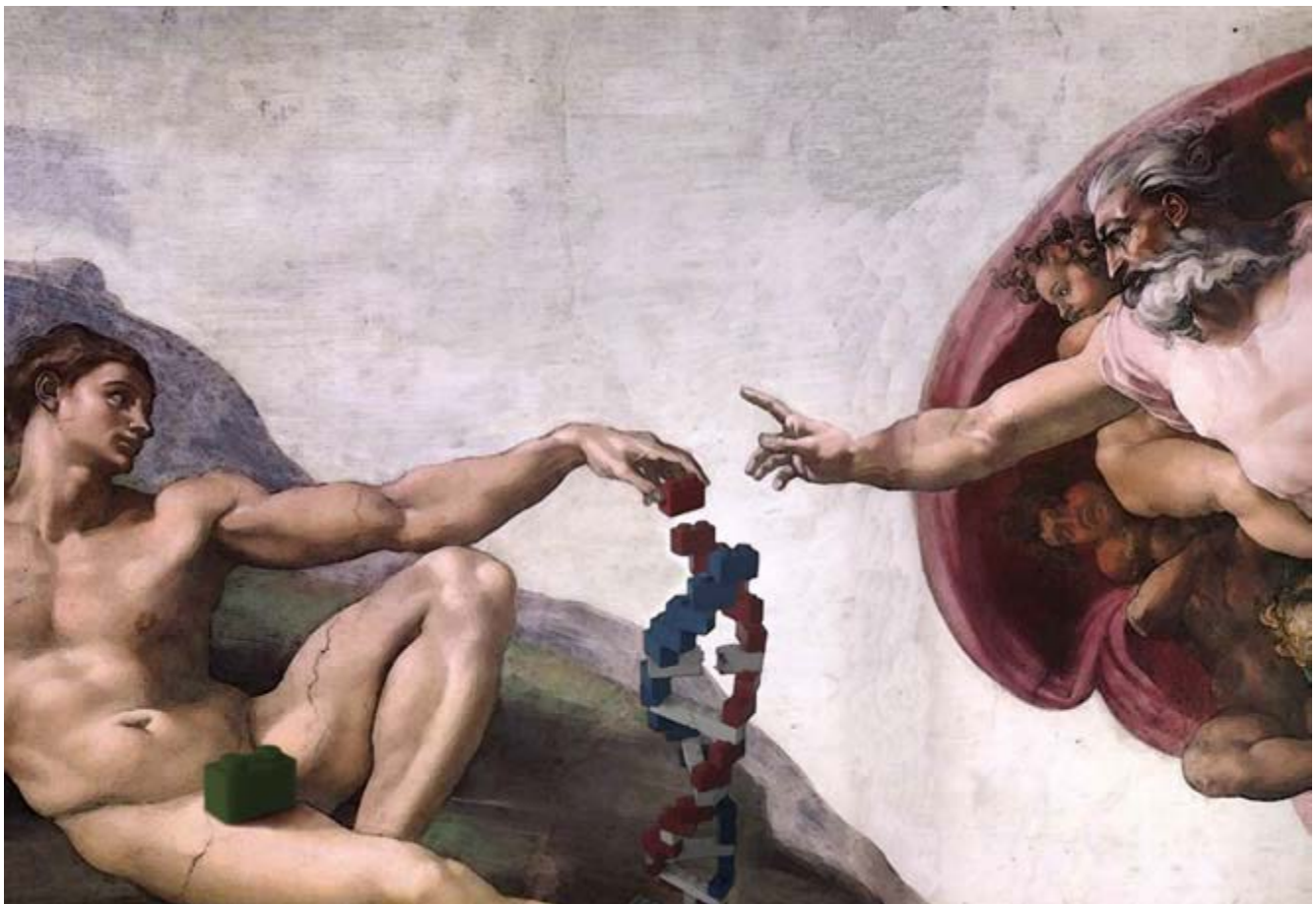


# Synthetische Biologie

NeFo-Faktenblatt zur Vorbereitung auf SBSTTA-22 im Juli 2018



Artwork: Reymond Pagé für [ETC Group 2007](#)

