

## **Biodiesel – Herstellung mit einer oder mehrerer BK-12000 Anlagen**

Die BioKing Anlage BK-12000 verarbeitet 1.000 Liter Pflanzenöl in circa 2 Stunden.  
Im 24-Stunden Betrieb können damit 12.000 Liter Biodiesel pro Tag produziert werden.

### **Material-Einsatz:**

1.000 Liter Pflanzenöl (Rapsöl, Sojaöl, Palmöl, Frittenfett, usw.)  
220 Liter Methanol  
3,5 – 5 kg NaOH (genaue Menge wird durch die Titration bestimmt)  
200 Liter Wasser (für das Waschen des Biodiesels)

### **Material-Austrag:**

1.000 Liter Biodiesel  
225 Liter Rohglycerin  
200 Liter Abwasser

## **Die zeitliche Abfolge eines Prozesses erfolgt in den folgenden Schritten:**

Es werden 2 verschiedene Zeit-Kalkulationen angegeben.

Prozess: Die Arbeitszeit jedes einzelnen Vorgangs  
Zeit: Zeitbedarf bei optimierter Arbeit  
(während des Füllens, Heizens oder Mischens  
im großen Reaktor, kann bereits im kleinen  
Behälter das Methoxid gemischt werden)

		<b>Prozess</b>	<b>Zeit</b>
1.	Füllen des Reaktors mit Pflanzenöl (+/- 15 min) (Abhängig von der Viskosität des Öls)	15 min	15 min
2.	Das Pflanzenöl im Reaktor wird auf 35 <sup>o</sup> C erwärmt. Die Heizung kann nach ca. 5 min eingeschaltet werden, da dann die Heizstäbe bereits völlig im Öl liegen. (Die Heizstäbe befinden sich im unteren Viertel) Ein Vorheiztank liefert bereits warmes Öl	45 min	35 min 0 min
3.	200 Liter Methanol in den kleinen Reaktortank füllen (kann schon während der Ölfüllung/Heizung erfolgen)	5 min	0 min
4.	3,5 bis 5 kg NaOH Katalysator in den kleinen Tank geben (genaue Menge wird vorher durch die Titration bestimmt) (kann schon während der Ölfüllung/Heizung erfolgen)	1 min	0 min
5.	Der Katalysator wird mit dem Methanol vermischt Die Methanol - NaOH - Mischung heißt Methoxid (kann schon während der Ölfüllung/Heizung erfolgen)	25 min	0 min

6.	Das Pflanzenöl hat die Temperatur von 35° C erreicht Das Methoxid (Methanol + NaOH Katalysator) wird in den großen Reaktor gepumpt	5 min	5 min
7.	Die Mischung im großen Reaktor wird intensiv gerührt	45 min	45 min
8.	Die Mischung wird in den Sedimentationstank gepumpt	15 min	15 min
<b>Benötigte Zeit für die Bearbeitung eines Prozessdurchgangs</b>			<b>115 min</b>

Anschließend erfolgt die Nachbehandlung der Biodiesel-Mischung:

9.	Der Biodiesel trennt sich vom Glycerin durch die Sedimentation im Sedimentationstank	18 Stunden
10.	Das Rohglyzerin wird abgelassen	15 min
11.	Der Biodiesel wird gewaschen	2 Stunden
12.	Das Abwasser wird abgelassen	15 min
13.	Der fertige Biodiesel wird durch ein 5 my - Filter in die Lagertanks gepumpt	15 min

### **Prozess-Beschreibung für die Produktion von 4.000 Liter Biodiesel pro Jahr**

Zuerst wird der große Behälter mit Pflanzenöl gefüllt. Die Förderleistung der Pumpe beträgt 80 Liter/Minute. 1000 Liter Pflanzenöl können je nach Viskosität in circa 15 Minuten gefördert werden. Die Heizung kann bereits eingeschaltet werden, sobald die Heizstäbe komplett im Pflanzenöl liegen. Die Heizstäbe befinden sich im unteren Teil des Reaktors. Nach circa 5 Minuten Füllzeit kann bereits die Heizung eingeschaltet werden. Nach circa 45 Minuten sind die 1.000 Liter Pflanzenöl im großen Reaktor auf eine Temperatur von 35° C aufgeheizt.

