



Beachclub (in Köln): *Herrschen in Deutschland bald mediterrane Verhältnisse?*

Abschied vom Weltuntergang

Wie schlimm wird der Klimawandel wirklich? Kommen Sintfluten und Daurdürren auf uns zu? Während sich immer mehr Menschen vor der Treibhaushölle fürchten, liefern die aktuellen Computersimulationen der Forscher weit weniger dramatische Vorhersagen.

Der Vater des Treibhauseffekts würde heute als Ketzer verteufelt werden. Denn der schwedische Physiker Svante Arrhenius wagte es, den Menschen paradiesische Zeiten vorauszusagen: Auf der Erde, so verkündete er im April 1896, werde es immer heißer – und dies sei ein Segen für alle.

Das bei der Verfeuerung von Kohle, Öl und Gas in die Luft gepustete Treibhausgas Kohlendioxid, hatte der spätere Nobelpreisträger errechnet, werde dazu führen, dass die Temperaturen weltweit stark ansteigen; Missernten und Hungersnöte gehörten damit der Vergangenheit an: „Das Klima wird ausgeglichener und besser.“

Arrhenius sprach nur aus, was damals fest im kollektiven Gedächtnis verankert war: Warme Zeiten sind gute Zeiten, kalte Zeiten sind schlechte Zeiten.

Während des milden „mittelalterlichen Klimaoptimums“ etwa, zwischen 900 und 1300, betrieben die Wikinger Viehzucht auf Grönland und segelten bis nach Amerika.



Sturmflut (auf der Hallig Langeneß): Höhere Deiche erforderlich

Erst in den achtziger Jahren, mit dem Aufkommen der Ökobewegung, wurde auf einmal alles anders. Von nun an durfte die Erwärmung nur noch als Klimakatastrophe wahrgenommen werden. Fast im Stil der katholischen Kirche warnen Umweltschützer seither vor der Treibhaushölle – als eine Art Strafe für das sündige Herumspielen an der Schöpfung. Aus dem Blickfeld geriet, dass der Mensch schon sehr lange den Planeten umgestaltet, anfangs durch Rodung von Wäldern und Anlegen von Feldern, später durch den Bau von Straßen, Städten und Fabriken.

In Zeiten des Klimawandels ist es zum beliebten Gesellschaftsspiel geworden, in den Wetternachrichten nach Zeichen des Unheils zu suchen. Hat es je einen so heißen April gegeben wie in diesem Jahr? Ist diese Trockenheit noch normal? Ist das Ende schon nahe?

Mittlerweile traut sich kaum mehr jemand, die immer schrilleren Alarmrufe kritisch zu hinterfragen. Alle stimmen mit ein in den Chor der Besorgten. Uno-Generalsekretär Ban Ki Moon etwa hält den Klimawandel für mindestens so gefährlich „wie Kriege“. „Mehr als alarmierend“ findet auch die deutsche Bundeskanzlerin Angela Merkel die Entwicklung: „Wollen wir hinnehmen, dass wir völlig unbekannte Wetterphänomene haben, und zwar Tropennächte in der Harzregion?“

Werden wir wohl müssen. Meteorologen wissen: Tropennächte sind in Deutschland gar nichts Neues; ein paar davon treten jeden Sommer auf, immer schon.

So wächst mit jedem neuen Teilbericht des mächtigen Weltklimarats IPCC die

Weltuntergangsstimmung – die Klimahysterie scheint ansteckender zu sein als eine Grippeepidemie. „Wir haben nur noch 13 Jahre, um die Erde zu retten“, schrillte jüngst die „Bild“-Zeitung. „Schafft es die Menschheit nicht bis zum Jahre 2020, den Treibhauseffekt zu stoppen, löscht sie sich selbst aus – unter entsetzlichen Qualen.“

Wie schlimm aber wird der Klimawandel wirklich? Werden durch die Erwärmung tatsächlich Plagen biblischen Ausmaßes in Marsch gesetzt? Stehen uns Daurdürren und Sintfluten bevor?

Oder behält Arrhenius am Ende doch recht? Kann die Erwärmung vielerorts sogar zu höheren Ernteerträgen und mehr Tourismus führen? Schafft sich der Mensch also neue Paradiese?

