

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

VIENNA
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

DIPLOMARBEIT

Master's Thesis

Der Einfluss der täglichen Arbeitszeitdauer auf die Produktivität

The impact of daily working hours on productivity

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs unter
der Leitung von

Univ.Prof. DI Dr.techn. Andreas Kropik

und als verantwortlich mitwirkende Assistentin

Univ. Ass. DI Livia Prestros

am

Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Anna Rumpold

9825277

Nordbahnstraße 2

A – 1200 Wien

Wien, im Oktober 2007

.....
(Anna Rumpold)

Vorwort

Im Zusammenhang mit meiner abschließenden Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades der Diplomingenieurin, möchte ich mich gerne bei den Personen bedanken, die mir das ermöglicht haben.

Zum einen bei Herrn Universitätsprofessor DI Dr. techn. Andreas Kropik und bei Frau DI Livia Prestros vom Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, für die ausgezeichnete Betreuung im Rahmen dieser Diplomarbeit.

Erst die hervorragenden Kontakte von Professor DI Dr. techn. Kropik zur Wirtschaft machten eine praxisnahe Untersuchung dieser Art möglich.

Außerdem möchte ich Frau DI Livia Prestros für die Unterstützung und ihr Entgegenkommen danken.

Zum anderen möchte ich mich bei allen Leuten bedanken, die es mir gestatteten in ihren Unternehmen die Untersuchung durchzuführen und mich dabei voll unterstützt haben. Nicht nur mit guten Ideen und Anregungen zu meinen Untersuchungen, sondern auch moralisch und mit Verpflegung.

Weiters danke ich meiner Familie, die mir durch ihre Unterstützung das Studium des Bauingenieurwesens ermöglicht hat.

Kurzfassung

Die Leistungsfähigkeit des Menschen ist ein Schlagwort der heutigen Zeit und spielt in vielen Disziplinen eine wichtige Rolle. In einer Gesellschaft, die immer mehr in Richtung Leistungsgesellschaft geht, ist die Leistungsfähigkeit und mit ihr die Produktivität des Menschen ein wichtiger Faktor geworden – gerade in der „Arbeitswelt“.

Die Ansprüche an den arbeitenden Menschen werden höher und die gesetzlich definierten Arbeitszeiten, aufgrund von Überstunden, oft überschritten.

Doch die Gretchenfrage lautet: Heißt mehr arbeiten auch mehr Leistung bringen?

In der Fachliteratur zu diesem Thema wird die Grenze der produktiven Arbeit oftmals mit acht Stunden definiert - jede Arbeit darüber hinaus ist mit einem Leistungsabfall, verglichen mit den ersten acht Arbeitsstunden, und einer Steigerung der Kosten verbunden.

Speziell in der Baubranche ist das Thema des Produktivitätsverlustes bei Mehr- und Überstundenarbeit, etwa für Mehrkostenforderungen sehr interessant.

Neben der Arbeitsweise mit „kurzer Woche / langer Woche“, die beinahe zum Standard geworden ist, muss auf Grund von Termindruck oftmals forciert werden.

Allerdings kann bei angeordneter Forcierung, und damit einhergehender Überstundenleistung, nicht mehr von der vollen Produktivität der Ausführenden ausgegangen werden.

Daraus kann sich der Anspruch auf Mehrkostenforderungen ergeben.

Ziel der Arbeit ist es eine Hilfestellung für eventuelle Mehrkostenforderungen zu geben und ein Hilfsmittel zur Bewertung des Produktivitätsverlustes bei unterschiedlich belasteten Arbeiten zur Verfügung zu stellen.

Neben der Darstellung der gesetzlichen Grundlagen und deren Unterschiede, wird die Produktivität aus unterschiedlichen Gesichtspunkten definiert. Der Kern der Arbeit stellt jedoch die Untersuchung des Produktivitätsverlustes in der Praxis dar.

Hierfür wurden unterschiedliche Belastungsarten der baubranchenspezifischen Arbeit untersucht und die Produktivität der Arbeiter in den einzelnen Arbeitsstunden ermittelt.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt einen deutlichen Produktivitätsverlust.

Abstract

Performance and productivity have become buzzwords today, with a major role in many different disciplines. In a society focusing more and more on achievement, the performance and, along with it, the productivity of the individual has become a key factor, not least in the workplace.

The requirements people have to satisfy at work are growing, and legally defined working hours are often exceeded due to overtime work.

But the crucial question in this context is: Does working more necessarily mean better performance and more productivity?

The literature on this topic often defines the limit for productive work with eight hours - any hours worked beyond that result in a deterioration of performance and an increase in costs.

The issue of extra and overtime work entailing productivity losses is especially interesting in the context of the construction industry.

In addition to the quasi-standard model of 'short week / long week', tight deadlines often lead to extra time pressure.

However, in situations where overtime work is 'ordained' by the management, it can no longer be assumed that the people doing the work can provide full productivity, with claims for compensation of extra cost as a possible result.

The purpose of this paper is to provide an aid in situations where compensation for extra cost is claimed as well as an aid for assessing the loss of productivity incurred in different types of work.

As well as describing legal frameworks and their differences, the paper looks at productivity from different angles. The key topic of the paper, however, is to analyze loss of productivity in practice.

For this purpose, different types of strain found specifically in construction work were analyzed, and the productivity of workers during specific working hours was determined.

The evaluation of the results shows a marked loss in productivity.

Abkürzungsverzeichnis

Abs	Absatz
ARG	Arbeitsruhegesetz
AT	Österreich
AU	Arbeitsunfälle
AUVA	Allgemeine Unfallversicherungsanstalt
AZG	Arbeitszeitgesetz
BE	Belgien
Begr.	Begründer
BGBI	Bundesgesetzblatt
BIP	Bruttoinlandsprodukt
bzw.	beziehungsweise
C	Celsius
ca.	circa
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DE	Deutschland
d.h.	das heißt
DK	Dänemark
EG	europäische Gemeinschaft
ES	Spanien
et al.	und andere
EU	europäische Union
EUROSTAT	Statistisches Amt der europäischen Gemeinschaften
e.V.	eingetragener Verein
FI	Finnland
FR	Frankreich
GR	Griechenland
h	Stunde
Hg.	Herausgeber
IE	Irland
ILO	International Labour Organization
IT	Italien
Jg.	Jahrgang
KV	Kollektivvertrag
l _{fm}	Laufmeter

LKW	Lastkraftwagen
m	Meter
m ³	Kubikmeter
NL	Niederlande
Nr.	Nummer
OGH	Oberster Gerichtshof
O ₂	Sauerstoff
PT	Portugal
Prof.	Professor
rel.	Relativ
RKW	Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e.V.
SE	Schweden
Stk.	Stück
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
t	Tonne
TU	technische Universität
u.	und
u.ä.	und ähnliches
UK	United Kingdom
USA	United States of America
usw.	und so weiter
U2	U-Bahnlinie 2
v.	von
vgl.	vergleiche
VwGH	Verwaltungsgerichtshof
WHO	World Health Organization
z.B.	zum Beispiel

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Kurzfassung.....	II
Abstract.....	III
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Inhaltsverzeichnis	VI
Einleitung.....	i
1 Die Arbeitszeit.....	1
1.1 Die gesetzlichen Grundlagen zur Arbeitszeit.....	1
1.1.1 Das Arbeitszeitgesetz (AZG).....	1
1.1.2 Das Arbeitsruhegesetz (ARG).....	4
1.1.3 Der Kollektivvertrag.....	5
1.1.3.1 Der Kollektivvertrag für Angestellte der Baugewerbe und der Bauindustrie	6
1.1.3.2 Der Kollektivvertrag für ArbeiterInnen der Baugewerbe und der Bauindustrie ...	8
1.1.3.3 Der Kollektivvertrag für Angestellte der Elektro- und Elektronikindustrie	10
1.1.3.4 Der Kollektivvertrag für ArbeiterInnen der Elektro- und Elektronikindustrie	11
1.1.4 Die Arbeitszeitrichtlinie der EU.....	12
1.1.5 Zusammenfassung	13
1.2 Die Auswirkungen der Arbeitszeit und deren Dauer auf den Menschen und seinen Körper	16
1.2.1 Die physiologischen Faktoren	17
1.2.2 Häufige Beschwerden	19
1.2.3 Die Ermüdung	22
1.2.4 Der Stress	23
1.2.5 Die Freizeit.....	24
1.2.6 Das Unfallrisiko	25
1.2.6.1 Die Unfallfolgekosten	31
2 Die Produktivität.....	33
2.1 Definition	33
2.2 Die Tagesproduktivität	37
2.3 Die Wochen- und Monatsproduktivität	37
2.4 Die Spitzenproduktivität	38
2.5 Der Produktivitätsverlust	38
2.5.1 Ursachen des Produktivitätsverlustes	39
3 Der Einfluss der täglichen Arbeitszeitdauer auf die Produktivität.....	41
3.1 Die Grundlagen.....	44
3.1.1 Ansatz Winter.....	46
3.1.1.1 Kritikpunkte am Ansatz Winter	50
3.1.2 Ansatz Lehmann	51
3.1.2.1 Kritikpunkte am Ansatz Lehmann	53
3.1.3 Ansatz Graf	53
3.1.3.1 Kritikpunkte am Ansatz Graf	56
3.1.4 Ansatz Hildebrandt.....	57
3.1.4.1 Kritikpunkte am Ansatz Hildebrandt	60
3.1.5 Ansatz Hager	61
3.1.5.1 Kritikpunkte am Ansatz Hager.....	64
3.1.6 Ansatz Car	64
3.1.6.1 Kritikpunkte am Ansatz Car.....	65
3.1.7 Zusammenfassung der Grundlagen.....	66
3.2 Eigener Ansatz.....	69
3.2.1 Die Arbeitstypen.....	70
3.2.2 Messung der Produktivität	71
3.2.3 Arbeitstyp A: Produktivitätsmessung und Ergebnisse.....	76

3.2.4	Arbeitstyp B: Produktivitätsmessung und Ergebnisse.....	86
3.2.5	Arbeitstyp C: Produktivitätsmessung und Ergebnisse	99
3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	111
	Quellenverzeichnis	122
	Abbildungsverzeichnis	127
	Tabellenverzeichnis	129
	Anhang	132
	Arbeitstyp A	133
	Arbeitstyp B	137
	Arbeitstyp C	141
	Produktivitätsprotokoll.....	146

Einleitung

In unserer Gesellschaft wird Leistung immer wichtiger. Der technische Fortschritt und der Einsatz von leistungsfähigen Maschinen hat es möglich gemacht, immer mehr in immer kürzerer Zeit zu produzieren, bzw. die Mengen bei gleicher Arbeitszeitdauer zu erhöhen.

Dennoch ist eines zu bedenken: „... *der Mensch ist dabei nicht überflüssig geworden, nicht einmal bei Vollautomation.*“¹

Nicht nur die Maschinenleistung, sondern auch die menschliche Leistung beeinflusst den Erfolg der ausgeführten Arbeit.

Doch wo bleibt dabei der Mensch? Kann er da noch mithalten?

Zu Beginn der Industrialisierung gab es keine Arbeitszeitregelungen, Tagesarbeitszeiten von bis zu sechzehn Stunden sieben Mal in der Woche waren normal. Erst im neunzehnten Jahrhundert erfolgte ein Umdenken. Nicht zuletzt durch das Wirken von Gewerkschaften erfolgte eine Arbeitszeitregelung, dadurch wurde die tägliche Arbeitszeit begrenzt.

Allerdings gibt es immer noch Berufssparten, in denen weitaus mehr gearbeitet wird - Leistungsdruck, durch Konkurrenz erzeugt bzw. Termindruck führen dazu. Endtermine werden fixiert und müssen unter drohenden Pönalen eingehalten werden.

Nun stellt sich jedoch die Frage:

Kann von einer so genannten Mehrleistung über die geregelte Arbeitszeit hinaus überhaupt ausgegangen werden, wird in den Überstunden noch produktiv gearbeitet?

Oder erzeugt diese Arbeit nur zusätzliche Kosten auf Grund von Fehlleistungen, Unproduktivität und Unfällen bzw. Unfallfolgekosten? Macht es Sinn länger zu arbeiten oder sinkt die Produktivität zu stark?

Aus dieser Frage entwickelte sich die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit. Es galt zu untersuchen, wie sich die Produktivität über den Verlauf der Arbeitszeit darstellt.

Ohne Frage gibt es Ausnahmesituationen, in denen der Mensch selbst nach langer Belastung ungewöhnlich große Kräfte entwickelt, beispielsweise in Angstsituationen oder wenn es um das „nackte“ Überleben geht.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Untersuchungen an durchschnittlichen Arbeitstagen unter üblichen Bedingungen durchgeführt.

¹ Graf: Arbeitsphysiologie, S. 27.

Mit Hilfe der so ermittelten Daten galt es ein Instrument zu entwickeln, um den Einfluss der täglichen Arbeitszeitdauer auf die Produktivität darzustellen und für zukünftige Arbeiten abschätzen zu können.

1 Die Arbeitszeit

Im ersten Kapitel dieser Arbeit soll die Arbeitszeit bzw. die Arbeitszeitdauer aus zwei unterschiedlichen Gesichtspunkten näher betrachtet werden. Zum einen werden die gesetzlichen Grundlagen zu diesem Thema erläutert (siehe Kapitel 1.1), zum anderen erfolgt eine Betrachtung der Auswirkungen der Arbeitszeit bzw. der Arbeitszeitdauer auf den Menschen und seinen Körper (siehe Kapitel 1.2).

1.1 Die gesetzlichen Grundlagen zur Arbeitszeit

Die für die Arbeitszeit relevanten Rechtsvorschriften umfassen im Wesentlichen das Arbeitszeitgesetz und das Arbeitsruhegesetz. Zudem sind die Sozialpartner ermächtigt, in Kollektivverträgen spezielle Regelungen zur Arbeitszeit zu treffen.

Neben diesen innerstaatlichen österreichischen Regelungen gibt es ein europaweites Instrument zur Arbeitszeitregelung, die Arbeitszeitrichtlinie der EU.

Arbeitszeitgesetz, Arbeitsruhegesetz und die Kollektivverträge der für Angestellte bzw. ArbeiterInnen der Baugewebe und der Bauindustrie bzw. der Elektro- und Elektronikindustrie und die In Arbeitszeitrichtlinie der EU werden im Folgenden kurz erläutert.

1.1.1 Das Arbeitszeitgesetz (AZG)

Arbeitszeitgesetz, BGBl. Nr. 461/1969, in der Fassung BGBl. Nr. 61/2007

Das AZG gilt für die Beschäftigung von ArbeitnehmerInnen (§ 1 Abs 1 AZG) und regelt die höchste zulässige Arbeitsdauer innerhalb eines Tages, d.h. die Tagesarbeitszeit und die höchste zulässige Arbeitsdauer innerhalb einer Woche, d.h. die Wochenarbeitszeit.

Hierzu finden sich folgende Definitionen in § 2 Abs 1 AZG:

Arbeitszeit = die Zeit vom Beginn bis zum Ende der Arbeit ohne Ruhepausen

Tagesarbeitszeit = die Arbeitszeit innerhalb eines ununterbrochenen Zeitraumes von vierundzwanzig Stunden

Wochenarbeitszeit = die Arbeitszeit innerhalb des Zeitraumes von Montag bis einschließlich Sonntag

Weiters wird der Begriff der Normalarbeitszeit durch das AZG eingeführt. Es unterscheidet zwischen der täglichen und wöchentlichen Normalarbeitszeit, die in § 3 Abs 1 AZG folgendermaßen beschrieben wird:

Die tägliche Normalarbeitszeit darf acht Stunden, die wöchentliche Normalarbeitszeit 40 Stunden nicht überschreiten.

Eine abweichende Wochenarbeitszeit kann allerdings durch Kollektivvertrag oder in Ausnahmefällen durch eine Betriebsvereinbarung zugelassen werden.

§ 4 AZG besagt, dass die Arbeitszeit nicht gleichmäßig über fünf Tage verteilt werden muss um eine längere Freizeit zu erreichen.

D.h. an einzelnen Tagen kann die Arbeitszeit regelmäßig gekürzt und die ausfallende Arbeitszeit auf die übrigen Tage der Woche verteilt werden. Allerdings darf bei dieser ungleichmäßigen Verteilung der Normalarbeitszeit die tägliche Arbeitszeit neun Stunden nicht überschreiten.

Der Kollektivvertrag bzw. die Betriebsvereinbarung kann eine tägliche Normalarbeitszeit von zehn Stunden zulassen, wenn diese regelmäßig auf vier zusammenhängende Arbeitstage verteilt ist. D.h. die maximale wöchentliche Normalarbeitszeit von 40 Stunden wird durch vier tägliche Arbeitszeiten von zehn Stunden erreicht.

Dies ist eine wichtige Bestimmung für die Baubranche, da sie die Arbeitsweise „kurze Woche / lange Woche“ zulässt.

Regelungen zur Dekadenarbeit und damit zur Arbeitsweise „kurze Woche / lange Woche“ finden sich in § 4c AZG. Dort heißt es, dass für ArbeitnehmerInnen auf Großbaustellen bzw. auf Baustellen für die Wildbach- und Lawinenverbauung in Gebirgsregionen eine Normalarbeitszeit von mehr als 40 Stunden laut Kollektivvertrag erlaubt ist. Allerdings nur, wenn in einem Durchrechnungszeitraum von zwei Wochen die wöchentliche Normalarbeitszeit im Durchschnitt die laut § 3 Abs 1 AZG vereinbarte Normalarbeitszeit von 40 Stunden nicht überschreitet. Allerdings darf die tägliche Normalarbeitszeit neun Stunden nicht überschreiten.

Liegt Arbeitsbereitschaft vor, so kann die wöchentliche Normalarbeitszeit laut § 5 Abs 1 AZG auf bis zu 60 Stunden und die tägliche Normalarbeitszeit auf bis zu zwölf Stunden ausgedehnt werden.

„Laut VwGH und OGH liegt Arbeitsbereitschaft dann vor, wenn der Arbeitnehmer sich an einem vom Arbeitgeber bestimmten Ort aufhalten und im Bedarfsfall jederzeit zur Aufnahme

der Arbeitsleistung bereit sein muss (z.B. Nachtdienst eines Krankenhausarztes). Sie zählt zur Arbeitszeit.“²

Die Überstundenarbeit wird durch § 6 Abs 1 AZG geregelt, der die Überstunde folgendermaßen definiert:

Eine Überstunde liegt vor, wenn entweder die Grenzen der wöchentlichen Normalarbeitszeit überschritten werden oder die der täglichen Normalarbeitszeit.

Bei erhöhtem Arbeitsbedarf besagt § 7 AZG, dass eine Verlängerung der Arbeitszeit möglich ist.

Wird die gesamte Wochenarbeitszeit auf vier zusammenhängende Tage verteilt, kann der die Betriebsvereinbarung zulassen, dass die Arbeitszeit an diesen Tagen durch Überstunden bis auf zwölf Stunden ausgedehnt wird.

Eine offizielle Definition des erhöhten Arbeitsbedarfs existiert nicht. Allerdings kann gesagt werden, dass bei erhöhtem Arbeitsbedarf dieser im Vergleich zum normalen Arbeitsbedarf größer ist.

Eine weitere Ursache für eine gesetzlich geregelte Ausdehnung der Arbeitszeit kann die Aufnahme von Vor- und Schlussarbeiten sein, erläutert in § 8 AZG.

Bei Arbeiten zur Reinigung und Instandhaltung, soweit sich diese Arbeiten während des regelmäßigen Betriebes nicht ohne Unterbrechung oder erhebliche Störung ausführen lassen oder bei Arbeiten, von denen die Wiederaufnahme oder Aufrechterhaltung des vollen Betriebes arbeitstechnisch abhängt, darf die tägliche Arbeitszeit um eine halbe Stunde, jedoch höchstens bis zu zehn Stunden täglich verlängert werden.

Der Kollektivvertrag regelt, welche Arbeiten als Vor- und Abschlussarbeiten gelten.

Neben der Arbeitszeit werden auch die Arbeitsunterbrechungen im AZG geregelt. Es gibt zwei Arten von Unterbrechungen. Einerseits die Ruhepausen, in § 11 Abs 1 AZG beschrieben und andererseits die Ruhezeiten, siehe § 12 Abs 1 AZG.

§ 11 Abs 1 AZG besagt, dass eine Ruhepause von mindestens einer halben Stunde erfolgen muss, wenn die Gesamtdauer der Tagesarbeitszeit mehr als sechs Stunden beträgt.

Wenn es im Interesse der ArbeitnehmerInnen des Betriebes gelegen oder aus betrieblichen Gründen notwendig ist, können anstelle einer halbstündigen Ruhepause zwei Ruhepausen von je einer Viertelstunde oder drei Ruhepausen von je zehn Minuten gewährt werden. Die Mindestdauer einer Ruhepause muss jedenfalls zehn Minuten betragen.

² Stellungnahme der Wirtschaftskammer der Bundessparte Transport und Verkehr zur Richtlinie über die Arbeitszeit.

Nach § 12 Abs 1 AZG ist den ArbeitnehmerInnen nach Beendigung der Tagesarbeitszeit eine ununterbrochene Ruhezeit von mindestens elf Stunden zu gewähren, die spätestens am Samstag um 13.00 Uhr zu beginnen hat. Diese kann durch den Kollektivvertrag verkürzt werden.

1.1.2 Das Arbeitsruhegesetz (ARG)

Arbeitsruhegesetz, BGBl. Nr. 144/1983, in der Fassung BGBl. Nr. 61/2007

Das ARG regelt die wöchentliche Ruhezeit, d.h. die Wochenendruhe bzw. die Wochenruhe (siehe unten) die Ersatzruhe und die Feiertagsruhe.

Dieses Bundesgesetz gilt laut § 1 Abs 1 ARG für ArbeitnehmerInnen aller Art, mit einigen Ausnahmen, die unter Abs 2 ARG aufgezählt, hier jedoch nicht erwähnt werden.

Die Begriffe der Ruhezeit werden in § 2 Abs 1 ARG definiert:

Wochenendruhe = eine ununterbrochene Ruhezeit von 36 Stunden, in die der
Sonntag fällt

Wochenruhe = eine ununterbrochene Ruhezeit von 36 Stunden in der Kalenderwoche
wöchentliche Ruhezeit = sowohl die Wochenendruhe als auch die Wochenruhe

Wird während der Kalenderwoche Arbeit in der wöchentlichen Ruhezeit geleistet, d.h. sowohl in der Wochenendruhe, als auch in der Wochenruhe, so steht Ersatzruhe zu.

Ein weiterer Begriff, der in § 2 Abs 1 ARG definiert wird, ist die Feiertagsruhe. Das ist die ununterbrochene Ruhezeit von 24 Stunden an einem gesetzlichen Feiertag.

ArbeitnehmerInnen haben nach § 3 ARG in jeder Kalenderwoche Anspruch auf Wochenendruhe, d.h. eine ununterbrochene Ruhezeit von 36 Stunden in die der Sonntag zu fallen hat.

Diese hat spätestens Samstag um 13.00 Uhr bzw. in Ausnahmefällen um 15.00 Uhr zu beginnen.

Werden ArbeitnehmerInnen am Wochenende beschäftigt, so haben sie laut § 4 ARG Anspruch auf Wochenruhe während der Kalenderwoche, wobei ein ganzer Wochentag eingeschlossen sein muss.

Für ArbeitnehmerInnen, die auf im öffentlichen Interesse betriebenen Großbaustellen oder auf Baustellen für Wildbach- und Lawinenverbauung tätig sind, kann die wöchentliche Ruhezeit laut § 5 ARG durch den Kollektivvertrag gekürzt werden oder zur Gänze entfallen. Allerdings muss in einem Durchrechnungszeitraum von vier Wochen im Durchschnitt eine wöchentliche Ruhezeit von 36 Stunden gesichert sein.

1.1.3 Der Kollektivvertrag

Laut Arbeitsverfassungsgesetz, BGBl. Nr. 22/1974, in der Fassung BGBl. Nr. 147/2006 gilt, dass Kollektivverträge Vereinbarungen zwischen kollektivvertragsfähigen Körperschaften der ArbeitgeberInnen einerseits und der ArbeitnehmerInnen andererseits sind und schriftlich abgeschlossen werden.

Sie können nicht nur die Rechtsbeziehung der Vertragspartner regeln, sondern ebenfalls die gegenseitigen Rechte und Pflichten der ArbeitgeberInnen und der ArbeitnehmerInnen, die Änderung kollektivvertraglicher Rechtsansprüche der aus dem Arbeitsverhältnis ausgeschiedenen ArbeitnehmerInnen, Art und Umfang der Mitwirkungsbefugnisse der ArbeitnehmerInnenschaft bei Durchführung von Maßnahmen, die gemeinsamen Einrichtungen der Kollektivvertragsparteien und sonstige Angelegenheiten, deren Regelung durch Gesetz dem Kollektivvertrag übertragen wird.

Die Kollektivverträge regeln hauptsächlich die Bestimmungen der Mindestlöhne und der Arbeitszeit bzw. der Freizeit.

„Kollektivverträge legen fast ausschließlich Mindestbedingungen zugunsten der Arbeitnehmer fest, die durch günstigere Bestimmungen aus Betriebs- oder Einzelvereinbarungen für den Arbeitnehmer verbessert werden können (=“Günstigkeitsprinzip“).“³

Wie bereits oben angeführt, werden im Rahmen dieser Arbeit der Kollektivvertrag für Angestellte und ArbeiterInnen der Baugewerbe und der Bauindustrie bzw. der Kollektivvertrag für Angestellte und ArbeiterInnen der Elektro- und Elektronikindustrie behandelt.

³ Kaufmann: Arbeitszeitflexibilisierung in der Bauwirtschaft, S. 7.

Dazu ein kurzer Exkurs:

Angestellte sind nach dem Angestelltengesetz ArbeitnehmerInnen, die kaufmännische Dienste, sonstige höhere nicht kaufmännische Dienste und Kanzleiarbeiten leisten.

Keine gesetzliche Definition gibt es für ArbeiterInnen. Allerdings kann als ArbeiterInnentätigkeit einfache manuelle oder hochqualifizierte manuelle Tätigkeit bezeichnet werden.

1.1.3.1 Der Kollektivvertrag für Angestellte der Baugewerbe und der Bauindustrie

Kollektivvertrag für Angestellte der Baugewerbe und der Bauindustrie vom 28. September 1948 in der Fassung vom 01. Mai 2006 bzw. 01. Mai 2007

Die Vertragschließenden des Kollektivvertrags sind laut § 1 KV die Bundesinnung Bau und der Fachverband der Bauindustrie einerseits und der Österreichische Gewerkschaftsbund, Gewerkschaft der Privatangestellten, Wirtschaftsbereich Bau, Wohnbau, andererseits.

Die unterschiedlichen Geltungsbereiche des Kollektivvertrags sind in § 2 KV geregelt.

Der Kollektivvertrag gilt

für alle Bundesländer der Republik Österreich (örtlicher Geltungsbereich)

für alle Betriebe, deren InhaberInnen Mitglieder der Bundesinnung Bau oder des Fachverbandes der Bauindustrie sind (fachlicher Geltungsbereich)

für alle dem Angestelltengesetz unterliegenden ArbeitnehmerInnen der oben genannten Betriebe sowie für kaufmännische Lehrlinge und bautechnische Zeichnerlehrlinge (persönlicher Geltungsbereich)

Ausführungen zur Arbeitszeit beinhaltet § 6 des Kollektivvertrages.

Der Kollektivvertrag besagt, dass die regelmäßige Normalarbeitszeit der Angestellten gleich der kollektivvertraglich vereinbarten regelmäßigen Arbeitszeit der ArbeiterInnen ist, allerdings darf sie nicht mehr als 39 Stunden wöchentlich betragen.

Die gesetzlich vorgeschriebenen 40 Stunden werden um eine Stunde verkürzt.

Soweit nicht durch Schichteinteilung eine andere Arbeitszeit erforderlich ist, hat die Arbeit an Samstagen spätestens um 13 Uhr zu enden.

Gemäß § 6a KV ist es in Betrieben möglich, neben der regelmäßigen wöchentlichen Normalarbeitszeit von 39 Stunden eine andere Verteilung zu wählen, allerdings unter Anwendung der jeweiligen Mitwirkungsrechte und Zustimmungserfordernisse.

Die regelmäßige wöchentliche Normalarbeitszeit kann jedoch auf bis zu 40 Stunden ausgedehnt werden, wenn ein Zeitausgleich in ganzen Tagen erfolgt.

Die Arbeitszeit, die sich durch die Differenz zwischen 40 Stunden (AZG) und 39 Stunden (Kollektivvertrag) ergibt, wird als Mehrarbeit bezeichnet. Sie wird nicht auf das Überstundenausmaß angerechnet, auch dann nicht, wenn eine andere Verteilung der Normalarbeitszeit erfolgt.

Durch die Mehrarbeit darf eine tägliche Arbeitszeit von neun Stunden und eine Wochenarbeitszeit von 40 Stunden nicht überschritten werden.

Wie schon in § 4 AZG folgen nun in § 6b KV Ausführungen zur Arbeitseinteilung „kurze Woche / lange Woche“, wie sie in der Baubranche üblich ist.

Dort heißt es: es ist zulässig, dass innerhalb eines Zeitraumes von zwei Wochen die Arbeitszeit durch Betriebsvereinbarung bzw. durch eine schriftliche Einzelvereinbarungen so verteilt werden kann, dass im wöchentlichen Durchschnitt die Normalarbeitszeit von 39 Stunden nicht überschritten wird.

Das bedeutet, dass ein zweiwöchiger Durchrechnungszeitraum aus einer „langen Woche“ mit fünf Arbeitstagen von Montag bis Freitag und einer „kurzen Woche“ mit vier Arbeitstagen von Montag bis Donnerstag besteht. Hierbei wird die Festlegung von Normalarbeitszeit für den Freitag der kurzen Woche bzw. den Samstag der langen Woche unzulässig.

Für diese Art der Arbeitseinteilung gelten 43 Stunden als Obergrenze für die wöchentliche Normalarbeitszeit und 35 Stunden für die Untergrenze.

$$\frac{43\text{Stunden} + 35\text{Stunden}}{2\text{Wochen}} = 39 \frac{\text{Stunden}}{\text{Woche}}$$

Es ist ebenfalls zulässig, eine durchschnittliche Normalarbeitszeit von 40 Stunden innerhalb von zwei Wochen festzulegen, dabei ist die Obergrenze der wöchentlichen Arbeitszeit mit 44 Stunden festgelegt.

1.1.3.2 Der Kollektivvertrag für ArbeiterInnen der Baugewerbe und der Bauindustrie

Der Kollektivvertrag für ArbeiterInnen der Baugewerbe und der Bauindustrie vom 30. April 1954 in der Fassung vom 01. Mai 2006 bzw. 01. Mai 2007

Der Geltungsbereich des Kollektivvertrags wird in § 1 geregelt. Er erstreckt sich:

auf die Republik Österreich, wie auch der Kollektivvertrag der Angestellten
(räumlicher Geltungsbereich)

auf alle ArbeitnehmerInnen, die nicht Angestellte im Sinne des Angestelltengesetzes
sind und dabei in den unten genannten Betrieben beschäftigt sind
(persönlicher Geltungsbereich)

auf alle Betriebe, deren InhaberInnen Mitglieder der Bundesinnung Bau oder des
Fachverbandes der Bauindustrie sind, wie auch der Kollektivvertrag der
Angestellten (fachlicher Geltungsbereich)

§ 2 KV befasst sich mit der Arbeitszeit und besagt, dass die Wochenarbeitszeit von 39 Stunden nicht überschritten werden darf und die Mittagspause, die nicht als Arbeitszeit gilt, eine Stunde betragen soll.

Die Verteilung der Wochenarbeitszeit erfolgt auf nicht weniger als fünf aufeinander folgende Werktage.

Sollte an einem Tag auf Grund von schlechter Witterung oder anderen Umständen die tägliche Arbeitszeit nicht eingehalten werden, so soll diese allfällig eingearbeitet werden.

Es kann auch eine andere Verteilung der Normalarbeitszeit, als in § 2 KV beschrieben, gewählt werden. § 2 A KV besagt, dass dies unter Anwendung der jeweiligen Mitwirkungsrechte und Zustimmungserfordernisse möglich ist.

Die wöchentliche Normalarbeitszeit kann auf 40 Stunden ausgedehnt werden. Die dabei auftretende Mehrarbeit muss als Zeitausgleich konsumiert werden. Sie wird auf das erlaubte Überstundenausmaß nicht angerechnet.

Eine Arbeitszeiteinteilung „kurze Woche / lange Woche“ kann, wie in § 2 B KV erläutert, zugelassen werden. Es kann vereinbart werden, dass in einem Durchrechnungszeitraum von zwei Wochen durchschnittlich 39 Stunden gearbeitet werden. D.h. der Durchrechnungszeitraum besteht aus einer Woche mit fünf Arbeitstagen, einer „langen Woche“ von Montag bis Freitag, und einer „kurzen Woche“ mit vier Arbeitstagen von Montag bis Donnerstag.

Für diese Verteilung der Arbeitszeit ist die wöchentliche Normalarbeitszeit mit 43 Stunden nach oben und 35 Stunden nach unten begrenzt.

Es kann ebenfalls eine durchschnittliche Normalarbeitszeit von 40 Stunden vereinbart werden, dann gelten jedoch 44 Stunden als Obergrenze (siehe Kapitel 1.1.3.1).

Neben der Arbeitszeitverteilung „kurze Woche / lange Woche“ ist im Kollektivvertrag auch die Arbeitszeitverteilung „lange / lange / kurze Woche“ geregelt.

§ 2 C KV fasst dies folgendermaßen zusammen:

Es kann vereinbart werden, dass

in einem zweiwöchigen Zeitraum die durchschnittliche wöchentliche Normalarbeitszeit von 39 überschritten wird, wobei die Normalarbeitszeit in der langen Woche 43 bis 45 und in der kurzen Woche 35 bis 36 Stunden betragen kann („kurze Woche / lange Woche“).

in einem dreiwöchigen Zeitraum die durchschnittliche wöchentliche Normalarbeitszeit von 39 überschritten wird, wobei die Normalarbeitszeit in zwei langen Wochen 43 bis 45 und in der kurzen Woche 35 bis 36 Stunden betragen kann („lange / lange / kurze Woche“).

Diese Arbeitsverteilung ist allerdings nur für höchstens 30 Kalenderwochen im Zeitraum vom 01. April bis 30. November möglich.

Die Festlegung von Normalarbeitszeit für den Freitag der kurzen Woche und für den Samstag ist unzulässig.

Überstunden liegen laut § 3 KV vor, wenn die jeweilig festgelegte tägliche oder wöchentliche Normalarbeitszeit überschritten wird.

Eine Überstunde ist jedenfalls jede Zeiteinheit die eine tägliche Normalarbeitszeit von neun Stunden überschreitet, außer es ist eine höhere tägliche Normalarbeitszeit gesetzlich zugelassen.

Weiters ist eine Überstunde jede Zeiteinheit über eine Stunde Mehrarbeit wöchentlich.

Liegt erhöhter Arbeitsbedarf vor, so können mittels kollektivvertraglicher Vereinbarungen zusätzliche Überstunden zugelassen werden.

1.1.3.3 Der Kollektivvertrag für Angestellte der Elektro- und Elektronikindustrie

Der Kollektivvertrag für Angestellte der Industrie in der für die Angestellten der Elektro- und Elektronikindustrie geltenden Fassung vom 01. November 1991 in der Fassung vom 01. Mai 2007

Der Kollektivvertrag wird, wie in § 1 KV beschrieben, zwischen der Bundessparte Industrie der Wirtschaftskammer Österreich einerseits und dem Österreichischen Gewerkschaftsbund, Gewerkschaft der Privatangestellten, Druck Journalismus, Papier andererseits vereinbart.

Der für diesen relevante Geltungsbereich ist in § 2 KV folgendermaßen definiert:

für alle Bundesländer der Republik Österreich (räumlich)

für alle Mitgliedsfirmen des Fachverbands der Elektro- und
Elektronikindustrie (fachlich)

für alle dem Angestelltengesetz unterliegenden DienstnehmerInnen sowie für
kaufmännische Lehrlinge und technische Zeichner-Lehrlinge (persönlich)

Die normale Arbeitszeit beträgt, laut § 4 KV, wöchentlich 38,5 Stunden ohne Pausen, die tägliche Normalarbeitszeit bis zu acht Stunden (siehe § 3 Abs 1 AZG). Bei gleitender Arbeitszeit beträgt die tägliche Normalarbeitszeit höchstens zehn Stunden.

Außer diesen Bestimmungen, führt der Kollektivvertrag eine so genannte Bandbreite ein. Das bedeutet, dass die wöchentliche Normalarbeitszeit 40 Stunden nicht über- und 37 Stunden nicht unterschreiten darf.

Unter § 4a KV wird die Mehrarbeit definiert. Diese ergibt sich durch die Differenz der im Kollektivvertrag geregelten wöchentlichen Arbeitszeit und der im AZG angegebenen wöchentlichen Arbeitszeit. Durch die Mehrarbeit darf die tägliche Arbeitszeit von neun Stunden nicht überschritten werden. Ausgenommen davon sind jene Fälle, in denen eine Ausdehnung der täglichen Normalarbeitszeit über neun Stunden durch das Gesetz zulässig ist

Soll eine Arbeitsstunde als Überstunde gelten, so muss diese laut § 5 ausdrücklich angeordnet werden und die jeweils gültige kollektivvertragliche Normalarbeitszeit und Mehrarbeit überschreiten.

1.1.3.4 Der Kollektivvertrag für ArbeiterInnen der Elektro- und Elektronikindustrie

Der Kollektivvertrag für ArbeiterInnen der Elektro- und Elektronikindustrie gültig ab
01. Mai 2007

Abschnitt I des Kollektivvertrags besagt, dass der Kollektivvertrag zwischen dem Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie und dem Österreichischen Gewerkschaftsbund, Gewerkschaft Metall-Textil-Nahrung, abgeschlossen wird.

Die Abgrenzung des Geltungsbereichs erfolgt in Abschnitt II:

räumlich, für das Gebiet der Republik Österreich

fachlich, für alle Betriebe, die dem vertragsschließenden Fachverband angehören

persönlich, für alle in diesen Betrieben beschäftigten Arbeiterinnen und Arbeiter sowie

für die gewerblichen Lehrlinge, im Folgenden Arbeitnehmer genannt

Die Normalarbeitszeit wird in Abschnitt VI geregelt und beträgt ausschließlich der Pausen wöchentlich 38,5 Stunden und täglich grundsätzlich bis zu acht Stunden (§ 3 Abs 1 AZG). Bei gleitender Arbeitszeit oder wenn die Arbeit durch Betriebsvereinbarung auf vier zusammenhängende Tage aufgeteilt wird, beträgt sie höchstens zehn Stunden.

Die tägliche Normalarbeitszeit kann bei regelmäßiger Verteilung der Gesamtwochenarbeitszeit auf vier zusammenhängende Tage durch Betriebsvereinbarung auf bis zu zehn Stunden ausgedehnt werden. An diesen Tagen darf die Arbeitszeit durch die Leistung von Überstunden auf bis zu zwölf Stunden ausgedehnt werden.

Weiters wird eine Bandbreite definiert, die bei unregelmäßiger Arbeit eingehalten werden muss. Diese besagt, dass die Normalarbeitszeit pro Woche 40 Stunden nicht überschreiten und 37 Stunden nicht unterschreiten darf.

Mehrarbeit wird in Abschnitt VIa als Differenz, die sich durch die unterschiedlichen Bestimmungen in AZG und Kollektivvertrag ergeben, definiert. Sie beträgt 1,5 Stunden pro Woche. Durch die Mehrarbeit darf die tägliche Arbeitszeit von neun Stunden nicht überschritten werden.

Im Gegensatz zu Mehrarbeit sind laut Abschnitt VII, Überstunden, jene Arbeitszeit, die außerhalb der auf Grundlage der geltenden wöchentlichen Normalarbeitszeit (siehe Ausführung zu Abschnitt VI) sowie der Mehrarbeit vereinbarten täglichen Arbeitszeit liegt.

1.1.4 Die Arbeitszeitrichtlinie der EU

Richtlinie 93/104/EG in der Fassung 2003/88/EG

Mit dieser Richtlinie 2003/88/EG „über bestimmte Aspekte der Arbeitszeitgestaltung“ legen das europäische Parlament und der europäische Rat Mindeststandards fest, die in den Regelungen der einzelnen Mitgliedstaaten berücksichtigt werden müssen.

In Artikel 1 werden Gegenstand und Anwendungsbereich der Richtlinie erläutert.

Diese Richtlinie regelt die Mindestbestimmungen für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeitsgestaltung. Die täglichen Ruhezeiten, Ruhepausen, wöchentliche Ruhezeiten, wöchentliche Höchstarbeitszeit, Jahresurlaub und Aspekte der Nacht- und Schichtarbeit sind erfasst.

Die Richtlinie gilt für alle privaten oder öffentlichen Tätigkeitsbereiche.

Die Begriffsbestimmungen erfolgen in Artikel 2.

Arbeitszeit = jede Zeitspanne, während der ein Arbeitnehmer gemäß den einzelstaatlichen Rechtsvorschriften und/oder Gepflogenheiten arbeitet, dem Arbeitgeber zur Verfügung steht und seine Tätigkeit ausübt oder Aufgaben wahrnimmt;

Ruhezeit = jede Zeitspanne außerhalb der Arbeitszeit;

Nachtzeit = jede, in den einzelstaatlichen Rechtsvorschriften festgelegte Zeitspanne von mindestens sieben Stunden, welche auf jeden Fall die Zeitspanne von 24 Uhr und 5 Uhr umfasst;

Die Arbeitsunterbrechungen, wie die tägliche bzw. wöchentliche Ruhezeit und die Ruhepause werden in Artikel 3 und 4 erläutert.

