



ANTIPARAM

Antifoulingkonzepte für Mehrparameter-Analysenmess- und Wasserentkeimungssysteme



Institut für Bioprozess- und Analysenmesstechnik, Heilbad Heiligenstadt
Institut für Bioanalytik, Umwelttoxikologie und Biotechnologie, Halle/ Saale

FKZ: 03XP0044E

FKZ: 03XP0044C

Tetraetherlipide (TEL)

Bei den Lipiden konventioneller Zellmembranen handelt es sich in der Regel um Phospho- und Glycolipide, deren hydrophobe und hydrophile Segmente über Esterbindungen miteinander verknüpft sind, sie bilden Lipiddoppelschichten aus (Abb. 1 oben). Für Organismen unter extremen Umgebungsbedingungen (z.B. hohe Temperaturen, Salzgehalte, niedrige pH-Werte, s. Abb. 2) sind derartige membranbildende Moleküle nicht geeignet. Die Membranen extremophiler Archaeen bestehen zu einem Großteil aus Di- und Tetraetherlipiden (s. Abb. 1 unten). Es handelt sich hierbei um stabile Lipide natürlichen Ursprungs, wobei die entsprechenden Archaeen entweder gezielt produziert werden oder auch als Abfallprodukt industrieller Prozesse (z.B. Erzaufarbeitung) anfallen können. Für Beschichtungen sind Tetraetherlipide von besonderem Interesse, da ihre bolaamphiphile Struktur die Darstellung von selbst-assemblierten Monoschichten ermöglicht, welche sich wiederum durch eine sehr hohe mechanische und chemische Stabilität auszeichnen.