Die Wahrheit liegt vermutlich in der Mitte. Zweifellos wird es Verlierer des Wandels geben – aber eben auch Gewinner. Auf dem Planeten werden die Klimazonen neu gemischt. Und noch etwas lässt sich schon mit Sicherheit sagen: Der Weltuntergang fällt aus.

Von der Öffentlichkeit unbemerkt, tobt unter den Klimaforschern derzeit eine Art Kulturkampf. Während sich die einen von jeher auch als Ökoaktivisten verstehen und die Menschheit aufrütteln wollen, mahnen die anderen zu mehr Gelassenheit und plädieren für einen rationaleren Umgang mit dem Unausweichlichen.

Zu den Besonnenen gehört etwa Hans von Storch, 57, Leiter des Instituts für Küstenforschung am GKSS-Forschungszentrum in Geesthacht und Klimaforscher der ersten Stunde. Der Meteorologe und Ma-

Überall in Europa wurden neue Städte gegründet, die Bevölkerung wuchs von 30 Millionen auf 80 Millionen.

Veheerende Folgen hatte dann jener Kälteeinbruch, der die Zivilisation nach 1300 für viele Jahrhunderte in ein dunkles Zeitalter schleuderte („Kleine Eiszeit“). Die Sommer waren verregnet, die Winter frostig. Vielerorts reifte das Getreide nicht mehr aus. Hungersnöte und Epidemien wüteten. Die durchschnittliche Lebenserwartung sank um zehn Jahre. In Deutschland wurden Tausende Dörfer aufgegeben, ganze Landstriche waren entvölkert.

Der Kälteschock saß tief. Als die Temperaturen in den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts überraschend wieder in den Keller fielen, warnten Meteorologen sogleich vor einer neuen Eiszeit – ausgelöst angeblich durch die menschengemachte Luftverschmutzung. Eine Erwärmung hielt damals kaum jemand für bedrohlich.

AGENTUR FOCUS (L.), HANS SILVESTER / AGENTUR FOCUS (R.)

thematiker fordert: „Wir müssen den Menschen die Angst vor der Klimaveränderung nehmen. Leider verstehen sich viele Wissenschaftler zu sehr als Pastoren, die den Menschen Moralpredigten halten.“

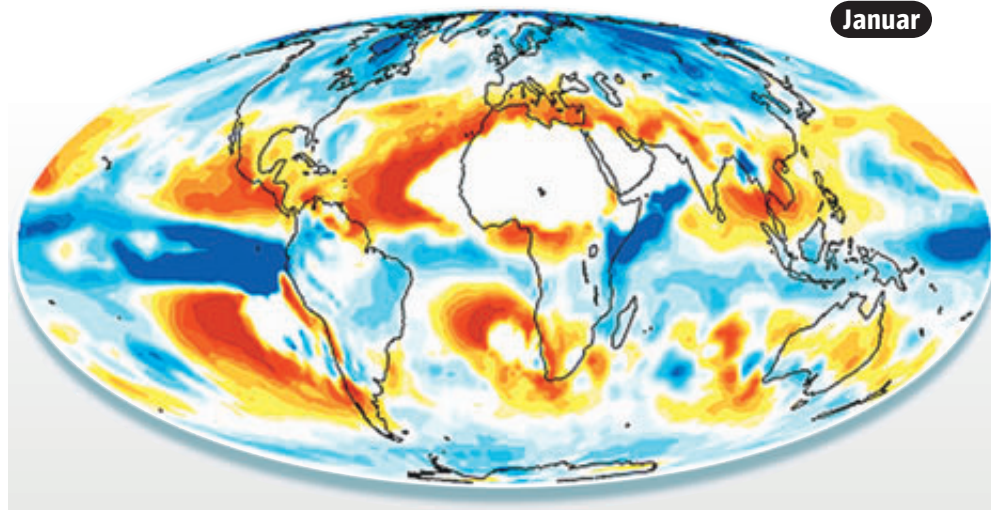
Einen kühlen Kopf zu bewahren ist schon deshalb ratsam, weil es gar nicht mehr gelingen kann, den Klimawandel ganz zu vermeiden. Selbst wenn sich die Staaten noch so sehr anstrengen, den Kohlendioxidausstoß zu verringern, lässt sich die Temperaturerhöhung bis Ende des Jahrhunderts allenfalls auf knapp zwei Grad Celsius begrenzen. Aber diese moderate Erwärmung hätte wahrscheinlich auch weit weniger apokalyptische Folgen, als es manche Endzeitpropheten glauben machen wollen:

