

**Rapportdatum:** 28 december 2023, uppdatering 1 februari 2024

**Författare:** Anne Meyer

**Granskare:** Sebastian Meyer (Waila), Johan Tevell (Gotlands Ekologiska Odlare)

**Waila AB**

Färgerigatan 12

623 50 Hemse

# Lokala och hållbara kvävekällor på Gotland

En överblick över tillgången samt lämpligheten av organiska kvävekällor för  
jordbruket och trädgårdsodling

Med finansiering av



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. Introduktion.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Gotlands lokala kvävekällor .....</b>	<b>5</b>
<b>a. Släke.....</b>	<b>5</b>
<b>b. Kompost .....</b>	<b>10</b>
<b>c. Ullpellets.....</b>	<b>15</b>
<b>d. Urin.....</b>	<b>18</b>
<b>e. Biogasrötrest .....</b>	<b>21</b>
<b>f. Avloppsslam .....</b>	<b>24</b>
<b>g. Höns gödsel .....</b>	<b>25</b>
<b>3. Resultatsammanfattning .....</b>	<b>26</b>
<b>Litteraturförteckning.....</b>	<b>27</b>
<b>Muntliga källor samt mejlkontakt.....</b>	<b>31</b>
<b>Om WAILA .....</b>	<b>34</b>

## 1. Introduktion

Jordens gränser för de globala biogeokemiska flöden av kväve och fosfor är överskridna redan idag samt fem ytterligare planetära gränser inom vilka vi kan trygga en säker utveckling för mänskligheten.

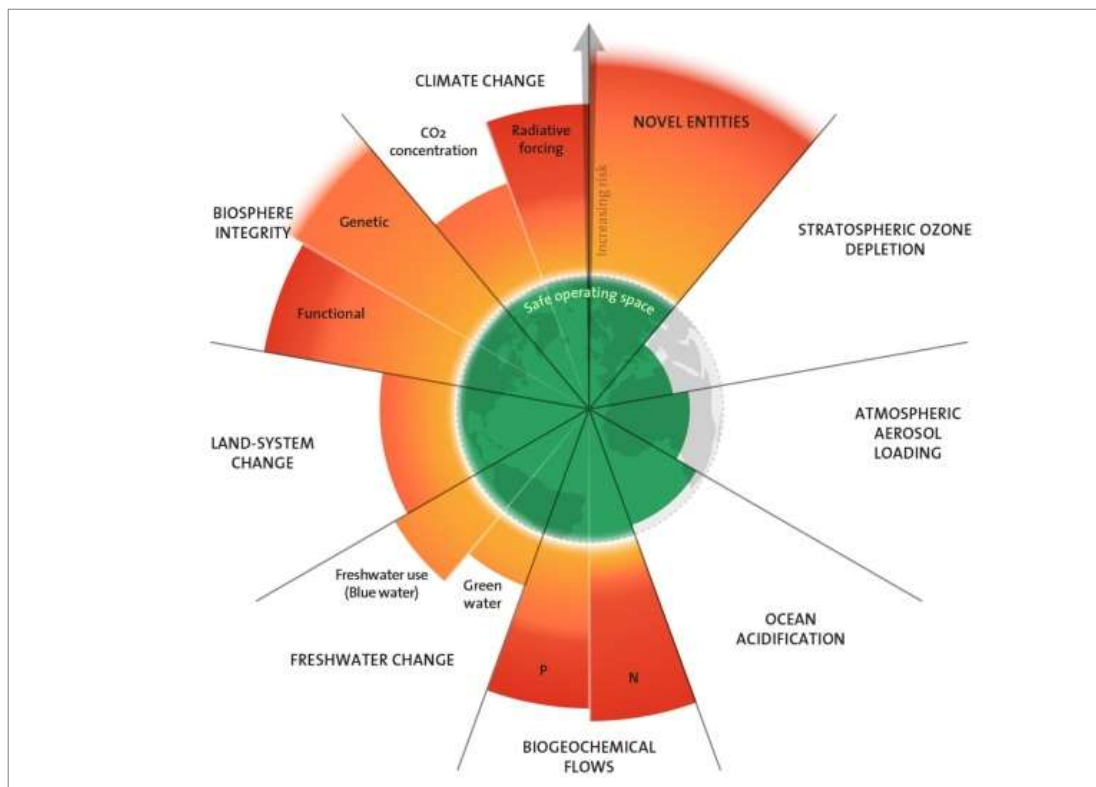


Bild 1 Planetens gränser är ett ramverk som är framtagen av forskare på Stockholm Resilience Center, Stockholms universitet med ledning av Johan Rockström. Vi har nio miljöproblem på jorden som påverkas alla av människans aktiviteter. Var och en har ett eget gränsvärde. Överskrids gränsvärden är det sannolikt att plötsliga negativa förändringar inträffar. (Stockholms Universitet 2023)

Användningen av mineralgödsel ökar den globala kvävemängden i mark och vatten, eftersom mineralgödselproduktionen minskar den totala kvävemängden i atmosfären. Denna effekt kan undvikas genom användningen av organiska kvävekällor.

Kvävepriset har ökat mycket i samband med kriget mellan Ryssland och Ukraina och sjunkit igen efter våren 2022. Priserna för Urea i Europa ligger dock fortfarande ca. 50 % över utgångspriset innan kriget började (se bild 2).

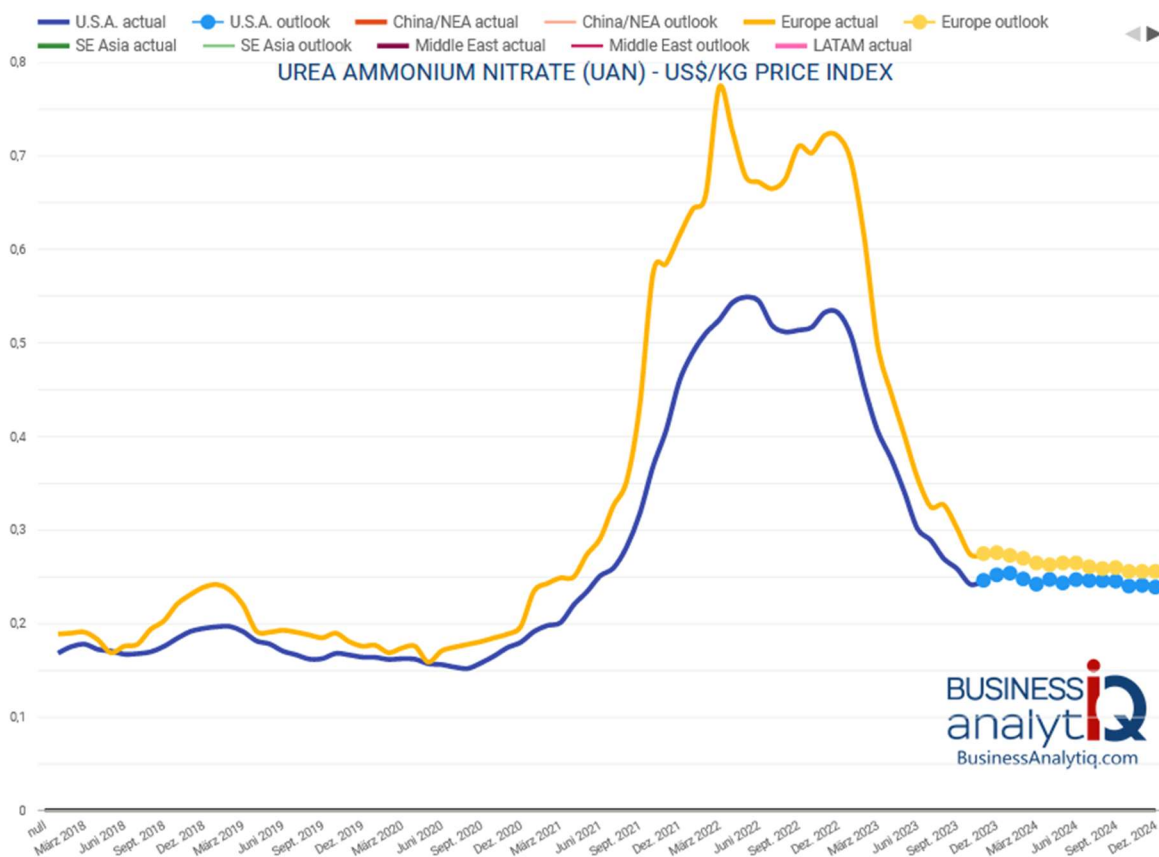


Bild 2 Globala prisutvecklingen för urea från 2018 till 2023 samt prognosen för 2024 (Business analytiQ 2023)

Om man använder det organiska gödselmedlet Biofer 10-3-1 som referens för prisutvecklingen på marknaden för organiska kvävekällor, så får man följande bild: Priset för Biofer ökade med ca. 27% mellan 2021 och december 2023 (S. Svensson / Ekoväx muntl., 2023; Länsstyrelsen Västra Götaland 2021). Detta skulle innebära att gödningskostnader för organiska kvävekällor har minskat i jämförelse med gödningskostnader för mineralgödsel under de senaste två åren. Idag importeras ca. 4 600 ton kväve per år med ett totalt värde av ca. 45 million SEK per år till Gotland (beräkning baserat på Larsson et al. 2023).

