

Ersatz von fossilen Rohstoffen – Materialien für eine nachhaltige Lebens- und Wirtschaftsweise

TEILSERIE 3:

Nutzung und Anwendungsbereiche

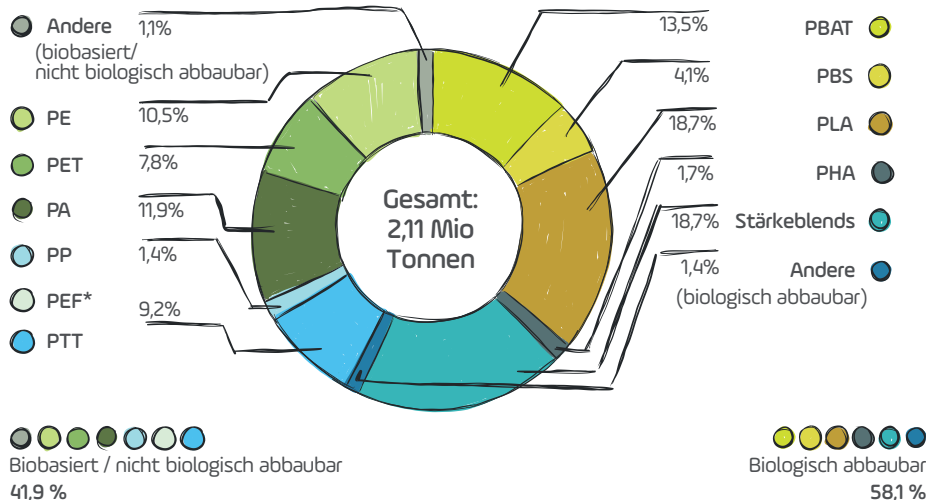
Hintergrund

Biopolymere sind vielfältig hinsichtlich der verwendeten Rohstoffe, ihrer Herstellung, ihrer Eigenschaften und ihrer Verwendung. Im Folgenden sollen nur Beispiele von Biopolymeren betrachtet werden, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden.

Biopolymere wie Alginat, Xanthan oder Carrageen können beispielsweise zur Herstellung in Kosmetika, als Zusatz zu Farben und Lacken oder als Fließmittel verwendet werden und damit petrochemische Stoffe ganz oder zumindest teilweise ersetzen. Aus Chitin gewonnenes Chitosan und mithilfe von Bakterien oder Pilzen hergestellte biobasierte Tenside können in Waschmitteln zum Einsatz kommen und bieten nachhaltig erzeugbare und ökologisch attraktive Alternativen zu fossilbasierten Inhaltsstoffen. Es gibt aber auch Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen, die aus Polymeren bestehen oder Polymere enthalten, die in ihrer natürlichen Form verwendet werden, wie Wolle und Stroh. Häufig verwendete Polyamid-Kunststoffe, wie z.B. Nylon und Perlon können ebenfalls teilweise unter Verwendung nachwachsender Rohstoffe, z.B. Rizinusöl, hergestellt werden. Moderne Fasern, die wir u.a. in Sportbekleidung und Vliesstoffen finden, wie z.B. Lyocell, sind Regeneratfasern der Zellulose. PET-Getränkeflaschen können unter Einbindung von biobasiertem Monoethylenglykol (MEG) hergestellt werden und sind bereits bei internationalen Getränkeherstellern im Einsatz. Schließlich bestehen die kompostierbaren Obst- & Gemüsebeutel aus überwiegend biobasierten Stärke-Blends – Mischungen aus thermoplastischer Stärke und biologisch abbaubaren Polyestern.

Dieser Überblick zeigt beispielhaft die Bandbreite der Rohstoffe und ihrer Anwendungen. In nachfolgender Abbildung werden die wichtigsten Biokunststoffe und ihre Produktionskapazitäten in 2020 dargestellt:

Globale Produktionskapazitäten für Biokunststoffe 2020 (nach Materialien)



* PEF befindet sich momentan in der Entwicklung und wird voraussichtlich ab 2023 im großtechnischen Maßstab verfügbar sein.
adaptiert von European Bioplastics / nova-Institut (2020)

