

Rapport, april 2018

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

*Fosforregnskapet*  
De skumle utsiktene for global matsikkerhet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

Verdens forekomster av fosfatstein blir stadig vanskeligere å få tak i. Om ikke det internasjonale samfunnet snart reagerer, kan det være et spørsmål om tid før det får alvorlige følger for matvareproduksjonen.

Støttekomiteen for Vest-Sahara,  
Norsk Bonde- og Småbrukarlag og Framtiden i våre hender

UTGITT:  
9. april 2018

Denne rapporten er utgitt med støtte fra Norad.

Skrevet av Ola Stedje Hanserud,  
Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)

FOTO:  
Ragnar Vågå Pedersen/NIBIO (s.6),  
Dar Yasin/AP (s.12),  
Leonid Rødsten (s. 18)

PIKTOGRAMMER:  
Luis Prado, Jakob Vogel, Edward Boatman, Olivier Guin,  
Saakshi Vyas, Chris Evans, Jerry Wang, Anuar Zhumaev,  
Orin zuu, Hea Poh Lin, Symbolon, Sagit Milshtein,  
Nook Fulloption og John Caserta, *thenounproject.com*

DESIGN:  
Lars Høie

ISBN:  
978-82-999726-2-8 (digital)  
978-82-999726-3-5 (print)



**NORSK BONDE- OG  
SMÅBRUKARLAG**

Norsk Bonde- og Småbrukarlag er en partipolitisk uavhengig organisasjon som jobber for å bedre jordbrukets økonomiske rammebetingelser. [www.smabrukarlaget.no](http://www.smabrukarlaget.no)



**Framtiden**  
i våre hender

Framtiden i våre hender arbeider for global rettferdighet, økologisk balanse og en løsning på verdens fattigdomsproblemer, slik at det blir mulig for alle mennesker på jorda å leve et verdig liv. [www.framtiden.no](http://www.framtiden.no)



**Støttekomiteen  
for Vest-Sahara**

Støttekomiteen for Vest-Sahara arbeider for å forsvare rettighetene til Vest-Saharas folk, og spre kunnskap om Marokkos okkupasjon av territoriet. [www.vest-sahara.no](http://www.vest-sahara.no)

## Forord: På tide å planlegge framtidens matproduksjon

Det er uenighet om når det vil skje, men i løpet av noen generasjoner kan etterspørselen etter mineralsk fosforgjødsel overgå produksjonen. Da vil verdens befolkning stå ovenfor en utfordring ulikt hva vi har sett tidligere: hvordan skal vi opprettholde matproduksjonen?

Grunnstoffet fosfor er en helt avgjørende bestanddel i gjødsel og mat. Planter trenger fosfor for å vokse. For hver avling bonden høster, forsvinner det fosfor fra åkrenes jordsmonn. Om neste avling skal bli like god, må åkeren gjødsles. Storskalajordbruket, som utgjør motorene for den globale matproduksjonen, er i dag bygget på tilførsel av mineralgjødsel – også kalt kunstgjødsel. Det samme gjelder norsk fiskeoppdrett. Ny norsk forskning viser at 75 % av alt fosfor som gis til norsk oppdrettsfisk i form av fiskefôr, forsvinner ned gjennom merdene og ender som slam på fjordbunnen. Fiskefôret er hovedsakelig laget av landbruksprodukter, og det tapte fosforet fra oppdrettet kunne heller blitt brukt andre steder, slik som i landbruket.

Fosforet i denne mineralgjødselen stammer fra fosfatgruver. Og disse fosforreservene kan en gang i fremtiden gå tomme. Matproduksjonen slik den foregår i dag lever på lånt tid.

Sett i lys av hvor essensielt fosfor er for verdens matvareproduksjon, er det bemerkelsesverdig at det er et såpass lite kjent tema i Norge. Myndighetene konfronteres knapt. Denne rapporten viser at ikke et eneste parti har vedtatt posisjoner om spørsmålet. Det eksisterer ingen overordnet strategi for en bærekraftig forvaltning av fosfor i Norge, og ingen norsk etat gir inntrykk av å ha et overordnet koordinerende ansvar.

De første som vil merke en økning i internasjonale mineralgjødselpriser er verdens aller fattigste. Likevel virker ikke norske myndigheter å ha et syn på om internasjonal overvåkning og forvaltning av fosfor bør være del av norsk utenriks- eller utviklingspolitikk.

Støttekomiteen for Vest-Sahara, Norsk Bonde- og Småbrukarlag og Framtiden i våre hender er organisasjoner med svært ulike agendaer. Samtidig deler de tre organisasjonene en felles bekymring av det kommende fosforproblemet. Støttekomiteen har i en årrekke studert verdenshandelen med mineralet. Småbrukarlaget er opptatt av bærekraft og langsiktighet i norsk og internasjonalt landbruk, som motsetning til storskaladrift. Framtiden i våre hender ser med bekymring på verdens forbruk av ikke-fornybare ressurser.

Våre tre organisasjoner har gjennom hver våre fagfelt innsett at det umiddelbart må legges planer for hvordan Norge og verden må tilpasse seg en fremtid med mulig global fosformangel.

Denne rapporten skisserer i enkle trekk hva dagens forskning sier om verdens gjenværende fosforreserver, konsekvensene av en gradvis utarming, mulighetene for å resirkulere fosforet som er i omløp, samt hvem som forsker på spørsmålet i Norge i dag. I tillegg kommer den med et sett av anbefalinger til norske myndigheter. Målet er at rapporten skal bli en letleselig veileder i spørsmålet om fosfortematikken.

Rapporten er finansiert av Norad og skrevet av en av de ledende norske forskerne på fosforsystemer, Ola Stedje Hanserud ved NIBIO. Rapporten er bygget på publikasjonen 'Fosforvarselet' fra 2014.

Erik Hagen, *daglig leder,*  
Støttekomiteen for Vest-Sahara

Olaf Godli, *generalsekretær,*  
Norsk Bonde- og Småbrukarlag

Anja Bakken Riise, *leder,*  
Framtiden i våre hender

## Fosfor – en byggestein for liv

Alt liv avhenger av fosfor. Planter trenger det som et essensielt næringsstoff. Mennesker og dyr må ha fosfor til blant annet å danne beinstruktur og transportere energi rundt i kroppen. Det finnes ikke noe annet stoff som kan erstatte fosfor. Altså: uten fosfor, ingen mat og ingen mennesker.

Moderne matproduksjon er i dag helt avhengig av å tilføres fosfor gjennom mineralgjødsel. Det er tre hovedutfordringer ved dette, og alle gjør det viktig å bruke fosfor på en mer effektiv måte enn man gjør i dag.

For det første er fosforet i mineralgjødsel basert på en ikke-fornybar ressurs, fosfatstein, som utvinnes i gruver. For det andre er det et problematisk geopolitisk aspekt ved tilbudssiden: kun få land kontrollerer nesten alt tilgjengelig fosfor. For det tredje forurenser fosforet når det renner ut i vannmiljøer.

