

Nationellt Samverkansprojekt Biogas i Fordon



Effektivitet av fordonsdesinfektion för transport av rötrest

610409

ISSN 1651-5501

Projektet delfinansieras av Energimyndigheten

Effektivitet av fordonsdesinfektion för transport av rötrest

Annika Ekvall
SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Ann Albihn, Elisabeth Bagge
Statens Veterinärmedicinska Anstalt
Erik Norin
SWECO VIAK

SP Rapport 2005:1
BMm
Borås 2005

Abstract

Disinfection effectivity of vehicles for transport of digestate

It is of great importance to ensure that there is a market for digestate from biogas production. The matter of hygienic safety is crucial. The risk for contamination of digestate from residues of raw materials that may be present in the transport vehicles must be addressed, especially when manure or waste from meat industry is transported in the same vehicles as the digestate. To prevent recontamination, the cleaning process must be effective for both the exterior and interior of the vehicles.

This project aims to present basic facts about the conditions required for an efficient cleaning and disinfection of transport vehicles. It contains three parts:

1. Development of a method for assessment of cleaning efficiency
2. Sampling and analysis of vehicles in routine use.
3. A survey over the status of cleaning methods and equipment in Europe today

The process for handling of biowaste and digestate is different throughout the 17 biogas productions plants currently operating in Sweden. Only one has an automated washing of the vehicle exterior. The most commonly used interior cleaning method is automatic washing with permanent nozzles. Many are in the process of deciding how cleaning should be performed. In short: no washing system has been developed for this particular purpose with its very high demands on efficiency neither in Sweden nor in Europe.

It is difficult to ensure that the washing process really cleans all parts of the interior, particularly around gaskets and struts. Sampling with swabs or through washing with one litre of salt water works satisfactorily. Correct sample handling is also important. To maintain secure conditions, it is recommended not to perform sampling alone.

It is very difficult to clean the exterior and to avoid recontamination from spillage, especially when an inadequate volume of disinfectant is used. The vehicle washed with sodium hydroxide was fairly clean, but the two other vehicles were not sufficiently clean. Tolerance tests showed that Virkon was the most effective cleaning agent.

As long as there are no harmful pathogens present, today's cleaning is sufficient, but when such a pathogen enters the system, it is too late to find that the barriers are not good enough to prevent an outbreak of disease. The consequences of such an outbreak are vast. Since the risk is small, but the consequences vast, there is a challenge in creating well functioning routines as well as an awareness of the importance of being scrupulous.

To ensure sufficient cleaning, carefully thought-out routines that are thoroughly followed are necessary. Meticulous hygiene around the vehicles when loading and unloading is also crucial. If sufficient hygiene cannot be achieved, other solutions, such as separate vehicles or pipelines must be considered.

Key words: digestate, disinfection, vehicle washing, microbiological sampling, transport vehicles

**SP Sveriges Provnings- och
Forskningsinstitut**

SP Rapport 2005:
ISBN 91-7848-
ISSN 0284-5172
Borås 2005

**SP Swedish National Testing and
Research Institute**

SP Report 2005:

Postal address:

Box 857,
SE-501 15 BORÅS, Sweden
Telephone: +46 33 16 50 00
Telex: 36252 Testing S
Telefax: +46 33 13 55 02
E-mail: info@sp.se

Innehållsförteckning

Effektivitet av fordonsdesinfektion för transport av rötrest	1
Abstract 2	
Innehållsförteckning	4
Förord	6
Sammanfattning	7
Läget på desinfektionsfronten i Sverige och utomlands	7
Provtagningsmetoder	7
Resultat av provtagningen	8
Vad betyder resultaten?	8
Vidare arbete	9
1 Inledning	11
1.1 Bakgrund	11
1.1.1 Biogastillverkning – förenar energiutvinning och näringsåterföring	11
1.1.1.1 Förtroende för rötresten väsentligt	11
1.1.2 Hygienisk säkerhet är viktig, men svår	12
1.1.2.1 Kontaminerade råvaror förekommer	12
1.1.2.2 Rengöring av transportfordon svag länk	12
1.1.2.3 Svårt att vara säker på att det blir rent	12
1.1.2.4 Sveriges unika smittfrihet är värd att värna	13
1.2 Projektets syfte	14
1.2.1 Metod för kontroll av rengöringen	14
1.2.2 Funktionskontroll av befintlig teknik	14
1.2.3 Tekniska möjligheter idag och i morgon	15
1.3 Projektorganisation	15
2 Tvättsystem – principer och lagkrav	16
2.1 Regler och lagstiftning	16
2.2 Aspekter på tvättsystem	17
2.2.1 Utvändig tvätt	17
2.2.2 Invändig tvätt	17
2.2.3 Andra aspekter	18
2.3 ”Säkerhetssystem” vid biogasanläggningar i Sverige	19
3 Tvättsystem i Sverige	20
3.1 Bröderna Olssons Åkeri AB	20
3.2 Linköpings biogasanläggning	22
3.3 Kalmar biogasanläggning	23
3.4 Undersökningar av effektivitet av fordonstvätt vid Kalmar biogasanläggning	25
3.4.1 Genomförande	25
3.4.2 Resultat	26
4 Tvättsystem vid biogasanläggningar i Europa	28
4.1 Danmark	28
4.1.1 Branschekode for Egenkontrolprogram for Biogasanlaeg	28
4.1.2 Tillämpningen i Danmark	30
4.2 Centraleuropa	31

5	Mikrobiell provtagning och analys av transportbilar	32
5.1	Bakgrund	32
5.1.1	Val av organismer	32
5.2	Provtagning av tankbilarna	33
5.2.1	Svabbprov	34
5.2.2	Tryckplattor	34
5.2.3	Sköljprov	35
5.3	Analys	38
5.3.1	Prover från tankbilarna	38
5.3.2	Laboratorietest av tolerans för olika desinfektionsmedel	38
5.3.2.1	Testade kemikalier	39
5.3.2.2	Utförande	39
6	Analysresultat	40
6.1	Resultat från provtagning av bilarna	40
6.1.1	Svabbar	40
6.1.2	Tryckplattor	41
6.1.3	Sköljprov	41
6.2	Analysresultat för toleranstester	43
6.2.1	Slutsats av toleranstestet	44
7	Slutsatser och diskussion	45
7.1	Rengöring	45
7.1.1	Utvändig rengöring	46
7.1.1.1	Resultat av kontrollen	46
7.1.1.2	Återkontaminering	46
7.1.1.3	Dagens metoder är ger osäkra resultat	46
7.2	Rengöringsmetoder utomlands	47
7.3	Provtagning	47
7.3.1	Praktiska aspekter	47
7.3.2	Jämförelse mellan provtagningen i Kalmar och i detta projekt	48
7.3.3	Arbetsmiljöaspekter	48
7.3.4	Hantering av proverna	48
7.4	Fortsatt arbete	49
7.4.1	Teknikutveckling	49
7.4.2	Provtagningsinstruktioner	49
7.4.3	Hur får man personalen att ta korrekta prover?	50
7.5	Sammanfattning av resultaten och deras betydelse	50
8	Referenser	52

Förord

Idén till detta projekt uppkom eftersom biogasanläggningar som stod i begrepp att investera i en rengöringsanläggning för sina transportfordon ställde frågan till mig som besiktningsman: vad fungerar? Det visade sig att ingen kunde svara på denna fråga. När frågeställningen presenterades i Styrgruppen för Kompost- och Rötrestcertifiering fick vi kännedom om Energimyndighetens samverkansprojekt för biogas i fordon.

Vi som arbetat i projektet har funnit arbetet både intressant och roligt, och det är vår övertygelse att denna rapport innehåller något av intresse för landets alla biogasanläggningar. Det står också klart att området knappast är färdigforskat, utan att en mängd intressanta frågeställningar återstår, av vilka en del pekas ut i denna rapport.

Vi inom projektet vill rikta ett stort tack till Margareta Persson på Svenskt Gastekniskt Center för värdefull hjälp från formuleringen av projektidén till projektets avslutning. Också Simon Lindeberg på Naturvårdsverket och Kalle Svensson på Svenska Biogasföreningen tackas för sitt engagemang i projektets start. Ett lika stort tack också till de biogasanläggningar och det åkeri som på ett mycket generöst sätt låtit oss besöka dem, intervjuar deras personal, ta del av sin dokumentation och ta bilder på anläggningarna. Referensgruppen tackas också för att de har bidragit med synpunkter och tips som avsevärt förbättrat rapporten.

Detta projekt har finansierats av Energimyndigheten och RVF, vilka båda tackas för att de fann projektet så intressant att de beviljade medel.

Tack för god match!

Borås den 19 januari 2005

Annika Ekvall
Projektledare

Sammanfattning

Det är av stor vikt för biogasbranschen att avsättningen för rötresten, den sk biogödseln, tryggas. Detta kräver att biogödseln är hygieniskt säker. Ett riskmoment är då hygieniserad biogödsel transporteras ut med samma fordon som tidigare transporterat in råmaterial, särskilt gödsel och slakteriavfall. För att hindra återsmitta är det därför väsentligt att fordonen rengörs både in- och utvändigt på ett effektivt sätt.

Detta projekt syftar till att ta fram grundläggande fakta om vilka förutsättningar som finns för att detta skall fungera. Tre delar har ingått i projektet:

1. Framtagning av en metod för provtagning och analys av indikatororganismer.
2. Provtagning på transportfordon som rengjorts med tre olika metoder som är i rutinmässig drift
3. En översikt av vilka rengöringsmetoder som finns i Sverige och i resten av Europa för att definiera teknikläget idag och identifiera eventuella utvecklingsmöjligheter.

Läget på desinfektionsfronten i Sverige och utomlands

Av 17 studerade anläggningar omhändertar tio animaliska biprodukter. Hanteringen och transportsystemen av avfall och biogödsel skiljer sig väsentligt mellan olika anläggningar. För utvändigt rengöring är manuell tvätt med handhållen högtryckstvätt vanligast, medan automatisk tvättramp endast förekommer vid en anläggning. Invändig tvätt domineras av automatisk tvätt med fast monterade dysor. Vid två anläggningar har bilarna utrustats med tvättkula. Flera anläggningar har inte valt slutgiltig lösning när det gäller utvändigt och invändig tvätt och desinfektion av fordon.

Det finns alltså inte några färdiga tvättsystem som är utformade särskilt för att klara högt ställda krav på rengöring och desinfektion av fordon vare sig utvändigt eller invändigt i tankar. Detta faktum märks tydligt, både genom att många anläggningar inte har löst desinfektionsfrågan och på att de som har löst den har gått tillväga på så många olika sätt. Inte heller i resten av Europa finns några färdiga tvättsystem. I Danmark och Tyskland har man arbetat med frågan. Använda system och synen på dessa frågor i dessa två länder diskuteras i rapporten. Sammanfattningsvis kan sägas att Sverige inte kan räkna med att få någon större draghjälp ifrån andra länder.

Provtagningsmetoder

Det är svårt att göra rent vid detaljer som packningar, stag m fl ställen där material gärna fastnar och spolvätskan inte kommer åt. Det är därför väsentligt att ta prover på kritiska punkter och inte bara på den släta innerytan, vilken är förhållandevis lätt att rengöra.

Tryckplattor visade sig vara en för känslig metod, medan svabbprover och sköljprover fungerade bättre, förutsatt att bilen verkligen är tom när sköljvattnet sköljs igenom. Det är också viktigt att hantera proverna rätt så att de skyddas från uttorkning och kommer till labet inom 24 timmar. Av arbetsmiljöskäl krävs skyddsutrustning och det kan vara en fördel att vara två personer av både praktiska och säkerhetsmässiga skäl.

Resultat av provtagningen

Provresultaten visar att det är svårt att rengöra fordonen utvändigt. Detta kan bero på att rutinerna, eller utförandet av dessa, inte är tillräckliga. Det kan också bero på att spill på marken återkontaminerar däck och stänkskydd. Mängden desinfektionsvätska som användes var dessutom så liten att det bedömdes som svårt att garantera att rengöringen fyller avsedd funktion.

Inuti tankarna var det renare. Den bil som rengjordes med lut hade påvisbara mängder bakterier i låg halt på bara två ställen. De två andra bilarna hade högre bakteriehalter och kan inte betraktas som tillfredsställande rena. Svårast är det att få rent vid luckor, rör och packningar. Olika tekniker rengör olika väl på fram- och baksidan av skvalpskotten.

Toleranstester, dvs tester av bakterietillväxt i desinfektionsmedlet, visade att Virkon verkade fungera bättre än lut. Om Debisan, som egentligen är framtaget för andra ändamål, skall användas måste dess funktion i dessa sammanhangen, exempelvis effekten på biogödseln, utvärderas.

Vad betyder resultaten?

Resultaten visar att även hos de anläggningar som har en rutinmässig rengöring så fungerar den inte alltid. Flera parametrar är väsentliga:

1. att man verkligen noggrant följer de rutiner som finns.
2. att rutinerna verkligen är genomtänkta och t ex innehåller tillräckligt stora mängder desinfektionsmedel.
3. att rengöringen runt omkring bilen är viktig för att inte rena däck, hjulhus och stänkskydd samt personalens skor omedelbart skall återkontamineras.
4. att manuell rengöring med okulärkontroll förefaller fungera bättre än automatisk rengöring med ramptvättar och invändiga dysor.

Så länge den mikrobiella floran i och på fordonen inskränker sig till relativt harmlösa bakterier spelar desinfektionen inte någon avgörande roll. Om det däremot kommer in en patogen, såsom t ex salmonella, är dagens barriärer inte alltid tillräckliga.

För att kunna använda samma fordon för in- och utlastning så krävs att desinfektionen ovillkorligen fungerar, vilket alltså inte är fallet överallt idag. I annat fall måste man överväga t ex pipelines eller skilda fordonsflottor. I det senare fallet finns problemet kvar i händelse av att smittad slutprodukt kontaminerar uttransportfordonet. Detta är dock mycket osannolikt och förutsätter att hygieniseringssteget är helt ur funktion..