Nach Artikel 3 muss jeder Arbeitnehmerin/jedem Arbeitnehmer eine tägliche Ruhezeit von mindestens elf zusammenhängenden Stunden pro 24-Stunden-Zeitraum gewährt werden.

Die Ruhepause ist in Artikel 4 geregelt, der besagt, dass bei einer täglichen Arbeitszeit von mehr als sechs Stunden eine Ruhepause zu gewähren ist. Die Dauer und Voraussetzung für die Gewährung einer Ruhepause soll allerdings in den innerstaatlichen Rechtsvorschriften festgelegt werden.

Neben der täglichen Ruhezeit, die in Artikel 3 geregelt wird, definiert Artikel 5 die wöchentliche Ruhezeit, die pro Siebentageszeitraum mindestens 24 Stunden betragen muss, zuzüglich der täglichen Ruhezeit von elf Stunden.

Wie oben bereits angeführt, wird auch die wöchentliche Höchstarbeitszeit durch die Richtlinie geregelt. In Artikel 6 werden zwei Bedingungen für sie definiert.

Zum einen wird die wöchentliche Arbeitszeit durch innerstaatliche Rechts- und Verwaltungsvorschriften bzw. in Tarifverträgen oder Vereinbarungen zwischen den Sozialpartnern festgelegt.

Zum anderen ist die wöchentliche Höchstarbeitszeit innerhalb eines Siebentageszeitraums mit 48 Stunden begrenzt, dabei sind die Überstunden bereits mit eingerechnet.

Artikel 18 besagt, dass von den Artikeln 3, 4 und 5 durch Tarifverträge oder Vereinbarungen zwischen Sozialpartnern abgewichen werden kann.

1.1.5 Zusammenfassung

Die nachstehende Tabelle zeigt zusammenfassend die zuvor vorgestellten, relevanten gesetzlichen Grundlagen zur Arbeitszeit.

Dabei sind die in der jeweiligen Rechtsvorschrift, festgelegten täglichen und wöchentlichen Normalarbeitszeiten bzw. die gesetzlich vorgeschriebenen Ruhezeiten eingetragen.

Rechtsvorschrift	Kapitel	Tägliche Normalarbeitszeit [h]	Wöchentliche Normalarbeitszeit [h]	Wochenend-/ Wochenruhe [h]
AZG	1.1.1	8	40	
ARG	1.1.2			36
KV Angestellte Bauindustrie	1.1.3.1		39	
KV ArbeiterInnen Bauindustrie	1.1.3.2		39	
KV Angestellte Elektroindustrie	1.1.3.3	bis zu 8	38,5	
KV ArbeiterInnen Elektroindustrie	1.1.3.4	bis zu 8	38,5	
Arbeitszeit- richtlinie der EU	1.1.4		48 (einschl. Überstunden)	24

Tabelle 1: Übersicht über die gesetzlichen Bestimmungen für die Arbeits- und Ruhezeiten

Im Arbeitszeitgesetz wird grundsätzlich eine Normalarbeitszeit von täglich acht Stunden und wöchentlich 40 Stunden definiert. Wie bereits oben beschrieben, können diese Normalarbeitszeiten durch den Kollektivvertrag und/oder andere Vereinbarungen abgeändert werden. Die jeweils gültigen kollektivvertraglich vereinbarten Normalarbeitszeiten sind ebenfalls in der oben stehenden Tabelle eingetragen.

Die Kollektivverträge minimieren zwar die wöchentliche Normalarbeitszeit, definieren allerdings keine bzw. nur die maximal mögliche tägliche Arbeitszeit.

Durch die Kollektivverträge für Angestellte und ArbeiterInnen wird die wöchentlich Normalarbeitszeit auf 39 bzw. 38,5 Stunden herabgesetzt. Die Differenz die sich damit zur im Arbeitszeitgesetz definierten Normalarbeitszeit ergibt, wird als Mehrstunden bezeichnet. Diese werden nicht zu den Überstunden hinzugezählt und sollen als Zeitausgleich konsumiert werden.

Die Ruhepausen werden durch das Arbeitsruhegesetz geregelt, wobei eine Ruhepause mindestens 36 Minuten betragen muss. Diese kann entweder als Wochenendruhe, oder als Wochenruhe konsumiert werden.

Neben den nationalen Rechtsvorschriften existiert seit 1993 auch eine Richtlinie, die in der gesamten Europäischen Union Gültigkeit besitzt.

Die Arbeitsrichtlinie der EU begrenzt innerhalb eines Siebentageszeitraum die wöchentliche Höchstarbeitszeit mit 48 Stunden, allerdings sind die Überstunden mit eingerechnet. Sie legt eine Höchstgrenze fest, die durch die einzelnen Mitgliedstaaten durch die jeweiligen Rechtsvorschriften zu beachten ist, allerdings abgeändert werden kann.

Nachstehende Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der im Jahr 2005 gültigen gesetzlich vorgeschrieben Normalarbeitszeiten und die tatsächlichen Arbeitszeitdauern innerhalb Europas.

Dabei stellt die blaue Linie die durchschnittliche kollektivvertraglich vereinbarte Wochenarbeitszeit dar.

Die rosa Linie gibt die gesetzlich vorgeschriebene wöchentliche Normalarbeitszeit wieder.

Die tatsächlich gearbeiteten Wochenarbeitsstunden sind für die Angestellten in gelb, für die ArbeiterInnen in türkis dargestellt.

Die Abbildung zeigt, dass die kollektivvertraglich vereinbarte Arbeitszeit innerhalb Europas stark schwankt - sie bewegt sich zwischen 35 und 40 Stunden.

Abgesehen von Belgien, wo die gesetzlich vorgeschriebene Arbeitszeit bei 38 Stunden liegt, ist diese in den anderen Ländern entweder mit 40 oder mit 48 Stunden begrenzt.

Die größten Werte der Arbeitszeit lassen sich aus der Kurve der Angestellten erkennen. Die Werte der ArbeiterInnen liegen in den meisten Fällen zwischen der gesetzlich und kollektivvertraglich festgesetzten Normalarbeitszeit.

Die gesetzlich und kollektivvertraglich vereinbarte Arbeitszeit ist in Österreich im europäischen Vergleich eher niedrig. Es fällt allerdings auf, dass die Angestellten wesentlich mehr arbeiten und auch europaweit mit durchschnittlich 42,9 Stunden im Spitzenfeld liegen.

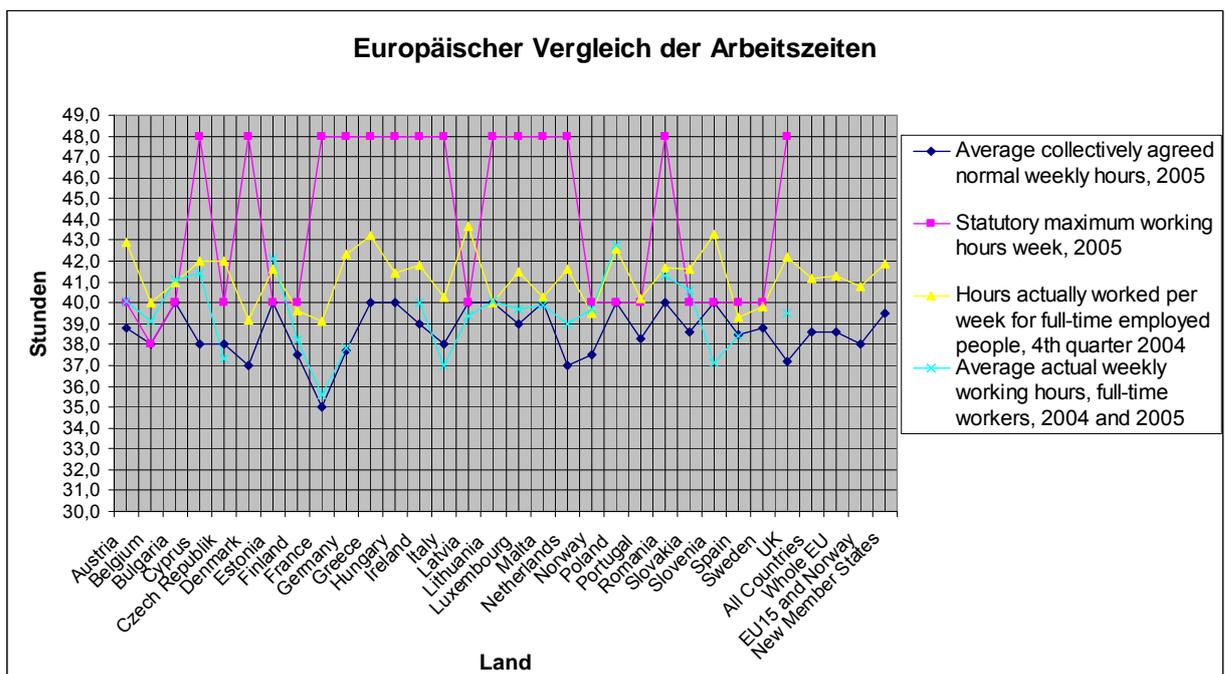


Tabelle 2: Europäischer Vergleich der Arbeitszeiten⁴

⁴ Quelle: European Foundation for the improvement of living and working conditions. EU15 sind die ersten fünf Mitgliedstaaten der EU

1.2 Die Auswirkungen der Arbeitszeit und deren Dauer auf den Menschen und seinen Körper

Neben der Analyse, ob und in welchem Maß sich die Arbeitszeitdauer auf den Menschen bzw. seinen Körper auswirkt, soll in diesem Kapitel untersucht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen langer Arbeitszeitdauer und einer Häufung von Arbeitsunfällen gibt.

Dabei soll in erster Linie die Arbeitszeitdauer über acht Stunden hinaus untersucht werden. Bereits Ende des 19. bzw. Anfang des 20. Jahrhunderts erkannten große Unternehmen, wie z.B. Ford in den USA, dass die Leistungsfähigkeit des Menschen und damit verbunden die Produktivität bis zur achten Arbeitsstunde annähernd gleich groß ist. Nach der achten Arbeitsstunde jedoch ein eklatanter Leistungsabfall und, damit verbunden, ein Produktivitätsverlust zu erwarten ist.

Bei Verlängerung der Arbeitszeitdauer über acht Stunden hinaus, wirkt sich diese negativ auf den menschlichen Körper aus. Daraus resultiert wiederum ein Leistungsabfall.

Dazu ein Zitat aus einem wirtschaftswissenschaftlichen Diskussionspapier der Universität Bayreuth, das besagt „...*dass die Produktivität eines Individuums maßgeblich durch die Gesundheit beeinflusst wird...*“⁵

D.h. wird die Gesundheit des Menschen durch die Arbeit bzw. die Arbeitsverhältnisse unter denen diese ausgeführt wird, wie z.B. die Arbeitsumgebung oder die Intensität und Dauer der Arbeitszeit, negativ beeinflusst, lässt dies die Produktivität sinken.

Somit sollte auch im Arbeitsumfeld die Gesundheit als wichtiges Gut erkannt und entsprechend beachtet werden.

Dies drückt ebenfalls die Ottawa-Charta der WHO zur Gesundheitsförderung aus, die besagt: „*Die Art und Weise, wie eine Gesellschaft die Arbeit, die Arbeitsbedingungen und die Freizeit organisiert, sollte eine Quelle der Gesundheit und nicht der Krankheit sein.*“⁶

⁵ Albers: Arbeitsangebot und Gesundheit: Eine theoretische Analyse, S. 22.

⁶ Ottawa-Charta der WHO zur Gesundheitsförderung

1.2.1 Die physiologischen Faktoren

Ein geeignetes Instrument zur Untersuchung des Einflusses der Arbeitszeit und insbesondere deren Dauer auf den menschlichen Körper stellt die Arbeitsphysiologie dar. Sie untersucht die menschlichen Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten bezogen auf die Arbeit.⁷

Neben der Beobachtung, der Befragung und den physikalischen und chemischen Messverfahren stellt sie eine geeignete Messtechnik dar.

„Bei der physiologischen Betrachtung menschlicher Arbeit steht die Auswirkung dieser Arbeit auf den Menschen im Vordergrund; man nennt diese Auswirkung Beanspruchung.“⁸

Dabei wird in der Arbeitsphysiologie *„...unter Arbeit im allgemeinem alles verstanden, was der Mensch zur Erhaltung und Entfaltung seiner eigenen Existenz und/oder der Existenz der Gesellschaft tut, soweit es von der Gesellschaft akzeptiert und honoriert wird“⁹*

In der Arbeitsphysiologie wird als Beanspruchung die Auswirkung der Belastungen auf den Menschen verstanden. D.h. die Belastung ist die Ursache und die Beanspruchung die Wirkung. Die Beanspruchung ist nicht nur von der Belastung abhängig, sondern auch von den individuellen Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten.

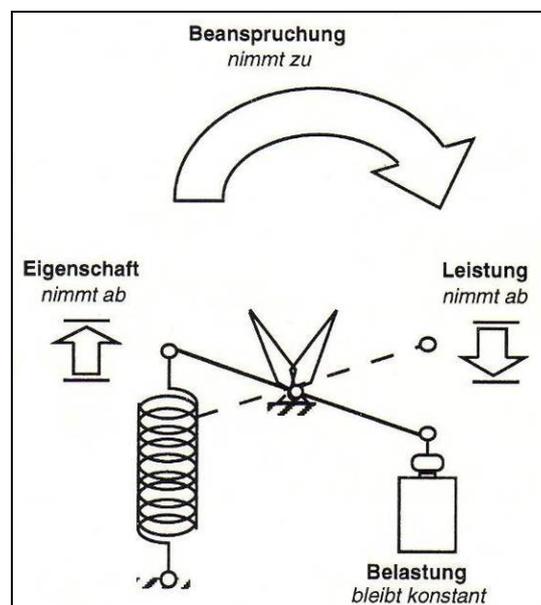


Abbildung 1: Belastungs – Beanspruchungs - Konzept¹⁰

⁷ Vgl. Rohmert: Formen menschlicher Arbeit, S. 7.

⁸ Rohmert: Formen menschlicher Arbeit, S. 7.

⁹ Rohmert: Formen menschlicher Arbeit, S. 6.

¹⁰ Quelle: Luczak: Arbeitswissenschaft, S. 31.

Zur Beschreibung der Auswirkungen der Beanspruchung des Menschen können folgende physiologische Faktoren herangezogen werden:

- das Herz-Kreislaufsystem mit Herzschlagfrequenz, Herzschlagfrequenzvariabilität, Atemfrequenz und Blutdruck
- der Stütz- und Bewegungsapparat
- die Großhirnrinde
- der Sehapparat mit Blickbewegung, Pupillendurchmesser, Lidschlußfrequenz und Flimmerverschmelzungsfrequenz
- die Hautoberfläche mit Hauttemperatur
- das Hormonsystem
- das metabolische System mit Atemvolumen, O₂- Aufnahme, CO₂ und Energieumsatz

Wie die einzelnen physiologischen Faktoren über die Arbeitszeitdauer variieren bzw. wie sie gemessen werden, soll hier nicht weiter ausgeführt werden. Informationen hierzu finden sich in der Fachliteratur, wie zum Beispiel in den Ausführungen von Lehmann¹¹.

Beispielhaft ist folgendes zu erwähnen:

Die Herzfrequenz steigt bei schwerer Arbeit stark an, mit ihr verändert sich das Herzzeitvolumen proportional. *„Der systolische Blutdruck nimmt fast proportional zur Leistung zu; (...) Der diastolische Blutdruck ändert sich nur geringfügig;“*¹²

Das Atemzeitvolumen und die Sauerstoffaufnahme steigen in Abhängigkeit von der Beanspruchung an. Weiters ändern sich die Blutgase und somit die CO₂- und O₂- Partialdrücke.

Die AUVA untersuchte im Rahmen des Programms BAUfit die Herzratenvariabilität von Bauarbeitern mit Hilfe des „HeartMan“. Dabei trugen 26 Bauarbeiter das Gerät über einen Zeitraum von zwei Wochen rund um die Uhr am Körper.

¹¹ Lehmann; Rohmert: Praktische Arbeitsphysiologie

¹² Ulmer: Umstellung auf Arbeit, S. 64.

Das Projekt hatte zum Ziel die Stressbelastung und die damit verbundene Unfallhäufigkeit „am Bau“ zu untersuchen. Dabei stellte die Herzratenvariabilität den physiologischen Indikator für Stressbelastung dar.

„Die Herzfrequenz ist nämlich die wichtigste Stellgröße des komplexen Regelnetzwerkes, an dem Herz, Kreislauf, Atmung, Temperatur, Stoffwechsel und psychomentale Einflüsse beteiligt sind. Dies verleiht der Herzfrequenz ihre typische zeitliche Struktur, die als Herzfrequenzvariabilität messbar wird.“¹³

Die Auswertungen der Messwerte wurden als „Autonomes Bild“ dargestellt, an Hand dessen der Verlauf der Stressbelastung abgelesen werden konnte.

Mit Hilfe des über die Auswertung gewonnen Wissens und durch das Setzen von Interventionen, wie Morgenturnen, ergonomische Beratung und Informationen zum mentalen Stressabbau, konnten die Unfallzahlen und Krankenstandstage auf der untersuchten Baustelle gesenkt werden.

Leider erfolgte keine Auswertung der Daten hinsichtlich der Höhe der Stressbelastung speziell in den Überstunden und wie stark diese sich auf den Körper auswirkt. Allerdings wäre, laut der Aussage eines Mitarbeiters des Joanneum Research in Weiz, eine solche Auswertung möglich.

1.2.2 Häufige Beschwerden

Neben der Darstellung der Veränderungen der physiologischen Faktoren sollen hier auch zwei Studien erwähnt werden, die durch Befragung von ArbeitnehmerInnen einen Zusammenhang zwischen körperlichen Beschwerden und Arbeitszeitdauer herstellen.

Im Rahmen einer im Jahr 2004 am Institut zur Erforschung sozialer Chancen entwickelten Untersuchung zur „Arbeitszeit 2003; Arbeitsgestaltung, Arbeitsorganisation und Tätigkeitsprofile“ wurden ArbeitnehmerInnen zur Häufigkeit gesundheitlicher Beschwerden befragt. *„Ob dies aus Sicht der Beschäftigten mit der Erwerbstätigkeit zusammenhängt, wurde nicht erfragt.“¹⁴*

Die unten stehende Abbildung stellt die am häufigsten genannten Beschwerden und deren Verteilung dar.

¹³ Moser; Frühwirt; Lackner: Stress am Bau – am Herzschlag sichtbar gemacht, S. 57.

¹⁴ Bauer; Groß; Lehmann; Munz: Arbeitszeit 2003, S. 176.

	Alle Beschäftigten	Tatsächliche Arbeitszeit von... Wochenstunden			Regelmäßig Überstundenarbeit		Regelmäßig Schicht- oder Nachtarbeit		Regelmäßig Wochenend-Arbeit	
		unter 35	35 - 40	über 40	nein	ja	nein	ja	Nein	ja
Rückenschmerzen	42	41	39	46	36	46	39	54	38	50
Kopfschmerzen	27	28	26	28	26	28	26	31	26	30
Nervosität	21	19	18	27	15	25	21	20	19	24
Psychische Erschöpfung	17	15	14	22	12	21	15	24	15	21
Niedergeschlagenheit	17	16	14	19	13	19	16	21	15	20
Schlafstörungen	16	16	13	20	12	19	14	26	14	21
Magenschmerzen	11	10	9	13	9	12	10	15	10	13
Herz-, Kreislaufprobleme	10	9	9	12	9	11	9	12	9	11

Abbildung 2: Anteil der Beschäftigten mit gesundheitlichen Beschwerden nach Arbeitszeitform (Angaben in Prozent)¹⁵

Obwohl die Beschwerden von den Befragten nicht eindeutig mit der Erwerbstätigkeit in Zusammenhang gebracht wurden, lässt sich an Hand der Ergebnisse doch eine Tendenz erkennen.

Bei allen untersuchten gesundheitlichen Beschwerden ist die Zahl jener Betroffenen höher, die regelmäßig Überstunden leisten mussten. Ebenso kann dies bei einer Wochenarbeitszeit von über vierzig Stunden beobachtet werden. Dies lässt die Vermutung zu, dass sich eine Verlängerung der Arbeitszeit negativ auf die Gesundheit der ArbeitnehmerInnen auswirkt.

Zu sehr ähnlichen Ergebnissen kommt Prof. Dr. Friedhelm Nachreiner im Rahmen seiner Machbarkeitsstudie „Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Dauer der Arbeitszeit und gesundheitlichen Beeinträchtigungen“ für die Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung e.V. in Oldenburg.

Als Grundlage für die Machbarkeitsstudie diente die „Dritte Europäische Umfrage über die Arbeitsbedingungen 2000“¹⁶. Die Ergebnisse der Umfrage sind in unten stehender Abbildung dargestellt.

¹⁵ Quelle: Bauer; Groß; Lehmann, Munz: Arbeitszeit 2003, S. 177.

¹⁶ Umfrage, die alle fünf Jahre gleichzeitig in verschiedenen Mitgliedstaaten der Europäischen Union von der „Europaen Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions“ durchgeführt wird. Die beiden ersten Umfragen fanden 1990/91 und 1995/96 statt, die dritte wurde im März 2000, die vierte im Herbst 2005 durchgeführt.

Das Ziel der Umfragen ist es, einen Überblick über den Stand der Arbeitsbedingungen in der Europäischen Union zu gewinnen und Auskunft über die Art und Weise von Veränderungen zu erhalten, die Auswirkungen auf die Erwerbsbevölkerung und auf die Qualität der Arbeitsplätze haben.

Eine Analyse dieser Ergebnisse zeigt einen Anstieg der Häufigkeit der Beschwerden bei zunehmender Wochenarbeitszeit. Allerdings stellen sich im Bereich zwischen 35 und 45 Wochenarbeitsstunden unsystematische Schwankungen ein.

Aufgabe der Machbarkeitsstudie war es zu untersuchen, ob die erhobenen Daten brauchbar sind und warum sich diese Schwankungen einstellen.

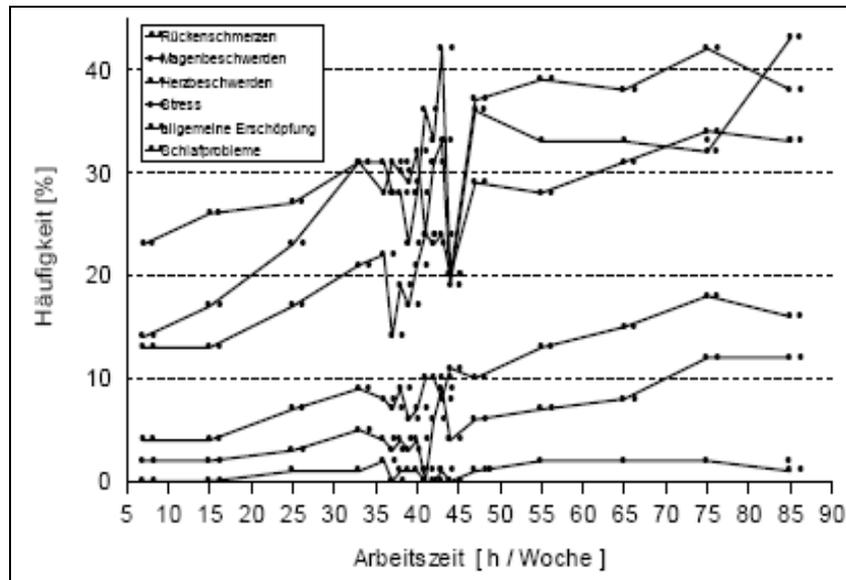


Abbildung 3: Häufigkeit unterschiedlicher Beschwerden in Abhängigkeit von der Wochenarbeitszeit¹⁷

Nachreiner kommt zu dem Schluss, dass „...aussagekräftige und belastbare Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Arbeitszeitdauer und gesundheitlichen Beschwerden möglich sind.“¹⁸ Die Schwankungen ergeben sich durch eine Umcodierung der Befragungsdaten.

Somit zeigen die Ergebnisse der Studie, dass die Häufigkeit der Beschwerden bei langer Arbeitsdauer ansteigt. Nachreiner spricht dabei von Arbeitstagen mit mehr als zehn Arbeitsstunden.

¹⁷ Quelle: Nachreiner; Rädiker; Janßen: Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Dauer der Arbeitszeit und gesundheitlichen Beeinträchtigungen, S. 12.

¹⁸ Nachreiner; Rädiker; Janßen: Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Dauer der Arbeitszeit und gesundheitlichen Beeinträchtigungen, S. 50.

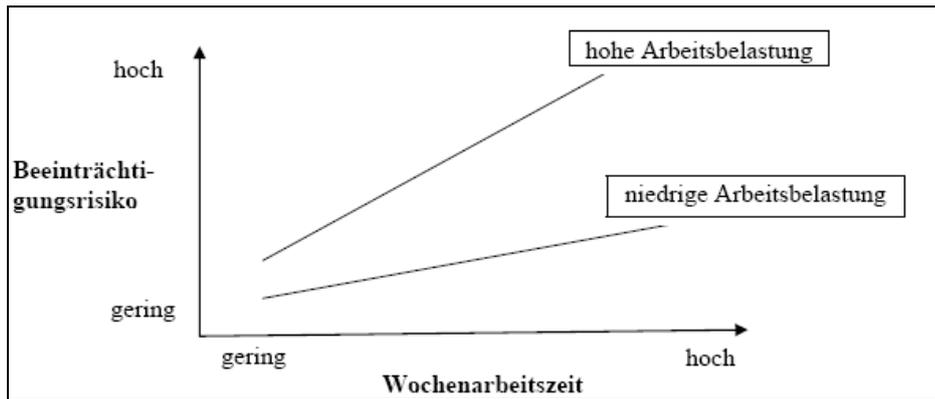


Abbildung 4: Einfluss der Wochenarbeitszeit auf das Beeinträchtigungsrisiko¹⁹

In diesem Zusammenhang soll ein grober Überblick über den Einfluss der Wochenarbeitszeit auf das Beeinträchtigungsrisiko des Menschen durch die Arbeit dargestellt werden (siehe Abbildung 4).

1.2.3 Die Ermüdung

Arbeit und deren Dauer lösen nicht nur Veränderungen im Körper aus (siehe Kapitel 1.2.1) oder rufen körperliche Beschwerden hervor, sondern führen auch zu Ermüdung.

Da es „...mit zunehmender Ermüdung (...) zu einem immer steileren Leistungsabfall...“²⁰ kommt bzw. die Ermüdung als Hauptursachen dafür anzusehen ist, soll sie hier kurz erläutert werden.

Ermüdung „... bedeutet, dass trotz konstanter Belastung die Höhe der Beanspruchung zeitabhängig zunimmt.“²¹ D.h. die Ursache bleibt dieselbe, allerdings nimmt die Wirkung auf den menschlichen Körper zu.

Die Ermüdung ist ein Phänomen, das nicht direkt messbar ist. Deshalb wird sie über Ersatzvariablen gemessen, wie z.B. über den O₂-Verbrauch, die Leistungserfüllung, die physiologischen Faktoren oder die Müdigkeit als Indikator der Ermüdung.

Dabei ist ein Charakteristikum der Ermüdung, dass sie nicht geradlinig zunimmt, sondern desto stärker ist, je länger eine Tätigkeit bei vorhandener Ermüdung durchgeführt wird.²²

¹⁹ Quelle: Nachreiner; Rädiker; Janssen: Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Dauer der Arbeitszeit und gesundheitlichen Beeinträchtigungen, S. 15.

²⁰ Graf: Arbeitsphysiologie, S. 57.

²¹ Luczak: Arbeitswissenschaft, S. 279.

²² Vgl. Institut Mensch und Arbeit München: Taschenbuch Mensch und Arbeit, S. 152

Allerdings ist Ermüdung „... eine als Folge von Tätigkeit auftretende reversible Herabsetzung der Funktionsfähigkeit eines Organs oder eines Organismus.“²³

Somit kann die Ermüdung durch Erholung wieder rückgängig gemacht werden. Dazu dienen Pausen.

In welcher Weise und Länge die Pausen zu erfolgen haben, wird in der Literatur oftmals behandelt (siehe dazu Rohmert, Rutenfranz, Luczak, Graf). Im Rahmen dieser Arbeit soll allerdings nur auf diese Literatur verwiesen werden.

1.2.4 Der Stress

„Oft wird mit Stress ein Zustand bezeichnet, in dem man sich unter "Druck" fühlt, müde, erschöpft und ausgelaugt ist.“²⁴

Stress äußert sich am Bau als Folge von Zeitdruck, der durch einen engen Kostenrahmen aber auch durch Planungsfehler verursacht wird²⁵.

Wie in Abbildung 3 zu sehen, wird Stress durch die Betroffenen ähnlich einer Erkrankung wahrgenommen, wobei es nicht nur zu körperlichen Beschwerden kommt, sondern auch zu psychischen Beanspruchungen.

Durch Stress kann es zu einer Minderung der persönlichen Leistungsfähigkeit kommen.

Neben dem leistungsmindernden Charakter von Stress, soll er in dieser Arbeit hauptsächlich als häufige Ursache für Arbeitsunfälle erwähnt werden.

Ein direkter Zusammenhang zwischen einer langen Arbeitszeitdauer und Stress kann bislang nicht angenommen werden.

Trotzdem titelt die Zeitschrift Verdi, ein Magazin der vereinten Dienstleistungsgewerkschaft für den Fachbereich Verkehr:

„Lange Arbeitszeit macht krank. Ergebnisse der Arbeitszeitforschung belegen, dass lange Arbeitszeiten zu erheblichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen, zu erhöhtem Stress, zu Ermüdung und einer damit verbundenen Steigerung des Unfallrisikos führen können.“²⁶

²³ Luczak: Ermüdung in Praktische Arbeitsphysiologie, S. 71

²⁴ <http://www.arbeiterkammer.at/www-192-IP-19373.html>.

²⁵ Vgl. Ender: BAUfit: Ein Präventionsprogramm für Baufirmen in Sichere Arbeit 3/2001.

²⁶ Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft (ver.di) in Magazin des Fachbereichs Verkehr, 2005/1, S. 4.

Im Zusammenhang mit Stress sei als Ergänzung das seit längerem im Sprachgebrauch befindliche Burnout – Syndrom erwähnt. Dieser Erschöpfungszustand entsteht in erster Linie als Folge von Stress und kann schwerwiegende gesundheitliche Auswirkungen mit sich bringen, die bis zur längeren Arbeitsunfähigkeit reichen können.

1.2.5 Die Freizeit

Ein weiterer Punkt, der hier nur am Rande erwähnt werden soll, ist der Einfluss der täglichen Arbeitszeitdauer auf die Freizeitdauer.

Unter Arbeitszeitdauer ist hier nicht alleine die Zeit, die direkt am Arbeitsplatz verbracht wird, zu verstehen, sondern auch die Wegzeiten von und zur Arbeit bzw. die Vor- und Nachbereitung für die Arbeit (Umziehen, Waschen).

„Wesentliche Aufgabe der Freizeit ist die Erholung von den körperlichen und psychischen Beanspruchungen der Arbeit und damit die Wiederherstellung und Erhaltung der Arbeitsfähigkeit.“²⁷ D.h. es soll während der Freizeit die Möglichkeit zu körperlicher und geistiger Regeneration bestehen.

Nach Rutenfranz soll die sozial nutzbare Zeit mindestens 2,5 Stunden pro Tag betragen.²⁸

Ein weiterer Aspekt der Freizeit ist die soziale Einbindung des Menschen.

Können auf Grund von Zeitmangel soziale Kontakte nicht mehr gepflegt bzw. geknüpft werden und kann der Mensch nicht mehr von der Arbeit „abschalten“, so kann dies zu einem Abfall der Leistungsfähigkeit und damit zu einem Produktivitätsverlust führen.

„Damit wird deutlich, dass die Diskussion zu überlangen Arbeitszeiten nicht alleine vor dem Hintergrund der Arbeitsbelastung geführt werden kann, sondern dass Arbeitszeit auch mit der Zeit für Erholung (einschließlich Schlaf) und der Zeit für gesellschaftliche Teilhabe in einer Wechselwirkung steht.“²⁹

Wie wichtig der soziale Aspekt ist, soll durch unten stehende Abbildung verdeutlicht werden. Laut dieser Darstellung besteht ein Zusammenhang zwischen sozialer Integration und Sterblichkeit.

²⁷ Hildebrandt: Freizeit und Urlaub in Praktische Arbeitsphysiologie, S. 381.

²⁸ Vgl. Rutenfranz; Knauth; Nachreiner: Arbeitszeitgestaltung, S. 576.

²⁹ Universitätsklinikum Heidelberg: Arbeitswissenschaftliche und arbeitsmedizinische Erkenntnisse zu überlangen Arbeitszeiten, S. 6.

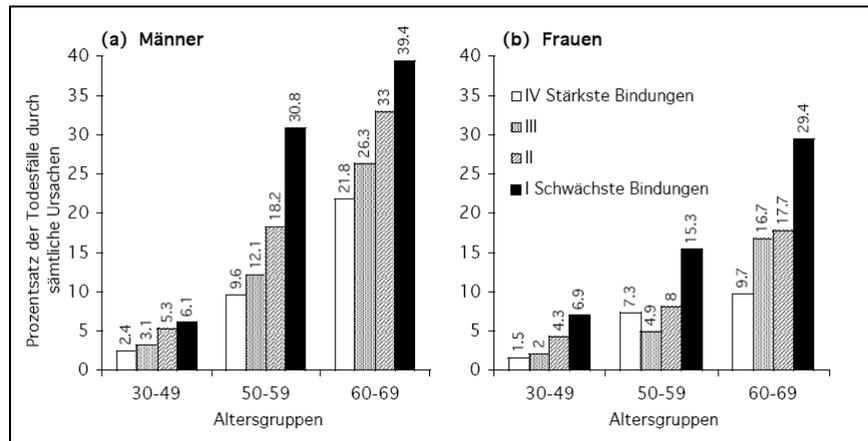


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen sozialer Integration und Sterblichkeit³⁰

1.2.6 Das Unfallrisiko

Laut der Unfallstatistik 2001-2005 der Allgemeinen Versicherungsanstalt (AUVA), Abteilung Statistik, passiert jeder fünfte Arbeitsunfall am Bau.

Damit kann gesagt werden: „*Bauarbeiter gehören zu der am stärksten von Arbeitsunfällen betroffenen Bevölkerungsgruppe.*“³¹ D.h. es passieren überdurchschnittlich viele Unfälle in der Baubranche und in den meisten Fällen wird der Mensch die Ursache dafür sein.

Die Studie der Arbeitsinspektion mit dem Titel „Arbeitsunfälle mit Maschinen“ vom November 2001 bestätigt diese Annahme - als Hauptursache für Unfälle mit Maschinen gilt der „Faktor“ Mensch.

Nun soll geklärt werden, ob es in der Überstundenzeit eine Häufung der Unfälle und somit ein erhöhtes Unfallrisiko auftritt.

Die unten stehende Tabelle dient als Grundlage für die weitere Auswertung. Da ein Vergleich der Anzahl der Arbeitsunfälle der Jahre 2001 bis 2005 gezeigt hat, dass ihre Verteilung auf die einzelnen Gewerke immer annähernd gleich ist, wird das Jahr 2005 herangezogen.

³⁰ Quelle: Berkman; Syme: Social networks, host resistance, and mortality: A nine-year follow-up study of Alameda County residents, S. 186 – 204.

³¹ BAU fit Beratungs- und Trainingsprogramme für Baufirmen, Endbericht AUVA-Projekt 1999-2000, S.5.

Anerkannte Arbeitsunfälle im engeren Sinn 2005																									
Uhrzeit	zwischen 10-11 Uhr	zwischen 11-12 Uhr	zwischen 15-16 Uhr	zwischen 14-15 Uhr	zwischen 08-09 Uhr	zwischen 09-10 Uhr	zwischen 16-17 Uhr	zwischen 13-14 Uhr	zwischen 12-13 Uhr	zwischen 07-08 Uhr	zwischen 17-18 Uhr	zwischen 18-19 Uhr	zwischen 06-07 Uhr	zwischen 19-20 Uhr	zwischen 00-01 Uhr	zwischen 20-21 Uhr	zwischen 21-22 Uhr	zwischen 23-24 Uhr	zwischen 22-23 Uhr	zwischen 03-04 Uhr	zwischen 05-06 Uhr	zwischen 01-02 Uhr	zwischen 02-03 Uhr	zwischen 04-05 Uhr	Gesamt
Berufe	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Hochbau, Brücken- und Tunnelbau u. ä.	1185	1129	1063	1049	962	740	914	692	363	504	326	116	85	53	61	44	43	35	23	30	30	28	26	23	9.524
Zimmerei, Dachdeckerei, Bauspenglerei	357	346	358	297	264	273	240	220	155	128	77	35	34	19	25	6	4	1	4	2	4	1	1	-	2.851
Gas-, Wasser-, Heizungs- u. Lüftungsinstallation	287	268	250	216	181	203	154	155	98	75	48	24	5	16	10	3	4	-	-	1	-	-	-	-	1.998
Elektroinstallation	258	243	226	228	164	247	132	183	87	71	48	21	16	16	11	9	4	3	6	1	-	-	-	1	1.975
Malerei und Anstreicherei	160	125	136	130	92	112	77	77	84	29	24	12	10	8	7	-	5	1	1	2	1	-	1	-	1.094
Spezialbau und sonstiger Tiefbau	73	88	71	67	56	62	63	51	33	37	24	12	2	7	5	4	3	4	4	1	3	3	2	4	679
Bautischlerei und Bauschlosserei	86	79	75	54	55	50	53	50	42	20	24	5	1	5	1	3	2	1	-	-	-	-	-	1	607
Fußboden-, Fliesen- u. Plattenlegerei	73	64	55	77	39	56	47	52	32	21	22	10	6	4	7	2	1	-	2	-	-	-	-	-	570
Straßenbau und Eisenbahnoberbau	47	46	49	41	42	29	43	29	14	19	15	1	9	6	3	1	1	1	-	4	-	-	1	-	401
Abbruch-, Spreng- u. Erdbewegungsarbeiten	27	17	26	27	20	28	27	17	8	21	15	5	2	3	1	-	1	1	2	-	1	1	-	-	250
Sonstige Bauinstallation	28	24	25	36	25	31	17	20	11	11	11	4	6	3	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	255
Sonstiges Ausbau- und Bauhilfsgewerbe	27	28	31	31	18	14	18	14	17	4	18	5	1	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	230
Stuckaturgewerbe, Gipserei u. Verputzerei	27	23	23	20	13	16	15	19	7	6	9	1	2	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	185
Wärme-, Kälte-, Schall- und Branddämmung	6	14	8	8	7	9	9	7	3	2	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	76
Vermietung v. Baumaschinen mit Personal	2	5	3	6	4	3	1	4	2	2	1	1	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	37
Wasserbau	-	2	2	2	6	1	1	4	3	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
Test- und Suchbohrung	-	-	-	-	-	2	2	-	1	1	2	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	10
	2.643	2.501	2.401	2.289	1.948	1.876	1.813	1.594	960	953	666	253	179	145	134	75	70	48	45	41	41	33	31	29	20.768

Tabelle 3: Anerkannte Arbeitsunfälle 2005³²³² Quelle: AUVA Allgemeine Unfallversicherungsanstalt

Trägt man nun die Werte aus Tabelle 3 auf, so stellt sich folgende Verteilung dar:

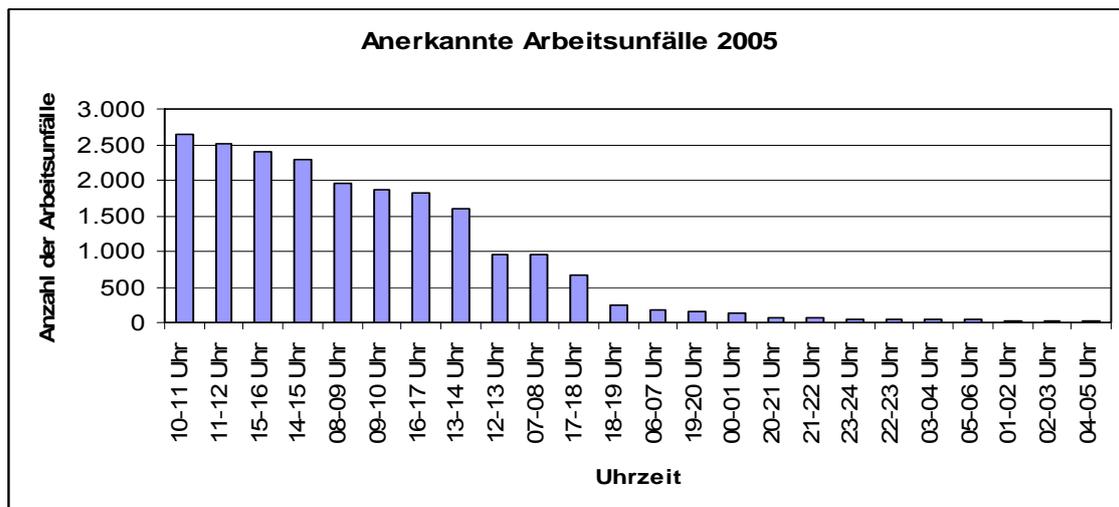


Tabelle 4: Verteilung der anerkannten Arbeitsunfälle 2005

Stellt man diese Ergebnisse im Tagesverlauf dar, so lassen sich drei Spitzen der Anzahl der Unfälle erkennen (siehe Abbildung unten).

