bionis

ドイツ
エキスポ 愛知
Deutschland
EXPO 2005 Aichi

Der Deutsche Pavillon auf der EXPO 2005 in Aichi, Japan

EXPO
2005 AICHI
JAPAN

the wisdom of nature

- die Weisheit der Natur ist das völkerverbindende Motto, mit dem die japanischen Gastgeber die Länder der Welt zur Expo 2005 nach Aichi einladen.

Im Spannungsgefüge von Mensch, Natur und Technik sind heute mehr denn je innovative Konzepte gefordert, die eine ganzheitlich ausgewogene Entwicklung ermöglichen. In der Vergangenheit wurden Ökonomie und Ökologie oft als Gegensatz verstanden. In der modernen Industriegesellschaft zeigen sich jedoch immer mehr Gemeinsamkeiten und synergetische Wechselwirkungen, die es als Chance und Triebfeder für die nachhaltige Entwicklung der Technologien und der Gesellschaft zu nutzen gilt.

Im sensibleren Verständnis erschließt sich uns die belebte Natur beileibe nicht nur über den Erholungswert oder als Lieferant von nachwachsenden Rohstoffen. Die Biodiversität offenbart auch einen unermesslichen Schatz an Know-how. Die biologische Evolution hat auf den unterschiedlichsten Struktur- und Organisationsebenen eine Fülle faszinierender „High-tech“ Lösungen hervorgebracht und viele Optimierungsprobleme gelöst, die uns heute in ähnlicher Weise auch in der Wirtschaft und in anderen gesellschaftlichen Bereichen beschäftigen.

BIONIK ist eine noch junge und überaus spannende Wissenschaftsdisziplin, die sich mit der Entschlüsselung solcher „Patentlösungen“ aus der belebten Natur und deren Transfer in innovative Technikkonzepte befasst. Dieser transdiziplinäre Ansatz vereint mittlerweile Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsunternehmen der gesamten Bundesrepublik Deutschland. Aus der Zusammenarbeit von Biologen und Ingenieuren entspringt ein Feuerwerk neuer Erkenntnisse, das sich im Deutschen Pavillon widerspiegelt und auch im Deutschlandjahr in Japan ein Highlight setzt.

bionis

ドイツ
エキスポ 愛知
Deutschland
EXPO 2005 Aichi

bionis

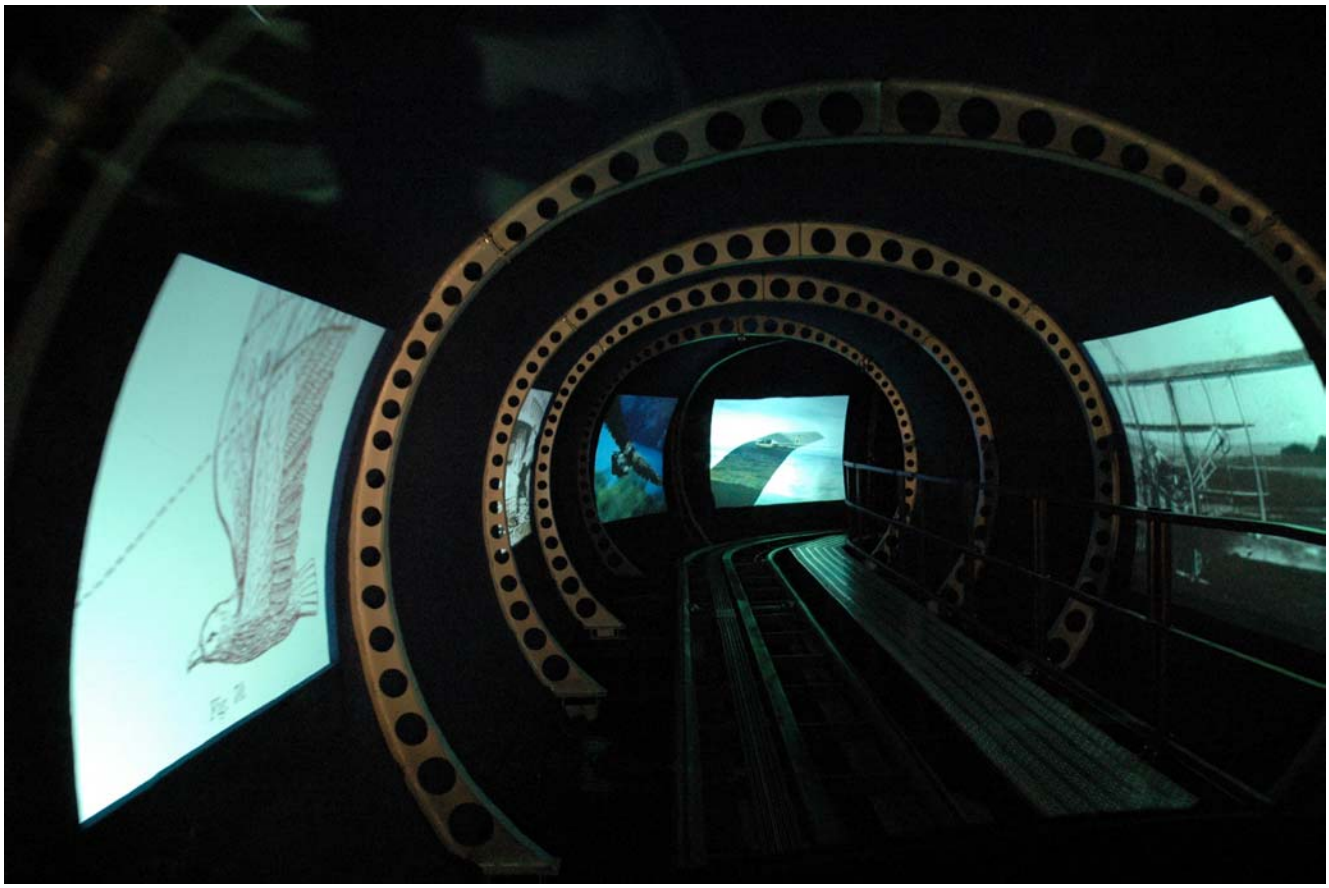
steht für eine Welt der Faszination, in der sich neueste Trends der Forschung in Natur und Technik mit zukunftsweisenden Visionen organisch verbinden, in der sinnliches Erfahren, Staunen, Phantasien und wacher Menschenverstand zur schöpferischen Einheit verschmelzen.

bionis, die Erlebniswelt im deutschen Pavillon lädt ein zu einer Entdeckungsreise durch Raum und Zeit der Biosphäre, einfach Spaß zu haben, sich in den Kreislauf einzuweben, die Urkraft der Natur zu spüren, Horizonte zu durchbrechen und den rasanten Fortschritt evolutiver Prozesse in Natur und Technik zu erleben. Schauen und Verstehen, der Mensch lernt fliegen. Traditionelles aus deutschen Landen webt sich in die Moderne unserer Hochkultur. Alles ist im Fluss. Neue Dimensionen öffnen sich. Erneuerbare Energien und bionische High-tech Entwicklungen – Anfassen und Ausprobieren erwünscht. Spielerisch Begreifen und Experimentieren, im Labor der Zukunft wächst die Erkenntnis: Evolution und technischer Fortschritt reifen zur Symbiose - für Mensch und Umwelt.

bionis lebt – in Deutschland und in uns allen.