Bare noen få land i verden har i dag drivverdige fosfatsteinreserver, og vi snakker derfor om fosfatstein som en global ikke-fornybar ressurs, der en håndfull land er nettoeksportører mens alle andre er importavhengige. To land kontrollerer omtrent 80 % av de kjente reservene: Marokko og Kina. Marokko er det landet som kontrollerer klart mest av de kjente reservene, og en del av disse befinner seg i Vest-Sahara som Marokko okkuperer. Denne markedsdominansen på tilbudssiden gir fosfor i mineralgjødsel et viktig geopolitisk aspekt. Landene som er helt avhengig av import av fosfor for å holde matproduksjonen oppe er sårbare for svingninger i markedet.<sup>1</sup> Det er også kartlagt interessante forekomster av fosfatstein i Norge, men utvinning er så langt ikke satt i gang.<sup>2</sup>

Siden spesielt det store prishoppet i 2007/2008 (se side 12) har det store spørsmålet vært hvor lenge fosfatsteinreservene vil vare før de er tomme. Det har vært flere forsøk på å estimere et tidspunkt for dette, men estimatene er preget av store usikkerheter – både når det gjelder mengden fosfatstein som kan utvinnes en gang i framtiden og framtidig etterspørsel etter utvunnet fosfatstein. Den forventede varigheten til reservene er også grundig debattert innad i forskningsmiljøet og mellom forskere og gjødselindustri.<sup>5</sup> Overordnet har det vært slik at gjødselindustrien er noe mer optimistiske i sine anslag for reservenes varighet enn forskningen, som er mer forsiktig.<sup>6</sup> Det er likevel bred enighet i forskningsmiljøet om at gjenværende reservers kvalitet og tilgjengelighet vil avta over tid, at kostnaden ved produksjon vil øke, og at samlet etterspørsel vil stige, blant annet på grunn av befolkningsvekst.<sup>7</sup>

Faktumet at fosfatstein er en ikke-fornybar ressurs koblet med usikkerheten rundt mengden utvinnbar fosfatstein og den geopolitiske forsyningssårbarheten er i seg selv gode grunner til å redusere forbruket av fosfatstein gjennom blant annet økt grad av gjenvinning og resirkulering. I tillegg er overgjødsling av fosfor og høye fosforverdier i jord forbundet med økt risiko for tap av fosfor til vann. De globale tålegrensene for hvor mye de marine økosystemene kan takle av tilført fosfor kan allerede være overskredet, noe som kan føre til oksygenfrie havområder – såkalte «dødsoner» – der mange arter ikke lenger kan leve.<sup>8</sup> Om resirkulert fosfor fra organisk avfall erstatter mineralsk fosforgjødsel vil den totale tilførselen av fosfor reduseres og det samme vil tapet til vann.



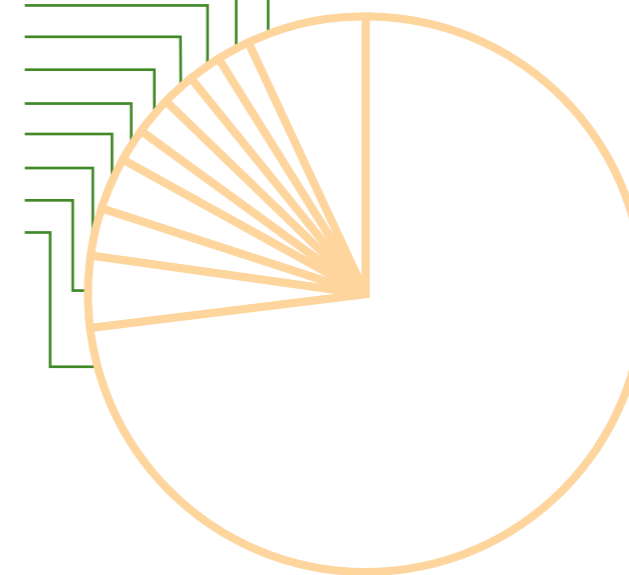
### GEOPOLITISK SÅRBART Import fra okkupant og okkupert

Verdens fosfatimportører er avhengige av produksjonen av fosfatstein i Marokko og Vest-Sahara. Dette gjør den industrielle matvareproduksjonen svært sårbar.

Marokko har verdens suverent største reserver av fosfatstein.<sup>9</sup> Størstedelen av dette befinner seg i selve Marokko, mens noe også ligger i området som Marokko okkuperer, i strid med folkeretten. De siste årene har Marokkos produksjon i okkuperte Vest-Sahara ligget på rundt to millioner tonn, til en verdi på rundt 200 millioner dollar årlig.<sup>10</sup> Vest-Sahara behandles av FN som det siste avkoloniseringsproblemet i Afrika. Det norske Oljefondet har ekskludert flere selskaper fra sine porteføljer fordi de har importert fosfat fra okkuperte Vest-Sahara. Oljefondets Etikkråd har omtalt virksomheten til det statlige marokkanske fosfatselskapet, OCP, i Vest-Sahara som «grovt uetisk». <sup>11</sup> Det er ingen import til Norge av fosfat fra Vest-Sahara, men Yara importerer betydelige mengder fra Marokko.

### GLOBALE FOSFATRESERVER

Resten av verden	7 %
Australia	2 %
USA	2 %
Russland	2 %
Jordan	2 %
Sør-Afrika	2 %
Syria	3 %
Algerie	3 %
Kina	4 %
Marokko og Vest-Sahara	73 %



Den totale fosforreserven er per 2017 på 68.000 megatonn fosfatstein, hvorav 50.000 megatonn befinner seg i Marokko og Vest-Sahara og 3.100 i Kina.<sup>3</sup> En reserve defineres som den andelen av den totale ressursen som er økonomisk utvinnbar med tilgjengelig teknologi og er derfor en størrelse som kan endres over tid.<sup>4</sup>

### FOSFOR OG FOSFAT – HVA ER FORSKJELLEN?

Fosfor er et grunnstoff med kjemisk symbol P. Fosfor er svært reaktivt og finnes dermed naturlig kun i oksidert form som fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) i ulike mineralforbindelser. Produksjon av fosfor på verdensbasis skjer gjennom utvinning av fosfatstein, der ca. 80 % går til mineralgjødsel. Innholdet av fosfor i fosfatstein er gjerne oppgitt som en viss konsentrasjon av  $P_2O_5$ . Som grunnstoff vil fosfor aldri forsvinne, men uttynnes normalt gjennom matproduksjonssystemer. Fosfatstein er imidlertid en begrenset ressurs siden det tar millioner av år å danne ny, og fosfor herifra er derfor ikke-fornybar.

### KUNSTGJØDSEL OG MINERALGJØDSEL – HVA ER FORSKJELLEN?

Det er ingen forskjell. Mineralgjødsel er et bedre og mer beskrivende ord. Blant annet kommer fosforet i mineralgjødsel fra mineralet fosfatstein.





## Fiskeoppdrett: det norske fosforsluket

Det virkelig store tapet av fosfor i Norge, finner vi i oppdrettsnæringen.

I motsetning til fangst av vill fisk fra fiskeri er fiskeoppdrett avhengig av at fisken mates. Næringsstoffer tilføres akvakulturproduksjon gjennom fiskefôr og tapes i fiskebæsj og i fôrrester som fisken ikke fanger opp på vei gjennom merdene. Fiskeekskremitter og tapt fôr går under fellesbetegnelsen 'fiskeslam' når det havner på sjøbunnen.

En norsk studie fra 2016 kartla mengden fosfor i både tilførsel og tap for oppdrettsnæringen og fiskerinæringen.<sup>12</sup> Tallene vitner om et svært stort tap fra denne næringen:

Årlig tilføres omkring 12000 tonn fosfor i fiskefôr til oppdrettsfisk, hvorav omkring 9400 tonn er importert. Resten av føret kommer fra fanget fisk fra fiskeri til sjøs. Det meste av det importerte føret er vegetabilsk og inneholder en blanding av soya, solsikke, raps, mais, faberbønner og hvete.<sup>13</sup> Til sammenligning er tapet av fosfor fra oppdrettsnæringen på omkring 9000 tonn fosfor, i all hovedsak som fiskeslam, og noe i form av rømt fisk. Tapet av fosfor utgjør altså rundt 75 % av det som tilføres i fôr.

Produksjonen av oppdrettsfisk er forventet å vokse i årene som kommer. Basert på en rapport fra 2012 snakker de største optimistene blant myndigheter og innen havbruksnæringen om en potensiell femdobling i sektoren innen 2050, med 2010 som referanseår.<sup>14</sup> Hvis næringen klarer å øke produksjonen kraftig, vil også tapet av fosfor økes tilsvarende, gitt at oppdrettsteknologien forblir på dagens nivå. Dette kan øke risikoen for algevekst og reduksjon av oksygeninnhold i sjøvann langs kysten (kalt eutrofiering). En økning i oppdrettsproduksjonen kan altså øke fosfortapene til kystvannet, og det vil også øke avhengigheten av importert fiskefôr – om ikke det utvikles ny teknologi eller alternativer til dagens fiskefôr.

