

Duurzame fosfaatmeststoffen voor de glastuinbouw

S22001 Vloeibare P-meststoffen

November 2022



In opdracht voor



1 Inleiding

De Nederlandse glastuinbouwsector heeft de intentie om gebruik te gaan maken van duurzaam geproduceerde meststoffen. Een circulaire tuinbouw is een systeem van gesloten kringlopen waarin grondstoffen hun waarde niet verliezen, hernieuwbare energie en grondstoffen worden ingezet, en systemen zo min mogelijk afhankelijk zijn van internationale levering.

Voor de fosfaatcomponent daarin betekent dit een meststof die niet is gemaakt uit fossiele bronnen (fosfaaterts), maar uit teruggewonnen fosfaat, bij voorkeur uit Nederland of het nabije buitenland.

Redenen om – in het algemeen – over te stappen op zulke meststoffen zijn:

- Vraag naar vergroening van dergelijke ketens vanuit consument en politiek, en uiteraard de betrokken bedrijven zelf
- Beschikbaarheid; fosfaaterts wordt slechts in een beperkt aantal landen aangetroffen, bijna allen buiten de EU. Fosfaat staat op de lijst van kritische grondstoffen van de EU. De huidige boycot van Russische kunstmest heeft onrust in de markt gebracht en sommige producten zijn zelfs helemaal niet meer verkrijgbaar. Productie van fosfaat uit lokaal afval kan deze kwetsbaarheid wegnemen
- Prijsvolatiliteit. De fosfaatprijzen zijn vanaf 2021 met een factor 2 tot 3 gestegen, een herhaling van de gebeurtenissen in 2008. Gerecycled fosfaat wordt van afval gemaakt en is dus in principe onafhankelijk van de wereldfosfaatprijs.
- Cadmium. Reguliere fosfaatertsen bevatten merkbare hoeveelheden cadmium, een giftig metaal dat zo weinig mogelijk in mest voor dient te komen. Hoewel de regelgeving de inzet van veel fossiel-gebaseerde kunstmest (nog) toelaat, is secundair fosfaat vrijwel cadmiumvrij. Wel kunnen er andere metalen in voorkomen (koper, zink – zie hoofdstuk 3).

Er zijn veel technologische ontwikkelingen op het gebied van fosfaatrecycling. Niet alle ontwikkelingen zijn even zinvol. Het is vaak lastig om een goed beeld te krijgen wat wel en niet een kansrijk traject is. Doel van dit rapport is hier helderheid in te verschaffen. De focus ligt daarbij op (geheel) wateroplosbare en zuivere meststoffen, zoals fosforzuur en mono- en diammoniumfosfaat.

De glastuinbouw heeft per jaar de volgende hoeveelheden nutriënten nodig:

Opp ha 2021	t/j N	t/j P	
Glasgroenten	5600	7911	1933
Potplanten	1823	740	178
Snijbloemen	2115	1649	350
Totaal	9704	10300	2461

2 Fosfaatketens in Nederland

Fosfor, in de natuur voorkomend in de vorm van fosfaat, is één van de essentiële macronutriënten voor de groei van planten. Het wordt op een aantal plekken op de wereld in afzettingen aangetroffen, waar het in dagmijnbouw wordt gewonnen. Vrijwel alle fosfaaterts wordt via de tussenstap fosforzuur verwerkt tot kunstmest (MAP, DAP, superfosfaten).

Fosfaat is een chemisch element, wat betekent dat het niet afgebroken of vernietigd kan worden. Fosfaat dat als meststof wordt toegepast zal dus onherroepelijk ergens blijven, of terecht komen. Het kan in de grond achterblijven (gebonden aan de mineralen in de bodem), met regen naar het oppervlaktewater afspoelen, of met de oogst meegaan in de vorm van in plantencellen gebonden fosfaat.

Daarnaast is fosfaat ook nodig voor de groei van dieren en mensen. Landbouwdieren (vee, varkens, vogels...) hebben allemaal fosfaat nodig om te groeien, dat uiteindelijk in botten of in mest terecht komt. Via de mest komt het in de akkerbouw terecht waar het de bovenstaande routes volgt.

Fosfaat komt ons land binnen via kunstmest en (dier)voeding (toegevoegd voederfosfaat, of in planten als fytaat, bv soja,...). Uiteindelijk is ook al dit fosfaat afkomstig uit een fosfaatmijn ergens ter wereld.

Zo is fosfaat uiteindelijk traceerbaar naar een beperkt aantal eindbestemmingen: oppervlaktewater (en uiteindelijk de zee), vastgelegd in bodems, of afval dat gestort wordt.

2.1 Afvalwater

Fosfaat dat naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd veroorzaakt daar algenbloei. Dit is in feite een paradox; er is een beperkte hoeveelheid fosfaat op de wereld, maar er is lokaal teveel van.

Om algenbloei te voorkomen wordt afvalwater gezuiverd. Daarbij hoort een fosfaatverwijderingsstap. In een communale rioolzuivering wordt de reinigende werking verzorgd door bacteriën (rioolslib) die ook fosfaat wegnemen; in sommige zuiveringsvarianten wordt alle fosfaat verwijderd, maar meestal is dat onvoldoende en wordt het resterende fosfaat chemisch neergeslagen met ijzer- of aluminiumzouten. Het neerslag voegt zich bij het slib. Dit accumuleert voortdurend, en wordt daarom uitgesluist. Dit slib bevat vrijwel alle fosfaat dat in het afvalwater terecht komt. Het fosfaat in Nederlands rioolwater komt vrijwel uitsluitend van menselijke excretie – uitgegroeide mensen scheiden alle fosfaat dat ze opeten ook weer uit, gemiddeld 2.3 gram per persoon per dag. Per jaar komt er in Nederland op deze manier ca 35 kiloton P_2O_5 in rioolslib terecht (15 kt/j P). Hiermee kan de fosfaatbehoefte van de glastuinbouw, 2.5 kt/j, ruimschoots worden afgedekt.

[NOOT: de hoeveelheid fosfaat wordt in de industrie meestal als equivalent P_2O_5 weergegeven, om verschillende materialen te kunnen vergelijken]

De zuiveringen die geen chemische precipitatie nodig hebben lenen zich voor het ter plaatse winnen van struviet. Dit wordt in hoofdstuk 3 behandeld. Het winnen van struviet heeft op de totale P-balans maar **matige invloed**, zodat er ook in dit geval rioolslib met fosfaat ontstaat.

