

Assainissement Ecologique (ecosan) à Koulikoro/Mali

1 Données sur le projet

Pays: Mali
Région: Afrique de l'Ouest
Domaine du projet: Koulikoro
Position: 60 km à l'Est de la capitale Bamako
Nombre d'habitants: 26.000
Topographie:
Nature du sol de la ville rocheux ≈ 30 %, sableux ≈ 70 %
Type d'agglomération:
Ville avec des quartiers de type villageois
Climat: humide en été:
mai – novembre:
Saison des pluies et décembre – avril: saison sèche
Précipitations:
769 mm dont
763 mm en saison des pluies
Température: 12 – 45 °C
Projet: Amélioration de la gestion communale de l'aménagement des eaux et du recyclage des déchets à Koulikoro, Mali
Période du projet: Projet partiel ecosan
Octobre 1999 – Décembre 2001
Nombre d'installations: 11
Participants au projet:
Dr.-Ing. Kerstin Bark
Balla Moussa Drabo
Waltraud Keipp
Dr.-Ing. Martin Oldenburg
Prof. Dr.-Ing. Ralf Otterpohl
Dipl.-Ing. Christine Werner
Dipl.-Ing. Jana Schlick
Interlocuteur:
Dipl.-Ing. Christine Werner
GTZ-ecosan-Projet
Dr.-Ing. Martin Oldenburg
OtterWasser GmbH

2 Principes d'ecosan

Souvent, l'introduction d'un système conventionnel d'évacuation des eaux usées dans des pays en voie de développement est irréalisable, du fait d'investissements élevés, et ne peut garantir, dans plusieurs cas, une entreprise irréprochable. Ainsi, les situations hygiéniques déficitaires sont seulement en partie ou pas résolues.

L'Assainissement Ecologique, en anglais Ecological Sanitation (ecosan), est une approche stratégique qui, comme alternative aux systèmes conventionnels de traitement des eaux usées existants, intègre les aspects de l'évacuation des déchets et l'approvisionnement en énergie et dépasse en cela les systèmes jusqu'à ici connus (la toilette à compost, les latrines améliorées etc.). Les principes essentiels d'ecosan sont :

- la réduction de la consommation d'eau
- la diminution des problèmes d'hygiène
- La fermeture des cycles de la matière et de l'eau
- la récupération et l'utilisation des substances nutritives en agriculture
- l'intégration des déchets organiques
- la réduction de la consommation d'énergie et voire même la production d'énergie

ecosan est ainsi une approche de planification systématique qui, en tenant des principes décrits plus haut, combine les modules techniques disponibles et les adapte aux données techniques, spatiales, socio-culturelles et économiques. A nos jours, il est reconnu universellement que ces principes d'ecosan constituent des alternatives sûres [1].

La base essentielle de ces principes est la considération de la répartition diverse des volumes et des substances nutritives des différents courants partiels d'eaux usées communales (Fig. 1). A l'inverse du système conventionnel d'évacuation des eaux usées, dans lequel tous les courants partiels sont

détournés en commun et dilués avec la rinçure, une considération différenciée a lieu dans le cas d'ecosan.

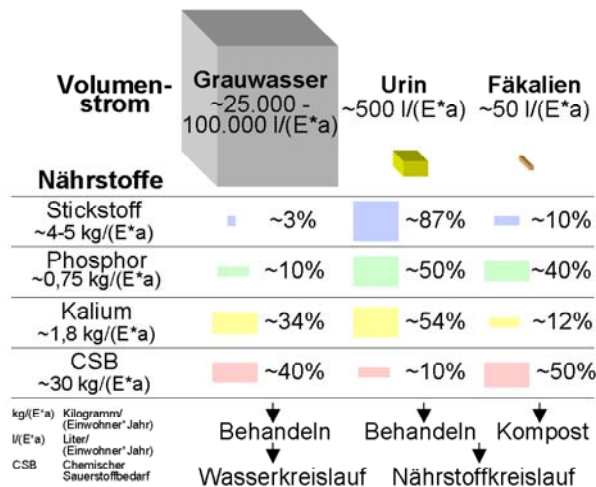


Fig. 1: Répartition des volumes et des substances nutritives dans les différents courants partiels [2]

En cela, les courants partiels d'urine et de matières fécales éliminées par la personne représentent seulement un très petit volume mais contiennent cependant les plus grandes teneurs de substances nutritives. Le courant partiel de l'urine est une fraction hygiéniquement peu douteuse et renferme presque 90 % de l'azote et la plus grande part de phosphore et de potassium. Ces éléments nutritifs, facilement assimilables par les plantes, peuvent être utilisés comme des intrants, après une séparation de l'urine.