- ▶ Je genauer Paläoklimatologen und Geologen die Geschichte des Klimas erforschen, desto klarer erkennen sie, wie kräftig die Temperaturen schon in früheren Zeiten nach oben oder nach unten rauschten – selbst heftige Schwankungen erscheinen als vollkommen natürliche Vorgänge (siehe Seite 148).
- ▶ Manche Ökologen bezweifeln, dass es tatsächlich zu einem massenhaften Artensterben bei Tieren und Pflanzen kommen wird. „Ein wärmeres Klima ist förderlich für die Artenvielfalt“, sagt der Münchner Zoologe Josef Reichholf (siehe Interview Seite 156).
- ▶ Mit verfeinerten Simulationen zeichnen Klimaforscher inzwischen auch ein deutlich entspannteres Bild als früher. Von Superstürmen, schmelzenden Polkapfen und überfluteten Millionenstädten ist nun keine Rede mehr.

Verbesserte regionalisierte Modelle zeigen zudem, dass der Klimawandel nicht nur Nachteile, sondern auch beträchtliche Vorteile bieten könnte – vor allem jenen Weltgegenden im Norden, in denen es bislang zu kalt und ungemütlich war. Nur gilt es als Tabu, das offen auszusprechen.

Welt im Wandel

Mittlere prozentuale Niederschlagsänderung* im Zeitraum 2071–2100 gegenüber 1961–1990



Auf bessere Ernten und ein Aufblühen des Tourismus können sich zum Beispiel Länder wie Kanada und Russland freuen. Und auch die Skandinavier werden nur unter dem schlechten Gewissen zu leiden haben, dass sie von der Erwärmung so stark profitieren.

Anderswo wird es in der Tat zu mehr Dürren kommen, vor allem in den Subtropen. Falsch ist aber die weitverbreitete Annahme, zu leiden hätten wieder mal nur die Entwicklungsländer, also die Armen. In weiten Teilen Afrikas zum Beispiel, so die aktuellen Vorhersagen, dürften die Niederschläge kaum abnehmen; nur der Süden des Kontinents trocknet aus. Das einstige Welthungergebiet Sahelzone wird nach den meisten aktuellen Prognosen sogar feuchter werden.

Demgegenüber dürften manche reichen Industriestaaten mit Trockenheit zu kämpfen haben – also die Hauptverursacher des

Klimawandels: Die neuen Dürrezone liegen im Süden der USA und in Australien, aber auch in Mittelmeerländern wie Spanien, Italien oder Griechenland.

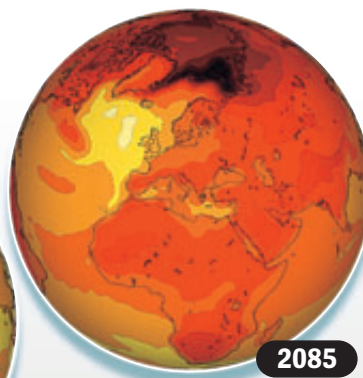
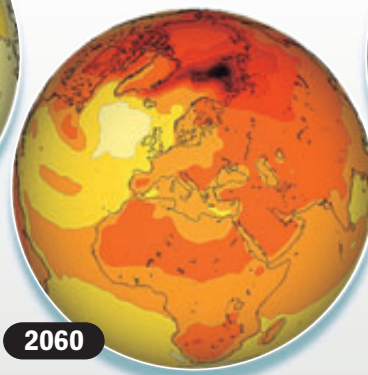
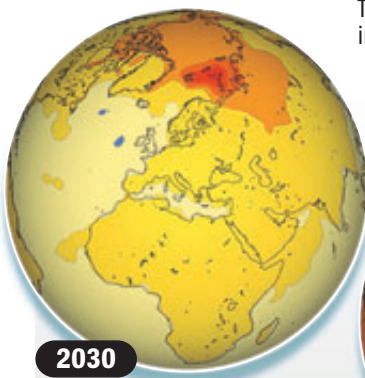
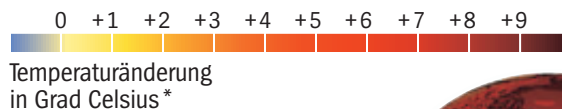
So kommt es in Europa zu einer großflächigen Verschiebung – schlechte Zeiten für die Bettenburgen in Südspanien, gute Zeiten für die Hotels an Nord- und Ostsee. Während die Neigung schwinden dürfte, den Sommerurlaub an der Costa del Sol zu verbringen, könnten zwischen Sylt und Starnberger See künftig mediterrane Verhältnisse herrschen. Einen Vorgeschmack lieferten die vergangenen Frühlingswochen: heiteres Treiben in Berliner Beachclubs und Münchner Biergärten.