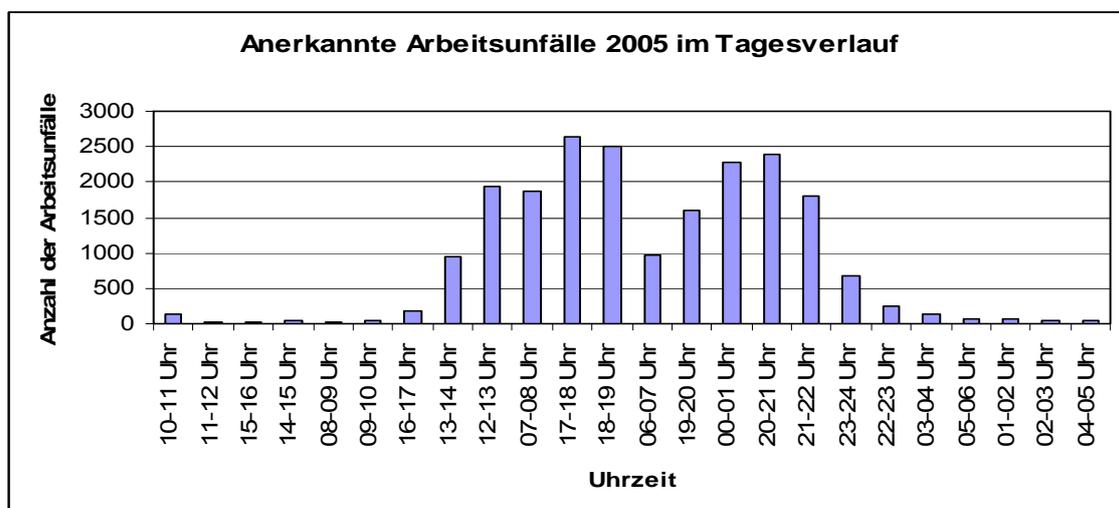


Tabelle 5: Anerkannte Arbeitsunfälle 2005 im Tagesverlauf dargestellt

Ein Vergleich mit der physiologischen Leistungskurve (siehe Abbildung 6) zeigt, dass die oben dargestellte Kurve annähernd die reziproken Werte der menschlichen Leistungsfähigkeit abbildet. D.h. sinkt die Leistungsfähigkeit, steigt die Häufigkeit der Unfälle.

Die physiologische Leistungskurve, wie sie in Abbildung 6 zu sehen ist, macht den Zusammenhang von Leistungsfähigkeit und Tageszeit sichtbar. Laut ihr hat der Mensch zwischen 9 Uhr und 11 Uhr und von 17 Uhr bis 19 Uhr ein Maximum an Leistungsfähigkeit.

Wie oben dargestellt sind die Spitzen der Unfallanzahl zwischen 10 Uhr und 12 Uhr bzw. zwischen 14 Uhr und 16 Uhr und somit meist außerhalb der Leistungsspitzen.

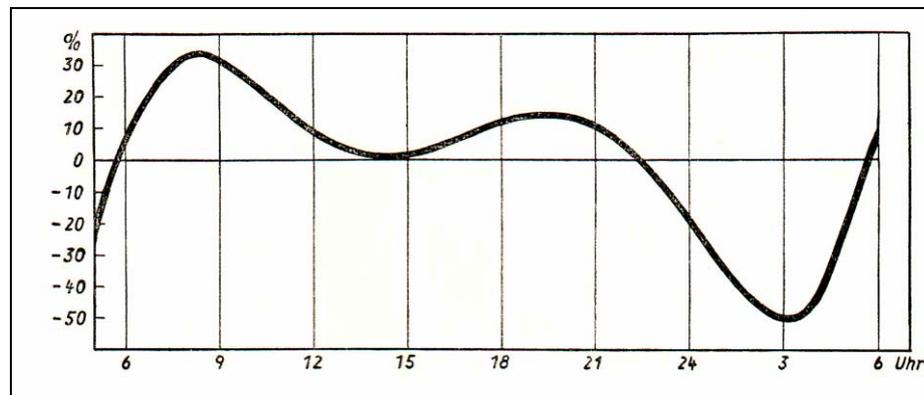


Abbildung 6: Physiologische Leistungskurve (Parabel 5. Ordnung)³³

Dazu ein kurzer Exkurs:

Die Physiologische Leistungskurve lässt sich aus einer anderen, in der einschlägigen Literatur zum Thema Arbeitszeit und Leistung, oftmals zitierten Kurve ableiten.

Zur Ermittlung dieser Kurve wurden zwischen 1921 und 1931 in Schweden die Fehlansreibungen innerhalb dreier Schichten von Gasanstaltsmitarbeitern aufgezeichnet. Dabei wurden rund 175 000 Anschreibungen bei rund 75 000 Fehlern protokolliert. Wobei die durchschnittliche Fehleranzahl am Tag gleich 100% gesetzt wurde, um dann die Fehlerhäufigkeit zu jeder einzelnen Stunde in Relation zu diesem Durchschnittswert setzen zu können.

„Auffallend ist, dass die Verteilung der Fehlleistungen auf die Tageszeit zu Beginn der Schichtzeit (6.00, 14.00 und 22.00 Uhr) keine Unstetigkeit aufweist, obwohl zu diesen Zeiten ausgeruhte Arbeitskräfte die Arbeit aufnehmen.“³⁴

D.h. die Fehlerzahl der beginnenden Schichtarbeiter war gleich der Fehlerzahl jener Arbeiter, die ihre Schicht gerade beendeten.

Somit ergibt sich ein Verlauf der Fehlerhäufigkeit, der in unten stehender Abbildung dargestellt ist.

³³ Quelle: Graf: Arbeitsphysiologie, S. 16.

³⁴ Hager: Untersuchung von Einflussgrößen und Kostenänderungen bei Beschleunigungsmaßnahmen von Bauvorhaben, S. 65.

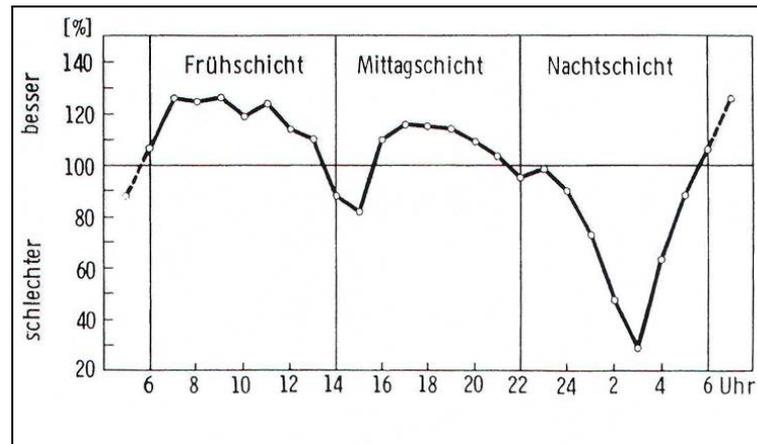


Abbildung 7: Tagesgang der Leistungsd disposition (nach Bjerner, Holm und Swensson)³⁵

Nun wurde die Häufigkeit von Unfällen behandelt und eine Erklärung dafür geliefert.

Mit Hilfe der Daten der AUVA (siehe Tabelle 3 bis Tabelle 5) lässt sich jedoch keine Aussage über das Risiko von Unfällen treffen. Es wird lediglich die Anzahl der gemeldeten Unfälle erfasst. Die Zahl der zu dieser Zeit tatsächlich Arbeitenden wird allerdings nicht berücksichtigt.

Aus der Kurve in Tabelle 5 lässt sich ablesen, dass die Anzahl der Unfälle nach 18 Uhr sinkt, allerdings werden weniger Leute auf der Baustelle bzw. in der Arbeit sein und somit dürfen die Zahlen nicht als Absolutwerten betrachtet werden.

Zur Thematik des erhöhten Unfallrisikos bei längerer Arbeitszeit gibt es Untersuchungen von Prof. Dr. Friedhelm Nachreiner von der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg. Die nachfolgenden Tabellen stellen seine Ergebnisse zur Unfallwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Arbeitsdauer dar bzw. hat er die Daten unterschiedlicher Autoren seinen Ergebnissen gegenüber gestellt.

Die Tabellen zeigen nicht nur die Absolutwerte der Unfallstatistik, sondern auch das relative Unfallrisiko.

³⁵ Quelle: Knauth: Physiologische Arbeitskurve und biologische Rhythmik, S.120.

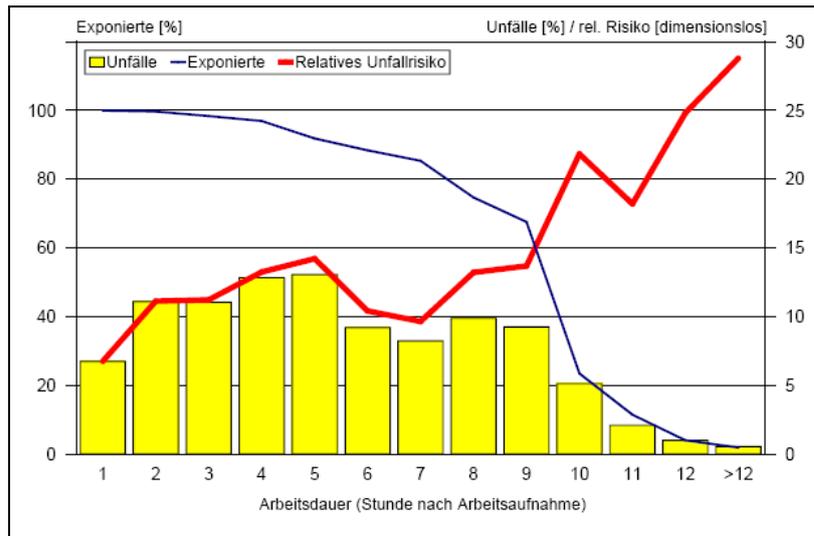


Abbildung 8: Zusammenhang der Arbeitszeit und Häufigkeit von Arbeitsunfällen³⁶

Der Vergleich der durch Nachreiner ermittelten Anzahl der Unfälle (gelbe Blöcke) mit den Unfällen, die in Tabelle 5 dargestellt sind, zeigt eine Übereinstimmung. Wird von einem Arbeitsbeginn um 7.00 Uhr ausgegangen, so zeigen sich in den Daten der AUVA die Spitzen der Unfallzahlen ebenfalls in der 4. und 5. Arbeitsstunde bzw. in der 8. und 9. Arbeitsstunde.

Neben seinen eigenen Ergebnissen fasst Nachreiner auch weitere Studien zusammen, die seine eigenen Auswertungsergebnisse unterstreichen.

Somit kann von einer Beeinflussung der Anzahl der Unfälle auf Grund einer Ausdehnung der Arbeitszeit gesprochen werden.

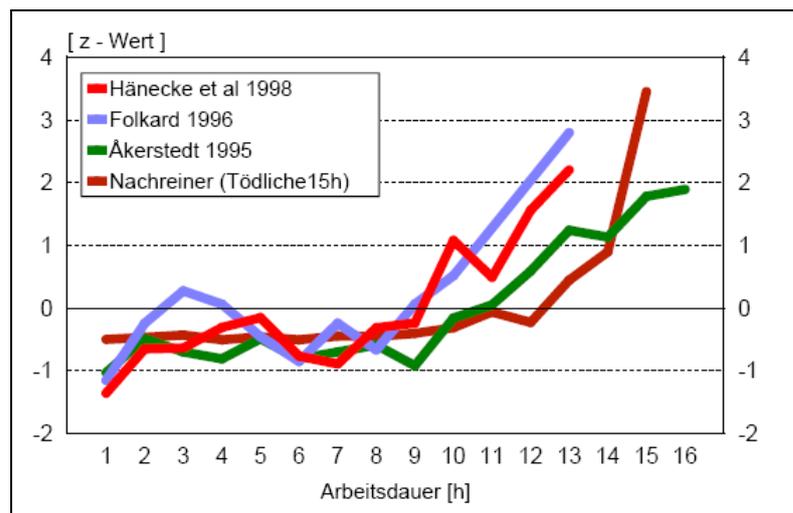


Abbildung 9: Zusammenfassung verschiedener Studien zur Unfallwahrscheinlichkeit³⁷

³⁶ Quelle: Nachreiner: Präsentation Arbeitszeit und Gesundheit arbeitspsychologische Bewertung der aktuellen Diskussion um Arbeitszeitverlängerung und -flexibilisierung

³⁷ Quelle: Nachreiner: s.o.

Die Überlegung bestand, die Aussage von Nachreiner mittels einer firmeninternen Unfallstatistik eines großen österreichischen Bauunternehmens zu verifizieren. Zwar konnten die Unfallzahlen leicht ermittelt werden – sie sind in nachfolgender Abbildung dargestellt – allerdings gelang es nicht, diese auf die zu diesem Zeitpunkt tatsächlich arbeitenden Personen umzulegen.

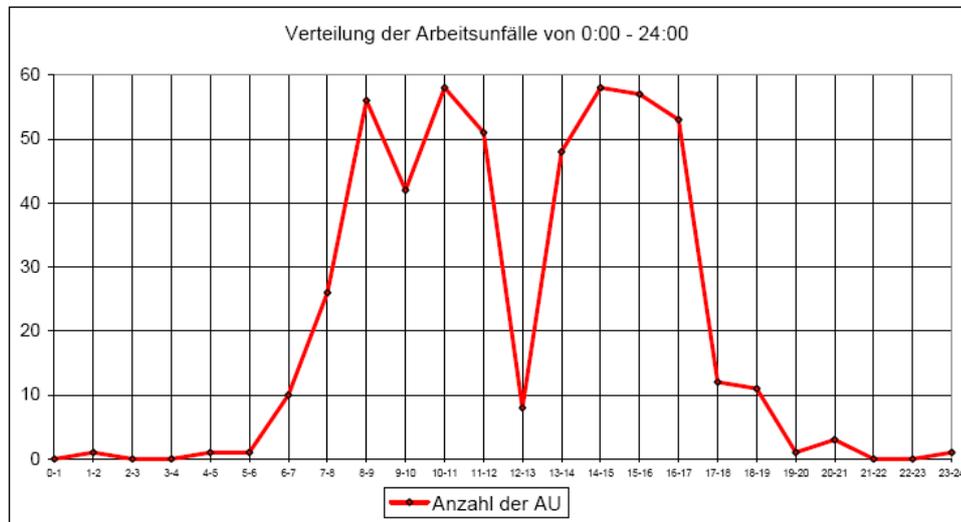


Abbildung 10: Verteilung der Arbeitsunfälle (AU) in einem österreichischen Bauunternehmen

In oben dargestellter Abbildung finden sich die tatsächlichen Unfallzahlen für den Zeitraum vom Jänner 2006 bis September 2006. Es wurden insgesamt 498 Unfälle erfasst und die Verteilung über den Tagesverlauf entspricht in etwa den Daten der AUVA.

Leider gelang es nicht den Verlauf der Kurve von Nachreiner zu bestätigen, da lediglich die Unfallzahlen des Unternehmens aufgezeichnet wurden. Der Versuch die Unfallzahlen in ein Verhältnis zu den tatsächlich Arbeitenden zu jeder Stunde zu setzen, scheiterte. Somit kann leider im Rahmen dieser Arbeit keine Aussage darüber getroffen werden, ob das Unfallrisiko ab der achten Stunde tatsächlich steigt. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass dies der Fall ist. Wie bereits oben erwähnt, kommen neben der von Nachreiner auch andere Studien zu diesem Ergebnis.

1.2.6.1 Die Unfallfolgekosten

Unfälle sind, wie bereits oben erwähnt, gerade in der Baubranche sehr häufig.

Dies ist nicht nur für die davon Betroffenen außerordentlich bedauernswert, sondern muss auch aus einem anderen Gesichtspunkt betrachtet werden.

Neben den Auswirkungen eines Unfalls auf den Menschen selbst, kommt auch eine ökonomische Komponente dazu – Unfälle verursachen Kosten.

Oftmals wird auf Grund von Zeitdruck und der Angst vor möglichen Pönalen Forcierung und damit eine längere Arbeitszeit angeordnet. Abbildung 8 und Abbildung 9 zeigen, dass sich das Unfallrisiko aber gerade in den Überstunden stark erhöht. Damit stellt sich die Frage, wie groß die Einsparung durch die Ausweitung der Arbeitszeit tatsächlich ist.

Die Unfallfolgekosten betragen laut der Unfallstatistik der AUVA für das Bauwesen in den Jahren 2001-2005 durchschnittlich 15.102€ pro Arbeitsunfall im engeren Sinn (bei 20.816 Unfällen). D.h. der Unfall passiert während der Zeit, die tatsächlich am Arbeitsplatz verbracht wird. Zuzüglich der Wegunfälle „kostet“ ein Unfall 15.687€ (bei 21.699 Unfällen).

Somit lag die Gesamtsumme der Unfallfolgekosten in Österreich für das Jahr 2005 bei 340.388.033€.

Laut der ILO³⁸ ergibt sich ein Minus von 4% des weltweiten Bruttosozialprodukts auf Grund der Kosten für Fehlzeiten, Behandlung und Kompensationszahlungen nach Arbeitsunfällen und durch Arbeit verursachte Erkrankungen.

³⁸ The International Labour Organization is the UN specialized agency which seeks the promotion of social justice and internationally recognized human and labour rights. It was founded in 1919 and is the only surviving major creation of the Treaty of Versailles which brought the League of Nations into being and it became the first specialized agency of the UN in 1946.

2 Die Produktivität

2.1 Definition

Der Duden definiert Produktivität als Fruchtbarkeit, Ergiebigkeit und Schaffenskraft bzw. als Menge der Güter, die in einem bestimmten Zeitraum hergestellt werden, definiert.

Es existiert darüber hinaus eine Vielzahl von Definitionen der Produktivität. *„Je nachdem, was als Aufwand oder Ertrag angesehen bzw. in die Rechnung einbezogen wird, ist auch der ermittelte Ausdruck der Produktivität ein verschiedener.“*³⁹

In der Baubranche gilt die Produktivität als der Bauproduktionswert je BauarbeiterIn. Wobei der Bauproduktionswert der *„...Produktionswert von Baustellen aus reiner Bautätigkeit (an AuftraggeberInnen verrechenbare Eigenleistung, Rohstoff und Fremdleistungen)“*⁴⁰ ist.

Der Produktionswert wird in Gabler Wirtschaftslexikon als *„Summe der Herstellkosten aller im Abrechnungszeitraum erzeugten Güter“*⁴¹ definiert.

Oberndorfer und Jodl definieren die Produktivität in technisch-organisatorischer Hinsicht, indem sie das mengenmäßige Ergebnis eines Produktionsvorganges (Produktionsmenge) dem mengenmäßigen Einsatz an Produktionsfaktoren gegenüberstellen.⁴²

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Produktionsmenge}}{\text{Menge der zur Herstellung benötigten Produktivitätsfaktoren}}$$

Eine weitere Definition aus wirtschaftlicher Sicht lautet: Produktivität *„... ist die in Mengen oder Werten (...) ausgedrückte Leistung der Produktionsfaktoren Arbeit, Boden oder Kapital. Die Produktivität des Produktionsfaktors Arbeit wird pro Arbeitskraft oder besser je geleisteter Arbeitseinheit einer Arbeitskraft gemessen, gewöhnlich je geleisteter Arbeitsstunde (...). Die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität wird in der Regel als Bruttosozialprodukt zu konstanten Preisen eines Basisjahres je geleistete Arbeitsstunde angegeben...“*⁴³

³⁹ Burgardt: Produktivität und Produktivitätsmessung im nationalen und internationalen Vergleich, S. 9.

⁴⁰ Oberndorfer: Claim Management, S. 42.

⁴¹ Gabler Wirtschaftslexikon, S. 1030.

⁴² Vgl. Oberndorfer; Jodl: Handwörterbuch der Bauwirtschaft, S. 124.

⁴³ Gruhler: Technik – Produktivität - Arbeitsmarkt, S. 74.

Damit ist die Arbeitsproduktivität als Produktivität des Produktionsfaktors Arbeit definiert.

Nachfolgende Formel stellt die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität dar:

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{BIP}_{\text{real}}}{\text{Arbeitsvolumen}} = \frac{\text{BIP}_{\text{real}}}{E \cdot h}$$

wobei BIP_{real} das reale Bruttoinlandsprodukt, E die Anzahl Erwerbstätiger und h die Anzahl der geleisteten Arbeitsstunden je Erwerbstätigen ist.⁴⁴

Die oben angeführten Definitionen der Produktivität aus technisch-organisatorischer und wirtschaftlicher Sicht erscheinen als sinnvoll, auch wenn Müller in seiner Ausführung zur „Entwicklung eines Verfahrens zur wertmäßigen Bestimmung der Produktivität und Wirtschaftlichkeit von Personalentwicklungsmaßnahmen in Arbeitsstrukturen“ folgendes zur Produktivität schreibt:

„Die Produktivität wird als Ergiebigkeit und damit als vorwiegend materieller Tatbestand verwendet. Die zweite Bedeutung des Produktivitätsbegriffs, der sich auf die immateriellen Tätigkeiten des Menschen bezieht, ist ungeeignet zur Beschreibung von Systemen.“⁴⁵

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Ergebnis}}{\text{Einsatz}}$$

Obwohl der Ansatz von Müller nicht vom Produktionsfaktor Arbeit ausgeht, kann die von ihm angeführte Formel für die Produktivität als allgemeingültig beschrieben werden. Durch ihre starke Vereinfachung kann sie zum Verständnis des Begriffs der Produktivität beitragen.

Eine Definition des Produktivitätsfaktors Arbeit liefert Behrens:

„Die Arbeit, die Funktion der menschlichen Arbeitskraft im Arbeitsprozess, ist die produktive Arbeit. (...) Produktive Arbeit, ganz allgemein, ist zweckmäßige menschliche Tätigkeit zur Erzeugung materieller Güter, Gebrauchswerte, zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse.“⁴⁶

⁴⁴ Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon, S. 318

⁴⁵ Müller: Entwicklung eines Verfahrens zur wertmäßigen Bestimmung der Produktivität und Wirtschaftlichkeit von Personalentwicklungsmaßnahmen in Arbeitsstrukturen in Forschung und Praxis 75, S. 23.

⁴⁶ Behrens: Die Arbeitsproduktivität, S. 13.

Einen ganz anderen Ansatz zur Definition der Arbeitsproduktivität liefert Sommerauer in seiner Dissertation.

Als Grundlage dienen ihm die Überlegungen von Clemens Lukas Lutz, der mit Hilfe des Ursache-Wirkungs-Modells „...ein Abbild natürlicher Gegebenheiten (...) unter Hervorhebung für wesentlich erachteter Eigenschaften und Außerachtlassen als nebensächlich angesehener Aspekt“⁴⁷ schafft. Für die Entwicklung eines Modells stehen hauptsächlich Federn, Dämpfer und Reibelemente zur Verfügung.

Sommerauer definiert die Arbeitsproduktivität mit Hilfe eines Masse-Feder-Modells. Wobei er kein Rechenmodell entwickeln wollte. „Vielmehr hilft das gewählte Modell, komplexe Zusammenhänge zu erkennen, zu verstehen und handhabbar zu machen – es stellt ein qualitatives (und nicht quantitatives) Hilfsmittel bzw. Werkzeug dar.“⁴⁸

Sein Modell besteht aus drei Federn⁴⁹, wobei eine die Rahmenbedingungen der auszuführenden Arbeit abbildet, eine weitere den vorhandenen Organisationsgrad und die dritte Feder die individuelle Leistungsfähigkeit der Arbeiterin/des Arbeiters.

Die Federn werden durch eine Arbeitslast belastet. Dies führt dazu, dass sie sich entlang des Projektweges vertikal bewegen.

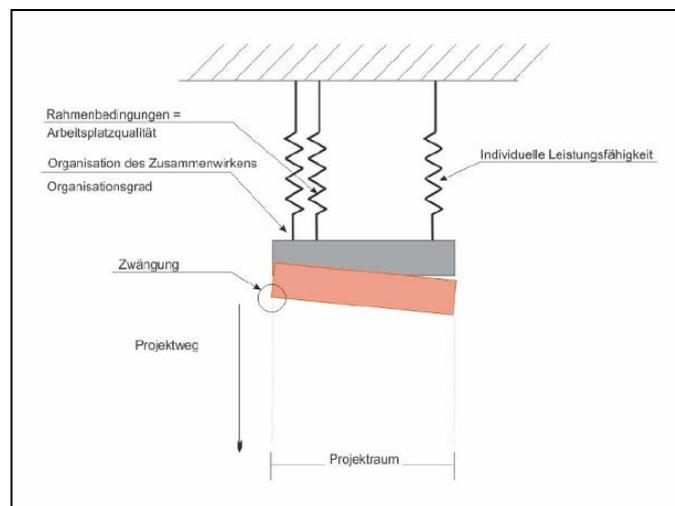


Abbildung 11: Masse-Feder-Modell zur Arbeitsproduktivität⁵⁰

„In dem gewählten Modell stellen die Rahmenbedingungen und der Organisationsgrad die ursächlichen Beeinflusser der individuellen Leistungsfähigkeit dar – sie haben somit indirekte

⁴⁷ Lutz: Ursache und Wirkung in Gesundheits-Ingenieur 2002/4, S. 193.

⁴⁸ Sommerauer: Der Erfolgsfaktor Mensch am Bau, S. 94.

⁴⁹ Die Feder ist ein einfaches, anschauliches Element. Wenn an sie eine äußere Last angehängt wird, verlängert sie sich um ein bestimmtes Maß. Sie zeichnet sich durch Linearität zwischen Kraft und Verformung aus. (Lutz, S. 198)

⁵⁰ Quelle: Sommerauer: Der Erfolgsfaktor Mensch am Bau, S. 95.

Wirkung auf die Arbeitsproduktivität und die Arbeitsplatzqualität. Die individuelle Leistungsfähigkeit wirkt dagegen direkt auf diese zwei Zielgrößen.“⁵¹

Nachfolgende Abbildung stellt die Ursachen und Wirkungen des Modells dar.

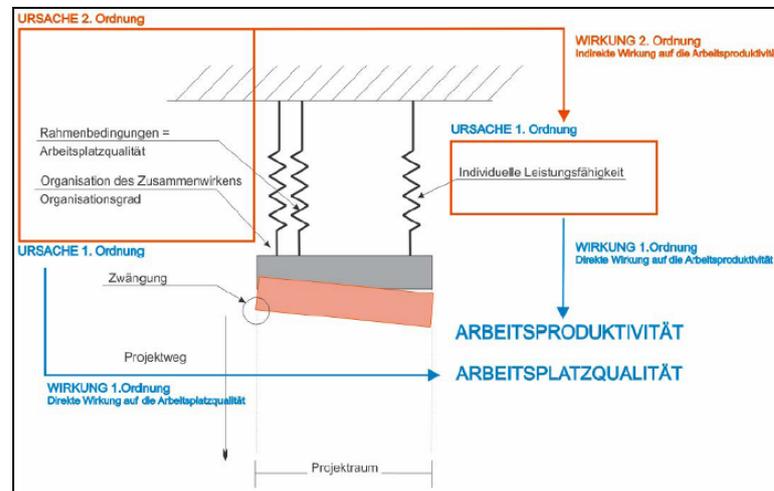


Abbildung 12: Ursache-Wirkungsbeziehungen im Modell⁵²

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird die Arbeitsproduktivität für einzelne Betriebe bzw. ArbeiterInnen definiert. Damit steht die menschliche Leistungsfähigkeit im Zentrum der Untersuchungen, da ein Produktivitätsverlust auf Grund des Abfalls dieser zu erwarten ist. Die Arbeitsproduktivität kann in diesem Fall einer Stundenproduktivität gleichgesetzt werden, da durch das Studium dieser, vermeidbare Verlustquellen aufgespürt und Wege zu einer menschlichen und sozialen Rationalisierung aufgezeigt werden können.⁵³

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{erbrachte Arbeitsmenge}}{\text{effektive Arbeitsstunde}} \quad [\text{m}^3/\text{h}], [\text{lfm}/\text{h}], [\text{Stk.}/\text{h}]$$

Die oben angeführte Definition setzt die erbrachte Arbeitsmenge in Relation zu den dafür notwendigen effektiven Arbeitsstunden. Wobei die erbrachte Arbeitsmenge als jene Menge definiert wird, die in einer bestimmten Zeiteinheit durch eine Arbeitskraft erbracht wird. Sie ist immer messbar und wird durch eine Einheit beschrieben (z.B. Stück, lfm, m², usw.).

⁵¹ Sommerauer: Der Erfolgsfaktor Mensch am Bau, S. 95.

⁵² Quelle: Sommerauer: Der Erfolgsfaktor Mensch am Bau, S. 96.

⁵³ Vgl. Graf: Arbeitsphysiologie, Vorwort

Als Zeiteinheit werden die effektiven Arbeitsstunden gewählt. Diese sind die tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden abzüglich der Gesamtausfallzeit.

$$\text{Effektive Arbeitsstunde} = \text{tatsächlich geleistete Arbeitsstunde} - \text{Gesamtausfallzeit}$$

Die Gesamtausfallzeit setzt sich aus exogenen und endogenen Ausfallzeiten zusammen. Wobei die exogenen Ausfallzeiten nicht im Verantwortungsbereich der beobachteten Personen liegen, wie z.B. Umwelteinflüsse, das Warten auf Baumaterial oder Maschinen, fehlende Vor- bzw. Planleistungen, usw.

Die endogenen Ausfallzeiten sind jedoch von den beobachteten Personen selbst verschuldet worden, z.B. willkürliche Pausen, Nachbesserungsarbeiten auf Grund von mangelhafter Ausführung, Organisationsmängel, usw. ⁵⁴

„Die Messung der Arbeitsproduktivität soll nicht nur exakt und manipulationssicher, sondern auch einfach und billig sein.“⁵⁵

2.2 Die Tagesproduktivität

Die Tagesproduktivität ergibt sich aus der Aufsummierung der einzelnen Stundenproduktivitäten innerhalb eines Tages. Sie stellt das Verhältnis der an einem Tag erbrachten Arbeitsmenge zur dafür benötigten effektiven Arbeitszeit dar.

Sie wird allerdings für die weiteren Untersuchungen nicht herangezogen.

$$\text{Tagesproduktivität} = \frac{\text{täglich erbrachte Arbeitsmenge}}{\text{effektive Arbeitsstunden}}$$

2.3 Die Wochen- und Monatsproduktivität

Der Vollständigkeit halber sollen hier auch die Wochenproduktivität und die Monatsproduktivität definiert werden. Allerdings wird im Weiteren nicht näher darauf eingegangen, da für die Untersuchung des „Einflusses der täglichen Arbeitszeitdauer auf die Produktivität“ die Stundenproduktivität herangezogen wird.

Die Wochen- und Monatsproduktivität kann aus der Aufsummierung der Tagesproduktivitäten ermittelt werden. Allerdings sollte unten stehendes beachtet werden:

⁵⁴ Vgl. Car: Messung und Analyse von Produktivität auf Baustellen, S. 33.

⁵⁵ Behrens: Zur Definition und Messung der Arbeitsproduktivität, S. 11.

„Die Erfassung der Wochen- und Monatsproduktivität erweist sich nur dann als sinnvoll, wenn tatsächlich lückenlose Tagesproduktivitäten vorhanden sind, das heißt wenn ein kontinuierlicher Output über die ganze Woche hinweg erfolgt und mehrere Monate lang andauert.“⁵⁶

$$\text{Wochenproduktivität} = \frac{\text{wöchentlich erbrachte Arbeitsmenge}}{\text{effektive wöchentliche Arbeitsstunden}}$$

$$\text{Monatsproduktivität} = \frac{\text{monatlich erbrachte Arbeitsmenge}}{\text{effektive monatliche Arbeitsstunden}}$$

2.4 Die Spitzenproduktivität

Die Spitzenproduktivität ist die maximal erbrachte Arbeitsmenge pro effektiver Arbeitsstunde an einem Tag. Sie dient dazu, die Stundenproduktivität in ein Verhältnis mit der maximal erreichbaren Produktivität des Tages zu setzen, um dieses bewerten zu können. D.h. der Vergleich der einzelnen Stundenproduktivitäten eines Beobachtungszeitraums wird erst durch die Definition der Spitzen(stunden)produktivität ermöglicht.

2.5 Der Produktivitätsverlust

Laut dem Handwörterbuch der Bauwirtschaft ist der Produktivitätsverlust ein „Begriff aus dem Bauvertragsrecht. Unter Produktivitätsverlust wird die Tatsache verstanden, dass zufolge von Behinderungen zusätzliche unproduktive Stunden anfallen und sich das Verhältnis zwischen unproduktiven und produktiven Stunden verschlechtert.“⁵⁷

Genauer umschreibt es Oberndorfer in seinem Buch „Claim Management“:

„Unter einem Produktivitätsverlust wird die Tatsache verstanden, dass durch Änderung der Umstände der Leistungserbringung die Produktionskapazitäten Arbeit und Gerät nicht ihre geplante Leistung erbringen, d.h. zur Erbringung der geplanten Leistung sind mehr Arbeitsstunden bzw. Geräteeinsatzstunden erforderlich als kalkuliert.“⁵⁸

⁵⁶ Car: Messung und Analyse von Produktivität auf Baustellen, S. 31.

⁵⁷ Oberndorfer; Jodl: Handwörterbuch der Bauwirtschaft, S. 124.

⁵⁸ Oberndorfer: Claim Management, S. 107.

Eine weitere Definition erfolgt durch Kropik und Kramer. *„Als Produktivitätsverlust bezeichnet man allgemein die prozentuelle Minderung eines Regelleistungswertes durch Mehrstundenverbrauch. (...) Mehrstunden bei gleicher Leistung bzw. Endprodukt“*⁵⁹

Oberndorfer erläutert in seinem Buch „Claim Management“ einen Weg zur Ermittlung des Produktivitätsverlustes. Allerdings wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter darauf eingegangen.

2.5.1 Ursachen des Produktivitätsverlustes

Kropik und Kramer sagen zum Produktivitätsverlust generell: *„das dahinter liegende strukturelle Problem besteht darin, dass die Arbeiter nicht täglich auf der Baustelle in einem Maß disponiert werden können, in dem Arbeit vorhanden ist, sondern dass sie mittelfristig auf eine bestimmte geplante Leistung auf der Baustelle disponiert werden müssen, und dass ein Teil von ihnen überhaupt (...) auf der Baustelle vorgehalten werden muss (z.B. Kranfahrer, Magazineure).“*⁶⁰

Sie führen folgende mögliche Ursachen für einen Produktivitätsverlust an:

Ein Produktivitätsverlust kann auf Grund von Störungen während oder nach dem Einarbeitungseffekt zu Stande kommen, oder durch ablaufbedingte Störungen, d.h. durch äußere Einflüsse.

Außerdem sprechen sie in diesem Zusammenhang von Minderleistungen auf Grund von zu kurzer Dispositionszeit bzw. von einem Mehrstundenverbrauch bei nicht optimaler Partiestärke.

Leistungsminderung, das ist die Änderung der Umstände der Leistungserbringung, kann durch Verlängerung der täglichen Arbeitszeit oder durch Witterungseinflüsse erfolgen.⁶¹

Oberndorfer führt neben Behinderung, wechselnde Produktionsbedingungen und geänderte Produktionsbedingungen, auch die Forcierung und damit die Erhöhung der Arbeitszeitdauer als Ursache für einen Produktivitätsverlust an.

*„Ein Produktivitätsverlust entsteht bei Forcierung durch (...) Abfall der menschlichen Leistungsfähigkeit in Überstunden“*⁶²

⁵⁹ Kropik; Kramer: Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag, S. 304.

⁶⁰ Kropik; Kramer: s.o., S. 305.

⁶¹ Vgl. Kropik; Kramer: s.o., S. 318-329.

⁶² Oberndorfer: Claim Management, S. 108.

Speziell diese Ursachen gilt es zu untersuchen bzw. wie wirkt sich eine Verlängerung der täglichen Arbeitszeit auf die menschliche Leistungsfähigkeit und somit auf die Produktivität aus?

3 Der Einfluss der täglichen Arbeitszeitdauer auf die Produktivität

Die Produktivität kann durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden (siehe Abbildung 13). Durch die vorherrschenden Rahmenbedingungen bei der auszuführenden Arbeit (Witterung, Lichteinfall, Lärmbelästigung, Emissionen, usw.), durch die Planung der auszuführenden Arbeit (mangelhafte Pläne, falsche Partiezusammenstellung usw. beeinflussen die Produktivität negativ) und auch durch die individuelle Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der ArbeitnehmerInnen (beeinflusst durch Lebensalter, Geschlecht, Einarbeitung, usw.). Meist werden sich die angesprochenen Faktoren gegenseitig beeinflussen und ihre Kombination kann zu einer Erhöhung des Produktivitätsverlustes führen. Folgende Abbildung stellt die verschiedenen Einflüsse auf den arbeitenden Menschen dar.

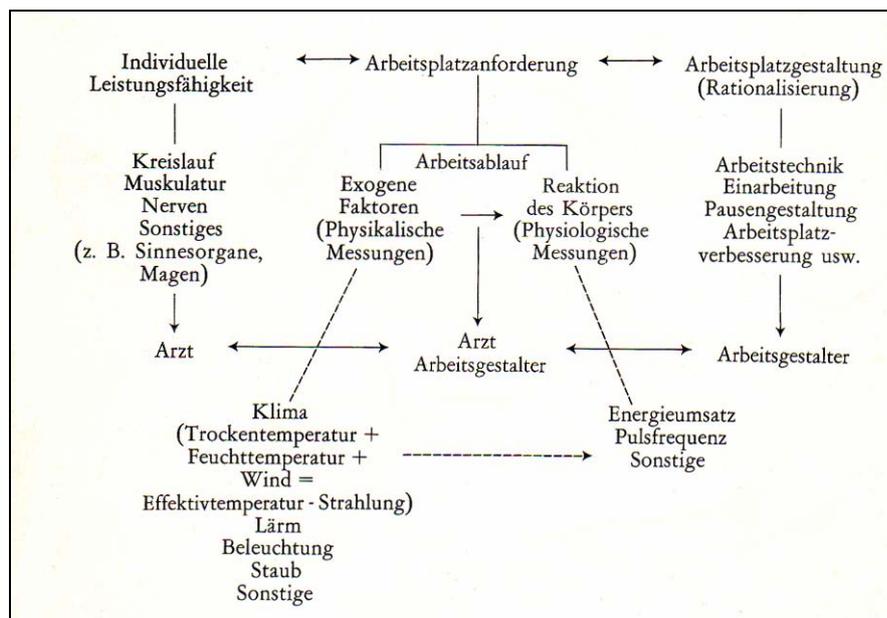


Abbildung 13: Mensch und Arbeitsgestaltung⁶³

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es zu untersuchen, ob durch eine Verlängerung der täglichen Arbeitszeitdauer eine Minderung der Produktivität verursacht wird bzw. die Leistungsfähigkeit des Menschen bei steigender Arbeitszeitdauer sinkt.

Die Ermittlung dieses Einflusses kann durch die physiologischen Faktoren (siehe Kapitel 1.2.1) erfolgen. D.h. die Veränderung dieser Faktoren über die Dauer der Arbeitszeit wird erhoben und bewertet. In dieser Arbeit ist jedoch vielmehr das Ergebnis der Variation der physiologischen Voraussetzungen des Menschen, nämlich der Verlust der

⁶³ Quelle: Hettinger: Physiologische Arbeitsgestaltung, S. 8.

Leistungsfähigkeit und damit der Verlust der Produktivität auf Grund der Arbeitszeitdauer zu untersuchen.

Luczak schreibt in seinem Buch „Arbeitswissenschaft“ dazu „...*, dass bei einer Verlängerung der Arbeitszeit (...) die Effektivität abfällt, d.h. für Mehrleistung unverhältnismäßig viel Zeit aufgewendet werden muss.*“⁶⁴

Er skizziert einen groben Zusammenhang zwischen der Leistungsfähigkeit und der Arbeitsdauer.

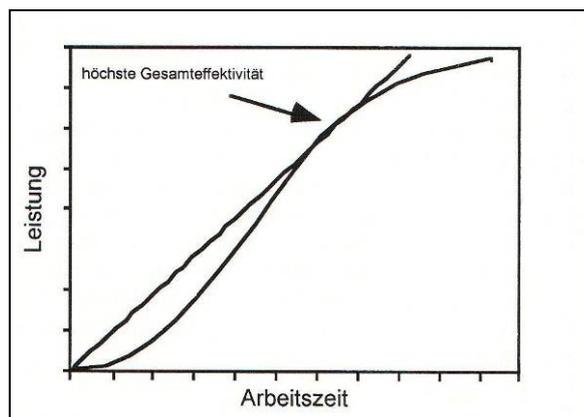


Abbildung 14: Schematische Darstellung der Beziehung zwischen Arbeitszeit und Leistung⁶⁵

Vielfach besteht die Meinung, dass eine Ausdehnung der Arbeitszeit zu mehr Arbeit und damit zu einer größeren Produktivität führt. Dabei wird allerdings der Faktor Mensch ausgeblendet.

Wie in Kapitel 1.2 erläutert, führt eine Verlängerung der Arbeitszeitdauer zu einem Absinken der körperlichen Fähigkeiten bzw. zu einer höheren Wahrscheinlichkeit von Arbeitsunfällen. Die Aussage, dass eine Ausdehnung der täglichen Arbeitszeitdauer die Produktivität jeder Arbeitnehmerin/jedes Arbeitnehmers mindert, ist zulässig. Es existiert somit eine Abhängigkeit zwischen Arbeitszeit und Produktivität.

*„Verkürzung der Arbeitszeit bringt nicht notwendig einen entsprechenden Produktionsrückgang mit sich, vor allem dann nicht, wenn die Verkürzung der wöchentlichen Arbeitszeit mit der Verkürzung der täglichen Arbeitszeit verbunden ist.“*⁶⁶

Zum Einfluss der Arbeitszeit auf die Leistung des Menschen passt auch die Aussage von Prof. Dr. Willi Küpper, Dr. Axel Haunschild und Dr. Marco Zimmer zum Thema der

⁶⁴ Luczak: Arbeitswissenschaft, S. 288.

⁶⁵ Quelle: Luczak: s.o., S. 288.

