

# Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologien im 21. Jahrhundert

Future Topic

## Human Enhancement

Eine neue Herausforderung für Streitkräfte?





# Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologien im 21. Jahrhundert

---

Future Topic

## **Human Enhancement**

Eine Übersicht

## Impressum

### **Herausgeber**

Planungsamt der Bundeswehr  
Dezernat Zukunftsanalyse  
Oberspreestraße 61L  
12439 Berlin

E-Mail: [plgabwdezzuka@bundeswehr.org](mailto:plgabwdezzuka@bundeswehr.org)

### **Layout und Druck**

Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr  
Druckerei Strausberg

### **Titelbilder:**

Von links nach rechts:

Bild 1: © Moreno Novello / fotolia.com

Bild 2: © rangizzz / fotolia.com

Bild 3: © nikesidoroff / fotolia.com

Bild 4: © Péter Mács / fotolia.com

Bild 5: © Naeblys / fotolia.com

### **Inhalte der Studie:**

#### **© Planungsamt der Bundeswehr, Dezernat Zukunftsanalyse**

Alle Rechte vorbehalten. Reproduktion und Veröffentlichung nur nach ausdrücklicher Genehmigung durch das Planungsamt der Bundeswehr, Dezernat Zukunftsanalyse.

**Juli 2013**

---

## Vorwort

Das Planungsamt der Bundeswehr bündelt Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung im Planungsnetzwerk für die Bundeswehr auf der dem BMVg nachgeordneten Ebene. Es stellt unter anderem Methodenkompetenz und wissenschaftliche Werkzeuge für die Bundeswehr bereit und erarbeitet die Grundlagen für die zukünftige Ausrichtung der Bundeswehr.

In diesem Rahmen dient Sicherheitspolitische Zukunftsanalyse dem Zweck, frühzeitig und auf wissenschaftlicher Basis Erkenntnisse für die Fortschreibung konzeptioneller Vorgaben und Ziele zu gewinnen. Sie liefert ergebnisoffen und weisungsungebunden Ideen und Impulse für die zukünftige Ausrichtung der Bundeswehr und ist somit ein zentraler Bestandteil der Zielbildung.

Die Studien des Dezernats Zukunftsanalyse werden ressort-intern erstellt. Neben militärischer Expertise werden vor allem Erkenntnisse ziviler wissenschaftlicher Einrichtungen sowie verschiedener Ressorts des Bundes genutzt. Gleichwohl sind die Ergebnisse nicht mit anderen Ressorts und Forschungseinrichtungen abgestimmt und sollen auch keinen Eingriff in deren Verantwortlichkeiten darstellen. Die Studienarbeiten des Dezernats Zukunftsanalyse spiegeln keine offiziellen Positionen des BMVg wider.



# Human Enhancement

## Eine Übersicht

„Gott, dachte Jason, bin ich übergeschnappt? [...] Er fühlte sich merkwürdig nackt, obwohl er von vierzig Kilo Verbundmaterial und Elektronik umgeben war. Als Jason probeweise die Arme und Beine bewegte, stellt er fest, dass sich seine Gliedmaßen bemerkenswert leicht und präzise kontrollieren ließen. Er verfiel mühelos in einen leichten Trab. Dann sah er in etwa zwei Kilometer Entfernung die Überlebenden am See und steigerte sein Tempo ...

Bevor er sich's versah war er fünfzig Stundenkilometer schnell, und er erreichte kaum eine Minute später den Swan Lake. Kristen Skyy und ihr Kameramann standen wie erstarrt, als sie ihn sahen – Paul war nicht so verblüfft, dass er zu filmen aufgehört hätte. Jason ließ das Kommunikationssystem seines Anzugs die in Frage kommenden Frequenzen absuchen und entdeckte die UKW-Frequenz ihres drahtlosen Mikrofons. >>Können Sie mich hören, Miss Skyy?<< [...]

Jason ging leicht in die Knie, schob beide Hände unter die Dachkante des Fahrzeuges und ruckte kräftig daran. Der umgekippte Bus plumpste auf die Räder zurück und blieb stehen, wild auf den Stoßdämpfern schwankend.

>>O mein Gott ...<< Skyy beobachtete verblüfft, wie der Mann – dieser Roboter oder was immer er war – vorn an den Bus trat, ihn mit einer Hand unter dem Motorblock hochhob und scheinbar mühelos herumdrehte, bis das Heck zum Swan Lake wies. Dann begann er zu schieben – und in weniger als einer Minute stand das Fahrzeugheck bis über die Räder im Wasser.“<sup>1</sup>

## Einleitung

Unter Human Enhancement (HE) werden heute im Allgemeinen Methoden verstanden, die dazu dienen, die Leistungsfähigkeit des Menschen zu verbessern. Insbesondere werden darunter auch Eingriffe verstanden, die nicht einem therapeutischen Zweck dienen. Im Kontext dieses sehr weiten Verständnisses werden generell Fragen über die Wirkung, den Nutzen und die „Rechtmäßigkeit“ von HE diskutiert. Darüber hinaus werden zunehmend auch Fragestellungen zur Gleichberechtigung und Gleichbehandlung von Nutzern im wissenschaftlichen Lehrbetrieb, bis hin zu Aspekten einer möglichen Benachteiligung von Menschen, die sich kein HE leisten können bzw. es ablehnen, betrachtet. Rechtliche und ethische Fragen zu den Folgen, die HE auf den Einzelnen selbst (den Nutzer) und Andere haben, gehören ebenso und nicht trennbar zum stattfindenden Diskurs.<sup>2</sup>