Die Grafik zeigt, dass die Mengen von biobasierten und/oder biologisch abbaubaren Kunststoffen – meist biobasiert – im Vergleich zu den Produktionskapazitäten von fossilen Kunststoffen (2019: ~ 368 Mio. Tonnen)¹ mit einem Anteil von etwa 1 % noch gering sind. Einen großen Anteil davon halten die sogenannten Drop-In-Biokunststoffe. Sie können fossile Pendanten, wie Polyethylen und Polypropylen 1:1 ersetzen, weil ihre chemischen Strukturen identisch sind. Drop-Ins wie Bio-PE oder das zumindest zu einem kleinen Teil aus Biomasse hergestellte Bio-PET werden oft in Verpackungen verwendet, wo sie die petrobasierten Polymere PE bzw. PET ersetzen. Ihr Vorteil besteht darin, dass Sie Kohlenstoff enthalten, den Pflanzen erst vor kurzem – bei Holz innerhalb der letzten Jahrzehnte – der Atmosphäre entzogen und durch Photosynthese gebunden haben. Drop-In Biokunststoffe weisen grundsätzlich die gleiche chemische Struktur und damit auch die gleichen Verarbeitungs-, Gebrauchs-, Haltbarkeits- und Entsorgungsprofile wie entsprechende petrochemische Produkte auf. Je nach Herstellungsprozess können unterschiedlich hohe Anteile biogener Rohstoffe Eingang in das Produkt finden. Idealerweise werden beim Compoundieren, also der Veredelung der Kunststoffe durch die Beimischung von Additiven und Zuschlagstoffen, sogar ausschließlich Kunststoffe aus biogenen Rohstoffen verwendet. Derzeit machen Drop-In-Biokunststoffe mit 0,8 Mio. Tonnen rund 40 % der globalen Produktionskapazitäten für Biokunststoffe aus.² Hinter dieser Entwicklung stehen weltweit agierende Unternehmen aus den Bereichen Lebensmittel, Konsumgüter sowie der Automobilindustrie. Ihr Ziel ist es, durch den Verzicht auf erdölbasierte Rohstoffe und die Verwendung von recycelbaren Biokunststoffen den ökologischen Fußabdruck ihrer Produkte zu verbessern.

Momentan wird die industrielle Produktion nur von den hohen Preisen des Monomers und fehlenden Produktionskapazitäten begrenzt.

In technischen Biopolymeren hingegen, wie z.B. Polyester oder bestimmten faserverstärkten Kunststoffen, werden nachwachsende Rohstoffe eingesetzt, um Werkstoffe mit bestimmten technischen Eigenschaften zu erhalten. Das Polyethylenfuranoat (PEF) wird

beispielsweise für verschiedenste technische Anwendungen, mitunter auch als Hochleistungspolymer, eingesetzt. Es ist dem fossilen Kunststoff PET sehr ähnlich, aufgrund seiner besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften dem PET in manchen Kriterien sogar überlegen. Momentan wird die industrielle Produktion nur von den hohen Preisen des Monomers und fehlenden Produktionskapazitäten begrenzt und nicht von der bestehenden Technologie. Als Basiskomponente kann PEF für eine breite Palette maßgeschneiderter Polymerfasern verwendet werden.³

Können die organischen Bestandteile von Polymeren durch biologische Aktivität, z.B. von Mikroorganismen oder Enzymen, in einfachere chemische Strukturen (CO₂, Wasser und

Biomasse) zerlegt und wieder in den biologischen Kreislauf eingebracht werden, spricht man von Biologisch Abbaubaren Werkstoffen (BAW). Die überwiegende Menge an BAW wird zur Herstellung von kurzlebigen Produkten, wie Verpackungen, Catering-Geschirr und -Besteck, Einkaufstüten, Bioabfallbeuteln oder landwirtschaftlichen Betriebsmitteln, wie Mulchfolien, verwendet.⁴ Einige Einwegprodukte aus fossilen wie auch biobasierten Kunststoffen wurden vor kurzem durch die Europäische Single-Use-Plastics Directive (EU) 2019/904 verboten. In Deutschland wurde diese Verordnung unter anderem mit der Einwegkunststoff-Verbotsverordnung in deutsches Recht umgesetzt. Die Verpflegung außer Haus ist weit verbreitet und Lunchboxen, Suppenschalen und Besteck erscheinen unverzichtbar. Hier bahnt sich eine Umstellung von solchen Verpackungen aus herkömmlichen Kunststoffen auf biologisch abbaubare Kunststoffe an. Deren Vorteil besteht darin, dass mit Lebensmittelresten verschmutzte kompostierbare Catering-Artikel zusammen mit Speiseresten zu Kompost und – wenn eine Kompostierung nicht möglich ist – zu Biogas verwertet werden können. Durch den schnelleren Abbau in der Umwelt verursacht das Littering von BAW-Produkten zudem weniger drastische Auswirkungen als bei fossilen Kunststoffen.

