



Lösungsansätze zur Entwicklung eines wasserlosen Toilettensystems für Passagierflugzeuge





Aufgabenstellung

- Schaffung der Grundlagen für die Entwicklung und Integration von wasserlosen Toiletten in Passagierflugzeuge
- Recherche und Vergleich von Aufbau und Funktion der Toilettensysteme verschiedener Airbusflugzeuge
- Ableitung der Anforderungen für ein neuartiges wasserloses Toilettensystem
- Vorstellung und Bewertung verschiedener Lösungsvarianten für wasserlose Toilettensysteme
- Vorkonstruktion des neuen wasserlosen Toilettensystems
- Hinweise auf noch verbleibende Probleme im Zusammenhang mit der Vorkonstruktion und daraus abgeleitete erforderliche weitere Untersuchungen



Aufbau der Präsentation

1. Aktuelle Toilettensysteme
2. Problembereiche Vakuumtoilettensystem
3. Wasserloses System
4. Untersuchungen zu möglichen Problemen
5. Konstruktive Ansätze



Aktuelle Toilettensysteme

Rezirkulations- bzw. Chemietoilettensystem

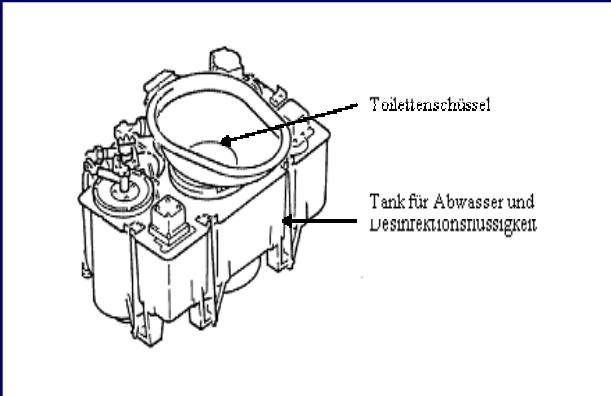
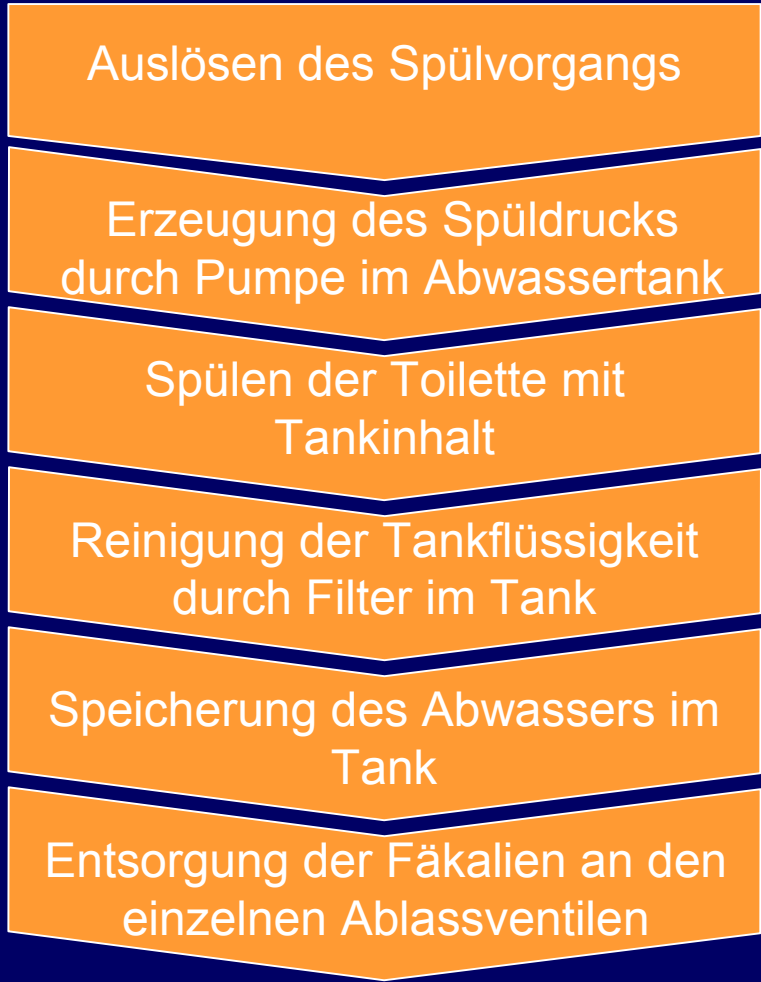