Rioolslib is een bodemverbeteraar die ook P en N bevat, maar de toepassing in de landbouw is in Nederland verboden, omdat er ook medicijnresten, zware metalen en resistente bacteriën in zitten. Het wordt daarom verbrand, op twee (vanaf 2024 drie) plekken in Nederland. Ook in Duitsland wordt verbranding in toenemende mate verplicht. Daarboven wordt in Duitsland in 2029 een terugwinplicht voor fosfaat van kracht, net als in Zwitserland (2026). Dit is een krachtige stimulans voor technologische ontwikkelingen.

Overigens wordt rioolslib nog teveel in cementovens als laagwaardige brandstof ingezet, waarbij het fosfaat verloren gaat voor hergebruik. De regelgeving in bv. Duitsland zal deze route op termijn blokkeren – wat overblijft is monoverbranding.

De diverse voorgestelde fosfaatrecyclingtechnologieën gaan uit van het product van de rioolslibverbranding: rioolslibas. Het voordeel is dat dit een industrie-compatibel materiaal is: een droog poeder, rijk aan fosfaat. Het kan slechts beperkt in de gebruikelijke kunstmestproductie worden gebruikt, wat in hoofdstuk 3 wordt toegelicht. Een ander belangrijk voordeel van deze as is dat het centraal, op een beperkt aantal locaties, in grote hoeveelheden wordt geproduceerd, wat grootschalige opwerking mogelijk maakt.

Momenteel zijn er nog geen grootschalige verwerkingsinstallaties voor rioolslibas, maar de asproducenten hebben allemaal (NL/DE/CH) een urgente doelstelling om dit te veranderen. De komende 3 tot 5 jaar zullen diverse technologieën op full scale worden uitgerold. Deze bevinden zich in TRLs 6 tot 8 (dit is een maat voor rijpheid van technologieën, op een schaal van 1 tot 9).

Doordat er eigenlijk geen alternatieven voor de afvoer van rioolslib zijn maakt fosfaatrecycling uit afvalwater de grootste kans om succesvol geïmplementeerd te worden. Rioolslibas is in feite een dwangproduct. Het heeft een negatieve waarde.

Momenteel worden assen als vulstof in asfalt gebruikt, of als opvulling in verlaten zoutmijnen in Duitsland. De Nederlandse slibverbranders worden door hun aandeelhouders opgedragen fosfaat te recycleren, en zoals gemeld wordt recycling in Duitsland verplicht, zodat deze routes zullen verdwijnen.

2.2 Mest

In Nederland komt ruwweg tienmaal zoveel fosfaat in mest beschikbaar als in rioolslib (160-190 kt/j als P_2O_5). Toch is mest geen kansrijke bron van gerecyclede fosfaten – in de zin van industriële bewerkingen tot een kunstmest-(achtig) product. Het probleem met mest is dat het – in tegenstelling tot rioolslib – in principe geen negatieve waarde heeft, en toegepast mag worden in de landbouw, al zijn hier grenzen aan. Een negatieve waarde treedt op als er regionaal teveel van is (Oost-Brabant, delen van Gelderland). Er wordt al heel lang gestudeerd op mestverwerking, maar dit heeft niet tot een doorbraak geleid, hoewel het technisch niet heel ingewikkeld is. Dit komt doordat degene die lokaal het mestoverschot oplost wel met hoge investeringen zit, maar de voordelen (vooral) bij de buren terecht ziet komen. Dit vraagt een centrale aanpak. De diverse ketenspelers hebben echter tegengestelde belangen, bv landbouworganisaties waar ook akkerbouwers in zitten, die elders in het land de mest graag om niet ontvangen; of de problematiek wordt niet niet ten volle begrepen. Op mestgebied wordt er, ondanks het enorme potentieel, niets verwacht de komende jaren.

Ondanks deze weinig gunstige vooruitzichten wordt er gewerkt aan allerlei mestverwerkingstechnieken, waaronder scheiding van de dikke en de dunne fractie, gevolgd door terugwinning van fosfaat uit de dunne fractie. Helaas bevat deze slechts een fractie van het aanwezige fosfaat (gewoonlijk 20 tot 40% bij varkensdrijfmest). Vergisting zou meer fosfaat kunnen losmaken, maar mestvergisting is ook een lastig dossier waarbij vaak additionele biomassa moet worden ingezet als voeding (varkensmest wordt vaak maande opgeslagen en is al vergist). Het Re-P-Eat-proces waarbij de vaste fractie met minerale zuren wordt ontsloten (Groene Mineralencentrale - Groot Zevert/WUR) lijkt – in tegenstelling tot vrijwel alle andere voorgestelde technologieën – kansrijk, omdat dit op eenvoudige wijze vrijwel al het fosfaat in oplossing brengt. Helaas beoogt men om struviet te gaan produceren, waarvoor de markt in ontwikkeling is maar wat zoals vermeld geen standaard meststof is, en zonder bewerking niet interessant voor de glastuinbouw.

2.3 Slachtafval

Sinds de BSE-crisis is er een stroom slachtafval structureel teveel: Categorie I vleesbeendermeel (MBM, Meat and Bone Meal). Het betreft een fractie MBM die prionen kan bevatten en daarom niet binnen dezelfde sector als veevoer mag worden gebuikt. In de praktijk wordt dit materiaal meeverbrand, waarvoor biomassa credits worden verkregen. Helaas gebeurt dit vooral in cementovens en kolencentrales, waarbij het fosfaat sterk verdund wordt en niet kan worden teruggewonnen. Alleen in het VK staan enkele monoverbranders. Hoewel de (mono)-as van MBM zeer geschikt is voor bewerking tot kunstmest is ook van deze route voorlopig niets te verwachten.