Le volume de la fraction d'eaux usées contenant les matières fécales, donc hygiéniquement dangereuse, est surtout déterminé par la quantité d'eau utilisée pour le transport. Après un traitement, les matières fécales peuvent permettre, dans le cadre d'une utilisation agricole, à une amélioration de la structure du sol et de sa capacité de rétention d'eau.

L'eau grise (eau de douche, de lavage, de nettoyage etc.), constituant la plus grande partie du volume total, est hygiéniquement très peu douteuse. En raison de sa faible teneur en substances nutritives, sa purification est facile et la réutilisation de cette eau grise traitée est à préconiser, particulièrement dans les zones arides.

Les principes d'ecosan montrent les avantages décisifs suivants :

- Préservation des réserves hydrologiques du fait de la réduction de la consommation d'eau
- Réduction de l'introduction d'agents pathogènes humains dans le cycle de l'eau par suite de la différenciation en des courants partiels
- Diminution de l'eutrophisation des eaux de surface
- Augmentation des revenus agricoles.

ecosan contribue de manière significative à la résolution économique des problèmes sérieux de l'environnement et de politique de développement du 21ème siècle. En appliquant les principes d'ecosan, l'eau et l'énergie peuvent être utilisées plus rationnellement, les conditions d'hygiène améliorées et les substances nutritives récupérées. De nouvelles possibilités pour la sécurité alimentaire mondiale sont ainsi offertes en même temps.

A l'aide d'un exemple de projet [3], la mise en oeuvre de l'approche ecosan est présentée au Mali.

3 Cas du projet Koulikoro au Mali

3.1 Conditions-cadre

Koulikoro, une capitale régionale du Mali avec à peu près 26.000 habitants, se situe au bord du fleuve Niger et s'étend sur une vallée de rivière avec un fond sablonneux et sur les plateaux rocheux avoisinants. Les quartiers de la ville sont si éloignés les uns des autres que certains apparaissent presque comme des villages.

L'économie de la ville repose surtout sur l'agriculture (de subsistance en général), l'industrie (huile, savonnerie, traitement des métaux, moulin à céréales) et l'administration (capitale régionale, armée, université de l'agriculture).

Les terrains habités, bâtis avec des concessions de dimension typique de 15 – 20 x 25 m, sont le plus souvent séparés de la rue par des murs et forment en eux-mêmes des unités avec diverses surfaces de cour.

Pour une ville de cette taille, la croissance démographique se situe nettement en dessous de la moyenne générale au Mali.

Ceci est lié à l'exode des populations jeunes et dynamiques, qui ne reviennent à Koulikoro qu'à l'âge de la retraite.

L'absence de cette couche active de la population freine ainsi le développement économique de la ville. De ce fait, la ville ne réussit pas à se servir de sa proximité spatiale par rapport Bamako comme un moteur de développement. La densité moyenne est d'environ 10 personnes par terrain habité où plusieurs générations sont représentées.

Les surfaces agricoles, paraissant comme des champs de culture secs sur les plateaux ou le long des rues menant à la sortie de la ville, se trouvent à une distance d'au moins 15 km du centre de la ville (en moyenne 3 - 4 km). Les cultures prédominantes sont le sorgho, le petit mil, le coton, l'arachide, le maïs et le riz (indications descendantes en fonction de l'étendue de la surface cultivée). Ces surfaces agricoles sont exploitées durant les mois pluvieux de l'été de mai à novembre alors que les légumes sont cultivés lors de la saison sèche en banlieue sur les bords inondés du fleuve Niger. L'élevage, principalement extensif, comprend des boeufs, moutons, chèvres, ânes et de la volaille.

Le sérieux problème dans toute la région du Sahel est la désertification qui résulte de la dégradation des sols. La perte de la fertilité naturelle des sols est surtout liée à la surexploitation agricole (le passage progressif de la mise en friche du champ à une culture permanente) et un retour insuffisant des substances nutritives dans le sol. Les engrais minéraux, trop coûteux pour la plupart des agriculteurs, mènent, à moyen terme, à une dégradation de la qualité du sol par acidification [4].

C'est seulement au niveau des rues principales que les précipitations tombées surtout en saison des pluies (mai-novembre) passent par des caniveaux pour être rejetées dans le Niger. Ces caniveaux disponibles sont régulièrement ensablés ou bouchés par des déchets d'agglomération puisque ces conduits sont très rarement nettoyés par la commune responsable. L'écoulement des eaux de pluie des concessions (surfaces des toits et des cours) dans les rues a lieu principalement sur un sol meuble. Pendant les périodes d'intenses précipitations, les eaux pluviales s'écoulent en formant des courants d'eau

puissants qui emportent le sable et causent ainsi des fortes érosions.