Neben zivilen Nutzern haben auch Streitkräfte schon immer ein Interesse an der Steigerung der Leistungsfähigkeit der eigenen Soldaten gehabt. Die Palette des Einsatzes reichte in der Vergangenheit von der Steinschleuder, um die Wurfweite zu erhöhen, über die Panzerung der Ritter, um deren Verletzungsrisiko zu verringern, bis zur Einnahme von „Pervitin“ (Methamphetamin), als Tabletten oder Bestandteil der „Panzerschokolade“, durch Soldaten im 2. Weltkrieg zur Steigerung ihrer Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit.<sup>3</sup> Auch heute werden diverse HE-Maßnahmen von einigen Streitkräften und sonstigen Konfliktparteien angewendet.<sup>4</sup> Welche Herausforderungen sich aus ei-

nem Einsatz von HE durch Gegner oder Verbündete für die Bundeswehr ergeben können, ist Gegenstand dieses Future Topic (FT). Dabei steht besonders der Aspekt der Nutzung von HE durch potentielle Gegner und die damit verbundenen Auswirkungen auf das eigene Handeln im Schwerpunkt des Interesses. Soldaten der Bundeswehr könnten beispielsweise in Kampfhandlungen mit Gegnern konfrontiert werden, die sich in Bezug auf Verwundbarkeit, Erschöpfung oder psychischer Auswirkungen nicht so verhalten, wie man es von gewöhnlichen Menschen erwartet. Die Bundeswehr könnte darüber hinaus im Rahmen multinationaler Operationsführung mit Soldaten verbündeter Nationen, bei der Betreuung Verwundeter (Gegner wie Partner) oder bei der Behandlung von Gefangenen mit HE in Berührung kommen. Es stellt sich generell auch die Frage, ob durch den Einsatz von HE durch potentielle Gegner mit einer Veränderung des allgemeinen Bedrohungspotenzials für die Bundeswehr zu rechnen ist. Ethische und rechtliche Aspekte werden im Rahmen dieses FT nicht explizit betrachtet, die notwendige gesellschaftliche Diskussion soll mit diesem FT jedoch angeregt werden.

## Forschungsstand

Zum besseren Verständnis des Themas HE wird in diesem Kapitel der aktuelle Forschungsstand vorgestellt. Dabei geht es neben der Erörterung einzelner Technologien auch um eine Bewertung hinsichtlich Nutzen, Wirksamkeit, Einsatzreife und – soweit absehbar – möglicher Risiken.

## Biochemische Ansätze des HE

### *Pharmakologische Leistungssteigerung*

Unter pharmakologischer Leistungssteigerung wird die Anwendung von Substanzen am oder im gesunden Körper verstanden, die zu einer körperlichen und/oder geistigen Leistungssteigerung führen oder ein Vorbeugen von Schäden bewirken sollen.

So ist beispielsweise eine kurzfristige körperliche Leistungssteigerung durch Schmerzmittel möglich. Neben teils gravierenden Nebenwirkungen kann es durch die Unterdrückung von Schmerzen und deren Warnwirkung zu unkalkulierbaren Folgeschäden kommen. Der Einsatz derartiger Mittel für reguläre Streitkräfte ist mit einer solchen Indikation militärisch kaum relevant – kann im Gegenteil sogar kontraproduktiv sein.

Auch Beta-2-Sympathomimetika<sup>5</sup>, Erythropoetins (EPO)<sup>6</sup>, Betablocker<sup>7</sup> und Amphetamin-Derivate<sup>8</sup> können kurzfristig bestimmte körperliche Parameter positiv beeinflussen. Allerdings sind diese Effekte so gering, dass eine militärische Relevanz unwahrscheinlich ist.

Bei der geistigen Leistungssteigerung in den Bereichen Aufmerksamkeit oder Wachheit sind dagegen beträchtliche positive Effekte erzielbar. Koffein, das wohl bekannteste Aufputzmittel, wird schon aus rechtlich regulatorischen Gründen seine dominante Stellung im zivilen wie im militärischen Bereich behalten. Einige NATO-Partner nutzen in bestimmten militärischen Situationen darüber hinaus auch Amphetamin und Modafinil<sup>9</sup> als Aufputzmittel. Die Bundeswehr schließt solche Arzneimittel für die Leistungssteigerung ihrer Soldaten trotz der grundsätzlich positiven Effekte ausdrücklich aus; maß-

geblich für ihre Verabreichung sind ausschließlich medizinische Indikationen zur Behandlung von erkrankten Soldaten.<sup>10</sup>

Schlaf- und Beruhigungsmittel sind weitere Substanzen, die durch vereinzelte NATO-Partner verwendet werden, um durch effektiver genutzte Schlaf- und Ruhephasen eine Verbesserung der militärischen Leistungsfähigkeit zu erzielen. Dafür steht eine hohe Anzahl Arzneimittel zur Verfügung.

Antidepressiva werden im zivilen Sektor oft als Mittel zur Motivationssteigerung verwendet. Abgesehen davon, dass nicht bekannt ist, ob und in welchem Umfang dies in anderen Ländern auch in deren Streitkräften geschieht, gibt es bis dato keine belastbare Nachweise dafür, dass die erwünschten Effekte auch tatsächlich eintreten.

In der Forschung wird zusätzlich immer wieder versucht, weitere geistige Funktionen, wie zum Beispiel Intelligenz oder Lernfähigkeit, zu steigern. Unvoreingenommene Analysen konstatieren, dass jetzt und in naher Zukunft kaum beziehungsweise keine nennenswerten Erfolge auf diesen Gebieten erzielt werden können.

Hinsichtlich der Vorbeugung von Schäden gibt es unzweifelhafte Erfolge im Bereich der Impfstoffe. Hier sind in den nächsten Jahren weitere deutliche Fortschritte zu erwarten.

Die Vorbeugung gegen zum Beispiel Kinetosen<sup>11</sup> ist derzeit gut möglich. Eine Weiterentwicklung ist in den nächsten Jahren lediglich auf dem Gebiet der Anwendungsformen wahrscheinlich.

### *Ernährungsbasierte Leistungssteigerung*

Die Erbringung jedweder Leistung des menschlichen Organismus ist an seine Fä-

higkeit geknüpft, unter Verbrauch von Sauerstoff Energie umzuwandeln. Von der Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen bis hin zu sportlichen und kognitiven Höchstleistungen erfordern alle physiologischen Prozesse im menschlichen Körper ein bestimmtes Maß an Energie, welches durch Nährstoffe zur Verfügung gestellt wird.