2.4 Korte ketens (plantaardige bron)

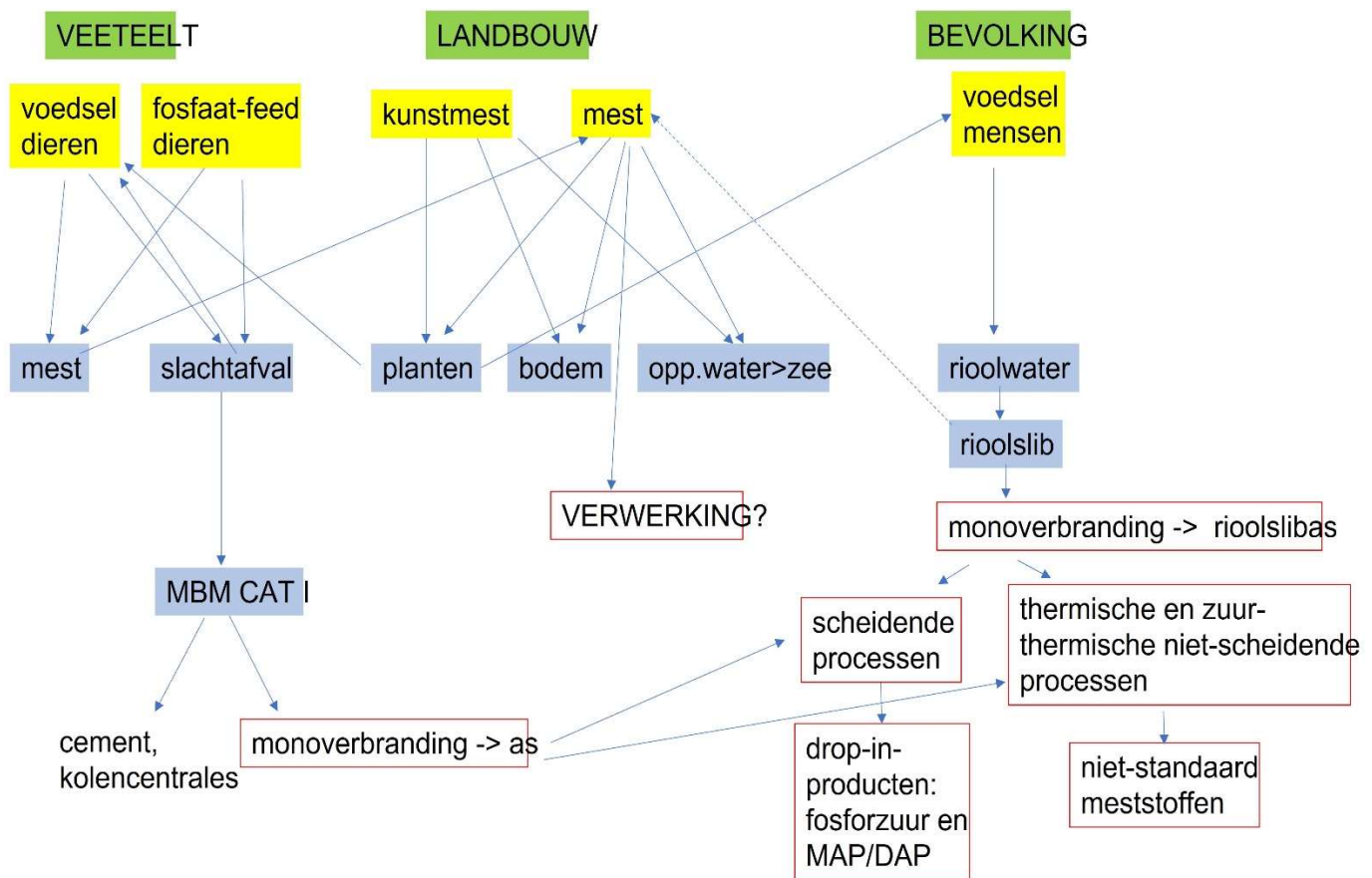
Er worden allerlei processen ontwikkeld om lokaal bv plantaardig afval te bewerken, zoals het uitpersen van plantenresten. Hierbij ontstaat een nutriënt rijke waterstroom die kan worden hergebruikt of ingedikt met omgekeerde osmose. Ongetwijfeld zal het concentraat N, P en K bevatten en mogelijk ook organische stof. Dit zal niet meer dan een ondersteuning van de bemesting in het bedrijf kunnen zijn. Het plantafval bevat de helft van het totale fosfaat van de bewuste teelt, en daarvan blijft naar verwachting een aanzienlijk deel in de vaste fractie achter. Verder is het belangrijk zich te realiseren dat deze technologieën gericht zijn op volume reductie van afval en afvalwater; de nutriëntenterugwinning is een bijproduct. Wel is het een zinvolle manier om lokaal een keten te sluiten en aan afvalvolumereductie te doen. De schaal van dergelijke technologieën is beperkt.

Ook wordt op voedsel productie locaties (groente- en aardappelverwerking, zuivelindustrie) vaak fosfaat teruggewonnen. Door de andere verhoudingen organisch:stikstof:fosfaat in deze waterstromen is vaak een andere aanpak dan in communale zuiveringen mogelijk. Op diverse plaatsen wordt struviet teruggewonnen, wat in deze gevallen wel een hoge terugwinningsgraad mogelijk maakt. Ook wordt hier en daar calciumfosfaat teruggewonnen mbv een Crystallactor, wat een grondstof voor klassieke kunstmest productie kan zijn.

Er zijn meerdere korte ketens denkbaar, die allemaal een ander product op zullen leveren en mogelijk goed aansluiten bij lokale behoeftes, als *tailor made* oplossingen. De verwachting is echter dat deze ketens geen structurele bijdrage kunnen leveren aan de totale nutriëntenbehoefte van de glastuinbouw.

2.4 Conclusie mbt ketens

Zoals uit het bovenstaande blijkt is de afvalwaterketen verreweg de meest kansrijke bron van secundaire fosfaten. In hoofdstuk 3 worden de diverse verwerkingstechnologieën vergeleken, met de focus op het terugwinnen van wateroplosbare kunstmest.



Figuur 1 Globale fosfaatstromen

3 Technologieën voor afvalwaterfosfaatrecycling

3.1 Struviet

Struviet, $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, is een vaste stof die slecht in water oplost. De winning van struviet op rioolzuiveringen is een populaire technologie, die veel in Europa wordt toegepast en ook qua publiciteit prominent aanwezig is. Deze optie kan – alleen – direct op zuiveringen worden toegepast; er is geen connectie met rioolslibverbranding.

Helaas presteert struviet niet goed op het punt waar het meestal mee wordt geadverteerd: fosfaatterugwinning.

Struviet terugwinning is alleen mogelijk in zgn. bio-P-zuiveringen, een bepaald type rioolzuivering waar met een slimme schakeling de bacteriën alle fosfaat opnemen, in plaats van een deel. Er is geen chemische nprecipitatie van fosfaat nodig. De bacteriën worden in een zijstroom gedwongen dit fosfaat weer af te scheiden, waarna er een magnesiumzout wordt gedoseerd en struviet wordt gevormd. Dit gaat relatief makkelijk in korrelvorm, wat de afscheiding uit het water vergemakkelijkt.