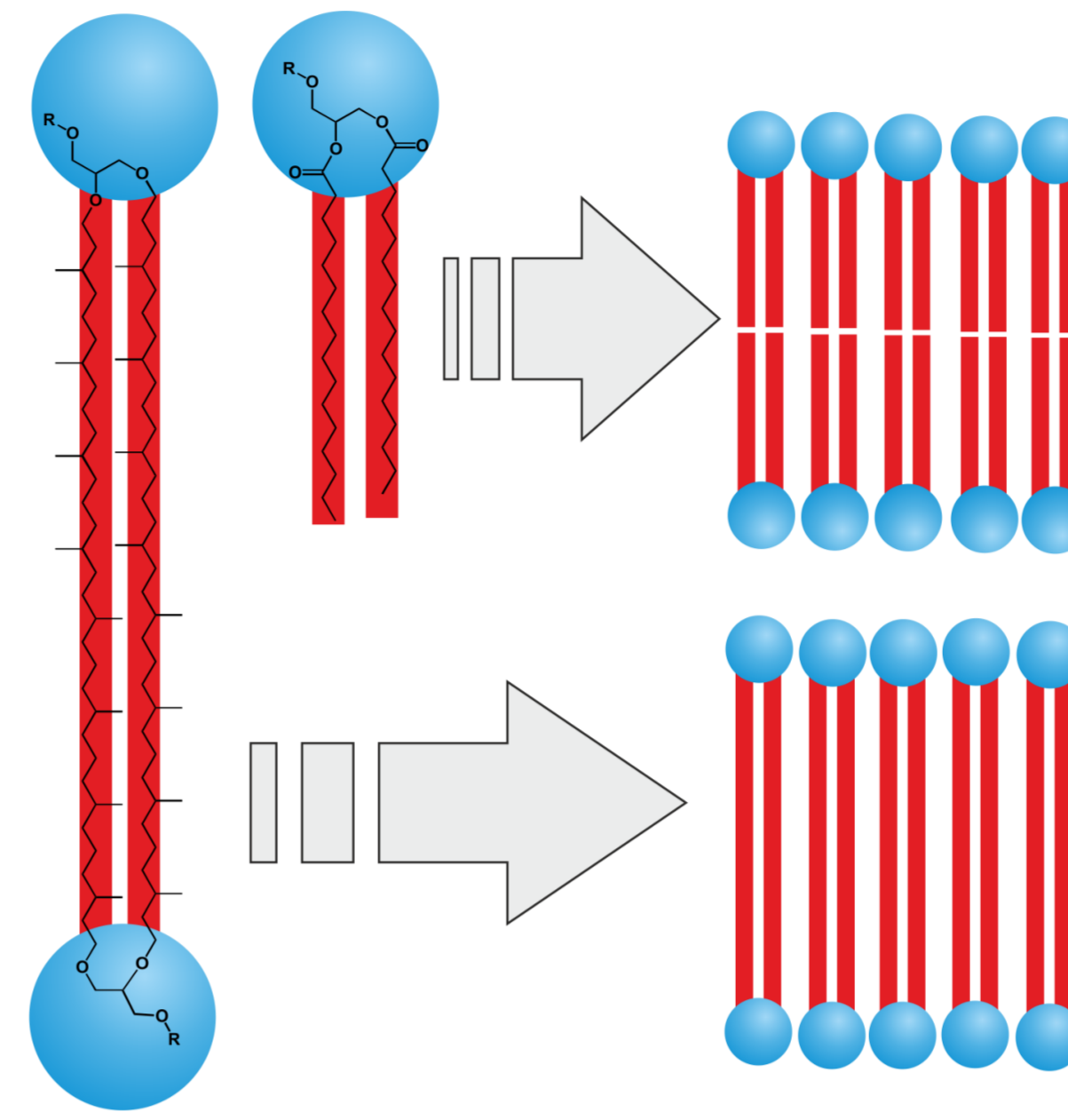


Abb. 1: Prinzipieller Aufbau von konventionellen und Tetraether-Lipiden, sowie daraus resultierende Membranen.

