

8. Batteriet

På DTU lidt nord for København har de noget af verdens førende forskning inden for udvikling af batterier. Det sker blandt andet ved hjælp af en robot, der er bygget af LEGO.

I stedet for at vi står og finder gode ideer og bruger år i laboratorier, så er det robotter og kunstige intelligenser, der kører det.

Det fortæller Rune Brostrup, der er forsker i vedvarende energiteknologi på DTU. Og ud over robotteknologi bruges også kunstig intelligens i arbejdet. Der er langt fra de batterier, vi bruger i dag, til de batterier, der fandtes i gamle dage. Levetiden er blevet bedre, og de fylder meget mindre. Og det er bydende nødvendigt, at udviklingen fortsætter, hvis de globale klimamål skal mødes, for mens vi bevæger os mod mere og mere grøn energi, stiger behovet for at kunne lagre energien i batterier. Velkommen til Den Dybe Tallerken - i dag om hvordan batterier har ændret og fortsat vil ændre vores verden.

Siden tidernes morgen har menneskets vigtigste evne måske været, at vi kan tænke nyt. Vi kan få gode ideer og opfinde ting og løsninger, der gør livet bedre og driver os fremad. Vi forlod savannen. Vi fik ideen til skibet, så vi kunne sejle over havet. Senere opfandt vi hjulet og byggede vogne, så vi kunne fortsætte fremad. Vi fandt ud af at tælle de ting, vi havde med på vognene, så vi kunne handle, og opfandt et sprog, så vi kunne beskrive, hvor mennesket kom hen, og hvad vi lærte på vejen. Senere fandt vi stadig mere avancerede måder at slå hinanden ihjel på. Vi rejste ud i rummet og har i dag en kur mod næsten alle sygdomme. Kort sagt: Mennesket kan opfinde. I en række programmer går vi tæt på de mest afgørende opfindelser i vores historie, også dem du ikke lige tænker på. Vi finder ud af, hvordan og hvorfor de blev opfundet, men specielt undersøger vi, hvordan de har forandret vores liv. Det her er Den Dybe Tallerken.

Jamen, det her er en LEGO Mindstorm-maskine, som der er nogle kloge hoveder i primært USA, der har designet, og så har vi tilpasset den til lige præcis det, vi gerne vil. Vi har bevæget os længere og længere væk fra at stå i laboratorierne og prøve ting sådan lidt på må og få. Og så får vi jo vores forskningsprocesser til at være fuldautomatiserede og selvkørende.

Hvorfor er det batteriet, du synes er så spændende?

Der er mange ting i batteriet, der gør det spændende. Det er hele denne her elektro-kemi-ting. Der er materialer og de elektrisk-kemiske reaktioner, der skal spille sammen, samtidig med at det kan beskrives fundamentalt. Der er mange ting, hvor du kan ikke modellere dem helt nede på lavt niveau og hvide god viden ud af det. Men her foregår de væsentlige ting helt nede på laveste niveau. Så det er spændende. Og så er der også hele anvendelsen af det, og det er måske i virkeligheden det, der er mest spændende at høre på.

Hvad tænker du på?

Batterier kommer til at være helt centrale i at elektrificere rigtig meget i vores samfund. Og der har vi brug for nogle nyere og nogle bedre batterier, hvis vi rigtig skal storskalere det her. Det er helt vildt fascinerende, at man kan have så meget energi med sig, uden at det er i en benzintank og en forbrændingsmotor, men at du har tilgængelig energi ved hånden, som du rent faktisk kan flytte rundt på.

Før man havde strøm og batterier, levede vi et ganske andet liv. Alt var bundet op på ting, der kunne brændes af. Når nattevægteren tændte gadebelysningen, når man tændte olie- eller petroleumslampen derhjemme, eller når damptoget og dampskibet hældte kul på de gigantiske motorer og skabte fremdrift. Selv de første biler, der kom til efter batteriets opfindelse, skulle startes med håndsving. Det skulle de, fordi man endnu ikke havde sat batterier i bilerne til at starte deres forbrændingsmotorer med. Så batteriets opfindelse rykkede i den grad ved ting.

Mit navn er Tejs Vegge. Jeg er professor på DTU Energi, og jeg leder en sektion for det, der hedder atomarskalamodellering og -materialer, hvor vi er omkring 40 mand, der arbejder med at udvikle næste generation af materialer til at lagre og konvertere vedvarende energi, for eksempel nye batterier.

