



Mejerier på vandvognen

REWARD - "REuse of WAtER in the food and bioprocessing inDUstry"



Af **Søren Balling Engelsen**, Professor, Fødevarevidenskab, Københavns Universitet, **Frans van den Berg**, Associate Professor, Fødevarevidenskab, Københavns Universitet, **Mogens Havsteen Jakobsen**, Professor, NanoTeknologi, Danmarks Tekniske Universitet, **Susanne Knøchel**, Professor, Fødevarevidenskab, Københavns Universitet, **Krist Gernaey**, Professor, KemiTeknik, Danmarks Tekniske Universitet, **Renzo Akkerman**, Professor, Det Tekniske Universitet i München

5.500.000.000 liter vand udledes årligt som spildevand fra den danske fødevarerindustri. Dette udgør en betydelig miljøbyrde men også en stor uudnyttet ressource, der med fordel kan genbruges i produktionen. En bæredygtig udnyttelse af procesvand i fødevarerindustrien ved f.eks. genanvendelse vil kunne skabe betydelige økonomiske, miljømæssige og

samfundsmæssige fordele. Hypotesen bag REWARD-projektet er, at man ved at benytte on-line sensor-baserede fingeraftryk af procesvandstrømme og detaljeret viden om vandforsyningskæde-management kan udnytte procesvandet på en langt mere intelligent måde - og dermed bringe producenterne tættere på en 100% bæredygtig produktion.

REWARD vil fokusere på eksempler fra mejeriindustrien og enzymindustrien.

Introduktion

Danmark har en global styrkeposition inden for fødevarer- og bioteknologisk produktion med globalt førende virksomheder og forskning på området. På grund af rigelige ressourcer har Danmark haft begrænset fokus på at nedsætte vandforbrug, men stigende økonomiske og miljømæssige udfordringer med spildevand har ændret dette. Dette strategiske projekt (REWARD) skal medvirke til, at dansk fødevarerproduktion kommer tættere på en 100% bæredygtig produktion, at dansk forskning inden for vandgenbrug kommer i verdensklasse samt at placere danske sensorteknologi- og vandteknologi-virksomheder centralt

Projekter under Mejeribrugets ForskningsFond

Titel: Bæredygtig anvendelse af procesvand.

Projektleder: Professor Søren Balling Engelsen, Institut for Fødevarevidenskab, KU.

Projektperiode: 1. april 2014 - 31.marts 2018.

Formål: Mejeriindustrien omsætter enorme mængder af vand. Genanvendeligheden af disse store vandmængder afhænger af mængden af de næringsstoffer, de indeholder. Dette projekt har til formål at skabe et forbedret grundlag for bæredygtig anvendelse af procesvand i mejeriindustrien.

**WP1: Real-time målinger af genbrugsvand og biofilm***Koordinator: Frans van den Berg (KU FOOD), fb@food.ku.dk*

WP1 er projektets "måle-ole". Det er her, de spektroskopiske og kromatografiske målemetoder skal udvikles, som skal finger-printe strømme af genbrugsvand samt biofilmdannelse på membraner og procesudstyr.

WP1 vil udvikle og implementere effektive real-time målesystemer, som skal kunne overvåge og aktivt kontrollere kvaliteten af genbrugsvand og dannelsen af biofilm ved hjælp af nye tekniske principper inden for Proces Analytisk Teknologi (PAT).

**WP2: Udvikling af nano-teknologiske sensorer***Koordinator: Mogens Havsteen Jakobsen (DTU NANO), Mogens.Jakobsen@nanotech.dtu.dk*

WP2 er projektets højteknologiske sensorteknologi-platform. Det er her nye målrettede sensorer til vand-footprinting skal udvikles.

WP2 skal udvikle og implementere nye nanoteknologi-baserede sensorer (microfluidics og colorimetric arrays) som er designede til at kunne måle specifikke urenheder (indikatorstoffer) i genbrugsvand.

**WP3: Mikrobiel sikkerhed af genbrugsvand***Koordinator: Susanne Knöchel (KU FOOD), skn@food.ku.dk*

WP3 er projektets mikrobiologiske "sikkerhedsventil". Det er her, den mikrobiologiske vandkvalitet af udvalgte procesvand-strømme skal evalueres.

WP3 skal karakterisere den mikrobielle kvalitet og sikkerhed i udvalgte genbrugs-vandstrømme. Desuden skal potentialet for mikrobiel overlevelse og vækst længere henne i forsyningskæden (oplagring, transport og endelig anvendelse) evalueres.

**WP4: Quality by Design***Koordinator: Krist Gernaey (DTU KT), kvg@kt.dtu.dk*

WP4 er projektets kontrol- og beslutnings-platform. Det er her, der skal udvikles nye beslutningsredskaber til styring af genbrugsvandet baseret på real-time målinger.