Imidlertid er både oppdrettsteknologi og førkilder under utvikling. På teknologisisiden skisseres det i dag semi-lukkede anlegg til vanns. For eksempel har den norske oppdretts-giganten Marine Harvest planer om å bytte ut merder med en slags flytende kapsel som fisken kan være innelukket i.<sup>15</sup> Dette kan bekjempe lus og rømming

av oppdrettsfisk, men det kan også muliggjøre oppsamling og resirkulering av næringsstoffene i slammet. Når det gjelder fiskefôr finnes det flere pågående forskningsprosjekter med mål om å utvikle nye og potensielt mer bærekraftige fôrprodukter, blant annet insektbasert fiskefôr der insektene fores med matavfall og andre typer organisk avfall.<sup>16</sup> En annen løsning for å forbedre utnyttelsen av næringsstoffene ved fiskeoppdrett er å drive annen produksjon rundt merdene som kan nyttiggjøre seg tapene derfra. Dette kalles 'integrert multi-trofisk akvakultur' (IMTA), og kan for eksempel være i form av blåskjell og tare.

Om fiskeslam etter hvert kan samles opp og behandles vil det kunne representere et stort gjødselpotensiale. Dette forutsetter blant annet at behandlingen gir et produkt som kan gjøres transportabelt gjennom for eksempel tørking, har god nok gjødselkvalitet, og er akseptert og foretrukket som gjødsel i landbruket. Ytterligere et dilemma er at fosforen i fiskeslammet egentlig ikke behøves på norsk jord hvis vi fullt ut utnytter den fosformengden som er i husdyrgjødsel – se neste side. Fiskeslam kan derfor betraktes som en potensiell kilde til eksportert fosforgjødsel.



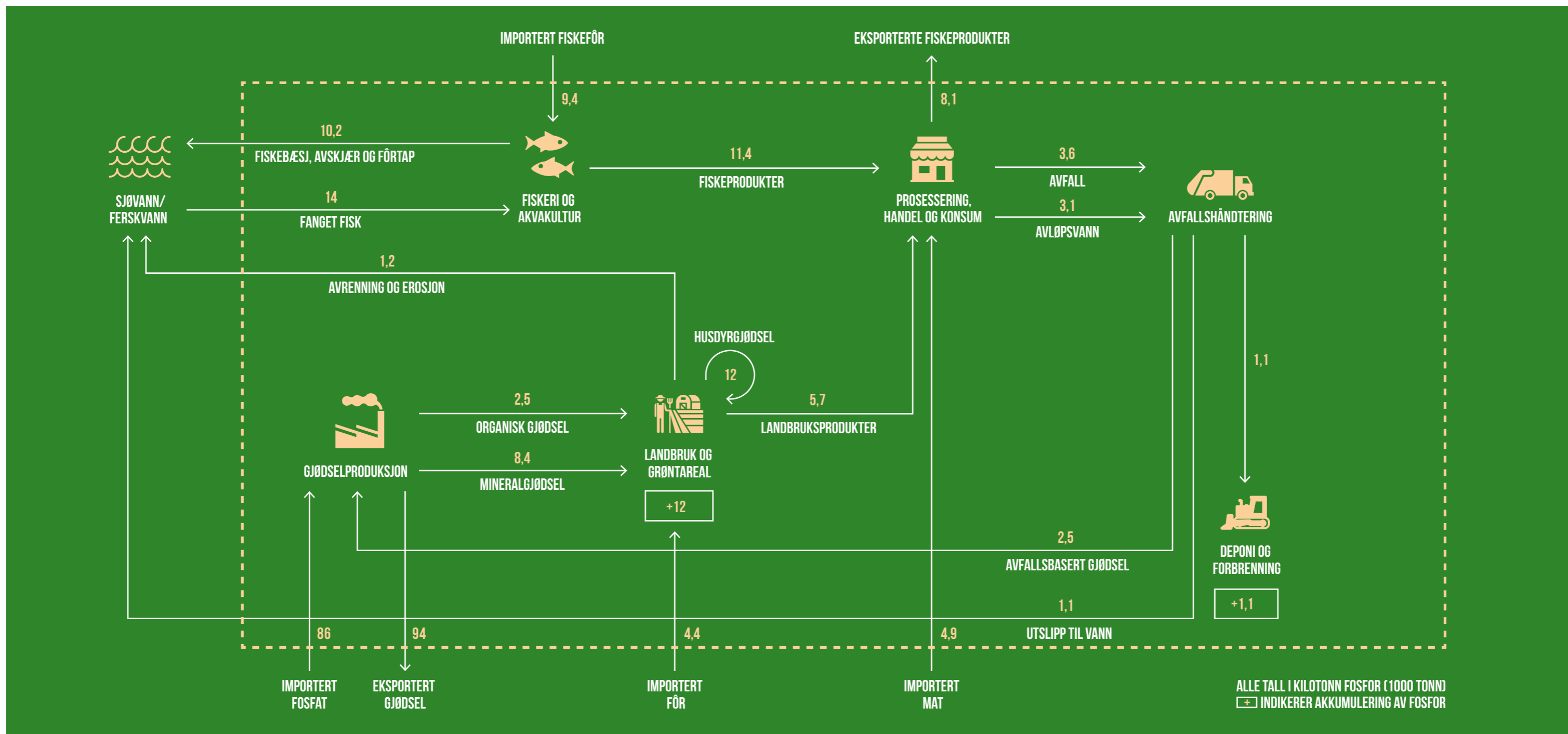
# Det norske fosforregnskapet

Særlig ett trekk skiller seg ut når man ser på fosforets løp i Norge.<sup>18</sup> Det er en betydelig norsk import av fosfatstein fra utlandet, som selskapet Yara omdanner til gjødsel. Det aller meste av dette eksporteres. Kun knappe 10% av den produserte fosforgjødsel brukes på norsk jord – for det meste landbruksjord.

Et annet aspekt ved dette regnskapet er at det forbrukes omtrent like mye fosfor i fiskeri- og akvakultursektoren som i landbruket. I tillegg er de kombinerte tapene fra fiskeri og akvakultur (10,2 kt fosfor) i samme størrelsesorden som akkumuleringen av fosfor i landbruksjord og på grøntarealer (12 kt fosfor). Akkumulering i jord betyr at det tilføres mer fosfor enn det som trengs og at det derfor hoper seg opp. Både tapene og akkumuleringen innebærer dårlig utnyttelse av fosfor i matsystemet. Mengdene fosfor i avfall relatert til matprosessering, handel og konsum er relativt små i forhold til mengdene i landbruk, fiskeri og akvakultur.

De ulike avfallsmengdene, inkludert husdyrgjødsel og fiskeslam, har et potensiale til å mer enn dekke behovet for fosforgjødsel i norsk matproduksjon.<sup>19</sup> Faktisk kan gjødselbehovet i teorien dekkes av fosfor i husdyrgjødsel alene. Fosfor i husdyrgjødsel er imidlertid ujevnt fordelt mellom ulike deler av Norge. Typisk har fylkene på Vest- og Sørvestlandet med stor husdyrtetthet også store overskudd av fosfor etter å ha dekket sitt interne fosforgjødselbehov, i motsetning til fylkene i Sørøst-Norge, som er dominert av kornproduksjon, og som har et fosforunderskudd uten import av fosforgjødsel.<sup>20</sup> Husdyrgjødselens fulle potensiale for å erstatte mineralgjødsel kan dermed bare realiseres om fosfor i husdyrgjødsel omfordelles til det trenges.