Därmed finns det både ekologiska och ekonomiska skäl för att undersöka Gotlands organiska kvävekällor. I vår undersökning fokuserade vi på kvävekällor som finns tillgängliga på Gotland men har i nuläget endast en begränsad användning.

## 2. Gotlands lokala kvävekällor

### a. Släke

Det gotländska begreppet släke står för alger och vattenlevande växter som spolas från Östersjön upp på land. Från de stränderna där släke ligger kvar förknippar nog många släke med illa lukt och en mindre trevlig badupplevelse på somrarna. Förr i tiden, när mineralgödseln inte fanns, var släke ett mer betydelsefullt gödningsmedel. Idag är det några enstaka lantbrukare och privata trädgårdsodlare på Gotland som använder släke i en mindre omfattning.



Bild 3 Släke på bilden består huvudsakligen av arten ålgräs, även kallad bandtång (© Biopix N Sloth)

Det finns positiva miljöeffekter med bortförel och användning av släke såsom minskning av övergödningen i Östersjön. I en svensk studie beräknade forskare mängden på kväve och fosfor som fördes bort när gotländska stränder rensades från släke mellan 2009 och 2018. De kom fram till att det handlade om totalt 466 ton kväve och 35 ton fosfor som förhindrades att läka ut till Östersjön (Söderqvist et. al 2022).



### ❖ *Biomassatillgång*

Idag förs färsk släke (80% vattenhalt) bort från stränderna, men bara på vissa ställen (främst badstränder). Enligt en uppskattning av Björnberg och Unsbo (2019) är det totalt 15 000 ton färsk släke som forslas bort från gotländska stränder varje år. Släke skördas på runt 50 km av Gotlands kust som är ca. 800 km lång om man räknar in Fårö. Eftersom det är komposterad släke med 55 % vattenhalt som används av lantbrukarna motsvarar den komposterade släkemängden ca. 7 000 ton/år. Komposterad släke används på åkrar som ligger nära högarna där släke från varje enskild strand samlas. Hantering av släke på stränderna kräver specialutrustning (lätta traktorer med breda hjul, specialkonstruktion upptagare) och erfarenhet. (Björnberg och Unsbo 2019, intervju med Ulf Smedberg).

### ❖ *Praktisk tillämplighet*

Medelvärden från utvalda släkeanalyser visar en kvävehalt på 1,24 % TS (torrsubstans), en fosforhalt på 0,17 % TS och en kaliumhalt på 1,3 % TS. Kolhalten ligger på ungefär 17 % TS (Nathaniel et al. 2023 b).

Halten av tungmetaller är en viktig fråga vid användning av släke, särskilt kadmiumhalten eftersom tång ackumulerar kadmium ur vattnet. Sprids släke eller komposterad släke sen på marken ackumuleras kadmium i marken. Enligt en ny modellberäkning med utgångspunkt på Gotland kan en regelbunden användning av släke över 70 år orsaka en betydande ökning av kadmiumhalten i matjorden (Nathaniel 2023 a). När den anrikas i marken kan växterna ta upp kadmium. Det är fram för allt njurarna som kan skadas av för höga kadmiumhalter (Länsstyrelsen Gotland 2016). Enligt forskare från KTH (Nathaniel et al. (2023 b)) ligger medelvärdet för kadmiumhalten av släke på Gotland på 1,24 mg/kg TS. Kadmiumvärdet varierar dock mellan olika gotländska stränder där man tog prov och även mellan årstiderna. Kadmiumhalten var högst under våren (1,83 mg/kg TS) och lägst på sommaren (0,67 mg/kg TS (Nathaniel et al. 2023 b).

Kadmiumhalten varierar även starkt beroende på vilka alger eller vattenlevande växter släke består av. Ålgräs, även kallad bandtång, innehåller t.ex. mer tungmetaller än röd- eller brunalger (t.ex. blåstång och sågtång). Därför kan det vara bra att undvika släke med ålgräs/bandtång om möjligt. Man kan även hålla koll på mängden

tungmetaller i marken med markprover som tas regelbundet. På vallskiften som gödslats med komposterad släke på Fårö har markproverna hittills inte visat några problem med tungmetaller (Länsstyrelsen Gotland 2023).



Bild 4 Blåstång (till vänster) och sågtång (till höger) är brunalgler som har en lägre kadmiumhalt än ålgräs (© Biopix JC Schou)

Släke är en långtidsgödning och dess mineralisering sker långsamt. Det tar ungefär två år för omvandlingen av släke till mull (Björnberg and Unsbo 2019, intervju med Ulf Smedberg). Enligt lantbrukaren Terje Larsson från södra Gotland är det därför bra att använda släke tidigt på våren för det ska hinna ge effekt (Länsstyrelsen Gotland 2023). En ny studie konstaterade utöver detta att kvävehalten var högst i släkeproven som togs på våren (5,6 % N) och lägst på sommaren (1,5% N) (Nathaniel et al. 2023 b). En ytterligare aspekt som man ska tänka på är att ogräs som växer vid stranden där släke samlas in kan föras med till åkrarna (Länsstyrelsen Gotland 2023).

Vid kompostering av organiskt material är det generellt viktigt att tillgång till syre finns för mikroorganismer som bryter ned materialet (se även kapitel 2.b kompost). Annars kan utsläpp av metan (CH<sub>4</sub>) och lustgas (N<sub>2</sub>O), två växthusgaser, uppstår samtidigt med att släket börjar att lukta illa och kvalitén på komposten som ett jordförbättringsmedel minskar eftersom sammansättningen av mikroorganismerna förändras. Det finns idag inga studier om växthusutsläpp vid kompostering av släke men det man vet redan idag är, att växthusgasutsläpp ökar desto mer kolrikt organiskt material används, desto högre temperaturen i komposthögen är samt desto fuktigare och större komposthögen är (Söderqvist et al. 2022). Det är alltså viktigt att övervaka och styra komposteringsprocessen inte minst för att minska en negativ klimatpåverkan samt ammoniakförluster. Ett sätt kan vara att ha mindre släkehögar på olika platser från år till år, att köra ut släke direkt på åkrarna eller att vända släkehögarna för att öka tillgång till syre (M. Widgren muntl., 2023).

Det har fördelar att rensa stränderna från släke efterhand på hösten och vintern och köra upp släke på stranden eller direkt till fältet där släke ska spridas. Då undviker man att ha alltför mycket sand i släkehögen. Sanden sliter på maskinerna vid hantering av släke och det blir mindre sand på stränderna. (M. Widgren muntl., 2023)

Mängden släke på stränderna varierar från år till år beroende på väderförhållanden under hösten och vintern (R. Kellström muntl. 2023). Det kräver en viss flexibilitet i gårdens gödselstrategi.

#### ❖ *Kostnader*

En ideell sammanslutning såsom en ekonomisk förening, en LRF-avdelning eller en vattenvårdsförening kan söka LOVA-bidrag hos Länsstyrelsen. LOVA står för Lokala vattenvårdsprojekt och bidraget ges för insatser mot bl.a. övergödning i havs- och vattenmiljöer. För rensning av stränderna från släke kan man få upp till 80% i bidrag. Medfinansiering av de resterande 20 % kan ske med pengar eller ideell tid. (Länsstyrelsen Gotland, LOVA 2023)

Söker man LOVA-bidrag på Gotland ansvarar man också för att ett släkeprov skickas in till ett ackrediterat laboratorium till analys på kol samt olika näringsämnen och tungmetallen kadmium. Dessutom knyter bidraget till att släke tas omhand som näringstillförsel på närliggande åkermarker efter den samlades in från stränderna. På det sättet vill man säkerställa att släkets näringsämnen tas upp av odlade grödor istället för att näringen lakas ut igen till grund- och havsvatten. Idag sköter ungefär 18–20 föreningar släkerensningen av ett flertal gotländska stränder med hjälp av LOVA-bidraget. Samarbetet mellan Länsstyrelsen Gotland och föreningarna var stabilt de sista åren och man anser att det skulle finnas potential till utvidgning av släkerensning och användning på Gotland. Skyddade stränder med en specifik fauna som är anpassad till förekomst av just släke eller svårtillgängliga stränder ska respektive kan inte rensas. (E. Mattsson muntl., 2023)

Lantbrukare kan hämta komposterad eller färsk släke kostnadsfritt från stränderna. Men det kan vara lite olika beroende på vem som ansvarar för släkerensningen och om man har sökt LOVA-bidrag (M. Widgren muntl., 2023). Därför är det bäst att ta kontakt med dem som äger och rensar stranden först.



