

W. A. ...  
21051

- Universität Karlsruhe (TH) -  
Institut für Wasser und Gewässerentwicklung  
Bereich Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütwirtschaft

~~INSTITUT SWW~~

Wasserversorgung, Abwassertechnik  
Abfalltechnik und Abfallreinigung  
Technische Universität Darmstadt  
Peterstr. 10, D-64287 Darmstadt

10 ISWW 122

TEL. 0 61 51/16 39 50 + 16 27 48  
FAX 0 61 51/16 37 58 Jörg Kegebein

Die Verwendung von Küchenabfallzerkleinerern (KAZ)  
aus abwasser- und abfallwirtschaftlicher Sicht

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil A – Einführung</b>	<b>1</b>
<i>Historischer Hintergrund</i> .....	2
<i>Funktion und Benutzung des Gerätes</i> .....	8
<i>Benutzerakzeptanz des Gerätes</i> .....	10
<i>Konzeption des Systems</i> .....	11
<i>Fragestellungen dieser Arbeit</i> .....	12
<i>Vorgehensweise / Struktur dieser Arbeit</i> .....	13
<b>Teil B – Aufkommen und Verbleib des Küchenabfalls</b>	<b>15</b>
<i>Entstehung</i> .....	15
<i>Differenzierung des Küchenabfalls nach Entstehungsursache</i> .....	15
Zubereitungsreste / Speisereste / Technische Reste / Sonstige Reste	
<i>Gesamtmenge des Küchenabfalls</i> .....	17
<i>Zeitliche Variation der Küchenabfallmenge</i> .....	19
Jahresgang / Langfristige Tendenzen	
<i>Entsorgungsmöglichkeiten für Küchenabfälle</i> .....	22
Biotonne / Restmülltonne / Eigenkompostierung / Verfütterung an Haustiere / Küchenspüle / Spültoilette / Küchenspüle mit KAZ	
<b>Teil C – Zerkleinerung von Küchenabfällen</b>	<b>27</b>
<i>Ressourcenverbrauch</i> .....	27
Abfallcharakteristik / Nutzungsfrequenz	
<i>Frachten</i> .....	29
Messungen in Testgebieten / Kläranlagendaten / Abfallanalyse und Hochrechnung / Ernährungsdatenanalyse / Ergebnis- und Methodenvergleich	
<i>Phasenverteilung nach Zerkleinerung</i> .....	34
Solubisierung	
<i>Partikelgrößenverteilung</i> .....	36
Trockenanalytische Sieblinie / Nassanalytische Sieblinie	
<i>Sinkgeschwindigkeit</i> .....	39
Berechnung nach Stokes / Visuelle Beobachtung der Trenngrenze / Sinkgeschwindigkeitsmessung diskreter Partikel / Bestimmung in einer Absetzsäule	
<b>Teil D – Nutzung des Kanalsystems</b>	<b>45</b>
<i>Einleitung</i> .....	45
<i>Literaturrecherche zum Transport der Küchenabfallpartikel</i> .....	46
<i>Kanalfettbildung</i> .....	48

<b>Auswirkungen von KAZ auf die Population der Kanalratten.....</b>	<b>50</b>
Erfahrung / Nahrungsverfügbarkeit / Neophobie / Nahrungsalternativen / Schlussfolgerung	
<b>Hydraulische Aspekte des Feststofftransports.....</b>	<b>54</b>
Eignung der Hausabflussinstallation	
<b>Konzentrationsprofile und Transportformen beim stationären Abfluss.....</b>	<b>55</b>
<b>Untersuchungen zum Geschiebetransport .....</b>	<b>58</b>
Versuchsdurchführung / Ergebnisse / Auswertung der Ergebnisse / Fraktionierungskriterium / Simulation des hydraulischen Profils / Ableitung eines Transportmodells	
<b>Folgerungen für die Praxis.....</b>	<b>66</b>
Erforderliche Mindestfließgeschwindigkeit / Erforderlicher Abfluss	
<b>KAZ im Mischsystem.....</b>	<b>69</b>
<b>Teil E – Co-Verwertung zerkleinerter Küchenabfälle</b>	<b>71</b>
<b>Einleitung.....</b>	<b>71</b>
<b>Verfahrenstechnische Beziehungen.....</b>	<b>73</b>
<b>Grundlagen und Annahmen der Modellrechnungen.....</b>	<b>74</b>
(1) Basisfrachten und (2) Zusatzfrachten	
(3) Rechengut	
(4) Sandfanggut	
(5) Bestimmung der Absatzfunktion für originäre Abwasserpartikel	
(6) Bestimmung der Absatzfunktion für Küchenabfallpartikel	
(7) Absatzleistung der Abwasser-/Küchenabfallmischung im Vorklärbecken	
(8) Überschussschlammproduktion (spezifisch/gesamt)	
(9) Einfluss der Überschussschlammproduktion auf das Schlammalter	
(10) Abbaugrad im Fermenter / Klärschlammanfall	
(11) Energieertrag durch Verstromung	
<b>Ergebnisse der Modellbetrachtungen.....</b>	<b>82</b>
Rechengut / Sandfanggut	
<b>Verfahrenstechnische Auswirkungen bei unveränderter Vorklärleistung.....</b>	<b>84</b>
Belastung der biologischen Stufe / Schlammalter und Überschussschlamm / Schlammanfall und Energieertrag	
<b>Verfahrenstechnische Auswirkungen bei veränderter Vorklärleistung.....</b>	<b>88</b>
Belastung der biologischen Stufe / Schlammalter und Überschussschlamm / Schlammanfall und Energieertrag	
<b>Weitere Aspekte der KAZ-Nutzung.....</b>	<b>91</b>
Energieverbrauch / Absetzbarkeit des Belebtschlammes im Nachklärbecken / Reinigungsleistung	
<b>Teil F – Kostenvergleichsrechnung</b>	<b>95</b>
<b>Einleitung.....</b>	<b>95</b>
<b>Vorgehensweise.....</b>	<b>95</b>
<b>Sammelkosten.....</b>	<b>96</b>
Biotonne / KAZ	
<b>Transportkosten.....</b>	<b>97</b>
<b>Transport auf der Straße.....</b>	<b>97</b>
Zeitkosten der Transportfahrzeuge / Sammelgeschwindigkeit der Transportfahrzeuge / Kostenfaktor des Bioabfalltransports	