Besonders problematisch hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen sind synthetische Fasern. Neben dem Einsatz von umwelt- und gesundheitsschädlichen Chemikalien bei der Produktion von Stoffen, verursachen Textilien wie Polyester auch während ihrer Nutzung weitere Probleme. So gelangen bei jedem Waschgang einer Fleece-Jacke ca. 250 000 Mikrofasern ins Abwasser.⁵ Biogene und biologisch abbaubare Textilfasern als Alternativen dazu sind, neben Naturfasern wie Hanf oder Flachs, Fasern wie Viskose, Modal oder Lyocell, die durch vermehrt ökologische und sozialverträgliche Produktion die Modebranche revolutionieren. Durch ihre Eigenschaften weisen die Materialien andere bzw. bessere Funktionalitäten der Fasern im Vergleich zu Naturfasern auf und die Herstellung von Kleidungsstücken ist oft nach ökologisch-ethischen Standards zertifiziert (z.B. Tencel™).

¹ Plastics Europe (2020): Plastics- the Facts 2020.

² European Bioplastics (2020): Bioplastics Market Development Update 2020.

³ Steinmann, M., Dauner, M., Höhnemann, T. (2021): Biobasierte Polymere für (technische) Textilien und Hochleistungsanwendungen, unter <https://www.plastverarbeiter.de/roh-und-zusatzstoffe/biobasierte-polymere-fuer-technische-textilien-und-hochleistungsanwendungen-378.html> [04.11.2021].

⁴ European Bioplastics (2020): BIOPLASTICS – Facts and Figures.

⁵ Heinrich-Böll-Stiftung und BUND (2019): Plastikatlas 2019, S. 22.

Problembeschreibung und Lösungsansätze

Mit Blick auf das steigende Bewusstsein der Gesellschaft zur Vermeidung von konventionellen Kunststoffen kommt zwangsläufig die Frage nach umweltfreundlicheren oder nachhaltigeren Alternativen auf. Im Konsumverhalten der Verbraucher*innen spielen mitunter die Faktoren Zeit, Wissen, Verfügbarkeit und Gewohnheiten bei der Kaufentscheidung eine essenzielle Rolle. Durch mangelndes Wissen darüber, was eine nachhaltige Verpackung ausmacht und die geringe Verfügbarkeit von Produkten und Verpackungen auf Basis nachwachsender Rohstoffe, fällt die Wahl daher aktuell zumeist

Besonders im Verpackungsbereich fehlen aktuell Instrumente, die den Nutzern helfen, die tatsächliche Nachhaltigkeit von biobasierten Verpackungen sowie Verpackungen im Allgemeinen einzuschätzen.

auf Produkte aus fossilen Kunststoffen oder herkömmliche Kunststoffverpackungen.⁶ Besonders im Verpackungsbereich fehlen aktuell Instrumente, die den Nutzern helfen, die tatsächliche Nachhaltigkeit von biobasierten Verpackungen sowie Verpackungen im Allgemeinen einzuschätzen und damit die Möglichkeit, die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Aspekte dieser Innovationen in ihrer Kaufentscheidung zu berücksichtigen. Sind biobasierte Produkte bzw. unverpackte Lebensmittel in Supermärkten und Discountern vorhanden,

ist es oftmals der häufig höhere Preis der nachhaltigen Alternative, der gegen die Kaufentscheidung spricht.

