

Webinarreihe
„Kompost- und Trockentrenntoiletten“
Teil I – 7. Juni 2016

Grundlagen ökologischer Sanitärversorgung

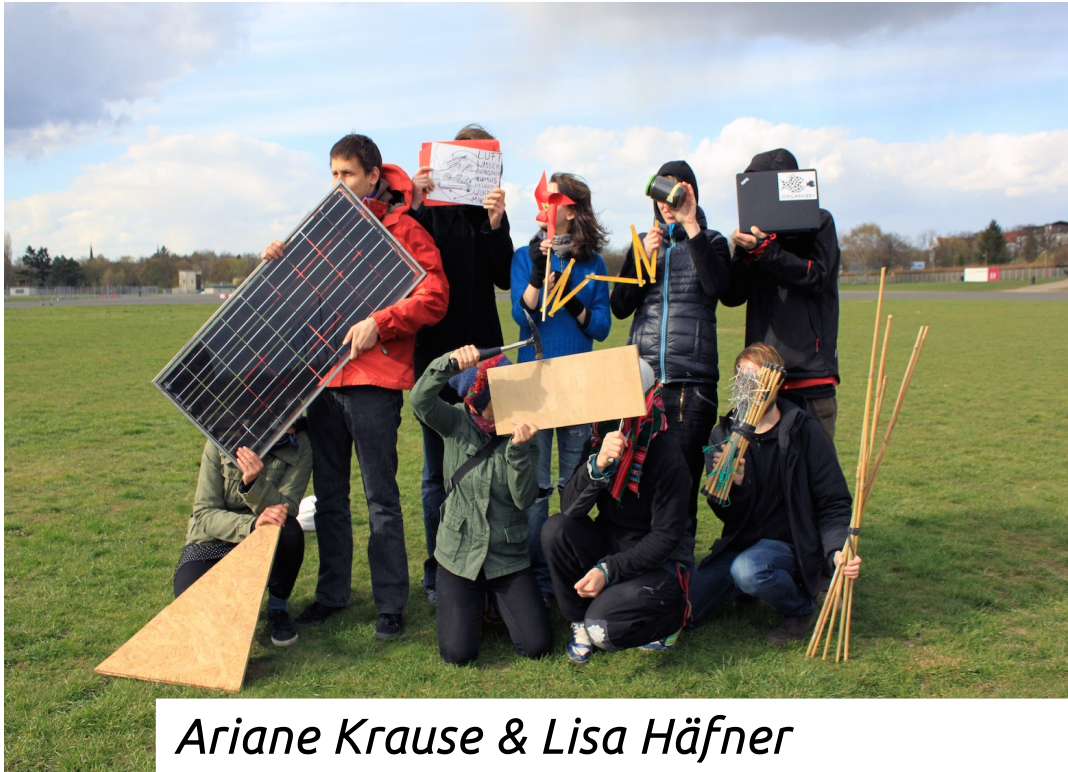
Referentinnen
Ariane Krause & Lisa Häfner

KaTē*

** Kollektiv für angepasste Technik*

KanTe*, Ariane und Lisa

* Kollektiv für angepasste Technik



Ariane Krause & Lisa Häfner

KanTe – Kollektivbetrieb in Berlin

- Ökologische Abwasserbehandlung und Klos, Kompostierung
- Wind- und Solarenergie
- Bauplanung für und mit Baugruppen
- Workshops und Seminare zu obigen Themen

Wirtschafts- und Umweltingenieurwesen an TU Berlin studiert/ studierend -
Sie beschäftigen sich bei KanTe u.A. mit Kompostierung/ Klos und geben dazu
Workshops und Seminare -
Ariane besitzt ein eigenes Kompostklo, Lisa nicht

Überblick über die Reihe

Webinar 1: Grundlagen ökologischer Sanitärversorgung

– *Heute, hier und jetzt gleich!*

Webinar 2: Ökoklo und Co – praktisch werden!

– Am 21.06.2016 – 19 Uhr

Webinar 3: Vertiefung - Rechtliches und Strategisches für die Bauvorbereitung

– 05.07.2016 – 19 Uhr

Ökologische Kreisläufe

Grundlagen ökologischer Sanitärversorgung

- Ökologische Kreisläufe
- Abwasserbehandlung im *derzeitigen und hiesigen* Status Quo
- Alternativen?!
- Wichtig – Hygiene!
- Technische Beispiele ökologischer Sanitärversorgung

Was kennt Ihr schon?

Organische Masse!?



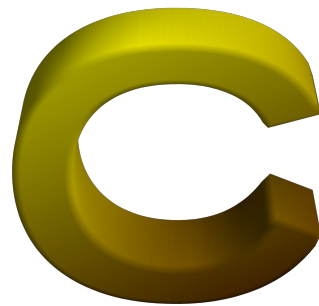
Kompos
Ök

Organische Masse

= Lebendige Materie

= Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen, Pilze,
Einzeller..

= Material mit *Kohlenstoff*



Chemisches Zeichen
Kohlenstoff

Kohlenstoff??

Ein Element. So wie z.B. Sauerstoff,
Stickstoff, und viele mehr.

→ kleinste Einheiten aus denen Materie
aufgebaut ist

Woraus besteht die Kiwi?



Zermatschte Kiwi an Kronkorken,
Straße in Neukölln

Woraus besteht die Kiwi?

- Wasser
- Kohlenstoffverbindungen
- Nährstoffe
- Schadstoffe
- (Luft)



Zermatschte Kiwi an Kronkorken,
Straße in Neukölln

Woraus besteht die Kiwi?



Wasser

Kohlenstoffverbindungen

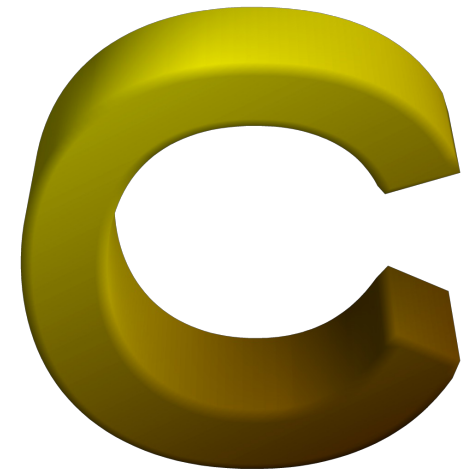
Nährstoffe

Schadstoffe

(Luft)

Kohlenstoff

- Bedeutung
 - Kohlenstoffverbindungen „haben Energie“
 - Grundbaustein für „**organische Masse**“
 - K.-Verbindungen geben z.B. Boden Stabilität, Wasserhaltefähigkeit
- Kohlenstoffbindungsformen
 - Organisch:
 - Humus
 - Stärke, Zucker, Ballaststoffe
 - Körpermasse
 - ...
 - Anorganisch: Kohlenstoffdioxid (CO₂)



