



# Merkblatt zu Durchflusszytometrie und Zellsortierung in FACS (Fluorescence Activated Cell Sorter)

## Begriffe und Risiken

### Durchflusszytometrie:

Einzelzellsuspensionen unterschiedlichen Ursprungs (Zelllinien, Blutzellen etc.) werden mit Antikörpern markiert, um die Expression verschiedener Antigene zu untersuchen. Unterschiedliche Zellpopulationen, mit ganz verschiedenen Funktionen, werden in einem Durchflusszytometer detektiert und gezählt, aber **nicht voneinander getrennt**, also **nicht sortiert** (wichtiger Unterschied zu FACS). Ein sogenanntes Durchflusszytometer (Analyzer) ist ein in sich abgeschlossenes Gerät, sodass die Gefahr geringer ist, dass Aerosole entweichen. Zusätzlich ist das Risiko von Aerosolbildung vernachlässigbar klein. Somit muss das Gerät, auch wenn mit Organismen der Gruppe 2 umgegangen wird, nicht in einer mikrobiologischen Sicherheitswerkbank (MSW) platziert sein.

### FACS (Fluorescence Activated Cell Sorter):

Bei FACS handelt es sich um eine besondere Form der Durchflusszytometrie, bei der zusätzlich eine **Zellsortierung** stattfindet. FACS-Geräte werden immer kleiner, handlicher und einfacher in der Anwendung und finden daher in vielen Laboren Gebrauch. Durch den Prozess der Sortierung wird das Biosicherheitsrisiko erhöht, da die Einzelzellsuspension unter Druck in einzelne zu sortierende Tröpfchen aufgespalten wird. Dieser Prozess findet an einer Düse statt, welche leicht verstopft, wodurch die Tröpfchen aerosolisiert werden können. Hier gilt bei der Verwendung von lebenden, nicht-fixierten Organismen der Gruppe 2, dass das Gerät in einer Sicherheitswerkbank untergebracht werden muss oder alternative Sicherheitsmassnahmen ergriffen werden müssen, die die Aerosolverbreitung im Raum verhindern (s.u.).

Oft werden die beiden Begriffe vermischt, d.h. der Begriff FACS wird auch für Geräte ohne Sortiereinheit verwendet. Die Unterscheidung ist aber für die zu treffenden Sicherheitsmassnahmen von entscheidender Bedeutung.

## Beurteilung der Risiken im Umgang mit FACS

- Es ist zu unterscheiden, ob fixierte (tote) oder nicht-fixierte (lebende) Zellen bzw. Organismen untersucht werden.
- FACS mit **fixiertem Material** = **Tätigkeit der Klasse 1**
- FACS mit **nicht-fixierten Organismen der Gruppe 2** = **Tätigkeit der Klasse 2**
- Bei nicht-fixierten Zellen erfolgt die Beurteilung des Risikos und die Einordnung der Tätigkeit in eine Klasse stets in Abhängigkeit der verwendeten Organismen, Vektoren und Inserts unter Beachtung von Art. 6 und 7 zusammen mit Anhang 2, ESV. Dabei sind unter anderem die folgenden Kriterien ausschlaggebend: Virulenz, Pathogenität, Infektionsdosis, Stabilität in der Umwelt, etc. Ausserdem sind die Verbreitungswege der Organismen, Infektionswege, Impfungs- oder Behandlungsmöglichkeiten in die Risikobeurteilung miteinzubeziehen.

