

Er datacentre bæredygtige?

□ Introduktion

I denne aktivitet skal I være klima-detektiver og undersøge, om der er en sammenhæng mellem tech-industriens strømforbrug, spildvarme og landenes CO₂-udledning.



Når du gemmer et billede på Snapchat, streamer en video på YouTube eller chatter med en kunstig intelligens, føles det helt vægtløst. Men dine data svæver ikke rundt i en usynlig sky; de bor i enorme, fysiske datacentre fyldt med servere, der sveder og bruger strøm døgnet rundt. Men hvor grøn er internettets strøm egentlig? Det afhænger 100% af, hvilket land datacentret er placeret i, og hvordan landet producerer sin strøm lige nu og hvordan det håndterer overskudsvarmen.

□ Sikkerhed

Opmærksomhed

- **Skoldning og forbrænding:** Vandet kan blive meget varmt (>70 C), og varmelegemet/dyppekogeren forbliver glødende varm i stykke tid efter, at der slukkes for strømmen.
- **Elektrisk stød (Kortslutning):** Kombinationen af strøm og vand udgør en alvorlig fare for elektrisk stød, hvis ledninger eller stik bliver våde – de må ikke rører vandet!
- **Brandfare:** Høj modstand i ledninger og modstandstråd, kan blive varme og sætte ild i brandbare materialer.
- **Mekanisk skade:** Hvis der anvendes bægerglas af glas, er der risiko for glasskår ved stød eller fald.

Forholdsregler

- **Hold vand og strøm adskilt:** Strømforsyningen skal placeres hævet eller i sikker afstand fra vandbeholderen. Tør altid hænderne grundigt, før du rører ved elektriske knapper eller stik.
- **Sikker placering af varmelegeme:** Varmelegemet/dyppekogeren *skal altid være helt nedsænket i vand*, før du tænder for strømmen. Tænd aldrig for varmelegemet i fri luft!
- **Sluk før du rører:** Sluk altid for strømforsyningen på kontakten og træk stikket ud, *før* du tager varmelegemet op af vandet.
- **Afkøling af apparat:** Læg altid det varme varmelegeme på en varmebestandig plade (f.eks. en keramikplade/trefod med net) efter brug – *aldrig* direkte på bordpladen eller plast.
- **Sikkerhedsbriller:** Bær altid sikkerhedsbriller under hele forsøget for at beskytte øjnene mod stænk af varmt vand.

Førstehjælp

- **Skoldning / Forbrænding på huden:**
 - Skyl straks det forbrændte område med *svalende, rindende vand* (ca. 20 C).
 - Fortsæt skylningen i *mindst 20 minutter* eller indtil smerten aftager.
 - Informer straks læreren.
- **Elektrisk stød:**
 - Afbryd straks strømmen på hovedafbryderen eller træk stikket ud, *før* du rører ved den person, der har fået stød.
 - Tilkald læreren med det samme.
- **Skæreskår fra knust glas:** Skyl såret rent for eventuelle glasskår under vandhanen og læg en trykforbinding/plaster på.

Oprydning

- **Udstyr:** Sæt strømforsyninger og varmelegemer på plads i skabene, når de er helt kolde.
- **Afkøling:** Lad alt udstyr og vand afkøle i minimum 5-10 minutter, før I begynder at rydde op.
- **Håndtering af vand:** Hæld det afkølede vand ud i vasken. Pas på ikke at spilde vand i nærheden af el-stik eller strømforsyninger.
- **Aftørring:** Tør bordet grundigt af med en klud, hvis der er spildt vand.

- **Opbevaring:** Rul ledninger pænt op uden at knække dem. Læg termometre tilbage i deres beskyttelsesrør.

☐☐ Materialer

- Dyppekoger, varmelegeme eller modstandstråd (fx konstantan)
- Kalorimeter (eller isoleret bægerglas med glasuld, avispapir)
- Måleglas og vægt
- Voltmeter og Amperemeter (eller et multimeter)
- Ledninger og krokodillenæb
- En computer eller tablet pr. gruppe.
- Stopur og termometer (digital anbefales)
- Paplåg til kalorimeteret (hvis man ikke har et rigtigt låg)
- Artiklen [Datacentre mangler at udnytte overskud af varme](#)
- [Datacenters Map](#)
- Live-kort: [Electricity Maps](#)

☐ Vejledning 1: Placering, energitype og udledning

I stedet for blot at vælge tilfældige lande, skal I nu agere it-arkitekter og finde **4 specifikke datacentre** rundt omkring i verden, hvor store tech-giganter (som Google, Microsoft, Meta eller Amazon) har placeret deres servere:

Datacenter kort

1. Åbn kortet [Datacenters Map](#).
2. Brug søgefunktionen eller klik jer rundt på verdenskortet for at finde ét specifikt datacenter i hvert af de følgende fire områder:
 - **Danmark** (f.eks. et datacenter i Odense eller Fredericia).
 - **Irland / Dublin** (Irland er et kæmpe knudepunkt for europæiske datacentre).
 - **Tyskland / Frankfurt** (Frankfurt huser et af de største netværksknudepunkter i verden).
 - **USA** (f.eks. i staten Virginia eller Oregon, hvor Amazon og Google har gigantiske områder).