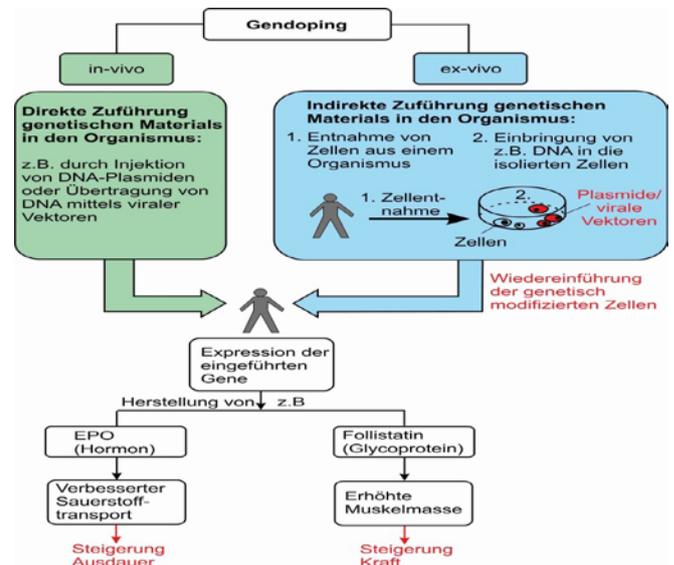
Um die körperliche und kognitive Leistungsfähigkeit zu erhöhen werden bei der Entwicklung von Nahrungsprodukten und Ernährungsstrategien neu gewonnene Erkenntnisse der Ernährungswissenschaften angewendet.<sup>12</sup> Im Mittelpunkt stehen sogenannte funktionelle Lebensmittel, welche auch unter der Bezeichnung Nutrazeutika Bekanntheit erlangt haben. Durch die Verabreichung entsprechender Produkte, die in der Regel mit speziellen isolierten Nahrungsmittelkomponenten angereichert sind, konnten bereits Ergebnisse erzielt werden, die durch herkömmliche Diäten<sup>13</sup> bislang nicht möglich waren.<sup>14</sup> Der wissenschaftliche Nachweis der Wirksamkeit ist in vielen Fällen allerdings noch problematisch.

### Genetische Leistungssteigerung („Gendoping“)

Die Grundidee des Gendopings entwickelte sich ausgehend von wenigen, speziellen Athleten, die auf Grund von natürlichen Genmutationen zu herausragenden sportlichen Leistungen fähig waren. Mit dem Aufkommen und den Fortschritten im Bereich der Genterapie<sup>15</sup> wurde in den letzten 10 Jahren zunehmend diskutiert, ob sich deren Methoden auch für eine genetische Leistungssteigerung eines gesunden Organismus eignen. Es zeigte sich aber, dass die Anwendung genterapeutischer Methoden zur Steigerung der menschlichen Leistungsfähigkeit derzeit nicht

möglich ist und nach Meinung seriöser Wissenschaftler auch absehbar nicht sein wird. Die Anwendung von Gendoping durch Personen oder Systeme mit anderen ethischen und moralischen Grundwerten als den in unserer Kultur gültigen, erscheint zukünftig jedoch möglich. Eine Nutzung ist neben der Tierzucht insbesondere im Bereich des Spitzensports als wahrscheinlich einzuordnen. Allerdings ist eine wirkliche Leistungssteigerung von gesunden beziehungsweise sogar hochtrainierten Probanden bisher nicht bewiesen.

Abbildung 1: Gendoping Strategien in-vivo und ex-vivo.



Quelle: verändert nach Azzazy (2010: 485-512).

### Nicht-Invasive Ansätze des HE

Unter nicht-invasiven Technologien werden technische Ansätze verstanden, für deren Einsatz keine chirurgischen Eingriffe nötig sind.

#### Transkranielle Stimulation

Im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte wurden verschiedene Verfahren zur konstruktiven Stimulation des Gehirns entwickelt, die von außerhalb der Kopfhaut, also transkraniell, eingesetzt werden.<sup>16</sup> Die

zwei wichtigsten Grundtypen sind die magnetische und die elektrische Stimulation, die beide seit langem bekannt und im klinischen Einsatz erprobt sind. Fortschritte in den vergangenen Jahren geben Anlass zu der Vermutung, dass sie jenseits rein therapeutischer Wirkung auch verschiedene Leistungsparameter des gesunden Gehirns über das normale Maß hinaus verbessern können. Der zentrale Faktor hierfür ist die sogenannte Plastizität<sup>17</sup> des Gehirns. Aus heutiger Sicht wird, ein entsprechendes, begleitendes Training vorausgesetzt, eine Verbesserung verschiedener Leistungsmerkmale des Gehirns angenommen. Hierzu gehören beispielsweise die Willkürmotorik<sup>18</sup>, kognitive Fähigkeiten oder das Erinnerungsvermögen. Die Effekte können dabei von kurz- und längerfristiger Dauer sein. Die längerfristigen wirken teils noch über Stunden nach und können bei über Wochen hinweg täglich wiederholter Anwendung zu dauerhaften Veränderungen im Gehirn führen.

In Bezug auf den HE Aspekt scheint aus heutiger Sicht die Methode erfolgsversprechend. Wie bei den meisten Methoden zur Leistungsverbesserung muss die apparative Behandlung immer durch ein angepasstes Training ergänzt werden, um eine gewünschte Wirkung zu zeigen. Ein gezielter Einsatz einer Stimulationsmethode mit angepasstem Training, zum Beispiel zur Verbesserung kognitiver Eigenschaften, scheint bereits heute theoretisch möglich. Allerdings liegen hierzu bislang nur rudimentäre Einzelerkenntnisse und noch keine statistischen Auswertungen vor. Insofern ist zu erwarten, dass erst in 5 bis 10 Jahren wirklich mit ersten zielgerichteten Optimierungsansätzen gerechnet werden kann.

Erste nachweisliche Erfolge hingegen gibt es bei der Nutzung kurzfristiger Effekte im Zusammenhang mit wachsender Aufmerksamkeit (vigilance) über längere Einsatzzeiten. In einer Studie wurde gezeigt, dass stimulierte Versuchspersonen ihrer Aufgabe deutlich länger gleichbleibend hohe Aufmerksamkeit widmeten als Teilnehmer einer nichtstimulierten Kontrollgruppe.<sup>19</sup> Darauf aufbauend plädieren die Wissenschaftler für eine stärker anwendungsorientierte Erforschung der positiven Effekte transkranieller Stimulation auf das bereits mit konventionellen Aufgaben beschäftigte Gehirn.<sup>20</sup> Dabei werden explizit auch wehrtechnisch relevante Perspektiven eingenommen.

### *Exoskelette*

Exoskelette sollen als äußere Strukturen Menschen unterstützen (im therapeutischen Bereich) oder aber zur Unterstützung beim Tragen von Lasten oder zum Schutz eines Trägers dienen. Für medizinische und auch militärische Anwendungen wurden vor allem in Japan und den USA in den letzten 10 Jahren verschiedene Prototypen für Ganzkörper-Exoskelette entwickelt. Spezielle Systeme für die unteren Extremitäten wurden unter anderem in den USA, in Israel und in Neuseeland entwickelt. Bisher wird durch Exoskelette die Kraft des Trägers verstärkt. Gewünscht ist jedoch auch eine Verbesserung der Geschwindigkeit und der Sprungkraft.<sup>21</sup> Die bisherigen Modelle sind mittlerweile so weit entwickelt, dass die Gehgeschwindigkeit des Trägers zumindest nicht negativ beeinflusst wird. Eine Verbesserung der Sprungkraft konnte bisher jedoch noch nicht erreicht werden.