Comme beaucoup de villes au Mali, Koulikoro est approvisionnée en eau potable (branchements d'abonné ou fontaines publiques), mais ne dispose actuellement d'aucun système fiable pour l'évacuation des eaux usées (canalisation / station d'épuration). Pendant la période du projet, le système d'approvisionnement en eau potable a été élargi, si bien que le problème sanitaire s'est considérablement aggravé puisque la quantité d'eaux usées a été ainsi augmentée.

Les toilettes à chasse d'eau, connues en Europe, ne sont pas usuelles au Mali. Les latrines y sont répandues et liées à une hygiène anale par l'eau recommandée religieusement ; c'est-à-dire qu'au lieu de se servir de papier-toilette, un lavage anal à l'eau est entrepris. Par tradition, les matières fécales ou fèces sont séparés des eaux usées restantes. D'un point de hygiénique, ce procédé est fondamentalement positif; les problèmes de santé apparaissent plutôt du fait des installations défectueuses et d'une mauvaise utilisation des dispositifs en place.

En général, il existe une latrine dans chaque concession où on peut aussi se doucher (séparation spatiale partielle).

Les matières fécales s'entassent au fond des latrines où elles sèchent dans le fond. Selon l'espace disponible dans la concession, les latrines remplies sont fermées et remplacées par un autre trou ou vidées manuellement sans que les mesures de sécurité adéquates pour les ouvriers ne soient prises. Le contenu de latrines est habituellement vidé pour être soumise à la dessiccation dans la rue et y reste jusqu'à une utilisation ultérieure sur les surfaces agricoles. Ces boues constituent aussi bien un danger pour la santé qu'un risque par les déchets comme les préservatifs, le verre et autres. Le degré de pollution par ces matières dépend alors de l'intérêt propre de l'utilisateur pour une utilisation agricole.



Fig. 2: Vue interne d'une latrine traditionnelle

L'urine s'écoule en grande partie sur la surface bétonnée de la latrine de même que l'eau de douche. Cette eau grise provenant de la latrine et de la douche de plusieurs concessions s'écoule dans la rue. Seules quelques concessions sont équipées de fosses septiques ou de dispositifs d'infiltration, où le plus souvent également seules les eaux grises sont collectées. Puisqu'aucune infrastructure pour le traitement des eaux usées des fosses septiques n'est disponible, celles-ci sont souvent aspirées sur les voitures de vidange qui les étalent ensuite sur des terrains vagues; constituant ainsi un risque pour la santé de la population. Un système d'écoulement et de traitement contrôlé des eaux usées n'existe pas. De plus, une conscience par rapport au problème et une structure professionnelle pour la mise en place d'un tel système font défaut.

3.2 Mise en application des principes d'ecosan

La séparation des matières fécales et de l'urine étant traditionnellement ancrée au Mali, cet aspect sera pris en considération pour l'implantation d'un système sanitaire ecosan adapté. Ainsi, aucun changement de conduite essentiel chez les utilisateurs ne sera entrepris.

L'application des principes d'ecosan est fondée sur un perfectionnement des systèmes de latrines connus avec une différenciation des courants partiels et comporte les systèmes partiels suivants :

- Dessiccation (séchage) des fécès

- Ecoulement séparé de l'urine ; collecte et utilisation comme engrais sous forme liquide ou solide (après dessiccation) ;

Enrichissement de substrat organique tel le compost avec les nutriments

- Ecoulement et traitement de l'eau grise par infiltration et utilisation en irrigation.

En fonction des conditions-cadres, ces modules peuvent être couplés et adaptés aux conditions localement dominantes.

3.3 Réalisation technique

Pour l'étude de la faisabilité, diverses annexes avec des fonctions différentes ont été construites dans le cadre du projet ecosan de la GTZ sur l'amélioration des systèmes d'évacuation et de traitement des eaux usées et des déchets. Lors de la réalisation, les principes de la méthode simple et adaptée de construction traditionnelle avec les matières et les connaissances disponibles localement ont été également intégrés.

3.3.1 Toilette intégrant le traitement des matières fécales

Pour le traitement des fécès, un système à deux compartiments sera utilisé de façon alternée pour la dessiccation, le stockage et l'hygiénisation.

Le temps de survie des germes coliformes et des oeufs de nématodes étant inférieur à une année durant d'un stockage à sec sous les conditions climatiques locales, les matières fécales peuvent alors être utilisées sans problème en agriculture après un séjour d'une année dans la fosse de dessiccation [5].

La forme du plancher dans la toilette, permet un déviation de l'urine et de la plus grande partie de l'eau grise qui ne coulent donc pas la fosse de matières fécales.