Der prognostizierte Temperaturanstieg um drei Grad bedeutet: Der Hamburger Sommer wird so warm sein wie heute der in Freiburg; und der in Freiburg gleicht dann dem heutigen in Marseille. So dürfte

Deutschland zweifellos zu den Gewinnern des Klimawandels gehören. Vielleicht wachsen bald wirklich Palmen auf Helgoland. Und die Bürger sparen viele Milliarden Euro an Heizkosten – was wiederum zu einer Verringerung des CO₂-Ausstoßes führen dürfte.

Aber es gibt auch Schattenseiten. Während es im Sommer trockener wird, nehmen im Herbst und Winter die Regenfälle in Norddeutschland um bis zu 30 Prozent zu (Schneefälle gehören in Zukunft der Vergangenheit an). Zudem ist häufiger mit kräftigem Sturzregen zu rechnen. Um Hochwasser zu vermeiden, wird es folglich notwendig sein, für eine bessere Entwässerung der Äcker und Felder zu sorgen

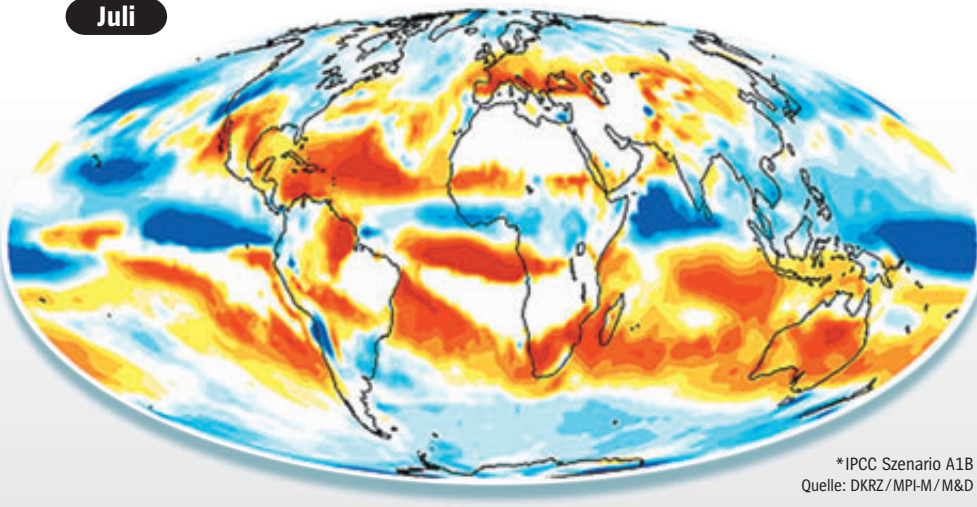
Warme Zukunft



*Simulation ECHAM5/MPI-OM: IPCC Szenario A1B
Quelle: DKRZ/MPI-M/M&D



Juli



und den Flüssen ihre alten Überflutungsflächen zurückzugeben.

Das Kieler Institut für Weltwirtschaft warnt derzeit vor jährlich Tausenden Hitzetoten. Für diese Schätzung haben die Forscher jedoch einfach nur die Sterblichkeitsrate im „Jahrtausendsommer“ 2003 hochgerechnet, der die Deutschen vollkommen unvorbereitet traf. Wird ein heißer Sommer hingegen zum Normalfall, werden sich die Menschen auch darauf einstellen – mit Siesta und Klimaanlage. Unberücksichtigt blieben die medizinischen Vorteile. „Die Erwärmung wird dazu führen“, so rechnet der Umweltökonom Richard Tol vor, „dass im Jahre 2050 in Deutschland rund 40 000 Menschen weniger an kältebedingten Krankheiten wie der Grippe sterben werden.“

Unbegründet ist wohl auch die weitverbreitete Befürchtung, dass im Treibhausklima Superstürme mit nie dagewesener Wucht die Dörfer und Häuser verwüsten werden. Aus den gegenwärtigen Langzeitsimulationen lässt sich ein solcher Trend jedenfalls keinesfalls ableiten.

