

# Ergonomische Produktgestaltung – wissenschaftlich, systematisch, effektiv

von J. Vedder

---

## Kurzgliederung

- 1 Einführung
- 2 Ergonomie und Wirtschaftlichkeit
- 3 Die 5 Ebenen der Ergonomie
- 4 Fazit
- 5 Literatur

## Zusammenfassung

*Ergonomie ist ein wichtiger und elementarer Bestandteil der Gestaltung von Produkten und Arbeitsmitteln.*

*Die Integration der beschriebenen 5 Ebenen der Ergonomie zu einem gesamtheitlichen Ansatz macht es möglich, eine Methode zur Optimierung von Arbeitsmethoden und -prozessen zu entwickeln.*

*Die folgenden Beispiele eines Herstellers für Werkzeuge und Komplettlösungen für professionelle Kunden in der Bauwirtschaft verdeutlichen diesen Ansatz.*

## Schlüsselwörter

*Analyse, Arbeitsprozess, Arbeitssystem, Ergonomie, Kosten, Nutzer, Produktgestaltung, Produktivität, Sicherheit, Technik, Qualität*

## 1 Einführung

Die Akzeptanz der Ergonomie in der industriellen Praxis sowohl als wissenschaftliche als auch als anwendungsorientierte Disziplin ist in vielen Branchen noch immer nicht ausreichend. Während hohe Produktivität und hohe Qualität in allen Organisationen primäre Ziele sind, werden die möglichen Beiträge der Ergonomie zur Erreichung dieser Ziele häufig nicht wahrgenommen. Wenn Ergonomie überhaupt in den Prozess der Produkt- und Arbeitsgestaltung eingebunden wird, so erfolgt dies häufig zu spät und in einer zu beschränkten Sichtweise (*Koningsveld et al., 2003*).

Ehemals zentrale Abteilungen für Arbeitswissenschaft/Arbeitswirtschaft werden zunehmend dezentralisiert direkt in Produktionsbereiche eingegliedert. Dabei bleiben zwar die operativen Inhalte in etwa erhalten, grundsätzliche Fragestellungen werden jedoch nicht mehr bearbeitet. Die ergonomische Gestaltung von Produktionsarbeitsplätzen wird von den Zulieferern der jeweiligen Elemente erwartet, eine entsprechende Beurteilungskompetenz ist häufig nicht vorhanden.

Die ergonomische Gestaltung von Produkten wird weitestgehend den Konstrukteuren und Designern überlassen, die damit aber oft überfordert sind. *Broberg* (1997) stellt fest, dass über 90 % der Designer und Ingenieure in der Produktentwicklung von der Notwendigkeit einer frühzeitigen Einbindung ergonomischer Erkenntnisse in den Gestaltungsprozess überzeugt sind. Gleichzeitig jedoch besitzen sie keine ausreichende ergonomische Qualifikation. Besonders deutlich wird dies zum Beispiel in der Gestaltung aktueller Produkte der Unterhaltungselektronik, Computer-Software und mobilen Telekommunikation, wo fundamentale Prinzipien der Nutzung dieser Produkte nicht beachtet werden (*Woods, 1998*).

## 2 Ergonomie und Wirtschaftlichkeit

Ergonomie wird von vielen Herstellern unterschiedlichster Produkte als zentraler Differenzierungsfaktor betrachtet. Untersuchungen sowohl von professionellen Nutzern als auch von privaten Konsumenten zeigen, dass das „Handling“ und die Benutzungsfreundlichkeit neben Preis und Leistung/Qualität entscheidende Faktoren beim Entscheid für ein spezifisches Produkt sind. Dies entspricht der Einsicht, dass ergonomisch gestaltete Produkte und Arbeitsplätze sowohl dem direkt betroffenen Anwender als auch der übergeordneten Struktur (Unternehmen und Gesellschaft) erhebliche Vorteile verschaffen (*Laurig und Vedder, 1998*).