Les cendres, provenant de la cuisine de la concession, sont ajoutées dans la fosse après chaque usage afin d'absorber l'humidité et de favoriser le processus de dessiccation des matières fécales. Ceci accélère le processus de dessiccation et empêche la formation d'odeur.

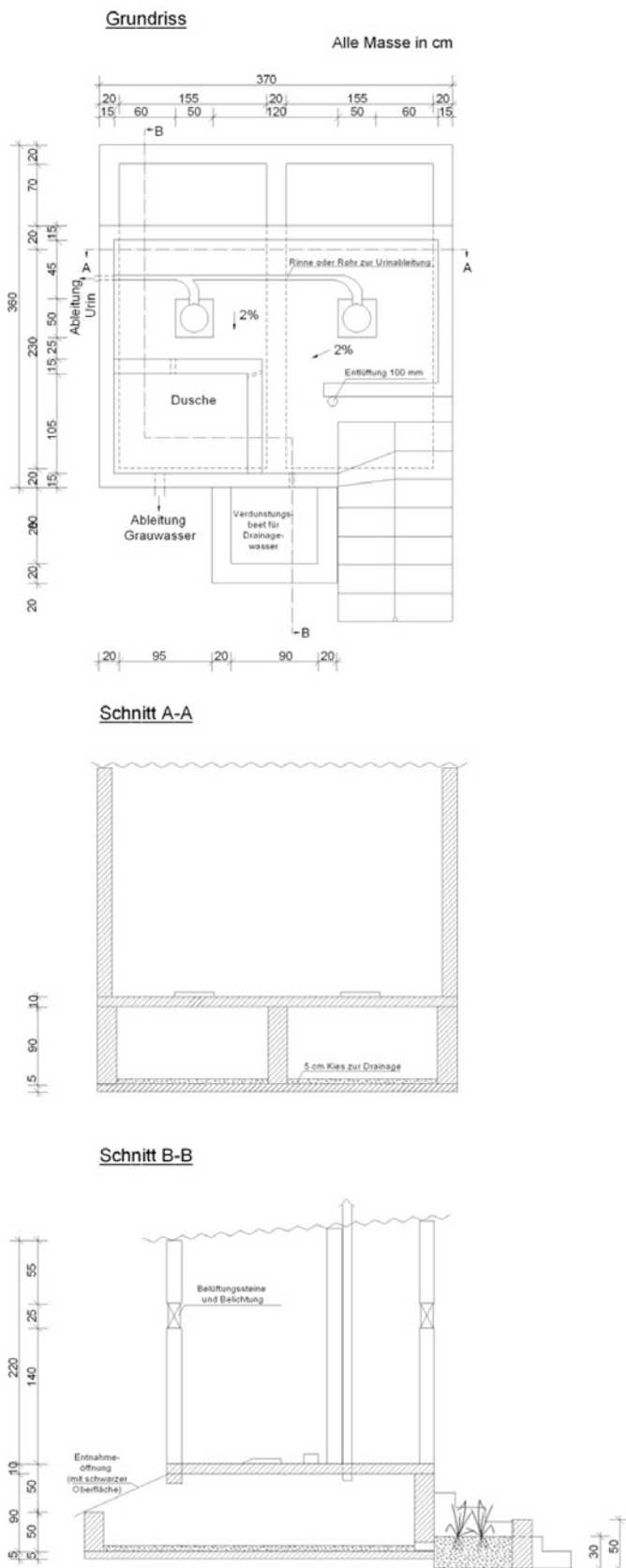


Fig. 3: Plan et coupe d'une toilette ecosan

A travers les ouvertures d'accès, les compartiments peuvent être régulièrement

inspectés et les boues fécales séchées recueillies. Pour accélérer la dessiccation, le couvercle en métal des ouvertures est aussi peint en noir et dirigé vers le sud. Le compartiment est relié à l'extérieur par un tuyau d'aération. En raison de sa charge en germes fécales, l'eau de lavage anal pouvant atteindre le compartiment de dessiccation, est détournée directement, par un tuyau de raccordement, vers un dispositif d'évaporation.



Fig. 4: Réalisation d'un plancher de toilette (avec douche séparée)



Fig. 5: Réalisation la douche sur le plancher de la toilette (avec écoulement dévié de l'eau grise)

Les matières fécales recueillies peuvent être stockées et utilisées ultérieurement comme substrat en vue d'améliorer la structure et la qualité du sol des champs.



Fig. 6: Vue de derrière de la toilette avec les ouvertures pour recueillir les boues fécales sèches.



