

Utilizarea gunoiului de grajd lichid ca îngrășământ agricol în Sud-Estul Europei

Manual pentru
producători agricoli



Farmers Handbook

Use of liquid manure as an agricultural fertilizer in Southeastern Europe

Руководство для сельскохозяйственных производителей

Использование жидкого навоза в качестве сельскохозяйственного удобрения на Юго-Востоке Европы

RO	Utilizarea gunoiului de grajd lichid ca îngrășământ agricol în Sud-Estul Europei	3
EN	Use of liquid manure as an agricultural fertilizer in Southeastern Europe	57
РУ	Использование жидкого навоза в качестве сельскохозяйственного удобрения на Юго-Востоке Европы. ..	111

Utilizarea gunoiului de grajd lichid ca îngrășământ agricol în Sud-Estul Europei

(Moldova, România, Serbia, Ucraina)

MANUAL PENTRU PRODUCĂTORI AGRICOLI

Traducere în limba română

Editura

Maschinenring Kommunalservice GmbH
Götzenbreite 10
Tel. +551 488887 15
Fax +551 488887 19
jan.hampe@mrgoettingen.de
www.mrgoettingen.de

Autori

Maschinenring Kommunalservice GmbH
Götzenbreite 10
37124 Rosdorf
Tel. +49 551 488887 15
Fax +49 551 488887 19
jan.hampe@mrgoettingen.de
www.mrgoettingen.de
Jan Hampe și Dennis Uhlendorff

Spelleken Assoc. Economist Hans-Gerd Spelleken
Zum Simmig 13
63755 Alzenau
Tel. +49 6023 503288
Fax +49 6023 503289
spelleken@spellekenassociates.de
www.spellekenassociates.de
Hans-Gerd Spelleken

Bun de tipar: Noiembrie 2021

Redactori

Spelleken Assoc.
Natalia Bodiu și Marius Kleilein

Unitatea II UBA 2.8 Agricultură
Anne Biewald și Doris Fuchs

Unitatea I UBA 1.2 Strategii internaționale de durabilitate, Politică și transfer de cunoștințe,
Programul de asistență consultativă pentru unitatea de servicii de proiect (AAP)
Dr. Sonja Otto

Machetare: Corneliu Comendant

Versiune PDF: <https://www.mrgoettingen.de>; <http://www.biodeseuiri.md/biodeseuiri>

© Kassel, Noiembrie 2021



Acest proiect a fost finanțat de Programul de Asistență Consultativă (AAP) al Ministerului Federal German al Mediului pentru protecția mediului în țările din Europa Centrală și de Est, Caucaz și Asia Centrală și alte țări învecinate cu UE. A fost supravegheat de Agenția Germană de Mediu. Responsabilitatea pentru conținutul acestei publicații revine autorilor.

Cuprins

Introducere	7
1. Gunoiul de grajd ca îngrășământ agricol	9
2. Impactul gunoiului de grajd asupra mediului	12
3. Instalații de biogaz	14
4. Stocarea și construcția rezervoarelor și containerelor	17
5. Separarea	23
6. Planificarea aplicării la sol	26
7. Perioadele de restricție a utilizării gunoiului de grajd lichid	29
8. Transportarea gunoiului de grajd lichid la câmp	32
9. Tehnologie de aplicare și injectare la suprafață	34
10. Comercializare și logistică	38
11. Localizarea echipamentului tehnic agricol	41
12. Norme de conduită	44
13. Recomandări	47

Cuprins

INFOGRAFICE

- Infografic 1: Circulația nutrienților11
- Infografic 2: Acumularea gunoiului de grajd în zootehnie18
- Infografic 3: Detectarea scurgerilor fără etanșarea suprafețelor22
- Infografic 4: Proprietățile gunoiului de grajd înainte și după separare25
- Infografic 5: Proprietățile gunoiului de grajd de porc și bovine27
- Infografic 6: Graficul de utilizare a gunoiului de grajd lichid30
- Infografic 7: Calcule globale brute pentru Moldova39
- Infografic 8: Valoarea adăugată brută a construcției și asamblării unui rezervor pentru gunoi de grajd lichid ...42
- Infografic 9: Ordonanța privind instrucțiunile de utilizare pentru substanțele periculoase..46

BLOCURI TEMATICE

- Invenția îngrășământului mineral9
- Ce este azofoska (NPK).....10
- Oxid de azot13
- Consiliul de administrație german pentru tehnologie și construcții (KTBL)19
- Caracteristici speciale ale construcției de instalații de stocare în Germania:
Sistemul de detectare a scurgerilor21
- Registrul de prelucrare a terenului agricol28
- Spectroscopie în infraroșu apropiat (NIR)28

ANEXE

- Anexa 1: Surse de informații49
- Anexa 2: Rate de conversie pentru animale și unități de bovine.....50
- Anexa 3: Regulament JGS (Sisteme de stocare și prelucrare a dejecțiilor
lichide, gunoiului de grajd lichid și silozului)51

Introducere

Acest manual a apărut ca rezultat al unei campanii privind **importanța gunoiului de grajd lichid pentru fertilizare** în agricultură. Această campanie a fost realizată de Maschinenring Kommunalservice Göttingen și Spelleken Assoc. cu sprijinul Agenției Federale pentru Protecția Mediului în vara și toamna anului 2020 în Republica Moldova. Manualul a fost elaborat la solicitarea fermierilor moldoveni, iar succesul proiectului se datorează în mare măsură colaborării lor active. Moldova este un bun exemplu de agricultură orientată spre normele UE în sud-estul Europei. Moldova nu este unica țară în acest sens, fiind urmată de alte țări importante precum România, Serbia și Ucraina. Legislația lor este, sau se bazează sau urmează să se bazeze din ce în ce mai mult pe reglementările UE, produsele lor sunt livrate în UE și toate condițiile de protecție a mediului corespund prescripțiilor și modelelor UE. Scopul acestei transformări este **cooperarea îmbunătățită și interconectată între gospodăriile animale și agricole** în ceea ce privește gunoiul de grajd lichid și solid.

Acest manual arată modul în care o utilizare compatibilă din punct de vedere ecologic și operațional a gunoiului de grajd lichid din fermele zootehnice ale țării poate fi intercalată în celelalte domenii ale sectorului agricol. El definește **gunoiul de grajd lichid ca îngrășământ agricol** (Capitolul 1), descrie posibilitatea unei **poluări a mediului** (Capitolul 2) și importanța **insta-**

lațiilor de biogaz (Capitolul 3) în lanțul valoric. Începând cu capitolul 4 se explică **stocarea** gunoiului de grajd lichid, construcția **recipientelor** necesare și se descrie separarea particulelor solidelor și a gunoiului de grajd lichid pentru o transportare mai eficientă (Capitolul 5). Manualul conține, de asemenea, informații cu privire la **investigarea diferitelor forme de gunoi de grajd** și calculul dozei de aplicare a diferitelor forme de gunoi de grajd (Capitolul 6), cele mai potrivite **perioade de aplicare** sau **de restricție** a îngrășământului pe parcursul anului (Capitolul 7) și oferă sfaturi practice pentru **transportarea** gunoiului de grajd la câmp (Capitolul 8) și **aplicarea** lui la sol (Capitolul 9). Perspectivele asupra **pieței și logisticii** gunoiului de grajd în sud-estul Europei, folosind ca exemplu Republica Moldova, sunt prezentate în Capitolul 10, iar oportunitățile pentru **tehnologia agricolă localizată în regiune** sunt prezentate în Capitolul 11. Capitolul 12 conține recomandări importante privind **manipularea substanțelor periculoase** din gunoiul de grajd lichid. În final, rezumăm cele mai importante sfaturi într-o **listă de indicii** (Secțiunea 13).

La crearea acestui manual au contribuit: **Maschinenring Göttingen**, care a fost fondată în 1965 și în 1995 a creat Maschinenring Kommunalservice (MRK) Göttingen în calitate de filială a MR Göttingen și Kassel. În total circa 1100 de întreprinderi agricole în calitate de membri și aproxi-

mativ 250 de instalații de biogaz de diferite categorii sunt coordonate în Germania în parteneriat agricol. În calitate de Societate cu Răspundere Limitată (GmbH), MRK Göttingen coordonează alte zece companii de furnizare a serviciilor. Printre acestea se numără, pe lângă diverse servicii de comercializare a biogazului pe piața de energie electrică, planificarea și coordonarea instalațiilor de biogaz, în special întreprinderea de distribuție a gunoiiului de grajd lichid GAG.

Spelleken Asoc. este o companie de consultanță din Alzenau din Franconia Inferioară, care proiectează și implementează proiecte complexe în Europa de Sud-Est și America Latină. Spelleken Asoc. sprijină timp îndelungat Convenția pentru apărarea drepturilor omului (MRK) în Europa de Sud-Est. Autorii acestui manual sunt fermierii Dennis Uhlendorff și Jan Hampe și economistul pentru dezvoltare Hans-Gerd Spelleken. Editarea a fost realizată de experți de la Agenția Federală de protecție a Mediului din Germania (UBA) și Marius Kleilein (MRK).

Capitolul 1:

Gunoii de grajd lichid ca îngrășământ agricol

Gunoii de grajd este un amestec de excremente și urină de la animalele de fermă, în special porci și bovine. În trecut, la fel ca și astăzi, în fermele mici și mijlocii, gunoii de grajd constă din mase fecale animale amestecate cu paie.

Gunoii de grajd și excrețiile animale nu sunt deșeuri! Mai degrabă, este un îngrășământ organic natural și valoros. Gunoiul de grajd este format din substanțe nutritive

și materie organică, dizolvate în apă, cu un conținut sporit de minerale. El conține nutrienți de bază, cum ar fi azotul, fosforul și potasiul (azofoska). Mirosul puternic al gunoii de grajd se datorează gazelor de dioxid de carbon, amoniac, metan și sulfat de hidrogen eliberate în timpul excreției.

Înainte de apariția fertilizării minerale, fertilizarea solului cu gunoi de grajd și excreții animale solide era singura modalitate de a

Invenția îngrășământului mineral

Plantele extrag substanțele nutritive și sărurile minerale din sol. Nutrienții ajung astfel în culturile recoltate. În funcție de componența minerală a solului, acesta se epuizează după câteva recolte. Dar există o contramăsură: **fertilizarea**.

Cea mai veche mențiune în literatura mondială despre fertilizare apare în Occident în Odissea lui Homer, în secolul al VIII-lea î.Hr. În curtea fermei lui Ulise, o grămadă de bălegar elimina mirosuri până când conținutul său a fost răspândit pe câmp.

Îngrășământul verde din plante colectoare de azot, care apoi erau introduse în arătură, apare mai târziu la romani. Neprelucrarea temporară a pământurilor ca parte a rotației triennale de cultivare a fost, de asemenea, o măsură răspândită pe larg în Evul Mediu, pentru a permite zonei cultivate să-și revină înainte de următoarea perioadă de vegetație. Între timp, intemperii cauzau eliberarea mineralelor din rocă din sol, acestea devenind astfel disponibile pentru următoarelor culturi.

Alchimistii medievali cercetau posibilitățile de creștere a recoltelor în agricultură. În vremurile moderne, s-a examinat fiziologia nutrițională a plantei și aprovizionarea cu nutrienți a solului. După ce Justus von Liebig (1803-1873) și-a formulat constatările privind necesitatea fertilizării solului, pierderile de săruri minerale din sol au început să fie compensate prin fertilizare.

În anii 1905-1908, chimistul Fritz Haber a elaborat sinteza catalitică a amoniacului. Industriașul Carl Bosch a reușit apoi să descopere un proces, care a permis producerea în masă a amoniacului. Această metodă Haber-Bosch a constituit baza pentru producția de îngrășământ sintetic cu azot.

Începând cu cel de-al Doilea Război Mondial, îngrășămintele cu compoziții diferite au primit o răspândire din ce în ce mai largă pe piața țărilor industrializate și celor în curs de tranziție economică. Utilizarea lor a devenit un standard în gospodăriile agricole moderne, dar a făcut obiectul presiunii criticilor publice în anii 1980 din cauza riscurilor legate de mediu și a alternativelor naturale¹.

¹ Sursa: <https://www.planet-wissen.de>

stabiliza și, respectiv, a crește recoltele. Valoarea gunoiului de grajd este cunoscută de secole și a fost mereu practică pe larg în trecut. Odată cu descoperirea îngrășământului mineral (vezi blocul tematic de mai jos), aceste cunoștințe au fost date uitării.

Azotul, fosforul și potasiul sunt esențiale pentru o bună creștere și un randament sporit al plantelor.

Pe lângă efectele nutritive și fertilizante, gunoiul de grajd are un avantaj decisiv față de îngrășământul mineral: substanța organică conținută în gunoiul de grajd contribuie la formarea humusului în sol. Humusul servește drept mecanism de captare și acumulare a apei, sporește fertilitatea solului și, sub formă de humus nutritiv, servește ca îngrășământ de rezervă.

Ce este azofoska (NPK)

Abrevierea **NPK** denumește principalii nutrienți din componența îngrășământului azofoska, care contribuie la creșterea plantelor și la sporirea randamentelor în agricultură. Acestea se găsesc în concentrații mari în îngrășămintele minerale, precum și în gunoiul de grajd lichid și excrețiile animale solide.

N = azot, există în formă minerală și organică. Azotul servește drept stimulator de creștere pentru plante. Plantele absorb azotul în principal sub formă de nitrați; amoniul și ureea pot fi, de asemenea, preluate direct. Așa-numita mineralizare (descompunerea materiei organice în materie anorganică de către microorganisme) face ca azotul organic să fie disponibil pentru plante. Nitrații pot fi spălați rapid din sol prin precipitații, în timp ce amoniul se leagă de mineralele argiloase din sol și este folosit pentru a forma ulterior humus, precum și pentru a asigura plantelor aprovizionare cu azot pe termen lung. Planta transformă azotul în proteine, care sunt necesare pentru creștere și reproducere. Lipsa de azot poate fi recunoscută prin decolorarea frunzelor (culoare verde deschis), iar creșterea plantei este inhibată semnificativ. Prea mult azot duce la supraînzărire (frunzele capătă o culoare verde intens cu nuanță albastrie, lăstari moi), la spălarea mineralelor din sol și astfel la efecte negative asupra apelor subterane. Absorbția de azot de către plante poate fi, de asemenea, inhibată de lipsa altor nutrienți, cum ar fi potasiul.

P = fosfor, este prezent în sol în mod natural, dar poate fi absorbit de plantă doar parțial. Ca macronutrient, fosforul

este indispensabil pentru metabolismul plantelor. Pe lângă construirea enzimelor vegetale și funcția principală a multor sinteze de vitamine și proteine, fosforul are, de asemenea, un rol important în formarea semințelor și fructelor. Disponibilitatea fosforului depinde de valoarea pH-ului din sol. O valoare prea mare a pH-ului duce la fixarea fosforului în sol, datorită cărui fapt el nu poate fi absorbit de plantă. Pe lângă beneficiile pentru plantă, fosforul servește și la îmbunătățirea structurii solului, adică condiționează o afânare și fermentare mai bună a solului. Ambele substanțe fac pământul mai fin și afânat, mai ales după arat. Lipsa de fosfor poate fi recunoscută după căderea și colorarea roșu-violet a frunzelor mature. Dezvoltarea radiculară este în mod clar redusă, iar metabolismul plantei este perturbat.

K = potasiu (denumit și potasă = carbonat, hidroxid sau clorură de potasiu), la fel ca azotul și fosforul, reprezintă un macronutrient important pentru plantă și participă la procesul de fotosinteză a plantelor. Potasiul favorizează formarea și stocarea carbohidraților. El favorizează echilibrul hidric al plantei, prin urmare aceasta dă dovadă de mai multă rezistență la stresul cauzat de secetă. În plus, potasiul favorizează rezistența plantei atât la boli, cât și la riscul de deformare (îndoire a culturilor agricole) prin stabilizarea țesutului de susținere al plantei. În caz de lipsă de potasiu, plantele capătă o aparență de ofilire și un aspect lipsit de viață. Parțial frunzele capătă o culoare verde deschis de la margini spre centru.

Gunoiul de grajd lichid folosit ca îngrășământ poate contribui astfel în mod decisiv la sporirea randamentului recoltei. Pe lângă principalii nutrienți NPK (azot, fosfor, potasiu), gunoiul de grajd lichid conține și micronutrienți pentru plante și sol, pe care îngrășămintele minerale comerciale nu le oferă.

Gunoiul de grajd lichid este, prin urmare, un îngrășământ natural, valoros, care este generat automat în procesul de creștere a animalelor. Acesta devine astfel elementul de bază al circulației nutrienților în cooperarea dintre gospodăriile agricole și cele de creștere a animalelor.

În primul rând, gunoiul de grajd lichid este colectat la fermele de animale și depozitat în rezervoare de gunoi de grajd. Apoi este aplicat pe câmp ca îngrășământ și absorbit

treptat de plante. Plantele, care cresc respectiv mai bine, sunt ulterior recoltate și folosite din nou ca hrană pentru animale, astfel ciclul este închis (vezi Infograficul 1).



Infografic 1: Circulația nutrienților

Capitolul 2:

Impactul gunoiului de grajd lichid asupra mediului

Gunoiul de grajd lichid poate fi atât un blestem, cât și o binecuvântare. Primul se aplică atunci când nutrienții din gunoiul de grajd nu sunt utilizați sistematic și profesional, ci sunt evacuați în sol și apă nefiltrați și în cantități excesive. Acest lucru poate duce la deteriorarea considerabilă a echilibrului ecologic. Și invers - este o binecuvântare atunci când îmbogățește solul în doza potrivită și sporește astfel productivitatea agriculturii. Acest capitol se referă la daunele care trebuie evitate.

Mai întâi de toate, trebuie de evitat faptul ca gunoiul de grajd să pătrundă în apele de suprafață sau subterane. În general există trei căi de infiltrare a gunoiului de grajd în sursele de apă:

1. Recipiente de stocare neetanșe (care prezintă scurgeri);
2. Aplicare incorectă la sol;
3. Fertilizarea excesivă.

De regulă, gunoiul de grajd lichid pătrunde în apele de suprafață prin rezervoare de stocare neetanșe. Ulterior, gunoiul de grajd lichid ajunge la suprafață prin șanțurile de drenaj pluvial ale fermelor în apele de suprafață sau se scurge direct sub spațiile de stocare.

În afară de aceasta, gunoiul de grajd lichid este uneori aplicat în zonele agrico-



Fig. 1: *Phaeocystis algae (Spuma de alge)*

le la momentul nepotrivit. De exemplu, gunoiul de grajd lichid nu se aplică pe soluri înghețate sau saturate cu apă după ploi abundente. În caz contrar, mai ales pe terenuri deluroase, există riscul ca o parte din gunoiul de grajd lichid să nu se infiltreze în pământ, ci mai degrabă să se scurgă pe suprafață prin șanțurile de drenaj în apele terestre. Mai multe detalii cu privire la perioadele potrivite pentru a aplica gunoiul de grajd lichid pot fi găsite în Capitolul 7.

Dacă cantitatea de îngrășământ aplicată constant este prea mare, excesul de azot și, în unele cazuri, și fosfor, se acumulează și este spălat în apele subterane, de unde pătrunde în râuri. Acest proces este unul îndelungat, și poate dura de la 10 până la 30 de ani. În acest sens, desigur, este nevoie de timp pentru ca situația să revină la normal. Doar atunci când poluarea cu exces de îngrășăminte în apele subterane



❶ Fig. 2: Alge verzi în Marea Nordului

va scădea, aportul de nutrienți în apele terestre se va normaliza din nou.

Dacă gunoiul de grajd lichid pătrunde în apele terestre prin căile de pătrundere menționate, apele se pot „eutrofiza” și, în cele din urmă, „altera” în rezultatul unui proces mai îndelungat de aport excesiv al nutrienților. Aceasta înseamnă că prea multă materie organică - de exemplu sub formă de alge - se formează într-o sursă de apă din cauza aportului suplimentar de azot și mai ales de fosfat. Această materie organică consumă cea mai mare parte a oxigenului din apă, iar celelalte organisme vii prezente în apă pot muri din cauza lipsei de oxigen. În final se formează procese anaerobe, apa începe să elimine miros neplăcut și „să se altereze”.

Excesul de azot prezintă pericol nu doar pentru apele terestre, ci și pentru cele subterane. În sol, azotul este transformat în nitrat. Acest nitrat se scurge apoi treptat din stratul superior al solului în stratul penetrat de ape subterane. Acest lucru duce apoi la faptul că valoarea limită actuală a nitraților (50 mg/litru) din directiva UE privind apele subterane este depășită.

Conținutul crescut de nitrați în apele subterane duce, de asemenea, la proporții crescute a acestora în apa potabilă, care provine, de regulă, din apele subterane. Dacă nitrații pătrund prin apa consumată în corpul uman, aceștia se transformă ulterior în nitriți. Conținutul prea mare de nitriți în apa potabilă poate dăuna semnificativ sănătății, în special a sugarilor.

Utilizarea îngrășămintelor provoacă, de asemenea, emanarea oxidului de azot, deoarece atât gunoiul de grajd și bălegarul, cât și îngrășămintele minerale (adică cele produse industrial), conțin azot. Odată supuși procesului de descompunere, acești compuși azotați produc, printre altele, oxid de azot².

Oxidul de azot

Oxidul de azot (N₂O) este un „gaz cu efect de seră” care este de aproximativ 300 de ori mai dăunător pentru climă decât dioxidul de carbon (CO₂). Principalele surse de proveniență a oxidului de azot sunt îngrășămintele azotate în agricultură și creșterea animalelor, procesele din industria chimică și procesele de ardere.

Așadar, agricultura contribuie în mare măsură la emisiile de oxid de azot. În același timp există o diferență între emisiile directe și indirecte de oxid de azot. Emisiile directe de oxid de azot provin din procesele agricole: emisii de azot reactiv din îngrășămintele organice și minerale și emisiile de azot atmosferic, precum și azotul reactiv (Nr) din sol din reziduuri de origine vegetală și fixarea biologică a azotului de către plantele proteice (leguminoase). Emisiile indirecte de oxid de azot apar în condițiile în care compușii reactivi de azot, cum ar fi nitrații și amoniacul, ajung în mediul înconjurător. Oxidul de azot este produs din compușii reactivi de azot în procesele de nitrificare și denitrificare. În producția agricolă, emisiile de oxid de azot se datorează în principal utilizării îngrășămintelor cu azot. Pe lângă utilizarea unor cantități

anumite de îngrășământ cu azot sau var, alți factori, precum clima, temperatura, proprietățile solului și tehnologia îngrășămintelor, determină volumul de emisii de gaze cu efect de seră.

Pe mlaștinile și pajiștile reabilitate, conținutul ridicat de humus după fertilizare are ca rezultat o emisie deosebit de mare de gaze cu efect de seră (pe lângă oxid de azot, și CO₂). Aceste emisii de gaze cu efect de seră pot fi reduse prin îmbunătățirea productivității azotului. Surplusurile de azot pot fi reduse prin determinarea necesității de îngrășămintele plantelor, inclusiv bilanțul de humus, și prin analiza conținutului de nutrienți din componența îngrășămintelor organice. Pe termen lung se va utiliza circa 90 de kilograme pe hectar anual, cu condiția că o parte din îngrășământ este gunoi de grajd³. Datorită Protocolului de la Kyoto, care desemnează reducerea gazelor cu efect de seră ca fiind obligatorie, statele membre participante la Convenția-cadru a Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice trebuie să ia măsuri pentru reducerea emisiilor de N₂O, reducerea surplusului de azot fiind o contribuție importantă⁴.

² Sursa: <https://www.lfu.bayern.de>

³ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-14_texte_33-2021_tierhaltung_bf_0.pdf

⁴ Sursa: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/soil-agriculture/ecological-impact-of-farming/nitrous-oxide-methane>

Capitolul 3:

Instalații de biogaz

Gunoii de grajd lichid este o resursă multifuncțională, care oferă fermierilor posibilitatea de a construi instalații de biogaz (IBG). Înainte de a fi distribuit pe câmp, gunoiul de grajd lichid este direcționat prin această instalație. Fermentarea gunoiului de grajd lichid în IBG produce energie (electricitate și căldură). Aceasta poate fi folosită pentru uz personal sau vândută pe piața națională de energie electrică.

Într-o instalație de biogaz, materialele organice precum gunoiul de grajd lichid, bălegarul, porumbul sau sfecla de zahăr sunt descompuse în mod anaerob (fără oxigen), cu ajutorul bacteriilor, cu scop de a produce biogaz combustibil. Cu acest biogaz poate fi operată o unitate combinată de căldură și energie pentru a genera energie electrică și termică. Deșeurile vegetale din instalațiile de biogaz care rămân după ardere pot fi apoi aplicate pe câmp ca îngrășământ lichid (dejecții animaliere). Acesta trebuie aplicat aproximativ în același mod ca și gunoiul de grajd netratat, care face obiectul acestui manual în calitate de material de bază.

O altă alternativă de utilizare a instalațiilor de biogaz este de a procesa materialul organic (sau doar gunoiul de grajd) în biometan și direcționarea lui în rețeaua de gaze naturale. Cu toate acestea, acest lucru deseori eșuează din cauza opțiunii contractuale față de furnizorul de gaze naturale (tarif de

alimentare) sau pentru că starea tehnică a rețelelor existente lasă de dorit (sunt învechite). În Moldova nu există o referință corespunzătoare; MoldovaGaz va fi probabil dispusă să accepte biogaz în rețea doar în rezultatul unui efort considerabil de negociere.

Instalațiile de biogaz pot reprezenta o sursă suplimentară de venit pentru fermieri datorită posibilităților de direcționare a biometanului în rețeaua de gaz. În Germania, ca urmare a acestui fapt, veniturile fermierilor au crescut cu aproximativ 50%, conform datelor din rețeaua MRK. Chiar dacă acest lucru nu va fi deocamdată fezabil în Republica Moldova, instalațiile de biogaz sunt încă o posibilitate de a genera energia necesară în gospodăriile agricole și de creștere a animalelor și în țară sub formă de energie electrică și termică, diminuând astfel cheltuielile aferente. Deoarece fermentarea deșeurilor agricole nu eliberează CO₂, instalațiile de biogaz reprezintă o contribuție importantă la tranziția energetică (trecerea la surse alternative de energie). În Germania, cele 9.000 de instalații de biogaz produc aproximativ 5% din necesarul total de energie al țării. Aceasta este foarte mult, deoarece electricitatea generată aici este potrivită și pentru sarcini de bază și de vârf. Potrivit pentru sarcinile de bază - înseamnă că instalațiile de biogaz funcționează continuu (repartizat pe parcursul zilei fără



❶ Fig. 3: Instalația de biogaz în Rosdorf

pauze de noapte și repartizat pe parcursul anului fără fluctuații sezoniere) și, astfel, livrează electricitate în rețea la o rată relativ constantă. Potrivit pentru sarcini de vârf - înseamnă că contribuția instalațiilor de biogaz poate fi solicitată de centrele de control ale rețelelor electrice naționale în perioadele de cerere mare de energie electrică.

Ca și în majoritatea țărilor europene, Moldova are și o procedură de aprobare pentru noile centrale de biogaz cu alocarea unui tarif de alimentare cu energie electrică. Această procedură este absolut funcțională și duce la un tarif mediu de aproximativ 0,10 EUR per kWh cu protecție legală timp de aproximativ 15 ani.

La planificarea instalației, se decide cât de economic și profitabil va fi proiectul. Este larg răspândită planificarea bazată pe modulele oferite de producătorul sistemului. În Germania activează câteva sute de companii mijlocii și câteva mii de companii mai mici care pot planifica și construi centrale

de biogaz. Asamblarea și construcția unui sistem se aseamănă cu un mare proiect artizanal în care sunt conectate până la 50 de componente individuale. Acest lucru le permite fermierilor să dea comandă de produse și soluții individuale, astfel încât instalația combinată de căldură și energie să se potrivească exact gospodăriei agricole respective. Autorii acestui manual afirmă că dimensiunile unei astfel de instalații pot fi de așa natură încât ea să fie capabilă să prelucreze și deșeuri de la fermierii învecinați sau de la companiile industriale regionale, care, de exemplu, pot livra produse alterate de gen lactate sau pulpă de sfeclă în calitate de co-substraturi.

Notă: În 2019 în Republica Moldova a fost creat un atlas cu privire la substraturi www.biodeseur.md, care are ca scop promovarea cunoașterii și afinitățile legate de co-substraturi.

Planificarea individuală a sistemelor de acest gen ar trebui să fie elaborate cu viitoa-

re perspectivă, astfel încât să poată anticipa viitoare schimbări și evoluții sau, de exemplu, schimbul de generații cu efecte corespunzătoare asupra substraturilor și structurilor organizaționale. Pe termen lung, o instalație combinată de căldură și energie, bazată pe acest model, este mai avantajoasă din punct de vedere economic.

O instalație de biogaz poate funcționa pe bază pe gunoi de grajd lichid de porc, bovine sau pasăre. O capacitate de aproximativ 250 kW corespunde unei ferme cu aproximativ 120 de vaci și aproximativ 60 de hectare de teren arabil. Potrivit cercetărilor autorilor, cele mai potrivite sisteme de acest gen pentru Republica Moldova ar fi cele de la 250 kW în sus, deși sisteme municipale de până la aproximativ 4 MW pot de asemenea prezenta interes. Un sistem comunal necesită un management modern, transparent și agil, inclusiv din partea orașului sau a districtului. Costul construcției este de aproximativ 3.000 de euro per watt, astfel încât construirea unui sistem de 500 kW în Moldova ar costa în jur de 1,5 milioane de euro.

La achiziționarea componentelor, pompele și, în special, sistemele electronice ar trebui să fie de cea mai înaltă calitate, în timp ce betonul și cablajul, precum și foliile și alte componente prefabricate pot fi achiziționate relativ ieftin în întreaga lume. Este recomandabil ca construcția în sine să aibă loc sub conducerea și supravegherea noastră.

De asemenea, funcționarea unei instalații de biogaz urmează să fie organizată ca o colaborare cu participarea unor competențe locale la funcțiile de bază, de exemplu un specialist disponibil la nivel local și o companie inginerescă disponibilă la nivel regional. În capitalele există instituții de învățământ individuale care deja oferă studii și competențe în domeniul instalațiilor de biogaz (exemplu în Moldova - Colegiul Ecologic din Chișinău), precum și companii individuale, care se ocupă de acest subiect de specialitate. Dacă doriți să construiți o instalație de biogaz după modelul „Bauherrnmodell” (în acest model, investitorul nu acționează ca destinatar final al proprietății, ci ca constructor), MRK își oferă serviciile în vederea unui ajutor permanent în cadrul unui contract de întreținere sau asistență.

Capitolul 4:

Stocarea și construcția rezervoarelor și containerelor

Planificarea și construcția unei instalații de stocare a gunoiului de grajd lichid necesită mai întâi o evaluare a volumului de stocare. Calculul se face pe baza numărului de animale din fermă, precum și a perioadei de restricție cu privire la utilizarea gunoiului de grajd lichid, a suprafeței gospodăriei agricole, a cantităților de producție a animalelor și a stabilirii necesarului de îngrășămintă. În Germania, în prezent este solicitată o perioadă minimă de stocare de șase luni și o capacitate minimă de stocare de nouă luni pentru fermele cu un număr mare de animale fără a fi necesar un certificat de suprafață corespunzător. Recomandăm companiilor din sud-estul Europei să planifice instalații de aceeași capacitate. Acest lucru le-ar oferi un avantaj, în cazul în care aceste cerințe impuse de UE ar trebui aplicate la nivel național.

În Germania, capacitatea minimă de stocare este verificată de către autoritatea de supraveghere responsabilă în faza de solicitare a cererii de autorizație pentru construcție. Pe durata acestei faze, autoritățile responsabile din domeniul construcțiilor colaborează îndeaproape cu autoritățile de supraveghere (de exemplu, Camera Agricolă). Evaluarea necesităților se calculează prin urmare cu ajutorul autorităților și asociațiilor, sau chiar cu ajutorul autorităților de supraveghere responsabile.

Pe lângă elementele fundamentale structurale necesare - de exemplu reglementările DIN (Institutul German de Standardizare) privind calitatea betonului și calitatea armăturii din oțel - în Germania este, de asemenea, verificată cu atenție și locația depozitului planificat, eventual împreună cu un raport cu privire la emisii. În ceea ce priveș-

Consiliul de administrație german pentru tehnologie și construcții (KTBL)

În Germania, de exemplu, baza pentru calcularea numărului de animale sunt fie datele de la Consiliul de administrație german pentru tehnologie și construcții în agricultură (KTBL), fie datele de la autoritatea de supraveghere responsabilă.

Datele KTBL reprezintă un stoc extins de date din literatura de specialitate privind calculele de planificare agricolă, care inclu-

de valori din toate domeniile agriculturii. Acestea sunt utilizate în principal pentru evaluările de afaceri.

Aceste standarde sunt numite diferit în fiecare țară europeană și trebuie solicitate autorității competente înainte de planificarea unei instalații de stocare a gunoiului de grajd lichid la Chișinău / Kiev.

te problema amplasării, un rol important îl joacă și distanțele minime aplicabile în prezent conform planului amplasării instalației față de zone rezidențiale, râuri și șanțuri, drumuri principale, puțuri și întreprinderi sau gospodării agricole învecinate.

Cantitățile de producție ale animalelor servesc drept bază în calcularea necesarului de

stocare a gunoiului de grajd. Infograficul 2 arată cantitatea de gunoi de grajd produsă pe fiecare animal anual. Coloana unu denumește specia de animale, coloana doi - cantitatea de produs (lapte sau carne) pe an sau într-o altă perioadă ca bază de calcul, coloana a treia - cantitatea de gunoi de grajd produsă în metri cubi. Coloana patru desemnează vizual specia.



În Germania, sunt interzise proiectele de construcție a instalațiilor de stocare a gunoiului de grajd lichid în zonele inundabile, zonele de protecție a naturii și a peisajului sau în zonele ecologice prioritare. Subsolul trebuie să reziste masei structurii planificate, motiv pentru care în Germania se efectuează o examinare a solului înainte de a începe construcția.

De asemenea, trebuie luată în considerare direcția principală a vântului, acesta fiind unul din factorii de bază în ceea ce privește emisiile cauzate de creșterea animalelor. Se recomandă autorităților de monitorizare să întocmească mai întâi un raport de emisii sau să consulte site-ul privind emisiile. Instalarea unui acoperiș anti-emisii poate facilita considerabil obținerea aprobării unui construcții de acest gen.

După ce locația și volumul de stocare, adică dimensiunea containerului, sunt determinate, planificarea ulterioară a instalației poate fi continuată. Mai departe fermierul poate decide cu privire la o variantă a instalației de stocare a gunoiului de grajd lichid și poate alege între elemente prefabricate ale instalației, amestecuri gata de beton sau rezervoare din oțel. Toate opțiunile menționate au proprietăți, avantaje și dezavantaje diferite, pe care le vom descrie mai jos:

Infografic 2: Acumularea gunoiului de grajd lichid în zootehnie

Fig. 4: Bazin de pământ (terestru)



Bazinele terestre sau lagunele sunt bazine construite în pământ din baraje, care sunt complet căptușite și etanșate cu folie din polietilenă de înaltă densitate (impermeabilă). În funcție de țară și de stat federal, acestea în mare parte nu mai sunt aprobate în prezent pentru stocarea gunoiului de grajd lichid în UE, deoarece riscul de scurgere a gunoiului de grajd lichid este foarte mare, precum și nivelul emisiilor foarte ridicat, datorită suprafeței extinse a bazinelor de stocare. Rezervoarele de stocare de acest gen deja existente trebuie verificate în mod regulat, în special se verifică dacă joncțiunile sunt bine etanșate. Bazinele pot fi echipate cu dispozitive de agitare. În funcție de regiune, pereții pot fi din beton sau pământ.

În UE, cel mai frecvent utilizate în calitate de rezervoare de gunoi de grajd lichid sunt rezervoarele din beton armat. Orice recipient mai înalt de acest gen este de obicei turnat din beton armat. Acesta poate fi situat în întregime deasupra solului, parțial afundat în sol sau complet subteran. De regulă distingem două sisteme:



Fig. 5: Rezervor din amestec de beton

1. Construcție din beton gata amestecat:

Aici containerul este turnat din beton cu ajutorul unui sistem de cofraj pe șantier, după care masa turnată se întărește și poate fi pusă în funcțiune după aproximativ patru săptămâni.



Fig. 6: Rezervor prefabricat

2. Pereți prefabricați: aici doar fundul recipientului (rezervorului) este turnat la fața locului. Apoi elementele prefabricate din beton sunt fixate în formă de inel, joncțiunile sunt unite și turnate cu beton. Punerea în funcțiune a acestui tip de rezervor se face după expirarea unui termen de patru săptămâni.



Fig. 7: Rezervor din oțel inoxidabil

Pe lângă rezervoarele din beton, sunt răspândite pe larg și **rezervoarele din oțel**. Acestea sunt comparabile cu rezervoarele din beton armat. În funcție de firma producătoare, acest rezervor poate fi atât subteran cât și terestru.

Rezervorul este asamblat din elemente de oțel și etanșat cu benzi speciale de etanșare. Unele dintre aceste containere pot fi extinse sau mărite în funcție de necesitate. În comparație cu rezervoarele din beton, acestea sunt în mare parte mai scumpe datorită oțelului inoxidabil din care sunt fabricate, dar, în același timp, și mai simple în construcție și asamblare. Rezervoarele din oțel au o perioadă de valabilitate puțin mai mare.

Tabelul comparativ 1: Instalații de depozitare a gunoiului de grajd lichid

Denumire	Caracteristica principală	Avantaje	Dezavantaje
Bazin de pământ (terestru)	Cheltuieli mai mici	Avantajos (ieftin)	nu mai este aprobat
Rezervor din beton gata amestecat	Turnat din beton	Personalizat (executat conform cerințelor clientului)	Perioada de întărire mai lungă
Rezervor prefabricat	Realizat din piese prefabricate din beton	Asamblare rapidă	Puține mărimi disponibile
Rezervor din oțel	Posibilitate de extindere	Asamblare rapidă	Costisitor

Tabelul comparativ 1 rezumă avantajele și dezavantajele celor mai răspândite metode de construcție a instalațiilor de depozitare a gunoiului de grajd lichid.

În proiectul de construcție unui rezervor de gunoi de grajd lichid ar trebui să fie prevăzute **o stație de evacuare, o groapa adiacentă și sisteme de agitare**. Stația de evacuare trebuie să fie construită în așa fel încât gunoiul de grajd lichid să poată fi reintrodus în rezervor prin groapa adiacentă. Pentru aceasta se va crea și aplica în mod imperativ un sistem de conducte. Dacă rezervorul planificat urmează să fie construit pe teritoriul unui grajd existent, sistemul de conducte și pompa trebuie să fie coordonate între ele.

Conductele trebuie proiectate astfel încât să poată rezista presiunii pompelor. În Germania, în prezent, se folosesc în mare parte țevi de presiune din polietilenă de densitate înaltă sau din oțel inoxidabil sudat sau oțel negru sudat (tablă neagră). Conductele localizate în pământ trebuie să aibă pereți dubli, astfel încât să facă posibilă monitorizarea eventualelor scurgeri.

Orificiile din peretele rezervorului la care sunt conectate conductele trebuie să fie fabricate și etanșate în conformitate cu nivelul tehnologic actual. Conectarea conductelor cu rezervorul se va efectua în mod imperativ doar prin pereții acestuia. Fundul rezervorului trebuie să rămână intact.

Figura 8 prezintă o stație de evacuare a gunoiului de grajd lichid cu groapă adiacen-



Fig. 8: Stație de evacuare a gunoiului de grajd lichid cu groapă adiacentă

tă: aici se umple sau se golește cisterna de transportare a gunoiului de grajd lichid. Plăcile de umplere și evacuare ale gunoiului de grajd lichid trebuie să fie instalate astfel, încât să fie ferite de precipitații. Plăcile trebuie să fie ușor de curățat. Acest loc trebuie conceput astfel, încât, în caz de accident, gunoiul de grajd lichid să nu se reverse pe teritoriul adiacent, ci să fie direcționat înapoi direct în rezervorul de stocare. Eventuale scurgeri sau revărsări de gunoi de grajd lichid, dejecții lichide, infiltrații de siloz sau reziduuri de fermentație și pătrunderea acestora în apele subterane, în apele de suprafață și în sistemul de canalizare trebuie prevenite în mod fiabil. Dacă este necesar, sistemele trebuie să fie asigurate împotriva flotabilității⁵.

În calitate de instalații de depozitare a gunoiului de grajd lichid sunt utilizate în cea mai mare parte sisteme staționare (fixe). Sistemele modificabile la nivel local sunt excluse în ceea ce privește gunoiul de grajd lichid și nu vor fi cercetate în continuare în acest manual din cauza situației legale

⁵ Sursa: <https://www.landkreis-waldshut.de>

foarte neclare. Posibilitatea de a utiliza așa-numitul sac pentru gunoi de grajd ca recipient de stocare permanent în locul unui sistem staționar trebuie convenită în prealabil cu autoritățile.

Sistemele trebuie să fie stabile și etanșe și să facă față sarcinilor. Regulamentul tehnic general recunoscut urmează a fi respectat cu strictețe. Același lucru se aplică conductelor, precum și gropilor de gunoi de grajd lichid⁶.

În general, cadrul legal pentru construcția sistemelor de stocare a gunoiului de grajd lichid, precum și diferitele domenii de drept, trebuie să fie coordonate cu autoritatea de supraveghere a construcției asociată. Cererea de construcție poate fi depusă doar după îndeplinirea tuturor cerințelor corespunzătoare. Pentru aceasta este necesar să consultați un specialist în planificarea construcțiilor.

Specialiștii în planificarea construcțiilor sunt liber profesioniști cu „autorizație de dare în exploatare a clădirii” (așa-numiții ingineri proiectanți). Un specialist în pla-

nificarea construcțiilor ajută, de asemenea, la stabilirea costurilor și la concluderea contractelor de construcție.

După ce autorizația de construcție a fost acordată și comanda a fost plasată la firma de construcții, construcția propriu-zisă poate începe. O măsură foarte importantă este respectarea normelor legale cu privire la construcții și reglementările cu privire la protecția apelor. În acest sens este recomandabil să angajați un inspector în construcții și un coordonator de securitate.

Înainte de a da în exploatare o instalație de stocare a gunoiului de grajd lichid, aceasta va fi supusă unui test de etanșeitate. În Germania, acest lucru se face în baza opiniei expertului. Pentru a evalua etanșeitatea instalației de stocare a gunoiului de grajd lichid, aceasta se umple cu apă până la o înălțime de 50 cm pentru cel puțin 48 de ore. O atenție deosebită se acordă etanșeității joncțiunilor și nivelului apei.

