

# Tidsreise grunnstoff: lærerveiledning

Ved Unni Eikeseth og Annette Lykknes, Institutt for lærerutdanning, NTNU.

## Om ressursen

Tidsreise grunnstoff ([tidsreisegrundstoff.no](http://tidsreisegrundstoff.no)) er en digital ressurs for læring og undervisning i naturfag. Ressursen er særlig egnet for undervisning i kjerneelementene Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, Energi og materie, samt Teknologi. Arbeid med kjerneelementene teknologi og naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter skal kombineres med arbeid knyttet til de andre kjerneelementene. I denne ressursen kan begge disse to kjerneelementene arbeides med i tilknytning til kjerneelementet Energi og materie, nærmere bestemt temaet periodesystemet og grunnstoffene.

Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter handler om å forstå naturvitenskap som prosess, det vil si hvordan forskere arbeider og kommuniserer for å komme fram til ny kunnskap. Les mer om kjerneelementet her: <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/kjerneelementer>

Tidsreise grunnstoff formidler resultater av mange års forskning og utforsking av periodesystemets historie og grunnstoffenes oppdagelseshistorie. Historiene som fortelles gjennom tidslinja er et utvalg fortellinger fra vitenskapshistorien som til sammen skal gi et bilde av hvordan forskningen som har ledet fram til periodesystemet har foregått, og hvordan forståelsen av grunnstoffer og hvordan de kan organiseres på en systematisk måte har utviklet seg i takt med forskningsbidrag fra menn og kvinner over århundrer. Slik sett kombinerer vi innsikt i kjemifaglig kunnskap om grunnstoffene, periodesystemet og atomenes oppbygning med en forståelse av naturvitenskapens egenart, her med vekt på vitenskapelige metoder og hvordan kunnskap har blitt til som et resultat av bidrag fra og samhandling mellom vitenskapsfolk fra ulike land over tid.

Tidslinja er et forsøk på en kronologisk fremstilling av hendelser som ikke nødvendigvis foregikk lineært langs en tidslinje. Ofte foregikk mange ulike utforskinger parallelt og overlappende med hverandre, og ulike utforskingsspor ble fulgt samtidig. Dette har vi forsøkt å få fram ved å dele inn utviklingen i tidslinja i epoker som delvis overlapper i tid og som ikke følger hverandre sekvensielt.

Epokene på tidslinja handler i hovedsak om metoder for å påvise eller isolere grunnstoffer til ulike tider. Eksempler er mineralanalyser, som var den viktigste metoden for identifikasjon av nye grunnstoffer fram til nyere metoder som tok i bruk nyvinninger som batteriet og spektroskopet. Epoken «Mineralanalyser og metallurgi» spenner over mer enn 400 år, hvorav mer enn 100 forløper parallelt med bruk av nyere metoder. De tidligste epokene, «Teknologi i oldtiden», «Tenkning og observasjon» samt «Alkymi og kymi» betegner mer arbeidsformer enn det vi i dag forbinder med metoder. Hver av disse kjennetegnes av en måte å utforske verden på og har ledet til kunnskap som er en del av grunnstoffenes oppdagelseshistorie.

Hver av epokene har sin fargekode. Til hver epoke hører det til punkter på tidslinja. Disse er markert med ikoner som illustrerer hva punktet handler om. Hvert ikon har bakgrunnsfargen til sin epoke.

1789 er markert som et omdreiningspunkt på tidslinja. Dette året ga den franske kjemikeren Antoine-Laurent Lavoisier ut en bok som skulle definere en ny, reformert kjemi. Her ble grunnstoff definert som et stoff som ikke kan brytes ned ved kjemisk analyse. 1789 er derfor valgt som årstall for utviklingen av en nyere forståelse av grunnstoff. Selve prosessen fram mot en ny forståelse startet om lag 100 år tidligere og varte et par tiår etter 1789, derfor går epoken som handler om overgang fra eldre til nyere forståelse av grunnstoff over nesten 150 år. Vi har valgt å ta med eksempler på

tidlige grunnstoff-forståelser som jord, luft, ild og vann på tidslinja for å markere at grunnstoff-forståelse og hvordan grunnstoff er definert til ulike tider er bestemmende for hvordan kunnskap om stoffene ble til. Skillet mellom eldre og nyere forståelse minner oss også på at oppdagelser av grunnstoffer som fosfor skjedde lenge før vår moderne forståelse av grunnstoff, og at det derfor er ettertiden som har karakterisert oppdagelsen som en grunnstoffoppdagelse. I samtiden handlet det om forståelse av stoff og stoffers egenskaper.