Fig. 7: Les matières fécales après dessiccation

Les analyses sur l'hygiène de la matière obtenue après six mois de dessiccation, ont porté sur les œufs de nématodes et les germes coliformes d'origine fécale et ont révélé l'inoffensivité de cette matière. Un temps de stockage d'une année est ainsi sûr et bien réglé par rapport au temps pour une utilisation agricole.

3.3.2 Collecte et traitement de l'urine

L'urine éliminée par une personne est détournée vers un conduit ou un tuyau. Elle est ensuite collectée sous forme liquide ou séchée. Dans les deux cas, une dilution avec de l'eau grise est à éviter.



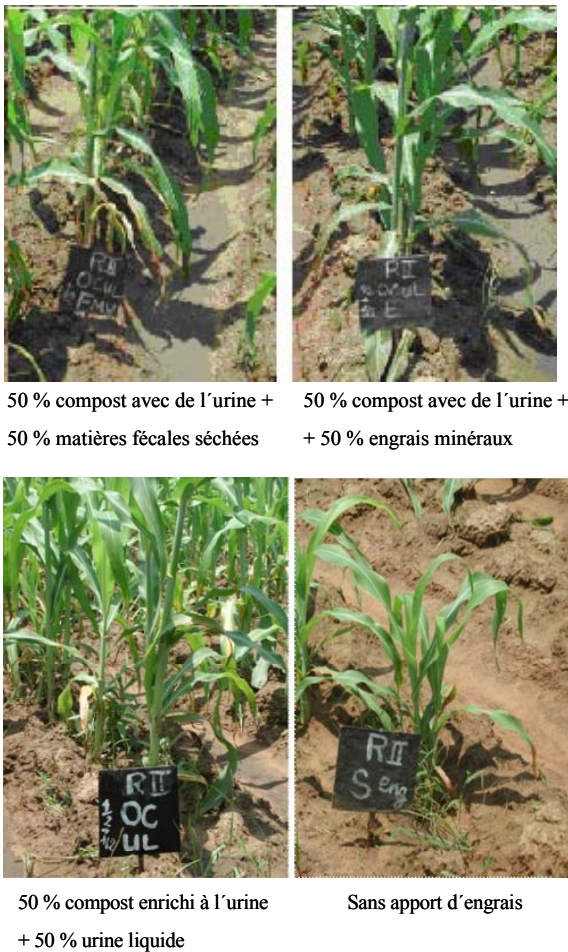
Fig. 8: Collecte de l'urine obtenue séparément

Les expériences sur le séchage de l'urine sont actuellement très peu étendues. Des expériences complémentaires concernant les divers procédés et en fonction des différents climats doivent être recueillies.

En collaboration avec l'université locale (Institut Polytechnique Rural), des essais de champ ont été réalisés avec toutes les fractions de substances nutritives (boues fécales séchées, urine liquide ou séchée, compost enrichi à l'urine, compost traditionnel et engrais minéraux), utilisées seules et en combinaison. Ceci avait pour objectif de tester et d'apprécier l'effet fertilisant des produits, ainsi obtenus et tirés des toilettes ecosan.

Le compost mélangé avec des matières fécales séchées et de l'urine liquide a conduit à une croissance végétale considérablement plus élevée et est, de ce fait, comparable aux engrais chimiques. Toutefois, la combinaison de ces derniers avec les fractions organiques, citées plus haut, a montré les meilleurs résultats.

Grâce aux expériences acquises à partir du fonctionnement des installations Ecosan, on peut estimer que les excréta traités d'une personne peuvent permettre de couvrir les besoins en substances nutritives hygiéniquement inoffensives d'environ 400 à 500 m² de surfaces cultivables à Koulikoro.



50 % compost avec de l'urine + 50 % matières fécales séchées + 50 % engrais minéraux

50 % compost enrichi à l'urine + 50 % urine liquide Sans apport d'engrais

Abb. 9: Croissance végétale avec les engrais sortis des toilettes ecosan

(OCUL: ordures ménagères précompostées et enrichies à l'urine liquide; FMV: engrais minéraux, E: matières fécales séchées, OC: ordures ménagères précompostées)

Dans le cadre d'une vente des substances nutritives des matières fécales et de l'urine, leur aspect hygiénique et leur teneur en éléments nutritifs doivent être contrôlés par des analyses régulières.

3.3.3 Traitement de l'eau grise

L'eau grise provenant de la douche et du lavage et du rinçage peut être assainie sur place par des filtres à gravier végétalisés.

Par conséquent, une utilisation de l'eau traitée pour l'irrigation ou pour l'infiltration paraît judicieuse.

Alternativement un jardinage/maraîchage peut être mis en place. L'eau grise, purifiée par infiltration, est directement utilisée par les plantes économiques.