Ingen vet idag hur noggrann rengöring av utsidan som verkligen behövs eller hur olika metoder för detta fungerar. Likaså finns det få undersökningar som visar hur mycket och hur koncentrerad desinfektionslösning som krävs, eller hur många provtagningspunkter som krävs för att vara helt säker på att allt upptäcks.

En smitta som sprider sig får stora konsekvenser, både praktiskt och ekonomiskt, och tär hårt på förtroendet för biogödseln som produkt. Eftersom risken är liten, och konsekvenserna stora, ligger det en utmaning i att få desinfektionen att fungera trots att det i förstone inte verkar hända något om man inte desinficerar ordentligt.

Resultaten visar att det går att få fram metoder som avslöjar otillräckligt rengjorda fordon. Däremot har projektet inte hittat någon helt och hållet tillfredsställande metod för rengöring, vilket utgör en risk i händelse av introduktion av en allvarlig smitta.

Vidare arbete

Detta område är långt ifrån färdigbelyst och flera delar borde utredas vidare. Exempel på vidare FoU-behov är

- En större studie av olika metoder för rengöring för att sortera ut de metoder som fungerar respektive inte fungerar för olika typer av fordon, inklusive olika kemikalier.
- Teknikutveckling för både in- och utvändig rengöring.
- Utarbetande av noggranna instruktioner för både rengöring och provtagning/analys, inklusive t ex provtagningsintervall och arbetsmiljöaspekter, kombinerat med en utbildning för personalen som skall utföra arbetet.
- Eventuellt en certifiering/registrering eller liknande av godkänd provtagningspersonal.
- En riskbedömning av smittriskerna med spridning av obearbetad gödsel på åkermark jämfört med biogödsel från en biogasanläggning.
- En ekonomisk analys av en utökad rengöring, både med avseende på investeringar och på drift, för att dessa metoder skall kunna jämföras med andra transportsätt såsom exempelvis pipelines och separata fordonsflottor.

Nyckelord: biogödsel, desinfektion, fordonstvätt, mikrobiologisk provtagning, rötrest, transportfordon

Denna sida skall vara blank!

1 Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Biogastillverkning – förenar energiutvinning och näringsåterföring

Organiska restprodukter innehåller både potentiell energi, som kan utvinnas genom t ex rötning eller förbränning, och näringsämnen såsom kväve, kalium, fosfor och spårämnen. Dessutom innehåller många av dessa organiska restprodukter, såsom gödsel, matavfall etc., mullbildande ämnen som är värdefulla för åkermarkens struktur [1]

Kompostering tar tillvara näringsämnena i avfallet, men ger ingen energiutvinning. Att förbränna avfall är också möjligt, även om många organiska avfall har högt vatteninnehåll. Vid förbränning är det dock svårt att ta tillvara näringsämnena, särskilt som de organiska avfallen ofta blandas med annat som förorenar askan. Dessutom går de mullbildande ämnena förlorade. Den energi som man får ut är lågvärdig värmeenergi, i vissa fall kombinerad med en viss del elektricitet. Det är dock svårt att få elproduktion att fungera pga materialtekniska problem [2].

Att behandla dessa material i en biogasanläggning kombinerar flera fördelar. Man får ut en miljövänlig energiform i form av biogas, vilken kan användas till uppvärmning och som fordonsbränsle. Särskilt om biogasen används som fordonsbränsle kan stora miljövinster göras, både globalt och lokalt som t ex i hårt trafikerade stadskärnor [3,4]. Dessutom får man en rötrest, biogödsel, som innehåller näringsämnen med bevarande av de mullbildande ämnena. Med rätt teknik kan man binda svavel i rötresten så att föroreningarna av svavel i gasen minskar. I rötresten är svavlet i det organiska avfallet en tillgång istället för en förorening

1.1.1.1 Förtroende för rötresten väsentligt

För att tillverka biogas är det väsentligt att få avsättning för rötresten. För alla avsättningar förutom förbränning är en hygieniskt säker produkt av vikt. I dagens läge (2004) är de mest realistiska, och ut kretsloppssynpunkt önskvärda, alternativen spridning på åkermark eller jordtillverkning. Detta gäller särskilt från och med ikraftträdandet av förbudet att deponera organiskt avfall den 1 januari 2005 [5].

Livsmedelbranschen är beroende av att konsumenterna har förtroende för deras produkter. I slutet på 90-talet började därför diskussionen om kvalitetssäkring av rötrest, numer ofta kallad biogödsel, på allvar. Efter noggranna utredningar sjuödes ett system för certifiering av kompost och rötrest [6]. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut utför besiktningarna och år 2003 utdelades det första certifikatet. Vid utgången av år 2004 finns fem biogasanläggningar med certifierad produkt, och flera är på god väg med sin certifieringsprocess.

I januari 2005 sjuödes dessutom certifieringsregler för anläggningsjord, vilka anger att rötrest som skall användas till jordtillverkning måste vara hygieniskt säker och skall fylla kraven i certifieringsreglerna för biogödsel, SPCR 120, oavsett om rötresten är certifierad eller inte [7].

1.1.2 Hygienisk säkerhet är viktig, men svår

Det finns alla skäl att vara observant på smittspridningsproblematiken. Till skillnad från miljögifter av annat slag så kan en smitta fortplanta sig och spridas. Därför finns en rad säkerhetsåtgärder i form av hygienisering, instruktioner för hur arbete skall bedrivas samt bakteriologisk kontroll av slutprodukten fastslagna [7, 8, 9]. Om alla dessa föreskrifter följs är riskerna minimala. Dock är regelverket inte särskilt specifikt på vissa punkter. Det saknas detaljerade instruktioner för hur desinfektionen de facto skall gå till och hur man kontrollerar resultatet.

Ett utbrott av smitta som kan härledas till oren rötrest riskerar att punktera förtroendet för all rötrest och kan stänga marknaden helt. En sådan situation leder till svåra ekonomiska och praktiska problem för biogasbranschen som i värsta fall underminerar möjligheten att över huvud taget producera biogas. Samtidigt är risken för smitta relativt liten idag. Detta sammantaget gör att det kan vara svårt att få till stånd en ordentlig desinfektion. De flesta svenskar tar inte risken för epidemier eller epizootier på så stort allvar, och så länge inga verkligt skadliga patogener finns i systemet märks det heller inte om barriärerna fungerar eller inte. Detta är en utmaning för branschen.

1.1.2.1 Kontaminerade råvaror förekommer

I och med certifieringssystemets införande började SP:s personal att besiktiga anläggningarna. Det kom då fram att flera anläggningar har eller har haft smittade råvaror, främst gödsel, som levererats till anläggningen. Ut många synvinklar är det bättre att exempelvis salmonellasmittad gödsel genomgår en rötningsprocess med tillhörande hygienisering i 70°C i minst en timme [8] och därmed blir hygieniskt säker, än att den sprids direkt på åkermark. Detta förutsätter dock att hela hanteringskedjan genomgår korrekt så att smittat respektive hygieniserat material inte kommer i kontakt med varandra. Detta är inte minst viktigt eftersom laboratorieresultaten oftast inte kommer anläggningen tillhanda förrän rötresten för länge sedan körts vidare till kunden.

1.1.2.2 Rengöring av transportfordon svag länk

De flesta biogasanläggningar transporterar råmaterial till anläggningen och rötrest från anläggningen med samma fordonsflotta. Enligt gällande lagstiftning [8] är man vid alla anläggningar som hanterar animaliska biprodukter skyldig att tvätta och desinficera fordon och behållare som transporterat animaliskt avfall. Liknande kriterier finns inom RVF:s certifieringssystem för kompost och rötrest [7]. För att förhindra återsmitta av hygieniserad rötrest är det således av avgörande betydelse att transportfordonet är noggrant desinficerat såväl ut- som invändigt, något som inte självklart är fallet. Bagge et al visade exempelvis nyligen i en rapport att hygieniseringen på biogasanläggningarna fungerade bra, men att risken för återsmitta från fordonen är påtaglig [10].

1.1.2.3 Svårt att vara säker på att det blir rent

I dagens läge finns några få desinfektionsanläggningar för fordon och transporttankar i drift, men ingen vet egentligen hur effektiva de är. Flera biogasanläggningar står i begrepp att investera i utrustning för desinfektion och vill vara säkra på att den utrustning de skaffar fungerar på avsett vis. Vad man kunnat konstatera är dock att tvätt- och desinfektionsmomentet är svårt på grund av att inkommande råvaror normalt är kladdiga och innehåller fibrer och annat som fäster bra inuti transportbehållaren. Detta ger en god grogrund för kolonisation av mikroorganismer som, när de väl fått fäste, återsmittar allt material som passerar tanken.



Figur 1. Insidan av en ursköljd bil som transporterat slakteriavfall. Material fastnar på exempelvis omrörare och måste ibland tas bort manuellt. Bild: Nils-Gunnar Ericsson

1.1.2.4 Sveriges unika smittfrihet är värd att värna

Under de senaste åren har hygienfrågan kommit i fokus på ett sätt som få förutsåg. Utbrotten av den s k Galna-Ko-sjukan (BSE) har kostat enorma summor i smittskyddsåtgärder, ersättningar, förlorad försäljning med mera, förutom de enorma lidande som förorsakas människor och djur. Mul- och Klövsjukan ledde också till restriktioner för bl a import och export. Newcastle-sjukan hos hönsfåglar, svinpest, scrapie hos får och EHEC är andra exempel på smittor som orsakat, och orsakar, stora ekonomiska skador hos både de uppfödare som drabbas och hos andra som inte har smittade djur, men som ändå får problem p g a minskad försäljning, karantänsbestämmelser och andra följder av smittutbrottet.

I Sverige idag har vi, tillsammans med Norge, en för Europa unik situation vad gäller exempelvis salmonellafrihet. Även BSE-smittan drog förbi Sverige utan att ett enda fall konstaterades. Detta beror säkert på en kombination av faktorer, varav vårt geografiska läge med vatten runt större delen av nationsgränsen är en viktig del. Dock bidrar säkerligen Sveriges inställning till smittskyddsfrågor och djurskydd, vilken bl a yttrar sig som krav på intyg om salmonellafrihet för importerat kött. Denna relativa frihet från flera farliga patogener är något att värna. Den blir också svårare att upprätthålla i en mer och mer globaliserad värld. Detta projekt fokuserar på en av de svaga länkarna i den smittskyddskedja som är så väsentlig för att vi även fortsättningsvis skall kunna äta okokta ägg och klappa korna på lantgårdarna.

1.2 Projektets syfte

Mycket lite har gjorts på detta område förut, vilket innebär att detta, förhållandevis begränsade, projekt har karaktären av pilotprojekt. Föreliggande projekt kom till för att ge vägledning dels åt de anläggningar som har en desinfektionsutrustning och vill veta om den fungerar, dels för dem som står i begrepp att investera i en sådan samt också för att ge underlag till branschorganisationer och myndigheter som utfärdar riktlinjer för hur rengöring/desinfektion skall gå till. Det återstår att se hur långt detta syfte kan uppnås. Ett viktigt resultat av projektet beräknas därför också bli att försöka uppskatta problemens storlek och karaktär för att ge underlag åt eventuella vidare undersökningar

Projektet är tredelat:

1.2.1 Metod för kontroll av rengöringen

Huvudsyftet är att med hjälp av smittskyddsexpertis få fram en metod för provtagning av fordon för mikrobiologisk analys. Den plan som tas fram skall ge svar på följande frågor:

1. Var inom och utanpå fordonet som prover skall tas
2. Hur provtagningen skall utföras
3. Hur proverna skall hanteras och analyseras

Beroende på vem som skall utföra provtagningen kan utbildning behövas. Slutmålet för denna del av projektet är ett antal råd om hur prover skall tas för att säkerställa att eventuell smitta detekteras med största möjliga sannolikhet. Den utarbetade undersökningsmetoden ska också kunna användas för att bedöma ny utrustning, nya rutiner, nya kemikalier mm.

Detaljerade instruktioner samt provtagningsplan som reglerar exakt hur och hur ofta prover skall tas ryms inte inom detta projekts budgetram. Det har dock visat sig i föreliggande projekt att det finns ett behov av sådana instruktioner idag.

1.2.2 Funktionskontroll av befintlig teknik

När metoden/planen är formulerad görs i del två en genomgång av de huvudtyper av tvätt/desinfektionsanläggningar som förekommer i Sverige idag. Detta resultat är av vikt både för de anläggningar som utnyttjar en tvätt/desinfektionsmetod och för de anläggningar som står i begrepp att investera i en metod. Prover tas på olika ställen, med olika provtagningsmetoder, inuti och utanpå fordon som tvättats med olika metoder. Dessa prover analyseras sedan med avseende på indikatororganismer.

1.2.3 Tekniska möjligheter idag och i morgon

Som delprojekt tre görs en orienterande marknadsgenomgång över förekommande leverantörer och tekniker för tvättning och desinfektion av den aktuella typen av tankfordon. En beskrivning över situationen på dagens svenska biogasanläggningar kompletteras med inventering av den teknik som står till buds i Sverige och resten av Europa. Detta skall kunna användas som ett stöd till anläggningsägare som står i begrepp att investera i ny utrustning.

När det gäller sökfält är utgångspunkten att den svenska marknaden är förhållandevis begränsad. Marknadsgenomgången har därför även inriktats på Europa, eftersom Det bör finnas en marknad för den aktuella utrustningen i exempelvis Danmark, Tyskland och Schweiz där man arbetat med hygieniseringsfrågor under en lång tid.