WP4 skal udvikle matematiske modeller for relevante proces- og rengørings-vandstrømme og deres potentielle brug. Modellerne vil blive kombineret med avancerede stokastiske analyseværktøjer for at kunne definere processernes design space i fuldskala produktion (dvs. områder af best practice, hvor sikker drift er garanteret).

**WP5: Water supply chain management***Koordinator: Renzo Akkerman (TUM), renzo.akkerman@tum.de*

WP5 er projektets helicopter-view platform. Det er her, der skal udvikles produktionsstyringsmetoder til nedbringelse af vandforbrug og maksimering af vandgenbrug baseret på factory-wide vandovervågning og risikovurdering. WP5 skal udvikle beslutningsstøtteværktøjer til reduktion af vandforbrug og maksimering af genbrug baseret på resultaterne fra WP1-WP4.

Water supply chain management værktøjet (se figur 2) vil tage hensyn til både logistiske og økonomiske overvejelser og vil om muligt inkludere eksternt genbrug i forsyningskæden

**WP6: Coordination and dissemination***Koordinator: Søren Balling Engelsen (KU FOOD), se@food.ku.dk*

WP6 er projektets koordinations- og formidlings-platform. WP6 skal aktivt søge at udnytte synergieffekter mellem de forskellige videnskabelige og industrielle grupper samt sikre at projektresultaterne bliver formidlet effektivt.

WP6 vil have konstant fokus på succeskriteriet for projektet: at medvirke til at reducere vandforbruget i fødevarer- og bioforarbejdningsindustrien. WP6 vil samtidig søge at koordinere og integrere REWARD i andre nationale og internationale tiltag på genbrugsvandområdet.

FAKTA

Koordinator: Professor Søren Balling Engelsen, Institut for Fødevarer videnskab, KU

Budget: 26,2 mio. kr.

Heraf støtte fra Det Strategiske Forskningsråd: 17,8 mio. kr.

Heraf støtte fra Mejeribrugets ForskningsFond: 2,8 mio. kr.

Varighed: 4 år (01.04.2014 - 31.03.2018)

<http://food.ku.dk/english/projects/sac/reward/>

i den globale udvikling af bæredygtig vandmanagement. Københavns Universitet, Danmarks Tekniske Universitet og det Tekniske Universitet i München er - i tæt samarbejde med virksomhederne Arla Foods, Novozymes, DHI, Tetra Pak, Alectia og LiqTech - ved at etablere et multi-disciplinært forskningsmiljø, som vil bibringe den nødvendige viden til at bringe dansk fødevarerproduktion tættere på 100% bæredygtighed - *closed factory* - hvor vandindtag mindskes eller helt elimineres ved at genbruge procesvandet. Mejeriindustrien omsætter for eksempel enorme mængder af vand, og genanvendeligheden afhænger af mængden af næringsstoffer i vandet og de hygiejnemæssige begrænsninger. Projektet vil bl.a. undersøge mulighederne for oprensning af procesvand fra forskellige mejeriprocesser til en kvalitet, som muliggør, at vandet kan anvendes og behandles som rent vand. Projektet vil fokusere på mejeriindustrien samt fermenteringsindustrien, som begge har deres egne udfordringer. De udviklede måleteknologier og vandmanagement-principper er dog generiske, og de kan derfor tilpasses andre brancher med beslægtede udfordringer som f.eks. bryggeriindustrien, grøntsager/frugtbehandling, bioraffinaderier og ingrediensproducenter.

Projektets mål

REWARDs mål er at udvikle en helt ny fremgangsmåde til vandforbrug i fødevarer- og biofermenteringsindu-

Figur 1: REWARD er opdelt i seks arbejdsplaner, der hver især bidrager til at opfylde formålet.

strien, der vil skabe en vidensbaseret strategi for at minimere vandforbrug og -spild. Den centrale hypotese i REWARD er, at man ved at benytte on-line sensor-baserede fingeraftryk af procesvandstrømme og detaljeret viden om vandforsyningskæde-management kan udnytte procesvandet på en langt mere intelligent måde. Vi ønsker altså at gå fra en opskriftsbaseret tilgang til brugen af vand til et målebaseret genbrug af vand.

REWARD har en ambition om at reducere vandforbruget ved følgende tiltag:

1. Maksimere genbrug af procesvand og minimere indtagelse af drikkevand uden at kompromittere sikkerheden ved at implementere de succesfulde principper fra Process Analytical Technology (PAT), Quality by Design (QbD), vandbaseret produktionsstyring og HACCP.
2. Indføre on-line monitorering af proces- og rengøringsvand (CIP) med henblik på at kunne kontrollere og minimere forbruget af forsyningsvand.
3. Udvikle og implementere nye højteknologiske sensorsystemer for on-line måling af kemiske og biologiske komponenter i procesvandstrømme samt af biofilmdannelse på procesudstyr.
4. Udvikle og implementere matematiske modeller til at finde procespara-

metre, der resulterer i stabil drift af systemer til genbrug af procesvand.