3. Klik på de specifikke datacentre på kortet, og undersøg, hvem der ejer dem (hvis det står der), eller skriv navnet på datacentret og den præcise by/region ned.

Energi kort

1. Åbn nu [Electricity Maps](#).
2. Find de præcise regioner/lande på live-kortet, som svarer til placeringen af de fire datacentre, I lige har fundet, og notér følgende data i jeres kladde:
 - **CO₂-intensitet:** Hvor mange gram CO₂ udledes der pr. kiloWatt-time strøm (målt i g CO₂ eq/kWh)?
 - **Energimiks:** Hvor stor en procentdel af strømmen kommer lige nu fra henholdsvis *fossile kilder* (kul, gas, olie) og *vedvarende kilder* (vind, sol, vandkraft)?
3. Udfyld/lav regnearket efter undersøgelsen.

[+ Hent og udfyld regneark 1](#)

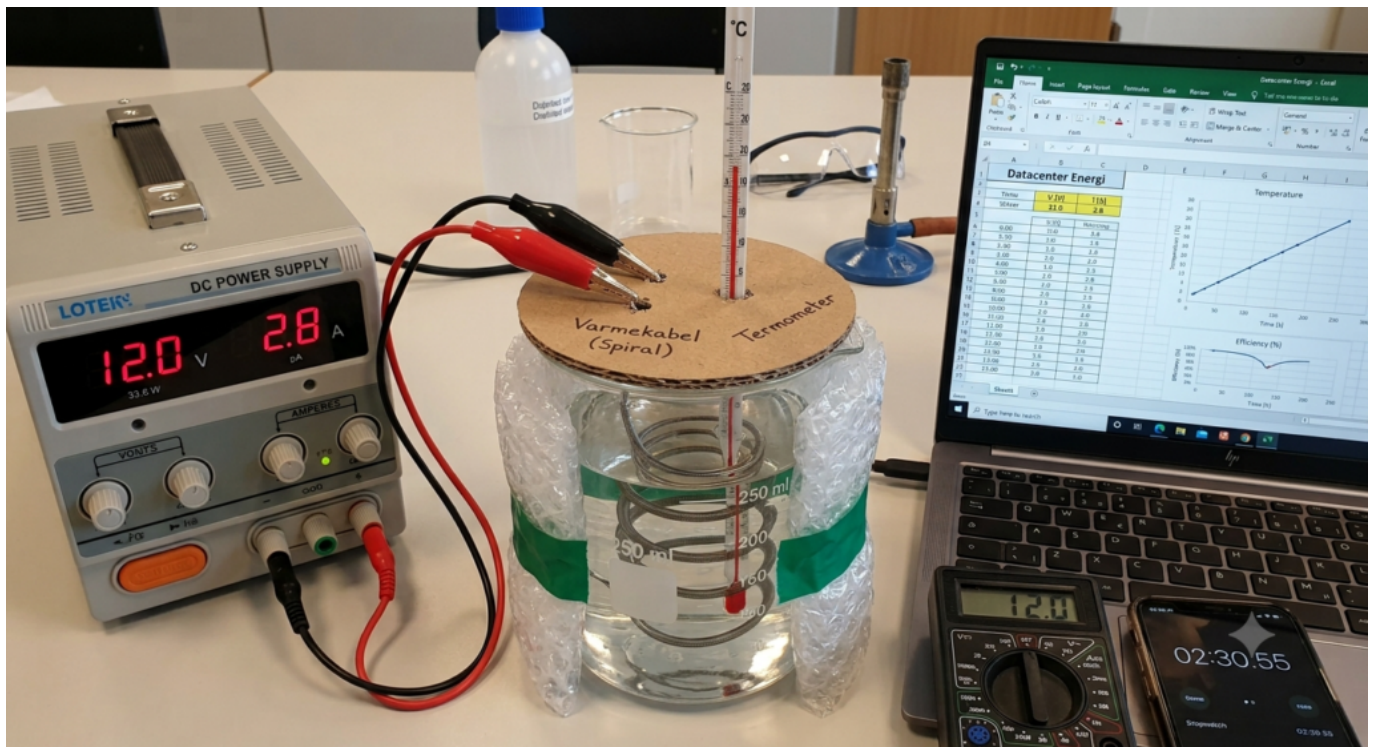
□ Vejledning 2: Energi og nyttevirkning

I dette forsøg undersøger vi, hvor meget energi der reelt går til opvarmning (spildvarme), og hvor meget energi der mistes til omgivelserne. Vi bruger en elektrisk opvarmning af vand som model for et datacenters varmeudvikling.