Eigenschaften:

- Einheit aus ein oder zwei Toilettenschüsseln direkt auf dem dazugehörigen Tank für Abwasser und Desinfektionsmittel
- Keine zentrale Abwassersammlung
- Vorbefüllung des Tanks mit Chemikalie, die der Desinfektion der Fäkalien und als Spülmittel dient
- Je nach Toilettenanzahl mehrere Ventile zur Entsorgung des Abwassers an der Flugzeugaußenhaut



Funktionsweise:



Quelle: IPC 1999



Aktuelle Toilettensysteme

Vakuumtoilettensystem

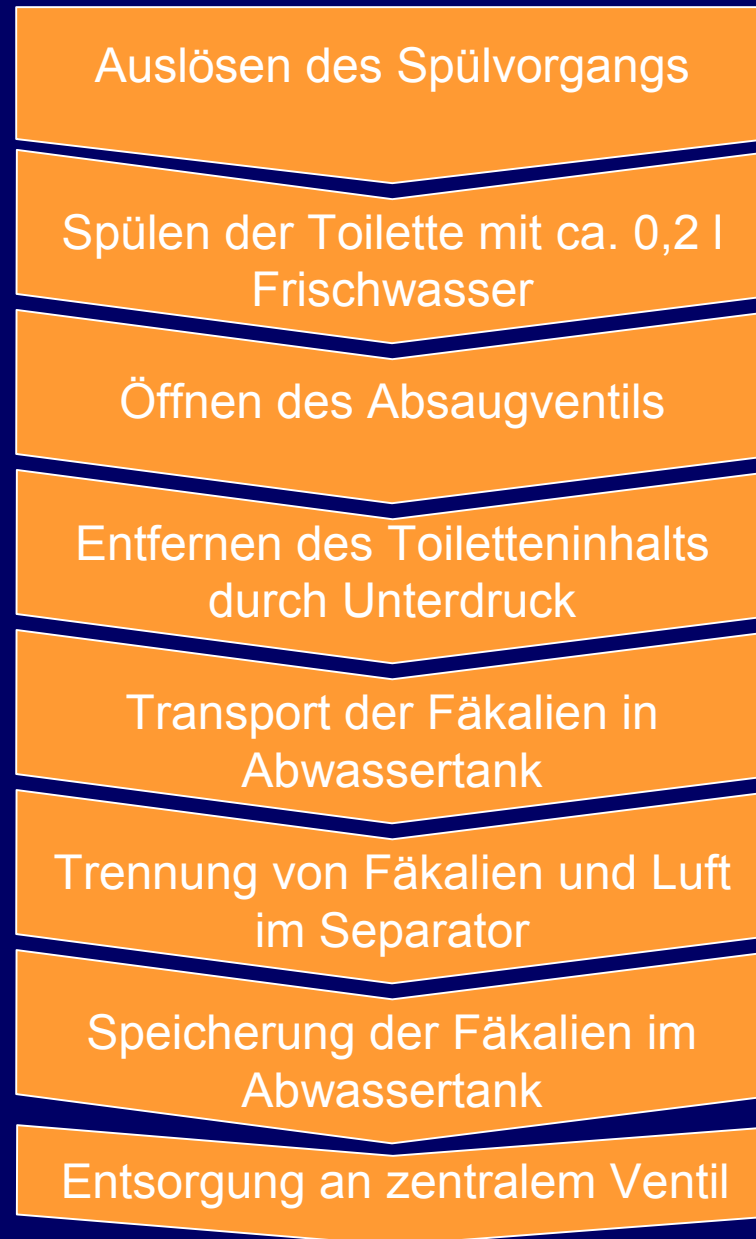


Eigenschaften:

- Nutzung des Differenzdrucks von -0,3 bar bis -0,6 bar zwischen Atmosphäre und Flugzeugkabine zum Absaugen der Fäkalien
- Bei zu geringer Flughöhe Einsatz eines Vakuumgenerators zur Druckerzeugung
- Zentrale Speicherung der Fäkalien in Abwassertanks, die sich im Flugzeugheck befinden
- Spülen der Toiletten mit Frischwasser