Chemisches Zeichen
Kohlenstoff

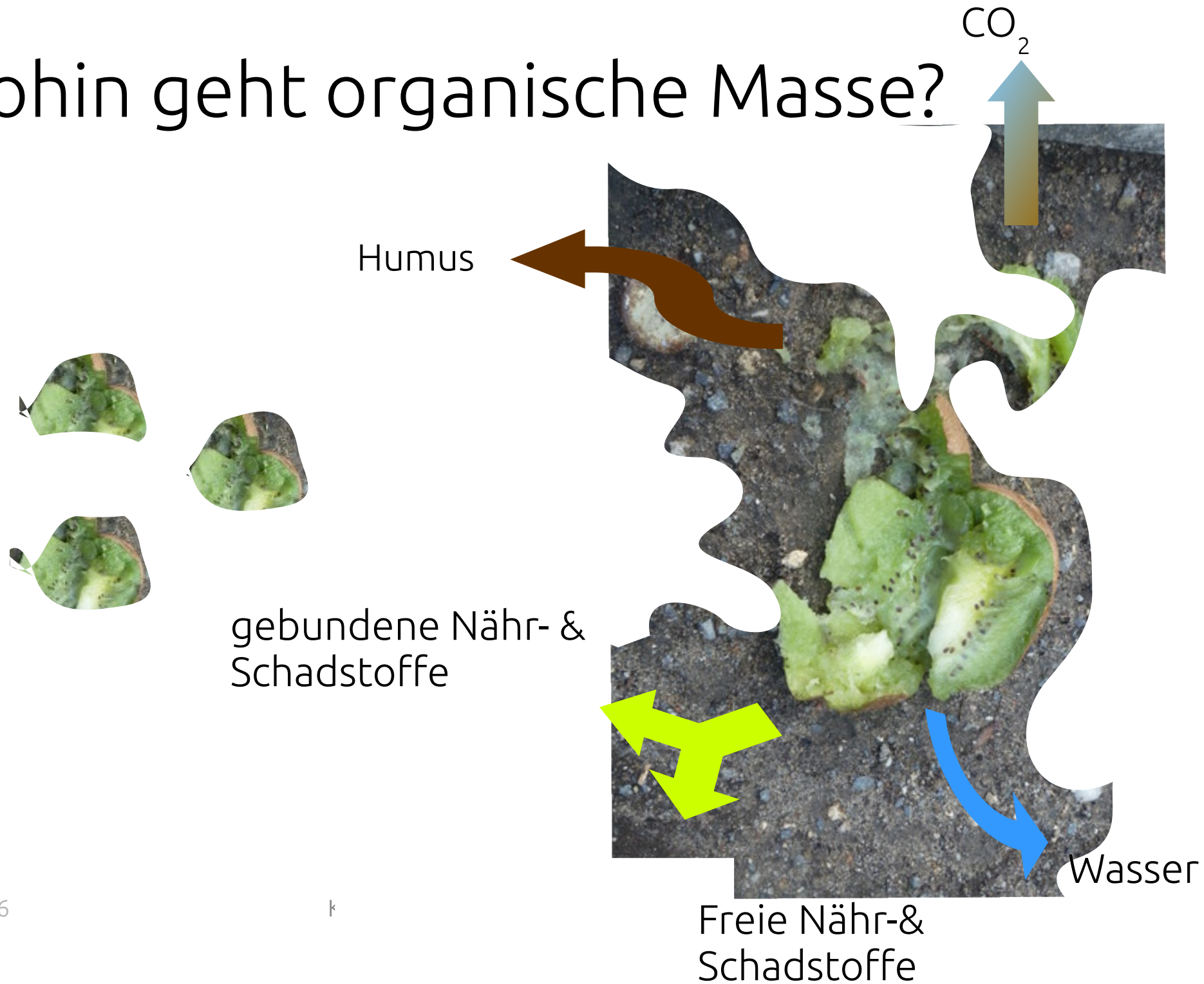
Nährstoffe

- Weitere Stoffe, die Lebewesen brauchen
- Unterscheidet sich stark bei verschiedenen Gruppen/ Arten
 - z.B. Calcium (Nägel)
 - z.B. Stickstoff (Proteine; Stiel-, Blattwachstum) **N**
 - z.B. Zink (Immunsystem Mensch, Chloropyllbildung unterstützend bei Pflanzen)
 - z.B. Phosphor (DNA, Wurzelwachstum) **P**

Schadstoffe

- Für Lebewesen schädliche Stoffe
- Auch hier: unterschiedlich nach Art/ Gruppe
- dosisabhängig
 - z.B. Kupfer schädlich für Mikroorganismen (→ als Schädlingschutz im Pflanzenbau)
 - z.B. Andere Metalle wie Blei, Quecksilber
 - z.B. Oxalsäure aus Rhabarber für den Menschen
- Wichtig für's Klothema: bleibt der Schadstoff erhalten?

Wohin geht organische Masse?



Natürliche Kreislaufschließung



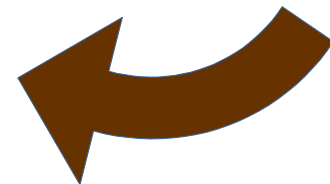


Super Recycling!

Ökologische Kreislaufschließung



CO₂



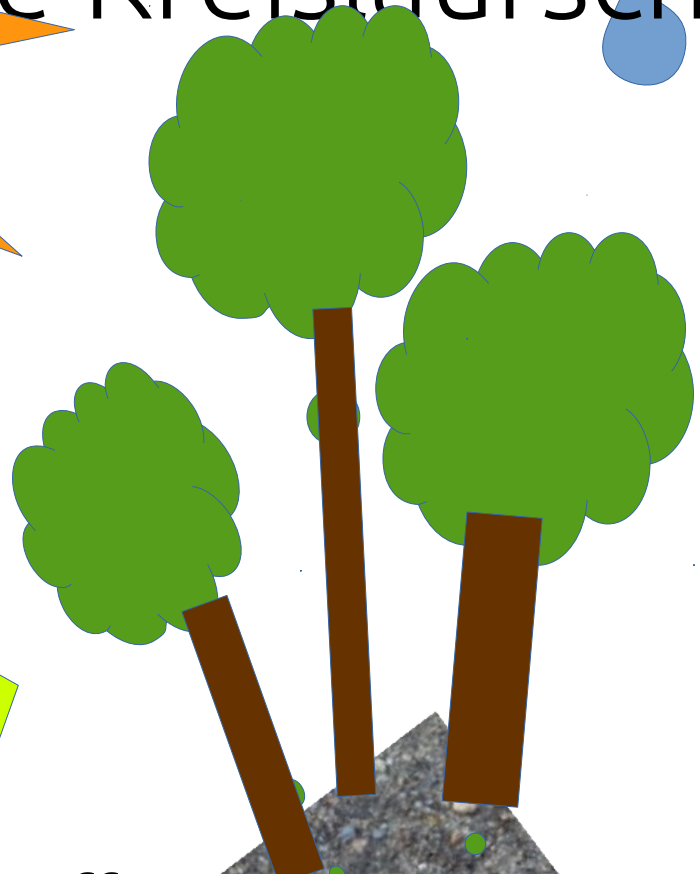
N

P

K



Nährstoffe



Humus



Kreislauf?

