

## Einsteins store idé

Tema: Energi  
Fag: Fysik/kemi  
Målgruppe: 9.-10. klasse

Viasat History, 2010, 119 minutter.

Denne dramatiserede fortælling om udviklingen i naturvidenskabelig erkendelse, der førte frem til Einsteins berømte formel  $E=m \cdot c^2$ , er et godt eksempel på, hvordan naturvidenskabelig viden diskuteres og udvikles.

### Faglig relevans / kompetenceområder

Udsendelsen kan være en del af arbejdet med målparret "Eleven kan forklare, hvordan naturvidenskabelig viden diskuteres og udvikles" og "Eleven har viden om processer i udvikling af naturvidenskabelig erkendelse".

Tv-udsendelsen er desuden et også godt eksempel på, hvorledes udvikling af naturvidenskaben er forankret i vores kultur og i vores forståelse af verden, og hvordan udviklingen af tanker og teknologi samtidig ændrer vores kultur og verdensbilleder.

Udsendelsen giver samtidig et godt billede af, hvor vanskeligt det kan være at foretage paradigmeskift.

### Ideer til undervisningen

TV-udsendelse er tilrettelagt for voksne, men kan også ses af elever i 9.-10. klasse, Forståelse af formelen  $E=m \cdot c^2$  er vanskeligt stof for 9. klasses elever, men hvis udsendelsen ses i afsnit, hvor formlens enkelte dele uddybes, vil den give mening og hænge sammen.

I denne vejledning er tv-udsendelsen delt i følgende afsnit:

1. Optakt/opsummering
2. Faraday
3. Einsteins barndom
4. Lavoisier
5. Hvad er lys?
6. Maxwell
7. Tanker om lysets hastighed
8. Emilie du Châtelet
9. Einsteins geniale idé
10. Lise Meitner

Nedenfor er en oversigt over de enkelte afsnit med tællertal og et kort resumé af handlingen.

Udsendelsen kan bruges i sin helhed frem til afsnittet "Lise Meitner" til at vise udviklingen i forståelsen af forholdet mellem energi og stof, frem til den endelige formel.

Men tv-udsendelsen kan også vises i afsnit, hvor der arbejdes med de enkelte begreber. Der bør startes ved afsnit 2. Faraday. Optakten kan ses til sidst som et resumé.



Alle billederne i denne vejledning er fra tv-udsendelsen


Udsendelsen er bygget op omkring formlen  $E=m \cdot c^2$







Før Einstein kan formulere sin formel  $E=m \cdot c^2$  havde mange naturvidenskabsforskere gået en vanskelig vej fra opfattelsen af, at varme var et stof på linje med grundstofferne over en total begrebsadskillelse af stof og energi til en endelig forståelse af sammenhængen mellem energi og masse.



Denne udsendelse tager udgangspunkt i selve formlen. Vi møder de forskere, som har været afgørende for udvikling af begreberne energi (E), masse (m), lysets hastighed (c) og anden potens (2) i et spændende plot, der bygger op til Einsteins endelige erkendelse af sammenhængen mellem energi og masse.

Nye måder at anskue tingene på bliver undertiden behandlet som enten latterlige eller truende af de etablerede forskere. Dette vises helt fra Lavoisier guillotineret i 1794 under den franske revolution til Einsteins oplevelse af at blive tættet ihjel og ignoreret på patentkontoret.

**Afsnit**

tællertal	indhold	
0-5:00 Resume/optakt	Indledningen er et resumé af filmen	
5:00-20:00 Faraday (E)	Michael Faraday er en fattig bogbinder, som brændende ønsker at arbejde med naturvidenskab. Han bliver fascineret af, hvordan magnetnåle påvirkes af strømførende ledninger - og ved nøje gennemførte forsøg opdagede han et mønster, han kalder usynlige kraftlinjer. Han fik nu den ide at vende om på hele eksperimentet ved at lade en strømførende ledning påvirkes af en magnet. Han demonstrerede derved et overordnet princip: energi som noget overordnet, bagvedliggende, der forenede de forskellige kræfter. Han lægger derved grunden til den moderne videnskabs forståelse af energi. (1821)	