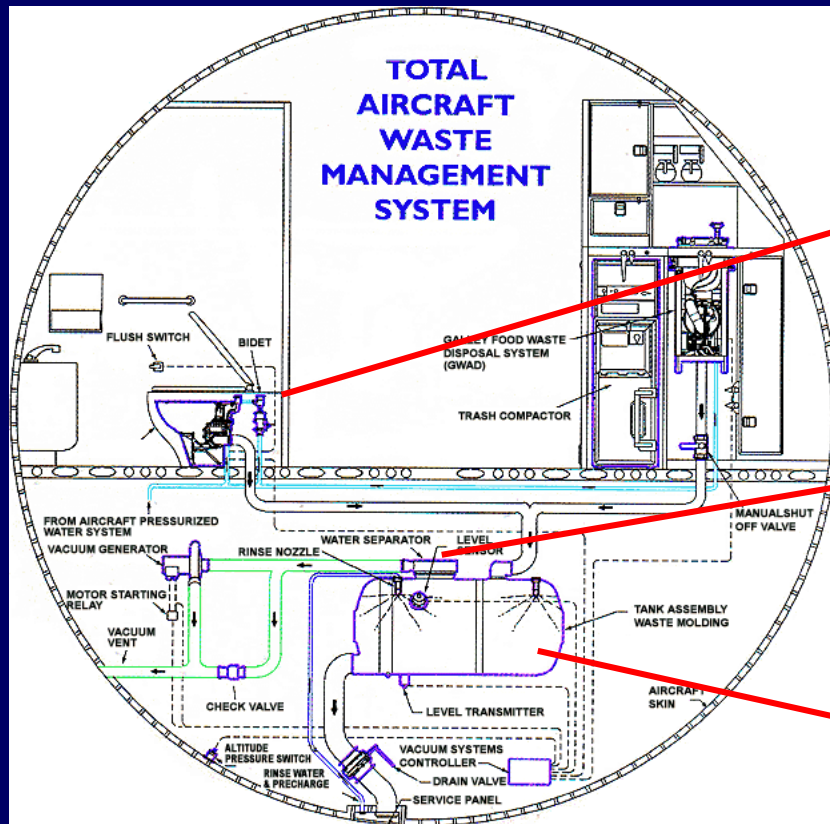


Funktionsweise:

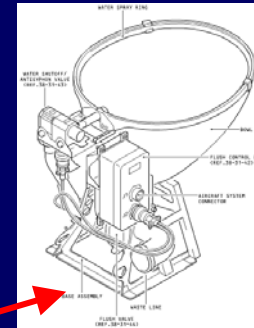




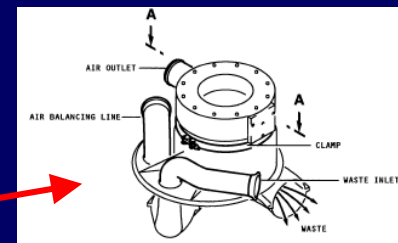
Systemaufbau (schematisch):