Für viele petrobasierte Polymere existieren bereits biobasierte Alternativen. Es gilt nun einerseits, die Produktionskapazitäten aus dem Labor- in den Industriemaßstab zu heben und andererseits, die zahlreichen Biopolymere auf den Märkten zu etablieren, ihre Position zu stärken und das Bewusstsein zu biobasierten Produkten zu steigern. Außerdem sollte vermehrt untersucht werden, für welche Industriezweige sich welche biobasierten Polymere eignen und als Substitute für fossile Polymere gefördert oder bevorzugt werden können. Es ist zu prüfen, welche gesetzlichen Regulierungsinstrumente (z.B. NawaRo-Quoten, CO₂-Bepreisung/-Abgabe auf petrobasierte Produkte) implementiert werden können, um den Wandel der fossilen hin zur biobasierten Industrie voranzubringen.

Als ein Klassifizierungsmerkmal ist die biologische Abbaubarkeit der Polymere zu nennen. Bei Biopolymeren werden biobasierte und bioabbaubare Biopolymere unterschieden. Die Polymere können dabei auch beide Eigenschaften besitzen.

Für welche Produkte die biologische Abbaubarkeit sinnvoll ist, hängt von der jeweiligen Anwendung ab. Grundsätzlich gilt im Sinne der Kreislaufwirtschaft, Kohlenstoff – biobasiert oder fossil – so lange wie möglich im Kreislauf zu halten.

Bei bestimmten Anwendungen ist eine Rückführung in den technischen Kreislauf nicht möglich, weil es beispielsweise bei der Nutzung zum Verschleiß oder Abrieb kommt und so Rückstände des Materials in der Umwelt oder in Gewässern

verbleiben. Für den Einsatz von Kunststoffen in ökosensiblen Bereichen bieten abbaubare Materialien einen bedeutenden Mehrwert, wenn dadurch der Eintrag von Mikroplastik in die Natur vermindert wird. Um einer Verwechslung oder Gleichsetzung der Begriffe „biobasiert“ und „biologisch abbaubar“ entgegenzuwirken, muss das Verbraucher*innenverständnis zu den Eigenschaften deutlich erhöht werden. Eindeutige Kennzeichnungen helfen den Anwender*innen bei der richtigen Entsorgung der biobasierten bzw. bioabbaubaren Produkte.

Nicht abbaubare Anwendungen sind z.B. Drop-In-Biokunststoffe, die in bestehende Verarbeitungsstrukturen integriert werden und identische Eigenschaften wie konventionelle Kunststoffe aufweisen. Bio-PET kann problemlos mit fossilem PET zusammengeführt und recycelt werden. Dies ermöglicht eine leichte Integrierung in den bestehenden Kreislauf der Getränkeflaschen-Sammlung. Das chemische Recycling wird neue Optionen hinsichtlich der Verwertung von Biopolymeren eröffnen, z.B. könnte die Terephthalsäure aus der enzymatischen Spaltung von PET wiederum als Rohstoff für andere chemische Syntheseprozesse verwendet werden. Um das Verständnis zur begrifflichen Differenzierung zu steigern, müssen sinnvolle End-of-life-Optionen klar identifiziert werden und die Produkte entsprechend eindeutig gekennzeichnet werden.

Kunststoffartikel, die in Verbindung mit Lebensmitteln eingesetzt werden, können in den Abfallstrom der organischen Abfälle gelangen, z.B. Obstetiketten, Lebensmittelverpackungen oder Kaffeekapseln, und erschweren die Produktion von sauberem Kompost ohne Kunststoffrückstände. Durch biologisch abbaubare Werkstoffe wird der Mikroplastik-Eintrag in die Natur, aufgrund der schnelleren Zersetzung des Materials, verringert. Im Rahmen des Bio-Beutel Projekts des C.A.R.M.E.N. e.V. konnte aufgezeigt werden, dass die kompostierbaren Obst- und Gemüsebeutel für den Einkauf und die Sammlung von Bioabfall gerne von den Verbraucher*innen angenommen werden.

Grundsätzlich gilt im Sinne der Kreislaufwirtschaft, Kohlenstoff – biobasiert oder fossil – so lange wie möglich im Kreislauf zu halten.

Zudem konnten in Kompostuntersuchungen keine Folienrückstände der biologisch abbaubaren Beutel mehr nachgewiesen werden.⁷ Der Einsatz von biologisch abbaubaren Beuteln sollte weiter vorangetrieben werden und es müssen die regionalen, abfallrechtlichen Rahmenbedingungen, z.B. kommunale Abfallsatzungen, zur Biomüllsammlung angepasst werden – so können die Mengen an organischen Küchenabfällen, die getrennt gesammelt werden, signifikant gesteigert werden.