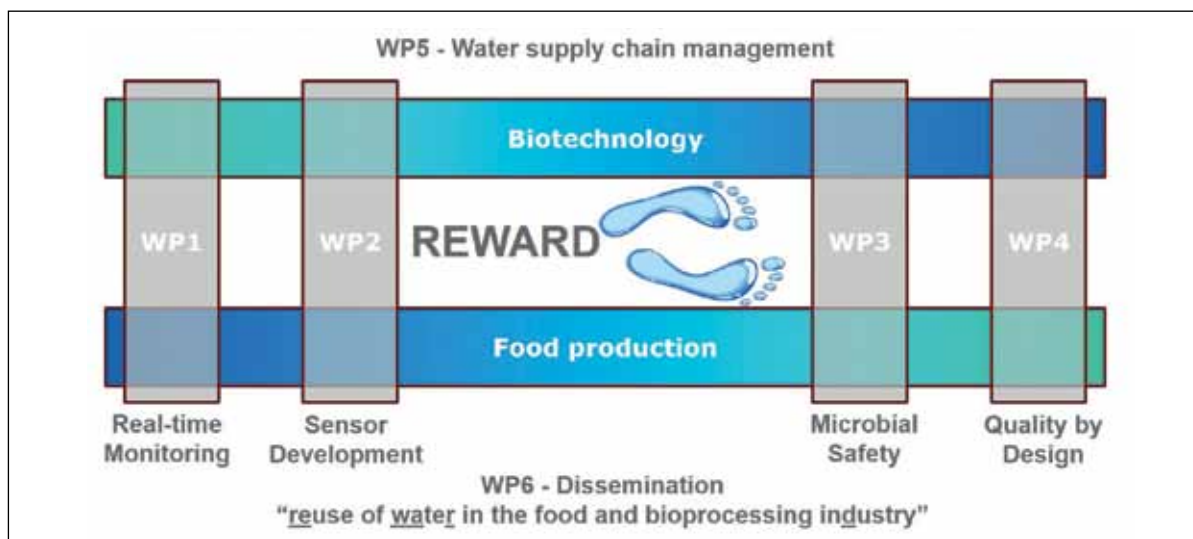
5. Danne et strategisk forskningsprojekt og videnplatform mellem førende universiteter, teknologiudbydere og fødevarerindustrien med det specifikke formål at løse problemer i forbindelse med genbrug af vand ved at introducere state-of-the-art teknologier og metoder.

REWARD OUTREACH

REWARD vil udvikle en række nye innovative løsninger til at reducere vandforbruget i industrien, baseret på omfattende real-time overvågning af det procesvand, der anvendes i de industrielle produktionsprocesser og rengøringsprocesser. REWARD vil demonstrere brugen af en række metoder fra adskillige forskningsdiscipliner med henblik på at minimere indtaget af rent drikkevand og øge genbruget af procesvand. Detaljeret ny indsigt om sammensætningen af procesvandstrømme vil gøre det muligt at introducere vandbesparende produktionsmetoder inden for mejeri- og biofermenteringsindustrien. Det overordnede mål er at reducere *water footprint* for de forskellige produktionsprocesser og ultimativt lede hen mod principperne for *closed factory*. Enorme kommercielle og miljømæssige interesser er på spil i projektet pga. de store vandmængder

involveret, først og fremmest for de deltagende produktionsvirksomheder, men også vandlogistik og vandrensingsindustrier.

Forskningsprojektet vil, ud over de deltagende grupper fra industri og universiteter, specifikt uddanne 4 ph.d.-kandidater og 4 Post Docs i bæredygtig vandanvendelse både ved laboratorieundersøgelser og fuld-skala industrielle processer. Det forudses, at Danmark bliver verdensførende i udvikling og eksport af nye vandbesparende koncepter, ny teknologi i vandforvaltningssektor og ny uddannelse relateret til optimering af vand-værdikæden for industriel fødevarerproduktion, som også vil give danske fødevarer- og bioforarbejdningsindustrier et afgørende internationalt forspring. Potentialerne for nyskabelser i vandrengørings teknologi, vandmonitorering og karakterisering samt vandmanagement er store. Men de hurtige ændringer i fødevarerindustrien kræver innovation, og der er ikke plads til fejltagelser inden for sikkerhed og kvalitet. Der er derfor behov for et "industrielt genbrugsvandslaboratorium", som kan være en fælles og fleksibel forsknings-platform/legeplads for industrien og universiteterne. ■



Figur 2: Skematisk diagram over REWARD projektet der viser, hvorledes de forskellige arbejdsopgaver arbejder på tværs af de to applikationsindustrier.