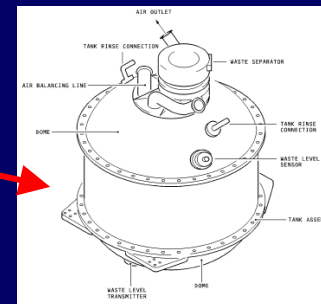
Quelle: AMM 1990 und Monogram



Toiletten-einheit



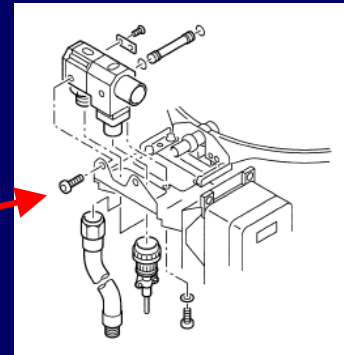
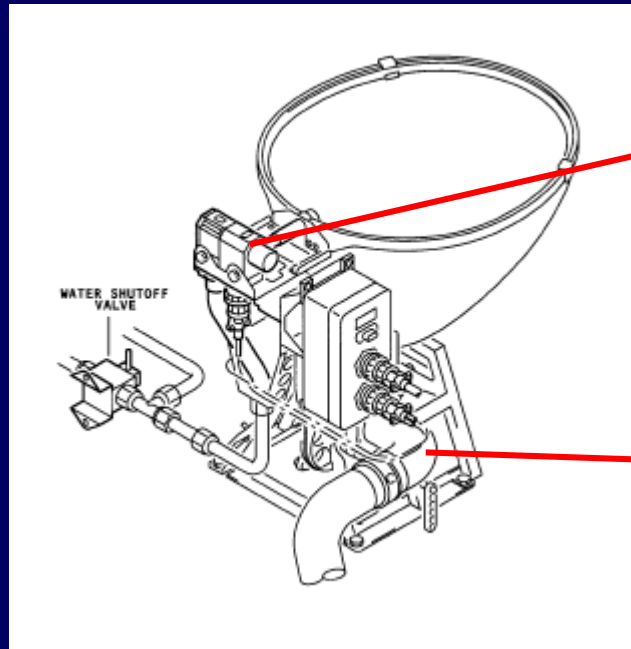
Abfall-separator



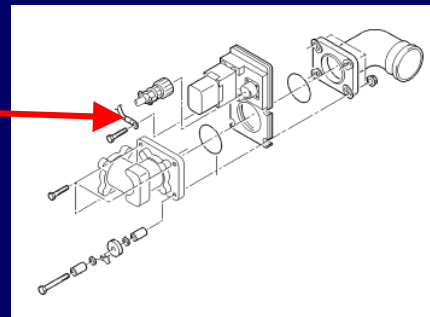
Abwassertank



Aufbau der Toiletteneinheit:



Wasserventil



Spülventil

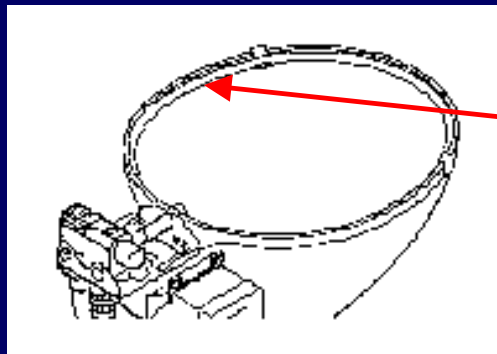
Quelle: AMM 1990



Problembereiche Vakuumsystem



Sprühring



Sprühring

Quelle: AMM 1990

- Verteilung des Spülwassers über kleine Bohrungen im Sprühring
 - ➔ Verstopfung der Bohrungen durch Kalkansatz und dadurch Ausfall der Toilette



Ventile

- Steuerung der Bewegung der Fäkalien im Vakuumsystem
➔ Ventilblockade durch Verschmutzungen mit Fäkalien

Rohrsystem

- Austrocknung der Fäkalien durch Wasserentzug beim Druckabfall
➔ Zuwachsen des Rohrsystems mit Fäkalien und Toilettenpapier bis zur Blockierung



Lautstärke

- Plötzlicher Druckabfall während des Entsorgens der Fäkalien aus der Toilette
 - ➔ Geräusch während des Absaugvorgangs mit einer Lautstärke bis zu 106 dB(A)

Druckregelung

- Unterdruckbereitstellung durch Druckdifferenz Kabine-Atmosphäre oder durch Vakuumgenerator
 - ➔ Auftretende Drücke während des Absaugens zwischen -0,3 bar (bei Betrieb des Vakuumgenerators) und -0,6 bar (bei maximaler Flughöhe), aber optimal wäre -0,4 bar



Verbesserungspotential durch:

- Weglassen des Sprührings
- Unterdrückung der Verschmutzung durch Verpackung der Fäkalien
- Dämpfung der Lautstärke durch Dämmung der Toiletteneinheit unter Voraussetzung eines geschlossenen Toilettendeckels
- Einbau eines Vakuumdruckreglers