Abb. 1 zeigt schematisch den Verlauf der Kosten für die typischen Phasen einer Produktentwicklung. Änderungskosten sind dabei ein maßgeblicher Faktor

dafür, dass die Kosten in den späteren Phasen stark ansteigen. Die frühzeitige systematische Berücksichtigung aller notwendigen und tatsächlichen Randbedingungen der späteren Nutzung des zu entwickelnden Produkts erhöht die Kosten in den frühen Phasen, senkt jedoch deutlich die Änderungskosten in den Phasen Test, Anpassung und vor allem Nutzung. Ist das zu entwickelnde Produkt Teil eines Mensch-Maschine-Systems, ist im Sinne einer wirtschaftlichen Produktentwicklung und Nutzung direkt die zwingende Einbindung ergonomischer Erkenntnisse bereits in der Konzept-Phase abzuleiten.

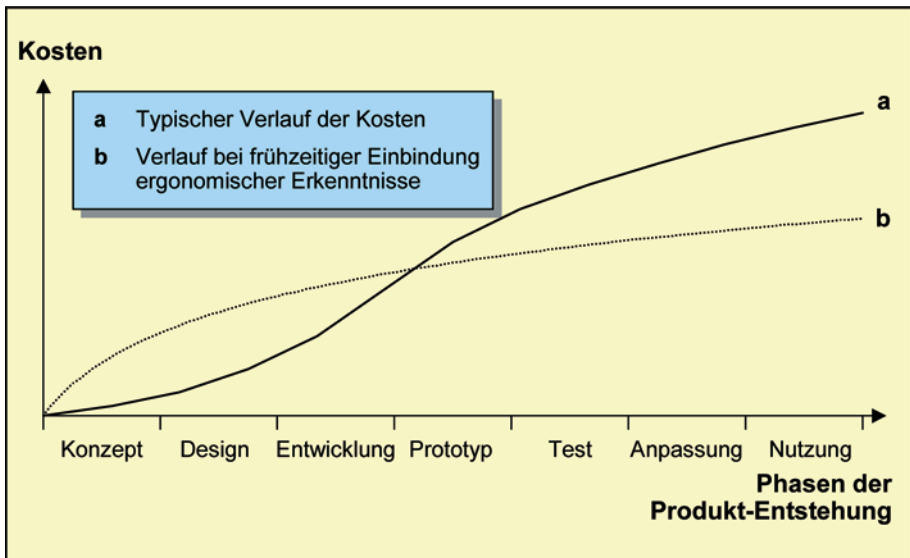


Abb. 1: Produktentwicklungsphasen und Kosten (nach Chaffin, 2003)

Der Zeitpunkt der Berücksichtigung ergonomischer Erkenntnisse hat jedoch nicht nur Einfluss auf die Kosten, sondern bestimmt auch unmittelbar den jeweiligen ergonomischen Ansatz. Treten beispielsweise bei einer Neu-Entwicklung in der Nutzungsphase zuvor nicht betrachtete ergonomische Probleme in Form von vermehrten Beschwerden auf, wird eine nachträgliche ergonomische Gestaltung als korrektive Maßnahme erforderlich. Im Hinblick auf die gesamte Gestaltungskette ist dies wenig effektiv. Auch die Anpassung eines Arbeitssystems an den Menschen direkt vor der Nutzung basiert zumeist nur auf präventiven Vorgaben in normativen Regelungen ohne umfassende Einbeziehung des Effektivitätsaspekts.

Erst eine prospektive Ergonomie, die bei frühzeitiger Berücksichtigung bereits zu Beginn der Gestaltung des Arbeitssystems eingesetzt wird, ermöglicht eine

umfassende Optimierung des Arbeitssystems im komplexen System verschiedener Vorgaben bezüglich Nutzbarkeit, Effektivität und Produktivität. Werden ergonomische Aspekte noch einen Schritt vorher bei der Konzept-Entwicklung eingebracht, kann das durch die Ergonomie ermöglichte umfassende Verständnis der Aufgaben und Abläufe im Arbeitssystem bereits die Festlegung der Arbeitsmethode beeinflussen und damit innovative Änderungen am Systemkonzept selbst bewirken (Vedder und Carey, 2003).