⁶⁶ Institut Mensch und Arbeit München: Taschenbuch Mensch und Arbeit, S. 150.

Teilzeitarbeit und somit zur Verkürzung der täglichen Arbeitszeit. In ihrer Seminararbeit zum Thema der „Arbeitszeitflexibilisierung I: Modelle, Politik“ heißt es: „Positive Wirkung der Teilzeitarbeit sind eine höhere Produktivität und Leistungsmotivation sowie eine geringere Fehlzeitenquote als dies bei Vollzeitbeschäftigten der Fall ist.“⁶⁷

Dies zeigt sich auch in nachfolgender Abbildung anhand eines EU-weiten Vergleichs. Die Länder mit kürzeren Wochenarbeitszeiten weisen eine höhere Produktivität auf, als jene mit einer langen Wochenarbeitszeit. Somit kann von einem Einfluss der täglichen Arbeitszeit auf die Produktivität ausgegangen werden.

Als Grundlage für diesen Vergleich dient die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität, die das reale Bruttoinlandsprodukt der Anzahl der Erwerbstätigen und der Anzahl der geleisteten Arbeitsstunden je Erwerbstätigen gegenüberstellt.

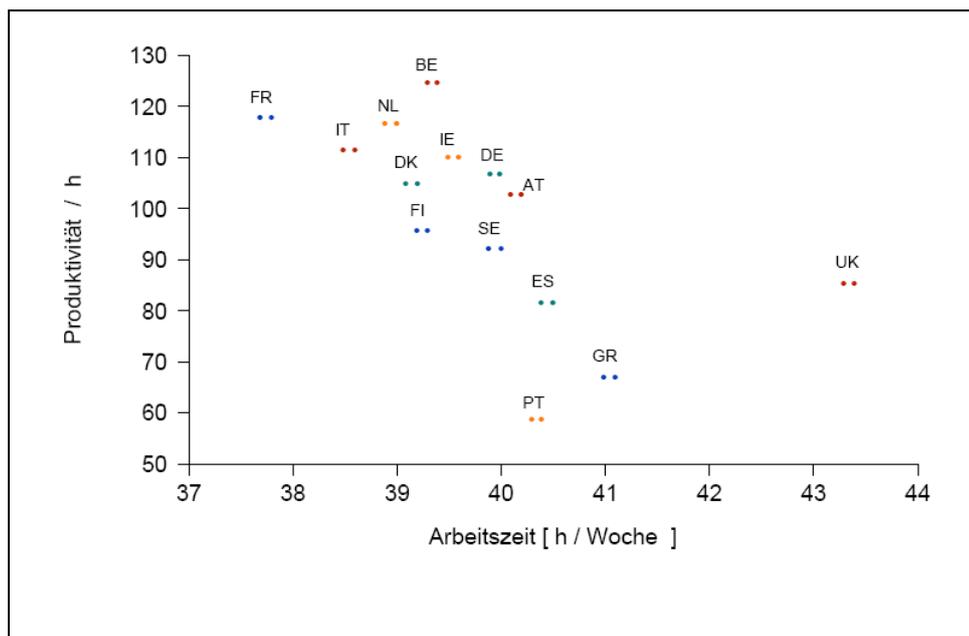


Abbildung 15: Arbeitszeit und Produktivität in der EU⁶⁸

Gehen wir davon aus, dass es einen Zusammenhang zwischen der Produktivität und der Arbeitszeitdauer gibt, stellen sich folgende Fragen:

Wie kann die Abhängigkeit dieser beiden Werte aussehen?

Wie groß kann der Produktivitätsverlust auf Grund der sinkenden körperlichen und geistigen Fähigkeiten bzw. der erhöhten Wahrscheinlichkeit eines Arbeitsunfalls sein?

⁶⁷ Küpper; Haunschild; Zimmer: Arbeitszeitflexibilisierung I: Modelle, Politik S. 6.

⁶⁸ Quelle: EUROSTAT

Zu dieser Fragestellung gibt es bereits eine Reihe von Untersuchungen, die versuchen eine Antwort zu geben.

Speziell für die Baubranche kommen zwei Ansätze in der Praxis zur Anwendung. Der eine, durch Hermann-Josef Winter 1966 im Rahmen seiner Dissertation, der andere 1951 durch den Arbeitsphysiologen Gunther Lehmann entwickelt.

Im Folgenden sollen diese beiden Ansätze und auch weniger bekannte Thesen über den Einfluss der täglichen Arbeitszeitdauer auf die Produktivität erläutert und auf ihre Tauglichkeit hin überprüft werden (siehe Kapitel 3.1).

Weiters soll ein eigener Ansatz zu dieser Fragestellung gefunden werden (siehe Kapitel 3.2) der sich für den Einsatz in der Praxis eignet. Dafür sollen Untersuchungen in Betrieb der Bauwirtschaft Aufschluss über die Thematik des Produktivitätsverlustes bringen. Ziel ist es diesen Ansatz als Grundlage für Mehrkostenforderungen, die vor allem bei Anordnung von Forcierung, die sich negativ auf die Produktivität auswirkt und zu Mehrkosten auf Grund des Produktivitätsverlustes führt, verwenden zu können.

3.1 Die Grundlagen

In diesem Kapitel sollen die Grundlagen, die sich in der Literatur zum Thema des Zusammenhangs der Produktivität und der Arbeitszeitdauer finden, vorgestellt werden.

Wie bereits oben angesprochen, gibt es vor allem zwei Ansätze, die derzeit für die Praxis von Bedeutung sind. Beide Ansätze, sowohl der von Winter⁶⁹, als auch jener von Lehmann⁷⁰ gehen von einer konstanten Arbeitsleistung in den ersten acht Stunden aus, d.h. auch die Produktivität ist in diesen Stunden konstant. Ab der neunten Arbeitstunde kommt es nach beiden Theorien zu einem starken Abfall der Leistung, der mit einem Produktivitätsverlust einhergeht.

Neben diesen beiden Ansätzen findet sich in der Literatur eine Reihe weiterer Ansätze, die auf empirischen Untersuchungen beruhen. Teilweise treffen diese eine klare Aussage zum Produktivitätsverlust, einige davon stellen allerdings nur die ermittelten Ergebnisse dar und eine genauere Auswertung dieser muss noch erfolgen.

⁶⁹ Winter: Die lohnintensive Auftragsfertigung in der Bauindustrie

⁷⁰ Lehmann; Rohmert: Praktische Arbeitsphysiologie

Einer der ältesten Ansätze im deutschsprachigen Raum wurde 1959 durch Otto Graf⁷¹ entwickelt. Er untersuchte die Produktivität von ArbeiterInnen in 200 ausgesuchten Industriebetrieben in Westdeutschland.

Weiters liefert Hildebrandt einen Ansatz⁷², bleibt jedoch eine mathematische Auswertung seiner Ergebnisse schuldig.

Da diese vier Arbeiten aus älteren Jahren stammen, sollen auch zwei „jüngere“ Ansätze, die im Zuge einer Dissertation bzw. Diplomarbeit erarbeitet wurden, vorgestellt werden.

Eine, an der Technischen Universität Darmstadt am Institut für Baubetrieb durch Henning Hager verfasste Dissertation⁷³. Diese fasst neben den Veröffentlichungen von Winter, Lehmann und Hildebrandt auch drei Studienarbeiten zu diesem Thema zusammen und ermittelt daraus einen mathematischen Zusammenhang zwischen Arbeitszeitdauer und Produktivität.

Zweitens eine Diplomarbeit, die an der Technischen Universität Wien am damaligen Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft durch Phillip Car⁷⁴ eingereicht wurde. Sie soll allerdings nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden, da sie sich mit der Tages- und nicht, wie die anderen Untersuchungen, mit der Stundenproduktivität befasst. Aus diesem Grund würde ein Vergleich mit den anderen Ansätzen schwer fallen.

Neben den sechs Ansätzen, die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellt werden sollen, findet sich eine große Zahl an weiteren Arbeiten zum Thema Arbeitszeit und Produktivität. Eine Darstellung all jener Ansätze würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und war auch nicht Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit.

Allerdings soll die Diplomarbeit von Britta Rädiker⁷⁵ erwähnt werden. Sie bietet einen guten Überblick zur Thematik, wobei der Fokus der Arbeit, die sie an der Fakultät für Human- und Gesellschaftswissenschaften an der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg verfasst hat, im medizinischen Bereich liegt.

⁷¹ Graf: Arbeitsphysiologie.

⁷² Hildebrandt: Untersuchungen zur Berücksichtigung der menschlichen Tagesrhythmik durch eine variable Arbeitszeitregelung.

⁷³ Hager: Untersuchung von Einflussgrößen und Kostenänderungen bei Beschleunigungsmaßnahmen von Bauvorhaben.

⁷⁴ Car: Messung und Analyse von Produktivität auf Baustellen.

⁷⁵ Rädiker: Arbeitszeit und Gesundheit. Zu gesundheitlichen Effekten längerer Arbeitszeiten.

Dieter Schlagbauer⁷⁶ gibt in seiner Diplomarbeit, die er an der TU Graz eingereicht hat eine Anleitung, wie die Produktivität optimal gemessen werden könnte. Seine Arbeit könnte für eine professionelle und dauerhafte Messung der Produktivität herangezogen werden. Dennoch bestehen Zweifel zur Machbarkeit, da eine große Anzahl von Faktoren aufgezeichnet werden müssten und eine konstante Prüfungsumgebung geschaffen werden müsste.

3.1.1 Ansatz Winter

Hermann-Josef Winter hat im Rahmen seiner Dissertation mit dem Titel „Die lohnintensive Auftragsfertigung in der Bauindustrie“ 1966 einen mathematischen Zusammenhang zwischen der täglichen Arbeitszeitdauer und der Produktivität geschaffen. Er bezieht sich dabei auf die Arbeit von Georg Burkhardt, der bereits 1963 Untersuchungen zum Leistungsabfall bei Forcierung, d.h. bei Arbeitszeitverlängerung anstellte.

Winter definiert für seinen Ansatz vorerst einen Produktionseffekt e_{2T} , der das Verhältnis von Nutzarbeit zu investierter Arbeit darstellt.

$$e_{2T} = \frac{\text{Nutzarbeit}}{\text{investierteArbeit}} \quad \dots \text{Produktionseffekt} \quad (1)$$

Im nächsten Schritt soll dieser Produktionseffekt e_{2T} in ein Verhältnis zu der Arbeitszeit gesetzt werden.

Hierfür zieht er die von Burkhardt gemessene Scrapper- und Baggerleistung eines Tages heran. Die Ergebnisse dieser Messung sind in nachfolgender Abbildung dargestellt, wobei e_3 als Effekt der zeitlichen Modifikation definiert wird. Dieser wird im Weiteren nicht näher behandelt.

⁷⁶ Schlagbauer: Einfluss der Arbeitszeit auf die Arbeitsleistung.

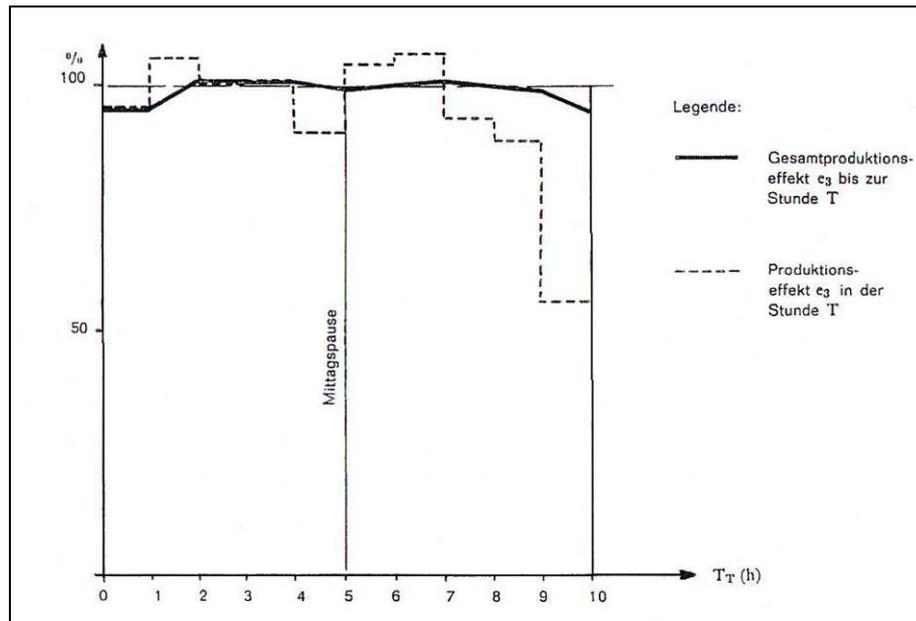


Abbildung 16: Die Scrapper- und Baggerleistung eines Tages⁷⁷

Im Rahmen seiner Untersuchungen zur Ablaufplanung sagt Winter folgendes:

„Nun bewirkt aber in der Bauproduktion (...) ein noch so hoher Maschineneinsatz keine Mechanisierung, gekennzeichnet durch einen automatisierten Betriebsablauf, sondern eine Maschinisierung:

Die Maschinen stellen in der Hand des Bedienungspersonals vergrößerte Werkzeuge dar, die seine Wirksamkeit als Arbeiter vervielfachen. Er bleibt damit auch als Maschinist weiterhin ein Bauhandwerker ...“⁷⁸

Diese Meinung wird auch schon durch Burkhardt vertreten, der schreibt: *„Viele Baggerwerkzeuge sind beispielsweise vergrößerte Schaufeln, so dass die Baggerarbeit dem Grunde nach eine Schaufelarbeit geblieben ist. Die Schaufel wird lediglich statt von Hand, durch Hebelbetätigung über Maschinenkraft bewegt, so dass das Potential des Menschen vervielfacht wird. Der Baggerführer ist deshalb in erster Linie ein Erdarbeiter und erst in zweiter Linie ein Maschinist.“⁷⁹*

Somit wird eine Gleichartigkeit von rein handwerklichen und maschinisierten Arbeitsvorgängen vorausgesetzt. Dies ermöglicht, die Leistungskurve der Scrapper- und Baggerleistung für alle Bauarbeiten zu verallgemeinern.

⁷⁷ Quelle: Burkhardt: Kostenprobleme der Bauproduktion, S. 80.

⁷⁸ Winter: Die lohnintensive Auftragsfertigung in der Bauindustrie, S. 13.

⁷⁹ Burkhardt: s.o., S. 48.

Abbildung 16 zeigt, dass die Leistungsschwankungen bis zur achten Stunde gering sind. Somit vernachlässigt Winter diese Schwankungen und setzt den Produktionseffekt e_{2T} für diesen Zeitraum konstant gleich eins.

Nachfolgende Abbildung zeigt die idealisierte Leistungskurve für sämtliche Bauarbeiten. Diese weist bis zur achten Arbeitsstunde einen konstanten Verlauf auf und sinkt ab der neunten Stunde linear bis auf Null ab. Wobei sie Null ab der sechzehnten Arbeitsstunde erreicht.

Burkhardt ist der Meinung, „...dass jede Tätigkeit über 16 h nur Kosten verursacht aber kein Mehrprodukt erbringen kann.“⁸⁰

Allerdings sagt Winter: „Dieser Grenzwert ist ohne jede praktische Bedeutung, jedoch entspricht die Neigung der Leistungskurve in dem Bereich der ersten Überstunden dem wirklich beobachteten Leistungsabfall.“⁸¹. Gemeint ist damit der tatsächlich gemessene Leistungsabfall bei der Scrapper- und Baggerleistung.

Zusammenfassend kann nun gesagt werden, dass die, in Abbildung 17, dargestellte Kurve laut Winter für sämtliche Bauarbeiten gültig sein soll und für die Untersuchung des Produktivitätsverlustes jedes Gewerks herangezogen werden könnte.

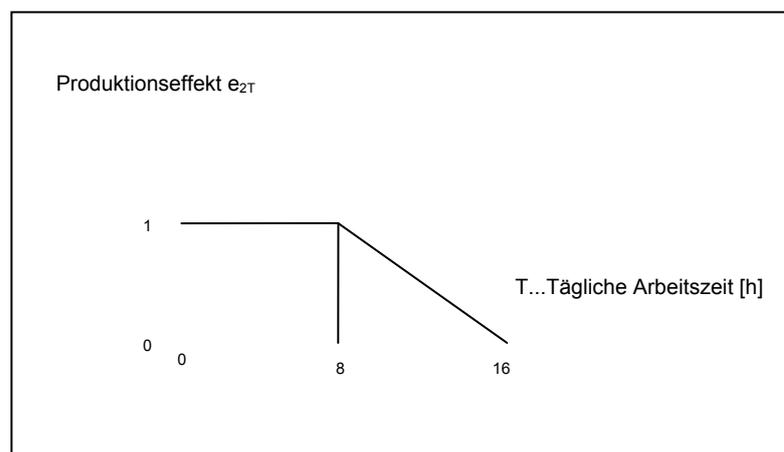


Abbildung 17: Die idealisierte Leistungskurve für alle Bauarbeiten⁸²

Mathematisch lässt sich diese Kurve wie folgt beschreiben:

⁸⁰ Burkhardt: Kostenprobleme der Bauproduktion, S. 163.

⁸¹ Winter: Die lohnintensive Auftragsfertigung in der Bauindustrie, S. 85.

⁸² Quelle: Winter: s.o., S. 84.

$$\begin{aligned}
 T \leq 8: e_{2T} &= 1 \\
 T > 8: e_{2T} &= 1 - \frac{T-8}{8} = 2 - \frac{T}{8}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Um die Leistung zu jeder beliebigen Arbeitszeit ermitteln zu können, muss das Integral gebildet werden.

Der nächste Schritt ist demnach die Ermittlung der Leistung bei T - stündiger Arbeitszeit:

$$\bar{e}_{2T} \cdot T = \int_0^T e_{2T} dT \dots \text{Leistung bei T - stündiger Arbeitszeit} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 T \leq 8: \bar{e}_{2T} \cdot T &= 1 \\
 T > 8: \bar{e}_{2T} \cdot T &= 1 \cdot 8 + \int_8^T \left(2 - \frac{T}{8}\right) dT
 \end{aligned} \tag{4}$$

$$= 8 + \left| 2T - \frac{1}{16} T^2 \right| \cdot \frac{T}{8}$$

$$= 8 + 2T - \frac{1}{16} T^2 - 16 + 4$$

$$= 2T - \frac{1}{16} T^2 - 4$$

$$= -\frac{1}{16} (T^2 - 32T) - 4$$

$$= -\frac{1}{16} (16 - T)^2 + 16 - 4$$

$$= -16 \left(1 - \frac{T}{16}\right)^2 + 12$$

$$\boxed{\bar{e}_{2T} \cdot T = 12 - 16 \cdot \left(1 - \frac{T}{16}\right)^2} \tag{5}$$

Werden nun für T die verschiedenen Arbeitszeiten eingesetzt, so ergeben sich für jede Arbeitsstunde Werte der Leistung. Diese sind in untenstehende Tabelle dargestellt. Ansatz ist die Nutzarbeit bis zur achten Stunde gleich der investierten Arbeit.

Ab der neunten Arbeitsstunde nimmt die Nutzarbeit stark ab und erreicht schließlich bei sechzehn Stunden investierter Arbeit lediglich zwölf Arbeitsstunden.

T [h]	8,0	8,4	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
$\bar{e}_{2T} \cdot T$ [h]	8,00	8,39	8,48	8,94	9,36	9,75	10,44	11,00	11,44	11,75	11,94	12,00

Tabelle 6: Leistung bei T- stündiger Arbeitszeit nach Winter

3.1.1.1 Kritikpunkte am Ansatz Winter

Winters Ansatz kann als Hilfestellung für weitere, vertiefende Untersuchungen herangezogen werden, da sie von pauschalem Charakter ist.

Seine Überlegung, dass eine einzige Leistungskurve für sämtliche Bauarbeiten verallgemeinert werden kann, kann nicht stimmen. Da er die Leistung des Menschen mit jener einer Maschine gleich stellt, wird der Grad der körperlichen Beanspruchung nicht berücksichtigt. Wodurch die körperliche Ermüdung in seiner Betrachtungsweise nicht mit eingeht.

Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass Winter die Einarbeitungsphase oder auch Vorbereitungs- und Aufräumarbeiten vernachlässigt. Er geht davon aus, dass die Leistung sofort ab dem Eintreffen am Arbeitsplatz voll erbracht wird und über die ersten acht Stunden gleich bleibt. Diese Annahme kann nur getroffen werden, da er bei seinem Ansatz von der Maschinenleistung ausgeht.

Nach seiner Einschätzung sinkt die Produktivität sehr schnell ab. Hier wird zu überprüfen sein, ob sich der Produktivitätsverlust tatsächlich in diesem Maß einstellt.

3.1.2 Ansatz Lehmann

Im Gegensatz zu Winter definiert Lehmann drei Kurven, die in nachfolgender Abbildung dargestellt sind.

Bereits Winter setzte die Leistung in den ersten acht Arbeitsstunden konstant an. Ähnlich wird auch in diesem Ansatz die Tagesleistung nach achtstündiger Arbeit gleich 100% gesetzt.

Kurve A entspricht der Proportionalität zwischen Arbeitszeit und Leistung und stellt somit ein Extrem dar. Die Arbeitsleistung pro Stunde würde, unabhängig von der geleisteten täglichen Arbeitszeit gleich bleiben. Diese Proportionalität wird, nach Meinung der Verfasserin dieser Arbeit, bei keiner Tätigkeit realisierbar sein - am ehesten kann sie bei hauptsächlich geistiger und körperlich wenig beanspruchender Arbeit erreicht werden. Zum Beispiel dann, wenn die Arbeit stark von einer Maschine vorgegeben wird und der Mensch sich der Leistung der Maschine anpasst.

Diese Kurve beginnt im Ursprung, da der Arbeitstakt von der Maschine vorgegeben wird und der Mensch somit keine Einarbeitsphase benötigt und gleich mit der vollen Leistung beginnen kann.

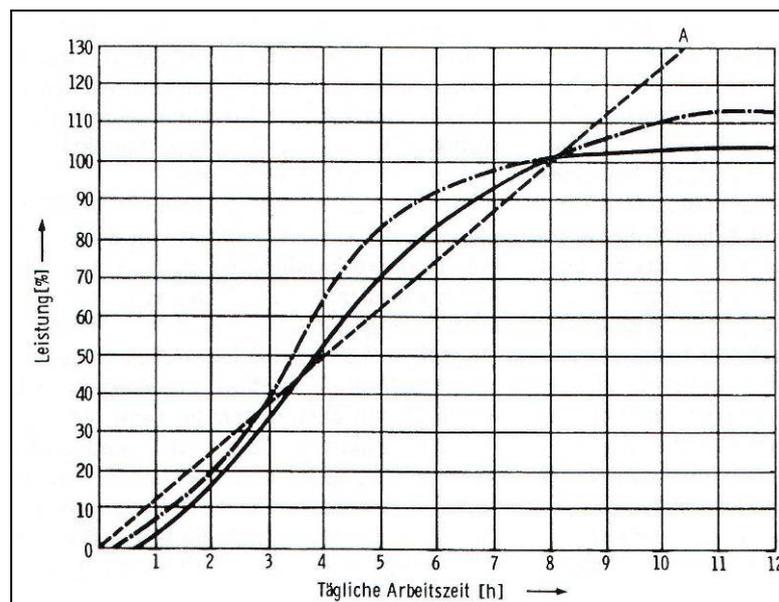


Abbildung 18: Die schematische Darstellung der Beziehung zwischen Arbeitszeit und Leistung⁸³

⁸³ Quelle: Rutenfranz; Rohmert: Arbeitszeitprobleme in Praktische Arbeitsphysiologie, S. 130.

Kurve B zeigt einen S-förmigen Verlauf und wird bei mittelschwerer bzw. mäßig anstrengender Arbeit vorzufinden sein. Der Beginn der Kurve liegt nicht im Ursprung, somit wird die Einarbeitsphase am Morgen berücksichtigt.

Aus der Kurve lässt sich ableiten, dass in den ersten drei Stunden die Leistung unter der Proportionalitätsgrenze bleiben wird, da es bei den meisten Arbeiten eine Anlaufphase gibt, in der die Leistung nicht voll erbracht wird. Danach steigt die Leistungskurve steiler an, um nach der achten Arbeitsstunde flach zu verlaufen.

Kurve C stellt das Verhältnis der Arbeitsleistung zur Arbeitszeit eines sehr schwer körperlich arbeitenden Menschen, d.h. einer Arbeit mit hoher körperlicher Beanspruchung dar. Sie entspricht im Wesentlichen Kurve B, allerdings zeigt sich, dass nach der sechsten Stunde bereits ein Leistungsabfall zu erwarten ist und nach der achten Stunde kaum noch Mehrleistung erzielt werden kann.

An Hand der Betrachtung von Kurve A, B und C lässt sich erkennen, je stärker die Arbeit den Körper belastet, umso schneller und stärker sinkt die Arbeitsleistung, d.h. die Produktivität. Bei schwerer körperlicher Arbeit ist nach der achten Arbeitsstunde kaum mehr Mehrleistung möglich. Deshalb kann folgende Aussage getroffen werden:

„Verkürzungen der Arbeitszeit wirken sich umso vorteilhafter auf die Leistung aus, je schwerer die Arbeit ist und je mehr Einfluss der Arbeiter auf ihren Ablauf hat.“⁸⁴

Lehmann gibt für die, von ihm entwickelten Kurven keine mathematische Definition an. Allerdings findet sich im Buch zum Einheitspreisvertrag von Kappelmann folgender Zusammenhang:

Tägliche Arbeitszeit	Mittlerer Leistungsabfall ab der 9. Stunde
[Lh]	[%]
9	50
10	60
11	67
12	124

Tabelle 7: Überstunden und ihre Auswirkung⁸⁵

⁸⁴ Institut Mensch und Arbeit München: Taschenbuch Mensch und Arbeit, S. 150.

⁸⁵ Quelle: Kappelmann: Nachträge und Behinderungsfolgen beim Bauvertrag, S. 192.

Kropik/Krammer stellen in Ihrer Arbeit nachfolgende Tabelle dazu dar. Wobei T die gearbeitete Stunde abbildet und t der tatsächlichen Produktivstunde entspricht.

T [h]	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
t [h]	8,00	8,50	8,90	9,23	9,50

Tabelle 8: Tatsächliche Arbeitszeit nach Lehmann⁸⁶

3.1.2.1 Kritikpunkte am Ansatz Lehmann

Die drei oben besprochenen Kurven dienen zum Verständnis der Thematik. Da allerdings kein mathematischer Zusammenhang mitgeliefert wurde, werden sie kaum in der Praxis zur Anwendung kommen können.

Weiters fehlt die Angabe von Quellen, die zur Ermittlung dieser Kurven dienten. D.h. welche Arbeit wurde tatsächlich untersucht, über welchen Zeitraum und von wem. Oder basieren die Werte auf Schätzungen?

Allerdings nimmt Lehmann, im Gegensatz zu Winter, die Leistung der ersten acht Stunden nicht als konstant an. Bereits unter der 100%-igen Leistungsgrenze kommt es laut ihm zu Schwankungen der Produktivität.

3.1.3 Ansatz Graf

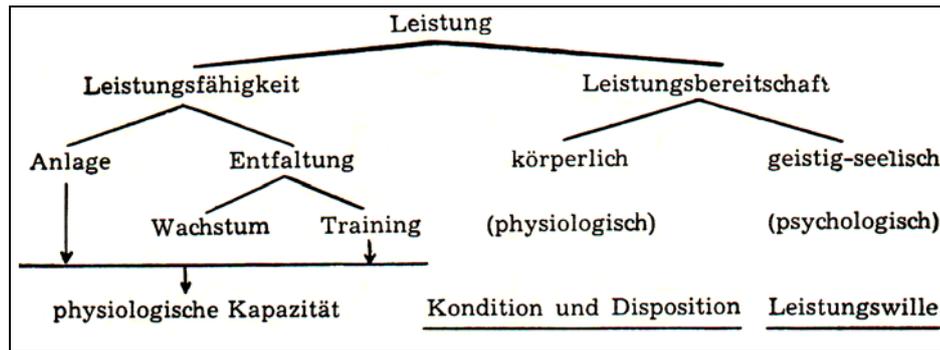
Einer der ältesten Ansätze im deutschsprachigen Raum wurde durch Otto Graf entwickelt.

Sein Ansatz ist arbeitsphysiologisch geprägt. Er geht davon aus, dass die Leistung eines Menschen einerseits durch die Leistungsfähigkeit und andererseits durch die Leistungsbereitschaft beeinflusst wird.

Dabei wird die Leistungsbereitschaft über den menschlichen Willen gesteuert, die Leistungsfähigkeit bildet die „Kapazität“ des menschlichen Körpers ab.

Unten stehende Abbildung zeigt das Schema zum Aufbau der menschlichen Leistung.

⁸⁶ Quelle: Kropik; Krammer: Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag, S. 326.

Abbildung 19: Schema zum Aufbau der menschlichen Leistung⁸⁷

Somit wird die Stundenleistung nicht nur durch Einarbeitung, Ermüdung und Erholung, d.h. durch die physiologische Leistungskurve (siehe Kapitel 1.2.6) und durch die Willenseinstellung und –haltung bzw. sekundäre Einflüsse bestimmt, sondern auch durch andere Faktoren.

Als Grundlage für seine Überlegungen dient eine Erkenntnis, die an Hand des Beispiels eines großen Munitionsbetriebs in England abgebildet wird.

Der Abfall der Leistung auf Grund von Ermüdung der ArbeiterInnen innerhalb ihrer Schicht, die zehn Stunden umfasste, war nicht so groß wie erwartet. Dagegen kam es zu einer deutlichen Zunahme der Leistung in den letzten Stunden, wenn die ArbeiterInnen gegen Schichtende hin feststellen mussten, dass sie nicht auf den Akkord kommen werden.⁸⁸

Diese Erkenntnis veranlasste Graf im Jahr 1959 den Arbeitsablauf von 200 ausgewählten Arbeitsplätzen in der westdeutschen Industrie zu untersuchen.

Dabei wurden jeweils eine Schicht lang Versuchspersonen an ihrem Arbeitsplatz durch ihre MitarbeiterInnen, mit Hilfe eines Registriergeräts, beobachtet.

Zur Ausarbeitung der Ergebnisse wurden folgende Arbeits- und Zeitelemente definiert:

Hauptzeit = unmittelbare Tätigkeit am Werkstück

Nebenzeit = Vorarbeiten, holen und wegtransportieren von Material, Pflege der Maschine, usw.

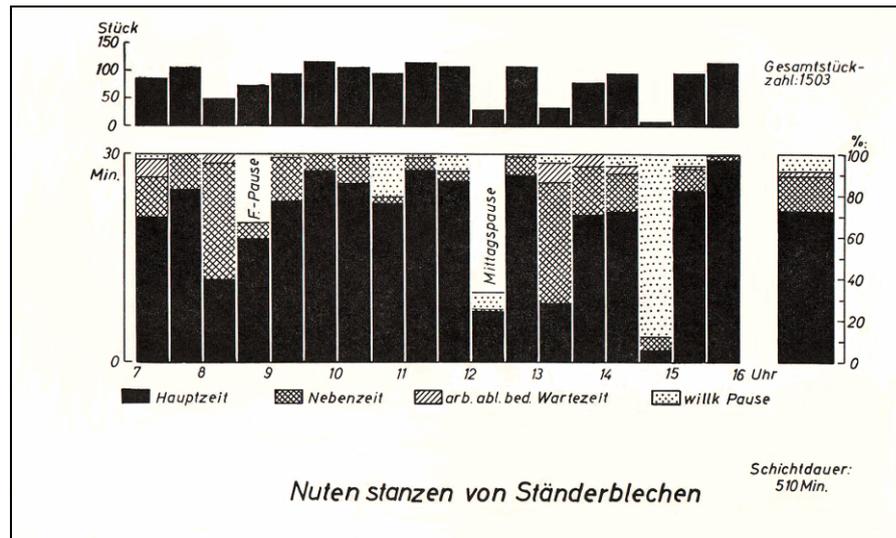
arbeitsablaufbedingte Wartezeiten = Störung der Maschine, fehlendes Material, dienstliche Gespräche, usw.

tarifmäßig vorgeschriebene bezahlte Pause

willkürlich eingelegte Pause = „WC-Pause“, freigewählte Unterbrechungen, usw.

⁸⁷ Quelle: Graf: Arbeitsphysiologie, S. 10.

⁸⁸ Vgl. Graf: s.o., S. 64.

Abbildung 20: Auswertungsbeispiel zur Methode Graf⁸⁹

Eine beispielhafte Auswertung der Schicht eines Metallarbeiters in einem Elektromotorenwerke ist in oben stehender Abbildung zu sehen. Dabei stellt das obere Diagramm die tatsächlich produzierte Stückzahl dar, darunter finden sich die Arbeits- und Zeitelemente für die untersuchte Person und Schicht.

Die Hauptzeiten, in denen sich die Stückzahlen erarbeiten lassen, variieren stark, im Gegensatz zu den Nebenzeiten.

An Hand der Hauptzeiten bzw. der Stückzahlen zeigen sich zunächst ein kurzes Leistungshoch und ein danach folgender Leistungsabfall zu Beginn der Schicht. Anschließend kommt es zu einem zunehmenden Einarbeiten im Laufe des Vormittags, wobei kurz vor der Mittagspause ein erneuter Einbruch der Produktivität erfolgt, Graf bezeichnet dies als Auslaufperiode. Nach der Mittagspause folgt ein kurzes Produktivitätshoch, allerdings zeigt sich danach ein allmähliches Überwiegen der Ermüdungs- über die Übungseinflüsse.

Bis zur siebenten Arbeitsstunde wird die physiologische Leistungskurve recht gut abgebildet. Allerdings lässt sich, aus zuvor erwähnten Gründen, ein Anstieg der Stückzahl und Hauptzeit gegen Schichtende zeigen.

Somit kann von einem Anfangs- und Schlussantrieb gesprochen werden.

Graf gibt eine zahlenmäßige Darstellung der Produktivität an, wobei die Produktivität über die Zeit definiert wird, die zur Herstellung eines Stücks notwendig ist.

⁸⁹ Quelle: Graf: Arbeitszeit und Produktivität, S. 27.

Die/der ArbeiterIn benötigte in der achten Stunde die geringste Zeit zur Herstellung eines Stücks, somit wird die Produktivität für diese Stunde gleich 100% gesetzt. Zur Ermittlung der einzelnen Stundenproduktivitäten werden die benötigten Zeiten ins Verhältnis zu der Mindestzeit in der achten Stunde gesetzt. Daraus resultiert folgende Tabelle:

Arbeitsstunde	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Produktivität [%]	97	96	97	98	97	94	88	100	91

Tabelle 9: Stundenproduktivitäten nach Graf⁹⁰

Nach dem so genannten Anfangsantrieb in der ersten Stunde, sinkt die Produktivität ab der vierten Arbeitsstunde zu Schichtende hin. Nach einem Gipfel in der achten Arbeitsstunde, der sich durch den oben erwähnten Schlussantrieb erklären lässt, sinkt die Produktivität in der letzten Arbeitsstunde stark ab.

Eine grafische Aufbereitung der Ergebnisse aus Tabelle 9, ist in Tabelle 10 dargestellt.

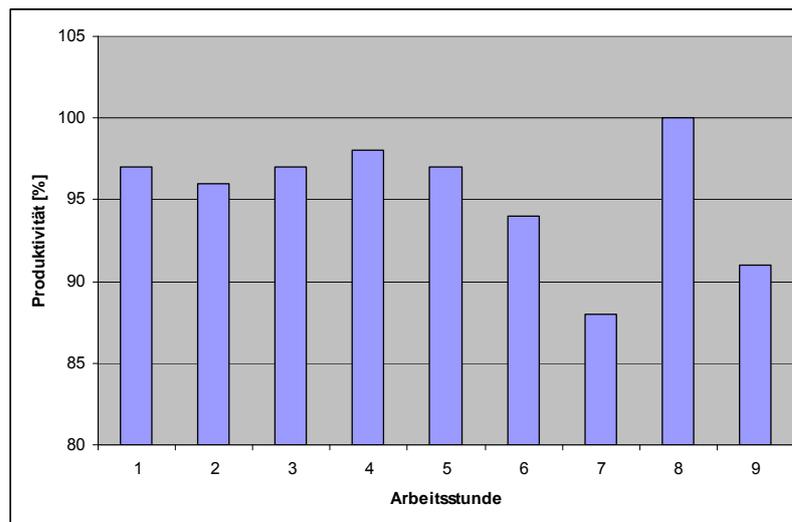


Tabelle 10: Grafische Auswertung der Ergebnisse durch Graf

3.1.3.1 Kritikpunkte am Ansatz Graf

Zwar untersuchte Graf eine Reihe von Industriebetrieben und ermittelte so eine Vielzahl an Ergebnissen, allerdings existiert kaum Bezug zur Baubranche. Seine Auswertungen beruhen auf Daten von ArbeiterInnen mit Akkordlohn.

Somit stellt sich die Frage der Vergleichbarkeit seiner Ergebnisse mit jenen der bauspezifischen Untersuchungen.

⁹⁰ Quelle: Graf: Arbeitsphysiologie, S. 67.

Leider bietet Graf nur eine dürftige mathematische Darstellung seiner Ergebnisse. Somit ist eine Aussage über die Stundenproduktivität schwierig. Das vorhandene Datenmaterial ist nur für neun Stunden ausgewertet, ein Vergleich zu den zuvor genannten Ansätzen ist somit schwer.

3.1.4 Ansatz Hildebrandt

Hildebrandt untersuchte 1972 im Rahmen seiner Dissertation, ob die variable Arbeitszeit dem Menschen und seiner Tagesrhythmik mehr entgegenkommt, als die fixe Arbeitszeit.

Dabei geht er vom nachfolgend dargestellten Schema der Leistungsbereiche (auch als Tagesrhythmik bezeichnet) des Menschen aus, wobei die Tagesrhythmik von den physiologischen Funktionen abhängig ist (siehe dazu auch Kapitel 1.2.1).

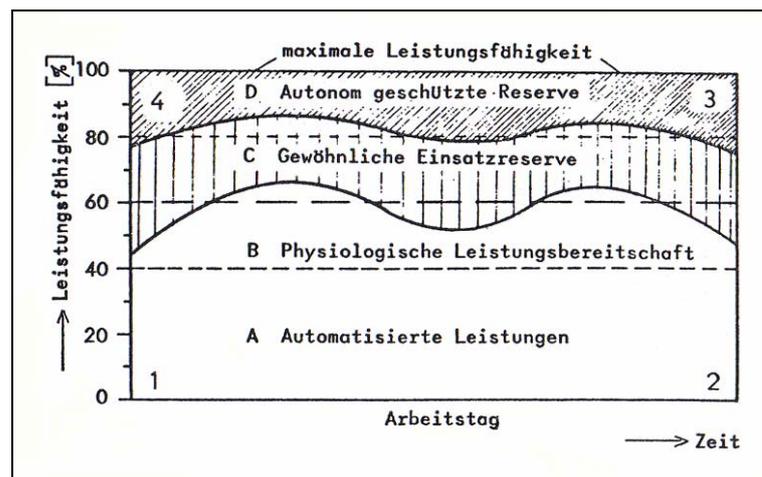


Abbildung 21: Schema der verschiedenen Leistungsbereiche eines Menschen⁹¹

Wie Graf geht auch Hildebrandt von einer Leistungsfähigkeit des Menschen aus, unter der „...diejenige Leistung zu verstehen ist, die ein Mensch maximal auszuüben fähig ist.“⁹² und einer Leistungsbereitschaft, die bestimmt wie viel Leistungsfähigkeit der Mensch bereit ist für die Arbeit aufzuwenden. D.h. es gibt keine Abhängigkeit zwischen Leistungsfähigkeit und Arbeitszeit, unterschiedliche Leistungsergebnisse kommen auf Grund variierender Leistungsbereitschaft zu Stande.⁹³

⁹¹ Quelle: Graf: Arbeitsablauf und Arbeitsrhythmus, S. 799.

⁹² Hildebrandt: Untersuchungen zur Berücksichtigung der menschlichen Tagesrhythmik durch eine variable Arbeitszeitregelung, S.7.

⁹³ Vgl. Hildebrandt: s.o., S. 7.

Die Kurven der Leistungsbereiche sagen aus, dass, um eine konstante Leistungsbereitschaft während eines Tages zu erreichen, ein größerer Willeneinsatz in den Zeiten in denen die Kurve der Leistungsbereitschaft absinkt, eingebracht werden muss.

Um diese Überlegungen zu untermauern und einen Vergleich der Leistung des Menschen bei fixer und variabler Arbeitszeit zu ermöglichen, führte Hildebrandt physiologische Leistungstests (Pauli - Test) durch.

Dabei mussten die Versuchspersonen Additionen auf Rechenbögen ausführen, wobei sie jeweils ihre Höchstleistung entfalten sollten. Sie sollten also in einem festgelegten Zeitraum so viele Additionen wie möglich unter höchstem Willenseinsatz ausführen, d.h. die Test mit möglichst gleich bleibender Leistungsbereitschaft durchführen. Danach wurden die Anzahl der durchgeführten Additionen und die dabei gemachten Fehler ausgewertet.

Vorerst wurden, um die Anwendbarkeit des Tests zu überprüfen, vier Personen an fünf aufeinander folgenden Arbeitstagen in der Zeit zwischen 8.00 Uhr und 17.00 Uhr, einmal in der Stunde getestet. Wie in Abbildung 22 dargestellt, hatten diese Tests eine unterschiedliche Dauer.

Die Ergebnisse dieser Voruntersuchung sind in nachfolgender Abbildung dargestellt.