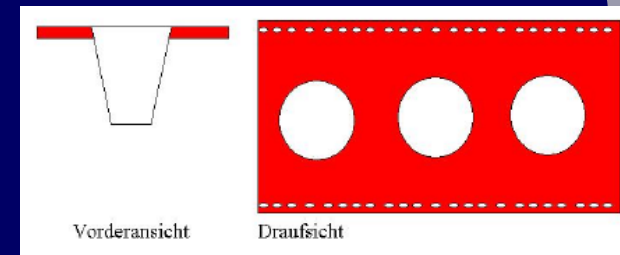
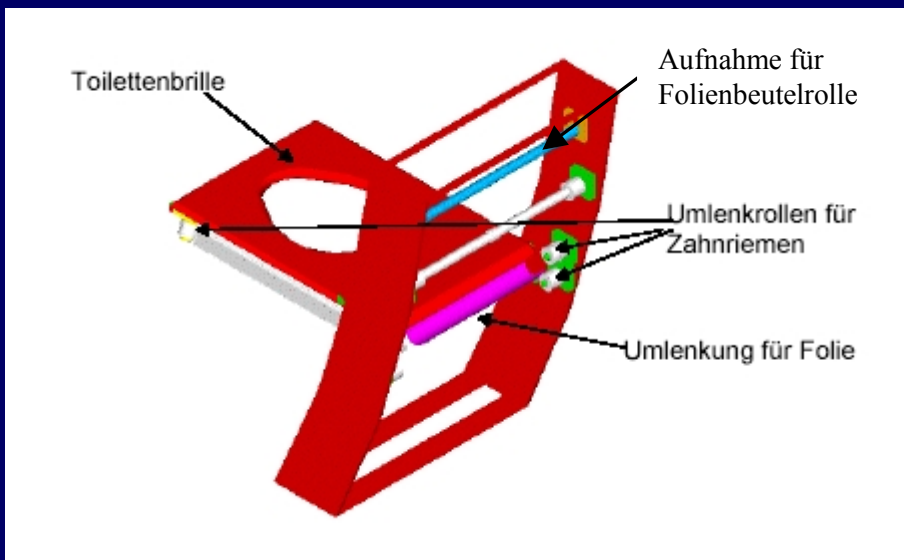
Wasserloses System



Grundlage des wasserlosen Systems

Erste Machbarkeitsstudie:

- Wegfall der Wasserspülung
- Nutzung von Tüten als Wasserersatzstoff
- Vortransport der Folien mit Noppenband



Quelle: Wilfert 2001



Vorteile einer wasserlosen Toilette:

- Gewichtsersparnis
- Erhöhung des Passagierkomforts aufgrund verbesserter Hygiene durch Abdeckung der Toilettenbrille mit wechselnden Tüten
- Reduzierung der Reinigungskosten aufgrund verbesserter Hygiene
- Umweltfreundlichkeit (kein Wasserverbrauch, biologisch abbaubare Folien)

Weitere Ziele sind:

- Verlängerung des Lebenszyklus einer Toilette
- Lärmreduzierung des Toilettensystems



Konstruktion eines wasserlosen Toilettensystems unter den folgenden Gesichtspunkten:

Gewichtersparnis

Wirtschaftlichkeit

Hygiene

unter der Voraussetzung, dass

- **Kein Eingriff in die bestehende Infrastruktur der Flughäfen**
- **Kein Eingriff in das Flugzeugsystem außerhalb des Lavatory-Moduls**

erfolgt.



Merkmale der wasserlosen Toilette:

- Wegfall der für die Wasserversorgung dienenden Bauteile
- Installation eines Folientütenmagazins
- Installation eines Tütentransportsystems
- Lotuseffekt als Reservesystem



Untersuchungen zu möglichen Problemen



1. Einsparmöglichkeiten und daraus resultierende Probleme

- Gewichtseinsparung durch Wassereinsparung und dadurch höhere Nutzlast
- ➔ Mögliche Probleme beim Enttanken des Abwassertanks durch geringeren Flüssigkeitsgehalt im Abwassertank

2. Hygienischer Aspekt

- Verbesserte Hygiene durch Abdeckung der Toilettenbrille mit Folie
- ➔ Mögliche Probleme bei Akzeptanz durch Passagiere

3. Schutz der Toilettenbeschichtung

- ➔ Möglicher Schutz der Beschichtung durch Tüten, vielleicht auch stärkere Abnutzung