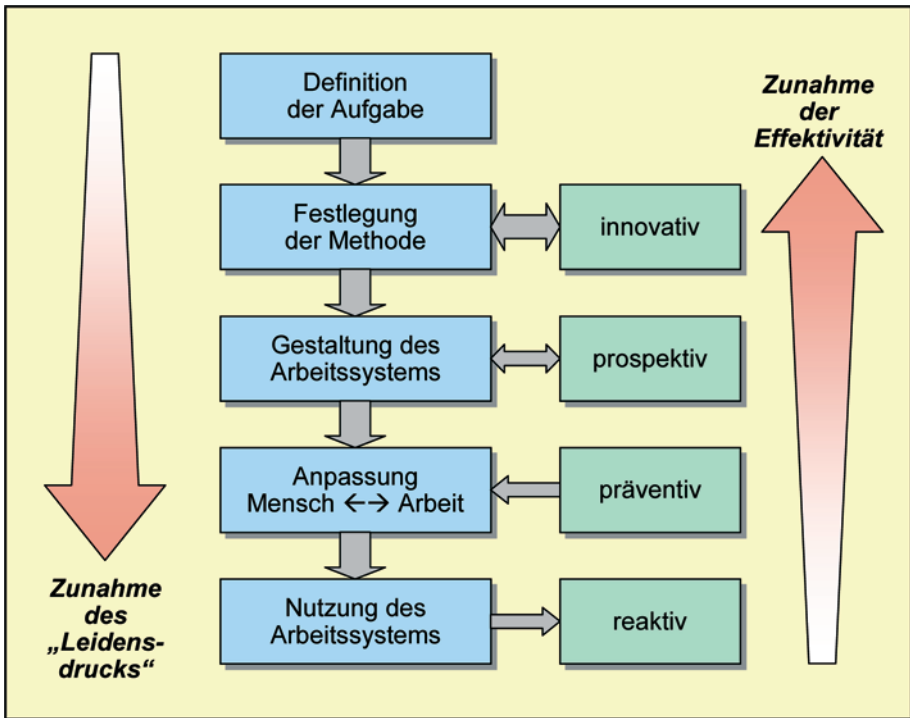


Abb. 2: Ansätze der Ergonomie in Abhängigkeit der Berücksichtigung im Prozess der Entwicklung eines Arbeitssystems

Mit einer umfassenden und frühzeitigen Einbindung ergonomischer Verfahren und Erkenntnisse in den Produkt- und Arbeitssystem-Entwicklungsprozess entwickelt sich aus dem Dualismus von technischen und qualitätsbezogenen Anforderungen und Kostenaspekten das System-Dreieck „Ergonomie – Technik/Qualität – Kosten“. Im Zusammenspiel dieser 3 Dimensionen wird eine optimierte Systementwicklung möglich, die alle unterschiedlichen Anforderungen nach Nutzbarkeit, Qualität, Wirtschaftlichkeit, etc. frühzeitig berücksich-

tigt. Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht erfordert dies die Anwendung von Ergonomie auf verschiedenen Ebenen, damit eine systematische, wissenschaftliche und effektive ergonomische Produktgestaltung möglich wird.

### 3 Die 5 Ebenen der Ergonomie

Abb. 3 zeigt die 5 Ebenen der Ergonomie. Auf der ersten Ebene werden Arbeitsmittel und Arbeitsplatz aus sicherheitstechnischer Sicht gestaltet. Das Ziel ist die Verringerung jedweder Unfall- und Verletzungsrisiken für den Nutzer. Die zweite Ebene ist die spezifische ergonomische Gestaltung, bei der standardisierte ergonomische Erkenntnisse auf die Gestaltung der Produkte angewendet werden. Die dritte Ebene erweitert diesen produktspezifischen Ansatz auf die anwendungsspezifische Analyse und Gestaltung der Produkte. Dies bedeutet, dass vor der ergonomischen Gestaltung eine Analyse der jeweiligen Anwendungen erfolgen muss, auf deren Basis das Produkt oder das Arbeitssystem ergonomisch optimiert werden kann. Die ersten drei Ebenen umfassen damit den heute im optimalen Fall verwendeten ergonomischen Ansatz bei der Gestaltung von Produkten und Arbeitsplätzen, nämlich den der ergonomischen und sicherheitsrelevanten Produktgestaltung auf der Basis der Kenntnis der Produkthanwendung.