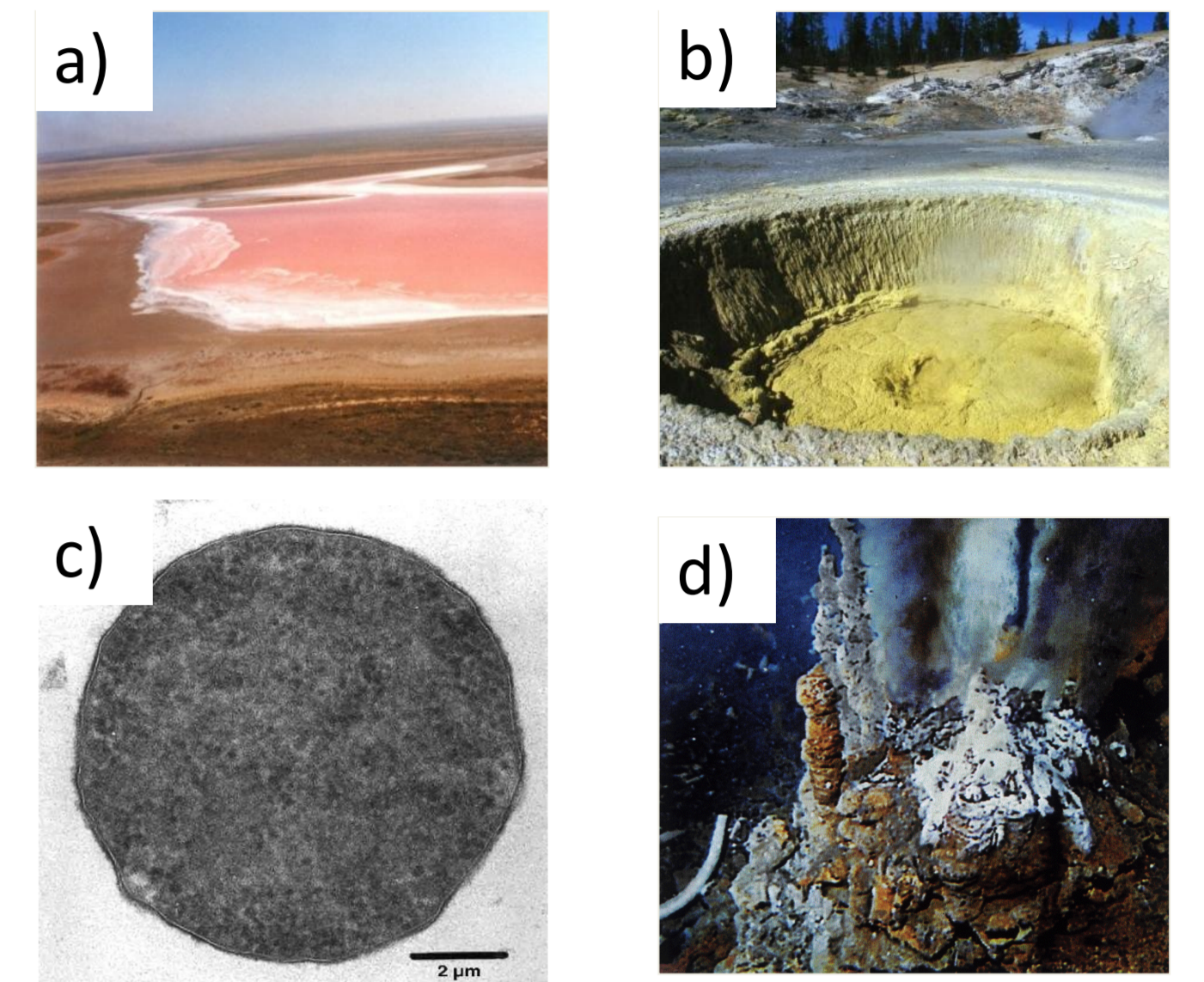


Abb. 2: Extreme Lebensräume archaischer Organismen. a) Salzsee, b) Geysire, d) Tiefseevulkane, sowie mikroskopische Aufnahme eines Organismus (c).

Erforschung eines Verfahrens zur kontinuierlichen Fermentation und Aufreinigung von Archaeen sowie Adaption und Optimierung isolierter Membranlipide zur Anwendung in industriellen Bioprozessen (IFB)

Nach Auswahl von geeigneten Archaeen-Spezies (Kriterien u.a.: möglichst einfache Kultivierung, geringe Kontaminationsgefahr, hohe erreichbare Zelldichte) erfolgt die Bestimmung wesentlicher Parameter in einer Batch-, anschließend der Übertrag in eine kontinuierliche Fermentation und deren Optimierung (Abb. 4).

Nach erfolgter Produktion erfolgt die Trennung der Zellen vom jeweiligen Medium durch Filtration und Zentrifugation, die Lyophilisierung der Zellmasse und schließlich die Extraktion der Tetraetherlipide. Eine weitere Aufreinigung bis hin zu reinen Fraktionen wird durch chromatographische Verfahren, sowie Umkristallisation erzielt (Abb. 3).



Abb. 3: Dokumentation des Prozesses zur Lipidgewinnung: aus dem Medium wird Biomasse gewonnen, extrahiert und schließlich aufgereinigt (links nach rechts).