Schale/Reste → Biomüll/ Kompostierung/
Straße

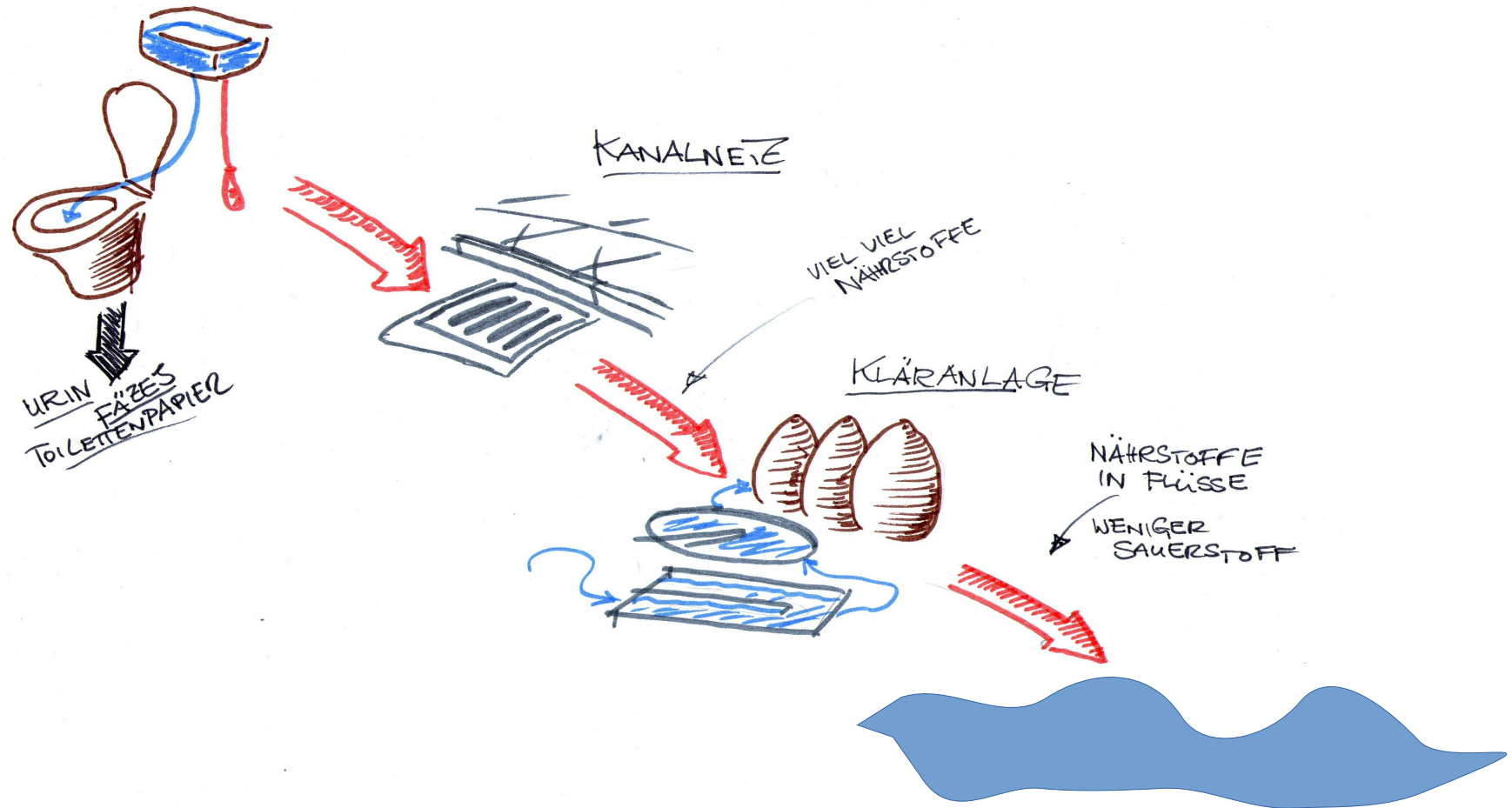


Zermatschte Kiwi an Kronkorken,

**Straße in
Neukölln**

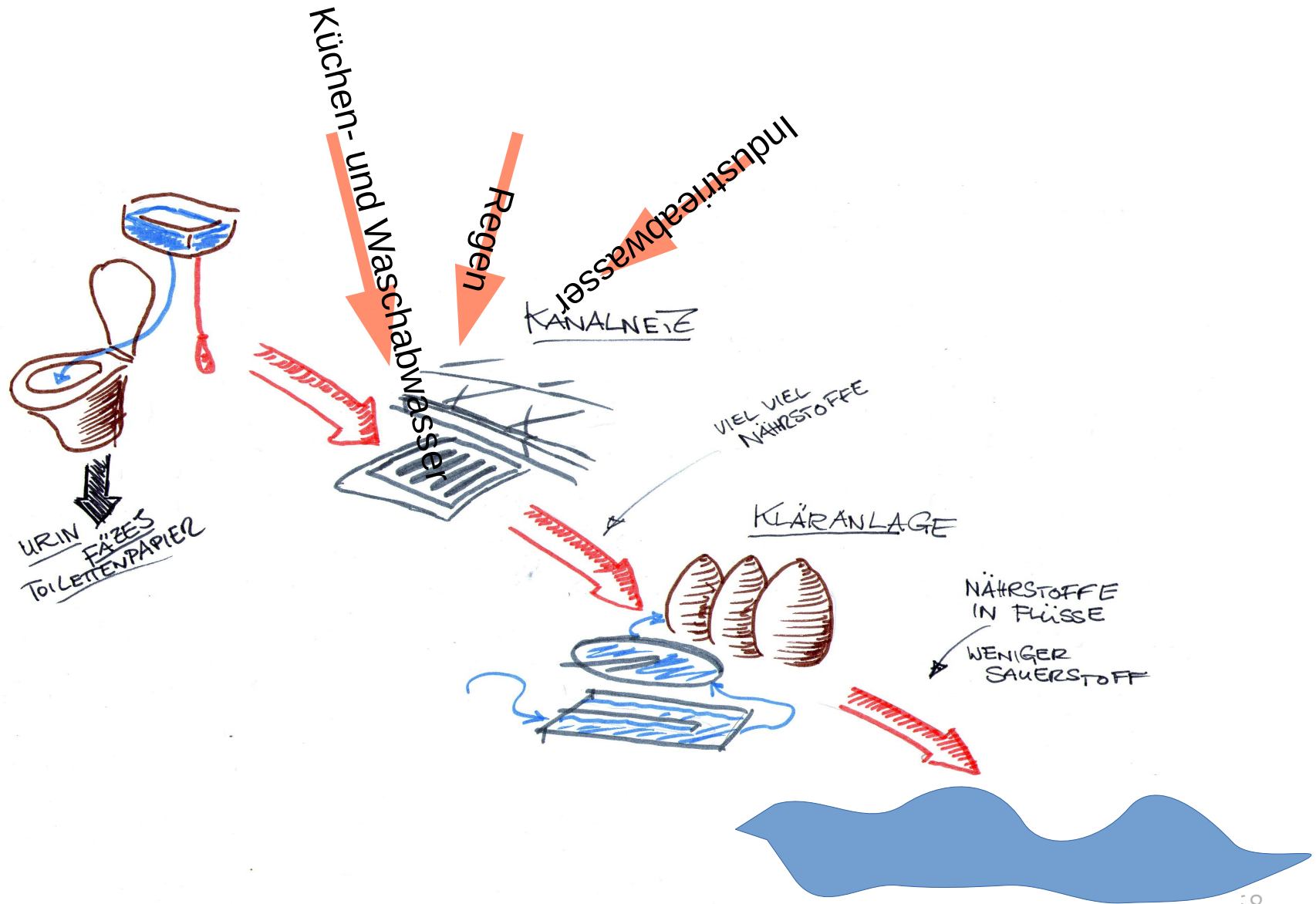
Verdaute Reste → Klo
Kohlenstoffverbindungen
Nährstoffe
Schadstoffe
Wasser

Der konventionelle Weg



Fäkalien + Spülwasser auf konventionellem Wege, cc CaSa project

Der konventionelle Weg



Aber warum? Kurze Historie.

- Ende 19. Jhdt. Beginn Industrialisierung u.a. Choleraepidemien
- Abfuhr von Fäkalien gewährleistete Hygiene (=Gesundheit) in den Städten
 - Gab durchaus auch integrierte Ansätze (z.B. Heidelberger Tonnensystem), die die Nährstoffrückführung verfolgten
- WC (= Wasserclosett) als Status-Symbol, Belästigung von Gerüchen beendet

Der konventionelle Weg – komplexer

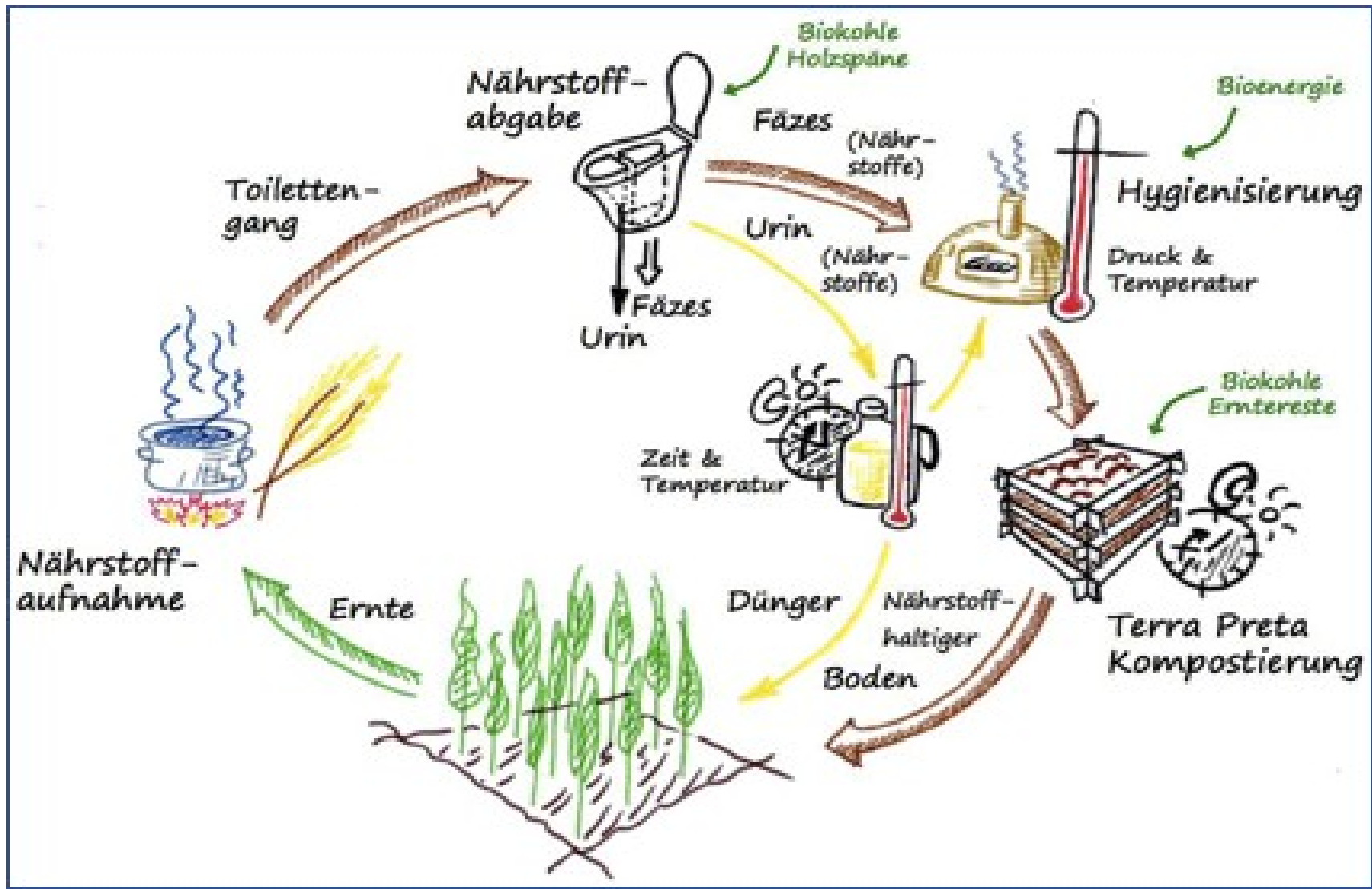


Umweltschäden, die durch EcoSan vermieden werden, Esrey

Probleme konventioneller Abwasserbehandlung

- Verlust von Ressourcen/ Wertstoffen
 - Humus
 - Nährstoffe (→ Phosphor)
- Energieverbrauch
 - für Abwasserbeseitigung
 - für Düngerherstellung
- Hoher Wassergebrauch
- Überdüngung von Gewässern („Eutrophierung“)
- Schadstoffe/ Medikamente geraten in Gewässer