Ebene 1	Sicherheitstechnische Gestaltung von Arbeitsmitteln und Arbeitsplatz.	Sicherheit
Ebene 2	Produktspezifische ergonomische Gestaltung von Arbeitsmitteln und Arbeitsbedingungen.	Produkt-Ergonomie
Ebene 3	Anwendungsspezifische ergonomische Analyse und Gestaltung von Arbeitsmitteln und Arbeitsbedingungen.	System-Ergonomie
Ebene 4	Prozessorientierte ergonomische Analyse und Gestaltung des gesamten Arbeitsprozesses.	Prozess-Ergonomie & Produktivität
Ebene 5	Gesamtanalyse und -gestaltung der Arbeitsaufgabe, des Ziels und des Arbeitsprozesses.	Produktivität & Innovation

Abb. 3: Die 5 Ebenen der Ergonomie

Aus Sicht der Produkt-Hersteller wäre die Aufgabe der ergonomischen Produkt-Gestaltung damit optimal erfüllt. Dem Nutzer wird ein für seine Anwendungen ergonomisch optimal gestaltetes Produkt zur Verfügung gestellt. Die Zielstellung des Nutzers, insbesondere des professionellen Nutzers, geht jedoch darüber noch hinaus. Der professionelle Anwender, und damit Kunde des Produkt-Herstellers, ist in erster Linie an einer hohen Effizienz und Produktivität seiner eigenen Arbeitsprozesse interessiert und wird die dabei zu verwendenden Arbeitsmittel und Materialien nach entsprechenden Kriterien auswählen. An dieser Stelle setzt die vierte Ebene der Ergonomie an, die über die eigentliche Anwendung hinaus den gesamten Arbeitsprozess mit vor- und nachgelagerten Haupt- und Nebentätigkeiten analysiert. Dieser Ansatz ist bei der Steigerung der Wertschöpfung durch optimierte Arbeitsplatz- und Arbeitsgestaltung alltägliches Repertoire, so zum Beispiel in der Automobil-Industrie (vgl. *Hartel und Matt, 2000*). Durch die Betrachtung des gesamten Arbeitsprozesses gelingt es, die Produkt-Konzeption auf die tatsächlichen Arbeitsbedingungen des Anwenders abzustimmen. Der Nutzen des Anwenders liegt in der ganzheitlichen Optimierung seines Arbeitssystems und seiner Arbeitsabläufe, die neben ergonomischen auch wirtschaftliche Kriterien berücksichtigt.

Diese ganzheitliche Betrachtung eröffnet gleichzeitig die fünfte Ebene der Ergonomie, wenn die Optimierung in einem weiteren Abstraktionsschritt zunächst produktunabhängig durchgeführt wird. Auf dieser Ebene steht nicht mehr die Frage nach der optimalen Gestaltung des Arbeitssystems und der verwendeten Produkte im Vordergrund, sondern das Ziel ist eine möglichst effiziente und produktive Lösung der gestellten Arbeitsaufgabe. Diese fünfte Ebene ermöglicht damit insbesondere auch das Verlassen bekannter Arbeitsprozesse, um durch innovative Lösungen zu neuen, optimalen Prozessabläufen zu gelangen.

Die beschriebenen 5 Ebenen der Ergonomie werden in den folgenden Beispielen eines Herstellers für Werkzeuge und Komplettlösungen für professionelle Kunden in der Bauwirtschaft verdeutlicht. Dabei soll insbesondere auch auf die besonderen Bedingungen der Bauwirtschaft mit ihren hohen Unfallzahlen, hoher Fluktuation, ständig wechselnden Arbeitsplätzen und einem in vielen Bereichen noch als gering einzustufenden Mechanisierungsgrad hingewiesen werden.

### 3.1 Ebene 1: Sicherheitstechnische Gestaltung

Im Branchenvergleich geschehen in der Bauindustrie häufiger Unfälle als in anderen Industrien. Gleichzeitig treten die einschlägigen Berufskrankheiten mit deutlich höherer Frequenz auf. Die Ursachen dafür sind vielfältig und vor allem in den für die Bauwirtschaft typischen Bedingungen zu suchen (vgl. *Moser et al.,*

1999). Hersteller von Geräten für den Bau sind damit nicht nur verpflichtet, die jeweils einschlägigen Sicherheitsbestimmungen aus normativen Regelungen einzuhalten, sondern darüber hinaus wird die Sicherheit von Werkzeugen und Produkten als Wettbewerbsfaktor zunehmend wichtig. Das Verständnis der Unfall- und Sicherheitsproblematik beim Anwender wird zur Basis für gut gestaltete Produkte bis hin zu innovativen Sicherheitslösungen.