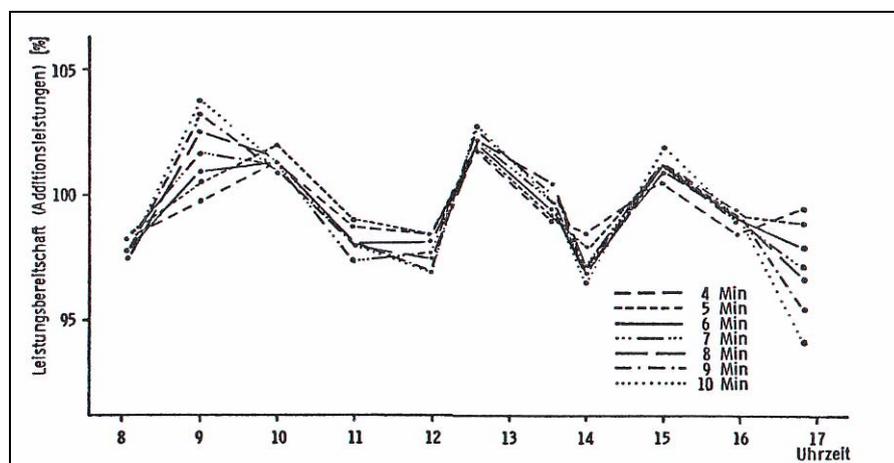


Abbildung 22: Leistungskurve nach unterschiedlicher Testdauer⁹⁴

Es zeigt sich ein Kurvenverlauf mit drei Gipfeln. Der erste Gipfel wird kurz nach Arbeitsbeginn erreicht, der zweite um 13.00 Uhr und lässt sich als Hoch nach der Mittagspause deuten. Die dritte Spitze zeigt sich nach der siebten Arbeitsstunde, um 15.00 Uhr. Danach erfolgt ein deutlicher Abfall der Leistung.

⁹⁴ Quelle: Hildebrandt: Untersuchungen zur Berücksichtigung der menschlichen Tagesrhythmik durch eine variable Arbeitszeitregelung, S.99.

Die Ergebnisse des Tests bestätigten die Eignung des Tests für die Hauptuntersuchung. Hierbei wurden 16 ArbeitnehmerInnen vier Monate lang bei fixer bzw. variabler Arbeitszeit getestet. Der Test wurde, im Unterschied zum Vortest, nur ein- bis dreimal in der Woche durchgeführt.

Es konnte aus 295 aufgenommenen Tageskurven keine allgemein gültige Kurve ermittelt werden, da selbst dieselbe Person die Tagesextrema nicht immer zur gleichen Zeit aufweisen konnte. Deshalb entwickelte Hildebrandt zwölf Kurvengruppen mit annähernd gleichen Verlauf, erreicht von unterschiedlichen Personen.

Über diese zwölf Tageskurven lässt sich aussagen, dass ein Maximum zwischen 9.30 Uhr und 12.50 Uhr bzw. eine weite zwischen 14.00 Uhr und 16.00 Uhr existiert. In vielen Fällen kam es auch zu dem bereits oben erläuterten Schlusspantrieb.

Daraus entwickelte Hildebrandt die nachfolgend dargestellte standardisierte Tageskurve.

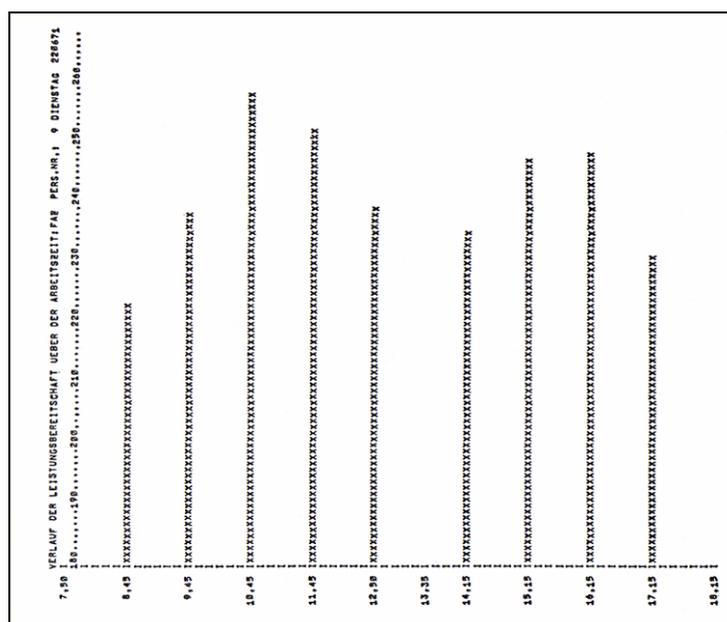


Abbildung 23: Standardisierte Tageskurve nach Hildebrandt⁹⁵

Ein Abfall der Leistung in der neunten Arbeitsstunde ist zu erkennen. Leider liefert Hildebrandt keine tabellarische Auswertung seiner Ergebnisse.

Dennoch veröffentlicht Hager in seiner Dissertation nachfolgende Tabelle zu den Ergebnissen von Hildebrandt.

⁹⁵ Quelle: Hildebrandt: Untersuchungen zur Berücksichtigung der menschlichen Tagesrhythmik durch eine variable Arbeitszeitregelung, S.122.

Arbeitsstunde	Zeit	Leistung [%]
1	7.00-8.00	128
2	8.00-9.00	133
3	9.00-10.00	128
4	10.00-11.00	121
5	11.00-12.00	112
6	12.00-13.00	105
7	13.00-14.00	102
8	14.00-15.00	100
9	15.00-16.00	102
10	16.00-17.00	105
11	17.00-18.00	110

Tabelle 11: Tageszeitliche Schwankung der physiologischen Leistungsbereitschaft⁹⁶

Werden die Werte aus Tabelle 11 graphische ausgewertet zeigt sich ein anderer Verlauf, als jener von Hildebrandts standardisierter Tageskurve. Deshalb werden diese Ergebnisse in die Auswertungen dieser Arbeit nicht mit einfließen.

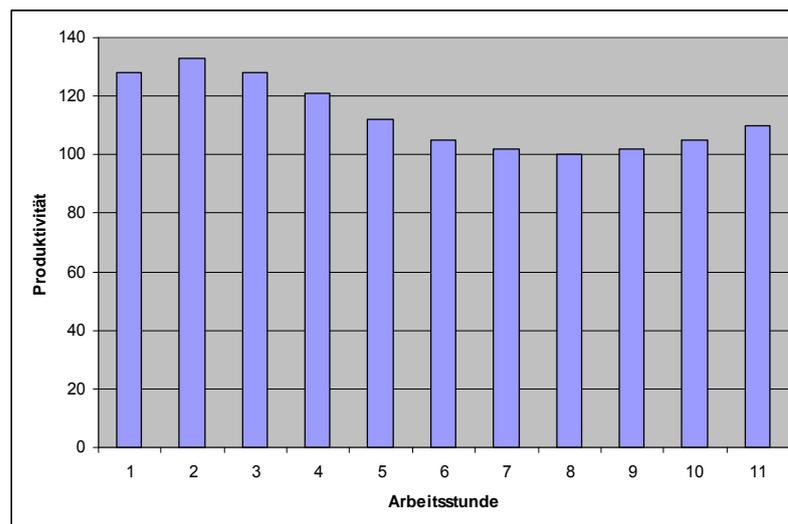


Tabelle 12: Auswertung der Ergebnisse durch Hildebrandt

3.1.4.1 Kritikpunkte am Ansatz Hildebrandt

Während der Voruntersuchung zur Verifizierung des Tests wurde die Produktivität der Angestellten sehr häufig geprüft und es ergeben sich brauchbare Ergebnisse in Form der Kurve in Abbildung 23. Leider sind die Ergebnisse des Haupttests nicht befriedigend genug aufbereitet und der mathematische Zusammenhang fehlt.

⁹⁶ Quelle: Hager: Untersuchung von Einflussgrößen und Kostenänderungen bei Beschleunigungsmaßnahmen von Bauvorhaben, S. 66.

3.1.5 Ansatz Hager

Neben den vier vorhergehenden, schon älteren, Ansätzen zur Produktivität, sollen nun auch zwei „aktuellere“ Untersuchungen vorgestellt werden.

Eine erfolgte 1991 durch Henning Hager im Rahmen seiner Dissertation an der TU Darmstadt.

Darin werden die oben beschriebenen Ansätze von Burkhart bzw. Winter, Lehmann und Hildebrandt zusammengefasst und deren Ergebnisse um drei empirische Untersuchungen erweitert. Zweck dieser Arbeit war es, einen mathematischen Zusammenhang zwischen Überstundenarbeit und Leistungsfähigkeit herzustellen.

Die vier erstgenannten Ansätze und deren Ergebnissen wurden bereits in Kapitel 3.1.1 bis Kapitel 3.1.4 dargestellt.

Nun sollen die drei empirischen Untersuchungen, die im Rahmen von Studienarbeiten an der TU Darmstadt erarbeitet wurden, vorgestellt werden. Diese, von Bodensohn, Berberat und Möhler erarbeiteten Untersuchungen, wurden von Hager herangezogen, um eine Auswertung des Produktivitätsverlaufs über den Arbeitstag für die Baubranche zu liefern.

Durch Karsten Bodensohn wurde der Verlauf der täglichen Leistungskurve bei Kabelkanalarbeiten untersucht. Der Untersuchungszeitraum betrug zehn Tage mit jeweils acht Arbeitsstunden.

In nachfolgender Abbildung ist das Ergebnis seiner Untersuchung dargestellt. Die Durchschnittsleistung der Vormittagsstunden wurde mit 100% angesetzt.

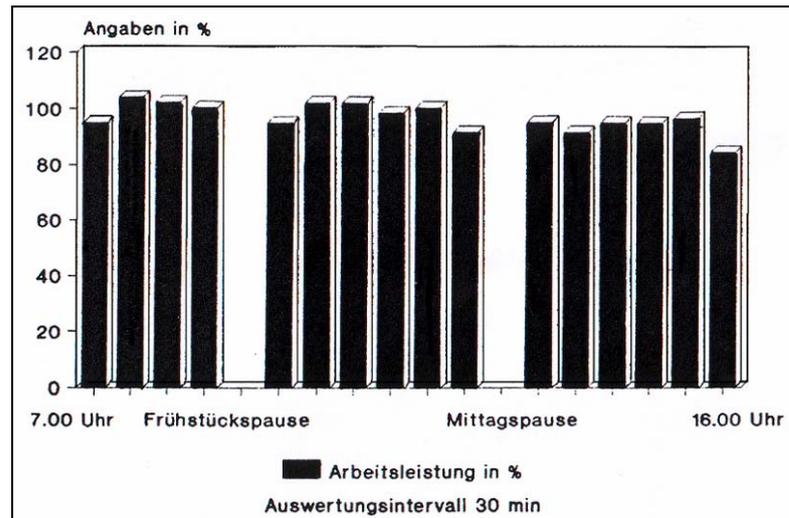


Abbildung 24: Leistungsverlauf über die Arbeitszeit von acht Stunden bei Kabelkanalarbeiten⁹⁷

Die Leistung einer Maurerpartie von sechs Mann untersuchte Axel Berberat in seiner Studienarbeit. Der Untersuchungszeitraum betrug wiederum zehn Tage, jedoch mit jeweils neun Arbeitsstunden.

Dabei wurde das Herstellen von Mauerwänden mit Kalksandsteinen für drei Reihenhäuser untersucht.

Berberat kommt zu dem Ergebnis, dass „...die Leistung von 7.00 Uhr bis 9.00 Uhr ansteigt, dann von 9.00 Uhr bis 12.00 Uhr nahezu konstant bleibt und dann ab 12.00 Uhr immer weiter abfällt.“⁹⁸

Wobei in der neunten und somit letzten Arbeitsstunde die geringste Leistung erbracht wurde. Der Spitzenwert der Produktivität wird um 10.00 Uhr erreicht.

„Beim Vergleich der aus den Daten von Bodensohn und Berberat ermittelten Tagesleistungen fällt auf, dass diese sich ähneln. Zum täglichen Arbeitsbeginn ist eine Minderleistung festzustellen. Bis zum Frühstück steigt die Leistung an, wobei in beiden Fällen das absolute Leistungshoch vor der Frühstückspause liegt. Zwischen Frühstücks- und Mittagspause verläuft die Kurve annähernd konstant, um dann bis zum Arbeitsende hin wieder abzufallen.“⁹⁹

⁹⁷ Quelle: Hager: Untersuchung von Einflussgrößen und Kostenänderungen bei Beschleunigungsmaßnahmen von Bauvorhaben, S. 77.

⁹⁸ Berberat: Änderung von Arbeitsproduktion und Lohnkosten bei mehr als 8-stündiger täglicher Arbeitszeit, S. 80.

⁹⁹ Hager: s.o., S. 80.

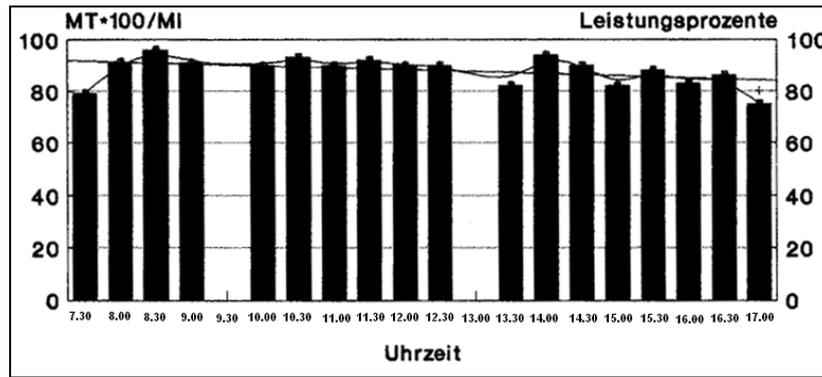


Abbildung 25: Leistungsverlauf über die Arbeitszeit bei Maurerarbeiten¹⁰⁰

Die dritte Arbeit, die Hager in seine Untersuchung mit einbezieht, wurde durch Jens Möhler verfasst. Er untersuchte die Arbeitsleistung von Bewehrungsarbeiten im Gleitbau. Der Untersuchungszeitraum betrug fünf Tage mit jeweils einer 12-stündigen Tagesschicht.

Laut seiner Analyse liegt das Leistungsmittel der 10. bis 12. Schichtstunde um durchschnittlich 11% unter dem Mittel der ersten neun Schichtstunden.

Er geht davon aus, dass die Arbeiter eine Stunde Pause gemacht haben. Somit entspricht der realen neunten Arbeitsstunde der tatsächlichen achten Arbeitsstunde, d.h. ein Leistungsverlust stellt sich bereits nach der achten Arbeitsstunde ein.

Nach Zusammenfassung und Auswertung der drei Untersuchungen kommt Hager zu folgendem Ergebnis: die Leistungsfähigkeit bleibt bis zur achten Arbeitsstunde konstant, ab der neunten Arbeitsstunde ergibt sich folgender Verlauf:

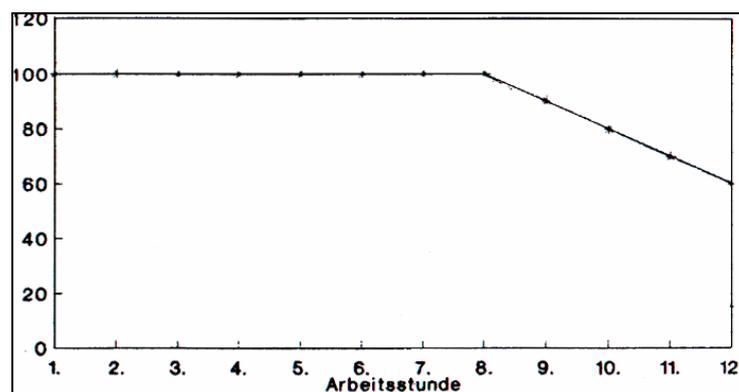


Abbildung 26: Leistungsverlauf in Abhängigkeit von der täglichen Arbeitszeit¹⁰¹

¹⁰⁰ Quelle: Berberat: Änderung von Arbeitsproduktion und Lohnkosten bei mehr als 8-stündiger täglicher Arbeitszeit., S. 79.

¹⁰¹ Quelle: Hager: Untersuchung von Einflussgrößen und Kostenänderungen bei Beschleunigungsmaßnahmen von Bauvorhaben, S.81.

Mathematisch lässt sich diese Ergebnis wie folgt beschreiben:

$$l_{gesamt} = \frac{(100 - a) \cdot t_n + \sum_{t_{\ddot{u}}=t_{n+1}}^x l(t_{\ddot{u}})}{t_{ges}}$$

Mit:

l_{gesamt} = durchschnittliche Gesamtleistung aller Arbeitsstunden

a = Anteil der Wegzeiten und Vor-/Nachbereitungstätigkeiten

t_n = tägliche Arbeitszeit

$l(t_{\ddot{u}})$ = Leistung der \ddot{u} -ten Arbeitsstunde („ \ddot{u} “ für Überstunde)

t_{ges} = tägliche Gesamtarbeitszeit

3.1.5.1 Kritikpunkte am Ansatz Hager

Hager liefert mit seiner Arbeit eine gute Zusammenfassung der bereits bekannten Ansätze und erweitert diese um drei neue Untersuchungen. Dies ermöglicht einen Einsatz seiner Formel in der Praxis.

Allerdings ist sein Ansatz kaum bekannt und wird in der Praxis, zumindest in Österreich, nicht angewendet.

3.1.6 Ansatz Car

Abschließend soll ein Ansatz der von Phillip Car im Zuge seiner Diplomarbeit 1998 an der TU Wien entwickelt wurde, vorgestellt werden.

Er untersuchte während einer Ferialpraxis zwei Wochen lang die Produktivität von drei Arbeitsgruppen (Zimmerer, Maurer und Eisenbieger) auf einer Hochbaubaustelle.

Wobei er für die Arbeitsgruppen folgende Arbeitsbereiche beobachtete:

Zimmerer: Deckenschalung und Säulenschalung herstellen

Maurer: Außenmauerwerk und Innenmauerwerk herstellen

Eisenbieger: Deckenbewehrung herstellen.

Car ermittelte mit Hilfe von Polier- und Bauleiterberichten bzw. dem Projektbericht neben der Tagesproduktivität, das Produktivitätsverhältnis und die durchschnittliche

Wochenproduktivität. Daraus entwickelte er für die fünf zuvor definierten Arbeitsbereiche jeweils ein Diagramm zur Produktivität, zum Produktivitätsverhältnis und zur durchschnittlichen Wochenproduktivität.

3.1.6.1 Kritikpunkte am Ansatz Car

Car befasst sich in seiner Arbeit mit der Tagesproduktivität, jedoch nicht mit der Stundenproduktivität. Somit ist ein Vergleich seiner Ergebnisse mit jenen, der oben angeführten Ansätze, denen die stündliche Produktivität zu Grunde liegt, nicht sinnvoll.

Leider liefert er keine Zusammenfassung seiner Ergebnisse, somit können diese für weiterführende Untersuchungen nicht herangezogen werden. Zwar bildet er die Produktivität der von ihm untersuchten Baustelle mit Hilfe von einigen Diagrammen sehr genau ab, bietet aber keine Hilfestellung für die allgemeine Bewertung der Produktivität an.

3.1.7 Zusammenfassung der Grundlagen

Nachdem nun sechs Ansätze zum Produktivitätsverlust über den Tagesverlauf vorgestellt wurden, soll eine kurze Zusammenfassung einen Überblick über die Ergebnisse dieser geben.

Es wird für den folgenden Vergleich bei allen Ansätzen die Produktivität der ersten acht Stunden konstant angenommen. Wie in der unteren stehenden Auswertung dargestellt, wird der Wert der Produktivität von Arbeitsstunde 1 bis Arbeitsstunde 8 gleich 1,00 gesetzt. Ab der neunten Arbeitsstunde wird der Verlauf des Produktivitätsrückganges der unterschiedlichen Ansätze dargestellt.

Vier der Ansätze eignen sich zum Vergleich miteinander.

Der erste Ansatz ist jener von Winter (siehe Kapitel 3.1.1), der seine Ergebnisse mittels eines Produktivitätseffektes abbildet. Neben einer mathematischen Beschreibung bietet er eine graphische Darstellung (siehe Abbildung 17) seiner Auswertungen. Er geht von einem konstanten Verlauf der Produktivität bis zur achten Arbeitsstunde aus, danach nimmt diese ab, um in der 16. Arbeitsstunde gleich null zu werden.

Weiters kann der Ansatz von Lehmann (siehe Kapitel 3.1.2) für den Vergleich herangezogen werden. Lehmann hat in seinen Publikationen keine Werte für den Produktivitätsverlust genannt, Kapellmann (siehe Tabelle 7) liefert jedoch Angaben zum mittleren Leistungsabfall ab der neunten Arbeitsstunde. Diese werden herangezogen und sind in untenstehender Tabelle dargestellt.

Die graphische Auswertung in Tabelle 14 zeigt, dass die Produktivität gemäß Lehmann/Kapellmann nach der achten Arbeitsstunde deutlicher, als von Winter dargestellt, abnimmt. Während Winter den Schnittpunkt mit der Arbeitszeitachse in der 16. Arbeitsstunde ansetzt, wird er in diesem Ansatz bereits zwischen der elften und zwölften Arbeitsstunde erreicht.

Graf (siehe Kapitel 3.1.3) bietet in seinem Ansatz eine Auswertung der Produktivität eines neunstündigen Arbeitstages (siehe Tabelle 9). Für die neunte Arbeitsstunde nennt er 91% für den Wert der Produktivität. Somit können die Werte aller folgenden Arbeitsstunden extrapoliert werden.

Die Werte, die Graf von der ersten bis zur achten Arbeitsstunde angibt, variieren zwischen 88% und 100%, dennoch wird, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, die Produktivität dieser acht Stunden konstant angenommen. Der Verlauf dieser extrapolierten Kurve ist deutlich flacher, als jener von Winter und Lehmann. Zwischen der 19. und 20. Arbeitsstunde wird der Wert Null erreicht.

Der vierte Ansatz, der hier dargestellt wird ist jener von Hager (siehe Kapitel 3.1.5). Zwar führt Hager einen mathematischen Zusammenhang zwischen Produktivität und Arbeitsstunde an, doch dieser eignet sich ausschließlich für die Ermittlung konkreter Beispiele. Es findet sich keine allgemein gültige Darstellung.

Allerdings trifft Möhler, dessen Arbeit in die Ergebnisse von Hager einfließt, die Aussage, dass das Leistungsmittel der neunten und zehnten Arbeitsstunde im Durchschnitt um 11% abnimmt.

Somit kann die Produktivität der neunten und zehnten Stunde ermittelt werden und alle weiteren Werte extrapoliert.

Ansatz Kapitel Arbeitsstunde	Winter 3.1.1	Lehmann 3.1.2	Graf 3.1.3	Hager 3.1.5
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	1,00
3	1,00	1,00	1,00	1,00
4	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,00
6	1,00	1,00	1,00	1,00
7	1,00	1,00	1,00	1,00
8	1,00	1,00	1,00	1,00
9	0,88	0,50	0,91	0,89
10	0,75	0,40	0,82	0,78
11	0,63	0,33	0,73	0,67
12	0,50	-0,24	0,64	0,56
13	0,38		0,55	0,45
14	0,25		0,46	0,34
15	0,13		0,37	0,23
16	0,00		0,28	0,12
17			0,19	0,01
18			0,10	-0,10
19			0,01	
20			-0,08	

Tabelle 13: Zusammenfassung der Ansätze

Nachfolgend die graphische Darstellung der vier ermittelten Kurven nach den Ansätzen Winter, Lehmann, Graf und Hager:

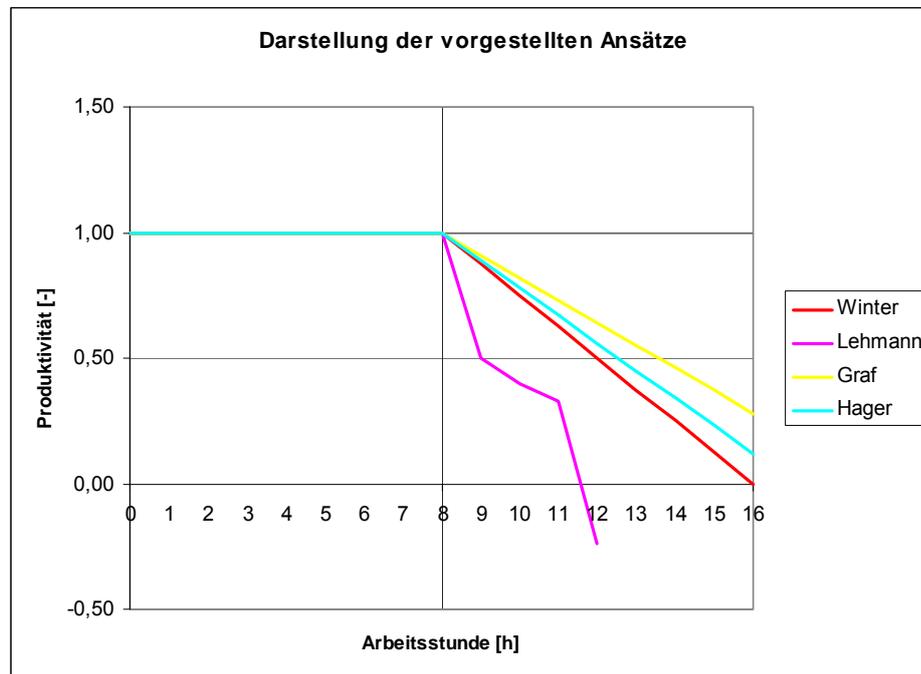


Tabelle 14: Graphische Darstellung der Zusammenfassung der Ansätze

Zwei der vorgestellten Ansätze können nicht in diese Betrachtung aufgenommen werden, da sie keine vergleichbaren Ergebnisse liefern.

Zum einen der Ansatz von Hildebrandt (siehe Kapitel 3.1.4), der keine Werte für den Produktivitätsverlust liefert, sondern diesen ausschließlich mittels einer Tagesverlaufskurve graphisch darstellt.

Zum anderen der Ansatz von Car (siehe Kapitel 3.1.6), da er sich mit der Tages- und nicht mit der Stundenproduktivität befasst.

Somit können die Ergebnisse von Hildebrandt und Car nicht in der Zusammenfassung dargestellt werden.

3.2 Eigener Ansatz

Neben einer großen Zahl von theoretischen Ansätzen, gibt es wie aus Punkt 3.1 ersichtlich, auch einige praktische Untersuchungen zur Variation der Produktivität über die Arbeitszeit. Oftmals bilden diese allerdings nur das konkret untersuchte Gebiet ab, d.h. eine spezielle Branche und besitzen daher keine Allgemeingültigkeit. Oder die Ergebnisse sind zu ungenau aufbereitet und beschrieben, um die Erkenntnisse in anderen Bereichen einsetzen zu können. Für die österreichische Bauindustrie gibt es bisher lediglich den Ansatz Winter, der in der Praxis zur Anwendung kommt. Dieser ist allerdings schon sehr alt und gilt als überholt.

Um einen Ansatz in der Praxis anwenden zu können, muss aus den Auswertungen ein mathematischer Zusammenhang gebildet und eine Erläuterung der Herkunft der Daten vorliegen.

Diese ist jedoch bei den meisten Ansätzen nicht zufrieden stellend erfolgt. Zwar stellen Winter und Hager in ihrer Arbeit einen mathematischen Zusammenhang zwischen Arbeitszeit und Leistung her und bilden diesen mit Hilfe von Kurven ab, allerdings gilt der erste Ansatz als überholt bzw. ist der zweite zu wenig bekannt und dadurch noch nicht erprobt.

Deshalb war es Ziel dieser Arbeit, eigene neue Kurven zur Variation der Produktivität durch empirische Untersuchungen zu ermitteln und diese mathematisch zu beschreiben, um deren Einsatz in der Praxis zu ermöglichen.

Um ein breites Spektrum von Arbeiten abzudecken und einen Einsatz in verschiedenen Branchen zu ermöglichen, wurden drei Kurven für unterschiedliche „Arbeitstypen“ erfasst. Die Definition dieser Arbeitstypen erfolgte durch die Art der Beanspruchung des Menschen während der Ausführung der Tätigkeit. Dabei wurde von geistiger Arbeit zu körperlicher Arbeit abgestuft.

Zwar basieren alle im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Kurven auf empirischen Untersuchungen in Betrieben der Bauwirtschaft in Österreich, dennoch könnten, durch diese Abstufung der Belastungsart, die Ergebnisse auch in anderen Branchen eingesetzt werden. Im Folgenden soll die Ermittlung der drei Kurven näher beschrieben werden.

3.2.1 Die Arbeitstypen

Für den eigenen Ansatz wurden drei Arbeitstypen definiert, deren Bezeichnung in Anlehnung an die drei von Lehmann entwickelten Kurven (siehe Kapitel 3.1.2) erfolgte. Die Einteilung der Arbeit in den jeweiligen Arbeitstypen hat sich aus der Beanspruchungsart der/des Arbeiterin/s ergeben. Dabei wurde von mehrheitlich geistiger Arbeit, mittelschwerer Arbeit mit körperlicher und geistiger Beanspruchung und schwerer körperlicher Arbeit mit mäßiger geistiger Beanspruchung ausgegangen.

Zur Unterscheidung der drei Arbeitstypen könnte der Kalorienverbrauch der ArbeiterInnen während der Ausführung der Tätigkeit herangezogen werden. Dies erfolgt im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht.

Nachfolgend sind die drei Arbeitstypen kurz beschrieben. Neben deren Definition wird das konkrete Beispiel der untersuchten Arbeit angegeben.

Arbeitstyp A) körperlich wenig und geistig sehr anstrengende Arbeit - Maschinist:

Die Arbeit des Arbeitstyp A wird stark durch eine Maschine bestimmt. Die Arbeit wird im Sitzen ausgeführt und die körperlichen Beanspruchungen darüber hinaus sind eher gering. Dafür fordert diese Art der Arbeit ein hohes Maß an Konzentration und somit geistiger Arbeit. Geleistet wurde dieser „Typ“ der Arbeit durch eine Partie von Maschinisten, wobei zwei Tieflöffelbagger zehn LKW beladen haben.

Der Ort der Untersuchung war eine Deponie für Tunnelausbruchmaterial in der Nähe von Wien.

Arbeitstyp B) körperlich und geistig mäßig anstrengende Arbeit - Elektromonteur:

Dieser Arbeitstyp ist sowohl durch körperliche, als auch geistige Beanspruchung gekennzeichnet. Der Körpereinsatz ist bei der Arbeit notwendig, allerdings müssen auch, zu sich ergebenden Problemen, eigenständig Lösungen gefunden werden.

Im vorliegenden Beispiel wurde dieser Arbeitstyp durch den Elektromonteur vertreten, dessen Arbeit aus der Montage von U - Profile entlang einer Tunnelwand bestand.

Der Ort der Untersuchung war ein im Bau befindlicher U-Bahntunnel in Wien.

Arbeitstyp C) körperlich sehr und geistig wenig anstrengende Arbeit – „Eisenbieger“ (Schwerarbeiter):

Der auch als Schwerarbeiter bezeichnet Arbeitstyp ist durch hohe körperliche Beanspruchung und - im Verhältnis dazu - geringere geistige Arbeit gekennzeichnet. Im Rahmen dieses Ansatzes wurde dieser Arbeitstyp durch den als „Eisenbieger“ bezeichneten Arbeiter vertreten. Es wurde die Tätigkeit an der Schneidemaschine in einem Stahlwerk beobachtet. Dabei wurde der Bewehrungsstahl mit unterschiedlichen Durchmesser in verschiedenen Längen geschnitten und somit die Vorarbeit zum eigentlichen Biegen der Bewehrungseisen geleistet.

Der Ort der Untersuchung war die Werkshalle eines Stahlwerks in der Nähe von Wien.

3.2.2 Messung der Produktivität

Welche Möglichkeiten der Messung gibt es?

Zur Messung der Produktivität, d.h. der Aufzeichnung der relevanten Daten gibt es drei Varianten¹⁰²:

1. die externe Betrachtung durch eine/einen außenstehende/n BeobachterIn
2. die interne Betrachtung durch jemanden, der dem Betrieb angehört
3. die eigenverantwortliche Betrachtung durch die Ausführenden selbst

In der Literatur findet sich die Aussage, dass die drei Untersuchungsvarianten zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Dies zeigten die Erfahrung aus früheren Untersuchungen. Die Leistung unter Beobachtung ist immer eine andere, meist höhere, als jene ohne Beobachtung. Dies wird von den ArbeiterInnen zum Teil unbewusst, aber auch bewusst verursacht.

Deshalb ist es anzustreben jeweils eine externe, als auch eine interne bzw. eigenverantwortliche Betrachtung durchzuführen, um eine Verfälschung der Ergebnisse zu verhindern und objektive und vergleichbare Ergebnisse zu gewährleisten.

Für die unten angeführten Produktivitätsuntersuchungen wurde versucht dies umzusetzen.

¹⁰² Vgl. Car: Messung und Analyse von Produktivität auf Baustellen, S. 37.

In zwei der drei Untersuchungen war dies möglich und es wurden jeweils zwei externe Beobachtungstage durch die Verfasserin ausgeführt, die durch die interne bzw. eigenverantwortliche Betrachtung über zwei Tage ergänzt wurde.

Durch die Beschaffenheit der bei Arbeitstyp A untersuchten Arbeit konnte dies nicht realisiert werden. Da weder einer der Arbeiter selbst die Aufzeichnungen machen konnte, noch eine firmeninterne Person, wurden alle vier Beobachtungstage extern protokolliert.

Als Untersuchungszeitraum wurde bei den drei protokollierten Arbeitstypen jeweils vier Tage gewählt. Eine höhere Anzahl von Messungen hätte den Rahmen dieser Diplomarbeit gesprengt. Durch diese relativ geringe Anzahl von Messungen können die daraus gezogenen Schlüsse als nicht umfassend gewertet werden. Um eine exaktere Aussage über den Produktivitätsverlust über den Tagesverlauf treffen zu können, wäre eine weit größere Anzahl von Beobachtungen erforderlich. Dennoch zeigen die Ergebnisse (siehe unten) eine eindeutige Tendenz, die eine Interpretation zur Variation der Produktivität möglich macht.

Wie war die Vorgehensweise zur Messung der Produktivität?

In nachfolgender Abbildung ist das Produktivitätsprotokoll dargestellt. Dieses wurde zur Messung der Produktivität durch die Verfasserin entwickelt und kam während den Untersuchungen in den Betrieben zum Einsatz. Es dient dazu die Basisdaten und die Produktivitätsdaten der Messung darzustellen.

Vorerst sind die bekannten Basisdaten in das Produktivitätsprotokoll einzutragen, diese umfassen:

- „geographische“ Daten, wie der Name der Firma (hier zum Schutz der untersuchten Betriebe anonymisiert) und der genaue Ort der Messung
- „klimatischen“ Daten, wie die durchschnittliche Temperatur und die Witterung am Arbeitsplatz
- „zeit-verifizierenden“ Daten, wie das Datum und der Untersuchungszeitraum der Untersuchung
- weiters die Tätigkeitsbeschreibung der auszuführenden Arbeit

Danach sind folgende Produktivitätsdaten im Rahmen der Produktivitätsmessung zu ermitteln und einzutragen:

- **Arbeitsstunden**
Für den Untersuchungszeitraum wurde die Arbeitszeit mit sechzehn Stunden (inklusive Pausen) begrenzt. Dieser Wert entspricht auch dem Grenzwert von Winter (siehe 3.1.1.1).
- **Arbeitsmenge**
Wie bereits in Kapitel 2 erläutert, ist die Arbeitsmenge immer eine messbare Größe, die in einer Einheit angegeben werden kann, wie z.B. in Tonnen [t] oder Stück [Stk.].
- **Ausfallzeiten**
Dies sind die in Kapitel 2 definierten exogene und endogene Ausfallzeiten und deren Aufsummierung zur Gesamtausfallzeit.
- **effektive Arbeitsstunde**
Diese ergibt sich aus der Subtraktion der externen Ausfallzeiten von der Arbeitsstunde.¹⁰³
- **Arbeitsproduktivität**
Als Division der Arbeitsmenge durch die effektive Arbeitsstunde.

Die Produktivität der drei zuvor definierten Arbeitstypen wurde auf die oben beschriebene Weise aufgezeichnet und die Produktivitätsprotokolle erstellt (siehe Beispiel im Anhang).

¹⁰³ Gegen die Ausführungen in Kapitel 2 wird die effektive Arbeitsstunde definiert als Arbeitsstunde minus exogene Ausfallzeit.

Diese Annahme wurde getroffen, da die endogene Ausfallzeit als Ergebnis des Produktivitätsrückganges angenommen werden kann. Die Untersuchungen in der Praxis haben gezeigt, dass die endogene Ausfallzeit mit der Anzahl der Arbeitsstunden steigt. Somit würde eine Berücksichtigung der endogenen Ausfallzeit in der effektiven Arbeitsstunde eine nicht reale Produktivitätssteigerung ergeben, da die Stundenproduktivität durch einen geringeren Wert dividiert würde und somit eine Produktivitätssteigerung zur Folge hätte.

Sowohl bei Arbeitstyp A, als auch bei Arbeitstyp B wurde die Gesamtproduktivität einer Partie gemessen.

D.h. die erbrachte Arbeitsmenge wurde nicht auf die ausführenden Einzelpersonen aufgeteilt bzw. die Anzahl der Personen, die diese Arbeitsmenge erbrachten, wurde nicht berücksichtigt.

Speziell in der Baubranche wird beinahe jeder Arbeitsvorgang durch eine Partie ausgeführt. Die Ermittlung der Produktivität der Einzelperson ist nur schwer möglich und wäre auch nicht sinnvoll. Somit ist es zulässig, die Gesamtleistung einer Gruppe für die Messung der Produktivität heran zu ziehen und auch das Gesamtergebnis der Einzeltätigkeiten in der Produktivitätsmessung darzustellen.

Bei der Ermittlung der Daten zu Arbeitstyp C dagegen wurde die Produktivität einer Einzelperson ermittelt, da die Arbeit an der Schneidemaschine allein ausgeführt werden kann. Es besteht keine Abhängigkeit zu anderen Arbeitern.

Produktivitätsprotokoll									
Fa.				Ort der Untersuchung:					
durchschn. Temperatur: .....°C				Datum: ...../...../200.....					
Witterung:				Untersuchungszeitraum: : - :					
Tätigkeitsbeschreibung:									
(1)	Arbeitsstunde	Uhrzeit	(2)	Arbeitsmenge	(3)	(4)	(5)=(3)+(4)	(6)=(1)-(4)	(7)=(2)/(6)
		[h]		[]	endogene [h]	Ausfallzeiten exogene [h]	Summe [h]	effektive Arbeitsstunde [h]	Stunden- produktivität []/[h]
1.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
2.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
3.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
4.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
5.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
6.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
7.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
8.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
9.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
10.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
11.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
12.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
13.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
14.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
15.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
16.	Arbeitsstunde	..... : .....	.....	.....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	..... : .....	.....
Summe Arbeitsstunden		Summe Arbeitsmenge		Summe Ausfallzeit endogen	Summe Ausfallzeit exogen	Summe Ausfallzeit gesamt	Summe effektive Arbeitsstunde		
..... : []	 : : : :		
Tagesproduktivität= Summe Arbeitsmenge/(Summe Arbeitsstunden-Summe Ausfallzeiten)								.....
								[]/[h]	

Abbildung 27: Produktivitätsprotokoll

3.2.3 Arbeitstyp A: Produktivitätsmessung und Ergebnisse

▪ **Arbeitstyp (Wer?)**

Der Arbeitstyp A wurde durch die Tätigkeit des Maschinisten abgebildet. Dabei wurde eine Partie mit zwei Baggerfahrern und zehn LKW-Fahrern betrachtet. Die Aufgabe der Partie war es, ausgebrochenes Tunnelmaterial zu laden und zu verführen.

In Betrieb standen drei vierachsige LKW und sieben dreiachsige LKW, sowie zwei Tiefloeffelbagger.

Die Arbeit wurde durch zwölf Arbeiter jeweils in deren Maschine ausgeführt. Die Arbeiter haben unterschiedliches Alter und gelten als erfahren.

▪ **Standort (Wo?)**

Die Messung der Produktivität dieses Arbeitstyps erfolgte auf einer großen Deponie für das Tunnelausbruchsmaterial einer nahen Tunnelbaustelle. Der Standort der Deponie ist in der Nähe von Wien.

▪ **Untersuchungszeitraum (Wann?)**

11.06.2007-14.06.2007

Der Untersuchungszeitraum betrug vier Tage, von Montag bis Donnerstag innerhalb einer Woche. An allen vier Tagen erfolgte eine externe Betrachtung durch die Verfasserin bzw. einen Helfer auf der Baustelle.

Es wurde am Montag von 7.00 Uhr bis 19.00 Uhr gearbeitet, Dienstag und Mittwoch von 6.00 Uhr bis 18.00 Uhr und Donnerstag von 6.00 Uhr bis 16.00 Uhr mit jeweils einer Stunde Mittagspause.

Der frühe Schluss der Arbeiten am vierten Untersuchungstag erfolgte wegen eines Baustellenfestes.

▪ **Untersuchte Arbeit (Was?)**

Das Tunnelausbruchmaterial wurde mittels eines Förderbandes direkt von der Tunnelbohrmaschine an der Ortsbrust auf die Deponie befördert. Das Material musste danach mit Hilfe der Maschinistenpartie an eine höher gelegene Stelle der Deponie gebracht werden, um dieses dort zu deponieren.

Obwohl die Partie aus zwölf Fahrzeugen bestand, liegt das Hauptaugenmerk auf den Tieflöffelbaggern. D.h. untersucht wurde die Variation der Anzahl der Ladespiele der Bagger. Natürlich war die Leistung der Bagger abhängig von der Leistung der LKW, somit kann die ermittelte Produktivität nur für die gesamte Partie gelten.