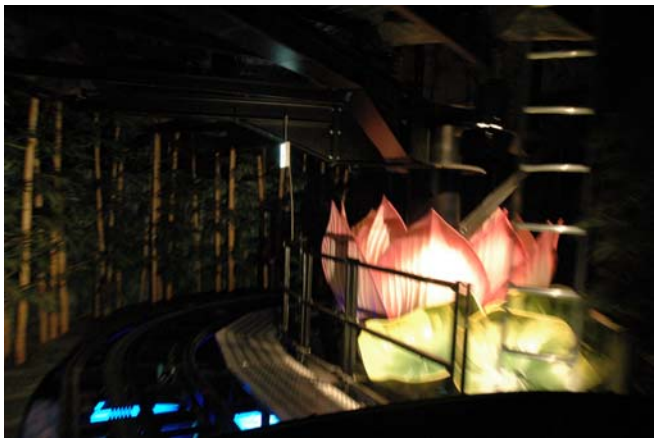
experience cave

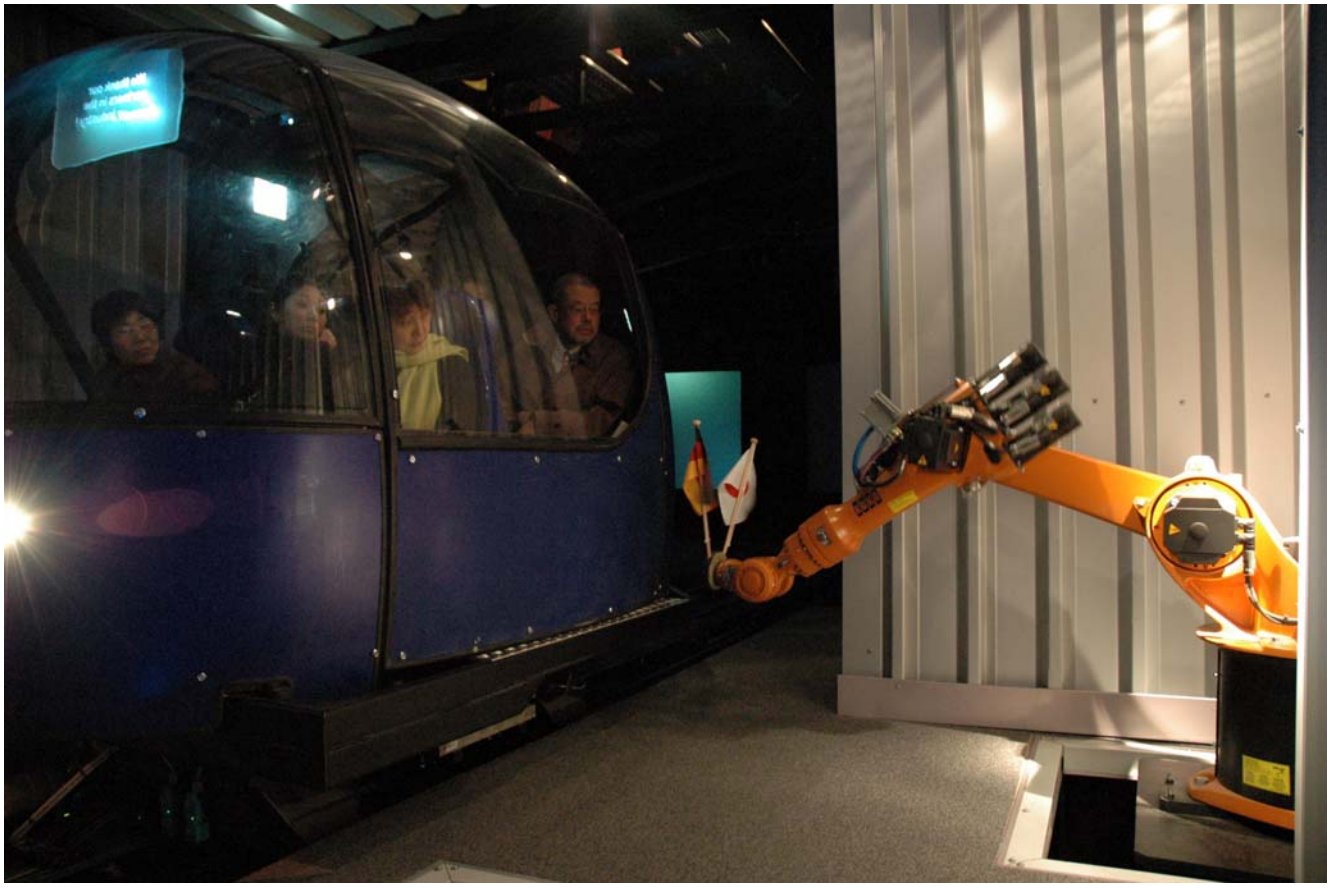
Sich vom Gewohnten lösen und auf geheimnisvolle, mystische Weise in eine andere vitale Zeit und Welt versetzen lassen - im sanften Halbschatten des abenteuerlichen Höhlen-Ambientes werden die Sinne sensibilisiert. Man spürt das Wirken der Natur und die felsensprengende Kraft des Lebens und entdeckt, dass die biologische Evolution schon Jahrmillionen vor Beginn der menschlichen Entwicklung aktiv war und eine Vielzahl hoch entwickelter Kreationen hervorgebracht hat.



experience ride

Die Dynamik der Natur erleben, in einen Wassertropfen steigen und seinem Weg durch die Bioshäre folgen, unterwegs die gestalterische Raffinesse der Evolution erfahren und Umsetzungen sehen, die moderne Technologien prägen und sich neben Traditionellem und historisch Wertvollem auch in der deutschen Kulturlandschaft wieder finden.





Der Strom des Wassers und der Entwicklungen führt durch das Rheintal, in dem sich Burgen und Schlössern malerisch in die Natur einweben, bis in die Küstenregion Deutschlands, in der die Energie des Windes geerntet wird, und – von freundlichen Robotern begrüßt – schließlich in die Schmiede der neusten Automobilbautechnik.