Abb. 4 zeigt eine solche innovative Sicherheitslösung, die ein typisches Problem aus der Bauindustrie aufnimmt und löst. Beim Bohren in armiertem Beton besteht bei den so genannten Eisentreffern die Gefahr des Verhakens des Bohrers am Armierungseisen. Das hohe Drehmoment leistungsfähiger Bohr- und Kombihämmer führt in diesem Fall zu einem rückschlag-ähnlichen Drehen des Geräts um die Bohrachse. Die als Sicherheit vorgeschriebene mechanische Rutschkupplung reagiert zumeist erst nach einer halben Umdrehung. Dies kann zu Verletzungen bis hin zu Frakturen im Hand-Arm-Bereich führen.

Beim Kombi-Hammer in Abb. 4 wird mittels einer Sensorik der Drehmomentverlauf im Antriebsstrang permanent vermessen, was die direkte Erkennung des Verhakens des Bohrers ermöglicht. Zusammen mit der elektro-magnetischen Entkopplung des Antriebsstranges führt dies zu Reaktionszeiten, die weit unter denen herkömmlicher Kupplungen liegen und auch weit unter denen der Nutzer. Die resultierenden Verdrehungen des Kombi-Hammers bei Eisentreffern liegen unter  $30^\circ$  und damit im für den Nutzer ungefährlichen Bereich.



Abb. 4: Sicherer Kombi-Hammer mit aktiver Drehmomentverlaufskontrolle (ATC, Active Torque Control); Verdrehungswinkel mit und ohne ATC

### 3.2 Ebene 2: Produktspezifische ergonomische Gestaltung

Ähnlich wie die unter 3.1 beschriebene sicherheitstechnische Gestaltung teilt sich auch die produktspezifische ergonomische Gestaltung in die zwei Bereiche der Standard-Gestaltung und der Anwendungs-Gestaltung. Auf der einen Seite steht die ergonomische Gestaltung anhand einschlägiger gesicherter Erkenntnisse auf der Basis von normativen Regelungen, eventuell vorhandenen Guidelines und allgemeiner Hinweise in der arbeitswissenschaftlichen Literatur (vgl. z. B. Riedel, 2003). Bei dem in Abb. 5 gezeigten Akku-betriebenen Bohrhämmer wurden die ergonomischen Erkenntnisse bei der Produktgestaltung, soweit technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar, berücksichtigt.

Darüber hinaus wurde zusätzlich besonderes Augenmerk auf die anwendungsbezogene Ergonomie gelegt. Da es sich bei dem Gerät um ein professionell eingesetztes Akku-Gerät handelt, wurden typische Einsatzfelder für schnurlose Bohrhämmer betrachtet. Dabei zeigte sich, dass Gewicht ein überdurchschnittlich wichtiges Gestaltungskriterium für Akku-Bohrhämmer ist. Da eine direkte Gewichtsreduktion den Rahmen der wirtschaftlichen Vertretbarkeit gesprengt hätte, wurde als Alternativlösung ein Adapter entwickelt, der das Tragen der



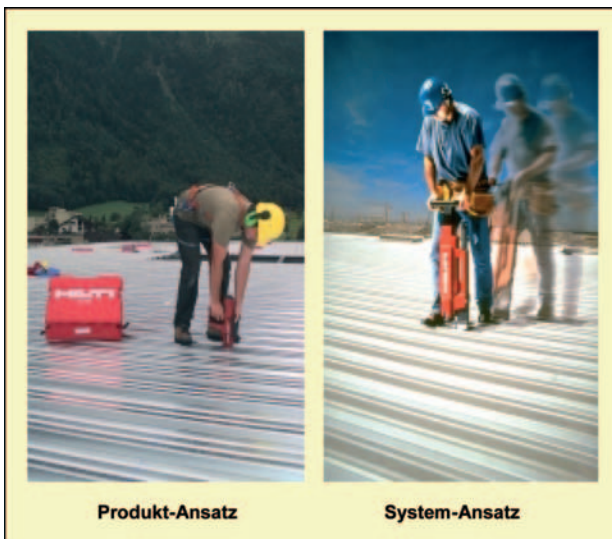
Abb. 5: Ergonomie- und gewichtsoptimierter, leistungsstarker Akku-Bohrhammer; Gewichtsreduktion durch Akku-Adapter zur Verlagerung des Akku-Gewichts an den Gürtel des Anwenders



Batterie am Gürtel ermöglicht. Dadurch wurde eine Verringerung des Gerätegewichts von 4.7 kg auf 2.8 kg erreicht. In der Praxis zeigt sich, dass dadurch die Einsatz-Flexibilität des Akku-Gerätes nochmals deutlich erhöht wurde und dies bei gleichzeitiger Reduzierung der Arbeitsbelastung der Anwender.