### ❖ *Användningsområden*

Användning av släke som gödningsmedel är tillåten för EU-ekologiska gårdar, KRAV-gårdar (R. Dinwiddie mejl, 2023) samt konventionellt lantbruk. Man behöver markägarens tillåtelse och skörden av släke ska ske på ett hållbart sätt (EU-ekologiska gårdar och KRAV-gårdar, se del III punkt 2.4 bilaga II i förordning (EU) nr 2018/848). Utöver det behöver KRAV-gårdar hålla koll på släkes tungmetallhalter för att det inte ansamlas för mycket i marken och tas upp av grödorna. Till exempel är tillförseln av 0,45 g/ha kadmium per år tillåten under en femårsperiod (KRAV 2023). Detta motsvarar i genomsnitt ca. 363 kg TS släke per år.

Tidigt på våren, innan vårsådden, sprids släke på åkrarna (M. Widgren muntl. 2023). Bästa resultat har man på Fårö med att sprida komposterad släke på våren i blandning med djupströbädd innan vallinsådd. Det ger effekt efter några år (R. Kellström muntl. 2023). Vill man gödsla vall med släke rekommenderas komposterad släke. Det kan dock förekomma att djuren inte äter grovfoder från vall som är gödslat med släke (R. Kellström muntl. 2023). Mest lämpligt är spridning med en vertikalspridare med stående valsar som inte bara sprider utan också slår sönder algerna. Färsk släke har en hög vattenhalt och en låg torrsubstans halt (TS-halt). Sprider man färsk släke behöver man ungefär 30 ton/ha. Komposterad släke har däremot en högre TS-halt och lägre vattenhalt. Vill man gödsla med den så räcker det med en mindre giva på uppskattningsvis 15–20 ton/ha. (M. Widgren muntl., 2023)

## b. Kompost

Kompost är nedbrutet organiskt material som ökar jordhälsan genom tillförsel av mikroorganismer och mull. Mikroorganismer gör hårt bunden näring i jorden växttillgänglig och en högre mullhalt i marken leder i sin tur till en förbättrad vattenhållande förmågan samt luftigare markstruktur. (Nygårds 2021)

Komposteringen sker under värmeutvecklingen (optimal nedbrytning mellan 40 – 55°C, maximal temperatur 70°C) och i en uträknad blandning mellan kol- och kväverikt organiskt material (tumregel: 30 delar kolrikt material till 1 del kväverikt material). Dessutom krävs en fuktighetshalt på ca. 50–60 % och god tillgång till syre (minst 5 % syrehalt i komposten). Under nedbrytningsprocessen förbrukas syre och därför tillsätts luft genom att vända komposten några gånger med maskiner (lantbruk) eller grävgrep (trädgårdsodling). Komposteringen tar ca. 2–6 månader (beroende på utgångsmaterialet). Ogräsfrön förstörs vid en temperatur över 62°C och växtpatogener dör vid en temperatur över 55°C. (Johansson 2019)

### ❖ Biomassatillgång

Det finns ett flertal organiska material som är lämpliga som råmaterial för kompost (se tabell 1, med materialets C/N kvot i parentes). De allra flesta är restprodukter och tillgängliga över hela Gotland.

Kväverik material	Kolrik material
Skörderester	Halm (50 (havrehalm) – 125 (vetehalm))
Gräsklipp (7)	Hö (37)
Gröngödslingsgrödor (17)	Utrivna tomatplantor
Ettårigt ogräs som inte bildat frö	Flis (ca. 120 (pil) – 590 (gran))
Grönsaksavfall (16)	Spån (200 (multnad) – 500 (färsk))
Släke (16)	Löv (50)
Stallgödsel (30)	Vass (36 (färsk) – 56 (gammal))

Tabell 1: Översikt över lämplig organiskt material för kompostering på Gotland samt deras C/N-kvot i parantes där de var tillgängliga. (Johansson (2019), TNO (2023))

Aktuellt finns en kompostering i mindre skala för trädgårdsodling hos Three Pheasants B&B i Ekeby på mellersta Gotland där man använder mycket av det organiska materialet från ängsskötseln av ett närliggande änge. Där blandar man kolrikt vissnat ängslöv med kolrikt hö från samma änge som annars inte används. En av fördelarna är att man samtidigt får med sig lokala mikroorganismerna som är anpassade till just de lokala markförhållandena och som kommer föröka sig under komposteringen. Som kväverikt material används komposterad hästgödsel. Att använda sig av just de organiska utgångsmaterialen säkerställa en lokal anpassad sammansättning av mikroorganismer, oftast korta transportvägar och ringa eller även inga kostnader för inköp av organiskt material. (Föreläsning och studiebesök jordhälsa, 2023)

På Gotland hävdas idag t.ex. 190 ängar, alltså totalt 340 ha. (Gotländska ängskommittén 2023) De ligger utsprida över hela Gotland och ägs till största delen av privatpersoner men också Svenska kyrkan och andra organisationer. I kontakt med markägaren kan man få information om man får hämta löv, grenar till flising eller hö kostnadsfri.

Utöver detta finns kompost att köpa hos Teknikförvaltningen av Region Gotland i Visby samt hos Gotlands åkericentral AB i Bro. För våren 2024 är det även planerat att man kan köpa kompost blandat med biokol hos Waila AB på Hemse.

När komposteringsprocessen är avslutad ska C/N-kvoten ligga på ungefär 10. Då har man bäst möjliga halt av växttillgänglig kväve. Ligger C/N-kvoten under 10 finns det risk för att kvävet går förlorat i form av ammoniak och lustgas. Är C/N-kvoten däremot högre än 10 finns det risk för att kvävet binds in hårt och kommer bli svårtillgängligt för växterna.

#### ❖ *Praktisk tillämplighet*

Kvävehalten i komposten är - jämfört med gödselmedel som används i lantbruket idag - låg. Den ligger oftast under 1 % ([www.phyllis.nl](http://www.phyllis.nl)). Endast en liten andel av totaltkvävet är direkt växttillgänglig. Omvandlingen av organiskt bundet kväve till växttillgängligt kväve är långsam. Ungefär 8–12 procent av kvävet är tillgängligt i det första året (Johansson 2019).

Användning av kompost på jordbruksmark kan minska inköpet av fosfor-, kalium- och magnesiumgödsel. Fleråriga fältförsök (8 och 11 år) i västra Tyskland visade att genom spridning av 20 ton TS/ha kompost (motsvarar 30 – 35 ton färsk kompost/ha) tillfördes ungefär 40 – 50 kg  $P_2O_5$ /ha ( $P_2O_5$  = växttillgänglig fosfor), ca. 65 – 75 kg  $K_2O$ /ha ( $K_2O$  = växttillgänglig kalium) och ca. 40 – 50 MgO/ha (MgO = växttillgänglig Magnesium). Komposten sprides var tredje år. (Kluge 2006).

Utöver tillförseln av fosfor, kalium och magnesium ökar kolhalten i marken samt mikrobiell aktivitet (bakterier, svampar, etc.) med användning av kompost och jorden kan bli motståndskraftigare mot t.ex. torka. Om man lyckas med att öka kolhalten i marken över lång tid bidrar kompostanvändningen till att minska koldioxidhalten i atmosfären. Ökningen av kolhalten i marken kan undersökas genom regelbundna och systematiska markprover. Från och med 2024 ska det även vara möjligt att använda sig av satellitdata för att mäta kolhalten i marken. Medarbetarna på Waila i Hemse mätte kolinlagringen i jordbruksmark i Bayern, sydöstra Tyskland, inom projektet HimlaJord. Inom projektet delas donationer ut till lantbrukare som lyckas med att öka kolhalten i marken under en femårsperiod.

Kompost kan också vara ett alternativ om man inte vill använda stallgödsel eller man vill spara på stallgödseln (högre N-halt) till vissa grödor eller skiften men ändå vill tillföra växtnäring och organiskt material (Johansson 2019). Kompost gjord av endast vegetabiliskt organiskt material kan också vara ett alternativ för trädgårdsodlare som vill undvika organisk gödning med animaliskt ursprung (Föreläsning och studiebesök jordhälsa, 2023).