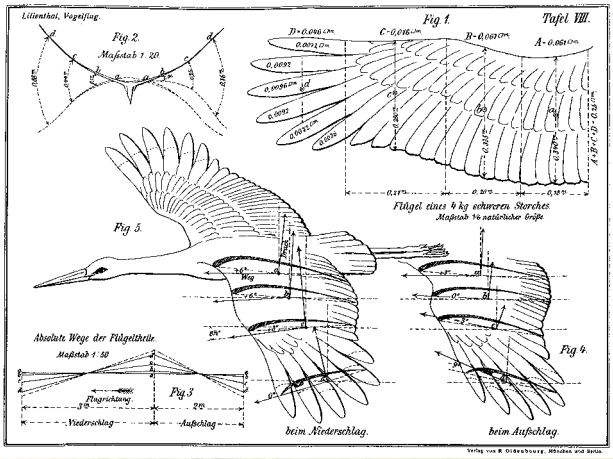
Ein starker Arm befördert das Gefährt in die Höhen der Wissenschaft…

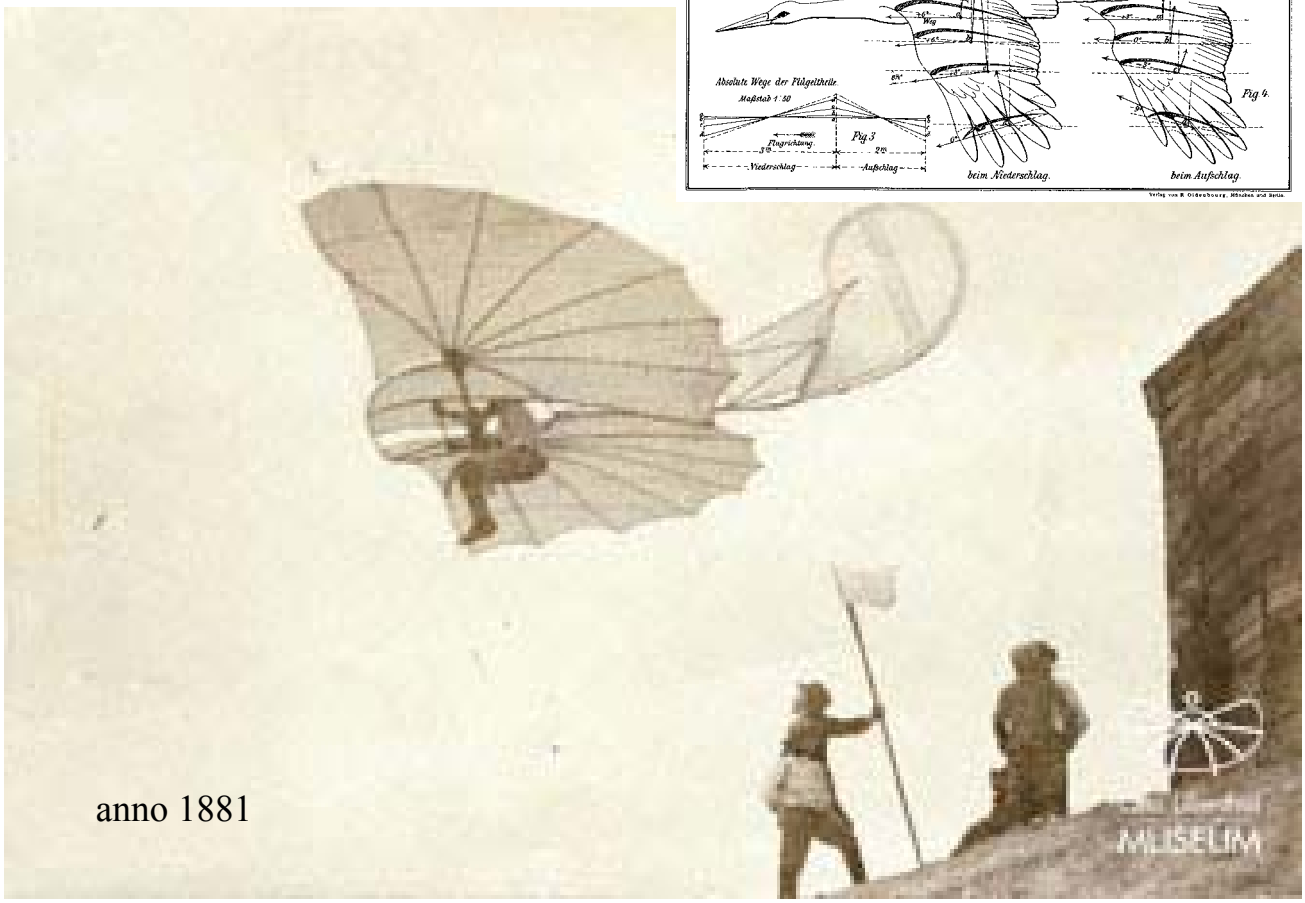
experience lab

strömungsbionik

ist Gegenstand und thematischer Rahmen des ersten Teils der Exposition, der in welchem ein Bogen von den eher noch schüchternen Anfängen bis zur modernen Luft- und Raumfahrt gespannt wird.

In der Mitte des Labs prangt der „Sturmgleiter“, eines jener legendären Fluggeräte, mit denen es anno 1881 dem deutschen Pionier der Luftfahrt, Otto Lilienthal, nach seinen fundamentalen Studien zur Auftriebserzeugung der Vogelflügel gelang, der Menschheit eine neue Dimension der Fortbewegung zu eröffnen.





anno 1881

Trotz der gewaltigen technischen Fortschritte hat uns die biologische Evolution in der Strömungsdynamik noch vieles voraus. Doch sind es gerade die Errungenschaften der modernen Luftfahrtforschung, die Erkenntnisse und Methoden der technischen Strömungsdynamik, die es uns ermöglichen, auch die besonderen Raffinessen der biologischen Adaptation zu erkennen und in zunehmendem Maße auch nutzen zu können.

pinguine als lehrmeister

Erstaunliches kommt aus dem Meer, aus der Kälte des Antarktischen Ozeans. Fliegen funktioniert auch unter Wasser! Gleich im ersten Schritt findet sich der Besucher inmitten eines Pinguinschwarms, in den sich leuchtend orange ein schnittiges kleines Forschungs-U-Boot von EvoLogics mischt. Filmsequenzen zeigen Studien deutscher Polarforscher zum Unterwasserflug der Pinguine. Zur Verwunderung der Wissenschaftler ist der Energieverbrauch dieser Unterwasserflieger so gering, dass der Brennwert von einem Liter Benzin umgerechnet z.B. einem Adelie-Pinguin eine Schwimmstrecke von über 1.500 Kilometern durch die eisige Polarsee ermöglichen würde. Zur außergewöhnlichen Effizienz des elastischen Flipper-Antriebs gesellt sich ein extrem niedriger Körperwiderstand. 40 Millionen Jahre Evolution unter den extremsten Bedingungen der Erde haben die Pinguine zu perfekten Stromlinienkörpern geformt. Messungen an Abgussmodellen im Wind- und Wasserkanal der TU Berlin ergaben, dass die Cw-Werte dieser Tiere um gut 20 Prozent niedriger sind als die der besten technischen Strömungskörper (Torpedos und Raketen eingeschlossen). Im Video wird veranschaulicht, wie nach diesen Erkenntnissen neue Formen für bionische Luft-, Land- und Unterwasserfahrzeuge entwickelt wurden, die alle vergleichbaren technischen Entwicklungen in den Schatten stellen.