„In unserem Computermodell brauen sich weder mehr Stürme noch stärkere Stürme über uns zusammen“, versichert Jochem Marotzke, Direktor des Hamburger Max-Planck-Instituts für Meteorologie, eines weltweit führenden Zentrums der Klimaforschung. „Nur die Zugbahnen der Tiefdruckgebiete ändern sich geringfügig – in Skandinavien wird es stürmischer, am Mittelmeer etwas ruhiger.“

Eine weitere unausrottbare Legende besagt, dass gigantische Überschwemmungen die küstennahen Millionenstädte heimsuchen werden. New York, London und Shanghai, so das Horrorszenario, könnten demnach in den Fluten versinken.

Das Schauernmärchen stammt aus den späten achtziger Jahren, als die Klimasimulationen noch viel unpräziser waren. Damals hielten es einige Experten für denkbar, dass der Eispanzer der Antarktis abschmelzen könnte – was tatsächlich zu einem dramatischen Anstieg des Meeresspiegels um mehr als 60 Meter führen würde. Begierig aufgegriffen und unter die Leute gebracht wurde das Szenario von der Atomindustrie, die darin ein Argument für ihre emissionsarmen Kraftwerke erkannte.

Doch schon bald entpuppte sich die gruselige Südpolschmelze als Fiktion. Die Durchschnittstemperatur in der Antarktis beträgt unter minus 30 Grad; so viel Öl und Kohle kann die Menschheit gar nicht

verfeuern, dass dieser gewaltige Eisblock auftaut. Ganz im Gegenteil: Nach den aktuellen Klimamodellen wird die Antarktis sogar an Masse zunehmen – was zur Folge hat, dass der Anstieg des Meeresspiegels um rund fünf Zentimeter geringer ausfällt. Denn die Erwärmung lässt mehr Wasser verdunsten, von dem ein Teil dann in der Antarktis als zusätzlicher Schnee vom Himmel fällt – das ewige Eis wächst.

Anders sieht es am wärmeren Nordpol aus. Nach einer vorige Woche veröffentlichten US-Studie könnte die Arktis sogar schneller auftauen als bislang angenommen. Doch weil das dortige Meereis ohnehin bereits auf dem Wasser schwimmt, verändert das Abschmelzen praktisch nicht den Meeresspiegel.

Dennoch werden die Pegel weltweit steigen, da sich das Wasser der Ozeane aufgrund der höheren Temperaturen ausdehnen wird. Hinzu kommt noch Schmelzwasser, das beim allmählichen Auftauen des grönländischen Eispanzers ins Meer fließt. Unterm Strich prognostizieren die Klimatologen im aktuellen IPCC-Bericht aber nur noch einen Anstieg des Meeresspiegels um rund 40 Zentimeter – bislang hielten sie noch knapp einen Meter für möglich. „Wir haben heute mehr und bessere Computermodelle, dadurch sind die Prognosen genauer geworden“, erläutert Peter Lemke vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven.

Eine Pegelerhöhung um 40 Zentimeter wird kaum zu mehr Flutkatastrophen führen. Für die deutsche Nordseeküste rechnen manche Forscher übrigens, aufgrund regionaler Effekte, sogar mit einem Pegelanstieg von 80 Zentimetern. Höhere Sturmfluten werden die Folge sein – aber dagegen können sich die Friesen, in

Meteorologe Storch*: „Wir haben noch genug Zeit, zu reagieren“



* Vor dem Supercomputer im Deutschen Klimarechenzentrum in Hamburg.



VICTOR FRALLE / REUTERS

Ausgetrocknetes Flussbett in Spanien: Schlechte Zeiten für die Bettenburgen an der Costa del Sol

bewährter Weise, durch höhere Deiche wappnen.