Helt grundlæggende: Hvad er et batteri?

Det er en måde at lagre elektrisk energi. Hvis man nu er så heldig at have et solpanel eller en vindmølle, så producerer man strøm, og hvis man bruger strømmen med det

samme, så er alting godt. Men det man kan gøre med et batteri - eller et genopladeligt batteri, for der er forskel på batterier. Og alt det, vi arbejder med her, er genopladelige batterier. Hvis man bare køber et almindeligt tørrellebatteri i supermarkedet, så kan det kun aflades. Men hvis vi kigger på batterier, som vi bruger i dag, batterier som nogle af os stadig er afhængige af - blybatteriet - det er 150 år gammelt. Det bruger mange af os i dag stadig, når vi skal starte vores almindelige bil.

Hvis du skal kigge på, hvordan du oplever, batteriet har været med til at forme den dagligdag og kultur, vi har i dag...?

Hvis jeg starter sådan helt egoistisk, så vil jeg gætte på, at vi har måske nær 50 devices derhjemme, der er afhængige af batterier, og der går ikke mange øjeblikke, fra jeg står op om morgenen, før det første af de devices er i brug. Så jeg har faktisk svært ved at forestille mig min hverdag uden batteriet i spil i næsten alle elementer. Om det er på cykelturen herud og kunne have et zoom-møde på vej på cyklen, eller om det er, når vi skal bevæge os rundt og kontrollere laboratorierobotterne... Det er så dybt integreret, at jeg faktisk har svært ved at forestille mig en batterifri hver dag. Men det kan være, jeg skal prøve det.

Den første til at bruge udtrykket "batteri" var ingen ringere end Benjamin Franklin, der også var en af USA's grundlæggere. I år 1800 opfandt Alessandro Volta det første et batteri. Det bestod af rækker af par af plader af kobber og zink, der lå oven på hinanden. I 1859 blev blybatteriet opfundet. Det bruger man den dag i dag stadig til at starte benzin- og dieselmotorer. Der blev i årene efter videreudviklet forskellige versioner. I 1899 kom det første deciderede nikkelbatteri. I 1907 kom det første AA-batteri til verden. Selv her mere end 200 år efter det første batteri blev opfundet, tager det lang tid, fra man har fået en idé til forbedring af batteriet til noget, vi mærker uden for laboratorierne.

Jeg prøver at bruge de samme tools til at genopfinde måden, vi opfinder batterier på. Det er en af grundene til, at det tager 10 år eller mere, fra man får den rigtige idé, til det er ude i produktionen. Ja, 10 år ville faktisk være hurtigt. Da Nobelprisen blev givet i kemi for et par år siden, så var det faktisk for en opfindelse, der tog 20 år fra den første idé, til produktet var på markedet. Og 30 år senere er det sådan set stadig det samme produkt, der reelt bliver brugt, med nogle gradvise forbedringer.

Cirka hvornår og hvordan bliver batteriet opfundet? Hvad er egentlig batteriets fødsels-historie?

Det er faktisk noget, hvor juryen stadig er ude, fordi der har været fundet en række meget gamle indikationer af, at man måske allerede for mange hundrede år siden har arbejdet med ting, der faktisk kunne lagre strøm. Men hvis man spoler filmen eller radio-programmet helt tilbage til '74, så var der ikke mange, der bekymrede sig om, hvorvidt en computer var bærbar.

Da man så har det her, vi kan kalde det moderne batteri - Hvad er det for nogle muligheder, det skaber?

At man lige pludselig kan have energien med sig rundt uden at være forbundet til noget. Det med, at man kan bære energien med rundt på en sikker, forsvarlig og tilgængelig måde. Det åbner nogle døre, som ikke var åbnet før. Det er jo ikke interessant at slæbe en computer med rundt, hvis den har et minuts strøm. Og det er det kvantespring, som litiumionbatteriet faktisk tilbød: At man kunne hoppe ind i helt nye anvendelser.

Jeg kommer fra en fysikingeniørbaggrund og havde interesse for vedvarende energi. De metoder, vi så arbejder med, kan have rigtig meget værdi i batteriforskning.

Hvis vi allesammen skal køre i elektriske biler, så skal det simpelthen være nogle bedre batterier. Hvis vores skibe skal sejle på elektricitet...

Ja, det tror jeg kun bliver nogle små færger.