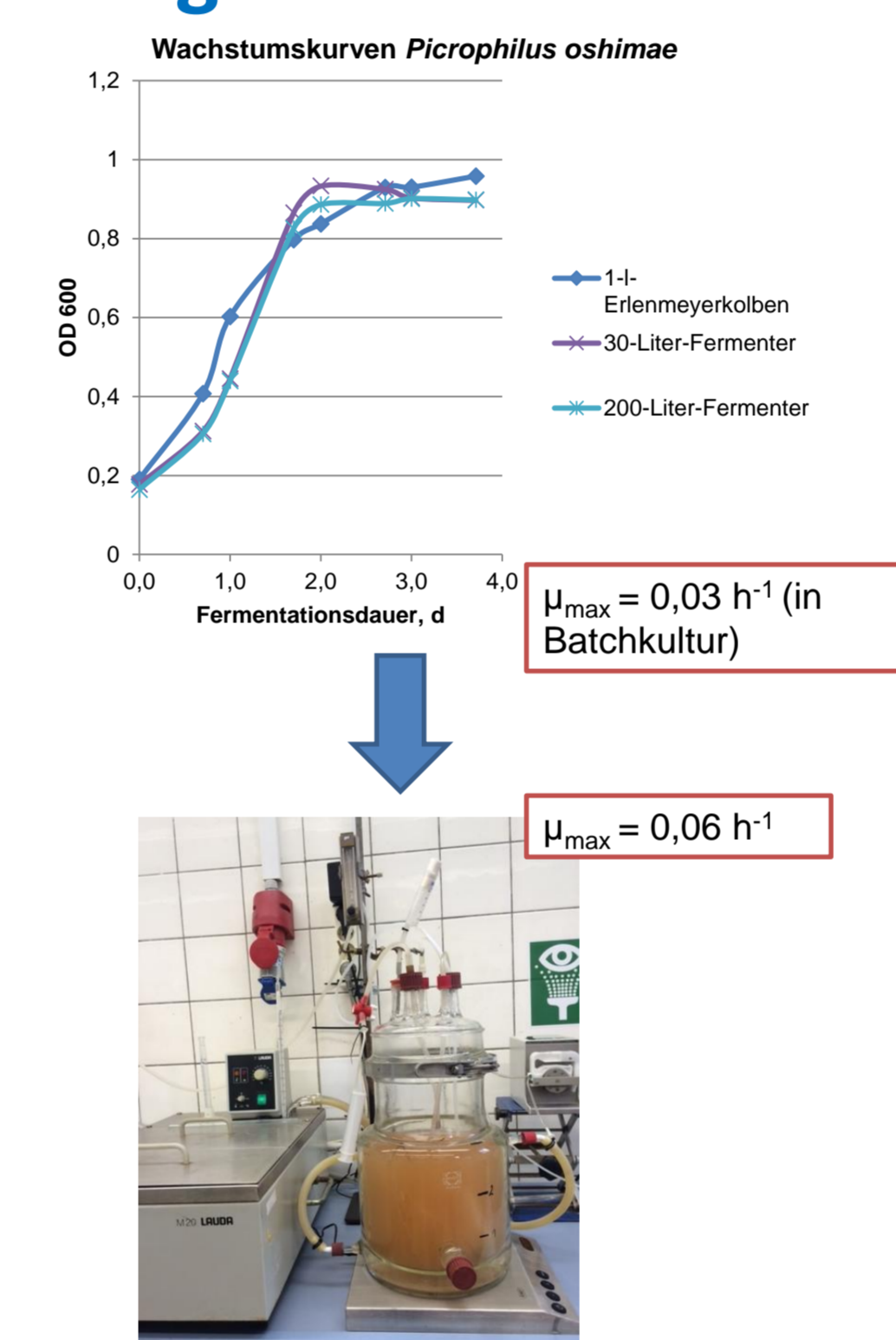


Abb. 4: Steigerung der maximalen Wachstumsrate durch Optimierung der Prozessparameter der kontinuierlichen Fermentation.

Strukturaufklärung/ Analytik (iba)