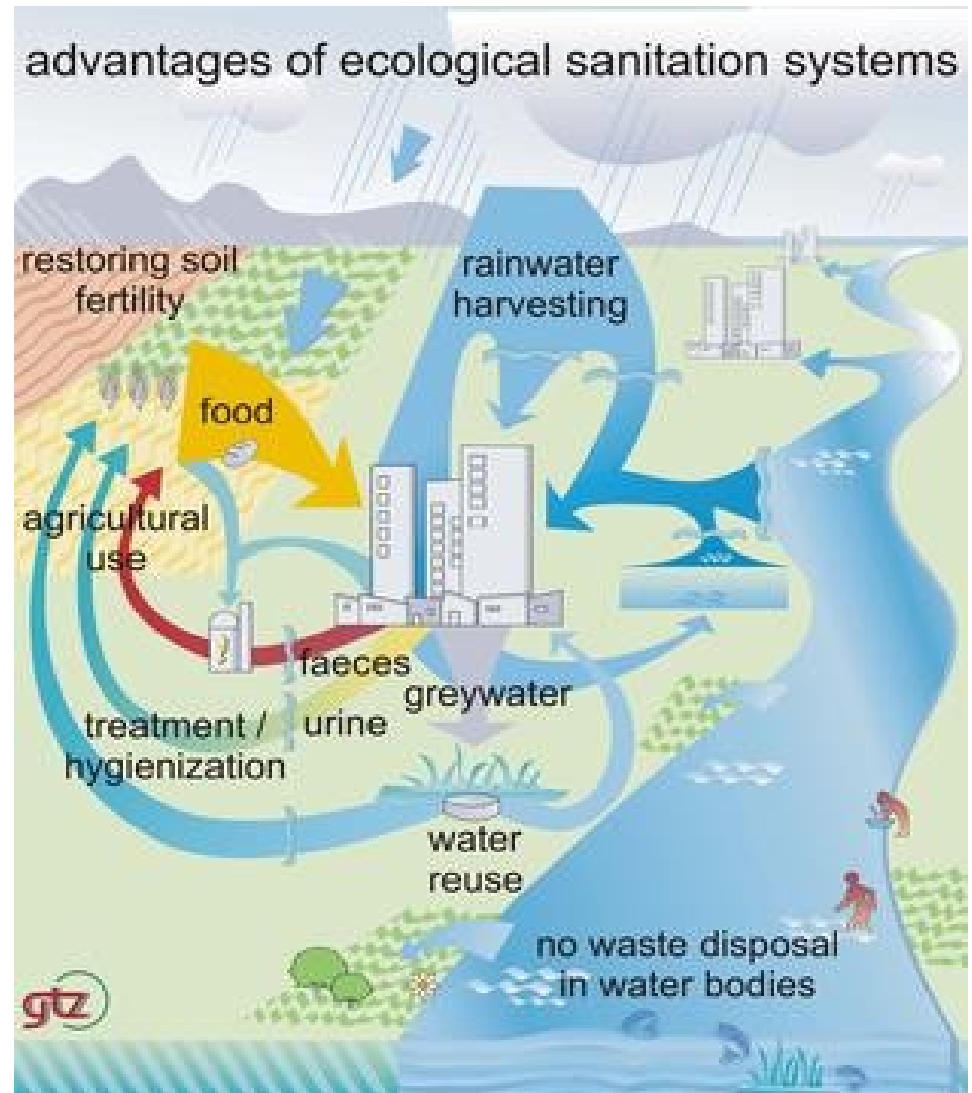
Ökologisches Sanitärsystem



Geschlossener Kreislauf, cc CaSa project

Was soll ein ökologisches Sanitärsystem gewährleisten?

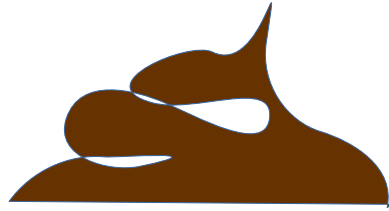
- Recycling der Wertstoffe
- wenig Energie-/ Wassergebrauch
- Geringe Umweltbelastung
- Gute Nutzbarkeit
- Hygiene



Namen

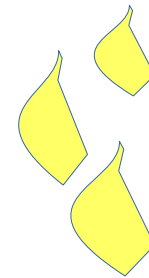
- susan (sustainable sanitation)
- Neuartige Sanitärsysteme (nass)
- ecosan (ecological sanitation)
- ...

Facts zu Fäkalien I



Fäzes

- Anteil an menschlicher Ausscheidung: 10%
- Etwa 20% der ausgeschiedenen **Nährstoffe**
- 75% der Fäzes bestehen aus **Kohlenstoff**
- Anfallende Mengen pP u Jahr: $\approx 50 \text{ L}$
($\sim 1 \text{ L/Woche} * \text{pP} \rightarrow 0,1 \text{ L/d} * \text{pP}$)
- hohe Keimbelastung \rightarrow **Risikopotential !**



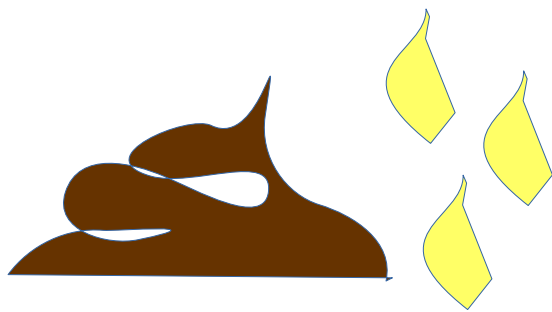
Urin

- Anteil an menschlicher Ausscheidung: 90%
- Etwa 80% der ausgeschiedenen **Nährstoffe**
 - Anfallende Mengen pP u Jahr: $\approx 500 \text{ L}$
($\sim 9,6 \text{ L/Woche} * \text{pP} \rightarrow 1-1,5 \text{ L/d} * \text{pP}$)
- geschätzter **Stickstoff**-Gehalt etwa 3-7 g N / 1 L Urin

Facts zu Fäkalien II

kg / ppa	N	P	K	C _{org}	Masse _{frisch}	Masse _{trocken}
Urin	4	0,4	0,9	2,4	440	22
Fäzes	0,6	0,2	0,4	7,8	25-50	12,8
Fäkalien	4,6	0,6	1,3	10,2		

Quelle: Esrey et al. (2001)



Was war noch gleich...?

N: Stickstoff

P: Phosphor

K: Kalium

C_{org}: Kohlenstoff in
organischer Masse

Fäkalienhaltige Böden - Ressourcenmanagement Beispiele

Plaggenesch



Plaggen (=Oberbodenstück mit Heide/ Gras) wurde in Stall ausgelegt und anschließend mit Nutztierfäkalien wieder ausgebracht

Vorkommen: Nordwestdeutschland, Niederlande, Belgien

07.06.