Okay, det er teoretisk.

Nej, nej. jo Helsingør-Helsingborg-færgen og sådan noget.

Ja, men det, du siger, det er, at hvis man skal have elektricitet ud og overtage hele samfundet, som man jo har en eller anden drøm om at komme til på et tidspunkt, så er batteriet afgørende.

Ja. Det kommer ikke til at overtage hele samfundet, men det er simpelthen et helt afgørende link, der mangler mellem, at nu er vi blevet rigtig gode til at lave vedvarende energi, vi kan producere det, vi kan gøre det billigt, men nu skal vi finde ud af, hvordan vi kan bruge det effektivt i de samfund, vi har, uden at vi skal have totalt omvælt dem. Det er ligesom den bro, der mangler. Og det gør det rigtig spændende at arbejde med og udvikle det.

Det er jo mange år siden, man har opfundet batteriet. Hvad er det for nogle muligheder, der egentlig er fulgt med?

Det er faktisk en god pointe, det her. Det er nemlig mange år siden, man har opfundet batteriet. Man har opfundet mange batterier. Og det man har set historisk er, at fra der er nogen, der laver noget i et laboratorium, til der er et kommercielt produkt, der går rigtig, rigtig mange år. Så vi har rigtig travlt. Det her skal ske nu, og det skal ske meget hurtigere, end det har gjort tidligere. Nu peger jeg på robotten. Det er også derfor, vi begynder at nytænke, hvordan vi laver den her forskning, så den kan køre meget hurtigere. Men for at komme tilbage til hvad det giver af muligheder: Nu sidder jeg med min computer her, som holder strøm hele dagen. Det havde vi ikke, før litium-batteriet kom ud og blive allemandseje. Så det er helt klart alle de her portable electronics-ting. Og det bliver bare bedre og bedre og bedre.

Professor Poul Norby arbejder i DTU's laboratorier, hvor de udvikler batterier, så de bliver mere effektive, end de er i dag.

Godt. Så det her er en handskeboks, og det betyder, at man kan manipulere med ting under fuldstændig iltfrie og vandfrie betingelser. Glimrende. Så når man laver et typisk knapcellebatteri, for eksempel, så lægger man først et lag af elektroderne på en strømopsamler, og så standser man dem ud i små cirkler, så de kan blive lagt i lag i en knapcelle.

Professor og sektionsleder Tejs Vegge har været på DTU det meste af sit arbejdsliv, dog med afstikkere til både Stanford University og Europakommissionen.

Litiumionbatteriet er fra 1991, hvor det blev lanceret, og det har ligesom revolutioneret måden, vi bruger batterier på i dag.

Hvordan har det revolutioneret måden, vi bruger batterier på?

Det er, fordi før det så er der måske nogen, der kan huske nikkelmetalhybridbatteriet eller nikkelcadmiumbatteriet, hvis man går en lille smule længere tilbage... Det var sådanne gradvise forbedringer, hvor man fik nogle procent mere.

Jeg kan til gengæld huske, at mobiltelefoner var sådan en kuffert, man havde med.

Det var nemlig en kuffert, man havde med. Og en af ulemperne ved det... Man bruger stadig nikkelmetalhybridbatterier i dag, fordi de er sådan set gode, de holder fint, og de kan genoplades mange gange. Men den spænding, man får ud, den er 1,2 volt. Det, der er den helt store forskel, er, hvis man tager sådan en her...

En mobiltelefon.

En mobiltelefon, som man selvfølgelig ikke kan høre i radioen. Men hvis man tager mobiltelefonen, så er det 3,6 volt. Det er lige pludselig tre gange så høj en spænding, som man kan få ud. Og så sker der faktisk et kvantespring. Så bliver det lige pludselig muligt... Nu bragte du selv den her knap så mobile mobiltelefon ud, som man kunne hive kufferten ud af bilen... Så kunne man faktisk have en walkman eller en mobiltelefon, som man kunne bære rundt og have i lommen. Og så kunne man lige pludselig lagre energi på en anden skala. Så man kunne lige pludselig gå ind i nogle andre anvendelser, som gjorde, at man åbnede nye markeder op. Det er det samme, der nu også sker med biltransporten.

Men da man så har det her, vi kan kalde det moderne batteri - lad os sige, at vi kigger på efter '91 - hvad er det så, det gør muligt? Hvad er det for nogle muligheder, det skaber i verden og i samfundet?

