



Mit Hilfe von CT- und MR-Aufnahmen sowie Oberflächenscannings kann ein Pistolenschuss exakt nachgestellt werden.

„Revolution in der Gerichtsmedizin“

3D-Aufnahmen könnten in Zukunft die klassische Obduktion zumindest teilweise ersetzen. Anfang 2000 gründete Univ.-Prof. Dr. Richard Dirnhofer an der Universität Bern das Projekt „Virtopsy“.

Der Gerichtsmediziner hat beim Sezieren einer Leiche genau eine, nicht wiederholbare Chance, wenn er feststellen möchte, ob sich im Herzen eines Verstorbenen Luft befindet – etwa, weil irgendwo im Körper eine Schlagader durchschnitten worden ist: Der Mediziner schneidet das Bindegewebe auf, das das Herz umgibt; verletzt er dabei eine Vene, die zum Herzen führt, ist die Chance vorbei; danach füllt er den Herzbeutel mit Wasser, so dass das Herz vollständig unter der Wasseroberfläche schwimmt, und sticht mit einer Nadel sorgfältig in die rechte Herzkammer – steigen jetzt kirschkernegroße, gleichmäßig große Luftblasen auf, ist das der Nachweis für die Luftembolie.

Aber das ist ein einziger Moment – kein Moment für die Ewigkeit.

Für die „Ewigkeit“ – jedenfalls länger als einen kurzen Augenblick aufsteigender, an der Oberfläche zerplatzender Luftblasen – sollen Bilder gemacht werden, die bei einer „Virtopsy“ („virtuelle Autopsie“) aufgenommen und verarbeitet werden. Auf DVD

gebrannt, könnten sie an mehrere Gerichtsmediziner versandt werden, so dass sie unabhängig voneinander im Blindverfahren begutachtet werden.

Univ.-Prof. Dr. Richard Dirnhofer von der Universität Bern in der Schweiz spricht von einer „Revolution“ in der Gerichtsmedizin und damit in der Kriminologie, vergleichbar der Entwicklung der DNA-Analyse Anfang der 90er-Jahre für die Kriminalistik.

Methoden. Für die Virtopsy werden unterschiedliche medizinische Methoden angewandt: Die wichtigsten beiden sind das

- 3D-Oberflächenscanning mittels Photogrammetrie, wodurch das Äußere des Körpers abgetastet wird, sowie
- bildgebende Verfahren, in erster Linie die Mehrschicht-Computertomographie (MSCT – Multislice Computer Tomography), basierend auf der Röntgentechnologie, und die Magnetresonanztomographie (MRI – Magnetic Resonance Imaging), basierend auf Magnetresonanstechnologie; damit

wird das Körperinnere in einer Röhre abgescannt.

Mit Hilfe dieser Methoden wird erstens eine Oberflächenaufnahme eines Körpers gemacht, die am Bildschirm dreidimensional dargestellt wird. Die CT- und MR-Aufnahmen des Gewebes innerhalb des Körpers werden in der Computeransicht der 3D-Oberfläche unterlegt, so dass ein Gesamtbild des betroffenen Menschen entsteht.

Verletzungskonturen im Gewebe, sowohl an der Oberfläche als auch innerhalb von Organen, können vergrößert werden und zum Beispiel mit der Abdruckoberfläche eines Tatwerkzeugs abgeglichen werden. Dabei kann nicht nur festgestellt werden, ob beispielsweise ein bestimmtes Schuhprofil zu einer Hautoberflächenverletzung passt; es kann auch die Richtung ermittelt werden, aus der auf einen Körper eingeschlagen wurde. Eine konische Eintrittspur eines Projektils in einen Oberschenkelknochen zum Beispiel zeigt, aus welcher Richtung und in welchem Winkel der Pistolenschuss in den Knochen eindrang. Der Weg vom

Wir haben die Wohnungen Sie haben die Wahl

Die **ARWAG Holding AG** versteht sich seit vielen Jahren als Full-Service-Bauträger, dessen Leistungen sich von der Projektentwicklung und -planung über das Baumanagement, die Vermietung und den Verkauf bis hin zur Verwaltung erstrecken.

Wir bieten unseren Mietern und Eigentümern Wohnraum, der sich durch innovative Architektur mit hoher Wohn- und Lebensqualität auszeichnet.