Plaggenesch auf Podsol, gemeinfreies Foto, Begonia (Autor*in

Terra Preta

Anthropogene (=von Menschen hergestellte) Schwarzerde im Amazonasgebiet Brasiliens (wiederentdeckt)



Terra Preta crop, cc Hispalois (Autor*in)

Anthropogene Schwarzerden in Deutschland

- Terra-Bogaprojekt Berlin

<http://www.ahabc.de/projekt-terraboga-eine-anthropogene-schwarzerde-aus-berlin/>

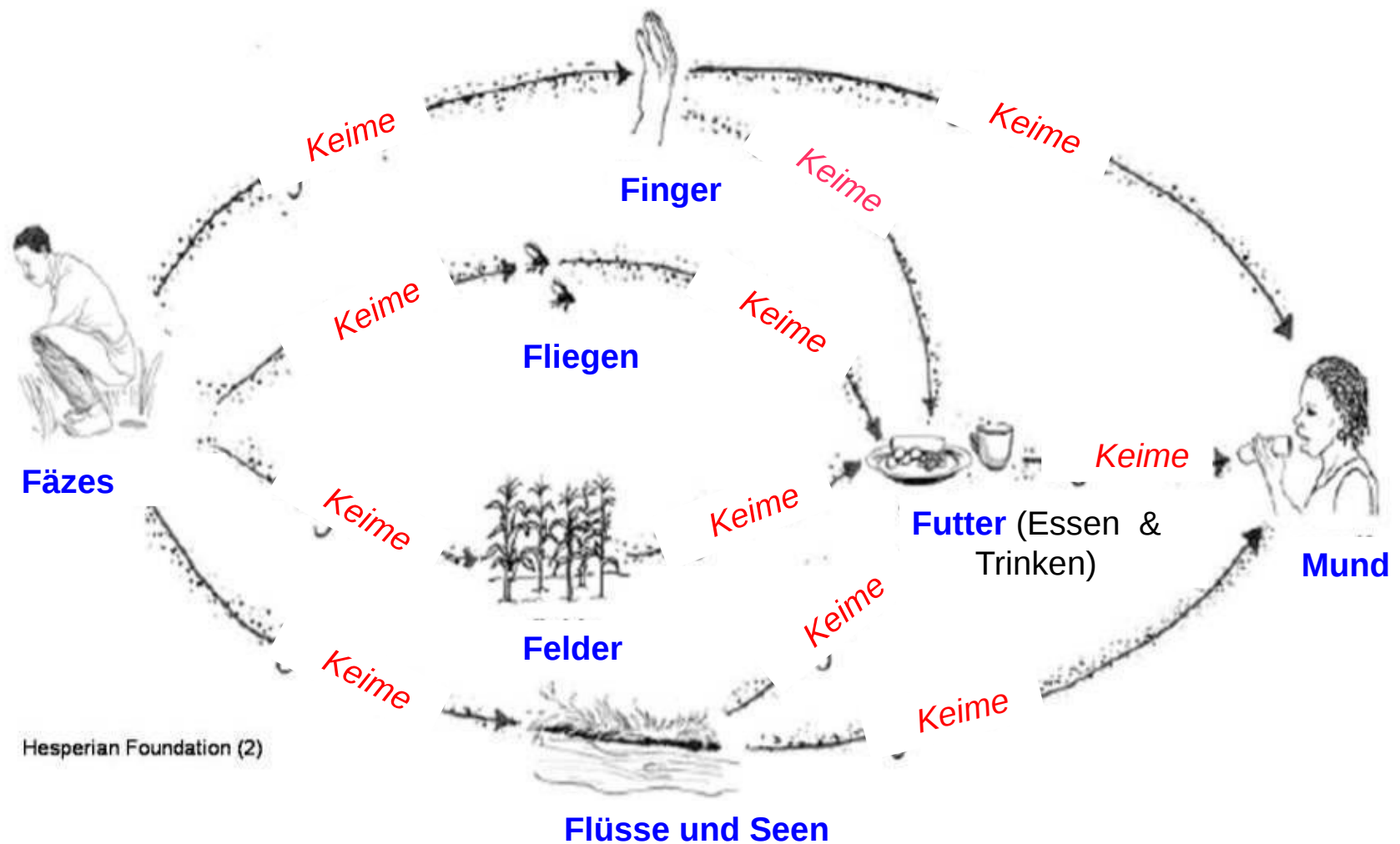
- Anthropogene Schwarzerdefunde im Wendland

https://www.researchgate.net/publication/257304699_Anthropogene_Schwarzerden_im_Einzugsgebiet_der_Unteren_Mittelerbe_Anthropogenic_Dark_Earth_in_the_lower_Elbe_basin

Gibt es Fragen?

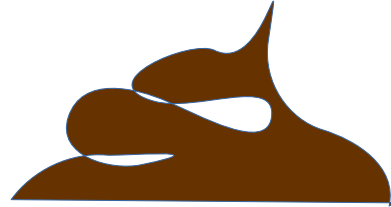
Hygiene

Der Krankheitszyklus: das F-Diagramm



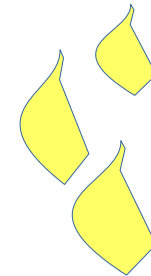
Quelle: Panzerbieter et al., 2010 (Grafik angepasst nach Esrey et al., 1998)

Die Krankheits-Erreger



Fäzes

- Fäkal-koliforme Bakterien (u.a. E. coli, Enterobakterien, etc.)
- Salmonellen
- Virus (u.a. Rotavirus, Hepatitis, etc.)
- Protozoen (u.a. Giardia, Cryptosporidium, etc.)
- Würmer und Wurmeier (u.a. Ascaris, etc.)

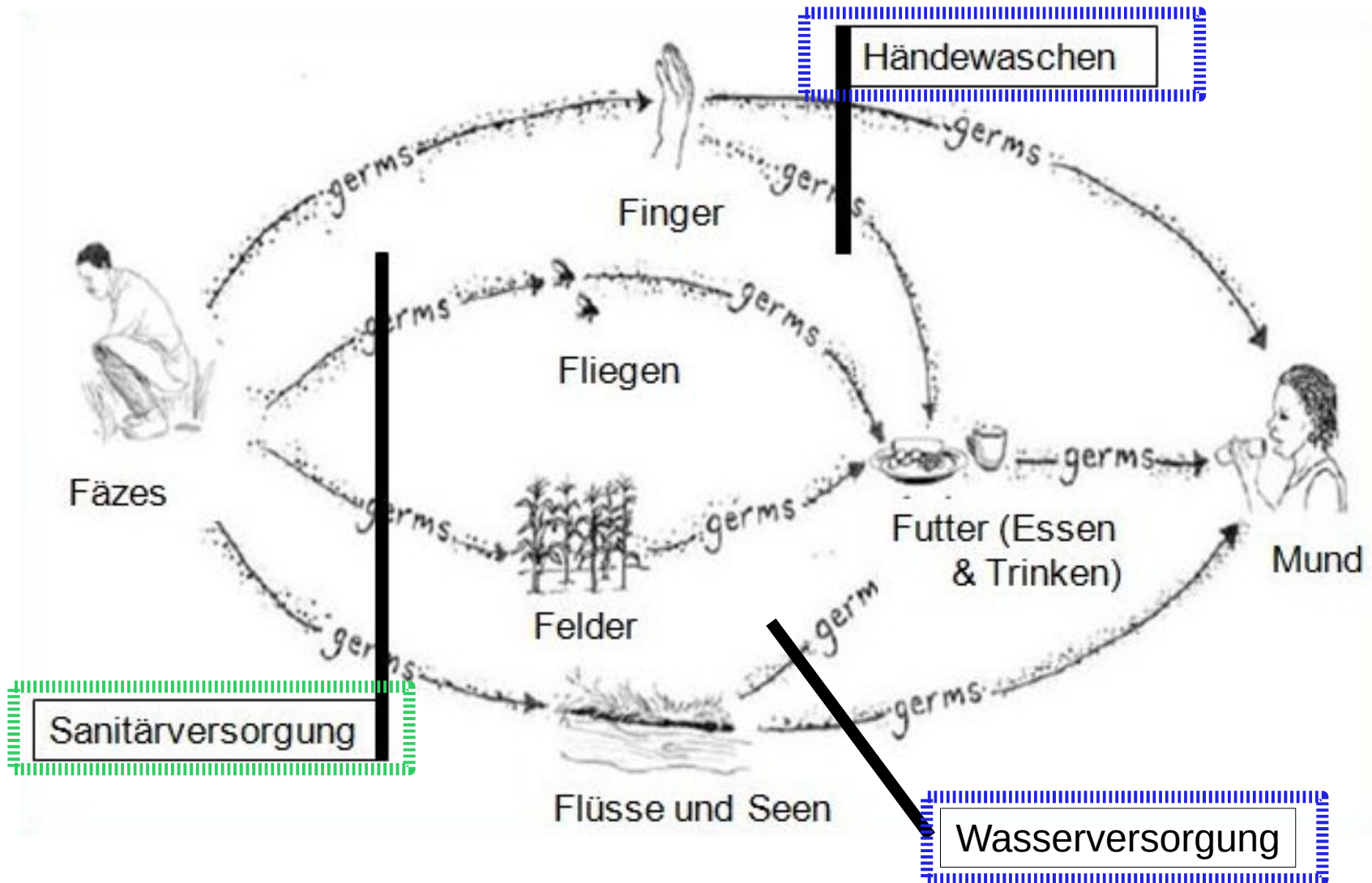


Urin

- Bakterien (u.a. Tuberkulose)
- Virus (u.a. Hepatitis A und B)
- Bilharziose-Erreger (*Schistosoma haematobium*)

