

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 7 (1952)
Heft: 10

Artikel: An den Grenzen der Technik : die menschliche Leistungsfähigkeit - eine unübersteigbare Schranke
Autor: Niklitschek, Alexander
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-654319>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

An den Grenzen der Technik

Die menschliche Leistungsfähigkeit — eine unübersteigbare Schranke

Von Ing. Alexander Niklitschek

DK 60:001.19

Es ist ein Zeichen der Zeit gleichwie ein Beweis für die enormen Fortschritte unserer Naturerkenntnis und deren praktische Verwertung, daß allenthalben Grenzen des Möglichen sichtbar werden, die vermutlich überhaupt nicht oder nicht so bald überstiegen werden können. Es ist da nicht uninteressant, die Gegenwart etwa mit der Zeit um die Jahrhundertwende zu vergleichen.

Beginnen wir mit der *Wissenschaft*. Vor 50 Jahren waren vor allem für die Physik noch irgendwelche Grenzen ihres Wissensgebietes erkennbar. Wohl war schon da und dort der Gedanke aufgekeimt, daß auch die scheinbare Unendlichkeit des Weltalls ihre Grenzen haben könnte, sonst aber konnte man getrost daran denken, daß die meisten Größen nach jeder Richtung hin, wenigstens theoretisch, ins Unendliche wachsen könnten. Der exakte Beweis dafür, daß es eine geringere Temperatur als den absoluten Nullpunkt geben könnte, war noch nicht Allgemeingut der Wissenden geworden. Ebenso wenig war es noch bekannt, daß es eine größte überhaupt erreichbare Geschwindigkeit, die Lichtgeschwindigkeit, gibt. In der *Technik* vollends sah man noch nirgendwo ein Unmöglich, obgleich man damals natürlich noch nicht an Erfindungen zu denken wagte, die heute längst gemacht sind.

Das hat sich alles seither grundlegend geändert, und allenthalben sind wir schon auf derartige Hindernisse gestoßen, die eine gerade Fortentwicklung, wenigstens in der bisher eingehaltenen Linie, verbieten. Im wesentlichen sind es drei grundlegende Faktoren, die uns in diesem oder jenem Gebiet der Technik ein starres Nein entgegengerufen haben. Die absolute Größe, die Materialfestigkeit und — worauf meist völlig vergessen wird — die *Natur des Menschen* selbst, dessen physiologische Fähigkeiten und Funktionen sich einfach nicht über ein bestimmtes Maß hinaus steigern lassen.

Ein hübsches Beispiel für das Gesagte bietet das Eisenbahnwesen der Gegenwart. Bekannt-

lich ist auf dem größten Teil des Welteisenbahnnetzes die Spurweite genormt, und zwar beträgt die Normalspurweite 1435 mm, ein Maß, das Stephenson von den damals im Gebrauch gewesenen Postkutschen übernommen haben soll. Dieses Maß, also eine willkürlich festgesetzte Norm, hat sich im Verlaufe der mehr als 120jährigen Entwicklung der Eisenbahn bisher als ausreichend bewährt, doch beginnen sich in jüngster Zeit die Anzeichen dafür zu häufen, daß man mit einer etwas größeren Spurweite bedeutend weiter gekommen wäre. Von der Spurweite hängt ja auch die größtmögliche Breite und Länge der Eisenbahnfahrzeuge ab, wodurch wieder eine Höchstgröße vieler Industrieprodukte von allen Maschinen und Maschinenteilen, Transformatorenteilen usw. bestimmt ist. Aber auch die Eisenbahn selbst leidet unter der einmal festgelegten Norm. So ist das Gewicht und damit die Höchstleistungsfähigkeit der Lokomotiven in erster Linie durch die Spurweite bedingt. Wohl hat man es immer wieder verstanden, insbesondere die Leistungsfähigkeit der Dampflokomotive noch weiter zu steigern, aber heute ist man damit praktisch so gut wie am Ende. Genau besehen sind nämlich unsere Dampflokomotiven in den letzten Jahren — immer schlechter geworden. Allerdings spielt hier schon ein anderer Faktor mit hinein, nämlich die Annäherung an die höchstmögliche *Materialbeanspruchung*. Es ist nicht gleichgültig für eine Maschine, ob deren Teile normalerweise einem Drittel bis zu einer Hälfte der möglichen Beanspruchung ausgesetzt sind oder ob diese zur Gänze erreicht wird. So kommt es, daß wir heute zweifelsfrei eingestehen müssen, die Dampflokomotive habe, wenn man von der Frage der Wirtschaftlichkeit absieht, ihre vollkommenste Entwicklung etwa zur Zeit des Ersten Weltkrieges gezeigt; heute ist sie, vor allem in den USA., auf ein derartiges Riesenmaß hinausgewachsen, daß die auftretenden unregelmäßigen Kräfte dieser Übergiganten sich derartig nachteilig auf die Geleiseanlagen auswirken, daß neue Lokomotiven, vor allem