<b>Transport im Kanalsystem</b> .....	<b>99</b>
<b>Behandlungskosten</b> .....	<b>100</b>
Bioabfallkompostierung / Bioabfall-Monovergärung / Bioabfall-Co-Vergärung	
<b>Indirekte Co-Vergärung (KAZ-Nutzung)</b> .....	<b>102</b>
<u>Investitionen</u>	
Rechen- bzw. Siebgutaufbereitung / Sandgutwäscher / Veränderung der Abtrennleistung im Vorklärbecken / Anpassung der Faulraumkapazität / Anpassung der maschinentechnischen Komponenten	
<u>Berücksichtigte Kostenfaktoren</u>	
Kosteneinsparung durch Substitution einer externen C-Quelle / Rechengut / Sandgut / Faulschlammstückerzeugung / Energiekosten / Weitere Erlöse / Zusammenfassung der Behandlungskosten der indirekten Co-Vergärung	
<b>Gegenüberstellung der Kosten</b> .....	<b>109</b>
<b>Kurzfristige Einsparpotenziale</b> .....	<b>110</b>
Sammlung / Transport / Behandlung / Zusammenführung der öffentlichen Mehr- und Minderkosten	
<b>Schlussbemerkung</b> .....	<b>112</b>

## **Teil G – Öko- und Energiebilanz** **113**

<b>Einleitung</b> .....	<b>113</b>
<b>Systemgrenzen</b> .....	<b>113</b>
<b>Funktionelle Einheit</b> .....	<b>114</b>
<b>Referenzobjekte zur Ermittlung der Massen</b> .....	<b>114</b>
KAZ-Fabrik / Kanalsystem / Kläranlage / Sammlung in der Tonne / Transport mit Fahrzeugen / Kompostierung / Co-Vergärung	
<b>Energie- und Emissionskennwerte</b> .....	<b>116</b>
<b>System KAZ</b> .....	<b>119</b>
KAZ-Herstellung / Herstellung des Kanalsystems / Herstellung einer Kläranlage / Energiebedarf zum Betrieb der Kläranlage / Zusammenfassung der Energiebilanz der KAZ-Nutzung	
<b>System Biotonne/Kompostierung</b> .....	<b>125</b>
Sammlung und Transport / Kompostierungsanlage / Direkte Emissionen des Kompostierungsprozesses / Zusammenfassung des Systems Biotonne/Kompostierung	
<b>System Biotonne/Co-Vergärung</b> .....	<b>129</b>
<b>Verfahrensvergleich</b> .....	<b>130</b>

## **Teil H – Diskussion** **133**

<b>Einleitende Diskussion der rechtlichen Situation in Deutschland</b> .....	<b>133</b>
<b>Funktionalität</b> .....	<b>135</b>
<b>Wirtschaftlichkeit</b> .....	<b>138</b>
<b>Umweltwirkungen</b> .....	<b>139</b>
<b>Ausleitende Diskussion der rechtlichen Situation in Deutschland</b> .....	<b>140</b>
<b>Schlussbemerkung</b> .....	<b>142</b>

## **Literaturverzeichnis** **145**