→ generell in Urin weniger/geringer als in Fäzes

Das Mehr-Barrieren-System der WHO

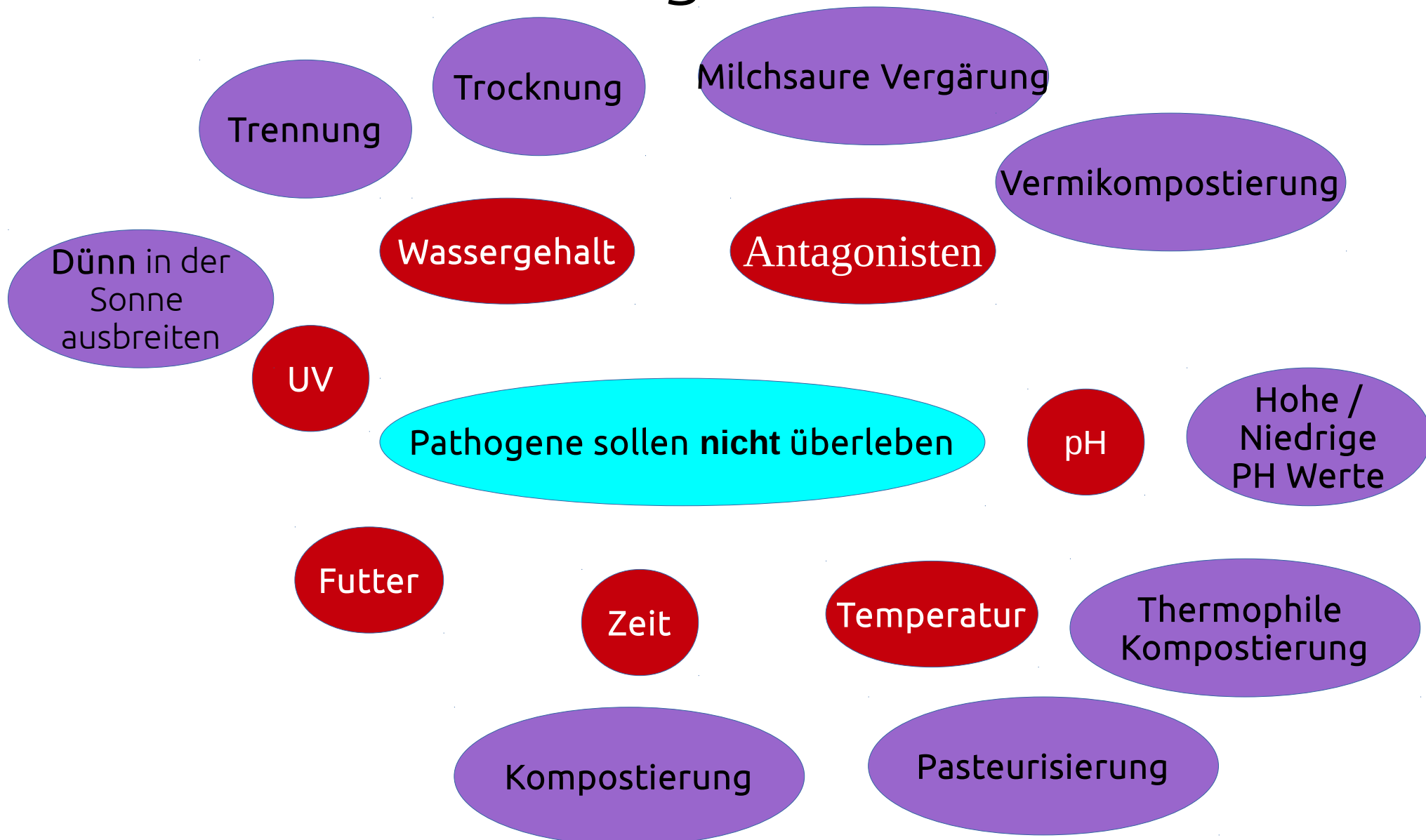


Quelle: Grafik angepasst nach Panzerbieter et al., 2010; Esrey et al., 1998

Behandlungs-Parameter



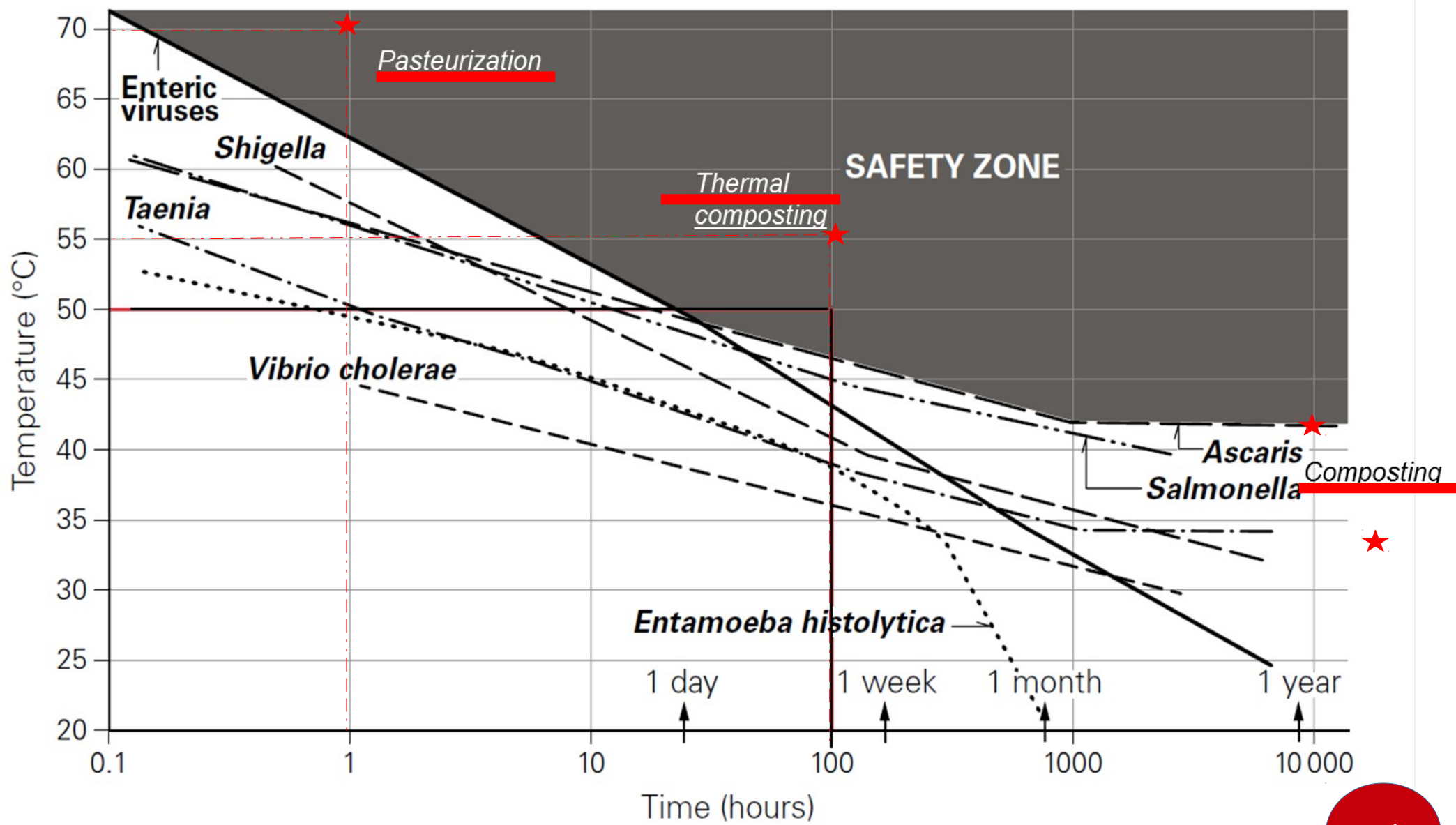
Behandlungs-Methoden



Temperatur

Zeit

Temperatur



07.06.16

Quelle: Grafik angepasst von Vögeli et al., 2014 basierend auf Feachem et al., 198