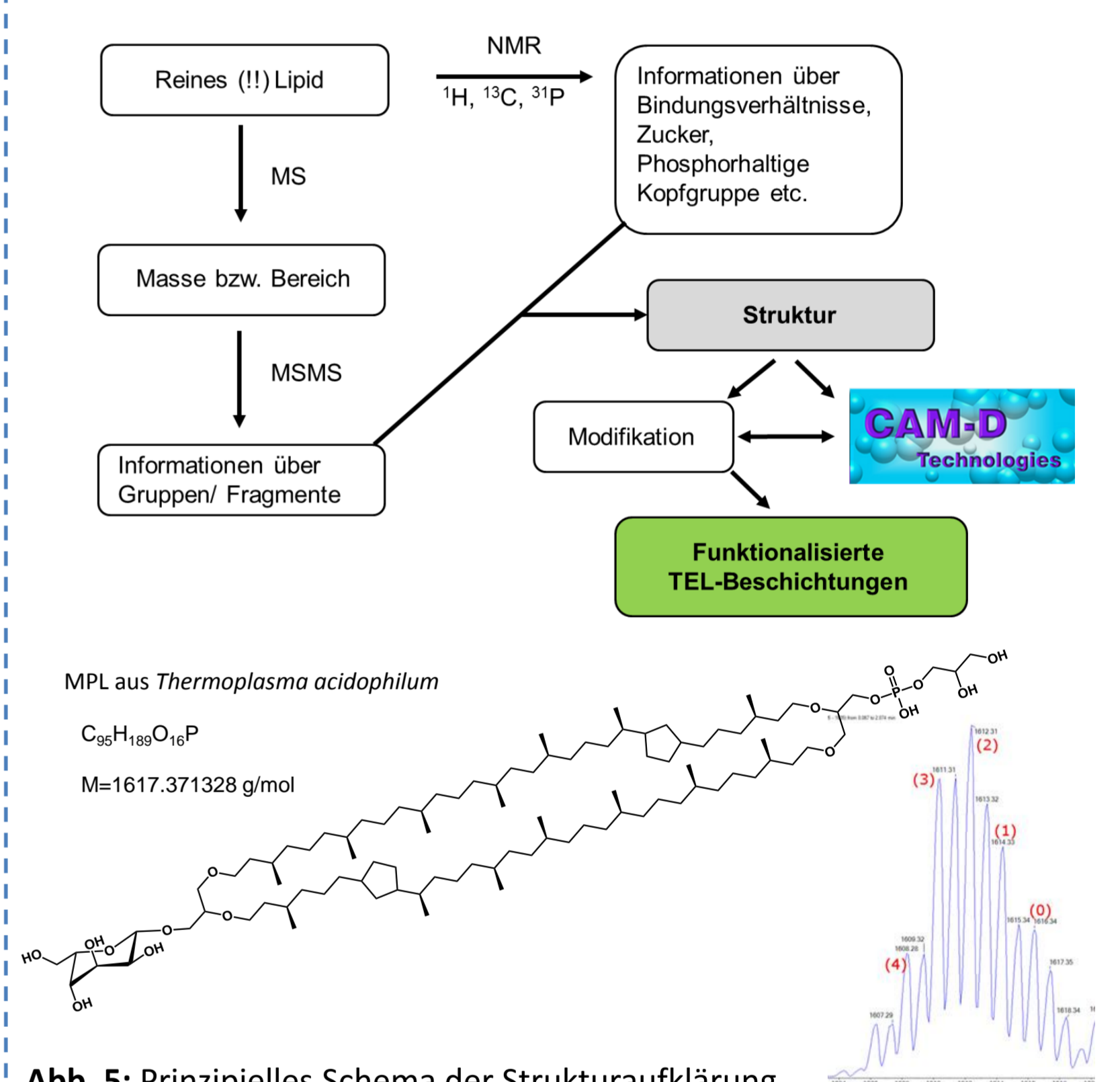


Abb. 5: Prinzipielles Schema der Strukturaufklärung und Beschichtungsentwicklung. Unten: MS-Analyse des MPL aus *Thermoplasma acidophilum*.

Entwicklung und Charakterisierung von antiadhäsiven Kombinationsschichten auf Basis von biomimetischen TEL-Spacersystemen sowie Quantifizierung der Antifoulingkapazität barrierebildender Biointerfaces mit applikationsnahen in vitro-Bioadhäsionstests (iba)

Die biomimetischen TEL-Schichten stellen ein durch Selbst-Assemblierung generiertes Spacersystem zur weiteren Ankopplung von Funktionalitäten mit Antifouling-Eigenschaften dar (Abb. 6).^[1]