Informieren Sie sich über unser vielfältiges Wohnungsangebot unter www.arwag.at, damit auch Ihre Wohnräume bald in Erfüllung gehen.



ARWAG Holding AG
A-1030 Wien, Würtzlerstraße 15 · ☎ +43/1/797 00-117
e-mail: info@arwag.at



CAFE ADMIRAL SPORTWETTEN

Der ideale Treffpunkt für jedermann!

Besuchen Sie uns!

Über 160x in Österreich
www.admiral.at

**ADMIRAL
SPORTWETTEN**

Wetten Sie gewinnen!



Mit Hilfe der Angiographie werden Blutgefäße sichtbar gemacht.

Schusseintritt in das Oberschenkelgewebe, durch den Knochen bis zum Austritt kann chronologisch nachvollzogen werden. Die ersten CT-Aufnahmen von Schussverletzungen wurden bereits vor über dreißig Jahren angefertigt.

Manche Knochenbrüche können bei herkömmlichen Obduktionen übersehen werden – etwa eine Fraktur des Augenhöhlendaches. Die Obduktion beginnt üblicherweise damit, dass die Kopfhaut von Ohr zu Ohr aufgeschnitten und nach vor- bzw. nach hinten geklappt wird. Um einen Bruch des Augenhöhlendaches festzustellen, müsste der Gerichtsmediziner erst die Augen des Verstorbenen entfernen – was in der Regel nicht geschieht.

Generell ist die Darstellung der Struktur eines Knochenbruchs mit her-

kömmlichen Obduktionsmethoden schwierig. Die Knochenteile müssen aus dem Gewebe herausgelöst und chemisch behandelt werden – bei einem Trümmerbruch ein schwieriges Unterfangen. Die Stellung der Knochensplitter zueinander kann kaum oder nicht mehr nachvollziehbar gemacht werden. Die Prozedur ist aufwendig und dauert lange.

Die Computertomographie basiert auf Röntgentechnik und stellt Knochenbrüche einwandfrei dar. Die Ende der achtziger Jahre entwickelte und Ende der neunziger perfektionierte Mehrschicht-Technologie (MSCT) ermöglicht es, Knochenbrüche dreidimensional zu veranschaulichen.

Die Stärke der MSCT ist ihre örtliche Auflösung; ihre Schwäche ist der

Kontrast unterschiedlich dichten Gewebes. Das kann mit Hilfe des MRI ausgeglichen werden: In MR-Bildern kann Weichteilgewebe exzellent abgegrenzt werden; im MR zeigt sich auch unterschiedliche Gewebecharakteristik, wie sie etwa im Gehirn die „graue“ (Gehirnzellen) und „weiße“ Masse (Nervenverbindungen) sind. Moderne Hochfeldscanner haben bereits auch eine hohe örtliche Auflösung. Auf diese Weise können Stichkanäle genau vermessen werden, Schussverläufe ebenso wie Vernarbungen in Organen.

Ausgangspunkt. Die Virtopsie nahm ihren Ausgang Mitte der neunziger Jahre am *Institut für Forensische Medizin* an der Universität Bern. Am selben Institut entwickelte Univ.-Prof. Dr. Richard Dirnhofer die DNA-Technologie für die Kriminologie und Kriminalistik. Anfang 2000 gründete er das Projekt „Virtopsy“. Mittlerweile werden in Bern drei Viertel aller Obduktionen nicht mehr ausschließlich am Seziertisch vorgenommen, sondern virtuell zumindest nach einem Oberflächenscanning am Computer. In vielen Fällen wird auch die MSCT-Technologie angewandt sowie teilweise die MR-Technologie. Auch die Angiographie (Darstellung der Blutgefäße am Bildschirm) ist bereits in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium.

Bei der Angiographie macht vor allem der Stillstand des Blutes im Kreislauf des Verstorbenen Probleme. Das kann überwunden werden, indem ein Kontrastmittel gespritzt wird oder der Kreislauf mit Hilfe einer Herz-Lungen-Maschine künstlich in Gang gesetzt wird. Das ist vor allem zeitaufwendig.

