naturvidenskabelige grundlag for klimadiskussionerne, herunder iskerneforskningen.

Eleverne besøgte desuden Tangeværket, Danmarks største vandkraftværk, og Solbyen, og der blev under og efter besøget foretaget målinger og beregninger på solenergi, vindenergi og vandkraft.

Efter frokost besøgte klassen Vindum Overgaard for på nærmere hold at studere en elproducerende 1 MW-mølle af mærket Siemens/Bonus. Ejeren, godsejer Hans de Neergaard, fortalte eleverne om møllens tekniske detaljer og om økonomien i at være møllejer. Eleverne fik tilbudt at få adgang til møllehuset, der lå 50 meter over jorden. For at komme derop skulle man kravle op ad en lodret stige inde i mølletårnet. Vi havde på forhånd regnet med, at højst en lille håndfuld elever ville tage imod tilbuddet, men det viste sig at blive lige modsat. Langt hovedparten af eleverne ville udfordre sig selv ved at kravle de 50 meter lodret op. Der er ikke megen tvivl om, at det for nogle elever har været en grænseoverskridende oplevelse at kravle så højt op for derefter at kunne kigge milevidt omkring, mens de mærker suset fra vingerne, hvor eleverne beregnede, at vingespidsene drøner rundt med en fart på omkring 200 km/h.

- Jeg synes bestemt man lærer mere af at tage op i f.eks. en vindmølle. Det gør fysik meget mere interessant og lettere at forstå. Man ser fysikken i "aktion" i stedet for at læse om den i en bog, og man får derved også lyst til at vide mere om emnet og sætte sig bedre ind i det.
- Det er rart at opleve samfundsrelevante emner, og deres relation til fysikken bag.
- Jeg husker meget bedre når der er en lidt mere fysisk aktivitet.
- Jeg tror personligt at jeg lærer mest ved at se og røre ved de ting, jeg skal lære noget om. Desuden er det rart ikke altid at skulle have undervisning på samme måde.
- Vi får lov til at lære fysik på andre måder og prøve nogle nye ting, er noget jeg simpelthen elsker. At komme op i en vindmølle var yderst spændende og lærerigt, når vi snakker energi og energibesparelse.

1.7 Vurdering af udadrettede aktiviteter

Hvorledes vurderer du værdien af udadrettede aktiviteter som fx fysikekskursionen til Energimuseet og besøget i en elproducerende vindmølle?

Meget god		18	72 %
God		5	20 %
Middel		2	8 %
Dårlig		0	0 %
Meget dårlig		0	0 %
Ubesvaret		0	0 %



© Ali Shahrokhtash

Figur 5. Med bus til den 50 m høje 1 MW Siemens/Bonus vindmølle på Vindum Overgaard.



© Ali Shahrokhtash

Figur 6. a) Elever på vej op møllehuset 50 m over jordoverfladen. b) Et milevidt udsyn fra møllehuset.

Studierejse til Island

Klassens studierejse gik til Island, der på mange måder er et ideelt mål for en studierejse med en naturvidenskabelig klasse.

Under opholdet boede eleverne i dobbeltværelser på Keflavikbasen, hvor USA havde militærbase, ind til man med kort varsel trak alle tropper hjem i 2006. Island har nu overtaget basen, og hele området kaldes Ásbrú (broen til guderne eller Bifrost). Bygningerne bruges nu blandt andet til boliger for omkring 1800 studerende, og området er dermed den største studentercampus i Island. Man har også oprettet et uddannelsescenter, Keilir - Atlantic Center of Excellence, med videregående uddannelser inden for områderne flyvning, grøn energiteknologi og sundhed (Aviation Academy, Keilir Institute of Technology og Health Academy).

Klassen rejste med deres lærere i studieretningsfagene fysik og matematik. Programmet indeholdt naturligvis flere programpunkter med relation til klassens energiprojekt.

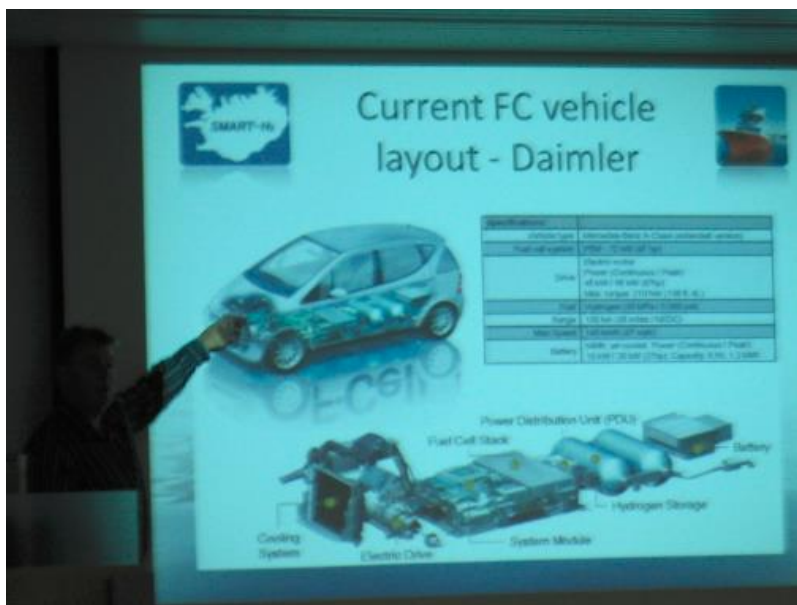
Her er et lille udvalg:

- Forelæsninger og seminarer med repræsentanter fra
 - Íslensk NýOrka (Islandsk Ny Energi)
 - Keilir
 - Energicenter i Reykjavik
- Besøg på det geotermiske kraftværk Svartsengi
- Ekskursion til gejserne i Geysir og Gullfossvandfaldene
- Ekskursion til gletsjeren Sólheimajökull

- Det eneste man kan beklage er vejret og at turen ikke var længere.
- Jeg ved selvfølgelig ikke hvordan de andres studierejser var, men vores var nok den bedste. Fantastisk anderledes, og en oplevelse for livet.
- MEGET spændende at se. Masser af vandfald, smuk natur og gletsjere. En fantastisk tur, med mange store oplevelser.
- Sindssyg dygtig formidler! Et af de bedste foredrag jeg nogensinde har været med til [elev om Arnbjörn Olafsson, Direktør for internationalt samarbejde ved Keilir].
- Vi fik et større sammenhold i klassen, man var sammen med andre man normalt ikke var.



Figur 7. Íslensk NýOrka har blandt andet til opgave at rådgive den islandske stat om, hvordan landet kan blive uafhængigt af fossile brændsler i transportsektoren. Man har i den forbindelse stået for undersøgelser af, hvordan brint kan komme til at indgå som brændstof i busser, personbiler og skibe.



Figur 8. Der forklares, hvordan en brintbil fra Daimler fungerer.



Figur 9. Rundvisning på det geotermiske kraftværk Svartsengi. Ud over at producere elektrisk energi og varme leverer dette kraftværk mineralholdigt, varmt vand til den nærliggende Blå Lagune, der er en af Islands største turistattraktioner.



Figur 10. Der tages prøver af gletsjeren Sólheimajökull. Den sorte aske stammer fra udbruddet af Eyjafjallajökull marts 2010, hvor flytrafikken i Vesteuropa var lammet i en længere periode.

Eleverne var ude at gå på en gletsjer. Det var lidt skræmmende for dem at høre, at gletsjeren på relativt få år havde trukket sig 200 m tilbage. En hurtig udregning viste, hvornår gletsjeren vil være helt væk, hvis tilbagetrækningen fortsætter med uformindsket hastighed.

Eleverne var på gletsjeren i stand til på nært hold at se og mærke konsekvenserne af den globale opvarmning.

Studieturen til Island var på mange måde en flot afrunding af forløbet.

Forløbet begyndte med et kort studium af Desertec-projektet, hvor man blandt andet vil transportere elektrisk energi fra Nordafrika til Europa. På kortet på figur 1 kan man se, at Island længst oppe mod Nordvest er med i samarbejdet via et kabel på havbunden.

Eleverne fik også demonstreret, at et lille land kan forsøge at gøre sig uafhængig af fossile brændsler og allerede har lavet vellykkede demonstrationsprojekter inden for transportsektoren, hvor man har afprøvet brændselsceller drevet af brint i busser, personbiler og skibe.

Samfundsfag om bæredygtighed

Klassen arbejdede som en del af AT5-forløbet om bæredygtighed nogle lektioner med en samfundsfaglig synsvinkel på emnet. Finn Christensen var gæstelærer for klassen.