După aprobare, construcția și darea în exploatare a instalației de stocare a gunoiului de grajd lichid, se va face o veri-

Caracteristici speciale ale construcției de instalații de stocare în Germania: Sistemul de detectare a scurgerilor

În Germania, instalațiile de stocare a gunoiului de grajd lichid sunt supuse în primul rând Legii de reglementare a apelor, ordonanțelor privind sistemele de manipulare a substanțelor care poluează apa și fișei de informații JGS (gunoi de grajd lichid, dejecții lichide și infiltrații de siloz).

Construcția instalațiilor de stocare trebuie efectuată conform ultimelor reglementări ale statului federal respectiv. În acest sens o atenție deosebită trebuie acordată detaliilor. În Germania, acestea includ îmbinări elastice cu o durată de viață extinsă, o bandă de etanșare a joncțiunilor între podea și perete, rezistență la coroziune sau clase de beton specificate, cum ar fi C25 / 30, XC4, XF1, XA1. Standardele DIN (Institutului German pentru Standardizare) aplicabile în contextul țării respective urmează a fi respectate.

În Germania, sub rezervoarele sau gropile de stocare a gunoiului de grajd lichid este prevăzut un așa-numit sistem de detectare a scurgerilor: o folie de plastic este așternută sub fundul rezervorului, iar marginile acesteia sunt pliate în sus și atașate de pereții rezervorului. În canelura rezultată se plasează o conductă de drenaj.



Fig. 9: Conductă de drenaj (scurgere) cu tunel de inspecție

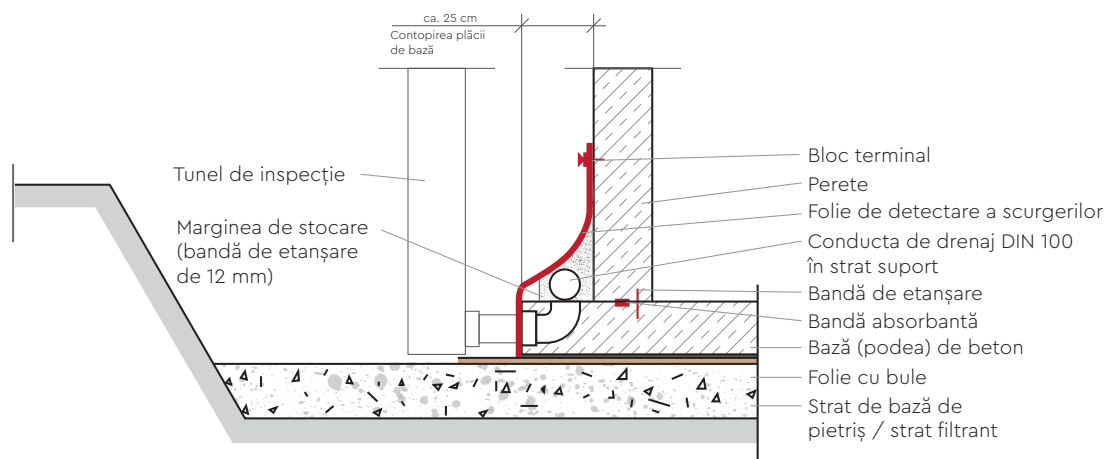
⁶ Sursa: <https://www.landkreis-waldshut.de>

ficare suplimentară cu scopul detectării scurgerilor. Acest lucru este efectuat cu ajutorul așa-numitele sisteme de detectare a scurgerilor (vezi blocul informativ) cu sau fără etanșarea suprafețelor (vezi Infograficul 3). În Germania, rezervoarele pentru gunoi de grajd lichid trebuie să fie dotate cu sisteme de detecție a scurgerilor conform noului regulament privind gunoiul de grajd lichid, dejecțiile lichide și infiltrații de siloz (JGS). Acestea sunt folosite pentru a identifica scurgerile, în special la joncțiunile între perete și fundul rezervorului.

Întreținerea și controlul regulat al instalațiilor de stocare a gunoiului de grajd

lichid trebuie planificate de la început. Acest lucru ajută la evitarea accidentelor și, mai ales, a cheltuielilor aferente suplimentare. În acest scop, rezervoarele, lagunele și gropile de gunoi de grajd lichid trebuie verificate de către operator la fiecare patru săptămâni cu scop de detectare a scurgerilor sau deformărilor, de exemplu a fisurilor în beton, a nivelului gunoiului de grajd în tunelul de inspecție sau de cercetare a joncțiunilor în bazinele de pământ. Conductele (țevile) trebuie supuse unui test de presiune o dată pe an. În unele țări, la intervale anuale, este invitat un inspector extern. În caz de îndoială, se va recurge la consultația unui specialist în inginerie.

Infografic 3:
*Detectarea scurgerilor
fără etanșarea
suprafețelor*



Capitolul 5:

Separarea

Un separator efectuează procesul de separare a particulelor solide de masa lichidă a gunoiului de grajd. În rezultatul acestui proces se separă dejecții solide de gunoiul de grajd lichid. Mai simplu spus, conținutul de nutrienți al gunoiului de grajd lichid este mai ușor de transportat, deoarece se află în substanța uscată. De asemenea, conținutul de nutrienți poate fi tratat mai bine din punct de vedere economic, deoarece stocarea este mai

ieftină și transportarea este mai eficientă. Pentru stocarea substanței uscate este nevoie doar de o placă în calitate de suprafață de stocare.

Maschinenring Kassel s-a ocupat intens de problema separării și, în cooperare cu un producător de tehnologie agricolă din Kassel, a elaborat separatorul din figura 10, adică o mașină care separă dejecțiile solide de gunoiul de grajd lichid.

● Fig. 10:
Separator în Kassel



Un separator este dotat cu o pompă mare de gunoi de grajd lichid care poate fi conectată la rezervorul de gunoi de grajd cu furtunuri de admisie și de evacuare. Această pompă direcționează gunoiul de grajd în separator care, ca o sită, filtrează materia solidă din gunoiul de grajd lichid, în timp ce gunoiul de grajd lichid este pompat înapoi în recipient. Materialul solid cernut este mai întâi stocat lângă separator. Acest material este apoi mutat pe o placă de gunoi de grajd și, ulterior, distribuit ca îngrășământ pe câmp.

Masa lichidă rămasă din gunoiul de grajd, așa-numitul digestat, este pompată înapoi în rezervorul de stocare până când poate fi aplicată pe câmp.

AVANTAJELE SEPARĂRII:

Îmbunătățirea capacității de agitare în recipiente (rezervoare)

Dejecțiile lichide din rezervoare sau substratul de fermentație din instalațiile de biogaz devin semnificativ mai ușor de agitat sau amestecat în rezultatul separării, deoarece particulele solidele (de ex. lignină/fibre de lemn sau cenușă, din substratul de fermentație - tot ceea ce bacteria nu poate procesa) sunt extrase din gunoiul de grajd lichid sau substratul de fermentație și rămâne doar gunoiul de grajd mai subțire.

Eliminarea straturilor plutitoare din rezervoare

Dacă agitarea (amestecarea) este insuficientă sau lipsește, masa se poate separa și forma așa-numitele straturi plutitoare atât în rezervoarele de stocare a gunoiului de grajd lichid, cât și în instalațiile de biogaz. Materialele fibroase ușoare, cum ar fi paie sau porumbul, plutesc deasupra și se grupează pe suprafața substratului. Stratul plutitor poate atinge o grosime de 2 până la 3 metri. În cazul rezervoarelor de stocare a gunoiului de grajd lichid, stratul plutitor poate avea sens, deoarece reduce mirosurile și emisiile de amoniac. În instalațiile de biogaz, totuși, acest lucru devine o problemă, deoarece gazul

metan care este produs rămâne blocat sub stratul plutitor. La golirea rezervoarelor, în ambele variante masa conținută trebuie amestecată în prealabil, astfel încât stratul plutitor să fie dizolvat; în caz contrar masa nu poate fi pompată. Dacă în timpul separării din separator iese doar gunoiul de grajd lichid mai subțire, acesta poate fi pompat înapoi în rezervor deasupra stratului plutitor pentru a-l dizolva și a-l menține mobil.

Îmbunătățirea capacității de pompare

Dacă gunoiul de grajd lichid sau substratul de fermentare este mai subțire după separare, acesta poate fi pompat mai ușor (presiunea este mai mică, apa curge mai repede decât gunoiul de grajd), de exemplu într-o instalație de biogaz dintr-un rezervor în altul.

Reducerea necesității de stocare cu 20 până la 30%

În rezultatul separării, aproximativ 20-30% din gunoi de grajd poate fi îndepărtat sub formă de masă solidă. Aceasta arată ca gunoi de grajd concentrat (bălegar în formă solidă) și poate fi stocată pe o suprafață plană până când este aplicată cu un distribuitor de gunoi de grajd.

Gunoiul de grajd lichid revine întotdeauna în recipient (un ciclu). Dintr-un recipient cu un volum de ex. de 2000 m³, în rezultatul separării obținem aproximativ 400 m³ de masă solidă, iar 1600 m³ de gunoi de grajd lichid rămân în recipient.

Infograficul 4 compară proprietățile gunoiului de grajd neseparat (coloana 1) cu gunoiul de grajd lichid (coloana 2) și substanța uscată (coloana 3). Linia unu indică procentul de substanță uscată, în timp ce liniile 2 până la cinci indică masa (kg per m³) a nutrienților.

	 GUNOI DE GRAJD BRUT	 GUNOI DE GRAJD LICHID	 MASĂ SOLIDĂ
Material uscat (%)	9,58	6,70	25,83
N (kg/m ³)	4,70	4,40	5,50
NH ₄ -N (kg/m ³)	1,90	2,05	1,70
K ₂ O (kg/m ³)	4,70	4,80	4,50
P ₂ O ₅ (kg/m ³)	1,60	1,50	2,40

Infografic 4: Proprietățile gunoiului de grajd înainte și după separare

Capitolul 6:

Planificarea aplicării la sol

Pentru a evita efectele dăunătoare pentru mediul înconjurător ale deversării dejecțiilor lichide în sursele de apă, legislația UE prescrie utilizarea gunoiului de grajd lichid ca îngrășământ. Se poate presupune că standardele în vigoare la nivelul UE se vor aplica mai devreme sau mai târziu și în România, Moldova, Serbia și Ucraina. Pe lângă aplicarea prin împrăștiere, există și standarde pentru introducerea gunoiului de grajd lichid (vezi capitolul 9) în sol. Pierderile de nutrienți din cauza aplicării necorespunzătoare, precum și introducerea în sol prea târziu pot ajunge la 30% din conținutul de nutrienți și chiar depăși această valoare, conform datelor preluate de la Maschinenring Kommunalservice GmbH și Camera de Agricultură a landului Saxonia de Jos (Niedersachsen).

Aplicarea gunoiului de grajd lichid trebuie adaptată la condițiile climatice. Aplicarea trebuie evitată, în special la temperaturi ale aerului ridicate, deoarece are loc o degajare mai puternică și mai rapidă a gazelor. Prin urmare, în lunile de vară, aplicarea ar trebui amânată pentru orele de seară, dacă este posibil. Nici temperaturile sub zero nu sunt potrivite pentru aplicare, deoarece solul înghețat nu poate absorbi gunoiul de grajd lichid.

Chiar și în condițiile în care gunoiul de grajd ajunge pe și în sol, este esențial ca

acesta să fie aplicat doar atunci când plantele sunt în proces de creștere și au nevoie și de substanțe nutritive. Din acest motiv, primăvara este cea mai indicată perioadă de aplicare a îngrășămintelor. Chiar și vara după recoltare, aplicarea gunoiului de grajd lichid pe anumite zone poate avea sens, de exemplu, ca îngrășământ pentru culturile ulterioare sau rapiță sau pentru a spori procesul de putrefacție a paielor rămase în zonă. Necesarul de nutrienți este, desigur, mult mai mic decât în primăvară și doza de aplicare trebuie redusă corespunzător. Dacă aceste principii de aplicare profesională a gunoiului de grajd lichid sunt neglijate, excesul de azot și fosfor, care nu au fost absorbite de plante în calitate de nutrienți, va ajunge în apele subterane.

Gunoiul de grajd lichid de orice fel trebuie examinat înainte de răspândire. În acest scop, în laborator se vor determina macronutrienții NPK (Azot-Fosfor-Potasiu). Analiza este absolut necesară deoarece valorile nutrienților pot fluctua foarte mult în funcție de structură și tipul fermei. Chiar și factorii de gen cantitatea și tipul de furaj, speciile de animale, rasa animalelor, timpul de stocare a gunoiului de grajd lichid și apa de ploaie au o influență considerabilă asupra valorilor nutritive. Conținutul de substanță uscată al gunoiului de grajd de asemenea trebuie determinat. Cu cât valoarea substanței uscate este mai mare, cu atât mai înaltă este concentrația nutrienților.

 Dejecții de porc în proces de îngrășare	PREZENTARE GENERALĂ A INGREDIENTELOR GUNOIULUI DE GRAJD	 Dejecții de vite și viței
4–6 kg/m ³	Total Nitrogen	3–5 kg/m ³
2–4 kg/m ³	Ammonium-N NH ₄	1–3 kg/m ³
2–4 kg/m ³	Phosphate P ₂ O ₅	1–2 kg/m ³
2–5 kg/m ³	Calium K ₂ O	3–5 kg/m ³
1–2 kg/m ³	Magnezium MgO	1 kg/m ³
Conținutul de substanță uscată în gunoiul de grajd de porc – 3 până la 7% și gunoiul de grajd de bovine puțin mai mare – 6 până la 10%		

Infografic 5:
Proprietățile gunoiului
de grajd de porc și
bovine

Valorile exacte ale nutrienților pot fi determinate doar cu ajutorul unei analize. Valorile medii ale substanței uscate pentru gunoiul de grajd de porc sunt de 3 până la 7%, iar pentru gunoiul de grajd de bovine - de 6 până la 10% de substanță uscată.

Infograficul 5 arată cantitățile exacte de nutrienți ale gunoiului de grajd în comparație între creșterea porcilor (stânga) și a vitelor (dreapta).

Cu ajutorul analizei de laborator, fermierul poate calcula doza necesară de aplicare înainte de a începe fertilizarea.

Analiza de laborator indică câte kg de azot (N) sunt conținute pe tonă în gunoiul de grajd lichid. O mare parte din azotul total, adică aproximativ 50 până la 60%, este sub formă de amoniu (NH₄). Acesta este imediat disponibil pentru plante chiar din momentul aplicării. Cealaltă parte a azotului este în formă organică și trebuie mai întâi să fie mineralizată în nitrat (NO₃) de către organismele din sol pentru a deveni disponibilă pentru plante. Acest tip de azot își poate

dezvolta efectul fertilizant în anul următor. Forma organică a azotului contribuie în principal la formarea humusului în sol.

Așadar, proporția de NH₄ disponibilă pentru plante este de o importanță deosebită pentru calculul fertilizării. Aceasta trebuie considerată ca fertilizare și indicată în Registrul de prelucrare a terenului agricol ca adaos de azot. Conținutul de azot organic trebuie luat în considerare la calcularea dozei de îngrășământ pentru anul următor.

Exemplu de calcul: Dacă un fermier dorește să aplice 50 kg de azot pe hectar de teren, cu o valoare de laborator de 5 kg de N disponibil pe tona de gunoi de grajd lichid, atunci fermierul urmează să aplice 10 tone de gunoi de grajd lichid la hectar.

În Europa, gunoiul de grajd de porc și de bovine de lapte și de carne reprezintă partea de bază. Alte tipuri de gunoi de grajd, cum ar fi dejecțiile de păsările de curte, oi, cai și caprine sunt în mare parte sub formă de bălegar (masă solidă) și nu sunt discutate detaliat în acest manual.

Registrul de prelucrare a terenului agricol

Un registrul de prelucrare a terenului agricol este un fel de jurnal pe care fermierul trebuie să îl prezinte în timpul controalelor. El trebuie să conțină detalii cu privire la toate suprafețele agricole ale gospodăriei în cauză. Fermierul introduce toate operațiunile esențiale (fertilizarea (cantitate și tip), protecția plantelor (ce anume și cât) și prelucrarea solului) în acest registrul. Fermierul folosește aceste date pentru a eva-

lua randamentele fiecărui câmp aparte și poate evalua astfel productivitatea și eficiența măsurilor întreprinse, de exemplu a fertilizării.

Registrul de prelucrare a terenului agricol este disponibil și în Germania sub formă de aplicație pentru smartphone-uri. Din păcate, conform stadiului actual al datelor deținute, la moment nu există un software corespunzător pentru Moldova.

În cadrul procesului de fertilizare fosfatul, potasiul și magneziul (PKM) trebuie luate în considerare la o valoare de 100%. Conținutul acestora în solurile cultivate urmează să fie examinat de mai multe ori pe parcursul ciclului anual cu ajutorul probelor de sol. Fertilizarea trebuie adaptată la clasa de conținut de sol evidentă din rezultatele probei de sol.

Se aplică următoarea prezentare generală a claselor de conținut de sol, dintre care ar trebui vizată valoarea C:

- A: valoare PKM (fosfat-potasiu-magneziul) foarte scăzută, este necesară fertilizare intensă;
- B: valoare PKM (fosfat-potasiu-magneziul) scăzută, este necesară fertilizare sporită;
- C: Valoarea PKM (fosfat-potasiu-magneziul) optimă, este necesară doar fertilizare de întreținere;
- D: valoare PKM (fosfat-potasiu-magneziul) mare, fertilizare redusă în viitor;
- E: valoare PKM (fosfat-potasiu-magneziul) foarte înaltă, fertilizarea nu este necesară;
- F: valoare PKM (fosfat-potasiu-magneziul) extrem de înaltă, fertilizarea ulterioară (pe viitor) nu este necesară.

Spectroscopie în infraroșu apropiat (NIR)

Spectroscopia în infraroșu apropiat (spectroscopie NIR sau NIRS pe scurt) este o tehnică modernă de analiză fizică bazată pe spectroscopie în spectrul luminii infraroșii cu unde scurte. Cu ajutorul luminii infraroșii apropiate (razele infraroșii) mediul destinat examinării este iradiat de două ori - prin absorbție și reflexie. În baza diferenței de raze pot fi deduși parametrii părților componente.

NIRS este importantă în procesul de aplicare a gunoierului de grajd lichid, deoarece un aspect critic în utilizarea gunoierului de grajd lichid ca îngrășământ este determinarea mai puțin exactă a nutrienților în comparație cu îngrășămintele minerale din industria chimică. Tehnologia modernă permite ca NIRS să

măsoare materia uscată, precum și valorile de azot conținute în gunoierul de grajd lichid direct în rezervorul de gunoi de grajd lichid. Această măsurare poate fi efectuată direct în timpul procesului de pompare sau mai târziu, în timpul aplicării la sol. În cazul fosforului și potasiului, care sunt preponderent legați, precizia măsurării nu este încă atât de exactă.

Înainte de măsurare, dispozitivul NIRS trebuie calibrat cu ajutorul unor analize de laborator. Avantajul acestei tehnologii constă în faptul că abaterile în dejecțiile lichide eterogene pot fi determinate rapid datorită numărului mare de procese de măsurare necesare. Dezavantajul acestei tehnologii constă în prezent în inexactitatea ei.

Capitolul 7:

Perioadele de restricție a utilizării gunoiului de grajd lichid

Aplicarea gunoiului de grajd lichid este ecologică numai dacă solul și plantele pot absorbi substanțele nutritive. Acest lucru se aplică nu numai din punct de vedere mecanic, ci mai ales chimic și biologic. Pentru controlul fertilizării cu gunoi de grajd lichid, comunitatea stabilește (statul, adică în cea mai mare parte ministerul responsabil de agricultură, comunică asociațiilor agricole) așa-numitele perioade de restricție cu privire la fertilizare, adică perioade în care gunoiul de grajd lichid nu poate fi aplicat. În Germania, aceste termene sunt stabilite în Ordonanța privind îngrășămintele. În Infograficul 5 sunt indicate perioadele de restricție cu privire la aplicarea gunoiului de grajd și, respectiv perioadele recomandate de aplicare a gunoiului de grajd pentru diferite culturi. Scopul este de a asigura un nivel optimal de asimilare a materialului în sol și în plante.

Infograficul 6 (pagina următoare) arată aplicarea gunoiului de grajd lichid pentru șapte culturi pe parcursul anului, clasificate în cinci niveluri, așa cum este valabil în prezent în Germania. În afară de acesta sunt necesare perioade de restricție

totală, de exemplu, aplicarea pe teren înghețat este categoric interzisă. Infograficul provine dintr-un tabel oficial din Germania, care a fost ponderat pe baza experienței economice a fermierilor: din punct de vedere ecologic, fertilizarea în februarie este problematică și, pe măsura posibilităților, trebuie evitată.

În perioadele de vegetație scăzută, adică iarna, plantele nu au nevoie de nutrienți. Pentru ca substanțele nutritive ale gunoiului de grajd lichid să nu scadă din eficiență, legislația, de exemplu în Germania, a stipulat perioade de restricție pentru toate culturile. În aceste perioade de restricție, aplicarea la sol a gunoiului de grajd lichid este interzisă și este supusă sancțiunilor substanțiale în baza Ecocondiționalității (Respectarea sistemului de reguli necesare pentru a primi asistență din partea Uniunii Europene).

Ecocondiționalitatea se referă la anumite plăți agricole ale UE în schimbul respectării unor obligații în domeniile protecției mediului, sănătății umane, animalelor și plantelor⁷.

⁷ Sursa: <https://www.bmel.de/EN/topics/farming/eu-agricultural-policy-and-support/cross-compliance-germany.html>



- **Pajiști/pășuni:** dacă semănatul se efectuează până pe 15 mai, perioada de restricție se aplică de la 1 noiembrie până la 31 ianuarie. De la 1 septembrie până la 1 noiembrie, se pot fertiliza maximum 80 kg de N (vezi capitolul 6).
- **Teren arabil:** perioada de restricție se aplică de la recoltarea ultimei culturi principale până la data de 31 ianuarie a anului următor, de exemplu după recoltarea porumbului, a sfeclei de zahăr sau a rapiței.

În toamnă este încă permisă fertilizarea următoarelor culturi:

- **Culturi intermediare, rapiță de iarnă și furaje de câmp** semănate până pe 15 septembrie.
- **Orz de iarnă** semănat până la 1 octombrie. În acest caz fertilizarea poate fi efectuată doar până la 1 octombrie. Pot fi aplicate maximum 60 kg de azot total (amoniu și nitrat împreună) sau

30 kg NH₄-N (azot de amoniu, vezi capitolul 1) .

Deoarece condițiile-cadru pentru aplicarea gunoiului de grajd lichid sunt încă în proces de modificare în multe țări din Europa de Sud-Est, cităm următoarea ordonanță germană privind îngrășămintele (de la 1 mai 2020):

- Nu se va aplica gunoiul de grajd lichid pe soluri inundate, saturate cu apă, înghetate sau acoperite cu zăpadă.
- Trebuie evitată sau prevenită spălarea nutrienților din sol. Acest lucru poate fi cauzat de ploi abundente sau zăpadă excesivă.
- Trebuie respectată distanța de la sursele de apă de 1 până la 20 m de la marginea superioară a terasamentului, precum și distanța de la pantă până la marginea superioară a terasamentului de 3 până la 30 m.

Infografic 6: Graficul de utilizare a gunoiului de grajd lichid

- Pe terenuri arabile necultivate cu pantă trebuie imediat aplicat îngrășământ (gunoi de grajd lichid).
- Gunoiul de grajd lichid trebuie aplicat pe terenurile arabile necultivate în termen de patru ore.
- Azotul total din gunoiul de grajd de fermă de origine animală nu trebuie să depășească 170 kg la hectar pe an.

În cazul Republicii Moldova, recomandăm aderarea la aceste linii directoare pentru a evita pierderea de nutrienți și poluarea mediului. După cum s-a menționat mai devreme, în viitorul apropiat este posibil ca reglementările moldovenești să se adapteze la normele UE.

În ceea ce privește reglementarea cantității totale de azot de 170 kg pe hectar și an din îngrășământ organic, o evaluare a necesarului de îngrășământ trebuie calculată în fiecare an la începutul perioadei de vegetație. Volumul necesar de îngrășământ se determină individual pentru fiecare teren (câmp) și fiecare cultură (de exemplu grâu sau rapiță), unde paralel trebuie luată în considerare o cantitate minimă de azot care trebuie introdusă (valoare N (min.)). Valoarea N (min) reflectă azotul mineral disponibil direct în sol. Pentru a calcula fertilizarea individuală la determinarea necesarului de îngrășământ, această valoare se scade din cele 170 kg la hectar și an⁹.

Nerespectarea Ordonanței privind îngrășămintele duce la sancționări grave, care pot costa până la 50 000 € în Germania. Această mărime a amenzilor impuse arată clar cât de importantă este utilizarea corectă a gunoiului de grajd.

Cantitățile aplicate de gunoi de grajd lichid și nutrienți urmează să fie introduse în registrul de prelucrare a terenului agricol și puse la dispoziție în mod liber autorității de supraveghere la cerere. Calculul nutrienților aplicați pe m³ de gunoi de grajd lichid este efectuat prin analize de gunoi de grajd lichid în laboratoarele agricole obișnuite. În special, aici sunt analizate conținutul de substanță uscată, NPK, magneziu (Mg) și sulf (S).

Capitolul 8:

Transportarea gunoiului de grajd lichid la câmp

La moment există o varietate de opțiuni de transportare a gunoiului de grajd lichid pentru a crește performanța aplicării lui pe suprafețele arabile sau pentru a-l transporta de la ferme la instalațiile de biogaz.

De obicei se practică transportarea gunoiului de grajd lichid într-un vehicul separat, în timp ce rezervorul de distribuție (recipient de gunoi de grajd lichid) rămâne în câmp (Fig. 11).

Cisterne cu gunoi de grajd lichid (uneori și simple camioane) aduc gunoiul de grajd lichid din grajduri, din rezervoarele pentru gunoi de grajd lichid sau din instalația de biogaz până la marginea câmpului. Gunoiul de grajd lichid este pompat din cisterna transportatoare în recipientul de

aplicare a îngrășământului la sol (distribuitor). Astfel distribuitorul de gunoi de grajd lichid nu trebuie să părăsească câmpul și poate fi atașat la tractor și condus prin câmp, având presiune scăzută în anvelope și asigurând astfel un plus de protecție a solului. Pe drumuri sau șosele acest distribuitor se deplasează doar dacă rezervorul său este deja gol. Avantajele sunt o acoperire mai mare a zonei prelucrate și o poluare a drumurilor mai mică. Acest așa-numit lanț de gunoi de grajd constă de obicei dintr-un rezervor de distribuție atașat de tractor, care rămâne în câmp, și două camioane sau tractoare cu rezervoare de transportare care acționează ca alimentatoare.

● Fig. 11: Pomparea gunoiului de grajd lichid din rezervorul de transportare în rezervorul de aplicare la sol





❶ Fig. 12: Rezervor cu gunoi de grajd lichid

În cazul unor suprafețe mai mari are sens utilizarea unui rezervor cu gunoi de grajd lichid. Acest recipient voluminos (vezi Fig. 12) este plasat la marginea câmpului în așa fel încât atât camionul pentru gunoi de grajd lichid (Fig. 13) cât și rezervorul de distribuție să aibă acces liber la el.



❶ Fig. 13: Camion pentru transportarea gunoiului de grajd lichid

De regulă, în recipientul pentru gunoi de grajd lichid este spațiu pentru două încărcături de camion, adică 60 m^3 de gunoi de grajd lichid. Avantajul acestui rezervor suplimentar este că camionul care livrează gunoi de grajd lichid își poate descărca încărcătura în acest rezervor în orice moment fără a fi nevoie să aștepte vehiculul de aplicare a îngrășămintelor (distribuitorul). Astfel, dacă este necesar, se poate renunța la unul dintre cele câteva camioane de transportate a gunoiului de grajd lichid la câmp.

Utilizarea camioanelor pentru gunoi de grajd lichid este foarte utilă în cazul unor distanțe mai mari dintre instalația de stocare a gunoiului de grajd lichid și câmp, precum și pentru acoperirea unei zone mai mari. Acestea pot transporta până la 30 m^3 de gunoi de grajd lichid. Camioanele de gunoi de grajd lichid sunt echipate cu pompe pentru aspirare și pompare. Livrarea gunoiului de grajd lichid la instalațiile de biogaz poate fi efectuată la fel cu ajutorul camioanelor.

De câțiva ani există așa-numitele Kombi-linere (semiremorci basculante). Acestea sunt camioane care pot transporta atât gunoi de grajd lichid, cât și alte substanțe în vrac. De regulă, aceste camioane au instalate fie un recipient suplimentar de gen cadă, fie o varietate de sac de gunoi de grajd lichid. În Germania, aceste Kombi-linere sunt adesea folosite pentru a transporta gunoi de grajd lichid din regiunile specializate în creșterea vitelor în regiunile agricole cu terenuri arabile și, respectiv, pentru a transporta cereale înapoi în regiunile de creștere a vitelor.

Capitolul 9:

Tehnologie de aplicare și injectare la suprafață

Perioada potrivită (vezi Capitolul 7), cantitatea potrivită (Capitolul 6) și tehnica corectă de aplicare sunt decisive pentru distribuirea gunoiului de grajd lichid, astfel încât nutrienții din componența acestuia să devină disponibili pentru plante în volum cât mai mare și cu pierderi cât mai mici posibil.

Tehnologia agricolă modernă permite multe opțiuni de reutilizare a tehnicii utilizate în procesul de mănuire a gunoiului de grajd. De exemplu, primăvara, când câmpurile sunt deja semănate, rezervorul de gunoi de grajd lichid poate fi echipat cu furtunuri pentru a fertiliza cultura în proces de încolțire sau creștere cu gunoi de grajd lichid.

După recoltare, cultivatorul poate fi reutilizat în așa mod, ca gunoiul de grajd lichid să fie injectat la suprafață cu pierderi cât mai mici. În acest fel, se poate evita evaporarea gazoasă a amoniacului, ceea ce face toți nutrienții să fie direct disponibili pentru plante și reduce mirosurile neplăcute produse de amoniac. Această tehnologie este răspândită pe larg și foarte rentabilă. Același distribuitor de gunoi de grajd lichid poate fi echipat atât cu o bară de picurare (bandă), cât și cu un cultivator de gunoi de grajd lichid.

În cele ce urmează vă vom prezenta diferitele tehnici de aplicare a gunoiului de grajd lichid și avantajele și dezavantajele acestora:

● Fig. 14: Tractor cu cultivator de gunoi de grajd





❶ Fig. 15: Distribuitoarele cu papuc tractat în detaliu

Conform legislației germane, **distribuitoarele cu papuc tractat** este o tehnică de aplicare recomandată. Utilizarea lui face posibil accesul direct al gunoierului de grajd la rădăcina culturii. Distribuitoarele cu papuc tractat este atașat de o bară. Un papuc din oțel (în cea mai mare parte din oțel inoxidabil) face o brazdă în sol, iar gunoierul de grajd este împrăștiat respectiv sub formă de fâșii.

Acest tip de distribuire asigură emisii mai reduse decât utilizarea unui distribuitor cu bandă.

Distribuitoarele cu bandă este o tehnică de aplicare răspândită și conformă legal în Germania, de exemplu, și poate fi, respectiv, recomandată spre utilizare. Acesta aplică gunoierul de grajd lichid la suprafață în fâșii.

Avantajele distribuitorului cu bandă, ca și în cazul distribuitorului cu papuc tractat,



❶ Fig. 16: Tractor cu distribuitor cu bandă

sunt, de asemenea, precizia înaltă a distribuției, aplicarea la sol, acoperirea de suprafețe mari de lucru și emisii scăzute de amoniac. În plus, distribuitoarele cu bandă pot fi folosite în continuare la creșterea stocurilor de cereale. Comparativ cu împrăștierea pe suprafața solului, pierderile de nutrienți sunt semnificativ reduse. Distribuitorul cu papuc tractat este cu aproximativ 60% mai scump decât distribuitorul cu bandă. Cu toate acestea, în unele regiuni distribuția cu papuc tractat este cerută de Asociația de administrare a apelor.

O altă tehnică de aplicare este așa-numitul **distribuitor oscilant** (Schwenkverteiler). Ca și în cazul celorlalte metode, o pompă puternică pompează gunoierul de grajd lichid din butoi direct în distribuitorul oscilant. Acesta oscilează înainte și înapoi datorită unui mecanism special și presiunii pompei. Avantajul în cazul dat îl reprezintă faptul că gunoierul de grajd ajunge pe câmp în picături mai mari și în rezultat se prelucrează suprafețe mai mari decât cu utilizarea tehnicilor de tractare menționate mai sus.

Pe de altă parte, această tehnică de distribuire a gunoierului de grajd lichid prezintă dezavantaje serioase, în special emisiile puternice de miros neplăcut și pierderea de nutrienți prin evaporare, motiv pentru care această tehnologie nu mai este utilizată pe terenurile arabile din Germania de la 1 februarie 2020 și nici pe pajiști începând cu 1 februarie 2025. Tehnologia poate fi folosită în continuare pe terenuri arabile necultivate, dar îngrășământul trebuie încorporat în



❶ Fig. 17: Distribuitor oscilant

sol (amestecat cu solul) în maximum patru ore. Din 1 februarie 2025, perioada de introducere în sol se va reduce la o oră după distribuirea pe teren arabil necultivat⁸.

La utilizarea **distribuitoarelor cu cap de impact** (Prallkopfverteiler), gunoiul de grajd lichid este pulverizat pe o suprafață mare de pe sol. O pompă împinge puternic gunoiul de grajd lichid din rezervor, gunoiul de grajd lichid lovește o placă deflectoare (capul de impact) și este astfel distribuit. Deși o placă deflectoare este semnificativ mai ieftină decât un distribuitor cu bandă sau cu papuc tractat, dezavantajul acestei metode sunt o mulțime de **emisii**. Distribuitorul cu cap de impact este mai puțin eficient decât distribuitorul oscilant și produce mai multe emisii.

Din cauza dezavantajelor evidente, atât distribuitorii cu cap de impact, cât și distribuitorii oscilante sunt asociate cu cerințe și interdicții semnificative și sunt considerate învechite.

ÎNCORPORAREA GUNOIULUI DE GRAJD

Există diverse tehnici de încorporare mecanică a gunoiului de grajd lichid în sol, fiecare având atât avantaje, cât și dezavantaje. Scopul încorporării este de a evita evaporarea gazoasă a amoniacului și astfel de a furniza toți nutrienții din gunoiul de grajd lichid direct plantelor. În Germania, conform Ordonanței privind îngrășămintele, este în prezent datorită fiecărui fermier să încorporeze gunoiul de grajd lichid în sol în termen de patru ore de la aplicarea lui pe zonele necultivate pentru a minimiza evaporarea. Încorporarea reduce semnificativ mirosul neplăcut al amoniacului. Gunoiul de grajd lichid aplicat anterior poate fi încorporat folosind o grapă cu discuri, plug sau cultivator.

În cazul utilizării **tehnicii de injectare**, gunoiul de grajd lichid este aplicat și încorporat într-o singură operațiune folosind un cultivator sau grapă cu discuri. Cu toate



❶ Fig. 18: Distribuitor cap de impact (cu placă deflectoare)

acestea, această tehnologie este controversată deoarece este foarte scumpă, acoperirea zonei prelucrate este relativ mică și consumul de motorină este mare. Ea se mai numește injector de gunoi de grajd sau cultivator de gunoi de grajd și se poate aplica înainte de semănat. Multe companii economisesc cu ajutorul tehnicii de injectare o etapă ulterioară de lucru. Încorporarea directă a gunoiului de grajd lichid are ca rezultat foarte puține emisii.

O variantă a injectării gunoiului de grajd lichid este **metoda strip-till** (aratul în fâșii): un cultivator introduce gunoiul de grajd în sol foarte adânc și în fâșii. Această metodă este uneori folosită la cultivarea porumbului, deoarece porumbul are o distanță de 75 cm între rânduri. Cu cultivatorul Stripp-Till, gunoiul de grajd poate fi aplicat până la o adâncime de 25 cm exact pe aceeași bandă cu lățimea de 75 cm.

Injectorul cu brazdă de adâncime este similar cu o grapă mică cu discuri compacte și este folosit înainte ca gunoiul de grajd lichid să fie împrăștiat. Solul care urmează a fi fertilizat, în mare parte culturi existente sau pajiști, este brăzdat cu ajutorul unor discuri. Gunoiul de grajd este apoi turnat direct în aceste brazde în sol.

Pentru a reduce emisiile în timpul aplicării, este posibilă pretratarea gunoiului de grajd prin acidificare. Amestecarea gunoiului de grajd lichid cu acid sulfuric

⁸ Sursa: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/technik/index.htm>



❶ Fig.19: Injector cu brazdă de adâncime

direct înainte de aplicare scade semnificativ valoarea pH-ului acestuia, ceea ce înseamnă că azotul rămâne legat mai mult timp. Acest lucru duce la o aprovizionare mai durabilă a plantelor cu nutrienți după aplicare și reduce emisiile în timpul aplicării la aproape zero, indiferent de tehnologia de aplicare utilizată.

Din cauza agresivității sporite a acidului și a riscurilor de siguranță pentru oameni și mediu, acidificarea este cunoscută doar în

asa-numitul proces SYREN. Acest brevet danez folosește un sistem hidraulic frontal pentru tractor, care poate transporta 1000 l de acid în așa-numitele unități IBC și o tehnologie de pompare care amestecă acidul direct cu gunoiul de grajd lichid chiar înainte de aplicare. Cu aproximativ 80.000 de euro costuri suplimentare doar pentru procesul în sine, plus logistica acidului sulfuric, procesul este prea costisitor pentru majoritatea fermierilor.

De ceva timp, sistemele de direcție GPS și Section Control au constituit un ajutor enorm pentru șoferii rezervoarelor de gunoi de grajd. Cu ajutorul acestei tehnologii, poate fi evitată aplicarea dublă a gunoiului de grajd lichid, deoarece funcția Section Control oprește furtunurile individuale de îndată ce transmitatorul GPS detectează că pe această porțiune gunoiul de grajd a fost deja răspândit.

Tabelul comparativ 2 arată dezvoltarea tehnicii de aplicare cu avantajele și dezavantajele fiecărei din ele.

Tabelul comparativ 2: Dezvoltarea tehnologiei de aplicare la sol din 1967

Faza de răspândire	Termen cheie / recomandare	Tehnologie	Avantaje	Dezavantaj
1967 până în 1980	Cap de impact	Distribuitoare pe supr. mare	Suprafața prelucrată	Emisii foarte mari
1980 până în 2000	Distribuitoare oscilante	Mecanism de oscilare	Picături mai mari	Emisii mari
1990 până astăzi	Distribuitoare cu bandă	sistem mare de furtunuri	Buna distribuție longitudinală și transversală	Emisii medii
2000 până în 2011	Distribuitoare cu papuc tractat	Papuc din oțel inoxidabil	Precizie mare de distribuție	
2011 până astăzi	Metoda Strip-Till	Cultivator, grapă cu discuri compacte	Emisii foarte reduse	Scump
2018 până în prezent	Acidificare	Acid sulfuric IBC	Absorbție completă în sol	Foarte scump, periculos

Capitolul 10:

Comercializare și logistică

Organizațiile din Moldova permit crescătorilor de animale rezidenți și fermelor de îngrășat animale să aibă acces la informația referitor la terenurile arabile din zonă. Ca urmare, fermierul cunoaște de obicei diferitele tipuri de ferme și metode de lucru din regiune. Acesta constituie un avantaj enorm pentru crearea de rețele între ei, deoarece gunoiul de grajd lichid de la fermele de animale constituie o sursă de îngrășământ ieftină pentru gospodăriile agricole, în timp ce crescătorii de animale pot câștiga venituri suplimentare vânzând gunoiul de grajd ca bază de îngrășământ. Acest lucru poate avea ca rezultat avantaje pentru ambele tipuri de gospodării, deoarece, în general, există un interes nu numai în utilizarea rațională a gunoiului de grajd lichid ca îngrășământ valoros, ci și în eliminarea acestuia într-un mod neutru din punct de vedere al costurilor și ecologic.

Cu toate acestea, deoarece diferitele tipuri de gospodării (agricole sau de creștere a animalelor) sunt distribuite neuniform în interiorul țării, pot apărea dificultăți în ceea ce privește distanța dintre furnizorul de gunoi de grajd lichid și destinatar. După cum este descris în Capitolul 8, aici este nevoie de mijloace de transport adecvate pentru a facilita schimbul de servicii pentru toate părțile implicate. În Moldova, camioane sau alte forme ieftine de transportate ar putea fi folosite, de exemplu, pentru a face față distanței dintre fermele de reproducție din Anenii

Noi și terenurile arabile din Dondușeni sau Soroca. Dacă agricultura Moldovei, conform estimării noastre brute (vezi Infografiul 6), ar fi dispusă să folosească pe termen mediu fertilizarea cu gunoi de grajd cel puțin în volum de o treime din fertilizarea totală, atunci în mediu se vor parcurge distanțe de până la 100 km.

În Germania, de exemplu, distribuirea pe scară largă a gunoiului de grajd lichid devine din ce în ce mai necesară deoarece ordonanța privind îngrășămintele limitează doza admisă de aplicare a kg N/ha. În acest scop, îngrășămintele, în special gunoiul de grajd lichid, bălegarul de bovine, pasăre și pui, este transportat din regiunile specializate în creșterea vitelor în așa-numitele regiuni de recepționare, uneori pe distanțe mari în Germania sau chiar în Europa. Aceste regiuni de recepționare sunt, de obicei, zone cu suprafețe arabile mari, dar cu un procent de creștere a animalelor redus. Valoarea nutrienților din gunoiul de grajd de fermă este calculată între furnizor și cumpărător.

BURSA DE GUNOI DE GRAJD

În scopul organizării pieței și a logisticii redistribuirii gunoiului de grajd lichid de la furnizori la cumpărători, a fost elaborată **bursa de gunoi de grajd lichid sau nutrienți**. O astfel de bursă (piață) ajută la distribuirea optimă a cantităților de nutrienți

acumulate, la eliberarea fermelor și regiunilor de creștere și reproducere a bovinelor și la valorificarea regiunilor arabile.

