

# COMPUTATIONAL THINKING I GYMNASIEFAG:

## VISIONER OG RESULTATER FRA ET 4-ÅRIGT UDVIKLINGSFORLØB

Jonas Ørbæk Hansen, Frode Peulicke, Line Have Musaeus

VILLUM FONDEN

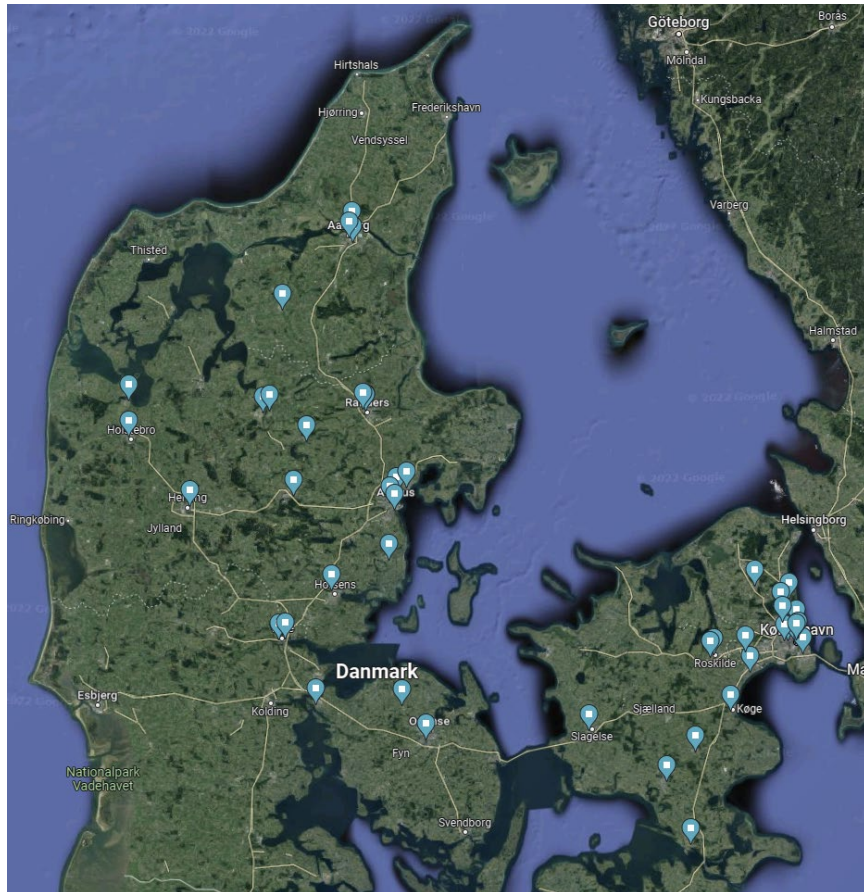


**DASG**  
Danske Science Gymnasier

**It-vest**  
samarbejdende universiteter



# COMPUTATIONAL THINKING I MATEMATIK, NATURFAG OG SAMFUNDSFAG



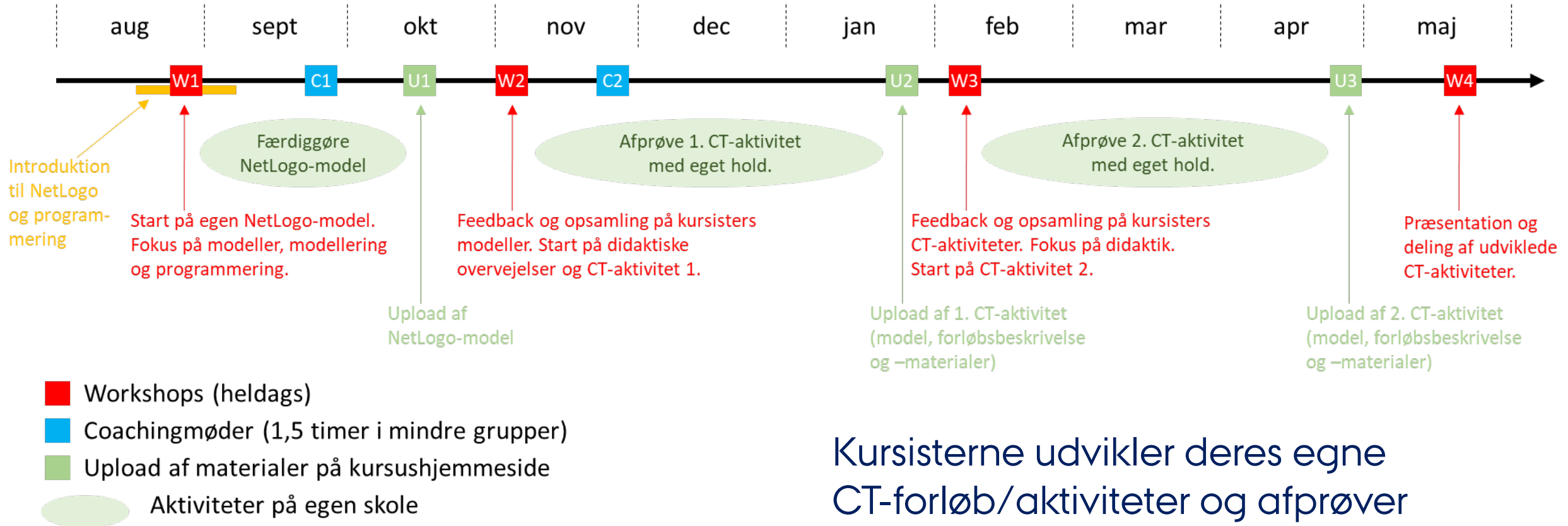
2018/2019: 29 kursister fra 17 gymnasier  
2019/2021: 32 kursister fra 16 gymnasier  
2021/2022: 58 kursister fra 29 gymnasier

Kursisterne har udviklet 70+ CT-aktiviteter i fagene:

*matematik, fysik, biologi, kemi, naturgeografi, bioteknologi,  
astronomi, NV, samfundsfag*