## Forslag til undervisningsopplegg for Tidsreise grunnstoff

Her finner du forslag til elevaktiviteter tilknyttet tidsreise grunnstoff for ulike årstrinn. Alle aktivitetsbeskrivelsene henvender seg først til eleven og deretter til læreren.

### Etter 7. trinn:

#### Teknologi og grunnstoffer

Visste du at teknologisk utvikling har vært svært viktig for oppdagelse av grunnstoffer? I denne oppgaven handler det om å utforske den digitale tidslinja, tidsreisegrunnstoff.no, og finne eksempler på hvordan teknologi har ført til ny forståelse om eller nye oppdagelser av grunnstoffer.

Finn en historie på tidslinja som handler om bruk av teknologi og skriv ned stikkord på spørsmålene under. Diskuter spørsmålene med en med-elev.

- Hvilken teknologisk nyvinning handler det om?
- På hvilken måte fikk teknologien betydning for vitenskapen?
- Hva ble mulig å undersøke eller oppdage med den nye teknologien?

#### Til lærer:

**Formål:** I denne aktiviteten er målet at elevene skal bruke den digitale tidslinja som utgangspunkt for å tenke over hvordan teknologi har gjort det mulig å gjøre nye oppdagelser av grunnstoffer. Punkter på tidslinja det kan være aktuelt å se på finnes blant annet i epoken «Teknologi i oldtiden», «Elektrisitetens århundre», «Spektroskopi», «Radioaktivitet» og «Syntese av nye grunnstoffer».

#### Kompetansemål:

- reflektere over hvordan teknologi kan løse utfordringer, skape muligheter og føre til nye dilemmaer

#### Læringsmål:

- reflekter over hvordan teknologisk utvikling har ført til nye vitenskapelige oppdagelser knyttet til periodesystemet

**Grunnleggende ferdigheter** elevene får trent i denne aktiviteten: digitale, skriftlige og muntlige ferdigheter

**Vurdering:** Ved å lytte til par av elever som diskuterer kan du gjøre underveisvurdering av om elevene kan reflektere over utfordringer og muligheter ved teknologisk utvikling.

Etter 10. trinn:

### Forskning som samarbeid

Har du tenkt over hvordan vitenskapsfolk har kommet fram til all kunnskapen som er samlet i periodesystemet? I denne oppgaven skal du finne eksempler på forskere som har samarbeidet om å gjøre grunnstoffopdagelser.

Utforsk den digitale tidslinja, [tidsreisegrundstoff.no](https://tidsreisegrundstoff.no), og finn eksempel på en grunnstoffopdagelse der flere vitenskapsfolk har jobbet sammen. Lag en veggplakat der du tar med følgende informasjon:

- Hvilke(t) grunnstoff(er) handler det om?
- Hvilke vitenskapsfolk jobbet sammen?
- Hva gjorde de ulike vitenskapsfolkene i samarbeidet?

*Til lærer:*

**Formålet** med denne aktiviteten er at elever skal bruke tidslinja til å finne eksempler på hvordan vitenskapsfolk har samarbeidet om å komme fram til ny kunnskap om grunnstoffer eller periodesystemet. Noen eksempler; ikonene for årstallene 1894 (neon), 1896 (radioaktivitet), 1915 (isotop) eller 2006 (oganesson). I alle disse tilfellene kan elevene lese om forskere som jobbet tett sammen i par eller team, og som gjerne også bygget på oppdagelser fra andre forskere.

Merk at kunnskap ofte er et resultat av bidrag fra ulike personer og forskningsmiljøer uten at de nødvendigvis har samarbeidet. Det kan være en idé å presisere dette til elevene, og ev. la dem også lete etter eksempler på oppdagelser eller kunnskap som har kommet til ved at flere har bidratt på veien (eks. ikonet for 1913: «Røntgenspektroskopi og grunnstoffopdagelser»).

### Kompetansemål

- gi eksempler på dagsaktuell forskning og drøfte hvordan ny kunnskap genereres gjennom samarbeid og kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap

### Læringsmål:

Eleven kan gi eksempler på at kunnskap blir til gjennom samarbeid og kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap.

