



## LAMBDA MINIFOR Laborfermenter und Bioreaktor

Der MINIFOR ist ein Laborfermenter und Tisch-Bioreaktor, der für Arbeitsvolumen von **35ml bis über 6 Liter** konzipiert wurde. **Alle wichtigen Parameter der Kultur können gemessen und geregelt werden.** Die Bedienung ist **logisch und einfach aufgebaut.**

MINIFOR nimmt nur eine **minimale Tischfläche** in Anspruch (etwa ein A4 Blatt). Beliebig viele Geräte können nebeneinander gestellt und so mit minimalem Bedienungsaufwand **mehrere Versuche parallel** durchgeführt werden. Das ist besonders vorteilhaft für Ihre Optimierung der Wachstumsparameter (pH, pO<sub>2</sub>, Temperatur), Medienoptimierung (C- und N-Quelle, Spurenelemente, Aminosäuren usw.) Ihrer Biotransformationen und Bioreaktionen, aber auch für reguläres Screening.

Jeder Reaktor wird durch einen Mikroprozessor kontrolliert und kann individuell über die Tastatur an der Frontplatte kontrolliert werden. Die **Soll- und Ist-Werte aller Parameter sind gleichzeitig auf der Anzeige sichtbar** (kein Umblättern oder Scrolling). Sie können den MINIFOR aber auch über Ihren PC bedienen. Mit der Fermentationssoftware FNet oder SIAM können ein einzelner MINIFOR oder mehrere Reaktoren von einem PC gesteuert und sämtliche **Daten auf Ihrem PC gespeichert, bearbeitet und übersichtlich dargestellt** werden.



Um den Preis des MINIFOR tief zu halten, wurden **mehrere Innovationen eingeführt:**

- Die Kulturgefäße (0.3, 0.4, 1, 3 und 7L) sind mit **Glasschraubverbindungen mit Silikon Multipunkt-Dichtungen** versehen. Sie garantieren die Sterilität und lassen sich sehr einfach montieren. Der Fermenter MINIFOR ist dadurch **in Rekordzeit einsatzbereit.**
- Anstelle des üblichen Propellerrührers (mit der kontaminationsanfälligen mechanischen Kupplung) oder eines Magnetrührers wurde beim MINIFOR ein **Vibromischer** eingesetzt. Seine Bewegung verursacht ein intensives Durchmischen und die optimale Begasung des Mediums (kein Luftstau) bei zugleich niedrigen Scherkräften. Die **biomimetischen elastischen Fischeschwanz-rührplatten** garantieren eine **maximale Mischeffizienz** und völlig **ohne Schnittkanten.**
- Zur Erwärmung und Temperaturkontrolle dient ein **Infrarot-Strahler** mit Goldschicht-Reflektor, der unter dem Glasgefäß installiert ist. Die **Wärmestrahlung wird durch das Medium sanft und regelmässig absorbiert.** Damit wird die lokale Überhitzung der Kultur an der Oberfläche von Heizstäben oder Heizmatten vermieden und hohe Kosten wie bei Doppelmantelgefäßen mit Wasserkreislauf eingespart. Die freie Oberfläche des Gefäßes erlaubt eine einfache Kühlung des Mediums durch die Raumluft.
- Durch die **moderne Mikroprozessortechnologie** kann die gesamte Elektronik unter der Frontplatte des Laborfermenters/Bioreaktors untergebracht werden. MINIFOR ist dadurch im Konkurrenzvergleich **einzigartig kompakt**, ohne an Parameteroptionen einzubüßen.
- Anstelle eines teuren Reaktordeckels aus rostfreiem Stahl wurde für MINIFOR ein **hochwertiger Kunststoff** verwendet (durch eine Silikonkappe von der Kultur getrennt). Die Reaktorkonstruktion sieht ein **Minimum an Verbrauchsmaterial** vor. Im Gegensatz zu herkömmlichen Reaktordeckeln sind bei MINIFOR keine zeitaufwendig zu ersetzende O-Ringe oder teures Ersatzmaterial eingebaut.

# Technische Beschreibung

## Grundeinheit

Die gesamte Elektronik, das Netzteil, der IR-Strahler und die Verkabelung sind in einem Grundkasten untergebracht. Vorne befinden sich die 4x40 Zeichen **Anzeige mit allen Werten** und die Bedienungstastatur. Der Kasten dient als Sockel für das Reaktorgefäß und als Fixierfläche für die Flaschen. Bis zu fünf 250 ml Flaschen in **magnetischen Haltern** können hinter dem Reaktorgefäß aufgestellt werden.