<p>20:07-22:30 Einsteins barndom</p>	<p>Barndom og ungdom.</p>	 <p>Jeg oplevede et mirakel, da min far viste mig et kompas.</p>
<p>22:30-41:15 Lavoisier (m)</p>	<p>Antoine-Laurent Lavoisier, fransk aristokrat, skatteopkræver og amatørvidenskabsmand gifter sig med den intelligente Marie Anne og sammen udfører de meget præcise eksperimenter, der viser at den totale masse er uforandret af de fysiske og kemiske ændringer. (1783)</p>	 <p>- jerntødens nye vægt og gassen, -</p>
<p>41:15-45:30 Hvad er lys?</p>	<p>Einsteins tanker om masse og energi. Hvad er lys?</p>	 <p>Hvad ville jeg se, hvis jeg red på en lysstråle?</p>
<p>45:30-50 Maxwell (c)</p>	<p>Michael Faraday havde den ide at lys var vibrerende linier af elektromagnetisme, men kunne ikke bevise det. James Clerk Maxwell, en skotsk matematiker, kom ham til hjælp og kunne med avanceret matematik beregne, at en elektromagnetisk bølge bevæger sig med en hastighed på ca. 300 000 km/h - netop lysets hastighed.</p>	 <p>Elektricitet og magnetisme er sammenvævet som en evig fletning.</p>
<p>50-54 Tanker om lysets hastighed</p>	<p>Einstein og hans hustru Mileva funderer over Maxwells ligninger, der forudsiger at man aldrig kan nå lysets hastighed. Selv om man bevæger sig med lysets hastighed vil lyset bevæge sig bort fra en med lysets hastighed. -</p>	 <p>Lyset går fra mit ansigt til spejlet, og jeg kan se mit ansigt.</p>
<p>54-1:06:50 Emilie du Châtelet (<math>v^2</math>)</p>	<p>Emilie du Châtelet, et matematisk geni, viste at hastigheden skulle kvadreres for at beregne energien af et legeme i bevægelse. (1740)</p>	 <p>- fordobles selve afstanden i mudderet.</p>

<p>1:06:50-1:23:00 Einsteins geniale idé (Tid)</p>	<p>Albert Einstein og hans hustru stopper deres studie i fysik på universitetet, han arbejder på et patentkontor og bruger al sin fritid på tanker om fysik. Mens hans hustru drømmer om at skrive sit speciale færdig, passer hun deres barn i den lille lejlighed og hjælper Albert med de matematiske beregninger. Einstein accepterede Maxwells påstand at lysets hastighed er uforandret, derfor måtte alt andet tilpasses dette og det betød bl.a. at når man nærmede sig lysets hastighed gik tiden langsommere. Endelig munder hans beregninger ud i formlen der forbinder energi og masse: <math>E=m \cdot c^2</math> (1905)</p>	 <p>- og Einstein fik en forbløffende idé.</p>
<p>1:23:00-1:42:00 Lise Meitner (spaltning af Uran)</p> <p>1:42:00-1:48:00</p>	<p>Lise Meitner var den første der viste at et Uran-atom kan deles (<math>n + U-235 \rightarrow Kr-89 + Ba-144 + 2n</math>) Og beregnede at der derved omdannes masse til en energi svarende til formlen <math>E=m \cdot c^2</math> 1938</p> <p>Herefter fortælles billedrigt om det forstsatte arbejde med at spalte atomerne, atombomben, Cern, Big Bang, Solen, stjerners liv og død, planeter og, liv alle med henvisning til formlen.</p>	 <p>De to kerner er lettere end uranens oprindelige kerne -</p>

## Supplerende materialer

### Til Læreren:

Læs artikel i Aktuel Naturvidenskab af Benny Lautrup om Naturfilosofi:

<http://viden.jp.dk/binaries/an/8189.pdf>

For at synliggøre, hvor anderledes Lavoisier arbejdede med omdannelse af stoffer, kan phlogistonteorien inddrages. Det virker så indlysende på os, at der er ilt i luften, og at det medvirker ved forbrænding. Men her på Lavoisiers tid tænkte man, at der var Phlogiston i brændbare materialer, og at det blev frigivet ved forbrænding. Uden denne viden er den lille vits mellem Lavoisier og hans hustru ikke morsom.

(O.Bostrup: De revolutionære og de konservative. Den kemiske revolution 1774-1808)

På hjemmesiden "Einsteins Big Idea" er der links til øvelser, animationer, quiz og artikler. Her kan hentes yderligere viden om de videnskabsfolk, der optræder i udsendelsen:

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/einstein/>

**Til eleven**

Der kan hentes mange praktiske forsøg i gængse elevbøger til fysik/kemi i 7.-10. klasse:  
Spaltning af vand, atmosfærens indhold af oxygen, rust, elektromagnetisme, lysets brydning, - -

På hjemmesiden Einsteins Big Idea er der forslag til eksperimenter med energi og masse.  
Øvelsesvejledningerne er på engelsk, men meget nemme at forstå:

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/einstein/>

(Klik på Teachers Guide)

Transcript på engelsk af dialogen i filmen: [http://www.pbs.org/wgbh/nova/transcripts/3213\\_einstein.html](http://www.pbs.org/wgbh/nova/transcripts/3213_einstein.html)