# KURSETS OPBYGNING



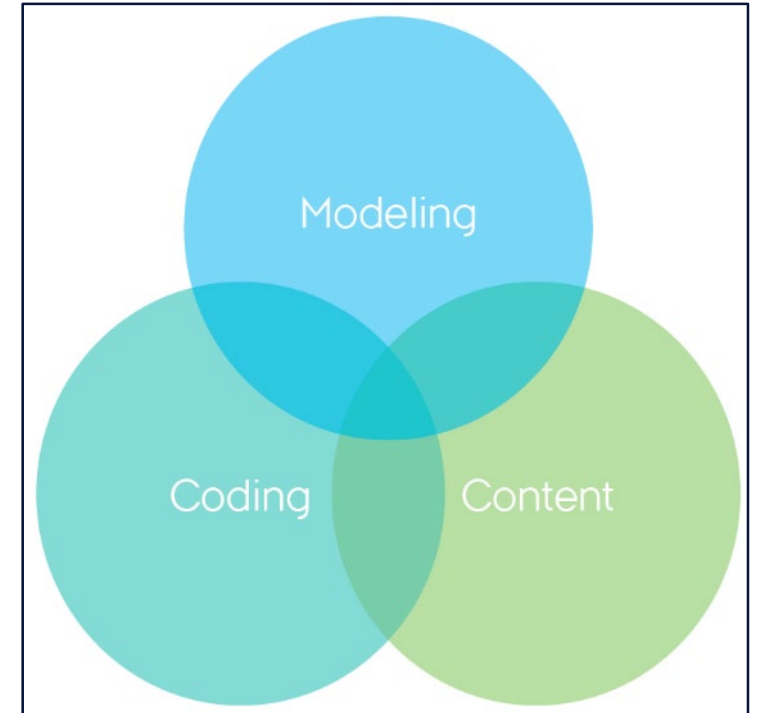
Kursisterne udvikler deres egne CT-forløb/aktiviteter og afprøver dem på egne hold.

# SKAL UNDERSTØTTE DEN FAGLIGE LÆRING

---

- Eleverne udvikler CT-kompetencer, mens de arbejder med faget
- Eleverne udnytter CT til at udforske faget på nye måder og i nye retninger

Udgangspunkt i faglige modeller og modellering



# COMPUTATIONAL THINKING (CT)

---



Færdigheder der gør eleven i stand til at bruge computeren til at *tænke* med. Til at *udforske, analysere, vurdere* og *erkende* ting i faget med.



Eleverne skal være kreative og skabende. Ikke afhængige af hvad der allerede findes. Styrke elevernes handleevne og give nye muligheder.



Hvad er der i "maskinrummet" af en computermodel? Hvor meget kan vi stole på resultater fra computermodeller (i faget/samfundet)? Hvad er modellens rækkevidde og begrænsninger?

# AGENTBASEREDE MODELLER (ABM)

---

**Agenter** er autonome individer (fx fugle)

Agenterne har nogle *egenskaber* (fx udseende, størrelse, position, retning, fart, osv.) og en *adfærd* (fx søg mod syd, styr uden om træer, ret ind efter dine "naboer", osv.)

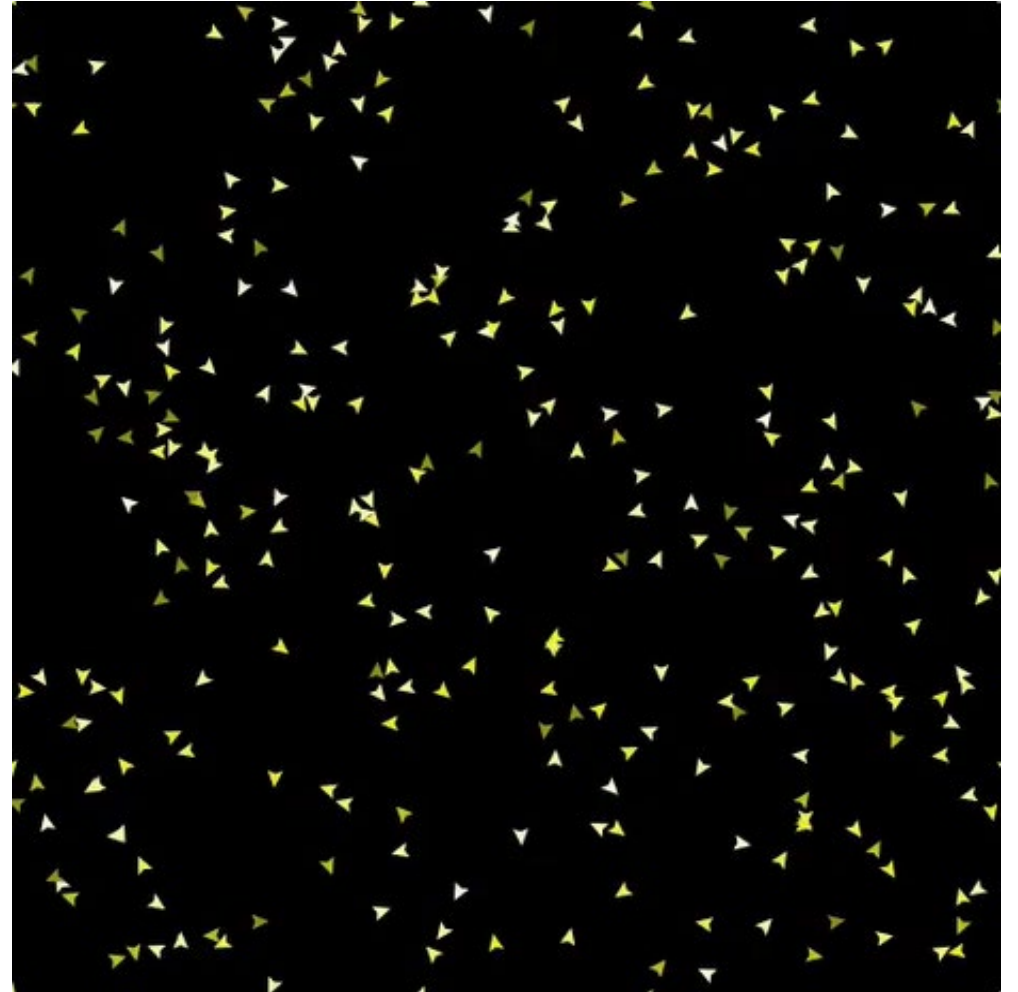
Agenternes *egenskaber* og *adfærd* definerer, hvordan de ser ud og opfører sig, og hvordan de interagerer med hinanden og deres omgivelser.