Bis zu vier Pumpen können auf den an zwei Stativen befestigten Miniregalen in beliebigen Abständen neben- und übereinander platziert werden. Alle Steckbuchsen befinden sich auf der Hinterseite. Die Anordnung der Anzeige, des Gefäßes, der Vorratsflaschen und Pumpen ist **ergonomisch und übersichtlich trotz minimalem Platzbedarfs** (etwa ein A4 Blatt).

## Steuerung

Die Bedienungskonsole besteht aus einer Folientastatur und einer Anzeige. Alle Parameter (Temperatur, pH, pO<sub>2</sub>, Luftdurchfluss, Mischfrequenz) und ein frei wählbarer Parameter (z.B. pCO<sub>2</sub>, OD, Antischaum, Leitfähigkeit, Gewicht usw.) sind **auf einen Blick** erkennbar. Die Programmierung ist einfach und logisch aufgebaut.



Bei der Überschreitung der **programmierten Parametergrenzen** warnt ein akustisches und visuelles Signal. Jeder MINIFOR kann autonom gesteuert werden. Über eine RS-485 Schnittstelle kann MINIFOR auch an einen PC angeschlossen werden. Der PC übernimmt dann mit der **FNet oder SIAM Software** die Kontrolle über MINIFOR. Die Software erlaubt eine moderne Steuerung und die Protokollierung aller Daten.

## Kulturgefäß

Das Standard-Gefäßvolumen beträgt 1 Liter. Es können auch andere Gefäßgrößen geliefert werden: 0.3, 0.4, 3 und 7 Liter. Die **Gefäße sind aus Borsilikatglas** gefertigt und mit einer grossen mittigen Öffnung und 8 kleineren Seitenhälsen mit Schraubverbindungen versehen. Während der Vibro-Mischer in der Mitte montiert wird, sind die Seitenhälse für die Sonden (pH-Elektrode mit eingebauter Temperatursonde, Sauerstoffsonde), die Abluft und die Zugabe/Abnahme von Flüssigkeiten über Kanülen (Säure, Base, Feed, Harvest und Proben) vorgesehen. Das Kulturgefäß ist handlich und stabil durch die Halterungen an der Seite montiert. Der Blick auf den Gefäßinhalt bleibt uneingeschränkt. Die Form wurde auch für kleine Kulturvolumen optimiert und lässt gegen oben viel Raum für eventuell gebildeten Schaum.



## Sterilisation

Nach Abtrennung der Sondenkabel und des Vibrationskopfes wird das **Reaktorgefäß im Autoklav sterilisiert**.

## Abmessungen

MINIFOR ist **Platz sparend**. Aufgrund der teuren Arbeitsfläche wurde MINIFOR so schmal und niedrig wie möglich gehalten. Die stufenweise Anordnung der Grundeinheit ermöglicht einen **guten Zugang** zum Kontrollpanel, dem Reaktorgefäß, sowie zu den Lösungen und Pumpen, die oberhalb der Flaschen platziert werden und so einen kurzen Weg der Schläuche

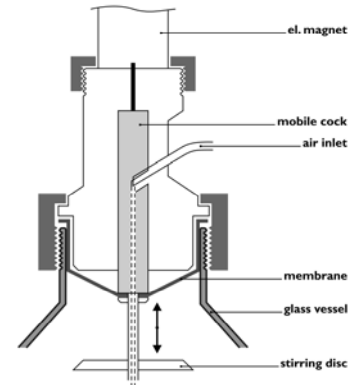
zum Reaktor erlauben und auch keine weitere Tischfläche benötigen. Die Verkabelung wird durch die Anwendung der Doppelelektrode (pH und Temperatur) und durch die Eliminierung jeglicher Anschlüsse von Wasserbad oder Heizkörper sinnvoll reduziert.

## Rührung

Der klassische Propellerrührer wurde durch einen **Vibrationsmixer** ersetzt. Dies führt zu folgenden Vorteilen:

- Eine **vollständige Abtrennung** des sterilen Reaktorinhalts von der Umwelt durch eine elastische Silikonmembran (eine teure Magnet-Kupplung wird somit erspart)
- Die Rührung ist **sanfter und gleichmässiger**, und die Schaumbildung wird reduziert.