Die modernen ingenieurtechnischen Methoden ermöglichen es uns, die Flugleistungen der Vögel und Insekten richtig einschätzen zu können. Dabei geht es nicht so sehr um absolute Fluggeschwindigkeiten als vielmehr um Wendigkeit, Flugsicherheit und günstige Energiebilanzen. Eben diese Aspekte spielen auch in der modernen Luftfahrt eine wachsende Rolle.

mini ted's

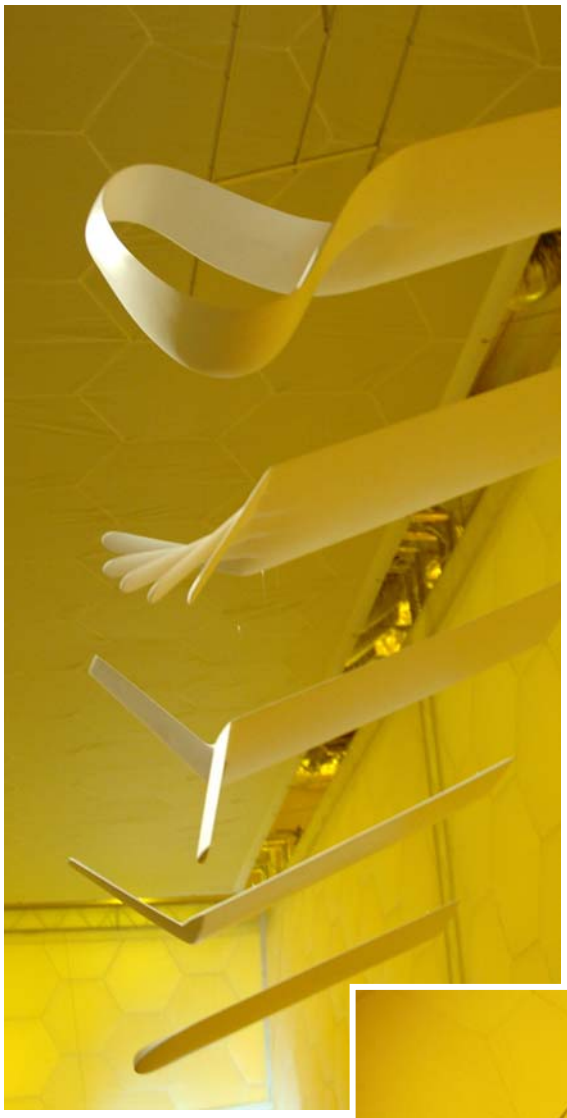
mini TEDs am Eurocopter

EADS zeigt, wie das Feedback aus der biologischen Forschung für innovative Techniklösungen genutzt wird. Mini TEDs (TED = Trailing Edge Device) an den Abströmkanten der Tragflächen des Airbus A340 verbessern dessen Flugverhalten; an den Enden der Rotorblätter von Hubschraubern (Eurocopter EC135) vermindern sie Geräuschemissionen und Vibrationen.

nomaden der lüfte

„Igor“ heißt ein bionisches Vogelmodell, an dem die Bioniker der TU Darmstadt die Strömungsprozesse an schlagenden Flügeln im Windkanal studieren. Hier kann der Besucher in die Rolle des Forschers schlüpfen, diverse Monitore steuern, die Bewegungen des Modells mit Filmaufnahmen von fliegenden Gänsen aus freier Wildbahn vergleichen, Windkanalmessungen und die beim Schlagflug entstehenden Wirbelbilder interaktiv verfolgen.

Was beim Vogelmodell eben noch fast spielerisch erschien, gewinnt in der Technik schnell an Dimension. Die Ausbildung von mächtigen Randwirbeln an den Spitzen der Tragflügel verkörpert ein Problem, das mit der zunehmenden Größe moderner Langstreckenflugzeuge gravierend anwächst. Die Wirbel erzeugen Widerstand, kosten Treibstoff, verursachen Lärm und können nachfolgende kleinere Flugzeuge in Gefahr bringen. Beim Airbus sollen so genannte „Winglets“ diese Probleme lindern.



evolutionstechnik

Hier zeigt die Entwicklungsreihe von technischen und bionischen Tragflügelenden einen interessanten evolutiven Prozess, in dem sich technische und biologische Erkenntnisse iterativ ergänzen. Dem bei vielen Flugzeugen noch klassisch geschlossenen Flügel-Ende folgt ein Winglet, beim Airbus sind auch schon zwei. Die Vögel gehen weiter. Krähen, Adler, Störche spreizen ihre Handschwingen und reduzieren das Randwirbelproblem diskret auf viele kleine Wirbel. Die lösen sich schneller und es wird weniger Energie verbraucht.