Ja, man kan sige, at en af de første ting, der virkelig kommer i spil, er jo den mobile... Det er ikke nødvendigvis lige walkmanen, men i hvert fald den mobile energi til håndholdte enheder. At man lige pludselig kan have energien med sig rundt uden at være forbundet til noget. Der havde vi eksemplet oppe med mobiltelefonen, som var knap så

mobil. Men det med at man kan bære energien med rundt på en sikker, forsvarlig og tilgængelig måde, det åbner nogle døre, som ikke var åbnet før.

Man kan næsten ikke overdrive den betydning, batterier har i vores samfund i dag. Hvad end det er mobilen, computeren eller noget tredje, du tænder, så er der ofte et batteri involveret. I 1985 blev det batteri, vi bruger mest i dag, litiumionbatteriet, udviklet af Akira Yoshino. Det er det, vi i dag bruger i stort set alle vores moderne maskiner og apparater. Og i dag er vi på vej et sted hen, hvor der ikke er mange, der regner med, at der findes mange diesel- eller benzinbiler inden for en overskuelig årrække. I hvert fald ikke i almindelig dagligdagsbrug. Tejs Vegge kører selv i Tesla. Den og andre elbiler er i den grad en del af den grønne omstilling, vi arbejder hen imod.

Man kan sige, at batterier er en kernesten i den grønne transformation. Hvis man skal kunne anvende al den vedvarende elektriske energi fra sol og vind, så skal man kunne lagre den. Og det er en af de ting, man meget gerne vil: at kunne lagre energi, man kan transportere. Og det gælder både på mobiltelefoner og tablets, men i særdeleshed også hvis man skal transportere sig selv. Og der mangler simpelthen en del i infrastrukturen, hvis man ikke har en måde at lagre vedvarende energi i for eksempel batterier, så man kan transportere sig selv og ting rundt. Og lige nu er batterierne altså bare the missing link. Og der skal vi have lavet nogle bedre og billigere batterier.

Uden at være børsmægler, så når jeg kigger på... Så er der noget, der hedder Tesla, og det virker til, at det går meget godt.

Problemet er bare, at det kan godt være, at vi i Danmark og i USA har råd til at lægge 35.000 dollars for en bil. Det er altså før danske skatter. Men det har man altså ikke i hele verden. Selv hvis man havde, så producerer de under en million biler om året. Der bliver altså solgt 85 millioner biler på verdensplan om året. Den batteriteknologi, der ligger til grund for de batterier, der er i Teslaen, for eksempel, den kan ikke umiddelbart skaleres op til en global produktion. Så man skal have nogle batterier, der kan stort set det samme, er billigere og består kun af materialer, som kan skaleres. Der må for eksempel ikke være store mængder af kobolt i. Det har drevet virkelig meget. Vi sidder allesammen her med pc'er eller Apple-produkter og sådan noget. De havde ikke været her i dag i den her form, hvis man ikke havde kunnet læse den mængde energi, der gjorde, at det var interessant at slæbe din computer med rundt. Det er jo ikke interes-

sant at slæbe en computer med rundt, hvis den har et minuts strøm. Så du skal virkelig have en kapacitet til at lagre energi, der er stor nok til, at den funktionalitet, du forventer af produktet, er i spil. Ligesom bilerne ikke er interessante, hvis du kan køre 20 kilometer. Og det er det kvantespring, som litiumionbatteriet faktisk tilbød: At man kunne hoppe ind i helt nye anvendelser.

Kan man trække det så hårdt op, Tejs, at man ville sige, at det er opfindelsen af det her moderne batteri, der egentlig gør, at vores verden bliver mobil og fleksibel på den måde, den er i dag?

Det vil der i hvert fald være nogen, der siger, og på en god dag vil jeg nok give dig ret. Det har i hvert fald spillet en meget vigtig rolle.

Du siger, det har spillet en vigtig rolle. I dag er det moderne batteri jo noget, der sniger sig ind i næsten alt, vi gør. Jeg tænker jo ikke over... Altså, undskyld. Nu sidder jeg lige og vifter med min mobiltelefon... Jeg tænker jo ikke over, hvad for et batteri der sidder derinde. Men hvad for nogle begrænsninger har det så stadigvæk?