Struviet winning is niet mogelijk in de standaard-opzet van waterzuiveringen, die de meerderheid van het totaal uitmaken. Ook is het niet mogelijk om meer dan 25% van het totale fosfaat terug te winnen. Bovendien is struviet een niche-meststof. Weliswaar wordt de markt ervoor geleidelijk groter, maar het is geen standaard kunstmest en al helemaal niet wateroplosbaar. Wel is het

behoorlijk zuiver – er komen nauwelijks zware metalen in terecht (koper en zink zijn de meest voorkomende zware metalen in afvalwater, maar deze komen nauwelijks in struviet terecht). Wel kan struviet sporen rioolslib bevatten en zijn er dus – maar in geringere mate – dezelfde bedenkingen bij als bij rioolslib zelf. Het product kan niet gesteriliseerd worden omdat het bij verhitting uiteenvalt.

De meest efficiënte vorm van struviet technologie wordt op de rioolzuivering van Amersfoort (Vallei en Eem) bedreven, het zgn Lysithermproces. Hier wordt het slib bij 140 °C onder druk ontsloten, waardoor uiteindelijk ca 45% van het fosfaat kan worden teruggewonnen als struviet. Dit is voor een gesloten keten nog steeds onvoldoende, en verbruikt bovendien veel energie.

De reden dat struviet toch zo populair is, is omdat het de vorming van scaling in zuiveringen tegengaat. BioP-zuiveringen hebben last van spontane struviet vorming in het leidingwerk. Het voorkomen van kostbare, frequente reinigingsrondes is de belangrijkste reden om een struviet installatie toe te voegen.

De geringe impact van struviet op de totale fosfaatketen vertaalt zich in de beschikbare hoeveelheden- enkele duizenden tonnen per jaar in Nederland, wat op ca 1 kt P_2O_5 neerkomt, uit een totaal van 35.

Struviet kan verder verwerkt worden tot wateroplosbare meststoffen. De bedrijven Easymining en SusPhos hebben octrooien voor het omzetten van struviet tot fosforzuur en/of ammoniumfosfaten met hun bestaande technologieën – zie aldaar. De hoeveelheid beschikbaar struviet is te laag om een dedicated installatie te bouwen.

3.2 Overige terugwinningsmogelijkheden op slib- of zuiveringsniveau

Er wordt een veelheid aan technologieën aangeboden om fosfaat op de zuivering of uit (nat) rioolslib terug te winnen. Het voert te ver deze allemaal voor het voetlicht te voeren, maar de enige constante is dat deze aan één of meer fatale fouten lijden. Zo is er een technologie (Stuttgarter Verfahren) die slib met zoutzuur of zwavelzuur behandelt en het vrijgekomen fosfaat neerslaat. De hoeveelheid gebruikte chemicaliën voor het chemisch digesteren van het slib, het complexeren van metalen (citroenzuur) en het bijstellen van de zuurgraad (natronloog) om fosfaat neer te slaan, is bijzonder hoog, wat het proces onbetaalbaar duur maakt. Nog exotischer processen, zoals electrolyse, hebben eveneens excessief energie- of grondstoffenverbruik.

3.3 Rioolslibas

Zoals hierboven beschreven is rioolslibas het belangrijkste uitgangsmateriaal voor secundaire kunstmestproductie.

Rioolslibas is chemisch gezien anders dan fosfaaterts. Dat laatste bestaat uit calciumfosfaat. De eerste en belangrijkste omzetting in de fosfaatkunstmestproductie is het contacteren van fosfaaterts met zwavelzuur. Hierbij ontstaat fosforzuur – het product – en gips (calciumsulfaat). Dit laatste is vrijwel onoplosbaar in fosforzuur, zodat het met filtratie kan worden verwijderd.

Rioolslibas bestaat naast calciumfosfaat uit ijzer- en aluminiumzouten (fosfaten, oxides). Deze laatste twee metalen hebben, anders dan gips, een hoge oplosbaarheid in fosforzuur. Hierdoor kan de standaardmethode voor fosforzuurproductie niet worden toegepast, omdat er dan een ijzer-aluminiumfosfaatoplossing in fosforzuur wordt verkregen (te lage zuiverheid).

Naast deze componenten bevat de as zand (15-25%), enig sulfaat en magnesium, en de zware metalen koper (0.1%) en zink (0.2% - 0.3%).

Er zijn twee hoofdstrategieën te onderscheiden in de bewerking van de as tot een product. De ene strategie probeert zoveel mogelijk componenten van de as om te zetten tot een kunstmestachtig product, leidend tot een materiaal met relatief laag fosfaatgehalte (typisch 20-25% P_2O_5). De andere strategie scheidt de as zoveel mogelijk in diverse componenten, waaronder geconcentreerd en zuiver fosfaat (40-55% P_2O_5).

3.3.1 Asbewerking zonder afscheiding

Deze processen worden gekenmerkt door een serie stappen waarbij de as in essentie een vaste stof blijft, en het gros van de massa in het product terecht komt.

Het voordeel van deze benadering is dat er geen volumineuze zijstromen ontstaan die een bestemming behoeven. Ook zijn er minder processtappen nodig dan wanneer de as geheel wordt ontsloten (3.3.2). Maar geen van deze technologieën leveren – eigenlijk per definitie - een marktconform product, gelet op de aanwezigheid van zand en ijzer/aluminiumzouten. Deze combinatie van hoge investeringen en een te ontwikkelen markt maakt een doorbraak van deze technologieën onzeker.

Geen van deze processen levert een volledig wateroplosbaar product.

3.3.1.1 Thermische asbewerking

Hierbij wordt de as – al dan niet gemengd met enkele toeslagstoffen, bv natrium- of magnesiumzouten – verhit tot 800-1100 °C. De fosfaatstructuur van de as verandert, zodat deze voor de plant meer beschikbaar wordt. Ook kunnen zware metalen worden afgedampt. Het product is een niet-marktconforme niet wateroplosbare meststof.

Voorbeelden zijn AshDec, MePhrec en EuPhoRe. Hoewel deze zich op pilotschaal in Duitsland in warme belangstelling mogen verheugen is een doorbraak tot nu toe uitgebleven. De combinatie van hoog gasverbruik, een onzekere markt, en grote investeringen maakt een doorbraak onwaarschijnlijk.