Bursa de gunoi de grajd lichid reglementează prețurile și schimbul de cantități de gunoi de grajd lichid între furnizori și cumpărători. Bursele sunt organizate ca companii și pot funcționa și în format electronic. Angajații bursei se ocupă de introducerea raportului de cerere/oferta în baza de date, comercializarea gunoiului de grajd între fermieri și apoi de transportarea acestuia. Pentru această organizare de servicii și logistică, bursa de gunoi de grajd primește o marjă de aproximativ 5% din valoarea nutrienților, în funcție de tipul de gunoi de grajd. În funcție de situația pieței, adică de cantitatea de gunoi de grajd lichid oferită și solicitată, pot apărea diferite scenarii: Fermierul care recepționează fie trebuie să plătească gunoiul de grajd și transportarea acestuia, fie îi este oferit cadou, sau chiar primește bani pentru acceptarea surplusului existent de gunoi de grajd lichid. Acest lucru se poate întâmpla iarna, de exemplu, în perioada de restricție cu pri-

vire la aplicarea gunoiului de grajd și stocurile de gunoi de grajd din fermele de animale sunt pline. Formarea de prețuri la bursa de gunoi de grajd se bazează pe cerere și ofertă, precum și pe distanța de transportare.

Un exemplu pentru a ilustra acest lucru: Fermierul de animale A are 2.000 de porci de îngrășat, dar dispune de doar 30 de hectare de teren arabil. Aceste 30 de hectare nu sunt suficiente pentru a absorbi nutrienții din gunoiul de grajd produs în propria fermă, așa că A decide să-și vândă bălegarul de porc. Pentru aceasta el utilizează serviciile bursei de gunoi de grajd și își vinde stocul disponibil direct bursei. La rândul său, fermierul B are 500 ha de teren arabil, dar nu are propriul său efectiv de animale. El este în căutare de gunoi de grajd de fermă ieftin și se adresează la bursa de gunoi de grajd ca companie care primește comenzi, după care bursa se ocupă de formalități.

Noi recomandăm înființarea unor astfel de burse de gunoi de grajd lichid în sud-estul Europei pentru a oferi fiecărui fermier oportu-

Infografic 7: Calcule globale brute pentru Moldova

Calcule globale ale aprovizionării cu nutrienți Exemplu: Republica Moldova



tunitatea, ca furnizor sau cumpărător de gunoi de grajd, de a contribui la ciclul unui astfel de bun valoros ca gunoiul de grajd în calitate de îngrășământ.

O astfel de bursă poate fi înființată ca o companie privată de acordare a serviciilor. Un exemplu din Germania este Maschinenring-MR Germany - suport la bursa de nutriție⁹.

Metodic, intermedierea are loc într-o bursă stabilită după cum urmează:

- Anunțurile pot fi plasate atât de vânzători, cât și de cumpărători și trebuie să conțină următoarele elemente: Cantitatea de gunoi de grajd oferită / solicitată, oferte sau cereri de nutriție, oferte sau cereri de depozitare, date despre nutrient (tipul de nutrient, locația de depozitare, informații de acces la locul depozitării etc.), cantitate și preț, perioada de valabilitate a anunțului, comentarii;
- Anunțul trebuie să conțină și informații despre persoană (nume, adresă, telefon)
Pe baza adresei, anunțul este afișat cartografic pentru a se vedea din ce zonă provin ofertele sau cererile.
- Toate anunțurile publicate pot fi compilate într-o prezentare generală.

Infograficul 7 (pagina anterioară) prezintă un calcul global brut pentru Republica Moldova. Luând în considerație o anumită suprafață de teren arabil și o capacitate totală estimată de gunoi de grajd lichid, presupunând că solurile moldovenești sunt fertilizate la fel de intens ca în Germania, aproximativ 15% din necesarul de îngrășămintă ar putea fi acoperit cu gunoi de grajd lichid. Dacă, pe de altă parte, să luăm ca bază practica de fertilizare mai scăzută a gospodăriilor agricole moldovenești, observată de autori la fața locului, chiar și 37,5% din fertilizarea minerală actuală (costisitoare) ar putea fi înlocuită cu gunoiul de grajd lichid relativ ieftin și mai valoros din punct de vedere calitativ.

⁹ <https://www.maschinenring.de/leistungen/naehrstoffmanagement/naehrstoffvermittlung>

Capitolul 11:

Localizarea echipamentului tehnic agricol

Echipamentul de distribuire a gunoiului de grajd lichid ar trebui să fie adaptat în mod precis, fiabil și individual la nevoile fermelor, așa cum prezintă fotografiile vehiculelor din capitolele 2, 8 și 9. În Germania un rezervor de gunoi de grajd lichid cu o capacitate de 16.000 l costă între 50.000 și 200.000 de euro. Aceste recipiente sunt produse în număr mic și sunt proiectate pentru perioade de exploatare de zeci de ani.

Cu toate acestea, după cum se vede din comparația internațională, echipamentul tehnic agricol pentru distribuirea gunoiului de grajd lichid nu trebuie să fie la fel de costisitor ca în Germania. În sud-estul Europei există deja câțiva producători locali de tractoare și tehnologie agricolă specială care sunt certificate ISO și lucrează foarte eficient. Acești producători locali, regionali sau naționali ar putea construi rezervoare de gunoi de grajd lichid ieftine, evitând chiar greșelile anterioare comise de producătorii din Europa de Vest. Ca un bun exemplu de competență regională servește producătorul moldovenesc de tehnică agricolă Moldagrotehnica (fără garanție). Deși această companie produce dispozitive și echipament mai simplu, ea ar putea

prelua asamblarea locală, de exemplu, a rezervoarelor de gunoi de grajd lichid sau reprocessarea rezervoarelor uzate.

De regulă, un rezervor de gunoi de grajd lichid este sudat conform proiectelor individuale și electrificat cu circuite realizate manual - cu telecomandă, componente de control automatizat și aer condiționat.

În Infograficul 8 am arătat confecționarea obișnuită a unui rezervor de gunoi de grajd lichid în Germania în zece pași.

Acești zece pași pot fi distinși în funcție de două criterii:

1. Ce proporție din producție poate fi realizată de producătorul unui rezervor de gunoi de grajd lichid, deci nu trebuie să fie subcontractat unor terți sau achiziționat? Există relații de colaborare și parteneriat fiabile în domeniile construcției de rezervoare și șasiuri, acestea fiind în mare parte externalizate. Majoritatea sistemelor electrice și de control ale producătorilor de vehicule sunt produse intern. Electricienii interni elaborează adesea soluții individuale pentru circuite.

Integrare verticală în construcția vehiculelor

Planificarea producției pentru un rezervor de gunoi lichid

Profundimea afacerii de producție versus extern



Infografic 8: Valoarea adăugată brută a construcției și asamblării unui rezervor pentru gunoi de grajd lichid

2. Ce parte din producție poate fi produsă la fața locului? Aici facem ipoteze despre competența și productivitatea cunoscute, existente, care rezultă în faptul că prețul și performanța ar putea fi corecte.

Procentele din coloana din stânga (titlu verde) indică valoarea adăugată medie organizată intern la producătorii germani de echipament tehnic agricol pe unitate. Procentele din coloana din dreapta (titlu albastru) indică mărimea valorii adăugate la nivel local în sud-estul Europei, restul ar putea fi cumpărat, de exemplu, din Germania.

Pentru a putea evalua dacă este realistă fabricarea rezervoarelor de gunoi de grajd lichid în sud-estul Europei, trebuie de investigat competența companiilor locale în diferitele etape de producție. Conform cercetărilor noastre, centrele de construcție a rezervoarelor, lucrărilor de sudare și omologare rutieră pot fi localizate în siguranță în sud-estul Europei. Lucrările de construcție și sudare de înaltă precizie a articolelor din oțel sunt posibile local fără nicio restricție. Aprobarea rutieră a containerelor depinde în mare măsură de reglementările locale. Mai dificilă urmează a fi colaborarea cu furnizorii locali de șasiuri, transmisii, frâne

și angrenaje, care cumpără în mare parte piese de schimb de la furnizorii din Europa de Vest. Furnizarea de cabine (saloane), sisteme electrice și conectivitate depinde în mare măsură de profilul industrial local al producătorului, cel al sistemelor electronice - de marca vehiculului, adică de cât de mult renunță, de exemplu, la competență și control partenerul german de tehnologie.

În general, ne așteptăm ca tehnologia de înaltă calitate necesară pentru construcția rezervoarelor de gunoi de grajd lichid să fie disponibilă local în sud-estul Europei. Producerea locală a echipamentelor necesare poate reduce semnificativ costurile și poate facilita transportarea și utilizarea gunoiului de grajd lichid. Ne așteptăm la proiecte experimentale corespunzătoare în următorii ani.

Capitolul 12:

Norme de conduită

Confruntarea cu gunoiul de grajd este asociată cu riscuri pentru oameni și animale. Prelucrarea incorectă poate produce cantități mari de gaze toxice. Acestea sunt emise adesea neobservat. În afară de dioxid de carbon, metan și amoniac, un pericol deosebit reprezintă, în special, hidrogenul sulfurat. Gazul incolor se adună la fundul recipientelor sau bazinelor, deoarece este mai greu decât aerul. Partea cea mai periculoasă a hidrogenului sulfurat: în concentrații mai mari, nu mai poate fi perceput deoarece paralizează simțul mirosului. În concentrații scăzute miroase a ouă alterate. Concentrațiile mari de hidrogen sulfurat apar cel mai frecvent atunci când gunoiul de grajd lichid este agitat în bazine, gropi, cisterne, rezervoare de gunoi de grajd lichid sau în încăperi. În toate cazurile enumerate trebuie asigurată o ventilație suficientă. Toate acestea sunt motive pentru instruirea urgentă și detaliată a personalului care lucrează cu gunoi de grajd lichid. Trebuie luate măsuri speciale de precauție în cazul efectuării lucrărilor de întreținere și reparații, precum și la conectarea și deconectarea instalațiilor și rezervoarelor/bazinelor de gunoi de grajd lichid. În cazul în care aceste lucrări sunt efectuate de angajații unor companii externe, aceștia trebuie instruiți de către conducere cu privire la posibile pericole. La manipularea gunoiului de grajd, se vor aplica precauții și reglementări speciale.

Angajații trebuie informați despre aceste pericole, de exemplu, prin intermediul instrucțiunilor de utilizare.

Inhalarea de hidrogen sulfurat poate duce la inconștiență și insuficiență respiratorie. Prin urmare, există un risc deosebit în locurile în care aceste emisii pot fi eliberate de gunoiul de grajd lichid. Acest lucru se aplică în special grajdurilor, podelelor cu grății și locurilor de agitare și extragere gunoiului de grajd lichid din rezervoare și gropi de dejecții lichide.

În plus, atunci când se prelucurează gunoiul de grajd lichid, acesta poate emana și dioxid de carbon. Dacă acesta este inhalat într-o concentrație prea mare, poate duce la sufocare.

Pe lângă aceste surse directe de pericol care pot dăuna atât sănătății, cât și vieții, există și riscul de explozie a metanului la procesarea gunoiului de grajd lichid.

Următoarele norme de conduită servesc la prevenirea accidentelor:

1. **Nu stați niciodată în interiorul clădirii** când agitați sau pompați gunoiul de grajd lichid (de exemplu, depozit de siloz sau instalație de biogaz)!
2. Asigurați-vă întotdeauna că zona în care lucrați este **suficient ventilată!**
3. **Evitați toate sursele potențiale de aprindere/scânteiere!**
4. Când agitați sau pompați gunoiul de grajd lichid, **fiți atenți la condițiile meteorologice și la direcția vântului**, pentru a nu fi prins în fluxul de gaze care pot fi emise!
5. În timp ce amestecați sau pompați gunoiul de grajd, **urmăriți animalele din grajduri sau din afara lor**. În cazul în care **animalele devin agitate** sau dau dovadă de comportament neobișnuit, **opriți imediat orice lucrări cu gunoiul de grajd lichid!**
6. Dacă este posibil, **cumpărați-vă un dispozitiv de măsurare a gazelor** pentru a putea măsura nivelul de gaze de gunoi de grajd în caz de necesitate.
7. Orice persoană care intră într-o groapă de gunoi de grajd lichid sau orice at recipient se supune unui risc deosebit de mare. **Nu intrați niciodată fără asistența personalului de securitate, echipament de protecție, condiții de ventilare și curățare!**
8. **Gropile pentru gunoi de grajd lichid trebuie să fie bine astupate și marcate!**
9. **Feriți copiii** de gropile, bazinele sau recipientele cu gunoi de grajd lichid!
10. **Urmați instrucțiunile de lucru și de utilizare a echipamentelor!**
11. **Nu mâncați, beți și fumați** atunci când lucrați cu gunoi de grajd lichid!
12. Rețineți că **gunoiul de grajd lichid la temperaturi ale aerului înalte se dilată și emană gaze toxice**: acest lucru poate duce la spargerea conductelor. Vă rugăm să asigurați pentru asemenea cazuri **o ventilație suficientă!**

Puteți obține informații suplimentare de la asociația comercială responsabilă din țara dumneavoastră. Infograficul 9 (pagina următoare) prezintă relatarea originală a unei instrucțiuni de operare cu gunoiului de grajd lichid din Germania, care rezumă cele mai importante surse de pericol și reguli de conduită.

● **Infografic 9:**
Ordonanța privind
instrucțiunile de
utilizare pentru
substanțele periculoase

Instrucțiuni de utilizare

Conform Reglementărilor privind manipularea substanțelor periculoase și Reglementărilor de sănătate și securitate în munca

Loc de muncă/Domeniu de activitate: Agitarea gunoiului de grajd lichid / spălarea canalelor de admisie / lucrul în gropile de gunoi de grajd lichid

Denumirea substanței periculoase: GUNOI DE GRAJD LICHID / DEJEȚII LICHIDE

(amestec de gaze din sulfat de hidrogen, dioxid de carbon, metan și amoniac/ gunoi de grajd lichid)

Pericole pentru oameni și mediu

Pericol de otrăvire cu sulfat de hidrogen (H₂S) (gaz mai greu decât aerul)

Pericol de sufocare cu dioxid de carbon (CO₂) (gaz mai greu decât aerul)

Pericol de explozie cu metan (CH₄) (gaz mai ușor decât aerul)

Pericol pentru sănătate cu amoniac (NH₃) (gaz mai ușor decât aerul)

Pericol de explozie, sufocare, otrăvire în gropile și recipientele cu gunoi de grajd lichid!

Gunoiul de grajd lichid poate conține substanțe de gen ciupercă, bacterii, viruși, care pot provoca reacții alergice sau cauza infecții grave.

**Măsurile de protecție și reguli de conduită**

Măsurile de protecție și normele de conduită se bazează de regulă pe condițiile specifice la locul de muncă și tipul și execuția manipulării gunoiului de grajd.

Nu mâncați, beți sau fumați în timpul lucrului. Hainele contaminate trebuie schimbate. Înainte de pauze sau la sfârșitul zilei de muncă spălați-vă pe mâini și clătiți părțile corpului contaminate.



În caz de emisii de gaze la agitarea sau pomparea gunoiului de grajd lichid:

- Aerisiți bine grajdul/încăperea. Deschideți ușile. Conectați ventilatoarele la maxim.

- Evitați sursele de aprindere/scânteiere. Nu fumați și nu utilizați surse deschise de foc. Evitați sursele de aprindere electrice. Închideți întrerupătorul de gaz. Nu efectuați lucrări de sudare sau tăiere. Nu faceți teste de transiluminare. Nu intrați în grajduri în timpul lucrărilor de agitare, spălare.



Riscuri de contact cu gunoiul de grajd lichid:

- Protecția mâinilor: mănuși de protecție rezistente la substanțe chimice

- Protecția ochilor: ochelari de protecție

- Protecția corpului: șorț de gumă, haine de protecție, cizme de gumă



Suplimentar la intrarea în gropile și rezervoarele de gunoi de grajd lichid:

- Protecția respirației: dispozitiv de respirație independent de mediu

- Siguranță personală: Ham de siguranță cu trepid și troliu. Două persoane vor supraveghea coborârea în groapa sau rezervorul de gunoi de grajd lichid.

În caz de accidente:

- Avertizați colegii, informați superiorii.

- Dacă nu este posibil de evitat riscurile – stopați lucrările de agitare sau pompare.

- Nu intrați în gropi, canale, rezervoare de gunoi de grajd lichid cu scopul de a salva oameni sau animale fără echipament de protecție și dispozitiv de respirație.

- Asigurați aport suficient de aer curat. Înainte de a intra în gropi, canale, rezervoare de gunoi de grajd lichid fără echipament de protecție – evaluați riscurile posibile.

Acordarea primului ajutor

- La întreprinderea oricărei măsuri, asigurați-vă mai întâi de propria securitate.

- În caz de inhalare: acces la aer curat. În caz de pierdere a cunoștinței eliberați căile respiratorii. Solicitați asistență medicală. Anunțați medicul cu privire la o posibilă otrăvire cu sulfat de hidrogen.

- În caz de contact cu ochii: îndepărtați imediat hainele contaminate, spălați zonele contaminate cu apă.

- În caz de ingerare: Clătiți gura cu apă. Beți apă din abundență.

Persoana care a acordat prim ajutor:

Medic:

Centrul de informare cu privire la otrăvire: 0228/19240

Urgența: 112

**Eliminarea corectă**

Curățați suprafețele contaminate. Depozitați, transportați și distribuiți gunoiul de grajd în conformitate cu reglementările legale.

Capitolul 13:

Recomandări

1. Gunoii de grajd lichid este un bun prețios. Cu sau fără utilizare prealabilă într-o instalație de biogaz, acesta ar trebui să fie folosit în calitate de îngrășământ, ca parte a unui ciclu agricol și economic important.
2. Deversarea gunoii de grajd lichid în sursele de apă din zonă sau în apele subterane are multe efecte negative asupra mediului care trebuie și pot fi evitate. Daunele grave provocate mediului sunt pedepsite conform legii, inclusiv și prin aplicarea unor sancțiuni grave.
3. Stocarea și prelucrarea ulterioară a gunoii de grajd lichid nu este nici costisitoare, nici complicată. Soluții accesibile și eficiente pot fi întotdeauna implementate la nivel local, de exemplu, stocarea în rezervoare din beton gata amestecat sau, dacă este necesar, în bazine căptușite cu folie.
4. Important este momentul de aplicare al gunoii de grajd lichid la sol: pe lângă perioadele de restricție cu privire la fertilizare stabilite, perioadele de aplicare a îngrășămintelor depind de vreme, precipitații și tipul culturii, deoarece efectul pozitiv al gunoii de grajd lichid asupra calității solului depinde dacă și cât de bine pot fi absorbiți nutrienții. Aceste cunoștințe formează competența de bază a fermierului modern.
5. În Europa de Vest, tehnologia de aplicare a îngrășămintelor s-a dezvoltat semnificativ, de la placa deflectoare până la încorporare în sol folosind sisteme de distribuire cu bandă. Echipamentele de transportare și aplicare ale furnizorilor de mașini agricole sunt dotate corespunzător. Echipamentele și instalațiile agricole sunt inițial costisitoare, dar pe măsură ce cererea crește, pot fi produse mai ieftin local. Improvizarea și colaborarea constituie un ajutor temporar, de exemplu prin închirierea de mașini sau echipamente necesare. Asociațiile și autoritățile facilitează începerea utilizării moderne a gunoii de grajd lichid și există și opțiunea de a aplica pentru proiecte de finanțare.
6. Pentru a construi o instalație de biogaz, în sud-estul Europei pot fi găsiți parteneri de afaceri cointeresați. Astfel, pot fi dezvoltate sisteme optime

din punct de vedere economic și ecologic, care generează profituri suplimentare prin energie regenerabilă!

7. Avantajele procesării gunoierului de grajd lichid constau în faptul că în Moldova, de exemplu, o treime din toate importurile de îngrășăminte minerale ar putea fi evitate, dacă gunoierul de grajd lichid ar fi utilizat în calitate de îngrășământ, ajungând la aceasta concluzie în urma multiplelor cercetări în acest domeniu de către Maschinenring Kommunalservice GmbH. Acest lucru se reflectă în mod clar din punct de vedere economic și la calitatea solului. Se pare că măsurarea conținutului nutrițional al gunoierului de grajd lichid este complicată pentru a fi determinată ca formulă chimică înainte ca gunoierul de grajd să poată fi utilizat. Cu toate acestea, acest efort
- inițial suplimentar de clarificare a formulei chimice a gunoierului de grajd devine un mic efort în comparație cu efectul de a împrăști gunoierul de grajd în ansamblu pe sol.
8. Cooperarea cu vecinii sub formă de burse sau asociații locale poate servi drept punte între fermele agricole și zootehnice dintr-o regiune, poate reduce costurile și maximiza beneficiile.
9. Reglementările de securitate și cunoașterea posibilelor pericole la manipularea gunoierului de grajd lichid vă protejează împotriva riscurilor pentru sănătate.

Anexa 1: Surse de informații (asociații, autorități și agenții de finanțare)

Denumirea instituției	Nume, Prenume	Funcție	Telefon	E-mail
MOLDOVA				
(AIPA) Agenția de Intervenție și Plăți Agricole	Vadim Curmei	Director	+373 22 222 786	vadim.curmei@aipa.gov.md
(AIPA) Agenția de Intervenție și Plăți Agricole	Sergiu Batiușca	Director adjunct	+373 22 222 786	sergiu.batiusca@aipa.gov.md
(AIPA) Agenția de Intervenție și Plăți Agricole	Petru Țîmbur	Director adjunct	+373 22 222 786	petru.timbur@aipa.gov.md
(UCIMPA) Proiect de Agricultură Competitivă în Moldova MAC-P	Liviu Gumovschi	Director executiv	+373 22 244469	campu@campu.md
Academia de Științe a Moldovei	Andrieș Serafim	Academician în domeniul agricult.	+373 22 24 48 58	ipaps_dimo@mtc.md
Universitatea Agrară	Liviu Volconovici	Rector	+373 22 31 2258	l.volconici@uasm.md
Universitatea Agrară	Iurie Melnic	Prorector	+373 22 312 256	i.melnic@uasm.md
Agenția de dezvoltare Centru	Vioel Jordan	Director General	+373 268 2 26 92	vioel.jordan@adrcentru.gov.md
Proiect de Agricultură Competitivă în Moldova MAC-P	Olga Sainciuc	Director adjunct Coordonator Comp. B și C	+373 22 222465	campu@campu.md
Proiect de Agricultură Competitivă în Moldova MAC-P	Eugen Voinițchi	Coordonator Comp. A	+373 22 222465	campu@campu.md
Ministerul Agriculturii, Dezvoltării regionale și a mediului	Tatiana Nistorică	Secretar de stat	+373 22 204 503	tatiana.nistorica@madrm.gov.md
Ministerul Agriculturii, Dezvoltării regionale și a mediului	Mihail Machidon	Secretar de stat	+373 22 204 501	mihail.machidon@madrm.gov.md
Ministerul Agriculturii, Dezvoltării regionale și a mediului	Dorin Andros	Secretar de stat	+373 22 204 502	dorin.andros@madrm.gov.md
Federația Națională a Fermierilor din Moldova AGROinform	Aurelia Bondari	Director General	+373 22 235 698	abondari@agrofarm.md
Institutul Național de Cercetări Economice	Eugenia Lucașenco	Șef departament	+373 22 50 11 00	eugenia_lucasenco@yahoo.com
Agenția de Dezvoltare Nord	Mariana Cebotari	Specialist planificare	+373 231 61980	spsp.adrnord@gmail.com
Organizația de dezvoltare a sectorului IMM	Iulia Costin	Director General	+373 22 29 57 41	iulia.costin@odimm.md
Agenția de Dezvoltare Sud	Maria Culesov	Director General	+373 241 2 62 86	adrsud@gmail.com
UCRAINA				
Servicii de consultanță agricolă	Oleksiy Orlov	Consultant Superior	+38 09500 96 251	oleksiy@farming.org.ua
Asociația de Bioenergie din Ucraina	Maistrisin Vladimir	Director UABIO	+38 044 253 2856	info@uabio.org
Asociația de Bioenergie din Ucraina	Taras Kachka	Ministru	+38 044 253 1055	pr6@me.gov.ua
Ministerul Economiei, Comerțului și Agriculturii	Gheorghii Gheletuha	Director	+38 044 456 9462	info@biomass.kiev.ua
SEC Biomass	Volodymyr Makar	Director	+38 068 863 4687	office@uagra.com.ua
SERBIA				
Asociația de biogaz a Serbiei	Danko Vukovic	Președinte asociație	+38 169 5520 432	info@biogas.org.rs danko.vukovic@biogas.org.rs
Ministerul Agriculturii, pădurilor și apelor	Branislav Nedimovic	Secretar de stat	+381 11 3620 115	predsednik.vlade@gov.rs
SERBIO Asociația națională de biogaz	Danko Vukovic	Director		office@serbio.rs
ROMÂNIA				
Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale	Emil Dumitru	Secretar de stat	+40 213 072329	cabinetss.dumitru@madr.ro
Asociația Biomasă și Biogaz din România	Mariana Stoicescu	Consultant Superior	+40 752 137 414	mariana.stoicescu@arbio.ro

Anexa 2: Rate de conversie pentru unități de animale (UA)

Descriere	UA
Ponei și cai de talie mică	0,70
Alte specii de cai sub 1 an	0,70
• De la 1 la 3 ani	0,70
• De la 3 la 14 ani	1,10
• De la 14 ani	1,10
Viței sub 6 luni	0,30
Vite tinere 6 luni – 1 an	
• Masculi	0,30
• Femele	0,30
Vite 1 an – 2 ani	
• Masculi	0,70
• Femele pentru sacrificare	0,70
• Femele pentru fermă și reproducție	0,70
Vite de la 2 ani	
• Masculi	1,00
• Femele	1,00
- Juninci pentru sacrificare	1,00
- Juninci pentru fermă și reproducție	1,00
- Vaci de lapte	1,00
- Vaci mulgătoare și vaci care alăptează	1,00
• Vite pentru sacrificare și vite de carne	1,00
Oi sub 1 an, inclusiv miei	0,05
Oi femele sub 1 an pentru reproducție	0,10
Berbeci 1 an și mai mari pentru reproducție	0,10
Oi de carne și altele	0,10
Purcei	0,12
Poci sub 50 kg greutate vie	0,22
Porci de îngrășat	
• 50 kg – 80 kg greutate vie	0,40
• 80 kg – 110 kg greutate vie	0,40
• Peste 110 kg greutate vie	0,40
Porci pentru reproducție peste 50 kg greutate vie, mistreți	0,33
• Scrofițe însărcinate pentru prima dată	0,33
• Alte scroafe însărcinate	0,33
• Scrofițe neînsărcinate	0,33
• Alte scroafe neînsărcinate	0,33
Găini ouătoare de 1/2 ani și mai mari	0,0183
Pui și Găini ouătoare sub 1/2 ani	0,0044
Găini și cocoși de carne și pentru sacrificare	0,0091
Gâște	0,0067
Rățe	0,0231
Curcani	0,0167

Anexa 3: Regulament JGS

(Sisteme de stocare și prelucrare a dejecțiilor lichide, gunoiului de grajd lichid și silozului)

Ordonanța privind sistemele de manipulare a substanțelor periculoase pentru apa 1, 2 (AwSV)

Anexa 7 (la Secțiunea 13 (3), Secțiunea 52 (1) teza 2 numărul 1 litera a)

Cerințe pentru sisteme de stocare și prelucrare a dejecțiilor lichide, gunoiului de grajd lichid și silozului

Referință: Cod civil volumul I. 1 2017, 953 – 955)

1. Definiții

- 1.1. Sistemele JGS includ, în special, containere, gropi colectoare, bazine de pământ, silozuri, silozuri mobile, pivnițe și canale de gunoi de grajd, suprafețe de stocare a dejecțiilor solide, suprafețe de umplere cu sisteme de conducte aferente, dispozitive de siguranță, etanșări ale joncțiunilor, aco-periri și căptușeli.
- 1.2. Instalațiile de colectare sunt toate instalațiile structurale și tehnice pentru colectarea și transportarea dejecțiilor lichide, gunoiului de grajd lichid și infiltrațiilor de siloz. Acestea includ, de asemenea, canalele și țevile de îndepărtare a gunoiului de grajd, gropile adiacente, stațiile de pompare și conducta de alimentare către groapă adiacentă, cu condiția să nu fie blocate (îndiguite) în mod regulat.

2. Cerințe generale

- 2.1. Numai produse, tipuri sau kituri pentru construcții pot fi utilizate pentru instalațiile pentru care este disponibilă dovada utilizabilității autorității de construcții, ținând cont de cerințele legii de protecție a apelor.
- 2.2. Sistemele trebuie să fie planificate, construite, proiectate și operate în așa fel încât:
 - a) substanțele care poluează apa conform secțiunii 3 paragraful 2 teza 1 clauzele de la 1 la 5 să nu poată penetra,
 - b) scurgerile din toate părțile instalației care intră în contact cu substanțele specificate la litera a pot fi identificate rapid și fiabil,
 - c) substanțele în general periculoase pentru apă, care penetrează pot fi detectate rapid și fiabil în conformitate cu secțiunea 3 alineatul 2 teza 1 clauzele de la 1 la 5 și

d) în cazul unei defecțiuni, amestecurile care pot conține substanțe care poluează apa sunt reciclate sau eliminate în mod corespunzător, fără a provoca daune.

- 2.3. Sistemele JGS trebuie să fie impermeabile la lichide, stabile și rezistente la eventuale influențe mecanice, termice și chimice.
- 2.4. Operatorul trebuie să angajeze o companie specializată conform secțiunii 62 pentru construcția și repararea unui sistem JGS, cu excepția cazului în care el însuși îndeplinește cerințele unei companii specializate. Acest lucru nu se aplică sistemelor de stocare a infiltrațiilor de siloz cu un volum de până la 25 de metri cubi, altor sisteme JGS cu un volum total de până la 500 de metri cubi sau pentru sistemele de stocare a gunoiului de grajd sau silozului cu un volum de până la 1.000 de metri cubi.
- 2.5. Nu este permisă construcția rezervoarelor sau containerelor din lemn.

3. Sisteme de depozitare a substanțelor lichide care sunt în general periculoase pentru apă

- 3.1. Sistemele de stocare JGS cu un singur perete pentru substanțe lichide, în general periculoase pentru ape, cu un volum total mai mare de 25 de metri cubi, trebuie să fie echipate cu un sistem de detectare a scurgerilor. Conductele cu un singur perete sunt permise cu condiția respectării regulilor tehnice.
- 3.2. Instalațiile de colectare și depozitare trebuie la fel dotate cu sistem de detectare a scurgerilor, conform clauzei 3.1. în cazul instalațiilor de colectare și depozitare plasate sub grajduri, se poate renunța la sistemul de detectare a scurgerilor dacă înălțimea de acumulare este limitată de cantitatea nece-

sară pentru îndepărtarea bălegarului și, în special, starea joncțiunilor și etanșărilor este verificată înainte de punerea în funcțiune a instalației.

4. Sisteme de stocare a dejecțiilor solide și a silozului

- 4.1. Zonele de depozitare ale sistemelor de stocare a dejecțiilor solide și a silozului trebuie să fie dotate cu margini laterale și protejate împotriva pătrunderii apelor pluviale acumulate. Pentru acumulările de siloz stocate în baloturi rotunde sau pătrate și etanșate cu folie nu se înaltează oarecare cerințe, mai ales dacă silozul din ele nu se extrage.
- 4.2. Se va asigura că dejecțiile lichide, infiltrațiile de siloz și apele pluviale contaminate cu dejecții solide sunt complet colectate și eliminate în mod corespunzător ca ape uzate sau reciclate ca deșeuri, cu condiția ca acestea să nu fie utilizate în conformitate cu bunele practici de fertilizare.

5. Echipament și instalații de umplere

- 5.1. La umplerea sau golirea unui sistem JGS, se vor respecta următoarele cerințe:
 - a) Se va monitoriza acest proces și se va asigura că starea dispozitivelor de siguranță necesare corespunde cerințelor înainte de a începe lucrul.
 - b) Se vor respecta limitele de sarcină admise ale sistemului și dispozitivelor de siguranță la umplere și golire.
- 5.2. Se va asigura că apele pluviale contaminate cu substanțe periculoase pentru apă în timpul procesului de umplere, sunt complet colectate și eliminate în mod corespunzător ca ape uzate sau reciclate ca deșeuri, cu condiția ca acestea să nu fie utilizate în conformitate cu bunele practici de fertilizare.

6. Obligațiile de raportare și monitorizare a operatorului

- 6.1. În cazul în care se planifică construcția, scoaterea din exploatare sau reutilizarea unui sistem de depozitare a infiltrațiilor de siloz cu un volum mai mare de 25 de metri cubi, un alt sistem JGS cu un volum total de peste 500 de metri cubi sau un sistem de depozitare a dejecțiilor solide sau a silozului cu un volum de peste 1.000 de metri cubi, operatorul trebuie să notifice în scris autoritatea competentă cu cel puțin șase săptămâni înainte de începerea lucrărilor menționate. Teza 1 nu se aplică în cazul construcției de sisteme care necesită sau au obținut autorizație ca caz individual în temeiul altor prevederi legale, cu condiția ca auto-

rizația să asigure și îndeplinirea cerințelor prezentei ordonanțe.

- 6.2. Operatorul trebuie să monitorizeze regulat funcționarea corectă și etanșeitatea sistemelor, precum și funcționalitatea dispozitivelor de siguranță. În cazul în care monitorizarea conform tezei 1 relevă o suspiciune de scurgere, acesta trebuie să ia imediat măsurile necesare pentru a preveni scurgerea substanțelor. În cazul în care există suspiciunea că substanțe poluante s-au scurs deja într-o cantitate semnificativă și nu poate fi exclus riscul de poluare a unei surse de apă, acesta trebuie să anunțe imediat autoritatea competentă.
- 6.3. În cazul în care suspiciunea de scurgere este confirmată sau dacă se dovedește că substanțele periculoase au penetrat în mediul înconjurător, operatorul trebuie să ia imediat măsuri pentru limitarea pagubelor și să dispună ca reparațiile sau remedierile să fie efectuate de o firmă specializată, cu excepția cazului în care el însuși este o companie specializată.
- 6.4. În conformitate cu clauza 6.1, operatorii dispun de sisteme, care fac obiectul unei raportări sau notificări, inclusiv cu privire la faptul dacă a fost verificată etanșeitatea și funcționalitatea conductelor de către un expert înainte de punerea în funcțiune și prin ordinul autorității competente. Operatorii trebuie să se asigure că bazinele de pământ sunt verificate de un expert la fiecare cinci ani, iar în zonele de protecție a apei - la fiecare 30 de luni.
- 6.5. Expertul trebuie să prezinte autorității competente un raport cu privire la rezultatul fiecărei inspecții efectuate de acesta în conformitate cu clauza 6.4 în termen de patru săptămâni de la efectuarea inspecției. Pe baza rezultatelor inspecției, el trebuie să clasifice sistemul în una dintre următoarele categorii:
 - a) fără neajunsuri;
 - b) cu neajunsuri minore;
 - c) cu neajunsuri semnificative;
 - d) cu neajunsuri care prezintă pericol. Expertul trebuie să informeze imediat autoritatea competentă cu privire la neajunsurile periculoase.
- 6.6. Raportul de inspecție conform clauzei 6.5 trebuie să conțină informații cu privire la următoarele:
 - a) Operator;
 - b) Locație;
 - c) Identificarea sistemului sau instalației;
 - d) Clasificarea sistemului sau instalației;
 - e) Aprobări sau autorizații ale autorităților competente ;

- f) Experți și organizații care i-a utilizat serviciile;
- g) Tipul și volumul/conținutul inspecției;
- h) Dacă sistemul a fost supus inspecției în întregime sau doar parțial, și care părți ale instalației nu au fost inspectate;
- i) Tipul și amploarea neajunsurilor constatate;
- j) Data și rezultatul inspecției și
- k) Măsurile necesare și propunerea unui termen rezonabil pentru punerea lor în aplicare.

6.7. Operatorul trebuie să remedieze defecțiunile sau neajunsurile minore constatate în timpul inspecției conform clauzei 6.4 în termen de șase luni de la descoperirea lor și, dacă este necesar conform clauzei 2.4, de către o firmă specializată în conformitate cu secțiunea 62. Defecțiunile sau neajunsurile semnificative și periculoase urmează a fi remediate imediat. Eliminarea defecțiunilor semnificative necesită o inspecție repetată de către un expert. Dacă expertul descoperă o defecțiune periculoasă, operatorul trebuie să scoată imediat sistemul din funcțiune și, dacă acest lucru este necesar după părerea expertului, să îl golească. Sistemul poate fi repus în funcțiune numai după ce autoritatea competentă a primit confirmarea de la expert că deficiențele constatate au fost remediate cu succes.

7. Instalații existente

7.1. Pentru instalațiile JGS care au fost deja construite la ziua de 1 august 2017 (instalații existente), se aplică de la această dată:

- a) secțiunea 24 (1) și (2), precum și clauzele 5.1 și 6.1 până la 6.3,
- b) clauzele 6.4 până la 6.7 cu condiția ca autoritatea competentă să poată dispune inspectarea instalațiilor și bazinelor de pământ de către un expert numai dacă există suspiciunea de defecțiuni semnificative sau periculoase și
- c) clauzele 1 la 4 și 5.2, în măsura în care conțin cerințe care corespund cerințelor ce trebuiau respectate la 31 iulie 2017 conform reglementărilor de stat respective.

În rest, aceste obligații de testare continuă să se aplice instalațiilor existente care au fost deja supuse inspecției conform reglementărilor naționale aplicabile înainte de 1 august 2017.

7.2. În cazul instalațiilor existente cu un volum mai mare de 1.500 de metri cubi care nu îndeplinesc cerințele clauzelor 2 la 4 și 5.2, autoritatea competentă poate dispune măsuri de ajustare tehnică sau organizatorică,

- a) Care ar înlătura aceste abateri sau neajunsuri;
- b) Care sunt prevăzute pentru aceste abateri în regulile tehnice pentru instalațiile existente sau
- c) Cu care se realizează conformitatea cu cerințele specificate în clauzele 2 la 4 și 5.2.

În cazurile prevăzute în teza 1 lit. b și c, trebuie respectate cerințele secțiunii 62 alin. 1 din Legea privind gospodărirea apelor.

Acest lucru nu afectează autoritatea cu drept de a emite ordine în conformitate cu secțiunea 100, paragraful 1, clauza 2 din Legea privind gospodărirea apelor pentru toate sistemele existente.

7.3. În cazul instalațiilor existente cu un volum mai mare de 1.500 de metri cubi, la care dotarea cu un sistem de detectare a scurgerilor nu este posibilă din motive tehnice sau poate fi realizată numai cu efort disproporționat, etanșeitatea sistemului trebuie dovedită prin mijloace tehnice și măsuri organizatorice adecvate.

7.4. În dispozițiile în conformitate cu clauza 7.2, autoritatea nu poate cere ca instalația să fie oprită sau scoasă din exploatare, sau să se impună măsuri de adaptare echivalente cu o construcție nouă sau care modifică scopul instalației. La eliminarea deficiențelor semnificative sau periculoase ale unui rezervor JGS, trebuie respectate cerințele prezentei ordonanțe. În caz contrar, Secțiunea 68 (7) se aplică instalațiilor existente în mod corespunzător.

7.5. În cazul instalațiilor existente cu un volum mai mare de 1.500 de metri cubi, operatorul trebuie să documenteze respectarea cerințelor conform clauzelor 6.2 și 6.3, în special tipul, conținutul, rezultatul, locul și timpul monitorizării respective precum și măsurile luate și documentația autorității competente să fie prezentată la cerere.

8. Cerințe în regiuni speciale

8.1. Nu pot fi instalate și operate sisteme JGS în zone de înaltă securitate sau în zonele protejate. În regiunile mai îndepărtate ale zonelor protejate, sistemele de stocare JGS cu un singur perete pentru substanțe lichide periculoase pentru apă pot fi instalate și operate numai cu condiția ca acestea să fie dotate cu un sistem de detectare a scurgerilor.

8.2. Sistemele JGS pot fi instalate și operate în zonele inundabile stabilite și securizate temporar numai dacă

- a) nu pot fi spălate de ape sau nu pot fi deteriorate în alt mod de inundații și
- b) substanțele periculoase pentru apă nu sunt spălate în rezultatul inundațiilor, nu sunt eliberate în mediu și nu pot pătrunde în alt mod în sursele de apă.

8.3. Autoritatea competentă poate acorda o derogare de la cerințele specificate în clauzele 8.1 și 8.2 dacă:

a) interesul public impune acest lucru sau interzicerea ar duce la dificultăți nerezonabile și

b) dacă scopul de protecție al zonei protejate nu este afectat.

8.4. Prevederile ulterioare din ordonanțe de stat pentru înființarea zonelor protejate rămân neafectate.

PROBE FOTOGRAFICE

Număr și denumire	Sursă
Fig. 1 - Phaeocystis algae (Spuma de alge)	Wera Leujak / UBA
Fig. 2 - Alge verzi în Marea Nordului	Wera Leujak / UBA
Fig. 3 - Instalația de biogaz în Rosdorf	Serviciu municipal Maschinenring
Fig. 4 - Bazin de pământ (terestru)	AGW GmbH
Fig. 5 - Rezervor din amestec de beton	Wolf System GmbH
Fig. 6 - Rezervor prefabricat	SUDING Beton- und Kunststoffwerk GmbH
Fig. 7 - Rezervor din oțel inoxidabil	Erich Stallkamp ESTA GmbH
Fig. 8 - Stație de evacuare a gunoiului de grajd lichid cu groapă adiacentă	Sundermann GmbH & Co.
Fig. 9 - Conductă de drenaj (scurgere) cu tunel de inspecție	Serviciu municipal Maschinenring
Fig. 10 - Separator în Kassel	Serviciu municipal Maschinenring
Fig. 11 - Distribuirea gunoiului de grajd lichid cu ajutorul unui recipient distribuitor	Serviciu municipal Maschinenring
Fig. 12 - Rezervor cu gunoi de grajd lichid	Serviciu municipal Maschinenring
Fig. 13 - Camion pentru transportarea gunoiului de grajd lichid	Serviciu municipal Maschinenring
Fig. 14 - Tractor cu cultivator de gunoi de grajd	Serviciu municipal Maschinenring
Fig. 15 - Distribuitorul cu papuc tractat în detalii	Camera Agricolă Nordrhein-Westfalen
Fig. 16 - Tractor cu distribuitor cu bandă	Camera Agricolă Nordrhein-Westfalen
Fig. 17 - Distribuitor oscilant	Camera Agricolă Nordrhein-Westfalen
Fig. 18 - Distribuitor cap de impact (cu placă deflectoare)	Camera Agricolă Nordrhein-Westfalen
Fig. 19 - Injector cu brazdă de adâncime	Camera Agricolă Nordrhein-Westfalen

SURSE BIBLIOGRAFICE:

www.umweltbundesamt.de
www.landwirtschaftskammer.de
www.planet-wissen.de
www.maschinenring.de
www.lfu.bayern.de
www.landkreis-waldshut.de
www.um.baden-wuerttemberg.de

Use of liquid manure as an agricultural fertilizer in Southeastern Europe

(Moldova, Romania, Serbia, Ukraine)

Farmers Handbook

Translation into the English language

Editor

Maschinenring Kommunalservice GmbH
Götzenbreite 10
Tel. +551 488887 15
Fax +551 488887 19
jan.hampe@mrgoettingen.de
www.mrgoettingen.de

Authors

Maschinenring Kommunalservice GmbH
Götzenbreite 10
37124 Rosdorf
Tel. +49 551 488887 15
Fax +49 551 488887 19
jan.hampe@mrgoettingen.de
www.mrgoettingen.de
Jan Hampe and Dennis Uhendorff

Spelleken Assoc. Economist Hans-Gerd Spelleken
Zum Simmig 13
63755 Alzenau
Tel. +49 6023 503288
Fax +49 6023 503289
spelleken@spellekenassociates.de
www.spellekenassociates.de
Hans-Gerd Spelleken

Completed in: November 2021

Lectors

Spelleken Assoc.
Natalia Bodiu and Marius Kleilein

UBA Unit II 2.8 Agriculture
Anne Biewald and Doris Fuchs

UBA Unit I 1.2 International Sustainability Strategies, Policy and Knowledge Transfer, Project Service Unit
Advisory Assistance Programme (AAP)
Dr. Sonja Otto

Layout: Corneliu Comendant

PDF Version: <https://www.mrgoettingen.de>; <http://www.biodeseuri.md/biodeseuri>

© Kassel, November 2021



This project was funded by the German Federal Environment Ministry's Advisory Assistance Programme (AAP) for environmental protection in the countries of Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia and other countries neighbouring the EU. It was supervised by the German Environment Agency. The responsibility for the content of this publication lies with the authors.