solche nach dem dieselektrischen Prinzip, die mehr als ein Jahrhundert alte Dampflokomotive völlig zur Seite drängen konnten.

Auch die Sicherheit des Eisenbahnverkehrs zeigt eine interessante Entwicklung. Man konnte nämlich seit etwa einem halben Jahrhundert die Fahrgeschwindigkeit kaum nennenswert vergrößern. Wohl sind die bewegten Lasten viel größer geworden, aber man kommt im großen und ganzen heute doch nicht viel schneller weiter als unsere Großväter um die Jahrhundertwende. In erster Linie sind dafür wirtschaftliche Fragen ausschlaggebend. Die Steigerung einer durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit von 70 bis 80 km in der Stunde auf das doppelte Maß hätte weitgehende und durchgreifende Umbauten an den Anlagen und die völlige Umkonstruktion des rollenden Materials notwendig gemacht. Das ist nun nicht geschehen. Und so stehen wir heute vor der Tatsache, daß die Eisenbahn, gerade herausgesagt, viel langsamer fährt, als sie fahren könnte. Daraus aber resultiert ihr hoher Sicherheitsfaktor, zumal an keiner Stelle des heute auch schon verwickelt gewordenen Eisenbahnbetriebes der Mensch über seinen natürlichen Fähigkeiten beansprucht wird. Man vergegenwärtige sich doch nur einmal die Rolle, die der Lokomotivführer spielt. Er ist bei aller Verantwortlichkeit, die er trägt, doch keineswegs der unbedingte Sklave seines Dienstes, d. h. nicht ununterbrochen Sekunde für Sekunde angestrengt. Er kann sich Ruhepausen gönnen, kann essen usw., wenn er darüber nur nicht auf seine oberste Obliegenheit, die Signale zu beobachten, vergißt.

Ganz anders ist das beim Straßenkraftfahrzeug. Technisch sind wir hier zwar von irgendeiner Grenze noch sehr weit entfernt. Wir könnten unschwer Kraftfahrzeuge bauen, die dreifach so schwere Lasten mit doppelter Geschwindigkeit befördern könnten. Weder beim Motor, beim Fahrgestell oder sonst irgendwo sind wir einem „Unmöglich“ irgendwie nahe gekommen. Und doch ist gerade im Straßenverkehr eine unübersteigbare Grenze schon praktisch fast überschritten. Es wird dem Menschen, dem Kraftfahrzeuglenker, gleichwie allen anderen Straßenbenutzern zu viel zugemutet. Der Mensch, der das Kraftfahrzeug nicht nur bezüglich seiner Geschwindigkeit regeln, sondern auch lenken muß — das frei über die Straße und an keine Schiene gebundene Rad des Straßenfahrzeuges hat eben um einen Freiheitsgrad mehr als das