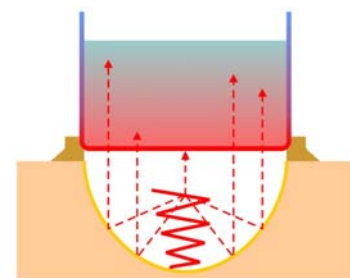
Die Vibration wird mechanisch von einem starken Elektromotor (oder Elektromagnet) auf eine oder mehrere Mischplatten durch eine hohle Achse übertragen. Die Frequenz der Vibration kann in einem grossen Bereich eingestellt werden. Der Prozessor sorgt für die genaue Einhaltung der Mischung.



Die Luft wird unter der tiefsten Platte eingeblasen. Dadurch wird die Sauerstoffverteilung optimiert. Es entstehen **keine Wirbel (Vortex)**, wie dies bei der Propellerrührung üblich ist, sondern zwei gegenläufige Strömungswalzen und somit sind auch **keine Schikanen nötig**. Zusätzlich sind die Scherkräfte niedriger, was besonders bei tierischen Zellkulturen wie z.B. CHO sehr wichtig ist.

## Temperaturregelung

Das Aufwärmen des Mediums und die Temperaturstabilisierung erfolgen durch die **Wärmestrahlung aus einer Infrarot (IR) Quelle** (ca. 150 W Leistung), die sich unter dem Reaktorgefäss befindet. Die Goldschicht des Reflektors konzentriert die Wärme auf den Boden des Gefässes. Das führt zu einer sanften Absorption und Verteilung der Wärme im Medium **ohne Überhitzung** der Kultur (anders als bei Reaktoren mit eingetauchten Heizstäben oder überragenden Heizmatten oder Heizklemmen). Der IR-Strahler hat eine vernachlässigbar kleine Wärmekapazität und dadurch wird die **Temperaturregelung genauer**. Die Lichtemission des IR Strahlers ist minimal und blendet nicht.



## pH-Messung und Kontrolle

Der pH des Mediums wird durch eine kombinierte **sterilisierbare Stabelektrode mit integriertem Temperatursensor und automatischer Temperaturkompensation** in einem Bereich zwischen 0 und 13 (in 0.01 Schritten) nach einer halbautomatischen Zweipunktkalibrierung gemessen. Der Mikroprozessor steuert die Zugabe von Säure oder Base. Die Zugabegeschwindigkeit wird ständig neu berechnet und die Einstellungen von Regelkonstanten, wie z.B. bei PID Reglern entfallen.



Die Korrekturlösungen für die **pH-Regelung** werden durch die **peristaltischen Pumpen** LAMBDA PRECIFLOW, MULTIFLOW, HIFLOW oder MAXIFLOW automatisch zudosiert. Anders als bei Systemen mit der herkömmlichen Ein/Aus-Steuerung der Pumpen, regelt MINIFOR mit Hilfe seines Mikroprozessors die Pumpen **im gesamten Durchflussbereich** (0 bis 100%). Das Resultat ist eine viel präzisere pH-Regelung. Die zusätzliche **Quantifizierung der Zugaben** durch den **Durchfluss INTEGRATOR** erlaubt die Bestimmung der Kulturaktivität (Prozesskinetik) und deren Verlauf.

## pO<sub>2</sub>-Messung und Regelung

Die Sauerstoffkonzentration wird mittels einer sterilisierbaren **pO<sub>2</sub>-Elektrode** aus PEEK und mit Glas verstärkter PTFE Membran gemessen. Die **Regelung des pO<sub>2</sub> wird durch Gas-Durchflussänderungen erreicht**. Die Zweipunktkalibrierung der Elektrode ist halbautomatisch und die Werte werden **automatisch temperaturkompensiert**.



## Belüftung

Die Durchflussrate der **Zuluft** wird auf der Bedienungskonsole eingestellt und auf der Anzeige dargestellt. Anstelle der ungenauen Messung des Gasdurchflusses mittels Schwebekörper-Rohrchen (Rotameter) besitzt MINIFOR ein **temperatur- und druckunabhängiges Massendurchfluss-Messgerät**. Die Durchflussrate kann zwischen 0 und 5 l/min eingestellt werden.



Belüftet wird durch einen **selbstreinigenden Silikon-Mikrosparger**, der Verstopfungen der Poren durch Zellen, Zelltrümmer oder anderer Partikel-Ablagerungen während Ihres Versuches verhindert. Oberflächenbelüftung ist ebenfalls möglich.