S'il n'y a pas de dispositif de séparation de l'urine dans les toilettes, un mélange d'urine et d'eau grise peut également être utilisé dans ce type de jardins (voir fig. 10). Cependant, des expériences de longue durée manquent encore à ce propos.

La plantation a été protégée contre les animaux domestiques errants et le choix des plantes a été adaptée aux besoins des habitants. On a veillé à ce que seules des plantes à fruits ou feuilles aériens soient utilisées.

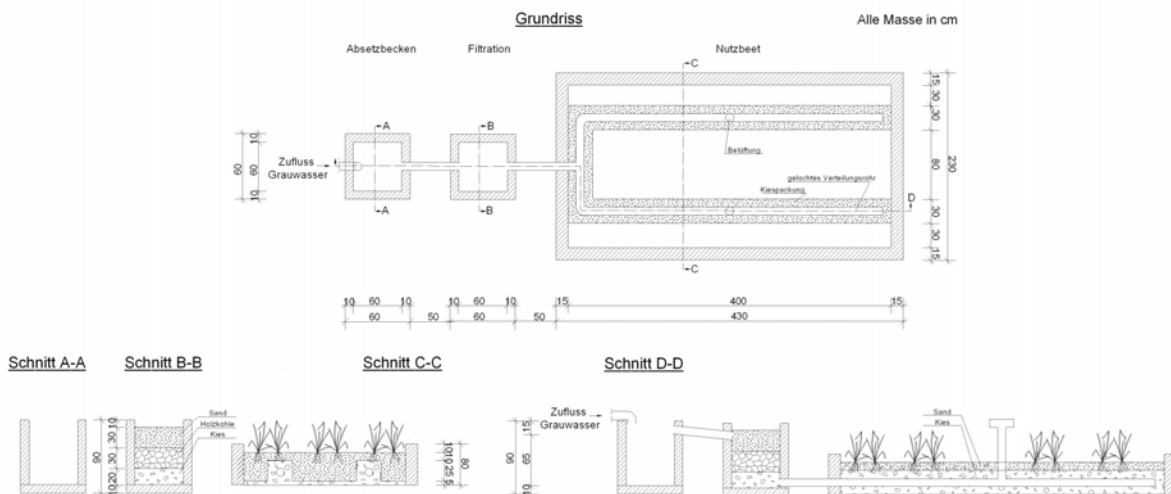


Fig. 10: Plan et coupe montrant l'utilisation des eaux grises pour le jardinage ou maraîchage



Fig. 11: Jardinage pour l'eau grise traitée

3.4 Calculs économiques

Un système central de canalisations pour l'évacuation des eaux usées, d'après le modèle occidental, est habituellement lié à des coûts très onéreux. Ici, ces coûts augmentent considérablement car les agglomérations sont construites sur un fond rocheux. De plus, une structure de support classique d'évacuation des eaux usées n'est pas disponible actuellement.

Selon une large estimation sur 15 années (2015) considérant aussi les possibilités d'économie, les investissements pour un réseau de canalisations central avec des étangs d'épuration pour les eaux usées feraient environ 24 millions d'euros (€), compte tenu des conditions souterraines partiellement difficiles. Ainsi, les coûts d'exploitation s'élèveraient à 138.000 € par an. Pour comparaison, le budget de la commune est d'environ 65.000 € par an et les revenus mensuels d'une famille sont estimés à près de 100 €.

Les coûts d'investissement pour des installations décentralisées tournent, par contre, autour 2,7 millions d'euros. Et si les habitants mêmes assurent l'entretien et utilisent les substances nutritives, les coûts d'exploitation peuvent être réduites (environ 10.000 € par an).

3.5 Structures d'exploitation possibles

Pour l'exploitation des toilettes ecosan deux modèles sont possibles:

- **Propre utilisation**
Le propriétaire est responsable de l'opération réglementaire de la toilette, la vide et est intéressé à une propre utilisation des substances nutritives. Si une propre utilisation de celles-ci n'est pas envisagée, il peut les remettre, contre une rétribution, aux agriculteurs voisins par exemple qui viennent les chercher.
- **Organisation d'exploitation externe**
La collecte et le transport des matières nutritives obtenues sont effectués par une organisation d'exploitation externe dont le financement est assuré par les taxes pour la vidange des toilettes ecosan et les recettes de la vente des substances nutritives.