## Minimieren der Risiken im Umgang mit FACS

- Wir empfehlen, dass FACS-Geräte in einem separaten Geräteraum betrieben werden.
- Bei modernen FACS-Geräten entfernen **Vakuumpumpen** («Aerosol Management System»), ausgerüstet mit **HEPA-Filtern**, die Aerosole. Vor allem nach einer Verstopfung der Düse können diese auf ihre maximale Pumpleistung eingestellt werden um die Aerosole zu entfernen.
- Bei modernen FACS-Geräten ist die Sortiereinheit dicht verschliessbar (**Abdeckung**).
- Eine **Kamera** ermöglicht es den Mitarbeitenden bei geschlossener Sortiereinheit ohne direkten Kontakt, die Versuche zu überwachen.
- Ältere FACS-Geräte sind, wenn möglich, nachträglich aufzurüsten (mit Vakuumpumpen, etc.)
- Sehr wichtig sind die Wartung, die **Instandhaltung und korrekte Anwendung** des FACS-Gerätes. Damit werden sowohl die präzise Zellsortierung wie auch das Funktionieren der Schutzvorrichtungen sichergestellt.

## Praktische Massnahmen im Umgang mit FACS

- **Fixierung der Proben**, Zellen bzw. Bakterien falls möglich.
- **Proben mit Organismen der Gruppe 2 werden in einer MSW der Klasse II vorbereitet.**
- Mitarbeitende werden in der Bedienung des FACS-Gerätes und betreffend der Risiken speziell **geschult**.
- Die Aggregation von Zellen in der Blasdüse ist zu verhindern. Dazu sollten die Zellen mittels Nylonfiltern unterschiedlicher Porengrösse **filtriert** und anschliessend sofort sortiert werden. Ausserdem können Blasdüsen in unterschiedlichen Grössen verwendet werden. Unter Umständen können Zellen aber auch mit etwas **grösseren Blasdüsen** sortiert werden. Diese Massnahmen vermindern das Risiko der Aerosolbildung.
- Bei Tätigkeiten mit lebenden Organismen der Gruppe 2, die mittels Zellsortierung untersucht werden, muss das FACS-Gerät in einer **MSW** der Klasse II installiert sein.
- Falls ein FACS-Gerät nicht in einer MSW platziert werden kann, müssen Ersatzmassnahmen zur Minimierung der möglichen Freisetzung von infektiösen Aerosolen zum Einsatz kommen (z.B. **Absaugvorrichtung** und **Sterilfilter** oder **aerosoldichte Einhausung** des Sortiermoduls).
- Das zusätzliche Tragen von **Atemschutzmasken** (z. B. des Typs FFP2 oder FFP3) und **Schutzbrillen**, beziehungsweise die Verwendung von Gesichtsschutzschildern, sollte je nach Risikosituation in Betracht gezogen werden.
- Die Schutzausrüstungen wie auch die Arbeitsoberfläche und Geräte sind nach der Verwendung zu dekontaminieren.
- Bei Tätigkeiten der Klasse 3 mit Organismen der Gruppe 3 ist die Freisetzung von Aerosolen zu verhindern. Alle FACS-Aktivitäten müssen unter einer geeigneten Sicherheitswerkbank im BSL3-Labor durchgeführt werden. Zusätzlich tragen die Mitarbeitenden spezielle Schutzkleidung, je nach Risikobewertung der durchgeführten Tätigkeit.
- Anschliessend an die Messung von Proben mit lebenden Organismen, muss der Flüssigabfall inaktiviert werden.
- Überprüfung des Aerosolgehaltes in der Umgebung:
  - «Glo-Germ Bead Prozedur»: Glo-Germ-Partikel werden gesammelt und unter dem Fluoreszenzmikroskop analysiert.
  - Mikrobiologische Beprobung der Raumluft durchführen.
- **Regelmässige Desinfektion** des FACS-Gerätes und des Arbeitsbereiches ist durchzuführen.

[Standard-Sicherheitspraktiken für das Sortieren von unfixierten Zellen \(Englisches PDF\)](#)



Kanton Zürich  
Baudirektion  
**Amt für Abfall, Wasser,  
Energie und Luft**  
Sektion Biosicherheit (SBS)  
Telefon +41 43 259 32 60  
biosicherheit@bd.zh.ch  
zh.ch → biosicherheit

Mai 2023