Alt afhængig af anvendelsen har det forskellige begrænsninger. Hvis man kigger på det batteri, der er i mobiltelefonen, så kan man sige, at der er en konstant trade off mellem, om man vil have et batteri, der holder længe nok, eller om man vil kunne streame 4K-videofilm i 24 timer, eller om man sådan set bare skal bruge den til at ringe på. Der er hele tiden denne her konstante trade off. Så kan man sige, at batteriet er egentlig godt nok, vi fylder bare hele tiden apps på til kanten af, hvad vi kan bruge det til. Men så er der de her andre anvendelser, som i særdeleshed transportsektoren, som er en hurdle, hvor man altså skal have... Enten skal man have et batteri, der har så stor kapacitet, at man ikke behøver at bekymre sig om opladning, så man kan køre fra A til B, og så lade den stå langsomt og lade op over natten. Eller også skal man have et batteri, der har en tilstrækkelig kørelængde og et batteri, der kan lade rigtig hurtigt op. Og der er den dér kombination med, at det er svært at have et batteri, der kan lagre meget energi, og et, der kan lades hurtigt op. Man kan godt forestille sig, at man skal putte alle de her atomer ind i et materiale, og det er svært at få den sidste atom ind. Og det er det, man faktisk kan gøre meget, meget hurtigt, når man lader hurtig op. Så høj kapacitet, hurtig opladning og en batterikemi og en produktion, der kan skaleres, så vi kan lave 80 millioner biler om året.

Så i virkeligheden, hvis jeg skal opsummere, så vil det sige, at man er afhængige af noget, der er lidt bedre, end det er nu; man vil godt kunne køre lidt længere; men skal kunne gøre det hurtigere; det skal samtidigt helst være billigere; og endnu vigtigere: det skal være noget, som er frit tilgængeligt. Det vil sige, at vi ikke løber tør for det, eller vi skal ned i en mine i Demokratiske Republik Congo eller op under indlandsisen for at finde det.

Ja, det er lidt af et kinderæg, ikke?

Jo, det er er noget af et kinderæg, vi har lagt op til. Hvis du skal prøve at tegne en linje fra 1991, hvor langt er man så nået, når man kigger frem til i dag?

Altså, man kan sige, at i forhold til hvad batterier bruges til i dag, så er man nået næsten helt mindblowing langt. Hvis man kigger på, hvor meget den fundamentale batterikemi har ændret sig, har man ikke ændret sig så meget. Hvis man kigger på, hvordan sikkerheden for eksempel har udviklet sig, hvordan holdbarheden af batterierne har udviklet sig, så er man faktisk også nået ret langt. Så det er svært at sige, når man kigger på den ene ting eller på den anden ting. Mens hvis vi kigger kun på, hvor meget energi man kan lagre, så har det faktisk været en ret gradvis udvikling. Den stiger med nogle få procent om året. Og den vil vi gerne virkelig lave kvantespring på ved at bruge noget andet end litium, for eksempel.

Men det er jo også en interessant opfindelse, synes jeg. For mange af de andre opfindelser, vi har set på i det her program, de er jo færdige. Man kan godt forbedre lidt på dem. Men papir er papir. Kameraet kan selvfølgelig blive bedre. En kloak er en kloak. Penge er penge. Altså... Det her er vel noget, der i virkeligheden er i rivende udvikling?

Det er det. Vi snakker meget om at reducere mængden af kobolt. Vi prøver at se, om vi kan kigge på andre ting end litium, for eksempel. Hvis man kan bruge natrium eller magnesium, så kunne man få andre ting i spil. Men der sker også ting på den rent teknologiske udvikling. Altså, hvis man for eksempel igen tager Tesla frem, så det med at ændre på måden, man designer et batteri på, hvordan cellen ser ud. Nu vil de lave batterierne meget, meget større, hvor man for nogle få år siden aldrig ville have drømt om det, fordi det simpelthen svarede til at køre rundt med reelle bomber. Men der har man

så meget styr på processen. Og alle de her ting sker sideløbende, så der sker innovation på en masse områder på batterierne. Så om fem år vil de se anderledes ud, end vi er vant til i dag. Det kan godt være, det stadig fundamentalt er det samme princip, der ligger til grund, som er i litiumionbatteriet i dag, men de kan se helt anderledes ud og give os helt nye muligheder.

Rune Brostrup kigger mod en fremtid, hvor batterierne bliver mere og mere effektive.