Da das Förderband teilweise während der Arbeitszeit in Betrieb war, kam es zu starker Staubentwicklung.

An den ersten beiden Untersuchungstagen war es durchgehend sonnig und die durchschnittliche Temperatur lag bei 27°C. Am Mittwoch war es zwar anfangs bedeckt, dennoch sehr heiß und die durchschnittliche Temperatur betrug 29°C. Der Donnerstag war sonnig, die durchschnittliche Temperatur war etwas niedriger als am Vortag und lag bei 25°C.

▪ **Zum Arbeitsablauf (Wie?)**

In der Früh wurden einer oder mehrere Kegel des durch das Förderband auf das Zwischenlager der Deponie aufgeschütteten Tunnelausbruchmaterials angetroffen.

Die Baggerfahrer stellten sich einen Standplatz beim Kegel ca. 3 Meter über dem Niveau her. Dies ermöglichte das Beladen der LKW mit relativ geringen Hubhöhen.

Nach diesen, einigen Minuten dauernden, Vorarbeiten begann der eigentliche Arbeitsablauf, der sich in vier Arbeitsschritte einteilen lässt.

Arbeitsschritt 1

Während der Fahrt zum Zwischenlager, entschieden die LKW-Fahrer bei welchen der beiden Bagger die geringere bzw. keine Wartezeit zu erwarten war. Auf Grund dieser Abschätzung fuhren sie einen der beiden Bagger an.

Nicht immer war der Bagger von den anfahrenden LKW zu sehen, da er auch auf der Hinterseite des Schüttkegels Position beziehen musste.

Auch, weil die Tieflöffelbagger während des Arbeitstages mehrmals ihren Standplatz änderten, gab es keine standardisierten Zu- und Abfahrtswege. Dadurch erhöhte sich auch das Risiko des Zusammenstosses der LKW.

Bei der langsamen Anfahrt zum Bagger, signalisierte der Baggerführer mit einem Hupton das Erreichen der richtigen Ladeposition.

Arbeitschritt 2

Der Baggerfahrer begann den Ladevorgang der drei- und vierachsigen LKW. Im Regelfall waren hierfür drei bis vier Schaufelentleerungen des Baggers notwendig.

Während dieser Tätigkeit war keine Bewegung des LKW notwendig.

Das Ende des Ladevorgangs wurde durch den Baggerfahrer wiederum mittels Hupton angezeigt.

Arbeitschritt 3

Nachdem der LKW-Fahrer das Hupsignal des Baggerführers wahrgenommen hatte, fuhr er über eine relativ steile Rampe zu der höher gelegenen Abladestelle des Materials. Die Rampe wurde so breit angelegt, dass Begegnungen der LKW kein Problem darstellten.

Arbeitschritt 4

Am aktuellen Entladeplatz kippte der LKW seine Ladefläche im Stehen. Die Verteilung dieser kleinen Kegel erfolgte durch eine andere Arbeitsgruppe und wird im Rahmen dieser Arbeit nicht dargestellt.

Arbeitsschritt 1



Arbeitsschritt 2



Arbeitsschritt 2



Arbeitsschritt 3



Arbeitsschritt 4



▪ Ergebnisse zum Arbeitstyp A

Für den Arbeitstyp A wurden zwei Werte für die Ermittlung der Produktivität herangezogen. Zum einen die Anzahl der Ladespiele eines der Tieflöffelbagger pro Stunden und zum anderen die Zeit, die der Baggerfahrer für den Ladevorgang benötigte.

Die Werte wurden, wie bereits oben erwähnt, an vier Tagen ermittelt. Wobei am Montag von 7.00 Uhr bis 19.00 Uhr gearbeitet wurde, am Dienstag und Mittwoch von 6.00 Uhr bis 18.00 Uhr und am Donnerstag von 6.00 Uhr bis 16.00 Uhr.

Die Mittagspause wurde an allen vier Untersuchungstagen von 12.00 Uhr bis 13.00 Uhr gehalten.

Um die Werte der vier Tage besser vergleichen zu können, wurden jene vom Montag um eine Stunde „verschoben“, d.h. die Arbeit fiktiv um 6.00 Uhr angetreten. Dadurch ergibt sich eine zweistündige Pause von 11.00 Uhr bis 13.00 Uhr¹⁰⁴.

Weiters wurde die Auswertung der letzten Arbeitsstunde von 18.00 Uhr bis 19.00 Uhr am Montag nicht berücksichtigt, um die Ergebnisse der vier Tage vergleichbarer zu machen.

Vorerst soll die Auswertung nach den geleisteten Ladespielen eines Baggers erfolgen. Danach werden die Ergebnisse der gestoppten Zeit für ein Ladespiel dargestellt. Die Tagesauswertungen aller vier Tage finden sich im Anhang.

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der drei Arbeitstypen zu gewährleisten, erfolgt die Auswertung der Produktivitätsverhältnisse der ermittelten Werte.

Hierzu wurde die Stundenproduktivitäten der einzelnen Tage jeweils in ein Verhältnis zur Spitzenproduktivität desselben Tages gesetzt.

¹⁰⁴ Am ersten Arbeitstag der Woche wurde die Arbeit um 7.00 Uhr angetreten, eine Stunde später, als an den übrigen Wochentagen. D.h. die erste Arbeitsstunde wurde eine Stunde später angetreten, als den Rest der Woche. Da allerdings eine Auswertung nach der Arbeitsstunde und nicht nach der Tageszeit erfolgte, wurden die Werte vom Vormittag des ersten Untersuchungstages um eine Stunde verschoben. Somit war die erste Arbeitsstunde tatsächlich von 7.00 Uhr bis 8.00 Uhr, für die Auswertung der Ergebnisse fiktiv von 6.00 Uhr bis 7.00 Uhr.

Der Arbeitsantritt nach der Pause, die an jedem Untersuchungstag zur gleichen Zeit gehalten wurde, erfolgte somit an allen Untersuchungstagen um 13.00 Uhr. Dadurch ergibt sich am ersten Untersuchungstag eine zweistündige Pause von 11.00 Uhr bis 13.00 Uhr. Siehe dazu die Tagesauswertungen im Anhang.

Untersuchungstag	11.06.07	12.06.07	13.06.07	14.06.07	Summe	Mittel/h	Mittel
Arbeitsstunde 1 6:00-7:00	85	100	82	88	354	89	90
Arbeitsstunde 2 7:00-8:00	98	100	91	94	383	96	
Arbeitsstunde 3 8:00-9:00	94	100	96	89	379	95	
Arbeitsstunde 4 9:00-10:00	94	79	79	94	346	87	
Arbeitsstunde 5 10:00-11:00	81	94	100	100	375	94	
Arbeitsstunde 6 11:00-12:00	0	75	78	78	231	77	
Arbeitsstunde 7 12:00-13:00	0	0	0	0	0	0	
Arbeitsstunde 8 13:00-14:00	100	75	97	95	368	92	
Arbeitsstunde 9 14:00-15:00	89	94	84	86	353	88	87
Arbeitsstunde 10 15:00-16:00	87	98	87	89	361	90	
Arbeitsstunde 11 16:00-17:00	89	83	87	0	258	86	
Arbeitsstunde 12 17:00-18:00	81	87	82	0	250	83	

Tabelle 15: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – Anzahl der Ladespiele

An drei der vier Untersuchungstagen liegt das Maximum des Produktivitätsverhältnisses in unterschiedlichen Arbeitsstunden. Am ersten Untersuchungstag, dem Beginn der Arbeitswoche, tritt das Maximum nach der Mittagspause in der achten Arbeitsstunde auf. Am zweiten Untersuchungstag dagegen sind die ersten drei Stunden die produktivsten und zeigen alle das gleiche Ergebnis. Am dritten und vierten Untersuchungstag wird das Maximum in der fünften Arbeitsstunde erreicht.

Dadurch erscheint eine Mittelwertbildung über die ersten acht Stunden sinnvoll. Der Mittelwert der Produktivitätsverhältnisse dieser liegt bei 90%. Der Mittelwert wird in der ersten Stunde nach der Mittagspause mit 92% überschritten. Danach wird er nur mehr in der zehnten Arbeitsstunde erreicht, alle übrigen Werte liegen darunter. Der Mittelwert der letzten vier Arbeitsstunden ist mit 87% geringer, als jener der ersten acht Stunden.

Es zeigen die Stundenwerte der Produktivität nur geringe Schwankungen. Die Mittelwerte der Stundenauswertungen variieren zwischen 77% und 96%. Somit kann kein großer Produktivitätsverlust über den Tagesverlauf beobachtet werden, was die graphische Auswertung der ermittelten Werte verdeutlicht.

Dies Bestätigt die Aussagen aus Kapitel 3.1, dass die Produktivität bei überwiegend geistiger Arbeit an der Maschine stark von der Leistung der Maschine abhängt und die Produktivitätsverluste geringer sind, als bei beispielsweise körperlich sehr anstrengender Arbeit.

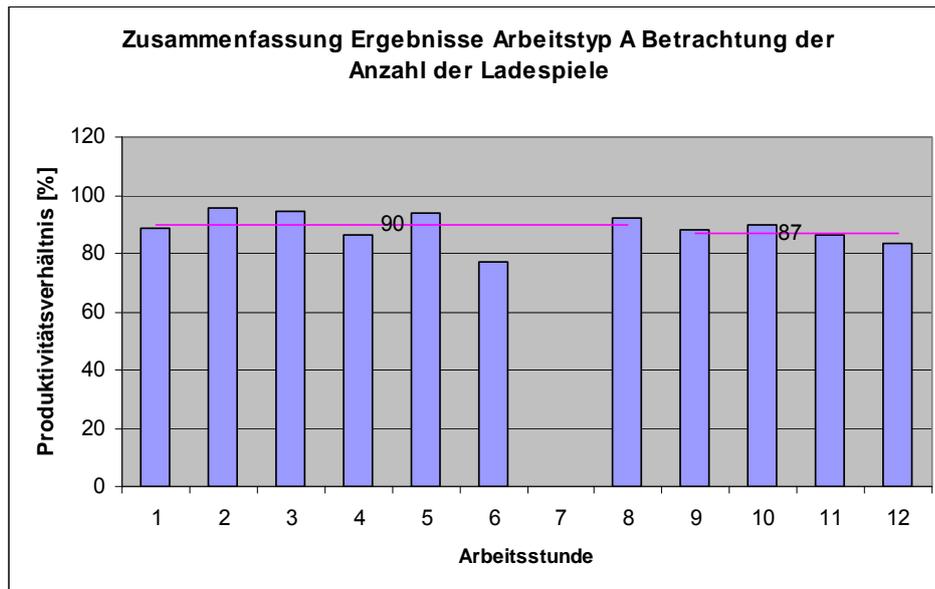


Tabelle 16: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – Anzahl der Ladespiele

Dennoch lassen sich drei Spitzpunkte der Produktivität über den Tagesverlauf erkennen. Die erste in der zweiten Arbeitsstunde nach der Einarbeitungsphase, die gleichzeitig auch das mittlere Tagesmaximum der Produktivität darstellt. Danach sinkt die Produktivität zur Pause hin ab, um in der fünften Stunde den zweiten Gipfel zu erreichen. Diese Spitze lässt sich durch einen so genannten Schlussantrieb (siehe Kapitel 3.1.3) kurz vor der Mittagspause erklären. Der dritte Maximalwert zeigt sich in der achten Arbeitsstunde, unmittelbar nach der Mittagspause. Danach nimmt die Produktivität bis zum Arbeitsende kontinuierlich ab.

Als zweiter Wert neben der Anzahl der Ladespiele pro Stunde, wurde die benötigte Zeit des Baggerfahrers für den Ladevorgang eines vierachsigen LKW protokolliert und ausgewertet. Leider konnte die Protokollierung dieser Werte nicht mit der derselben Konstanz erfolgen, wie jene der Anzahl der Ladespiele. Der Grund dafür ist in erster Linie, dass der Bagger zum Teil nicht einsehbar war.

Wiederum wurde das Produktivitätsverhältnis gebildet und dargestellt.

Die Kurve des Produktivitätsverhältnisses der benötigten Zeiten sollte weitgehend reziprok jener der Anzahl der Ladespiele verlaufen. D.h. je schneller der Baggerfahrer den Ladevorgang ausführt, desto mehr Ladespiele sollten pro Stunde möglich sein.

Untersuchungstag		11.06.07	12.06.07	13.06.07	14.06.07	Summe	Mittel/h
Arbeitsstunde 1	6:00-7:00	68	84	72	74	299	75
Arbeitsstunde 2	7:00-8:00	82	96	77	70	324	81
Arbeitsstunde 3	8:00-9:00	80	87	93	100	360	90
Arbeitsstunde 4	9:00-10:00	100	100	0	90	290	97
Arbeitsstunde 5	10:00-11:00	86	0	79	97	262	87
Arbeitsstunde 6	11:00-12:00	0	0	89	96	185	93
Arbeitsstunde 7	12:00-13:00	0	0	0	0	0	0
Arbeitsstunde 8	13:00-14:00	83	0	89	79	251	84
Arbeitsstunde 9	14:00-15:00	87	0	85	0	172	86
Arbeitsstunde 10	15:00-16:00	80	0	100	0	180	90
Arbeitsstunde 11	16:00-17:00	93	82	0	0	175	87
Arbeitsstunde 12	17:00-18:00	83	92	88	0	262	87

Tabelle 17: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – benötigte Zeit

Mittels der Darstellung in Tabelle 17: wird dies nicht so verdeutlicht, wie durch die graphische Darstellung der Ergebnisse in Tabelle 18.

Beispielsweise steigt in Arbeitsstunde vier und sechs die benötigte Zeit sichtbar an, hingegen sinkt die Anzahl der Ladespiele (siehe Tabelle 16). Im Gegensatz dazu ist die benötigte Zeit in der achten Stunde eher gering, im Vergleich zu den anderen Stunden, dafür steigt die Anzahl der Ladespiele nach der Mittagspause.

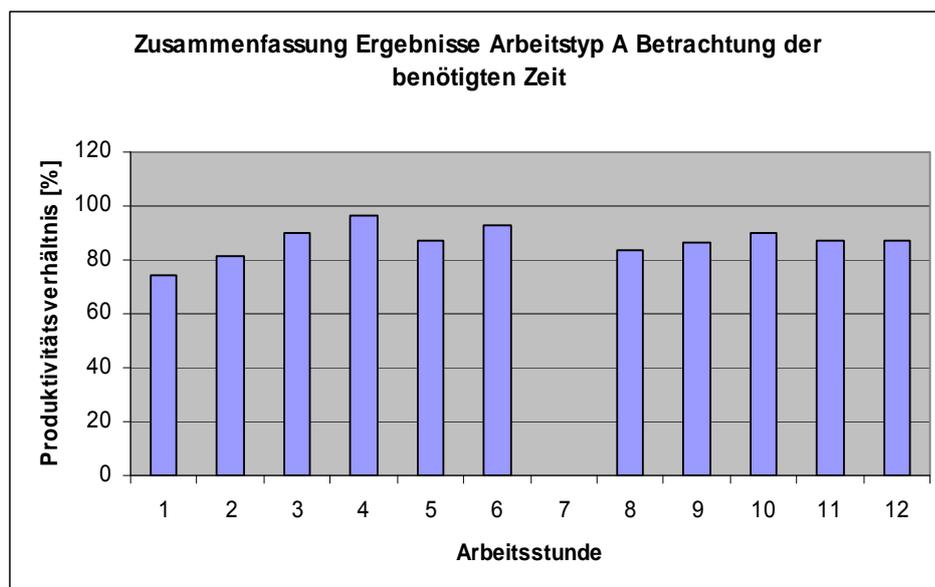


Tabelle 18: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – benötigte Zeit

Abschließend sollen die Auswertungen der gemessenen Werte, ohne diese in ein Verhältnis zu setzen, dargestellt werden.

Insbesondere die Auswertung der Anzahl der Ladespiele zeigt in dieser Darstellung einen deutlichen Abfall der Produktivität gegen Arbeitsende hin.

So wird das Tagesmaximum der ausgeführten Ladespiele der zweiten Arbeitsstunde über den Tagesverlauf nicht mehr erreicht. Der deutliche Anstieg in der fünften Arbeitsstunde lässt sich wiederum durch den „Schlussantrieb“ vor der Mittagspause erklären.

Der Mittelwert der tatsächlich geleisteten Ladespiele der ersten acht Stunden beträgt 53 Ladespiele. Dieser Wert wird einzig in der zehnten Arbeitsstunde erreicht, in den übrigen Stunden unterschritten. Der Mittelwert der letzten vier Arbeitsstunden liegt bei 51 Ladespielen.

Die beiden Mittelwerte weichen um nur zwei Ladespiele von einander ab. Dies lässt sich dadurch erklärt, dass im Verhältnis zu der produktivsten Stunde des Tages mit 67 Ladespielen der Produktivitätsverlust gering ist, da die Werte in einem engen Spielraum von 40 Ladespielen bis 67 Ladespielen pro Stunde variieren. Dadurch ist selbst die Stunde mit dem geringsten Ergebnis von 40 Ladespielen noch immer gut im Vergleich zur produktivsten. Dennoch zeigt die graphische Auswertung einen Verlust der Produktivität für den Arbeitstyp A.

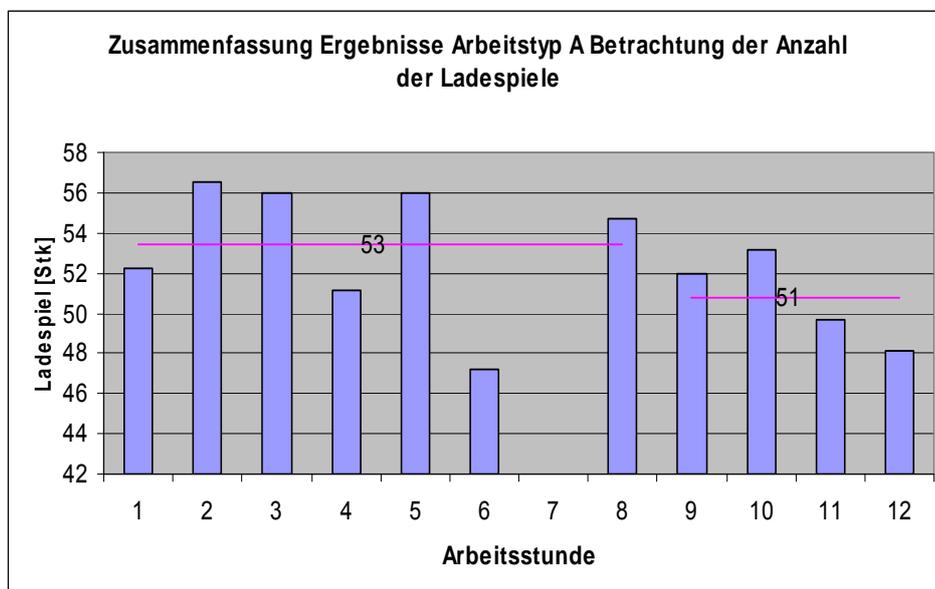


Tabelle 19: Graphische Darstellung der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp A – Anzahl der Ladespiele

Tabelle 20 zeigt die auf der Baustelle tatsächlich gestoppten Zeiten für den Ladevorgang der LKW. Die Absolutwerte bilden den bereits oben besprochen Verlauf noch deutlicher ab. Der Vergleich mit den Werten aus Tabelle 19 zeigt das Verhältnis zwischen benötigter Zeit und ausgeführten Ladevorgängen durch den Baggerfahrer.

So lässt sich der Anstieg der benötigten Zeit für einen Ladevorgang am Nachmittag nach der Mittagspause im Vergleich zum Vormittag gut erkennen. Hingegen sinkt die Anzahl der Ladespiele deutlich ab. Einzig in der letzten Arbeitsstunde sinkt die benötigte Zeit nochmals, dies schlägt sich allerdings nicht in einer Erhöhung der Anzahl der Ladespiele nieder.

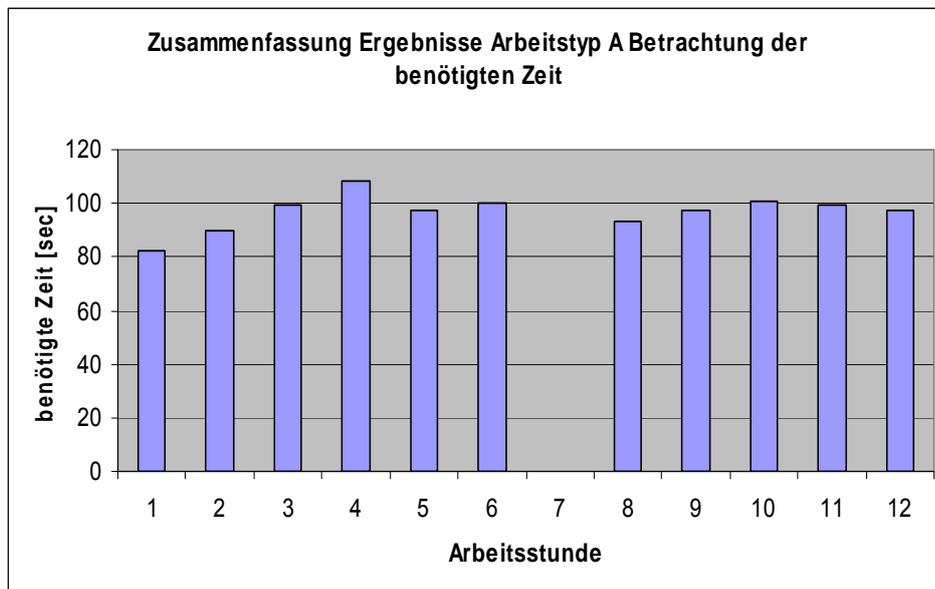


Tabelle 20: Graphische Darstellung der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp A – benötigte Zeit

3.2.4 Arbeitstyp B: Produktivitätsmessung und Ergebnisse

▪ **Arbeitstyp (Wer?)**

Für die Untersuchung des Arbeitstyp B wurde die Tätigkeit des Elektromonteurs herangezogen. Die dabei ausgeführte Arbeit umfasste die Montage von U - Profilen an einer Tunnelwand. Auf den U – Profilen waren C – Schienen vormontiert, auf die wiederum Ausleger montiert wurden. Diese Ausleger hatten die Aufgabe Kabeltassen zu tragen. In diese Kabeltassen wurden zu einem späteren Zeitpunkt die im Tunnel benötigten Elektroleitungen eingezogen.

Ein Team von zwei Arbeitern führte die Tätigkeit aus. Beide hatten zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits einige hundert Meter der U - Profile montiert und besaßen somit ein gutes Maß an Erfahrung. Beide Arbeiter sind Mitte Zwanzig.

▪ **Standort (Wo?)**

Die Produktivitätsaufzeichnungen für die Tätigkeit des Arbeitstyps B erfolgt in einem noch im Ausbau befindlichen U - Bahntunnel in Wien.

▪ **Untersuchungszeitraum (Wann?)**

25.09.2006-26.09.2006 und 02.10.2006-03.10.2006

Der Untersuchungszeitraum betrug vier Tage, jeweils an einem Montag und Dienstag von zwei aufeinander folgenden Wochen. Leider gelang es bei der Untersuchung dieses Arbeitstyps nicht, alle vier Untersuchungstage in einer Woche zu absolvieren. Der Grund dafür war auch, dass die beiden Arbeiter extra für diese Untersuchung abgestellt wurden und an den folgenden Tagen wieder andere Arbeiten zu erledigen hatten. Die Arbeiten im Tunnel, die an den Untersuchungstagen ausgeführt wurden, hätten zwar durch die beiden Arbeiter erledigt werden müssen, allerdings nicht zu diesem Zeitpunkt und auch nicht in einer Schicht von 15 Stunden.

In den ersten beiden Tagen (am 25.09.2006 und 26.09.2006) wurde die Beobachtung extern durch die Verfasserin, in den zweiten beiden Tagen (am 02.10.2006 und 03.10.2006) eigenverantwortlich durch die beiden Arbeiter durchgeführt.

Es wurde an allen vier Tagen jeweils 15 Stunden lang gearbeitet und protokolliert. Der Arbeitsbeginn erfolgte um 7.00 Uhr und es wurde bis 22.00 Uhr gearbeitet. Es gab zwei Pausen von jeweils einer Stunde.

▪ **Untersuchte Arbeit (Was?)**

Um die Elektroleitungen, die in einem U – Bahntunnel benötigt werden, verlegen zu können, müssen Kabeltassen entlang der Tunnelwand montiert werden. Die Kabeltassen liegen auf Auslegern auf, die wiederum mittels einer C – Schiene auf U – Profile geschraubt werden. Die U - Profile wurden mit Hilfe von zwei Kopfplatten (siehe Abbildung 28) im Abstand von 1,5m senkrecht parallel zueinander an der Tunnelwand befestigt.



Abbildung 28: Kopfplatte zur Montage der U – Profile an die Tunnelwand

Im Tunnel war es zuweilen sehr staubig und die durchschnittliche Temperatur lag bei nur 16°C. Bis auf die zwei, jeweils eine Stunde langen Pausen bzw. kurze Unterbrechungen zur Materialbeschaffung, wurde der gesamte Arbeitstag unter Tag im Tunnel ohne Tageslicht verbracht.

Die Umgebungsbedingungen waren bis auf die gelegentliche Staubbelastung, auf Grund von anderen Arbeiten im Tunnel gleich bleibend. Auch die Temperatur war über den gesamten Tag konstant. Somit ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleistet.

▪ **Zum Arbeitsablauf (Wie?)**

Der Arbeitsablauf der untersuchten Arbeit des Arbeitstyps B gliederte sich in sechs Arbeitsschritte. Es werden im folgendem auch die nachfolgenden Arbeitsschritte 7 und 8 beschrieben, um einen besseren Eindruck über die untersuchte Arbeit zu bekommen und das eigentliche Ergebnis zu zeigen. Die Arbeitsschritte eins bis sechs sind als Vorarbeit für die Arbeitsschritte 7 und 8 zu sehen. Zum Untersuchungszeitpunkt wurden die beiden abschließenden Arbeitsschritte nicht durch die beiden beobachteten Arbeiter ausgeführt.

Das benötigte Material wurde in der Früh durch die Arbeiter mit in den Tunnel genommen und während der Arbeitszeit von einem Helfer in den Tunnel gebracht oder auch selbst geholt.

Die C – Schienen, auf die später die Ausleger montiert wurden, waren bereits auf den U - Profilen vormontiert.

Arbeitschritt 1

Im ersten Schritt der Arbeit mussten die unteren Kopfplatten, mit deren Hilfe die U - Profile unten an der Tunnelwand befestigt wurden, montiert werden. D.h. die Bohrlöcher dafür mussten angezeichnet und gebohrt werden, um danach die Dübel einschlagen zu können und die Kopfplatten mittels zwei Schrauben zu befestigen.

Am ersten Untersuchungstag bzw. am zweiten Halbtage waren diese bereits vormontiert und dieser Arbeitsschritt somit nicht notwendig. Auf dem unten abgebildeten Foto zu diesem Arbeitsschritt sind die vormontierten Kopfplatten zu sehen. Weiters waren für sechs U - Profile auch die oberen Kopfplatten bereits vormontiert. Dies wurde in der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt.

Um eine konstante Höhe der unteren Kopfplatten zu erreichen, fuhren die Arbeiter mit einem Arbeitswagen auf dem bereits verlegten Gleis den Tunnel entlang. Dabei zeichneten sie eine Linie parallel zum Tunnelboden auf die Tunnelwand.

Arbeitschritt 2

Nach Befestigung der unteren Kopfplatte, konnte im nächsten Schritt das U - Profil darin eingehängt und festgeschraubt werden. D.h. nach diesem Schritt war das U – Profil an seinem unteren Ende an der Tunnelwand befestigt. Im selben Schritt wurde die Kopfplatte für die Befestigung am oberen Ende des Profils eher lose auf das U - Profil geschraubt. Grund dafür ist, dass die Arbeiter noch einen Spielraum benötigten, um das U – Profil

senkrecht montieren zu können. Da die Tunnelwand gekrümmt ist, kann nur mit Hilfe der Kopfplatte die Lage des U – Profils variiert werden.

Arbeitschritt 3

Mit Hilfe einer Wasserwaage wurde das U - Profile in die Senkrechte gebracht. Dabei war zu beachten, dass es dabei in keiner der beiden möglichen Richtung (nach vorne oder hinten bzw. seitlich) zu einer Abweichung zur Senkrechten kommen durfte. Grund dafür ist, dass die Kabeltassen so regelmäßig wie möglich verlaufen sollen, um den Fahrkomfort der künftigen U - Bahnpassagiere nicht zu mindern. Kabeltassen, die nicht konstant auf einer Linie verlaufen, sind für die Fahrgäste im Zug optisch unangenehm.

Außerdem würden die Ausleger, auf denen später die Kabeltassen aufliegen, zu einander verdreht sein, wenn die U – Profile nicht senkrecht montiert sind.

Nach dem Einrichten des Profils, wurden die Bohrlöcher für das Anbringen der oberen Kopfplatte angezeichnet. Dieser Arbeitsschritt musste immer im Team erfolgen, wobei einer der Arbeiter das U - Profil in die Senkrechte hielt und der andere die Löcher anzeichnete.

Arbeitschritt 4

Die zwei zuvor angezeichneten Löcher wurden auf einer Leiter stehend durch einen der Arbeiter in die Tunnelwand gebohrt und danach die Dübel mit Hilfe eines Hammers eingebracht. Dafür musste das U – Profil mit der darauf befestigten Kopfplatte wieder „hinuntergelegt“ werden. Dieser Arbeitsschritt war körperlich anstrengend, da die U – Profile ein hohes Gewicht hatten. Außerdem mussten die Löcher für die Montage der Kopfplatten auf der Leiter stehend nur mit Hilfe des eigenen Körpergewichtes gebohrt werden.

Arbeitschritt 5

Die obere Kopfplatte - und mit ihr das U - Profil - wurde mittels zwei Schrauben an die Tunnelwand montiert. Dafür musste einer der Arbeiter das U – Profil nach oben drehen, auf die Leiter steigen und die beiden Schrauben befestigen.

Arbeitschritt 6

Nach vollständiger Montage des U - Profils, wurden jeweils acht Ausleger auf dem bereits vormontierten C – Schienen geschraubt. Dies erfolgte mit einer Schraube pro Ausleger.

Die unteren Ausleger konnten im Tunnel stehend festgeschraubt werden, die weiter oben liegenden mussten mit Hilfe der Leiter montiert werden.

Arbeitschritt 7

Wie bereits oben erwähnt, wurden dieser Arbeitsschritt und der folgende zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht ausgeführt und sollen hier lediglich zur Vervollständigung des Arbeitszyklus und zum besseren Verständnis erwähnt werden.

Sind die Vorarbeiten, d.h. Arbeitsschritt 1 bis 6 abgeschlossen, können die Kabeltassen auf die Ausleger montiert werden, wie auf dem Bild zu Arbeitsschritt 7 zu sehen.

Arbeitschritt 8

Schließlich werden die Kabel in die, auf die Ausleger gelegten, Kabeltassen eingezogen.

Arbeitsschritt 1



Arbeitsschritt 2



Arbeitsschritt 3



Arbeitsschritt 4



Arbeitsschritt 5



Arbeitsschritt 6



Arbeitsschritt 6



Arbeitsschritt 7



▪ Ergebnisse zum Arbeitstyp B

Es wurden auch für diesen Arbeitstypen wiederum zwei Ergebnismerkmale protokolliert (die Tagesauswertungen dieser finden sich im Anhang).

Zum einen die Anzahl der Tätigkeiten die die Arbeiter benötigten, um die ersten sechs unter Arbeitsablauf beschriebenen Arbeitsschritte durchzuführen. D.h. es wurde untersucht, wie viele Tätigkeiten die beiden Arbeiter pro Stunde erledigten. Wobei eine Tätigkeit einen in sich geschlossenen Arbeitsablauf darstellt und sich aus der Summe von einzelnen Handgriffen ergibt. Beispielsweise waren für die Tätigkeit „Löcher anzeichnen unten“ folgende Handgriffe notwendig: Kopfplatte an Tunnelwand halten, Kopfplatte mittels Wasserwaage in die richtige Position bringen und die Löcher anzeichnen.

Weiters wurden durch die Verfasserin die Zeiten, die die Arbeiter für die Ausführung der einzelnen Tätigkeiten benötigten gestoppt. Dadurch war es möglich einen Faktor zu definieren, der eine zeitliche Bewertung der einzelnen Tätigkeiten zulässt. Dabei erhielt die am längsten dauernde Tätigkeit den Faktor 1,0 und jene Tätigkeit mit der kürzesten Dauer den Faktor 100,0. Die Zeiten der verbleibenden Tätigkeiten wurden in ein Verhältnis zu diesen beiden Werten gesetzt.

In unten stehender Tabelle sind die Tätigkeiten mit deren Zuordnung zu den oben beschriebenen Arbeitsschritten, die gemessenen Zeiten und deren Faktor dargestellt. Die Montage der U – Profile mit Hilfe der oberen Kopfplatte, also der oben beschriebene Arbeitsschritt 5 dauerte am längsten und erhielt somit den Faktor 1,0. Hingegen benötigten die Arbeiter für die Tätigkeit der Montage eines Auslegers, den Arbeitsschritt 6 am wenigsten lang. Deshalb erhielt diese Tätigkeit den Faktor 100,0.

Tätigkeit	Arbeitsschritt	[sec/Tätigkeit]	Faktor
Löcher anzeichnen unten	Arbeitsschritt 1	43,8	95,3
Löcher bohren unten	Arbeitsschritt 1	36,6	98,6
Dübel einsetzen unten	Arbeitsschritt 1	40,0	97,1
Kopfplatten unten montieren	Arbeitsschritt 1	150,0	45,8
U-Profil auf Kopfplatte schrauben und Kopfplatte oben befestigen	Arbeitsschritt 2	156,0	43,0
Löcher anzeichnen oben	Arbeitsschritt 3	43,8	95,3
Löcher bohren oben	Arbeitsschritt 4	36,6	98,6
Dübel einsetzen oben	Arbeitsschritt 4	39,3	97,4
U-Profil mit Kopfplatte oben befestigen	Arbeitsschritt 5	246,0	1,0
Ausleger montieren	Arbeitsschritt 6	33,7	100,0

Tabelle 21: Zeitliche Bewertung der Arbeitsschritte für den Arbeitstyp B

Da die Untersuchungsdauer von 15 Stunden pro Tag mit der ausführenden Firma abgesprochen war, waren die beiden Arbeiter schon im Vorfeld über die Verlängerung der Schichtdauer informiert. Allerdings ist es schwer sich mit dem Wissen 15 Stunden arbeiten zu müssen für die bevor stehende Arbeit zu motivieren. Vor allem in den ersten Stunden war dies zu bemerken und drückt sich auch in den Werten aus.

Zudem führte die Arbeitsumgebung im Tunnel ohne Tageslicht und mit teilweise schlechter Luft zu starker Ermüdung der beiden Arbeiter. Selbst das Protokollieren der Tätigkeiten und Zeiten in den 15 Stunden war sehr anstrengend und speziell am zweiten Tag war es schwer, sich zu konzentrieren.

In den Pausen, die mit jeweils einer vollen Stunde um 12.00 Uhr bzw. 17.00 Uhr angesetzt waren, haben die Arbeiter den Tunnel verlassen. Während der Arbeitszeit waren sie bis auf kurze Unterbrechungen, um Material zu holen, im Tunnel. Diese Materialholzeiten wurden für alle vier Untersuchungstage aufgezeichnet und als exogene Ausfallzeiten bewertet. Somit gingen sie in die Ergebnisermittlung der Produktivität mit ein.

Wiederum war es sinnvoll das Produktivitätsverhältnis heranzuziehen, um die Vergleichbarkeit mit den anderen beiden Arbeitstypen zu ermöglichen. Dabei wurden die Stundenwerte durch den Spitzenwert des Tages dividiert.

Wie oben beschrieben, wurde die Anzahl der Tätigkeiten, die innerhalb einer Schicht geleistet wurden, protokolliert und ausgewertet. Die unter Tabelle 21 dargestellten Tätigkeiten wurden aufsummiert, wobei jede Tätigkeit denselben Wert hatte.

In unten stehender Tabelle sind die Ergebnisse dieser Auswertungsvariante dargestellt.

Untersuchungstag		25.09.06	26.09.06	02.10.06	03.10.06	Summe	Mittel/h	Mittel
Arbeitsstunde 1	7.00-8.00	0	3	10	0	13	6	49
Arbeitsstunde 2	8.00-9.00	79	43	14	0	137	46	
Arbeitsstunde 3	9.00-10.00	0	17	83	0	101	50	
Arbeitsstunde 4	10.00-11.00	22	86	100	100	308	77	
Arbeitsstunde 5	11.00-12.00	44	56	64	90	254	63	
Arbeitsstunde 6	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	49
Arbeitsstunde 7	13.00-14.00	31	100	4	8	143	36	
Arbeitsstunde 8	14.00-15.00	65	84	5	63	217	54	
Arbeitsstunde 9	15.00-16.00	100	78	48	73	298	75	
Arbeitsstunde 10	16.00-17.00	12	57	54	9	132	33	
Arbeitsstunde 11	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	41
Arbeitsstunde 12	18.00-19.00	19	70	18	51	158	40	
Arbeitsstunde 13	19.00-20.00	25	54	5	78	163	41	
Arbeitsstunde 14	20.00-21.00	69	32	75	28	204	51	
Arbeitsstunde 15	21.00-22.00	49	38	43	6	135	34	

Tabelle 22: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – Anzahl der Tätigkeiten

Die Auswertung erfolgte zweckmäßig in drei Blöcken zu jeweils fünf Stunden, wobei im zweiten und dritten Block jeweils eine Stunde Pause abgehalten wurde. Somit ergeben sich fünf Werte für den ersten Block und vier Mittelwerte für zweiten und dritten Block.

Es liegen sowohl im ersten als auch im zweiten Block zwei Tagesmaxima, zwei in der vierten Arbeitsstunde und jeweils eines in der siebten und neunten Arbeitsstunde.

Durch diese Drittelung des Arbeitstages ergeben sich drei Mittelwerte. Jene des ersten mit 48,5% und 49,4% im zweiten Block sind annähernd gleich groß. Der Mittelwert des dritten und letzten Blocks ist deutlich geringer mit 41%. Anschaulicher wird diese Produktivitätsschwankungen durch die graphische Darstellung in Tabelle 23.

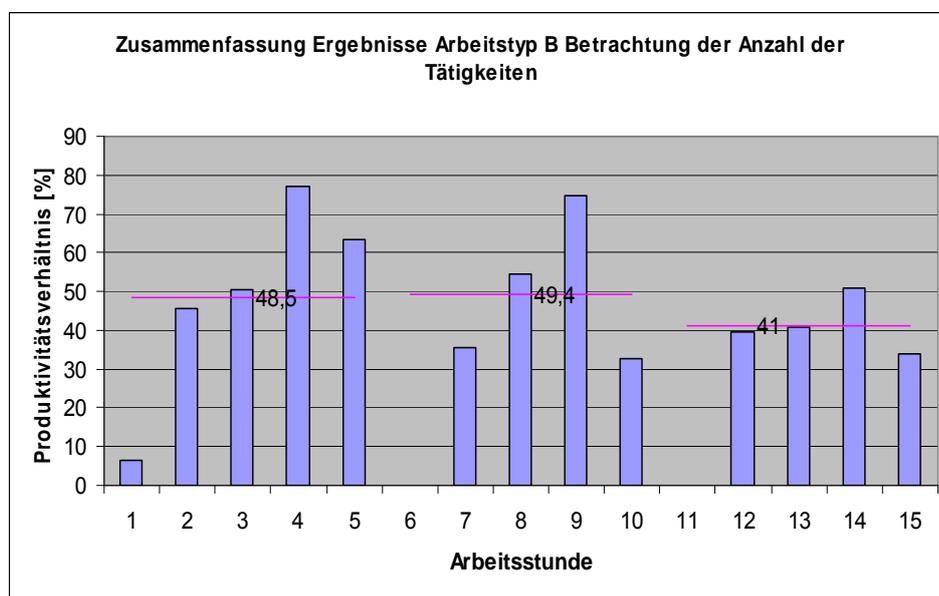


Tabelle 23: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – Anzahl der Tätigkeiten

Es lässt sich erkennen, dass in allen drei Blöcken eine Spitze in der vorletzten Arbeitsstunde vor der Pause auftritt. Dies lässt sich mit dem bereits oben erwähnten „Schlussantrieb“ erklären.

Im ersten Block, nach der so genannten Einarbeitungsphase in der ersten Stunde, steigt die Produktivität an und erreicht in der vierten Arbeitsstunde das Gesamttagesmaximum aller Auswertungen. Danach sinkt sie zur Pause hin leicht ab. In der siebten Arbeitsstunde nach der Pause ist die Produktivität niedrig, um dann im Laufe des zweiten Blocks bis zur neunten Arbeitsstunde anzusteigen. Die Produktivität der zehnten Arbeitsstunde ist vergleichsweise niedrig und zeigt mit der Summe von 132 Tätigkeiten pro Stunde (siehe Tabelle 22) lediglich den zweit niedrigsten Wert aller Stundenauswertungen. Der dritte

Block zeigt wenige Schwankungen. Auffällig ist wiederum ein Anstieg der Tätigkeiten bzw. der Produktivität in der vorletzten Arbeitsstunde.

Neben der Auswertung der Anzahl der geleisteten Tätigkeiten, die nötig waren um die Arbeitsschritte auszuführen, wurde mittels des Zeitfaktors aus Tabelle 21 eine weitere Auswertung vorgenommen. In folgender Tabelle sind die Ergebnisse der vier Untersuchungstage für die Bewertung der geleisteten Tätigkeiten mittels des Zeitfaktors dargestellt. Dabei wurden die Arbeitsschritte bzw. Tätigkeiten der Arbeiter mit dem Faktor multipliziert und aufsummiert. Um die Ergebnisse vergleichbarer zu machen, wurde wiederum das Produktivitätsverhältnis zur Darstellung gewählt.

