

Ergonomie und Prävention in der betrieblichen Praxis

von Kh. Schaub und K. Landau

Kurzgliederung

- 1 *Arbeitsicherheit und Gesundheitsschutz im Rahmen des europäischen Binnenmarktes*
- 2 *Nachhaltige Risikobeurteilung von Montageprozessen mit Hilfe des „New Production Worksheet (NPW)“*
- 3 *Das Projekt und seine Ziele*
- 4 *Methodik und Verfahren*
- 5 *Risikobeurteilung und Implementierung des Ergonomieprozesses*
- 6 *Fazit*
- 7 *Literatur*

Zusammenfassung

Das New Production Worksheet (NPW) dient dazu, belastende Arbeitssituationen in standardisierter Form zu dokumentieren und zu bewerten. Es schafft die Voraussetzung, bereits in einer frühen Produktentwicklungsphase potenzielle ergonomische Risiken zu erkennen und durch Veränderungen in der Fertigungsprozessgestaltung zu eliminieren oder auf ein erträgliches niedriges Niveau zu senken. Die Autoren zeigen in diesem Beitrag die erreichten Ergebnisse mit NPW im Opelwerk Rüsselsheim auf.

Schlüsselwörter

Arbeitsgestaltung, Belastung, Ergonomie, Fertigungsplanung, Fertigungsprozess, Gesundheitsschutz, Körperhaltung, Montageprozess, Produktentwicklung, Produktqualität, Risikobeurteilung, Sicherheit, Verfahren

1 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Rahmen des europäischen Binnenmarktes

Die EU-Rahmenrichtlinie 89/391/EWG des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer hat die Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer am Arbeitsplatz zum Ziel. Sie verfolgt den Grundsatz, dass der Arbeitgeber verpflichtet ist, für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer in Bezug auf alle Aspekte, welche die Arbeit betreffen, zu sorgen.

Auch die EU-Maschinenrichtlinie (98/37/EG ehemals 89/392/EWG) unterstützt den Arbeitsschutz. Sie wurde durch die neunte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz vom 12.5.1993 in nationales Recht umgesetzt.

Das Ausfüllen dieser Richtlinie durch technische Details erfolgt mit Hilfe europäischer (CEN) Normen auf Basis des Artikels 95 der Einheitlichen Europäischen Akte. Dabei kann auf vorhandene nationale (z. B. DIN) und internationale (ISO) Normen zurückgegriffen werden. Im Gegensatz zu den Richtlinien der Generaldirektion 5 „Soziale Angelegenheiten“ (GD V), deren Umsetzung in allen Mitgliedstaaten unterschiedlich gestaltet sein kann und nur den Mindestanforderungen der Richtlinie entsprechen muss, sind europäische Normen stets in gleich lautende nationale Normen umzusetzen. Widersprechende nationale Normen müssen zurückgezogen werden. In einer Übereinkunft verpflichteten sich CEN und ISO darüber hinaus, keine widersprechenden Normen zu verabschieden und wann immer möglich, bestehende Normen der anderen Institution zu übernehmen.

Die den Arbeitsschutz betreffenden Richtlinien der GD V gestatten es den EU-Mitgliedstaaten, ein höheres Schutzniveau vorzuschreiben. Im Gegensatz dazu dürfen nationale Normen zur Vermeidung von Handelshemmnissen jedoch keine höheren Sicherheitsanforderungen festlegen, als die in den relevanten CEN-Normen genannten.

Die Europäischen Normen zu „Sicherheit von Maschinen“ (insbesondere EN 614 „Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze“, EN 1050 „Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung“ und die Normenreihe EN 1005 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung“) beinhalten Analysemethoden für physische Arbeitsbelastungen und stellen eine gute Basis für die Gefährdungsbeurteilung von körperlicher Arbeit dar. Sie wenden sich an den Konstrukteur von Maschinen und sollen der Anwenderpopulation ein Mindestmaß an Gesundheitsschutz und Sicherheit garantieren.

CEN-Normen, die die Maschinenrichtlinie konkretisieren,

- sind harmonisierte Normen gemäß Artikel 95 des EG Vertrages,
- sind hierarchisch in einem dreistufigen System gegliedert,
- wenden sich an den Konstrukteur (nicht an den „Betreiber der Maschine“ also den Unternehmer),
- zielen auf eine beabsichtigte Nutzerpopulation ab (welche nicht mit der Arbeitsbevölkerung identisch sein muss),
- berücksichtigen den beabsichtigten Gebrauch der Maschine (einschließlich des vorhersehbaren Missbrauchs) und
- sollen eine Risikoanalyse auf der Basis eines so genannten 3-Zonen-Modells ermöglichen.

Sicherheitsnormen werden gemäß EN 414 in drei Hierarchieebenen (Typ A, B und C-Normen) eingeteilt und fordern vom Konstrukteur eine Risikobewertung als „umfassende Einschätzung der Wahrscheinlichkeit und des Schweregrades der möglichen Verletzung oder Gesundheitsschädigung in einer Gefährdungssituation, um so geeignete Sicherheitsmaßnahmen auszuwählen“.

Die Risikobewertung bezieht sich auf die Konstruktion einer Maschine, wobei alle Phasen ihres „Lebens“ (Bau, Transport und Inbetriebnahme, Aufbau, Installation, Einstellung, Einsatz / Gebrauch, Teachen / Programmierung oder Verfahrensänderung / Umrüsten, Betrieb, Reinigung, Fehlersuche, Instandhaltung, Außerbetriebnahme, Abbau, Demontage und, sofern die Sicherheit betroffen ist, Entsorgung) berücksichtigt werden. Sie schließt den Entwurf von Anleitungen bezüglich aller oben erwähnten „Lebens“-Phasen der Maschine ein. Dabei ist die bestimmungsgemäße Verwendung einer Maschine – inklusive vorhersehbaren Missbrauchs – zu berücksichtigen.