Nya studier visar att det är framförallt de underjordiska svamparterna som är uppbyggda av kol som är delaktiga i att bygga upp kolhalten i jorden. Att sprida kompost är ett bra sätt att etablera rätt svamp. Komposten ska i så fall bestå av mycket kolrikt material. (J. Bergsten muntlig, 2023)

#### ❖ *Kostnader*

Organiskt material är oftast tillgänglig kostnadsfri ifall det handla sig om restprodukter. Det är bra att ta kontakt med markägaren av t.ex. närmaste äng och höra med hen om man kan hitta en överenskommelse om avhämtning av biomassan från ängsskötsel. Även släke kan hämtas utan kostnad (se kapitel om släke) från stränderna eller där släket ligger i en hög och komposterar. När man använder släke

är det viktigt att spola av det med vatten först för att minska salthalten som kan ha negativ effekt på växternas utveckling (J. Bergsten muntlig, 2023).

Kostnader för eget arbete samt maskinkostnader tillkommer om man vill anlägga en strängkompost för användning inom lantbruket. För strängläggning kan man antingen lägga ut det redan blandade materialet med en stallgödselspridare till en kompostlimpa eller så lägger man lagar på lager av de olika materialen över hela strängens längd med en lastare. En lastare kan även användas med fördel när man vill tillföra syre genom vändning eller när man vill begränsa syrehalten genom att trycka till på strängens sidor med skopan. För vändning av komposten kan även användas en så kallad kompostvändare men då begränsas strängens höjd och bredd.

Kompostvändare finns i olika storleksordning, frigående eller med koppling till en traktor. Kostnaderna ligger mellan 600 000 – 1 100 000 SEK. (Johansson 2019)

Maskinringen Gotland erbjuder följande tjänster och priser, alla priser är exkl. moms (I. Fredriksson muntlig, 2023)

- Lastmaskin/lastare: 340 SEK/h – 550 SEK/h
  - med förare: 850 SEK/h – 1 050 SEK/h
  
- Fastgödselspridare: 480 SEK/h (10 m<sup>3</sup>), 780 SEK/h (18 m<sup>3</sup>)
  - med förare: 1 330 SEK/h (10 m<sup>3</sup>), 1 830 SEK/h (18 m<sup>3</sup>)

För tillfället finns ingen kompostvändare att hyra från Maskinringen Gotland.

Kompost som är blandad med torv, lera och sand finns att köpa hos Gotlands Åkericentral i Bro. Blandningen kostar 445 SEK/ton inklusive moms plus frakt (Gotlands Åkericentral muntl., 2023). Denna kompost är ogräsfri men inte fri från torv (Hasselfors Garden) som påverkar klimatet negativt. Lansering av en torvfri biokolkompost från Waila i Hemse är planerad under våren 2024.

#### ❖ *Användningsområden*

Att använda kompost inom lantbruket är idag inte lika självklart som dess användning inom trädgårdsodlingen. Det beror till stor del på kompostens låga kvävehalt och att det handlar om en långtidsgödning dess markförbättrande effekter blir tydliga först efter några år. Om man sprider kompost varje år ökar jordens kväveleverande



förmåga (Johansson 2019). Man får dessutom inte underskatta kompostens gödnings effekt för ytterligare makronäringsämnen som fosfor, kalium och magnesium (se ovan). Dessutom ökar markens kolhalt genom användning av kompost och det tillförs samtidigt värdefulla mikroorganismer.

Egen kompost inom den privata trädgårdsodlingen är däremot en självklarhet eftersom man har lätt tillgång till organiskt material (t.ex. matrester, löv, grenar, gräsklipp). Utöver detta ökar efterfrågan efter hållbara och torvfria planteringsjordar inom privatsektorn. I följd erbjuds mer och mer kompostbaserade planteringsjordar på marknaden. Torvfria planteringsjordar har ett betydligt lägre klimatavtryck än torvjordar.

Om man planerar en kompostering som omfattar mer än 10 ton råmaterial (inte park- och trädgårdsavfall) per kalenderår är verksamheten anmälningspliktig till kommunen. Planera man en större kompostering mellan 500 och 18 750 ton råmaterial (inte park- och trädgårdsavfall) per kalenderår krävs tillstånd enligt miljöbalken. Tillståndet söks hos Länsstyrelsen. Kontakta gärna din kommun respektive Länsstyrelsen när du funderar på en kompostering med mer än 10 ton råmaterial. Utöver det finns det hänsynsregler och vägledning från Naturvårdsverket (handbok 2003:4, utgåva 2) och en föreskrift med allmänna råd till miljöbalkens allmänna hänsynsregler om kompostering av stallgödsel och hantering av gödselkomposter i fält (SJVFS, 2004:62).

Kompostera du gödsel på den egna gården räknas det som lagring och den behöver inte anmälas. För ekologiska gårdar tillkommer krav på komposterad stallgödsel som inte får komma från konventionella gårdar. Kompost av vegetabiliskt material (t.ex. halm, park – och trädgårdsavfall, mm.) får användas samt sågspån, träflis och komposterad bark från träd som inte är kemiskt behandlat efter avverkning (Johansson 2019).

Vid inköp av halm eller fastgödsel kan det finnas spår av svårnedbrutna medel, fram för allt pyralider, om spannmålsodlingen blev behandlad med växtskyddsmedel som innehåller pyralider (R. Dinwiddie mejl, 2023). Pyralider kan skada känsliga grödor som tomat, potatis, ärter, bönor, lupin och andra baljväxter, morötter och sallat (LRF 2023). Halm och grovfoder från en behandlad gröda får användas som foder eller strö i det egna lantbruket men får däremot inte säljas eller ges bort till någon annan (förutom till förbränning). Halm, grovfoder och fastgödsel (förutom flytgödsel) från

en behandlad gröda får inte heller bortföras från gården till biogasproduktion eller kompostering. (LRF 2023)

### *c. Ullpellets*

Gotland är en av de fårtätaste länen i Sverige. År 2019 fanns det 68 300 lamm (tackor, baggar och lamm) på ön. Det motsvarar 12 % av alla lamm i Sverige. (Jordbruksverket 2020). Det betyder att det finns mycket ull på Gotland att ta hand om. Innan ullen kan förädlas behöver den tvättas. Det finns ett ulltvätteri på Gotland som även tvättar ull från fastlandet. Innan ullen kan tvättas behöver man sortera bort den alldeles för smutsiga och tovigga ullen. Den kan inte förädlas från textilbranschen men den kan användas som gödning. (Mallas Ullpellets 2023)

Den utsorterade ullen delas sönder och pelleteras av en specialbyggd maskin på Gotland. Under framställningsprocessen hettas ullen upp för att döda av eventuella bakterier eller frön. (Mallas ullpellets 2023)

#### ❖ *Biomassatillgång*

På Gotland klipps ca. 100 ton ull per år, ungefär hälften tas till vara för förädling varav ca. 5 % (motsvarar 2,5 ton/år) sorteras ut på grund av att ullen är för smutsig eller för tovig för förädlingen inom textilbranschen. Uppskattningsvis slängs ungefär 25 % av den klippta ullen direkt på gården. Här finns det alltså ytterligare 25 ton ull/år som kunde användas som gödselmedel. Aktuellt produceras ca. 5 ton ullpellets per år (från gotländsk och fastlandsull som lagras i några år). Beroende på efterfrågan kan produktionen anpassas. (J. Andersson mejl, 2023)

#### ❖ *Praktisk tillämplighet*

Analyser av näringsinnehållet i ullpelletsen visar på en relativ hög kvävehalt (11 %), en obetydlig fosforhalt (0,1 %) och en kaliumhalt på 4 % som kan jämföras med kaliumhalten i nötfastgödsel (Jordbruksverket 2004).

Ullpellets är en långtidsgödning. Med ullpelletsens nedbrytning i marken frigörs näringen sakta efter en längre tid. Forskare på Humboldt universitet i Berlin observerade i ett fältförsök med vårvete och höstvetete att långtidsgödningseffekten

höll under 2 odlingssäsonger i rad (de gödslade varianter visade en signifikant högre skörd än kontrollvarianten). I samma försök såg man även en ökning av markens vattenhållande kapacitet på sandiga jordar efter gödsling med både råull och ullpellets. Råull kan absorbera upp till 30 % av sin egen vikt i vatten. Ullpelletsen kan även absorbera 20 gånger sin vikt i vatten inom 15 minuter (Garz 2017).

Ullpellets har ett pH-värde på ungefär 8–9 (Egos GmbH 2023, Garz 2017) på grund av den koncentrerade calciumhalten i ullpelletsen i jämförelse med råull som har ett pH-värde på ungefär 7 (Garz 2017).

Eftersom ullgödseln produceras i pelletform kan den spridas med dagens gödselspridare men man behöver myllra ned den så att markens mikroorganismer kan bryta ned ullpelletsen. (EGoS GmbH 2023)

Ullpellets kan lagras i 2 år under kalla och torra förhållanden utan att deras gödningsegenskaper påverkas negativ (Böhme et al. 2012).