1.3 Projektorganisation

Projektet är ett samarbete mellan SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SWECO VIAK i Sundsvall och SVA Statens Veterinärmedicinska Anstalt. Projektledare är Annika Ekvall på SP som bl a är besiktningsman för SPCR 120 Certifieringsregler för biogödsel [7]. Erik Norin på SWECO VIAK står för genomgången av utrustning. Erik utför också hygienbesiktningar för certifiering av biogödsel på uppdrag av SP. Elisabeth Bagge och Ann Albihn på SVA, båda med stor erfarenhet i branschen, har utarbetat provtagningsmetoden. Elisabeth Bagge och Annika Ekvall har sedan gemensamt besökt anläggningarna för provtagning. Analyserna har gjorts av SVA:s laboratorium.

En referensgrupp har följt arbetet. Denna har haft följande sammansättning:

Ingmar Börjesson, forskningsdirektör på Cerealia och ansvarig bl.a. för deras slampolicy
Katarina Hansson, lantmästare, representant för NSR Nordvästra Skånes Renhållnings AB och ansvarig för kvalitetsfrågor för biogödseln på Filborna biogasanläggning i Helsingborg

Åke Nordberg, JTI, mark/växtagronom med bioteknikinriktning och agr dr i mikrobiologi. Åke leder försök med biogasprocesser i laboratorie- och pilotskala.

Anna Schnürer, fil dr i Mikrobiologi vid Statens Lantbruksuniversitet i Ultuna och expert på anaeroba rötningsprocesser.

Finansiering av detta projekt har erhållits från Energimyndighetens program för Biogas i fordon samt av RVF Renhållningsverksföreningen till lika delar.

2 Tvättsystem – principer och lagkrav

Detta kapitel syftar till att kartlägga möjliga system för tvättning och desinfektion av tankbilar som transporterar substrat till och rötrest från biogasanläggningar för organiskt avfall.

2.1 Regler och lagstiftning

För närvarande finns det två regelverk som berör frågan om smittspridning kring fordonstransporter av avfall att beakta för svenska biogasanläggningar. Dessa är:

- SPCR 120 som är Renhållningsverksföreningens frivilliga certifieringssystem för biogödsel [7].
- ABP-förordningen (nr 1774/2002) som reglerar hanteringen av animaliskt biprodukter som inte är avsedda att användas för livsmedel. [8]. Förordningen är i Sverige implementerad genom föreskriften SJVFS 2003:58 [11].

I certifieringsregler för biogödsel, SPCR 120, anges i bilaga 2 följande:

Vid anläggning inom kategori A och B får samma fordon inte användas för transport av råvara till anläggning och behandlad produkt ut från anläggning om inte fordonet mellan in- och uttransport genomgått utvändig rengöring och desinfektion. Behållare som används för både in- och uttransport måste genomgå invändig rengöring och desinfektion mellan transportererna. Krav på rengöring enligt ovan gäller dock ej transporter av park- och trädgårdsavfall. Om ett uppenbart behov föreligger gäller kravet även en C-anläggning.

I ABP-förordningen anges följande i bilaga VI, kapitel II ("Särskilda krav för godkännande av biogas- och komposteringsanläggningar"):

A. Lokaler

1. Biogasanläggningar ska ha följande utrustning.

b) Lämplig utrustning och ändamålsenliga lokaler för rengöring och desinfektion av fordon och behållare när de lämnar biogasanläggningen.

B. Hygienkrav

6. Behållare, kärl och fordon som använts för transport av obehandlade material skall rengöras i ett särskilt utrymme. Detta utrymme skall vara så placerat eller utformat att det inte finns någon risk för kontaminering av behandlade produkter.

Som framgår av formuleringen syftar reglerna i SPCR 120 till att förhindra smittspridning från obehandlat substrat till hygieniserad rötrest. Kraven i ABP-förordningen har samma syfte, dock är rengöringskravet ovan formulerat så att fordon som lämnar animaliska biprodukter till anläggningen alltid ska rengöras och desinficeras innan det lämnar anläggningen oavsett övriga omständigheter.

När det gäller tillämpningen av ABP-förordningens krav styrs detta av vilka avfallsslag som hanteras vid biogasanläggningen. För matavfall från hushåll, restauranger etc. gäller tills vidare nationell lagstiftning vilket i Sveriges fall innebär Miljöbalken med allmänna råd [9].

2.2 Aspekter på tvättsystem

Möjligheten att rengöra tankfordon invändigt och utvändigt är till stora delar en teknisk fråga. Följande redogörelse grundar sig på uppgifter från leverantörer och entreprenörer [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

2.2.1 Utvändig tvätt

Tvätt av fordon kan antingen utföras manuellt eller automatiserat. Med manuell tvättning avses normalt användningen av handhållen högtrycksutrustning som med olika kapacitetsområden med eller utan kemikalietillsats.

Automatiska fordonstvättar finns i ett stort antal utföranden för såväl större fordon (bussar, lastbilar) som personbilar. System finns med eller utan borstar och de kan vara självgående (fordonet parkeras) eller fasta (fordonet passerar tvätten). En enkel form av automatiska tvättar utgörs av fast monterade ramper med dysor som försörjs med vatten från högtryckssystem. Dessa kan helt platsanpassas med avseende på antal dysor, tvättriiktningar, kapacitet osv.

2.2.2 Invändig tvätt

De konventionella systemen för automatisk invändig tvätt innebär att tankar är försedda med invändiga dysor som försörjs med tryckvattensystem. Automatiska fordonstvättar för utvändigt tvätt av tankfordon utgörs nästan uteslutande av högtryckssystem där fordonet tvättas ren efter passage av ramper med ett antal dysor. Tvättning med rampsystem kan utformas på ett stort antal sätt vad gäller rampernas placering, vattentryck, antal dysor osv.

Manuell invändig tvätt kan ske genom manlucka på tankens översida, men sker effektivast på tankfordon med öppningsbart bakstycke. Manuell utvändigt tvätt sker normalt genom runtomgående tvätt från golvplanet.

Automatiserad invändig tvätt av tankar är förknippat med vissa svårigheter. Detta gäller dels möjligheten för tvättsystemen att komma åt tankens alla ytor, dels möjligheten att kontrollera tvättresultatet efter avslutad tvätt. De hinder som finns inom en tank utgörs av skvalpskott och eventuella utrustningar (t.ex. omrörare) som är monterade i tanken. Skvalpskott är krav från Vägverket och ska finnas monterade i tankar med vissa mellanrum för att inte tankinnehållets massa ska sättas i för stor rörelse och därigenom påverka manövreringsbarheten på fordonet. Det finns en möjlighet att avvara skvalpskott och det är om tanken vid transporten antingen är full eller helt tom. Med full tank avses en fyllnadsgrad till minst 80 %.

De tvättdysor som förekommer inmonterade i fordonstankar är av samma typ som sitter högtryckstvättar. Dessa kräver högtrycksmatning av vattnet eller tvättvätskan och kan finfördela vattnet eller tvättvätskan antingen till en hård stråle eller till dimma. De monteras fast och har ett begränsat verkansområde vilket gör att det krävs många dysor som sitter monterade i olika vinklar för att täcka in ett utrymme fullständigt. En annan modell som anses vara effektiv är en tvättkula (ROWASPEED) som på grund av sin form tvättar såväl framåt som bakåt i en runtomgående rörelse. Tvättkulan kan monteras både vertikalt och horisontellt och arbetar vid normalt vattentryck (fungerar vid 5 mvp och uppåt). Tvättkulan finns monterad i fordon som betjänar biogasanläggningar. Ytterligare typer och fabrikat finns för invändig tanktvätt, t.ex. roterande spraymunstycken från Moog Cleaning Systems.

2.2.3 Andra aspekter

En detalj som är viktig i dessa sammanhang är vilket utförande ytorna såväl i tankar som på fordonens utsida. Bra ytbehandling gör att smuts får svårare att fastna och blir lättare att tvätta bort. På utsidan kan detta uppnås med ett utnyttjande av klarlack som ger en hård och tät yta. Invändigt i tankar bör man ha ”vitt” material som syrafast stål då detta är lättare att hålla rent.

Utöver de stationära tvättsystemen finns det exempel på speciallösningar som fast monterad hjultvätt (högtryck) som försörjs av en intern vattentank på bilen. Detta system kan startas av föraren och kan användas efter gårdsbesök.

En farhåga som uttrycks av en del entreprenörer och anläggningsägare är farhågor om att tvättsystemen kommer att innebära en mer betydande tidsödande och fördyrande drift utan att ett säkert tvättresultat erhålls. För de parter som arbetar med dessa system är uppenbart att det viktigt att hitta rationella lösningar väl fungerande lösningar som inte tar tid från kärnverksamheten.

2.3 ”Säkerhetssystem” vid biogasanläggningar i Sverige

Som första steg i föreliggande studie har befintliga system för tvättning och desinfektion av fordon vid biogasanläggningar inventerats.

Av 17 anläggningar som studerats omhändertar tio animaliska biprodukter enligt kategori II eller III. Samtliga av dessa som är i drift har också tillstånd från Jordbruksverket. Övriga sju tar emot matavfall eller vegetabiliskt industriavfall vars hantering faller under nationell lagstiftning. Vid tidpunkten för projektet var fem av anläggningarna certifierade som biogödsel.

Studien har visat att materialhanteringen och transportsystemen skiljer sig åt relativt mycket mellan olika anläggningar. Det finns också ett stort antal varianter av hur man angriper frågan om tvätt och desinfektion av fordon och utrustningar.

Sammanfattningsvis förekommer följande system:

- Specialfordon med skilda tankar för substrat och biogödsel
- Samma fordon för substrat och biogödsel med tvättning in- och utvändigt mellan lossning och lastning.
- Separata fordon och hanteringsvägar (t.ex. pumpning av en substratfraktion) för substrat och biogödsel, ingen tvättning.
- Separata fordon för substrat och biogödsel, in- och utvändigt tvättning av fordon som kör substrat (i något fall endast slakteriavfall) vid biogasanläggning i samband med lossning.
- Separata fordon för substrat och biogödsel, utvändigt tvättning av fordon med substrat.
- Separata fordon för substrat och biogödsel, in- och utvändigt tvätt av biogödsel fordon innan hämtning.

Vissa tvättsystem hos entreprenörer är inte utredda, men klart är att vid utvändigt rengöring är manuell tvätt med handhållen högtryckstvätt vanligast, medan automatisk tvättramp endast förekommer vid en anläggning. Invändigt tvätt domineras av automatisk tvätt med fast monterade dysor. Vid två anläggningar har bilarna utrustats med tvättkula enligt beskrivningen ovan.

Flera anläggningar har inte valt slutgiltigt lösning när det gäller utvändigt och invändigt tvätt och desinfektion av fordon. I det följande beskrivs tre anläggningar i Sverige där man målmedvetet arbetat fram tvättsystem för att klara kraven i ABP-förordningen och SPCR 120.

3 Tvättsystem i Sverige

I detta kapitel beskrivs några anläggningar i Sverige lite mer ingående, två biogasanläggningar som har egna tvättsystem och ett åkeri som kör biogödsel och råvaror.

3.1 Bröderna Olssons Åkeri AB

Det åkeri som besökts har manuell rengöring med högtrycksspruta och hetvatten. De går efter tvättinstruktioner som utarbetats i samarbete med de biogasanläggningar som anlitar åkeriet. En av dessa bilar ingår i undersökningen och proverna redovisas i analyskapitlet. Dessa instruktioner har justerats efter det att proverna till denna rapport tagits.

Bilen, inklusive släpet, skall enligt instruktionen rengöras

- Både ut- och invändigt innan den fylls med biogödsel för uttransport till lantbruket.
- Både ut- och invändigt vid byte av gård då både ut- och intransport av biogödsel resp obehandlad gödsel sker.
- Endast utvändigt om transport endast sker i en riktning, t ex leverans av biogödsel till flera gårdar efter varandra.

Instruktionen ser ut som följer för invändig tvätt:

1. Grovspola tankarna invändigt med kallt vatten med hjälp av spolbilen
2. Öppna alla manluckor samt bakluckan (bilen är helt öppningsbar baktill, men släpet har en lucka som är tillräckligt stor för att krypa in i).
3. Tvätta manuellt från alla manluckor och från bakluckan med hjälp av hetvattentvätten. Temperaturen skall vara inställd på minimum 70°C. Var speciellt noggrann vid tvättningen av skvalpskott, luckor, packningar och tappkranar.
4. Töm bilen från tvättvattnet
5. Spola bilen med Virkon S 2 % brukslösning. Detta sker med hjälp av en speciell handspruta med behållare för Virkon S-lösning
6. Töm bilen från Virkon S-lösningen.

För utvärdig tvätt ser instruktionen ut som följer:

1. Spola bilen utvärdigt med hjälp av underredstvätten. Var speciellt noggrann vid tvättning av hjulhus och däck. Tvätta tills all synlig smuts är borta.
2. Spola hjulhus och däck med Virkon S 2%-ig brukslösning med hjälp av speciell handspruta med behållare för Virkon S-lösning

Efter avslutad tvättning antecknas detta i varje chaufförs rapportkalender och kvitteras med en namnteckning.



Figur 2. Utvändig rengöring med högtrycksspruta med 70 grader varmt vatten.
Bild Annika Ekvall

Hetvattnet genereras med hjälp av ett diesellaggregat som tillverkar vatten av en förinställd temperatur. Tvättning sker mycket noggrant genom att en person, iklädd skyddskläder, kliver in i bilen och släpet och ser till att tvätta både bakom skvalpskotten och runt alla kritiska punkter. Snabeln rengörs både ut- och invändigt, även om detta inte står specifikt i instruktionen. Även mattan i förarhytten rengörs på samma sätt, och vissa chaufförer tar t o m av sig skorna när de kliver in i bilen, allt för att inte kontaminera något via skodonen. En chaufför påpekar också att de inte får kliva in i ladugårdar och djurstallar, utan tar kontakt med lantbrukaren via mobiltelefon.



Figur 3 Bilen är fullständigt öppningsbar och personalen kliver in inuti med sin högtrycksspruta. Observera att den något suddiga bildkvaliteten beror på den dimma av hetvattenånga som omvärver hela bilen när tvättning pågår. Bild Annika Ekvall.