ICL-Amfert voegt sinds een decennium rioolslibas en struviet bij fosfaaterts om superfosfaten te maken (toegapst als strooimeststof in landbouw en in beperkte mate grondteelten glastuinbouw). Dit zijn (slechts) deels wateroplosbare materialen. Deze optie is eenvoudig toepasbaar maar kent een bovengrens van 10% van het totale ingevoerde fosfaat.

Een extreme vorm van thermische bewerking is de reductie tot het element fosfor (Recophos) m.b.v. energie en kooks. Het product is een zuivere grondstof voor o.a. vlamvertragers en valt buiten het mestspectrum.

3.3.1.2 Nat-thermische asbewerking

Een variant op dit idee is het in slurry brengen van de as met (eveneens secundair) fosforzuur, waarna het geheel wordt gesproeidroogd. Dit zou een meer voor de plant beschikbare fosfaat opleveren. Nadeel is dat het fosfaat in de as ook hier slecht wordt ontsloten. Het gasverbruik is hoog, omdat er veel water moet worden verdampt, waardoor één bedrijf (Seraplant/Glatt/Phos4Green) medio 2022 voorlopige insolventie heeft moeten aanvragen. Gelet op de huidige situatie op de aardgasmarkt wordt hier weinig van verwacht in de toekomst. Het PontesPabuli-proces heeft een

vergelijkbare insteek. Geen van deze processen heeft een zware-metalen-af scheiding en het product voldoet niet aan de EU-regels die sinds juni 2022 gelden (de gehalten koper en zink zijn te hoog).

3.3.2 Afscheidende natte processen

Deze processen hebben een geheel andere benadering: de as wordt in een waterige oplossing zoveel mogelijk in componenten gescheiden, die allemaal op een ander punt uit het proces worden verwijderd. Deze benadering biedt de meeste kans op het maken van een wateroplosbaar fosfaat. Het product is, in tegenstelling tot de hierboven beschreven processen, een drop-in-marktproduct, wat het ontwikkelen van een markt overbodig maakt en grote zekerheid biedt aan de marktkant. In de praktijk blijkt dit een doorslaggevend voordeel.

Alle processen leveren een fosfaatproduct, een natte stroom onoplosbaar materiaal (zand, gips, ijzeroxide) en soms een klein concentraat aan zware metalen. Daarnaast is er soms sprake van een afvalwaterstroom.

3.3.2.1 Tetrachos (Remondis)

De grootste afvalverwerker van Europa, Remondis, heeft dit proces ontwikkeld tot aan demoschaal (full scale, eerste installatie) en biedt het in de markt aan.

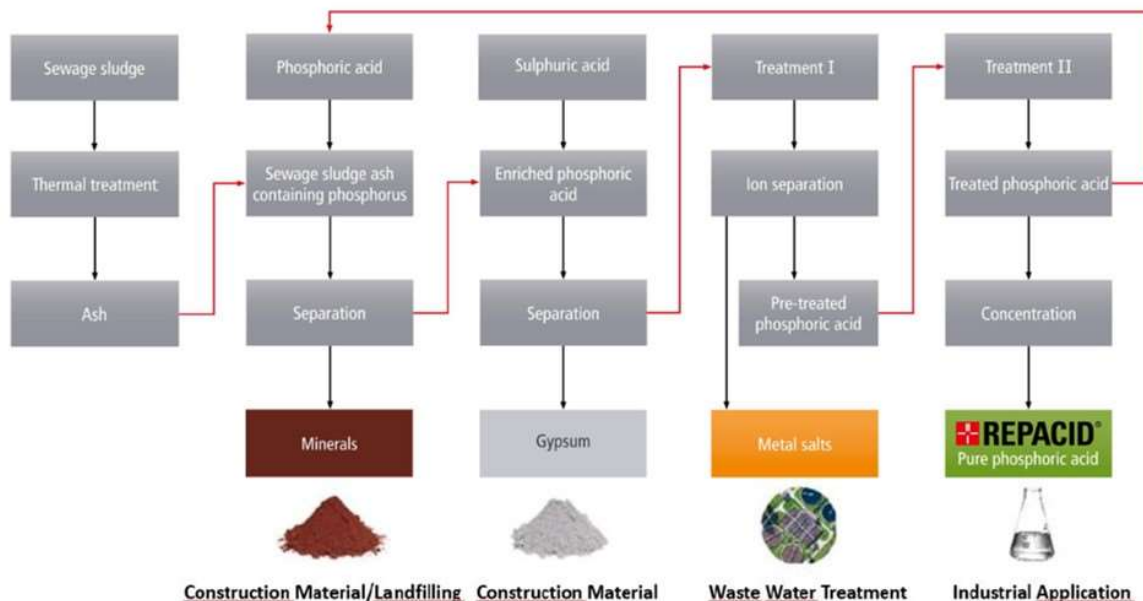
De as wordt opgelost in het product van een eerdere procesgang – fosforzuur. Hierbij blijft een onoplosbare fractie (zand, ijzorzouten) achter die wordt afgefilterd. Er wordt vervolgens zwavelzuur gedoseerd, de uiteindelijke bron van het benodigde zuur (net als in de traditionele fosforzuurproductie), Dit levert een gipsstroom op die ook wordt afgefilterd. Het nu verkregen verdunde fosforzuur wordt ontdaan van metalen (ijzer, aluminium, zware metalen) met een ionenwisselaar, en vervolgens ingedikt tot commerciële sterkte.

Het voordeel van dit proces is de zeer zuivere stroom fosforzuur, die zich zonder meer leent als ingrediënt in vloeibare mestformuleringen, al dan niet na reactie met ammoniak tot ammoniumfosfaten.

Nadelen zijn het hoge gasverbruik voor het concentreren van de productstroom, en het gebruik van de genoemde ionenwisselaars. Deze moeten periodiek worden geregenereerd, waarbij een sterk verdunde stroom ijzer- en aluminiumzouten ontstaat. Deze zouten zijn als precipiteermiddel op waterzuiveringen te gebruiken, maar de Tetrachos-zijstroom is in economisch opzicht niet te vervoeren over grotere afstanden, gelet op de omvang en de mate van verdunning. Dit beperkt de toepasbaarheid tot een aantal locaties waar voldoende vraag naar dit product is.

