

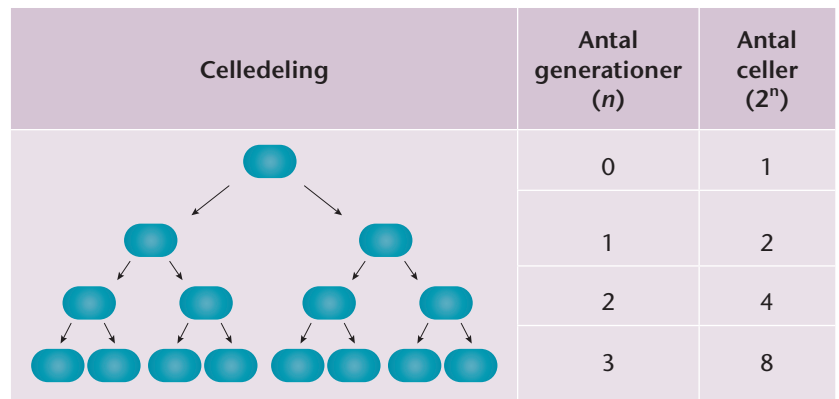
## Vækst

Mikroorganismer har en imponerende evne til vækst, det vil sige til at øge deres antal. Fx kan populationer af alger (og cyanobakterier) lave *algeopblomstringer*, se figur 28. Det sker på visse tidspunkter af året hvor temperaturen, mængden af næringsalte og lys er optimal, så cellerne deler sig med en maksimal hastighed. Algeopblomstringer kan ses som en farvning af vandet, og der kan dannes giftige stoffer eller ske iltsvind som følge af opblomstringen.



Figur 28. Opblomstring af cyanobakterier i Østersøen.

Vækst hos levende organismer sker på grundlag af celledelinger, det vil sige at en celle ( $2^0$ ) deler sig til to celler ( $2^1$ ), som deler sig til fire celler ( $2^2$ ), som deler sig til otte ( $2^3$ ) osv., og det kaldes *eksponentiel vækst*. Antallet af celler på et givent



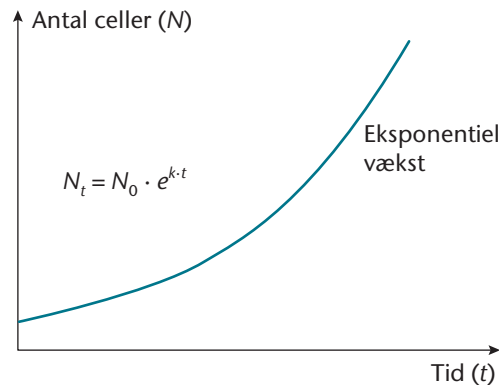
tidspunkt kan generelt udtrykkes som  $2^n$  hvor 'n' samtidig repræsenterer antallet af generationer, se figur 29.

Figur 29. Celledeling, antal generationer og celler.

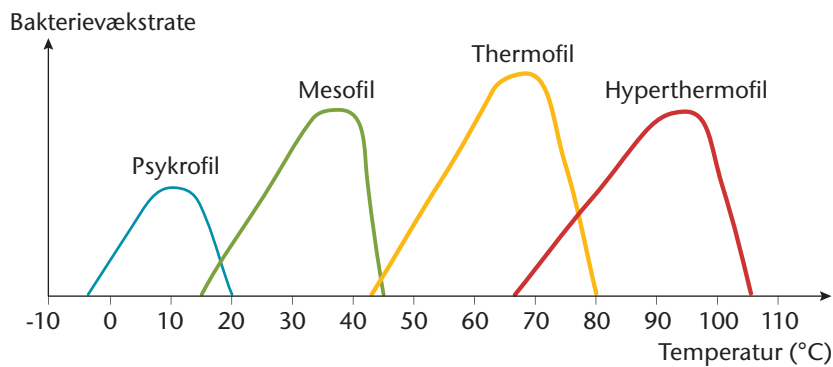
Figur 30 viser en model af den eksponentielle vækst. Forskriften for den naturlige eksponentielle vækstfunktion i en population af mikroorganismer er:

$$N_t = N_0 \cdot e^{k \cdot t}$$

$N_t$  betegner antallet af celler til tiden  $t$ , mens  $N_0$  betegner antallet af celler til tiden 0.  $e$  kaldes grundtallet for den naturlige eksponentielle funktion og har tilnær-



Figur 30. Eksponentiel vækst.