PHOTOGRAMMETRIE

Oberflächen am Tatort

Die 3D-Photogrammetrie wird auch in der Tatortaufnahme verwendet. DI (FH) Ursula Buck von der Universität Bern zum Beispiel berichtet von einem Fall, in dem ein junger Mann von mehreren Entführern mit einem Pkw in einen Wald bei Bern verschleppt wurde. Er wurde dort erschlagen und in einem Teich ertränkt. Zum Zeitpunkt der Tat hatte es –20 Grad, zum Zeitpunkt der Spurenaufnahme immer noch –15 Grad – eine Temperatur, die in der Spurenaufnahme Schwierigkeiten mit

sich bringt: Zum Beispiel können Reifenspuren und Fußabdrücke nicht mit Gips ausgegossen werden; dieser würde die Spuren zerstören. Auch die Alternative, ein „Snow Print Wax“, könnte bei diesen Extremtemperaturen Details der Spuren zersetzen. Überdies hat das Mittel die Eigenschaft, an feinsten Rissen im Gefrorenen durch den Schnee zu fließen – das könnte falsche Spurenmerkmale liefern.

Die Berner Polizei wendete in diesem Fall die 3D-Photogrammetrie an. Pro Spur dauert diese fünf bis zehn

Minuten – was auch den Beamten entgegenkam. Obwohl die Spuren zum Zeitpunkt der Aufnahme bereits 17 Stunden alt waren, gelang es den Kriminalisten nachzuweisen, zu welchen Schuhen die Fußabdrücke gehörten und von welchen Reifen die Fahrzeugsuren stammten.

Quelle: Ursula Buck, Nicola Albertine, Silvio Naether, Michael J. Thali: 3D documentation of footwear impressions and tyre tracks in snow with high resolution optical surface scanning, Forensic Science International (2006), 10.1016/j.forsciint.2006.11.001.

Eine Mehrschicht-Computertomographie dauert je nach Art der Aufnahme fünf bis zehn Minuten; eine MR-Ganzkörperaufnahme dauert etwa dreißig Minuten. Hinzu kommt die Nachbearbeitung mit Hilfe spezieller Programme am Computer. „Trotzdem ist die Virtopsie bereits jetzt schneller als eine herkömmliche Autopsie“, sagt Richard Dirnhofer. Er ist überzeugt, die Methode wird noch schneller – „für die ersten DNA-Gutachten haben wir zwei bis drei Monate gebraucht“, erinnert sich Dirnhofer. Heute erhält die Polizei das DNA-Profil eines Verdächtigen in der Regel innerhalb von zwei bis drei Wochen – in dringenden Fällen innerhalb weniger Stunden.

Die CT- und die MR-Technologie entwickelt sich in Richtung Geschwindigkeit und Hochauflösung – das heißt die Bilder werden rascher aufgenommen und sie werden schärfer.

Ergänzung und Ersatz. „Die Virtopsie ist heute noch Ergänzung zur herkömmlichen Obduktion“, sagt Prof. Dirnhofer. „Eines Tages wird sie sie ablösen.“ Der entscheidende Schritt könnte die bildgesteuerte Gewebeentnahme sein. Die Entwicklung des „Virtobot“ ist bereits sehr weit. Ähnlich einer Fernoperation entnimmt im „Virtobot“ ein Greifarm Gewebeteile aus der Leiche – ähnlich einem Greifarm, der etwa in der Automobilindustrie Teile ineinander steckt oder Schaltstangen verschraubt.

Der „Virtobot“ ist ein Alles-in-einem-Gerät, das MSCT mit einem 3D-Oberflächenscanner vereint sowie einen Roboter-Greifarm enthält, der ferngesteuert bedient wird. Einzig das MRI kann nicht in den „Virtobot“ integriert werden; die Magnetresonanz bedarf eines starken Magneten. In der Regel sind es heute 1,5-Tesla-Geräte mit der 15.000-fachen Erdanziehungskraft; die weiteren Schritte sind 3- (klinisch bereits am Sprung zum Standard), 7- (im Kommen) und 9-Tesla-Geräte. Letztere sind derzeit in Erprobung, 11-Tesla-MR-Geräte sind in Entwicklung. Ähnlich rasch beschleunigt die Entwicklung der Computerprogramme, die die Bilder dazu verarbeiten und erzeugen.