2 Nachhaltige Risikobeurteilung von Montageprozessen mit Hilfe des New Production Worksheet (NPW)

Durch die o.g. Richtlinien wird den Herstellern und Betreibern von Maschinen ein hohes Maß an Verpflichtungen zur Durchführung von Risikoanalysen auferlegt. Diese sollen sowohl „umfassend“ als auch flächendeckend für gleichartige Maschinen und Arbeitsplätze erstellt werden.

Die bislang in Deutschland bestehenden Ergonomiebewertungsverfahren sind hierfür nur bedingt einsetzbar, da sie zumeist nicht auf eine Risikoanalyse, sondern auf die Berechnung von z. B. Grenzlasten und -kräften (*Schultetus* 1980, *REFA* 1993) ausgerichtet sind. Mit der Berechnung von Risikoindices als einem Verhältnis von aufzubringender Leistung im Verhältnis zur persönlichen oder kollektiven Leistungsfähigkeit (z. B. NIOSH Lifting-Index) lässt sich dieses Pro-

blem nur begrenzt lösen, da nahezu alle Verfahren von festen Arbeitsfrequenzen ausgehen. Nicht-repetitive Tätigkeiten, wie z.B. Wartung oder Prozesswechsel an industriellen Anlagen, Tätigkeiten in indirekten Bereichen (z.B. Lager), in Klein- und Mittelbetrieben oder Tätigkeiten im Handwerk, können in der Regel durch diese Verfahren einer Risikobeurteilung nicht zugeführt werden. Auch fokussieren die „klassischen“ Bewertungsverfahren einzelne Belastungsarten (z.B. Körperhaltungen, Aktionskräfte); in der Realität treten jedoch während einer Schicht typischerweise unterschiedliche Belastungsarten simultan und/oder sukzessiv auf.

Um diese Verfahrensdefizite zu verringern und die bestehenden arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse in der Praxis anwendbar zu machen, wurden in den vergangenen Jahren am Institut für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt mit IAD-BkA (Schaub et al. 1999; Schaub 2000a, 2000b, 2002), DesignCheck (Großmann et al. 1998; Schaub et al. 1998, 1999; Winter et al. 1999; Schaub & Winter 2002) und NPW (Schaub & Dietz 2000, Schaub et al. 2001) Screening-Verfahren entwickelt, welche mit geringem Aufwand (und damit auch flächendeckend) durchführbar sind. Darüber hinaus ermöglichen sie die Bewertung von sowohl getakteten als auch ungetakteten Tätigkeiten und eröffnen damit einen breiten Anwendungsspielraum.

Alle Verfahren sind als Papier- und Bleistift-Methoden (max. 1 Blatt DIN A4) konzipiert. PC gestützte Lösungen wurden teilweise realisiert oder befinden sich in Vorbereitung. Diese Randbedingungen gestatten es jedoch nicht, allgemein gültige Verfahren zu realisieren. Ändern sich die Randbedingungen, unter denen die Verfahren entwickelt wurden, so sind die Verfahren an die geänderte Situation anzupassen. Alle Verfahren wurden deshalb auch für spezielle Anwendungsfälle konzipiert. Nachfolgend wird die Entwicklung des New Production Worksheets (NPW) aufgezeigt, welches in den Jahren 1998/1999 in Kooperation mit der Adam Opel AG entwickelt und 2002/2003 an die Bedürfnisse des neuen Werkes in Rüsselsheim angepasst wurde.

Die Erfahrungen im Umgang mit IAD-BkA, DesignCheck und NPW führten zur Entwicklung des AAWS (Automotive Assembly Worksheets) einem Screening-Verfahren zur Bewertung von Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie (Schaub 2004), das seinerseits wieder die Bewertungsgrundlage für das ergonomische Frühwarnsystem (Ergo-FWS) und das Planungstool (MTM-Ergo) bildet. Ziel des ergonomischen Frühwarnsystems (Sinn-Behrendt et al. 2004) ist die Integration von Behinderten und Leistungsgeminderten in den Arbeitsprozess. Dies geschieht auf Basis eines Profilvergleichs von Werkerfähigkeiten und Arbeitsplatzanforderungen.

MTM-Ergo (*Schaub* et al. 2004a, 2004b) wendet sich an Konstrukteure und Fertigungsplaner und ermöglicht in einer frühen Planungs-/Gestaltungsphase ergonomische Risikoanalysen auf der Basis von MTM-Analysen.

Ergonomische Fahrzeuggestaltung im Sinne einer kundenorientierten Produkt-ergonomie hat in der Automobilindustrie eine lange Tradition. Gute Fahrzeugqualität und hoher technischer Stand bei gleichzeitig günstigem Preisniveau fordern auch für den Werker in der Produktion ergonomisch günstige Bedingungen, denn nur so fließt dessen Arbeitsenergie optimiert in die Fahrzeugproduktion selbst und nicht in unproduktive Belastungssituationen, wie z.B. ungünstige Körperhaltungen oder Aktionskräfte.

„Design for Manufacturing“, „Design for Assembly“ und „Design for Serviceability“ sind Schlagworte und Methoden zugleich, mit denen man versucht, die Arbeitsbedingungen von Workern in Produktion und Servicewerkstätten zu optimieren. Dies erfordert ergonomische Risikoanalysen in einer frühen Phase des Fahrzeugentwicklungsprozesses in Verbindung mit produkt- oder prozessseitigen Verbesserungen der Fahrzeugkonstruktion im Sinne einer konzeptiven oder proaktiven Ergonomie.

Auch laufende Produktionen sind in der Regel mit ergonomischen Mängeln behaftet, die es im Sinne einer korrektiven oder reaktiven Ergonomie zu beseitigen oder auf ein erträglich niedriges Niveau zu senken gilt. Mit Hinblick auf einen nachhaltigen kontinuierlichen Verbesserungsprozess sollten bestehende Defizite durch eine Arbeitsgestaltung bereits im Konzeptionsprozess neuer Fahrzeuge vermieden werden.