Contents

- Introduction61**
- 1. Liquid manure as a fertilizer63
- 2. Environmental impacts of liquid manure66
- 3. Biogas plants68
- 4. Storage and Construction of Containers71
- 5. Separation77
- 6. Planning manure application on soil.....80
- 7. Period of ban on fertilizer spreading for using liquid manure83
- 8. Liquid manure transportation to the field86
- 9. Technique of application and incorporation88
- 10. Marketing and logistics92
- 11. Localization of agricultural machinery.....95
- 12. Rules of conduct.....98
- 13. Recommendations..... 101

Contents

INFOGRAPHICS

Infographic 1: Nutrient cycle65

Infographic 2: Manure accumulation in animal husbandry72

Infographic 3: Leak detection without surface sealing75

Infographic 4: Properties of manure before and after separation79

Infographic 5: Properties of pig and cattle manure81

Infographic 6: Manure application schedule.84

Infographic 7: Approximate calculation for Moldova.93

Infographic 8: Real net output ratio in the construction and assembly of a liquid manure tank96

Infographic 9: Operating Instructions for Hazardous Substances Ordinance 100

TOPIC BOXES

• Invention of a mineral fertilizer.63

• What is NPK-fertilization.64

• Nitrous oxide67

• The German Board of Trustees for Technology and Construction (KTBL)71

• Special features of the construction of storage facilities in Germany:
leak detection system76

• Register for agricultural land lot farming82

• Near-infrared spectroscopy (NIR)..82

ANNEX

• Annex 1: Sources of information 103

• Annex 2: Conversion key for livestock units 104

• Annex 3: JGS regulation (Liquid manure, solid manure and silo infiltrations and processing systems) 105

Introduction

This handbook was created as a result of a campaign on the **value of manure for fertilization in agriculture**. It was developed by the Maschinenring Kommunalservice Göttingen and Spelleken Assoc. supported by the Federal Environment Agency carried out in the Republic of Moldova in summer and autumn 2020. The handbook was developed at the request of Moldovan farmers, and the project succeeded mostly due to their active collaboration. These guidelines are therefore also recognition to the people who are rebuilding south-eastern European agriculture in times of transformation. Moldova is a good example of EU-oriented agriculture in south-eastern Europe and is followed by other important countries such as Romania, Serbia and Ukraine. Their laws are based or will be mostly based on EU regulations, their products are delivered to the EU and all environmental protection conditions comply with EU requirements. The aim of this transformation is the improved and **inter-locking cooperation between livestock and arable farms** with regard to liquid manure and solid manure.

This handbook shows how an environmentally and operationally compatible use of liquid manure in the country's livestock farms of the country can be interspersed with other areas of an agricultural sector. It defines **liquid manure as an agricultural fertilizer** (Chapter 1), describes the **possibility of environmental pollution**

(Chapter 2) and the importance of **bio-gas plants** (Chapter 3) in the value chain. Chapter 4 explains the **storage** of liquid manure, the construction of the required **containers** and describes the separation of solids particles and liquid manure for more efficient transportation (Chapter 5). The handbook also contains information on the **research of different forms of manure** and the calculation of the application rate of different forms of manure (Chapter 6), the **best period for application and ban** for using the fertilizer during the year (Chapter 7) and gives practical tips for transporting the manure to the field (Chapter 8) and **applying** it to the ground (Chapter 9). Future expectations for the manure **marketing and logistics** in Southeastern Europe, using the Republic of Moldova as an example, are presented in Chapter 10; opportunities for **agricultural technology located in the region** are presented in Chapter 11. Chapter 12 contains important recommendations on the handling of **hazardous substances** in liquid manure. At the end, we summarize the most important tips into a **list of clues** (Section 13).

The following institutions contributed to the creation of this handbook: **Maschinenring Göttingen**, which was founded in 1965 and in 1995 created Maschinenring Kommunalservice (MRK) Göttingen as a subsidiary of MR Göttingen and Kassel. In total, about 1100 agricultural enter-

prises as members and about 250 biogas plants of different categories are coordinated in Germany in agricultural partnership. As a Limited Liability Company (GmbH), MRK Göttingen coordinates ten other service companies. These include, in addition to various services for the marketing of biogas on the electricity market, the planning and coordination of biogas plants, in particular the liquid manure distribution company GAG.

Spelleken Assoc. is a development consultancy from Alzenau in Lower Franconia that designs and implements complex projects in Southeastern Europe and Latin America. Spelleken Assoc. supports the Human rights Committee (HRC) in Southeastern Europe on a long-term basis. The authors of this handbook are the farmers **Dennis Uhlendorff** and **Jan Hampe** and the development economist **Hans-Gerd Spelleken**. Editing was carried out by experts from the Federal Environment Agency in Germany (UBA) and Marius Kleilein (HRC).

Chapter 1:

Liquid manure as a fertilizer

Manure is a mixture of excrement and urine of farm animals, especially pigs and cattle. In the past (used nationwide), as today (in small and medium-sized farms), manure consists of animal excrement mixed with straw.

Manure and animal excrement are not wastes! Quite the opposite, it is a natural and valuable organic fertilizer. Manure consists of nutrients and organic matter, dissolved in water, with a certain mineral content. It con-

tains the core nutrients nitrogen, phosphorus and potassium (NPK-fertilizer). Manure gets its strong smell from the gases carbon dioxide, ammonia, methane and hydrogen sulphide released during excretion.

Before mineral fertilization became available, the solid manure and manure fertilization was the only way to stabilize or increase yields. The value of manure has been known for centuries and was common practice in the past. However, since

Invention of mineral fertilizer

Plants extract nutrients and mineral salts from the soil. The nutrients, thus, reach the harvested crops. Depending on the mineral composition of the soil, it is depleted after several harvests. But there is a countermeasure: **fertilization**.

The earliest literary mention of fertilization occurs in the Occident in Homer's *Odyssey* in the VIII century BC. In Odysseus' farm yard, a heap of dung smelled until its contents were spread over the fields.

Fertilization with green manure from nitrogen-collecting plants, which was then plowed into the ground, has been known since the Romans at the latest. Fallow land as a part of the triennial crop rotation was also a common measure in the Middle Ages to give to a cultivated area a break from a vegetation period. Meanwhile, due to weathering, minerals were released from the rock into the ground and were, thus, available to the following cultures.

Late medieval alchemists researched how to increase yields in agriculture. In modern times, the nutritional physiology of the plant and the nutrient supply of the soil were examined. After Justus von Liebig (1803 to 1873) formulated his findings on the need for fertilization, the losses of mineral salts in the soil were compensated by fertilization.

From 1905 to 1908, the chemist Fritz Haber developed the catalytic synthesis of ammonia. The industrialist Carl Bosch then succeeded in finding a process that enabled the mass production of ammonia. This Haber-Bosch method created the basis for the production of synthetic nitrogen fertilizer.

Since the Second World War, fertilizers with different compositions have increasingly come onto the market in industrialized and emerging countries. Their use became standard on modern farms, but came under pressure from public criticism in the 1980s because of environmental risks and natural alternatives¹.

¹ Sursa: <https://www.planet-wissen.de>

the introduction of a mineral fertilizer (see the topic box below), this knowledge has been forgotten.

Nitrogen, phosphorus and potassium are essential for good growth and high plant yields.

In addition to the nutrient and fertilizing effects, the manure has a decisive advantage compared to the mineral fertilizer: the organic substance contained in the manure contributes to the formation of humus in the soil. Humus provides a mechanism for capturing and accumulating humidity, increases soil fertility and, in the form of nutritious humus, serves as a stock fertilizer.

What is NPK-fertilization

The abbreviation **NPK** (in German) names the main nutrients that contribute to plant growth and increased yields in agriculture. These are found in valuable concentrations in mineral fertilizers as well as in liquid manure and solid manure.

N = nitrogen, can be present in both mineral and organic form. Nitrogen serves as a yield engine for the plant. Plants absorb nitrogen mainly in the form of nitrates; ammonium and urea can also be taken up directly. The so-called mineralization (breakdown of organic matter into inorganic matter by microorganisms) makes the organically bound nitrogen available for the plants. Nitrates can be washed out quickly by precipitation, whereas ammonium binds to clay minerals in the soil and is used to build up humus as well as to supply the plant with long-term nitrogen. The plant converts the nitrogen into proteins, which are necessary for growth and reproduction. A lack of nitrogen can be recognized by light green discoloration of leaves; the growth of a plant is markedly inhibited also due to the lack of nitrogen. Too much nitrogen leads to over-fertilization (blue-green leaf color, soft shoots), to leaching into the soil and, thus, to negative environmental effects on the groundwater. The plant's nitrogen uptake can also be inhibited by a lack of other nutrients, such as potassium.

P = phosphorus, is present in the natural soil supply, but can only be partially absorbed by a plant. As a macronutri-

ent, phosphorus is indispensable for plant metabolism. In addition to building up plant enzymes and the main function of many vitamin and protein syntheses, phosphorus is also used to form seeds and fruits. The availability of phosphorus depends on the pH value in the soil. Too high pH-value leads to the fixation of the phosphorus in the soil, whereby the phosphorus becomes unavailable for a plant. In addition to the benefits for a plant, phosphorus also serves to improve the soil structure in order to achieve good soil crumbling and soil mellowness. Both make the soil finer, especially, after plowing. A lack of phosphorus can be recognized by the shedding of older leaves and their red-purple discoloration. Root development is clearly reduced and the plant's metabolism is disrupted.

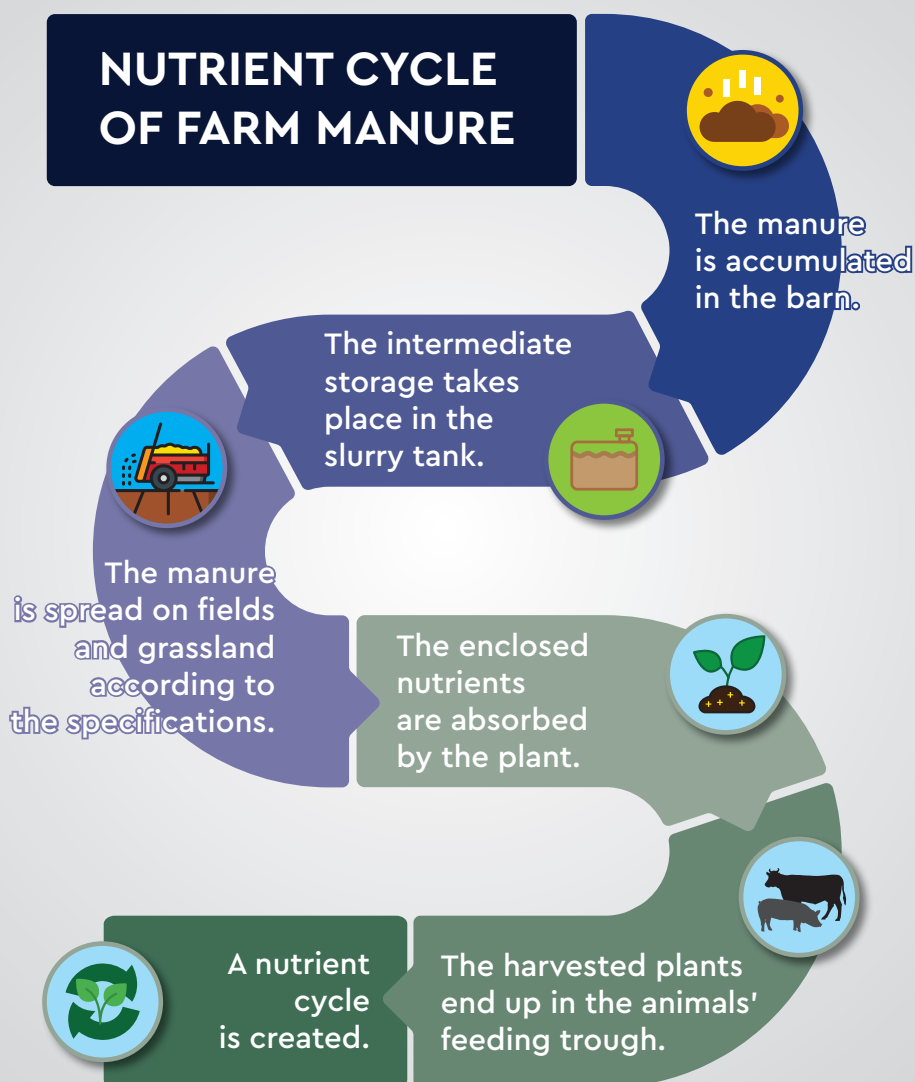
K = potassium (often also called potash = potassium carbonate, potassium oxide), like nitrogen and phosphorus, is a macronutrient for the plant and is used for plant photosynthesis. Potash promotes the formation and storage of carbohydrates. The water balance of the plant is favored by potash; it suffers less from drought stress. In addition, potash promotes the resistance of the plant both to disease and to the risk of deformation (kinking of arable crops) by stabilizing the supporting tissue of the plant. When there is a lack of potash, the plants often appear tired and limp, a kind of wilt occurs. Sometimes the leaves turn light green from the outer edges to the center.

Liquid manure used as a fertilizer can, thus, make a decisive contribution to increasing yields. In addition to the main nutrients NPK (nitrogen, phosphorus, potassium), the liquid manure also contains trace nutrients for plants and soil, which commercial mineral fertilizers do not offer.

Liquid manure is therefore a natural, valuable fertilizer that is automatically generated in animal husbandry. It, thus, becomes the core element of a nutrient cycle in cooperation between livestock and arable farms.

First, liquid manure is collected in the livestock farm and stored in a manure tank. It is then applied to the field as farm manure and gradually absorbed by the growing plants.

The correspondingly better growing plants are used again as feed for animals after the harvest, so that the cycle closes (see Infographic 1).



Infographic 1: Nutrient cycle

Chapter 2:

Environmental impacts of liquid manure

Liquid manure can be both negative and positive. The former happens when its nutrients are not used systematically and professionally as nutrients, but are discharged into the soil and water in excessive quantities and unfiltered. This can lead to considerable damage to the ecological balance. And vice versa - it has a positive impact when it enriches the soil in the right dosage and, thus, increases the productivity of agriculture. This chapter concerns the curse to be averted.

Above all, it must be avoided that the liquid manure gets into surface water or groundwater. There are generally three ways to infiltrate manure into water sources:

1. Leaking storage containers;
2. Incorrect application;
3. Excessive fertilization.

As a rule, liquid manure penetrates into surface waters through leaky storage containers. Then, the liquid manure reaches the surface, via the rain drainage ditches of the farms into the surface waters or seeps through directly below the storage facilities.

Furthermore, the liquid manure is sometimes applied to the agricultural areas in wrong time. For example, no application should be carried out on frozen soils or on



❶ Fig. 1: A floating colony of *Phaeocystis* algae (foam algae)

soils saturated with water after heavy rainfall. Otherwise, especially in hilly terrain, there is a risk that some of the liquid manure will not seep into the ground, but rather run off the surface via the drainage ditches into the surface waters. Further, you will find some tips on an appropriate time period for applying liquid manure in Chapter 7.

If the amount of fertilizer applied continues to be too high, excess nitrogen and, in some cases, also phosphorus, accumulate and are washed out into the groundwater body and, thus, into the rivers. This process takes place very long-term over a period of 10 to 30 years. In this respect, of course, it takes time for this entry path to dry up again. Only when the pollution in the groundwater decreases, the nutrient input into the surface water will also normalize.



Fig. 2: Green algae in the North Sea

If liquid manure enters surface waters via the mentioned entry paths, the waters can “eutrophicate” and ultimately “go bad” over a longer process due to the excessive entry of the nutrients it contains. This means that too much organic matter, for example, in the form of algae, forms in a water body due to the additional input of nitrogen and above all phosphate. They use up most of the oxygen in the water and the other living organisms in the water can die due to the lack of oxygen. Eventually, anaerobic processes are formed, the water begins to stink and “goes bad”.

But excess nitrogen is not just a single hazard for surface water, but also for groundwater. In the soil, nitrogen is converted to nitrate. This nitrate then seeps over time from the upper soil layer into the groundwater zone. This then leads to the fact that the current nitrate limit value (50 mg / liter) of the EU groundwater directive is exceeded.

Increased nitrate content in the groundwater then also leads to increased proportions in the drinking water, which is usually obtained from the groundwater. If a person then absorbs the nitrate through the drinking water, it turns into nitrites in a human body. Too high nitrite content in drinking water can be harmful in particular to the health of infants.

The use of fertilizers also releases nitrous oxide: because both liquid manure and solid manure, as well as mineral, i.e. industrially produced, fertilizers contain nitrogen. Once subjected to decomposing, these nitrogenous compounds produce, among other things, nitrous oxide².

Nitrous oxide

Nitrous oxide (N₂O) is a greenhouse gas that is around 300 times more harmful to the climate than carbon dioxide (CO₂). The main sources of nitrous oxide are nitrogenous fertilizers in agriculture and animal husbandry, processes in the chemical industry and combustion processes.

So agriculture is a major contributor to nitrous oxide emissions. A distinction must be made between direct and indirect nitrous oxide emissions. Direct nitrous oxide emissions derive from agricultural processes: emission of reactive nitrogen (Nr) from organic and mineral fertilizers and atmospheric nitrogen emission, as well as reactive nitrogen in soils from plant residues and biological nitrogen fixation of protein plants (legumes). Indirect nitrous oxide emissions appear when reactive nitrogen compounds, such as nitrate and ammonia, get into the surrounding natural areas. Nitrous oxide is produced from reactive N compounds in nitrification and denitrification processes. In crop production, nitrous oxide emissions are mainly due to the use of nitrogen fertilizers. In addition to the amount of nitrogen or lime fertilizer introduced, factors such as climate,

temperature, soil properties and fertilizer technology determine the amount of greenhouse gas emissions caused.

On redesignated moors and grassland, the high humus content after fertilization results in a particularly high emission of greenhouse gases (in addition to nitrous oxide, also CO₂). These greenhouse gas emissions can be reduced by improving N (nitrogen) productivity. By determining the fertilizing requirements of plants, including the humus balance and analyzing the nutrient content of organic fertilizers, N surpluses can be reduced. The Federal Environment Agency recommends reducing the nitrogen surplus on a 3-year average to 50 kilograms per hectare and year if the nitrogen only comes from mineral fertilizers. In the long term - to 90 kilograms per hectare and year if part of the fertilizer is manure³. Due to the Kyoto Protocol, which makes the reduction of greenhouse gases mandatory, the signatory states to the Framework Convention on Climate Change also have to take measures to reduce N₂O emissions. The reduction of nitrogen surpluses is an important contribution to this⁴.

² Source: <https://www.lfu.bayern.de>

³ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-14_texte_33-2021_tierhaltung_bf_0.pdf

⁴ Source: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/soil-agriculture/ecological-impact-of-farming/nitrous-oxide-methane>

Chapter 3:

Biogas Plants

Since liquid manure is a versatile resource, there is also the possibility for the farmer to build a biogas plant (BGP). The liquid manure is channeled through this installation before it is spread on the field. The fermentation of liquid manure in the biogas plant produces energy (electricity and heat). These can be used for personal use or sold on the national electricity market.

In a biogas plant, organic materials such as liquid manure, solid manure, maize or sugar beet are decomposed anaerobically (oxygen-free) with the help of bacteria to produce a combustible biogas. A combined heat and power unit (HPU) can be operated with this biogas to generate electricity and heat. The so-called digestate from BGPs that remains after incineration can then be applied to the fields as a liquid fertilizer (farm manure). It is to be treated in the same way as the untreated farm manure, which is the subject of this handbook as a basic material.

Another alternative when using biogas plant is to process organic material (or just solid manure) into biomethane and feed it into the natural gas network. However, this often fails because of the contractual obligations to a natural gas provider (feed-in tariff) or because the existing networks are out of date. In Moldova in particular, there is no corresponding reference; Moldova-

Gaz is only likely to be willing to have biogas fed into the network with considerable negotiating effort (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine).

Biogas plants can represent an additional source of income for the farmer due to the possibilities of feeding biomethane into the gas network. In Germany, as a result, the income of farmers has increased by around 50% to the knowledge and in the network of the MRK. Even if this will not be primarily feasible in Moldova for the time being (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine), biogas plants are still a possibility to generate the energy required on the farm and in the country in the form of electricity and heat and thus save costs. Since the fermentation of agricultural wastes does not release any CO₂, biogas plants are important contribution to the energy transition (switching to alternative energy sources).

In Germany, 9,000 biogas plants produce around 5% of the country's total energy needs. This is quite a lot, because the electricity generated here is also suitable for base and peak loads. Suitable for base load means that biogas plants run continuously (over the day without nightly breaks and over the year without seasonal fluctuations) and, thus, feed electricity into the grid



❶ Fig. 3: Rosdorf biogas plant

at a relatively constant rate. Suitable for peak loads means that the energy from biogas plants can also be requested from the control centers of the national power grids in times of high electricity demand.

As in most European countries, Moldova also has a licensing procedure for new biogas plants with the allocation of an electricity feed-in tariff (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine). This procedure is functional and leads to an average tariff of approx. € 0.10 per kWh with legal protection for approx. 15 years.

When planning the system of a biogas plant, it is decided how economically and profitably the project will be. Planning based on modules offered by the system manufacturer is widespread. In Germany there are several hundred medium-sized and several thousand smaller companies that can design and build biogas plants. The assembly and construction of a system are similar to

a large craft project in which up to 50 individual components are connected. This enables farmers to commission individual productions and solutions so that the biogas plant fits exactly to the respective farm. The authors of this handbook advise that the size of the biogas plant must be planned in such a way, that wastes from neighboring farmers or regional industrial companies can also be accepted, which e.g. give off spoiled milk or beet pulp as co-substrates.

Note: As an example, in the Republic of Moldova, a substrate atlas www.biodeseur.md was created in 2019 to promote knowledge and affinity of co-substrates.

An individual planning of such types of systems should also be far-sighted so that future changes and leaps in growth or e.g. generation changes with corresponding effects on substrates and organizational structure can be anticipated. In the long term, a BGP based on this model is more economical.

A BGP can be based on pig, cattle or chicken manure. A capacity of approx. 250 kW corresponds to a farm with approx. 120 cows and approx. 60 hectares of arable land. For example, according to the authors' research, Moldova is likely to have systems from 250 kW upwards, although municipal systems up to approx. 4 MW can also make sense. A communal system requires willingness to modern, transparent and agile management, also on the part of the city or the district. The cost of the construction is around € 3,000 per watt, so that the construction of a 500 kW system in Moldova costs around 1.5 million € (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine).

When procuring the components, the pumps and electronics in particular should be of the highest quality, while the concrete and cable work, as well as foils and other prefabricated components can be procured cheaply worldwide. The construction itself should take place under our own leadership and project supervision.

Likewise, the operation of a biogas plant is to be organized as an interaction of own competence in the basic functions, for example, a locally available specialist and a regionally available engineering company. In the capital cities there are individual educational institutions that already give knowledge in biogas plant control (example in Moldova is the Colegiu Ecologic in Chisinau), and individual companies are dealing with this specialist topic. If you want to build a biogas plant according to the „Bauherrnmodell” model (in this model, the investor does not act as a final recipient of the property, but as a builder), the MRK will be happy to help permanently within the framework of a maintenance or support contract (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine).

Chapter 4:

Storage and Construction of Containers

The planning and construction of a liquid manure storage facility first requires an assessment of the necessary storage volume. The calculation is based on the number of livestock units on the farm, as well as the manure blocking period, the size of the area, the production quantities of the livestock and the determination of the fertilizer requirement. In Germany, a minimum storage capacity of six months is currently required and a minimum storage capacity of nine months is required for farms with a large number of livestock units without a corresponding area certificate. We recommend that Southeastern European companies start also planning today. This would give them an advantage if these requirements stipulated by the EU had to be applied nationally.

In Germany, minimum storage capacity is checked by the responsible supervisory authority during the building application phase. The responsible building authori-

ties work closely with the supervisory authorities (e.g. the Chamber of Agriculture) during the application phase. The needs assessment is therefore calculated with the help of consultancy from authorities and associations or even with the help of the responsible supervisory authority.

In addition to the necessary basic structural standards, for example DIN (German Institute for Standardization) regulations for concrete quality and reinforcing steel quality, the location of the planned storage facility is also carefully checked in Germany, possibly together with a report on emissions. When it comes to the question of location, the currently applicable minimum distances according to the area plan to residential areas, rivers and ditches, main roads, wells and neighboring businesses also play an important role.

The production quantities of the livestock serve as the first guideline for calculating

The German Board of Trustees for Technology and Construction (KTBL)

In Germany, for example, the basis for calculating the livestock units is either the data from the Board of Trustees for Technology and Construction in Agriculture (KTBL) or data from the responsible supervisory authority.

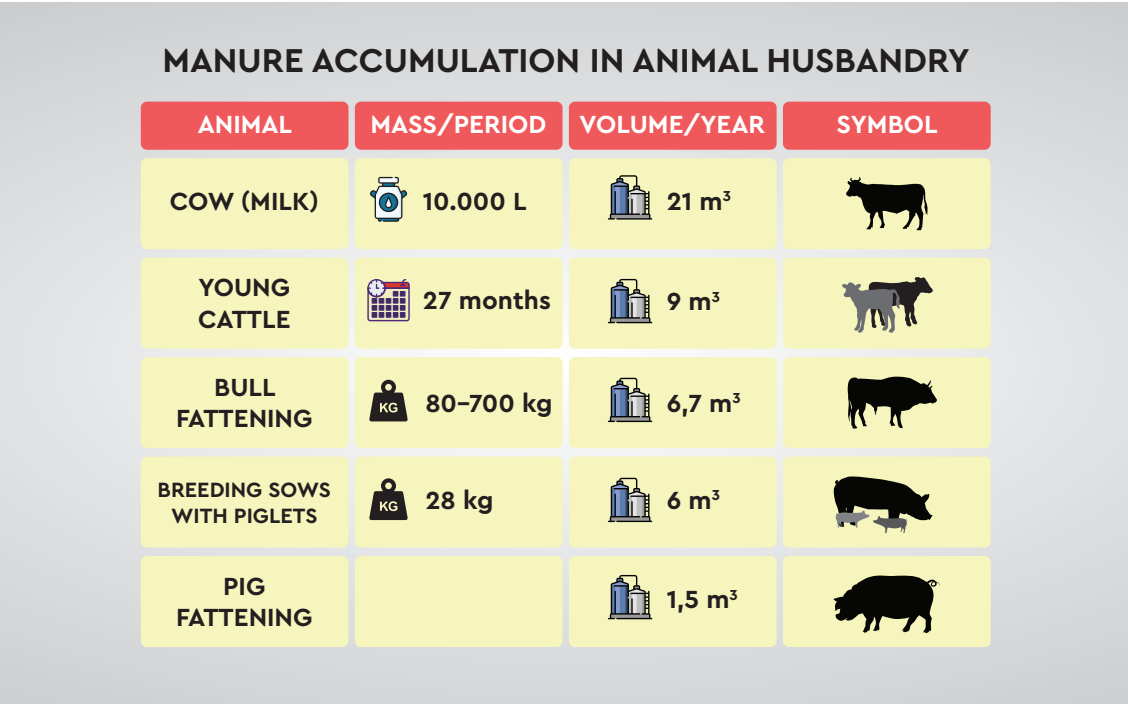
The KTBL data represents extensive collection of data from specialized literature on agricultural planning accounting,

which includes values from all areas of agriculture. These are mainly used for business evaluation.

These standards are called differently in every European country and should be requested from the competent authority before planning a liquid manure storage facility in Chisinau / Kiev.

the manure storage requirement. Infographic 2 shows the amount of manure produced per animal each year. Column one names the animal species, column two the amount of the produced product (milk

or meat) per year or a different period as the basis for calculation, column three the amount of solid manure in cubic meters. Column four visually underlines the animal species.



In Germany, construction projects for manure storage facilities in floodplains, nature and landscape protection zones or ecological priority areas are prohibited. The subsurface should be such that it safely supports the planned structure, which is why a soil survey is required in Germany prior to construction.

The main wind direction as a key factor in emissions from livestock farming must also be taken into account. It makes sense to have a report on emissions drawn up or to have the site checked for emissions by a monitoring authority. The installation of an anti-emission roof can considerably facilitate the approval of such construction.

After the location and the storage volume, i.e. the container size, have been determined, further planning can be continued. Now the farmer can decide on a variant of the liquid manure storage facility and cho-

ose between prefabricated elements, ready-mixed concrete or steel containers. These have different properties, advantages and disadvantages, which are described below:

❶ Infographic 2: Solid manure accumulation in animal husbandry



❷ Fig. 4: Ground basin

Ground basins or lagoons are basins built into the ground made of dams, which are completely lined and sealed with impermeable plastic foil. Depending on the country and federal state, these are currently no longer approvable for the storage of liquid manure in the EU, since the risk of the

liquid manure leaking is very high, as well as the emissions due to the large surface area. Existing pools should be checked regularly, especially for well-welded seams. The basins can be equipped with agitators. Depending on the region, the walls can be made of concrete or earth.

Reinforced concrete containers are most often used as liquid manure containers in the EU. Here, a high container is usually poured from reinforced concrete. This can stand above the ground or be built completely or partially underground. A distinction is made between two systems:



Fig. 5: Ready-mixed concrete containers

1. **Ready-mixed concrete construction:** Here the container is poured from concrete using a formwork system on site, hardens and can be put into operation after approx. four weeks.



Fig. 6: Precast container

2. **Precast walls:** here only the bottom of a container is poured on site. Then precast concrete elements are set in the form of a ring, the joints are connected and poured (sealed). Putting into operation is also possible four weeks later.



Fig. 7: Stainless steel container

Alongside with concrete containers, **steel containers** (see Fig. 7) are also common. These are comparable to the reinforced concrete containers. Depending on the construction company, this tank can also be built in the ground or on the surface.

Some of these containers can be expanded or enlarged as required. Compared to concrete containers, these are more expensive due to the stainless steel used, but also simpler in construction. The shelf life is slightly higher for steel containers. Comparative Table 1 (next page) summarizes the advantages and disadvantages of the most common construction methods of liquid manure storage facilities:



Fig. 8: Liquid manure drainage station with adjacent pit

A **drainage station**, an **adjacent pit** and **agitator** should be provided in the construction project of a liquid manure tank. The drainage station is to be built in such a way that the liquid manure can be fed back into the tank via the adjacent pit. For this, the installation must be equipped with a pipeline system. If the future container is to be built on the territory of an existing stable, the piping system and the pump must be coordinated with each other.

Comparative table 1: Liquid manure storage facilities

Name	Main feature	Advantages	Disadvantages
Ground basin	lower expense	inexpensive	no longer approvable
Ready-mixed concrete container	poured from concrete	custom-made	long hardening time
Precast container	made of precast concrete parts	quick assembly	few sizes available
Steel container	expansion possible	quick assembly	expensive

Pipelines must be designed so that they can withstand the pressure of the pumps. In Germany nowadays pressure pipes made of welded polyethylene, or welded stainless steel, or black steel are mostly used. Pipelines laid in the ground must be double-walled so that a possible leak can be monitored.

The wall penetrations in the container required for the pipes must be manufactured and sealed according to the current state of the art. Pipe penetrations through the bottom of the tank are prohibited. The bottom of the tank must remain intact.

Figure 8 shows a liquid manure drainage station with an adjacent pit: this is where the liquid manure tank is filled or drained later. The filling and draining plates of the liquid manure storage facility should be erected in such a way that they are protected against precipitation. The plates should be easy to clean. The place should be built in such a way that in the event of an accident there is no overflow into the surrounding area; the overflowing liquid manure must flow back directly into the storage container. A runoff or overflow of liquid manure, solid manure, silage seepage or fermentation residues and their penetration into the groundwater, into surface waters and into the sewage system must be reliably prevented. If necessary, the systems are to be secured against buoyancy⁵.

Stationary (ground-fixed) systems are primarily used as liquid manure storage facilities. Locally modifiable systems are out of

the question with regard to liquid manure and will not be discussed further here due to the very unclear legal situation. The possibility of using a so-called flexible manure bag as a permanent storage facility instead of a stationary system must be agreed with the authorities in advance.

The systems must be stable and permanently leak-proof against the expected loads. The generally recognized Code of Practice must be observed. This also applies to the pipelines and the manure cellar⁶.

In general, the legal framework for the construction of liquid manure storage sites, as well as various areas of law must be coordinated with the associated building authority. A building application can only be submitted when all requirements have been met. For this it is necessary to consult a building planner.

Planners are freelancers with “authorization to present building documents” (so-called planning engineers). A planner also helps with costing and building tendering. After the building permit has been granted and the contract has been concluded and signed with the real estate development company, construction can begin. Above all, the building law and water law regulations must be complied with. It is advisable to hire a construction inspector and a safety coordinator for this.

A leak test of the liquid manure storage facilities is planned prior to commissioning. In Germany, this is done through an ex-

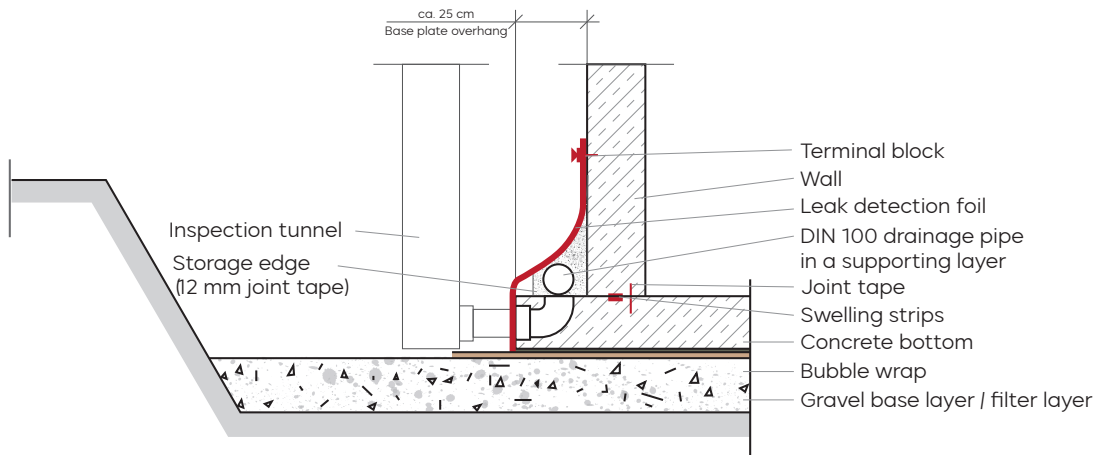
⁵ Source: <https://www.landkreis-waldshut.de>
⁶ Source: <https://www.landkreis-waldshut.de>

pert opinion. To assess the tightness of the liquid manure storage facility, it shall be filled with water up to a height of 50 cm for at least 48 hours. Particular attention is paid to the tightness of the joints and the water level.

Infographic 3: Leak detection without surface sealing

After approval, construction and commissioning of the liquid manure storage facilities, special attention must be paid to leak

detection. This is possible using so-called leak detection systems (see the topic box on the next page) with or without surface sealing (see Infographic 3). In Germany, liquid manure containers must have leak detection according to the new regulation on solid manure, liquid manure and silage infiltrations (JGS). This serves to identify leaks, especially between the wall and the base plate (container bottom).



Regular maintenance and control of the liquid manure storage facilities should be planned from the start. It helps to avoid accidents and, above all, additional costs. For this purpose, the liquid manure containers, basins and cellars should be checked by the operator every four weeks for leaks and changes, for example, for cracks in the

concrete, manure level in the inspection tunnel or seams in underground containers. The pipelines should undergo a pressure test once a year. In some countries, an external auditor is also invited at annual intervals. In case of doubt, an engineering office should be consulted.

Special features of the construction of storage facilities in Germany: leak detection system

In Germany, liquid manure storage facilities are primarily subject to the Water Resources Act, ordinances on systems for handling water-polluting substances and the JGS information sheet (solid manure, liquid manure and silage infiltrations).

The construction of the storage facility must be built according to the latest regulations of the respective federal state. Particular attention should be paid to the details. In Germany, they include permanently elastic joints, a joint tape between the floor and the wall, corrosion resistance or specified concrete grades such as C25/30, XC4, XF1, XA1. The DIN (German Institute of Standardization) standards applicable in the context of the respective country must be observed.

In Germany, a so-called leak detection system is provided under the containers or solid manure channels and cellars: a plastic film is inserted under the bottom of the tank and its edges are folded up and attached to the walls of the tank. A drainage tube is placed in the resulting channel.

An inspection tunnel is built on the drainage pipe at specified points. The film is attached in such a way that no rainwater can

penetrate. In the event of a leak (for example, between the wall and the floor), liquid manure would flow out in the drainage pipe. A leak can, thus, be detected via the inspection tunnel. This must be checked monthly.



Fig. 9: Drainage pipe with inspection tunnel

Chapter 5:

Separation

A separator separates the solids and the liquid part of the manure from each other. As a result, separated solid manure and liquid manure are produced. Put simply, the nutrient content of the liquid manure can be transported better because it is in the form of dry matter. The nutrient content can thus also be treated more economically, because storage is cheaper and transportation is more efficient. Only a base plate is required to store the dry matter.

Maschinenring Kassel has dealt intensively with the issue of separation and, in cooperation with a manufacturer of agricultural technology in Kassel, has developed the separator from Figure 10, i.e. a machine that separates solid manure from the liquid one.

A separator has a large liquid manure pump that can be connected to the liquid manure tank with inlet and outlet hoses. This pump conveys the liquid manure

● Fig. 10:
Separator in Kassel



into the separator which, like a sieve, filters the solid, coarse the substance out of the liquid manure, while the liquid manure is pumped back into the container. The solid sieved material is first deposited next to the separator. This material is then driven onto a manure plate and, later, spread as a fertilizer on the fields.

The remaining liquid part of the manure, the so-called digestate, is pumped back into the storage container until it can be spread on the fields.

THE ADVANTAGES OF SEPARATION ARE:

Improvement of the ability to agitate in the containers

The liquid manure in the storage facilities or the fermentation substrate in biogas plants become significantly more easy to agitate or mix as a result of separation, as solid particles (e.g. lignin / wood fibers or ash, in the fermentation substrate is everything that the bacteria cannot process) are extracted out of the liquid manure or fermentation substrate and only thinner manure remains.

Elimination of floating layers in containers

If stirring is insufficient or absent, the mass can be separated and form so-called floating layers form both in liquid manure storage containers and in biogas plants. Light fibers such as straw or maize float on top and stick together on the surface of the substrate. The floating layer can reach thickness of 2 to 3 meters. In case of liquid manure storage containers, the floating layer can be useful as it reduces emission of odor and ammonia. In biogas plants, however, this is problematic because methane gas that is produced remains to be blocked under floating layer. When emptying the container, in both options the contained mass must be stirred beforehand so that the floating layer is to be dissolved, otherwise the mass cannot be pumped out. If only the thinner liquid manure comes out of the separator during separation, it can be pumped onto the floating layer to keep it mobile.

Improvement of the pumpability

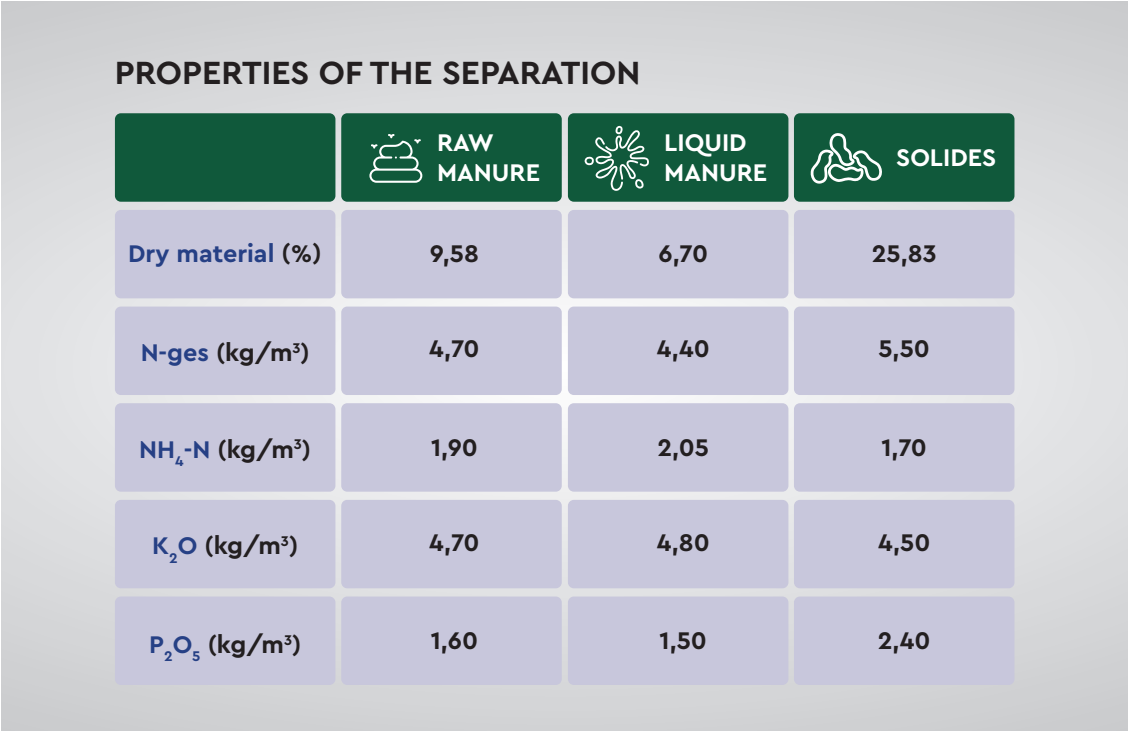
If the manure or the fermentation substrate is thinner after separation, it can be pumped more easily (less pressure, water runs faster than manure), for example, from one tank to the other within the biogas plant.