Zeit

Vorversuche zur Hygienisierung per Pasteurisierung

Labor: Trockenschrank, 1 Stunde, 70°C, 500g Fäzes

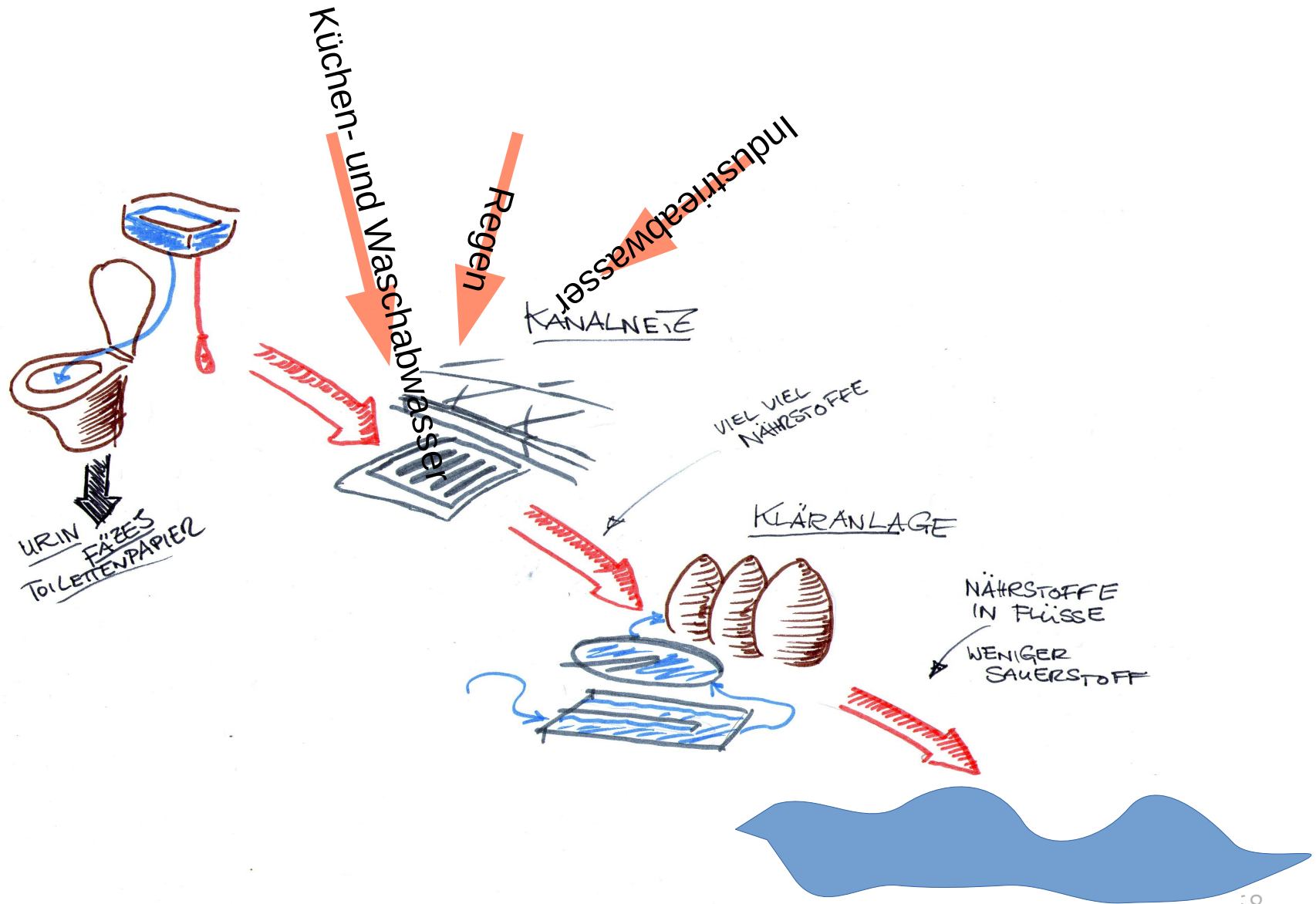
Praxis: Lehm-Ofen, 1 Stunde, 70°C, 3 kg Fäzes

Probe	Keimzahl E.coli/g Probe	Keimzahl Enterococcus/g Probe
500 g Fäzes vorher	1×10^4	$7,5 \times 10^5$
500 g Fäzes nachher	Kein Keimwachstum	Kein Keimwachstum
3 kg Fäzes vorher	$3,5 \times 10^5$	7×10^6
3 kg Fäzes nachher	Kein Keimwachstum	Kein Keimwachstum



Ökologische Sanitärversorgung - Beispiele




Der konventionelle Weg



Welche Stoffe/ Ströme müssen behandelt werden?




- Fäkalien
- Küchen-/ Badezimmerabwasser
- Regenwasser
- (Industrieabwasser)

Wie heißen die zugehörigen Abwasserströme?

- Fäkalien +  = Schwarzwasser
- Urin +  = Gelbwasser
- Fäzes +  = Braunwasser

- Küchen-/ Badezimmerabwasser = Grauwasser
- Regenwasser = Regenwasser
- (Industrieabwasser)

Wie heißen die zugehörigen Abwasserströme?

- Fäkalien +  = Schwarzwasser
 - Urin +  = Gelbwasser
 - Fäzes +  = Braunwasser
-
- Küchen-/ Badezimmerabwasser = Grauwasser
 - Regenwasser = Regenwasser
 - (Industrieabwasser)

Behandlung von Fäkalien

Komponenten der Behandlung

- Kloschüssel
 - Mit/ ohne Trennung der Fäkalien
 - Sitzen oder Hocken oder Stehen
- Ableitung
 - Mit/ohne Wasser
- Auffang
 - Div. Möglichkeiten
- Behandlung
 - Div. Möglichkeiten

Ein High-Tech-Beispiel ...

Energie aus Fäkalien



Liquid treatment components contained under the toilet platform,
CC-BY-2.0 SusanASecretariat



Kloschüssel RTI-Toilet, CC-BY-2.0 SusanASecretariat

Trockentrenntoiletten (TTT)

- Separieren von Fäzes und Urin
sitzen oder hocken?



07.06.16

ntoiletten I
steme

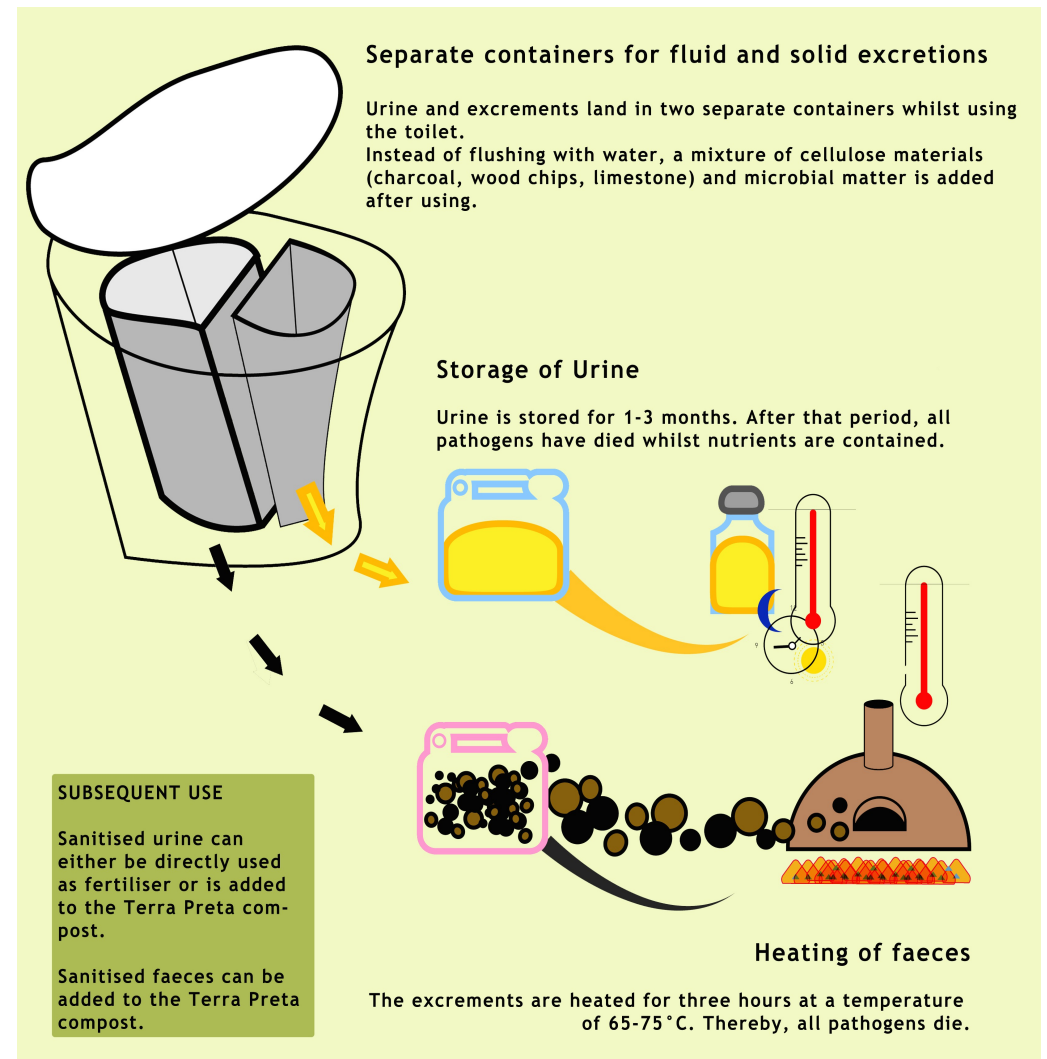
Links sitzen, rechts hocken!
Alle Fotos: cc CaSa project

50/68




Trockentrennklo - systemisch



Skizze einer Hocktrockentrenntoilette, cc CaSa project



Wie heißen die zugehörigen Abwasserströme?