Nicht nur humane und ökonomische Aspekte zwingen zu ergonomischem Engagement. In der europäischen Rechtskultur bekennt sich auch der Gesetzgeber zu einer öffentlichen Verantwortung für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz.

3 Das Projekt und seine Ziele

3.1 Ist-Zustand zu Projektbeginn

Auch in der „Vor-NPW“-Zeit war Ergonomie kein Fremdwort bei der Adam Opel AG. Im „Internationalen Technischen Entwicklungszentrum“ (ITEZ, engl. ITDC) versuchte man bei der Fahrzeugentwicklung, ergonomische Gestaltungsansätze (z.B. Reduzierung von Überkopfarbeit und belastenden Tätigkeiten im Fahrzeuginnenraum/Motorraum) zu realisieren. Allerdings fehlte eine allgemein anerkannte „ergonomische Messlatte“, an der man ergonomische Verbesserungen oder Gestaltungszustände quantitativ messen und mit anderen vergleichen konnte.

Ein ähnliches Bild bot sich auch im Werk Rüsselsheim. Fertigungsplaner, Arbeitsmediziner und Fachkräfte für Arbeitssicherheit brachten ihr ergonomisches Wissen in den Arbeitsgestaltungsprozess ein. Auch ihnen fehlte jedoch eine „Messlatte“ für die vergleichende Bewertung von Arbeitssituationen und für die Erfolgskontrolle durchgeführter Gestaltungsmaßnahmen. Konzernintern war es bereits möglich, mit der „Voice of Manufacturing“ und anderen Problemverfolgungssystemen den Konstrukteuren im ITEZ ein Feedback bezüglich bestehender ergonomischer Defizite in der laufenden Produktion zu geben. Als Element der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz bekam Ergonomie einen hohen Stellenwert im Konzern. Sie wurde neben den humanen Zielen als Voraussetzung für gute Produktqualität, hohe Produktivität und geringen Krankenstand gesehen (Abb. 1). Jeder Mitarbeiter von GM sollte eine ergonomische Schulung erhalten. Diese lag bedarfsorientiert zwischen einer und vierzig Stunden pro Mitarbeiter.

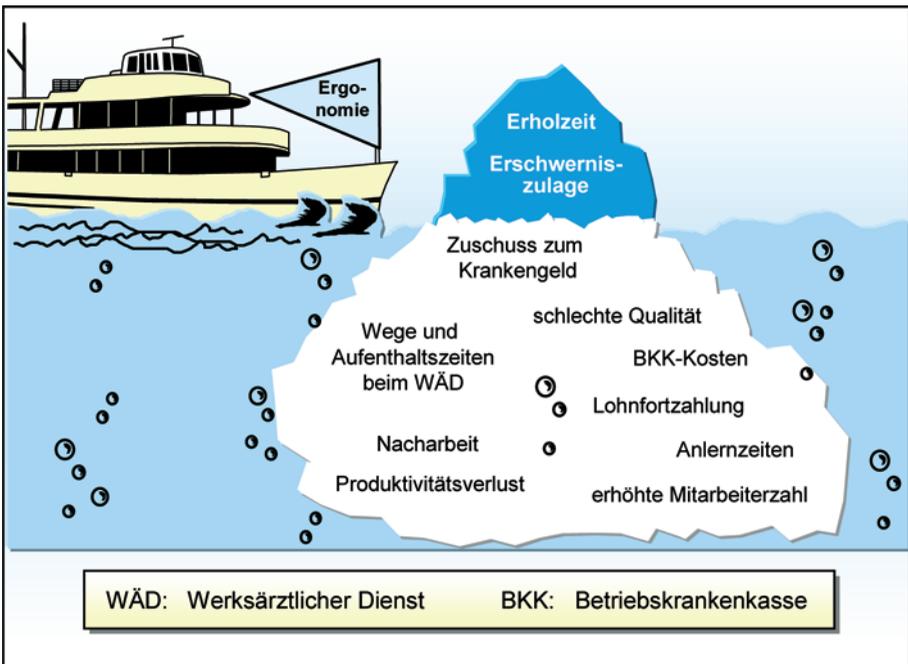


Abb. 1: Offene und verdeckte Kosten unzureichender ergonomischer Gestaltung

Keine der bei Opel vorliegenden Methoden entsprach jedoch den Anforderungen der EU nach einer „umfassenden Risikoanalyse“, welche alle zum Risiko beitragenden Gefährdungen, sowie deren Interaktion untereinander betrachtet.

So entstand im ITEZ und im Werk Rüsselsheim der Wunsch nach einem „New Production Worksheet“, das die bestehenden Defizite füllen sollte. Im Februar 1998 wurde mit GME die Entwicklung eines solchen Worksheets vereinbart.

3.2 Ziele und Zielgruppen

Das New Production Worksheet soll dazu dienen, belastende Arbeitssituationen in standardisierter Form zu dokumentieren und zu bewerten. Dabei spricht es verschiedene Zielgruppen an. Der Konstrukteur im ITEZ ist daran interessiert, frühzeitig zu überprüfen, inwiefern seine Vorgaben für die Fertigung zu besonderen Belastungen führen können, damit er frühzeitig und durch geeignete Maßnahmen Abhilfe schaffen kann. Eingedenk des Kostenvorteils und wohl wissend, dass die Chancen zur Arbeitsgestaltung in einer frühen Phase der Fahrzeugentwicklung am größten sind (Abb. 2), gilt es in einer frühen Fahrzeugentwicklungsphase, potenzielle ergonomische Risiken zu erkennen und durch Veränderungen in der Produkt- oder Fertigungsprozessgestaltung zu eliminieren oder auf erträglich niedriges Niveau zu senken.