Ob Exoskelette in Hinblick auf die Erweiterung menschlicher Fähigkeiten in der Lo-

gistik oder beim Militär im größeren Maßstab eingesetzt werden können, wird von weiteren Fortschritten in der Herstellung der einzelnen Bausteine abhängen. Um den gewünschten Anforderungen zu genügen, müssen diese sowohl leicht als auch widerstandsfähig sein. Neben einer stabilen Mensch-Maschine-Interaktion auf kognitiver und physischer Ebene, einer sehr guten Trag- und Transportfähigkeit und einer ausdauernden, verlässlichen Energieversorgung ist insbesondere auch die Akzeptanz des Trägers ein entscheidender Faktor. Dazu muss die Bedienung so ausgelegt sein, dass sie intuitiv und reibungslos ist und den Bediener bei seinen sonstigen Arbeiten nicht stört.<sup>22</sup> Die bisherigen Erfolge und Forschungsergebnisse erscheinen vielversprechend und können in 5 bis 10 Jahren insbesondere in der Logistik zu einsetzbaren Ergebnissen führen.

### *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR, deutsch: Erweiterte Realität) stellt eine relativ neue Art von Benutzerschnittstellen für informationstechnische Systeme dar.<sup>23</sup> AR erweitert hierzu die reale Umgebung des Benutzers um virtuelle Komponenten, die ein Computer in Echtzeit erzeugt. Bei den durch den Computer erzeugten Erweiterungen der Realität handelt es sich typischerweise um visuelle Informationen. AR kann prinzipiell aber auch andere Arten der Sinneswahrnehmung nutzen, zum Beispiel in Gestalt von hörbaren oder tastbaren Informationen. Dabei besitzt die Anordnung der virtuellen Information einen festen Bezug zu den realen Objekten der jeweiligen Umgebung. Dadurch soll der Eindruck erweckt werden, dass die virtuellen Komponenten tatsächlich Bestandteil der realen Welt sind. Im Fall von visuellen Informationen

etwa bedeutet dies, dass ein computergenerierter Gegenstand so in das augenblickliche Sichtfeld des Benutzers integriert wird, dass sich die Position dieses virtuellen Gegenstands bezüglich der aktuellen realen Umgebung nicht verändert, wenn sich der Benutzer darin bewegt. Diese Kombination von realen und virtuellen Objekten wird dann mit einer geeigneten Displaytechnologie (Head-Mounted Displays (HMDs), Handheld Displays und projektionsbasierte Displays) dargestellt.

Bei AR handelt es sich aufgrund der einzigartigen Integration von realer Welt und virtuellen Informationen um eine äußerst vielversprechende Technologie. Es existieren jedoch noch einige technische Herausforderungen, insbesondere im Bereich des Tracking und der Verfügbarkeit von HMDs, die den Nutzer nicht zu stark einschränken. Bis zu einer umfassenden Nutzbarkeit von AR im militärischen Bereich werden daher voraussichtlich noch zirka 5 bis 10 Jahre vergehen.

### *Silent Speech Interface-Systeme*

Silent Speech Interface (SSI)-Systeme werden mit dem Ziel entwickelt, eine tonlose Übertragung von Sprache zu ermöglichen. Diese Technik hat in der Unterstützung sprachbehinderter Menschen ihren Ursprung, kann aber auch in Umgebungen mit extrem hoher Geräuschkulisse notwendig sein. In einem militärischen Kontext sind zahlreiche Situationen denkbar, in denen eine lautlose Kommunikation von Vorteil wäre. Ein weiterer Vorteil dieser Art zu kommunizieren ist, dass kein Sichtkontakt notwendig ist. Sie ist somit im Gegensatz zu visuellen Kommunikationsformen (Gebärdensprache, Gesten) sowohl im Dunklen, als auch in Deckung möglich.

In der Literatur sind verschiedene geeignete Techniken für die Realisierung von SSI-Systemen beschrieben.<sup>24</sup> Die Bandbreite reicht von implantierbaren Komponenten über die Verwendung von Sensoren zur Detektion von Vibrationen, elektromagnetischen Signalen oder Gesichtsmuskelbewegungen bis hin zur Übertragung gedachter Sprache auf Basis elektroenzephalografischer Verfahren.

Mikrofone mit Vibrations-Sensorverfahren (Kehlkopf- oder Bone-Mikrofon) werden bereits in Feuerwehrhelme oder Freihand-Kommunikationseinheiten integriert. In den vergangenen Jahren wurden mehrere militärisch initiierte Projekte durchgeführt, um die Einsatzfähigkeit von Mikrofonen mit Vibrations- oder elektromagnetischen Sensorverfahren auch für das Militär zu prüfen. Einige Systeme sind heute im militärischen Einsatz und werden kommerziell vertrieben.

Zusammen mit einem Verstärker können Gewebevibrationsmikrofone an das Headset eines Mobiltelefons angeschlossen werden. Mit diesem System kann dann sowohl tonlos gesprochen, als auch gesprochene Informationen empfangen werden. Ein kommerziell verfügbares System ist in den nächsten zwei Jahren zu erwarten.

SSI-Systemen, die auf elektromagnetischen Oberflächensensoren basieren, fehlt es für den kommerziellen Einsatz zum heutigen Zeitpunkt noch an Benutzerfreundlichkeit. Ein Demonstrator wurde auf der CeBit 2010<sup>25</sup> vorgestellt. Wissenschaftler erwarten innerhalb der nächsten 5 bis 10 Jahre, ein alltagstaugliches Design entwickeln zu können, das ohne auf die Haut geklebte Elektroden auskommt.

Forschungsergebnisse zu den nicht-invasiven EEG-Sensoren werden als vielversprechend eingestuft, dennoch wurde ihre Entwicklung bisher noch nicht so weit vorangetrieben, dass ein alltagstaugliches Design in den nächsten 10 Jahren zu erwarten wäre.