Tevens is er een zijstroom van inert/onoplosbaar materiaal die nat is en sulfaten bevat. Dit maakt gebruik als inerte vulstof in bouwtoepassingen (bv. cement, niet-constructief beton) niet gemakkelijk. Deze zijstroom is in vergelijkbare vorm in alle “afscheidende” processen aanwezig. Het lijkt voorsnog geen showstopper.

De installatie is ook relatief kostbaar, en de demofabriek vertoont technische gebreken waardoor deze de komende ca 2 jaar stilstaat, wat het project ernstig vertraagt en het vertrouwen erin ondermijnt.



Figuur 2 Tetraphos-flowsheet

3.3.2.2. Ecophos (failliet)

Deze technologie is gebaseerd op het gebruik van zoutzuur voor de asontsluiting. De as wordt in zoutzuur opgeroerd waarbij fosforzuur en calciumchloride ontstaat. Hierna wordt kalk toegevoerd, waarbij zuiver calciumfosfaat ontstaat, wat vervolgens weer wordt ontsloten (met zoutzuur of zwavelzuur). De nog opgeloste zware metalen en ijzer/aluminiumzouten, en resten fosfaat, worden hierna met nog meer kalk geprecipiteerd. Er ontstaat een geconcentreerde calciumchlorideoplossing (brijn) die in zee kan worden geloosd.

In principe kan met dit proces een zuivere stroom fosforzuur worden gemaakt, geschikt voor de glastuinbouw. Ecophos richtte zich destijds op het maken van dicalciumfosfaat voor de veevoederindustrie – met de toegevoegde module voor fosforzuur is geen ervaring opgedaan.

Nadelen van het proces zijn de vrij kostbare kalkdosering, de dubbele ontsluiting, de stroom metaalbelaste fosfaat-kalk (afval), en de brijnstream, die vestiging in het binnenland verhindert. De kosten van dit proces zijn door de aanbieder systematisch onderschat.

Voordelen zijn de flexibiliteit voor input en de hoge reinigingsgraad.

Het proces heeft een goedkope afvalstroom zoutzuur nodig om goed te renderen.

Het proces is alleen met fosfaaterts op volle schaal bedreven tot het faillissement in 2018. De technologie is gekocht door fosfaatproducent en technologieleverancier Prayon, die er voorlopig geen grote plannen mee lijkt te hebben, althans niet voor rioolslibas.

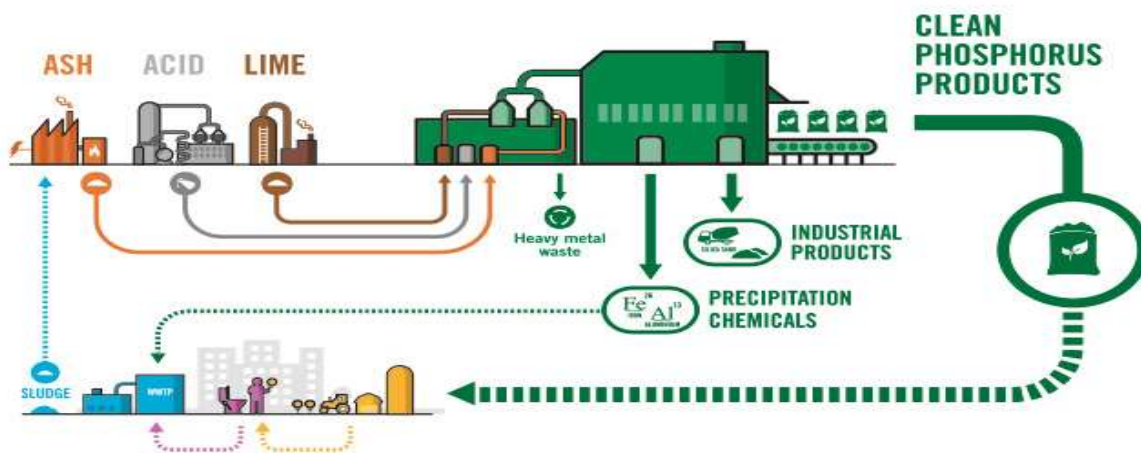
3.3.2.3 Easymining-Ash2Phos

Dit proces is een variant op het Ecophos-proces. Aanvankelijk richtte Easymining zich op tweefasen extractie (water en een organisch oplosmiddel) om MAP/DAP uit as te produceren, maar nu richt het zich op het maken van schoon tricalciumfosfaat. Dit is een grondstof die in een traditioneel proces eenvoudig om te zetten is naar een schoon fosforzuur.

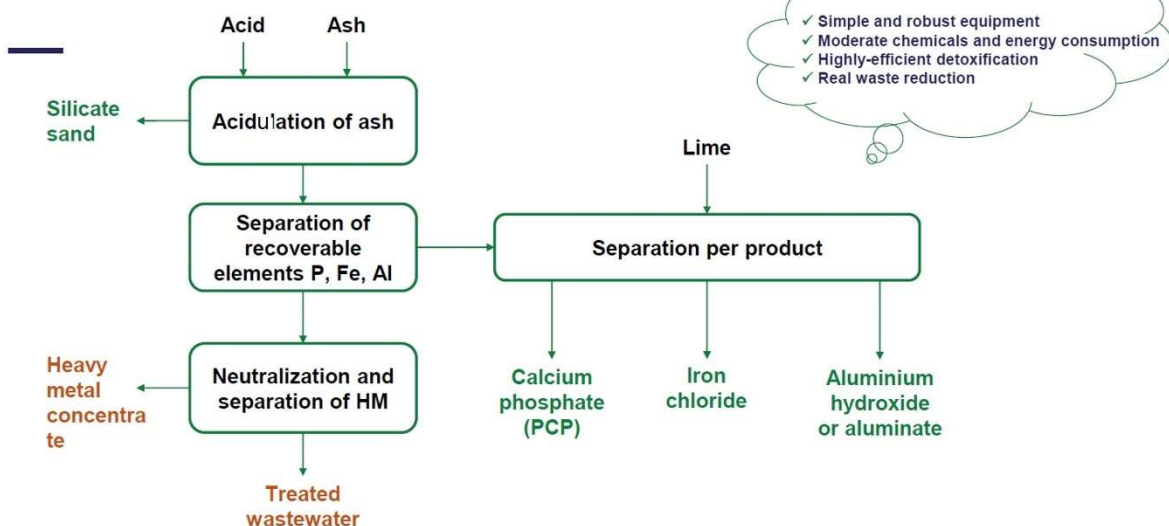
Het nadeel van het proces is, net als bij Ecophos, de grote brijnstroom. Ook is de zoutzuurbron kritisch voor het economische succes en wordt er kalk gebruikt. Tevens is er een lastiger plaatsbare stroom inert/onoplosbaar materiaal. Tenslotte is het terug omzetten van het gevormde fosforzuur naar calciumfosfaat een stap terug in de waardeketen.