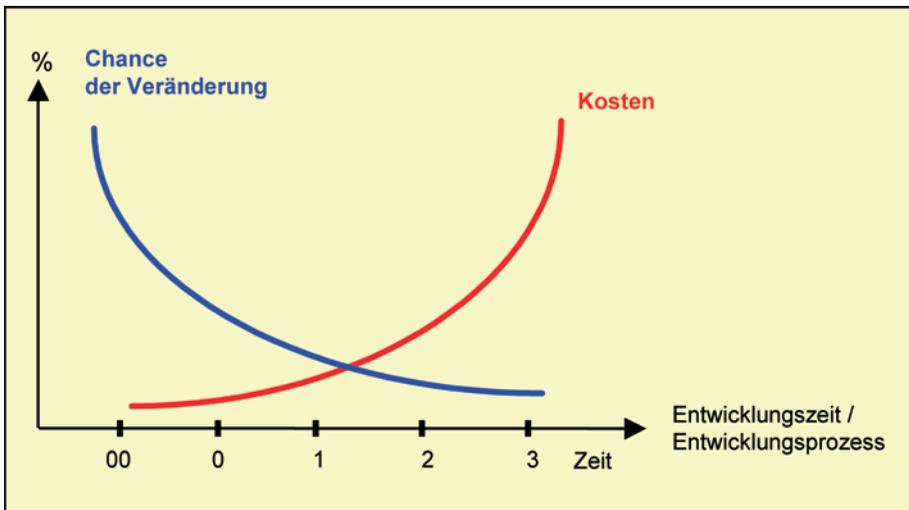


Abb. 2: Chancen der Veränderung vs. Kosten innerhalb des Entwicklungsprozesses

Der Fertigungsplaner in den Werken und Werksbereichen möchte ebenfalls belastende Situationen erkennen und Vorschläge, Vorgaben oder Maßnahmen zur Verbesserung der Gestaltungssituation entwickeln. Dies kann mit unterschiedlichem Aufwand verbunden sein. Manchmal genügt schon ein Hinweis

zum ergonomiegerechten Verhalten (Abb. 3). Verwenden der linken statt der rechten Hand bei der Schrauberbetätigung führt zu deutlich geringeren Haltungsbelastungen, wie auch der Einsatz geeigneter Werkzeuge (Benutzen eines Winkelschraubers, falls wegen mangelnder Geschicklichkeit eine Schrauberbetätigung mit der linken Hand nicht möglich ist). Oftmals jedoch ist eine Installation von Handhabungsgeräten, eine Teilautomatisierung oder eine Modifikation an der Arbeitsstation selbst erforderlich.



Abb. 3: Körperhaltungen beim Betätigen des Schraubers mit der rechten (Bild links) und der linken Hand (Bild rechts)

Die dargestellten Situationen zeigen erneut, dass eine proaktive Ergonomie in der Planungsphase der günstigste Ansatz zur Lösung ergonomischer Fragestellungen ist. Von daher muss es auch ein wesentliches Ziel des NPW sein, in Verbindung mit Problemverfolgungssystemen ergonomische Probleme der aktuellen Produktion ins Entwicklungszentrum zurückzuspiegeln, um sie bei künftigen Modellgenerationen einer geeigneten Lösung zuführen zu können. Das NPW muss somit auch Bindeglied zwischen den Ergonomieprozessen im Entwicklungszentrum und den Werken sein.

4 Methodik und Verfahren

4.1 Methodische Anforderungen

Da bei der Adam Opel AG weder im Entwicklungszentrum noch in den Werken selbst eigene Ergonomieabteilungen existierten, wurde angenommen, dass auf absehbare Zeit der Umgang mit dem neuen Ergonomiewerkzeug eine „Zusatzaufgabe“ bleiben würde. Um die dafür erforderlichen Ressourcen mög-

lichst gering zu halten und maximale Einsatzmöglichkeiten zu bieten, sollte das NPW eine Papier- & Bleistiftmethode ohne PC-Einsatz sein und geringen Erhebungsaufwand (2 Seiten DIN A4; 10-15 Min.) zur Folge haben. Als Bindeglied zwischen Produktion und Planung muss es von Gruppensprechern, Meistern, Fertigungsplanern und Konstrukteuren gleichermaßen einstuftbar sein. Wegen des damaligen Fehlens von Ergonomieabteilungen oder „Vollzeitergonomen“ muss das NPW – trotz seines Screening-Charakters – in der Lage sein, Risiko-beurteilungen so detailliert und genau durchzuführen, dass – von wenigen Ausnahmen abgesehen – auf Detailanalysen verzichtet werden kann.

4.2 Wissenschaftlicher Hintergrund

An allen 258 Stationen der Montagelinie 1 im alten Werk Rüsselsheim wurden die Belastungssituation vor Ort, das subjektive Beschwerdeempfinden und, soweit nötig, persönliche Daten der Werker erhoben.

Danach wurde jede Station mit anerkannten arbeitswissenschaftlichen Verfahren, die zum Teil auch in den letzten Jahren am Institut für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt entwickelt worden waren (z. B. IAD-BkA, Design Check [DC]), bewertet. Die Ergebnisse dieser Validierung zeigten auf, dass die engpass-bezogenen Bewertungsergebnisse der Screening-Verfahren mit den Ergebnissen der jeweils eingesetzten anerkannten Verfahren und Methoden hinreichend genau übereinstimmten (ca. 90 %).