**Rainer Schliep**

**Dr. Katrin Vohland**

**Jonas Geschke**

rainer.schliep@mfng.berlin

www.biodiversity.de



---

## Zusammenhang zwischen Synthetischer Biologie und biologischer Vielfalt

Die Synthetische Biologie steht in engem Zusammenhang mit Fragen der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt: Medizinische und ernährungsphysiologische Anwendungen könnten zu einer gesünderen Bevölkerung führen, und industrielle Anwendungen der Synthetischen Biologie könnten zu alternativen Methoden der Herstellung von Chemikalien und anderen Materialien führen, die derzeit aus natürlichen Ressourcen hergestellt werden. Dadurch würden die mit der Gewinnung fossilen Ressourcen verbundenen Bedrohungen der biologischen Vielfalt reduziert werden können, so die Hoffnung. Der Gedanke, dass der Artenschutz durch Veränderung der Eigenschaften von Arten profitieren könnte – etwa im Hinblick auf Fruchtbarkeit oder Pathogenresistenz – muss weiter untersucht werden, da Wechselwirkungen noch nicht ausreichend erforscht sind und das Risikomanagement unklar ist (Johnson et al. 2016). Die Verlagerung weg von natürlichen Ressourcen hin zur Biotechnologie würde die sozioökonomischen Strukturen und Nutzungsformen in agrarisch geprägten Volkswirtschaften in einkommensschwachen Ländern grundlegend verändern. Darüber hinaus ist die Anwendung der Synthetischen Biologie mit ethischen Fragen verbunden und umfasst auch mögliche Veränderungen in der Wahrnehmung der Natur durch den Menschen. Schlussendlich bestehen weiterhin erhebliche Sicherheitsprobleme im Zusammenhang mit der Gentechnik: Die unbeabsichtigte Freisetzung von synthetisch modifizierten Organismen (SMOs) in die Umwelt, die gezielte Vermarktung von Produkten z. B. aus der DIY-Biologie, die versehentliche Übertragung von Genen auf Wildpopulationen oder die Produktion von biologischen Waffen und neuartigen Krankheitserregern für militärische oder gar terroristische Zwecke stellen hohe Risiken für das Überleben der Menschheit auf der Erde dar (SEP 2016).

Gentechnik kann kurz zusammengefasst sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Erhaltung und nachhaltige Nutzung von biologischer Vielfalt haben (Redford et al 2014). Der CBD-Bericht zur Synthetischen Biologie erörtert daher sowohl mögliche Vorteile als auch mögliche negative Auswirkungen der Synthetischen Biologie auf die Biodiversität im Zusammenhang mit den drei CBD-Zielen Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biodiversität sowie faire und gerechte Aufteilung der Vorteile der biologischen Vielfalt (CBD-SBSTTA 2016). Eine Aufstellung der wichtigsten potenziellen Auswirkungen der Synthetischen Biologie auf die Biodiversität wird im ersten [NeFo-Faktenblatt](#) zum Thema Synthetische Biologie vorgestellt (Schliep et al. 2016).

## Aktuelle Entwicklungen im Kontext von biologischer Vielfalt

Die Synthetische Biologie ist mittlerweile eine voll entwickelte wissenschaftliche Disziplin und hat sich im akademischen Bereich und in der industriellen Biotechnologie etabliert. Jüngster Beleg für ihre gestiegene wissenschaftliche Bedeutung ist der Start der Fachzeitschrift „The CRISPR Journal“<sup>1</sup>, die sich neben der CRISPR-Technologie u. a. mit Fragen zu Bioinformatik, Synthetischer Biologie, Systembiologie, Gene Drives und Bioethik beschäftigt.

---

<sup>1</sup> Online, URL: <https://home.liebertpub.com/publications/the-crispr-journal/642/overview> [20. Juni 2018]