Vorteile könnte laut Dirnhofer ein Übergehen von der klassischen Autopsie zur Virtopsie etwa bei der Aufdeckung von Morden bringen, bei der Rekonstruktion von Unfällen oder bei der Identifizierung von Leichen. Vor



Tandlerstraße 2
2320 Schwechat
Telefon: 01/ 707 24 42
 mega-xx.schwechat@bauMax.com

Öffnungszeiten:
Mo. - Do.: 8⁰⁰ - 19⁰⁰
Fr.: 8⁰⁰ - 20⁰⁰
Sa.: 7³⁰ - 18⁰⁰

www.bauMax.at



sichere Daten	unsichere Daten
<p>SECUR-DATA Betriebsberatungs-Ges.m.b.H. 1010 Wien, Fischerstiege 9 • Tel (01) 533 42 07</p> <p>office@secur-data.at http://www.secur-data.at</p>	
<p>...wir beraten Sie gerne</p>	

TECTON consult
Engineering ZT GmbH

1060 Wien
 Barnabitengasse 8
www.tecton-consult.at

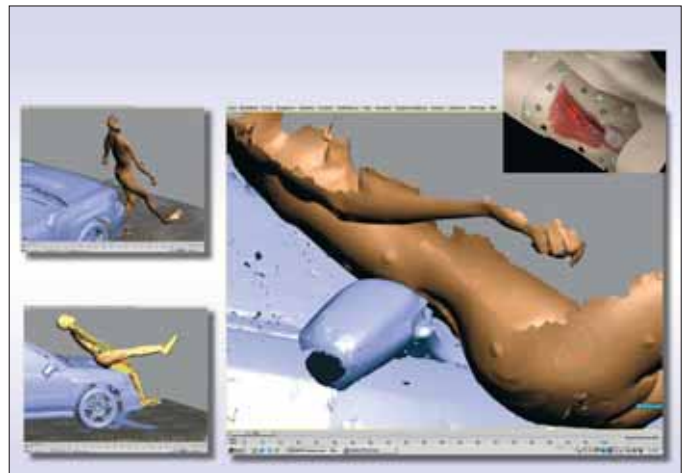
Verkehrsplanung
Statik
Konstruktiver Ingenieurbau



Dreicher Otto vorm. A. Szekely
Fliesenlegermeisterbetrieb
Hafner

Verkauf Verlegung Reparaturen	Service und Instandhaltung v. Kachelöfen
-------------------------------------	--

1160 Wien, Ottakringer Str. 43/6 (Eingang Huberg.)
 Tel./Fax 01/403 85 47, Mobil 0664/394 77 30
 E-Mail: otto.dreicher@aon.at
 Homepage: members.aon.at/ottodreicher



Unfallsrekonstruktion: Durch die Übereinstimmung von Verletzungen und Beschädigungen lassen sich Unfälle nachstellen.

allein bei Brandopfern sind radiologische Befunde oft die einzige Hoffnung zur Identifizierung Getöteter. Mobile CT-Geräte können Panorama-Röntgenbilder von den Zahnschemata Betroffener liefern, die mit Bildern verglichen werden, die vor dem Ableben der Opfer aufgenommen worden sind. Ein Ganzkörper-CT könnte zusätzliche Informationen bringen, die zum Ausschluss oder zur endgültigen Identifizierung beitragen können.

Eine zusätzliche Information kann die Dichte von Materialien liefern, etwa von Zahnimplantaten oder Amalgam-Plomben. Sie ist regional unterschiedlich und wird in Hounsfield-Einheiten (HU – Hounsfield Units) gemessen.

Mit Hilfe des MSCT kann der Dichtegrad gemessen werden. Die Materialdichte von Zahnfüllungen beispielsweise schwankt regional zwischen 4.500 und 17.000 HU. Bei Katastrophen kann das bei der Zuordnung der Toten helfen.

Kritik. Was manche Praktiker als „Schön-zu-haben“ aber „nicht notwendig“ erachten, ist laut Dirnhofer die Zukunft – von Gegnern als „bunte, bewegte Bildchen“ abgetane 3D-Animationen. „Die Bildersprache ist eine Art neue Sprache“, sagt Richard Dirnhofer. „Sie übersetzt die medizinische Sprache in allgemein verständliche Darstellungen.“ Vor allem für Juristen vor Gericht

sowie für Laienrichter können die Bilder hilfreiche Informationen liefern, und zwar anschaulich und ohne die Blutrünstigkeit von Tatortaufnahmen. Was Dirnhofer und die Vertreter der „Berner Schule“ als Vorteil erachten, sehen Gegner als Nachteil: Eben diese Blutrünstigkeit könne oft die Grausamkeit einer Tat anschaulich machen.

