

BIOTOPE

# SONNENENERGIE UND WASSER FÜR ALLE

## Vom BIOTOPE zur lebensdienlichen Infrastruktur

Bionische Prinzipien für Nahrung, Wasser, Energie und menschlichen Lebensraum

---

Die Menschheit muss in kurzer Zeit gewaltige Mengen an Nahrung, Wasser, Energie und neuem Lebensraum bereitstellen - und gleichzeitig Treibhausgasemissionen, Materialverbrauch und fossile Abhängigkeiten drastisch reduzieren. Das ist kein Randproblem: Gebäude und Bauwirtschaft verursachen rund 37 % der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen und nahezu 50 % der weltweiten Materialentnahme. Unser Ansatz schlägt dafür keine neue Natur vor. Wir wollen von der vorhandenen lernen. Lebende Systeme erreichen erstaunliche Wirkungen mit leichten, multifunktionalen Strukturen und gekoppelten Stoff- und Energieströmen. Das BIOTOPE überträgt dieses bionische Prinzip in Technik: Licht, Wärme, Luft, Wasser, Pflanzen und Solarenergie werden nicht getrennt behandelt, sondern intelligent gekoppelt. Vieles ist bereits bewiesen: langlebige ETFE-Leichtbauhüllen, großflächige transparente Konstruktionen, Photovoltaik, Solarthermie, Wärmespeicherung, Verdunstungskühlung, Aquakultur, Sensorik und Regelung. Die neue Aufgabe ist ihre konsequente Integration zu einer einfachen, bezahlbaren, dezentral produzierbaren und lebensdienlichen Infrastruktur. Das generalisierte Fermat-Prinzip liefert die Leitfrage: Wie erreichen wir den größten lebensdienlichen Effekt mit dem geringsten notwendigen Einsatz von Primärenergie, Material, technischer Komplexität und irreversibler Veränderung? Richtig angewandt werden Ökologie und Ökonomie damit nicht zu Gegnern, sondern zu zwei Seiten derselben Medaille. Der geplante 2.000-m<sup>2</sup>-BIOTOPE-Demonstrator in Indien kann eine erste größere Keimzelle sein: bauen, messen, lernen, vereinfachen, kostengünstiger produzieren, Funktionen hinzufügen und vervielfältigen.

Wir müssen keinen zweiten Fusionsreaktor bauen. Wir müssen intelligenter mit den Photonen des einen umgehen, den wir bereits haben.

Neue digitale Fertigungsmethoden verstärken diesen Weg: Topologieoptimierung und 3D-Druck können Tragknoten, Rippen- und Gitterstrukturen so formen, dass Material gezielt entlang realer Lastpfade eingesetzt wird. Gleichzeitig kann großflächige BIOTOPE-Landwirtschaft zusätzliche Photosynthese ermöglichen; klimawirksam dauerhaft wird die CO<sub>2</sub>-Bindung insbesondere dann, wenn ein Teil der zusätzlichen Biomasse in langlebige biogene Produkte und Baustoffe überführt wird.

**Wir müssen keinen zweiten Fusionsreaktor bauen. Wir müssen intelligenter mit den Photonen des einen umgehen, den wir bereits haben.**

**Jürgen Kleinwächter**

## Vom BIOTOPE zur lebensdienlichen Infrastruktur

Bionische Prinzipien für Nahrung, Wasser, Energie und menschlichen Lebensraum

Jürgen Kleinwächter

**1. Bionik - nicht kopieren, sondern verstehen Ein Blatt ist Lichtempfänger, chemischer Reaktor, Stofftransportsystem, Gasaustauscher und Verdunstungskühler zugleich. Ein Wespennest erreicht Schutz und thermische Pufferung mit sehr wenig Material durch leichte, mehrschichtige Strukturen. Wir können die ungeheure Komplexität der Natur nicht kopieren. Wir können aber ihre Wirkprinzipien verstehen, technisch vereinfachen und wieder zu multifunktionalen, kooperierenden Systemen verbinden.**

**Wie erreichen wir den größtmöglichen lebensdienlichen Effekt mit möglichst wenig Primärenergie, Material, technischer Komplexität und irreversibler Veränderung?**