3.5.1 Motivation des utilisateurs et des exploitants

Il existe des motivations identiques mais aussi différentes pour les deux modèles d'exploitation. Dans le cas de l'utilisateur, les motivations suivantes par rapport l'introduction des systèmes d'ecosan peuvent être spécifiées :

- Augmentation des rendements de l'agriculture par l'utilisation des boues fécales séchées pour l'amélioration de la structure du sol et par l'apport d'urine sous forme liquide ou séchée comme engrais ou pour enrichir le compost.
- Réduction des risques pour la santé, même si cet aspect est encore mal compris
- Utilisation de l'eau grise assainie et donc réduction de la consommation d'eau et donc réalisation d'économies chez l'utilisateur
- Economies également sur les frais de vidange des latrines

En dehors des aspects organisationnels, la capacité fonctionnelle d'une société exploitante dépend beaucoup des facteurs tels la structure d'agglomération, la taille de la population, les activités agricoles des

ménages, etc et peut se présenter en zone urbaine autrement qu'en zone rurale.

La commune peut, à travers l'introduction d'installations décentralisées ecosan, très considérablement contribuer à l'amélioration de la santé des populations et des conditions standards de vie de la région.

3.5.2 Considération économique

L'aspect économique a montré que les économies réalisées, du fait d'une propre utilisation des matières nutritives, d'une consommation d'eau réduite et rationnelle, de l'absence de coûts pour la vidange des toilettes et des rendements agricoles élevés, peuvent couvrir les frais pour la construction et l'opération d'installations ecosan.

Une organisation d'exploitation pour la collecte et l'utilisation de l'urine liquide n'est pas économiquement viable, suite au manque d'infrastructure à Koulikoro tel que décrit plus haut. Une réduction du volume de l'urine collectée par séchage semble être plus indiquée. Une propre utilisation de l'urine est cependant possible, surtout quand les surfaces agricoles ne sont pas éloignées de la concession.

Un soutien financier est probablement nécessaire puisque tous les ménages ne sont pas en mesure pouvoir faire face aux investissements de départ, même si la faisabilité économique et financière, à moyen terme, est prouvée. Au cas où les ménages acceptent de fournir un apport de 50%, une aide à l'investissement unique d'environ 470.000 € serait nécessaire. D'autres subventions pour le système décentralisé ne sont pas nécessaires.

Du point de vue économique, les avantages suivants sont à souligner:

- Economies sur les dépenses liées aux problèmes de santé par la réduction des maladies infectieuses
- Préservation des ressources en eau locales du fait d'une consommation d'eau réduite et plus rationnelle
- Augmentation de la fertilité du sol par l'amélioration de sa structure et de sa qualité
- Encouragement de la main d'œuvre locale

- Création de capitaux supplémentaires chez les agriculteurs du fait des revenus plus importants et de la diminution des dépenses d'exploitation liées à l'achat d'engrais
- Economie de devises par la production locale d'engrais

3.6 Conditions

Une introduction réussie du concept décentralisé ecosan suppose un contrôle technique et organisationnel intensif, pour lequel les entreprises artisanales locales, à travers les mesures du type « training on the job » peuvent être impliquées.

L'introduction de nouvelles approches ecosan doit être accompagnée d'une campagne globale d'explications et de sensibilisation en vue de convaincre les populations des avantages de ces tout nouveaux systèmes par rapport à:

- L'aspect de la ville / la propreté
- La santé
- L'amélioration de la qualité du sol / les rendements agricoles élevés
- L'économie à moyen et long terme.

4 Leçons apprises

Les diverses expériences acquises lors la réalisation et l'exploitation des installations se résument ainsi:

- Les toilettes sèches sont également réalisables dans les pays où le lavage anal est de tradition
- Une exécution soigneuse des travaux de construction est nécessaire pour la collecte séparée et l'écoulement des courants partiels dans la toilette. Un point essentiel à ce propos est l'instruction des artisans locaux
- L'écoulement de l'eau grise vers le compartiment de séchage des matières fécales et vers le dispositif de collecte de l'urine doit être évité. A ce sujet, les tuyaux sont plus indiqués que les caniveaux, même si le nettoyage de ces derniers est plus facile

- Le séchage solaire de l'urine dans des annexes sur place est irréalisable, du fait de la dilution. Des développements complémentaires sont, dans ce sens, encore nécessaires.
- Une utilisation de l'urine collectée est possible. D'intéressantes expériences sur l'enrichissement du compost avec de l'urine ont été faites. Ceci offre une alternative par rapport à une application directe dans les champs.
- Le traitement et l'utilisation de l'eau grise pour le jardinage/maraîchage est une solution appropriée lorsqu'il y a assez d'espace. Ces types de jardins avec des plantes d'intérêt économique ont été acceptés sans difficultés par la population.