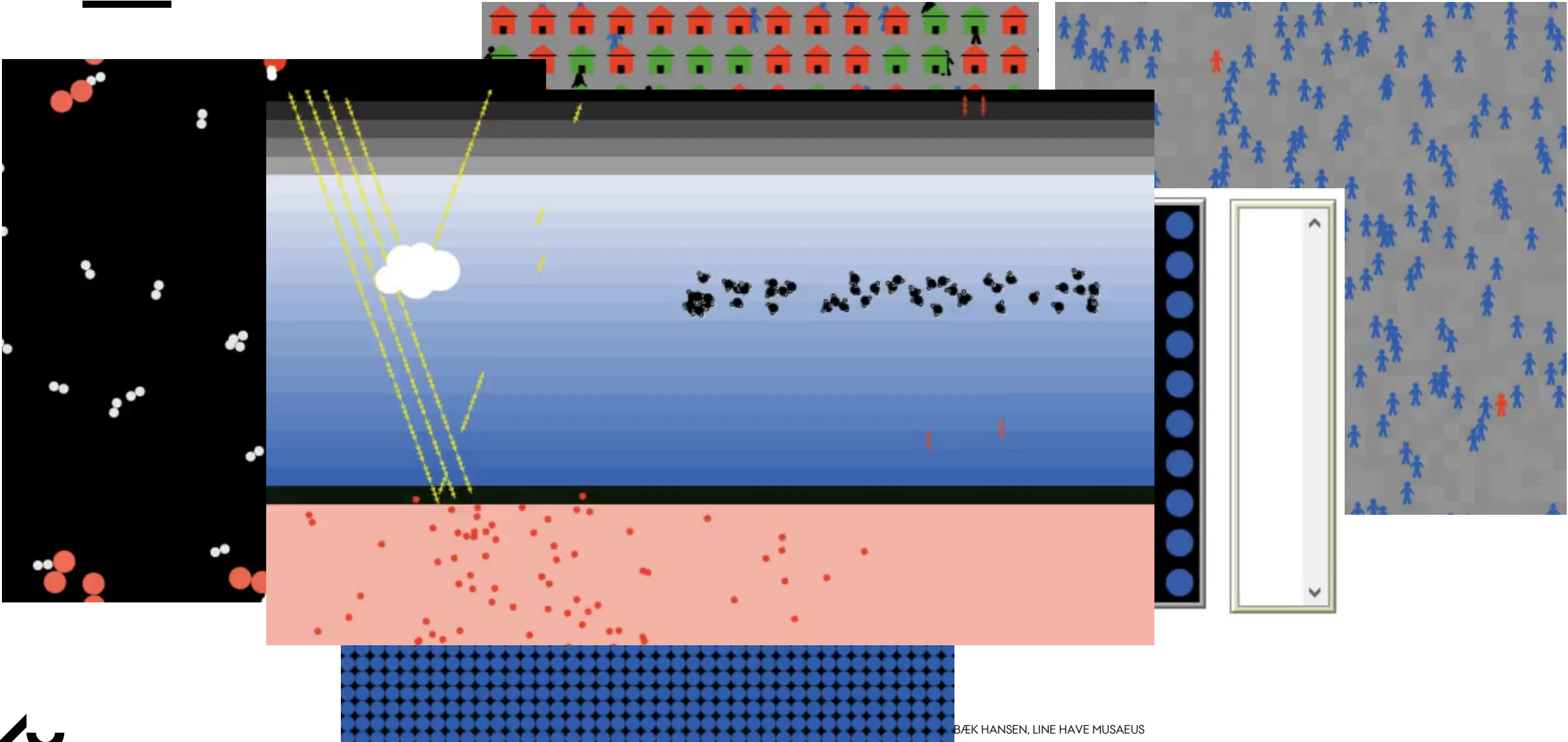
# AGENTBASEREDE MODELLER (ABM)

Vi programmerer en enkelt fugl (udstyrer den med egenskaber og adfærd) og fortæller modellen, at vi vil have 300 fugle. **Vi slipper dem løs og ser, hvad der sker...**

- Vi kan med ABM undersøge hvilken adfærd på agentniveau (mikroniveau) der fører til det fænomen, vi observerer på systemniveau (makroniveau).
- Vi kan undersøge hvordan ændringer på agentniveau påvirker systemniveau (lave forudsigelser/fremskrivninger)



# AGENTBASEREDDE MODELLER (ABM)



BÆK HANSEN, LINE HAVE MUSAEUS



# AGENTBASEREDE MODELLER (ABM)

---

En agentbaseret computermode over et fagligt fænomen giver eleverne:

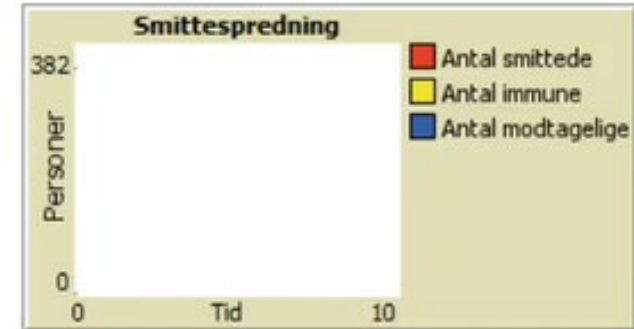
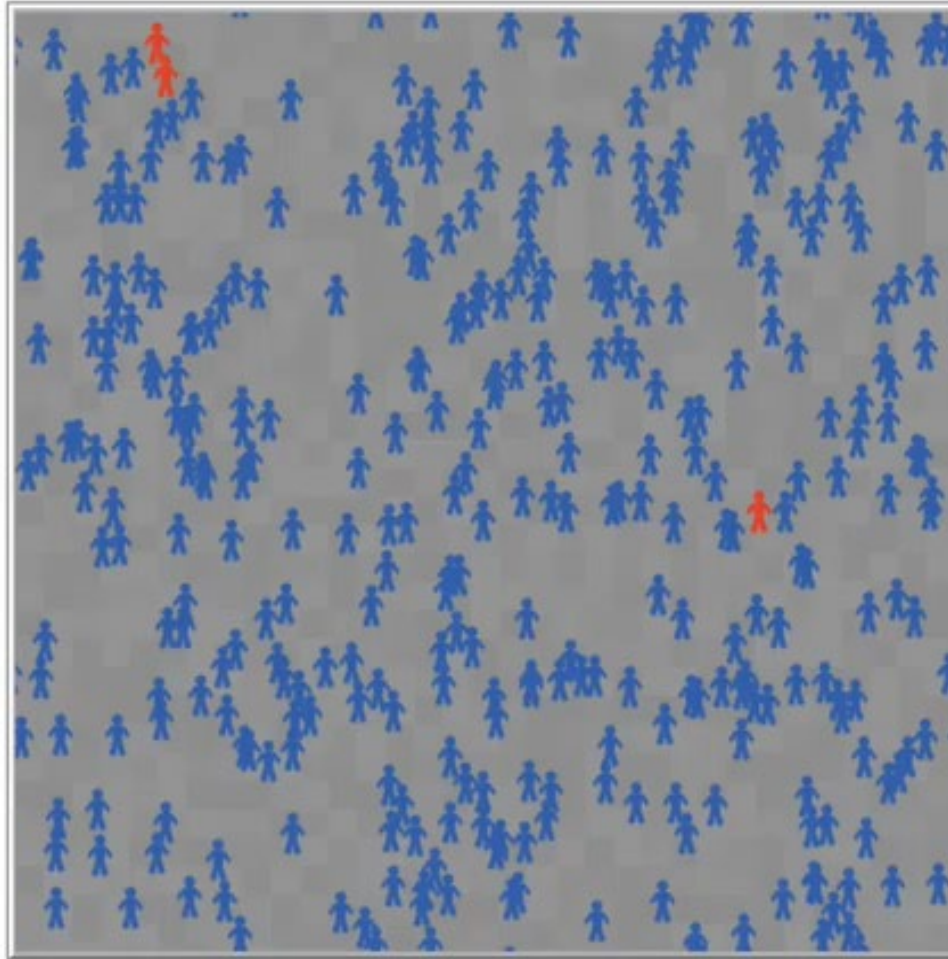
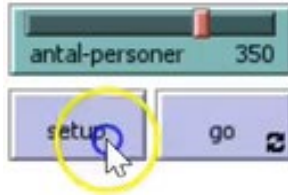
- **egenskaber** og **adfærd** som intuitiv tilgang til et fænomen  
*selv for begyndere inden for modellering og programmering*
- en tilgang til at beskrive og forstå sammenhængen mellem mikro- og makroniveau af et fagligt fænomen.