Das Mikroplastik-Problem besteht auch bei vielen weiteren Kunststoffanwendungen. Der Begriff bezeichnet feste Kunststoffpartikel, die aus Gemischen von Polymeren und funktionalen Zusatzstoffen sowie ggf. auch Verunreinigungen bestehen. Mikroplastikstoffe können Produkten absichtlich zugesetzt werden, wie beispielsweise in Kosmetika oder Pflegeprodukten, oder sie werden unbeabsichtigt gebildet, wenn sich Kunststoffartikel, wie Autoreifen oder synthetische Textilien,

⁶ Wiefek, J., Steinhorst, J., Beyer, K. (2021): Personal and structural factors that influence individual plastic packaging consumption—Results from focus group discussions with German consumers. - Cleaner and responsible consumption, 3, 100022, unter <https://www.iass-potsdam.de/de/news/weniger-plastikmuell-nur-mit-umfassendem-kulturwandel-moeglich> [04.11.2021].

⁷ C.A.R.M.E.N. e.V. (2021): Erste Zwischenergebnisse zum Praxistest Bio-Beutel verfügbar, unter <https://www.carmen-ev.de/2021/09/13/erste-zwischenergebnisse-zum-praxistest-bio-beutel-verfuegbar/> [04.11.2021].

abnutzen. Diese Kunststoffpartikel gelangen so in Böden und Gewässer, wo sie zu einer permanenten Verunreinigung unserer Ökosysteme und Nahrungsketten beitragen.

Handlungsempfehlungen

1. Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit

Um die Bioökonomie voranzubringen reicht es nicht, nur die Erforschung und Entwicklung neuer Technologien und Materialien zu fördern, auch der Absatz der Produkte, die daraus hervorgehen, muss gefördert und in der Einführungsphase gegen billigere, nicht nachhaltige Produkte bzw. Produkte aus fossilen Rohstoffen geschützt werden.

Durch die finanzielle Förderung biobasierter Anwendungen bzw. fairer Bepreisung von externalisierten Kosten wird die Produktion nachhaltiger Biopolymere unterstützt. Dazu müssen geeignete Förder- und Lenkungsinstrumente definiert werden (z.B. Green Public Procurement (GPP) und CO₂-Steuer).

2. Etablierung von Kennzeichnungen und Zertifizierungen

Informationen zu Umweltvorteilen und Nachhaltigkeitsaspekten biobasierter Produkte sind derzeit nicht ausreichend verfügbar und die Einordnung eines Produkts für Endverbraucher*innen daher nur bedingt möglich. Zudem besteht kein klares Verständnis zur Differenzierung der Begriffe „kompostierbar“, „bioabbaubar“ und „biobasiert“, was den korrekten Umgang mit den Produkten erschwert.

Durch die Zertifizierung von Nachhaltigkeitsaspekten oder einer ganzheitlichen Produktbewertung durch Lebenszyklusanalysen könnten biobasierte Produkte mit entsprechenden Labels gekennzeichnet werden. Die ökologischen Vorteile biobasierter im Vergleich zu fossilen Anwendungen werden dadurch für Anwender*innen transparent. Zudem kann durch ein entsprechendes Label eine Aussage zur Recyclingfähigkeit von Produkten oder Verpackungen getroffen werden. Bei Produkten, die aus mehreren Rohstoffen bestehen, wie z.B. Getränkekartons, könnte ein eindeutiger Hinweis, in welcher Abfalltonne die Verpackung entsorgt werden soll – Papier oder Leichtverpackungen –, die Qualität der einzelnen Abfallfraktionen erhöhen.