Untersuchungstag		25.09.06	26.09.06	02.10.06	03.10.06	Summe	Mittel/h	Mittel
Arbeitsstunde 1	7.00-8.00	0	2	67	0	68	34	51
Arbeitsstunde 2	8.00-9.00	77	37	7	0	121	40	
Arbeitsstunde 3	9.00-10.00	0	9	69	0	78	39	
Arbeitsstunde 4	10.00-11.00	22	93	100	100	315	79	
Arbeitsstunde 5	11.00-12.00	41	51	68	90	249	62	
Arbeitsstunde 6	12.00-13.00	0	0	0	0	0	0	42
Arbeitsstunde 7	13.00-14.00	19	100	2	4	124	31	
Arbeitsstunde 8	14.00-15.00	43	93	2	43	182	45	
Arbeitsstunde 9	15.00-16.00	100	82	33	47	263	66	
Arbeitsstunde 10	16.00-17.00	5	53	38	4	100	25	31
Arbeitsstunde 11	17.00-18.00	0	0	0	0	0	0	
Arbeitsstunde 12	18.00-19.00	16	57	16	35	124	31	
Arbeitsstunde 13	19.00-20.00	25	48	2	50	125	31	
Arbeitsstunde 14	20.00-21.00	50	26	54	20	150	38	
Arbeitsstunde 15	21.00-22.00	34	31	21	4	90	23	

Tabelle 24: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – bewertete Zeiten

Wie oben stehende Tabelle zeigt, liegt das Produktivitätsmaximum der vier untersuchten Tage zweimal in der vierten Stunde und jeweils einmal in der siebten und achten Arbeitsstunde. Werden wiederum die Mittelwerte der drei Blocks betrachtet, zeigt sich auch in dieser Auswertungsvariante ein Verlust der Produktivität. Im ersten Block von der ersten bis zur fünften Arbeitsstunde liegt das durchschnittliche Produktivitätsverhältnis noch bei 51%, im zweiten Block nur mehr bei 42% um im letzten Drittel sinkt es auf das Minimum von 31%.

Die nachfolgende graphische Aufbereitung der Ergebnisse zeigt den langsamen Anstieg der Produktivität bei Arbeitsbeginn. Bis zur vierten Stunde wird das Maximum des ersten Blocks erreicht, vor der Mittagspause sinkt die Produktivität.

Trotz der Verminderung des Mittelwerts im zweiten Block, liegt das Tagesmaximum aller Untersuchungstage in der neunten Arbeitsstunde.

Während in den ersten beiden Blöcken die Produktivität stark schwankt, ist sie im dritten Block konstant niedrig. Einzig in der vorletzten Arbeitsstunde kommt es zu einem minimalen Anstieg und lässt sich wiederum mit dem schon erwähnten Schlussantrieb begründen.

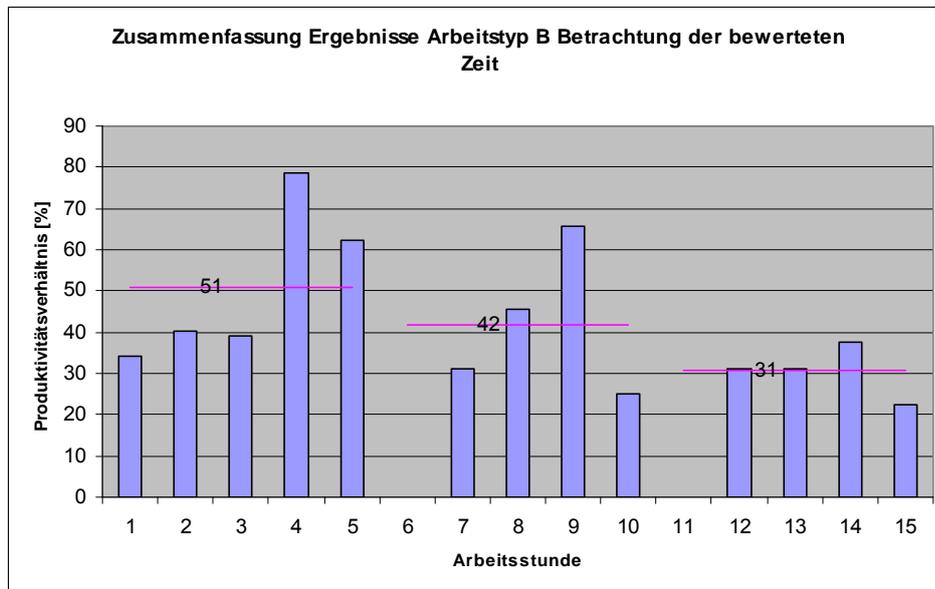


Tabelle 25: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – bewertete Zeiten

Schließlich sollen die Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse der Messung der Anzahl der Tätigkeiten und deren zeitliche Bewertung zusammengefasst werden.

Obwohl der Wert in der vierten und neunten Arbeitsstunde gleich hoch ist, ist der Mittelwert des ersten Blocks mit 50% deutlich höher, als jener des zweiten Blocks mit 36% und jener des dritten Blocks mit 29%.

Es zeigt sich weitestgehend derselbe Verlauf, wie schon in Tabelle 23 und Tabelle 25. Die Einarbeitungsphase in der ersten Arbeitsstunde ist erkennbar, wie auch der konstante Verlauf im dritten Block.

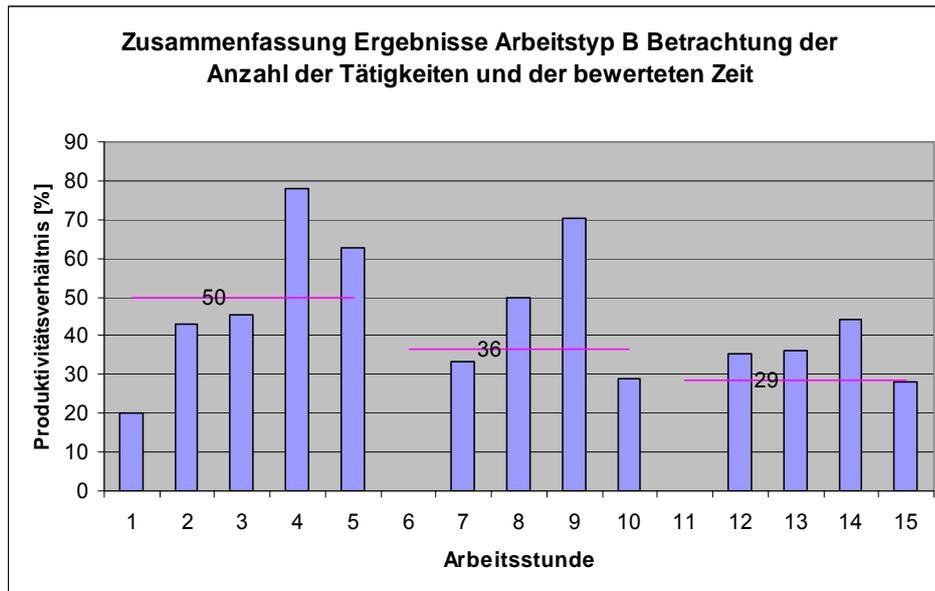


Tabelle 26: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – Anzahl der Tätigkeiten und bewertete Zeiten

Die Auswertung des Produktivitätsverhältnisses erscheint logisch, da somit eine Vergleichbarkeit mit den anderen Arbeitstypen gegeben ist. Allerdings verdeutlicht die Auswertung der tatsächlichen Werte für die beiden Ergebnismerkmale den Produktivitätsverlust über den Tagesverlauf.

Die Auswertung für die tatsächlich gezählte Anzahl der Tätigkeiten ist in nachfolgender Tabelle dargestellt. Der Mittelwert des ersten Blocks beträgt 58 Tätigkeiten pro Stunde, der des zweiten Blocks 47 und jener des letzten Blocks von 18.00 Uhr bis 22.00 Uhr noch 44 Tätigkeiten pro Stunde. Dies zeigt, dass die Produktivität von Block zu Block geringer wird. Die drei Spitzen finden sich auch in dieser Darstellung in der vorletzten Arbeitsstunde des jeweiligen Blocks, allerdings ist ein deutlicher Verlust der Produktivität zu erkennen.

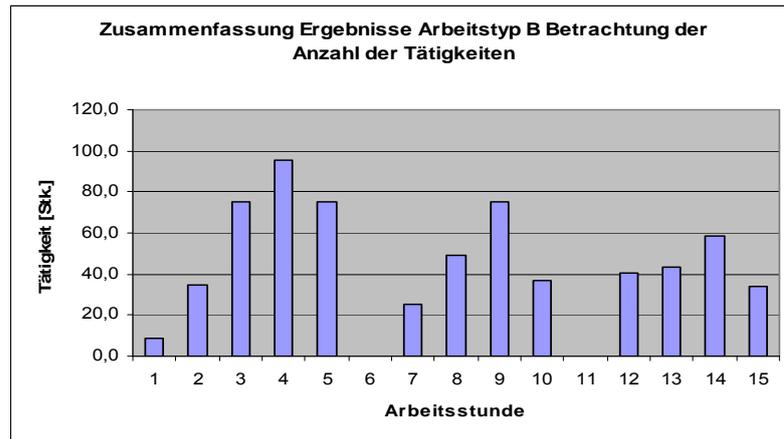


Tabelle 27: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp B – Anzahl der Tätigkeiten

Im Gegensatz zur Darstellung der Anzahl der Tätigkeiten, wo der Unterschied zwischen Produktivitätsverhältnis und tatsächlich gemessenen Werte nicht stark schwankt, zeigt sich bei der Auswertung der bewerteten Zeiten ein deutlicher Unterschied zu der Auswertung der Produktivitätsverhältnisse.

So ergeben sich folgende Mittelwerte: im ersten Block beträgt der Mittelwert der mit dem Zeitfaktor multiplizierten Tätigkeiten 5.008, von der siebenten bis zur zehnten Arbeitsstunde, d.h. im zweiten Block 3.442 und jener des dritten Blocks beträgt 2.958. Somit nimmt die Produktivität im Vergleich zur Darstellung der Produktivitätsverhältnisse stark von Block zu Block ab.

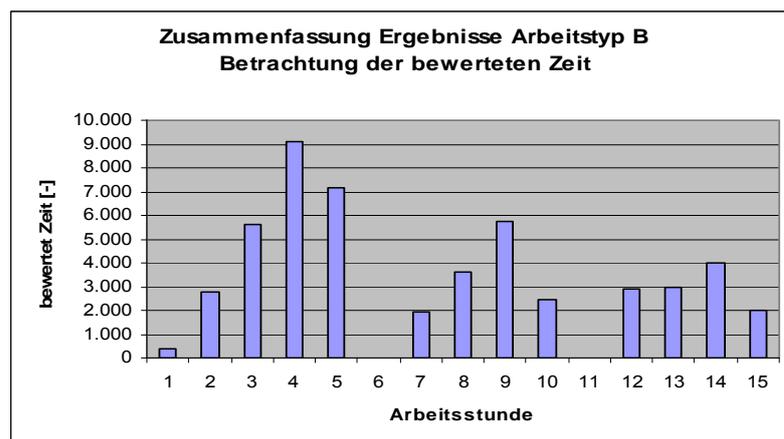


Tabelle 28: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp B – bewertete Zeiten

3.2.5 Arbeitstyp C: Produktivitätsmessung und Ergebnisse

- **Arbeitstyp (Wer?)**

Für die Kurve der so genannten Schwerarbeit wurde die Tätigkeit an einer Schneidmaschine in einem Stahlwerk gewählt, dabei ist die körperliche Beanspruchung hoch, die geistige eher gering. Die Arbeit ist monoton und wenig abwechslungsreich.

Die Arbeit wurde von zwei „Eisenbiegern“ durchgeführt, die selbstständig an jeweils einer Schneidemaschine arbeiten. Beide führen diese Arbeit seit ca. zwei Jahren aus und können als erfahren bzw. eingearbeitet eingestuft werden. Beide Arbeiter sind Mitte Zwanzig.

- **Standort (Wo?)**

Die Untersuchung wurde in einem Stahlwerk in der Nähe von Wien durchgeführt, wobei die Tätigkeit in der Werkshalle der Firma ausgeführt wurde. Somit waren die Umgebungsbedingungen konstant, das Klima weitestgehend unverändert (abgesehen von der täglichen Temperaturschwankung).

- **Untersuchungszeitraum (Wann?)**

18.09.2006-21.09.2006

Der Untersuchungszeitraum betrug vier Tage, von Montag bis Donnerstag innerhalb einer Woche. In den ersten beiden Tagen (18.09.2006 und 19.09.2006) wurde die Beobachtung extern durch die Verfasserin durchgeführt, in den zweiten zwei Tagen (20.09.2006 und 21.09.2006) erfolgte eine interne Betrachtung durch den „Vorarbeiter“.

Es wurde jeweils eine Tagschicht von 6.00 Uhr bis 17.30 Uhr protokolliert, wobei am Montag und Dienstag an zwei Schneidemaschinen gearbeitet wurde und somit eine Auswertung für zwei Maschinen erfolgte. Am Mittwoch und Donnerstag wurde auf Grund der Auftragslage an nur einer Schneidemaschine gearbeitet.

Somit ergeben sich in Summe vier Tagesauswertungen (von Montag bis Donnerstag) für die Schneidemaschine mit der Bezeichnung C1 und zwei Tagesauswertungen (Montag und Dienstag) für die Schneidemaschine C3, sechs Auswertungen insgesamt.

▪ **Untersuchte Arbeit (Was?)**

Untersucht wurde die Arbeit an einer Stahlschneidemaschine für Bewehrungsstahl. Dabei wurde der mit unterschiedlichen Durchmessern und einer konstanten Länge von 14m gelieferte Stahl in die benötigten Längen geschnitten. Danach wurde der geschnittene Stahl entweder direkt auf die Baustelle geliefert oder im Werk, beispielsweise zu Bügeln, weiterverarbeitet.

Wie bereits oben erwähnt, wurde die untersuchte Tätigkeit in der Werkshalle durchgeführt und war somit wetterunabhängig. Die durchschnittliche Temperatur während der vier Untersuchungstage lag bei 18°C.

Die Lärmbelastung in der Werkhalle war sehr hoch. Die Arbeiter mussten ständig einen Gehörschutz tragen. Dies führt dazu, dass sie von der Umgebung abgegrenzt waren. Weiters lag durch das Hantieren mit dem Bewehrungsstahl permanent Flugrost in der Luft.

Alle äußeren Einflüsse waren über den gesamten Untersuchungszeitraum weitestgehend konstant, somit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse gesichert.

▪ **Zum Arbeitsablauf (Wie?)**

Bevor der tatsächliche Arbeitsablauf begonnen werden konnte, musste der Arbeiter wissen, welche Durchmesser er in welche Länge zu schneiden hatte. Diese Informationen erhielt er mit Hilfe der Etiketten (diese sind auf dem Bild zum Arbeitsschritt 3 zu sehen), die durch den „Vorarbeiter“ auf Grund der eingetroffenen Bestellungen angefertigt wurden. Vor Beginn der Schicht holte sich der Arbeiter die Etiketten selbst aus dem Büro, während der Arbeitszeit wurden sie ihm zur Schneidemaschine gebracht.

Die Etiketten enthalten drei wichtigen Informationen zum benötigten Stahl für den Arbeiter: wie viel Stück mit welcher Länge und welchen Durchmesser bestellt wurden. Wobei der Arbeiter immer nur Etiketten mit demselben Durchmesser erhält, d.h. er schneidet auch

immer nur einen bestimmten Durchmesser. Ist er mit den Etiketten dieses Durchmessers fertig oder bekommt in der Zwischenzeit eine andere Dimension Priorität, erhält er einen Stapel Etiketten eines anderen Durchmessers.

Der Grund dafür ist, dass sich der Arbeiter Pakete zu ca. 2,3t mit dem geforderten Durchmesser des Stahls mit Hilfe eines Krans holen muss. Würden die Stahldurchmesser zu oft wechseln, wäre das mit erhöhtem Aufwand für den Arbeiter verbunden.

Mit den Informationen, die der Arbeiter auf den Etiketten findet, kann er seinen Arbeitsablauf planen und beginnen. Dieser gliedert sich in sieben Arbeitsschritte und soll im Folgenden beschrieben werden bzw. ist mit Hilfe von Fotos dargestellt.

Arbeitsschritt 1

Der Arbeiter holte mit Hilfe des Krans das verschnürte Eisen mit dem jeweiligen Durchmesser vom Lagerplatz. Dieser befand sich hinter der Schneidemaschine. Das Eisen hatte eine Länge von 14m und war in Pakete zu ca. 2,3t (das exakte Gewicht hängt vom jeweiligen Durchmesser ab) zusammengefasst. Er holte immer nur ein Paket, da es jederzeit möglich war, dass er innerhalb eines kurzen Zeitraumes einen anderen Durchmesser zu schneiden bekommt, da sich die Prioritäten der Bestellungen ändern können.

Arbeitsschritt 2

Nachdem das Eisen mit Hilfe des Krans auf die dafür vorgesehene Fläche der Schneidemaschine gelegt wurde, schnitt der Arbeiter mit Hilfe einer Zange das Paket auf. Dafür musste er auf die Schneidemaschine gehen.

Arbeitsschritt 3

Hat der Arbeiter die Etiketten nach Länge oder Stückzahlen sortiert, entscheidet er, in welcher Reihenfolge er diese abarbeitet. Wichtig ist dabei so wenig Verschnitt wie möglich zu erhalten, d.h. die Längen so zu wählen, dass von der 14m Anfangslänge möglichst wenig Rest bleibt.

Arbeitsschritt 4

Arbeitsschritt 4 war für den Arbeiter körperlich sehr anstrengend. Er musste dafür neuerlich auf die Schneidemaschine gehen und das Eisen mit Hilfe seiner Arme in Bewegung bringen. Dies erreichte er durch Wellenbewegungen seiner Arme. Erst dadurch fielen die einzelnen Eisen auf das Förderband. Er brauchte immer nur so viele Eisen auf das Förderband, um die

benötigten Eisen optimal schneiden zu können, abhängig von den Etiketten, die er erhalten hat.

Arbeitschritt 5

Sobald das Eisen auf dem Förderband der Maschine lag, gab der Arbeiter am Computer die Länge, Schnitzzahl und den Durchmesser des zu schneidenden Eisens ein. Weiters definierte er, in welche „Box“ das geschnittene Eisen fallen sollte. D.h. er bestimmte, welcher der Hebel entlang der Schneidmaschine geöffnet werden sollte, um das Eisen dort zu sammeln.

Die Box ist in der Abbildung zu Arbeitsschritt 7 zu sehen.

Arbeitschritt 6

In diesem Arbeitsschritt wurden die Eisen durch die Schneidmaschine geschnitten. Hierbei musste der Arbeiter darauf achten, dass die Maschine einwandfrei läuft und die anfallenden Reststücke des Stahls in die dafür vorgesehene Mulde fielen. Diese steht direkt unter der Schneidmaschine und musste vom Arbeiter mit Hilfe des Krans entleert werden, wenn diese voll ist.

Arbeitschritt 7

Nachdem die Eisen geschnitten wurden, werden sie über das Laufband zu der zuvor definierten Box befördert und dort durch eine Vorrichtung an der Maschine automatisch hinunter gestoßen. Sie rutschen nun über die geschlossenen Hebel zu den offenen Boxen. War in der Box das Eisen für ein Etikett gesammelt, mussten die geschnittenen Eisen mit Hilfe eines Drahtes zusammengebunden und mit der zugehörigen Etikette versehen werden. Danach konnte in dieser Box das Eisen für ein anderes Etikett gesammelt werden.

Waren die Boxen voll oder wurde das zusammengebundene Eisen benötigt, wurde es durch einen anderen Arbeiter mit Hilfe des Krans weggebracht.

Die Arbeiter waren nicht von der Zulieferung anderer abhängig und konnten dadurch unabhängig von anderen Arbeitern ihrer Tätigkeit nachgehen. Es stand zu jeder Zeit genügend Stahl des benötigten Durchmessers zur Verfügung.

Arbeitsschritt 1



Arbeitsschritt 2



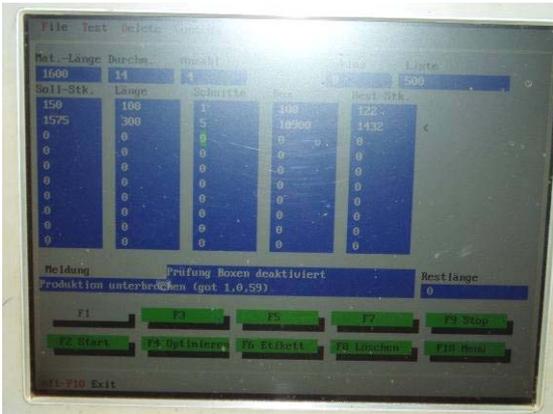
Arbeitsschritt 3



Arbeitsschritt 4



Arbeitsschritt 5



Arbeitsschritt 6



Arbeitsschritt 7



▪ Ergebnisse zum Arbeitstyp C

Die sechs Einzelauswertungen für die beiden Maschinen an den vier untersuchten Tagen finden sich im Anhang. Hier soll die Zusammenfassung der Ergebnisse dargestellt und kommentiert werden.

Hierzu wurde wiederum, wie auch bei den ersten beiden Arbeitstypen für jede Einzelauswertung das Produktivitätsverhältnis gebildet.

Wie bereits oben erwähnt, wurde die Tagschicht von 6.00 Uhr bis 17.30 Uhr protokolliert. Die Pausen der Arbeiter waren abgestimmt, damit immer mindestens eine Maschine Eisen schneidet. Der Arbeiter an Maschine C1 hatte seine Pause zwischen 9.30 Uhr und 10.00 Uhr bzw. zwischen 12.00 Uhr und 13.00 Uhr (deshalb finden sich in der siebenten Arbeitsstunde von 12.00 Uhr bis 13.00 Uhr nur zwei Werte). Jener an Maschine C3 zwischen 9.00 Uhr und 9.30 Uhr bzw. zwischen 13.00 Uhr und 13.45 Uhr.

Die Pausenzeiten wurden berücksichtigt und die aufgezeichneten Werte mit Faktoren multipliziert, um die Produktivität hochzurechnen.

Protokolliert und ausgewertet wurden zwei Werte: die geschnitten Tonnen bzw. die Anzahl der geschnittenen Stücke pro Stunde.

Die Aufzeichnung der Werte für die geschnittenen Tonnen erfolgte über vier Tage, die der geschnittenen Stückzahl lediglich über zwei Tage.

Der Grund dafür ist, dass die Aufzeichnung der geschnittenen Tonnen relativ leicht am Ende jeder Stunde erfolgen und durch den „Vorarbeiter“ durchgeführt werden konnte. Die Aufzeichnung der zu schneiden Stücke war allerdings wesentlich aufwendiger und erforderte permanentes Beobachten der Schneidemaschine, um alle Etiketten mit der zu schneidenden Länge und dem Durchmesser aufzunehmen. Dies war dem „Vorarbeiter“ aus nachvollziehbaren Gründen nicht möglich und konnte nur in den ersten beiden Tagen durch die Verfasserin selbst durchgeführt werden.

Da an den ersten beiden Tagen beide Schneidemaschinen im Einsatz waren, ergibt das vier Ergebnisse für die geschnittene Stückzahl. Für den Wert der geschnittenen Tonnen ergeben sich sechs Auswertungsmöglichkeiten.

Die für die einzelnen Arbeitsstunden gebildeten Ergebnisse finden sich in den nachfolgenden Tabellen.

Neben der Darstellung der einzelnen Auswertungen, erschien es sinnvoll, die Summe der Produktivitätsverhältnisse bzw. deren Mittel darzustellen.

Vorerst sollen die Werte für die geschnittene Tonnen dargestellt werden.

Untersuchungstag Maschine	18.09.2006		19.09.2006		20.09.2006	21.09.2006	Summe	Mittel/h	Mittel
	C1	C3	C1	C3	C1	C1			
Arbeitsstunde 1 6:00-7:00	27	54	19	34	82	42	259	43	56
Arbeitsstunde 2 7:00-8:00	41	40	72	59	96	39	347	58	
Arbeitsstunde 3 8:00-9:00	83	93	27	100	36	27	366	61	
Arbeitsstunde 4 9:00-10:00	75	15	54	48	89	0	280	56	
Arbeitsstunde 5 10:00-11:00	18	87	29	32	46	67	278	46	
Arbeitsstunde 6 11:00-12:00	83	100	100	43	88	89	503	84	
Arbeitsstunde 7 12:00-13:00	0	93	0	7	0	0	100	50	
Arbeitsstunde 8 13:00-14:00	100	46	33	12	11	100	301	50	
Arbeitsstunde 9 14:00-15:00	81	80	39	35	50	42	327	55	47
Arbeitsstunde 10 15:00-16:00	96	71	40	35	56	91	389	65	
Arbeitsstunde 11 16:00-17:00	48	35	47	16	100	24	270	45	
Arbeitsstunde 12 17:00-17:30	59	16	6	7	50	7	145	24	

Tabelle 29: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – geschnittene Tonnen

Wie Tabelle 29 erkennen lässt, ist ein Maximum der Produktivität in der sechsten bzw. achten Arbeitsstunde in vier der sechs Untersuchungen zu erkennen. Weiters gibt es zwei „Ausreißer“, in der zweiten bzw. dritten Arbeitsstunde. Somit ist es sinnvoll ein Mittel des Produktivitätsverhältnisses bis zur achten Arbeitsstunde zu bilden - dieses hat den Wert 58. Nach der achten Stunde wird der gemittelte Wert von 56% lediglich in der zehnten Arbeitsstunde erreicht bzw. überschritten. Hier scheint der so genannte Schlussantrieb aufzutreten (siehe Kapitel 3.1.4). Dies ist leicht nachvollziehbar, da die Arbeiter die noch offenen Etiketten vor sich liegen hatten und sich somit den Arbeitsaufwand und –ablauf einteilen konnten und sich so die letzte eineinhalb Arbeitsstunden zu erleichtern, indem sie in der zehnten Arbeitstunde den Großteil der offenen Etiketten schnitten. Die zeigt sich auch an Hand der Ergebnisse der elften und zwölften Arbeitsstunde die, im Vergleich zu den ersten zehn Arbeitsstunden sehr schlecht sind.

Der Mittelwert der letzten vier Arbeitsstunden liegt mit 47% eindeutig unter dem Mittelwert der ersten acht Arbeitsstunden.

Am vierten Untersuchungstag ist der Wert der dritten Arbeitsstunde null, da die Maschine defekt war und der Arbeiter auf die andere Maschine wechseln musste. Dafür benötigte er einige Zeit, da er sich erst wieder Eisen vom Lagerplatz holen und zurecht legen musste.

Die Ergebnisse aus oben stehender Tabelle kommen durch die Aufsummierung der geschnittenen Tonne zu Stunde. Dabei wurde weder die Stärke des Durchmessers, noch die Länge des zu schneidenden Eisens berücksichtigt. D.h. es wurden die stündlich geschnittenen Tonnen aufsummiert.

Dies scheint zulässig, da ein erhöhter körperlicher Einsatz zu Folge eines größeren Durchmessers des Stahls, durch das höhere Gewicht des Stahls berücksichtigt ist. D.h. der Arbeiter braucht mehr Kraft, um ein Eisen mit dem Durchmesser von 26mm zu bewegen, als eines mit dem Durchmesser von 12mm. Diese „Produktivitätssteigerung“ ist durch das erhöhte Gewicht des Eisens abgebildet.

Nachfolgend eine graphische Darstellung der Ergebnisse, die deutlich macht, dass neben dem angesprochenen Schlussantrieb in der zehnten Arbeitsstunde, noch zwei weitere Gipfel sichtbar werden. Der erste in der dritten, der zweite in der sechsten Arbeitsstunde. Jener Gipfel in der dritten Stunde findet sich in vielen der oben erwähnten Ansätze und ergibt sich auf Grund der Physiologie des Menschen. Jener in der sechsten Arbeitsstunde ist eher ungewöhnlich und kommt möglicherweise durch das Wissen der Arbeiter, dass in Kürze eine Pause ansteht, d.h. wiederum eine Art „Schlussantrieb“ vor Pausenantritt zu Stande. Einer der Arbeiter machte in der siebten Stunde (von 12.00 Uhr bis 13.00 Uhr) Pause, der zweite arbeitet in der achten Stunde (von 13.00 Uhr bis 14.00 Uhr) lediglich 15 Minuten und machte danach 45 Minuten Pause.

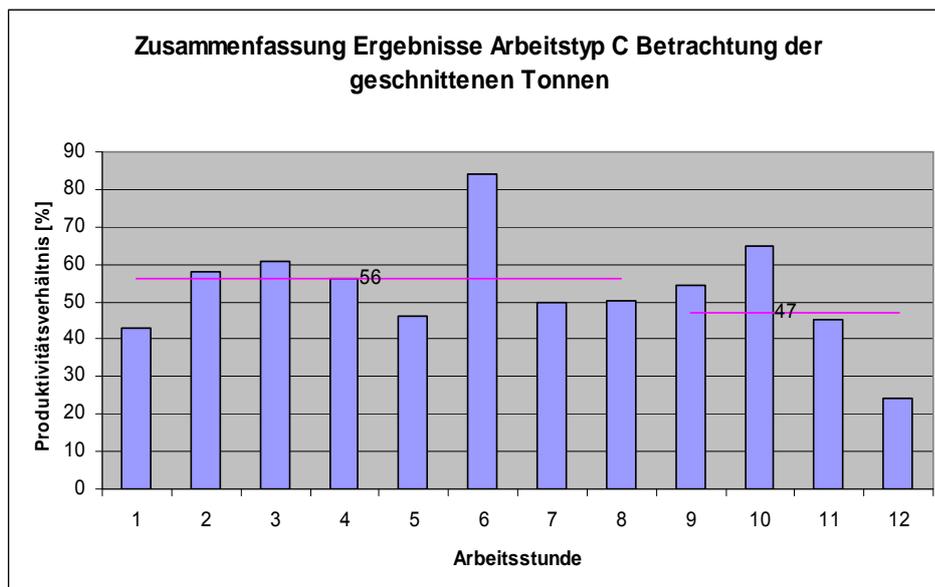


Tabelle 30: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – geschnittene Tonnen

Um die Ergebnisse der Bewertung der geschnittenen Tonnen zu bestätigen, soll die Auswertung der geschnittenen Stückzahl dienen. Dabei wurden gezählt, wie viel Stück Stahl der Arbeiter pro Stunde geschnitten hat.

Liegt das Augenmerk auf der Anzahl der geschnitten Eisen, so muss ein Faktor für die unterschiedlichen Durchmesser angesetzt werden. Der Grund dafür ist, dass es körperlich ermüdender ist, eine gewisse Stückzahl vom Durchmesser 26mm zu schneiden, als dieselbe Stückzahl mit einem Durchmesser von 12mm, da das Gewicht des zu schneidenden Stahls vom jeweiligen Durchmesser abhängt.

In Tabelle 31 sind die Faktoren für den Stahl mit den Durchmessern 12mm bis 30mm, die im Rahmen dieser Untersuchung geschnitten wurden dargestellt. Diese wurden mit der Anzahl der geschnittenen Stück multipliziert.

Durchmesser	12	14	16	20	24	26	30
Gewicht [kg/m]	0,89	1,21	1,58	2,47	3,55	4,17	5,55
Faktor	1,16	1,22	1,28	1,45	1,64	1,75	2,00

Tabelle 31: Faktoren zur Berücksichtigung des Gewichts der geschnittenen Durchmesser

Die Ergebnisse dieser zweiten Auswertung lauten wie folgt:

Untersuchungstag			18.09.2006		19.09.2006		Summe	Mittel/h	Mittel
Maschine			C1	C3	C1	C3			
Arbeitsstunde	1	6:00-7:00	71	29	17	13	130	32	52
Arbeitsstunde	2	7:00-8:00	40	19	100	63	222	55	
Arbeitsstunde	3	8:00-9:00	88	67	38	100	292	73	
Arbeitsstunde	4	9:00-10:00	100	30	51	49	230	57	
Arbeitsstunde	5	10:00-11:00	34	43	37	32	146	36	
Arbeitsstunde	6	11:00-12:00	39	98	61	62	260	65	
Arbeitsstunde	7	12:00-13:00	0	82	0	10	92	46	
Arbeitsstunde	8	13:00-14:00	66	80	37	24	208	52	
Arbeitsstunde	9	14:00-15:00	81	92	31	36	240	60	51
Arbeitsstunde	10	15:00-16:00	97	100	55	24	276	69	
Arbeitsstunde	11	16:00-17:00	48	58	50	19	174	44	
Arbeitsstunde	12	17:00-17:30	79	22	8	9	118	29	

Tabelle 32: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – bewertete geschnittene Stückzahl

Sie zeigen die Maxima des Produktivitätsverhältnisses in anderen Arbeitsstunden, als die Ergebnisse der geschnittenen Tonne (siehe Tabelle 29). Dennoch untermauern sie das Ergebnis der geschnittenen Tonnen, da der tägliche Verlauf dem oben dargestellten weitgehend entspricht.

Eine der Auswertungen der geschnittenen Stückzahl zeigt ein Tagesmaximum am ersten Untersuchungstag auf der Maschine C3 in der zehnten Stunde. Dieses Ergebnis kann als „Ausreißer“ bezeichnet werden, da die drei weiteren Auswertungen die Spitzen in der zweiten, dritten bzw. vierten Arbeitsstunde zeigen.

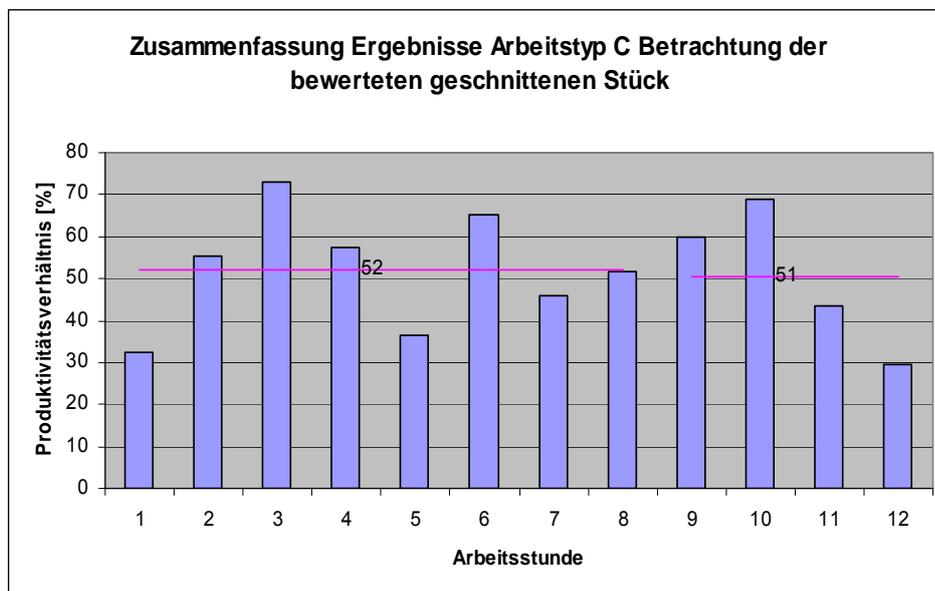


Tabelle 33: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – bewertete geschnittene Stückzahl

Die Ergebnisse der Auswertung der geschnittenen Stückzahlen untermauern die Ergebnisse der geschnittenen Tonnen, da es wie bereits oben dargestellt zu drei Spitzen der Kurve kommt. Die erste Spitze in der dritten Stunde, die zweite in der sechsten Stunde und die letzte Produktivitätsspitze in der zehnten Stunde. Die Erklärungen für diese Maxima finden sich oben.

Zu einer Abweichung kommt es beim mittleren Tagesmaximum. Diese findet sich nicht, wie zuvor in der sechsten Stunde, sondern wird in der dritten Stunde erreicht. Dennoch zeigen auch diese Auswertungen eine Spitze in der sechsten Stunde.

Da beide Auswertungsmerkmale, geschnittene Tonnen (siehe Tabelle 29 und Tabelle 30) und geschnittene Stückzahl (siehe Tabelle 32 und Tabelle 33) einen sehr ähnlichen Verlauf zeigen, sollen nun die beiden Auswertungen übereinander gelegt werden. Dafür wurden die Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse wiederum gemittelt. In nachfolgender Tabelle ist der Tagesverlauf dargestellt.

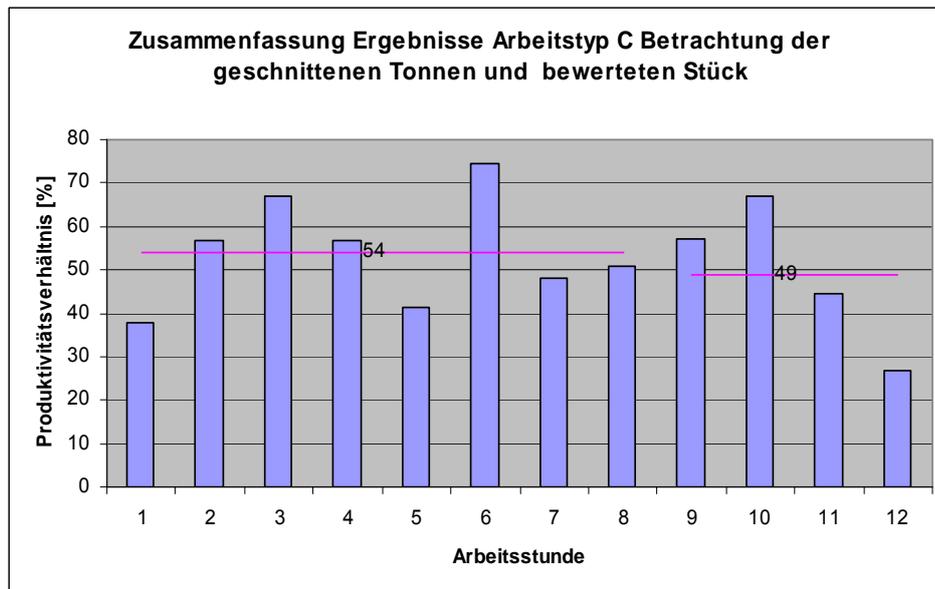


Tabelle 34: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – geschnittene Tonnen und bewertete geschnittene Stückzahl

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass nach der so genannten Einarbeitungsphase zu Arbeitsbeginn die Produktivität bis zur dritten Stunde steigt, um dort eines der drei Tagesmaxima zu erreichen. Danach fällt sie bis zur Pause stark ab. In der sechsten Arbeitsstunde wird das Tagesmaximum erreicht. Dies kann wiederum durch den Schlussantrieb vor der anstehenden Pause zu Stande kommen. Nach der Pause steigt die Produktivität nochmals an und in der zehnten Arbeitsstunde kommt es nochmals zu einem Gipfel der Produktivität.

Der Kurvenverlauf zeigt klar die physiologische Leistungskurve.

Zum abschließenden Vergleich sollen die Ergebnisse „total“ dargestellt werden, d.h. die Auswertung der erreichten Werte ohne diese in eine Produktivitätsverhältnis zu setzen. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Verläufe die sich aus der Auswertung der tatsächlich geschnittene Tonnen bzw. Stück ergeben.

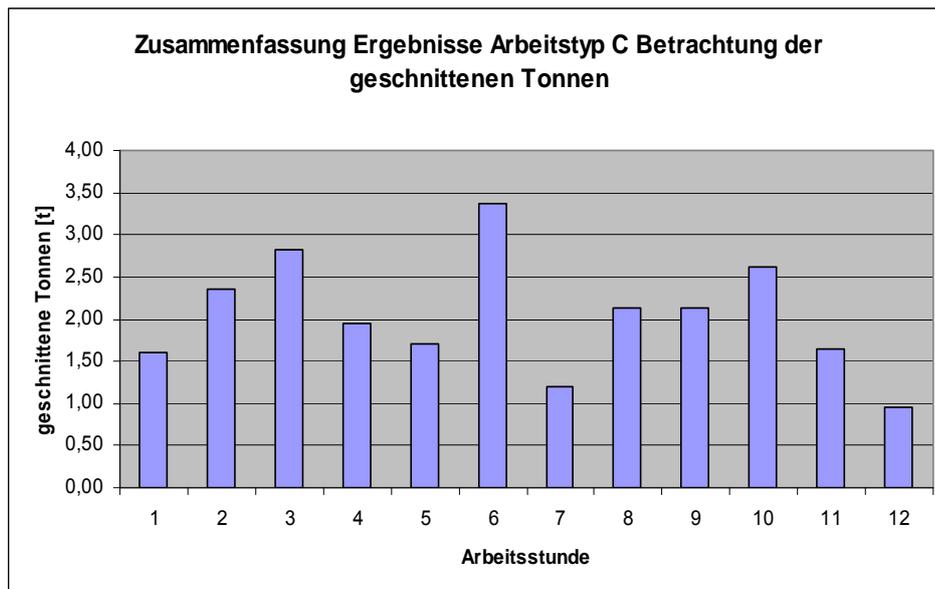


Tabelle 35: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp C – geschnittene Tonnen

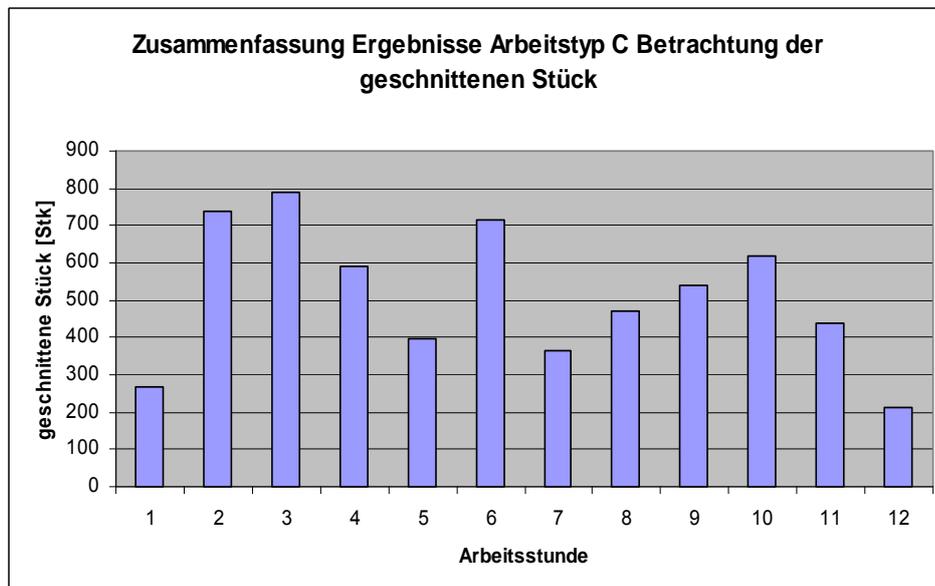


Tabelle 36: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp C – bewertete geschnittene Stück

3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nachdem die Ergebnisse für die drei Arbeitstypen einzeln vorgestellt wurden, soll nun eine zusammenfassende Auswertung zur Formulierung des eigenen Ansatzes erfolgen.

