

Energy Cluster Denmark's Innovation Roadmap 2026-2027

DaCES' input til innovationsaktiviteter

Dansk Center for Energilagring (DaCES) samler 75 medlemmer og samarbejdspartnere (september 2025) fra danske universiteter, vidensinstitutioner og forskningsorienterede virksomheder og industri inden for energilagring og konvertering. DaCES leder og faciliterer fem arbejdsgrupper med faste månedlige møder: termisk lagring, batterier, systemintegration, PtX og uddannelse.

DaCES' arbejdsgrupper bidrager gerne med viden og sparring til ECD's innovationsaktiviteter baseret på de observerede innovation og forskningsbehov udviklet af industri og forskere i regi af DaCES.

Sammen med Aalborg Universitet og Energy Cluster udgør DaCES ledelsessekretariatet for inno missionen på de grønne brændstoffer til transport og industri, partnerskabet MissionGreenFuels lanceret i 2021 finansieret af Innovationsfonden. Missionen samler 110 aktører og understøtter knap 30 projekter med et samlet budget på 500 millioner kroner og ventes foreløbigt at have finansiering frem mod 2029/2030.

DaCES' input til ECD's Innovation Roadmap og innovationsaktiviteter er udviklet på baggrund af drøftelser i DaCES arbejdsgrupper, fire workshops med vores medlemmer afholdt i 2024 / 2025 samt DaCES' indsats i MissionGreenFuels.

DaCES anbefalinger til Energy Cluster Denmark er afstemt med DaCES' styregruppe.

Overskrift	Beskrivelse
Termisk energilagring skal spille en meget større rolle i energiomstillingen	DaCES har i september 2025 udgivet et notat: "THERMAL ENERGY STORAGE 2025, ELECTRIFICATION WITH FLEXIBILITY" – om potentialet for termisk energilagring til fleksibel elektrificering af industrien. Notatet kan findes her Publikationer – Daces.dk Industriens varmebehov over 100°C er markant og klimabelastende, med begrænsede muligheder for indpasning til svingende VE-elproduktion – hvilket skaber et mulighedsrum for energilagring. Termisk energilagring (TES) er særligt velegnet da slutbehov er varme – og TES kan være den mest effektive, billige og skalerbare lagertype. DaCES vurderer at der er behov for følgende: Langtidsstøtte til demonstratorer for højtemperaturlagring, så projekter (nuværende og fremtidige) kan køre i reel drift (udover selve bygnings- og design processen) i samlet op til fem år for at motivere teknologimodning og investeringssikkerhed. Prioritering af elektrificeringsprojekter med lagring, da det har markante fordele når det nye el-forbrug bliver fleksibelt. Forøg testkapaciteterne til udvikling og test af især højtemperaturs-materialer og komponenter, især lagringsmaterialerne. Da nuværende testfaciliteter er en markant flaskehals for at udvikle det europæiske forskningsmiljø. DaCES har tre konkrete teknologiske anbefalinger: Performance-test af systemer og komponenter Under forskellige temperaturcyklusser og belastningsprofiler – f.eks. i samarbejde med universiteter og GTS-institutter. Udvikling af nye, lagringsmedier Fokus på stabile højtemperaturmaterialer med højere energitæthed og lav degradering f.eks. keramiske eller metalbaserede medier.

Overskrift	Beskrivelse
	3. Specialiserede varmevekslere Der er behov for udvikling af varmevekslere med høj varmeoverførsel og lav termisk modstand, som kan understøtte hurtig op- og afladning i f.eks. industrielle TES systemer.
Termisk energilagring Investering i forskning, udvikling og optimering af fleksible varme- og kuldelagre under 100 °C	Danmark har allerede store mængder af lavtemperaturlagring. Udlandet efterspørger i stigende grad denne kategori, hvorfor det er oplagt at videreudvikle teknologierne og sortimentet, til flere markeder med andre behov. DaCES anbefaler at Danmark udnytter sin styrkeposition og investerer strategisk i videreudvikling og eksportmodning af lavtemperatur-lagringsteknologier. Prioriterede indsatsområder 1. Videreudvikling af medium- og storskala teknologier Termiske teknologier som PTES og TTES (damvarmelagre og ståltanke), bør optimeres til nye markeder, f.eks. med fokus på modularitet, lavere CAPEX og tilpasning til varierende klimaforhold. 2. Teknologitilpasning til nye anvendelser Der er behov for at udvikle løsninger til områder uden fjernvarme, fx i industriklynger, landdistrikter og eksportmarkeder. Her kan lavtemperaturlagring spille en rolle i fleksibel elektrificering og lokal energiforsyning 3. Støtte til demonstrationsprojekter uden fjernvarme Der bør etableres støtteordninger til pilotprojekter i områder med begrænset eller ingen fjernvarmeinfrastruktur, hvor lavtemperaturlagring kan være en nøglekomponent i lokale energisystemer.
Termisk energilagring Kuldelagring <30C	Kuldelagring ses ofte om del af lavtemperaturlagring, men bør håndteres særskilt, da det har en anden teknisk modenhed og anvendelse. Der er store potentialer globalt for både centrale og decentrale kuldelagre. Energistyrelsen fremskriver at datacentre vil udgøre en væsentlig del af fremtidens elforbrug – og at køling udgør en væsentlig og konstant andel af deres energiforbrug. Grundet de opnåelige kapaciteter og effektiviteter med kuldelagring, er det oplagt at fortsat støtte forskning, udvikling og demonstration af teknologien. Fleksibel køling kan have positive synergier med udnyttelse af overskudsvarme fra datacentre. [1] DaCES anbefaler at prioritere følgende indsatsområder: 1. Demonstration og udvikling af kuldelagre til industrien Særligt datacentre og lignende industrier med ikke fleksibelt køleforbrug bør være målgruppe for pilotprojekter. 2. Integration af PCM-teknologier i delsystemer og produkter. PCM har stort potentiale for kompakt og effektiv kuldelagring. Der bør investeres i udvikling og integration af PCM-løsninger i industrielle komponenter og systemer. 3. Analyse af potentiale og barrierer Der er behov for en national analyse af kuldelagringens potentiale i Danmark – både teknisk, økonomisk og regulatorisk – med fokus på datacentre, fødevareindustri og decentral køling.