Tvättningen sker utomhus. Vid torrt väder kan skvalpskott tvättas från taket via lucka, men vid regn, frost eller snö upplevs halkrisken som för stor. Chauffören kryper då hellre in i bilen och tvättar skvalpskottens baksida inifrån. Hela proceduren tar ungefär en timme om man skall vara tillräckligt noga.



Figur 4. Speciell spruta för Virkon S-lösning. Bild Annika Ekvall

3.2 Linköpings biogasanläggning

Linköping Biogas AB, från och med 2005 Svensk Biogas AB, har en tvätthall som använder lutdesinfektion. Denna ingår i undersökningen och provresultaten redovisas i kapitlet med analysresultat. Rutinerna som beskrivs har erhållits från Bjernersjö [20].

Funktionen och utförandemoment i tvätt- och desinfektionssystemet vid Linköping biogasanläggning finns beskrivet i en särskild driftinstruktion. I denna slås fast att fordon som transporterar ut biogödsel, eller som levererar kategori 2 eller 3-material till anläggningen ska rengöras, tvättas och desinficeras.

Desinfektion av fordon ska göras vid följande tillfällen:

- varje gång som gödsel har lossats från en gård och levererats till biogasanläggningen,
- vid byte av mottagande gård vid leverans av biogödsel,
- efter lossning av slaktavfall eller andra resprodukter som berörs av biproduktförordningen.

I rutinen ingår att berörda chaufförer som tagit del av instruktionen ska kvittera detta med en underskrift.

I rutinen ges nedanstående utförandebeskrivning. Vid biogasanläggningen har man automatiserat själva desinfektionsmomentet av tankar så att dosering och uppehållstid styrs via ett styrprogram.

1. Spola hjulparen med varmt vatten tills de är rena från synbar förorening. Snabeln spolans utvändigt.
2. Efter lossning av material ska tanken sköljas ren invändigt med varmt vatten.
3. Tanken desinficeras invändigt med 0,2 % lutlösning. Detta sker genom att avsedd slang kopplas till tanken, kranen öppnas varefter aktuellt program väljs på styrskåpet:
 1. För 10-15 m³ tankbil
 2. För 15-30 m³ tankbil
4. När driftindikeringslampan slocknar, stängs kranen och slangen kan lossas. (Om lampan inte slocknar inom rimlig tid, ca 6 minuter, kan det vara stopp i utrustningen, vilket kräver försiktighet på grund av högt tryck i systemet.)
5. Vänta 2-3 minuter och pumpa sedan ut lösningen genom snabeln. Skölj därefter ur tanken med varmt vatten.
6. Spola av golvet.

Det fordon som transporterar biogödsel ut till gårdarna är utrustad med Rowaspeed tvättkylor. I tanken finns fyra tvättkylor som placerats mellan varje skvalpskott. Fördelningen av vätska till tvättkylorna kan regleras manuellt med kranar. Tankfordonet för inkommande material har konventionella dysor och ett öppningsbart bakstycke så att renspolning med vatten kan ske manuellt.

3.3 Kalmar biogasanläggning

Kalmar biogasanläggning har ett tvättsystem som är inrymt i mottagningshallen. Pettersson [21] har låtit oss ta del av driftinstruktionerna som Kalmar Vatten och Renhållning AB (KVRAB) upprättat. Tvättsystemet i Kalmar har inte undersökts i föreliggande projekt. Anledningen till detta är att KVRAB på eget initiativ undersökt effektiviteten av sin desinfektionsanläggning. KVRAB har varit vänliga och låtit oss på tillgång till deras provresultat, vilka redovisas nedan.

Vid anläggningen har man sedan anläggningens togs i drift ett transportsystem som bygger på att samma fordon används för att inleverans av substrat och utleverans av biogödsel. Tvättsystemet är inrymt i den kombinerade mottagnings- och utlastningshallen och utgörs av: utvändigt ramptvätt och underredstvätt samt desinfektion av hjul, invändig tvätt- och desinfektion av fordonets tank och särskild tvätt och desinfektion av lossnings- och lastningsnabeln. Funktionen finns beskrivet i en särskild driftinstruktion:

1. Utvändigt tvätt mellan varje transport:
Lastbil och tank med lastningskran tvättas i mottagningshallens ramptvätten inkl. underredsspolning. Efter lossning av substrat sker desinfektion av lastbil, hjul och skärmar.

2. Invändig tvätt mellan varje transport:
Tanken och lastningskranen tvättas, diskas och desinficeras (via automatik) invändigt.
Som desinfektionsmedel används Virkon S (2 %-ig lösning).
3. Tvätt av transportbilens ”snabel”:
Efter varje tömning av SUBSTRAT IN ska slangen tvättas med högtrycksprutan och därefter doppas i behållaren med desinfektionsmedel.
4. Desinfektionsmedel:
Transportörerna ansvarar för att desinfektionsmedelsblandningen till lastbilstvätten inte tar slut. Desinfektionsmedlet, Virkon S, blandas enligt instruktionen på dunken.
5. Ny personal:
En ny transportör ska få introduktion om de uppgifter han har i biogasanläggningen. KVR:s instruktioner för ”transport” ska gås igenom och finnas i lastbilen.
6. Mikrobiologisk undersökning. Entreprenörens tank samt ”snabeln” ska, efter desinficering, analyseras mikrobiologiskt vartannat år. Detta sköts av KVR.

Transporterna sker hela tiden med samma ekipage som specialbyggt för ändamålet. Tankarna är utrustad med Rowaspeed roterande tvättkylor. Tanken ska enligt uppgift ha en ”ren” insida, dock med skvalpskott. Tvättkylorna är placerade mellan skvalpskotten.

I instruktionen anges även förebyggande åtgärder. För att ytterligare minska risken för smittspridning anges att så många lass som möjligt hämtas från samma gård innan byte sker till nästa. Hämtningar bör dessutom växla mellan nöt- och svingårdar. Vidare får chauffören får inte gå in i ladugårdar eller svinhus.

I övrigt redovisar man i instruktionen rutiner för journalföring och dokumentation, åtgärder vid spill i mottagningshallen samt tvätt- och desinfektionsåtgärder vid konstaterad smitta vid gård. Det senare inbegriper för övrigt även chaufförens klädustrustning.



Figur 5. Automatisk fordonstvätt i tvätthall. Bild Stefan Arvegård.

3.4 Undersökningar av effektivitet av fordonstvätt vid Kalmar biogasanläggning

Vid Kalmar biogasanläggning har man sedan 2002 undersökt effektiviteten hos de tvätt- och desinfektionsmoment för transportfordon som finns vid anläggningen.

3.4.1 Genomförande

Kontroll av effektiviteten av den invändiga tanktvätten har skett genom provtagning i tre punkter:

- Analys av inkommande substrat som referens.
- Analys av kvarvarande desinfektionsmedel efter tvätt.
- Analys av tryckprover för tre ställen i invändigt i tanken:
 - Långt framför manluckan till vänster (tre tryckprover)
 - Runt manluckan (tre tryckprover)
 - Långt bakom manluckan till höger (tre tryckprover)

Kontroll av snabeltvätten utfördes på följande sätt:

- Efter lossning av substrat till tratt ”SUBSTRAT IN” tvättades slangen med högtryckspruta varefter slangen doppades i behållaren med desinfektionsmedel.
- Med bomullspinnar (3 pinnar per prov) torkade man av ytor (1 dm³/pinne) på slangen invändigt och utvändigt.
- Varje pinne placerades i separata plaströr som förslöts med lock. Analys utfördes av HS Miljölab i Kalmar.

Provtagningen utfördes egen personal vid Kalmar biogasanläggning tillsammans med personal från HS Miljölab. När det gäller provtagningen i tankbilarna så innebär ”långt framför manluckan till vänster (respektive höger)” att man tagit provet på tankytan så långt man nått med en armlängd.

3.4.2 Resultat

Undersökningar utförda 2003-10-07 och 2004-10-13 redovisas här. I tabell 1-2 redovisas resultaten av kontrollen av den invändiga tanktvätten, i tabell 3-4 resultaten av snabeltvätten.

Tabell 1. Resultat av undersökningar gjorda för den invändiga tanktvätten 2003-10-07.

Parameter	Svingödsel [antal/g ⁷⁾	Tvättvatten [/100 ml]	Luckan [antal/cm ²⁾	Fram vä [antal/cm ²⁾	Bak hö [antal/cm ²⁾
Escherichia coli ¹⁾	1 100 000	150 000	<1	<1	<1
Enterobacteriaceae ²⁾	1 100 000		<1	<1	<1
Fekala streptokocker ³⁾	260 000	4 400	<10	<10	<10
Sulfitred. anaerob ⁴⁾	16 000 000	240	<10	<10	<10
Salmonellabakterier ⁵⁾	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Koliforma bakterier ⁶⁾		510 000			

1) NMKL 125:3 resp. SS 28167-2; 2) NMKL 144:2; 3) NMKL 68:2 resp. SS 028179-1; 4) NMKL 95:3 resp. SS-EN 26461-2; 5) NMKL 71:5; 6) SS 28167-2; 7) Salmonella räknas som antal/25 g.

Tabell 2. Resultat av undersökningar gjorda för den invändiga tanktvätten 2004-10-13.

Parameter	Slaktavfall [antal/g ⁷⁾	Tvättvatte n [/100 ml]	Luckan [antal/cm ²⁾	Fram vä [antal/cm ²⁾	Bak hö [antal/cm ²⁾
Escherichia coli ¹⁾	240 000	40 000	2	120	130
Enterobacteriaceae ²⁾	240 000		1	120	130
Fekala streptokocker ³⁾	690 000	26 000	460	140	150
Sulfitred. anaerob ⁴⁾	14 000 000	1 400	24	14 000	2 400
Salmonellabakterier ⁵⁾	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Koliforma bakterier ⁶⁾		95 000			

1) NMKL 125:3 resp. SS 28167-2; 2) NMKL 144:2; 3) NMKL 68:2 resp. SS 028179-1; 4) NMKL 95:3 resp. SS-EN 26461-2; 5) NMKL 71:5; 6) SS 28167-2; 7) Salmonella räknas som antal/25 g.

Tabell 3. Resultat av undersökningar gjorda för snabeltvätten 2003-10-07.

Parameter	Svingödsel [antal/g ⁶]	Utvändigt [antal/cm ²]	Invändigt [antal/cm ²]
Escherichia coli ¹⁾	1 100 000	<1	2
Enterobacteriaceae ²⁾	1 100 000	<1	2
Fekala streptokocker ³⁾	260 000	<10	<10
Sulfitred. anaerob ⁴⁾	16 000 000	<10	<10
Salmonellabakterier ⁵⁾	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad

1) NMKL 125:3; 2) NMKL 144:2; 3) NMKL 68:2; 4) NMKL 95:3; 5) NMKL 71:5; 6) Salmonella räknas som antal/25 g.

Tabell 4. Resultat av undersökningar gjorda för snabeltvätten 2004-10-13.

Parameter	Svingödsel [antal/g ⁶]	Utvändigt [antal/cm ²]	Invändigt [antal/cm ²]
Escherichia coli ¹⁾	1 100 000	<1	<1
Enterobacteriaceae ²⁾	1 100 000	<1	<1
Fekala streptokocker ³⁾	260 000	<10	<10
Sulfitred. anaerob ⁴⁾	16 000 000	2	<10
Salmonellabakterier ⁵⁾	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad

1) NMKL 125:3; 2) NMKL 144:2; 3) NMKL 68:2; 4) NMKL 95:3; 5) NMKL 71:5; 6) Salmonella räknas som antal/25 g.

Sammanfattningsvis visar resultaten att tanktvätten vid det första tillfället (2003-10-07) innebar en tillfredsställande rengöring av undersökta provpunkter. Vid det andra tillfället (2004-10-13) kunde samtliga organismer detekteras, om än i låga koncentrationer. Frågan här är om detta beror på substratens art (gödsel vid första tillfället, slaktrester vid det andra) eller om det är en följd av en sämre tvätteffekt vid det andra undersökningstillfället. Man kan tänka sig att slaktavfallet är ”fetare” och fäster vid bättre på tankens yta. Detta kommer att följas upp av verksamhetsutövaren vid kompletterande undersökningar under 2005. En annan sak som bör studeras vidare är frågan varför tvättvattnet (efter desinfektion) innehåller så höga koncentrationer av organismer. Detta indikerar att ”desinfektionskraften” är otillräcklig. Här bör man studera om inblandningen av desinfektionsmedel ska ökas för att man ska uppnå ett säkrare system. Enligt uppgift från Kalmar biogasanläggning planerar man att fördubbla koncentrationen av Virkon S från 1 % till 2 % innan nästa undersökning.

Resultaten för snabeltvätten visar att detta tvättsystem verkar vara effektivt, samtliga prover visar på en tillfredsställande desinfektion. Verksamhetsutövaren har undersökt hur länge en sats i behållaren behåller sin desinfektionskraft för att veta när desinfektionsvätskan måste bytas. Provtagning utförd efter på två veckor gammal desinfektionsvätska har visat på en fullgod effekt. På grund av att vattnet efter denna tid hunnit bli ordentligt smutsigt har man valt en rutin med utbyte av vätskan efter en veckas utnyttjandetid.

4 Tvättsystem vid biogasanläggningar i Europa

Studien har visat att det i Sverige inte finns några färdiga tvättsystem som är utformade särskilt för att klara högt ställda krav på rengöring och desinfektion av fordon utvändigt eller invändigt i tankar. Utifrån allmänna ämnesökningar på Internet och kontakter med organisationer och leverantörer av processutrustning för biogasanläggningar kan man dra slutsatsen att det inte verkar finnas några färdiga system för detta i andra delar av Europa. Använda system och synen på dessa frågor i Danmark och Tyskland diskuteras nedan.