Før undersøgelsen

- Læs artiklen:
<https://www.dr.dk/nyheder/indland/datacentre-mangler-udnytte-overskud-af-varme>
- Hvis I ikke har et låg til kalorimeteret, kan I klippe et af pap svarende til kalorimeterets diameter.
- Hvis I bruger **modstandstråd**, skal den være mindst 35 cm lang. Form tråden som en *spiral* eller et "U" nede i vandet (vikl den evt. løst om en blyant og træk den ud), så den fylder mest muligt i vandet uden at røre ved sig selv (se opstilling nedenunder):
 - Klip et stykke tråd på ca. **35 cm**.

- Form de midterste **25 cm** som en spiral, der skal sænkes helt ned i vandet.
- Lad **5 cm** stikke op i hver side gennem hullerne i paplåget.
- Klem krokodillenæbene fast på de stikkende ender igennem låget, så tråden ikke rører pappet (brandfare!) men næbbene heller ikke rører vandet.



Start undersøgelse

1. Hæld en præcis mængde koldt vand op i kalorimeteret (f.eks. $m = 0,200$ kg).
2. Noter starttemperaturen (T_{start}).
3. Tænd for varmelegemet og start stopuret samtidig.
4. Mål spændingen (U i Volt) og strømstyrken (I i Ampere) undervejs.
5. Noter vandets temperatur (T) for **hvert 30. sekund i 5 minutter**.
6. Udfyld/lav regnearket efter undersøgelsen.

[+ Hent og udfyld regneark 2](#)

□ Opsamling

- **Nyttevirkning:** Hvad sker der med nyttevirkningen, når temperaturforskellen til rummet stiger og hvorfor er nyttevirkningen ikke 100%?
- **Datacentre:** Når en mikrochip i et datacenter bliver 70 C varm, afgiver den enormt meget varme til rummet. Hvorfor er datacentrene nødt til at bruge gigantiske blæsere og køleanlæg (som bruger ekstra strøm), når vi lige har set, at varmen “forsvinder af sig selv”?
- **Spildvarme:** Er et datacenter mere “bæredygtigt”, hvis det placeres i Danmark (hvor spildvarmen kan genbruges i fjernvarmen), end hvis det ligger i en ørken i USA, hvor varmen bare blæses ud til ingen nytte? Læs evt. artiklen “[Datacentre mangler at udnytte overskud af varme](#)”
- **C02-aftryk:** Hvorfor er der så stor forskel på datacentrets C02-aftryk, når det bruger nøjagtig den samme mængde strøm i alle lande?
- **Energimiks:** Prøv at holde øje med Electricity Maps over et par dage. Ændrer landenes CO₂-intensitet sig? Hvilken rolle spiller vejret (sol og vind) for internettets klimabelastning?
- **Det naturfaglige perspektiv:** Hvordan bidrager tech-giganternes datalagring helt konkret til kulstofkredsløbet, når de placerer datacentre i lande med højt kulforbrug?
- **Teknologiforståelse (Infrastruktur):** Hvorfor vælger firmaer som Google eller Meta overhovedet at placere store datacentre i lande som Danmark?
- **Etisk it-forbrug:** Hvis jeres “AI-historie” eller billedgenerering kræver store beregninger, har det så betydning for klimaet, om du gør det en nat, hvor det stormer (høj vindenergi), eller en vindstille aften i tørke?

□ Lærervejledning+

Aktiviteten formår at materialisere og visualisere elevernes “usynlige”, digitale adfærd til konkrete, målbare naturfaglige data. Forløbet bygger bro mellem fagene **Teknologiforståelse** (fokusområdet *Teknologiens betydning*), **Geografi** (infrastruktur og ressourcer) og **Fysik/kemi** (energiomsætning, kulstofkredsløb og drivhuseffekt).

Når eleverne bruger både kort over datacentre og energiproduktion, opnår de flere vigtige faglige indsigter:

- **Energiproduktion:** Ved at anvende live-data fra *Electricity Maps* opnår eleverne en dynamisk forståelse af, at et lands energimiks ikke er statisk, men fluktuerer efter vejforhold, import/eksport af strøm og

tidspunkt på døgnet. Det giver en dybere forståelse af begrebet variabelkontrol og databehandling i regneark.

- **Det fysiske vs. det virtuelle:** Det fjerner “skyen” som et abstrakt begreb. Eleverne kan se billeder eller adresser på de reelle, gigantiske bygninger, der huser deres data, før de beregner, hvor meget CO₂ bygningerne udleder i timen.
- **Infrastruktur og geografi:** Eleverne kan visuelt se på *Datacenters Map*, at datacentre ikke er jævnt fordelt over hele jorden. De ligger i klynger tæt på store knudepunkter for fiberkabler, tæt på store byer (for at undgå forsinkelse på data/latenstid) og i områder med stabil strømforsyning.

□ Kildehenvisning+

- <https://lasses-laboratorium.dk/>