Overskrift	Beskrivelse
Batterier er kommet for at blive! Behov for en langsigtet og strategisk udvikling inden for batteriteknologier for at understøtte Danmark og Europas resiliens og sikkerhed	Batterier er uomgængelige i et bæredygtigt og konkurrencedygtigt energisystem. Vi har de senere år oplevet en stor udvikling for anvendelse af batterier i alt fra transport i skibe og potentielt fly, til dets rolle i kort-mel-lem-langtidslagring i energisystemet. Kort sagt batterier er kommet for at blive. Udfordringer og muligheder for batterier pt: 1. Global konkurrence Lithium-ion-teknologier (NMC og LFP) domineres af aktører med stor kapacitet og know-how, især i Asien. Danmark skal finde sin niche i nye kemier og systemintegration. 2. Nye batterikemier Der er store tekniske potentialer i alternative batterikemier – f.eks. natrium-ion, zink-luft og solid-state - hvor Danmark har gode forudsætninger for at bidrage. 3. Sikkerhed og forsyningskæder Batteristyring (fx, BMS) og komplette BESS systemer fra globale leverandører, udgør en sikkerhedsrisiko pga. rogue components, supply-chain-attacks mm. 4. Brand & sikkerhedsrisici Batterier udgør en potentiel brandfare, især i tæt bebyggede områder og ved storskala lagring. Der er behov for forskning i brandhåndtering og sikkerhedsdesign. DaCES anbefaler at prioritere: 1. Udvikling af batteristyring og aktive komponenter Fokus på BMS, sikkerhedsprotokoller og integration i danske energisystemer. 2. Forskning i nye batterikemier Med fokus på tilgængelige materialer, lang levetid og høj ydeevne. Danmark bør bidrage til EU's Battery Alliance med nichekompetencer. 3. Cirkulær økonomi og genanvendelse Second-life batterier og genbrug har stort potentiale. Der bør investeres i bedre genanvendelsesteknologier og design for disassembly. 4. Batteriproduktionsteknologier Der er langt fra laboratorieudvikling til industriel produktion. Danmark bør udvikle produktionsmetoder og pilotfaciliteter, fx i samarbejde med GTS-institutter og industrien.
Power-to-X	PtX har fortsat en nøglerolle at spille i fremtidens energiomstilling. Der er langsigtet behov for power-to-x produkter, særligt i forhold til kemikalier og brændsler til hard-to-abate sektorer. Men mange af disse produkter afhænger af udvikling af billigere grøn elektrolyse som igen kræver et langsigtet fokus på pris reduktioner. Derfor anbefales det at fokusere på langsigtet, <u>sammenhængende</u> og velstruktureret støtte til udvalgte PtX teknologier med potentiale, der rækker langt ud i fremtiden. Prioriter: - Elektrolyseudvikling og integration Fokus på prisreduktion, skalerbarhed og fleksibel drift. Der bør investeres i både PEM, SOEC og nye elektrolyseteknologier, samt deres integration i energisystemet.