---

Die Synthetische Biologie umfasst schwerpunktmäßig Forschung in den Bereichen DNA-basierte komplexe Schaltkreise, Design von Stoffwechselwegen, synthetische Genomik, Generierung von Protozellen und Xenobiologie. DNA-basierte Schaltungen werden wie ihre elektronischen Pendanten aus konfektionierten Bauteilen aufgebaut (in diesem Fall aus DNA-Sequenzen mit idealerweise vorher-sagbaren Funktionen), die in Analogie zu elektronischen Grundkomponenten als Schalter oder Oszil-latoren betrachtet werden können. Das Design von synthetischen Stoffwechselwegen zielt darauf ab, Zellen als "Fabriken" für die Synthese spezifischer Moleküle zu nutzen – Standardwerkzeuge der Gentechnik können eingesetzt werden, um den gewünschten Output zu steigern. Die synthetische Genomik konzentriert sich auf das Genom als "kausalen Motor" der Zelle mit zwei Ansätzen: Der Top-down-Ansatz entfernt schrittweise "nicht essentielle" Gene aus dem ursprünglichen Genom, um ein vereinfachtes "Chassis" mit spezifischen Funktionen zu schaffen, dem modulare DNA "Teile" hin-zugefügt werden können. Der Bottom-up-Ansatz baut funktionelle Genome aus Stücken synthetisier-ter DNA mit natürlichen Genomen als Modelle auf. Die Generierung von Protozellen zielt auf die zel-luläre Ebene ab und versucht, mit einfachsten Komponenten und geringster Komplexität Reprodukti-on, Selbstpflege, Stoffwechsel und Evolution zu gewährleisten. Die Xenobiologie zielt nicht zuletzt darauf ab, DNA und RNA so zu verändern, dass Xenonukleinsäuren (XNA) und neuartige Proteine als "eingebaute" Biocontainment-Mechanismen eingesetzt werden könnten, um den Gentransfer in na-türliche Organismen zu verhindern. Laut der CBD (2015) läuft jedoch eine Debatte über die Wirk-samkeit dieser Biocontainment-Mechanismen und die Frage, ob solche Systeme jemals voll funkti-onsfähig oder ausfallsicher sein werden, ist bis unbeantwortet.

## Hauptthemen für SBSTTA-22

Die CBD ist der einzige internationale Prozess, der derzeit die potenziellen Risiken und Vorteile der Synthetischen Biologie für die biologische Vielfalt einordnet und bewertet. Da die Synthetische Bio-logie die potenziellen Auswirkungen der Gentechnik oder der modernen Biotechnologie auf die biolo-gische Vielfalt rasch verändert, "ist es dringend erforderlich, dass die internationalen Governance-Regelungen aktualisiert (...) werden" (ICSWGGSB 2016).

Ein erster und zentraler Schritt wäre die Etablierung eines Frühwarnsystems („horizon scanning“) im Rahmen der CBD, mithilfe dessen regelmäßig neuere Entwicklungen in der Synthetischen Biologie in Hinsicht auf ihre möglichen positiven oder negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt abge-klopft werden könnten. Potenziell wichtige Entwicklungen sollen sich durch eine systematische Un-tersuchung möglicher Bedrohungen und Chancen frühzeitig erkennen lassen, wobei der Schwerpunkt auf neuen Technologien und deren Auswirkungen auf die biologische Viel liegt. Dabei ist zu berück-sichtigen, dass ein solches System die Möglichkeiten von Ländern mit eingeschränkten Ressourcen und begrenztem Wissen übersteigen könnte. Eine bessere Koordinierung aller die Synthetische Bio-logie betreffenden Fragen unter dem Dach der CBD mit der Arbeit zu seinen Protokollen scheint ebenso erforderlich wie mit Aktivitäten außerhalb des CBD-Prozesses.

Nach den Empfehlungen von SBSTTA-20 und der Ad-Hoc Technical Expert Group (AHTEG) zur Syn-thetischen Biologie im Dokument UNEP/CBD/SBSTTA/20/8 aus dem Jahr 2016 verständigte sich die 13. Vertragsstaatenkonferenz der CBD (COP-13) im Dezember des gleichen Jahres in Cancún / Me-

xiko zunächst auf eine operationelle Definition der Synthetischen Biologie (Dokument CBD/COP/DEC/XIII/17<sup>2</sup>). SBSTTA-22 soll nun beschließen, dass das Vorsorgeprinzip von den Vertragsstaaten beim Einsatz von Gen Drives umgesetzt wird und dass sie Maßnahmen gegen die unbeabsichtigte Freisetzung von Organismen, Komponenten und Produkten der Synthetischen Biologie erarbeiten sollen. Da nach wie vor große Unsicherheiten hinsichtlich der potenziellen Risiken der Synthetischen Biologie bestehen, sollen die Vertragsstaaten aufgerufen werden, ihre Forschung und den Informationsaustausch zu intensivieren. Die AHTEG soll ebenso wie das Open-ended Online Forum zur Synthetischen Biologie zunächst verlängert und weitergeführt werden. Die Aufgabenbeschreibung für die AHTEG ist Teil des vorliegenden Entwurfes des CBD-Sekretariats mit den Empfehlungen von SBSTTA-22 für die kommende 14. Vertragsstaatenkonferenz (COP-14). Zwischen der CBD und dem Cartagena- sowie Nagoya-Protokoll soll eine enge Abstimmung zu Fragen der Synthetischen Biologie angestrebt werden (Dokument CBD/SBSTTA/22/4<sup>3</sup>).