**2. BIOTOPE - einfache Bauteile, komplexe Gesamtfunktion Die Grundelemente des BIOTOPE sind bewusst einfach: transparente Mehrschichthüllen, Luftkanäle, bewegliche Lamellen und PV-Module, Klappen, Ventilatoren sowie Wasser- und Wärmekreisläufe. Die technologische Intelligenz liegt nicht im einzelnen Bauteil, sondern in der Organisation ihrer Wechselwirkungen. Licht dient Pflanzen und Stromerzeugung; Wärme wird genutzt oder gespeichert; Verdunstung kühlt; Feuchte kann kondensiert werden; Wasser versorgt Pflanzen, speichert Wärme und Kälte und kann mit Aquakultur Nahrung erzeugen.**

Eine Struktur - mehrere Funktionen. Ein Energiestrom - mehrere aufeinanderfolgende Nutzungen.

**3. Wesentliche Bausteine sind bereits Realität Große ETFE-Leichtbauhüllen existieren seit Jahrzehnten. Das Eden Project in Cornwall zeigt großflächige dreilagige ETFE-Kissen mit extrem geringem Gewicht, UV-Durchlässigkeit und selbstreinigender Oberfläche. AGC dokumentierte 2026 ein landwirtschaftliches F-CLEAN-Fluorpolymer-Gewächshaus mit 36 Jahren kontinuierlicher Nutzung ohne Austausch der Folie. Auch unsere früheren Fix-Focus-Arbeiten zeigten, dass leichte konzentrierende Solarsysteme hohe Temperaturen erzeugen, Metalle schmelzen und Wärme in stationären Cavity-Speichern zeitlich verschieben können.**

Die Instrumente liegen weitgehend auf dem Tisch. Der nächste Innovationsschritt ist ihre systematische bionische Integration.

**4. Vom Dual Use zum Multiple Use Agri-PV beweist bereits die Attraktivität der Doppelnutzung von Fläche für Landwirtschaft und Strom. BIOTOPE führt diese Logik weiter: Nahrung + Elektrizität + Wärme + Wasserführung + Kühlung + Klimaschutz - und später**

**gegebenenfalls menschlicher Lebensraum. Nicht jede Anwendung braucht jede Funktion; gerade darin liegt die Modularität.**

**Wie viele heute getrennte Infrastrukturen kann eine intelligent entworfene, solar getriebene und multifunktionale Struktur ersetzen, verkleinern oder koppeln?**

#### **KONVENTIONELL BIOTOPE-INSPIRIERT**

Rohstoff → Transport → Hochtemperaturprozess Sonne → leichte adaptive Hülle Schwere Hülle → Heizung → Kühlung Licht → Pflanzen → Nahrung Strom → Wasser → Lebensmittelversorgung PV → Strom · Wärme → Speicher Verdunstung → Kühlung · Wasser → Aquakultur

**5. Vom Gewächshaus zur Lebensstruktur Große leichte BIOTOPE-Hüllen können unterschiedliche Klimabereiche enthalten. Pflanzenräume mit höherer Feuchte lassen sich durch transparente Zwischenmembranen von Arbeits-, Gemeinschafts- oder später Wohnbereichen trennen. Wasserbecken können zugleich Wasserreservoir, Wärme- und Kältespeicher sowie Aquakultur sein. Die Außenhülle schützt, isoliert, steuert Licht, erzeugt Strom, sammelt Wärme, führt Luft und unterstützt Kühlung. Aus der passiven Gebäudehülle wird ein aktives Funktionsorgan.**

Das Gewächshaus wäre dann nicht das Endprodukt des BIOTOPE, sondern sein erster Demonstrator.

**6. Leichtbau greift Material, Energie, Transport und Sicherheit zugleich an Material, das nicht verbaut wird, muss weder gewonnen noch verarbeitet, transportiert oder später entsorgt werden. Geringere Masse reduziert Traglasten und kann Fundamente und Transportaufwand verkleinern. Und ein elementarer physikalischer Unterschied bleibt: Masse, die nicht über Menschen verbaut wird, kann bei einem Versagen nicht als tonnenschwere Einsturzmasse auf sie wirken. Leichtbau muss selbstverständlich gegen Wind, Feuer, Alterung und lokale Lastfälle korrekt ausgelegt werden - doch die Verringerung der zerstörerisch verfügbaren Masse ist real.**

Nicht eine Tonne intelligent einsetzen, wenn zehn Kilogramm zuverlässig dieselbe lebensdienliche Funktion erfüllen können.