*Store, komplekse fænomener reduceres til et spørgsmål om, hvordan de enkelte agenter agerer i bestemte situationer.*

*ABM'er gør arbejdet med og programmeringen af modeller **konkret** for eleverne og giver dem mulighed for at arbejde med relativt komplekse fænomener og problemstillinger, som ellers ville være vanskelige at behandle i undervisningen (fx pga. svær matematik).*



# SMITTESPREDNING



# SMITTESPREDNING

## Matematisk analyse vs. agentbaseret model

### Koblede differentiallyigninger

Beskriver fænomenet på systemniveau  
(makroskopisk model)

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta}{N}I(t)S(t)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta}{N}I(t)S(t) - \gamma I(t)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I(t)$$

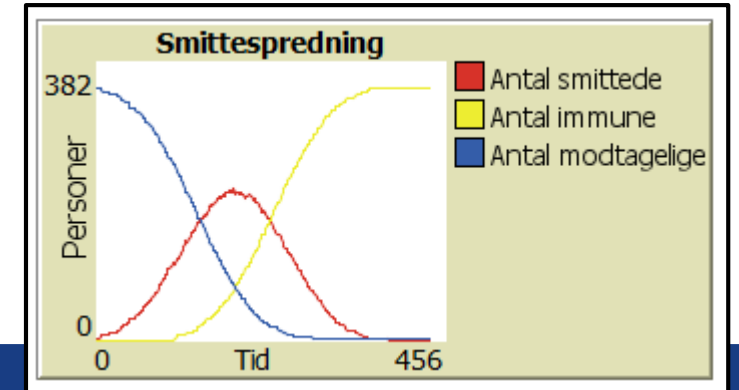
### ABM model

Her beskrives reglerne for de enkelte agents opførelse (mikroskopisk model)

```
ask persons with [ color = blue ] [  
  if any? persons-here with [color = red] [ set color red ]  
]
```

```
ask persons with [color = red] [  
  if infection-time > 100 [ set color yellow ]  
]
```

*Her kan alle elever være med.*



# SKOVBRAND

Træerne er agenter

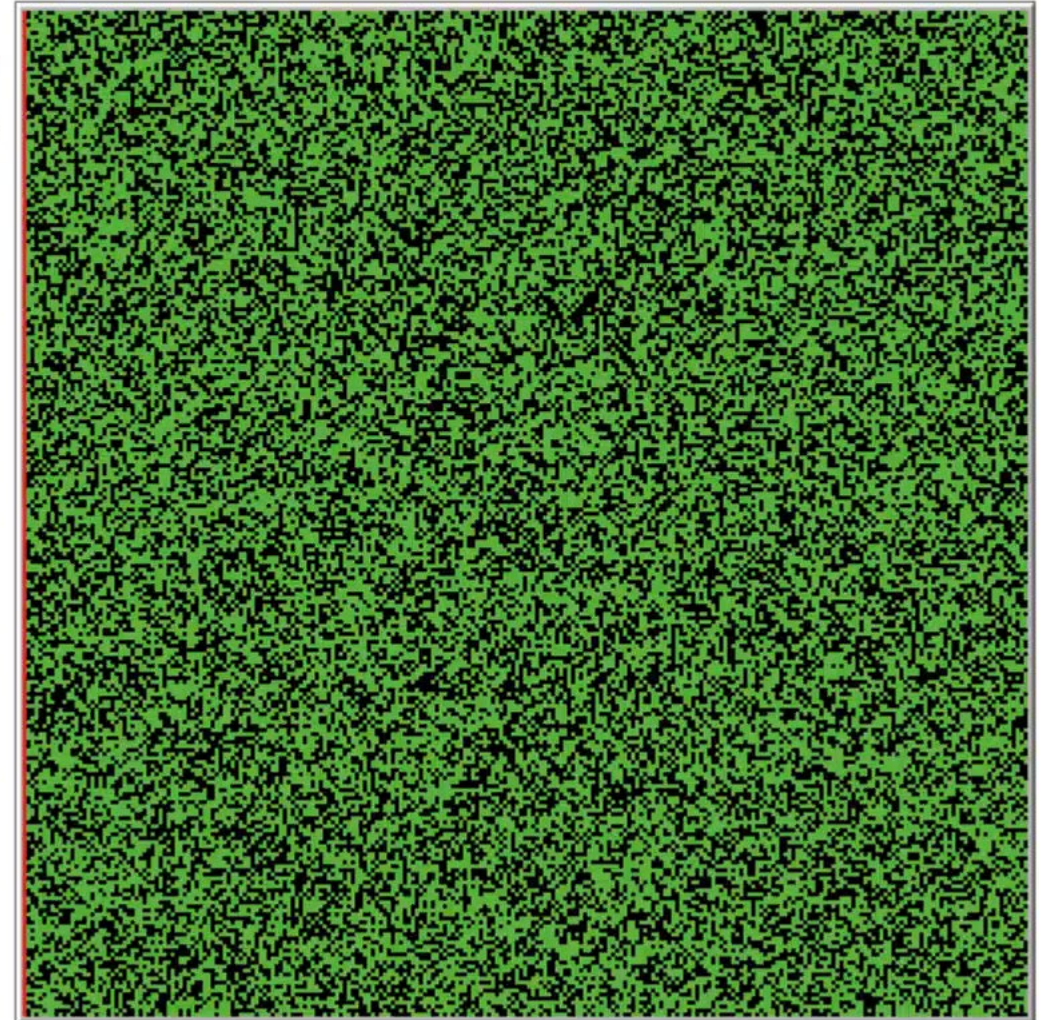
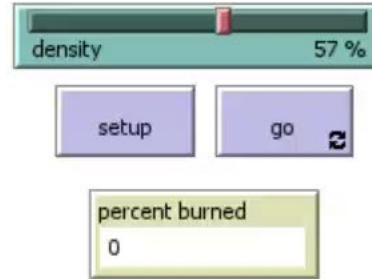
Grønne træer gør ingenting