3. Anpassung gesetzlicher Rahmenbedingungen

Es empfiehlt sich der Einsatz auf europäischer Ebene für eine sinnvolle, praxisnahe Auslegung der gesetzlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf den Begriff „natürliche Polymere“. Gemäß der Richtlinie 2019/904 (Europäisches Parlament und Rat 2019; „EU Single-Use Plastic Ban“) sind einige Produkte, die aus modifizierten natürlichen Polymeren, fossilen oder synthetischen Polymeren aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, verboten. Dies gilt ebenso für Papiere und Pappen, die mit solchen Polymeren beschichtet wurden. Natürliche Polymere, die nicht chemisch modifiziert wurden, sind von der Richtlinie ausgenommen. Leider fallen auch biotechnologisch hergestellte, biologisch abbaubare Kunststoffe, wie z.B. PHA, die ähnlich gut wie z.B. Zellulose biologisch abbaubar sind, unter diese Richtlinie. Innovationen und die weitere

Marktentwicklung für gut biologisch abbaubare Biopolymere werden dadurch gebremst.

4. Steigerung von Aufklärungsarbeit und gesellschaftlichem Dialog

Um das Bewusstsein der Bevölkerung und der Industrie für die Umweltvorteile von biobasierten Produkten zu steigern, muss die Kommunikation zum Einsatz von Biopolymeren und deren Auswirkungen auf Klima, Umwelt und Kreislaufwirtschaft verstärkt werden. Das hätte sicherlich einen positiven Einfluss auf das Einkaufsverhalten zugunsten biobasierter, nachhaltiger Produkte. Die Differenzierung von kompostierbaren und biologisch abbaubaren und nicht abbaubaren Produkten muss klar kommuniziert werden, um das Verständnis der Öffentlichkeit zu den jeweiligen Vorteilen der Produkteigenschaften zu

Die Differenzierung von kompostierbaren und biologisch abbaubaren und nicht abbaubaren Produkten muss klar kommuniziert werden.

erhöhen. Informationen zum Mehrwert von nachhaltigem, biobasiertem Kohlenstoff im Vergleich zu fossilem Kohlenstoff verdeutlichen den Verbraucher*innen die unterschiedlichen Umweltauswirkungen der Herkunft und Verwendung von Kohlenstoff.

Im Dialog mit der Öffentlichkeit müssen klare Informationen darüber bereitgestellt werden, wie biogene Rohstoffe sowohl in chemieindustriellen Prozessen als auch in der Nahrungs- und/oder Futtermittelkette genutzt werden können, ohne dass Nutzungskonkurrenzen auftreten. Kleinere, ggf. dezentrale Ausstellungen, Veranstaltungen, Lehrinhalte an Schulen, Ausbildungsstätten und auch Universitäten ermöglichen eine breit angelegte Wissensvermittlung.

Durch zielgruppenorientierte und transparente Informationskampagnen über verschiedene Kommunikationsmedien können Gesellschaft und Stakeholder für biobasierte Polymere und daraus erzeugte Produkte sensibilisiert und deren Handlungswissen gesteigert werden. Dabei sind auch Wirtschaft und Handel zu integrieren. Kritische Stimmen sollen in den Diskurs einbezogen und die Bekanntheit des interpretationsbedürftigen Begriffs „Bioökonomie“ in Verbindung mit Biopolymeren ausgebaut werden.

5. Unterstützung bei Forschung & Entwicklung und Förderung von First-of-its-kind- & Scale Up-Anlagen

Schwerpunkte in der Biopolymerforschung sind mitunter die Ermittlung bzw. Untersuchung biobasierter Polymere, die gleichwertigen fossilbasierten Polymeren in ihren Eigenschaften ökologisch überlegen sind und diese in verschiedensten Bereichen ersetzen können. Neben der Forschung an innovativen, nachhaltigen Biopolymeren, kommt auch der Entwicklung neuer Verfahren, die eine großtechnische und wirtschaftliche Herstellung biobasierter Anwendungen ermöglichen, eine entscheidende Rolle zu.

Die Forschung und praktische Umsetzung in Industrie und Mittelstand muss weiter gefördert werden: Neben der Forschungsförderung an Universitäten und Hochschulen sollten

verstärkt auch Förderprogramme für die anwendungsorientierte Forschung in mittelständischen Unternehmen und der Industrie angeboten werden. Zudem müssen Anreize zur Innovationstätigkeit von Unternehmen geschaffen und der Wissenstransfer von der Theorie in die Praxis beschleunigt werden. Die Förderung von Pilot-, Demonstrations- und First-of-its-kind-Anlagen wird auch in der bayerischen Bioökonomiestrategie behandelt.

Stand November 2021