**Vurdering:** Ved å lytte til par av elever som diskuterer kan du gjøre underveisvurdering av om elevene kan drøfte hvordan ny kunnskap genereres gjennom samarbeid. Her kan du for eksempel lytte etter om elevene kan nevne relevante eksempler fra tidslinja der vitenskapsfolk og forskere har samarbeidet (se forslag til årstall lenger opp). Du kan også legge merke til om elevene kommer inn på hvordan forskere har vært kritiske til eksisterende kunnskap, og hvilken kunnskap det gjelder. (Et eksempel er tidslinjepunktet 1661 som beskriver hvordan Robert Boyle var kritisk til rådende grunnstoffteorier og argumenterte mot disse i sin bok *Den skeptiske kymikeren*. Et annet eksempel er 1772 som forteller at Antoine Lavoiser var skeptisk til den rådende flogistonteorien på bakgrunn av observasjoner han hadde gjort).

**Grunnleggende ferdigheter** elevene får trent i denne aktiviteten: digitale og skriftlige ferdigheter.

## Grunnstoffenes egenskaper

Mens noen grunnstoffer har vært kjent i mange tusen år, tok det lang tid før andre grupper av grunnstoffer ble oppdaget. I denne oppgaven handler det om å kunne bruke periodesystemet til å forklare hvorfor det var vanskelig å oppdage noen grunnstoffgrupper. Bruk den digitale tidslinja tidsreise grunnstoff.no til å lese om metodene som ble brukt for å oppdage enten alkalimetallene (1807) eller edelgassene (1894).

- Skriv en kort forklaring for hvorfor alkalimetaller først ble oppdaget på 1800-tallet, mens metaller som sølv og gull var kjent fra oldtiden. Bruk dine kunnskaper om periodesystemet i forklaringen.
- Skriv en kort forklaring på hvorfor det tok så lang tid før edelgassene ble oppdaget. Bruk dine kunnskaper om periodesystemet i forklaringen.

### *Til lærer:*

Formålet med denne oppgaven er at elevene skal kunne se sammenhenger mellom egenskaper til grunnstoffer og hvordan grunnstoffene ble oppdaget. En slik kobling av kunnskap vil kunne bidra til at elevene får dybdeforståelse.

### **Kompetansemål**

- bruke atommodeller og periodesystemet til å gjøre rede for egenskaper til grunnstoffer og kjemiske forbindelser

### **Læringsmål:**

Bruk periodesystemet til å gjøre rede for egenskaper til alkali- jordalkalimetallene, samt edelgassene.

**Grunnleggende ferdigheter** elevene får trent i denne aktiviteten: digitale og skriftlige ferdigheter.

**Vurdering:** Her kan du enten samle inn tekster og vurdere dem selv, eller la elever bytte tekster og vurdere hverandre. Ved med-elev-vurdering kan klassen bli enig i plenum om hva som er en god tekst. Et sentralt kriterium er at elevene har klart å bruke kunnskap om periodesystemet på en detaljert måte i forklaringen. For eksempel kan elevene komme inn på at alkalimetaller og jordalkalimetaller typisk inngår som ioner i salter, og at de ikke finnes i ren form i naturen. Derfor ble de ikke oppdaget før batteriet ble oppfunnet, og det ble mulig å framstille rene metaller fra salter. Tidligere hadde man ikke hatt et kraftig nok verktøy til å splitte mineralsalter i sine ioniske bestanddeler. Når det gjelder edelgasser kan elever vise til at disse grunnstoffene er gasser som finnes i små mengder i atmosfæren. De er lite reaktive og inngår ikke i naturlige forbindelser. Det var derfor ikke mulig å finne stoffene før grunnstoffene kunne bestemmes med spektroskopi.

Etter Vg1 SF:

### Forståelse av stoffene

I denne oppgaven handler det om å drøfte hvordan utvikling av nye hypoteser, modeller og teorier om radioaktivitet og radioaktive stoffer har bidratt til at vi kan forstå og forklare verden rundt oss.

Utforsk punktene på den digitale tidslinja [tidsreisegrunnstoff.no](https://www.tidsreisegrunnstoff.no) som handler om radioaktivitet, dette er alle punktene fra 1896 til 2006, bortsett fra punktet 1913. Jobb først individuelt og skriv ned noen stikkord om det viktigste innholdet i hvert tidslinjepunkt. Hvilke nye hypoteser eller teorier om radioaktivitet kommer fram i tidslinjepunktene?