## Invasive Methoden des HE

Unter invasiven Methoden des HE werden Ansätze verstanden, die einen chirurgischen Eingriff in den Menschen erfordern. Die überwiegende Mehrheit entsprechender Techniken hat eindeutig therapeutischen Charakter. Die Hoffnung besteht darin, dass die Risiken einer solchen Operation durch die Möglichkeiten aufgewogen werden, die eine wesentlich engere Verknüpfung von Mensch und Technik mit sich brächten. Im Wesentlichen hofft man mit solchen Eingriffen, Nervensignale in einer deutlich höheren räumlichen wie zeitlichen Auflösung detektieren und wesentlich genauer stimulieren zu können. Da eine mögliche Anwendung im Hinblick auf eine Leistungsverbesserung beim gesunden Menschen derzeit meist nicht über bloße Spekulationen hinausgeht, wird an dieser Stelle nicht näher auf die Methoden eingegangen.

## Human-Biomonitoring

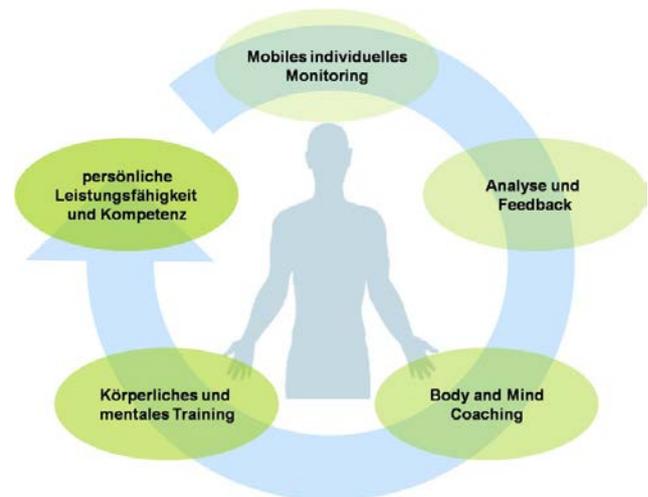
Eine weitere Methode des HE, die zunehmend entweder als direktes technisches Mittel oder zumindest als Ausgangspunkt für Maßnahmen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Menschen diskutiert wird, ist das Human-Biomonitoring.

Ursprünglich waren entsprechende Systeme mit dem Ziel entwickelt worden, medizinische oder allgemein biochemische Prozesse des Körpers über längere Zeit-

räume zu überwachen, um eventuelle Fehlfunktionen identifizieren und behandeln zu können. Im Einsatz könnten Human-Biomonitoring-Systeme eine Fernüberwachung des Soldaten ermöglichen und damit bei der Abwehr drohender gesundheitlicher Gefahren und Stressfaktoren helfen.<sup>26</sup> Für den mit einem solchen System ausgestatteten Soldaten könnte allein schon das Tragen eines entsprechenden Gerätes einen positiven psychologischen Effekt bieten, indem ihm das Gefühl von erhöhter Sicherheit vermittelt wird: er steht in jeder Situation unter medizinischer Betreuung – ihm kann theoretisch jederzeit geholfen werden.

Die Möglichkeit, mit entsprechenden Systemen durch die Anwendung von Bio-Feedback-Verfahren oder die Integration von Bauteilen zur Abgabe leistungssteigernder pharmazeutischer Wirkstoffe in Human-Biomonitoring-Systeme (Sample-to-Answer) eine direkte Verbesserung von Fitness und Leistungsfähigkeit zu erreichen, wird in der letzten Zeit mit großem Entwicklungsaufwand verfolgt. Zu diesen direkt leistungssteigernden Verfahren gehören auch Entwicklungsansätze zur adaptiven Verbesserung von Mensch-Maschine-Schnittstellen auf der Basis einer automatisierten Analyse von Messergebnissen des Human-Biomonitorings. Auf der anderen Seite stellt die Feststellung des aktuellen Fitnesszustandes durch das Human-Biomonitoring in vielen Fällen eine Voraussetzung für den Erfolg nachfolgender leistungssteigernder Maßnahmen, insbesondere durch Training oder Änderung der Ernährung, dar.

Abbildung 2: Teilschritte zur Steigerung der persönlichen Leistungsfähigkeit: Durch individuelles Monitoring von physiologischen und kognitiven Messgrößen mittels geeigneter tragbarer Sensoren kann der Zustand einer Person, insbesondere der Fitness- und Stresslevel erfasst werden. Ausgehend von dem Ergebnis des Human-Biomonitorings lassen sich gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und Kompetenzsteigerung ergreifen. Hierzu können vor allem das direkte Feedback zur Korrektur des Verhaltens, Trainingskonzepte, pharmazeutische Maßnahmen sowie effizienzsteigernde Modifikationen an Mensch-Maschine-Schnittstellen gehören.



Quelle: König (2009).

## Human Performance Degradation

Eine bislang nur wenig betrachtete Gefahr stellt das Gegenteil von HE, die Human Performance Degradation, dar. Hierdurch soll mit HE-ähnlichen technologischen Möglichkeiten eine möglichst unauffällige und schleichende Leistungsminderung des Gegners herbeigeführt werden. Dabei würde die Wahl der Ausbringung/Verbreitung von zum Beispiel neuen pharmazeutisch wirksamen Stoffen denen ähneln, die schon seit vielen Jahrhunderten Anwendung finden (Brunnen vergiften mit Tierkadavern). Neu wären hier vor allem die Art der verwendeten Stoffe und die Wirkung auf die Soldaten.

Vorstellbar wären dabei Szenarien, bei denen zum einen durch die illegale Verun-

reinigung mit pharmazeutisch wirksamen Substanzen das Trinkwassersystem eines Einsatzlagers über einen längeren Zeitraum gezielt manipuliert würde, um so auf das Verhalten der Soldaten Einfluss zu nehmen. Zum anderen wäre es aber auch denkbar, dass gefangene Soldaten gezielt mit psychisch wirksamen Substanzen behandelt werden, um Aussagen zu erzwingen oder die Soldaten nach ihrer Freilassung gegen eigene Kräfte einzusetzen.

## Bewertung

Die Einsatzreife der meisten HE-Technologien ist momentan noch weit entfernt. Eine Ausnahme stellen einige pharmakologische Substanzen wie Betablocker und diverse Aufputzmittel dar. Ihr Potenzial wird in der Wissenschaft intensiv untersucht. Einige dieser Substanzen werden im zivilen wie auch im militärischen Kontext bereits verwendet. Im Rahmen militärischer Auseinandersetzungen muss davon ausgegangen werden, dass ihr Einsatz sowohl durch einzelne alliierte Kräfte als auch durch gegnerische Kräfte erfolgt.