### 3.3 Ebene 3: Anwendungsspezifische ergonomische Analyse und Gestaltung

Die ergonomisch optimale Gestaltung eines Arbeitsmittels allein führt nicht notwendigerweise zu einer ergonomisch gestalteten Tätigkeit. Abb. 6 verdeutlicht dies am Beispiel von Geräten zur Direktbefestigung. Bei der Direktbefestigung werden dünnwandige Bauteile durch Eintreiben eines Stahlnagels mittels einer Pulvertreibladung im Untergrund verankert. Eine typische Anwendung ist die Befestigung von Trapezblechen auf Stahlträgern. Trotz der ergonomisch guten Gestaltung des Universalgerätes zeigt sich bei der Anwendung für die Deckenbefestigung eine ergonomisch nicht vertretbare Körperhaltung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit von der Arbeitsorganisation bis zu 4000 Nagelsetzungen pro Schicht durchgeführt werden müssen. Das für hohe Flexibilität und Handlichkeit ausgelegte Universalgerät ist als Produkt-Konzept für diese Anwendung nicht optimal (vgl. Abb. 6).



*Abb. 6: Verbesserung der Arbeitsbedingungen des Anwenders durch einen system-bezogenen Ansatz bei der ergonomischen Definition des Produkt-Konzepts*

Basierend auf den Analysen der Anwendung der Geräte durch die Nutzer auf Baustellen wurde ein Gerätekonzept spezifisch für die genannten Deckenanwendungen konzipiert. Damit wurde es möglich, nicht nur das Gerät selbst ergonomisch zu optimieren, sondern durch eine angepasste Gerätekonzeption die ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze der Anwender zu verbessern. Bei einer verringerten Belastung und Beanspruchung wurde gleichzeitig durch die Reduktion von Bewegungsabläufen eine Optimierung der Produktivität erreicht. Nachteil des neuen Konzepts ist der Verlust der universellen Anwendbarkeit des Geräts. Hier obliegt es noch dem Anwender, sich zwischen höherer Flexibilität und geringerer Arbeitsbelastung zu entscheiden. Ein Gerät, das eine Kombination aus beidem ermöglicht, wäre die optimale Lösung.

### 3.4 Ebene 4: Prozessorientierte ergonomische Analyse und Gestaltung

Bei der ergonomischen Produktgestaltung auf den ersten drei Ebenen der Ergonomie spielen jeweils Kenntnisse über die spezifischen Eigenheiten der Anwendung des zu gestaltenden Produkts eine erhebliche Rolle. Dabei bleibt der Gedanke der Optimierung jedoch jeweils auf das Produkt und dessen vorgegebene Anwendung beschränkt.

Die vierte Ebene der Ergonomie hebt diese Beschränkung auf und betrachtet nicht nur die eigentliche Anwendung, sondern den gesamten Arbeitsprozess des Kunden. Abb. 7 zeigt als Beispiel für einen solchen Arbeitsprozess, die Erstellung von Kernbohrungen in Beton mit einem handgehaltenen Kernbohrgerät. Im Gegensatz zum Schlag- oder Hammerbohren wird das Loch bei einem Kernbohrgerät mittels einer mit Diamant-Segmenten bestückten Bohrhülse erzeugt. Dieses Verfahren ist einerseits bei größeren Lochdurchmessern sehr effizient, andererseits ist die Durchtrennung von im Beton verlegten Armierungseisen problemlos möglich. Allerdings erfordert das Diamant-Kernbohren im Normalfall die Verwendung von Wasser zum Kühlen der Diamant-Segmente sowie zum Abtransport des abgebauten Betonmaterials.

Bei der Analyse der Arbeitsprozesse von professionellen Anwendern zeigte sich, dass insbesondere bei abseits gelegenen Einsatzorten die Beschaffung von Wasser per Schlauchleitung ein erhebliches logistisches Problem ist. Der logistische Aufwand übersteigt häufig die eigentliche Haupttätigkeit des Bohrens um ein Vielfaches.