Bild 6 Ullpellets, jämförda i storlek med ett 1-kronorsmynt (© Anne Meyer)

### ❖ *Kostnader*

Ullpelletsen som produceras på Gotland idag säljs i mindre förpackningar (800 g) till icke kommersiella trädgårdsodlare, mest för odling av grönsaker. Rekommendationer på mängd ullpellets per kvadratmeter ligger mellan 70 g och 250 g beroende på grödornas näringsbehov. (Mallas ullpellets 2023)

En 800 g förpackning kostar idag 169 SEK (inkl. moms). (Mallas ullpellets 2023)  
Tillverkaren av ullpelletsen tittar för tillfället på större förpackningar med 12 eller 14 kg. Är man intresserad i ännu större mängd får man ta kontakt direkt med tillverkaren. (J. Andersson mejl, 2023)

### ❖ *Användningsområden*

I ett ytterligare försök i Tyskland undersökte man ullpelletsens effekt på skörden av olika grönsaker. Skörden av isbergssallad och tomater ökade med 20 % i jämförelse med mineralgödsel. För kålrabbi låg skörden dock 50 % under varianten som var gödslad med mineralgödsel. Slutsatsen från försöket är att ullpellets kan ersätta mineralgödsel för vissa grödor. Gödning med ullpellets är fördelaktig för grödor med längre odlingsperioder eftersom näringsämnena frigörs långsamt. (Böhme et al. 2012)

Det finns planer för fältförsök med de gotländska ullpelletsen men tidpunkten för genomföringen är oklart eftersom finansieringsfrågan inte är löst ännu. (J. Andersson mejl, 2023)

Ull, och därmed också ullpellets (J. Andersson mejl, 2023), klassas som animalisk biprodukt som är tillåten som organisk gödsel- och jordförbättringsmedel för ekologisk odling enligt förordningen (EG) nr 1069/2009. För att kunna använda ullpellets även som en KRAV-certifierad gård behöver de vara KRAV certifierade (KRAV 2023).



#### d. Urin

Att använda mänsklig urin som gödning och återföra dess näring tillbaka till jorden är en gödningsmetod som praktiserades småskalig i århundraden. Pga. av ökade energi- och mineralgödselpriser samt i samband med satsningar för en hållbar utveckling har flera företag i Europa börjat utveckla urinbaserade gödningsmedel. I Österrike, Liechtenstein och Schweiz är användning av den så kallade Aurin (urinbaserat gödselmedel som tillverkas i Schweiz) tillåten inom lantbruk och grönsaksodling (Süddeutsche Zeitung 2023). Urin har en hög kvävehalt och dess användning kan bidra till en lokal cirkulär ekonomi.

##### ❖ *Biomassatillgång*

Även på Gotland finns ett företag som utvecklar ett urinbaserat gödselmedel – Sanitation360. Bolaget har en stark anknytning till SLU. Utvecklingen pågår och i ett fältförsök på Gotland har bolaget redan jämfört urinens gödslingseffekt med vanlig mineralgödsel (se nedan). I samarbete med Gotlands Bryggeri vill bolaget visa hur kvävekretsloppet kan slutas genom förädling och konsumtion av uringödslade primärprodukter. Inom projektet analyseras och utvärderas urinens påverkan på kornets protein- och sockerhalt.

Enligt beräkningen av Sanitation360 kunde man producera ungefär 1 400 ton torr uringödsel per år om all urin från gotlänningarna och turisterna samlades in under ett helt år. Om man nu utgår från en kvävegiva på 85 kg totalkväve/ha så kunde ca 2480 ha gotländsk åkermark (eller ca. 3 % av hela Gotlands åkermark) gödulas med uringödsel varje år. (Sanitation360 mejl, 2023)

Sanitation360 planerar byggandet av en produktionsanläggning på Gotland till 2025. Där kommer den insamlade urinen kunna lagras, torkas, pelleteras och förpackas. Uringödselns marknadsintroduktion planeras år 2025 eller 2026. (Sanitation360 mejl, 2023)

##### ❖ *Praktisk tillämplighet*

Under produktutvecklingen de sista åren kunde den urinbaserade gödseln förbättras till en kvävehalt på 15 % (25 gånger högre kvävekoncentration än i färsk urin), en fosforhalt på 2 % och en kaliumhalt på 4 % (Senecal 2023).



Gödseln produceras dessutom i pelletsform och är torr. Det säkerställer att den kan spridas med dagens gödselspridare.

I ett småskaligt fältförsök på Gotland odlar man korn sen 2021. Resultaten visar så här långt en nästan likvärdig skördenivå mellan ytor som var gödslade med mineralgödsel och dem ytor som var gödslade med urin. Skörden från den uringödslade korn var mellan 1–4% lägre än den från den mineralgödslade ytan. Under 2023 bevattnades försöksytorna och skörden ökade markant för alla tre varianter (urin, mineralgödsel, kontroll). Skördeskillnaden mellan uringödsel och mineralgödsel var lägst efter bevattningen.

#### ❖ *Kostnader*

På Sanitation360 befinner man sig just nu (december 2023) i ett skede där man har fokus på att utveckla affärsmodellen och skala upp produktionen. Det gör det svårt att sätta exakta pris på uringödseln. Men företagets mål är att sälja uringödseln till samma pris som mineralgödsel för att kunna erbjuda lantbrukare en lokalproducerad, cirkulär och miljövänlig alternativ till mineralgödsel. (Sanitation360 mejl, 2023)

#### ❖ *Användningsområden*

Volymen av den pelleterade urin är idag för låg för försäljningen men intresset från lantbrukssida finns som en studie från 2023 visade. Enligt studien är gotländska lantbrukare positiva till gödselns cirkulära fördelar, att den produceras i en torr form och lokalt. En oro finns dock för innehåll av farliga ämnen (t.ex. patogener, tungmetaller, läkemedel, hormoner, mikroplast), konsumenternas syn på uringödslade primärprodukter och hinder i lagstiftningen för ekologiska odlare. (Parfitt 2023)

Urinen torkas i höga temperaturer som säkerställa att inga patogener kan överleva (Sanitation360 2023). Tungmetaller förekommer till största delen i gråvattnet och avföringen, inte i urin (Vinnerås and Jönsson 2002). Enligt Sanitation360 uppnår urinpelletsen WHO:s (Världshälsoorganisationens) riktlinjer och uppfyller kraven enligt SPCR 178, en svensk certifiering för kvalitetssäkring och jordbruksanvändning av källsorterade avloppsfraktioner från små avloppssystem såsom urin (Sanitation360 2023). Certifieringen utförs av RISE Certifiering (RISE 2023). Dessutom forskas man på

Sanitation360 i samarbete med SLU fram en metod som kan extrahera över 90 % av läkemedelsresterna i urinen (Sanitation 360 2023). Utöver det finns det en svensk studie som visade genom en modellberäkning att en vuxen behöver äta morötter eller vete som gödslats med urin varje dag i 21 000 år för att få i sig den lägsta tillåtna dosen av en del läkemedel (Levén et al. 2016).

Hittills är mänskligt urin tillåtet i konventionellt lantbruk i Sverige. Uringödsel är däremot ännu inte tillåtet för EU-ekologiskt samt KRAV-lantbruk. Under 2024 ska EU:s gödsel­förordningen uppdateras och kommunikation av forskningsresultaten om urin som gödningsmedel leder förhoppningsvis till att fler lantbruksföretag kan använda sig av en närproducerad cirkulär uringödsel. (Sanitation360 2023)



Bild 7 Uringödsel bidrar till ett cirkulärt kretslopp mellan stad och land och från jord till bord. (© Sanitation360)

### *e. Biogasrötrest*

Rötresten från biogasproduktion, så kallad biogödsel, kan vara en intressant alternativ till mineralgödsel. Biogas (metan) produceras på Gotland av matrester, stallgödsel och slaktavfall (Biogas Gotland 2023).

#### ❖ *Biomassatillgång*

I den befintliga biogasanläggningen i Bro produceras ca. 30 GWh biogas av ca. 95 000 ton restprodukter (varav stallgödsel 77 %, matrester 17 % och slaktavfall 6 %). Som biprodukt uppstår ca 90 000 ton biogödsel (Biogas Gotland 2023). Aktuell uppgraderas biogasanläggningen i Bro till 45 GWh. Den ökade biogasproduktionen säkerställs genom ytterligare rötning av 60 000 – 80 000 ton gödsel (B. Palmgård muntl. 2023). SuderGas AB projekterar byggandet av en till biogasanläggning nordost om Hemse på södra Gotland som kan ta emot 200 000 ton stallgödsel per år. Anläggningen ska producera ca. 30 GWh biogas och ca. 190 000 ton biogödsel per år (SuderGas AB 2023). När och om anläggningen byggs är beroende av ett flertal faktorer t.ex. statligt stöd (B. Palmgård muntl. 2023).