Das eng mit der Synthetischen Biologie verknüpfte Thema Digital Sequence Information (DSI) wird in einem eigenen NeFo-Faktenblatt dargestellt, die Ergebnisse der eigens zu Beginn des Jahres installierten AHTEG zu DSI werden ebenfalls von SBSTTA-22 beraten (s. Abb. 1).

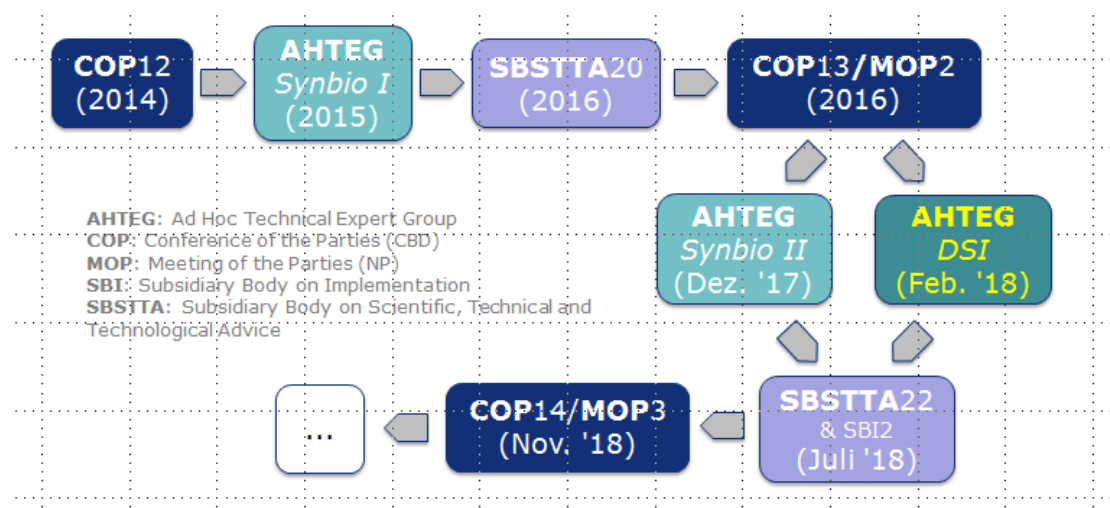


Abb. 1: Die Themen Synthetische Biologie und Digital Sequence Information im CBD-Prozess (Quelle: Maier in Vohland et al. 2018: 13, verändert)

## Einschätzung von NeFo

Zentral sind in der aktuellen Diskussion zur Synthetischen Biologie unter dem Dach der CBD folgende Themenstränge:

- die Verankerung des Vorsorgeprinzips nicht nur Gene Drives, sondern für den gesamten Bereich der Synthetischen Biologie

<sup>2</sup> Online, URL: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-17-en.pdf> [20. Juni 2018]

<sup>3</sup> Online, URL: <https://www.cbd.int/doc/c/6e0d/b361/a877d43db3665160cce5d96e/sbstta-22-04-en.pdf> [20. Juni 2018]

- 
- die weitere Forschung zu Risiken und potenziellen Folgen der Synthetischen Biologie
  - die Entwicklung von Handreichungen für die Praxis sowie
  - Regelungen für eine gerechte Teilhabe von indigenen und lokalen Gruppen.

Positiv ist zu bewerten, dass eine Weiterführung der AHTEG und des Online-Forums beschlossen werden soll und dass ein koordiniertes Vorgehen aller beteiligten Akteure und Prozesse angestrebt wird. Insbesondere die Koordination mit dem Cartagena-Protokoll, die schon mit der Etablierung eines Frühwarnsystems gestärkt würde, ist positiv zu beurteilen. Interessant wäre die Besetzung der jeweiligen Synbio-Arbeitsgruppen der CBD bzw. des Cartagena-Protokolls mit Expert\*innen aus dem jeweils parallelen Prozess. Die CBD könnte so die Synthetische Biologie im Hinblick auf seine Zieltrias abprüfen und Richtung Cartagena-Protokoll wichtige Hinweise geben, an welcher Stelle die Risikoabschätzung zu den Produkten aus der Synthetischen Biologie korrigiert werden müsste.