Der Standard-Ansatz einer ergonomischen Produktgestaltung greift hier zu kurz, um dem Anwender eine für ihn optimale Lösung zur Verfügung stellen zu können. Durch die Betrachtung des gesamten Arbeitsprozesses „Kernbohren“ inklusive aller vor- und nachgelagerten Tätigkeiten wurde es jedoch möglich, die in Abb. 7 gezeigte Lösung zu entwickeln. Dem Nutzer wird eine mobile

Wasserversorgungseinheit bereitgestellt, die das Gerät mit Kühlwasser versorgt.

Damit ist der Anwender von stationären Wasserquellen unabhängig, was eine erhebliche Reduzierung des Arbeitsaufwandes bedeutet. Dieser aus ergonomischer Sicht primär gewünschte Effekt der Reduzierung der Arbeitsbelastungen geht gleichzeitig eng einher mit dem vom Kunden gewünschten und primär wahrgenommenen Effekt der Optimierung seiner Prozesse und Arbeitsabläufe.

Durch die Berücksichtigung auch der ersten drei Ebenen der Ergonomie bei der Gestaltung der Versorgungseinheit kann dem Nutzer nun ein gesamtheitlich optimiertes Arbeitssystem angeboten werden, das in hohem Maße ergonomische und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt.



*Abb. 7: Optimierung der Arbeitsprozesse beim Kunden. Aufwändige Beschaffung von Kühlwasser entfällt durch die mobile und autarke Einheit zur Kühlwasserversorgung*

### **3.5 Ebene 5: Gesamtanalyse und -gestaltung**

Die ersten vier Ebenen der Ergonomie beziehen sich jeweils direkt auf ein spezifisches Produkt oder eine vorgegebene Anwendung. Auf der fünften Ebene wird dieser Fokus verändert und der Arbeitsprozess des Anwenders in Bezug auf die vorgegebene Arbeitsaufgabe untersucht. Basierend auf dem Ziel, die Aufgabe möglichst effizient zu erfüllen, wird vorhandenes Optimierungspoten-

zial aufgezeigt. Eine grundsätzliche Veränderung von Arbeitsabläufen und Arbeitsmethoden inklusive der verwendeten Arbeitsmittel und Produkte ist dabei ein möglicher Ansatz zur Verbesserung der Arbeitsprozesse bezüglich Arbeitsbelastung, Effizienz und Produktivität.

Abb. 8 zeigt in vereinfachter Form die Ergebnisse einer Analyse einer typischen Anwendung in der Bauindustrie. Die Montage von Kabelkanälen teilt sich in die drei Bereiche „Vermessung“, „Befestigung“ und „Montage“. Die Befestigung besteht aus dem Bohren der Dübellöcher und dem Setzen der Dübel. Bei der Montage werden zunächst die Halterungen und dann die eigentlichen Kabelkanäle montiert. Mit Ausnahme des Bohrens werden alle Tätigkeiten manuell durchgeführt. Dieser hohe Anteil an manueller Arbeit ist als typisch für die Bauindustrie anzusehen. Das höchste Optimierungspotenzial wurde dabei für die Vermessungstätigkeiten ermittelt, die Montage besitzt ein mittleres und die Befestigungstätigkeiten nur ein geringes Potenzial zur weiteren Optimierung.





Aufgabe	Zeitanteil	Methode	Optimierungspotenzial
 Vermessen	28%	manuell	hoch
 Bohren	17%	mechanisch	gering
 Dübel setzen	10%	manuell	gering
 Halterung montieren	24%	manuell	mittel
	Kabelkanal montieren	21%	manuell

Abb. 8: Analyse der Anwendung „Montage von Kabelkanälen“. Erheblicher Zeitanteil und größtes Innovationspotenzial bei der Tätigkeit „Vermessen“

Die in der Bauindustrie typischerweise beim Vermessen und Positionieren eingesetzten Arbeitsmittel sind vor allem Längenmaß (Maßband und Zollstock), Wasserwaage und Lot. Viele Positionierarbeiten erfordern zwei Mitarbeiter, komplexere Aufgaben werden oft mit erheblichen Messungenauigkeiten ausgeführt.