Figuren er tilpasset fra Hamilton med flere (2016).<sup>17</sup>



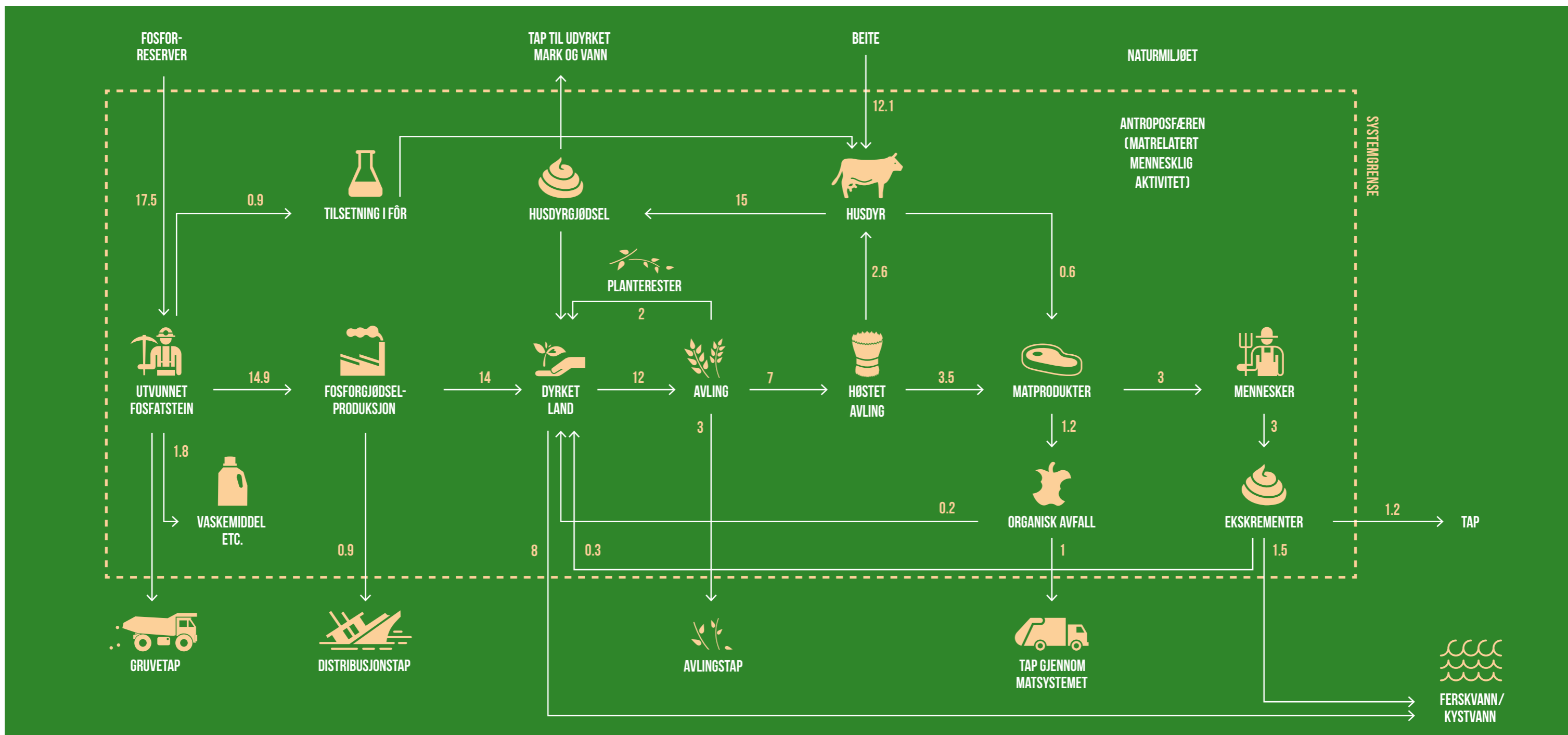
# Fra gruve til gaffel: Det globale fosforregnskapet

Om man følger fosforet gjennom hele løypa, fra gruva til åkeren og videre til middagsbordet, ser man at det er et enormt tap underveis. Langs hele kjeden – eller i «matsystemet», som det heter – tapes det fosfor. Hele 80 % av fosforet som utvinnes i verdens gruver når aldri fram til maten vi spiser. I figuren ser vi dette tydelig. Av 17,5 megatonn fosfor som årlig blir utvunnet i gruvene, ender kun tre megatonn opp i maten som vi får i oss. Ikke bare forteller oversikten oss hvor fosforet forsvinner, men det illustrerer også hvor de store potensialene ligger for å resirkulere.<sup>22</sup>

Omtrent alt fosfor som en voksen person får i seg blir skilt ut gjennom ekskrementene og havner i kloakken. Etter hvert som verdens befolkning blir stadig mer urban, samler stadig mer matavfall og ekskrementer seg opp i byområder. I 2007 bikket verdens befolkning et vippepunkt og ble mer enn 50 % urban, og i 2030 forventes det at 60 % lever i byer, hvorav en tredjedel i slummer.<sup>23</sup> Byer blir altså et sted

der stadig mer mat konsumeres og dermed der stadig større mengder fosforrikt avfall genereres. I framtiden vil det bli avgjørende for verdens matvareproduksjon å få tak i fosforet som ender opp i byene.

Figuren er tilpasset fra Cordell, Drangert og White, 2009.<sup>21</sup>







## Fosforets framtid – sett fra Sør

Hva skjer med de fattiges matproduksjon og matvaretilgang når mineralgjødsel blir dyrere? Stigende gjødselpriser vil kunne ramme fattige småbønder og de større kommersielle aktørene ulikt. Samtidig vil selv små prisøkninger kunne ha en negativ effekt på verdens fattige bønders evne til å kjøpe gjødsel til sin produksjon.<sup>24</sup>

For å få en indikasjon på hvordan en gjødselkrise kan se ut i fremtiden, kan det være nyttig å se tilbake på den helt spesielle prisutviklingen som fant sted i 2007-2008. I løpet av få måneder økte de globale fosfor- og gjødselprisene opp til 800 %.

Fleire faktorer bidro til at prisen på mineralgjødsel gjorde et stort sprang den gangen. Høy oljepris og en økning i landbruksproduksjonen, blant annet ved satsning på biodrivstoff i USA, bidro til at produksjonen på kort sikt ikke klarte å henge med etterspørselen etter fosfor.<sup>25</sup> Prisen skjøt i været, og direkte demonstrasjoner mot gjødselprisene brøt ut i blant annet Vietnam, India, Kenya, Egypt og Taiwan i 2008.<sup>26</sup> Prisøkningen hadde imidlertid liten virkning på de store kommersielle gårdene verden over, og i Norge var økningen i fullgjødselprisen på «kun» ca. 100 % i tidsrommet 2008-2009, før prisen gikk noe ned igjen i juni 2009.<sup>27</sup> Globalt gikk også prisen ned igjen i 2009, men gjødselprisene har stabilisert seg på et betydelig høyere nivå enn før oppgangen i 2007/2008.<sup>28</sup>

I en vurdering av sårbarhet for svingninger i gjødselprisene kommer verdens fattige dårlig ut. Har de ikke råd til – eller tilgang på – gjødsel blir det mindre avling å selge på markedet og til å brødfø familien.<sup>29</sup> Mer enn 70 % av verdens fattige i utviklingsland bor på landsbygda og er direkte eller indirekte avhengige av landbruk som sitt levebrød.<sup>30</sup> En økning i gjødselpriser kan også påvirke matprisene på markedet.<sup>31</sup> I blant annet India og Malawi har regjeringen subsidiert gjødsel fordi gjødselpriser er et så følsomt politisk tema.<sup>32</sup>

Landbruket i blant annet Afrika sør for Sahara er også sårbart fordi det generelt ikke er noe ekstra fosfor i jorden å tære på om tilgangen på gjødsel skulle bli dårlig. Mye av jorden her har et særdeles lavt fosforinnhold, og jorden utarmes videre ettersom det tilføres mindre fosfor enn det som tas ut gjennom avlinger.<sup>33</sup> Det må derfor gjødsles med mer fosfor i denne regionen de neste årene for å bygge opp igjen fruktbarheten i det afrikanske jordsmonnet.<sup>34</sup> Den kommende utfordringen med hvor og hvordan fosfor skaffes for å

sikre matproduksjonen for en økende afrikansk befolkning må dermed også løses.<sup>35</sup> Det hjelper heller ikke den næringsfattige jorden at mineralgjødsel levert på gården faktisk kan koste en bonde i Afrika sør for Sahara 2-6 ganger det det koster en europeisk bonde. Noe av denne forskjellen skyldes mangel på infrastruktur (som veier og distribusjon) i mange afrikanske land.<sup>36</sup>

En nederlandsk studie viser at om rike land resirkulerer fosfor fra ulike fosforrike avfallsstrømmer vil det kunne ha en positiv effekt for utviklingslands import av fosfor både på kort og lang sikt siden det justerer ned prisbanen.<sup>37</sup> En samlet netto reduksjon i uttak av fosfatstein globalt på grunn av rike lands resirkulering vil også spare mer til fremtidige generasjoner.<sup>38</sup>

Ironisk nok er det stor mangel på fosfor på det afrikanske kontinentet sør for Sahara, samtidig som Afrika, sett under ett, har de suverent største reservene globalt.