Reduction of storage requirements up to 20 - 30%

As a result of separation, approx. 20-30% of the liquid manure can be removed as solid matter. It looks like concentrated livestock manure and can be stored on a plane surface until it is applied with the manure spreader.

The thin manure always comes back into the container (a cycle). From a container with 2000 m³ volume, about 400 m³ of solid mass can be obtained as a result of separation, 1600 m³ of liquid manure remains in the container.

Infographic 4 compares the properties of separated manure (column 1) with liquid manure (column 2) and solids (column 3). Line one indicates the percentage of dry material, while lines 2 to 5 indicate the mass (kg per m³) of the nutrients.



❶ Infographic 4: Properties of manure before and after separation

Chapter 6:

Planning manure application on soil

In order to avoid the environmentally harmful effects of the discharge of liquid manure into water sources, EU legislation prescribes the use of liquid manure as a fertilizer. It can be presupposed that current EU standards will sooner or later also be applied in Romania, Moldova, Serbia and Ukraine. Alongside with application by spreading, there are also standards for the incorporation of liquid manure (see Chapter 9) into soil. Loss of nutrients through improper application and too late incorporation can amount to 30% of the nutrient content and higher, according to data presented by Maschinenring KommunalService GmbH and Chamber of Agriculture from Lower Saxony (Niedersachsen).

The liquid manure application must be adapted to the climate conditions. Application should be avoided, especially, at high outside temperatures, as stronger and faster outgassing takes place. In summer months, application should therefore be postponed to the evening hours, if possible. Sub-zero temperatures are also unsuitable for application, because frozen soil cannot absorb liquid manure.

Even if all of the manure arrives on and in the soil, it is crucial that it is applied when the plants are growing and need nutrients too. For this reason, spring is the best time

for fertilization. Even in summer after harvesting, the application of some liquid manure on some areas can make sense, as fertilizer for subsequent crops or rapeseed or to increase straw rotting, if straws remain on the field. The need of nutrients is, surely, much lower than in spring and the application rate must be reduced accordingly. If these principles of professional liquid manure application are neglected, excessive nitrogen and phosphorus, which were not absorbed by the plants as nutrients, will reach groundwater.

Liquid manure of any kind must be examined before spreading. For this purpose, NPK (Nitrogen-Phosphorus-Potassium) macronutrients should be determined in the laboratory. The analysis is absolutely required because the nutrient values can fluctuate greatly depending on the farm structure. Even such factors as quantity and type of feed, animal species, animal breed, liquid manure storage time and rainwater have a considerable influence on the nutrient values. The dry matter content of the manure should also be determined. The higher the value of the dry matter content is, the higher the nutrient concentration. Exact nutrient values can only be determined with the help of a test. The average values for dry matter of pig manure are 3 to 7% and for cattle manure - 6 to 10%.

 Fattening pig manure	OVERVIEW OF THE MANURE'S INGREDIENTS		 Dairy and cattle manure
4–6 kg/m ³	Total Nitrogen		3–5 kg/m ³
2–4 kg/m ³	Ammonium-N NH ₄		1–3 kg/m ³
2–4 kg/m ³	Phosphate P ₂ O ₅		1–2 kg/m ³
2–5 kg/m ³	Calium K ₂ O		3–5 kg/m ³
1–2 kg/m ³	Magnezium MgO		1 kg/m ³

Dry matter content in pig manure from 3 to 7% and cattle manure slightly higher at 6 to 10%

Infographic 5:
Properties of pig and cattle liquid manure

Infographic 5 shows the exact nutrient quantities of manure in comparison between pig (left) and cattle (right) breeding.

With the help of a laboratory test, the farmer can calculate the required application rate before to begin fertilization.

The laboratory test indicates how many kg of nitrogen (N) are contained per ton of manure. A large part of the total nitrogen, i.e. approx. 50 to 60%, is in the form of ammonium (NH₄). The ammonium is immediately available for the plants upon application. The other part of the nitrogen is in organic form and must be mineralized first in nitrate (NO₃) by soil organisms in order to become available for the plants. It can develop its fertilizing effect in the following year. The organic form of nitrogen mainly contributes to the humus build-up in the soil.

Therefore, to calculate the fertilization, the proportion of NH₄ available to plants is of particular importance. It is to be

considered as fertilization and indicated in the Register for agricultural land lot farming as nitrogen addition. The organically bound N content should be taken into account when calculating a dose of a fertilizer for the following year.

Calculation example: If a farmer wants to apply 50 kg of nitrogen per hectare of land, with a laboratory value of 5 kg of available N per ton of manure, they should apply 10 tons of manure per hectare.

In Europe, pig manure and manure from dairy and beef cattle make up the majority. Other farm manure such as that of poultry, sheep, horses and goats has mostly the form of solid manure and are not discussed in details in this handbook.

Register for agricultural land lot farming

A Register for agricultural land lot farming is a type of diary that the farmer has to present during inspections. It must contain details of all the agricultural areas of the household concerned. The farmer shall enter all essential work processes (fertilization (amount and type), plant protection (what and how much) and tillage) in this field record. The farmer shall use these details to evaluate the

yield of each field and, thus, can assess the productivity and efficiency of the certain measures, e.g. fertilization. The Register for agricultural land lot farming is also available in Germany as an app for smartphones. Unfortunately, as we know at present, there is no corresponding software for Moldova (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine).

In the fertilization process, phosphate, potassium and magnesium (PKM) must be taken into account at a value of 100%. Their content in the cultivated soils is to be examined several times in the annual cycle by means of soil samples. Fertilization is to be adjusted to the soil content class determined based on the results of the soil sample.

The following overview of the soil content classes shall be applied, the value C should be aimed for:

- A: very low PKM value, greatly increased fertilization necessary;
- B: low PKM value, increased fertilization necessary;
- C: PKM value optimal, only maintenance fertilization necessary;
- D: high PKM value, reduced fertilization in the future;
- E: very high PKM value, no fertilization necessary;
- F: extremely high PKM value, no further fertilization necessary.

Near-infrared spectroscopy (NIRS)

Near-infrared spectroscopy (NIR spectroscopy or NIRS for short) is a modern technique of a physical analysis based on spectroscopy in the range of short-wave infrared light. With the help of near infrared light (infrared rays) the medium to be examined is irradiated twice - by absorption and reflection. The parameters of the components can be deduced on the basis of the difference in the rays.

NIRS is important in liquid manure application, because a critical aspect when using liquid manure as a fertilizer is less precise determination of the nutrients compared to the mineral fertilizers from the chemical industry. However, now modern technology allows NIRS to measure the dry matter

as well as the nitrogen values contained in the liquid manure directly in the liquid manure tank. The measurement can take place directly during pumping process or later during the application. In case of phosphorus and potash, which are predominantly bound, the measurement accuracy is not yet that high.

The NIRS device must be calibrated with the help of laboratory tests prior to the measurement. The advantage of this technology is that deviations in heterogeneous liquid manure can be detected quickly with the large number of necessary measurement processes. The disadvantage of this technology is currently in its inaccuracy.

Chapter 7:

Period of ban on fertilizer spreading for using liquid manure

Application of the liquid manure is only environmentally friendly if soil and plants can absorb the nutrients. This can be applied not only from mechanical point of view, but more from a chemical and biological one.

To control the fertilization with manure, the community determines (the state, i.e. mostly the ministry responsible for agriculture, communicates to the agricultural associations) the so-called periods of ban on fertilizer spreading, i.e. periods during which the manure cannot be applied. In Germany, these deadlines are set forth in the Fertilizer Ordinance. Infographic 5 shows the ban period for manure application and the recommended period for manure application for different crops. The purpose is to ensure the best absorption of the material in the soil and plants.

Infographic 6 shows the liquid manure application for seven crops during the year, classified on five levels, as it is currently valid in Germany. Besides this, the period of total ban is also required; e.g. application on frozen ground is strictly prohibited. The infographic 6 co-

mes from an official table from Germany, which was created on the basis of the farmers' economic experience: from a purely environmental point of view, fertilization in February is problematic and, it is recommended to avoid it, if possible.

During the period of low vegetation, in winter, the plants have no need for nutrients. So, in order to avoid the liquid manure nutrients become inefficient, the period of ban on fertilizer spreading is set forth in the laws, for example in Germany. During such period, the application of liquid manure is prohibited and is subject to substantial penalties relying on the Cross compliance (Compliance with the system of rules required to get assistance from the European Union).

Cross compliance refers to the certain EU agricultural payments in exchange for the fulfillment of the obligations in the areas of environmental protection, human, animal and plant health and animal welfare⁷.

- **Grassland / meadows:** if sowing before 15th May, the ban period shall be applied from 1st November to 31st Ja-

⁷ Source: <https://www.bmel.de/EN/topics/farming/eu-agricultural-policy-and-support/cross-compliance-germany.html>



nuary. From 1st September to 1st November, a maximum of 80 kg N can be fertilized (see Chapter 6).

- **Arable land:** the ban period shall be applied from harvesting the last main crop before 31st January of the following year, for example, after harvesting maize, sugar beet or rapeseed.

In autumn, it is currently still allowed to fertilize:

- **Catch crops, winter rapeseed and field forage** which were sown before 15th September.
- **Winter barley** sown by 1st October. This fertilization may only be applied before 1st October. A maximum of 60 kg of total nitrogen (ammonium and nitrate together) or 30 kg NH₄-N (ammonium nitrogen, see Chapter 1) may be fertilized⁸.

Since the framework conditions for the application of liquid manure are still changing in many Southeastern European countries, we quote the following from the German Fertilizer Ordinance (as of 1st May, 2020):

- Fertilization with liquid manure is prohibited if the ground is flooded, saturated with water, frozen or covered with snow.
- Washing away of nutrients shall be avoided. This can be caused by heavy rain events or excessive snow.
- Distances from water bodies, 1 to 20 m from the top edge of the embankment, as well as distance from the slope to the top edge of the embankment of 3 to 30 m must be observed.
- Liquid manure shall be incorporated into the soil on an uncultivated arable land with a slope.

❶ Infographic 6: Manure application schedule

⁸ Source: www.landwirtschaftskammer.de

- Liquid manure on uncultivated arable land must be applied within four hours.
- The total nitrogen from farm manure of animal origin must not exceed 170 kg per hectare and year.

We recommend adhering to these guidelines for Moldova in order to avoid nutrient loss and environmental pollution. As mentioned above, Moldovan regulations are likely to adapt to EU standards in the nearest future (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine).

As what concerns the regulation of the total amount of nitrogen of 170 kg per hectare and year from an organic fertilizer, a fertilizer requirement assessment must be calculated every year at the beginning of vegetation period. The fertilizer requirement assessment is determined individually for each land field and each crop (type of fruit, e.g. wheat or rapeseed), whereby a minimum amount of nitrogen to be introduced (N (min) value) must be taken into account. The N (min) value reflects the mineral nitrogen directly available in the soil. In order to calculate the individual fertilization when determining the fertilizer requirement, this value shall be deducted from the 170 kg per hectare and year⁹.

Failure to comply with the Fertilizer Ordinance leads to serious penalties, which can reach up to 50,000€ in Germany. Such amount of the fines imposed makes it clear how important the correct use of farm manure is.

The quantities of liquid manure and the nutrients applied are to be entered in the Register for agricultural land lot farming and are to be freely accessible to the supervisory authority at any time. The nutrients applied per m³ of liquid manure shall be calculated using liquid manure tests in common agricultural laboratories. Especially, the dry matter content, NPK, magnesium (Mg) and sulfur (S) shall be tested.

⁹ Source: <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/96/nav/2280.html>

Chapter 8:

Liquid manure transportation to the field

At present, there is a variety of options for transportation to increase the area performance of the manure application on the fields or to transport the liquid manure from the farms to the biogas plant.

The common practice is the transportation of the liquid manure in a separate vehicle while the spreading tank (liquid manure tank) remains on the field (Fig. 11).

External liquid manure supply barrels (sometimes also simple trucks) bring the liquid manure from the stable, from the liquid manure container or from the biogas plant to the edge of the field. Liquid manure is pumped from the transport tank into the soil fertilizer spreading container. So, the liquid

manure spreader does not always have to leave the field and can be attached to the tractor with low tire pressure, which protects the soil, and driven in the field. This liquid manure tank only drives on roads when empty. The advantages are higher area coverage and less road pollution. This so-called liquid manure chain usually consists of a spreading barrel attached to the tractor, which remains on the field, and two trucks or tractors with transport barrels that serve as feeders.

● Fig. 11: Pumping the liquid manure from the transportation tank to the spreading tank





Fig. 12: Liquid manure container

The use of a liquid manure container makes sense on larger areas. This large tub (see Fig. 12) is placed on the edge of the field in such a way that both the liquid manure truck (Fig. 13) and the spreading tank can drive up to it freely.



Fig. 13: Truck for liquid manure transportation

As a rule, there is space for two truck fillings, i.e. 60 m^3 of liquid manure in the container. An additional advantage of this process is that the liquid manure delivery truck can pump its load into the container at any time and does not have to wait for the spreading vehicle. If necessary, you can renounce of one of the several trucks used for liquid manure transportation on the field.

The use of liquid manure trucks is very useful for larger distances between the liquid manure storage facility and the field, as well as high area coverage. It can transport up to 30 m^3 of liquid manure. The liquid manure trucks are equipped with pumps for sucking and pumping. The liquid manure can also be delivered to biogas plants by trucks.

The so-called combiliners exist for several years. These are trucks that can transport both manure and bulk material. As a rule, these trucks have either an additional tub or a type of manure bag installed. In Germany, these combiliners are often used to transport liquid manure from regions specialized in cattle breeding to the regions with arable lands and to transport cereals back to the cattle regions.

Chapter 9:

Technique of application and incorporation

The right period (see Chapter 7), the right amount (Chapter 6) and the right technique of application are decisive factors for spreading liquid manure so that the nutrients it contains reach the plants with as little loss as possible.

Modern agricultural technology gives many options for conversion of the equipment used in manure handling. For example, in spring, when the fields have been already sowed, the liquid manure tank can also be equipped with a dribble bar system to fertilize the growing grain stock with liquid manure. After harvesting, a cultivator can

be converted in such a way that the liquid manure is to be incorporated into the soil with less loss. In this way, the gaseous emission of ammonia can be avoided which makes all the nutrients in the liquid manure be available directly for plants and reduce the odors caused by ammonia. This technology is widespread and is very cost-effective. The same liquid manure spreader can be used with both a dribble bar and a liquid manure cultivator.

Further we show different application techniques for liquid manure and their advantages and disadvantages:

❶ Fig. 14: Tractor with liquid manure cultivator





Fig. 15: Trailing shoe in details

According to German laws, the **trailing shoe** is a recommended technique of application. It effectively brings the manure to the roots of the crop. The trailing shoe is attached to a rod. A shoe made of steel (mostly stainless steel) opens the ground, where the manure is spread into the obtained strips.

This type of application is lower in emissions than using a dribble bar system.

Dribble bar systems are a widespread and legally compliant application technique in Germany, for example, and can also be recommended. It consists in bringing the liquid manure close to the ground and in strips directly to the plant roots.

As in case of a trailing shoe, the advantage of the dribble bar spreader is also a high level of distribution accuracy, application close

to the ground, large application areas and low ammonia emission. In addition, dribble bar spreaders can still be used without any problems in growing grain stocks. Compared to spreading on the soil surface, nutrient losses are significantly reduced. The trailing shoe is approx. 60% more expensive than the dribble bar application system. However, in some regions distribution with the trailing shoe is promoted by the Water Board.

Another application technique is the so-called **swivel distributor**. As in case of other techniques, a strong pump presses the liquid manure from the barrel directly into the swivel distributor. The distributor swivels back and forth due to a special folding mechanism and the pressure of the pump. The advantage here is that the liquid manure reaches the field in larger drops and, as a result, covers wider surfaces than with the above-mentioned techniques.

On the other hand, there are serious disadvantages, especially, high odor and the loss of nutrients through evaporation, which is why this technology is no longer used on cultivated arable lands in Germany since 1 February, 2020, and on grasslands, either, from 1 February, 2025. This technology can be used further on uncultivated arable lands, but the fertilizer must be incorporated into soil in no less than four hours. From 1 February, 2025, the period for incorporation into soil will be reduced to one hour after spreading on uncultivated arable lands¹⁰.



Fig. 16: Tractor with dribble bar spreader



Fig. 17: Swivel distributor

¹⁰ Source: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/quelle/technik/index.htm>

When using **impact head distributors**, the liquid manure is spread over a wide area on the ground. A barrel pump pushes the liquid manure out of the tank, the liquid manure hits a deflector plate and is thereby spread. Despite a deflector plate is significantly cheaper than a dribble bar or trailing shoe, it also creates a lot of **emissions**. The impact head distributor is less effective than the swivel distributor and causes more emissions.

Due to their clear disadvantages, both impact head distributors and swivel distributors are associated with considerable requirements and prohibitions and are considered out of date.

INCORPORATION OF LIQUID MANURE

There are various techniques with different advantages and disadvantages for the mechanical incorporation of the liquid manure into the soil. The aim of the incorporation is to avoid the gaseous emission of ammonia and thus make all the nutrients in the liquid manure reach the plants. In Germany, according to the Fertilizer Ordinance, it is currently the duty of every farmer to incorporate the liquid manure into the soil in no less than four hours after applying it on non-cultivated areas in order to minimize evaporation. Incorporation reduces significantly the odor caused by ammonia. The previously applied liquid manure can be incorporated using a disc harrow, plow or cultivator.

In case of **injection technology**, the liquid manure is spread and incorporated in one operation with a cultivator or compact disc harrow. However, this technology is controversial because it is very expensive, the coverage area is relatively small and diesel consumption is high. It is also called manure injector or manure cultivator and can be done before sowing. Many companies save one work step due to the injection technology. The direct incorporation of the liquid manure results in very few emissions.



An alternative of liquid manure injection is the **strip-till process**: a cultivator lays the manure very deeply and in strips. This method is sometimes used with maize because the maize is sowed 75 cm between the rows. With the Stripp-Till cultivator, the manure can be spread up to a depth of 25 cm precisely on this 75 cm strip.

The **slot manure injector** is similar to a small compact disc harrow and is used before the liquid manure is spread. The soil to be fertilized, mostly existing crops or meadows, is furrowed by means of discs. The manure is then poured directly into these ground slots.

In order to reduce emissions during application, it is possible to pre-treat the manure by **acidification**. Mixing the liquid manure with sulfuric acid directly before spreading significantly lowers its pH value, which means that the nitrogen remains bound for longer. This leads to a more sustainable supply of nutrients to the plants after application and reduces emissions during application to almost zero, regardless of the technology used during application.

Because of the high aggressiveness of the acid and the resulting safety risks for people and the environment, acidification is only known in the so-called SYREN process. This Danish patent uses front hydraulics for the tractor, which can carry 1000 l of acid in so-called IBC units, and a pump technology that mixes

Fig. 18: Impact head distributor (with deflector plate)



Fig.19: Slot manure injector

the acid directly into the liquid manure when it is spread. With approx. € 80,000 additional costs just for the process itself, plus the sulfuric acid logistics, the process has so far been too expensive for most farmers.

For some time now, GPS steering systems and Section Control have made it much easier for the manure tank drivers. With the help of this technology, you can avoid doubling the spreading, because the Section Control function switches off individual hoses as soon as the GPS transmitter detects that liquid manure has already been spread in the area currently being driven on.

Comparative table 2 shows the development of the application techniques and their advantages and disadvantages.

Comparative table 2: Development of application technology since 1967

Distribution phase	Key term / recommendation	Technology	Advantages	Disadvantages
1967 to 1980	Impact head	Wide distributor	Processed surface	Very high emission
1980 to 2000	Swivel distributor	Fold mechanism	Bigger drops	High emission
1990 to this day	Dribble bar system	large hose system	good longitudinal and transverse distribution	Medium emission
2000 to 2011	Trailing shoe	Stainless steel trailing shoe	High distribution (application) accuracy	
2011 to this day	Strip-Till process	Cultivator, compact disc harrow	Almost no emissions	Expensive
2018 to this day	Acidification	Sulfuric acid IBC	Complete absorption in the soil	Very expensive, dangerous

Chapter 10:

Marketing and logistics

The organizations in Moldova (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine) allow resident livestock keepers and animal fattening farms to have access to the information about the surrounding arable farms. As a result, a farmer usually knows about different types of farms and working methods in the neighborhood. This is an enormous advantage for networking with one another, because the manure from the livestock farms is a cheap fertilizer for the arable farms, while the livestock keepers can earn additional income by selling the manure as a fertilizer. This can be an advantage for both types of farms, because overall there is an interest not only in using the liquid manure as a valuable fertilizer, but also in disposing of it in a cost-neutral and environmentally friendly manner.

However, since the different types of farms (agricultural ones and those of animal breeding) are unevenly distributed within the country, there can be greater distances between the liquid manure supplier and the recipient. As described in Chapter 8, suitable means of transport are required to facilitate the exchange of services for all parties involved. In Moldova, trucks or other inexpensive forms of transportation could be used, for example, to cover the long distance between the breeding farms

in Anenii Noi and the arable land in Dondușeni or Soroca. If, according to our rough estimate (see Infographic 6), Moldova's agriculture would be able to use a third of its fertilization from farm manure for the average term, then an average of up to 100 km of transport distance must be covered (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine).

In Germany, for example, the large-scale distribution of liquid manure is becoming more and more necessary because the fertilizer ordinance limits the admitted application rate kg N / ha. For this purpose, fertilizers, especially liquid manure, cattle manure, chicken and poultry droppings is transported from the regions specialized in cattle breeding to so-called receiving regions, sometimes at long distances in Germany or even Europe. Such receiving regions are usually large arable areas but with a reduced percentage of animal breeding. The value of nutrients in farm manure is calculated between the supplier and the buyer.

LIQUID MANURE EXCHANGE

In order to organize the marketing and logistics for redistributing liquid manure from suppliers to buyers, liquid manure or nutrients exchange was created. Such ex-

change (market) helps to distribute the accumulated nutrient quantities optimally, to relieve beef cattle farms and regions and to cultivate arable lands.

The liquid manure exchange regulates the pricing and exchange of liquid manure quantities between suppliers and buyers. The exchanges are organized as companies and can also operate electronically. Exchange employees deal with entering the supply / demand report in the database, marketing the manure among the farmers and then with the transportation. For this service and logistics organization, the manure exchange receives a margin of approx. 5% of the nutrient value, depending on the manure. Depending on the market situation, i.e. the amount of liquid manure offered and in demand, different scenarios can arise: the receiving farmer either has to pay for the liquid manure and the transportation, or he is given it for free or even gains money for acceptance of an existing surplus. This can happen in winter, for example, when the manure period of ban

on fertilizer spreading applies and the manure storage facilities of the animal farms are full. The pricing at the liquid manure exchange is based on supply and demand, as well as the transportation distance.

An example to explain this: animal farmer A keeps 2,000 fattening pigs, but has only 30 hectares of arable land. These 30 hectares are not enough to absorb the nutrients from the manure produced on their own farm, so A decides to sell his pig manure. To do this, he uses a manure exchange and sells his liquid manure directly to the exchange. Farmer B, in turn, has 500 ha of arable land but does not have his own livestock. He is looking for inexpensive farm manure and addresses to the manure exchange as an order receiving company, after that the exchange deals with the formalities.

We recommend to found such exchanges in Southeastern Europe in order to give every farmer the opportunity, as a supplier or buyer of liquid manure, to contribute to

Infographic 7: Rough global calculations for Moldova (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine)

Global calculations of nutrient supply Example: Republic of Moldova



the cycle of this valuable good as a fertilizer. Such an exchange can be founded as a private service company. An example from Germany is Maschinenring - support at the nutrient exchange - MR Germany¹¹.

Methodically, the brokerage takes place in an established exchange as follows:

- Advertisements can be placed by sellers or buyers and should contain the following elements: Amount of liquid manure offered / requested, nutrient offers or requests, storage offers or requests, details about the nutrient (nutrient type, storage location, information about the access to the storage location, etc.), amount and price, validity period of the advertisement, comments;
- An advertisement shall also contain information about the person (name, address, telephone).

Based on the address, the advertisement is shown in a cartographic manner, so that it can be seen in which area offers or requests can be found.

- All advertisements placed can be compiled into an overview.

Infographic 7 (previous page) shows a rough global calculation for the Republic of Moldova. Taking into account a given area of arable land and an estimated total available capacity of liquid manure, assuming that the Moldovan soils are fertilized as intensively as in Germany, approx. 15% of the fertilizer requirement could be covered by liquid manure. If, on the other hand, the lower fertilization practice observed by the authors on site in Moldovan farms is taken as a basis, even 37.5% of the current (expensive) mineral fertilization could be replaced with the comparatively cheap and qualitatively more valuable liquid manure (applicable to South Eastern European countries, especially Serbia and Ukraine).

¹¹ URL address: <https://www.maschinenring.de/leistungen/naehrstoffmanagement/naehrstoffvermittlung>

Chapter 11:

Localization of Agricultural Engineering

The liquid manure spreading technology should be precisely, reliably and individually adjusted to the needs of the farms, as shown on the photos of the vehicles in Chapters 2, 8 and 9. A liquid manure tank with a capacity of 16,000 l costs between € 50,000 and € 200,000 in Germany. It is produced in small numbers and is designed for decades of use.

However, as the international comparison shows, agricultural technology does not have to be as expensive for liquid manure spreading as in Germany. In Southeast Europe there are already some traditional manufacturers of tractors and special agricultural technology who are ISO-certified and work professionally. These local, regional or national manufacturers could build inexpensive liquid manure containers, even avoiding previous mistakes made by Western European manufacturers.

In Infographic 8 we have shown the usual production of a liquid manure tank in Germany in ten steps.

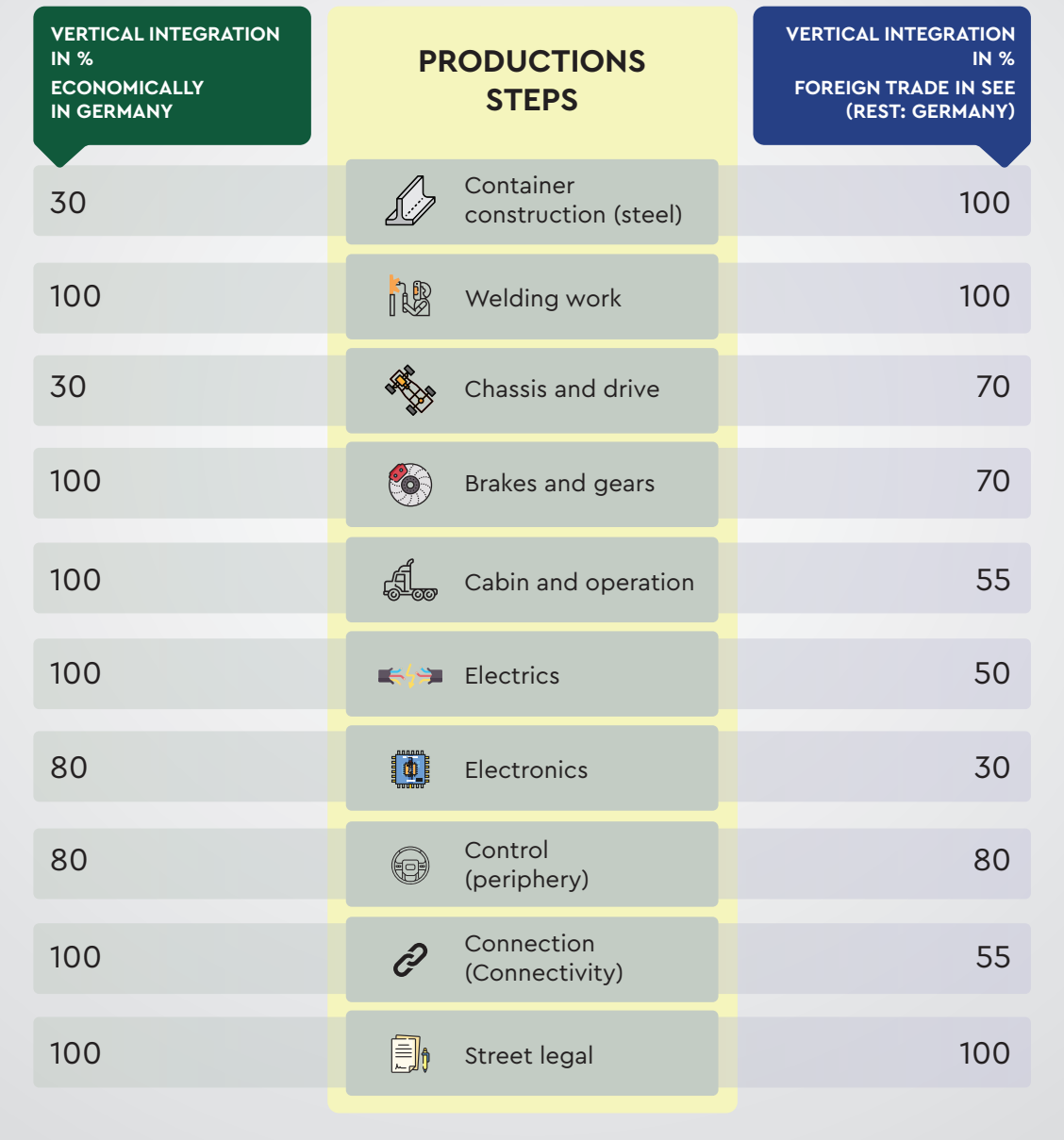
These ten steps can be distinguished according to two criteria:

1. What part of the production can be carried out by the manufacturer of a liquid manure tank and does not have to be subcontracted to third parties or purchased? If there are strong partnership in the areas of container construction and chassis construction, as they are largely outsourced. Most of the vehicle manufacturers' electrical and control systems are domestically produced. Domestic electricians often develop individual solutions for circuits.
2. What part of the production can be done on site? Here we make assumptions of known, existing competence and productivity, resulting in the fact that price and performance could be right.

Vertical integration in vehicle construction

Production planning for a liquid manure tank

Depth of manufacturing business versus external



Infographic 8: real net output ratio in the construction and assembly of a liquid manure tank

The percentages in the left column (green heading) indicate the average internally organized real net output ratio at German agricultural technology manufacturers per company. The percentages in the right column (blue heading) indicate the close range of real net output ratio locally in Southeastern Europe, whereby the rest could be bought in Germany, for example.

In order to be able to assess whether it is realistic to manufacture liquid manure containers in Southeastern Europe, the competence of the local companies in the various production steps is to be inquired about. According to our research, the container construction, the welding work and the road approval can be safely located in Southeastern Europe. High-precision steel construction and welding work are possible on site without any interdictions. The transportation approval of the containers largely depends on local regulations. Cooperation with local suppliers of chassis, drives, brakes and transmissions, which mostly buy parts from traditional suppliers from Western Europe, becomes more difficult. The supply of cabs, electric systems and connectivity depends mostly on the local industrial profile of the manufacturer,

that of electronic systems depends on the vehicle brand, i.e. how much the German technology partner, for example, renounce of competence and control.

Overall, we expect that the high-quality necessary technology for the construction of liquid manure containers would be available locally in Southeastern Europe. The local construction of required equipment can reduce costs and facilitate transport and use of liquid manure. We expect corresponding pilot projects in the coming years.

Chapter 12:

Rules of Conduct

Dealing with manure is associated with risks for humans and animals. Incorrect processing can produce large quantities of toxic gases. This often occurs unnoticed. In addition to carbon dioxide, methane and ammonia, hydrogen sulfide represents a particular hazard. The colorless gas collects at the bottom of recipients or pits because it is heavier than air. The tricky thing about hydrogen sulfide: in higher concentrations, it can no longer be perceived because it paralyzes the sense of smell. In low concentrations it smells like rotten eggs. High concentrations of hydrogen sulfide occur most frequently when the liquid manure is stirred up in pits, manure cellars, manure containers or in any other recipients. Sufficient ventilation must be ensured in such cases. All of these are reasons for the urgent need to comprehensively instruct the personnel working with liquid manure. Special precautionary measures must be taken during maintenance and repair work, as well as when putting liquid manure containers and pits into and out of operation. If external companies carry out this work, they must be instructed by the management on possible dangers. When handling liquid manure, special precautions and regulations apply. Employees must be informed about these dangers, for example, through operating instructions.

Inhaling hydrogen sulfide can lead to unconsciousness and respiratory failure. Therefore, there is a particular risk in the places where liquid manure or manure gases can be released. This applies in particular to stables, slatted floors and places for stirring and extracting liquid manure from containers and liquid manure pits.

Furthermore, when processing liquid manure, carbon dioxide can also be released. If it is inhaled in too high a concentration, it can lead to suffocation.

In addition to these direct life-threatening and health-endangering sources of hazard, there is also a risk of explosion of methane when processing liquid manure.

The following rules of conduct serve to prevent accidents:

1. **Never stay inside the building** when stirring or pumping out the liquid manure (e.g. silo or biogas plant)!
2. Always make sure there is **sufficient ventilation**!
3. **Avoid** all potential **sources of ignition**!
4. When stirring or pumping, **pay attention to the weather conditions and wind direction**, so as not to be caught in the way of any gases that may be released!
5. While stirring or pumping the liquid manure, **watch the animals in the stables** from the outside and **stop stirring immediately if you witness any unusual behavior**!
6. If possible, **procure a gas measuring device** in order to be able to measure the liquid manure gases, if necessary.
7. There is a particularly high risk when entering pits or containers. **Never enter unaccompanied by security personnel, without wearing protective equipment, or in case of poor ventilation**!
8. **Pits must be well secured and marked**!
9. **Keep children away** from liquid manure recipients!
10. **Adhere to the operating instruction and company ruling**!
11. **Do not eat, drink or smoke** when handling **liquid manure**!
12. Keep in mind that **liquid manure expands when warmed** and produces **toxic gases**. Pipes can burst; please provide **sufficient ventilation** for such cases!

You can obtain further information from the responsible professional association in your country.

Infographic 9 (next page) shows the original representation of an operating instruction for liquid manure processing from Germany, which summarizes the most important sources of danger and rules of conduct.

Operating instructions

According to the Regulations on the handling of hazardous substances and the Occupational Health and Safety Regulations

Job / Field of activity: Liquid manure agitation (stirring) / inlet duct washing / working in liquid manure pits

hazardous substance: LIQUID MANURE / SLURRY

(gas mixture of hydrogen sulphate, carbon dioxide, methane and ammonia / liquid manure)

Dangers to humans and the environment



Danger of hydrogen sulphate poisoning (H2S) (gas heavier than air)
Danger of suffocation with carbon dioxide (CO2) (gas heavier than air)
Danger of explosion with methane (CH4) (gas lighter than air)
Health hazard with ammonia (NH3) (gas lighter than air)
Danger of explosion, suffocation, poisoning in pits and containers of liquid manure!
Liquid manure may contain substances such as fungi, bacteria, viruses, which may cause allergic reactions or serious infections.



Protective measures and rules of conduct

Protective measures and rules of conduct are usually based on specific conditions at work and the type and execution of liquid manure handling.



Do not eat, drink or smoke while working. Contaminated clothing must be changed. Before breaks or at the end of the working day, wash your hands and rinse contaminated body parts.



In case of gas emissions when stirring or pumping liquid manure:

- Ventilate the stable / room well. Open the doors. Turn on the fans to the maximum.
- Avoid sources of ignition. Do not smoke or use sources of open fire. Avoid electric ignition sources. Switch off the gas. Do not perform welding or cutting work. Do not do transillumination tests. Do not enter the stables during agitation (stirring), washing.



Risks of contact with liquid manure:

- Hand protection: protective gloves, resistant to chemicals
- Eye protection: goggles
- Body protection: rubber apron, protective clothing, rubber boots.



Additional rules, when entering liquid manure pits and containers:

- Respiratory protection: breathing device, independent of the environment
- Personal safety: Safety harness with tripod and winch. Two people will supervise the descent into the pit or liquid manure tank.

In case of accidents:

- Warn colleagues, inform superiors.
- If it is not possible to avoid the risks - stop agitation or pumping work.
- Do not enter liquid manure pits, basins, containers in order to save people or animals without protective equipment and breathing apparatus.
- Provide sufficient supply of clean air. Assess possible risks before entering liquid manure pits, basins, containers without protective equipment.

First aid



- Before taking any actions, take precautions regarding your own security.
- In case of inhalation: access to fresh air. In case of loss of consciousness, free the airways. Seek medical attention. Tell the doctor about possible hydrogen sulfate poisoning.
- In case of contact with eyes: remove contaminated clothing immediately, wash contaminated areas with water.
- If swallowed: Rinse mouth with water. Drink plenty of water.



Person who provided first aid:

Doctor:

Poison Information Center: 0228/19240

Emergency: 112

Correct disposal

Clean contaminated surfaces. Store, transport and distribute liquid manure in accordance with legal regulations.

Infographic 9: Operating Instructions for Hazardous Substances Ordinance

Chapter 13:

Recommendations

1. Liquid manure is a precious thing. With or without prior use in a biogas plant, it should be used as a fertilizer for an agricultural and economic circle.
2. Dumping liquid manure into surrounding water or the groundwater has many negative environmental effects that must and can be avoided. Serious environmental damage can be punished and is subject to severe penalties.
3. The storage and further processing of liquid manure are neither expensive nor complicated. Affordable and good solutions can always be implemented locally, e.g. in ready-mixed concrete containers or, if necessary, using foil.
4. The time of application is important: in addition to the set inappropriate application time periods, the application time depends on the weather, precipitation and crops, because the positive effect of the liquid manure on the soil quality depends on whether and how well the nutrients can be absorbed. This knowledge is the core competence of the modern farmer.
5. The spreading technique in Western Europe has developed from the deflector plate towards ground-level incorporation using dribble bar systems. The suppliers' agricultural machinery for transportation and application is equipped accordingly. Agricultural technology is initially expensive, but as demand increases, it can be produced cheaply on site. Improvisation and collaboration help temporarily, for example by renting out machines or used technology. Associations and authorities facilitate the start of modern use of liquid manure and there is also the option of applying for funding projects.
6. In order to build a biogas plant, partners can be found in Southeastern Europe. In this way, economically and ecologically optimal systems can be developed that generate additional profits through renewable energy!
7. The advantages of liquid manure processing outweigh the fact that in Moldova, for example, a third of all fertilizer imports could be avoided if liquid manure was consistently used as fertilizer, conclude by Maschinenring

Kommunalservice GmbH, following the multiple researches of the studies in the field. This is clearly reflected economically and in the quality of the soil. It seems that the measurement of nutritional content of liquid manure is complicated to be determined as a chemical formula before the manure can be used. However, this initial additional effort of clarifying the chemical formula of the manure becomes a little effort in comparison with the effect of having the manure spread overall on the soil.

8. Cooperation with neighbors in the form of stock exchanges or local associations can build bridges between the cropping and livestock farms in a region, can reduce costs and maximize benefits.
9. Safety regulations and knowledge of possible dangers in manure handling protect against health risks.