#### **Digitale Bionik - Material nur dort, wo Funktion es verlangt**

Additive Fertigung verbindet sich unmittelbar mit unserem Leichtbauprinzip. Topologieoptimierung berechnet aus den realen Lasten, wo Material zur Kraftübertragung benötigt wird - und wo nicht. 3D-Druck kann daraus komplexe Knoten, Rippen- und Gitterstrukturen herstellen, die konventionell nur schwer oder teuer zu fertigen wären. Für BIOTOPE eröffnet das die Perspektive extrem leichter, lokal und zunehmend automatisiert herstellbarer Trag- und Verbindungselemente in Kombination mit langlebigen Membranhüllen.

**Material only where function requires it.**

**7. Der Fusionsreaktor steht bereits am Himmel Die Sonne liefert dezentral den Energiefluss, mit dem das Leben seit Milliarden Jahren arbeitet. Photonen lassen Pflanzen wachsen, erzeugen Strom und Wärme. Wärme kann gespeichert werden; Verdunstung kühlt; Wasserdampf kann kondensieren; Wasser speichert Wärme und Kälte. Das ist keine exotische Physik, sondern Optik, Thermodynamik, Strömungslehre, Pflanzenphysiologie und Regelungstechnik. Neu ist**

## **ihre konsequente Kaskadierung.**

Collect - Use - Store - Reuse.

**8. Ökologie und Ökonomie werden kongruent Weniger Material bedeutet weniger Materialkosten. Weniger Transport bedeutet weniger Transportkosten. Weniger Energie bedeutet weniger Energiekosten. Eine Struktur mit mehreren Funktionen ersetzt zusätzliche Strukturen. Lange Lebensdauer reduziert Ersatz. Reparierbarkeit reduziert Abfall. Lokale Produktion verkürzt Lieferketten und schafft lokale Wertschöpfung. Geschlossene Kreisläufe reduzieren Verluste. Das generalisierte Fermat-Prinzip verbindet damit ökologische und ökonomische Optimierung.**

Ecological efficiency becomes economic efficiency.

**9. Indien - Demonstrator und Beschleuniger Indien verbindet großen Bedarf an bezahlbarer Nahrung, Wasser, Energie und künftigem Lebensraum mit hoher Solarstrahlung und einer leistungsfähigen, kostengünstigen Produktionsbasis. Der geplante 2.000-m<sup>2</sup>-BIOTOPE-Demonstrator kann deshalb mehr sein als ein Gewächshaus: ein Living Laboratory. Wir messen Ertrag, Wasser, Strom, Wärme, Kühlung, Material, Kosten, Wartung und Lebensdauer. Dann vereinfachen wir, lokalisieren Fertigung, ergänzen Funktionen und replizieren.**

Together with our Indian partners, develop the BIOTOPE that India can build itself.

**10. Von einzelnen Modulen zu dezentralen Netzen Unser Ansatz muss keine fertige Zukunftsstadt entwerfen. Ein Modul wird gebaut, gemessen und verbessert. Weitere Module kommen hinzu. Nahrung, Wasser, Wärme, Strom und Information werden lokal erzeugt und zwischen Einheiten ausgetauscht. Autonomie bedeutet nicht Isolation, sondern die Fähigkeit zur Kooperation ohne existentielle Abhängigkeit. So können kleine, intelligente, dezentrale Lebensstrukturen zu größeren resilienten Netzen wachsen.**

Hypothesis - Demonstrator - Measurement - Learning - Improvement - Replication.

**11. Der Maßstab: lebensdienliche Gesamtwirkung Der Wirkungsgrad einzelner Komponenten bleibt wichtig, reicht aber nicht aus. Zusätzlich brauchen wir einen Systemmaßstab: kg Nahrung, Liter Wasser, kWh Strom, kWh nutzbare Wärme, Kühlwirkung, Materialmasse, CO<sub>2</sub>e, Investition, Wartung und Lebensdauer pro Quadratmeter. Damit wird das generalisierte Fermat-Prinzip messbar.**

Life-serving effect per unit of primary resource.