Røde (brændende) træer har to regler:

- 1) Sætter ild til naboer
- 2) Brænder ud

Bemærk de brændende træer til venstre  
i billedet

```
ask fires  
  [ ask neighbors4 with [pcolor = green]  
    [ ignite ]  
    set breed embers ]
```



# SKOVBRAND

Træerne er agenter

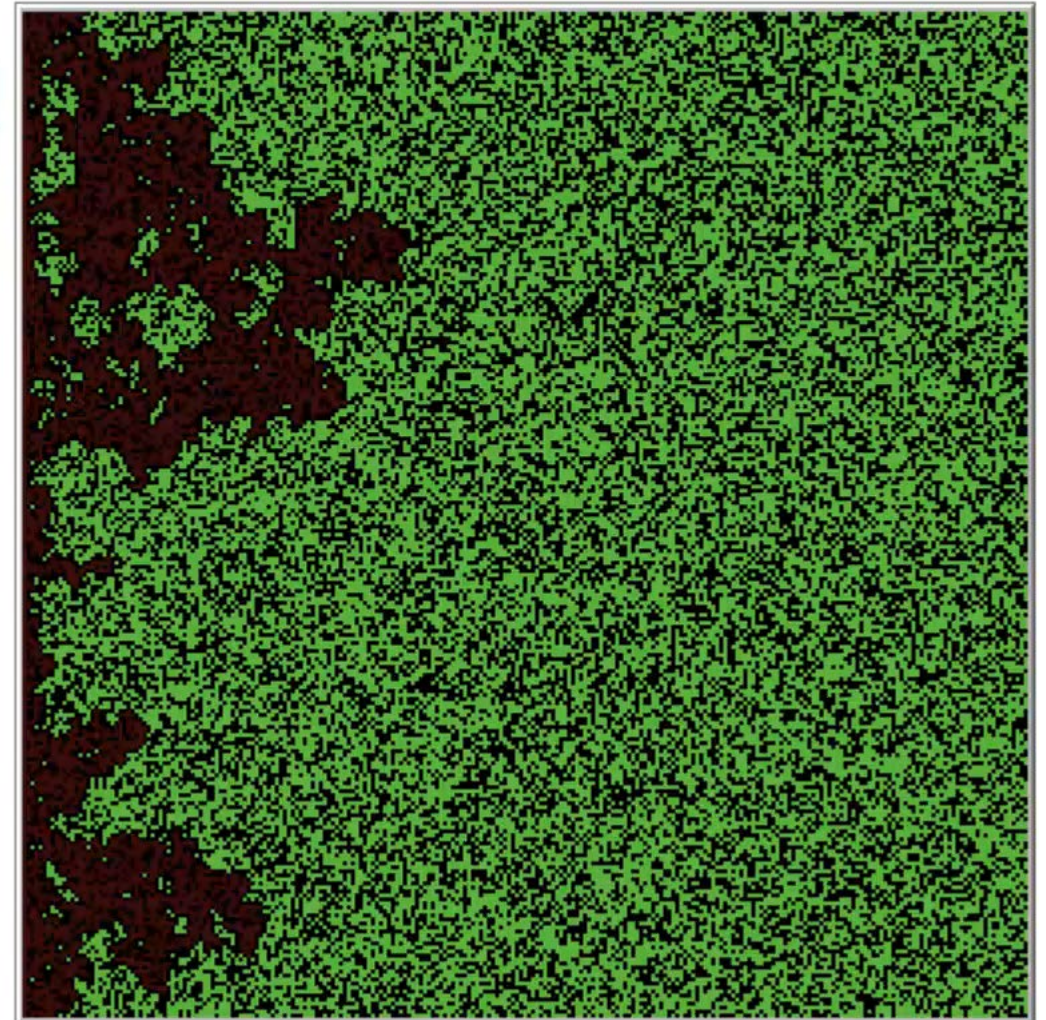
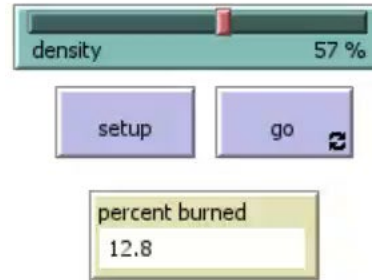
Grønne træer gør ingenting

Røde (brændende) træer har to regler:

- 1) Sætter ild til nabo træer
- 2) Brænder ud

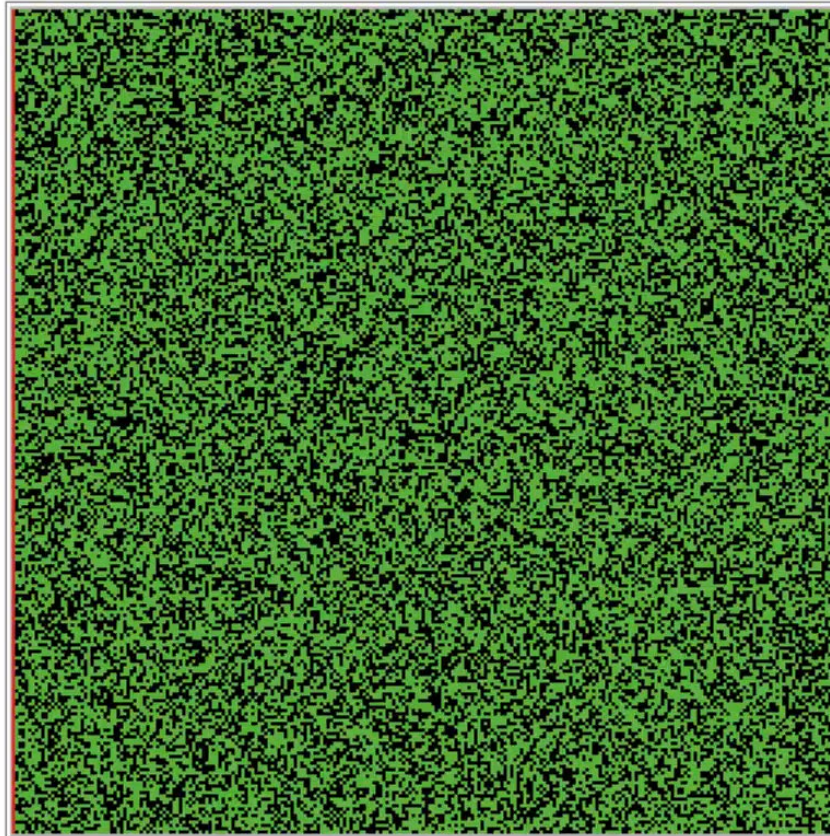
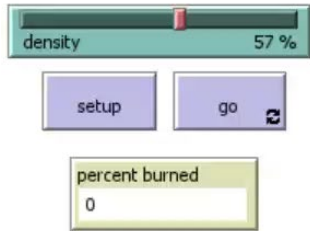
Bemærk de brændende træer til venstre i billedet