Ook hier is de hoge zuiverheid van het product een voordeel. Het aantal stappen is geringer dan bij Ecophos, wat tot enigszins lagere investeringen leidt.

Het proces werkt ook goed met struviet.



ASH2PHOS – SIMPLIFIED PROCESS FLOW



Figuur 3 Ash2Phos-flowsheet

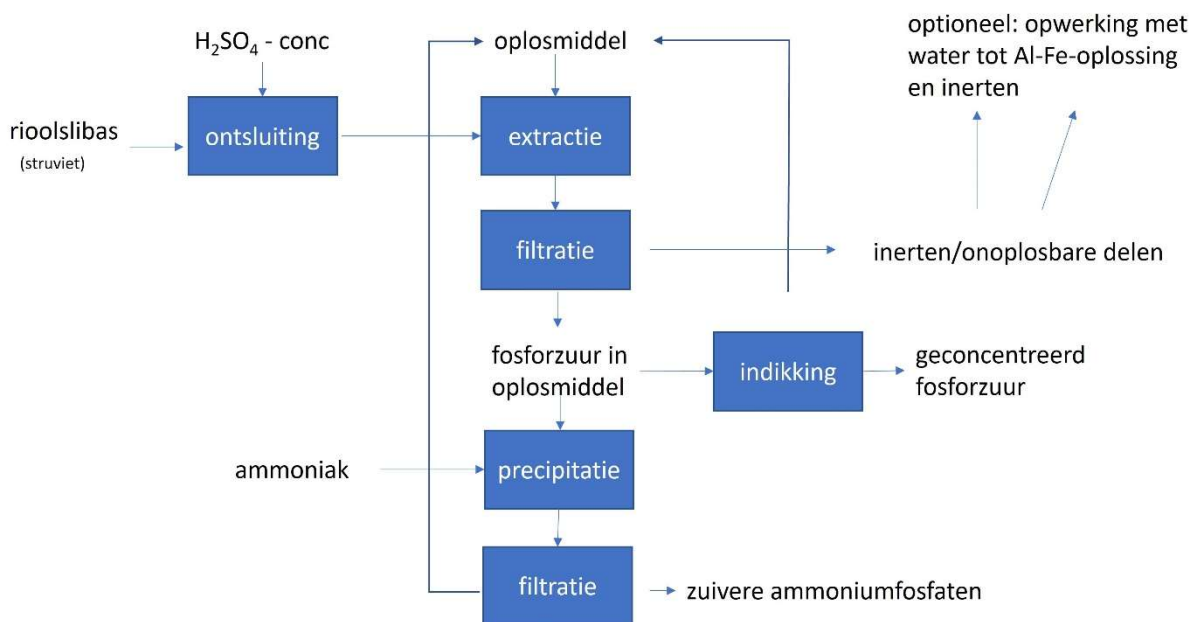
3.3.2.3 SusPhos

In het SusPhos-proces wordt de as met geconcentreerd zwavelzuur ontsloten, waarna extractie volgt met een organisch oplosmiddel. De verkregen oplossing kan eenvoudig worden omgezet naar een wateroplosbaar MAP of DAP, of ingedikt tot fosforzuur. De extractie is redelijk selectief, het verkregen fosfaat is laag in verontreinigingen (maar niet helemaal vrij ervan). De toepassing ligt in eerste instantie in brandvertragers. Het bedrijf is bezig de agro-markt voor deze producten te exploreren.

Het voordeel van het proces is de relatief eenvoudige opzet, en met name het lage energieverbruik. Het proces is in essentie watervrij. Door het inzetten van een laagkokend oplosmiddel met veel geringere verdampingswarmte dan water kan het proces grotendeels met restwarmte worden bedreven. Ook produceert het drop-in-marktproducten (MAP/DAP en/of fosforzuur).

Het nadeel is het gebruik van brandbaar oplosmiddel, zodat de fabriek aan Atex-criteria moet voldoen (hogere investering). Ook dit proces geeft een stroom droge inerten (gips, ijzeroxide, zand) die mogelijk verder kan worden opgewerkt tot een geconcentreerde precipitantenoplossing voor in waterzuiveringen, en een vochtige stroom inerten/onoplosbare delen.

Het proces werkt ook goed met struviet.