Der vorliegende Entwurf mit Vorschlägen für Empfehlungen des SBSTTA an die COP ist an vielen Stellen sehr passiv formuliert, selbst die Ergebnisse der AHTEG zur Synthetischen Biologie werden nicht pro-aktiv beworben und auch die weitere Aufgabenstellung für die AHTEG wird nur sehr oberflächlich beschrieben. Kritisch ist zu bewerten, dass das Vorsorgeprinzip bisher nur auf Gene Drives und nicht auch auf Produkte der Synthetischen Biologie generell angewendet werden soll. Die Anwendung von CRISPR/Cas beim Genom Editing und in der Synthetischen Biologie wird nicht ausreichend als treibende Kraft für die stürmische Entwicklung in der Gentechnik hervorgehoben. Auf die potenziellen, massiven Regelungsdefizite, die entstehen würden, sollten neue Verfahren des Genome Editing wie CRISPR/Cas aus dem Gentechnikrecht herausgelöst werden, hatte z. B. das Bundesamt für Naturschutz auf der Grundlage eines Rechtsgutachtens<sup>4</sup> hingewiesen.

## Glossar

<b>BioBricks</b>	BioBricks sind DNA-Sequenzen, die aus Einzelteilen und Kombinationen von Teilen mit definierten Funktionen größere synthetische biologische Schaltkreise zusammensetzen. Sie sollen in lebende Zellen eingebaut werden, um neue biologische Systeme zu bilden.
<b>DIY bio</b>	DIY bio (Do-it-yourself biology) ist eine Bewegung, in der Einzelpersonen, Teams und kleine Organisationen die gleichen Methoden anwenden wie traditionelle Forschungseinrichtungen in der Gentechnik. Dies kann als Hobby, als gemeinnütziges Unternehmen oder gewinnorientiert als Unternehmensgründung erfolgen. Andere Begriffe sind Garagenbiologie, Biohacking oder Wetware-Hacking.

---

<sup>4</sup> Online, URL:  
[https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/agrogentechnik/Dokumente/NT\\_Auffangrechte\\_RGutachten\\_Spranger.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/agrogentechnik/Dokumente/NT_Auffangrechte_RGutachten_Spranger.pdf)  
[20 June 2018]



<b>Gene Drive</b>	Technik, die die natürlichen Regeln der sexuellen Fortpflanzung umgeht und die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass ein Gen an die Nachkommen weitergegeben wird, so dass sie sich auf alle Mitglieder einer Population ausbreiten können. Es kann dazu verwendet werden, bestimmte genetische Veränderungen (z. B. Reengineering oder Löschung) durch gezielte Wildpopulationen über viele Generationen hinweg zu verbreiten. Durch die Veränderung der Eigenschaften ganzer Populationen von Organismen haben Gen-Antriebssysteme das Potenzial, unsere natürliche Umwelt irreversibel zu verändern.
<b>Genom-Editierung</b>	Art der Gentechnik (z. B. CRISPR-Cas9/-Cpf1, ZFN, TALEN) zum selektiven Schneiden und Modifizieren von DNA. Gene können mit Hilfe von Engineered Nucleases (GEEN) eingefügt, entfernt oder abgeschaltet werden.

## Quellenverzeichnis und weitere Literatur

CBD - Convention on Biological Diversity (2015): SYNTHETIC BIOLOGY. Part I: Potential Impacts of Synthetic Biology on Biological Diversity. Part II: Gaps and Overlaps with the Provisions of the Convention and Other Agreements, CBD Technical Series No. 82.

CBD-SBSTTA – Convention on Biological Diversity / Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (2016): Document UNEP/CBD/SBSTTA/22/4: Synthetic Biology. Montreal, 12 S. Online, URL:

<https://www.cbd.int/doc/c/6e0d/b361/a877d43db3665160cce5d96e/sbstta-22-04-en.pdf>

[20. Juni 2018]

DFG / acatech / Leopoldina – Deutsche Forschungsgemeinschaft / Deutsche Akademie der Technikwissenschaften / Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (2009): Synthetische Biologie. Stellungnahme. Bonn / München / Halle, 21 S. Online, URL:

[https://www.leopoldina.org/uploads/tx\\_leopublication/2009\\_NatEmpf\\_synthetische\\_biologie-DE.pdf](https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2009_NatEmpf_synthetische_biologie-DE.pdf) [20. Juni 2018]

FCRN – Food Climate Research Network (2016): Science for Environment policy brief: synthetic biology and biodiversity. Online, URL: <http://www.fcrn.org.uk/research-library/science-environment-policy-brief-synthetic-biology-and-biodiversity> [20. Juni 2018]

ICSWGSB – International Civil Society Working Group On Synthetic Biology (2016): Synthetic Biology and the CBD. Five key decisions for COP 13 & COP-MOP 8. 8 S.