## **BIOTOPE als Kohlenstoffpumpe - Photosynthese plus dauerhafte Speicherung**

Großflächige BIOTOPE-Landwirtschaft kann durch optimierte Licht-, Wasser-, Temperatur- und CO<sub>2</sub>-Bedingungen die biologische Produktion steigern. Zusätzlich zugeführtes atmosphärisches CO<sub>2</sub> wird dabei durch Photosynthese in Biomasse gebunden. Für eine dauerhafte Senkenwirkung reicht Wachstum allein jedoch nicht: Wird Biomasse rasch verzehrt, verbrannt oder zersetzt, kehrt ein großer Teil des Kohlenstoffs in den Kreislauf zurück. Besonders interessant wird deshalb die Kopplung von erhöhter Biomasseproduktion mit langlebigen biogenen Werkstoffen und Produkten.

**LESS CARBON OUT + MORE CARBON STORED = a double climate effect.**

**12. Eine große Teillösung - keine Nischentechnologie BIOTOPE allein löst den Klimawandel nicht. Aber wenn dieselbe Architektur Materialbedarf, embodied energy, fossile Betriebsenergie, Transporte und Wasserverluste reduziert und gleichzeitig Nahrung, Strom, Wärme, Kühlung und Schutz bereitstellt, greift sie mehrere große Ursachen gleichzeitig an. Das macht sie zu einer potenziell bedeutenden Teillösung - vorausgesetzt, wir bringen sie industriell, kostengünstig und in großer Zahl in die Realität.**

BIOTOPE ist nicht interessant, weil es eine Aufgabe etwas besser löst. Es ist interessant, weil eine einfache Architektur viele wesentliche Aufgaben gemeinsam mit deutlich geringerem Primäreinsatz erfüllen kann.

**13. Vom Zauberlehrling zum bewussten Teil der Natur Der Mensch besitzt große technische Macht, aber auch die Fähigkeit zu verstehen, zu reflektieren und bewusst zu wählen. Unser Ansatz bedeutet deshalb weder Rückzug aus Wissenschaft noch Romantisierung der Natur. Es bedeutet: verstehen, lernen, kooperieren. Intelligenz allein genügt nicht; sie braucht Compassion - Achtung vor dem außergewöhnlichen Phänomen des Lebens, dessen Teil wir selbst sind.**

Nicht Dominanz über die Natur, sondern bewusstes Hineinwachsen in eine intelligentere, resiliente und lebenswürdige Struktur.

WE ALREADY HAVE WHAT WE NEED Die Sonne existiert. Leichte Hüllen existieren. Solarkonzentration, Photovoltaik, Wärmespeicherung, Verdunstungskühlung, Aquakultur, Sensorik und intelligente Regelung existieren. Pflanzen verwandeln seit Milliarden Jahren Sonnenlicht, CO<sub>2</sub> und Wasser in komplexe lebende Strukturen. Was fehlt, ist ihre konsequente Verbindung zu einfachen, leichten, bezahlbaren, lokal produzierbaren und lebensdienlichen Systemen. Neugier als Antrieb.

Naturwissenschaft als Werkzeug. Bionik als Lehrmeister. Das generalisierte Fermat-Prinzip als technische Leitlinie. Compassion als Verantwortung. Humanität als Richtung. Und vielleicht beginnt der nächste große Schritt ganz einfach: 2.000 Quadratmeter in Indien. Ein Samen. Und Samen haben eine bemerkenswerte Eigenschaft: Sie wachsen.

**NEUGIER → WISSENSCHAFT → BIONIK → FERMAT → COMPASSION**

**Quellen / technische Bezugspunkte • UNEP / GlobalABC, Global Status Report for Buildings and Construction 2025-2026 (2026): ca. 37 % der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen; nahezu 50 % der globalen Materialentnahme. • Eden Project, Architecture: dreilagige ETFE-Kissen; weniger als 1 % des Gewichts einer vergleichbaren Glasfläche; UV-Durchlässigkeit; nicht haftende/selbstreinigende Oberfläche. • AGC, 21 July 2026: F-CLEAN agricultural greenhouse film recognized for 36 years of continuous use without replacement. • Eigene frühere Fix-Focus-Entwicklungsarbeiten von Jürgen Kleinwächter: konzentrierte Solarwärme, Hochtemperaturversuche und thermische Speicherung.**