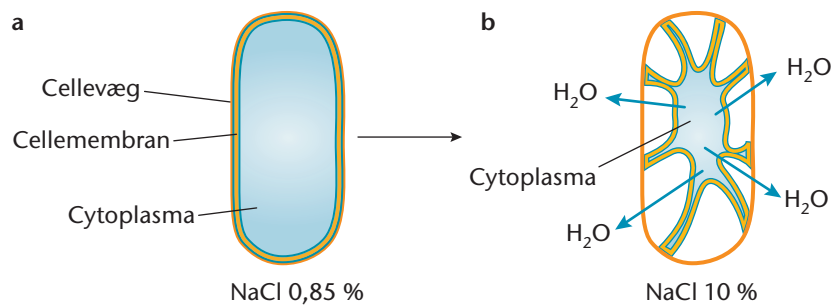


Figur 31. Vækstrate for bakterier som funktion af temperaturen. Læg mærke til at graferne ikke er symmetriske omkring den optimale temperatur. Det skyldes at bakteriernes proteiner hurtigt denaturerer, når temperaturen bliver højere end den optimale for væksten.

met værdien 2,718.  $k$  er en konstant der indgår i beregning af vækstraten  $r$  (populationens tilvækst pr. tid), idet  $r = e^k - 1$ . Når forholdene er optimale, vil vækstraten være konstant, uanset om mikroorganismen er en prokaryot der deler sig ved binær fission, eller den er en eukaryot der laver mitotiske celledelinger.

### Vækstfaktorer

Det er sjældent at vækstforholdene er optimale, og vækstraten afhænger af forskellige fysiske og kemiske faktorer der samlet kan betegnes som *vækstfaktorer*. Fx har temperaturen en afgørende betydning for mikroorganismers vækst, og bakterier inddeles i typer som *psykrofile*, *mesofile*, *thermofile* og *hypertermofile* efter



Figur 32.

- Celle i isotonisk opløsning. Under disse betingelser modsvarer koncentrationen af opløste (osmotisk aktive) stoffer i cellen koncentrationen af NaCl i omgivelserne, og der sker ingen osmose.
- Koncentration af NaCl i omgivelserne er så høj at vand ved osmose forlader cytoplasmaet, så cellen krymper og evt. kollapser, et fænomen der kaldes plasmolyse.

deres vækstrater under forskellige temperaturforhold, se figur 31.

Miljøets pH-værdi har også stor betydning. Mikroorganismer kan være tilpasset forskellige pH-forhold, og som vist i figur 18, side 22, så findes der arkæer der er tilpasset til at leve i ekstremt sure eller ekstremt basiske miljøer. De fleste bakterier vokser bedst i et snævert pH-interval mellem 6,5 og 7,5, og derfor virker det konserverende når madvarer syrnes med mælkesyrebakterier som vist i figur 3 side 11. Skimmelsvampe og gær vokser bedst ved pH-værdier mellem 5 og 6.

Når mikroorganismer vokser, danner de ofte syrer som påvirker deres egen vækst negativt. Derfor tilsættes typisk kemisk fremstillede buffere til vækstmediet når der dyrkes mikroorganismer i laboratoriet, da buffere kan fastholde den ønskede pH.

Indholdet af opløste salte i det omgivende miljø har også stor indflydelse på mikroorganismers vækstbetingelser. Hvis saltkoncentrationen bliver for høj, kan der ske *plasmolyse*, se figur 32. Det skyldes at