FORSKELLIGT UDFALD HVER GANG

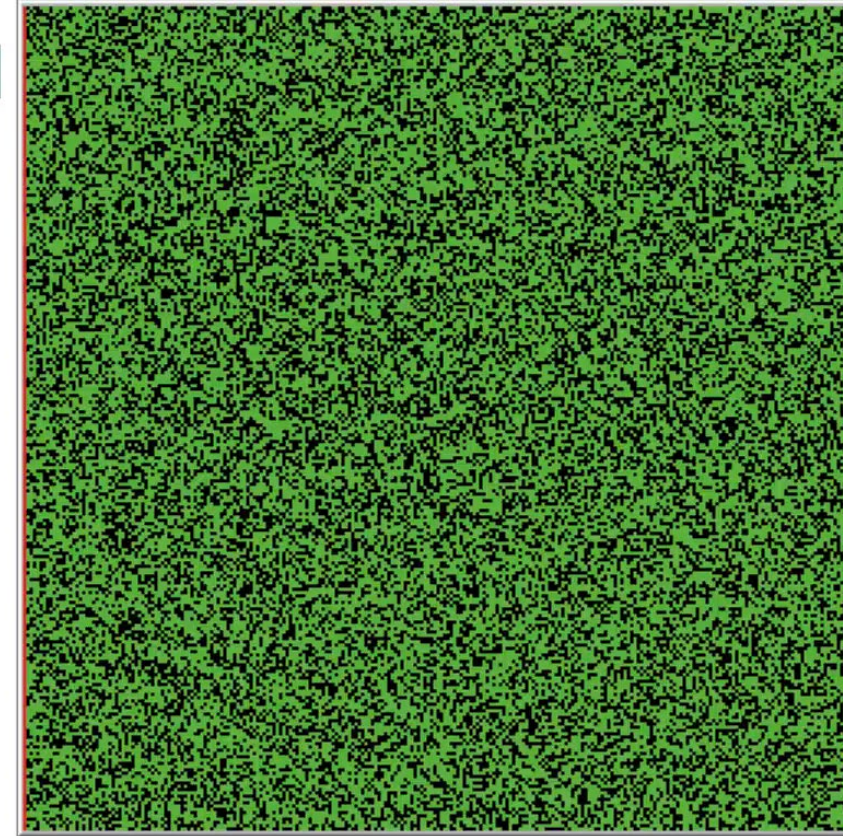
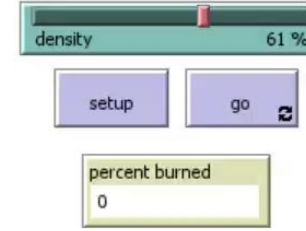


# SKOVBRAND

TÆTHED 57%



TÆTHED 61%



# VISIONER



---

Introduktion af computationel tankegang og modellering i den eksisterende gymnasieuddannelse

Efteruddannelse af lærere i gymnasiet

Give elever erfaringer med og fortrolighed i kommunikation med computere



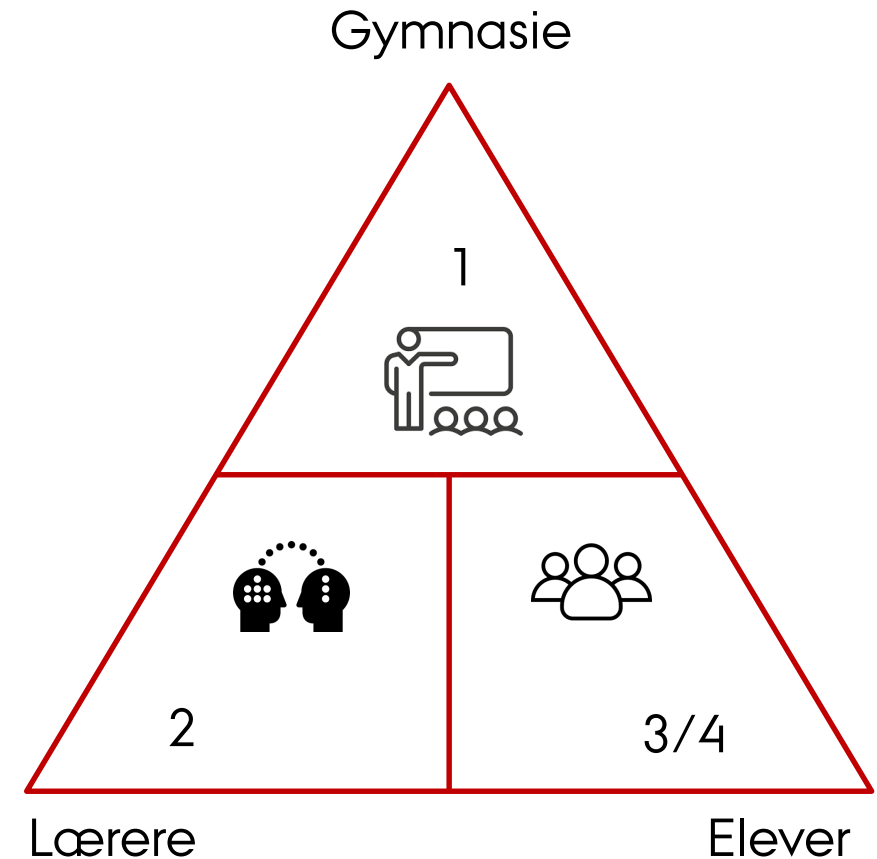
# FORSKNING I UDVIKLINGSFORLØBET



År 1: fokus på kursusudvikling

År 2: fokus på lærernes kompetencer

År 3/4: fokus på elevernes læring



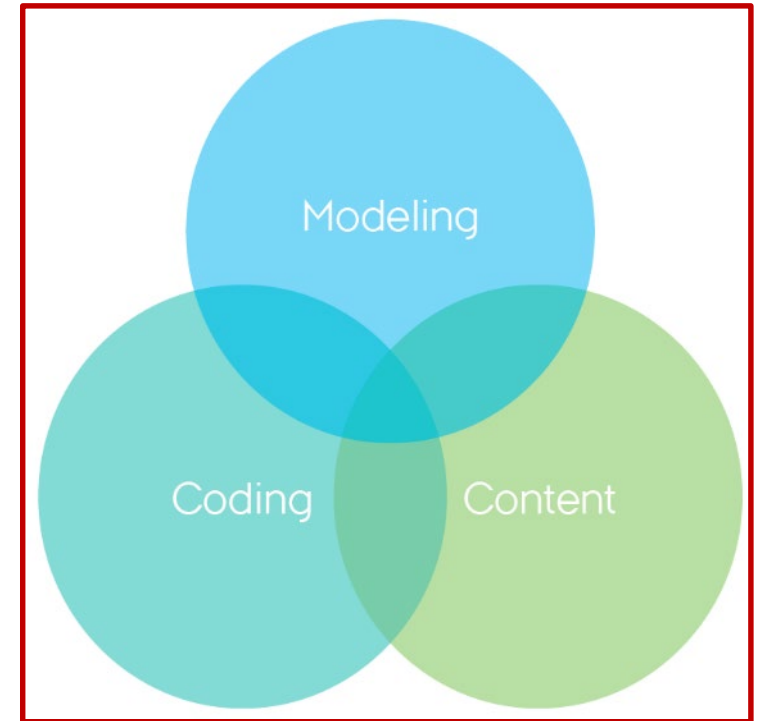


# ÅR 1: KURSUSUDVIKLING



## Udvikling og evaluering af CMC tilgangen

✓ En succesfuld ramme for at integrere 'computational thinking' aktiviteter ind i eksisterende fag



