

# Hvem oppfant hjulet?

av Dr. Kjell J. Tveter

Det er forskjellige meninger om hvor hjulet kommer fra. Noen mener kineserne oppfant det. Andre tror det kommer fra Mellom- eller Syd-Amerika. Selv om vi kan være usikre på hvor det egentlig stammer fra, kan vi i alle fall være enige om en ting: Nåtidens mennesker ville ikke klare seg uten hjulet. Det er vi blitt helt avhengige av. De viktigste aktiviteter i et moderne samfunn er helt avhengig av hjulet. Det gjelder maskiner, motorer, instrumenter, for ikke å snakke om våre vanlige kommunikasjonsmidler som sykkel, bil og tog. Vi vet heller ikke med sikkerhet hvor gammelt hjulet er.



For å få det rette svaret på hjulets alder, har de siste års oppdagelser vist oss at da må vi ned på nano-nivå. En nanometer er en million del av en millimeter. Moderne molekylær biologi og biokjemi har gjort store fremskritt og vist oss hva som foregår i nano-verdenen. Da befinner vi oss inne i en celle, for eksempel i vår egen kropp. Der har vi mange maskiner. En av dem produserer livets bensin. For å få ting laget eller for å utføre et arbeid trengs alltid energi. Moderne mennesker er opptatt av hva de spiser, for å leve så sunt som mulig. Det vi spiser, brytes ned i kroppen vår i den prosessen vi kaller stoffskiftet.

Sluttproduktet i stoffskiftet når vi spiser kullhydrater (glukose), heter ATP. ATP er livets drivstoff, livets bensin. Alle energi- krevende prosesser i kroppen vår og i alt liv, er avhengig av tilførsel av ATP. ATP er energikilden for alle aktiviteter som utgjør livet, alle livets motorer. Vi produserer omtrent vår egen kroppsvekt ATP daglig. Veier vi 70 kg, vil vi i gjennomsnitt produsere 70 kg. ATP. Hvordan foregår det?

ATP produseres i en egen motor (kalt ATP-synthase). Denne motoren består egentlig av to deler. Startmotoren drives av vannstoffatomer (protoner eller  $H^+$ ). Det blir som vann som renner forbi et skovlhjul. Da vil hjulet gå rundt. Slik vil passasjen av  $H^+$  atomer gjennom startmotoren også få den til å gå rundt. De elektriske motorer som vi mennesker produserer i våre fabrikker, drives av en negativ strøm av elektroner. ATP-motoren drives av positivt ladede protoner.



*Skovlhjul*

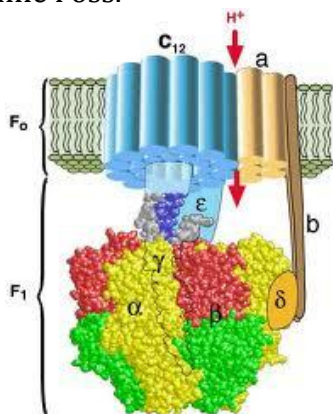
Startmotoren er koplet sammen med en annen motor, slik at rotasjonen i startmotoren overføres til denne motoren som også da vil gå rundt. Når den siste motoren roterer, vil den produsere 3 ATP molekyler for hver omdreining. Vanlig hastighet er ca

100 omdreiningar i sekundet. Det blir ca 6000 omdreiningar i minuttet. Det blir omtrent tre ganger så fort som en vanlig bilmotor i vanlig fart. Men trenger kroppen mye energi fordi vi forbruker mer, for eksempel ved en sykkelturn, kan den gå enda fortere - 15-17000 ganger. Da likner den på en Ferrari-motor. Men den trenger ingen service, ikke oljeskift en gang, slik som bilmotoren. Den bare går og går hele livet gjennom. Så det er ikke vanskelig å si at den er genial.



*Ferrari-motor*

ATP-motoren består av proteiner. Så langt vi vet, er den verdens tynneste rotasjonsmotor. Den er ca. 10 nanometer vid og 20 nanometer høy. Den er bygget opp av ca 29 proteinkomplekser, og milliarder av atomer som alle er satt sammen på riktig måte. Den finnes i alle de ca 100 tusen milliarder celler som kroppen vår er bygd opp av. Den arbeider med tilnærmet 100 % effektivitet. Vi har altså milliarder på milliarder slike motorer inne i oss.



H. Wang and G. Oster (1998). Nature 396:279-282.

*ATP-motoren*

Siden alle prosesser som finner sted inne i en celle, trenger energi og ATP-motoren er kilden til energien, må den ha vært der helt fra den første celle ble til. Den må ha vært ferdigutviklet helt fra starten av. De prosesser som produserer de proteiner som er byggematerialet til ATP-motoren i våre celler, er jo selv helt avhengig av den energien som nettopp ATP-motoren genererer. Så hvis motoren ikke var der ferdigutviklet fra livets begynnelse, ville livet ikke ha noe energi til sine reaksjoner. Alle reaksjoner i enhver organisme trenger energi. Det er et absolutt krav. I en situasjon hvor ATP-motoren ikke er ferdigutviklet, vil cellen ikke ha tilgang til den energi den trenger for å konstruere motoren. Og heller ikke til alle de andre arbeidsoppgavene i cellen, som derfor vil dø.

Disse livets nano-motorer har dannet grunnlaget for det som kan kalles revers ingeniør-kunst ('reverse engineering'). Man plukker disse maskinene fra hverandre for å lære hvordan de er bygd opp. På denne måten har vi mennesker lært mye om små motorer som langt overgår det vi selv har vært i stand til å produsere. Og moderne nano-teknologi har brukt livets maskiner som kokebok. Det har blant annet resultert i at man har kopiert ATP-maskinen, og fått den til å rotere ca 8 ganger i sekundet med strøm fra batteri.

Vi kan kanskje sammenlikne ATP-motoren med en girkasse i bil eller en annen komplisert innretning vi mennesker har laget. Biologer vil ikke ha noen problemer med å gi uttrykk for at en girkasse er konstruert og designet av ingeniører. Men det er få av dem som våger å gi uttrykk for at ATP-motoren også er konstruert og designet. Det betyr jo at det må eksistere en konstruktør, en designer.

Svaret på spørsmålet vi stilte, blir derfor at hjulet er like gammelt som livet.