Weitere Technologien, die in näherer Zukunft (etwa 5 bis 10 Jahre) auch für die Bundeswehr von Interesse sein könnten, sind Exoskelette und transkranielle Stimulationsmethoden. Allerdings ist davon auszugehen, dass das disruptive<sup>27</sup> Potenzial der meisten vorgestellten Technologien gering zu sein scheint. Hierfür sind vor allem technisch-wissenschaftlichen Aspekte ausschlaggebend.

Aus diesem Grund erfordern HE-Technologien derzeit vermutlich keine radikalen Änderungen etablierter Taktiken im Bereich der Operationsführung – sie stellen keinen „Game-Changer“ dar. Allerdings wird es nötig sein, Aufklärungs- und Detek-

tionstechniken so zu entwickeln beziehungsweise zu erweitern, dass HE-Technologien, die von einem Gegner eingesetzt werden, erfasst und identifiziert werden können. Die Ausbildung sollte entsprechend angepasst werden, um sowohl auf die Konfrontation als auch die Kooperation mit „enhanced“ Soldaten vorbereitet zu sein.

Für potenzielle Akteure (im Sinne von Nutzern von HE-Technologien) spielen sowohl die Kosten für die Entwicklung und die Beschaffung, als auch die Komplexität der Technologie eine wichtige Rolle. Es ist allerdings durchaus davon auszugehen, dass preiswerte und einfach anzuwendende Technologien nicht nur von staatlichen Akteuren, sondern auch von nichtstaatlichen Akteuren genutzt werden, die über die notwendige Finanzkraft und ein entsprechendes Knowhow verfügen.

Darüber hinaus spielt auch der sozio-kulturelle Hintergrund einer Nation beziehungsweise Gruppierung eine wichtige Rolle bei der Akzeptanz und damit für den Einsatz von HE-Technologien. Dieser sozio-kulturelle Background und die daraus resultierende gesellschaftliche Akzeptanz entsprechender Technologien könnten sogar Haupttechnologietreiber werden. So gesehen könnte sich insbesondere das zivile Umfeld künftig zu einem wichtigen Treiber für die Anwendung von Enhancement-Technologien entwickeln. Gesellschaftliche Elemente wie beispielsweise Leistungsdruck, Technikaffinität oder Wettbewerbsfähigkeit könnten schneller und nachhaltiger zu einer zunehmenden Nutzung dieser Technologien führen, als eventuelle Vorteile in einer militärischen Auseinandersetzung. Wie die Gesellschaft und letztlich die Bundeswehr mit solchen Entwicklungen umgehen, sollte in einer

rechtzeitigen Wertediskussion und einem politischen Diskurs geklärt werden. Innerhalb der Bundeswehr ist ein solcher Diskurs schon deshalb nötig, um das Führungspersonal in die Lage zu versetzen, bei diesem Thema gegenüber den von ihnen geführten Soldaten entsprechend argumentieren zu können. Diese Fürsorgepflicht ist besonders dann gefordert, wenn im Rahmen internationaler Einsätze Soldaten ohne Enhancement-Technologien mit jenen zusammenarbeiten müssen, die über diese Technologien verfügen und sie nutzen. Eine solche Debatte muss auch die Möglichkeit einbeziehen, dass HE in einigen Gesellschaften als selbstverständlich akzeptiert und flächendeckend angewandt wird.

Technologisch könnten zukünftige Entwicklungen dahin gehen, dass unterschiedliche HE-Ansätze oder Kombinationen von HE und anderen – derzeit eher konkurrierenden – Technologien miteinander kombiniert und aufeinander abgestimmt werden. Abgesehen von einigen wenigen Versuchen, die Wirkung transkranieller Stimulationen pharmakologisch zu unterstützen, gibt es derzeit allerdings keine Hinweise auf systematische Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet.

Aus einer solchen technologischen Sicht stellt sich darüber hinaus grundsätzlich auch die Frage nach alternativen Technologien, die anstelle von HE-Technologien genutzt werden könnten. Zu nennen wären dabei an erster Stelle unbemannte Systeme, Roboter und andere High-Tech-Lösungen.

Andererseits ist es auch denkbar, dass in einigen Fällen Low-Tech-Ansätze zu gegebenenfalls besseren und zudem preiswerteren Lösungen führen können.

Insgesamt ist daher Technologieförderung ein wichtiges Element, um auf das Aufkommen und den Einsatz neuer Technologien vorbereitet zu sein und adäquat reagieren zu können. Gleichzeitig ist ein vertieftes Verständnis der entsprechenden Techniken nötig, um neben dem möglichen Nutzen auch die Risiken und Schwachstellen analysieren zu können.

## Fazit

Das FT zeigt, dass der Begriff „Human Enhancement“ eine nur wenig konkrete Bezeichnung für eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Technologien ist, von denen hier eine Auswahl vorgestellt wurde. Einige dieser Technologien werden in Teilen durch potenzielle Gegner und Alliierte bereits angewandt und können daher nicht mehr als ausschließliches Zukunftsthema betrachtet werden. Da Anwendungsbereiche auch weiterhin insbesondere im zivilen Bereich zu finden sein werden, wird HE sich auch weiter zu einem ernstzunehmenden gesellschaftspolitischen Thema entwickeln. Die Bundeswehr wird als Teil der Gesellschaft zunehmend mit der Thematik konfrontiert werden und sich den daraus abzuleitenden Konsequenzen stellen müssen. Nicht-invasive HE-Technologien, die dem Schutz und dem Überleben unserer Soldatinnen und Soldaten dienen, sollten für eigenen Nutzen – unter Berücksichtigung ethisch und rechtlich vertretbarer Aspekte – durchaus in Betracht gezogen werden.