Die Sterilität der Virtopsie ist der herkömmlichen Autopsie aber auch in der Sicherheit für die Gerichtsmediziner überlegen – etwa bei infektiösen Leichen. Manche, aber nicht alle Gerichtsmediziner verwenden in diesen Fällen einen Augenschutz, andere streifen sich zwei Paar Handschuhe über. All das ist kein hundertprozentiger

ZUR PERSON



Richard Dirnhofer, 1942 geboren in Bad Hofgastein, promovierte 1967 zum Dr. med. univ. an der Universität Innsbruck. Seither arbeitet er in der Pathologie und der forensischen Medizin.

Von 1969 bis 1980 war er am Institut für Rechtsmedizin am Kantonsspital St. Gallen als Assistenz-Oberarzt und stellvertretender Chefarzt tätig. Dazwischen absolvierte er Studienaufenthalte in Bern, Wien (forensische Toxikologie) und Zürich (forensisch-biologische Spurenkunde).

1974 wurde Dirnhofer stellvertretender Direktor des *Instituts für Forensische Medizin* in St. Gallen (Schweiz). 1979 habilitierte er sich an der Universität Graz über „Schädelhirnverletzungen“ und wurde stellver-

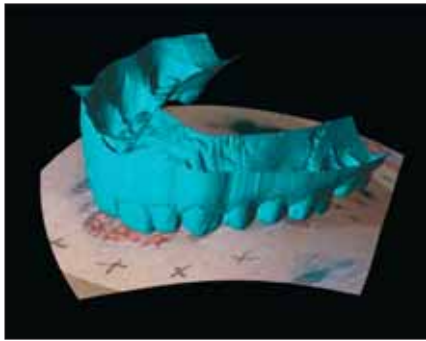
tretender Leiter des *Instituts für Forensische Medizin* an der Universität Graz. In seiner Zeit als Oberarzt und Universitätsdozent am Institut für Rechtsmedizin der Universität Graz baute er forensisch-histologische und serologische Laboratorien auf.

Forensische Medizin. 1984 wurde er als Direktor des *Instituts für Gerichtsmedizin* an die Universität Basel berufen und war dort bis 1991 als ordentlicher Professor für forensische Medizin tätig. 1991 wechselte er an die Universität Bern und wurde dort zum Direktor des *Instituts für Rechtsmedizin* berufen. Er blieb es bis zu seiner Emeritierung 2005. Zwischen 1991 und 1996 lehnte er mehrere Lehrstühle ab, und zwar in Wien, Graz und Salzburg. 1996 bis 1998 nahm er eine Gastprofessur an der Universität Salzburg an.

Einer seiner wichtigsten und revolutionären Schwerpunkte war die Beschäftigung mit der forensischen DNA-Analyse. Ab Mitte der 90er-Jahre begann er mit dem Aufbau der „Virtopsy“-Forschung in Bern. Ende 1999 gründete er das „Virtopsy“-Projekt, 2003 die „Virtopsy-Foundation“ gemeinsam mit Michael J. Thali (Professor für forensische Medizin an der Universität Bern) und Peter Vock (Professor für Radiologie, ebenfalls Universität Bern). Mit ihnen verfasste er 2009 das Buch „The Virtopsy-Approach“ (siehe Rubrik „Bücher“).

Richard Dirnhofer ist Träger des Verdienstkreuzes Erster Klasse für Wissenschaft und Kunst der Republik Österreich und er ist Ehrenmitglied der Schweizerischen Gesellschaft für Rechtsmedizin, deren Präsident er 1986/87 war.

FOTOS: GERICHTSMEDIZINISCHES INSTITUT BERN



Oberflächenscan von einer Bisswunde und das „dazugehörige“ Tätergebiss.

Schutz und oft nur ein Mittel zur Selbstberuhigung. Für die Virtopsie wird die Leiche in einem luft- und wasserdichten Sack in das CT-Gerät geschoben. Die Gewebeprobenentnahme erledigt im Virtobot ein Robotergriffarm.

Die Virtopsie kann auch dort hilfreich sein, wo eine Obduktion aus religiösen Gründen abgelehnt wird. In Österreich werden Obduktionen allerdings gerichtlich angeordnet – somit käme eine Ablehnung durch Verwandte nicht zum Tragen. Helfen kann die Virtopsie, Schwierigkeiten zu vermeiden.