Demonstranter i India i tog mot økte matvarepriser, 2008. Årene 2007-2008 erfarte en bølge av liknende demonstrasjoner i hele verden.



## Hva gjør norske myndigheter?

Hva gjør norske myndigheter for å bidra til en global bærekraftig forvaltning av verdens gjenværende fosforreserver og med tanke på vår framtidige matsikkerhet?

I forbindelse med skrivingen av denne rapporten har vi vært i kontakt med alle de etater og departementer som vi har antatt ville ha en formening om nasjonal og internasjonal fosforforvaltning og framtidig matsikkerhet.

Det arbeides i dag i flere norske offentlige etater for at fosfor skal brukes mer effektivt i det norske matsystemet og for å begrense forurensning av fosfor i vann. Det finnes imidlertid så langt ingen overordnet strategi for en bærekraftig forvaltning av fosfor i Norge, og ingen gir inntrykk av å ha et overordnet koordinerende ansvar. Norge virker heller ikke å ha en posisjon på spørsmålet om internasjonal overvåkning og forvaltning av fosfor.

De relevante myndighetene som har vært kontaktet i arbeidet med denne rapporten vises nedenfor med tilhørende respons.

## Dette skjer i EU

'European Sustainable Phosphorus Platform (ESPP)' ble etablert i mars 2013 for å fremme dialog, bevissthet og handlinger for å adressere fosforutfordringen som har følger for matsikkerhet, geopolitisk stabilitet og økologisk bærekraft.<sup>40</sup>

Fosfor er inkludert på EUs liste over kritiske råvarer for den europeiske økonomien. To kriterier brukes for denne listen: økonomisk viktighet og tilbudsrisiko.<sup>41</sup>

Gjenvinning og resirkulering av fosfor er et av de sentrale temaene i EUs satsning mot en sirkulær økonomi.<sup>42</sup>

Et utkast til nytt gjødselregelverk er nå til politisk diskusjon. Dette skal blant annet legge til rette for å lette handel med organisk gjødsel i EU. Det er også forslag til strengere kadmiumregulering for fosforgjødsel enn det mange land har i dag.<sup>43</sup>

### KLIMA- OG MILJØDEPARTEMENTET (KLD), LANDBRUKS- OG MATDEPARTEMENTET (LMD) OG NÆRINGS- OG FISKERIDEPARTEMENTET (NFD)

KLD, LMD og NFD ønsker å redegjøre samlet for hva de gjør knyttet til fosfor.<sup>39</sup>

KLD jobber med fosforforvaltning gjennom arbeidet med oppfølging av *Vannforskriften* og i forbindelse med tiltak og virkemidler etter forurensningsloven. Vannforskriftens hovedformål er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet. KLD har gitt Miljødirektoratet i oppdrag utrede økt ressursutnyttelse av fosfor på tvers av alle kilder, og er koordinerende myndighet i dette arbeidet.

De tre departementene viser til sentrale meldinger og strategier som omhandler fosforproblematikk:

*Stortingsmeldingen «Landbruks- og matpolitikken – Velkommen til bords»*, som LMD presenterte i 2011 beskriver viktigheten av bærekraftig forvaltning av fosfor. Det anerkjennes at fosfor er en begrenset ressurs, og at det er viktig å effektivisere bruken. Meldingen skisserer tiltak og gjennomgår regelverk blant annet gjennom resirkulering av næringsstoffer fra avfall. Det står i meldingen at det skal arbeides for et effektivt tilsyn som ivaretar mattrygghet og miljø og samtidig legger til rette for trygg bruk av nye avfallsbaserte gjødsel- og jordforbedringsprodukter.

*Regjeringens bioøkonomistrategi «Kjente resurser – uante muligheter»* ble publisert i 2016. Arbeidet ble koordinert av NFD. Regjeringen ønsker å legge til rette for økt lønnsomhet i de biobaserte verdikjedene ved økt utnyttelse av hele råstoffet, sidestrømmer og restprodukter fra produksjon, og ved gjenvinning av biomasse fra produkter som ikke lenger kan anvendes til sitt opprinnelige formål. Slam fra oppdrettsanlegg omtales som en utnyttet ressurs. Nytt forurensningsregelverk for havbruksnæringen er for tiden under utarbeidelse.

LMD har, i samråd med KLD, gitt Landbruksdirektoratet, Miljødirektoratet og Mattilsynet oppdrag om å utarbeide forslag til *revidert gjødselvarselskrift*. Et viktig punkt i revisjonen er hensynet til riktig og bærekraftig bruk av fosfor, blant annet økt utnyttelse av fosfor fra biologisk avfall og gjødsel fra husdyr og slam fra oppdrettsnæringen.

KLD la i juni 2017 frem *stortingsmeldingen «Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi»*. Den omtaler fosforkretsløpet og fosfor som kritisk råvare i fremtiden. På oppdrag fra KLD vurderer Miljødirektoratet potensialet for fosforgjenvinning fra avfall i Norge og hvilke konsekvenser dette har for miljø og samfunn.

Departementene understreker også behovet for nye tiltak og virkemidler blant annet for plantetilgjengelighet av fosfor i enkelte avfallsbaserte gjødselvarer.

De tre departementene foretrekker ikke å oppgi kontaktpersoner, men ber henvendelser sendes til postmottak i de ulike departementene. I KLD har Naturforvaltningsavdelingen, Hav- og forurensningsavdelingen og VANN-seksjonen vært involvert i arbeidet. I LMD har det ligget til Matpolitisk avdeling og Landbrukspolitisk avdeling.

### MILJØDIREKTORATET

Miljødirektoratet har ikke utarbeidet noen helhetlig policy rundt forvaltning av fosfor, men direktoratets generelle holdning er at vi bør utnytte fosfor fra sekundære kilder bedre enn hva vi gjør i dag. Det er tatt initiativ til at temaet diskuteres i ulike faglige fora og det er blant annet sendt signaler til vann- og avløpsbransjen om at det er behov for å utvikle miljøteknologi for å gjøre fosfor fra slam mer tilgjengelig for plantene. I arbeidet med ny gjødselvarselskrift arbeider Miljødirektoratet for at mest mulig av den fosfor som spres skal utnyttes som en ressurs i plante-produksjon og ikke lagres i jord eller renne av til vassdrag.

**Kontaktperson:**

Anna-Sara Magnusson, Seksjon for lokal forurensing

### MATTILSYNET

Mattilsynet setter i sin forvaltning et langsiktig fokus på helse og miljø først. Det vil si at tilsynet ønsker å legge til rette for bruk av fosfor både fra mineralske og organiske kilder så langt det ikke går på kompromiss med et langsiktig fokus på helse og miljø. Mattilsynet forvalter regelverket for produksjon og omsetning av gjødsel og også deler av bruksregelverket for gjødsel, og arbeider i dag med revisjon av gjødselregelverket i samarbeid med SLF og Miljødirektoratet. Her skal flere fosforspørsmål være sentrale. Mattilsynet og Miljødirektoratet arbeider spesielt med spørsmål rundt hvilke typer avfall som egner seg brukt som gjødsel og hvilke krav en skal stille til disse. Tilsynet følger også internasjonale prosesser angående fosfor – særlig opp mot EU-regelverk.