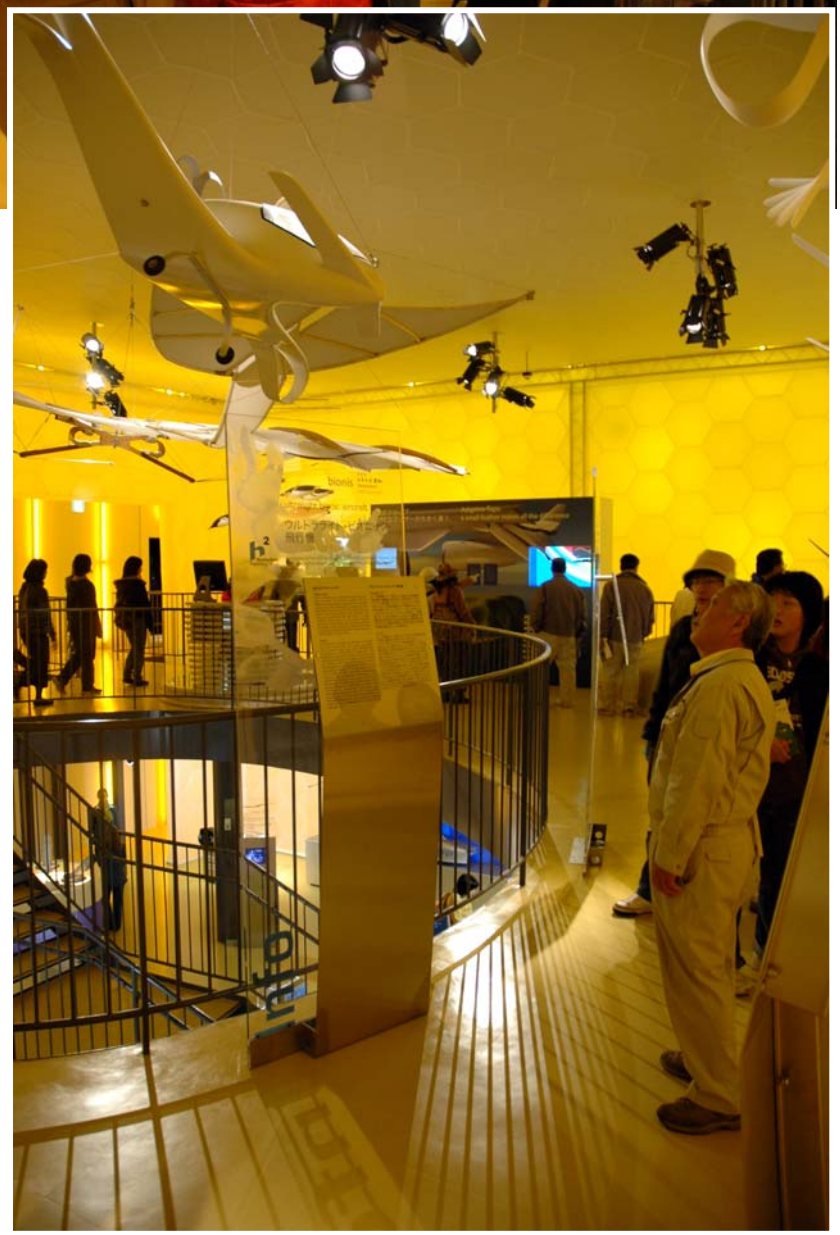
„Heureka!“, hier kann nun wieder die Ingenieurtechnik über die Natur hinauswachsen. Die Bioniker der TU Berlin und von EvoLogics wurden kreativ, entwickelten die Technik der Metamorphose. Sie invertierten die Struktur, machten die Hüllkurve zur Traglinie. Heraus kam ein neuer Schlaufenflügel. Im Nachlauf bildet sich nur eine dünne Wirbelschicht, die sich nicht zu Kernwirbeln aufrollen kann.

Dieser Weg war der biologischen Evolution verschlossen, ein Vogel würde sich mit solchen Schlaufen im Geäst verfangen und könnte seine Flügel nicht zusammenlegen. Die Technik hat andere Rahmenbedingungen, kann das Prinzip sogar noch weiter ausbauen. Seriell verknüpft entsteht ein eleganter Schlaufenpropeller. Effizient und leise soll die neue Kreation der jungen Bionik-Firma EvoLogics sein, bei Windkraftanlagen, Lüftern, Ventilatoren, Flugzeug- und Schiffspropellern umweltfreundliche Maßstäbe setzen.

bionik-propeller

bionik-design

heißt eine weitere neue Richtung, die den Erkenntnissen und Visionen der Forscher schon mal physische Gestalt verleiht.
Delta Loop und Loop sind zwei futuristisch anmutende Modelle von Ultraleichtflugzeugen, die mit bionischen Ringpropellern und schlaufenförmigen Tragflügelenden ausgestattet sind und von Magdeburger Design-Studenten entworfen wurden. Sie zeigen verschiedene Wege, wie aus diversen Details künftig auch neue bionische Systemlösungen entstehen können.



In der Zusammenschau der Exponate schließt sich der Kreis:

Was haben Pinguine mit Luftfahrt zu tun, was haben Libellen und Hubschrauber gemeinsam, was verbindet die Flügelenden einer Adlerschwinge mit denen eines Flugzeugs und wie können unsere Fluggeräte wendiger und sicherer, die Antriebssysteme leiser und die Ökobilanz insgesamt verbessert werden?

Im Themenbereich „Strömungsbionik“ findet der interessierte Besucher Antworten und viele spannende Lösungen.

Mobilität braucht Sensorik. Hier sind sie wieder, die schattenhaften Fledertiere aus der Experience Cave. Jäger der Nacht, die mit den Ohren sehen. Akustische Bildgebung – ein Leitthema der modernen Vermessungstechnik, Biomedizintechnik, der zerstörungsfreien Materialprüfung und neuerdings auch der Umweltdiagnostik. Unglaublich, was die Tiere auch für diesen Bereich zu bieten haben. …

akustische bildgebung

Siemens lädt die Besucher ein zum Experimenieren mit der neusten Ultraschall-Diagnosetechnik, die es den Medizinern ermöglicht, in unseren Körper hineinzusehen und vierdimensionale Bilder von Embryonen im Mutterleib oder von unseren inneren Organen zu erstellen.

Auf diesem Gebiet wurden mittels neuartiger Methoden der Signalverarbeitung enorme Fortschritte erzielt
Die Ultraschall- Plattform SONOLINE Antares zeigt, was in diesem High-tech Bereich heute schon machbar ist.

Gleich nebenan wird von der GFaI Gesellschaft für angewandte Informatik Berlin eine der neusten bionischen Entwicklungen vorgestellt - eine akustische Kamera mit der man Schall sehen kann. Hier eröffnet sich dem Besucher eine faszinierende neue Welt …

schall-emissionen sehen

…mit spektakulären Aufnahmen aus unterschiedlichsten praktischen Anwendungen. So wird z.B. der Lärm, den die Wirbel an den Propellerspitzen einer Windkraftanlage oder eines Hubschraubers verursachen, sichtbar gemacht. Der Weg der Geräuschentwicklung beim Schließen einer Autotür ist visuell genau verfolgbar. Besucher können auch spielerisch mit der eigenen Stimme experimentieren. – So entsteht eine Fülle ganz neuer Sinneseindrücke, die zugleich auch das enorme Potenzial veranschaulichen, mit dem diese innovative Technik zum Abbau der akustischen Umweltverschmutzung beitragen kann.

Die akustische Kamera liefert Bilder von Schallemissionen auch in Echtzeit. Mit bis zu 72 Messkanälen können im Messbereich zwischen 100 Hertz und 100 Kilohertz brillante, akustische Schalldruckbilder angefertigt werden. Besondere Algorithmen gestatten spektrale Analysen, Zeitlupenfilme und ein "Hineinhören" ins Bild. Der Besucher kann dies gleich mal am Computer ausprobieren.

bauteile wachsen wie bäume und knochen

Eine Etage tiefer erwartet den Besucher eine weitere Story, die frisch aus dem Wald kommt. Wissenschaftler des Forschungszentrums Karlsruhe haben den Wachstumsprozess von Bäumen und Knochen analysiert und danach ein Computerverfahren entwickelt, mit dem in ähnlicher Weise nunmehr auch technische Bauteile in die optimale Form hineinwachsen, bei der die Struktur die maximale Festigkeit mit dem geringsten Materialgewicht erreicht. Wie das genau funktioniert, wird an faszinierenden Naturbeispielen und verschiedenen technischen Anwendungen gezeigt. Ein griffiges Beispiel, wie die bionischen Wachstumsalgorithmen in der industriellen Anwendung zu einem optimalen Leichtbau-Design führen, findet sich gleich nebenan.