Overskrift	Beskrivelse
	- Power-to-chemicals - Udvikling af PtX-løsninger til kemikalier som metanol, ammoniak og e-fuels bør prioriteres, da de har stort potentiale i både industri og transport. - Netintegration af PtX-systemer, heriblandt: vurdering af fleksibilitetsmuligheder (f.eks. fleksibel elektrolyse, men også det samlede anlæg som helhed) og deltagelse i multi-markedsoperationer. - Langsigtet og sammenhængende støtte Forskning og innovation i PtX skal understøttes med flerårige programmer, der muliggør hurtig skalering og industriel demonstration. Der bør etableres strategiske partnerskaber og testfaciliteter.
Investor i innovationsmissioner og langsigtede partnerskaber for at nå klimamål i 2030 og 2045/50	Danmark skal reducere drivhusgasudledninger med 70 procent inden 2030, nå klimaneutralitet i 2045 og hermed bidrage til globale klimaløsninger. Etableringen af langsigtede partnerskaber i en missionsbaseret tilgang til forskning og innovation, hvor aktører, ressourcer og kompetencer samles om at nå ét mål er vigtig. Danske vidensinstitutioner, virksomheder, rådgivere og klynger har stærke kompetencer indenfor PtX-teknologi og grønne brændstoffer på tværs af hele værdikæden. Det er denne værdikæde af mange forskellige aktører vi er lykkedes med på tværs af industri, forskning, forsyningsselskaber, SMV'er og fagligheder at samle i partnerskabet MissionGreenFuels (110 partnere per september 2025) og en foreløbig projektportefølje på 30 projekter samt et investeringsgrundlag på 500 millioner kroner frem mod 2030. Fokus er på udvikling af grønne brændstoffer primært til transport (fly og skibe) frem mod 2030 og 2045/50. Danmark kan spille en rolle i udvikling af PtX-løsninger og grønne brændstoffer, men det kræver at partnerskabet MissionGreenFuels og alle aktørerne heri proaktivt også refererer til partnerskabet som væsentlig aktør, der leverer impact og bidrag, der accelererer energiomstillingen og udvikling af de grønne brændstoffer. Der er brug for meget mere ekstern synlighed for partnerskabet MissionGreenFuels bl.a. via Energy Cluster Denmark, DaCES og MissiongreenFuels' bestyrelse overfor de danske ministerier, interesseorganisationer som DI Energi, Green Power Denmark og at partnerskabet bliver set og anerkendt som en vigtig aktør. En forudsætning herfor er fortsat at sikre finansiering til innovationsmissionerne med en længere tidshorisont, der understøtter de langsigtede mål frem mod 2045/50. DaCES anbefaler: 1. Langsigtet finansiering af innovationsmissioner Der bør sikres flerårig finansiering af missioner som MissionGreenFuels, så projekter kan udvikles, testes og skaleres frem mod 2045/50, fremfor et-årige bevillinger på den årlige Forskningsreserve. 2. Styrket ekstern synlighed og politisk anerkendelse MissionGreenFuels bør synliggøres som en central aktør i den grønne omstilling overfor ministerier, beslutningstagere og interesseorganisationer for energisektoren, eks. Brintbranchen, DI Energi, Green Power Denmark m.fl. 3. Fælles kommunikation og impact-fortælling Partnerskabet bør aktivt kommunikere sin impact og resultater, så det bliver tydeligt, hvordan

Overskrift	Beskrivelse
	innovationsmissioner bidrager til at accelerere energiomstillingen og skaber grønne løsninger med global relevans.
Systemintegration	Der er store muligheder for at høste synergier i form af fleksibilitet, skift mellem energikilder og nyttiggørelse af ellers bortledt energi. Men det kræver strategisk energiplanlægning og en bedre systemforståelse, modellering og styring af energisystemers komponenter. Prioriter: 1. Større analyser med fælles analyseforudsætninger Der er behov for nationale analyser af energi- og klimaomstilling, som bygger på fælles antagelser og datagrundlag. Det vil øge sammenlignelighed og kvaliteten af beslutningsgrundlaget. Se DaCES' notat: <i>"Input til dialog om det nødvendige kulstofkredsløb 2025"</i> – Publikationer – Daces.dk 2. Fokus på hybrid power plants Colocation af VE-produktion og lagring giver store systemfordele – fx i form af reduceret netbelastning, bedre udnyttelse af lokal produktion og øget forsyningssikkerhed. 3. Udnyttelse af elbilers lagringspotentiale (V2X) Elbiler har potentiale til at udgøre størstedelen af korttidslagring i fremtidens energisystem. Der bør investeres i V2G-teknologier og regulering, der muliggør fleksibel anvendelse af bilbatterier. 4. Fleksibilitet i forbrug Forbrugsfleksibilitet reducerer behovet for lagring og styrker systemets robusthed. Der bør udvikles incitamentsstrukturer og teknologier, der understøtter fleksibelt forbrug i både husholdninger og industri. 5. Behov for elektrificering af industrien for at understøtte grundlaget for fortsat udbygning af VE-produktion. Med et systemperspektiv skabes et grundlag for at kunne gennemskue fremtidig udvikling og hvad det kræver for at komme i den retning vi som samfund ønsker. Vi foreslår at understøtte demonstrationsprojekter og nedsættelse af et "rejsehold" til at omstille industrivirksomheder (ligesom man tidligere har haft for fjernvarmen), hvor også energilagring skal indtænkes netop for at sikre fleksibiliteten i industriens (forhåbentligt kommende) øgede elforbrug.