Gårdar som ger sin stallgödsel till rötningen i biogasanläggningen får 95 % viktprocent av den tillbaka som biogödsel. Substrat såsom matrester och slaktavfall (ca. 22 000 ton/år i biogasanläggningen i Bro) ger en mindre mängd biogödsel som inte förs till gårdarna som levererade stallgödsel. (B. Palmgård muntl. 2023) I 2022 fanns det ett överskott av biogödsel på ca. 15 000 t (L.-E. Jansson muntl. 2024).

#### ❖ *Praktisk tillämplighet*

Enligt en sammanställning av biogödselanalyser från BroGas AB för 2022 innehåller biogödseltorrsubstans ca. 6,6 % kväve totalt, varav ca. 4 % är ammoniumkväve, ca. 1 % fosfor och ca. 5,3 % kalium. (BroGas AB 2022)

Näringsinnehållet i biogödsel kan variera mycket mellan anläggningar beroende på vad som rötas, temperatur och uppehållstid vid rötning. Det kan också variera över året. Därför är det alltid bra att begära en aktuell analys på de vanligaste växtnäringsämnen (t.ex. totalkväve och ammoniumkväve), pH-värde, ts-halt, askhalt och skrymdensitet (volymvikt). (Nilsson 2014, Jordbruksverket 2023)

Under rötningsprocessen ökar pH-värdet samt ammoniumkvävehalten i substratet (det organiska materialet som rötas i biogasanläggningen) medan kolhalten och torrsubstansen minskar (Hushållningssällskapet 2013). Det leder i sin tur till en högre halt av växttillgängligt kväve och en högre risk för kväveförluster under lagring och spridning av biogödsel via ammoniakavgång. Därför rekommenderas det att sprida biogödseln när den kan myllas snabbt eller spridas i växande gröda under svalare perioder (Nilsson 2014). För att kunna utnyttja även det organiskt bundna kvävet i biogödseln är det mest effektivt att sprida biogödseln på grödor med en lång vegetationsperiod såsom höstvet, höstraps eller vall. Då hinner även delar av det organiskt bundna kvävet mineraliseras. (Nilsson 2014)

Den låga ts-halten i biogödseln (ca. 7 % ts (BroGas AB 2022)) medför också att ett svämtäcke inte bildas på naturlig väg. Vid lagring av biogödsel rekommenderas en flytande plastduk som kan minska ammoniakförlusterna med 90 %. (Jordbruksverket 2023).

Biogödseln sprids antingen med släpslang eller myllningsaggregat. Släpslang har en hög kapacitet och är skonsam mot grödan. Med myllningsaggregat har man däremot en lägre risk för ammoniakavgång och luktolägenheter vid spridning nära bebyggelse undviks samtidigt (Melin 2014).

#### ❖ *Kostnader*

Priserna för biogödseln från biogasanläggningen i Bro varierar med kväveinnehållet och ligger idag mellan 30 – 45 SEK/t biogödsel. (L.-E. Jansson muntl. 2024)

Transportavståndet från biogasanläggningen till åkern är den enskilt största faktorn för spridningskostnaden. Vid ett avstånd på 0,5 km är matarslangsystem kostnadseffektivast, vid avstånd upp till 4 km är det billigast att transportera biogödseln i flytgödseltunna. Är transportavståndet längre än 4 km visade sig att lastbilstransport är mest kostnadseffektiv (Melin 2014).

BroGas AB betalar frakten av flytgödsel till biogasanläggningen samt biogödseln som skickas tillbaka i utbyte. Lantbrukare som levererar fastgödsel till biogasanläggningen i Bro betalar inte för frakten dit men för frakten av biogödseln tillbaka till gården. (L.-E. Jansson muntl. 2024)

### ❖ *Användningsområden*

Biogödseln från biogasanläggningen i Bro är certifierad enligt SPCR 120, en frivillig produktcertifiering av biogödsel för användning som jordförbättringsmedel och växtnäringskälla (Avfall Sverige 2023a).

Gödselmedel som är tillåtna att användas i ekologisk produktion får också rötas och användas i ekologisk produktion. Används råvaror som är godkända för ekologisk produktion i rötningsprocessen så är också biogödseln godkänd i ekologisk odling. Då behövs inga extra kontroller eller certifieringar. (Avfall Sverige 2023b)

Eftersom biogas från biogasanläggningen i Bro framställs av bl.a. slakteriavfall finns också delar av rötat slakteriavfall med i biogödseln. Biogödseln som kommer från en anläggning som rötar slakteriavfall får inte spridas på ätliga delar av grödan på ekologiska gårdar. Som ätliga delar anses t.ex. ovanjordiska växtdelar på vall, helsädd, grönfoder eller stubb, spannmål efter stråskjutningen påbörjas (DC 32) eller underjordiska växtdelar i rotfruktodlingar (Avfall Sverige 2023b).



### *f. Avloppsslam*

Avloppsslam är en fosforresurs och kväveresurs. Slammet innehåller 3 % fosfor och 3,5 % kväve samt mullämnen och mikronäringsämnen såsom koppar, zink, magnesium, mangan, selen, svavel och kobolt. (Region Gotland 2019)

Hans Augustinsson, växtodlingsexpert från Hushållningssällskapet Östergötland, tycker att användning av slam är framförallt intressant för växtodlingsgårdar utan djur. På en informationsträff om slam den 21. Oktober 2022 i Visby visade han resultat från långtidsförsök (1981 - 2014) vid Lund och Malmö som visade att mullhalten och i dess följd vattenhållande förmågan i marken ökade med spridning av slam på försöksrutor där man spred 12 ton TS/ha slam vart 4:e år (efter skörd av årets gröda). I försöken observerade man även att fosfortalet ökade. Utöver den ökande mullhalten kunde även en genomsnittlig skördeökning på 7% konstateras, oavsett tillförsel av mineralgödsel. Växtföljden i båda fältförsök bestod av bl.a. höstvetete, sockerbetor, vårvete, havre, vårkorn och höstraps (Hans Augustinsson muntl. 2022; Andersson (2015))

Branschföreningar såsom LRF och Livsmedelsföretagen mm. accepterar endast spridning av slam från REVAQ-certifierade reningsverk på jordbruksmark. REVAQ är ett certifieringssystem för hållbar återföring av växtnäring. (Region Gotland 2019). Dessutom är spridning av avloppsslam endast tillåten i konventionell odling. (KRAV 2023)

Lantbrukare får REVAQ-slam kostnadsfri från Region Gotland och regionen står i de flesta fall även för andra kostnader som uppstår i samband med användning av REVAQ-slammet som t.ex. spridning eller markkarteringar. (Nordberg, K. muntl. 2023)

På Gotland används idag allt avloppsslam som är certifierat enligt REVAQ. Det handlar om genomsnittlig 3000 ton REVAQ-slam per år för Gotlands del. I nuläget finns det inga planer att utöka mängden certifierat slam på Gotland på grund av att tekniska förutsättningar saknas i reningsverken utanför Visby där den enda röt-kammaren i regionens regi finns idag. (Nordberg, K. mejl. 2023)

Mot denna bakgrund kommer vi i denna rapport inte fördjupa oss mer i användning av avloppsslam som outnyttjad kvävekälla på Gotland.

### *g. Höns gödsel*

Färsk höns gödsel är en snabbverkande kväveresurs (Råman 2016) som innehåller 1,5 % kväve, 0,4 % fosfor och 0,6 % kalium (Litorell 2005).

Kvävet förekommer som urinsyra (ca. 60%), ammoniumkväve (ca. 10%) och organiskt bundet kväve (ca. 30%). C/N-kvoten är drygt 10. Det betyder att andelen växttillgängligt kväve är hög i jämförelse med annan stall gödsel. Ett proteinrikt foder, som innehåller mycket kväve, ger en kväverikare gödsel. (Litorell 2005)

Den innehåller inte mycket mullbildande ämnen (Råman 2016) eftersom andelen foderrester och strömedel i höns gödseln är lägre (Litorell 2005) än i annan stall gödsel t.ex. häst gödsel.

Är man intresserat i att köpa höns gödsel är det bäst att kontakta en närliggande äggproducent direkt.

Höns gödseln är tillåten i konventionell odling. I EU-ekologisk odling och KRAV odling får man inte använda gödsel från burhöns (finns inte på Gotland enligt P. Andersson), slaktkycklingar eller andra slaktfåglar. Däremot får eko-gårdar använda höns gödsel från besättningar med frigående värphöns och en beläggningsgrad på maximalt 21 kg/m<sup>2</sup>. (KRAV 2023)

Det finns många fördelar med spridning av höns gödsel. I nuläget är tillgång på höns gödsel på Gotland dock begränsad och efterfrågan större än tillgången (P. Andersson muntl. 2023). Lönsamheten för äggproducenterna förvärrades i samband med stark ökade kostnader för framförallt kraftfoder under 2022 i hela Sverige (Ekobrev Jordbruksverket 2023). På Gotland slutade en del äggproducenter det senaste året p.g.a. dålig lönsamhet, ålder eller investeringsbehov (T. Björkqvist muntl. 2023).