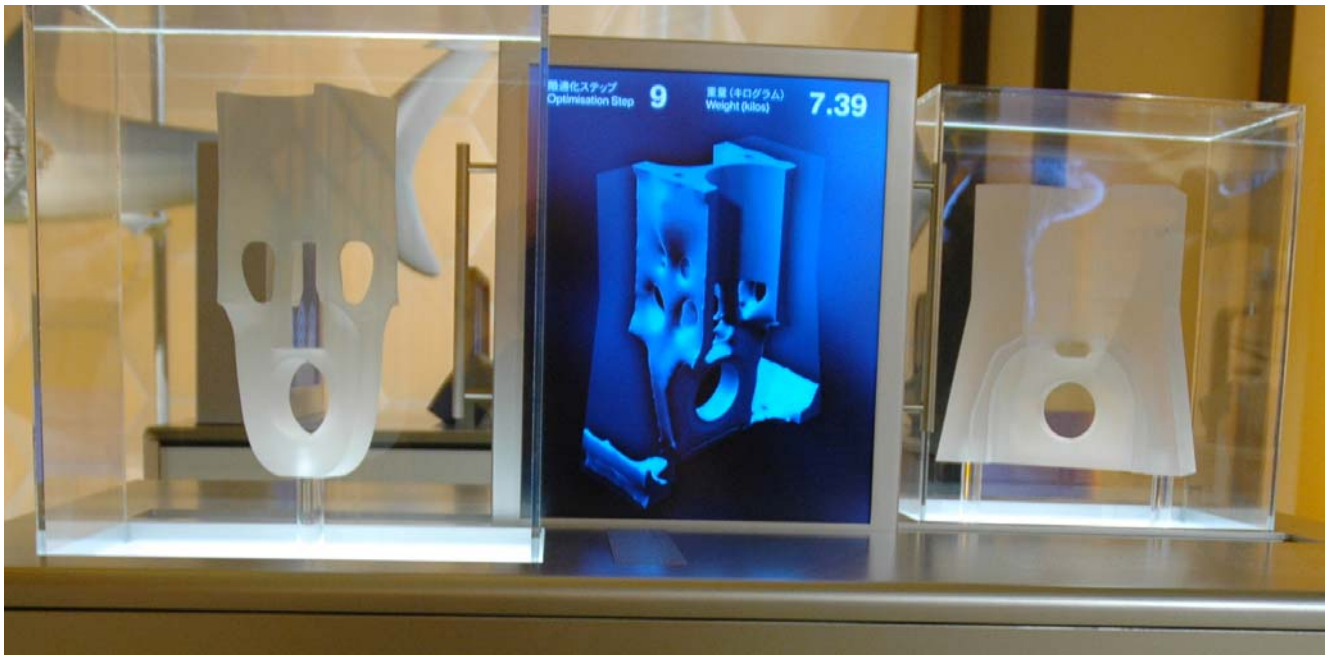
bionischer leichtbau

BMW stellt hier den Expo-Besuchern die neue Hinterradfelge für das Motorrad K 1200 S vor, das selbstverständlich auch gleich komplett in Augenschein genommen werden kann, Probesitzen inklusive.

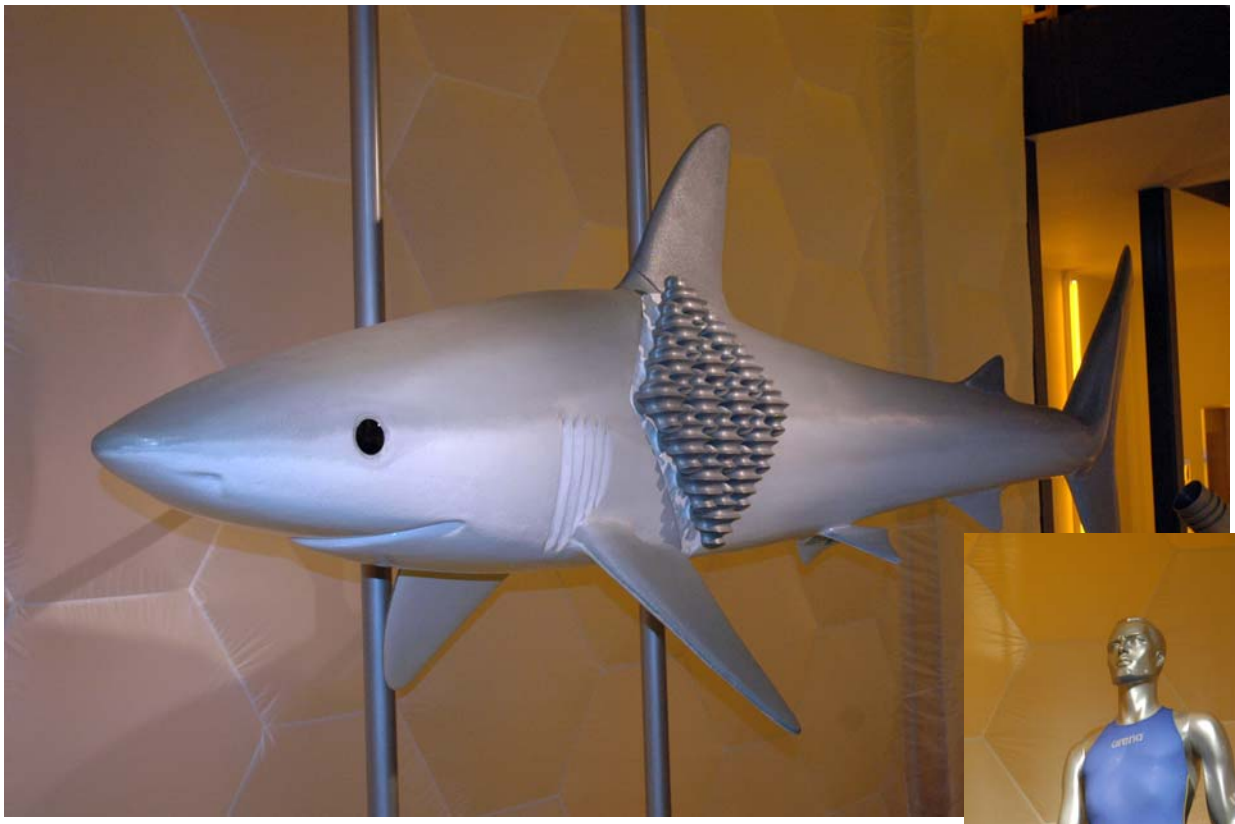
Doch damit nicht genug, BMW kommt mit einem fulminanten Feuerwerk an innovativen Technik-Lösungen zur Weltausstellung nach Japan, veranschaulicht, wie viel Bionik heute schon im modernen Automobilbau zu finden ist. Die Bandbreite bionischer Verfahren und Strukturlösungen, die in der Serie oder seriennahen Umsetzung Anwendung findet, erstreckt sich von aerodynamischen Strömungsoptimierungen des Karosserie-Designs, in dem u. a. auch die Erkenntnisse der Pinguinforschung einfließen, bis hin zum intelligenten Leichtbau mit z. T. knochenähnlichem Strukturaufbau und verschiedenen Komposit-Materialien, zu dem natürlich auch evolutionäre Optimierungsstrategien eingesetzt werden.