Annex 1: Sources of information (associations, authorities and funding agencies)

Name of the institution	Name, Surname	Position	Phone	E-mail
MOLDOVA				
(AIPA) Agricultural Intervention and Payments Agency	Vadim Curmei	Director	+373 22 222 786	vadim.curmei@aipa.gov.md
(AIPA) Agricultural Intervention and Payments Agency	Sergiu Batiuşca	Deputy Director	+373 22 222 786	sergiu.batiusca@aipa.gov.md
(AIPA) Agricultural Intervention and Payments Agency	Petru Tîmbur	Deputy Director	+373 22 222 786	petru.timbur@aipa.gov.md
(UCIMPA) Competitive Agriculture Project in Moldova MAC-P	Liviu Gumovschi	Executive Director	+373 22 244469	campu@campu.md
Academy of Sciences of Moldova	Andrieş Serafim	Academician in the field of agric.	+373 22 24 48 58	ipaps_dimo@mtc.md
Agrarian University	Liviu Volconovici	Rector	+373 22 31 2258	l.volconici@uasm.md
Agrarian University	Iurie Melnic	Pro-rector	+373 22 312 256	i.melnic@uasm.md
Center Development Agency	Viorel Jardan	CEO	+373 268 2 26 92	viorel.jardan@adrcentru.gov.md
Competitive Agriculture Project in Moldova MAC-P	Olga Sainciuc	Deputy Director Coordinator Comp. B and C	+373 22 222465	campu@campu.md
Competitive Agriculture Project in Moldova MAC-P	Eugen Voiniţchi	Coordinator Comp. A	+373 22 222465	campu@campu.md
Ministry of Agriculture, Regional Development and Environment	Tatiana Nistorică	State Secretary	+373 22 204 503	tatiana.nistorica@madrm.gov.md
Ministry of Agriculture, Regional Development and Environment	Mihail Machidon	State Secretary	+373 22 204 501	mihail.machidon@madrm.gov.md
Ministry of Agriculture, Regional Development and Environment	Dorin Andros	State Secretary	+373 22 204 502	dorin.andros@madrm.gov.md
National Federation of Farmers of Moldova AGROinform	Aurelia Bondari	CEO	+373 22 235 698	abondari@agrofarm.md
National Institute for Economic Research	Eugenia Lucaşenco	Department head	+373 22 50 11 00	eugenia_lucasenco@yahoo.com
North Development Agency	Mariana Cebotari	Planning specialist	+373 231 61980	spsp.adrnord@gmail.com
Organization for the Development of the SME Sector	Iulia Costin	CEO	+373 22 29 57 41	iulia.costin@odimm.md
South Development Agency	Maria Culesov	CEO	+373 241 2 62 86	adrsud@gmail.com
UKRAINE				
Agricultural consulting services	Oleksiy Orlov	Senior Consultant	+38 09500 96 251	oleksiy@farming.org.ua
Bioenergy Association of Ukraine	Maistrisin Vladimir	Director UABIO	+38 044 253 2856	info@uabio.org
Bioenergy Association of Ukraine	Taras Kachka	Minister	+38 044 253 1055	pr6@me.gov.ua
Ministry of Economy, Trade and Agriculture	Gheorghii Gheletuha	Director	+38 044 456 9462	info@biomass.kiev.ua
SEC Biomass	Volodymyr Makar	Director	+38 068 863 4687	office@uagra.com.ua
SERBIA				
Serbian Biogas Association	Danko Vukovic	President of the association	+38 169 5520 432	info@biogas.org.rs danko.vukovic@biogas.org.rs
Ministry of Agriculture, Forests and Waters	Branislav Nedimovic	State Secretary	+381 11 3620 115	predsednik.vlade@gov.rs
SERBIO National Biogas Association	Danko Vukovic	Director		office@serbio.rs
ROMANIA				
Ministry of Agriculture and Rural Development	Emil Dumitru	State Secretary	+40 213 072329	cabinetss.dumitru@madr.ro
Romanian Biomass and Biogas Association (ARBIO)	Mariana Stoicescu	Senior Consultant	+40 752 137 414	mariana.stoicescu@arbio.ro

Annex 2: Conversion rates for livestock units (LU)

Description	LU
Ponies and small horses	0,70
Other species of horses under 1 year	0,70
• From 1 to 3 years	0,70
• From 3 to 14 years	1,10
• From 14 years	1,10
Calves under 6 months	0,30
Young cattle 6 months - 1 year	
• Males	0,30
• Females	0,30
Cattle 1 year - 2 years	
• Males	0,70
• Females for slaughter	0,70
• Females for rearing and production	0,70
Cattle from 2 years	
• Males	1,00
• Females	1,00
- Heifers for slaughter	1,00
- Heifers for rearing and production	1,00
- Dairy cows	1,00
- Nurse cows and mother cows	1,00
• Cattle for slaughter and beef cattle	1,00
Sheep under 1 year, including lambs	0,05
Females under 1 year of age for rearing	0,10
Aries 1 year and older for rearing	0,10
Mutton (castrated male sheep) and other	0,10
Piglets	0,12
Pigs under 50 kg live weight	0,22
Pigs for fattening	
• 50 kg - 80 kg live weight	0,40
• 80 kg – 110 kg live weight	0,40
• Over 110 kg live weight	0,40
Pigs for rearing over 50 kg live weight, wild boar	0,33
• Sows, pregnant for the first time	0,33
• Other pregnant sows	0,33
• Non-pregnant sows	0,33
• Other non-pregnant sows	0,33
Laying hens 1/2 year and older	0,0183
Chickens and laying hens under 1/2 years	0,0044
Chickens and roosters for slaughter	0,0091
Geese	0,0067
Ducks	0,0231
Turkeys	0,0167

Annex 3: JGS regulation

(Systems of storage and processing of liquid manure, slurry and silo)

Ordinance on systems for handling substances hazardous to water 1, 2 (AwSV)
Annex 7 (to Section 13 (3), Section 52 (1) sentence 2 number 1 letter a)
Requirements for storage and processing systems for slurry, liquid manure and silage

Reference: Civil Code volume I. 1 2017, 953 - 955)

1. Definitions

- 1.1. JGS systems include in particular liquid manure containers, collecting pits, earth basins, silos, mobile silos, slurry cellars and channels, solid manure plates, filling areas with the associated pipelines, safety devices, joint seals, coatings and linings.
- 1.2. Collection facilities are all structural and technical installations for the collection and transport of liquid manure, slurry and silage infiltrations. They also include the manure removal channels and pipes, adjacent pits, pumping stations and the feed pipe to the adjacent pit, provided they are not regularly dammed.
- 2.3. JGS systems must be impermeable to liquids, stable and resistant to the expected mechanical, thermal and chemical impacts.
- 2.4. The operator has to commission a specialist company according to § 62 with the construction and repair of a JGS system, unless he himself fulfills the requirements of a specialist company. This does not apply to systems for storing silage infiltrations with a volume of up to 25 cubic meters, other JGS systems with a total volume of up to 500 cubic meters or for systems for storing solid manure or silage with a volume of up to 1,000 cubic meters.
- 2.5. Construction of wooden containers or containers is not allowed.

2. General requirements

- 2.1. Only building products, types or kits may be used for the construction of systems, for which the building inspectorate proof of usability is available, taking into account water law requirements.
- 2.2. Systems must be planned, constructed, designed and operated in such a way that:
 - a) Generally water-polluting substances according to Section 3 Paragraph 2 Clause 1 numbers 1 to 5 cannot leak,
 - b) Leaks in all parts of the system that come into contact with the substances specified in letter (a) can be identified quickly and reliably,
 - c) escaping substances that are generally hazardous to water can be detected quickly and reliably in accordance with Section 3 Paragraph 2 Clause 1 Numbers 1 to 5 and
 - d) In the event of a malfunction, mixtures that may contain leaking substances hazardous to water are properly recycled or disposed of without causing any damage.
3. **Systems for the storage of liquid substances that are generally hazardous to water**
 - 3.1. Single-walled JGS storage systems for liquid substances generally hazardous to water with a total volume of more than 25 cubic meters must be equipped with a leakage detection system. Single-walled pipelines are permitted if they comply with the technical rules.
 - 3.2. Collection and storage facilities are to be equipped with leakage detection systems according to number 3.1. In case of collection and storage facilities under stables, a leakage detection system can be dispensed with if the accumulation height is limited to the amount necessary for manure removal and, in particular, joints and seals are checked for their proper condition prior to commissioning.
4. **Systems for storing solid manure and silage**
 - 4.1. The storage areas of systems for the storage of solid manure and silage must be bordered from all sides and protected against the penetration of surface

runoff rainwater from the surrounding area. There are no requirements for silo accumulations stored in round or square bales and sealed with foil, especially if the silo is not extracted.

- 4.2. It must be ensured that livestock manure, silage seepage and rainwater contaminated with solid manure or silage is completely collected and properly disposed of as wastewater or recycled as waste, provided that they cannot be used in accordance with good fertilization practice.

5. Filling equipment and installations

- 5.1. Anyone who fills or empties a JGS system has to do the following:
- a) to monitor this process and to convince oneself of the proper condition of the necessary safety devices before starting the work.
 - b) to adhere to the permissible load limits of the system and the safety devices when filling and emptying the containers.
- 5.2. It must be ensured that the rainwater, which is contaminated by substances generally hazardous to water during the filling process, is completely collected and properly disposed of as wastewater or recycled as waste, unless it can be used in accordance with good fertilization practice.

6. Obligations of the operator to monitor and report

- 6.1. If construction, decommissioning or re-equipment of a silo infiltration storage system with a volume of more than 25 cubic meters, another JGS system with a total volume of more than 500 cubic meters or a system of storage of solid manure or silage with a volume of more than 1,000 cubic meters are planned, the operator must notify the competent authority in writing at least six weeks prior to the said works. Sentence 1 does not apply to the construction of systems that require approval in individual cases according to other legal provisions or that have obtained such approval, provided that the approval also ensures that the requirements of this ordinance are met.
- 6.2. The operator has to regularly monitor the correct operation and the tightness of the systems as well as the functionality of the safety devices. If the monitoring according to sentence 1 reveals a suspicion of a leak, they must immediately take the necessary measures to prevent the substances from leaking. If there is a suspicion that water-polluting substances have already leaked in significant amounts and a risk to a water source cannot be excluded, the responsible authority must be notified immediately.

- 6.3. If the suspicion of leakage is confirmed or if substances hazardous to water emerge, the operator must immediately take measures to limit the damage and arrange for repairs to be carried out by a specialist company, unless he is a specialist company himself.
- 6.4. According to number 6.1, operators must have notifiable systems, including the pipelines checked for leaks and functionality by an expert before commissioning and by order of the competent authority. Operators must have underground basins checked by an expert every five years; in water protection areas - every 30 months.
- 6.5. The expert must submit a test report to the competent authority on the result of each test carried out by him in accordance with number 6.4 within four weeks. Based on the results of the tests, he has to classify the system into one of the following classes:
- a) without defects;
 - b) with minor defects;
 - c) with significant defects;
 - d) with dangerous defects. The expert must immediately inform the competent authority about the dangerous defects.
- 6.6. The test report according to number 6.5 must contain information on the following:
- a) Operator;
 - b) Location;
 - c) Identification of the system or installation;
 - d) System or installation classification;
 - e) Regulatory approvals;
 - f) Expert and the expert organization that appointed him;
 - g) Type and scope of the test;
 - h) Whether the test of the entire system has been completed, or which parts of the system have not yet been checked;
 - i) Type and extent of the defects found;
 - j) Date and result of the test and
 - k) Necessary measures and a proposal for a reasonable deadline for their implementation.
- 6.7. The operator has to remedy the minor defects found during the tests according to number 6.4 within six months of their discovery and, if necessary according to number 2.4, and by a specialist company in accordance with § 62. The operator must remedy significant and dangerous defects immediately. The elimination of significant defects requires a review by an expert. If the expert discovers a dangerous defect, the operator has to take the system out of operation immediately and, if

this is necessary according to the expert, to empty it. The system may only be put back into operation once the competent authority has received confirmation from the expert that the deficiencies found have been successfully remedied.

7. Existing installations

7.1. For JGS systems that were already built on 1 August, 2017 (existing systems), the following applies from this date:

- a) Section 24 (1) and (2) and numbers 5.1 and 6.1 to 6.3,
- b) Numbers 6.4 to 6.7 with the provision that the competent authority can only order the inspection of the facilities and underground basins named there by an expert if there is a suspicion of significant or dangerous defects and
- c) Numbers 1 to 4 and 5.2, insofar as they contain requirements that correspond to the requirements that had to be observed on 31 July, 2017 according to the respective state regulations.

In addition, these inspection obligations continue to apply to existing systems that were already subject to inspection under the applicable national regulations prior to August 1, 2017.

7.2. In case of existing systems with a volume of more than 1,500 cubic meters that do not meet the requirements of numbers 2 to 4 and 5.2, the competent authority can order technical or organizational adjustment measures,

- a) Which would remove these defects or shortcomings;
- b) Which are provided for these defects in the technical rules for existing installations or
- c) With which compliance with the requirements specified in numbers 2 to 4 and 5.2 is achieved.

In the cases of sentence 1 letters b and c, the requirements of Section 62 paragraph 1 of the Water Management Act must be observed.

This does not affect the authority to issue orders in accordance with Section 100, Paragraph 1, Clause 2 of the Water Management Act for all existing systems.

7.3. In case of existing systems with a volume of more than 1,500 cubic meters, in which retrofitting with a leakage detection system is not possible for technical reasons or can only be achieved with disproportionate effort, the tightness of the system must be proven by suitable technical and organizational measures.

7.4. In the orders in accordance with number 7.2, the authority cannot demand that the installation to

be decommissioned or removed, or that adaptation measures to be required that are equivalent to a new construction, or to change the purpose of the installation. When eliminating significant or dangerous defects in a JGS container, the requirements of this ordinance must be observed. Otherwise, Section 68 (7) applies accordingly to existing systems.

7.5. In case of existing systems with a volume of more than 1,500 cubic meters, the operator must document compliance with the requirements according to numbers 6.2 and 6.3, in particular the type, scope, result, place and time of the respective monitoring, as well as the measures taken and the documentation of the competent authority to be presented on request.

8. Requirements in special areas

8.1. No JGS systems may be set up and operated in an officially protected region for water supplies and in protected areas. In these zones of protected areas, single-walled JGS storage systems for liquid substances that are generally hazardous to water may only be set up and operated if equipped with a leakage detection system.

8.2. JGS systems may only be installed and operated in established and temporarily secured floodplains if

- a) they cannot refloat or otherwise be damaged by floods and
- b) substances that are hazardous to water are not washed away by floods, are not released and cannot penetrate into a water source in any other way.

8.3. The competent authority can grant an exemption from the requirements according to numbers 8.1 and 8.2 if:

- a) the public interest requires this or the prohibition would lead to unreasonable hardship and
- b) if the protection purpose of the protected area is not impaired.

8.4. Further provisions in state ordinances for the establishment of protected areas remain unaffected.

PHOTO CREDITS

Number and name	Source
Fig. 1 - Fig. 1: A floating colony of Phaeocystis algae (foam alge)	Wera Leujak / UBA
Fig. 2: Green algae in the North Sea	Wera Leujak / UBA
Fig. 3 - Rosdorf biogas plant	Maschinenring Kommunalservice
Fig. 4 - Ground basin	AGW GmbH
Fig. 5 - Ready-mixed concrete containers	Wolf System GmbH
Fig. 6 - Precast container	SUDING Beton- und Kunststoffwerk GmbH
Fig. 7 - Stainless steel container	Erich Stallkamp ESTA GmbH
Fig. 8 - Liquid manure drainage station with adjacent pit	Sundermann GmbH & Co.
Fig. 9 - Drainage pipe with inspection tunnel	Maschinenring Kommunalservice
Fig. 10 - Separator in Kassel	Maschinenring Kommunalservice
Fig. 11 - Pumping the liquid manure from the transportation tank to the spreading tank	Maschinenring Kommunalservice
Fig. 12 - Liquid manure container	Maschinenring Kommunalservice
Fig. 13 - Liquid manure truck	Maschinenring Kommunalservice
Fig. 14 - Tractor with liquid manure cultivator	Maschinenring Kommunalservice
Fig. 15 - Trailing shoe in detail	Chamber of Agriculture North Rhine-Westphalia
Fig. 16 - Tractor with dribble bar spreader	Chamber of Agriculture North Rhine-Westphalia
Fig. 17 - Swivel distributor	Chamber of Agriculture North Rhine-Westphalia
Fig. 18 - Impact head distributor (with deflector plate)	Chamber of Agriculture North Rhine-Westphalia
Fig. 19 - Slot manure injector	Chamber of Agriculture North Rhine-Westphalia

BIBLIOGRAPHY:

www.umweltbundesamt.de
www.landwirtschaftskammer.de
www.planet-wissen.de
www.maschinenring.de
www.lfu.bayern.de
www.landkreis-waldshut.de
www.um.baden-wuerttemberg.de

Использование жидкого навоза в качестве сельскохозяйственного удобрения на Юго-Востоке Европы

(Молдова, Румыния, Сербия, Украина)

**РУКОВОДСТВО ДЛЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

Перевод на русский язык

Издательство

Машиненринг Коммуналсервис ГмбХ
Götzenbreite 10
Tel. +551 488887 15
Fax +551 488887 19
jan.hampe@mrgoettingen.de
www.mrgoettingen.de

Авторы

Машиненринг Коммуналсервис ГмбХ
Götzenbreite 10
37124 Росдорф
Tel. +49 551 488887 15
Fax +49 551 488887 19
jan.hampe@mrgoettingen.de
www.mrgoettingen.de
Ян Хамп и Деннис Улендорф

Spelleken Assoc. Экономист Ханс-Герд Спеллекен
Zum Simmig 13
63755 Альценау
Tel. +49 6023 503288
Fax +49 6023 503289
spelleken@spellekenassociates.de
www.spellekenassociates.de
Ханс-Герд Спеллекен

Завершено: Ноябрь 2021 г.

Редакторы

Spelleken Assoc.
Наталья Бодиу и Мариус Клейлейн

UBA Подразделение II 2.8 Сельское Хозяйство
Энн Бевальд и Дорис Фукс

UBA Подразделение I 1.2 Международные стратегии устойчивого развития, политика и передача знаний, Программа консультативной помощи для подразделения проектного обслуживания (ААР)
Доктор Соня Отто

Макет: Корнелиу Комендант

PDF версия: <https://www.mrgoettingen.de>; <http://www.biodeseuiri.md/biodeseuiri>

© Кассель, Ноябрь 2021 г.



Этот проект финансировался Программой консультативной помощи (ААР) Федерального министерства окружающей среды Германии по охране окружающей среды в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, а также в других странах, граничащих с ЕС. Его курировало Немецкое агентство по окружающей среде. Ответственность за содержание данной публикации лежит на авторах.

Содержание

Введение	115
1. Жидкий навоз как сельскохозяйственное удобрение	117
2. Воздействие жидкого навоза на окружающую среду	120
3. Биогазовые установки	123
4. Хранение и строительство резервуаров и контейнеров	126
5. Сепарация	132
6. Планирование нанесения на почву	135
7. Периоды ограничения на использование жидкого навоза	138
8. Транспортировка жидкого навоза в поле	141
9. Технология поверхностного нанесения и впрыскивания	143
10. Реализация и логистика	148
11. Место размещения сельскохозяйственной техники	151
12. Нормы поведения	154
13. Рекомендации	157

Содержание

ИНФОГРАФИКИ

Инфографик 1: Круговорот питательных веществ	119
Инфографик 2: Накопление жидкого навоза в животноводстве	127
Инфографик 3: Обнаружение утечек без герметизации поверхностей	131
Инфографик 4: Свойства навоза до и после сепарации	134
Инфографик 5: Свойства навоза свиней и крупного рогатого скота	136
Инфографик 6: График нанесения жидкого навоза	139
Инфографик 7: Общие валовые расчеты для Молдовы	149
Инфографик 8: Валовая добавленная стоимость строительства и сборки резервуара для жидкого навоза	152
Инфографик 9: Инструкции по применению Распоряжения об опасных веществах	156

ТЕМАТИЧЕСКИЕ БЛОКИ

• Открытие минерального удобрения	117
• Что такое азофоска (NPK).	118
• Оксид азота.	122
• Немецкий административный совет по технологии и строительству (КТВЛ)	126
• Специальные характеристики строительства установок для хранения в Германии: система обнаружения утечек.	130
• Журнал обработки сельскохозяйственной земли	137
• Ближняя инфракрасная спектроскопия (NIR).	137

ПРИЛОЖЕНИЯ

• Приложение 1: Источники информации.	159
• Приложение 2: Коэффициент перевода физического поголовья в условные головы	160
• Приложение 3: Регламент JGS (Системы хранения и обработки жидких экскрементов, жидкого навоза и силоса)	161

Введение

Данное руководство было создано в рамках кампании о **важности жидкого навоза для удобрения почвы** в сельском хозяйстве. Эта кампания была проведена в Республике Молдова Maschinenring Kommunalservice Göttingen и Spelleken Assoc. при поддержке Федерального агентства по охране окружающей среды летом и осенью 2020 года. Руководство было разработано по просьбе молдавских фермеров, а успешность проекта во многом обеспечена их активным сотрудничеством. Молдова – хороший пример сельского хозяйства, ориентированного на нормы ЕС, на юго-востоке Европы. Молдова не единственная страна такого рода, за ней следуют такие важные страны, как Румыния, Сербия и Украина. Их законодательство все больше основывается или будет основываться в будущем на правилах ЕС, их продукция поставляется в ЕС, и все условия охраны окружающей среды соответствуют предписаниям и моделям ЕС. Целью такого преобразования является **улучшенное и взаимосвязанное сотрудничество между животноводческими и аграрными хозяйствами** в отношении жидкого и твердого навоза.

Данное руководство показывает, как совместимое с экологической и операционной точки зрения использование жидкого навоза от животноводческих ферм страны может быть включено в остальные сферы сельскохозяйственного

сектора. Оно определяет **жидкий навоз как сельскохозяйственное удобрение** (Глава 1), описывает возможность **загрязнения окружающей среды** (Глава 2) и важность **биогазовых установок** (Глава 3) в стоимостной цепи. Начиная с 4-й главы, объясняется **хранение** жидкого навоза, строительство необходимых **емкостей** и описывается сепарация твердых частиц и жидкого навоза для более эффективной транспортировки (Глава 5). Руководство содержит также информацию об **исследовании различных форм навоза** и расчете дозы применения различных форм навоза (Глава 6), самые подходящие **периоды нанесения** или **ограничений** на удобрение в течение года (Глава 7), и дает практические советы по **транспортировке** навоза в поле (Глава 8) и его **нанесению** на почву (Глава 9). В Главе 10 представлены перспективы **рынка и логистики** навоза на юго-востоке Европы, используя в качестве примера Республику Молдова, а в Главе 11 показаны возможности для **сельскохозяйственной технологии, имеющейся в регионе**. Глава 12 содержит важные рекомендации **по обращению с опасными веществами**, содержащимися в жидком навозе. В конце мы кратко излагаем самые важные советы в **списке рекомендаций** (Глава 13).

Созданию данного руководства способствовали: **Maschinenring Göttingen**, которое было учреждено в 1965 году

и в 1995 году создало Maschinenring Kommunalservice (MRK) Göttingen в виде филиала MR Göttingen и Kassel. В общей сложности около 1100 сельскохозяйственных предприятий со статусом членов и примерно 250 биогазовых установок разных категорий координируются в Германии в рамках сельскохозяйственного партнерства. Как общество с ограниченной ответственностью (GmbH), MRK Göttingen координирует еще десять компаний по предоставлению услуг. Среди них, помимо различных услуг по реализации биогаза на рынке электроэнергии, числятся планирование и координация биогазовых установок, в частности, предприятие по распределению жидкого навоза GAG.

Spelleken Asoc. – консалтинговая компания из Альценау (Нижняя Франкония), которая проектирует и внедряет комплексные проекты в Юго-Восточной Европе и Латинской Америке. Spelleken Asoc. долгое время поддерживает Конвенцию о защите прав человека (MRK) в Юго-Восточной Европе. Авторами данного руководства являются фермеры Dennis Uhlendorff и Jan Hampe, и экономист по развитию Hans-Gerd Spelleken. Издание осуществили эксперты Федерального агентства по охране окружающей среды Германии (UBA) и Marius Kleilein (MRK).

Глава 1:

Жидкий навоз как сельскохозяйственное удобрение

Навоз – это смесь экскрементов и мочи сельскохозяйственных животных, главным образом, свиней и крупного рогатого скота. В прошлом, как и сегодня, на небольших и средних фермах навоз состоит из фекалий животных попеременно с соломой.

Навоз и экскременты животных не являются отходами! Скорее, это природное и ценное органическое удобрение. Навоз состоит из питательных веществ и органического вещества, разбавленного в воде, с высоким содержанием минералов. Он содержит основные питатель-

Открытие минерального удобрения

Растения извлекают питательные вещества и минеральные соли из почвы. Таким образом, питательные вещества попадают в собираемые культуры. В зависимости от минерального состава почвы, она истощается после нескольких урожаев. Но существует мера борьбы с этим: удобрение почвы.

Самое древнее упоминание об удобрении почвы в мировой литературе возникло на Западе в «Одиссее» Гомера в VIII веке до н.э. Во дворе фермы Улисса куча навоза распространяет запахи, пока ее содержимое не было разнесено по полю.

Зеленое удобрение из растений, собирающих азот, которое затем вносилось в пашню, появляется позже у римлян. Временная необработка земель, как часть трехлетней ротации культивации, также была широко распространенной мерой в Средневековье, чтобы дать возможность возделываемой зоне восстановиться до следующего периода вегетации. Тем временем, непогода вызывала высвобождение минералов из пород в почву, которые таким образом становились доступными для следующих культур.

Средневековые алхимики исследовали возможности повышения урожаев в сельском хозяйстве. В новейшие времена была исследована физиология питания растения и снабжение почвы питательными веществами. После того, как Justus von Liebig (1803-1873) сформулировал свои выводы относительно необходимости повышения плодородия почвы, потери минеральных солей в почве стали компенсироваться путем удобрения.

В 1905-1908 годы химик Fritz Haber разработал каталитический синтез аммиака. Впоследствии промышленнику Карлу Бошу (Carl Bosch) удалось открыть процесс, который позволил массово производить аммиак. Этот метод Габера-Боша стал основой для производства синтетического азотного удобрения.

Начиная со Второй мировой войны, удобрения разного состава получали все более широкое распространение на рынке индустриализированных стран и экономически развивающихся стран. Их использование стало стандартом в современных агрохозяйствах, но подверглось общественной критике в 1980-е годы из-за рисков, связанных с окружающей средой, и природных альтернатив¹.

¹ Источник: <https://www.planet-wissen.de>

ные вещества, такие как азот, фосфор и калий (азофоска). Сильный запах навоза вызван газами диоксида углерода, аммиака, метана и сероводорода, которые выделяются во время экскреции.

До появления минерального удобрения, удобрение почвы навозом и твердыми экскрементами животных было единственным способом стабилизации и, соответственно, повышения урожаев. Ценность навоза известна испокон веков и всегда использовалась в прошлом. После открытия минерального удобрения (см. приведенный ниже тематический блок) эти знания были забыты.

Азот, фосфор и калий крайне важны для нормального роста и высокой производительности растений.

Помимо питательной и удобряющей пользы навоз обладает решающим преимуществом перед минеральным удобрением: содержащееся в навозе органическое вещество способствует образованию гумуса в почве. Гумус служит механизмом захвата и накопления воды, повышает плодородие почвы и, в виде питательного гумуса, служит запасным удобрением.

Жидкий навоз, используемый как удобрение, тем самым может способствовать решающим образом повышению урожайности. Помимо основных питательных веществ NPK (азота, фосфора, калия), жидкий навоз содержит и микронутриенты для растений и почвы, которых не дают коммерческие минеральные удобрения.

Что такое азофоска (NPK)

Сокращение **NPK** обозначает основные питательные вещества из состава удобрения азофоска, которые способствуют росту растений и повышению производительности в сельском хозяйстве. Они находятся в высоких концентрациях в минеральных удобрениях, а также в жидком навозе и твердых экскрементах животных.

N = азот существует в минеральной и органической форме. Азот служит стимулятором роста для растений. Растения поглощают азот, в основном, в виде нитратов; аммоний и мочевины могут также подвергаться прямой переработке. Так называемая минерализация (разложение органического вещества на неорганическое вещество микроорганизмами) делает органический азот доступным для растений. Нитраты могут быстро вымываться из почвы осадками, в то время как аммоний связывается с глинистыми минералами почвы и используется для последующего образования гумуса, а также для обеспечения долгосрочного снабжения растений азотом. Растение превращает азот в белки, которые необходимы для роста и воспроизводства. Нехватку азота можно распознать по обесцвечиванию листьев (салатового цвета), а рост растения существенно подавляется. Слишком много азота приводит к чрезмерному удобрению (листья приобретают насыщенный зеленый цвет с синим оттенком, побеги мягкие), к вымыванию минералов из почвы и тем самым к отрицательным последствиям для подземных вод. Поглощение азота растениями может быть также подавлено из-за нехватки других питательных веществ, как, например, калия.

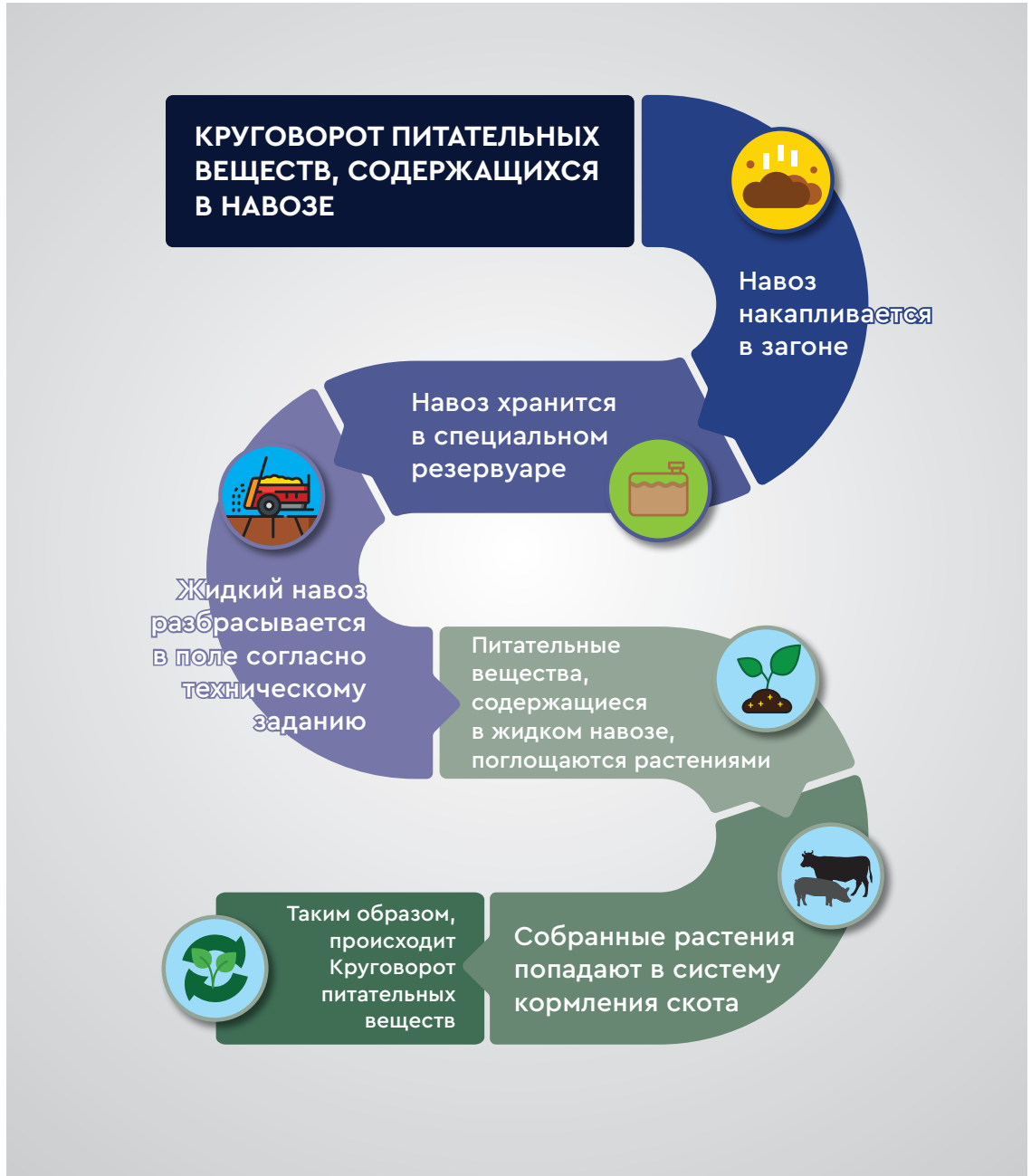
P = фосфор присутствует в почве естественным образом, но может поглощаться растением только частично. Как микронутриент, фосфор обязателен для обмена веществ растений. Помимо строительства растительных ферментов и основной функции многих синтезов витаминов и белков, фосфор играет также важную роль в формировании семян и плодов. Доступность фосфора зависит от уровня pH в почве. Слишком высокий уровень pH приводит к закреплению фосфора в почве, из-за чего он не может поглощаться растениями. Помимо пользы для растения фосфор служит и улучшению структуры почвы, то есть улучшает рыхлость и ферментацию почвы. Оба вещества делают землю мельче и рыхлее, особенно после вспашки. Нехватку фосфора можно распознать по опаданию и красно-фиолетовой окраске зрелых листьев. Развитие корневой явно снижено, а обмен веществ растения нарушен.

K = калий (именуемый также каустическим поташом = карбонатом, гидроокисью калия или хлористым калием) так же, как и азот и фосфор, представляет собой важный микронутриент для растения и участвует в процессе фотосинтеза растений. Калий способствует образованию и хранению углеводов. Он благоприятствует водному балансу растения, а значит, оно проявляет более высокую устойчивость к стрессу, вызванному засухой. Кроме того, калий способствует устойчивости растения, как к болезням, так и к риску деформации (сгибания сельскохозяйственных культур), стабилизируя поддерживающую ткань растения. В случае нехватки калия растения выглядят увядшим и безжизненным. Частично листья приобретают светло-зеленую окраску от краев к центру.

Следовательно, жидкий навоз является ценным натуральным удобрением, которое автоматически образуется в процессе животноводства. Таким образом, он становится основным элементом круговорота питательных веществ в сотрудничестве между аграрными и животноводческими хозяйствами.

Прежде всего, жидкий навоз собирается с животноводческих ферм и хранится в резервуарах для навоза. Затем его наносят на поле как удобрение, и он постепенно поглощается растениями. Растения, которые, соответственно, лучше растут, впоследствии собираются и снова используются на корма животным, тем самым создается замкнутый цикл (см.Инфографик 1).

❶ Инфографик
1: Круговорот
питательных
веществ



Глава 2:

Воздействие жидкого навоза на окружающую среду

Жидкий навоз может оказывать отрицательное и положительное влияние. Первое утверждение применимо тогда, когда содержащиеся в навозе питательные вещества не используются системно и грамотно, а сбрасываются в почву и воду в неотфильтрованном виде в чрезмерных количествах. Это может привести к значительному ухудшению экологического баланса. И наоборот, он оказывает положительное влияние, когда обогащает почву в подходящей дозе и повышает тем самым производительность сельского хозяйства. Данная глава касается ущерба, которого следует избегать.

Прежде всего, следует избегать попадания навоза в поверхностные или грунтовые воды. В целом есть три пути инфильтрации навоза в водные источники:

1. Негерметичные резервуары для хранения (допускающие утечки);
2. Неправильное нанесение на почву;
3. Чрезмерное удобрение почвы.

Как правило, жидкий навоз проникает в поверхностные воды через негерметичные резервуары для хранения. Впоследствии жидкий навоз попадает на поверх-



ность по дренажным ливневым канавам ферм или напрямую стекает под места хранения.

Помимо этого, жидкий навоз иногда применяется в сельскохозяйственных районах в неподходящий момент. Например, жидкий навоз не наносится на замерзшие почвы или почвы, насыщенные водой после обильных дождей. В противном случае, особенно на холмистых землях, есть риск того, что часть жидкого навоза не впитается в землю,

❶ Рис. 1: *Phaeocystis algae* (Пена из водорослей)



❶ Рис. 2: Зеленые водоросли в Северном море.

а скорее стечет по поверхности по дренажным канавам в поверхностные воды. Более подробно о подходящих периодах для нанесения жидкого навоза можно узнать в Главе 7.

При постоянном применении слишком большого объема удобрения, избыток азота и, в некоторых случаях, и фосфора накапливается и смывается в подземные воды, откуда проникает в реки. Это длительный процесс, который может продолжаться от 10 до 30 лет. В этом смысле, конечно, требуется время на то, чтобы вернуться в нормальное состояние. Только тогда, когда снизится загрязнение подземных вод избытком удобрений, поступление питательных веществ в поверхностные воды снова станет нормальным.

Если жидкий навоз попадает в поверхностные воды указанными путями проникновения, то воды могут подвергнуться «эвтрофикации» и, в конечном итоге «испортиться» в результате более длительного процесса избыточного поступления питательных веществ. Это означает, что слишком много органического вещества – например, в виде водорослей – образуется в водном источнике из-за дополнительного поступления азота и особенно фосфата. Это органическое вещество потребляет основную часть

кислорода воды, а остальные живые организмы, присутствующие в воде, могут погибнуть из-за нехватки кислорода. В итоге образуются анаэробные процессы, вода начинает распространять неприятный запах и «портиться».

Избыток азота опасен не только для поверхностных вод, но и для подземных. В почве азот превращается в нитрат. Этот нитрат затем постепенно утекает из верхнего слоя почвы в слой, пронизанный подземными водами. Это затем приводит к превышению сегодняшнего предельного уровня нитратов (50 мг/литр) в подземных водах согласно директиве ЕС.

Повышенное содержание нитратов в подземных водах приводит также к их повышенным пропорциям в питьевой воде, которая получается, как правило, из подземных вод. Если нитраты попадают через потребляемую воду в тело человека, то впоследствии они превращаются в нитриты. Слишком высокое содержание нитритов в питьевой воде может нанести значительный вред здоровью, особенно грудных детей.

Использование удобрений вызывает также выделение оксида азота, ведь как навоз и экскременты, так и минеральные удобрения (то есть производимые промышленным путем) содержат азот. Подвергаясь процессу разложения, эти азотные соединения вырабатывают среди прочего и оксид азота².

² Источник: <https://www.lfu.bayern.de>

Оксид азота

Оксид азота (N₂O) представляет собой «парниковый газ», который примерно в 300 раз вреднее для климата, чем диоксид углерода (CO₂). Основные источники происхождения оксида азота – азотные удобрения в сельском хозяйстве и животноводстве, процессы химической промышленности и процессы горения.

Итак, сельское хозяйство во многом способствует выбросам оксида азота. В то же время есть разница между прямыми выбросами и косвенными выбросами оксида азота. Прямые выбросы оксида азота образуются в результате сельскохозяйственных процессов: выбросы реактивного азота из органических и минеральных удобрений, и выбросы атмосферного азота, а также реактивный азот (Nr) из почвы от остатков растительного происхождения и биологическое закрепление азота белковыми (овощными) растениями. Косвенные выбросы оксида азота возникают тогда, когда реактивные азотные соединения, такие как нитраты и аммиак, попадают в окружающую среду. Оксид азота вырабатывается из реактивных азотных соединений в процессах нитрификации и денитрификации. В сельскохозяйственном производстве выбросы оксида азота вызваны в основном применением азотных удо-

брений. Помимо использования определенных объемов азотных удобрений или извести, объем выбросов парниковых газов определяется и другими факторами, такими как климат, температура, свойства почвы и технология удобрений.

На болотах и восстановленных лугах повышенное содержание гумуса после удобрения приводит в результате к особенно высокому выбросу парниковых газов (помимо оксида азота и CO₂). Эти выбросы парниковых газов можно сократить за счет улучшения производительности азота. Излишки азота можно уменьшить путем определения потребности растений в удобрениях, в том числе, баланса гумуса, и путем анализа содержания питательных веществ в составе органических удобрений. В долгосрочном плане следует использовать около 90 килограммов на гектар в год, при условии, что часть удобрений будет навозом³. Благодаря Киотскому протоколу, который устанавливает обязательность сокращения парниковых газов, государства-участники Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата должны принимать меры по сокращению выбросов N₂O, а важным вкладом является уменьшение излишка азота⁴.

³ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-14_texte_33-2021_tierhaltung_bf_0.pdf

⁴ Источник: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/soil-agriculture/ecological-impact-of-farming/nitrous-oxide-methane>

Глава 3:

Биогазовые установки

Жидкий навоз является многофункциональным ресурсом, который дает фермерам возможность строить биогазовые установки (БГУ). Перед распределением в поле, жидкий навоз пропускается через эту установку. При брожении жидкого навоза в БГУ вырабатывается энергия (электричество и тепло). Ее можно использовать для личных целей или продавать на национальном рынке электроэнергии.

В биогазовой установке органические вещества, такие как жидкий навоз, экскременты, кукуруза или сахарная свекла разлагаются анаэробным способом (без кислорода), с помощью бактерий, в целях производства горючего биогаза. Этим биогазом можно эксплуатировать комбинированную тепловую и энергетическую установку для выработки электрической и тепловой энергии. Растительные отходы от биогазовых установок, остающиеся после сгорания, можно впоследствии наносить на поле как жидкое удобрение (экскременты животных). Его следует наносить примерно так же, как и необработанный навоз, который рассматривается в данном руководстве как основной материал.

Другая альтернатива использования биогазовых установок – переработка органического материала (или только на-

воза) в биометан и его направление в сеть природного газа. Вместе с тем, это часто не удастся сделать из-за условий договора с поставщиками природного газа (тариф на снабжение) или потому, что техническое состояние имеющихся сетей оставляет желать лучшего (они устарели). В Молдове нет соответствующего объекта; «Moldova-Gaz», вероятно, согласится принимать биогаз в сеть только в результате упорных переговоров (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине).

Биогазовые установки могут стать дополнительным источником дохода для фермеров благодаря возможностям направления биометана в газовую сеть. В Германии в результате этого доходы фермеров выросли примерно на 50%, по данным сети MRK. Даже если это пока будет неосуществимо в Республике Молдова (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине), биогазовые установки еще являются возможностью выработки необходимой энергии в аграрных хозяйствах и животноводстве и в стране, в виде электрической и тепловой энергии, сокращая тем самым связанные с этим расходы. Так как при ферментации сельскохозяйственных отходов не высвобождается CO₂, биогазовые установки вносят важный вклад в энергетический переход (переход на



альтернативные источники энергии). В Германии существующие 9.000 биогазовых установок вырабатывают примерно 5% всей потребности страны в энергии. Это очень большое количество, ведь генерируемая здесь энергия подходит и для базовых и пиковых нагрузок. Подходит для базовых нагрузок – означает, что биогазовые установки функционируют непрерывно (с распределением в течение суток без перерывов на ночь и с распределением в течение года без сезонных колебаний) и, таким образом, поставляют электричество в сеть на относительно постоянном уровне. Подходит для пиковых нагрузок – означает, что участие биогазовых установок может быть запрошено диспетчерскими центрами национальных электросетей в периоды высокого спроса на электроэнергию.

Как и большинство европейских стран, у Молдовы есть и процедура одобрения новых биогазовых станций с установлением тарифа на снабжение электроэнер-

гией (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине). Это абсолютно рабочая процедура, которая приводит к среднему тарифу примерно 0,10 ЕВРО за кВт с законной защитой в течение примерно 15 лет.

При планировании установки решается, насколько экономным и прибыльным будет проект. Широко распространено планирование на основе модулей, предлагаемых производителем системы. В Германии работает несколько сотен средних компаний и несколько тысяч более мелких компаний, которые могут планировать и строить биогазовые станции. Сборка и строительство системы похожи на большой самодельный проект, к которому подключено до 50 индивидуальных компонентов. Это позволяет фермерам заказывать индивидуальные изделия и решения, таким образом, чтобы комбинированная теплоэнергетическая установка точно подходила со-

● Рис. 3: Биогазовая установка в Ростдорфе.

ответствующему агрохозяйству. Авторы данного руководства утверждают, что размеры таких установок могут обеспечивать им способность перерабатывать и отходы от соседних фермеров или от региональных промышленных компаний, которые, например, могут поставлять испорченную продукцию вроде молочных изделий или свекольной мякоти в виде субстратных кофакторов.

***Примечание:** В 2019 году в Республике Молдова был создан атлас субстратов www.biodeseuri.md, целью которого является пропаганда знаний и возможностей, связанных с субстратными кофакторами (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине).*

Индивидуальное планирование систем такого рода следует проводить с перспективой на будущее, таким образом, чтобы оно могло опережать будущие изменения и развитие событий, например, смену поколений с соответствующими последствиями для субстратов и организационных структур. В долгосрочном плане комбинированная теплоэнергетическая установка, основанная на этой модели, выгоднее с экономической точки зрения.

Биогазовая установка может работать на жидком навозе свиней, крупного рогатого скота или птиц. Мощность примерно 250 кВт соответствует ферме, где примерно 120 коров и примерно 60 гектаров пахотной земли. Согласно исследованиям авторов, самыми подходящими системами такого рода для Республики Молдова были бы системы от 250 кВт выше, хотя представляют интерес и муниципальные системы примерно до 4 МВт. Коммунальная система требует современного, прозрачного и грамотного управления, в том числе, со стороны города или округа. Стоимость конструкции составляет 3.000 евро на каждый ватт, таким образом, строительство системы на 500 кВт в Молдове обошлось бы примерно в 1,5 миллиона евро.