Men når du bruger batterier, så kommer du ud over de her begrænsninger i termodynamikken. De er i hvert fald på et helt andet niveau. Der er stadig en lille smule, når du går ned i tal, men du kan køre med en effektivitet på 99 procent. Der er stort set ikke noget varmetab. Og hvis der er, så vil din telefon også blive glohed.

Jeg skal bare være sikker på, jeg forstår det her. Så hvis jeg nu propper 100 kilowatt energi i et batteri, og jeg propper 100 kilowatt energi i benzin. Så det, du siger, at den energi, jeg egentlig får ud af det... Så hvis det er et batteri, så ville jeg stadig have 99 procents energi ud af det. Og i benzin ville jeg have fået for halvdelen af det.

Det er rigtig højt sat, faktisk, halvdelen i en forbrændingsmotor.

God bil.

En rigtig god bil. Nu er det gamle tal, man i gamle dage lå på 12 procent i USA i deres store pickup trucks.

Altså, der fattede man næsten 90 procent af benzinen af... den røg sådan set bare ud i en varm motor og i luften?

Ja. De er heldigvis bedre i dag. Men det tal er meget godt, når man skal retfærdiggøre, hvorfor batterier rent faktisk har noget. At du kan bruge energien meget effektivt. At den kan komme let ind og ud. Og selv de ineffektive batterierne - for der er forskellige energityper - de ligger stadig rigtig, rigtig højt i sammenligning med alle mulige andre ting.

Og så kan man sige, så har vi alle de der fra vækkeuret til æggeuret til børnenes læremende legetøj. Hvis vi nu ikke havde haft... Det er et lidt mærkeligt spørgsmål... Hvordan havde det været, hvis batteriet ikke var blevet opfundet?

Hvis vi går helt tilbage og siger "alle batterier"...

Nu leger vi, at der aldrig er nogen, der har fået den tanke.

Men vi siger, at vi stadigvæk har strøm.

Ja.

Fordi et eller andet sted, så hænger de to sammen. H. C. Ørsted er lidt i begge lejre. Men hvis vi siger, vi har ikke noget elektrokemi. Det er rent, hvis du skal have strøm, så kommer det ud af ledningerne. Så ville vi være begrænsede. Så ville vi have trukket alle disse ledninger alle mulige steder. Altså, nogle ting kan du sagtens finde en løsning på. Altså vækkeuret kan du sætte i stikkontakten. Det er ikke noget problem. Men alle de her portable ting bliver noget helt andet, og armbåndsuret her er håndtoptrukket.

Og bilen skal have håndsving.

Bilen skal have mere håndsving. Jeg læste noget lidt sjovt for ikke så længe siden, at lige da bilen kom ud, så var elbiler og benzinbiler faktisk cirka lige populære, fordi det var et mas at starte de her forbrændingsmotorer, når du ikke havde et batteri til at gøre det for dig. Så det var først, da man fandt på lige som at køre den sammen og rykke et batteri over i forbrændingsmotoren, bilen, at den begynder at blive dominerende. Og så forsvandt den anden ud, fordi det er meget, meget lettere at skalere sådan en forbrændingsmotorbil. Så skal du ikke have en hel masse tunge batterier for at kunne køre langt. Der skal du have en lille benzintank.

Hvordan tror du så, fremtiden ser ud fra batteriet?

Jeg tror, at vi vil blive ved med at se, at batterier vil blive kraftigere og kraftigere og billigere og billigere. Det kan vi simpelthen bare se, at der er nogle storskalafordele, der kører. Og så tror jeg også, at vi desværre er ved at have låst os lidt fast i - fordi nu op-

når vi de her storskalafordele - at vi har fundet et batteri, som kommer til at være dominerende. Og det er litiumionbatteriet. Der er forskellige afarter af det. Det er ligesom at alle vindmøller i dag ser ud, som de gør.

Dette var Den Dybe Tallerken. Programmet er produceret af KISS Content for Nationalmuseets medie Vores Tid og LOUD. Det er tilrettelagt af Eliza Clarice Danesi. Teknik, tilrettelæggelse og lyddesign: Tom Carstensen. Vært og redaktør er Lasse Charley Pedersen. Jeg hedder Mathilde Eusebius. Du kan finde flere episoder af Den Dybe Tallerken der hvor du hører podcasts og naturligvis på www.vorestid.dk Og hos LOUD. Husk at abonnere, anbefale, rate og dele. Det gør en forskel. Tak!