Bereits während der Füllung mit 1.000 Liter Pflanzenöl kann das Methanol in den kleinen Behälter gepumpt werden. Das Füllen mit Methanol dauert nur 5 Minuten. Die abgewogene Menge von NaOH-Katalysator wird in den kleinen Reaktor gegeben und 25 Minuten gemischt. Dabei entsteht Reaktionswärme und das Methoxid erwärmt sich auf circa 45° C. Eine Heizung für das Methoxid ist daher nicht erforderlich.

Sobald das Pflanzenöl die Temperatur von 35° C erreicht hat kann das Methoxid in den großen Reaktor gepumpt werden. Bis zu diesem Punkt benötigt der Prozess circa 50 Minuten. Das Umfüllen des Methoxids von dem kleinen in den großen Behälter dauert 5 Minuten. Die Mischung aus erwärmten Pflanzenöl, Methanol und Katalysator wird 45 Minuten intensiv gerührt. In diesem Mischvorgang bildet sich der Biodiesel. Die fertige Mischung wird dann in den Sedimentationstank gepumpt. Das Abpumpen dauert 15 Minuten.

Der gesamte Durchgang dauert 115 Minuten ( $5 + 45 + 5 + 45 + 15 = 115$  min), das entspricht circa 2 Stunden. Jetzt kann der Reaktor erneut mit Pflanzenöl gefüllt werden.

Mit dem BK-12000 Reaktor können 1.000 Liter Biodiesel in 2 Stunden produziert werden. In 24 Stunden  $1.000 \times 12 = 12.000$  Liter pro Tag. Gehen wir in einem Jahr von 330 Tagen aus, so beträgt die Jahresproduktion 3.960 Tonnen, also ungefähr 4.000 Tonnen.

## **Erhöhung der Produktionskapazität mit zusätzlicher Vorheizung**

Das Erwärmen des Pflanzenöls auf 35° C benötigt 35 - 45 Minuten. Das entspricht circa einem Drittel der gesamten Prozesszeit. Mit einem zusätzlichen Vorheiztank kann diese Zeit eingespart werden. Dann werden  $115 - 35 = 80$  Minuten für einen Durchlauf benötigt. Jetzt werden  $18 \times 1.000$  Liter pro Tag produziert. Das entspricht einer Monatsproduktion von  $(330 / 12 * 18.000 = 495$  Tonnen), also circa 500 Tonnen pro Monat oder 6.000 Tonnen pro Jahr.

Für die Erwärmung des Pflanzenöls kann ein 1.400 Liter Vorheiztank aus Edelstahl mit 4 Heizstäben je 6 kW und digitaler Thermostatisierung verwendet werden. Dieser kostet 3.200 € zuzügl. Mwst.

Die elektrische Energie für die Heizung ist recht teuer. Bei einer größeren Produktionskapazität spart ein Glycerin/Biodiesel-Brenner (Mischung aus 20 / 80 % Glycerin / Biodiesel) circa 75 % der Stromkosten. Dieser Glycerin/Biodiesel-Brenner verkürzt die Aufwärmzeit auf circa eine halbe Stunde und kostet 15.000 € zuzügl. Mwst.

## **Erweiterung der Produktionskapazität**

Mit jeder BK-12000 Anlage können 4.000 bis 6.000 Tonnen Biodiesel pro Jahr erzeugt werden. Werden mehrere dieser Anlagen miteinander verbunden, können mit 4 – 6 Anlagen (4 Anlagen mit zusätzlicher Vorheizung, 6 Anlagen ohne Vorheizung) eine Jahresproduktion von 24.000 Tonnen Biodiesel erreicht werden (330 Tage pro Jahr und 24 Stunden pro Tag). Für die Bedienung von 4 bis 5 Anlagen wird eine Person benötigt.

