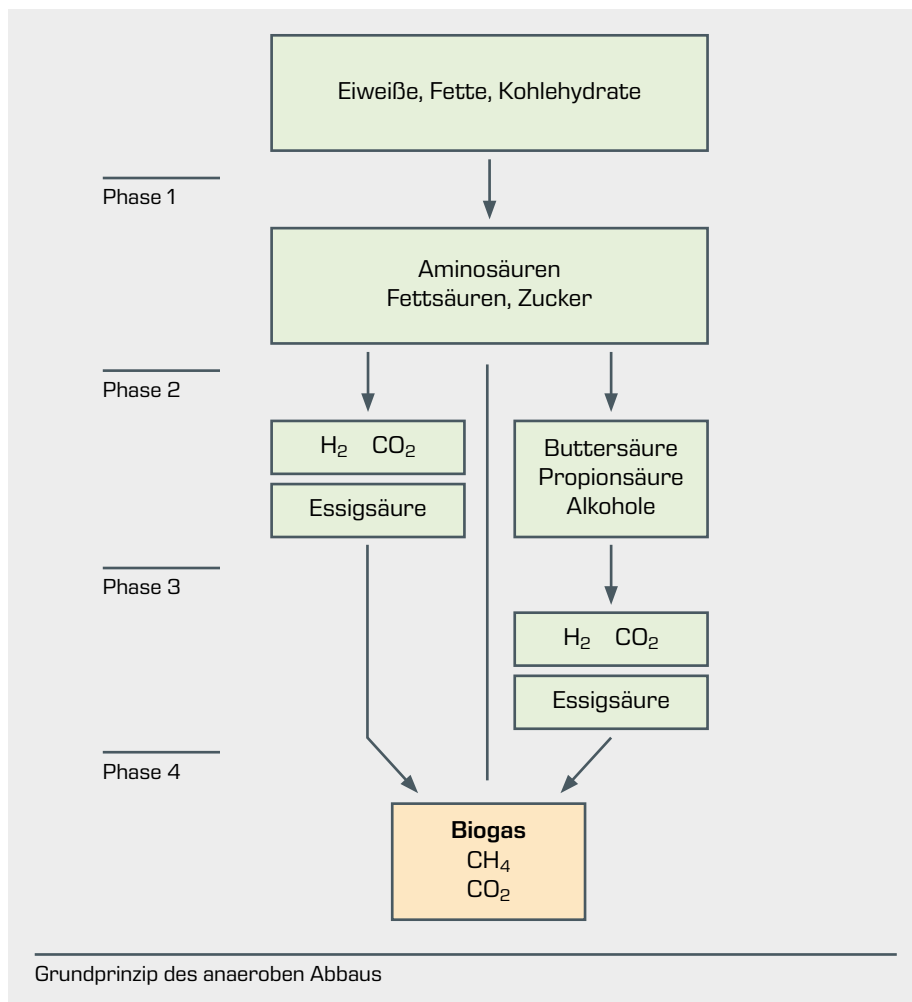


## Basiswissen

# Anaerobe Verfahren

Im Gegensatz zu den aeroben Verfahren erfolgt der anaerobe Abbau organischer Stoffe in Abwesenheit von Sauerstoff. Die anaeroben Mikroorganismen verwenden die organischen Stoffe als Nahrungsquelle und bauen diese dadurch ab. Als Produkt entsteht Biogas, das überwiegend aus Methan (60%) und Kohlendioxid (35%) besteht. Biogas lässt sich energetisch verwerten. Die komplexen Vorgänge des anaeroben Abbaus können vereinfacht in vier Phasen unterteilt werden (Abbildung). Die Stoffumwandlung erfolgt in jeder Phase durch unterschiedliche Mikroorganismen.

Anaerobe Verfahren eignen sich für Abwasser mit sehr hohen Konzentrationen an organischen Stoffen, wie sie z.B. in der Lebensmittel- und Papierindustrie anfallen. Oftmals werden sie auch einem aeroben Verfahren (z.B. Belebtschlammverfahren) vorgeschaltet.



### ■ Phase 1: Hydrolyse

Langkettige, oft ungelöste Stoffe wie Eiweiße, Fette und Kohlenhydrate werden in gelöste Bruchstücke wie Aminosäuren, Fettsäuren und Zucker umgewandelt.

### ■ Phase 2: Versäuerung

Säurebildende Mikroorganismen wandeln die hydrolysierten Stoffe in kurzkettige organische Säuren (z.B. Buttersäure, Propionsäure und Essigsäure) um. In geringen Mengen entsteht auch Wasserstoff und Kohlendioxid.

### ■ Phase 3: Essigsäure-Bildung

Methanbakterien können Methan (CH<sub>4</sub>) aus Essigsäure oder aus Wasserstoff und Kohlendioxid produzieren. Daher müssen die zuvor gebildeten Säuren und Alkohole zunächst in Essigsäure umgewandelt werden.

### ■ Phase 4: Methanbildung

Die Methanbakterien produzieren aus Wasserstoff, Kohlendioxid und Essigsäure Methan.

Die Mikroorganismen der einzelnen Phasen haben unterschiedliche Anforderungen an die Umgebungsbedingungen. Dies betrifft vor allem den pH-Wert und die Temperatur. Entsprechend fasst man die ersten beiden und die letzten beiden Phasen jeweils zu einer Stufe zusammen (Tabelle).

Idealerweise sollte der Prozess also stufenweise in zwei getrennten Reaktoren stattfinden. Grundsätzlich können alle vier Phasen auch einstufig in einem Reaktor ablaufen. Für die Umgebungsbedingungen muss dann aber ein Kompromiss gefunden werden, was eine geringere Abbauleistung zur Folge hat. Die Mikroorganismen der ersten beiden Phasen können sowohl mit als auch ohne Sauerstoff Stoffwechsel betreiben. Die Mikroorganismen der dritten und vierten Phase sind hingegen strikt anaerob und reagieren sehr empfindlich auf Sauerstoff und schwankende pH-Werte.

Parameter	Stufe 1 Phase 1 + 2	Stufe 2 Phase 3 + 4
pH-Wert	5,2 ... 6,3	6,7 ... 7,5
Temperatur	25 ... 35 °C	35 ... 60 °C