So hat allein die Verengung des Elbstroms dazu geführt, dass die Sturmfluten in Hamburg heute um mehr als 60 Zentimeter höher auflaufen als noch in den sechziger Jahren. Und trotzdem ist die Hansestadt weniger bedroht als damals – dank verbessertem Hochwasserschutz.

Beruhigend ist zudem – gerade auch für ärmere Länder wie Bangladesch –, dass all diese Veränderungen nicht von heute auf morgen passieren, sondern schleichend, innerhalb von Jahrzehnten. Storch: „Wir haben noch genug Zeit, darauf zu reagieren.“

Kurzum: Je länger die Forscher ihre Supercomputer rechnen lassen, desto mehr verflüchtigt sich die Sintflut. Zu einem Anstieg des Meeresspiegels um mehrere Meter könnte es allenfalls kommen, wenn Grönland weitgehend eisfrei wäre; doch damit rechnen die Forscher frühestens in einigen Jahrhunderten oder gar Jahrtausenden. Bei so langen Zeiträumen stellt sich dann allerdings wirklich die Frage, ob man den Prognosen noch trauen darf.

Ohnehin ist gesunde Skepsis angebracht, wenn Forscher allzu selbstsicher als Orakel auftreten. Es kann auch ganz anders kommen – eine prinzipielle Schwäche aller Computersimulationen, die nur unvollständige Abbildungen der Wirklichkeit darstellen.

In den Anfangsjahren hatten die Modellierer beispielsweise die Aerosole unterschätzt – speziell jene Schwefelpartikel, die bei der Verbrennung von Öl und Kohle, aber auch bei Vulkanausbrüchen entweichen. Diese Dreckteilchen wirken wie eine getönte Brille, lassen also weniger Sonnenlicht durch und sorgen so für eine beträchtliche Abkühlung. Die Vernachlässigung der Aerosole erklärt, weshalb die Aufheizung in den frühen Modellen drastischer ausfiel als in den heutigen.

Eine große Unsicherheit bei den Vorhersagen besteht nun darin, wie schnell Länder wie China den Dreck aus den Abgasen ihrer Kraftwerke herausfiltern – wird die Luft sauberer, erwärmt sie sich schneller.

Auch andere Faktoren, die den Treibhauseffekt abschwächen oder verstärken können, sind bis heute nicht wirklich gut verstanden:

- Werden die sich erwärmenden Weltmeere nach Art einer Sprudelflasche das in ihnen gespeicherte Kohlendioxid ausgasen? Dann würde sich die Erwärmung sogar beschleunigen.
- Um wie viel schneller wachsen Landpflanzen und Meeresalgen in einem milderen Klima? Die Wucher-Flora könnte mehr Kohlendioxid binden und so den Treibhauseffekt wiederum bremsen.

Das Hauptproblem aber besteht noch immer darin, die Wirkungen der Wolken

richtig zu kalkulieren. An ihrer Oberseite gleichen sie Spiegeln am Himmel, die das Sonnenlicht zurück in den Weltraum werfen; dadurch kühlen sie den Planeten. Mit ihrer Unterseite hingegen halten sie die vom Erdboden abgestrahlte Wärme zurück; die Temperatur steigt.

Welcher der beiden Effekte überwiegt, hängt vor allem von der Höhe ab, in der die Wolken entstehen. Vereinfacht gesagt, verhält es sich so: Tiefe Wolken sorgen eher für Abkühlung, hohe Wolken eher für Erwärmung. Einigkeit besteht bislang jedoch nur, dass sich im Treibhausklima mehr Wolken bilden werden. Nur wo?

Um die Einzelheiten zu simulieren, sind selbst die leistungsstärksten Computermodelle noch zu grobmaschig. Allein von den Wolken aber hängt es ab, ob die Erwärmung um ein Grad höher oder niedriger ausfällt als von den Modellen im Durchschnitt vorhergesagt – ein beträchtlicher Unsicherheitsfaktor. „Die Wolken bereiten uns nach wie vor das größte Kopferbrechen“, räumt Erich Roeckner vom Max-Planck-Institut für Meteorologie ein.

Roeckner ist ein gewissenhafter Mann, ein Veteran der Klimaforschung. Kaum einer weiß so gut wie er, wo die Grenzen der Simulationsprogramme liegen. Und so rechnet er allzeit mit Überraschungen: „Kein Modell wird je so komplex sein wie die Natur.“

OLAF STAMPF