Da diese Methoden zum Teil auf das Arbeiten an Maschinen ausgerichtet oder auf spezielle Randbedingungen zugeschnitten sind, ließen sich nicht alle Verfahren der Verfahrensbatterie immer sinnvoll einsetzen. Deshalb wurden alle Stationen ergänzend einem arbeitsmedizinisch/arbeitswissenschaftlichen Expertenrating auf einer Skala von 1 (grün) bis 5 (rot) unterzogen. Es wurden beim durchgeführten Expertenrating hohe Übereinstimmungen zwischen den Resultaten der Screening-Verfahren mit den Einstufungen der Experten (Stufe 1 für „grün“, Stufe 2 für „grün-gelb“, Stufe 3 für „gelb“, Stufe 4 für „gelb-rot“ und Stufe 5 für „rot“) festgestellt (Korrelationskoeffizient 0,78).

4.3 Verfahrensaufbau

Das NPW dient der Dokumentation und Bewertung der körperlichen Belastung am Arbeitsplatz. Psycho-mentale Belastungen und Belastungen durch die physikalisch-chemische Arbeitsumgebung werden im NPW nicht berücksichtigt.

Das NPW vergibt Belastungspunkte für belastende Arbeitssituationen, z. B. statische Körperhaltungen oder hochfrequente Körperbewegungen oder Aktions-

kräfte oberhalb der Dauerleistungsgrenze. In Abhängigkeit von der kumulierten Punktesumme erfolgt schließlich eine Bewertung der Arbeitssituation mit Hilfe des Ampelschemas nach EN 614-1 „Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze“.

Bei der vorgefundenen Arbeitssituation liegt ein wesentlicher Schwerpunkt des NPW in der Erfassung und Bewertung der Körperhaltung. Im Abschnitt „Haltungspunkte_1“ sind symmetrische Körperhaltungen, wie z. B. Stehen, stark gebeugt oder Sitzen, Arme auf/über Schulterhöhe, in Abhängigkeit von der Zeitdauer einzustufen (Abb. 4, s. S. 62).

In den „Haltungspunkten_2“ werden im Wesentlichen zusätzliche Belastungsbelastungen, wie Rumpfdrehungen, seitliche Rumpfeignungen und körperferne Armhaltungen, berücksichtigt.

Ungünstige Gelenkstellungen, Aktionskräfte des Hand-Finger-Systems und des Hand-Arm-Systems bzw. des ganzen Körpers werden, ebenso wie Rückschlagkräfte und Zugänglichkeit zum Arbeitsort, unter den „Belastungspunkten“ erfasst (Abb. 5, s. S. 63).

Um das NPW auch für Nicht-Montage-Bereiche (z. B. Lager, Presswerk) einsetzbar zu machen, wurde das Handhaben von Lasten als eigener Belastungsabschnitt „Lastenpunkte“ in Anlehnung an die Leitmerkmalmethode der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin realisiert.

Für besondere körperliche Belastungen, die an keiner anderen Stelle einstuftbar sind, können „Sonderpunkte“ vergeben werden.

Die Summe aller Belastungspunkte in den fünf Abschnitten (Haltungspunkte_1 und _2, Belastungspunkte, Lastenpunkte und Sonderpunkte) werden schließlich zu einer Gesamtsumme addiert, aus deren Höhe sich die Bewertung gemäß Ampelschema ableitet (Abb. 6).

NPW Bewertung	0-25 Punkte	grün	Niedriges Risiko – empfehlenswert; Maßnahmen nicht erforderlich
	26-50 Punkte	gelb	Mögliches Risiko – nicht empfehlenswert; Maßnahmen zur erneuten Gestaltung/Risikobeherrschung ergreifen
	>50 Punkte	rot	Hohes Risiko – vermeiden, Maßnahmen zur Risikobeherrschung erforderlich

Abb. 6: Ermittlung der Gesamtsumme und Bewertung nach Ampelschema

Obleich das NPW auch für die Nutzung durch „Nicht-Ergonomen“ konzipiert ist, ist vor dem Einsatz eine eintägige Schulung des Verfahrens für betroffene Mitarbeiter unumgänglich.

Körperstellung sowie Rumpf- / Armhaltungen (inkl. Gewichtskraft von 30-40N)		(<i>pro Minute / Takt / Operation / Schicht</i>)						Haltungspunkte 1	
Einstufung der statischen Haltungen / hochfrequenten Bewegungen auf <u>sec-Basis</u> : Bei Einstufungsart „Minute“ oder „Takt“ und einer Dauer $\neq 60s$, werden die Einzeleinstufungen in den Zeilen 1-13 sowie 15-18 wie folgt korrigiert: $Zeitdauer = (Haltungs- oder Bewegungsdauer) \times 60 \div$ Einstufungsdauer [sec]		□ [s] 3.....6.....12.....20.....33.....40.....> 40		□ [%] 5.....10.....20.....33.....67.....> 67		Einzeleinstufungen		Σ	
1	 aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt	0	0	0	0	0	0	0	
2	 gebeugt Rückenneigung 20-60° dto. mit geeigneter Abstützung	3	7	12	23	40			
3	 stark gebeugt Neigung >60° mit geeigneter Abstützung	2	5	8	15	25			
4	 aufrecht Arme auf / über Sch.	5	12	21	38				
5	 gebeugt hocken	3	7	12	25	45	75		
10	 liegend (Rücken / Brust / Seite) Arme über Kopf	6	14	25	45	75			
Summe 1 = Σ Zeilen 1 - 10		9	21	37	68	113			
		Achtung: Max. Einstufungsdauer = Operations-, Taktzeit oder 100% !				Achtung: Einstufung korrigieren, falls „Takt- oder Minutendauer“ $\neq 60s$			