Durch die Entwicklung von laser-gestützten Mess- und Positioniergeräten (vgl. Abb. 9) erfolgt eine grundsätzliche Veränderung und Optimierung der Anwendung „Vermessen“. Ein Großteil typischer Vermessungs- und Positionieraufgaben sind jetzt von nur einer Person durchführbar. Gleichzeitig wird die Genauigkeit deutlich erhöht und damit die Qualität des Arbeitsergebnisses verbessert. Eine weitere Erhöhung der Produktivität wird durch eine weiter gehende Nutzung der digital erfassten Messdaten möglich. Insgesamt verbessert das neue Arbeitsverfahren die Produktivität beim Vermessen erheblich, bei gleichzeitig optimierter Qualität und erweiterten Anwendungsmöglichkeiten.



*Abb. 9: Effiziente und einfache Vermessung und Positionierung von Bauelementen mit Lasertechnologie*

#### **4 Fazit**

Ergonomie ist ein wichtiger und elementarer Bestandteil der Gestaltung von Produkten und Arbeitsmitteln. Die gezeigten Beispiele machen deutlich, dass Ergonomie dabei auf unterschiedlichen Ebenen eingesetzt werden kann. Mit dem beschriebenen Ansatz der 5 Ebenen gestaltet die Ergonomie nicht nur

sichere und ergonomische Arbeitsbedingungen und Geräte, sondern nimmt auch erheblichen Einfluss auf die Optimierung von Effizienz und Produktivität. Durch die systematische Analyse und Beobachtung von Arbeitsprozessen und Abläufen, kombiniert mit einer auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basierenden ergonomischen Produktgestaltung, wird es möglich, den Fokus ergonomischer Anstrengungen von der Optimierung der Arbeits- und Produktgestaltung im Sinne einer Belastungsminimierung in Richtung auf die Optimierung des Arbeitsprozesses insgesamt zu verschieben. Zielsetzung dabei wird neben der Verbesserung der Arbeitsbedingungen vor allem die Erhöhung von Effizienz und Produktivität.

Die Integration aller fünf beschriebenen Ebenen zu einem gesamtheitlichen Ansatz ermöglicht es der Ergonomie, aus dem Arbeitsgebiet der Produktgestaltung eine Methode zur Optimierung von Arbeitsmethoden und -prozessen zu entwickeln.

## 5 Literatur

Broberg, O.: Integrating ergonomics into the product development process. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 1997, S. 317–327

Chaffin, D.B.: Improving digital human modelling for proactive ergonomics in design. *Proceedings of the XVth Congress of the IEA, Volume 1, Seoul 2003*, S. 2–5

Hartel, M. und Matt, D.: Wertschöpfung in der Fahrzeugmontage steigern. *VDI-Z 142, Nr. 3 / 4, 2000*, S. 28–30

Koningsveld, E.A.P.; Dul, J.; van Rhijn, G.W. und Vink, P.: Enhancing the impact of ergonomic interventions. *Proceedings of the XVth Congress of the IEA, Volume 1, Seoul 2003*, S. 33–36

Laurig, W. und Vedder, J.: Ergonomics. In: J. Stellman (Hrsg.): *Encyclopaedia on Occupational Safety and Health*, 4. Ausg., ILO, Genf 1998

Moser, P.; Bauer, R. et al.: *Muss Arbeit die Gesundheit kosten?* Verlag des Österreichischen Gewerkschaftsbundes, Wien 1999

Riedel, S.: Die Grundlagen der ergonomischen Griffgestaltung am Beispiel einer Heckenschere. In: K. Landau (Hrsg.): *Good Practice. Ergonomie und Arbeitsgestaltung. Sonderausgabe der Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, ergonomia Verlag, Stuttgart 2003, S. 1–12

Vedder, J. und Carey, E.: Ergonomics in the construction industry – a multi-level approach. *Proceedings of the XVth Congress of the IEA, Volume 6, Seoul 2003*, S. 4–7

Woods, S.S.: Designs are hypotheses about how artefacts shape cognition and collaboration. *Ergonomics*, 41(2), 1998, S. 169–173

Anschrift des Verfassers:

Dr.-Ing. Joachim Vedder  
Work Science & Ergonomics  
New Business and Technology  
Hilti Corporation  
FL-9494 Schaan  
Fürstentum Liechtenstein  
Telefon: +423-234-3834  
Telefax: +423-234-2379  
E-Mail: vedder@hilti.com