4.1 Danmark

Frågeställningarna kring ABP-förordningen är välkända i Danmark, men inte ännu inte avklarade [22]. Nicolajsen [23] vid Branscheforeningen for Biogas hänvisar till ”Branschekode for Egenkontrolprogram for Biogasanlæg” som utarbetats av Branscheforeningen for Biogas, Foreningen for Danske Biogasanlæg och Danmarks Veterinærinstitut. Branschekoden, som utarbetats med utgångspunkt från ABP-förordningen, ska fungera inspirerande för enskilda biogasanläggningar vid utformning av sina egenkontrollprogram. Den är således inte bindande, utan ska snarare fungera som ett stöd till biogasanläggningarna.

4.1.1 Branschekode for Egenkontrolprogram for Biogasanlaeg

Branschekoden (21 oktober, 2002) innehåller allmänna avsnitt om egenkontroll vid biogasanläggningar och en genomgång av kritiska kontrollpunkter:

1. Råvaror
2. Transport av rå gödsel och biogödsel
3. Transport av storköksavfall, industriavfall och hushållsavfall.
4. Pastörisering
5. Efterlagring på biogasanläggning
6. Utleverans av biogödsel
7. Underhåll vid anläggningen och kalibrering av mätutrustning
8. Skadedjurskontroll
9. Rengöring och desinfektion
10. Utbildning av personal

Instruktionerna i del 2 ("Transport av rågödsel och biogödsel") beskriver bland annat riskfaktorer vid transport av råmaterial (gödsel) och biogödsel, särskilt när samma fordon används för transporterna. Som förebyggande åtgärder anges:

- Åtskilda transportsystem för pastöriserade och icke pastöriserade material samt tvättning och desinfektion av rörkopplingar som används vid lossning av substrat och lastning av biogödsel *eller*
- invändig och utvändig tvätt och desinfektion av tankbilar inkl. rörkopplingar som används vid lossning av substrat och lastning av biogödsel.
 - vid byte mellan besättningar
 - vid körning till gårdslagertankar
- Tvättprocedurer ska beskrivas med bland annat vattentemperatur, mängd/tid, typ och koncentration av desinfektionsmedel.
- Ansvar för tvätt och desinfektion beskrivs (chaufför/driftansvarig)
- Registrering av dagliga leveranser (leverantörer och mottagare), identifikation av bil/ansvarig chaufför.
- Tekniska beskrivningar av de använda fordonen utformas.

Vidare innehåller instruktionen anvisningar om övervakning och journalföring, kritiska gränser och korrigerande handlingar.

Instruktionerna för del 3 ("Transport av storköksavfall, industriavfall och hushållsavfall") är utformade på motsvarande sätt. Som förebyggande åtgärder anges:

- Transportsystem för storköksavfall, industriavfall och hushållsavfall åtskilt från transporter av rå gödsel och biogödsel.
- Rengöring och desinfektion av transportbilar, innan dessa lämnar anläggningen.
- Åtskillnad av rent och orent område på biogasanläggningen
- Tvättprocedurer ska beskrivas med bland annat vattentemperatur, mängd/tid, typ och koncentration av desinfektionsmedel.
- Ansvar för tvätt och desinfektion beskrivs (chaufför/driftansvarig)
- Registrering av dagliga leveranser, identifikation av bil/ansvarig chaufför.
- Tekniska beskrivningar av de använda fordonen utformas.

Hygienrelaterade instruktioner anges även för del 6 ("Utleverans av biogödsel"). För del 9 ("Rengöring och desinfektion") anges följande förebyggande åtgärder:

- Procedurer ska beskrivas för rengöring och desinfektion för anläggningens olika områden och för utrustning, transportbilar mm.
- Planer utarbetas för genomförande av rengöring och desinfektion av anläggningens olika områden och för utrustning, transportbilar mm.
- Fast underlag med uppsamling av tvättvatten på områden som används för tvätt och desinfektion.
- Tvättvatten leds tillbaka till förtanken.
- Godkända tvättplatser till tvätt av vagnar mm som använts till transport av gödsel och andra råvaror.

4.1.2 Tillämpningen i Danmark

På motsvarande sätt som i Sverige ska de danska biogasanläggningarna vara godkända av myndigheterna för bearbetning av animaliska biprodukter. Detta arbete pågår i slutet av 2004 var ca hälften av aktuella biogasanläggningar (ca 20) godkända. Utvändigt tvättning är normalt, medan invändig tvättning och desinfektion av tankar är mindre vanligt. En vanlig rutin (se ovan) verkar vara att man inte tvättar ett fordon som kör i skytteltrafik mellan biogasanläggningen och en och samma gård när det gäller intransport av gödsel och uttransport av biogödsel. Ribe biogasanläggning synes vara den enda anläggningen som har ett utarbetat system för invändig desinfektion [24]. Instruktionen (upprättad av lokala miljömyndigheten i Ribe och Ribe biogasanläggning) lyder:

Instruction for cleansing, rinsing and disinfecting vehicles used for transport of sludge etc.

1. When biomass has been completely drained off the tank the inner surfaces are cleansed with tap water until the washes are clear.
2. When the washes have been drained off the inner surfaces are washed with a 0.2 % NaOH-solution. For large tanks at least 200 l of this solution is needed, for small tanks at least 150 l.
3. After soaking for 2 minutes the tank may be filled with digested biomass.
4. While this disinfection is going on, it is recommended to cleanse, rinse and disinfect the outer surfaces of the vehicle, in particular the wheels.

Jensen [25] menar att man arbetat med detta system så många år vid Ribe biogasanläggning att det blivit en invand rutin som inte känns betungande. Man har även strikta rutiner som följs vad gäller renhållning av mattagningsområden, körytor etc. Vid Ribe har man en lösning där man inte tömmer bilarna på desinfektionsvattnet innan lastning av bigödsel, utan detta får vara kvar i bilarna och följer med biogödseln ut på gårdarna.

Senter-Nilsson [24] anser att frågan om tvättning och desinfektion är svår eftersom detta har en stor betydelse för biogasanläggningarnas ekonomi. Komplicerade system för tvättning kan innebära både stora investeringskostnader och tidskrävande arbetsmoment.

4.2 Centraleuropa

Barth [26] menar att tvättning och desinfektion av fordon på det sätt som vi diskuterar frågan i Sverige inte förekommer i övriga Europa. I länder som Tyskland och Österrike arbetar man, när det gäller biogasanläggningar som omhändertar kategori III-material, helt utifrån nationell lagstiftning, men i dessa fall bör det rimligen uteslutande röra sig om matavfall. De nationella reglerna i Tyskland tar inte upp frågan kring tvättning och desinfektion överhuvudtaget. Barth [26] påstår dessutom att exempelvis Spanien mer eller mindre ignorerar ABP-förordningen.

Som nämns ovan är en viktig skillnad som finns mellan Sverige och Tyskland att de många anläggningarna behandlar endast matavfall (resturangavfall, matrester från hushåll etc.) vilket helt enlighet med ABP-förordningen får hanteras enligt nationella regler. Antalet biogasanläggningar som omhändertar slakteriavfall etc och därigenom i större utsträckning regleras av ABP-förordningen verkar vara förhållandevis få. I Sverige är situationen annorlunda; ett tiotal anläggningar har idag tillstånd för hantering av animaliska biprodukter (och ska följa ABP) medan nationell lagstiftning gäller för övriga. Barth [26] har efter en rundringning till tio biogasanläggningar kommit fram till att följande system används vid biogasanläggningar som omhändertar slakteriavfall:

1. Slakteriavfall samlas in i separata behållare. Behållarna tvättas vid biogasanläggningen med högtryckstvättar och återlämnas tvättade till avfallsproducenten. Detta system förekommer både vid mindre slakterier och även vid hämtning av matavfall från restauranger etc.
2. Tankfordon transporterar endast slakteriavfall. Normalt är inte tvättning nödvändigt. Om tvättning är nödvändigt gör man enligt punkt 3.
3. Speciella fordonstvättar erbjuder tanktvätt för bilar som behöver rengöras (ingen uppgift om desinfektion sker vid tvättstationerna).

En annan skillnad mellan Sverige och Tyskland är materialhanteringen. I Tyskland är det vanligare att anläggningarna emot fast avfall och det är också vanligare att rötresten avvattnas så att biogödseln utgörs av en ”torr” produkt och en pumpbar produkt. Detta innebär andra transportsystem än i Sverige där man i gödselbaserade system transporterar både inkommande substrat och utgående biogödsel i form av slurrymaterial.

5 Mikrobiell provtagning och analys av transportbilar

5.1 Bakgrund

På flera biogasanläggningar kör bilarna in substrat först och fylls sedan med hygieniserad biogödsel. I substratet finns en stor mängd med mikroorganismer och bland dessa kan även en rad olika patogena mikroorganismer förekomma. Vid en hygienstudie vid SVA av svenska biogasanläggningar påvisades att pastöriseringen effektivt reducerar antalet patogena mikroorganismer men att rötresten, i vissa fall, återsmittades under transporten. [10]. För att inte den hygieniserade biogödseln ska kontamineras efter behandling bör tankarna i transportbilarna tvättas noggrant innan biogödseln fylls på. Om rengöringen fallerar kan patogena mikroorganismer smitta ner biogödseln. När denna sedan sprids kan den orsaka ett utbrott av till exempel salmonella och VTEC bland djur och människor (VTEC står för Verotoxinproducerande *E. coli* O157, vilken orsakar sjukdomen EHEC, en mycket allvarlig sjukdom framför allt hos barn). Vissa patogena mikroorganismer kan, om de kommer ut i miljön, orsaka ett sjukdomsutbrott och stort lidande för djuren såväl som ekonomisk skada. Mul- och klövsjuka och svinpest är två välkända exempel.

5.1.1 Val av organismer

För analys av de flesta patogena bakterier används anrikningsmetoder. Därför är det mer lämpligt att analysera för indikatorbakterier där de finns framtagna metoder för bakterieräkning. Förhoppningsvis ska det inte heller finnas patogena bakterier i det inkommande substratet, vilket hade gett negativa resultat utan att ge svar på hur bra eller dålig tvätten av tanken var. Koliformer är en stor grupp av bakterier med bland annat *E. coli* och salmonella. En stor del av bakterierna i den här gruppen är tarmbakterier och många av dem finns normalt i gödsel. Därför är de en bra indikator på "gödsel förekomst". Många koliformer är tåliga mot temperaturer upp mot 45-50 grader. Enterokocker är också bra indikatorer på förekomst av gödsel i prover eftersom de är mycket tåliga mot salt, pH, temperatur med mera. Endast koliforma 37°C analyserades i proverna från tvättstudien för att kunna ta fler prover. I studien av bakteriers tolerans för olika desinfektionsmedel analyserades även enterokocker eftersom de skiljer sig ganska mycket från koliformer när det gäller tålighet mot olika yttre faktorer. Det finns fler olika indikatorbakterier, till exempel klostridier, som är sporbildande bakterier och därmed mycket resistent mot yttre påverkan, men i denna pilotstudie valdes färre indikatorbakterier för att hålla analyskostnaderna nere.

5.2 Provtagning av tankbilarna

Prover togs på varje fordon vid endast ett tillfälle från ett flertal olika platser i och utanpå transportbilen. Syftet med provtagningen var att få en bild av hur ren tankbilen blir invändigt efter en tvätt och om luckor och skarvar blev väl rengjorda. Proverna togs med tre olika metoder i denna pilotstudie för att kunna jämföra dem. Kriterier för val av metoder var att de ska fungera rutinmässigt. Provtagningsplatserna valdes utifrån vilka som var praktiskt möjliga att nå och med så stor spridning som möjligt i tanken. Tryckplattor har tagits från samma platser som svabbarna och vätskan i sköljprovet har delvis runnit över platser där svabbarna har tagits. Till flertalet av proverna behövdes en 2 meter lång stålpinne med gripklo längst fram. För rutinmässig provtagning kommer en praktiskt enklare metod att få tillämpas.



Figur 6 Elisabeth Bagge, den långa provtagningspinnen och provtagningsvätskan till sköljprovet. Foto Nils-Gunnar Ericsson

Alla prover för bakteriologisk analys har tagits efter rutinmässig rengöring och desinfektion av bilen. Provtagningen utfördes i tre olika tankbilar. Bil 1 transporterade slakteriavfall in och biogödsel ut. Bil 2 transporterade endast biogödsel ut och bil 3 körde enbart slakteriavfall. Proverna togs i möjligaste mån från samma ställen och på samma sätt från de olika bilarna. Proverna från bil 1 postades till SVA där de odlades dagen efter provtagning. Proverna från bil 2 och 3 transporterades till SVA och odlades också dagen efter provtagning.

Provtagningarna utfördes med tre olika metoder. Svabbprover togs med sterila kompresser. Vidare togs prov med tryckplattor samt ett sköljprov från varje bil. Tryckplattor används normalt till mycket väl rengjorda ytor inom till exempel livsmedelsindustrin. Svabbar och sköljprov analyserades avseende koliformer 37°C enligt metoden Nordisk Metodik Kommitté för Näringsämnen (NMKL) nr 44; 4; 1995, fast utan konfirmering av koliforma 37°C.

5.2.1 Svabbprov

Kompressen togs med rena handskar för att undvika kontamination av provet vid provtagningen. Efter provtagning stoppades kompressen ner i ett provrör med peptonvatten (saltvattenmedium för transport av bakteriologiska prover). Från bil 2 provtogs även ett släp där 3 prover togs från bakre lucka och tappkran.

Från alla tre bilarna togs prover från:

Insidan

- 1 Luckan upptill på tanken, locket och runt kanterna
- 2 Tappkran, i hålet och runt dess kanter
- 3 Lucka baktill
- 4 Skvalpskott¹
- 5 Taket längst bak i bilen¹
- 6 Botten längst fram i bilen¹
- 7 Botten precis innanför bakre luckan

Utsidan

- 8 Svabb från däck
- 9 Svabb från stänkskydd

Släp

- 10 Tappkran
- 11 Innanför luckan
- 12 Lucka

5.2.2 Tryckplattor

Provtagning med tryckplattor går till så att plattorna tas ut ur sitt rör och plattans båda sidor trycks mot provtagningsområdet. Den ena sidan består av violettröd gall-agar (VRG) som är ett medium där koliformer växer bra och kan räknas. På den andra sidan finns trypton-glukosextrakt-agar (TGE). I detta medium växer de flesta bakterier och man kan på dessa plattor därför räkna det totala antalet bakterier. Dessa prover togs på de platser där man lätt kunde komma åt att nå utan att göra något annat än att sträcka in handen.