Abb. 4: Definition der „Haltungspunkte 1“

Kräfte / zusätzliche Belastungen (pro Minute / Takt / Operation / Schicht)		Kraft- / RSI-Punkte	
14	Gelenkstellung (besonders Handgelenk) Seite: r. <input type="checkbox"/> i. <input type="checkbox"/> b. <input type="checkbox"/> Gelenk(e):	0 1 2,5 4 6 8 [sec] o. (n) 3(1) 10(8) 20(11) 40(16) 60(20) [%] 5 17 33 67 100 0 1 3 5 neutral ~1/2 max. ~2/3 max. maximal	Zeit x Stellung Einzelstufungen: Σ
15	Fingerbelastung (z.B. Clipse, Stecker) Seite: r. <input type="checkbox"/> i. <input type="checkbox"/> b. <input type="checkbox"/> Finger:	0 1 2,5 4 6 8 [sec] o. (n) 3(1) 10(8) 20(11) 40(16) 60(20) [%] 5 17 33 67 100 0 1 3 5 ~1/6 F _{max} ~1/3 F _{max} ~1/2 F _{max} ~2/3 F _{max}	Zeit x Belastung Einzelstufungen: Σ
16	Geforderte Körperkräfte (keine Lasten) Seite: r. <input type="checkbox"/> i. <input type="checkbox"/> b. <input type="checkbox"/> Körperregion:	0 1 2,5 4 6 8 [sec] o. (n) 3(1) 10(8) 20(11) 40(16) 60(20) [%] 5 17 33 67 100 0 1 2 5 ~1/6 F _{max} ~1/3 F _{max} ~1/2 F _{max} ~2/3 F _{max}	Zeit x Kraftniveau Einzelstufungen: Σ
17	Rückschlagkräfte, Impulse und Schwingungen (z.B. Werkzeuge, Hammer)	0 1 2,5 4 6 8 (n) 1-2 4-5 8-10 18-20 >20 0 1 2 5 gering sichtbar stark sehr stark	Anzahl x Intensität Einzelstufungen: Σ
Summe 3 = Σ Zeilen 14 - 17		Achtung: Max. Einstufungshöhe = 40 (Zeile 14-17)	=

Abb. 5: Definition der „Belastungspunkte“

5 Risikobeurteilung und Implementierung des Ergonomieprozesses

5.1 Risikobeurteilungen mit Hilfe des NPW

Je nach Zielgruppe und Aufgabenstellung sind unterschiedliche Formen von Risikobeurteilungen mit Hilfe des NPW möglich.

NPW-Einstufungen in den Werken werden üblicherweise das Ziel verfolgen, die Arbeitssituation des Werkers (z. B. im Hinblick auf das Arbeitsschutzgesetz) zu ermitteln. In der Regel wird deshalb ein Takt bzw. eine Schicht bei ungetakteten Tätigkeiten bewertet. Ergibt sich eine gelbe oder gar rote Arbeitssituation, stellt sich die Frage, welche Operationen innerhalb eines Taktes bzw. einer Schicht über Gebühr belastend sind. In einem zweiten Schritt erfolgt dann die Bewertung der beteiligten Operationen. „Rote“ Operationen sollten im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses an das Entwicklungszentrum weitergeleitet werden. Im Werk selbst stellt sich die Frage, ob solche Operationen durch geeignete Werkzeuge, Hilfseinrichtungen oder Gestaltungsmaßnahmen konstruktiv verbesserbar sind oder durch Umtaktung an der Linie auf organisatorischem Wege eine gleichmäßigere Verteilung der Belastung auf die beteiligten Werker möglich ist.

NPW-Einstufungen im Entwicklungszentrum dienen im Sinne der Maschinenrichtlinie dazu, in einem frühen Konstruktionsstadium ergonomische Defizite zu erkennen und zu beheben. Da das Austakten der Montagelinie in den Werken selbst erfolgt, liegt der Schwerpunkt der NPW-Analysen in der Bewertung von Operationen.

Bereits in der Validierungsphase der NPW-Entwicklung konnten ergonomische Verbesserungen festgestellt werden. Dies sei am Beispiel des Verschraubens des Hitzeschildes kurz dargestellt. Die Station wurde in der ursprünglichen Variante mit dem manuellen Verschrauben des Hitzeschildes bei der NPW-Analyse mit 46 Belastungspunkten (kurz unterhalb des „roten“ Bereiches“) belegt (Abb. 7). Auch das Expertenrating auf einer fünfstufigen Skala empfand den Arbeitsplatz mit drei „fünfen“ und einer „vier“ als sehr belastend. Die neu installierte Schraubstation, welche alle Schrauben des Hitzeschildes gleichzeitig verschraubt, bietet eine deutliche Erleichterung. Die Überkopfarbeit entfällt nahezu komplett. Nur während der wenige Sekunden dauernden Positionierung der Schraubstation wird eine ungünstige Körperhaltung in Verbindung mit Überkopfarbeit eingenommen (Abb. 8).

Konstruktionsveränderungen ermöglichen heute die Montage von Kraftstofftank und zugehörigen Leitungen in günstiger aufrechter Haltung an einem Leitungsträger.



Abb. 7: Lang andauernde Überkopfarbeit beim manuellen Verschrauben des Hitzschildes

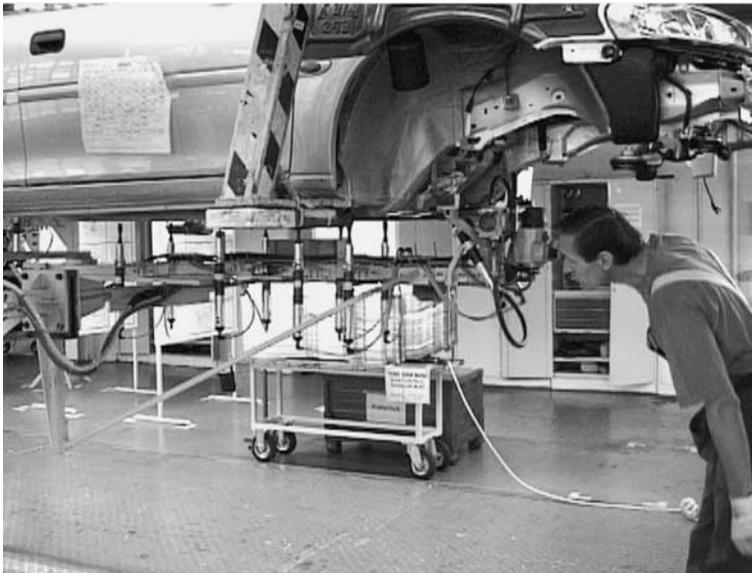


Abb. 8: Automatische Verschraubung des Hitzschildes mit nur noch kurzfristiger Überkopfarbeit bei der Positionierung der Schraubstation

Durch die automatische Zuführung des Leitungsmoduls unter das Fahrzeug und die anschließende automatische Verschraubung werden Montagekräfte eliminiert (Abb. 9).