**Kontaktperson:**

Torhild Tveito Compaore, Regelverksavdelingen,  
Seksjon planter, økologi og GM  
Anne Bøen, Tilsynsavdelingen, Planter og vegetabilsk mat

### UTENRIKSDEPARTEMENTET (UD)/NORAD

UD henviser spørsmål om fosforforvaltning til Norad. Norad oppklarer at man jobber med bistand og matsikkerhet som relevante områder for dette temaet, men at de ikke jobber direkte med gjødsel og næringsstoffer. De er klar over at fosfor er et problem – også i fremtiden – men det er ikke et prioritert område hos Norad. Direktoratet viser til FAO for spørsmål som gjelder hva som gjøres i FN-systemet med fosfor.

**Kontaktperson:**

Daniel van Gilst, Avdeling for klima, energi og miljø

### LANDBRUKSDIREKTORATET

Arbeid med fosforforvaltning er en naturlig del av samfunnsoppdraget til direktoratet, som i lenger tid har jobbet med spørsmål rundt anriking av fosfor i jord og påfølgende avrenning. For å bedre gjødslingspraksis og kretsløp går nå Landbruksdirektoratet gjennom gjødselregelverket på oppdrag fra LMD. Fosfor som forurensning og som begrenset ressurs sees på som to sider av samme sak, men direktoratet ser den geografiske produktionsfordelingen som en utfordring for forvaltningen av fosfor som knapphetsressurs. Ellers deltar direktoratet i sektorovergrepene aktiviteter, blant annet i prosjektet *«Bedre utnyttelse av fosfor»*, ledet av Miljødirektoratet.

**Kontaktperson:**

Jon Magnar Haugen, Avdeling ressurs og areal

### DIREKTORATET FOR SAMFUNNSSIKKERHET OG BEREDSKAP (DSB)

DSB skal ha oversikt over risiko og sårbarhet i samfunnet og støtter Justis- og beredskapsdepartementet i samordningen av arbeidet med samfunnsikkerhet og beredskap i Norge. I DSBs rapport Samfunnets kritiske funksjoner er matvareforsyning definert som en kritisk samfunnsfunksjon. På vegne av Nærings- og fiskeridepartementet og LMD har DSB også utført en risiko- og sårbarhetsanalyse av norsk matforsyning. I denne rapporten er tilgangen på fosfor kommentert som en begrenset ressurs.

**Kontaktperson:**

Per Kristen Brekke, assisterende direktør



## Første skritt mot norsk fosforpolitikk

I oktober 2014 ble Miljødirektoratet bedt av Klima- og Miljødepartementet (KLD) om å vurdere hvorvidt det var behov for en fosforplattform i Norge.<sup>44</sup> En slik plattform er et kontakt- og arbeidsforum der relevante aktører kan møtes for å diskutere tekniske løsninger, regelverksendringer etc., ofte med utgangspunkt i en felles visjon. Svaret fra Miljødirektoratet kom i 2015 i form av rapporten «Bedre utnyttelse av fosfor i Norge: Muligheter og anbefalinger».<sup>45</sup> Der ble det slått fast at det ikke finnes noen samlet tilnærming for en bedre utnyttelse av fosfor i Norge enda, og det ble anbefalt at KLD starter et arbeid med å fastsette en nasjonal målsetting for bedre ressursutnyttelse av fosfor. Dette gjennom å nedsette et tverrsektorielt utvalg. Når en slik målsetting er på plass mener rapporten at en fosforplattform vil kunne være hensiktsmessig, men ikke før.

KLD fulgte opp disse anbefalingene med å bestille en ny vurdering av Miljødirektoratet som skal danne grunnlag for om Norge bør ha et definert mål for resirkulering av fosfor. Rapporten som kom i mars 2017 presenterte ulike forslag til tiltak for en forbedret utnyttelse av fosfor i husdyrgjødsel, avløpslam og fiskeslam.<sup>46</sup>

## Dette mener partiene

- Ap: Ikke et tema som partiet har drøftet og inntatt en posisjon til. Vises videre til landbrukspolitisk talsperson for mer informasjon.
- FrP: Har ikke tatt stilling til spørsmålet, men en må ha en fornuftig tilnærming til fosfor med hensyn til optimal og bærekraftig matproduksjon.
- H: Har ingen spesiell omtale av dette i Høyres program. På generelt grunnlag er partiet opptatt av bærekraftig bruk og forvaltning av alle naturressurser. Norge har også sluttet seg til FN's bærekraftsmål som H mener tar opp i seg forvaltning av naturressurser.
- KrF: Har ikke en programfestet posisjon på fosforforvaltning, men har ved flere anledninger gitt uttrykk for bekymring for denne. De sier at dette samtidig er et komplisert spørsmål, som også har en avrenningsproblematikk knyttet til seg med uønsket gjødslingseffekt i vann og vassdrag.
- MDG: Mener dagens bruk og forvaltning av fosfor problematisk av flere grunner. Uten gode nok metoder for å gjenvinne fosforet fra ulike typer landbruk risikerer vi at tilgangen til fosfor blir stadig knappere i fremtiden. MDG mener det må etableres et lukket kretsløp for fosfor av hensyn til fremtidens beredskap og matforsyning. Det andre problematiske trekket ved dagens bruk av fosfor er at lekkasjer av fosfor fra landbruket kan forurense elver, vann og hav og blant annet forårsake algeoppblomstring. Etablering av et lukket kretsløp for gjenvinning av fosfor er et åpenbart svar også på denne utfordringen.
- Rødt: Mener at Norge bør øke matproduksjonen og sjøforsyningsgraden med grunnlag i egne arealressurser. Det betyr at vi ikke bør basere landbruket på importert fosfor, men i større grad resirkulere det vi har.
- Sp: Har ingen vedtatt politikk på dette feltet. Men som for alle andre naturressurser er de opptatt av en forsvarlig og bærekraftig forvaltning av dette viktige grunnstoffet. Siden fosfor er en begrenset naturressurs, mener Sp det er viktig å effektivisere bruken, blant annet gjennom resirkulering av næringsstoffer fra avfall. Sp vil arbeide for et effektivt tilsyn som ivaretar mattrygghet og miljø og samtidig legger til rette for trygg bruk av nye avfallsbaserte gjødsel- og jordforbedringsprodukter. Sp foreslo i sitt alternative statsbudsjett for 2018 økt støtte til forskningsmiljøene i Norge som forsker på resirkulering av fosfor.
- SV: Har ikke en programfestet posisjon på fosforforvaltning. SV er oppmerksomme på at tilførsel av fosfor til vassdrag er en av grunnene til at kravene i Vannforskriften ikke nås, og påpeker at bedre utnyttelse av fosfor kan minske behovet for å importere mineralsk fosfor.
- V: Har ikke svart på henvendelse fra rapportforfatter.

## Hvem forsker på fosfor i Norge?

På et overordnet nivå kan man si at den norske forskningen dreier seg rundt fem felt:

- Det er flere miljøer som jobber med teknologier for resirkulering av fosfor fra ulike avfallstyper tilbake til landbruket som gjødselstoff, blant annet ved NMBU, SINTEF, NIBIO og HSN.
- Enkelte forskningsmiljøer jobber med å øke effektiviteten for hvordan fosfor utnyttes i husdyrhold og i oppdrettsnæringen, blant annet ved NTNU, NMBU, SINTEF og Nofima.
- Forskning på effekten av utslipp av fosfor i vannmiljøer – og løsninger på utslippsproblemer – gjøres blant annet ved NIVA, UiO, NMBU og NIBIO.
- NGU kartlegger og undersøker norske fosfatforekomster for potensiell framtidig utvinning.
- NTNU og NIBIO samarbeider med danske DTU og flere andre aktører i prosjektet MIND-P (varighet 2017-2020), ledet av Program for industriell økologi ved NTNU. Prosjektet skal analysere ulike veier for å oppnå uavhengighet av mineralsk fosforgjødsel i Norge ved bruk av en systemanalytisk tilnærming.<sup>47</sup>

I oversikten nedenfor presenteres de fleste relevante norske forsknings- og utdanningsinstitusjonene som jobber med fosforrelaterte spørsmål. Vi tar forbehold om at tabellen ikke er komplett, men håper den kan fungere som en veileder mot de ulike miljøene. Ressurspersonene nedenfor henviser gjerne videre til den rette fagkompetansen ved henvendelser. Det er verdt å notere at det ikke virker å være noen forskere i Norge som jobber med å estimere eller analysere de globale fosforreservene.