Tryckplattorna inkuberades i 37°C i 24 timmar. Därefter räknades/uppskattas antalet kolonier på de båda agarsidorna. Resultatet redovisas som *colony forming units* per kvadratcentimeter (cfu/cm²).

Från alla 3 bilarna togs prov från:

- 1 Luckan upptill på bilen, kanten och taket innanför.
- 2 Botten innanför bakre luckan

5.2.3 Sköljprov

En liter vätska (saltvatten) hälldes i tanken från takluckan, ner över mellanväggen och sidorna. Vätskan samlades sedan upp via tappkranen i ett halvliterskärl. Vätskan hälldes sedan över till 2 stycken 50 ml provrör. Dessa två rör behandlades sedan som 2 individuella prover. På laboratoriet analyserades varje rör med direktodling samt en anrikning i serumbuljong efter centrifugering av ursprungsprovet. Båda rören centrifugerades på högt varvtal och supernatanten kastades, ca 45 ml.



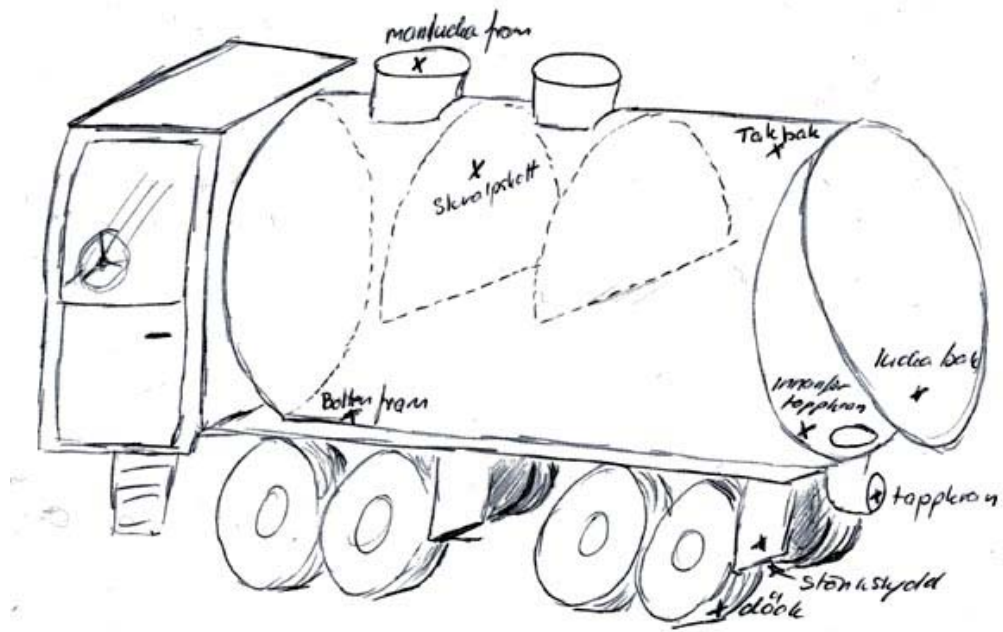
Figur 7. Provtagning av sköljprovet. Foto Nils-Gunnar Ericsson.

Tabell 5. Provtagningsplatser. Ett – indikerar att bilen saknade denna provtagningsplats.

Insida	Bil 1	Bil 2	Bil 3
Luckan upptill på tanken, locket och runt kanterna	kompress tryckplatta	kompress tryckplatta	kompress tryckplatta
Tappkran, i hålet och runt dess kanter	Kompress	kompress	kompress
Lucka baktill	Kompress	kompress	kompress
Rör på lucka baktill	-	-	kompress
Skvalpskott ¹	kompress	kompress	kompress
Taket längst bak i bilen ¹	kompress	kompress	kompress
Botten längst fram i bilen ¹	kompress	kompress	kompress
Botten precis innanför bakre luckan	kompress tryckplatta	kompress tryckplatta	kompress tryckplatta
Utsida			
Däcken	kompress	kompress	kompress
Stänkskydden	kompress	kompress	kompress
Släp			
Tappkran	-	kompress	-
Innanför lucka baktill	-	kompress	-
Lucka baktill	-	kompress	-
Sköljprov			
Sköljprov	direktodling och anrikning ²	direktodling och anrikning ²	direktodling och anrikning ²

¹ För att ta dessa prover användes en lång provtagningspinne med gripklo längs fram där kompressen sattes fast. Gripklon doppas i sprit och lufttorkas innan varje provtagning.

² 1 liter NaCl (aq) tillsattes till tanken, utom till bil 3, där det fanns Virkonblandad vätska kvar. Vätskan samlades upp i en burk och fördelades på 2 provtagningsrör.



Från bottensedimentet togs 1 ml till odling. Det fanns mycket vätska kvar i tanken från den bil 3, och det såg mest ut som Virkon. Sköljprov togs direkt från den kvarstående vätskan utan att tillsätta ytterligare en liter.

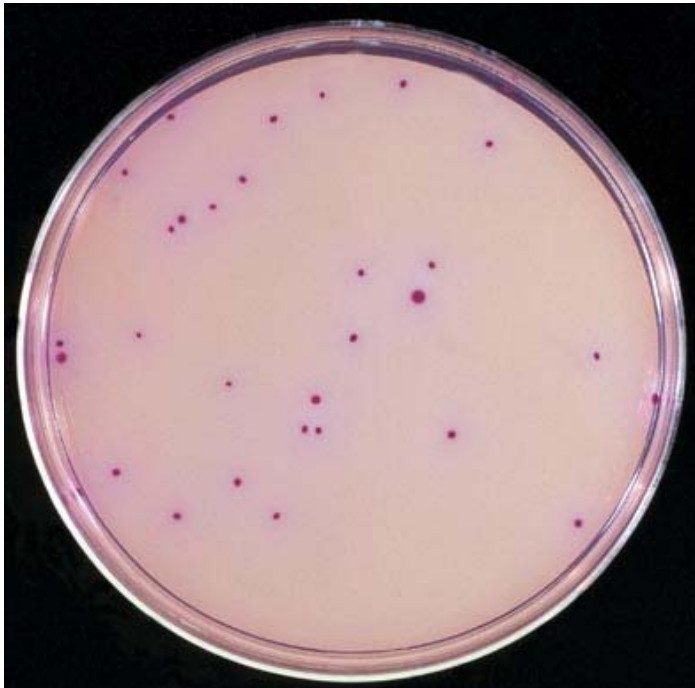
En ml av bottensatsen från det centrifugerade röret anrikades i serumbuljong 37°C i 24 timmar innan proverna utodlades enligt nedan.

Figur 8. Bild över provtagningsplatser. Teckning Elisabeth Bagge.

5.3 Analys

5.3.1 Prover från tankbilarna

För att göra en bakterieräkning görs först en spädningsserie. En ml av provet, i det här fallet från rören med kompresser i peptonvatten respektive den centrifugerade bottensatsen från sköljprovet, förs över till 9 ml peptonvatten (spädning 1) och blandas väl. Därefter tas 1 ml från spädning 1 till 9 ml peptonvatten (spädning 2) och blandas väl och så vidare. Det innebär att provet blir 10 gånger mer utspädd för varje steg. När spädningsserien är klar tas 1 ml från varje spädningssteg från sp 1 till sp 4 till en tom petriskål där sedan provet blandas med smält agar. För att analysera koliforma 37°C används VRG. Plattorna inkuberas i 37°C i 24 timmar och efter inkubering räknades antalet och svaret anges i cfu/g.



Figur 9. *E. coli* på VRG-agar, spädning 10^{-7} . Kolonierna får ett karakteristiskt utseende och är lätta att räkna. Foto: Bengt Ekberg©, SVA.

5.3.2 Laborietest av tolerans för olika desinfektionsmedel

När biogasbilarna tömts tvättas först tanken med stora mängder vatten. På vissa anläggningar avslutas tanktvätten med desinfektionsmedel, vanligast förekommande är 0,2 % natriumhydroxid (lut) eller Virkon ®S.

Syftet med toleranstestet var att testa hur effektivt desinfektionsmedlet är om det blir utspädd eller om spår av desinfektionsmedel hämmar utväxten av bakterier på platta. De desinfektionsmedel som jämfördes var 0,2 % Na-lut (används bl a i bil 1), Virkon ®S (används bl a för bil 2 och 3 samt i Kalmar) samt Debisan® (används framför allt på laboratorier). Även olika koncentrationer av desinfektionsmedlen testades för att se om eventuell utspädning påverkade antalet bakterier då desinfektionsmedel används.

5.3.2.1 Testade kemikalier

Lut, (natriumhydroxid, NaOH) är en stark bas och den bakteriedödande effekten är inte temperaturberoende. Lut har dock dålig effekt mot bakteriesporer. Då lut är farlig att inandas och det lätt blir droppbildning vid tvättningen krävs god skyddsutrustning och noggranna hanteringsföreskrifter då lut används. Dessutom är lut korrosivt.

Virkon S är en oxiderande produkt med god avdödning av olika mikroorganismer, men det har en tveksam klinisk effekt mot bakteriesporer. Virkon S är effektiv ner till +4°C, men låga temperaturer kräver längre exponeringstid och/eller högre koncentration. Vid hantering av Virkon S skall man skydda sig mot direktkontakt och inandning.

Debisan består av olika tensidföreningar och vid hantering skall skyddsföreskrifterna följas. Debisan används på laboratorier och liknande verksamheter för desinfektion av golv och bänkar.

5.3.2.2 Utförande

Laboriestammar av *E. coli* och enterokocker slammades upp i nötbljont och inkuberades i 37°C i 24 timmar. Därefter gjordes en spädningsserie för att ta reda på bakteriekoncentrationen i nötbljonten.

Debisan och Virkon S testades med brukslösning, spädning 1:10 och 1:100. Luten testades i koncentrationerna 2 %, 0,2 %, 0,02 % och 0,002 %, dock testades inte högsta och lägsta koncentration av lut vid alla tre försöken. En ml suspension av bakterier i nötbljont tillsattes till 10 ml desinfektionsmedel av brukslösning och spädningsar av dem. Därefter fick provet stå på bänken i 10 minuter innan provet analyserades. För analys av antalet *E. coli* användes smält VRG och för analys av antalet enterokocker användes Slanetz- Bartley-agar (SlaBa). Försöket upprepades 3 gånger.

6 Analysresultat

6.1 Resultat från provtagning av bilarna

Generellt ger svabbar en mer differentierad bild av antalet bakterier än tryckplattor. Dock ställer svabbarna höga hygieniska krav vid provtagningen för att man skall erhålla ett rättvisande resultat. Samtliga provresultat redovisas i tabell 6 nedan.

6.1.1 Svabbar

Svabbarna från bil 1, som var tvättad med lut, var i stort sett fria från bakterier. Bakterier kunde påvisas på luckan baktill och längs fram i bilen, men det rörde sig om låga halter. Däremot var det höga halter bakterier på däck och stänkskydd, men mottagningshallen var inte helt rengjord och det låg gödselrester på golvet innan bilen kört in där. Det kan förklara de höga halterna av bakterier utanpå bilen.

Svabbar från bil 2 och 3 uppvisade växt av bakterier både från tankens insida och runt luckor och kranar. I bilen som kört slakteriavfall, bil 3, var det också höga halter av bakterier från luckor och kranar. Båda svabbarna från botten av bil 3 var helt negativa, men det kan bero på den mängd av Virkon S som fanns kvar i tanken (se sköljproven). Proverna från däck och stänkskydd visade medelhöga halter av bakterier, men prover i från släpet påvisades låga halter av bakterier.



Figur 10. Provrör med peptonlösning som användes vid provtagning med kompresser. Kompressen stoppas ner sterilt i röret. Foto B. Ekberg© SVA.

Bil 3 hade ett rör på den bakre luckan. I detta rör hängde substratrester kvar även efter rengöring. Som förväntat växte det höga halter av bakterier i detta prov.

Det kan vara svårt att tvätta bort allt substrat i skarvar och runt luckor. Därför var det förväntat att hitta växt av bakterier på luckorna och tappkranen. Stora, jämna ytor inne i bilen borde vara lättare att rengöra och desinficera. Resultaten visar både på skillnader mellan olika bilar och skillnader mellan olika provpunkter inuti bilarna.

6.1.2 Tryckplattor

På samtliga tryckplattor växte det många kolonier på den ena eller båda agarsidorna. Därför blir svaret >10 cfu/cm². Även från ett tidigare försök blev resultatet detsamma. Tryckplattor verkar vara en allt för känslig metod och därmed inte så användbar i dessa sammanhang. Provtagning med tryckplattor är enkel att utföra på ett sterilt sett vid luckorna, men där växer ofta för mycket bakterier för att metoden ska vara användbar. Teoretiskt kan tryckplattor vara lämpliga längre in i bilen där ytorna förväntas vara bättre rengjorda, men dit kan det vara svårt att nå in för provtagning. Agarytorna ska ”vikas” mot underlaget men plasten är lite för stel för att kunna göra detta på ett hygieniskt sätt inne i bilen, som ju har en konkav insida. Vid luckorna är det däremot lätt att trycka agarytorna mot kanten, men där är det som tidigare påpekats oftast inte speciellt väl rengjort.

Sammantaget kan sägas att där agarplattorna kan användas praktiskt har de oftast för hög känslighet och där de skulle kunna användas med tanke på rengöringsgraden är det svårt att komma åt. Detta gör att tryckplattor inte är något förstahandsval för en rutinmässig analys.