Abb. 9: Vormontage von Kraftstofftank und -leitungen auf Leitungsträger

Früher wurden die Kraftstoffleitungen während mehrerer Takte in Überkopfarbeit montiert. Der Tank wurde separat auf einem Handlingsgerät vormontiert, manuell unter dem Fahrzeug positioniert und fixiert. Anschließend wurde der Tank in belastender Überkopfarbeit verschraubt (Abb. 10). Die beschriebene Tätigkeit erforderte einen zeitlichen Umfang von 9 Takten!

5.2 Implementierung des Ergonomieprozesses

Durch den Unternehmensbeschluss, dass Ergonomie in der Verantwortlichkeit jedes Mitarbeiters liegt, erfasste die Ergonomieschulung auch alle Unternehmensbereiche.

Das Management bekam eine zweistündige Sensibilisierung zu diesem Thema, in der insbesondere auf die negativen Folgen mangelhafter oder fehlender ergonomischer Gestaltung hingewiesen wird.



Abb. 10: Verlegen der Bremsleitungen und manuelles Festschrauben des Tanks

Koordinatoren, Meister und Gruppensprecher in der Fertigung sowie anderen wichtigen Abteilungen erhielten eine 1,5-tägige Ausbildung. Am ersten Tag wurde das Ergonomiekonzept vorgestellt und das Arbeiten mit dem NPW intensiv geübt. Die Teilnehmer bekamen die „Hausaufgabe“ mit auf den Weg, in den folgenden zwei Wochen NPW-Einstufungen im eigenen Bereich vorzunehmen. Nach zwei Wochen wurden im Sinne einer Erfolgskontrolle die vorgenommenen Einstufungen gemeinsam mit den Trainern analysiert und diskutiert. Der so geschulte Teilnehmerkreis gab sein Wissen im Rahmen eines Kaskadentrainings an die Teammitglieder (3 Stunden) und an neue Mitarbeiter (1 Stunde) weiter.

Der umfangreichste Part des Ergonomietrainings, der modular gegliedert ist, umfasst bis zu fünf Trainingstage. Er wendet sich an Produktentwickler und Fertigungsplaner im ITEZ, aber auch an Fertigungsplanung, Arbeitssicherheit, Werksärztliche Dienste u. a. in den Werken.

6 Fazit

Ein erfolgreicher Ergonomieprozess erfordert – neben geeigneten Werkzeugen und einer umfassenden Schulung – betriebliche Ergonomiestrukturen, welche ein Abarbeiten und Umsetzen der durchgeführten Analysen ermöglichen (Abb. 11). Am Arbeitsplatz erkannte ergonomische Defizite werden den Vorgesetzten zur Kenntnis gebracht, welche eine NPW-Analyse in Auftrag geben. Je nach Bewertung der vorgefundenen Situation werden weiterführende Maß-

nahmen in Angriff genommen. Es ist die Aufgabe der Ergonomie-Beauftragten in den einzelnen Bereichen, diese Struktur mit Leben zu füllen und Ansprechpartner zu definieren, die ein Abarbeiten der in Abb. 11 dargestellten Struktur sicherstellen.

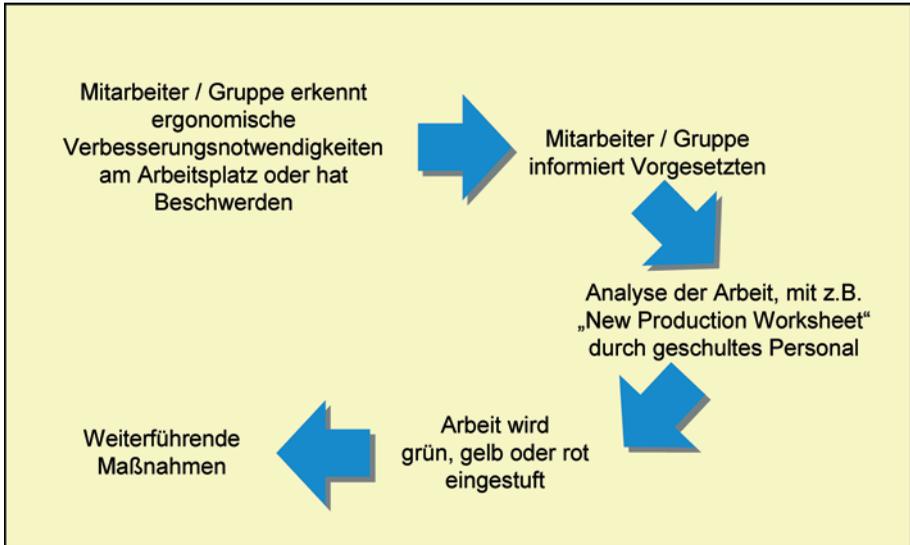


Abb. 11: Betriebliche Struktur zum Abarbeiten von Ergonomieproblemen

Das vorgestellte Verfahren ist zwar für einen Automobilhersteller konzipiert worden, lässt sich jedoch – ggf. mit einigen vereinfachenden Anpassungen – auch erfolgreich bei kleinen und mittleren Unternehmen einsetzen und wird auch dort nicht nur einen wesentlichen Beitrag zur Gesundheit am Arbeitsplatz leisten, sondern sich positiv in den Kosten und damit in der Wettbewerbssituation niederschlagen.