Forskningsinstitusjon	Forskningsområde	Ressursperson
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)	Fosfor i jord, kjemiske fosforanalyser, fosfortilgjengelighet for planter og alger	Professor Tore Krogstad
	Resirkulering av fosfor fra avløpsvann	Professor Petter D. Jenssen
	Utnyttelse av fosfor i dyr	Professor Birger Svihus
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)	Fosforforvaltning i et systemperspektiv	Professor Daniel Müller
	Fosfor og overgjødsling i akvatiske økosystem, utslipp av fosfor fra fiskeoppdrett	Professor Olav Vadstein
Universitetet i Oslo (UiO)	Fosfor i økosystemer	Professor Dag O. Hessen
NIBIO	Resirkulering av fosfor fra avfallsprodukter	Seniorforsker Anne Falk Øgaard
	Avrenning av fosfor fra landbruket	Seniorforsker Marianne Bechmann
	Fosforforvaltning i et systemperspektiv	Forsker Ola Stedje Hanserud (rapportforfatter)
SINTEF	Biologisk og kjemisk avløpsrensing for fosfor	Seniorforsker Herman Helness
	Fosforeffektivitet i integrert multitrofisk akvakultur	Forskningsleder Aleksander Handå
Høgskolen i Sørøst-Norge (HSN)	Fosfor i jord, slam og vann	Live Semb Vestgarden, instituttleder
Nofima	Utnyttelse av fosfor i fiskefôr	Seniorforsker Sissel Albrektsen
NGU	Kartlegging av geologiske fosforressurser	Lagleder Henrik Schiellerup
NIVA	Fosfor i ferskvannmiljøer	Seniorforsker Anne Lyche Solheim



# Anbefalinger

Forvaltningen av fosfor faller uheldigvis mellom flere stoler: stoffet er livsviktig for norsk matproduksjon, men utvinnes ikke i Norge. Det er en forurensning i vann, men også en verdifull ressurs. En helhetlig forvaltning krever derfor tverrsektorielt og etatsovergrående samarbeid.

På grunnlag av det som vites om verdens fosfatsteinreserver, det norske fosforregnskapet, og myndighetenes innsats så langt, anbefaler Norsk Bonde- og Småbrukarlag, Framtiden i våre hender og Støttekomiteen for Vest-Sahara at norske myndigheter treffer følgende tiltak:

- At det tas initiativ til å samle offentlige og private aktører i en bred, felles fosforplattform for å diskutere utvikling av løsninger og regelverk knyttet til forvaltningen av ressursen i Norge, jfr initiativet fra avløps- og avfallsbransjen i 2014.<sup>48</sup> En nasjonal målsetning for resirkulering av fosfor behøver ikke være på plass før en slik plattform etableres.
- At regjeringen tar internasjonale initiativer for kartlegging og overvåkning av gjenværende globale forekomster av fosfatstein som grunnlag for en internasjonal bærekraftig forvaltning.
- At det lages en tverretattlig nasjonal strategi for en bærekraftig forvaltning av næringsstoffer i det norske matsystemet, inkludert oppdrettsnæringen. Fosfor finnes ofte sammen med andre viktige næringsstoffer, for eksempel nitrogen, som også må forvaltes på en bærekraftig måte.
- At det settes et nasjonalt etappemål for hvor stor andel av fosfor i organisk avfall som skal resirkuleres tilbake til landbruket som plantetilgjengelig fosfor.
- At norske regler og forskrifter harmoniseres med tiltak for en bærekraftig forvaltning av fosfor. Dette gjelder særlig de norske og europeiske forskriftene som nå er under revidering for bruk, gjenbruk og utslipp av fosfor, blant annet Gjødselforeforskriften i Norge og regelverket om animalske biprodukter.
- At regjeringen legger til rette for at norsk matvareproduksjon i større grad enn nå baseres på fosfor som allerede er i omløp i det norske matsystemet, inkludert fosfor lagret i jord.

Det er bare et spørsmål om tid før bærekraftig global forvaltning av fosforreservene vil bli et svært kjent og dagsaktuelt tema. Ved å satse i forkant av denne utviklingen, blant annet gjennom de anbefalte tiltakene ovenfor, vil det kunne åpne for betydelige muligheter for næringsliv og forskning.