Figur 11. Tryckplattor har en agartyp på var sida. Foto B. Ekberg© SVA

6.1.3 Sköljprov

Bakterier påvisades i sköljprovet från bil 1 först efter anrikning. Det avspeglar svabbresultatet ganska bra där det var låga halter av bakterier i botten längst fram i bilen. Det är inte heller omöjligt att vätskan kontaminerats av den bakre luckan, där det också fanns låga halter bakterier. Troligen centrifugeras inte alla bakterier ner i pelleten från sköljprovet, men genom att flertalet bakterier ändå uppslammades gav proverna, liksom svabbproverna, ändå en indikation över hur väl rengöringen fungerade i bilen.

Sköljprov från bil 2 var positiv redan vid direktodling. Alla svabbprover utom ett (taket längst bak i bilen) uppvisade bakterieväxt. Bil 3 var inte helt tömd på Virkon S och sköljprovet som togs ut luktade och såg ut som Virkon S. Det var därför ett förväntat resultat att det inte skulle växa någonting i det. Slutsatsen är att om sköljprov ska användas som provtagningsmetod är det viktigt att bilen är helt tömd innan provtagningsvätskan hålls ner i bilen.

Tabell 6. Provtagningsresultat.

Ett prov per provtagningsplats om inte två svar anges

Kompressor, log ₁₀ cfu/g	Bil 1	Bil 2	Bil 3
Luckan upptill	<1	1,60	4,17
Tappkran nertill	<1	1,30	2,70
Lucka baktill	2,53	2,30	4,84
Rör på luckan	-	-	4,93
Skvalpskott ¹	<1	1,08	5,18
Taket bak i bilen ¹	<1	<1	4,96
Botten fram i bilen ¹	1,30	1,08	<1
Botten vid luckan bak	<1	3,08	<1
Däcken	4,64	2,63	<1
Stänkskydden	5,63	4,63	3,64
Släp tappkran	-	1,90	-
Släp innanför lucka	-	1,84	-
Släp lucka	-	2,15	-

¹ För att ta dessa prover användes en lång provtagningspinne med gripklo längs fram där kompressen sattes fast. Gripklon doppas i sprit och lufttorkas innan varje provtagning.
 . – indikerar att bilen saknade denna provtagningsplats.

Sköljprov, log ₁₀ cfu/g	Bil 1	Bil 2	Bil 3
direktodling	<1, <1	2,91, 2,73	<1, <1
efter centrifug och anrikning	ca 4, ca 4	> 4, ca 4	<1, <1

Tryckplattor, cfu/cm ²	Bil 1	Bil 2	Bil 3
Luckan upptill	> 10	> 10	> 10
Botten vid luckan bak	> 10	> 10	> 10

6.2 Analysresultat för toleranstester

Tabellen nedan visar ett medelvärde av provtagningsomgång A, B och C (med undantag av Debisan 1/10 och Virkon S 1/10, där skillnaderna var stora och anges därför var för sig). Brukslösning av Virkon och Debisan reducerar antalet enterokocker och koliformer under detekterbar nivå. Även då de båda desinfektionsmedlen är spädda tio gånger reduceras enterokocker under detekterbar nivå, men koliformer kunde påvisas 1 gång av 3 (Debisan) och 2 gånger av 3 (Virkon S).

Lut används i koncentrationen 0,2 % vid tvätt. Koliformer reduceras under detekterbar nivå, men enterokocker kunde påvisas vid alla tre provomgångarna, dock i något lägre antal än det som tillsattes.

Innan försöket påbörjades mättes pH-värdet på de tre olika desinfektionsmedlen. Det pH-värde som angavs på förpackningen är redovisat inom parentes. Det är anmärkningsvärt att pH-värdet på en brukslösning av Debisan uppmättes till 6,5, trots att det enligt förpackningen skall hålla ett pH på 7,7.

Tabell 7. pH-undersökning av de olika desinfektionsmedlen.

NaOH	pH	Debisan	pH	Virkon S	pH
2 %	12,4	brukslösning	6,5 (7,7)	brukslösning	2,6 (2,6)
0,2 %	12,1	1/10	6,0	1/10	3,2
0,02 %	11,4	1/100	5,9	1/100	3,9
0,002 %	10,4				

Resultaten för de tre desinfektionsmedlen i olika spädningar redovisas i tabellerna nedan. I försöket som redovisas i tabell 8 tillsattes *Escherichia coli* och i försöket som redovisas i tabell 9 tillsattes *Enterococcus faecalis*.

Tabell 8. Resultat av test av toleransen för olika desinfektionsmedel hos *E.coli*.

Medelvärde av 3 prover, A, B och C, där ej provbenämning är angiven.

<i>E. coli</i> ATCC 35 218			Tillsatt: 8,8 log ₁₀ cfu/g		
Na-lut	log ₁₀ cfu/g	Debisan	log ₁₀ cfu/g	Virkon S	log ₁₀ cfu/g
2 %	<1	brukslösning	<1	brukslösning	<1
0,2 %	<1	1/10	A,B <1 , C 2,0	1/10	A <1, B,C 6,4
0,02 %	7,4	1/100	7,5	1/100	7,9
0,002 %	7,5				

Tabell 9. Resultat av test av toleransen för olika desinfektionsmedel hos enterokocker.

Medelvärde av 3 prover.

<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29 212			Tillsatt: >7 log ₁₀ cfu/g		
Na-lut	log ₁₀ cfu/g	Debisan	log ₁₀ cfu/g	Virkon S	log ₁₀ cfu/g
2 %	<1	brukslösning	<1	brukslösning	<1
0,2 %	4	1/10	<1	1/10	<1
0,02 %	5,6	1/100	7,0	1/100	6,9
0,002 %	7,6				

6.2.1 Slutsats av toleranstestet

Denna studie visar att Virkon S är att föredra framför lut som rengöring av bilar då lut inte verkar reducera antalet enterokocker. Skall Debisan, som egentligen är avsett för laboratoriebruk, användas till desinfektion av tankbilar bör det först utvärderas om den påverkar rötresten negativt, eftersom spolvattnet återförs till biogasprocessen i de fall som rengöringen sker på biogasanläggningen.

7 Slutsatser och diskussion

7.1 Rengöring

Flera slutsatser kan dras om hur rengöringsresultatet varierar med en mängd olika parametrar.

- Fordonens utförande har en väsentlig betydelse för tvättresultaten. Med detta menas ytskiktens finish, material i tankar, in- och utvändig utrustning (skvalpskott, kringutrustning etc.) osv, men även möjligheterna att komma åt in- respektive utifrån. Det underlättar rengöringen om man kan öppna bilen helt och kliva in.
- Transportentreprenörer menar att en enklare automatisk fordonstvätt för utvändig tvätt inte ensamt ger ett säkert tvättresultat. Bättre resultat får man vid manuell tvätt med högtryckutrustning då utföraren ser och kan bearbeta svåra områden särskilt.
- Konventionella system med dysor invändigt i tankar är inte lika effektiva som tvättkylor som ger en bättre spridning och fördelning av tvättvattnet. För garanterat tvättresultat krävs dock att tvättningen sker manuellt med samtidig okulärkontroll. Detta kräver tankfordon med öppningsbara bakstycken. Arbetsmiljöfrågan måste dock beaktas särskilt vid sådan manuell tvättning.
- Säkerhetsaspekten för personalen måste tas med i beräkningen. Hala material och ogenomtänkt utvändig utformning av tak och säkerhetsanordningar gör det svårt att tvätta uppifrån taken utomhus vid fuktig eller kall väderlek och även inomhus då bilen vid utvändig tvätt blir fuktig på taket. Tvättresultatet riskerar naturligtvis att försämrats om man av säkerhetsskäl inte kan tvätta på det ur hygiensynpunkt bästa sättet. På samma sätt är det viktigt att ha god skyddsutrustning – personal som blir våt och kladdig riskerar att slarva mer än de som är väl skyddade. Även vid automatisk tvätt finns risker för personalen i de fall där de skall ta prover som kräver att man t ex klättrar upp på biltaket.
- För ”lastnings- och lossningsnabeln” förefaller det system som man har vid Kalmar biogasanläggning vara säkert och förhållandevis rationellt.
- Man bör tänka även på chaufförerna själva. Att inte gå in i kontaminerade miljöer, hålla skodon och förarhytt rena och desinficera insteg och bilmattor är också viktigt.
- Bland vissa verksamhetsutövare och transportentreprenörer finns en oro att för tidsödande tvättsystem vilket kan ge en icke obetydlig driftskostnadsökning. Man bör även beakta hanteringen av tvättvatten som idag vid många anläggningar leds in i biogasanläggningen och därigenom blir en bulkvolym som måste hanteras vid efterföljande transporter.

7.1.1 Utvändig rengöring

7.1.1.1 Resultat av kontrollen

Däcken och stänkskydd rengjordes inte på bil 1, vilket syntes tydligt i provresultaten. Även på bil 2 och 3 fanns låga halter av bakterier på stänkskydden på båda bilarna och på däcken på bil 3. Det finns en viss smittrisk med bakterier på däck och stänkskydd. Däcken måste skrubbas noga om de ska bli rena. Det tar alltså tid om det ska bli riktigt gjort. Att spraya med en handspruta är tämligen meningslöst, både för att fasta rester kan sitta fast i däckens mönster och för att det är mycket osäkert om rengöringsvätskan verkligen täcker hela däckets yta.

Man kan tänka sig andra metoder att rengöra däcken, alltifrån ”fotbad”, dvs bassänger med desinfektionsvätska som bilen kör igenom, till ordentlig skrubbnig i stil med det som sker i en automatisk biltvätt. Än så länge saknas dock både praktiska exempel och studier som utvärderar dessa metoder. I dagens läge kan inte något särskild metod rekommenderas. Det står dock klart att det knappast är meningsfullt att göra som idag.

7.1.1.2 Återkontaminering

För att det skall vara meningsfullt att rengöra däcken måste man också vara noga med hygien vid lastnings- och lossningsplatser. Allt spill måste tas bort och rena respektive smutsiga zoner måste vara tydligt markerade. I annat fall riskerar man att omedelbart efter tvättning av däcken råka ut för återkontaminering. Å andra sidan kan man knappast desinficera hela vägnätet, vilket innebär att en viss risk för kontaminering alltid föreligger.

7.1.1.3 Dagens metoder är ger osäkra resultat

För att rengöra däck och stänkskydd ordentligt krävs troligen en noggrannare metod. Orsaken till att man inte rengör däcken noggrannare, trots att det skulle gå att skrubba dem betydligt grundligare utan att behöva investera i några ombyggnader, är säkerligen att det tar tid. Detta är särskilt viktigt när man hämtar t ex gödsel och transporterarna är långa. Att bil 3 hade rena däck, men inte rena stänkskydd, kan bero på att den hämtat slakteriavfall. Ett slakteri kan ha större förutsättningar för att hålla rent kring utlastningsstället än ett lantbruk.

Dagens metod verkar, för de bilar som kört gödsel, vara obetydligt bättre än att helt hoppa över rengöringen, vilket naturligtvis skulle gå fortast. Mer studier avseende risken för smittspridning måste dock göras om man ska våga hoppa över däckrengöringen. Hur rengöringen av marken/golvet där bilen står respektive kör ut och in inverkar naturligtvis också; det är föga meningsfullt att noggrant rengöra däcken på en bil som sedan kör rakt igenom en hög med spill.

Alternativen tycks vara antingen

- En betydligt mer noggrann, troligen mer tidsödande och dyrare metod som fungerar ordentligt *eller*
- Att hoppa över rengöring av däck helt och hållet

I dagens läge finns inget underlag för att rekommendera det ena eller det andra alternativet. Här krävs mer forskning om hur olika tvättmetoder fungerar, hur återkontamineringsrisken ser ut och en ekonomisk/hygienmässig avvägning. Dock skall påpekas att man enligt gällande lagstiftning [8] är tvungen att se till att fordonen är tillfredsställande rengjorda, även om ingen specifik metod anges. Alternativet att hoppa över tvätt av däck är alltså tveksamt ur juridiskt perspektiv.

7.2 Rengöringsmetoder utomlands

Studien har visat att det i Sverige och Europa sannolikt inte finns några nyckelfärdiga system för tvättning och desinfektion av transportfordon vid biogasanläggningar. De system som används idag är baseras på befintliga komponenter, ursprungligen utvecklade för andra ändamål, som anpassats till den aktuella anläggningens utformning. I flera fall har tester gjorts vid anläggningarna för att verifiera att valda tvättsystem uppfyller målen.

Det ser alltså tyvärr ut som om Sverige får arbeta vidare på egen hand för att säkerställa att denna fråga löses. Dock borde det finnas goda exportmöjligheter för en effektiv, men hanterlig teknik, när den väl finns framtagen.

7.3 Provtagning

7.3.1 Praktiska aspekter

Vilken typ av provtagning som fungerar bäst kan diskuteras. Tryckplattorna är lätta att ta på ett sterilt sätt, men de kan vara svårt att få ett rättvisande svar av. Svabbar ger ett väl differentierat svar, men de kan komplicera provtagningen eftersom de kräver hög sterilteknik. Topsen som används i Kalmar är lätta att använda, men då rekommenderas peptonvatten i burken (se nedan). Även sköljprov ger bra indikation på rengöringen, men då är det viktigt att tanken är helt tömd innan provtagningsvätskan tillsätts.

Viss provtagning i denna studie går inte att utföra rutinmässigt, till exempel de prover som är tagna med den långa provtagningspinnen, men denna pilotstudie ville undersöka fler alternativ.

7.3.2 Jämförelse mellan provtagningen i Kalmar och i detta projekt

Kalmar tar sina prover med sterila, fuktade tops. Topsen är en skumgummikudde på en 5 cm lång plastpinne. Pinnen sitter fast i locket och provet kan på ett enkelt sätt tas sterilt och sedan placeras i transportröret igen och skickas till laboratoriet. På laboratoriet tillsätts 10 ml peptonvatten till skumgummikudden och provet stomacheras.