7 Literatur

Großmann, K.; Laun, G.; Schaub, Kh.; Winter, G.; Landau, K.: EVA – Evaluierung mitarbeiterorientierter Arbeitsgestaltung – Ergebnisse und Erfahrungen während der Pilotanwendung. In: Landau, K. (Hrsg.): GfA Herbstkonferenz „Mensch-Maschine-Schnittstellen. Stuttgart. Verlag Institut für Arbeitsorganisation. 1998 S. 108–113

REFA (Hrsg.): Methodenlehre der Betriebsorganisation – Arbeitsgestaltung in der Produktion. 2. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 1993

Schaub, Kh.; Winter, G.; Landau, K.; BMBF (Hrsg.): EVA – Evaluierung mitarbeiterorientierter Arbeitsgestaltung durch präventive Belastungsanalyse und -optimierung im 3-D-Modell. – Abschlussbericht. BMBF – Arbeit und Technik – Förderkennzeichen: 01HP385 /7. Unveröffentlichter Abschlussbericht. Darmstadt und Stuttgart 1998

Schaub, Kh.; Helbig, R.; Spelten, Ch.; Landau, K.: Eine ergonomische Arbeitsplatzanalyse als Voraussetzung der Arbeitsgestaltung besonders in Klein- und Mittelbetrieben zur Vermeidung arbeitsbedingter Erkrankungen. Darmstadt 1999. Nicht veröffentlichter Abschlussbericht für die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik

Winter, G.; Schaub, Kh.; Landau, K.; Großmann, K. Laun, G.: DESIGN CHECK – ein Werkzeug zur ergonomischen Bewertung von körperlicher Arbeit bei Montagetätigkeiten. angew. Arbeitswiss. (1999), Nr. 160, S. 16–35

Schaub, Kh.; Winter, G.; Landau, K.; Großmann, K.; Laun, G.: Design Check – A Pilot Study for the Evaluation of Assembly Tasks in Automotive Industries. In: Proceedings of the International Conference on Computer-Aided Ergonomics and safety. 1999. Barcelona, Spanien. 19–21. Mai

Schaub, Kh.: Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung. BGFE. Die Brücke 3/00. S. 5

Schaub, Kh.: Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung. BGFE. Information für die Sicherheitsfachkraft. Ausgabe 4/2000. S. 9–10

Schaub, Kh.; Dietz, Ch.: Ergonomic Vehicle Development Process and Production at Adam Opel AG (GM-Europe) with Respect to European Legislation. Proceedings of the XIVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society „Ergonomics for the New Millenium“ San Diego, Ca. 29.7.2000 – 4.8.2000. Vol. 5 pp 759–762

Schaub, Kh.; Storz, W.; Landau, K.: Nachhaltige Risikobeurteilung von Montageprozessen in der Automobilindustrie – dargestellt am Beispiel des „New Production Worksheets“ (NPW) bei der Adam Opel AG. In: Ergonomie und Organisation in der Montage. München, Wien. Carl Hanser Verlag 2001

Schaub, Kh.: Evaluation of physical workload by means of IAD-BkA. Lecture on the occasion of the 2nd International Conference on Occupational Risk Prevention, 20–22 Februar 2002, Gran Canaria Island

Schaub, Kh.; Winter, G.: Design Check – Ein Screening-Verfahren zur Beurteilung körperlicher Belastungen. In: Der Orthopäde 10-2002 31 S. 987–996 Springer-Verlag 2002

Schaub, Kh.; Hüttmann, K.; Grunewald, B.; Hellwege, H.; Storz, W.: Ausgewählte good practice Beispiele aus dem neuen Opel Werk Rüsselsheim. In: Landau, K. (Hrsg): GOOD PRACTICE – Ergonomie und Arbeitsgestaltung. Stuttgart. Ergonomia Verlag 2003

Schaub, Kh.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Landau, K. (Hg.): Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. ergonomia Verlag, Stuttgart 2004, S.: 91–111

Schaub, K.; Britzke, B.; Sanzenbacher, G.; Jasker, K.; Landau, K.: Ergonomische Risikoanalysen mit MTM – Ergo. In: Landau, K. (Hg.): Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. ergonomia Verlag, Stuttgart 2004, S.: 175–199

Schaub, K.; Britzke, B.; Landau, K.: Ergonomische Risikoanalysen mit Hilfe von MTM – Ergo. In: Arbeit + Gesundheit in effizienten Arbeitssystemen. Bericht zum 50. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 24.–26. März 2004 unter Beteiligung der schweizerischen Gesellschaften SwissErgo, SGARM, SGAH. Dortmund. GfA Press 2004 S. 481–484

Schultetus, W.: Montagegestaltung. 2. Auflage. Verlag TÜV Rheinland, Köln 1987

Sinn-Behrendt, A.; Schaub, K.; Winter, G.; Landau, K.: Ergonomische Frühwarnsystem „Ergo – FWS“. In: Landau, K. (Hg.): Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. ergonomia Verlag, Stuttgart 2004, S.: 233–248

Spelten, Ch.; Schaub, K.; Landau, K.: IAD – Tollbox körperliche Arbeit. In: Landau, K. (Hg.): Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. ergonomia Verlag, Stuttgart 2004, S.: 113–149

Anschrift der Verfasser:

Dr.-Ing. Karlheinz Schaub,
Prof. Dr.-Ing. Kurt Landau
Institut für Arbeitswissenschaft,
Technische Universität Darmstadt
Petersenstr. 30; 64287 Darmstadt
Tel.: 0 61 51/16-34 89
E-Mail: Schaub@iad.tu-darmstadt.de