- Fäkalien +  = Schwarzwasser
 - Urin +  = Gelbwasser
 - Fäzes +  = Braunwasser
- Küchen-/ Badezimmerabwasser = Grauwasser
- Regenwasser = Regenwasser
 - (Industrieabwasser)

Grauwasser

Spül-, Dusch-, Waschwasser

- Großer Anteil an häuslichem Abwasser
- weniger stark organisch belastet
- viel Phosphor **P**
- Hygienisch weniger problematisch

→ interessant für Nährstoffrecycling

→ Wiederverwendbar als Brauchwasser oder recht einfach versickerbar

Greywatertower

- Verwendung von Waschabwasser als Gießwasser
- Klärung durch Bodenpassage
- Düngung von Pflanzen



Bewachsener Bodenfilter

Flintenbreite, „Ökosiedlung“ Lübeck



- Energie- und (Ab)wasserkonzept bereits im Baukonzept enthalten
- Küchen-/ Badezimmerabwasser in bewachsenen Bodenfilter geleitet → Versickerung
- Weitere Elemente:
Regenwasserversickerung
Fäkalien in Biogasanlage vergärt
und in BHKW (Blockheizkraftwerk = Strom + Wärme) verwertet

Flintenbreite, Andrea Albold, CC-BY-2.0 SusanASecretariat




Grauwasser-Recyclinganlage

- Klärung des Wassers in Tanks im Keller
 - Biologische, physikalische, chemische Prozesse
 - technisch recht anspruchsvoll
- Weiterverwendung als Spülwasser für Toiletten



Grauwasser-Recycling-Anlage für das Hotel am Kurpark Späth in Bad Windsheim, CC-BY-2.0 S. Paris, Susana Sekretariat,

Wie heißen die zugehörigen Abwasserströme?

- Fäkalien +  = Schwarzwasser
- Urin +  = Gelbwasser
- Fäzes +  = Braunwasser

- Küchen-/ Badezimmerabwasser = Grauwasser
- Regenwasser = Regenwasser
- (Industrieabwasser)

Regenwasserversickerung

- Entlastung von Kanalisation und Kläranlage durch Mulden-Rigolensystem
- Positiv für Stadtklima und -natur



07.06.16

gemeinfreie Veröffentlichung, AxelHH

Regentonne



links: Regentonne, oben: Beete
Beide Fotos: E. Krause

Fraaagen?

- ?

 - ?

 - ?

 - ?

 - ?

 - ?

 - ???

Wünsche für's nächste Webinar?

- Niveau?
- Sprache?
- Inhalt?

Kontakt & mehr..

Kontakt

- ariane@kante.info
- lisa@kante.info

Website

- <http://kante.info>

Literaturquellen

Esrey et al., 1998: Ecological sanitation. Sida, Stockholm.

Feachem, Bradley, Garelick, Mara, 1983: Sanitation and Disease – Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. World Bank Studies in Water Supply and Sanitation No. 3. John Wiley & Sons.

Holzgreve & Lettow, 2014: IGZ urban cycles in Zusammenarbeit mit dem Landeslabor Berlin Brandenburg: <http://www.igzev.de/wp-content/uploads/2014/12/trockentoiletten.pdf>

Panzerbieter, Rück, von Münch, Rieck, 2010: Toiletten für Schulen und öffentliche Einrichtungen in Entwicklungsländern: Wie mache ich alles richtig?, Präsentation, Workshop, GIZ, Berlin.

Scheffer, Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde, 16. Auflage, Springer-Verlag 2010

Schönning, Stenström, 2004: Guidelines for the safe use urine and faeces in ecological sanitation systems. Technical report, Swedish Institute for infectious disease control, EcoSanRes, Stockholm.

Vögeli, Lohri, Gallardo, Diener, Zurbrügg, 2014: Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. Practical Information and Case Studies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Switzerland. ISBN. 978-3-906484-58-7.

Bildquellen

CaSa project (=Carbonization as sanitation) von Ingenieure ohne Grenzen

SusanA Sekretariat (=sustainable sanitation), flickr + Website

Netz, creative Commons, siehe jew. Bild

Eigene Abbildungen, Fotos wenn nicht anders vermerkt

Literaturempfehlungen I

Generell - viele Infos, Publikationen, Factsheets:

- <http://www.ecosanres.org/>
- Sustainable Sanitation Alliance (SusSanA) - vor allem Foren:
<http://forum.susana.org/>

Weitere Literatur:

- Morgan P (2007). Toilets That Make Compost - Low-cost. sanitary toilets that produce valuable compost for crops in an African context. SEI, EcoSanRes Programme. ISBN 978-9-197-60222-8; available at:
http://www.ecosanres.org/toilets_that_make_compost.htm
- Richert, A., Gensch, R., Jönsson, H., Stenström, T.-A., Dagerskog, L., 2010. Practical Guidance on the Use of Urine in Crop Production, Stockholm Environment Institute, EcoSanRes Programme, Stockholm , ISBN 978-918-612-521-9; available at:
http://www.ecosanres.org/publications.htm#2010-1:_Practical_Guidance_on_the_Use_of_Urine_in_Crop_Production_by_Anna_Richert,_Robert_Gensch,_H%C3%A5kan_J%C3%B6nsson,_Thor-Axel_Stenstr%C3%B6m_and_Linus_Dagerskog

Literaturempfehlungen II

- Berger W (Ed.) (2008). Kompost-Toiletten: Sanitärsysteme ohne Wasser (Composting toilets: waterless sanitation systems). Ökobuch-Verlag. Staufen. ISBN 978-3-936896-16-9;
https://www.oekobuch.de/buecher/technik-erneuerbare-energie/index/komposttoiletten_klein.htm
- WHO (2006). WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater - Volume 4. Excreta and greywater use in agriculture. World Health Organization (WHO). WHO Press. Switzerland. ISBN 92-4-154685-9.
- Schönning C, Stenström AT (2004). Guidelines for the safe use urine and faeces in ecological sanitation systems. Swedish Institute for infectious disease control.
- Heinonen-Tanski, H., van Wijk-Sijbesma, C., 2005. Human excreta for plant production. Bioresource Technol., 96, no. 4, 403-411, doi:10.1016/j.biortech.2003.10.036.

Literaturempfehlungen III

Eigene Veröffentlichungen (Auswahl):

- Krause, A. and Jacobsen, S. (2010). Aspekte der Hygienisierung im Kontext der Entwicklung eines neuen Sanitär-Ansatzes.
<https://www.yumpu.com/de/document/view/6818607/aspekte-der-hygienisierungpdf-ingenieure-ohne-grenzen>
- Video des CaSa-Projektes:
<https://www.youtube.com/watch?v=aGD98K7KbiA&feature=c4-overview&list=UUxjfO-kQBhwOcm9dN0uff-A>
- Foto-Doku Bau einer TTT in Lichtenberg:
<https://www.yumpu.com/de/document/view/9287612/ttt-bauanleitung-englisch-deutsch-300dpi-pdf-ingenieure-ohne->
- FactSheet "Urin":
http://www.igzev.de/wp-content/uploads/2014/12/fact_sheet_urin_version_mai2014.pdf
- FactSheet "Fäzes":
http://www.igzev.de/wp-content/uploads/2014/12/fact_sheet_f%C3%A4zes_version_mai2014.pdf
- FactSheet "Hygienisierung":
http://www.igzev.de/wp-content/uploads/2014/12/fact_sheet_hygienisierung_version_mai2014.pdf

Danke für Eure Teilnahme!