Johnson, J.A., Altwegg, R., Evans, D.M., Ewen, J.G., Gordon, I.J., Pettorelli, N., Young, J.K. (2016): Is there a future for genome-editing technologies in conservation? *Animal Conservation* 19: 97–10.

Ledford, H. (2015): Caution urged over DNA editing in wild. *Nature* 524: 16. Online, URL:

[https://www.ghdonline.org/uploads/Caution\\_over\\_editing\\_DNA\\_524016a.pdf](https://www.ghdonline.org/uploads/Caution_over_editing_DNA_524016a.pdf) [20. Juni

2018]

- 
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Deutsche Forschungsgemeinschaft, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (2015): Chancen und Grenzen des genome editing/The opportunities and limits of genome editing. Halle (Saale), 30 p. Online, URL: [http://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/reden\\_stellungnahmen/2015/stellungnahme\\_genome\\_editing\\_2015.pdf](http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/reden_stellungnahmen/2015/stellungnahme_genome_editing_2015.pdf) [20. Juni 2018]
- Redford, K.H., Adams, W., Carlson, R., Mace, G.M., Ceccarelli, B. (2014): Synthetic biology and the conservation of biodiversity. *Oryx* 48: 330-336.
- Schliep, R., Diekämper, J., Vohland, K. (2016): Synthetic Biology. NeFo CBD fact sheet in preparation of COP-13, 12/2016. Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung Deutschland – NeFo, Berlin/Leipzig, 7 S. Online, URL: [http://www.biodiversity.de/sites/default/files/products/factsheets/nefo\\_fact\\_sheet\\_cbd-cop13\\_synbio\\_v4.pdf](http://www.biodiversity.de/sites/default/files/products/factsheets/nefo_fact_sheet_cbd-cop13_synbio_v4.pdf) [20. Juni 2018]
- SEP – Science for Environment Policy (2016): Synthetic biology and biodiversity. Future Brief 15. Produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol, 36 p. Online, URL: [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/synthetic\\_biology\\_biodiversity\\_FB15\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/synthetic_biology_biodiversity_FB15_en.pdf) [10. November 2016]
- Solé, R. (2015): Bioengineering the biosphere? *Ecological Complexity* 22: 40-49. Online, URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2015.01.005> [20. Juni 2018]
- Suppan, S. (2014): From GMO to SMO: How synthetic biology evades regulation. IATP – Institute for Agriculture and Trade Policy. Online, URL: [https://www.iatp.org/sites/default/files/2014\\_07\\_18\\_Synbio\\_SS\\_0.pdf](https://www.iatp.org/sites/default/files/2014_07_18_Synbio_SS_0.pdf) [20 June 2018]
- Vohland, K., Geschke, J., Schliep, R. (2018): Synthetische Biologie, Open Science und das Nagoya Protokoll. Ergebnisse des NeFo-Fachgesprächs am 9.1.2018 in Berlin. Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung Deutschland – NeFo, Berlin/Leipzig, 21 S. Online, URL: <http://www.biodiversity.de/sites/default/files/products/workshops/nefo-bericht-synbio-os-np-2018-03-20-final.pdf> [20. Juni 2018]

---

## IMPRESSUM

Vorgeschlagene Zitierung:

Schliep, R., Vohland, K., Geschke, J. (2018): Synthetische Biologie. NeFo-Faktenblatt zur Vorbereitung auf SBSTTA-22 im Juli 2018. Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung Deutschland, Berlin, 8 S.

Kontakt:

Rainer Schliep

Museum für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung

Invalidenstraße 43, 10115 Berlin

rainer.schliep@mf.n.berlin

Das Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung Deutschland (NeFo) ist ein Projekt gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Das Projekt wird maßgeblich durchgeführt vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ Leipzig und dem Museum für Naturkunde Berlin – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN).



Weitere Informationen und Hinweise zum NeFo-Projekt und Team unter [www.biodiversity.de](http://www.biodiversity.de).