Musaeus, L. H., & Musaeus, P. (2019, February). Computational thinking in the Danish High School: Learning coding, modeling, and content knowledge with NetLogo. In *Proceedings of the 50th ACM technical symposium on computer science education* (pp. 913-919).



# ÅR 2: LÆRERNE KOMPETENCER



Udvikling af skabelon for design og evaluering af læringsaktiviteter og computer modeller

✓ Redskab til lærerne i at designe og evaluere elevaktiviteterne

Musaeus, L. H., Nowack, P., Caspersen, M. E.,  
Musaeus, P. (Accepted). A Template for  
Teaching Computational Modelling: A Design  
Based Research Study in High School. *Journal of  
Education and Information Technologies*



Læringsaktiviteter til elever

1 Modellens rækkevidde

2 ...

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

Skabelon

# ÅR 3/4: ELEVERNES LÆRING



—  
lgangværende projekt

Fokus på elevernes  
computationelle  
tankegang og  
modelleringskompetencer



- Eksperiment og kontrol klasser
- >100 studerende
- pre-post (og -post) målinger
- matematik og samfundsfag





## Computational tænkning:

Eleverne bliver bedre til logisk og algoritmisk tankegang

Eleverne bliver bedre til at kommunikere med en computer:

- Eleverne bruger 'computer-sprog' (NetLogo syntaks, loops og sekvenser)
- Færre elever undlader at kommunikere med computeren.

## Modelleringskompetencer:

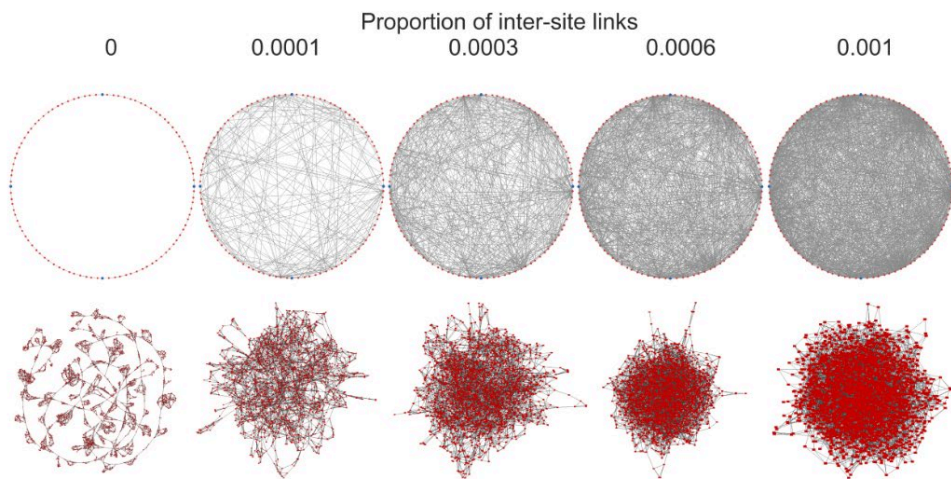
- Eleverne identificerer agenter i en model
- Eleverne beskriver organisationen af agenter
- Eleverne beskriver en tidslig udvikling i fremtiden

Musaeus & Musaeus (in prep.).  
CT facilitation transfer of  
modeling competences.