Mot denna bakgrund kommer vi i denna rapport inte fördjupa oss mer i användning av höns gödsel som outnyttjad kväveresurs på Gotland.

### 3. Resultatsammanfattning

	Släke	Kompost	Ullpellets	Urin	Biogödsel
<p>Potential (ton per år samt ton N per år)</p> <p>N-behov Gotland: 7.800 t/år (Larsson et al. 2023)</p>	7 000 – 11 200 t släke med 55% vattenhalt (släke från stränderna som rensas idag / teoretisk potential från hela kustlinjen): ca. 40 - 625 t N	Totalpotential okänd. 2 350 trädgårdsavfall från Gotlands återvinningscentraler med 40 % vattenhalt: ca. 18 t N	Potential: ca. 27,5 ton råull/år, idag produceras 5 t ullpellets/år: ca. 0,6 - 3 t N	35 miljoner liter urin uppstår per år på Gotland (befolkningen plus turister), det motsvarar ca. 1 405 ton uringödsel: ca. 211 t N	ca. 90 000 t/år biogasrötrest i Bro: ca. 416 t N
Kostnader (SEK/enhet och SEK/kg N)	Kostnadsfri	0,445 SEK/kg (plus moms och frakt) för färdigblandad jord som innehåller kompost, torv, sand, lera och 0,006% nitrat	169 SEK/kg ullpellets respektive 1.536 SEK / kg N (plus moms och frakt) Pris minskar vid köp av större mängd	produktionsanläggningen ska byggas till 2025 på Gotland, målet är att sälja uringödsel till samma pris som mineralgödsel (ca. 9,7 SEK / kg N)	ca. 30 – 45 SEK/t biogödsel, ca. 4,5 - 6,8 SEK/kg N
Leverantör/ kontaktperson	Länsstyrelsen Gotland, Region Gotland, Ulf Smedberg	Åkericentralen Gotland, Waila AB	Astugårds AB, Ullkontoret	Sanitation360 AB	BroGas AB
Positiva ekologiska bieffekter	Bortförsel av kväve och fosfor från Östersjön minskar övergödning av havsmiljö	Tillförsel av mycket kol och värdefulla mikroorganismer till jorden	Kvävet tas till vara och lakas inte ut till grund-, havs och ytvatten	Övergödning i Östersjön minskar och därmed minskar algbloomingen	Att producera biogas från restprodukter minskar växthusutsläpp när biogas ersätter fossila bränslen
Aktuella hinder för användningen och lösningar	Kadmiumhalten kan vara begränsande. Regelbundna provtagningar och analyser säkerställa att kadmiumvärden inte överskrids.	Det krävs en viss kunskap för att göra en bra kompost själv. Bra med en mindre testuppläggning i början.	Lönsamheten när man behöver en större mängd kan vara begränsade. Bra att ta kontakt med tillverkaren och förhandla ett pris.	Lösa insamlingen och transport av urin samt uppskalning av produktionen. Uringödslet är förhoppningsvis på marknaden år 2025 eller 2026.	Mängden på biogödsel som produceras i överskott kan variera från år till år och lönsamheten minskar med längre transportsträckor

Tabell 2: Sammanfattning av rapporten om Gotlands lokala kvävekällor

## Litteraturförteckning

Andersson, P.-G. (2015): Slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt slam från Malmö och Lund under åren 1981 – 2014.

[https://vav.griffel.net/filer/C\\_Hushallningssallskapet2015-17.pdf](https://vav.griffel.net/filer/C_Hushallningssallskapet2015-17.pdf) [2023-12-27]

Avfall Sverige (2023a): Vägledning SPCR 120 – Certifieringsregler biogödsel, januari 2023. [file:///C:/Users/annem/Downloads/spcr\\_120\\_vagledning\\_2023\\_gulmarkering.pdf](file:///C:/Users/annem/Downloads/spcr_120_vagledning_2023_gulmarkering.pdf) [2023-12-28]

Avfall Sverige (2023b): Biogödsel - Vad gäller vid ekologisk produktion? <https://www.biogodsel.se/certifiering/ekologisk-produktion/> [2023-12-28]

Biogas Gotland (2023): <https://biogasgotland.se/> [2023-12-13]

Björnberg, I. and Unsbo, H. (2019): Biokolsproduktion från släke – En studie om lämpligheten att tillverka biokol från gotländska alger och vattenlevande växter. Examensarbete. KTH

BroGas AB (2022): Sammanställning provsvar 2021+2022, excel

Business analytiQ (2023). <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/urea-ammonium-nitrate-uan-price-index/> [2023-12-11]

Böhme, M. (2012): Sheep wool as fertiliser for vegetables and flowers in organic farming. Humboldt Universitet Berlin.

Ekobrev från Jorbruksverket (2023): Nyhetsbrev nr. 25/2023 – Så ser lönsamheten ut för ekologiska gårdar 2023. Utskick via mejl den 2023-04-04

EGoS GmbH (2023): Produktbeskrivning Schafwoll-Pellets (ullpellets). <https://www.pflanzenkohle24.de/bio-naturduenger/Schafwoll-Duenger-Pellets-30kg.html> [2023-11-28]

Garz, K. (2017): Identifizierung und Charakterisierung natürlicher Rohstoffe als Bodenverbesserungsmittel sandiger Standorte – Untersuchungen mit Schafwolle und Biertreber an Mais und Weizen. Dissertation, Humboldt-Universität Berlin.

Gotländska ängskommittén (2023): <https://www.hembygd.se/gotland/ny-sida-6> [2023-11-22]

Hasselfors Garden: Produktblad, Trädgårdsjord Gotland Bio med kompost och naturgödsel. <https://www.hasselforsgarden.se/wp-content/uploads/sites/4/2016/08/Tradgardsjord-Gotland-Bio-21-02-Produktblad.pdf> [2023-12-18]

Hushållningssällskapet (2013): Faktablad om biogödsel. [https://www.biogodsel.se/media/l14hjte/biogodsel-artikelserie\\_sammanfattande\\_folder\\_1.pdf](https://www.biogodsel.se/media/l14hjte/biogodsel-artikelserie_sammanfattande_folder_1.pdf) [2023-12-13]

Johansson, C. (2019): Kompostering – en handledning om kompostering på gårdsnivå. Jordbruksverket.

Jordbruksverket (2023): Ta vara på kvävet! God jordbrukarsed för att begränsa ammoniakförluster. Jordbruksinformation 16–2023. [https://www2.jordbruksverket.se/download/18.2348425718b83b7580f51001/1698917693807/jo23\\_16.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.2348425718b83b7580f51001/1698917693807/jo23_16.pdf) [2023-12-18]

Jordbruksverket (2020): Jordbruket i siffror. <https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2020/12/12/68-300-far-tackor-baggar-och-lamm-fanns-pa-gotland-ar-2019-det-ar-12-av-alla-far-i-riket/> [2023-11-28]

Jordbruksverket (2004): Kalium i ekologiskt lantbruk. Broschyr P8:7.

Kluge, R. (2006): Kompost spart Phosphor- und Kalium-Düngung. LZ Rheinland, Heft 51/2006.

KRAV (2023): Regler för KRAV-certifierad produktion utgåva 2024–2025. <https://regler.krav.se/unit/krav-edition/429fb192-e22b-4e65-a66a-94292f457ae3> [2023-12-11]



Larsson et al. (2023). Towards a more circular biobased economy and nutrient use on Gotland - finding suitable locations for biogas plants.

<http://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1760329&dswid=-1638>  
(2024-01-31)

Levén, L. et al. (2016): Läkemedel i källsorterat klosettwater och latrin – behandling och risker. Rapport 54, Kretslopp & Avfall. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/vom/cv-sidor/karin-wiberg/leven-et-al-lakemedel-i-kretsloppet-jti-rapport-2016-kretslopp--avfall-nr-54.pdf> [2023-12-05]

Litorell, O. (2005): Fjäderfärgödsel – en värdefull resurs. Jordbruksinformation 13 – 2005, Jordbruksverket.  
[https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_jo/jo05\\_13.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo05_13.pdf)  
[23-12-13]

LRF (2023): Pyralider. <https://www.lrf.se/om-lrf/lrfs-branschavdelningar/lrf-tradgard/pyralider/> [2023-12-27]

Länsstyrelsen Gotland (2023): Mycket att vinna genom att gödsla med släke.  
<https://www.lansstyrelsen.se/gotland/natur-och-landsbygd/landsbygdsaktuellt/landsbygdsnyheter/2023-02-16-mycket-att-vinna-genom-att-godsla-med-slake.html> [2023-12-12]

Länsstyrelsen Gotland, LOVA (2023): Lokala vattenvårdsprojekt.  
<https://www.lansstyrelsen.se/gotland/miljo-och-vatten/atgarder-och-verksamheter-i-vatten/stod-for-atgarder-i-vatten/lokala-vattenvardsprojekt-lova.html> [2023-12-08]

Länsstyrelsen Gotland (2016): Alger, kadmium och upptag i gröda – en förstudie. Rapport nr 2016:3. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:907930/FULLTEXT01.pdf> [2023-12-05]

Länsstyrelsen Västra Götaland (2021): Bidragskalkyler för ekologisk produktion 2021.  
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.54b7ee3b1784afc127a2857c/1619503786491/Bidragskalkyler-eko-2021.pdf> [2023-12-11]

Melin, M. (2014): Spridningsteknik för biogödsel, faktablad biogödsel spridningsteknik. Växa Halland, februari 2014.