Diskuter deretter sammen to og to:

- Hvordan har forståelsen av radioaktivitet utviklet seg fra 1896 og til 2006/nåtid?
- Hvilken hypotese utviklet Henri Becquerel om fenomenet han oppdaget i uranmineral?

### Til lærer:

**Formålet** med denne oppgaven er at elevene kan finne eksempler på noen naturvitenskapelige hypoteser, modeller og teorier med relevans for grunnstoffene og periodesystemet og at de kan drøfte hvordan dette har bidratt til at vi kan forstå og forklare verden. Elevene kan utforske epoken om radioaktivitet når de jobber med denne oppgaven, da dette er relevant for kompetansemålet om ioniserende stråling.

### Kompetansemål

- drøfte hvordan utvikling av naturvitenskapelige hypoteser, modeller og teorier bidrar til at vi kan forstå og forklare verden
- utforske og beskrive elektromagnetisk og ioniserende stråling, og vurdere informasjon om stråling og helseeffekter av ulike strålingstyper

### Læringsmål:

- Drøfte hvordan utvikling av hypoteser, modeller og teorier om radioaktive stoffer har bidratt til at vi kan forstå og forklare verden.

**Grunnleggende ferdigheter:** I denne aktiviteten trener elevene digitale og muntlige ferdigheter.

**Vurdering:** Her kan du gå rundt i klasserommet når elevene diskuterer sammen og høre om elevene har identifisert noen relevante hendelser fra tidslinja, og om elevene kan formulere gode argumenter for hvorfor bidraget fra vitenskapsfolkene/forskerne har bidratt til forståelse. Oppfølgingsspørsmål du kan stille er:

- Hvorfor var denne hypotesen viktig for vår forståelse av grunnstoffer?
- På hvilken måte bidrog den nye hypotesen/modellen/teorien til forståelse?

## Etter Kjemi 1:

Hva betyr grunnstoffnavnene?

Mange navn i periodesystemet er fremmedartete og vanskelig å forstå. I denne skal du bruke kjemihistorien for å forstå opphavet til navn på noen grunnstoffer.

- Finn hendelser på den digitale tidslinja *tidsreisegrunnstoff.no* som beskriver opphavet til noen grunnstoffnavn. Du kan også bruke andre digitale kilder, f.eks. *periodesystemet.no*.
- Lag tre kviss-spørsmål til medelever der du skriver tre ulike alternative forklaringer på grunnstoffnavnet.
- Gå sammen to og to og kviss hverandre om navnene.

*Til lærer*

**Formålet** med denne aktiviteten er at elevene skal kunne knytte noen historier til grunnstoffoppdagelser, og gjennom dette få en dypere forståelse for hvorfor grunnstoffene har fått sine navn. Noen eksempler på aktuelle tidslinjepunkter er 1860 (cesium og rubidium, oppkalt etter fargene i emisjonsspekteret deres), 1868 (helium, oppkalt etter det greske ordet for sol), 1875 (gallium, oppkalt etter det latinske ordet for Frankrike), 1894 (argon betyr doven, siden det ikke reagerer med andre stoffer), 1937 (technetium betyr kunstig, siden det er det første kunstig framstilte grunnstoffet).

**Kompetansemål:**

- forstå og bruke kjemisk terminologi og regler for navnsetting i faglig kommunikasjon

**Læringsmål:**

- Eleven kan fortelle historien for hvordan noen grunnstoffer har fått navnet sitt

**Grunnleggende ferdigheter:** I denne oppgaven trener elevene på å lese digitale kjemifaglige tekster, samt at de utvikler digitale og muntlige ferdigheter.

**Vurdering:** Her kan du gå rundt og lytte til elevene når de kvisser hverandre. Du kan vurdere elevene på om de har forstått de kjemifaglige tekstene de har lest og at de evner å gjentelle muntlig.

Andre relevante kompetansemål for kjemi 1 som det kan lages oppgaver til:

- gjøre rede for oppbygningen av periodesystemet, og bruke kjerneladning og elektronkonfigurasjon til å forklare periodiske trender
- gjøre rede for sammenhengen mellom atomets oppbygning og grunnstoffers absorpsjons- og emisjonsspektre og bruke spektroskopiske metoder i kvalitativ og kvantitativ analyse

## Etter Kjemi 2:

Syntetiske grunnstoffer

I periodesystemet er det hele 118 grunnstoffer, mens bare 90 finnes naturlig. Bruk tidslinja *tidsreisegrunnstoff.no* som inspirasjon til å lage en egen digital tidslinje med flere tidslinjepunkter som forteller om hvordan forskere har oppdaget og syntetisert grunnstoffer som

ikke finnes naturlig. Jobb sammen i grupper på 3-4 elever og fordel gjerne arbeidet mellom dere. I tidslinja bør dere:

- Forklare hvilke metoder som er brukt for å syntetisere grunnstoffene, og
- Gjøre rede for hvordan forskere har kommet fram til teorier for hvordan syntetiske grunnstoffer kan lages og hvordan de vil oppføre seg.