Eisenbahnwagenrad —, ist unvergleichlich stärker beansprucht als der Lokomotivführer. Nicht einen Sekundenbruchteil lang darf der „Chauffeur“ den Wagen sich selbst überlassen, denn sonst ist mit ziemlicher Gewißheit damit zu rechnen, daß er von der richtigen Bahn abweicht und verunglückt. Infolge der sehr hohen Geschwindigkeiten, die denen auf der bestüberwachten Bahn in nichts nachstehen, werden an die Reaktionsfähigkeit des Menschen unglaublich hohe Anforderungen gestellt. Situationen müssen in Sekundenbruchteilen überblickt, erfaßt und die hieraus notwendigen Schlüsse zur Beherrschung des Kraftfahrzeugs abgeleitet werden. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die stets zunehmende Zahl von Opfern, die der Straßenverkehr in allen zivilisierten Ländern der Welt fordert, zum größten Teil auf das Versagen des Menschen und nicht der Maschine zurückzuführen sind. Mit anderen Worten: wir fahren auf unseren Straßen viel zu schnell! Solange nicht durch eine — allerdings wenig wahrscheinliche — Geschwindigkeitsbegrenzung hier grundlegende Änderung geschaffen wird, muß das schauerliche Phänomen der „mordenden Straße“, die, auf die bezüglichen Einheiten umgerechnet, etwa 10.000mal unsicherer ist als der Eisenbahnverkehr, immerzu unbekämpfbar bleiben.

Wie richtig diese Überlegung ist, lehrt am besten eine Gegenüberstellung mit der relativ völlig ungefährlichen Bändigung von Naturgewalten bei stationären Anlagen, wo ein Ausmaß erreicht ist, das heute schon ins Märchenhafte reicht. Wir beherrschen heute die Millionen PS oder Kilowatt in unseren riesigen Energiezentralen mit einer Sicherheit, die praktisch nichts zu wünschen übrig läßt, da Unfälle etwa durch den elektrischen Strom, Dampfkesselexplosionen oder sonstige Katastrophen zu den verschwindenden Ausnahmen zählen. Dennoch sind wir hier den technischen Grenzen schon außerordentlich nahe gekommen. Beginnen wir gleich mit den heute noch immens wichtigen Dampfkraftanlagen. Sie arbeiten bekanntlich wärmetechnisch um so vollkommener, je höher wir mit den Temperaturen in den Maschinen gehen können. Aber über 600° etwa können wir nicht kommen. Denn bei dieser Temperatur, die schon einer merklichen Rotglut entspricht, beginnen unsere besten Stahlarten bereits unzuverlässig zu werden, und andere Naturerscheinungen, so etwa die Dampfspaltung, beschwören Erscheinungen herauf, die nicht so leicht zu bändigen sind. Soweit wir

heute urteilen können, sind die möglichen Abmessungen sowohl von Kesseln wie auch von Turbinen scharf begrenzt. Wegen der bei hohen Umdrehungszahlen ins Riesenhafte wachsenden Fliehkräfte können wir Turbinenläufer für die meistverwendete Umdrehungszahl von 3000/min von mehr als etwa 2,40 m Durchmesser überhaupt nicht herstellen. Noch schlimmer wird das alles durch die Tatsache, daß es nicht möglich ist, die umlaufenden Teile, also die Rotoren der elektrischen Großgeneratoren, mit einem größeren Durchmesser als etwa 920 mm auszuführen. Sonst zerplatzen sie einfach, da die auftretenden Fliehkräfte die Materialbeanspruchung übersteigen. Nicht viel besser sieht es bei den Verbrennungskraftmaschinen aus, also etwa bei den Gasturbinen. Auch bei ihnen können wir heute über bestimmte Temperaturen nicht hinausgehen, und diese Maschinen sind überhaupt erst möglich geworden, seit man Werkstoffe fand, die den hier noch viel höheren Temperaturen gewachsen sind. Im ganzen sei auch hier an die merkwürdige und gern übersehene Tatsache erinnert, daß aus theoretischen Gründen eine mit gleicher Temperatur arbeitende Dampfkraftanlage einer gleichgroßen Gasturbine gegenüber stets wirtschaftlicher sein muß. Sonst ist gerade auf diesem Gebiet heute alles derartig im Fluß, daß es voreilig wäre, weitere Voraussagen zu wagen.