---

## Endnoteverzeichnis

- 1 Brown (2006: 46-47).
- 2 Vgl. Borkenhagen (2012); Coenen (2009); Sauter (2012).
- 3 Vgl. Eggers (2006).
- 4 Verwendung von D-Amphetamin durch die US-Luftwaffe in Afghanistan (vgl. Eckhardt 2011: 61).
- 5 Beta-2-Sympathomimetika erzeugen in Gehirn und Körper Wirkungen wie Adrenalin oder Noradrenalin.
- 6 EPO ist ein Wachstumsfaktor für die Bildung roter Blutkörperchen.
- 7 Betablocker hemmen die Wirkung der Stresshormone Adrenalin und Noradrenalin.
- 8 Amphetamine haben eine stimulierende Wirkung auf das Zentralnervensystem.
- 9 Modafinil ist ein Medikament zur Behandlung von Narkolepsie.
- 10 Die Medikamentenvergabe in der Bundeswehr richtet sich nach dem deutschen Arzneimittelgesetz.
- 11 Kinetosen sind Bewegungskrankheiten wie Reise- und Seekrankheit.
- 12 Vgl. Donati (2007).
- 13 Unter Diät versteht man eine auf die Bedürfnisse einer bestimmten Personengruppe (Kranke, Übergewichtige, Sportler) abgestimmte Ernährungsweise.
- 14 Vgl. Hobermann (2005); Bernton (2010).
- 15 Die Gentherapie birgt hoffnungsvolle Ansätze zur therapeutischen Behandlung schwerer Krankheitsbilder, ist jedoch noch immer eine experimentelle Therapieform. Soweit bekannt ist, ist sie jedoch derzeit weitgehend nur auf Laborebene, unter strengsten Kontrollen und oftmals erst im Tiermodell getestet. Die im Rahmen dieser Studien verwendeten Substanzen werden von zertifizierten Laboren hergestellt und finden, wenn überhaupt, einen patientenspezifischen Einsatz (personalisierte Medizin). Viele Studien zeigen zudem, dass die Nebenwirkungen bei der Anwendung gentherapeutischer Methoden von z.B. Anämie, Thrombosen, Schlaganfällen, Herzinfarkten und Krebs bis sogar hin zum Tode reichen können.
- 16 Vgl. Haisma (2004); Cox et al. (2006: 894–898); Stafford (2010: S16); Szarc vel Szic et al. (2010: 1816–1832); Chaturvedi und Sharma (2011: 5).
- 17 Unter Plastizität versteht man die auf Anregung basierende Fähigkeit, bestehende neuronale Verknüpfungen zu lösen („Jäten“) sowie neue zu schaffen und damit die physiologischen Informationspfade neu-, um- und auch auszubauen („Bahnung“).
- 18 Willkürmotorik bezeichnet die Bewegungen des Körpers die willentlich, also aktiv vom Willen, ausgelöst und gesteuert werden (vgl. Reuter 2013).
- 19 Vgl. Nelson et al. (2013).
- 20 Vgl. McKinley et al. (2012: 129–137).
- 21 Vgl. Guizzo (2005).
- 22 Vgl. Cowan et al. (2012: 20).
- 23 Vgl. Carmigniani et al. (2011: 341–377).
- 24 Vgl. Denby et al. (2010: 270–287).
- 25 Vgl. Unbekannter Autor (2010).
- 26 Vgl. Tharion et al. (2010).
- 27 „Focusing on defence and security, a disruptive technology stands for a technological development which changes the conduct of conflict or the rules of engagement significantly within one or two generations and forces the planning process to adapt and to change the long term goals , strategies, concepts and plans.“ (NATO 2010).

## Literatur

- Azzazy, H. M. E. 2010: Gene Doping, in: Thieme, Detlef/Hemmersbach, Peter (Hrsg.) Handbook of Experimental Pharmacology: Doping in Sports: Biochemical Principles, Effects and Analysis, Volume 195, Berlin, 485–512.
- Bernton, Hal 2010, Army faces growing steroid use problem, in: McClathy online 22.11.2010, <http://www.mcclatchydc.com/2010/11/22/104140/army-faces-growing-steroid-use.html>; 18.06.2013.
- Borkenhagen, Ada/Brähler, Elmar (Hrsg.) 2012: Die Selbstverbesserung des Menschen. Wunschmedizin und Enhancement aus medizinspsychologischer Perspektive, Gießen.
- Brown, Dale 2006: Feuerstoß, München, S.46-47.
- Carmigniani, Julie/Furht, Borko/Anisetti, Marco/Ceravolo, Paolo/Damiani, Ernesto/Ivkovic, Misa 2011: Augmented reality technologies, systems and applications, in: Multimedia Tools and Applications 51: 1, 341–377.
- Chaturvedi, Swati/Sharma, P.K./Garg, Vipin Kumar/Bansal, Mayank 2011: Role of Nutraceuticals in Health Promotion, in: International Journal of PharmTech Research 3: 1, 442-448.
- Coenen, Christopher/Schuijff, Mirijam/Smits, Martijntje/Klaassen, Pim/Hennen, Leonhard/Rader, Michael/Wolbring, Gregor 2009: Human Enhancement, European Parliament: Science and Technology Options Assessment, <http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2009/coua09a.pdf>; 19.06.2010.
- Cowan, Rachel E./Fregly, Benjamin J./Boninger, Michael L./Chan, Leighton/Rodgers, Mary M./Reinkensmeyer, David J. 2012: Recent trends in assistive technology for mobility, in: Journal of Neuroengineering and Rehabilitation 9: 20.
- Cox, James J./ Reimann, Frank/Nicholas, Adeline K./Thornton, Gemma/Roberts, Emma/Springell, Kelly/Karbani, Gulshan/Jafri, Hussain/Mannan, Jovaria/Raashid, Yasmin/Al-Gazali, Lihadh/Hamamy, Henan/Valente, Enza Maria/Gorman, Shaun/Williams, Richard/McHale, Duncan P./Wood, John N./Gribble, Fiona M./Woods, C. Geoffrey 2006: An SCN9A channelopathy causes congenital inability to experience pain, in: Nature 444: 7121, 894–898.
- Denby, B./Schultz, T./Honda, K./Hueber, T./Gilbert, J.M./Brumberg, J.S. 2010: Silent speech interfaces, in: Speech Communication 52: 4, 270–287.
- Donati, Alessandro 2007: World Traffic in Doping Substances, in: World Anti-Doping Agency online, <http://www.wada-ama.org/en/World-Anti-Doping-Program/Governments/Investigation-Trafficking/Trafficking/Donati-Report-on-Trafficking/>; 18.06.2013.
- Eckhardt, Anne/Bachmann, Andreas/Marti, Michèle/Rütsche, Bernhard/Telser Harry 2011: Human Enhancement, Zürich.
- Eggers, Erik 2006: Peppige Panzerschokolade, in: Die Tageszeitung 28.12.2006, <http://www.taz.de/1/archiv/?id=archivseite&dig=2006/12/28/a0217>; 20.06.2013.
- Guizzo, E./Goldstein, H. 2005: The Rise of the Body Bots, in: Spectrum, IEEE 42: 10, 50-56, <http://spectrum.ieee.org/biomedical/bionics/the-rise-of-the-body-bots>; 19.06.2013.