Der „Virtopsy“-Ansatz baut auf eine Transdisziplinarität verschiedener Wissenschaftszweige: Während heute ein Gerichtsmediziner am Seziertisch alleine arbeitet und lediglich chemische oder toxikologische Untersuchungen an einen Chemiker abtritt, braucht der Virtopsie-Gerichtsmediziner die Technik von Physikern, Elektronikern und Programmierern, die Röntgenexpertise eines Radiologen und die Gewebekennnisse eines Histologen, er braucht Gefäßspezialisten und nach Art des Falles weitere Experten. Doch die unterschiedlichen Disziplinen sind nicht immer leicht auf einen Nenner zu bringen. Im Projekt der Berner Universität arbeiten sie seit neun Jahren zusammen.

An der Überwindung derzeit noch bestehender Schwächen wird im Berner Projekt weitergearbeitet, etwa der Schwierigkeit angiographisch Blutgefäße darzustellen. Ohne die Ansicht (Autopsie = „selber sehen“) eines Gerichtsmediziners ist in der Virtopsie derzeit nicht erkennbar, ob jemand einen Herzinfarkt erlitten hat. Er ist lediglich an verschiedenen Verfärbungen im Herzgewebe erkennbar – einer lehmfarbenen, gelblichen Färbung des sonst roten Herzgewebes.

Internationaler Einsatz. Neben Bern treibt die Virtopsie an verschiedenen Orten der Welt allmählich Blüten, etwa in Kopenhagen (Dänemark) und Linköping (Schweden), wo CT-Scan-Versuche seit 2006/2007 laufen und langsam in die Praxis übernommen werden. In Japan wurde 2003 die „Gesellschaft für Autopsie-Bildgebung“ gegründet. Im „Victorian Institute of Pathology“ (Melbourne, Australien) wird seit etwa zwei Jahren jede Leiche im CT gescannt, bevor sie klassisch obduziert wird.

Als „endgültigen Durchbruch“ bezeichnet es Richard Dirnhofer, dass der Wissenschafts- und Technologierat (*National Research Council*) der US-Regierung den „Virtopsy-Approach“ (Virtopsie-Ansatz) auf die Tagesordnung der US-amerikanischen Wissenschaft gesetzt hat. Das *National Research Council* erarbeitete eine nationale Strategie zur Weiterentwicklung der forensischen Wissenschaften, und zwar im Auftrag der amerikanischen *Nationalen Akademie der Wissenschaften*, die wiederum im Auftrag des US-Kongresses arbeitet. Als einen der als notwendig erachteten Fortschrittswege legte der Rat der Regierung die Virtopsie ans Herz.

Startschuss. „Das ist der Startschuss für eine weltweite Entwicklung und fast eine Garantie für raschen Fortschritt“, sagt Richard Dirnhofer.

Auch die Amerikaner haben die Notwendigkeit erkannt, verschiedene Disziplinen zusammenzuführen. Das *National Research Council* empfahl der Regierung daher die Gründung eines Fonds für eine unabhängige Bundeseinrichtung, ein „Nationales Institut für Forensische Wissenschaften“.

Auch in Österreich könnte Entscheidendes für die Virtopsie geschehen, wenn auch noch in kleinem Rahmen. Ende 2008 wurde am Ludwig-Boltzmann-Institut in Graz ein Forschungsprojekt genehmigt, das auf sieben Jahre angesetzt wurde. Es beschäftigt sich mit dem Einsatz bildgebender und radiologischer Methoden zur Dokumentation von Verletzungen an lebenden Personen. Leiterin ist die in Bern bei Richard Dirnhofer ausgebildete Gerichtsmedizinerin Univ.-Prof. Dr. Kathrin Yen. Yen war bis 2005 Mitglied des „Virtopsy“-Forschungsprojekts in Bern. Information: www.virtopsy.com

Gerhard Brenner

BAUER
POSEIDON
KOMPRESSOREN

Schlüsselfertige Atemluftsysteme für die Exekutive

Hochdruck-
Atemluftkompressoren
mit weltweitem Service



VERTICUS 5 • SUPER SILENT



JUNIOR II

BAUER Luft
= reine und sichere Luft

BAUER-POSEIDON
KOMPRESSOREN GES.M.B.H.
Straße 3/Objekt 26
A-2355 Wr. Neudorf, IZ
Tel. 02236/63 625,
Fax 02236/62 952
info@bauer-poseidon.at
www.bauer-poseidon.at