# Noter

1. Se f.eks. HCSS. (2012). Risks and opportunities in the global phosphate rock market. Robust strategies in times of uncertainty. The Hague. Tilgjengelig på: <http://www.hcss.nl/reports/download/116/2053>
2. Ihlen, P.M., Schiellerup, H., Gautneb, H. and Skår, Ø., 2014. Characterization of apatite resources in Norway and their REE potential - A review. Ore geology reviews 58 126-147.
3. Jasinski, S. M. (2017). Phosphate Rock, Mineral Commodity Summaries. U.S. Geological Survey. [http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate\\_rock](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock)
4. USGS. (2014). Appendix C. Reserves and resources. U.S. Geological Survey. Tilgjengelig på <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcsapp2014.pdf>
5. Sholz, R.W. & Wellmer, F.-W., (2013). Approaching a dynamic view on the availability of mineral resources: What we may learn from the case of phosphorus? Global Environmental Change, 23(1): 11-27; Cordell, D. & White, S. (2011). Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. Sustainability, 3 (12): 2027-2049.
6. Rognlien, A. (2010). Nok fosfor i 2000 år. Aftenposten, 28.oktober 2010.
7. Cordell, D. & White, S. (2011). Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. Sustainability, 3 (12): 2027-2049; Van Vuuren, D. P., Bouwman, a. F. & Beusen, a. H. W. (2010). Phosphorus demand for the 1970–2100 period: A scenario analysis of resource depletion. Global Environmental Change, 20 (3): 428-439.
8. Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., med flere, 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 347 (6223), <http://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.abstract>
9. Jasinski, S. M. (2017). Phosphate Rock, Mineral Commodity Summaries. U.S. Geological Survey. [http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate\\_rock](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock)
10. Western Sahara Resource Watch (2016), P for Plunder 2016 - Morocco's exports of phosphates from occupied Western Sahara, <http://www.wsrw.org/a246x3825>
11. Etikkrådet for Statens Pensjonsfond Utland, Tilrådning om utelukkelse av selskaper fra SPU, 15. november 2010, <http://www.regjeringen.no/upload/FIN/etikkk/2011/Tilradningfosfat.pdf>
12. Hamilton, H.A., Brod, E., Hanserud, O.S., Gracey, E.O., Vestrum, M.I., Bøen, A., Steinhoff, F.S., Müller, D.B. and Brattebø, H., 2016. Investigating Cross-Sectoral Synergies through Integrated Aquaculture, Fisheries, and Agriculture Phosphorus Assessments: A Case Study of Norway. Journal of Industrial Ecology 20 (4), 867-881. 10.1111/jiec.12324
13. Laksefakta, 09.05.2016, Hva er i føret til laksen? <https://laksefakta.no/hva-spiser-laksen/hva-er-i-foret-til-laksen>
14. DKNVS and NTVA, 2012. Verdiskaping basert på produktive hav i 2050. <http://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdiskaping-basert-pa-produktive-hav-i-/id697596>
15. E24, 14.02.2016, Dette egget kan revolusjonere norsk lakseoppdrett, <https://e24.no/naeringsliv/marine-harvest/dette-egget-kan-revolusjonere-norsk-lakseoppdrett/23615684>
16. NIBIO, 20.02.2017, Insekt skal gjere avfall om til dyrefør, <https://www.nibio.no/nyheter/insekt-skal-gjere-avfall-om-til-dyrefor?locationfilter=true&locationfilter=true>
17. Hamilton, H.A., Brod, E., Hanserud, O.S., Gracey, E.O., Vestrum, M.I., Bøen, A., Steinhoff, F.S., Müller, D.B. and Brattebø, H., 2016. Investigating Cross-Sectoral Synergies through Integrated Aquaculture, Fisheries, and Agriculture Phosphorus Assessments: A Case Study of Norway. Journal of Industrial Ecology 20 (4), 867-881. 10.1111/jiec.12324
18. Ibid.
19. Hamilton, H.A., Brod, E., Hanserud, O., Müller, D.B., Brattebø, H. and Haraldsen, T.K., 2017. Recycling potential of secondary phosphorus resources as assessed by integrating substance flow analysis and plant-availability. Science of the Total Environment 575 1546-1555. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.056>
20. Hanserud, O.S., Brod, E., Øgaard, A.F., Mueller, D. and Brattebø, H., 2016. A multi-regional soil phosphorus balance for exploring secondary fertilizer potential: the case of Norway. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 104 (3), 307-320. 10.1007/s10705-015-9721-6
21. Cordell, D., Drangert, J.-O. & White, S. (2009). The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Global environmental change, 19: 292-305.
22. Cordell, D., Neset, T.-S. S. & Prior, T. (2012). The phosphorus mass balance: identifying 'hotspots' in the food system as a roadmap to phosphorus security. Current opinion in biotechnology, 23 (6): 839-845.
23. UNFPA. (2013). Population Dynamics in the Post-2015 Development Agenda: Report of the Global Thematic Consultation on Population Dynamics. UNFPA, UNDESA, UN-HABITAT, IOM.
24. Sholz, R.W. & Wellmer, F.-W. (2013). Approaching a dynamic view on the availability of mineral resources: What we may learn from the case of phosphorus? Global Environmental Change, 23(1): 11-27
25. Cordell, D. & White, S. (2011). Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. Sustainability, 3 (12): 2027-2049
26. Vidal, J. (2008). Soaring fertiliser prices threaten world's poorest farmers. The Guardian, 12.08.2008.
27. Pettersen, I., Hval, J. N., Vasaasen, A. & Alnes, P. K. (2010). Globalt marked med nasjonale særpreget – Utredning om konkurransen i de nordiske mineralgjødselfmarkeder. NILF: NILF/Østlandsforskning.
28. HCSS. (2012). Risks and opportunities in the global phosphate rock market. Robust strategies in times of uncertainty. The Hague. Tilgjengelig på: <http://www.hcss.nl/reports/download/116/2053>
29. Cordell, D. & Neset, T. S. S. (2014). Phosphorus vulnerability: A qualitative framework for assessing the vulnerability of national and regional food systems to the multi-dimensional stressors of phosphorus scarcity. Global Environmental Change, 24: 108-122.
30. IAASTD. (2008). Food security in a volatile world. Issues in Brief. IAASTD.
31. Cordell, D. (2010). The Story of Phosphorus: Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security: Linköping University, Department of Water and Environmental Studies.
32. Vidal, J. (2008). Soaring fertiliser prices threaten world's poorest farmers. The Guardian, 12.08.2008; Sholz, R.W. & Wellmer, F.-W., 2013. Approaching a dynamic view on the availability of mineral resources: What we may learn from the case of phosphorus? Global Environmental Change, 23(1): 11-27
33. Smaling, E., Moctar, T., de Ridder, N., Sanginga, N. & Breman, H. (2006). Fertilizer Use and the Environment in Africa: Friends or Foes?. Background Paper Prepared for the African Fertilizer Summit, June 9-13, 2006, Abuja, Nigeria. Tilgjengelig på: [http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/06\\_Smaling\\_et\\_al-Fertilizer\\_Use\\_and\\_the\\_Environment\\_in\\_Africa.pdf](http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/06_Smaling_et_al-Fertilizer_Use_and_the_Environment_in_Africa.pdf)
34. Sattari, S.Z., Bouwman, A.F., Giller, K.E. and van Ittersum, M.K., 2012. Residual soil phosphorus as the missing piece in the global phosphorus crisis puzzle. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 109 (16), 6348-6353. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1113675109>
35. Schröder, J. J., Cordell, D., Smit, A. L. & Rosmarin, A. (2009). Sustainable use of phosphorus. EU Tender ENV.B.1/ETU/2009/0025: Plant Research International, Wageningen UR.
36. Runge-Metzger, A. (1995), Closing The Cycle: Obstacles To Efficient P Management For Improved Global Food Security. in SCOPE 54 -Phosphorus in the Global Environment - Transfers, Cycles and Management.
37. Fresco, L. (2003), Plant nutrients: What we know, guess and do not know, Assistant Director-General, Agriculture Department Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) IFA/FAO Agriculture Conference, Rome.
38. Weikard, H.-P. & Seyhan, D. (2009). Distribution of phosphorus resources between rich and poor countries: The effect of recycling. Ecological Economics, 68 (6): 1749-1755.
39. Ibid.
40. Brev fra Klima- og miljødepartementet (KLD), Landbruks- og matdepartementet (LMD) og Nærings- og fiskeridepartementet (NFD), 'Felles svar på bestilling fra NIBIO om forvaltning av fosfor i Norge', 29.01.2018, [http://vest-sahara.no/files/dated/2018-03-04/nfd-nibio\\_29.01.2018.pdf](http://vest-sahara.no/files/dated/2018-03-04/nfd-nibio_29.01.2018.pdf)
41. CEEP. (2013). SCOPE Newsletter number 92. Special edition, European Phosphorus Conference, Workshop and platform. March 2013. CEEP, Brussels, Belgium. Tilgjengelig på: <http://www.phosphorusplatform.org/downloads.html>
42. European commission, 2014. Report on critical raw materials for the EU. Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials. May 2014. 41 pp.
43. Ellen MacArthur Foundation, 2015. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. Ellen MacArthur Foundation, The McKinsey center for business and environment, Stiftungsfonds für Umweltsökonomie und Nachhaltigkeit, 98s. [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation\\_Growth-Within\\_July15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf)
44. [http://www.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?reference=2016/0084\(COD\)&l=en%23keyEvents](http://www.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?reference=2016/0084(COD)&l=en%23keyEvents)
45. Utgangspunktet for initiativet fra KLD var et brev av mai 2014 fra vann-, avløps- og avfallsbransjen i Norge som utfordret Klima- og miljøministeren til å opprette en slik plattform.
46. Farestveit, T., Møyland, E. and Daae, I.A., 2015. Bedre utnyttelse av fosfor i Norge: Muligheter og anbefalinger. Rapport M-351. Miljødirektoratet, 34s.
47. Blytt, L.D., Brod, E., Øgaard, A.F., Johannessen, E., Estevez, E.M.E. and Paulsrud, B., 2017. Bedre utnyttelse av fosfor. COWI, Rapport M-846, Oslo, 61s.
48. MIND-P, <https://mindp.indecol.no>
49. Brev til klima- og miljøminister Tine Sundtoft, 8.mai 2014. Behov for samordnet innsats for å sikre bærekraftig utnyttelse av fosfor. Vannforsk, Norsk Vann, Avfallsforsk og Avfall Norge. <http://www.norskvann.no/45-forside/779-utfordrer-klima-og-miljodepartementet-til-a-opprette-fosforplattform>



# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

# Fosforregnskapet

ISBN 978-82-999726-2-8 (digital)  
978-82-999726-3-5 (print)

Støttekomiteen for Vest-Sahara,  
Norsk Bonde- og Småbrukarlag og Framtiden i våre hender