<https://www.biogodsel.se/media/sn4dytjn/biogodsel-artikelserie-spridningsteknik-for-biogodsel.pdf>

Nathaniel, H. et al. (2023 a): Cd accumulation in soil from beachcast application: A long-term prediction of its reintroduction for bio-fertilisation in Gotland, Sweden. KTH Stockholm.

<https://kth.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1810828&dswid=-3930>

Nathaniel, H. et al. (2023 b): Regional variations in the chemical composition of fresh and composted beachcast on the island of Gotland, Sweden – considering future treatments. KTH Stockholm. <https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1810829&dswid=-8683>

Nilsson, S. (2014): Växtnäringseffekt av biogödsel, faktablad biogödsel växtnäring. Hushållningssällskapet Halland, februari 2014.

<https://www.biogodsel.se/media/f5ibaj41/biogodsel-artikelserie-vaxtnaring.pdf>  
[2023-12-14]

Nygårds, A. (2021): Komposttillverkning i biintensiva odlingar – en undersökning med fyra fallstudier. Göteborgs Universitet.

Parfitt, N. (2023): Centering Farmer Perspectives on a Dry-Fertiliser Made from Human Urine. Lund Universitet.

Region Gotland (2019): Frågor och svar om REVAQ, uppströmsarbete, fosfor och slam. <https://gotland.se/revaq> [2023-12-12]

Råman, T. (2016): Gödsel – Om trädgårdens näringsliv. Bonnier fakta.

Senecal, J. (2023): P2Green – Sweden Presentation.

<https://www.youtube.com/watch?v=AOxHNSu9X8w> [2023-11-24]

Söderqvist, T. et al. (2022): Cost-benefit analysis of beach-cast harvest. Closing land-marine nutrient loops in the Baltic Sea region. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01641-8> [2023-12-05]

Stockholms universitet. (2022). Alla planetära gränser kartlagda för första gången, sex av nio passerade. <https://www.su.se/nyheter/alla-planet%C3%A4ra-gr%C3%A4nser-kartlagda-f%C3%B6r-f%C3%B6rsta-g%C3%A5ngen-sex-av-nio-passerade-1.674721> [2023-12-11]

SuderGas AB (2023): Samrådsunderlag för avgränsningsområde inför tillståndsansökan enligt miljöbalken för biogasanläggning. [https://biogassetgotland.se/wp-content/uploads/2023/11/SG\\_miljotillstandsansokan-samradsunderlag\\_231119.pdf](https://biogassetgotland.se/wp-content/uploads/2023/11/SG_miljotillstandsansokan-samradsunderlag_231119.pdf) [2023-12-28]

TNO. (2023). Phyllis 2 - Database for the physico-chemical composition of (treated) lignocellulosic biomass, micro- and macroalgae, various feedstocks for biogas production and biochar <https://phyllis.nl/> [2023-12-12]

Süddeutsche Zeitung (2023): Der verschmähte Bio-Dünger. <https://www.sueddeutsche.de/wissen/urin-duengemittel-agrarpolitik-wende-deutschland-1.5733638> [2023-01-17]

Mallas Ullpellets (2023): <https://ullpellets.se/anvanda-ullpellets/> [2023-11-29]  
Vinnerås, B. and Jönsson, H. (2002): The performance and potential of faecal separation and urine diversion to recycle plant nutrients in household wastewater. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852402000548> [2023-12-05]

RISE (2023): <https://publiccert.extweb.sp.se/sv/Product/List/1120> [2023-12-05]

### *Muntliga källor samt mejlkontakt*

Andersson, Jenny: Driver Ullkontoret i Endre på Gotland, ett ulltvättereri med produktion av ullpellets. Mejlkontakt 2023-11-29

Andersson, Pär: Driver Gute Eko Ägg i Bäl på Gotland. Telefonsamtal den 2023-12-13

Augustinsson, Hans: Växtodlingsrådgivare Hushållningssällskapet Östergötland, föreläsare på en informationsträff om slam i LRF Gotlands, Region Gotlands och Hushållningssällskapet regi. Författaren av rapporten deltog den 2022-10-21

Bergsten, Josefina: Driver B&B Three Pheasants i Ekeby på Gotland; småskalig grönsaksodling och komposttillverkning. Intervju den 2023-10-19

Björkqvist, Tomas: Tidigare äggproducent i Väte på Gotland. Telefonsamtal den 2023-12-12

Dinwiddie, Robert: Expert växtodling och biologisk mångfald, KRAV ekonomisk förening. Mejlkontakt 2023-12-11, 2023-12-19

Fredriksson, Ingrid: Verksamhetsledare Maskinring Gotland. Telefonsamtal den 2023-11-28

Föreläsning och studiebesök om jordhälsa och mikroorganismer inom Länsstyrelsen Gotlands projekt Ekologisk produktion. Författaren av rapporten deltog den 2023-10-04

Gotlands Åkericentral: Tillverkar 5 olika sorters jord i licensavtal med Hasselfors Garden. Telefonsamtal den 2023-12-18

Jansson, Lars-Erik: Biogaskonsult som jobbar åt BroGas AB, biogasanläggningen i Bro på Gotland. Telefonsamtal den 2024-01-25

Kellström, Ronny: Lantbrukare- på Fårö, Broa, släke används på gården sedan flera -decennier. Telefonsamtal den 2023-12-11

Mattsson, Emma: Handläggare LOVA-bidrag på Länsstyrelsen i Gotlands län. Telefonsamtal den 2023-12-08

Nordberg, Kent: Arbetsledare, VA-avloppsenheten på Region Gotland. Telefonsamtal den 2023-12-07 och mejlkontakt den 2023-12-12

Palmgård, Björn: BroGas AB, biogasanläggningen i Bro på Gotland. Telefonsamtal den 2023-12-28.

Sanitation360: Nicola Parfitt, medarbetare hos Sanitation360 AB. Mejlkontakt 2023-12-04

Svensson, Staffan: medarbetare hos Ekoväx i Norden AB. Telefonsamtal den 2023-12-11

Widgren, Mats: Lantbrukare, driver en gård i Bunge. Telefonsamtal den 2023-12-08

## *Om WAILA*

Waila har sitt ursprung i ett gotiskt ord med betydelsen ”på ett bra sätt”. Det återspeglar vår vilja av att effektivt och professionellt bidra till miljöskydd och naturvård.

Det återspeglar också vårt mål om en välbalanserad företagsstruktur som gör att Waila kan erbjuda ett balanserat och självständigt arbetsliv till våra teammedlemmar.

Waila förenar teknisk och ekologisk fackexpertis på högsta nivå. Vi erbjuder innovativa produkter och tjänster med spjutspetskompetens inom solenergi, vindkraft, jordbruk och naturvård till våra kunder. Professionella samarbeten med våra klienter är en självklarhet.

Wailas verksamhet är klimatpositiv redan idag. Våra scope 1 och scope 2 emissioner är mindre än noll: Vi använder endast klimatpositiv samt egenproducerad sol för vårt kontor (inklusive uppvärmning) och våra elbilar. Vi arbetar dessutom för att hålla våra scope 3 emissioner på ett minimum: Vi undviker flygresor och väljer förnybart bränsle för oundvikliga flygresor. Vi föredrar fraktbolag som använder sig av förnybart bränsle eller erbjuder klimatneutral transport. Våra kvarstående scope 3 emissioner överkompenserar vi genom kolinlagring i jordbruket via vår klimatfond HimlaJord. Vårt klimatmål är att maximera nettokolinlagringen från atmosfären genom vår egen verksamhet.

Waila Aktiebolag etablerades år 2018 på Gotland.

## **Waila Aktiebolag**

[www.waila.se](http://www.waila.se)

Tel: +46 (0)498-29 07 70

E-post: [info@waila.se](mailto:info@waila.se)