## Abluft

Die **Abluft** wird über einen Sterilfilter abgeleitet. Zur Kondensation und Rückführung des Kondensats wird ein **Glaskondensator** oder ein **Peltier-Kühler** (optional) geliefert. Mit diesem Peltier-Kühler wird auch **ohne Kühlwasseranschluss** ein Verlust an Medium und die Verstopfung des Abluftfilters vermieden.

## Zugaben und Probeentnahme

Säure, Base und andere Zugaben (z.B. Inoculum, Feed, Spezialdosierungen) sowie die Probeentnahme werden mittels eines Kanülenstopfens durch einen breiteren Seitenhals getätigt. Die **vier Edelstahl-Kanülen** sind mit **PEEK-Anschlüssen mit Doppeldichtung** versehen.



## Qualitäts-Schlauchpumpen

Bis zu vier Schlauchpumpen können auf der Rückseite des MINIFORS angeschlossen werden. Da die Spannung mittels des Steuerkabels von MINIFOR zu den Schlauchpumpen zugeführt wird, sind keine Netzkabel für die Pumpen notwendig. Dies führt zu einer zusätzlichen Vereinfachung des Aufbaus.



Die handgrossen **LAMBDA Peristaltikpumpen** PRECIFLOW, MULTIFLOW, HIFLOW oder MAXIFLOW **sind auch eigenständig ohne MINIFOR** für andere Flüssigkeitsdosierungen **einsetzbar**.

Ein neues Schlauch-Anschlusssystem mit **doppelter Schlauchabdichtung** reduziert zudem die Kontaminationsgefahr während des Flüssigkeitstransfers in den Reaktor.

## Gasdurchflussmessung und Regelung

Der MASSFLOW wurde zur genauen Messung und Regelung des Durchflusses von Gasen entwickelt. Er benutzt die **präzise druck- und temperaturunabhängige Massendurchflussmessung**. Die Gasströme (z.B. Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid) werden kontinuierlich gemessen, genau geregelt und dokumentiert.



Ein **prozessorgesteuertes proportionales Nadelventil** sorgt für die **stabile Regelung** des Gasstroms. Wenn Sie MINIFOR als Bioreaktor für tierische Zellkulturen verwenden kann auch CO<sub>2</sub> zur automatischen pH-Regelung mit dem MASSFLOW zugegeben werden.

Mit dem MASSFLOW System werden komplizierte und teure Gasstationen ersetzt. Je nach Bedarf können mit mehreren MASSFLOW Einheiten beliebige Gasströme programmiert und geregelt werden. Der MASSFLOW ist **programmierbar und auch unabhängig von MINIFOR einsetzbar**.

### Kontinuierliche Verfahren/Perfusion

MINIFOR ist nicht nur für Batch und Fed-batch geeignet. Im **kontinuierlichen Verfahren** erreichen Sie eine konstante Wachstumsrate mit Hilfe zweier Pumpen und für genauestes Arbeiten (ohne Volumenverfälschung durch Gaseintrag) durch den Einsatz eines zusätzlichen Wägemoduls.

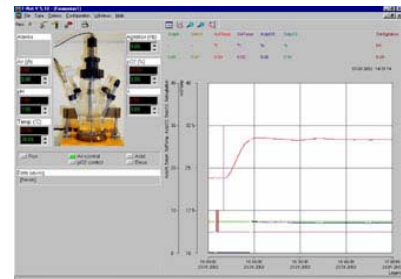
Der zusätzliche Waagenanschluss erlaubt das Wägen des Fermentors/Bioreaktors MINIFOR. Das optionale **Waagenmodul** wird unter den vorderen Teil des Reaktors gestellt und an den X-Kanaleingang angeschlossen. Dieser Anschluss sowie die Regelung des X-Kanals sind in jedem MINIFOR bereits enthalten. Somit ist die weitere Aufrüstung zu einem späteren Zeitpunkt problemlos möglich.



### PC Software

**FNet** ist die **Software zur Steuerung des MINIFOR und zur Aufzeichnung und Überwachung der Fermentation oder Zellkultur**. Die betriebsfertige Software arbeitet unter Windows NT, 2000, XP, Vista und Windows 7:

- Einfach zu installieren und zu bedienen
- Die Software erkennt die angeschlossenen Geräte
- Bis zu 6 Fermentoren, 12 INTEGRATOREN und 6 Pumpen können an einen PC angeschlossen werden
- Keine Programmierkenntnisse nötig
- Die Kabel mit Standardstecker sind einfach anschliessbar



Für sehr hohe Ansprüche wird die **industrielle Fermentationssoftware SIAM** empfohlen. SIAM lässt keine Kundenwünsche offen und es können verschiedene Funktionen für Ihre Anwendungen hinzugefügt werden.