4. Wegfall des Sprührings

- Keine Kalkränder im oberen Toilettenbeckenbereich
- Keine Verstopfungsgefahr der Wasserbohrungen

5. Einfluss der Tüten auf die Verschmutzung des Rohrsystems

- ➔ Möglicherweise geringere Verschmutzung der Rohre, wenn Tüten intakt bleiben
- ➔ Eventuell stärkere Verschmutzung, wenn Tüten beschädigt werden, da Flüssigkeitsgehalt des Abwassers geringer und so Austrocknungsgefahr größer

6. Geräuschentwicklung in der Toilettenkabine

- Als Nebeneffekt ist eine Geräuschverminderung anzustreben



7. Geräusentwicklung im Rohrsystem

- Stärkere Geräusentwicklung durch kompaktere Form der Fäkalien (da in Tüten)

8. Absaugventil- und Rohrleitungsblockierung durch Folientüten

- Mögliche Gefahr durch Blockade des Absaugventils und der Rohre durch hängen bleibende Tüten

9. Verstopfung des Ablassventils

- Mögliche Verstopfung des Ablassventils durch geringeren Flüssigkeitsgehalt des Abwassers

10. Entsorgung des Schwarzwassers am Flughafen

- Mögliche Probleme bei Entsorgung des Abwassers am Flughafen durch Verbot des Einleitens von Feststoffen (Tüten) in die Kanalisation



11. Füllstandsanzeigerblockade

- ➔ Mögliche Blockade der Füllstandsanzeiger in den Abwassertanks durch hängen bleibende Tüten

12. Stärkere Belastung des Rohrsystems

- Stärkere Belastung des Rohrsystems vor allem in Biegungen und an Halterungen durch kompaktere Beschaffenheit (und dadurch höhere kinetische Energie) der Fäkalienpakete

13. Verhalten der Tüten im Abfallseparator

- ➔ Möglicherweise Probleme im Abfallseparator durch unerwartetes Verhalten der Tüten (z.B. hängen bleiben)

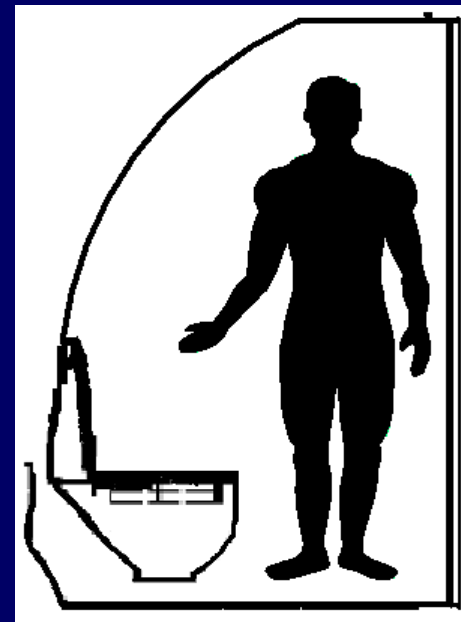
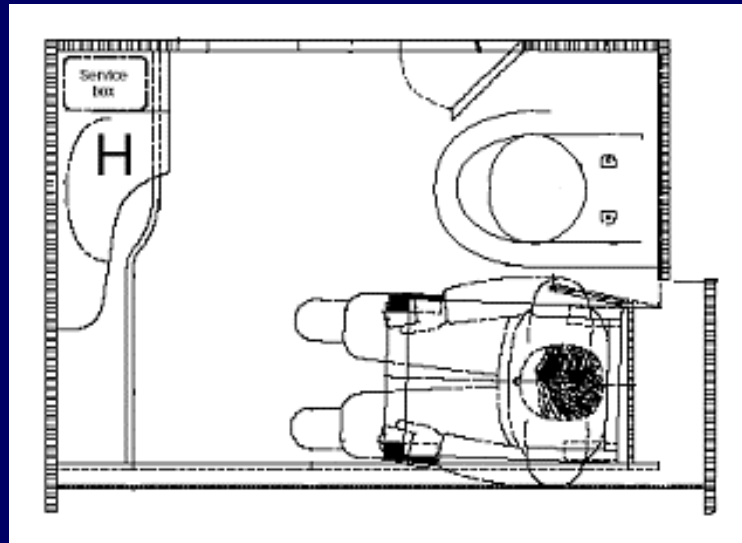


Konstruktive Ansätze



Bauräume

- Keine seitlichen Bauräume vorhanden, da Toilette behindertengerecht sein muss!
- Vorrücken der Toilette zur Platzgewinnung dahinter nicht möglich, da freies Stehen sonst nicht mehr gewährleistet!