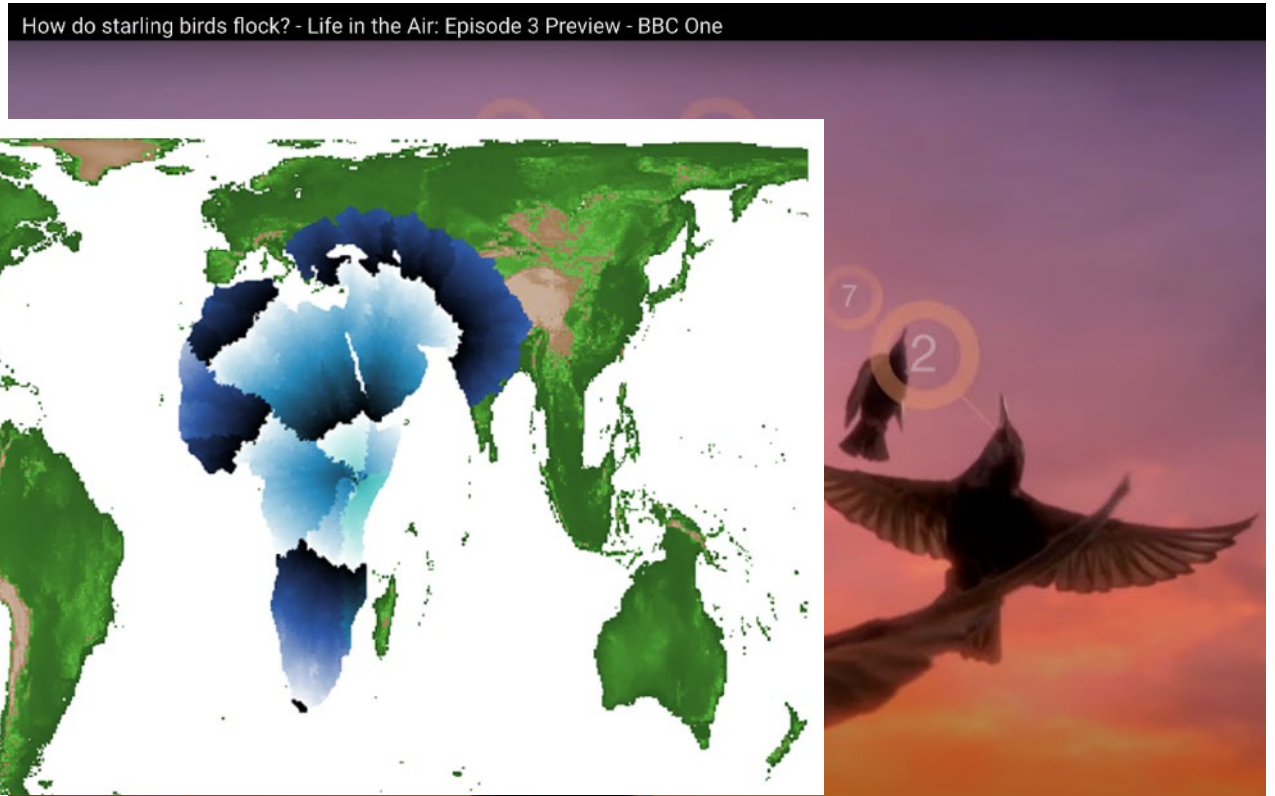


# UDBREDELSE?

Flere fænomener  
Flere fag  
Flere elevtyper  
Flere uddannelser



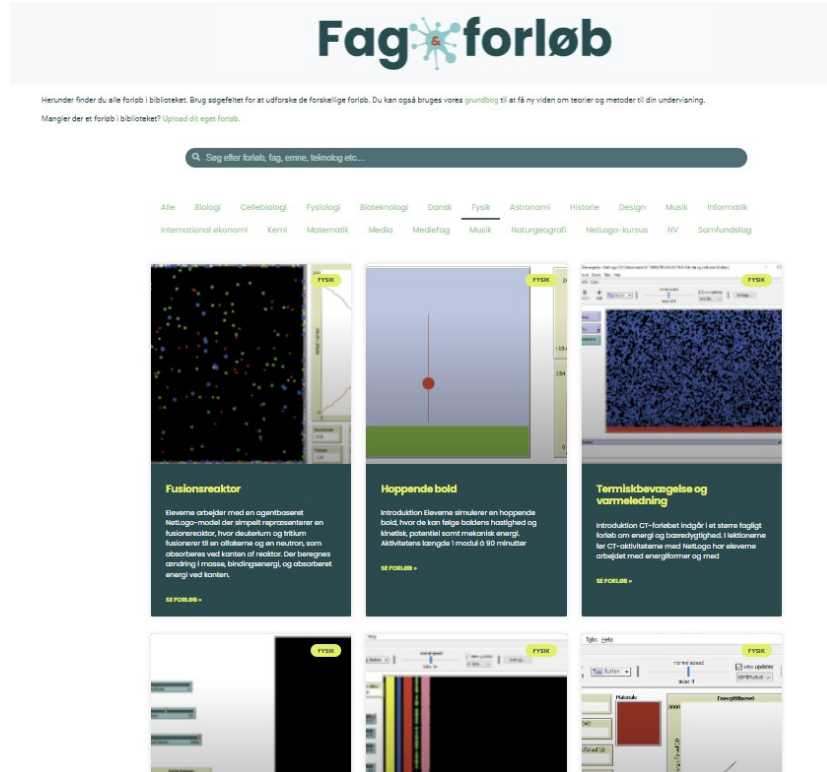
Kanters, H., Brughmans, T., & Romanowska, I. (2021). Sensitivity analysis in archaeological simulation: An application to the MERCURY model. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 38, 102974.



Romanowska, I., Wren, C. D., & Crabtree, S. A. (2021). *Agent-based modeling for archaeology: Simulating the complexity of societies*. SFI Press.

How do starling birds flock? - Life in the Air: Episode 3 Preview - BBC One

# VIL DU VIDE MERE?



**Fagforløb**

Herunder finder du alle forløb i biblioteket. Brug søgefelter for at udforske de forskellige forløb. Du kan også bruges vores **pundlog** til at få ny viden om teorier og metoder til din undervisning. Mangler der et forløb i biblioteket? Upload dit eget forløb.

Søg efter forløb, fag, emne, teknolog etc...

Alle Biologi Cellebiologi Fysiologi Bioteknologi Dansk Fysik Astronomi Historie Design Musik Informatik  
International økonomi Kemi Matematik Media Mediefag Musik Naturgeografi Netlogo-kursus NV Samfundsfag

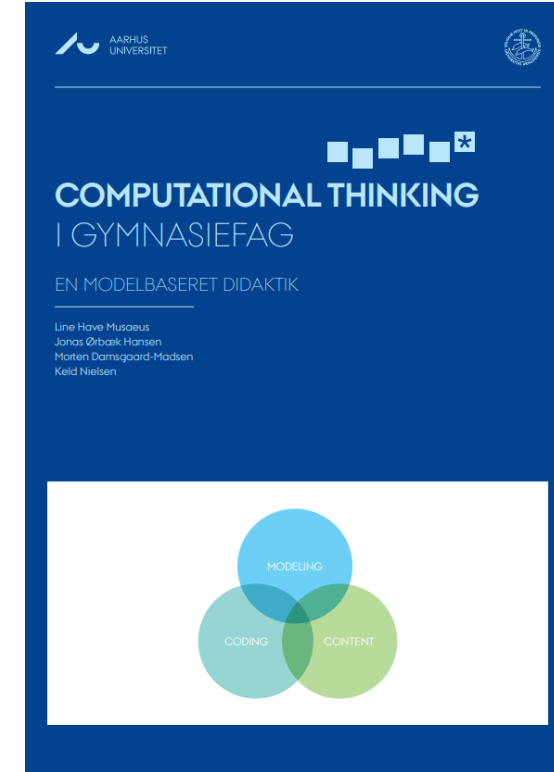
**Fusionsreaktor**  
Elevne arbejder med en organiseret netlogo-model der simulerer en fusionsreaktor, hvor deuterium og tritium fusionerer til en helium og en neutron, som absorberes ved kerne af tritium. Det bringer ændring i masse, bindingsenergi, og absorberet energi ved kerne.

**Hoppende bold**  
Introduktion Elevne simulerer en hoppende bold, hvor de kan lægge boldens hastighed og kinetisk, potentiel samt mekanisk energi. Aktiviteten kører i modul 0 50 minutter

**Termisk bevægelse og varmeledning**  
Introduktion CT-forløbet indgår i et større fagligt forløb om energi og bæredygtighed i lektionerne for CT-aktiviteterne med netlogo har eleverne arbejdet med energiformer og med



De udviklede CT-aktiviteter kan findes her: [www.graspit.dk](http://www.graspit.dk)



AARHUS UNIVERSITET

**COMPUTATIONAL THINKING**  
I GYMNASIEFAG

EN MODELBASERET DIDAKTIK

Line Have Musaeus  
Jonas Ørbæk Hansen  
Morten Damsgaard-Madsen  
Keld Nielsen

MODELING  
CODING  
CONTENT

Hæfte:  
<https://cs.au.dk/fileadmin/www.cct.au.dk/cctd.au.dk/PDFs/CT-didaktik2020.pdf>





AARHUS  
UNIVERSITET

Jonas Ørbæk Hansen, Frode Peulicke, Line Have Musæus