## TECHNISCHE DATEN

Der LAMBDA MINIFOR Laborfermenter/Tisch-Bioreaktor wird durch zwei Mikroprozessoren gesteuert.

<b>Spannungsversorgung:</b>	Netzspannung 100-240 V AC / 50-60 Hz, 510 W, CE konform
<b>Abmessung:</b>	22 x 38 x 40 cm (B x H x T)
<b>Anzeige:</b>	LCD 4 x 40 Zeichen mit Hintergrundbeleuchtung
<b>Fermentergefäß:</b>	Pyrexglas mit Zentralöffnung und 8 Seitenhälsen mit Schraubverbindungen (0.3, 0.4, 1, 3 und 7 L)
<b>Kulturvolumen:</b>	35 ml - 6 Liter
<b>Temperaturkontrolle:</b>	Wärmestrahler 150 W mit Goldreflektor
<b>Regelung:</b>	von 5°C über Raumtemperatur (RT) bis über 70°C
<b>Auflösung:</b>	von 0 bis 99.9°C in 0.1 °C Schritten
<b>Genauigkeit:</b>	+/- 0.2 °C (0-60 °C)
<b>Thermoelement:</b>	Pt 100 in der pH-Sonde eingebaut
<b>pH-Kontrolle:</b>	Sterilisierbare kombinierte Glaselektrode (Mettler)
	pH 0 -13 mit VarioPin Anschluss, Zweipunktkalibration
<b>Auflösung:</b>	0.01 pH, automatische Temperaturkompensation
<b>Genauigkeit:</b>	+/- 0.02 pH
<b>Pumpenanschluss:</b>	bis zu 4 Pumpen (PRECIFLOW, MULTIFLOW, HIFLOW oder MAXIFLOW) mit progressiver Steuerung der Durchflussrate (von 0 bis 100%)
<b>pO<sub>2</sub> Messung und Regelung:</b>	sterilisierbare Clarksonde, automatische Temperaturkompensation, PEEK Gehäuse, Mettler Membranmodul
	Mess- und Regelmodule eingebaut
<b>Auflösung:</b>	0-25 mg Sauerstoff/l, in 0.1 mg/l Schritten, automatische Regelung der Zuluftmenge
<b>Begasung:</b>	Luftdruck max. 0.2 MPa
<b>Luftdurchflussmessung:</b>	Massendurchflussmeter 0-5 L/min, Linearität +/- 3 %
<b>Reproduzierbarkeit:</b>	+/- 0.5 %
<b>Regulierung:</b>	Mikroprozessorgesteuertes Nadelventil (proportional)
<b>Rührung:</b>	50W Vibromischer 0-20 Hz (0-1200 U/min), in 0.1 Hz Schritten, mit einer oder mehr Rührplatten (Sterilität vergleichbar zur Magnetkopplung)
<b>Wählbarer Parameter:</b>	ein zusätzlicher Parameter kann geregelt werden, Kanal „X“ (z.B. Antischaum, pCO <sub>2</sub> , optische Dichte, Leitfähigkeit, Gewicht,...)
<b>Ernteeinrichtung-Probenahme:</b>	bis zu vier Edelstahl-Kanülen mit PEEK-Anschlüssen mit Doppeldichtung
<b>Betriebstemperatur:</b>	0-40 °C
<b>Relative Betriebsfeuchtigkeit:</b>	0-90 % (nicht kondensierend)
<b>Sicherheitsnorm:</b>	IEC 1010/1
<b>Gewicht:</b>	7.5 kg
<b>Fernsteuerung und Datenauswertung, PLS:</b>	PC Software für externe Steuerung und Datenverarbeitung FNet oder SIAM (optional)
<b>Garantie:</b>	2 Jahre

LAMBDA Laborgeräte  
Dr. Pavel Lehky  
Imfeldsteig 12  
CH-8037 Zürich  
Schweiz  
Tel: +41 (0)44 450 20 71  
E-mail: [info@lambda-instruments.com](mailto:info@lambda-instruments.com)  
Web: [www.lambda-instruments.com](http://www.lambda-instruments.com)

LAMBDA CZ s.r.o.  
Lozibky 1  
CZ-61400 Brno  
Tschechische Republik

Fax: +41 (0)44 450 20 72  
Hotline: +420 603 274 677  
[www.bioreactors.eu/de](http://www.bioreactors.eu/de)