Figuur 4 SusPhos-flowsheet

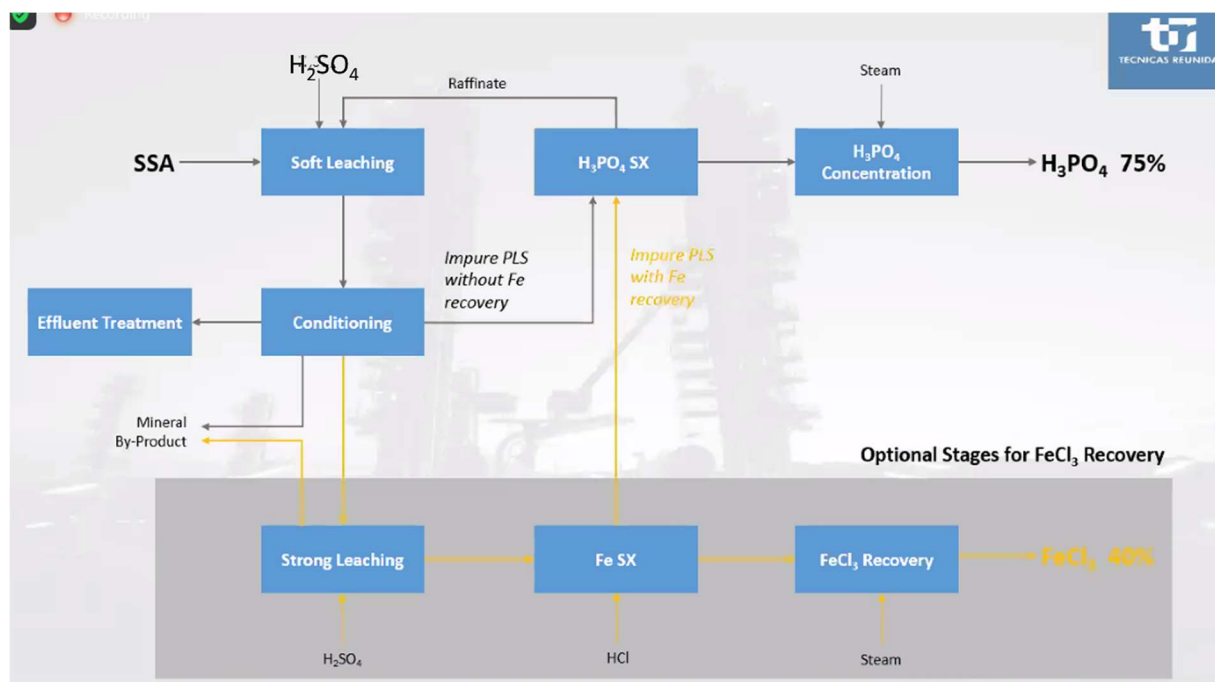
3.3.2.4 Phos4Life

Dit proces is ontwikkeld door ZAR / Tecnicas Reunidas voor toepassing in Zwitserland. Het bestaat uit een eenvoudige module, gericht op maximale P-terugwinning, waarbij de as met zwavelzuur wordt ontsloten, zonder dat de ijzer- en aluminiumzouten worden aangesproken. In een optionele add-on worden de inerte ijzerzouten met zoutzuur omgezet in een geconcentreerde precipitantenoplossing voor waterzuiveringen.

Details over het proces zijn lastig te verkrijgen. In een presentatie uit 2017 is sprake van een solvent extraction-stap, wat een flinke complicatie van het proces met zich meebrengt. Deze ontbreekt in

latere presentaties. Er is geen informatie beschikbaar over het energieverbruik, maar de productstroom dient (flink) te worden ingedikt, zodat dit proces niet erg goed scoort op energieverbruik. Ook is het lot van de inertien/onoplosbare delen, en van de zware metalen, niet helder. Tevens is niets bekend over de kwaliteit van het teruggewonnen fosforzuur, deze is mogelijk hoog en zou dus geschikt kunnen zijn voor toepassing in de glastuinbouw.

Het lijkt hier te gaan om een specifiek voor Zwitserland toepasbare technologie. In Zwitserland is financieel meer mogelijk dan elders. Het lijkt er niet op dat deze technologie elders in Europa wordt uitgerold.



Figuur 5 Phos4Life-flowsheet

4 Conclusies

Hoewel de Nederlandse glastuinbouw mogelijkheden heeft om via korte ketens nutriënten te recycleren, is het potentieel hiervan onvoldoende om de totale nutriëntenbehoefte te dekken. Voor het inpassen van de glastuinbouwsector in een circulaire economie is het noodzakelijk om over de grenzen van de sector heen te kijken. Hierbij komt de (communale) afvalwatersector als het meest kansrijk naar voren. In deze sector wordt al sinds lange tijd een deel van een recyclingketen bedreven; riooslib wordt massaal verbrand doordat wetgeving het gebruik ervan in de landbouw verbiedt. Deze situatie bestaat reeds lange rin Nederland maar wordt in o.a. Duitsland ook steeds meer realiteit. De beschikbaarheid van grote hoeveelheden fosfaathoudend afval (rioolslib) heeft de ontwikkeling van terugwinningstechnologieën van fosfaat uit deze assen in gang gezet. Meerdere kansrijke opties worden momenteel op pilot- of demoschaal bedreven en staan op het punt om uitgerijpt te worden aangeboden in de markt. Hier zitten enkele technologieën tussen die een zuiver en wateroplosbaar product aanbieden, dat aansluit bij de wensen van de glastuinbouwsector.

De hoeveelheid fosfaat die in Nederland op deze manier kan worden gerecycled (15 kt/j P) is ruimschoots voldoende om de behoefte van de glastuinbouwsector (2.5 kt/j) te vervullen.

In de volgende tabel worden de processen vergeleken op basis van een aantal criteria. Voor ieder criterium wordt een klassificering in negatief (-) of positief (+) aangehouden. Bv. een positieve beoordeling voor energie betekent een laag energieverbruik.

Investeringskosten zijn wegens het ontbreken van betrouwbare data voor enkele processen weggelaten.

Technologie	Rijpheid (TRL)	energieverbruik (meer – betekent meer energieverbruik)	afval	Glastuinbouw-compatibel product	schaal/potentieel
Thermische asbewerking	TRL 8-9	---	-	---	+++
Chemische asbewerking zonder scheiding	TRL 7-9	--	0	---	+++
“ “ met scheiding: Tetraphos	TRL 8-9	-- (---?)	--?*	+++	+++
“ “ met scheiding: Susphos	TRL 6-7	-	-?	++ (+++?)	+++
“ “ met scheiding: Ash2Phos	TRL 7-8	-	--?***	--	+++
Phos4Life	TRL 7?	-- (---?)	-?	+++	++
Ecophos/Prayon	TRL 7-9?	- / --	-- / ---***	---/+++	+++
struviet	TRL 9	-	-	-	++

Een ? bij afval betekent dat de verwaarding van bijproducten nog in studie is

*lastig afzetbare verdunde zijstroom met metalen

**grote stroom calciumchloridebrijn

***procesroute voor assen onduidelijk; ertsroute met deze technologie heeft grote afvalstroom geproduceerd in 2014-2018

Uit deze tabel springt niet één proces dat wateroplosbaar product levert direct naar voren als het allerbeste. Wel is een recente trend zichtbaar naar energiezuinige processen, gelet op de gascrisis. Dit aspect wordt in toenemende mate beslissend voor technologiekeuze. Het energieverbruik kan worden afgewogen tegen andere aspecten, zoals productkwaliteit en investeringskosten.

Willem Schipper / WS Consulting, 25-11-2022

DISCLAIMER

This report has been compiled with utmost care. However, the author does not guarantee the correctness of its contents. The contents of this report should be seen as advice; WSC does not assume any responsibility for consequences of its use. The use of the information is entirely at the risk of the person(s), companies or entities making use of, or acting upon, the information in this report. The contents of this report are confidential and may not be reproduced or spread without the consent of its author, Willem Schipper.