Ein großartiges Beispiel für die Überwindung einer scheinbar unübersteigbar gewesenen Grenze bildet die letzte Entwicklung im Flugzeugbau. Bekanntlich begann der bisher übliche Antrieb mit Hilfe von umlaufenden Maschinen und umlaufenden Propellern in gleicher Weise wie die bisher besterprobte Flugzeugform in geradezu kläglicher Weise zu versagen, als die Maschinen der Schallgeschwindigkeit nahe kamen. Jahrelang stand man da vor einer scheinbar unübersteigbaren Grenze und konnte die Geschwindigkeit der Flugzeuge nicht über ein Höchstmaß von etwa 900 km/h steigern. Aber in unverhältnismäßig kurzer Zeit gelang es, durch eine völlig andere Ausgestaltung des Flugzeugkörpers und der Verwendung der Strahltriebwerke diese für unübersteigbar gehaltene Grenze zu überspringen, so daß heute schon Flugzeuggeschwindigkeiten von fast 2000 km/h erreicht worden sind. Hier hat also die Maschinenteknik Großartiges geleistet. Wenn aber nicht alle Zeichen trügen, ist dabei wieder einmal die menschliche Leistungsfähigkeit ganz bedeutend überschritten worden, denn der in einem Flugzeug mit fast doppelter Schallgeschwindigkeit

Dahinfliegende befindet sich in einer Lage, die, von den allenfalls auftretenden Fliehkraftwirkungen oder Beschleunigungsdrücken abgesehen, seine natürlichen Fähigkeiten weit übersteigt. Da die Reaktionszeit des Auges etwa mit $\frac{1}{10}$ Sekunde einzusetzen ist — hier spielt die sogenannte persönliche Gleichung mit hinein —, so erblickt der Führer eines derartigen Düsenflugzeuges alle Gegenstände erst um $\frac{1}{10}$ Sekunde später, also an einer ganz anderen Stelle, als sie jeweils sind. Es ist nicht schwer, sich die enormen Gefahren auszumalen, die sich aus dieser „Phasenverschiebung“ ergeben können. Wahrscheinlich wird man sie aber in der Weise zu meistern versuchen, daß man an Stelle der langsam reagierenden Menschensinne elektronische, blitzschnell reagierende Apparate setzt, wie dies ja schon im steigenden Maß tatsächlich der Fall ist. „Der Mensch konstruiert sich selbst aus seiner Maschine heraus.“ Auf diese schon von dem genialen E d d i n g t o n gefundene Formel läßt sich heute das moderne Bestreben, Maschinen in unseren Dienst zu stellen, die wir einfach nicht mehr regieren können, zurückführen.

In welcher Weise die hier genannten Schwierigkeiten bei den immer wahrscheinlicher werdenden Flügen in den Weltraum zu überwinden sein werden, ist heute noch nicht vorauszusagen. Nach dem Stande unserer Technik gibt es keine unübersteigbaren Grenzen, die ein Verlassen des Erdplaneten unmöglich machten. Zumindest wird die Verwendung von Atomenergie in irgendeiner Form das Weltraumschiff doch verwirklichen lassen. Eine andere Frage freilich ist es, ob der Mensch die bei derartigen Vorhaben naturbedingten enormen Beanspruchungen überhaupt aushält. Aber auch hier dürfte das schon Gesagte über alle Schwierigkeiten hinweghelfen. Die Möglichkeit, daß wir Weltraumschiffe bauen könnten, die dann kein Mensch steuern kann, ist durchaus gegeben. Trotzdem wäre damit das angestrebte Problem nicht vereitelt. Denn wenn uns Instrumente, Apparate oder gar Roboter Kunde von fernen Welten bringen könnten, so wäre das angestrebte Ziel ebenfalls erreicht. So ergibt sich die merkwürdige Tatsache, daß gerade bei einem Problem, dessen Lösung heute für die Technik selbst keineswegs mehr absolut unmöglich genannt werden kann, vielleicht für den Menschen selbst so etwas wie ein technischer Ersatz geschaffen werden muß! Eine Perspektive, die noch vor wenigen Jahrzehnten völlig verstiegen und undenkbar gewesen wäre.