Konstruktionsfindung (Vorüberlegungen)

Randbedingungen für einen günstigen Einbauort für das Tütenmagazin und die Fördereinrichtung:

- Geschützt vor Flüssigkeiten
- Einfach wechselbar
- Keine Beeinträchtigung des Passagierkomfort

➔ Einbau des Tütenmagazins hinter dem Toilettendeckel

➔ Einbau der Fördereinrichtung in den Toilettendeckel



Einteilung der Funktionsschritte

Tütenmagazin

Tüte bevorraten



Fördermechanismus

Tüte greifen



Tüte transportieren (Antrieb)



Tüte an Toilettenbrille übergeben



Tüte positionieren



Trennung der Tüten



Funktionsmatrix

	I	II	III	IV
Tüte greifen	Stifte	Greifer	Haken	Vakuum
Tüte vortransportieren	Förderband umlaufend	Zylinder	Feder	Mechanik (Gestänge)
Antrieb	Vakuum	E-Motor	Federkraft	Handkraft
Tüte an T.-Brille übergeben	Vakuum	Greifer	statische Aufladung	Klemmvorrichtung
Trennung	Guillotine	Messer	mechanisch zerreißen	



Funktionsbaum (Beispiel)

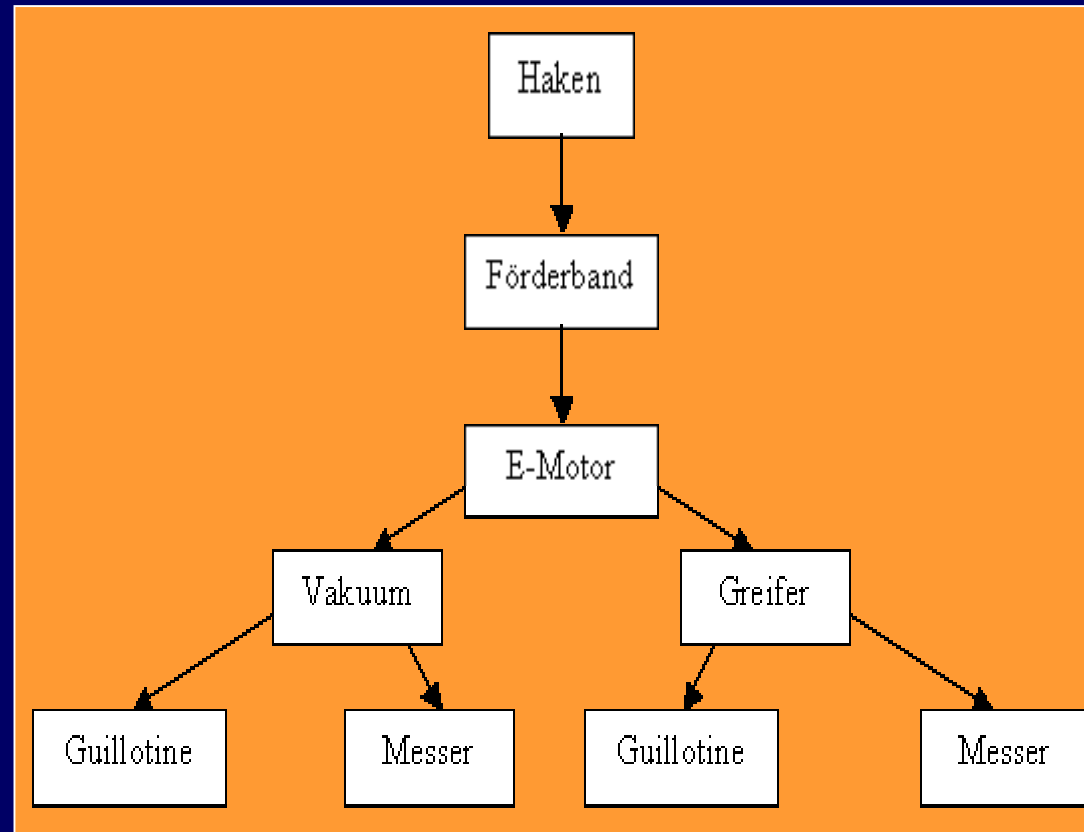
Tüte greifen

Tüte transportieren