*Til lærer:*

**Formålet** med denne oppgaven er at elevene kan reflektere over hvordan kunnskap om grunnstoffene fra atomnr. 92 og oppover er bygd på både konkurranse og internasjonalt samarbeid. Elevene kan lage sin egen tidslinje, og de kan lage den enten på en plakat, eller ved hjelp av digitale ressurser. Det finnes flere fritt tilgjengelige digitale tidslinjeverktøy som kan brukes, søk for eksempel etter *Timeline Creation Tools* for å få opp alternativer.

For tips til kilder kan elevene søke på nettet etter «superheavy elements», de kan slå opp leksikonartikler i snl.no eller britannica om supertunge kjerner ([https://snl.no/supertunge\\_kjerner](https://snl.no/supertunge_kjerner)), eller søke på navnene for grunnstoffene fra atomnummer 93 og oppover. Et annet tips er å lese kapittelet «Øya ved periodesystemets ende» i boka Eikeseth & Lykknes (2019) *Periodesystemet. Fra alkymi til kjernekjemi. Museumsforlaget*.

#### **Kompetansemål:**

- gjøre rede for hvordan naturvitenskapelige modeller og teorier utvikles, og reflektere over hvordan samarbeid bidrar til kunnskapsutvikling i kjemi

**Læringsmål:** gjøre rede for hvordan modeller og teorier for utvikling av supertunge grunnstoffer er utviklet, og reflekter over hvilken rolle samarbeid har bidratt til kunnskap om supertunge grunnstoffer.

**Grunnleggende ferdigheter:** I denne oppgaven trener elever på digitale, muntlige og skriftlige ferdigheter.

**Vurdering:** Her kan du bruke diskusjon i grupper samt ferdig tidslinje som utgangspunkt for å vurdere i hvilken grad elevene har funnet relevant informasjon og syntetisert det på en god måte, samt om elevene har svart på kriteriene i oppgaven.

## Kilder og videre lesning

Kilder organisert alfabetisk.

### *Bøker:*

Eikeseth, Unni & Lykknes, Annette (2019). *Periodesystemet. Fra alkymi til kjernekjemi*. Museumsforlaget.

Kapitler om

- Utviklingen av periodesystemet (innledningskapittelet)
- Kobolt
- Oksygen

- Radium og radon
- Rhenium (og "masurium"/technetium)
- Øya ved periodesystemets ende

Lykknes, Annette & Van Tiggelen, Brigitte (2019). *Women in their Element. Selected Women's Contributions to the Periodic System*. World Scientific.

Kapitler om:

- Oppdagelsen av radioaktivitet (innledningskapittelet)
- Dorothea Juliana Wallich
- Emilie Du Châtelet
- Marie Curie
- Stefanie Horowitz
- Berta Karlik og Traude Bernert

Oppslagsverk :

Britannica :

Technetium: <https://www.britannica.com/science/technetium>

Store Norske leksikon:

Wikipedia :

- Norman Lockyer: [https://en.wikipedia.org/wiki/Norman\\_Lockyer](https://en.wikipedia.org/wiki/Norman_Lockyer)
- Technetium: <https://en.wikipedia.org/wiki/Technetium>

Nettressurser:

Nobelprize.org:

Sir William Ramsay (1904) Nobel Lecture. NobelPrize.org:

<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1904/ramsay/lecture/>

*The Nobel Prize in Chemistry 1935*: Nobelprize.org:

<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1935/summary/>

Science History Institute -biographies:

- Jöns Jakob Berzelius: [Jöns Jakob Berzelius | Science History Institute](#)
- Robert Boyle: [Robert Boyle | Science History Institute](#)
- Marie Skłodowska Curie: [Marie Skłodowska Curie | Science History Institute](#)
- Humphry Davy: [Humphry Davy | Science History Institute](#)
- Antoine Lavoisier: [Antoine-Laurent Lavoisier | Science History Institute](#)