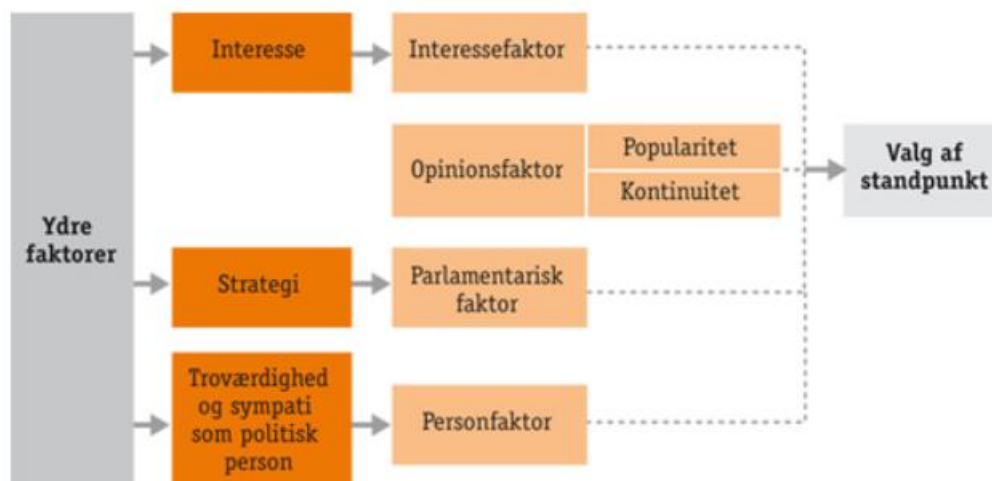
Klassen inddrog blandt andet artikler fra Weekendavisen og Information om 'Klimaklemmen' og 'Grænser for vækst'.

Desuden lærte de om forskellige modeller for det politiske system og de politiske partiers beslutninger.



Figur 11. Finn Christensen, lektor, samfundsfag og historie.

Links:	http://eu2012.dk/da/NewsList/April/Uge-14/Rio-plus20 Rio + 20 http://jyskebank.tv/013605817931907 Interview med Connie Hedegaard
Dokumenter:	Grøn økonomi - Kriseindgreb går i forkert retning.docx (164 KB) ✖ Weekendavisen 22.02.2013 Klimaklemmen.docx (165 KB) ✖ Eastons Model af det politiske system.docx (99 KB) ✖ MOLINS MODEL.docx (202 KB) ✖ pol partiers beslutninger - MOLIN.docx (190 KB) ✖ Information 12.03.2013 - Grænser for vækst s.12.pdf (858 KB) ✖ Information 12.marts 2013 - Grænser for vækst s.13.pdf (1 MB) ✖



Figur 12. Molins model.

Nogle konklusioner og anbefalinger

Det store flertal af elever har været meget tilfredse med forløbet og peger blandt andet på, at det er vigtigt at komme ud og se fagene "i aktion". Emnet hvor der arbejdes med energi og miljø giver desuden arbejdet en samfundsmæssig autenticitet, der er motiverende for eleverne.

- Det er en god idé at kombinere arbejdet på gymnasiet med ekskursioner og studieture til Aarhus og Københavnsområdet, hvor eleverne besøgte 3 universiteter i løbet af nogle få uger. Det bidrager til en god variation i undervisningen.

På universiteterne mødte eleverne eksperter i form af forskere og studerende, der fungerede som rollemodeller for eleverne.

Disse besøg fungerede samtidig som en studieorientering.

En elev udtaler: *"Jeg synes det var en fed tur. Vi fik et bredt syn på hvordan solenergi kan udnyttes - både teoretisk og praktisk"*

- Det er en god idé at lade AT5 og SRO omhandle samme emne. Det skaber ro og overblik i en ellers fragmentarisk hverdag. Samtidig lærer eleverne inden for et og samme emne at arbejde såvel i bredden i AT som i dybden i SRO.
- Studierejsen til Island fokuserede på energi og var en god afrunding samtidig med, at den gav et internationalt perspektiv på emnet bæredygtighed. Den viste desuden et lille land kan forsøge at gøre sig uafhængig af fossile brændsler og allerede har lavet vellykkede demonstrationsprojekter inden for transportsektoren, hvor man har afprøvet brændselsceller drevet af brint i busser, personbiler og skibe.
- Flere elever i 3w er for øjeblikket (december 2013) i gang med at lave studieretningsprojekt, hvor emnet er inspireret af arbejdet med projektet. Der er således elever, der skriver om solceller med inspiration fra besøgene på Aarhus Universitet og på DTU, og om geotermisk energi med inspiration fra studierejsen til Island.

Forslag til forbedringer:

- Ekskursionen til København var tæt pakket med mange aftaler og arrangementer og kun lidt tid til for eleverne at gå ud på egen hånd. Flere elever foreslår, at en sådan ekskursion en anden gang skal strække sig over flere dage.
- Enkelte elever peger på, at det er en økonomisk belastning med så mange ekskursioner og studieture. Det er derfor vigtigt at finde billig transport og overnatning.

Formidling af erfaringer

Erfaringer fra udviklingsarbejdet vil blandt andet kunne formidles til andre gennem artikler i relevante fagblade og fagsider på nettet samt gennem efteruddannelseskurser, der regionalt kan udbydes gennem Centre for Undervisningsmidler (CFU) og nationalt gennem de faglige foreninger eller GL-E.