Darüber hinaus werden auch innovative Lösungen gezeigt, die in naher Zukunft Anwendung finden werden: Clean Energy steht für ein beispielgebendes Konzept. Das BMW H2R Rekordfahrzeug vermittelt schon mal die Botschaft, dass alternative Antriebe und dynamische Höchstleistungen kein Widerspruch sind. Das rückt uns der Natur näher und wird dem Besucher mit fast spielerischer Leichtigkeit in Form von interaktiven Exponaten deutlich gemacht.

BMWCleanEnergy


最適化ステップ
Optimisation Step
9
重量（キログラム）
Weight (kilos)
7.39

EADS zeichnet die Linie der Formoptimierung im Bereich der Ultraleichtbau-Konstruktionen für die Luft- und Raumfahrt weiter. Die Konstruktion der Tragflügelrippen des Airbus A380 orientierte sich an der der Struktur der Vogelknochen. Zudem halfen bionische Optimierungsverfahren, Gewicht zu sparen - für weniger Treibstoff, mehr Nutzlast und größere Reichweite.



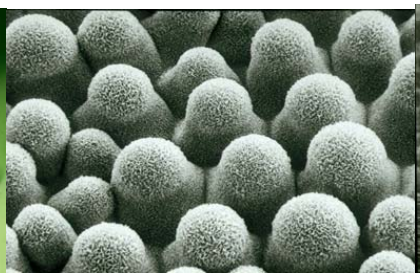
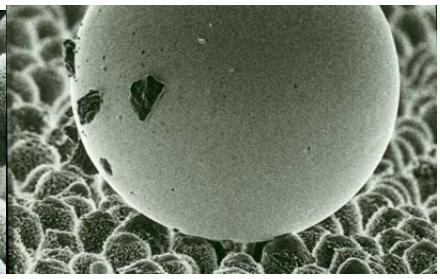
hai-tech

Sie gehören zu den ältesten Schöpfungen der Evolution. Als schnelle und ausdauernde Schwimmer zählen sie zu den erfolgreichsten Jägern, die den Ozean seit über 460 Millionen Jahren bevölkern – Haie.

Nun erwies sich gerade dieses Tiergruppe als äußerst modern, rückte in den Brennpunkt neuzeitlicher strömungsdynamischer Untersuchungen. Die Haut der schnell schwimmenden Haiarten ist mit winzigen zahnähnlichen Schuppen (so genannten Denticeln) überzogen, die ihr eine raue, sandpapierähnliche Textur verleihen. In der Vergrößerung zeigen diese Schuppen winzige Längsrillen, die von scharfkantigen Graten (Riblets) begrenzt werden. Inspiriert von den anatomischen Studien des deutschen Paläontologen Wolf-Ernst Reif hatte die Arbeitsgruppe von Dr. Dietrich Bechert (DLR Berlin) genauere experi - mentelle Untersuchungen durchgeführt. In der Zusammenschau mit den Ergebnissen anderer Autoren stellte sich heraus, dass die Riblets die in Stromrichtung laufenden Wirbel auf Abstand halten und deren seitliche Bewegung behindern. Die viskose Unterschicht wird dicker und in den Rillen weniger gestört. Damit verringern sich der Impulsverlust in der Grenzschichtströmung und demzufolge auch der Reibungswiderstand.

Übertragen auf technische Oberflächen konnte eine Widerstandsverminderung um 5-10 % erreicht werden. In einer Experimentalstudie mit einem Airbus A320, der in den relevanten Bereichen mit einer Riblet-Folie der Firma 3M beklebt war, wurde eine Treibstoffeinsparung in der Größenordnung von ca. 3 Prozent gemessen, was - auf den gesamten Flugverkehr hochgerechnet – durchaus von umwelt-technischer Bedeutung ist. Zudem gibt auch es zahlreiche Bemühungen, Schiffe mittels einer künstlichen Haihaut schneller und ökonomischer zu machen, und neuerdings versuchen auch führende Hersteller von Schwimmanzügen das Haihaut-Phänomen für ihre Produkte zu nutzen.

Zu den spannendsten Entwicklungen der jüngeren Bionik-Geschichte gehören bahnbrechende Entdeckungen im Bereich der mikro- und nanostrukturierten Oberflächen, die zu einem Paradigmenwechsel im technischen Denken geführt haben. Der allgemeine Glaube, dass glatte Oberflächen den geringsten Strömungswiderstand bieten und auch am leichtesten sauber zu halten sind, musste revidiert werden. Nachdem die Strömungsdynamiker herausgefunden hatten, dass die fein geriffelte Haihaut eine spezielle Anpassung zur Verminderung der turbulenten Wandreibung verkörpert, brachten die Botaniker der Universität Bonn die Fachwelt mit dem Lotus-Effekt zum Staunen.

selbstreinigende oberflächen

Lotus-Effect

Nie mehr Auto waschen, Fassaden die nicht verschmutzen und spiegelverglaste Wolkenkratzer, die sich bei jedem Regen selbst reinigen: ein Traum wird wahr.

Prof. Wilhelm Barthlott, entdecke dass die Oberflächen bestimmter Pflanzen vollkommen Wasser abstoßend (superhydrophob) und Schmutz abstoßend sind. Diese sind nicht glatt, sondern mit feinsten Mikro- und Nanostrukturierungen versehen. Schmutzpartikel liegen wie ein Fakir auf dem Nagelbett auf dieser Oberfläche und werden mit abrollendem Wasser mitgenommen.

Als ideales Beispiel für diese Selbstreinigung erwies sich die Lotusblume, die als Symbol der Reinheit in asiatischen Religionen gilt. In 100 Millionen Jahren der Evolution, Versuch und Irrtum, Mutation und Selektion, wurde ihre Oberfläche optimiert. Diese Ingenieurarbeit der Natur steht uns heute zur Verfügung. Seit Anfang der 90er Jahre gelang es an der Universität Bonn das Phänomen selbstreinigender mikro- und nanostrukturierter superhydrophober Oberflächen technisch umzusetzen. Entsprechende Produkte sind unter der Markenbezeichnung Lotus-Effect® auf dem Markt.