При закупке компонентов, насосы и, главным образом, электронные системы должны быть самого высокого качества, при этом бетон и кабель, а также пленку и другие сборные компоненты можно относительно дешево приобрести во всем мире. Рекомендуется, чтобы само строительство проходило под нашим руководством и надзором.

Также работу биогазовой установки следует организовать как сотрудничество с участием местных компетенций к основным должностям, например, специалист, доступный на местном уровне, и инженерная компания, доступная на региональном уровне. В столицах существуют определенные учебные заведения, которые уже предоставляют образование и компетенции в области биогазовых установок (пример в Молдове – Кишиневский экологический колледж), а также индивидуальные компании, которые занимаются этим профессиональным вопросом. Если вы желаете построить биогазовую установку по модели «Bauherrnmodell» (в данной модели инвестор выступает не конечным получателем собственности, а конструктором), тогда MRK предлагает свои услуги в целях постоянной помощи в рамках договора технического обслуживания или помощи.

Глава 4:

Хранение и строительство резервуаров и контейнеров

Планирование и строительство установки для хранения жидкого навоза требует сначала оценки объемов хранения. Расчеты проводятся, исходя из поголовья скота на ферме, а также из периода ограничения на использование жидкого навоза, площади агрохозяйства, объемов производства животных и определения потребности в удобрениях. В Германии сегодня требуется минимальный срок хранения в шесть месяцев и минимальный объем хранения на девять месяцев для ферм с большим поголовьем скота, без необходимости соответствующей справки о площади. Рекомендуем компаниям юго-востока Европы планировать установки такой же мощности. Это дало бы им преимущество в том случае, если эти введенные ЕС требования следовало бы применять на национальном уровне.

В Германии минимальный объем хранения проверяется ответственным надзорным органом на этапе подачи

заявления на выдачу разрешения на строительство. Во время этого этапа ответственные органы из сферы строительства вплотную сотрудничают с надзорными органами (например, Сельскохозяйственной палатой). Следовательно, оценка потребностей проводится с помощью органов власти и ассоциаций, или даже с помощью ответственного надзорного органа.

Помимо основных необходимых базовых стандартов – например, регламентов DIN (Немецкого института стандартизации) о качестве бетона и качества стальной арматуры – в Германии также внимательно проверяется и место размещения планируемого хранилища, возможно, с помощью отчета о выбросах. Что касается вопроса месторасположения, важную роль играют и минимальные расстояния, применимые в настоящее время согласно плану размещения установки, по отношению к жилым

Немецкий административный совет по технологии и строительству (KTBL)

В Германии, например, основной для подсчета поголовья скота служат либо данные от Немецкого административного совета по технологии и строительству в сельском хозяйстве (KTBL), либо данные от ответственного надзорного органа.

Данные KTBL представляют собой большой объем данных из специальной литературы, касающихся расчетов по

сельскохозяйственному планированию, в который входят показатели из всех отраслей сельского хозяйства. Они используются в основном для бизнес-оценок.

Эти стандарты называются по-разному в каждой европейской стране и должны быть запрошены в компетентном органе перед планированием установки для хранения жидкого навоза в Кишиневе / Киеве.

районам, рекам и канавам, основным дорогам, колодцам и соседним предприятиям или агрохозяйствам.

Объемы производства животных служат основой при расчете потребности в хранении навоза. Инфографик 2 показывает объем навоза, производимый каждым

животным в год. Первый столбик обозначает вид животных, второй столбик – объем продукта (молока или мяса) в год или за другой период принятый за основу расчета, третий столбик – производимый объем навоза в кубических метрах. Четвертый столбик зрительно указывает на породу.

НАКОПЛЕНИЕ НАВОЗНОЙ ЖИЖИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

ЖИВОТНОЕ	МАССА/ПЕРИОД	ОБЪЕМ/ГОД	ОБОЗНАЧЕНИЕ
КОРОВЫ (ДОЙНЫЕ)	 10.000 л	 21 м³	
МОЛОДНЯК КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	 27 мес.	 9 м³	
ОТКОРМ БЫКОВ	 80–700 кг	 6,7 м³	
ПЛЕМЕННЫЕ СВИНОМАТКИ С ПОРОСЯТАМИ	 28 кг	 6 м³	
ОТКОРМ СВИНЕЙ		 1,5 м³	

❶ Инфографик 2:
Накопление
жидкого навоза в
животноводстве

В Германии запрещены проекты строительства установок для хранения жидкого навоза на затопляемых территориях, природоохранных или ландшафтных территориях или в приоритетных экологических районах. Недра должны выдерживать вес планируемой конструкции, поэтому перед тем, как начать строительство, в Германии проводится осмотр почвы.

Также следует учитывать основное направление ветра, это один из основных факторов, касающихся выбросов, вызываемых животноводством. Органам по мониторингу рекомендуется сначала составить отчет о выбросах или просмотреть сайт о выбросах.

Установка крыши для защиты от выбросов может существенно облегчить получение разрешения на такую конструкцию.

После того, как были определены место размещения и объем хранения, то есть размеры контейнера, можно продолжить дальнейшее планирование установки. Далее фермер может принять решение относительно варианта установки для хранения жидкого навоза и может выбрать блочные элементы установки, готовые бетонные смеси или стальные резервуары. Все указанные варианты обладают разными свойствами, преимуществами и недостатками, которые мы опишем ниже:



❶ Рис. 4: Земляная лагуна (пленочная лагуна).

Земляные бассейны или лагуны строятся в земле из плотин, полностью обитых и герметизированных полиэтиленовой пленкой высокой плотности (водонепроницаемой). В зависимости от страны и федерального штата, они большей частью уже не одобряются сегодня для хранения жидкого навоза в ЕС, потому что риск утечки жидкого навоза очень высок, а также очень высок уровень выбросов из-за большой площади лагун-хранилищ. Уже существующие резервуары для хранения такого рода следует регулярно проверять, особенно проверять, хорошо ли герметизированы стыки. Бассейны можно оснащать устройствами для взбалтывания. В зависимости от региона, стенки могут быть бетонными или земляными.

В ЕС в качестве резервуаров для жидкого навоза чаще всего используются железобетонные резервуары. Любая более высокая емкость такого рода изготавливается обычно из железобетона. Она может быть расположена полностью над землей, может быть частично углублена в землю или может быть полностью подземной. Как правило, различаем две системы:



❶ Рис. 5: Резервуар из бетонной смеси

1. Конструкция из готовой бетонной смеси: здесь контейнер выливается из бетона с помощью каркасной системы на строительной площадке, после чего залитая масса затвердевает и может быть введена в действие примерно через четыре недели.



❶ Рис. 6: Блочный резервуар.

2. Блочные стены: здесь только дно емкости (резервуара) заливается из бетона на месте. Затем бетонные заготовки закрепляются в виде кольца, стыки соединяются и заливаются бетоном. Такой вид резервуара вводится в действие по истечении четырех недель.



❶ Рис. 7: Резервуар из нержавеющей стали.

Помимо бетонных резервуаров, широко распространены и **стальные резервуары**. Они сравнимы с железобетонными резервуарами. В зависимости от фирмы-производителя, этот резервуар может быть как подземным, так и наземным.

Резервуар собран из стальных элементов и герметизирован специальными герметизирующими полосками. Некоторые из этих контейнеров могут быть

Сравнительная таблица 1: Установки для хранения жидкого навоза.

Наименование	Основная характеристика	Преимущества	Недостатки
Земляная (наземная) лагуна	Меньше расходов	Выгодная (дешевая)	Больше не одобряется
Резервуар из готовой бетонной смеси	Залит из бетона	Индивидуальный (изготовлен, исходя из требований клиента)	Более длительный период затвердения
Блочный резервуар	Изготовлен из бетонных блоков-заготовок	Быстрая сборка	Мало доступных размеров
Стальной резервуар	Возможность расширения	Быстрая сборка	Дорогой

расширены или увеличены, исходя из необходимости. По сравнению с бетонными резервуарами, они большей частью дороже, потому что изготовлены из нержавеющей стали, но в то же время проще по конструкции и сборке. У стальных резервуаров срок службы несколько дольше.

Сравнительная таблица 1 обобщает преимущества и недостатки самых распространенных методов строительства установок для хранения жидкого навоза.

В проекте строительства резервуара для жидкого навоза следует предусмотреть **станцию отвода, прилегающую яму и системы взбалтывания**. Станция отвода должны быть построена так, чтобы жидкий навоз можно было вновь вводить в резервуар через прилегающую яму. Для этого обязательно создается и применяется система труб. Если планируемый резервуар должен быть построен на территории существующего загона, то система труб и насос должны быть согласованы между собой.

Трубы необходимо проектировать таким образом, чтобы они могли выдерживать давление насосов. В Германии сегодня используются большей частью трубы из высокоплотного полипропилена или из сварной нержавеющей стали или сварной черной стали (черной жести). У труб, расположенных в земле, должны быть двойные стены, чтобы можно было отслеживать возможные утечки.

Отверстия в стене резервуара, к которому присоединяются трубы, должны быть изготовлены и герметизированы в соответствии с современным технологическим уровнем. Присоединение труб к резервуару осуществляется в обязательном порядке только через его стенки. Дно резервуара должно оставаться не затронутым.



❶ Рис. 8: Станция отвода жидкого навоза с прилегающей ямой.

На рисунке 8 показана станция отвода жидкого навоза с прилегающей ямой: здесь наполняется или опорожняется цистерна для перевозки жидкого навоза. Пластины для наполнения и отвода жидкого навоза должны быть установлены таким образом, чтобы уберечь их от осадков. Пластины должны легко поддаваться чистке. Это место должно быть задумано так, чтобы в случае аварии жидкий навоз не разлился по прилегающей территории, а был направлен обратно прямо в резервуар для хранения. Необходимо предотвращать появление возможных утечек или разливов жидкого навоза, жидких экскрементов, инфильтраций силоса или отходов броже-

ния и их попадания в подземные воды, поверхностные воды и в систему канализации. При необходимости, следует застраховать системы от плавучести⁵.

В качестве установок для хранения жидкого навоза используются большей частью стационарные (фиксированные) системы. Системы, допускающие изменения на местном уровне, исключаются в отношении жидкого навоза и не рассматриваются в дальнейшем в данном руководстве из-за очень неясного состояния законодательства. Возможность использования так называемого навозного мешка в качестве постоянной емкости для хранения вместо стационарной системы следует предварительно согласовать с органами власти.

Системы должны быть устойчивыми и герметичными, и справляться с нагрузками. Следует строго соблюдать общепризнанный технический регламент.

То же самое применяется и к трубам, а также к ямам жидкого навоза⁶.

В целом законодательная база по строительству систем для хранения жидкого навоза, а также различные правовые сферы должны быть согласованы с профильным органом по надзору в строительстве. Заявление на строительство может быть подано только после выполнения всех надлежащих требований. Для этого вам необходимо проконсультироваться со специалистом по планированию строительства.

Специалисты по планированию строительства являются свободно практикующими специалистами с «разрешением на сдачу здания в эксплуатацию» (так называемые инженеры-проектировщики). Специалист по планированию строительства помогает также определить затраты и заключить договоры на строительство.

Специальные характеристики строительства установок для хранения в Германии: Система обнаружения утечек

В Германии установки для хранения жидкого навоза подчиняются, прежде всего, Закону о регулировании вод, распоряжениям о системах обращения с веществами, загрязняющими воду, и справочной карточке JGS (жидкий навоз, жидкие экскременты и инфильтрации силоса).

Строительство установок для хранения должно осуществляться в соответствии с последними регламентами соответствующего федерального штата. В этой связи, особое внимание следует уделять деталям. В Германии сюда входят эластичные соединения с длительным сроком службы, герметизирующая полоска для стыков между полом и стеной, устойчивость к коррозии или предусмотренные классы бетона, такие как C25 / 30, XC4, XF1, XA1. Должны соблюдаться стандарты DIN (Немецкого института стандартизации), применяемые в условиях соответствующей страны.

В Германии под резервуарами или ямами для хранения жидкого навоза предусматривается так называемая система обнаружения утечек: под дном резервуара расстилается пластиковая пленка, а ее края подгибаются вверх и прикрепляются к стенам резервуара. В образовавшемся в результате этого канале прокладывается дренажная труба.

На ней в специальных точках размещается смотровая шахта. Пленка прикрепляется так, чтобы не проникала дождевая вода. В случае утечки (например, между стеной и полом) жидкий навоз утек бы и не скопился бы в дренажной трубе. Таким образом, с помощью смотровой шахты можно обнаружить утечку. Смотровую шахту следует ежемесячно проверять.



Рис. 9: Дренажная (сливная) труба со смотровой шахтой.

⁵ Источник: <https://www.landkreis-waldshut.de>

⁶ Источник: <https://www.landkreis-waldshut.de>

После выдачи разрешения на строительство и размещения заказа в строительной фирме, можно начать само строительство. Очень важная мера – соблюдение норм законодательства о строительстве и положений об охране вод. Для этого вам рекомендуется нанять инспектора по строительству и координатора по безопасности.

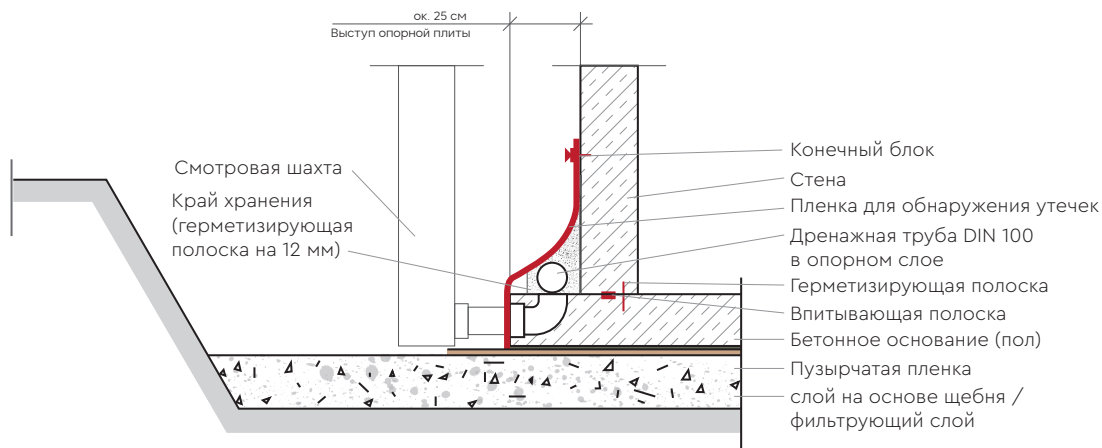
Перед сдачей в эксплуатацию, установка для хранения жидкого навоза должна пройти испытание на герметичность. В Германии это осуществляется на основании мнения эксперта. Для оценки герметичности установки для хранения жидкого навоза, она наполняется водой до высоты 50 см как минимум на 48 часов. Особое внимание уделяется герметичности стыков и уровню воды.

После утверждения строительства и сдачи в эксплуатацию установки для хранения жидкого навоза, проводится дополнительная проверка в целях обнаружения утечек. Это осуществляется с помощью так называемых систем обнаружения утечек (см. информационный блок) с герметизацией поверх-

ностей или без таковой (см. Инфографик 3). В Германии резервуары для жидкого навоза должны быть оснащены системами обнаружения утечек в соответствии с новым регламентом о жидком навозе, жидких экскрементах и инфильтрациях силоса (JGS). Они используются для выявления утечек, главным образом, на стыках между стеной и дном резервуара.

Техническое обслуживание и регулярную проверку установок для хранения жидкого навоза следует запланировать с самого начала. Это помогает избежать аварий и особенно дополнительных связанных с этим расходов. В этих целях оператору следует проверять резервуары, лагуны и ямы жидкого навоза каждые четыре недели для обнаружения утечек или деформаций, например, трещин в бетоне, определения уровня навоза в смотровой шахте или осмотра стыков в земляных бассейнах. Трубы должны проходить опрессовку раз в год. В некоторых странах, через каждый год приглашается внешний инспектор. В случае сомнений запрашивается консультация специалиста по инженерному делу.

И **Инфографик 3:**
Обнаружение утечек
без герметизации
поверхностей.



Глава 5:

Сепарация

Сепаратор осуществляет процесс отделения твердых частиц от жидкой массы навоза. В результате данного процесса твердые экскременты отделяются от жидкого навоза. Проще говоря, содержание питательных веществ жидкого навоза легче перевозить, потому что они находятся в сухом веществе. Также содержание питательных веществ можно лучше обрабатывать с экономической точки зрения, так как хранение обходится

дешевле, а транспортировка более эффективная. Для хранения сухого вещества требуется лишь пластина в качестве площадки для хранения.

Maschinenring Kassel усиленно занималось вопросом сепарации и, в сотрудничестве с производителем сельскохозяйственной технологии из Касселя, создало сепаратор, показанный на рисунке 10, то есть машину, отделяющую твердые экскременты от жидкого навоза.

Рис. 10: Сепаратор в Касселе



Сепаратор оснащен большим насосом для жидкого навоза, который можно присоединять к резервуару для навоза впускными и выпускными шлангами. Этот насос направляет навоз в сепаратор, который, как сито, фильтрует твердое вещество из жидкого навоза, а жидкий навоз тем временем закачивается обратно в емкость. Отсеянный твердый материал сначала хранится возле сепаратора. Затем этот материал переносится на навозную пластину и впоследствии распределяется в поле как удобрение.

Оставшаяся от навоза жидкая масса, так называемый дигестат, закачивается обратно в резервуар для хранения до тех пор, пока ее можно будет использовать в поле.

ПРЕИМУЩЕСТВА СЕПАРАЦИИ:

Улучшение взбалтываемости в емкостях (резервуарах)

Жидкие экскременты в резервуарах или ферментационный субстрат в биогазовых установках становятся значительно легче взбалтывать или смешивать в результате сепарации, потому что твердые частицы (например, лигнин/древесные волокна или зола из ферментационного субстрата – все, что не может переработать бактерия) извлекаются из жидкого навоза или ферментационного субстрата, и остается только более мелкий навоз.

Удаление плавающих слоев из резервуаров

Если взбалтывание (смешивание) недостаточное или отсутствует, то масса может отделяться и образовывать так называемые плавающие слои, как в резервуарах для хранения жидкого навоза, так и в биогазовых установках. Легкие волокнистые материалы, такие как солома или кукуруза, плавают сверху и объединяются в группы на поверхности субстрата. Толщина плавающего слоя может достигать от 2 до 3 метров. В случае резервуаров для хранения жидкого навоза, плавающий слой может иметь смысл, так как сокращает запахи и выбросы аммиа-

ка. Вместе с тем, в биогазовых установках это становится проблемой, потому что вырабатываемый газ-метан застревает под плавающим слоем. При опорожнении резервуаров, при обоих вариантах содержащуюся массу следует предварительно перемешать, чтобы растворить плавающий слой; в противном случае масса не поддается откачке. Если во время сепарации из сепаратора выходит только более жидкий навоз, он может закачиваться обратно в резервуар поверх плавающего слоя для его растворения и поддержания в подвижном состоянии.

Улучшение возможности закачки

Если жидкий навоз или ферментационный субстрат становятся более жидким после сепарации, то его можно легче закачивать (давление ниже, вода течет быстрее, чем навоз), например, в биогазовой установке из одного резервуара в другой.

Снижение потребности в хранении на 20 до 30%

В результате сепарации примерно 20-30% навоза можно удалить в виде твердой массы. Она выглядит как концентрированный навоз (экскременты в твердой форме) и может храниться на плоской поверхности до нанесения с помощью распределителя навоза.

Жидкий навоз всегда возвращается в емкость (один цикл). Из емкости объемом, например, 2000 м³, в результате сепарации мы получаем примерно 400 м³ твердой массы, а 1600 м³ жидкого навоза остается в емкости.

На инфографике 4 сравниваются свойства неотделенного навоза (столбик 1) с жидким навозом (столбик 2) и сухим веществом (столбик 3). Первая линия указывает на процент сухого вещества, а линии от 2 до пятой указывают на массу (кг на м3) питательных веществ.



❶ Инфографик 4: Свойства навоза до и после сепарации.

Глава 6:

Планирование нанесения на почву

Во избежание отрицательных воздействий на окружающую среду при сбросе жидких экскрементов в водные источники, законодательство ЕС предписывает использовать жидкий навоз в качестве удобрения. Можно предположить, что стандарты, действующие на уровне ЕС, раньше или позже станут применяться и в Румынии, Сербии, Молдове и Украине. Помимо нанесения путем разбрасывания, существуют и стандарты по внесению жидкого навоза (см. Главу 9) в почву. Потери питательных веществ из-за ненадлежащего внесения, а также из-за слишком позднего внесения в почву могут достигать до 30% содержания питательных веществ и даже быть выше этого процента, по данным Maschinenring KommunalSERVICE GmbH и Сельскохозяйственной палаты Нижней Саксонии (Niedersachsen).

Нанесение жидкого навоза следует адаптировать к условиям климата. В частности, следует избегать нанесения при высоких температурах воздуха, потому что происходит более сильное и более быстрое выделение газов. Поэтому в летние месяцы нанесение следует откладывать на вечерние часы, если это возможно. Температуры ниже нуля тоже не подходят для нанесения, потому что замерзшая почва не способна впитать жидкий навоз.

Даже в условиях попадания навоза на почву и в почву, очень важно, чтобы он наносился только тогда, когда растения находятся в процессе роста и нуждаются в питательных веществах. Поэтому самый подходящий период для внесения удобрений – весна. Но и летом после уборки урожая имеет смысл наносить жидкий навоз на некоторые участки, например, в качестве удобрения для следующих культур или рапса, либо чтобы повысить процесс загнивания оставшейся на участке соломы. Потребность в питательных веществах, конечно, намного ниже, чем весной, и дозу внесения следует соответствующим образом сокращать. Если пренебрегать этими принципами грамотного внесения жидкого навоза, то избыток азота и фосфора, которые не были поглощены растениями в качестве питательных веществ, попадут в подземные воды.

Любой вид жидкого навоза перед распределением следует осмотреть. В этих целях в лаборатории определяются макронутриенты NPK (Азот-Фосфор-Калий). Анализ абсолютно необходим, потому что объемы питательных веществ могут очень сильно колебаться в зависимости от структуры и вида фермы. Даже такого рода факторы, как количество и вид фуража, виды животных, порода животных, время хранения жидкого навоза



Содержание твердого вещества в навозе свиней – от 3 до 7%,
а в навозе крупного рогатого скота несколько выше – от 6 до 10%.

и дождевая вода оказывают существенное влияние на питательную ценность. Следует также определять содержание сухого вещества навоза. Чем выше объем сухого вещества, тем выше концентрация питательных веществ. Точное содержание питательных веществ можно определить только с помощью анализа. Среднее содержание сухого вещества в случае свиного навоза составляет от 3 до 7%, а в случае навоза крупного рогатого скота - 6 до 10% сухого вещества.

Инфографик 5 показывает точное содержание питательных веществ в навозе в сравнении между разведением свиней (слева) и КРС (справа). С помощью лабораторного анализа фермер может рассчитать необходимую дозу внесения перед тем, как приступить к удобрению почвы.

Лабораторный анализ показывает, сколько кг азота (N) содержится на одну тонну в жидком навозе. Значительная часть всего азота, то есть примерно 50

до 60%, присутствует в виде аммония (NH₄). Он сразу же доступен для растений уже с момента внесения. Остальная часть азота присутствует в органической форме и должна сначала быть минерализована в нитрат (NO₃) почвенными организмами, чтобы стать доступной для растений. Этот вид азота может развить свой удобряющий эффект в следующем году. Органическая форма азота способствует, главным образом, образованию гумуса в почве.

Итак, доля NH₄, доступная для растений, имеет особое значение для расчета нанесения удобрения. Ее следует считать удобрением почвы и указывать в Журнале обработки сельскохозяйственной земли как азотную добавку. Содержание органического азота следует учитывать при расчете дозы удобрения на следующий год.

Пример расчета: Если фермер желает нанести 50 кг азота на гектар земли, с лабораторным содержанием 5 кг доступ-

❶ Инфографик 5:
Свойства навоза
свиней и крупного
рогатого скота.

Журнал обработки сельскохозяйственной земли

Журнал обработки сельскохозяйственной земли – это вид журнала, который должен предъявляться фермером во время проверок. Он должен содержать подробные сведения обо всех сельскохозяйственных площадях данного хозяйства. Фермер записывает в этот журнал все важнейшие операции (удобрение почвы (объем и вид), защита растений (что именно и сколько) и обработка почвы). Фермер использует эти данные для оценки урожайности каждого

отдельного поля и может оценивать, таким образом, производительность и отдачу предпринятых мер, например, удобрения почвы.

Журнал обработки сельскохозяйственной земли существует и в Германии в виде приложения к смартфонам. К сожалению, согласно текущему исследованию имеющихся данных, в данный момент нет соответствующего программного обеспечения для Молдовы.

ного N на тонну жидкого навоза, тогда фермеру следует нанести 10 тонн жидкого навоза на гектар.

В Европе основную часть составляет навоз свиней и молочного и мясного КРС. Другие виды навоза, такие как экскременты домашней птицы, овец, лошадей и коз во многом находятся в виде помета/экскрементов (твердой массы) и подробно не обсуждаются в данном руководстве.

В процессе удобрения почвы фосфат, калий и магний (РКМ) следует учитывать в объеме 100%. Их содержание в обрабатываемых почвах следует рассматривать несколько раз в течение однолетнего цикла с помощью почвенных проб. Удобрение почвы следует адаптировать к классу содержания почвы, вытекающему из результатов почвенной пробы.

Применяется следующее общее представление классов содержания почвы, среди которых следует рассмотреть уровень С:

- А: содержание РКМ (фосфат-калий-магний) очень низкое, необходимо усиленное удобрение почвы;
- В: содержание РКМ (фосфат-калий-магний) низкое, необходимо повышенное удобрение почвы;
- С: содержание РКМ (фосфат-калий-магний) оптимальное, необходимо только поддерживающее удобрение почвы;
- Д: содержание РКМ (фосфат-калий-магний) большое, удобрение почвы в будущем сокращается;
- Е: содержание РКМ (фосфат-калий-магний) очень высокое, удобрение почвы не требуется;
- F: содержание РКМ (фосфат-калий-магний) крайне высокое, удобрение почвы в дальнейшем (на будущее) не требуется.

Ближняя инфракрасная спектроскопия (NIR)

Ближняя инфракрасная спектроскопия (спектроскопия NIR или вкратце NIRS) – это современная техника физического анализа, основанная на коротковолновой спектроскопии в спектре инфракрасного света. С помощью ближнего инфракрасного света (инфракрасных лучей) исследуемая среда облучается дважды – путем поглощения и отражения. На основе разницы лучей могут быть выведены параметры составных частей.

NIRS важна в процессе нанесения жидкого навоза, потому что критический момент в использовании жидкого навоза как удобрения – это менее точное определение питательных веществ по сравнению с минеральными удобрениями химической промышленности. Современная тех-

нология позволяет NIRS измерять сухое вещество, а также уровни азота, содержащиеся в жидком навозе, прямо в резервуаре жидкого навоза. Это измерение можно провести прямо в процессе заправки или позже, во время внесения в почву. В случае фосфора и калия, которые преимущественно связаны, точность измерения еще не настолько высока.

Перед измерением следует провести калибровку NIRS-устройства с помощью лабораторных анализов. Преимущество этой технологии заключается в том, что можно быстро определить отклонения в разнородных жидких экскрементах, благодаря большому количеству необходимых измерительных процессов. Недостаток этой технологии состоит сегодня в ее неточности.

Глава 7:

Периоды ограничения на использование жидкого навоза

Нанесение жидкого навоза экологично, только если почва и растения могут поглощать питательные вещества. Это применяется не только с механической, но, в особенности, с химической и биологической точек зрения.

Для контроля удобрения жидким навозом, сообщество устанавливает (государство, то есть большей частью министерство, отвечающее за сельское хозяйство, сообщает сельскохозяйственным ассоциациям) так называемые периоды ограничения на удобрение почвы, то есть периоды, когда нельзя наносить жидкий навоз. В Германии эти сроки устанавливаются в Распоряжении об удобрениях. На Инфографике 5 указаны периоды ограничения на нанесение навоза и, соответственно, рекомендуемые периоды нанесения навоза для разных культур. Цель состоит в обеспечении оптимального уровня усвоения вещества в почве и растениях.

Инфографик 6 показывает нанесение жидкого навоза для семи культур в течение года, которые классифицируются на пять уровней, как применяется в насто-

ящее время в Германии. Помимо этого, необходимы периоды полного ограничения, например, нанесение на замерзшую землю категорически запрещено. Инфографик взят из официальной таблицы Германии, которая была взвешенно рассчитана на основе экономического опыта фермеров: с экологической точки зрения, удобрение почвы в феврале проблематично и его, по мере возможностей, следует избегать.

В периоды низкой вегетации, то есть зимой, растения не нуждаются в питательных веществах. Для того, чтобы не снижалась эффективность питательных веществ жидкого навоза, законодательство, например в Германии, предусматривало периоды ограничения для всех культур. В эти периоды ограничения нанесение на почву жидкого навоза запрещено и чревато существенными наказаниями на основании Экологических условий (Соблюдение системы необходимых правил для получения помощи от Европейского Союза).

Экологические условия касаются определенных сельскохозяйственных пла-

	 Семена рапса	 Пшеница	 Ячмень	 Свекла	 Фрукты	 Кукуруза	 Трава
ЯНВАРЬ	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
ФЕВРАЛЬ	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++
МАРТ	++	+++	++	+++	+++	+++	+++
АПРЕЛЬ	+	++	+	++	○	+++	+++
МАЙ	○	+	○	+	○	○	+++
ИЮНЬ	○	○	○	+	○	○	+++
ИЮЛЬ	○	○	○	○	+++	○	+++
АВГУСТ	+++	○	++	○	+++	○	+++
СЕНТЯБРЬ	+++	○	+	○	○	○	++
ОКТАБРЬ	○	○	○	○	○	○	+
НОЯБРЬ	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
ДЕКАБРЬ	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

+++ — очень подходящее ++ — подходящее + — допустимое ○ — неподходящее ⊗ — запрещено

❶ **Инфографик 6:**
График нанесения
жидкого навоза

тежей ЕС в обмен на соблюдение некоторых обязанностей в сфере охраны окружающей среды, здоровья человека, животных и растений⁷.

- **Лука/пастбища:** если посев проводится до 15 мая, период ограничения применяется с 1 ноября до 31 января. С 1 сентября до 1 ноября можно внести макс. 80 кг N (см. главу 6).
- **Пахотная земля:** период ограничения применяется после уборки последней основной культуры до 31 января следующего года, например, после уборки кукурузы, сахарной свеклы или рапса.

Осенью еще разрешено удобрение следующих культур:

- **Промежуточные культуры, озимый рапс и полевой фураж,** посеянные до 15 сентября.

- **Озимый ячмень,** посеянный до 1 октября. В этом случае удобрение почвы может быть проведено только до 1 октября. Можно внести максимум 60 кг общего азота (аммония и нитрата вместе) или 30 кг NH₄-N (азот аммония, см. главу 1)⁸.

Так как рамочные условия для нанесения жидкого навоза еще находятся в процессе изменения во многих странах Юго-Восточной Европы, процитируем следующее распоряжение Германии об удобрениях (от 1 мая 2020 г.):

- Жидкий навоз не наносится на затопленные почвы, насыщенные водой, замерзшие или заснеженные.
- Следует избегать или предотвращать вымывание питательных веществ из почвы. Это может быть вызвано обильными дождями или избыточным снегом.

⁷ Источник: <https://www.bmel.de/EN/topics/farming/eu-agricultural-policy-and-support/cross-compliance-germany.html>

- Следует соблюдать расстояние от источников воды от 1 до 20 м от верхнего края насыпи, а также расстояние от склона до верхнего края насыпи от 3 до 30 м.
- На необработанные пахотные земли с наклоном удобрение следует нанести немедленно (жидкий навоз).
- Жидкий навоз следует наносить на необработанные пахотные земли в течение четырех часов.
- Общий азот в навозе с фермы животного происхождения не должен превышать 170 кг на гектар в год.

В случае Республики Молдова рекомендуем присоединиться к этим указаниям во избежание потери питательных веществ и загрязнения окружающей среды. Как было отмечено ранее, в ближайшем будущем молдавские положения, возможно, будут адаптированы к нормам ЕС (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине).

Что касается регулирования общего количества азота 170 кг на гектар и в год из органического удобрения, каждый год следует проводить оценку потребности в удобрении в начале периода вегетации. Объем потребности в удобрении определяется индивидуально для каждого уголка (поля) и каждой культуры

(например, пшеницы или рапса), где параллельно следует учитывать минимальное количество азота, которое следует ввести (объем N (мин.)). Объем N (мин) отражает минеральный азот, доступный прямо из почвы. Для расчета индивидуального удобрения при определении потребности в удобрении этот объем сокращается от этих 170 кг на гектар и в год⁸.

Несоблюдение Распоряжения об удобрениях чревато суровыми наказаниями, которые могут стоить в Германии до 50 000 €. Этот размер введенных штрафов ясно показывает, насколько важно правильно использовать навоз.

Наносимые количества жидкого навоза и питательных веществ должны записываться в журнал обработки сельскохозяйственной земли и свободно предоставляться надзорному органу, по требованию. Расчет питательных веществ, применяемых на м³ жидкого навоза, проводится посредством анализов жидкого навоза в обычных сельскохозяйственных лабораториях. Главным образом, здесь анализируется содержание сухого вещества, NPK, магния (Mg) и серы (S).

⁸ Источник: www.landwirtschaftskammer.de

Глава 8:

Транспортировка жидкого навоза в поле

В данный момент есть разнообразные варианты транспортировки жидкого навоза для повышения эффективности его нанесения на пахотные площади или его доставки с ферм на биогазовые установки.

Обычно практикуется транспортировка жидкого навоза в отдельном транспортном средстве, при этом распределительный резервуар (ёмкость с жидким навозом) остается в поле (Рис. 11).

Цистерны с жидким навозом (иногда и простые грузовики) привозят жидкий навоз с загонов, из резервуаров для жидкого навоза или из биогазовой установки до края поля. Жидкий навоз перекачивается из транспортной цистерны в ёмкость для распределения

удобрений. Таким образом, распределитель жидкого навоза не должен покидать поле и его можно присоединить к трактору и водить по полю, при этом у него низкое давление в шинах и тем самым обеспечивается дополнительная защита почвы. По дорогам или шоссе эта ёмкость для распределения жидкого навоза передвигается, только если его резервуар уже пуст. Преимущества заключаются в более широком охвате зоны обработки и более низком загрязнении дорог. Эта так называемая цепь распределения удобрений состоит обычно из распределительного резервуара, присоединенного к трактору, который остается в поле, и двух грузовиков или тракторов с транспортными резервуарами, которые действуют как фидер (питающий транспортёр).

❶ Рис. 11: Перекачка жидкого навоза из транспортного резервуара в бочку распределителя.





❶ Рис. 12: Резервуар с жидким навозом.

В случае более обширных площадей имеет смысл использовать резервуар с жидким навозом. Эта крупная емкость (см. Рис. 12) размещается на краю поля, таким образом, чтобы и у грузовика для жидкого навоза (Рис. 13), и у распределительного резервуара был к нему свободный доступ.



❶ Рис. 13: Грузовик для транспортировки жидкого навоза.

Как правило, в емкости для жидкого навоза есть место для двух загрузок грузовика, то есть 60 м^3 жидкого навоза. Преимущество этого дополнительного резервуара состоит в том, что грузовик, подающий жидкий навоз, может разгрузить свой груз в этот резервуар в любой момент, и не вынужден ждать машину для нанесения удобрений (распределитель). Таким образом, при необходимости, можно отказаться от одного из этих нескольких грузовиков для доставки жидкого навоза в поле.

Использование грузовиков для жидкого навоза очень полезно в случае более длинных расстояний от установки для хранения жидкого навоза и до поля, а также для охвата более широких зон. Они могут перевозить до 30 м^3 жидкого навоза. Грузовики для жидкого навоза оснащены насосами для аспирации и перекачки. Доставку жидкого навоза к биогазовым установкам также можно осуществлять с помощью грузовиков.

Уже несколько лет существуют так называемые Kombiliner-ы (откидные полуприцепы). Это грузовики, способные перевозить как жидкий навоз, так и другие вещества наливом. Как правило, на этих грузовиках установлена либо дополнительная емкость по типу ванны, либо разновидность мешка для жидкого навоза. В Германии эти Kombiliner-ы часто используются для транспортировки жидкого навоза из областей, специализирующихся на скотоводстве, в сельскохозяйственные регионы с пахотными землями и, соответственно, для перевозки зерна обратно в области скотоводства.

Глава 9:

Технология поверхностного нанесения и впрыскивания

Подходящий период (см. Главу 7), подходящее количество (Глава 6) и правильная техника нанесения играют решающую роль в распределении жидкого навоза, так, чтобы входящие в его состав питательные вещества стали доступными для растений в максимальном объеме и с минимально возможными потерями.

Современная сельскохозяйственная технология дает возможность для многих вариантов переоборудования техники, используемой в процессе обращения с

навозом. Например, весной, когда поля уже засеяны, резервуар жидкого навоза может быть оснащен шлангами для удобрения культуры жидким навозом в процессе всхода или роста. После уборки урожая культиватор можно переоборудовать так, чтобы жидкий навоз впрыскивался на поверхности с минимально возможными потерями. Таким образом, можно избежать газового испарения аммиака, что обеспечивает непосредственную доступность всех питательных веществ для растений и сокращает

❶ Рис. 14: Трактор с культиватором для навоза.



неприятные запахи, вызываемые аммиаком. Эта технология широко распространена и очень рентабельна. Тот же распределитель жидкого навоза можно оснастить как капельной лентой, так и культиватором для жидкого навоза.

В дальнейшем представим различные техники нанесения жидкого навоза и их преимущества и недостатки:

В соответствии с немецким законодательством, рекомендуемая к применению техника - **плуг-аппликатор для внутрипочвенного внесения жидкого навоза**. Его использование создает возможность прямого доступа навоза к корню культуры. Плуг-аппликатор для внутрипочвенного внесения навоза присоединяется к штанге. Грубер (колодка, изготовленная большей частью из нержавеющей стали) прокладывает в почве борозду, а навоз соответственно разбрасывается в форме полос.

Этот вид распределителя обеспечивает более низкие выбросы, чем использование шланговой системы поверхностного нанесения.

Шланговая система поверхностного нанесения – техника для нанесения навоза, распространенная и законодательно одобренная в Германии, например, и ее можно рекомендовать к использованию. Она наносит жидкий навоз на поверхность посредством шлангов.



❶ Рис. 15: Плуг-аппликатор для внутрипочвенного внесения навоза.

Преимуществами шланговой системы поверхностного нанесения, как и в случае распределителя с прицепным башмаком, также являются высокая точность распределения, нанесение на почву, охват широких рабочих площадей и низкие выбросы аммиака. Кроме того, ленточные распределители могут в дальнейшем использоваться для повышения запасов зерна. По сравнению с разбрасыванием на поверхности почвы, потери питательных веществ существенно ниже. Плуг-аппликатор для внутрипочвенного внесения навоза примерно на 60% дороже шланговой системы поверхностного нанесения. Вместе с тем, в некоторых областях распределения прицепным башмаком требует Администрация по управлению водами.

❷ Рис. 16: Трактор со шланговой системой поверхностного нанесения.





❶ Рис. 17:
Шарнирный
вращающийся
распределитель.

Другая техника для нанесения – так называемый шарнирный вращающийся распределитель. Как и в случае остальных методов, мощный насос перекачивает жидкий навоз из бочки прямо в **шарнирный вращающийся распределитель**. Он поворачивается вперед и назад благодаря специальному механизму и давлению насоса. Преимуществом в данном случае является то, что навоз попадает на поле более крупными каплями, и в результате обрабатываются более широкие площади, чем при применении вышеуказанной тяговой техники.

❷ Рис. 18:
Разбрызгивающая
форсунка для навоза



зывает потерю питательных веществ за счет испарения, поэтому данная технология больше не применяется на пахотных землях Германии с 1 февраля 2020 года, а также на лугах – с 1 февраля 2025 года. Технология может использоваться в дальнейшем на необрабатываемых пахотных землях, а удобрение должно быть нанесено на почву (смешано с почвой) максимум за четыре часа. С февраля 2025 года период внесения в почву сократится до одного часа после распределения на необработанной пахотной земле⁹.

При использовании **разбрызгивающей форсунки для навоза**, жидкий навоз распыляется на большой площади земли. Насос сильно выталкивает жидкий навоз из резервуара, жидкий навоз ударяет по дефлекторной пластине (ударной головке) и, таким образом, распределяется. Хотя разбрызгивающая форсунка значительно дешевле шланговой системы поверхностного нанесения или плуга-аппликатора для внутривосевого внесения навоза, недостаток этого метода – множество **выбросов**. Разбрызгивающая форсунка для навоза менее эффективен, чем шарнирный вращающийся распределитель, и создает больше выбросов.

Из-за очевидных недостатков, как распределители с ударной головкой, так и поворотные распределители связаны с существенными требованиями и ограничениями, и считаются устаревшими.

ВНЕСЕНИЕ НАВОЗА

Существуют различные приемы механического внесения жидкого навоза в почву, у каждой из них есть как преимущества, так и недостатки. Цель внесения состоит в том, чтобы избежать газового испарения аммиака и, таким образом, доставить все питательные вещества жидкого навоза прямо к растениям. В Германии в соответствии с Распоряже-

⁹ Источник: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/technik/index.htm>



нием об удобрениях сегодня долг каждого фермера – вносить жидкий навоз в почву в течение четырех часов после его нанесения на необрабатываемые площади, чтобы свести к минимуму испарение. Внесение существенно сокращает неприятный запах аммиака. Ранее нанесенный жидкий навоз можно вводить, используя дисковую борону, плуг или культиватор.

В случае использования **техники для впрыскивания**, жидкий навоз наносится и вносится в ходе одной операции, применяя культиватор или дисковую борону. Вместе с тем, это неоднозначная технология, так как очень дорогая, охват обрабатываемой площади относительно небольшой, и расходуется много солярки. Ее называют также инжектором навоза или культиватором для навоза, и можно применять до посева. Многие компании экономят с помощью техники для впрыскивания дальнейший рабочий этап. Прямое внесение жидкого навоза приводит к очень низким выбросам.