5 Résumé

L'introduction de systèmes ecosan, dans le cas de Koulikoro, est fondamentalement et techniquement réalisable. Pour cela, l'adaptation aux conditions-cadres doit se faire graduellement. Lors de la réalisation, des actions de sensibilisation, de conseil et de soutien envers les habitants sont nécessaires; ceci peut être atteint plus tard par la formation du personnel local. Pour l'intégration de concepts ecosan dans les programmes de constructions nouvelles, il est judicieux de développer des systèmes standards.

En plus des avantages écologiques, agricoles et hygiéniques, le besoin en capitaux considérablement réduit, en particulier, plaide pour l'introduction de concepts d'ecosan.

6 Références et autres informations

- [1] Schertenleib, R:
The Bellagio Principles and a household centered approach in environmental sanitation. Ecosan – closing the loop in wastewater management and sanitation, Proceedings of the International Symposium 30-31 October 2000, Bonn Germany
- [2] Otterpohl, R., J.: Integrierte Oldenburg, M. und Zimmermann, Konzepte für die Abwasserentsorgung ländlicher Siedlungen, Wasser & Boden, 51/11, S. 10 – 13
- [3] GTZ/OtterWasser GmbH
Studie zur technischen und sozioökonomischen Machbarkeit eines nachhaltigen ökologischen Sanitärkonzepts für Koulikoro, Mali; GTZ-TZ-Sektorvorhaben 'Ecological Sanitation' PN 94.2255.1-031.03 und TZ Projekt 'Verbesserung des kommunalen Managements der Wasser- und Abfallwirtschaft Koulikoro, Mali' PN 94.2209.8, Juni 2001
- [4] World Bank Technical Paper No. 408
Graeme Donovan and Frank Casey
Soil Fertility Management in Sub-Saharan Africa, 1998
- [5] WHO Guidelines
Duncan Mara and Sandy Cairncross
Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture. Published by the World Health Organisation in Collaboration with the United Nations Environment Programm, 1989
- [6] Drabo, B.M., Keipp, W. Dembélé, S.G.
Plaidoyer pour un assainissement écologique en Afrique de l'Ouest
Info CREPA, No. 36, 2002-09-02
- [7] Les Déchets: Une valeur gaspillée; Un exemple de l'approche „ecosan“ dans une ville moyenne au Mali. Un film de Rainer H. Schwenzfeier. Copyright Boata 2002.
- [8] Drabo, B.M., Keipp, W.
pS-Eau – Expérience Genre et Eau No. 6: Projet d'Assainissement (gestion des eaux usées domestiques) à Koulikoro au Mali, 2002

Photos: Waltraud Keipp, Boata

6.1 Institutions et organisations

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH,

Projet ecosan

Postfach 5180
65726 Eschborn
Tél.: ++49 (0)6196 / 79-4221
Fax: ++49 (0)6196 / 79-7458
Email: ecosan@gtz.de

Internet: www.gtz/ecosan

OtterWasser GmbH, Ingenieurgesellschaft für integrierte Siedlungstechnik

Engelsgrube 81
23552 Lübeck
Tél.: ++49 (0)451 / 70200-51
Fax: ++49 (0) 451 / 70200-52

Zionskirchstr. 8
10119 Berlin
Telefon: ++49 (0)30 / 3100 4652
Fax: ++49 (0) 451 / 3101 4754

Email: info@otterwasser.de

Internet: www.otterwasser.de

BOATA

Bureau Ouest – Africain d'Appui Organisationnel et de Technologies Appropriées

B.P. : E 3730, Rue 17 – Porte 260
Badalabougou, Bamakou, Mali
Tél.: ++223 234853
Fax: ++223 231086
Email: boata@afribone.net.ml

Internet: www.boata.de

6.2 Autres informations sur l'assainissement écologique

www.gtz.de/ecosan/links.html

Liens vers les organisations, institutions et projets sur le thème ecosan

www.ecosanres.org

Réseau pour l'assainissement écologique, les programmes, projets et publications

www.lboro.ac.uk/departments/cv/wedc/specialist-activities/ws/low-cost-sanitation.htm

Centre de recherche et de développement (WEDC), Université Loughborough, Royaume-Uni. Formation, recherche et planification pour les mesures d'infrastructure pour les pays en développement et les zones urbaines

www.irc.nl

IRC International Water and Sanitation Centre, Netherlands. Publications et documents

www.iees.ch

Réseau pour le génie écologique; Recherche, formation et forum de publications

www.wsscc.org

Water Supply and Sanitation Collaborative Council

Bulletin d'informations régulier (lien suivant)
www.wsscc.org/source

www.sanicon.net

SaniCon Sanitation Connection
Réseau sur le thème eaux usées avec les organisations, liens et documents

www.oieau.fr/crepa

Centre Régional pour l'Eau potable et l'assainissement à faible coût