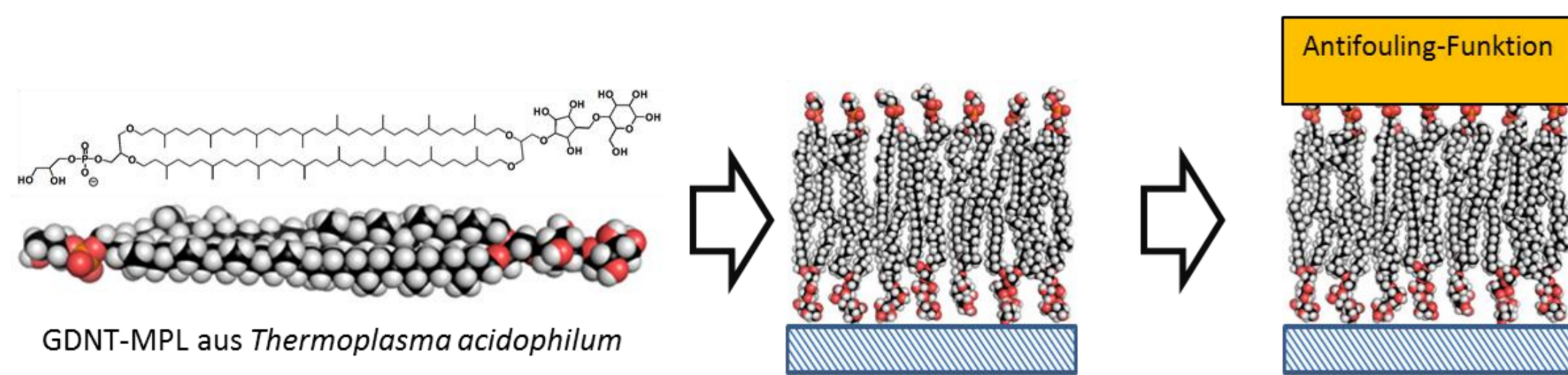


Abb. 6: Prinzipieller Aufbau einer Kombinationsschicht mit biomimetischem TEL-Spacer.

Wesentlich ist, dass das Selbstorganisationspotential der Tetraetherlipide bereits bei der Darstellung der jeweiligen Beschichtungslösungen ausgenutzt wird.^[2] In diesem Schritt können organische Lösungsmittel durch Verwendung wässriger liposomaler Formulierungen im Rahmen eines Sprayprozesses vermieden werden (Abb. 7).

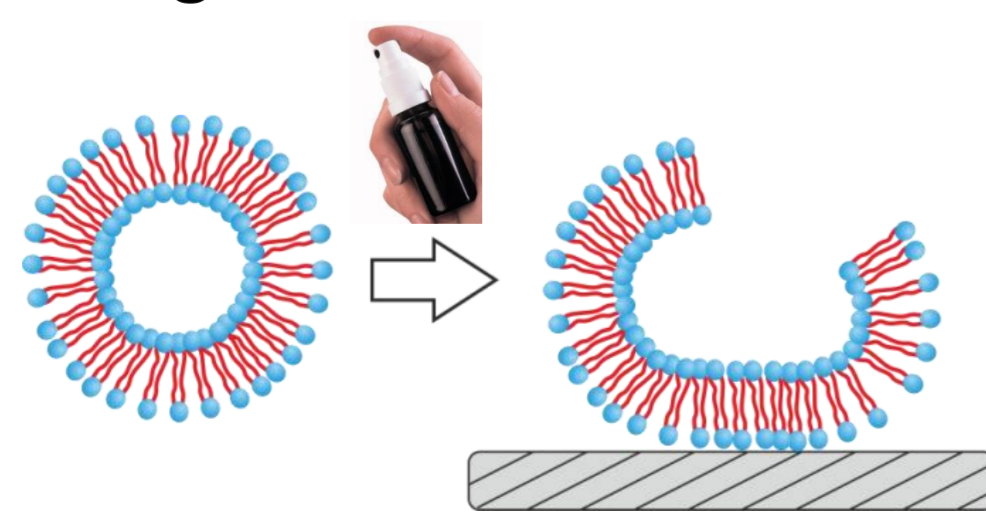


Abb. 7: Mechanismus der Spreitung von TEL-Liposomen.