Вариантом впрыскивания жидкого навоза является метод **strip-till (полосное вспахивание)**: культиватор вносит навоз в почву очень глубоко и полосами. Этот метод иногда используется при выращивании кукурузы, потому что у кукурузы междурядье составляет 75 см. Культиватором Stripp-Till навоз можно вносить до глубины 25 см точно по этой полосе шириной в 75 см.

Дисковый инжектор для глубокой заделки похож на небольшую борону с компактными дисками и используется перед разбрасыванием жидкого навоза. В почве, которую предстоит удобрить, большей частью, с имеющимися культурами или лугами, прокладываются борозды с помощью дисков. Навоз затем заливается прямо в эти борозды в почву.

Для сокращения выбросов во время нанесения можно провести предварительную обработку навоза путем **окисления**. Смешивание жидкого навоза с серной кислотой непосредственно перед нанесением существенно снижает уровень его pH, это значит, что азот дольше остается связанным. Это приводит к более устойчивому снабжению растений питательными веществами после применения и сводит выбросы во время нанесения почти к нулю, независимо от применяемой технологии нанесения.

Из-за высокой агрессивности кислоты и рисков для безопасности людей и окружающей среды, окисление известно только при так называемом процессе SYREN. Этот датский патент использует лобовую гидравлическую систему для трактора, которая может перевозить 1000 л кислоты в так называемых единицах IBC, и технологию перекачки, которая напрямую смешивает кислоту с жидким навозом, прямо перед нанесением. Процесс предполагает примерно 80.000 евро дополнительных затрат

Рис. 19: Дисковый инжектор

только на сам процесс, плюс логистику серной кислоты, и тем самым является слишком дорогостоящим для большинства фермеров.

С некоторых пор системы управления GPS и Section Control стали огромным подспорьем для водителей резервуаров для навоза. С помощью этой технологии можно избежать двойного нанесения

жидкого навоза, потому что функция Section Control останавливает отдельные шланги, как только передатчик GPS обнаруживает, что на этом участке навоз уже был распространен.

Сравнительная таблица 2 показывает развитие техники для нанесения, с преимуществами и недостатками каждой из них.

Сравнительная таблица 2: Развитие технологии нанесения на почву с 1967 года.

Этап распространения	Ключевой срок / рекомендация	Технология	Преимущества	Недостатки
1967 до 1980	Разбрызгивающая форсунка для навоза	Обрабатывает большие площади	Обрабатываемая площадь	Очень большие выбросы
1980 до 2000	шарнирный вращающийся распределитель	шарнирный вращающийся механизм	Более крупные капли	Большие выбросы
1990 до сегодняшнего дня	Шланговая система поверхностного нанесения	Большая система шлангов	Хорошее продольное и поперечное распределение	Средние выбросы
2000 до 2011	Плуг-аппликатор для внутрипочвенного внесения навоза	Грубер (колодка из нержавеющей стали)	Высокая точность распределения	
2011 до сегодняшнего дня	Метод Strip-Till (полосное вспахивание)	Культиватор, борона с компактными дисками	Очень низкие выбросы	Дорогой
2018 до настоящего времени	Окисление	Серная кислота IBC	Полное впитывание в почву	Очень дорогой, опасный

Глава 10:

Реализация и логистика

Организации Молдовы разрешают животноводческим фермам-резидентам и фермам по откорму скота пользоваться доступом к информации о местных пахотных землях. В результате этого фермеру обычно известны различные виды ферм и методы работы в регионе. Это является огромным преимуществом для создания сети между ними, потому что жидкий навоз с животноводческих ферм является дешевым источником удобрений для агрохозяйств, при этом животноводы могут получать дополнительные доходы за счет продажи навоза как основы удобрений. Результатом этого могут стать преимущества для обоих видов хозяйств, потому что в целом есть заинтересованность не только в рациональном использовании жидкого навоза как ценного удобрения, но и в его вывозе, нейтральном с точки зрения затрат и экологии.

Вместе с тем, поскольку разные виды хозяйств (аграрные или животноводческие) неравномерно распределены внутри страны, могут возникать трудности из-за расстояния между поставщиками жидкого навоза и получателем. Как описано в Главе 8, здесь требуются адекватные транспортные средства для облегчения обмена услугами для всех участвующих сторон. В Молдове грузовики или другие дешевые формы транспортировки можно было бы использовать, например,

для преодоления расстояния от племенных ферм из Анений Ной и до пахотных земель в Дондушень или Сороке. Если сельское хозяйство Молдовы, по нашей общей оценке (см. Инфографик 6), было бы готово использовать в среднесрочном плане удобрение навозом как минимум в объеме одной трети всего удобрения почвы, тогда в среднем будут преодолеваться расстояния до 100 км.

В Германии, например, широкомасштабное распределение жидкого навоза становится все более необходимым, потому что распоряжение об удобрениях ограничивает допустимую дозу нанесения кг N/га. В этих целях удобрения, главным образом, жидкий навоз, экскременты крупного рогатого скота, птичий и цыплячий помет перевозятся из областей, специализирующихся на скотоводстве, в так называемые принимающие регионы, иногда на большие расстояния в Германии или даже в Европе. Эти принимающие регионы представляют собой, как правило, районы с очень большими площадями пашни, но с низким процентом животноводства. Содержание питательных веществ в навозе с фермы рассчитывается между поставщиком и покупателем (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине).

БИРЖА НАВОЗА

В целях организации рынка и логистики перераспределения жидкого навоза от поставщиков покупателям была создана **биржа жидкого навоза или питательных веществ**. Такая биржа (рынок) помогает оптимально распределять количества накопленных питательных веществ, освобождать фермы и области по разведению и воспроизводству крупного рогатого скота и осваивать пахотные области.

Биржа жидкого навоза регулирует цены и обмен объемами жидкого навоза между поставщиками и покупателями. Биржи организованы в виде компаний и могут действовать и в электронном формате. Работники биржи занимаются введением соотношения спроса/предложения в базу данных, реализацией навоза между фермерами и затем его транспортировкой. За эту организацию услуг и логистику биржа навоза получает маржу в размере примерно 5% содержания

питательных веществ, в зависимости от вида навоза. В зависимости от положения на рынке, то есть от предлагаемого и запрашиваемого объема жидкого навоза, могут возникать различные сценарии: фермер-получатель должен либо оплатить навоз и его доставку, либо он ему дарится, или даже он получает деньги за приятие имеющегося излишка жидкого навоза. Это может происходить зимой, например, в период ограничений на нанесение навоза, и когда на животноводческих фермах полные запасы навоза. Ценообразование на бирже навоза основано на спросе и предложении, а также на расстоянии перевозки.

Наглядный пример: У фермера-животновода А имеется на откорме 2.000 свиней, но он располагает только 30 гектарами пахотной земли. Этих 30 гектаров недостаточно для поглощения питательных веществ навоза, образующегося на собственной ферме, поэтому А решает продать свой свиной навоз. Для этого он пользуется услугами биржи навоза

Инфографик 7: Общие валовые расчеты для Молдовы (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине).

Общий расчет количества питательных веществ Пример: Республика Молдова



и продает свой имеющийся запас непосредственно бирже. В свою очередь, у фермера В имеется 500 га пахотной земли, но нет собственного поголовья скота. Он находится в поисках дешевого навоза с фермы и обращается на биржу навоза, как в компанию, принимающую заказы, после чего биржа занимается формальностями.

Мы рекомендуем создавать такие биржи жидкого навоза на юго-востоке Европы, чтобы предоставить каждому фермеру возможность, в качестве поставщика или покупателя навоза, способствовать циклу такого ценного товара, как навоз, в качестве удобрения.

Такая биржа может быть создана как частная компания по предоставлению услуг. В Германии примером может служить Maschinenring-MR Germany - поддержка для биржи питательных веществ¹⁰.

Методически, посредничество происходит на установленной бирже следующим образом:

- Объявления могут размещаться как продавцами, так и покупателями, и должны содержать следующие элементы: предлагаемый/запрашиваемый объем навоза, предложения или запросы на питательные вещества, предложения или запросы на хранение, данные о питательных веществах (вид питательного вещества, место хранения, информация о доступе к месту хранения и т.д.), объем и цена, срок действия объявления, комментарии;

- Объявление должно содержать и информацию о лице (фамилия, адрес, телефон).

На основе адреса, объявления показывается картографически, чтобы было видно, из какой области поступают предложения или запросы.

- Все публикуемые объявления можно компилировать в общую презентацию.

На инфографике 7 показан валовый общий цикл для Республики Молдова. Учитывая определенную площадь пахотной земли и общий прогнозируемый объем жидкого навоза, предполагая, что молдавские земли удобряются так же интенсивно, как и в Германии, примерно 15% потребности в удобрениях можно обеспечить жидким навозом. Если, с другой стороны, принять за практическую основу более низкое удобрение молдавских агрохозяйств, замеченное авторами на месте, то даже 37,5% сегодняшнего минерального удобрения почвы (дорогостоящего) можно было бы заменить жидким навозом, относительно дешевым и более ценным с качественной точки зрения (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине).

¹⁰ <https://www.maschinenring.de/leistungen/naehrstoffmanagement/naehrstoffvermittlung>

Глава 11:

Место размещения сельскохозяйственной техники

Оборудование для распределения жидкого навоза следует точно, надежно и индивидуально адаптировать к потребностям фермеров, как показано на фотографиях транспортных средств в главах 2, 8 и 9. В Германии резервуар жидкого навоза объемом 16.000 л стоит от 50.000 до 200.000 евро. Эти емкости производятся в небольшом количестве и запланированы на десятилетний срок эксплуатации.

Вместе с тем, как видно из международного сравнения, сельскохозяйственная техника для распределения жидкого навоза не должна быть такой же дорогой, как в Германии. На юго-востоке Европы уже существует несколько местных производителей тракторов и сельскохозяйственной техники, которые сертифицированы ISO и очень эффективно работают. Эти местные, региональные или национальные производители могли бы строить дешевые резервуары для жидкого навоза, избегая даже прежние ошибки, допущенные производителями Восточной Европы.

Как правило, сварка резервуара для жидкого навоза осуществляется по индивидуальным проектам, и он электрифицируется схемами, выполненными вручную – пультом дистанционного управления, компонентами автоматического контроля и кондиционированием воздуха.

На инфографике 8 нами было показано обычное изготовление резервуара для жидкого навоза в Германии в десять шагов.

Эти десять шагов можно различить, исходя из двух критериев:

1. Какую долю производства может выполнить производитель резервуара для жидкого навоза, а значит, не требуется заключение договора с третьими лицами или закупка? Есть надежные отношения сотрудничества и партнерства в сфере строительства резервуаров и шасси, они во многом переданы в аутсорсинг. Большинство электрических и контрольных систем производителей транспортных средств производятся на внутреннем уровне. Внутренние электрики часто разрабатывают индивидуальные решения для схем.

Вертикальная интеграция в автомобилестроении

Планирование производства резервуара для жидкого навоза

Глубина производственного бизнеса по сравнению с внешним



❶ Инфографик 8: Валовая добавленная стоимость строительства и сборки резервуара для жидкого навоза.

2. Какая часть продукции может производиться на месте? Здесь мы выдвигаем предположения об известной, имеющейся компетентности и производительности, которая вытекает из того, что цена и эффективность, возможно, правильные.

Проценты в левом столбике (зеленый заголовок) указывают на размер средней добавленной стоимости, организованной на внутреннем уровне у немецких производителей сельскохозяйственной техники на единицу. Проценты в правом столбике (синий заголовок) указывают на размер добавленной стоимости на местном уровне на юго-востоке Европы, остальное можно покупать, например, в Германии.

Чтобы можно было оценить реальность изготовления резервуаров для жидкого навоза на юго-востоке Европы, следует рассмотреть компетентность местных компаний на разных этапах производства. Согласно нашим исследованиям, центры по строительству резервуаров, сварочным работам и дорожной омологации могут безопасно размещаться на юго-востоке Европы. Работы по строительству и высокоточной сварке стальных изделий возможны на местном уровне без какого-либо ограничения. Дорожное одобрение контейнеров во многом зависит от местных регламентов. Сложнее будет сотрудничать с местными производителями шасси, передач, тормозов и сцеплений, которые большей частью закупают запчасти у постав-

щиков из Восточной Европы. Поставка кабин (салонов), электрических систем и подключение в большой степени зависят от местного промышленного профиля производителя, электронных систем – от марки транспортного средства, то есть насколько отказывается, например, от компетентности и контроля немецкий партнер по технологии.

В целом, мы ожидаем, что высококачественная технология, необходимая для строительства резервуаров для жидкого навоза, будет доступна местно на юго-востоке Европы. Местное производство необходимого оборудования может существенно сократить затраты и облегчить транспортировку и использование жидкого навоза. Мы ожидаем соответствующих экспериментальных проектов в ближайшие годы.

Глава 12:

Нормы поведения

Работа с навозом связана с рисками для людей и животных. Неправильная переработка может приводить к образованию больших объемов токсичных газов. Часто они выделяются незаметно. Помимо диоксида углерода, метана и аммиака, особую опасность представляет, главным образом, сероводород. Бесцветный газ скапливается на дне емкостей или бассейнов, потому что он тяжелее воздуха. Самая опасная сторона сероводорода: в более высоких концентрациях он уже не поддается восприятию, так как парализует обоняние. В низких концентрациях пахнет тухлыми яйцами. Высокие концентрации сероводорода чаще всего возникают при взбалтывании жидкого навоза в бассейнах, ямах, цистернах, резервуарах для жидкого навоза или в помещениях. Во всех перечисленных случаях следует обеспечить достаточную вентиляцию. Все это служит основанием для срочного и подробного инструктажа персонала, который работает с жидким навозом. Следует принимать специальные меры предосторожности в случае проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту, а также при включении и выключении установок и резервуаров/бассейнов для жидкого навоза. В случае выполнения этих работ сотрудниками внешних компаний, они должны быть проинструктированы руководством в отношении воз-

можных опасностей. При обращении с навозом следует применять специальные меры предосторожности и правила. Работники должны быть проинформированы об этих опасностях, например, с помощью инструкций по применению.

Вдыхание сероводорода может привести к потере сознания и дыхательной недостаточности. Поэтому есть особый риск в местах, где возможны такие выбросы от жидкого навоза. Это применяется, главным образом, к загонам, решетчатым полам и местам для взбалтывания и извлечения жидкого навоза из резервуаров и ям для жидких экскрементов.

Кроме того, во время переработки жидкий навоз может выделять и диоксид углерода. Если он вдыхается в слишком высокой концентрации, то может привести к удушью.

Помимо этих прямых источников опасности, которые могут навредить как здоровью, так и жизни, существует и риск взрыва метана при переработке жидкого навоза.

Предотвращению несчастных случаев служат следующие нормы поведения:

1. **Никогда не оставайтесь внутри здания**, когда взбалтываете или перекачиваете жидкий навоз (например, если это силосный склад или биогазовая установка)!
2. Всегда удостоверьтесь в том, что место, в котором вы работаете, **достаточно проветривается!**
3. **Избегайте** всех потенциальных **источников возгорания/образования искр!**
4. Во время взбалтывания или перекачки жидкого навоза **будьте внимательны к метеорологическим условиям и к направлению ветра**, чтобы не попасть в возможный поток выделяемых газов!
5. Во время взбалтывания или перекачки навоза **следите за животными, находящимися в загонах и за их пределами. Если животные становятся беспокойными или ведут себя необычно, немедленно прекратите все работы с жидким навозом!**
6. По возможности, **купите себе устройство по измерению газов** для возможности измерения уровня газов в навозе в случае необходимости.
7. Любое лицо, которое заходит в яму для жидкого навоза или любую другую емкость, подвергается крайне высокому риску. **Никогда не заходите без помощи персонала по безопасности, без защитного оснащения, условий вентиляции и уборки!**
8. **Ямы для жидкого навоза должны быть хорошо закрыты и помечены!**
9. **Берегите детей** от ям, бассейнов или емкостей с жидким навозом!
10. **Следуйте инструкциям по работе и использованию оборудования!**
11. **Не принимайте пищу, не пейте и не курите** во время работы с жидким навозом!
12. Запомните, что **жидкий навоз при высоких температурах воздуха расширяется и выделяет токсичные газы**: это может привести к лопанию труб. Обеспечьте, пожалуйста, на такие случаи **достаточную вентиляцию!**

Вы можете получить дополнительную информацию от ответственной коммерческой ассоциации вашей страны.

Инфографик 9 (на следующей странице) содержит оригинальное изложение инструкции по работе с жидким навозом в Германии, которая кратко представляет важнейшие источники опасности и правила поведения.

Инструкции по применению

Согласно Правилам обращения с опасными веществами и Правилам охраны здоровья и безопасности труда

Место работы/Сфера деятельности: Взбалтывание жидкого навоза / промывание впускных каналов / работа в ямах для жидкого навоза

Наименование опасного вещества: ЖИДКИЙ НАВОЗ / ЖИДКИЕ ЭКСКРЕМЕНТЫ

(смесь газов сероводорода, диоксида углерода, метана и аммиака / жидкий навоз)

Опасности для людей и окружающей среды



- Опасность отравления сероводородом (H2S) (газ тяжелее воздуха)
- Опасность удушья диоксидом углерода (CO2) (газ тяжелее воздуха)
- Опасность взрыва метана (CH4) (газ легче воздуха)
- Опасность аммиака для здоровья (NH3) (газ легче воздуха)



Опасность взрыва, удушья, отравления в ямах и емкостях с жидким навозом!
Жидкий навоз может содержать такие вещества, как грибы, бактерии, вирусы, которые могут вызывать аллергические реакции или тяжелые инфекции.

Защитные меры и правила поведения



Защитные меры и правила поведения основаны, как правило, на конкретных условиях на рабочем месте и виде и процессе обращения с навозом.

Не принимайте пищу, не пейте и не курите во время работы. Зараженную одежду следует сменить. Перед перерывами или в конце рабочего дня вымойте руки и сполосните зараженные части тела.



В случае выбросов газов при взбалтывании или перекачке жидкого навоза:
- Хорошо проветрите загон/помещение. Откройте двери. Включите вентиляторы на максимальную мощность.
- Избегайте источников возгорания/образования искр. Не курите и не используйте открытые источники огня. Избегайте электрических источников возгорания. Закройте газовый выключатель. Не выполняйте работы по сварке или резке. Не проводите тесты на трансилюминацию. Не заходите в загон во время работ по взбалтыванию, уборке.



Риски при контакте с жидким навозом:
- Защита рук: защитные перчатки, устойчивые к химическим веществам.
- Защита глаз: защитные очки.
- Защита тела: резиновый фартук, защитная одежда, резиновые сапоги.



Дополнительно при заходе в ямы и резервуары для жидкого навоза:
- Защита дыхания: дыхательное устройство, не зависящее от окружающей среды.
- Личная безопасность: Ремни безопасности с треножником и лебедкой. Два человека следят за спуском в яму или в резервуар для жидкого навоза.

При несчастных случаях:

- Предупредите сослуживцев, сообщите руководителям.
- Если рисков невозможно избежать – прекратите работы по взбалтыванию или перекачке.
- Не заходите в ямы, каналы, резервуары для жидкого навоза в целях спасения людей или животных без защитного оснащения и дыхательного устройства.
- Обеспечьте достаточное поступление жидкого воздуха. Перед тем, как зайти в ямы, каналы, резервуары для жидкого навоза без защитного оснащения, оцените риски.

Оказание первой помощи



- При принятии любой меры удостоверьтесь сначала в собственной безопасности.
- В случае вдыхания: доступ к чистому воздуху. В случае потери сознания освободите дыхательные пути. Обратитесь за медицинской помощью. Сообщите врачам о возможном отравлении сероводородом.
- В случае попадания в глаза: немедленно удалите зараженные вещи, промойте водой зараженные места.
- В случае глотания: Сполосните рот водой. Обильно выпейте воду.



Лицо, оказавшее первую помощь:
Врач:

Центр сообщения об отравлении: 0228/19240
Экстренная служба: 112

Правильное удаление

Очистите зараженные поверхности. Храните, перевозите и распределяйте навоз в соответствии с положениями законодательства.

❶ Инфографик 9: Инструкции по применению Распоряжения об опасных веществах

Глава 13:

Рекомендации

1. Жидкий навоз – ценное вещество. При предварительном использовании в биогазовой установке или без такового, он должен применяться в качестве удобрения, как часть важного сельскохозяйственного и экономического цикла.
2. Сброс жидкого навоза в местные водные источники или в подземные воды приводит ко многим отрицательным воздействиям на окружающую среду, которых необходимо и можно избежать. Серьезный ущерб, нанесенный окружающей среде, карается законом, в том числе, путем применения суровых наказаний.
3. Хранение и дальнейшая переработка жидкого навоза не дорогая и не сложная. На местном уровне всегда можно внедрить доступные и эффективные решения, например, хранение в резервуарах из готовой бетонной смеси или, при необходимости, в отделанных пленкой бассейнах.
4. Важен момент нанесения жидкого навоза на почву: помимо установленных периодов ограничений на удобрение почвы, периоды нанесения удобрений зависят от погоды, осадков и вида культуры, потому что положительный эффект жидкого навоза для качества почвы зависит от того, могут ли и насколько хорошо могут быть поглощены питательные вещества. Эти знания образуют основную компетентность современного фермера.
5. В Западной Европе технология нанесения удобрений получила существенное развитие, от разбрызгивающей форсунки и до внесения в почву, используя шланговые системы поверхностного нанесения. Оборудование для транспортировки и нанесения от поставщиков сельскохозяйственных машин оснащено должным образом. Сначала сельскохозяйственное оборудование и установки дорогие, но по мере повышения спроса их можно дешевле производить на местном уровне. Временной помощью является импровизация и сотрудничество, например, путем аренды необходимых машин или оборудования. Ассоциации и органы власти содействуют началу современного использования жидкого навоза, и есть возможность подачи заявок на проекты финансирования.

6. Для строительства биогазовой установки на юго-востоке Европы можно найти заинтересованных бизнес-партнеров. Таким образом, можно развивать оптимальные системы с экономической и экологической точки зрения, которые приносят дополнительную прибыль за счет возобновляемой энергии!
7. Преимущества переработки жидкого навоза заключаются в том, что в Молдове, например, трети всего импорта минеральных веществ можно избежать, если использовать в качестве удобрения жидкий навоз (применимо к странам Юго-Восточной Европы, особенно к Сербии, Украине), по данным Maschinenring Kommunalservice GmbH, после многочисленных исследований в данной области. Это четко отражается с экономической точки зрения и на качестве почвы. Кажется, что измерение питательной ценности жидкого навоза сложно определить как химическую формулу до того, как навоз можно будет использовать. Однако это первоначальное дополнительное усилие по выяснению химической формулы навоза становится небольшим усилием по сравнению с эффектом распределения навоза по всей почве.
8. Сотрудничество с соседями в виде местных бирж или ассоциаций может служить мостом между сельскохозяйственными и животноводческими фермами региона, может сократить затраты и максимально повысить пользу.
9. Правила безопасности и знание возможных опасностей при обращении с жидким навозом защитят вас от рисков для здоровья.

Приложение 1: Источники информации (ассоциации, органы власти и агентства по финансированию)

Наименование	Фамилия, имя	Должность	Телефон	E-mail
МОЛДОВА				
(AIPA) Агентство по интервенциям и платежам в сельском хозяйстве	Вадим Курмей	Директор	+373 22 222 786	vadim.curmei@aipa.gov.md
(AIPA) Агентство по интервенциям и платежам в сельском хозяйстве	Серджиу Батюшка	Заместитель директора	+373 22 222 786	sergiu.batusca@aipa.gov.md
(AIPA) Агентство по интервенциям и платежам в сельском хозяйстве	Петру Тымбур	Заместитель директора	+373 22 222 786	petru.timbur@aipa.gov.md
(UCIMPA) Проект «Конкурентоспособное сельское хозяйство в Молдове» МАС-Р	Ливиу Гумовски	Исполнительный директор	+373 22 244469	campu@campu.md
Академия наук Молдовы	Андриеш Серафим	Академик в области сельского хозяйства.	+373 22 24 48 58	ipaps_dimo@mtc.md
Аграрный университет	Ливиу Волконович	Ректор	+373 22 31 2258	L.volconici@uasmd.md
Аграрный университет	Юрие Мельник	Проректор	+373 22 312 256	i.melnic@uasmd.md
Агентство регионального развития Центр	Виорел Жардан	Генеральный директор	+373 268 2 26 92	viorel.jardan@adrcenru.gov.md
Проект «Конкурентоспособное сельское хозяйство в Молдове» МАС-Р	Ойга Саинчук	Заместитель директора Координатор ком. В и С	+373 22 222465	campu@campu.md
Проект «Конкурентоспособное сельское хозяйство в Молдове» МАС-Р	Еуджен Войницки	Координатор ком. А	+373 22 222465	campu@campu.md
Министерство сельского хозяйства, регионального развития и окружающей среды	Татьяна Нисторикэ	Государственный секретарь	+373 22 204 503	tatiana.nistorica@madrm.gov.md
Министерство сельского хозяйства, регионального развития и окружающей среды	Михаил Макидон	Государственный секретарь	+373 22 204 501	mihail.machidon@madrm.gov.md
Министерство сельского хозяйства, регионального развития и окружающей среды	Дорин Андрос	Государственный секретарь	+373 22 204 502	dorin.andros@madrm.gov.md
Национальная федерация фермеров Молдовы AGROinform	Аурелия Бондарь	Генеральный директор	+373 22 235 698	abondari@agrofarm.md
Национальный институт экономических исследований	Еуджениа Лукашенку	Начальник департамента	+373 22 50 11 00	eugenia_lucasenco@yahoo.com
Агентство регионального развития Север	Марианна Чеботарь	Специалист по планированию	+373 231 61980	spsp.admord@gmail.com
Организация по развитию сектора МСП	Юлия Костин	Генеральный директор	+373 22 29 57 41	iulia.costin@odimm.md
Агентство регионального развития Юг	Мария Кулешова	Генеральный директор	+373 241 2 62 86	adrsud@gmail.com
УКРАИНА				
Консалтинговые услуги в сельском хозяйстве	Олексий Орлов	Старший консультант	+38 09500 96 251	oleksiy@farming.org.ua
Биоэнергетическая ассоциация Украины	Майстришин Владимир	Директор UABIO	+38 044 253 2856	info@uabio.org
Биоэнергетическая ассоциация Украины	Тарас Кашка	Министр	+38 044 253 1055	pr6@me.gov.ua
Министерство экономики, торговли и сельского хозяйства	Георгий Гелетука	Директор	+38 044 456 9462	info@biomass.kiev.ua
SEC Biomass	Володимир Макар	Директор	+38 068 863 4687	office@uagra.com.ua
СЕРБИЯ				
Сербская ассоциация биогаза	Данко Вукович	Председатель ассоциации	+38 169 5520 432	info@biogas.org.rs danko.vukovic@biogas.org.rs
Министерство сельского хозяйства, лесов и вод	Бранислав Недимович	Государственный секретарь	+381 11 3620 115	predsednik.vlade@gov.rs
SERBIO Национальная ассоциация биогаза	Данко Вукович	Директор		office@serbio.rs
РУМЫНИЯ				
Министерство сельского хозяйства и развития села	Емил Думитру	Государственный секретарь	+40 213 072329	cabinetss.dumitru@madr.ro
Румынская ассоциация по биомассе и биогазу	Марианна Стоическу	Старший консультант	+40 752 137 414	mariana.stoicescu@arbio.ro

Приложение 2: Коэффициент перевода физического поголовья в условные головы для единиц скота (ЕС)

Описание	ЕС
Пони и мелкие кони	0,70
Другие породы коней младше 1 года	0,70
• От 1 до 3 лет	0,70
• От 3 до 14 лет	1,10
• От 14 лет	1,10
Телята младше 6 месяцев	0,30
Молодняк 6 месяцев – 1 года	
• Самцы	0,30
• Самки	0,30
Скот 1 год – 2 года	
• Самцы	0,70
• Самки на убой	0,70
• Самки для фермы и племенные	0,70
Скот от 2 лет	
• Самцы	1,00
• Самки	1,00
- Телки на убой	1,00
- Телки для фермы и племенные	1,00
- Молочные коровы	1,00
- Дойные и кормящие коровы	1,00
• Скот на убой и мясной скот	1,00
Овцы до 1 года, включая ягнят	0,05
Самки овец до 1 года, племенные	0,10
Бараны в возрасте 1 года и старше, племенные	0,10
Мясные и другие овцы	0,10
Поросята	0,12
Свиньи до 50 кг живого веса	0,22
Свиньи на откорме	
• 50 кг – 80 кг живого веса	0,40
• 80 кг – 110 кг живого веса	0,40
• Свыше 110 кг живого веса	0,40
Племенные свиньи свыше 50 кг живого веса, кабаны	0,33
• Свиноматки, беременные впервые	0,33
• Другие беременные свиноматки	0,33
• Небеременные свиноматки	0,33
• Другие небеременные свиноматки	0,33
Куры-несушки 1/2 года и старше	0,0183
Цыплята и куры-несушки до 1/2 года	0,0044
Куры и петухи на мясо и на убой	0,0091
Гуси	0,0067
Утки	0,0231
Индюки	0,0167

Приложение 3: Регламент JGS

(Системы хранения и обработки жидких экскрементов, жидкого навоза и силоса)

Распоряжение о системах обращения с веществами, опасными для воды 1, 2 (AwSV)
 Приложение 7 (к Части 13 (3), Части 52 (1), параграф 2 пункт 1 подпункт а)
 Требования к системам хранения и обработки жидких экскрементов, жидкого навоза и силоса

Ссылка: Гражданский кодекс том I. 1 2017, 953 – 955)

1. Определения

- 1.1. Системы JGS включают, главным образом, контейнеры, коллекторные ямы, земляные бассейны, силосные башни, передвижные силосные башни, погреба и каналы для навоза, площадки для хранения твердых экскрементов, дополнительные площадки с прилегающими трубами, предохранительные устройства, уплотнители стыков, покрытия и обивки.
- 1.2. Коллекторные установки – это все структурные и технические установки для сбора и транспортировки жидких экскрементов, жидкого навоза и силосных инфильтраций. Они также включают каналы и трубы по удалению навоза, прилегающие ямы, насосные станции и трубу подачи в прилегающую яму, при условии, что они регулярно не перекрываются (заграждаются).

2. Общие требования

- 2.1. Для установок могут использоваться только изделия, виды или наборы для строительства, на которые имеется подтверждение действительности разрешения на строительство, с учетом положений закона об охране воды.
- 2.2. Системы должны проектироваться, строиться и эксплуатироваться таким образом, чтобы:
 - a) вещества, загрязняющие воду, согласно части 3 параграфу 2 пункту 1 условиям от 1 до 5, не могли проникать,
 - b) утечки из всех частей установки, контактирующих с веществами, указанными в подпункте a, можно было быстро и надежно выявлять,
 - c) проникающие вещества, в целом опасные для воды, можно было быстро и надежно

выявлять в соответствии с частью 3 абзацем 2 пунктом 1 условиями от 1 до 5, и

d) в случае неисправности, смеси, которые могут содержать загрязняющие воду вещества, перерабатывались или удалялись должным образом, не вызывая ущерба.

- 2.3. Системы JGS должны не пропускать жидкости, быть стабильными и устойчивыми к возможному механическому, термическому и химическому воздействиям.
- 2.4. Оператор должен нанять специализированную компанию согласно части 62, для строительства и ремонта системы JGS, за исключением случая, когда он сам отвечает требованиям к специализированной компании. Это не применяется к системам хранения силосных инфильтраций объемом до 25 кубометров, к другим системам JGS с общим объемом до 500 кубометров или к системам хранения навоза или силоса объемом до 1.000 кубометров.
- 2.5. Не разрешается строительство резервуаров или контейнеров из дерева.

3. Системы хранения жидких веществ, в целом опасных для воды

- 3.1. Одностенные системы хранения JGS для жидких веществ, в целом опасных для воды, общим объемом свыше 25 кубометров, должны быть оснащены системой обнаружения утечек. Одностенные трубы разрешены при условии соблюдения технических правил.
- 3.2. Установки для сбора и хранения также должны быть оснащены системой обнаружения утечек, согласно условию 3.1. в случае установок для сбора и хранения, расположенных

под загонами можно отказаться от системы обнаружения утечек, если высота накопления ограничена необходимым объемом для удаления навоза и, главным образом, до ввода в действие установки проверяется состояние стыков и уплотнителей.

4. Системы хранения твердых экскрементов и силоса

4.1. Места размещения систем хранения твердых экскрементов и силоса должны быть оснащены боковыми краями и защищены от проникновения скопившихся дождевых вод. В случае скоплений силоса, хранящихся в круглых или квадратных тюках и герметизированных пленкой, не выдвигается каких-либо требований, особенно если силос из них не извлекается.

4.2. Следует обеспечивать, чтобы жидкие экскременты, силосные инфильтраты и дождевые воды с твердыми экскрементами полностью собирались и удалялись надлежащим образом как сточные воды или перерабатывались как отходы, при условии, что они не будут использоваться в соответствии с нормальной практикой удобрения почвы.

5. Наполнительное оборудование и установки

5.1. При наполнении или опорожнении системы JGS следует соблюдать следующие требования:

а) Вести мониторинг данного процесса и обеспечивать соответствие необходимых предохранительных устройств выдвигаемым требованием перед началом работы.

б) Соблюдать допустимые предельные нагрузки системы и предохранительных устройств при наполнении и опорожнении.

5.2. Обеспечивать надлежащий полный сбор и удаление дождевых вод, зараженных опасными веществами во время процесса наполнения, как сточных вод, или их переработку как отходы, при условии, что они не будут использоваться в соответствии с нормальной практикой удобрения почвы.

6. Обязанности оператора по представлению отчетности и мониторингу

6.1. Если планируется строительство, вывод из эксплуатации или переоборудование системы хранения силосных инфильтраций объемом свыше 25 кубометров, другой системы JGS с общим объемом свыше 500 кубометров или системы хранения твердых экс-

крементов или силоса объемом свыше 1.000 кубометров, оператор должен уведомить компетентный орган в письменном виде не менее чем за шесть недель до начала указанных работ. Пункт 1 не применяется в случае строительства систем, требующих или получивших разрешение как индивидуальный случай на основании других положений законодательства, при условии, что разрешение обеспечивает и выполнение требований настоящего распоряжения.

6.2. Оператор должен вести регулярный мониторинг правильного функционирования и герметичности системы, а также исправность предохранительных устройств. Если в ходе мониторинга согласно 1 возникает подозрение на утечку, он должен немедленно принять необходимые меры для предотвращения утечки веществ. В случае наличия подозрения, что загрязняющие вещества уже утекли в значительном количестве и нельзя исключить риск загрязнения водного источника, он должен немедленно сообщить в компетентный орган.

6.3. Если подозрение об утечке подтверждается или доказано, что опасные вещества проникли в окружающую среду, оператор должен немедленно принять меры по ограничению ущерба и распорядиться о выполнении ремонтных или исправительных работ силами специализированной фирмы, за исключением случая, когда он сам является специализированной компанией.

6.4. В соответствии с условием 6.1, операторы полагают системами, по которым представляют отчеты или уведомления, в том числе о проверке герметичности и функциональности труб экспертом до ввода в действие и приказом компетентного органа. Операторы должны обеспечить проверку земляных бассейнов экспертом каждые пять лет, а на водоохранных территориях - каждые 30 месяцев.

6.5. Эксперт должен представить компетентному органу отчет о результате каждой проведенной им проверки в соответствии с условием 6.4 в течение четырех недель после проведения проверки. На основе результатов проверки он должен классифицировать систему в одну из следующих категорий:

- а) без недостатков;
- б) с мелкими недостатками;
- в) с существенными недостатками;

- d) с недостатками, представляющими опасность. Эксперт должен незамедлительно проинформировать компетентный орган об опасных недостатках.

6.6. Отчет о проверке согласно условию 6.5 должен содержать следующие сведения:

- a) Оператор;
- b) Месторасположение;
- c) Идентификация системы или установки;
- d) Классификация системы или установки;
- e) Соглашения или разрешения от компетентных органов;
- f) Эксперты и организации, которые пользовались его услугами;
- g) Вид и объем/содержание проверки;
- h) Была ли проверена система полностью или только частично, и какие части установки не были проверены;
- i) Вид и масштаб установленных недостатков;
- j) Дату и результат проверки, и
- k) Необходимые меры и предложение разумного срока для их применения.

6.7. Оператор должен устранить незначительные неисправности или недостатки, установленные во время проверки согласно условию 6.4, в течение шести месяцев после их обнаружения и, если это необходимо согласно условию 2.4, силами специализированной фирмы в соответствии с частью 62. Существенные и опасные неисправности или недостатки подлежат немедленному устранению. Устранение существенных неисправностей требует повторной проверки экспертом. Если эксперт обнаруживает опасную неисправность, оператор должен немедленно вывести систему из строя и, если по мнению эксперта это необходимо, опорожнить ее. Система может быть вновь введена в действие только после того, как компетентный орган получит от эксперта подтверждение успешного устранения установленных неисправностей.

7. Имеющиеся установки

7.1. В случае установок JGS, которые уже были построены по состоянию на 1 августа 2017 года (имеющиеся установки), с этого числа применяются:

- a) часть 24 (1) и (2), а также условия 5.1 и 6.1 до 6.3,
- b) условия 6.4 до 6.7 при условии, что компетентный орган сможет распорядиться о проверке экспертом установок и земляных

бассейнов, только если есть подозрение о существенных или опасных неисправностях, и

- c) условия 1 до 4 и 5.2, если они содержат требования, соответствующие требованиям, которые следует соблюдать по состоянию на 31 июля 2017 года согласно соответствующим государственным регламентам.

В остальном, эти обязанности по проверке по-прежнему применяются к имеющимся установкам, которые уже подвергались проверке согласно национальным регламентам, применимым до 1 августа 2017 года.

7.2. В случае имеющихся установок объемом свыше 1.500 кубометров, которые не соответствуют требованиям условий 2 до 4 и 5.2, компетентный орган может распорядиться о мерах по технической или организационной корректировке,

- a) Устраняющих эти нарушения или недостатки;
- b) Предусмотренных в случае этих нарушений в технических правилах для имеющихся установок, или
- c) Которыми обеспечивается соответствие требованиям, указанным в условиях 2 до 4 и 5.2.

В случаях, предусмотренных в пункте 1 подп. b и c, следует соблюдать требования части 62 абзаца 1 Закона о водохозяйствовании.

Это не затрагивает орган, имеющий право издания приказов в соответствии с частью 100, параграфом 1, условием 2 Закона о водохозяйствовании, в отношении всех имеющихся систем.

7.3. В случае имеющихся установок объемом свыше 1.500 кубометров, которые невозможно оснастить системой обнаружения утечек по техническим причинам, или это можно сделать только несоразмерными усилиями, герметичность системы должна быть доказана адекватными техническими средствами и организационными мерами.

7.4. В распоряжениях в соответствии с условием 7.2 орган власти не может требовать остановить установку или вывести ее из эксплуатации, или ввести адаптационные меры, равноценные новой конструкции или изменяющие цель установки. При устранении существенных или опасных неисправностей резервуара

JGS, следует соблюдать требования настоящего распоряжения. В противном случае к имеющимся установкам применяется соответствующим образом Часть 68 (7).

7.5. В случае имеющихся установок объемом свыше 1.500 кубометров, оператор должен документально оформить соблюдение требований согласно условиям 6.2 и 6.3, главным образом, вид, содержание, результат, место и время соответствующего мониторинга, а также представлять по требованию компетентному органу принятые меры и документацию.

8. Требования в особых регионах

8.1. Системы JGS не могут устанавливаться и эксплуатироваться в зонах повышенной безопасности или на охраняемых территориях. В более отдаленных областях охраняемых территорий, одностенные системы хранения JGS для жидких веществ, опасных для воды, могут устанавливаться и эксплуатироваться только при условии их оснащения системой обнаружения утечек.

8.2. Системы JGS могут устанавливаться и эксплуатироваться на установленных и временно защищаемых затопляемых территориях, только если

- а) они не могут быть смыты водами или не могут быть разрушены наводнениями иным способом, и
- б) опасные для воды вещества не смываются в результате наводнений, не высвобождаются в окружающую среду и не могут проникнуть в водные источники другим способом.

8.3. Компетентный орган может предоставить отступление от требований, указанных в условиях 8.1 и 8.2, если:

- а) этого требует общественный интерес, или запрет привел бы к неразумным трудностям, и
- б) если не затрагивается цель охраны охраняемой территории.

8.4. Последующие положения государственных распоряжений о создании охраняемых территорий не затрагиваются.

ФОТОГРАФИИ

Номер и название	Источник
Рис. 1 – <i>Phaeocystis algae</i> (Пена из водорослей)	Wera Leujak / UBA
Рис. 2 – Зеленые водоросли в Северном море	Wera Leujak / UBA
Рис. 3 – Биогазовая установка в Росдорфе	Муниципальная служба Maschinenring
Рис. 4 – Земляная лагуна (пленочная лагуна)	AGW GmbH
Рис. 5 – Резервуар из бетонной смеси	Wolf System GmbH
Рис. 6 – Блочный резервуар	SUDING Beton- und Kunststoffwerk GmbH
Рис. 7 – Резервуар из нержавеющей стали	Erich Stallkamp ESTA GmbH
Рис. 8 – Станция отвода жидкого навоза с прилегающей ямой	Sundermann GmbH & Co.
Рис. 9 – Дренажная (сливная) труба со смотровой шахтой	Муниципальная служба Maschinenring
Рис. 10 – Сепаратор в Касселе	Муниципальная служба Maschinenring
Рис. 11 – Перекачка жидкого навоза из транспортного резервуара в бочку распределителя	Муниципальная служба Maschinenring
Рис. 12 – Резервуар с жидким навозом	Муниципальная служба Maschinenring
Рис. 13 – Грузовик для транспортировки жидкого навоза	Муниципальная служба Maschinenring
Рис. 14 – Трактор с культиватором для навоза	Муниципальная служба Maschinenring
Рис. 15 – Плуг-аппликатор для внутripочвенного внесения навоза	Сельскохозяйственная палата Северного Рейна-Вестфалии
Рис. 16 – Трактор со шланговой системой поверхностного нанесения	Сельскохозяйственная палата Северного Рейна-Вестфалии
Рис. 17 – Шарнирный вращающийся распределитель	Сельскохозяйственная палата Северного Рейна-Вестфалии
Рис. 18 – Разбрызгивающая форсунка для навоза	Сельскохозяйственная палата Северного Рейна-Вестфалии
Рис. 19 – Дисковый инжектор для глубокой заделки	Сельскохозяйственная палата Северного Рейна-Вестфалии

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ:

www.umweltbundesamt.de
www.landwirtschaftskammer.de
www.planet-wissen.de
www.maschinenring.de
www.lfu.bayern.de
www.landkreis-waldshut.de
www.um.baden-wuerttemberg.de