Marktführer ist hier die Fassardenfarbe Lotusan® der Sto AG. Weltweit gibt es heute mehr als 300.000 Gebäude mit solchen Lotus-Effekt® Oberflächen. Ein Lotus-Effect®-Spray der Degussa AG (Tegotop 105) ist erhältlich, mit dem sich eine temporäre Selbstreinigung zur Imprägnierung auf verschiedenste Materialien aufbringen lässt. Die ersten Prototypen von Lotus-Effekt® Glas der Firma Ferro sind auf optischen Sensoren in Ballungsräumen (z.B. an den Mautbrücken an den deutschen Autobahnen) im Einsatz.

Ein kleiner Effekt mit großer Wirkung: die Nanotechnologie in der Natur als Vorbild für biomimetische hochtechnologische funktionale intelligente Oberflächen.

Im experience lab wird dem Besucher an einer Fülle von Beispielen vor Augen geführt, dass die Weisheit der Natur einen unschätzbaren Fundus gerade für die moderne Technikentwicklung verkörpert. Staunen, lernen, verstehen, Natur und Technik in Einklang bringen, mit Phantasie und schöpferischer Kraft neue Wege beschreiten, „bionis“ – die pralle Welt der Bionik – ist mehr als eine Vision. Sie verbindet uns alle.

ausklang

im
deutschen
Restaurant

ansprechpartner

Deutscher Pavillon:
Generalkommissar Rüdiger Kreienkamp-Rabe
Direktorin des Pavillons: Inka Pittscheidt
Pressesprecher: Guido Gudat

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit,
Referat VE5:
Dietmar Schmitz, Wolfgang Löffler, Bert Spilles

Koelnmesse-International:
Inka Pittscheidt, Urte Fechter

Gesamtkonzeption:
Prof. Martin Aichele & Ulli Lippsmeier

Wissenschaftskonzeption und Fachberatung:
Dr. Rudolf Bannasch, *BIO*KON e.V.
im Auftrag des Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Internet, Homepage:
Betriebsart München

Ausführungsplanung / Realisation:
Lippsmeier & Partner
Mitarbeiter: Günter Bischof, Birgit Bräu,
Kasuo Oka, Natalie Schlederer

Ausführende Firmen:
Ride: Fa Zierer & Studio Babaelsberg, MRC,
Baufirma: Takenaka (Japan)

Exponate / Aussteller:

Industriepartner:
BMW, EADS, SIEMENS, KUKA

Bionik-Kompetenznetz (*BIO*KON):
Technische Universität Berlin
Universität Bonn, Nees-Institut
Technische Universität Darmstadt (BitZ)
EvoLogics, Berlin
Forschungszentrum Karlsruhe
HS Magdeburg-Stendal
Universität des Saarlandes, HS Bremen
und Bionic Streamform, Saarbrücken

Weitere Partner:
Gesellschaft zur Förderung angewandter
Mathematik und Informatik (GFaI), Berlin
Otto-Lilienthal-Museum Anklam

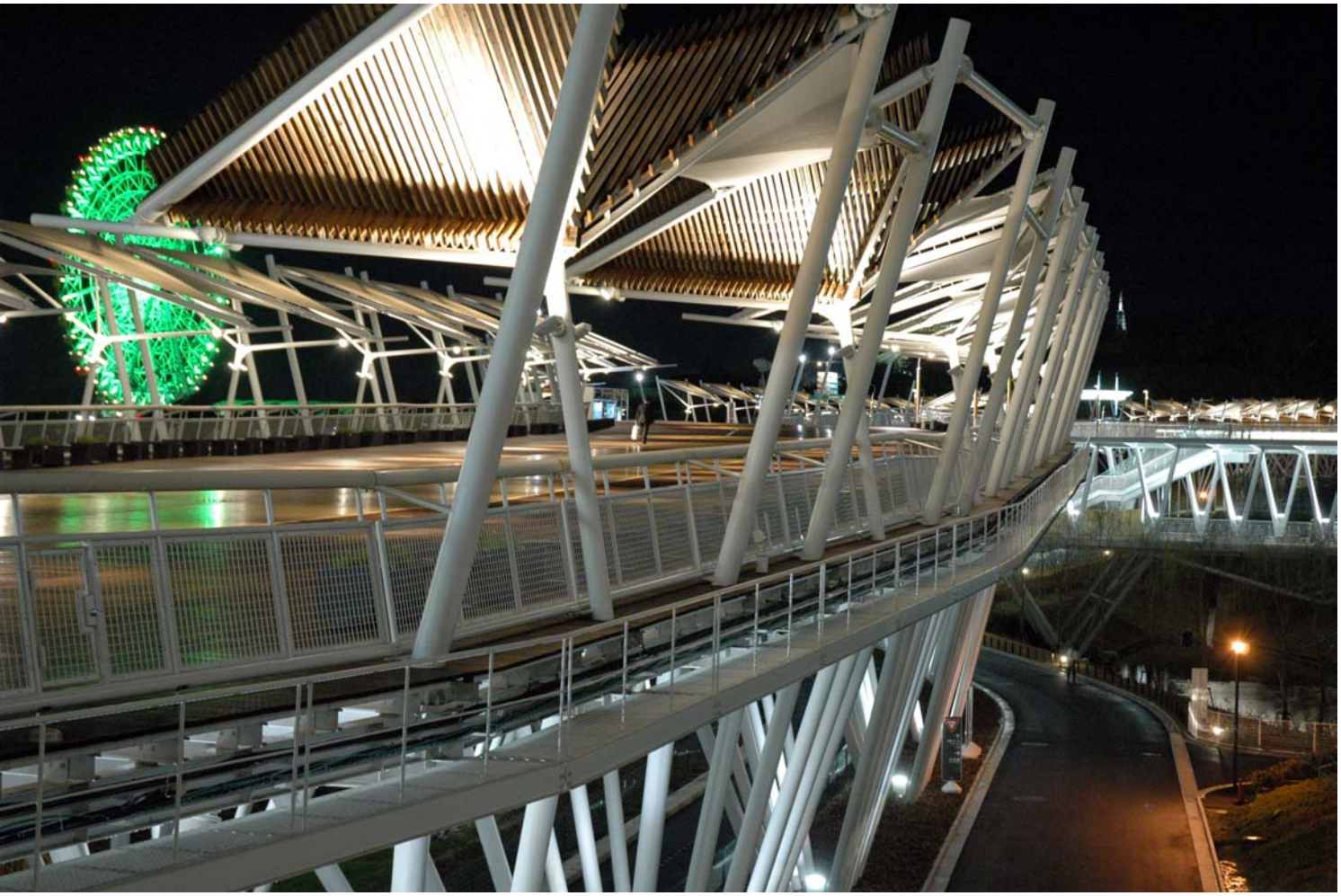
Mehr Informationen unter:

www.expo2005-deutschland.de
www.biokon.net

Redaktion: (Text und Fotos)
Dr. Rudolf Bannasch
Fabian Bannasch

愛地球博

EXPO 2005 AICHI JAPAN



www.expo2005-deutschland.de