Die kovalente Ankopplung an die jeweiligen Substratoberflächen erfolgt z.B. über einen Cyanurchlorid-Linker, die jeweiligen Antifouling-Funktionen können dabei sowohl vorab durch Derivatisierung der Lipide, als auch auf bereits gebildete TEL-Schichten aufgebracht und fixiert werden (Abb. 8).

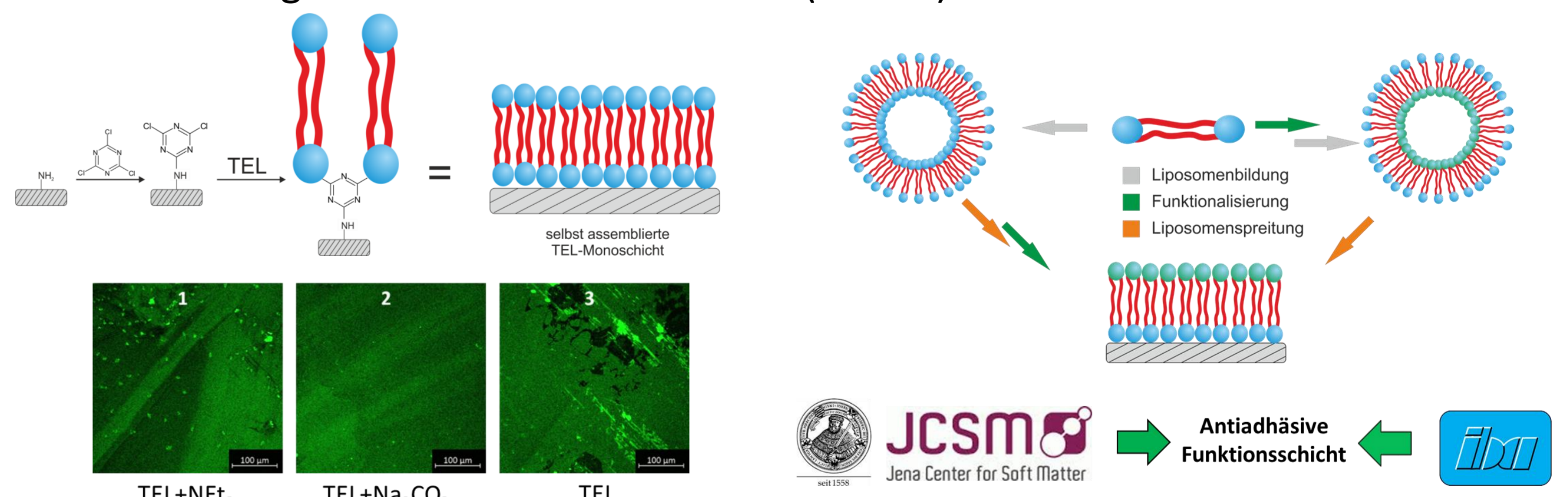


Abb. 8: Links oben: Kovalente Fixierung von Tetraetherlipiden auf Amino-funktionalisierten Substraten. Links unten: CLSM-Aufnahmen von angefärbten TEL-Schichten. Rechts: Prinzipielles Schema zur Funktionalisierung von Tetraetherlipiden bzw. daraus generierten und fixierten Monoschichten.

Alle dargestellten TEL-Schichten werden umfassend und vergleichend physikochemisch und biologisch untersucht. Im Fokus steht dabei die Entwicklung und Etablierung eines applikationsnahen Tests (Flusswassersystem) zur Untersuchung der biologischen Wirksamkeit der Schichten.

Referenzen

- [1] L. Tauhardt, M. Frant, D. Pretzel, M. Hartlieb, C. Bücher, G. Hildebrand, B. Schröter, C. Weber, K. Kempe, M. Gottschald, K. Liefeth, U. S. Schubert, *Journal of Materials Chemistry B* 2014, 2.
[2] C. Bücher, X. Grosse, H. Rothe, A. Fiethen, H. Kuhn, K. Liefeth, *Biointerphases* 2014, 9, 011002.

Verbundpartner:



1. Statusseminar MachWas
25.-26.04.2017 | Frankfurt/ Main