- Haisma, Hidde J./de Hon, Olivier/Sollie, P./Vorstenbosch, J.* 2004: Gene Doping, in: Netherlands Centre for Doping Affairs online, <http://www.dopingautoriteit.nl/media/files/documenten/2009/Gene%20Doping.pdf>; 18.06.2013.
- Hobermann, John* 2005: Dopers in Uniform, in: thinksteroids online 22.05.2005, <http://thinksteroids.com/articles/dopers-uniform-cops-steroids/>; 18.06.2013.
- König, Nils* 2009: Psychophysiologisches Monitoring zur Untersuchung von Fitnessaspekten, Saarbrücken.
- McKinley, R. Andy/Bridges, Nathaniel/Walters, Craig M./Nelson, Jeremy* 2012: Modulating the brain at work using noninvasive transcranial stimulation, in: *NeuroImage* 59: 1, 129–137.
- NATO 2010: RTO Technical Report TR-SAS-062 Assessment of Possible Disruptive Technologies for Defence and Security.
- Nelson, Jeremy T./McKinley, R. Andy/Golob, Edward J./Warm, Joel S./Parasuraman, Raja* 2013: Enhancing vigilance in operators with prefrontal cortex transcranial direct current stimulation (tDCS) 2013, i.E., in: *NeuroImage*, doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.11.061; 19.06.2013.
- Reuter, Iris* 2010: Willkürmotorik in: Engelhardt (Hrsg.): Onlinelexikon Orthopädie und Unfallchirurgie, in: <http://www.lexikon-orthopaedie.com/pdx.pl?dv=0&id=02156>, 30.07.2013.
- Sauter, Arnold/Gerlinger, Katrin* 2012: Der pharmakologisch verbesserte Mensch. Leistungssteigernde Mittel als gesellschaftliche Herausforderung, Berlin.
- Stafford, Ned* 2010: History. The changing notion of food, in: *Nature* 468: 7327, S16-S17.
- Szarc vel Szic, Katarzyna/Ndlovu, Matladi N./Haegeman, Guy/Vanden Berghe, Wim* 2010: Nature or nurture. Let food be your epigenetic medicine in chronic inflammatory disorders, in: *Biochemical Pharmacology* 80: 12, 1816–1832.
- Tharion, William J./Buller, Mark J./Karis, Anthony J./Hoyt, Reed W.* 2010: Development of a Remote Medical Monitoring System to Meet Soldier Needs, in: Proceeding of the Human Factors and Ergonomics Society 51" Annual Meeting, Baltimore, MD, 1006-1010.
- Unbekannter Autor* 2010: The sound of silence. An end to noisy communications, in: *The Independent* 02.03.2010, <http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/the-sound-of-silence-an-end-to-noisy-communications-1914712.html>; 19.06.2013.

---

## Autoren

**Dr. Annika Vergin** ist seit Dezember 2007 als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Dezernat Zukunftsanalyse tätig und für den Themenbereich Umwelt verantwortlich. Sie studierte Biologie mit Schwerpunkt Physiologie und Immunologie an der Universität Potsdam und promovierte am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung Potsdam in physikalischer Chemie.

---

**Dr. Marcus John** ist seit 2007 als Wissenschaftler am Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen (INT) der Fraunhofer Gesellschaft in Euskirchen tätig. Seine Themenschwerpunkte liegen auf den Bereichen Nanotechnologie, komplexe Systeme, Human Enhancement sowie der Anwendung bibliometrischer Methoden für die Technologiefrühaufklärung. Er studierte Physik an der Technischen Universität Berlin und promovierte dort 2003 auf dem Gebiet der theoretischen Astrophysik. Dem schloss sich eine Tätigkeit am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft an.

Das vorliegende FT HE wurde in enger Kooperation mit dem INT erarbeitet. Dr. John war der Projektleiter auf Seiten des INT und die Kontaktperson zum PlgABw Dezernat Zukunftsanalyse. Neben ihm haben noch folgende Autoren des INT an dieser Kurzstudie mitgearbeitet: Dr. Heike Brandt, Dr. Joachim Burbiel, Dr. Diana Freudendahl, Dr. Martin Müller, Stefan Reschke, Dr. Klaus Ruhlig, Dr. Anna Julia Schulte.

**OTL i.G. Dr. Jörg Wellbrink** hat 1985 an der Bundeswehruniversität München einen Abschluss als Dipl.-Ing. Elektrotechnik absolviert. 1998 hat er an der Naval Postgraduate School in Monterey, Kalifornien Operations Research (M.Sc. OR) studiert und dort in 2003 am MOVES-Institute promoviert. Später hat er als Projektinitiator und -leiter im IT-AmtBw die Simulations- und Testumgebung der Bundeswehr konzipiert. 2007 war er als erster Leiter einer bundeswehreigenen „Operations Research“-Zelle im Afghanistan Einsatz im PRT KUNDUS. 2011 war er ein Jahr als „Assistant Professor für OR“ an der Bundeswehruniversität München in Forschung und Lehre eingesetzt. Seit März 2012 ist er kommissarisch Dezernatsleiter Zukunftsanalyse.

**Fregattenkapitän Wolfgang Heuer** ist seit Oktober 2012 im Dezernat Zukunftsanalyse tätig. Er studierte Wirtschafts- und Organisationswissenschaften mit Schwerpunkt Operations Research an der Universität der Bundeswehr Hamburg. Nach seinem Studium hat er verschiedene Verwendungen an Bord von Minenabwehreinheiten und im BMVg im Führungsstab der Marine bekleidet sowie an der Führungsakademie der Bundeswehr in Hamburg den General-/ Admiralstabslehrgang absolviert. Von 2001 bis 2004 war er Kommandeur des 5. Minensuchgeschwaders, von 2004 bis 2007 Dozent für Command, Control & Communications im Fachbereich Führungslehre der Marine an der Führungsakademie der Bundeswehr in Hamburg und von 2009 bis 2012 zuletzt der deutsche Verteidigungsat-taché an der deutschen Botschaft in Rabat/ Marokko.