Der Aufbau einer größeren Produktionsanlage aus mehreren BK-12000 Systemen bietet folgende Vorteile:

- Die Modulbauweise ermöglicht wesentlich geringere Anlagenpreise
- Beliebig Ausbaufähig und Erweiterbar
- Bei Ausfall eines Moduls steht nicht die gesamte Anlage

## **Investitionskosten**

Jede BK-12000 Anlage kostet je nach Ausstattung 10.000 bzw. 15.000 € zuzügl. Mwst. Für die Produktion von 4.000 Tonnen pro Jahr werden 12 Sedimentationstanks mit einer Kapazität von 1.400 Liter benötigt. Bei einer Jahresproduktion von 24.000 Tonnen werden 72 Sedimentationstanks je 1.400 Liter benötigt. Die Trennung Biodiesel/Glycerin kann auch mit einer Sedimentationszentrifuge durchgeführt werden. Eine Zentrifuge kostet 48.000 € zuzügl. Mwst.

Für die Produktion von 20.000 bis 24.000 Tonnen Biodiesel pro Jahr wird keine Million Euro Investitionskapital benötigt. Die BioKing-Kalkulation ohne Tanks für den Start der Biodiesel-Produktion (alle Preise zuzüglich Mehrwertsteuer):

### **Kalkulation 20.000 Tonnen/Jahr manuelle Ausführung (ohne Tanks)**

<b>Zahl</b>	<b>Modell</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Preis</b>
-------------	---------------	---------------------	--------------

5 x	BK-12000-CC	Model: Compact	49.995
1 x	BK-4000	Sedimentationszentrifuge	48.000
	Personal	1 Person (24-Stunden-Betrieb) 1 Person (Tagesschicht)	

#### **Kalkulation 24.000 Tonnen/Jahr automatisierte Ausführung (ohne Tanks)**

4 x	BK-12000-CC	Model: Advanced	59.996
1 x	BK-HEX	Wärmetauscher 16.000 kW	14.500
1 x	BK-4000	Sedimentationszentrifuge	48.000
1 x	Automation	Prozess-Steuerung	36.500
	Personal	1 - 2 Personen (Tagesschicht)	

#### **Zubehör und Erweiterungen**

Bei der Produktion von Biodiesel wird Methanol für die Umesterung benötigt. Weiterhin entsteht Glycerin und Abwasser. Diese Stoffe können, gereinigt und aufbereitet werden.

#### **Methanol und Glycerin – Aufbereitung mit BK-55**

Für einen guten Prozessablauf wird grundsätzlich mit einem Methanol-Überschuß gearbeitet. In großen Biodiesel-Fabriken wird bis zu 35 % Methanol hinzu gegeben. Chemisch werden jedoch nur circa 10 % Methanol benötigt. Je mehr Methanol vorhanden ist, desto einfacher erfolgt die Umesterung. Im BioKing-Verfahren erfolgt über 45 Minuten eine sehr starke Vermischung durch intensives Rühren in einem besonders dafür gebauten Reaktor. BioKing geht mit einem Anteil von 22 % Methanol damit einen guten Kompromiss ein. Zuviel Methanol erhöht nicht nur die Produktionskosten sondern auch die Kosten der Aufbereitung.

Das anfallende Rohglycerin hat eine Reinheit von circa 85 % und einen sehr niedrigen Verkaufswert. Mit gereinigtem Glycerin ist ein viel besserer Vermarktungspreis erzielbar.

Die Methanol/Glycerin-Aufbereitung erfolgt über Verdampfung und Kondensation in einer Destillationskolonne. Gängige Marktpreise für diese Systeme bewegen sich im Rahmen von 300.000 bis 400.000 Euro. Die BioKing BK-55 Aufbereitungsanlage verarbeitet 1000 Liter Rohglycerin in 24 Stunden und kostet lediglich 98.000 Euro zuzügl. MwSt.

#### **Wasseraufbereitung**

Beim Waschen von 1000 Liter Biodiesels werden 200 Liter Wasser benötigt. BioKing entwickelt einen Wasseraufbereitungs-Kreislauf, in dem das gereinigte Wasser immer wieder verwendet werden kann. Hierzu werden in Kürze weitere Informationen veröffentlicht.