Det var betydligt mer växt i proverna som togs med svabbarna från bil 2 och 3 i denna studie än i proverna från Kalmar, som togs med tops, trots att metoderna är snarlika. Då det inte är exakt samma metod är det dock svårt att jämföra provsvaren. Enligt NMKL ska proverna odlas inom 24 timmar efter provtagning och det är bättre för bakteriernas överlevnad att transporteras i en peptonlösning än enbart på en fuktad tops. Det finns alltså en risk att bakterierna torkar ut och att bakteriehalterna i provsvaren därför blir missvisande låga. Naturligtvis kan det vara en sann skillnad också, det vill säga, Kalmarbilen var bättre rengjord än bilarna i denna undersökning.

Som provtagningsmetod verkar dock topsen vara användarvänlig då proverna kan tas enkelt och sterilt.

7.3.3 Arbetsmiljöaspekter

Sköljprover kräver att personal klättrar upp på bilen för att hålla ner vattnet genom manluckan. Detta kan vara svårt att genomföra för en ensam person, och underlättas betydligt om någon nedanför hjälper till. Här finns risk för halka, kanande stegar och tappade prover. Det kan alltså starkt rekommenderas att vara två personer ur smidighetsmen framför allt säkerhetssynpunkt. Även om man går in i bilen finns det halkrisker.

Andra arbetsmiljörelaterade problem med provtagningen kan vara inandning av lutångor, vilket är lätt hänt om man måste böja sig ner i tanken eller kliva in i en öppnad tankbil. Används lut eller andra frätande kemikalier är naturligtvis skyddsutrustning i form av t ex skyddskläder, handskar och skyddsglasögon viktiga. Om man öppnar hela bakre väggen på en bil för att ta prover finns en stor risk för dropp från bakväggen eftersom man måste gå in under denna för att komma åt att ta prover inuti bilen. Nacke och huvud bör därför skyddas.

7.3.4 Hantering av proverna

Den metod som används i denna studie bygger på NMKL-metoder för livsmedel. Själva metoderna fungera lika bra för prover av den här typen, men det finns många felkällor till om svaret återspeglar det sanna antalet bakterier i provet. Den största risken för ett för högt antal bakterier är kontamination vid provtagningen. Den risken kan avhjälpas med utbildning av den personal som ska ta proverna. Ett för lågt antal bakterier kan bli följden om proverna hanteras felaktigt under transporten till laboratoriet, det vill säga om temperaturen är för hög, om provet är för torrt (risk med topsen) eller om provet blir liggande på posten (ska vara på lab inom 24 timmar efter provtagningen).

Det är önskvärt om provresultaten är under detektionsgränsen för bakterien i fråga, men viss växt kan tolereras i det här skedet. Detta är en alltför liten studie för att säkert kunna uttala sig om smittrisen, men rent teoretiskt kan en enda bakterie under rätt betingelser växa till för att sedan orsaka sjukdomsutbrott. Därför är det väsentligt att proverna hanteras på rätt sätt för att varken ge positiva svar i onödan p g a kontaminering eller felaktigt visa att smutsiga bilar är rena p g a att bakterierna inte klarat hanteringen.

7.4 Fortsatt arbete

7.4.1 Teknikutveckling

Diskussioner med verksamhetsutövare har visat att det finns idéer på nya lösningar. En möjlig lösning som diskuterats för den invändiga tvätten är att använda en större volym desinfektionsvätska som fyller hela tanken. Vätskan pumpas därefter tillbaka till en bufferttank för att återanvändas vid nästa tvättillfälle. Med jämna mellanrum byts desinfektionsvätskan. För att få ett sådant hållbart måste man sannolikt förspola tanken ren från rester eller förse det slutna systemet med ett avskiljningssystem för suspenderat material.

Ovanstående är ett exempel på att det finns en potential för utveckling av nya tvättsystem. Viktigt är då att ta in erfarenheter från befintliga lösningar och att branschen hjälps åt att finna säkra och ekonomiska lösningar. Flera möjligheter för utvändigt rengöring har redan nämnts ovan.

Man kan naturligtvis även tänka sig helt andra lösningar: fylla tanken med ånga, uppvärmning av hela tanken till höga temperaturer (kräver troligen att tanken lyfts av själva fordonet), ultraljud, ozon, mikrovågor,... Endast fantasin och ekonomin sätter gränser. Dessa metoder kostar säkerligen en hel del att utveckla. Detta får dock vägas emot kostnaderna för sjukdomsutbrott, som kan bli enorma.

7.4.2 Provtagningsinstruktioner

Denna studie var för liten för att kunna dra några slutsatser hur många bilar som måste provtas och hur ofta. I en utökad studie bör fler prover tas i ett inledande skede av ett provtagningsprogram för att sedan glesa ur provtagningsarna om det fungerar bra. Om svabbar eller tops används som provtagningsmetod bör 2-3 parallella prover tas och om sköljprov används räcker det med ett prov som odlas direkt och anrikas.

Bilar som kör substrat till anläggningar som tar sådant som förut kallades animaliskt lågriskavfall, numera kategori 2 och 3-avfall enligt ABP-förordningen[8], bör vara med i en utökad studie för att få fram en säker metod för mer rutinmässig provtagning. Anläggningarna skiljer sig när det gäller biltyp, tvättrutiner och desinfektionsrutiner. I början bör fler bilar provtas för att under studiens gång minska antalet provtagna bilar om det fungera bra.

Eftersom syftet är att kontrollera rengöringen av transportfordonen räcker det att analysera vissa indikatorbakterier, förslagsvis koliformer och enterokocker. Det är två indikatorbakterier som har tämligen olika möjligheter för att överleva i olika miljöer, bland annat verkar enterokockerna klara av lut ganska bra. Fler indikatorbakterier än dessa två fördyrar undersökningen utan att ge motsvarande mervärde. Salmonella är av stort intresse, men salmonellabakterier, liksom flera andra intressanta patogener, är lyckligtvis vanligen inte närvarande i ursprungsmaterialet och är därför inte något bra val för att kontrollera desinfektionseffektiviteten.

7.4.3 Hur får man personalen att ta korrekta prover?

För att en rutinmässig provtagning skall fungera både praktiskt och ekonomiskt måste den utföras av personal på biogasanläggningarna eller av chaufförerna som kör bilarna. Det är inte realistiskt att låta laboratoriepersonal åka ut och ta alla prover. Detta ställer krav både på tydligt instruktioner och färdiga provtagnings-kit.

Proverna måste vara enkla att ta på ett hygieniskt acceptabelt sätt. Kalmars tops är mycket användarvänliga, men för att optimera överlevnaden av bakterierna borde transportrören till topsen vara fyllda med peptonvatten. Det andra alternativet är sköljprov med både direktodling och anrikning.

Personal som ska ta proverna behöver lära sig ta proverna sterilt. En skriftlig eller muntlig information om sterilteknik kommer att krävas och helst även en praktisk demonstration hur det ska utföras innan de får behörighet att själva ta proverna. Annars är risken större att provet kontamineras i onödan.

Inom ramen för ett fortsättningsprojekt bör därför en kursplan tas fram för hur en sådan utbildning kan se ut, inklusive den praktiska hanteringen. Eventuellt kan någon form av certifiering/ackreditering av personal som erhållit tillämpliga kunskaper tas fram. Detta kunde då lämpligen kombineras med att berörd myndighet (exempelvis Jordbruksverket) ställer krav på genomgången utbildning/certifikat för att få lov att ta prover.

7.5 Sammanfattning av resultaten och deras betydelse

Denna studie är alldeles för begränsad för att ge bestämda svar på några frågor om vilka system som fungerar respektive inte fungerar. Tre provtagna bilar är för lite för att ge något säkert underlag. Projektgruppen vill därför framhålla att man skall ta resultaten som indikationer och inte ta enstaka siffror och uppgifter som absoluta sanningar. Däremot har studien visat vilka problem som föreligger och var, och en rad generella slutsatser kan dras. Dessutom pekar studien på en rad intressanta frågor som borde utredas vidare.

Resultaten visar att svenska bilar för transport av biogödsel inte i alla fall är så rena som man skulle önska. Så länge inga allvarliga patogener finns i inkommande material verkar det som om den bristfälliga rengöringen inte spelar någon roll. Detta är dock en falsk säkerhetskänsla, och i händelse av att en ny patogen introduceras kan uppvaknandet bli smärtsamt. Det är väl känt vilka enorma ekonomiska konsekvenser som andra Europeiska länder i vår närhet har råkat ut för på grund av sjukdomsutbrott.

Det är naturligtvis önskvärt att barriärerna mot smitta fungerar även i de sällsynta fall då en patogen som kan resultera i en allvarlig epidemi och/eller epizooti kommer in i systemet. Resultatet av denna studie är att detta inte kan sägas vara fallet överallt.

För att råda bot på detta behövs ett antal åtgärder:

- En större studie av olika metoder för rengöring för att sortera ut de metoder som fungerar respektive inte fungerar för olika typer av fordon.
- Teknikutveckling för både in- och utvändig rengöring.
- Utarbetande av noggranna instruktioner för både rengöring och provtagning/analys, inklusive t ex provtagningsintervall och arbetsmiljöaspekter, kombinerat med en utbildning för personalen som skall utföra arbetet.
- Eventuellt en certifiering/registrering eller liknande av godkänd provtagningspersonal.
- En genomlysning av riskerna med spridning av obearbetad gödsel, inklusive en ekonomisk analys med miljö- och energiaspekter beaktade.
- En ekonomisk analys av en utökad rengöring, både med avseende på investeringar och drift, för att dessa metoder skall kunna jämföras med andra transportsätt såsom exempelvis pipelines och separata fordonsflottor.

Allt detta måste ske i samarbete med dem som handhar tolkandet av ABP-förordningen. I Sverige är detta främst Jordbruksverket. Förhoppningsvis kan ABP-förordningen preciseras vad gäller rengöringen på ett liknande sätt som man har gjort med pastöriseringen av ABP-avfall, där ett antal metoder listas med exakta temperaturer, tryck och tider.

Detta kan synas vara dyra och omständiga åtgärder. Det är dock projektgruppens övertygelse att kostnaden för att säkerställa väl fungerande smittbarriärer är betydligt mindre än den kostnad för att åtgärda ett sjukdomsutbrott som riskerar att uppkomma om man inte åtgärdar problemet.

Det är också värt att påpeka att all hantering av organiskt avfall ger upphov till smittorisker. Biogasproduktion är jämförelsevis en tämligen säker metod. Att istället exempelvis deponera eller kompostera avfallet är alltså inte någon lösning på problemet. Även vid förbränning finns smittrisker i transport- och hanteringsleden. Biogastillverkning av animaliska biprodukter, gödsel och andra liknande avfall tillhör framtiden!

8 Referenser

1. Ett ekologiskt omhändertagande av avfall, Naturvårdsverket rapport 5177, 2002
2. Rostande avfallspannor bromsar elproduktion, Ny Teknik nr 50 2004
3. Berglund, Maria och Börjesson, Pål, Energianalys av biogassystem, rapport nr 44, inst för Teknik och Samhälle, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
4. Berglund, Maria och Börjesson, Pål, Miljöanalys av biogassystem, rapport nr 45, inst för Teknik och Samhälle, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
5. Förordning (2001:512) om deponering av avfall, 2001
6. Lundeberg, Simon, m fl, Sjösetting av certifieringssystem för kompost och rötrest, AFR-rapport 257, RVF Utveckling rapport 99:2, 1999
7. SPCR 120 Certifieringsregler för biogödsel,
http://www.sp.se/cert/cert_prod/default.asp?level=2&typ=CertProd&markn=Övrig&prodorm=Biogödsel
8. Europaparlamentets och Rådets Förordning (EG) nr 1774/2002 av den 3 oktober 2002 om Hälsobestämmelser för Animaliska Biprodukter som inte är avsedda att användas som Livsmedel, http://europa.eu.int/eur-lex/pri/sv/oj/dat/2002/l_273/l_27320021010sv00010095.pdf
9. Metoder för lagring, rötning och kompostering av avfall, Handbok med allmänna råd till 2 kap. 3 § miljöbalken, Handbok 2003:2, utgåva 2, Naturvårdsverket, november 2003
10. E. Bagge, L. Sahlström, A. Albiñ. The effect of Hygienic Treatment on the Microbial Flora of Biowaste at Biogas Plants. Submitted to *Water Research*.
11. Jordbruksverkets föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 1998:34) om hantering av djurkadaver och annat animaliskt avfall (SJVFS 2003:58, K 14), Statens Jordbruksverk 2003.
12. Ljungar, S., 2004. Staffan Ljungar åkeri Tyska bruket, Kalmar, pers komm.
13. Bengtsson, H., 2004. Interconsult i Falkenberg AB, pers komm.
14. Olsson, H., 2004. Bröderna Olssons åkeri AB, Skottorp, pers komm.
15. Söderberg, A., 2004. ÖHS AB, Norrköping, pers komm.
16. Karlsson, B.Å., 2004. SITA, Helsingborg, pers komm.
17. Broman, S., 2004. EGTE-teknik AB, Nyköping, pers komm.
18. Larsson, J., 2004. Interconsult i Falkenberg AB, pers komm.
19. Wadman, M., 2004. Wedholms Rostfria AB pers komm.
20. Bjernersjö, M., 2004. Svensk Biogas AB, Linköping, pers komm.
21. Pettersson, L., 2004. Kalmar Vatten och Renhållning AB, pers komm.
22. Hjort-Gregersen, K., 2004. Foreningen for danske biogasanlæg, Danmark, pers komm.
23. Nicolajsen, I., 2004. Branscheforeningen for Biogas, Danmark, pers komm.
24. Senter-Nilsson, B., 2004. Branscheforeningen for Biogas, Danmark, pers komm.
25. Jensen, E., 2004. Ribe Biogasanläggning, Danmark, pers komm.
26. Barth, J., 2004. European Compost Network ECN/ORBIT e.V, pers komm.