Antrieb

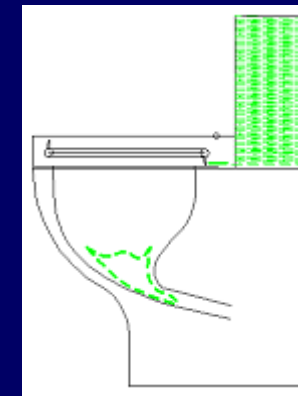
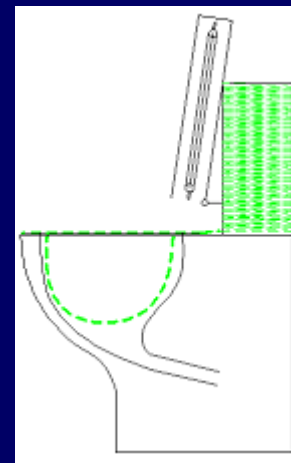
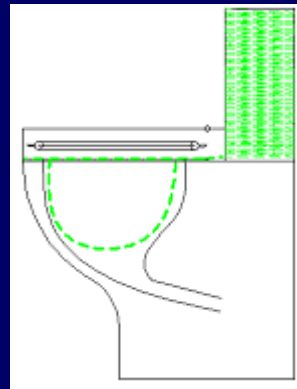
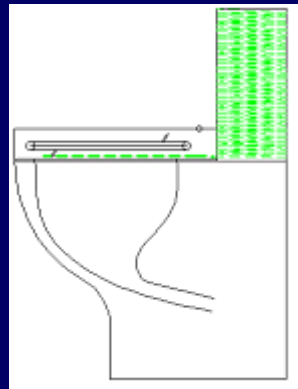
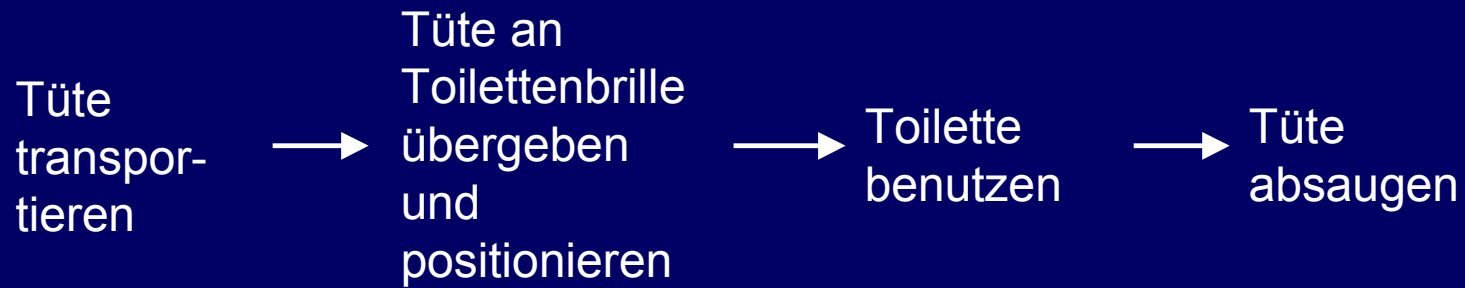
Tüte an T.-Brille übergeben

Trennung





Skizze





This document and all information contained herein is the sole property of EADS DEUTSCHLAND GmbH. No intellectual property rights are granted by the delivery of this document or the disclosure of its content. This document shall not be reproduced or disclosed to a third party without the express written consent of EADS DEUTSCHLAND GmbH. This document and its content shall not be used for any purpose other than that for which it is supplied.

The statements made herein do not constitute an offer. They are based on the mentioned assumptions and are expressed in good faith. Where the supporting grounds for these statements are not shown, EADS DEUTSCHLAND GmbH will be pleased to explain the basis thereof.