Ziel ist es, eine Darstellung zu entwickeln, mit deren Hilfe der Produktivitätsverlust für jede Art der Tätigkeit beurteilt werden kann.

Leider können lediglich die Ergebnisse der ersten beiden Arbeitstypen miteinander verglichen werden. Die Ergebnisse des Arbeitstyp C passen nicht in das Auswertungsschema und müssen daher vernachlässigt werden.

Für Arbeitstyp A und Arbeitstyp B wird das aussagekräftigste Ergebnismerkmal ausgewählt, das nachfolgend in die zusammenfassende Auswertung eingeht.

Für den Arbeitstyp A wird das Ergebnismerkmal „Anzahl der Ladespiele“ herangezogen, da das zweite ermittelte Ergebnismerkmal „benötigte Zeiten“ eine reziproke Kurve der übrigen Auswertungen darstellt und somit nur schwer mit diesen vergleichbar wäre (siehe Kapitel 3.2.3). Des Weiteren war die Anzahl der Messungen beim Ergebnismerkmal „Anzahl der Ladespiele“ höher.

Bei Arbeitstyp B (siehe Kapitel 3.2.4) wird das Ergebnismerkmal „Anzahl der Tätigkeiten“ mit einem Zeitfaktor bewertet und so das zweite Ergebnismerkmal „bewertete Zeiten“ ermittelt. Folglich ist das zweite Ergebnismerkmal das aussagekräftigere und wird hier für die weiterführende Zusammenfassung herangezogen.

Die entsprechenden Tabellen der beiden Arbeitstypen sind nachfolgend dargestellt und entsprechen jenen aus Kapitel 3.2.3 bis Kapitel 3.2.4.

Da die Belastungsarten der untersuchten Arbeitstypen sehr unterschiedlich waren, werden die Produktivitätsverhältnisse der Auswertungen des jeweiligen Ergebnismerkmals herangezogen. Dadurch kann eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse erreicht werden.

Auswertung Arbeitstyp A:

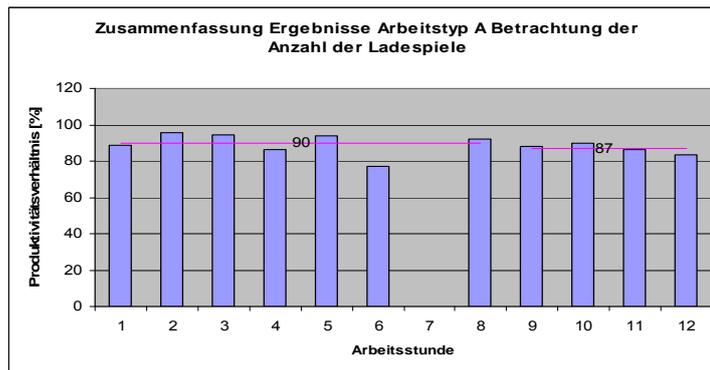


Tabelle 37: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – Anzahl der Ladespiele

Auswertung Arbeitstyp B:

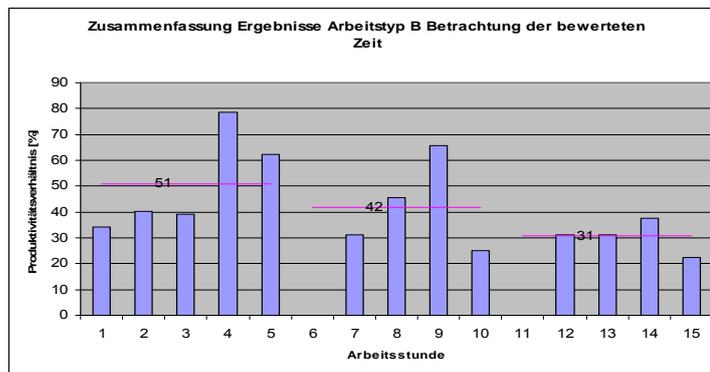


Tabelle 38: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – bewertete Zeiten

In nachfolgender Tabelle sind die oben dargestellten Ergebnisse nochmals zusammenfassend für die beiden Arbeitstypen dargestellt.

Um das Verhältnis von geistiger zu körperlicher Arbeit darstellen zu können, wird ein Faktor eingeführt. Dieser beträgt 80 für den Arbeitstyp A, der vorwiegend geistige Arbeit ausführt. Für den Arbeitstyp B wird dieser mit 50 angesetzt und für die vorwiegend körperlich belastende Arbeit bei Arbeitstyp C würde der Faktor 20 betragen. Allerdings gehen die Ergebnisse des Arbeitstyp C, wie bereits oben erwähnt, nicht weiter in die Zusammenfassung der Ergebnisse ein.

	Arbeitsstyp A		Arbeitsstyp B	
		Anzahl der Ladespiele Maschinenpartie	bewertete Zeiten Elektromonteur	
(geistige Arbeit)/(körperl. Arbeit)=		80	50	
Arbeitsstunde	1	89	34	
Arbeitsstunde	2	96	40	
Arbeitsstunde	3	95	39	
Arbeitsstunde	4	87	79	
Arbeitsstunde	5	94	62	
Arbeitsstunde	6	77		
Arbeitsstunde	7		31	
Arbeitsstunde	8	92	45	
Arbeitsstunde	9	88	66	
Arbeitsstunde	10	90	25	
Arbeitsstunde	11	86		
Arbeitsstunde	12	83	31	
Arbeitsstunde	13		31	
Arbeitsstunde	14		38	
Arbeitsstunde	15		23	

Tabelle 39: Zusammenfassung der Produktivitätsverhältnisse der beiden Arbeitstypen

Die Werte in oben stehender Tabelle ergeben sich durch die Mittelwertbildung der Stundenmittel aus den vier Untersuchungstagen pro Arbeitstyp.

Folglich wird der Wert 100% nicht erreicht, da in keiner der zwei Auswertungen das Stundenmittel aller vier Untersuchungstage 100% ergeben hat.

Allerdings lässt sich durch diese Darstellungsform und deren graphische Aufbereitung (siehe Tabelle 40) gut erkennen, dass sich die Leistungswerte der beiden Arbeitstypen in unterschiedlichen „Korridoren“ bewegen. Die Werte des Arbeitstyp A liegen den gesamten Tagesverlauf nahe 100% und zeigen einen relativ konstanten Verlauf.

Arbeitstyp B hingegen liegt mit der durchschnittlichen Produktivität deutlich unter diesen Ergebnissen. Die Kurve zeigt drei Spitzen. Im ersten Block beträgt dieser Spitzenwert 79%, im zweiten Block nur noch 66% und im dritten Block können knapp 40% erreicht werden. Somit zeigt sich ein Produktivitätsverlust von Block zu Block.

Die Unterbrechungen der Kurven von Arbeitstyp A und Arbeitstyp B ergeben sich durch die abgehaltenen Pausen.

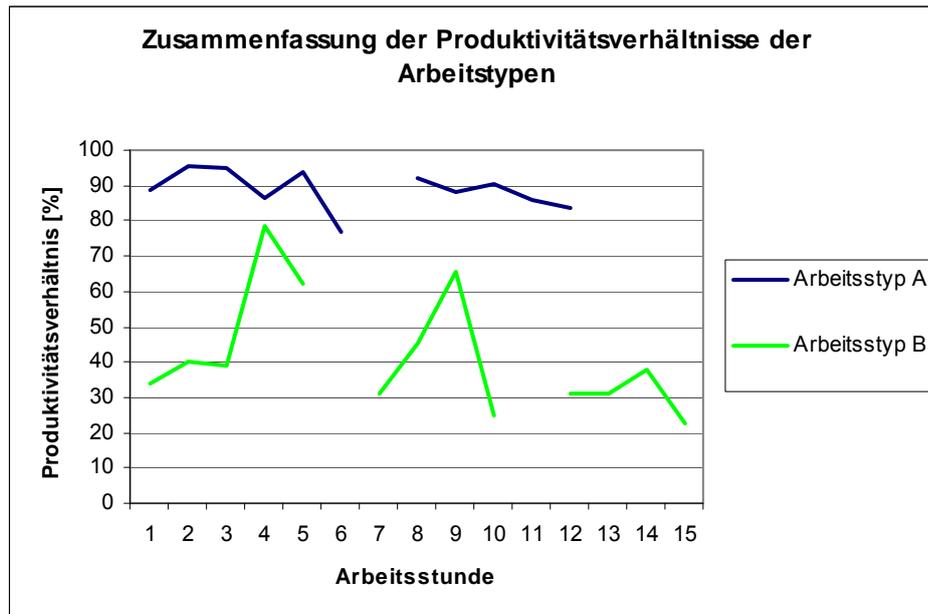


Tabelle 40: Graphische Darstellung der Zusammenfassung der Produktivitätsverhältnisse der beiden Arbeitstypen

Nun sollen die Ergebnisse in Anlehnung an die Zusammenfassung der Grundlagen in Kapitel 3.1.7 dargestellt werden. D.h. der Produktivitätswert der ersten neun „Brutto“-Arbeitsstunden (entspricht acht „Netto“-Arbeitsstunden, da eine Stunde Mittagspause gehalten wurde) wird gleich 1,0 gesetzt. Ab der zehnten Arbeitsstunde kommt es zu einem Produktivitätsverlust gemäß der oben dargestellten Ergebnisse.¹⁰⁵

Die Werte sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Da die Anzahl der Untersuchungstage relativ gering war, wird folgende Vorgehensweise gewählt:

Die Werte ab der zehnten Arbeitsstunde, bei Arbeitstyp A sind das drei, bei Arbeitstyp B fünf Werte, werden gemittelt. Dieser Mittelwert wird bei Arbeitstyp A in der elften, bei Arbeitstyp B zwischen der Arbeitsstunde zwölf und 13 angesetzt.

¹⁰⁵ In Kapitel 3.2.3 und Kapitel 3.2.5 wurden die Mittelwerte der Ergebnisse gemäß dem Auftreten der Tagesmaxima gebildet. Sowohl bei Arbeitstyp A, als auch bei Arbeitstyp C (unter Vernachlässigung eines Ausreißerwertes) lagen die Tagesmaxima innerhalb der ersten acht „Brutto“-Arbeitsstunden. Die entsprechende graphische Darstellung für Arbeitstyp A findet sich in Tabelle 37.

	Arbeitsstyp A		Arbeitsstyp B		
	Anzahl der Ladespiele Maschinenpartie		bewertete Zeiten Elektromonteur		
(geistige Arbeit)/(körperl. Arbeit)=	80		50		
	Ø		Ø		
Arbeitsstunde	1	89		34	
Arbeitsstunde	2	96		40	
Arbeitsstunde	3	95		39	
Arbeitsstunde	4	87		79	
Arbeitsstunde	5	94	89,6	62	49,6
Arbeitsstunde	6	77			
Arbeitsstunde	7			31	
Arbeitsstunde	8	92		45	
Arbeitsstunde	9	88		66	
Arbeitsstunde	10	90		25	
Arbeitsstunde	11	86	86,5		
Arbeitsstunde	12	83		31	29,5
Arbeitsstunde	13			31	
Arbeitsstunde	14			38	
Arbeitsstunde	15			23	

Tabelle 41: Zusammenfassung der Produktivitätsverhältnisse der beiden Arbeitstypen inklusive der Mittelwerte

Arbeitstyp A zeigt, wie erwartet einen geringen Produktivitätsverlust über den Tagesverlauf. Der Mittelwert der ersten acht Arbeitsstunden beträgt 89,6%. Dieser Wert wird in der neunten Arbeitsstunde mit 90% sogar geringfügig überschritten. Die Werte für die zehnte und elfte Arbeitsstunde liegen mit 86% bzw. 83% allerdings darunter.

Nachdem der Mittelwert von 86,5% der letzten drei Arbeitsstunden ermittelt wurde, werden die Werte der übrigen Arbeitsstunden inter- bzw. extrapoliert und es ergibt sich nachfolgend dargestellter Verlauf.

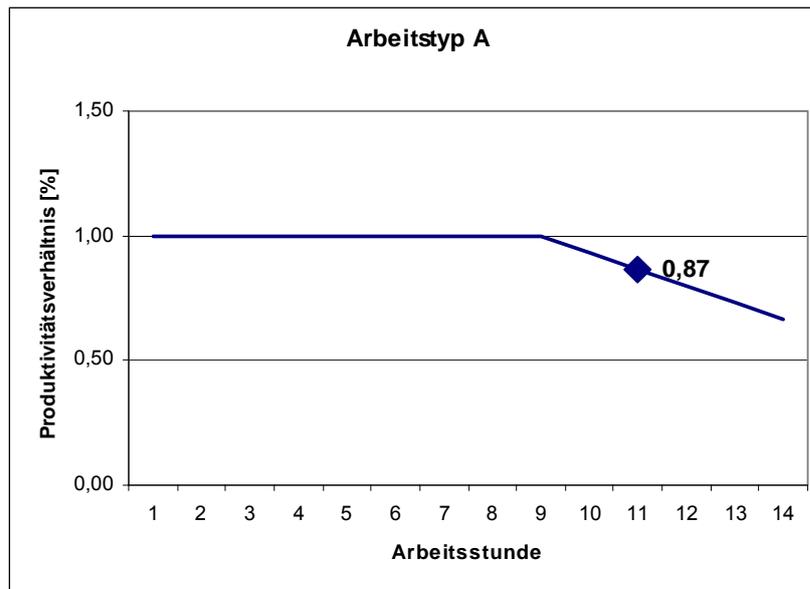


Tabelle 42: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Arbeitstyp A

Die Vorgehensweise bei Arbeitstyp B war die gleiche, wie die zuvor bei Arbeitstyp A beschrieben. Der Mittelwert der ersten neun Arbeitsstunden beträgt bei Arbeitstyp B 49,6%. Dieser Wert wird in den übrigen Arbeitsstunden nicht mehr erreicht. Der Mittelwert für die Darstellung des Produktivitätsverlustes ergibt sich aus fünf Werten und beträgt knapp 30%. Durch Interpolation und Extrapolation ergibt sich folgender Verlauf.

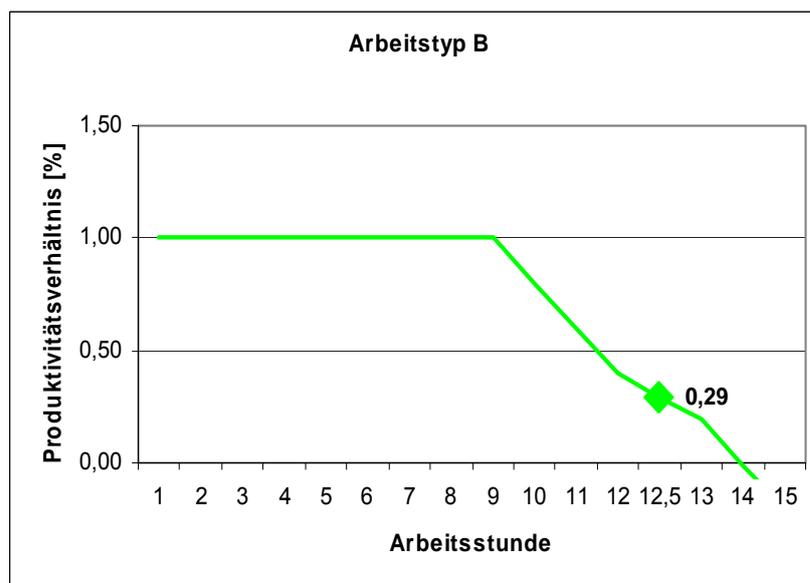


Tabelle 43: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Arbeitstyp B

Um die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus Kapitel 3.1.7 zu ermöglichen, werden die Pausen aus der Betrachtung genommen und die „Netto“-Arbeitsstunden dargestellt. Somit ergeben sich für Arbeitstyp A elf Arbeitsstunden und für Arbeitstyp B 13 Arbeitsstunden.

		Arbeitsstyp A	Arbeitsstyp B
		Anzahl der Ladespiele	bewertete Zeiten
(geistige Arbeit)/(körperl. Arbeit)=		80	50
Arbeitsstunde netto	1	89	34
Arbeitsstunde netto	2	96	40
Arbeitsstunde netto	3	95	39
Arbeitsstunde netto	4	87	79
Arbeitsstunde netto	5	94	62
Arbeitsstunde netto	6	77	31
Arbeitsstunde netto	7	92	45
Arbeitsstunde netto	8	88	66
Arbeitsstunde netto	9	90	25
Arbeitsstunde netto	10	86	31
Arbeitsstunde netto	11	83	31
Arbeitsstunde netto	12		38
Arbeitsstunde netto	13		23

Tabelle 44: Zusammenfassung der Produktivitätsverhältnisse der beiden Arbeitstypen - „Netto“-Arbeitsstunden

Daraus folgt, dass der Mittelwert für die Darstellung des Produktivitätsverlusts nach der achten Arbeitsstunde von 29,5% bei Arbeitstyp B (siehe Tabelle 44) in der elften Arbeitsstunde angesetzt wird. Die weiteren Datenpunkte werden inter- bzw. extrapoliert. Dadurch ergibt sich ein anderer Verlauf, als in Tabelle 43 dargestellt.

Werden die beiden so ermittelten Kurven des Arbeitstyp A und Arbeitstyp B in einem Diagramm gemeinsam dargestellt, zeigt sich nachfolgendes Bild. Wobei der Grenzwert der Darstellung mit der 13. Arbeitsstunde gewählt wurde.

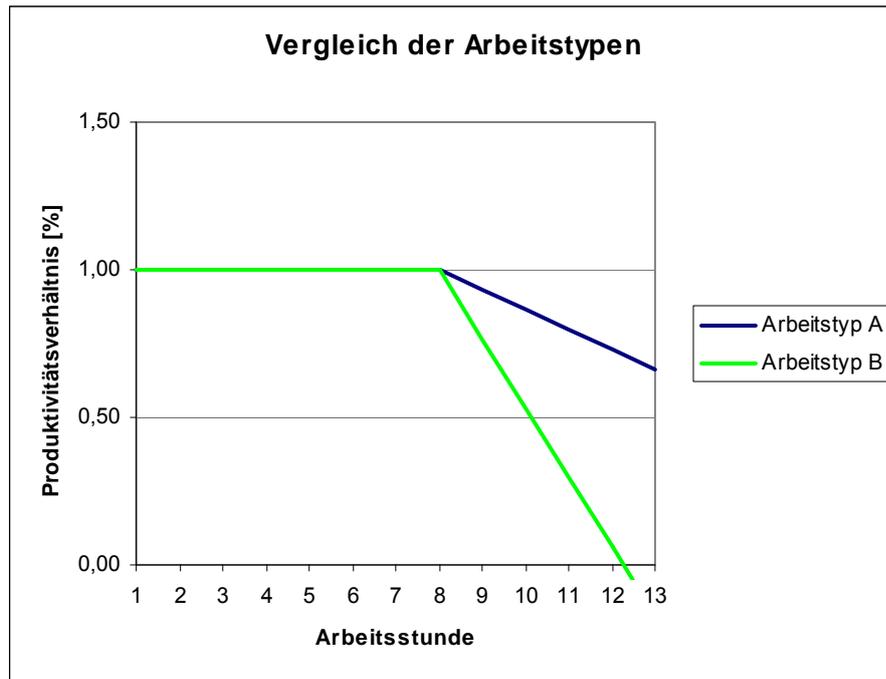


Tabelle 45: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Vergleich der Arbeitstypen

In Anlehnung an die Auswertung von Graf (siehe Kapitel 3.1.3) können für die beiden Arbeitstypen folgende mathematischen Zusammenhänge ermittelt werden:

Für beide Arbeitstypen gilt: $T \leq 8 : e_{2T} = 1$

Arbeitsstyp A: Der Schnittpunkt der Kurve der Produktivität mit der Zeitachse liegt bei 22,8 Arbeitsstunden. Deshalb gilt folgendes:

$$T > 8 : e_{2T} = 1 - \frac{T - 8}{14,84} = 1,54 - \frac{T}{14,84}$$

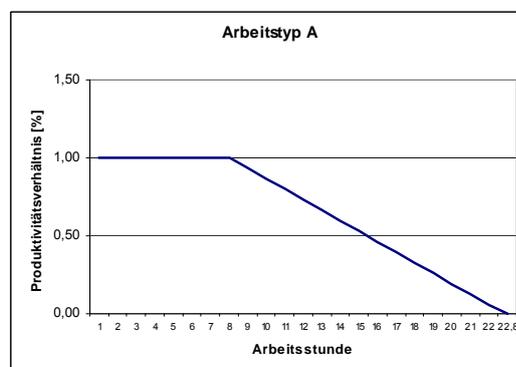


Tabelle 46: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Arbeitstyp A – mathematischer Zusammenhang

Arbeitstyp B: Wie nachfolgend dargestellt, wird das Produktivitätsverhältnis bei 12,25 Arbeitsstunden null. Daraus ergibt sich folgende Bedingung:

$$T > 8 : e_{2T} = 1 - \frac{T-8}{4,25} = 2,88 - \frac{T}{4,25}$$

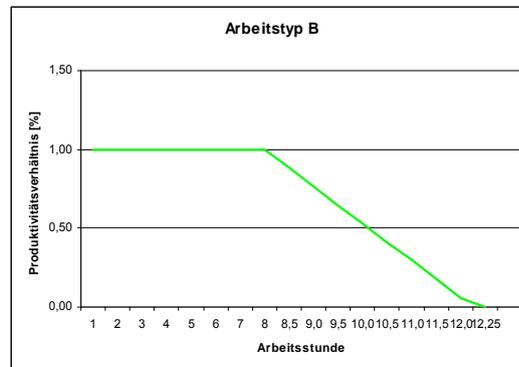


Tabelle 47: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Arbeitstyp B – mathematischer Zusammenhang

Um die Produktivität der jeweiligen Arbeitsstunde berechnen zu können, wird das Integral

gebildet: $\bar{e}_{2T} \cdot T = \int_0^T e_{2T} dT$

Daraus ergeben sich folgende zwei Formeln:

Arbeitstyp A: $\bar{e}_{2T} \cdot T = 1,54T - \frac{T^2}{29,68} - 2,16$

Arbeitstyp B: $\bar{e}_{2T} \cdot T = 2,88T - \frac{T^2}{8,50} - 7,51$

Werden nun die verschiedenen Arbeitszeiten für T eingesetzt, ergeben sich nachfolgend dargestellte Werte der Leistung. Bis zu den beiden Grenzwerten von 22,8 bei Arbeitstyp A und 12,25 bei Arbeitstyp B steigt die Leistung von Stunde zu Stunde, danach allerdings ist kein Leistungsanstieg mehr erkennbar.

	T [h]	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	12,25	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	22,8
Arbeitstyp A	$\bar{e}_{2T} \cdot T$ [h]	8,00	8,97	9,87	10,70	11,47	11,65	12,17	12,80	13,36	13,85	14,28	14,64	14,94	15,16	15,32	15,41	15,44
Arbeitstyp B	$\bar{e}_{2T} \cdot T$ [h]	8,00	8,88	9,53	9,93	10,11	10,12											

Tabelle 48: Leistung bei T-stündiger Arbeitszeit

Abschließend sollen die Ergebnisse der Arbeitstypen A und B mit den Ergebnissen aus Kapitel 3.1.7 verglichen werden. Die graphische Aufbereitung ist nachfolgend dargestellt:

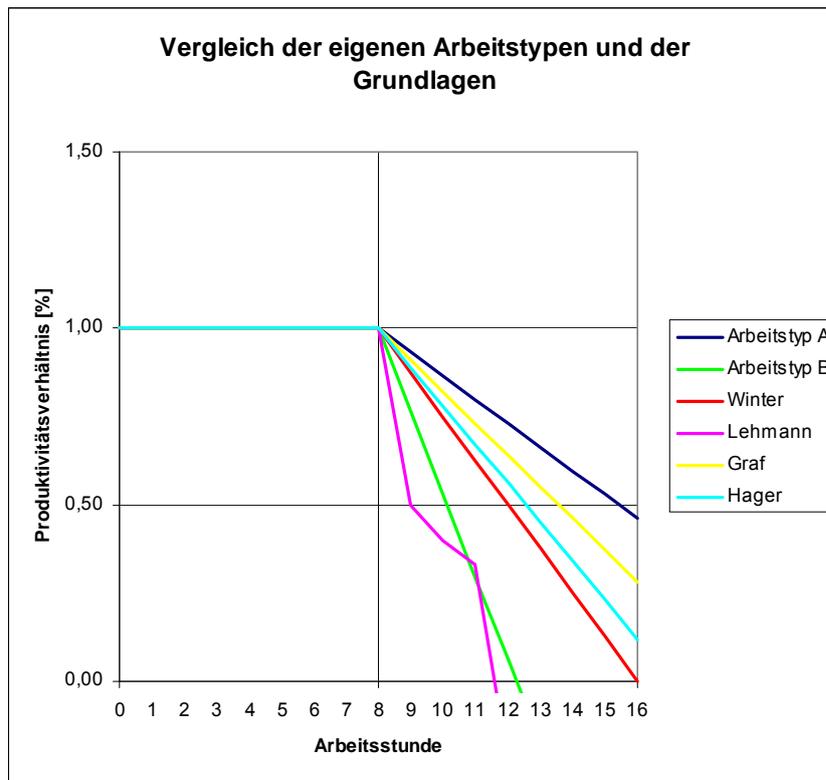


Tabelle 49: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Vergleich der eigenen Arbeitstypen und der Grundlagen

Die Auswertung des Arbeitstyp A zeigt den vergleichsweise geringsten Produktivitätsverlust, jene von Arbeitstyp B einen starken Produktivitätsverlust. In der elften Arbeitsstunde wird sogar das Produktivitätsminimum durch die Auswertung des Arbeitstyp B abgebildet.

Die genauen Werte finden sich in Tabelle 50.

Ansatz Kapitel	Arbeitsstyp A 3.2.3	Arbeitsstyp B 3.2.4	Winter 3.1.1	Lehmann 3.1.2	Graf 3.1.3	Hager 3.1.5
Tätigkeit	Maschinen- partie	Elektromonteur	Scrapper- und Baggerleistung		Metallarbeiter	Zimmerer Maurer Eisenbieger
Arbeitsstunde 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arbeitsstunde 2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arbeitsstunde 3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arbeitsstunde 4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arbeitsstunde 5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arbeitsstunde 6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arbeitsstunde 7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arbeitsstunde 8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arbeitsstunde 9	0,93	0,76	0,88	0,50	0,91	0,89
Arbeitsstunde 10	0,87	0,53	0,75	0,40	0,82	0,78
Arbeitsstunde 11	0,80	0,29	0,63	0,33	0,73	0,67
Arbeitsstunde 12	0,73	0,06	0,50	-0,24	0,64	0,56
Arbeitsstunde 13	0,66	-0,18	0,38		0,55	0,45
Arbeitsstunde 14	0,60		0,25		0,46	0,34
Arbeitsstunde 15	0,53		0,13		0,37	0,23
Arbeitsstunde 16	0,46		0,00		0,28	0,12

Tabelle 50: Produktivitätsverhältnis Vergleich der eigenen Arbeitstypen und der Grundlagen

Es kann festgehalten werden, dass sich trotz der relativ geringen Anzahl an Messungen eine deutliche Tendenz erkennen lässt. Leider konnte der Arbeitstyp C auf Grund von Abweichungen des Auswertungsschemas zu den beiden anderen Arbeitstypen nicht in die Zusammenfassung mit eingehen. Um exakter Aussagen über den Produktivitätsverlust der verschiedenen Arbeitstypen treffen zu können, wäre eine größere Anzahl von Messungen erforderlich.

Quellenverzeichnis

- Albers, Brit S.: Arbeitsangebot und Gesundheit: Eine theoretische Analyse, Diskussionspapier 10-03 – Bayreuth, 2004
- Bauer Frank; Groß Hermann; Lehmann Klaudia: Arbeitszeit 2003, Institut zur Erforschung sozialer Chancen – Köln, 2004
- BAU fit Beratungs- und Trainingsprogramme für Baufirmen, Endbericht AUVA-Projekt Nummer 38, 1999-2000
- Behrens, Fritz: Die Arbeitsproduktivität, 1.Auflage – Leipzig: Fachbuchverlag, 1952
- Behrens, Fritz: Zur Definition und Messung der Arbeitsproduktivität – Berlin: Akademie-Verlag, 1963
- Berberat, Axel: Änderung von Arbeitsproduktion und Lohnkosten bei mehr als 8-stündiger täglicher Arbeitszeit, Vertiefarbeit Fachgebiet Baubetrieb – TU Darmstadt, 1990
- Berkman, Lisa; Syme, Leonard: Social networks, host resistance, and mortality: A nine-year follow-up study of Alameda County residents. American Journal of Epidemiology - Baltimore, Volume 109, 1979, Nr. 2, S. 186 - 204
- Burgardt, Günther: Produktivität und Produktivitätsmessung im nationalen und internationalen Vergleich, In: Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 11 – Dortmund: Verkehrs- und Wirtschaftsverlag, 1954
- Burkhardt, Georg: Kostenprobleme der Bauproduktion, In: Schriftenreihe des Bayrischen Bauindustrieverbandes - Wiesbaden: Bauverlag, 1963
- Car, Phillip: Messung und Analyse von Produktivität auf Baustellen, Diplomarbeit am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft – TU Wien, 2000
- Ender, Regina: BAUfit: Ein Präventionsprogramm für Baufirmen. Sichere Arbeit – Wien, Jg. 2001, Nr. 3, S. 8 – 11.

- Gabler Wirtschaftslexikon, 12. Auflage - Wiesbaden: Gabler, 1988
- Graf, Otto: Arbeitsablauf und Arbeitsrhythmus, In: Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin, Band 1. Hg. Baader, Ernst Wilhelm; Lehmann, Gunther – Berlin München Wien: Urban & Schwarzenberg Verlag, 1961
- Graf, Otto: Arbeitsphysiologie – Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag, 1960
- Graf, Otto: Arbeitszeit und Produktivität – Berlin: Duncker & Humblot, 1959
- Gruhler Wolfram: Technik – Produktivität – Arbeitsmarkt, In: Grundwissen: Technik und Gesellschaft, Band 15. Hg. Institut für Angewandte Wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftliche Forschung, Winfried Schläffke – Köln: Deutscher Instituts-Verlag, 1984
- Hager, Henning: Untersuchung von Einflussgrößen und Kostenänderungen bei Beschleunigungsmaßnahmen von Bauvorhaben, 1. Auflage – Düsseldorf: VDI Verlag, 1991
- Hettinger, Theodor: Physiologische Arbeitsgestaltung, In: RKW Reihe – Frankfurt (Main): Beuth-Vertrieb, 1968
- Hildebrandt, Gunther: Freizeit und Urlaub, In Praktische Arbeitsphysiologie. Hg. Rohmert, Walter, 3. Auflage - Stuttgart: Thieme, 1983
- Hildebrandt, Wolfgang: Untersuchung zur Berücksichtigung der menschlichen Tagesrhythmik durch eine variable Arbeitszeitregelung, Dissertation – Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 1972
- Kappelmann, Klaus: Nachträge und Behinderungsfolgen beim Bauvertrag; Einheitspreisvertrag, 1. Auflage – Düsseldorf: Werner, 1990
- Kaufmann, Günter: Arbeitszeitflexibilisierung in der Bauwirtschaft, Dissertation – TU Wien, 1998
- Knauth, Peter: Physiologische Arbeitskurve und biologische Rhythmik, In Praktische Arbeitsphysiologie. Hg. Rohmert, Walter, 3. Auflage - Stuttgart: Thieme, 1983

- Kropik Andreas; Krammer Peter: Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag, 1. Auflage – Wien: Österreichischer Wirtschaftsverlag, 1999
- Küpper, Willi; Haunschild Axel; Zimmer Marco: Arbeitszeitflexibilisierung I: Modelle, Politik, Seminararbeit – Universität Hamburg, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, 2001
- Lehmann, Gunther [Begr.]; Rohmert, Walter [Hg.]: Praktische Arbeitsphysiologie, 3. Auflage – Stuttgart: Thieme, 1983
- Luczak: Arbeitswissenschaft, 2. Auflage – Berlin: Springer, 1998
- Lutz: Ursache und Wirkung. Gesundheits-Ingenieur - München, Jg. 2002, Nr.4, S. 193 - 201
- Moser, Maximilian; Frühwirt, Matthias; Lackner, Helmut: Stress am Bau – am Herzschlag sichtbar gemacht, In: BAU fit Beratungs- und Trainingsprogramme für Baufirmen, AUVA-Projekte 1999 – 2000, Endbericht Nr. 38, Hg. AUVA, S. 57 – 70
- Müller, Christian: Entwicklung eines Verfahrens zur wertmäßigen Bestimmung der Produktivität und Wirtschaftlichkeit von Personalentwicklungsmaßnahmen in Arbeitsstrukturen, 1 Auflage – Berlin: Springer, 1983
- Nachreiner, Friedhelm; Rädiker, Britta; Janssen, Daniela: Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Dauer der Arbeitszeit und gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie – Oldenburg: GAWO Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung e.V., 2005
- Nachreiner, Friedhelm: Arbeitszeit und Gesundheit arbeitspsychologische Bewertung der aktuellen Diskussion um Arbeitszeitverlängerung und –flexibilisierung, Präsentation, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, 2005
- Oberndorfer, Wolfgang: Claim Management und alternative Streitbeilegung im Bau- und Anlagenvertrag. 1. Auflage – Wien: Manz, 2002

- Oberndorfer, Wolfgang J.; Jodl, Hans Georg: Handwörterbuch der Bauwirtschaft, 2. Auflage – Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2001
- Ottawa-Charta der WHO zur Gesundheitsförderung
http://www.euro.who.int/AboutWHO/Policy/20010827_2?language=German. 01.04.2006
- Rädiker, Britta: Arbeitszeit und Gesundheit. Zu gesundheitlichen Effekten längerer Arbeitszeiten. Ergebnisse sekundäranalytischer Untersuchungen einer Befragung in den Mitgliedsländern der EU, Diplomarbeit – Carl von Ossietzky Universität, 2005
- Rohmert, Walter: Formen menschlicher Arbeit, In Praktische Arbeitsphysiologie. Hg. Rohmert, Walter, 3. Auflage - Stuttgart: Thieme, 1983
- Rutenfranz, Joseph; Knauth Peter; Nachreiner, Friedhelm: Arbeitszeitgestaltung, In Ergonomie. Hg. Schmidtke, Heinz, 3. Auflage – München: Hanser, 1993
- Rutenfranz, Joseph; Rohmert, Walter: Arbeitszeitprobleme, In Praktische Arbeitsphysiologie. Hg. Rohmert, Walter, 3. Auflage - Stuttgart: Thieme, 1983
- Schlagbauer, Dieter: Einfluss der Arbeitszeit auf die Arbeitsleistung. Eine Analyse bestehender Untersuchungen und ein Vorschlag für eine neue Datenerhebung, Diplomarbeit am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft – TU Graz, 2006
- Sommerauer, Thomas: Der Erfolgsfaktor Mensch am Bau – Ein Ansatz von Human – Resources Management im Bauwesen anhand der österreichischen Entwicklung, Dissertation – TU Graz, 2005
- Taschenbuch Mensch und Arbeit, Hg. Institut Mensch und Arbeit München, 3. Auflage – München: Verlag Mensch und Arbeit, 1973
- Ulmer, Hanns-Volkhart: Umstellung auf Arbeit, In Praktische Arbeitsphysiologie. Hg. Rohmert, Walter, 3. Auflage - Stuttgart: Thieme, 1983
- Universitätsklinikum Heidelberg: Arbeitswissenschaftliche und arbeitsmedizinische Erkenntnisse zu überlangen Arbeitszeiten.
<http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/Arbeitszeit.3385.0.html>. Januar 2002

-
- Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft (ver.di): Magazin des Fachbereichs – Berlin; Jg. 2005, Verkehr Nr. 1, S 4 - 5

 - Was genau ist eigentlich Stress?
<http://www.arbeiterkammer.at/www-192-IP-19373.html>. 2005

 - Winter, Hermann-Josef: Die lohnintensive Auftragsfertigung in der Bauindustrie, Dissertation – Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 1966

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Belastungs – Beanspruchungs - Konzept.....	17
Abbildung 2: Anteil der Beschäftigten mit gesundheitlichen Beschwerden nach	20
Abbildung 3: Häufigkeit unterschiedlicher Beschwerden in Abhängigkeit von der Wochenarbeitszeit	21
Abbildung 4: Einfluss der Wochenarbeitszeit auf das Beeinträchtigungsrisiko	22
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen sozialer Integration und Sterblichkeit.....	25
Abbildung 6: Physiologische Leistungskurve (Parabel 5. Ordnung).....	28
Abbildung 7: Tagesgang der Leistungsdisposition (nach Bjerner, Holm und Swensson)	29
Abbildung 8: Zusammenhang der Arbeitszeit und Häufigkeit von Arbeitsunfällen	30
Abbildung 9: Zusammenfassung verschiedener Studien zur Unfallwahrscheinlichkeit	30
Abbildung 10: Verteilung der Arbeitsunfälle (AU) in einem österreichischen Bauunternehmen	31
Abbildung 11: Masse-Feder-Modell zur Arbeitsproduktivität	35
Abbildung 12: Ursache-Wirkungsbeziehungen im Modell	36
Abbildung 13: Mensch und Arbeitsgestaltung	41
Abbildung 14: Schematische Darstellung der Beziehung zwischen Arbeitszeit und Leistung.....	42
Abbildung 15: Arbeitszeit und Produktivität in der EU	43
Abbildung 16: Die Scrapper- und Baggerleistung eines Tages	47
Abbildung 17: Die idealisierte Leistungskurve für alle Bauarbeiten.....	48
Abbildung 18: Die schematische Darstellung der Beziehung zwischen Arbeitszeit und Leistung	51
Abbildung 19: Schema zum Aufbau der menschlichen Leistung.....	54
Abbildung 20: Auswertungsbeispiel zur Methode Graf.....	55
Abbildung 21: Schema der verschiedenen Leistungsbereiche eines Menschen.....	57
Abbildung 22: Leistungskurve nach unterschiedlicher Testdauer	58
Abbildung 23: Standardisierte Tageskurve nach Hildebrandt.....	59

Abbildung 24: Leistungsverlauf über die Arbeitszeit von acht Stunden bei Kabelkanalarbeiten	62
Abbildung 25: Leistungsverlauf über die Arbeitszeit bei Maurerarbeiten.....	63
Abbildung 26: Leistungsverlauf in Abhängigkeit von der täglichen Arbeitszeit.....	63
Abbildung 27: Produktivitätsprotokoll.....	75
Abbildung 28: Kopfplatte zur Montage der U – Profile an die Tunnelwand	87

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die gesetzlichen Bestimmungen für die Arbeits- und Ruhezeiten	13
Tabelle 2: Europäischer Vergleich der Arbeitszeiten	15
Tabelle 3: Anerkannte Arbeitsunfälle 2005.....	26
Tabelle 4: Verteilung der anerkannten Arbeitsunfälle 2005.....	27
Tabelle 5: Anerkannte Arbeitsunfälle 2005 im Tagesverlauf dargestellt.....	27
Tabelle 6: Leistung bei T- stündiger Arbeitszeit nach Winter	50
Tabelle 7: Überstunden und ihre Auswirkung.....	52
Tabelle 8: Tatsächliche Arbeitszeit nach Lehmann	53
Tabelle 9: Stundenproduktivitäten nach Graf	56
Tabelle 10: Grafische Auswertung der Ergebnisse durch Graf	56
Tabelle 11: Tageszeitliche Schwankung der physiologischen Leistungsbereitschaft.....	60
Tabelle 12: Auswertung der Ergebnisse durch Hildebrandt	60
Tabelle 13: Zusammenfassung der Ansätze	67
Tabelle 14: Graphische Darstellung der Zusammenfassung der Ansätze	68
Tabelle 15: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – Anzahl der Ladespiele	81
Tabelle 16: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – Anzahl der Ladespiele.....	82
Tabelle 17: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – benötigte Zeit	83
Tabelle 18: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – benötigte Zeit.....	83
Tabelle 19: Graphische Darstellung der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp A – Anzahl der Ladespiele	84
Tabelle 20: Graphische Darstellung der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp A – benötigte Zeit.....	85
Tabelle 21: Zeitliche Bewertung der Arbeitsschritte für den Arbeitstyp B.....	92
Tabelle 22: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – Anzahl der Tätigkeiten	93

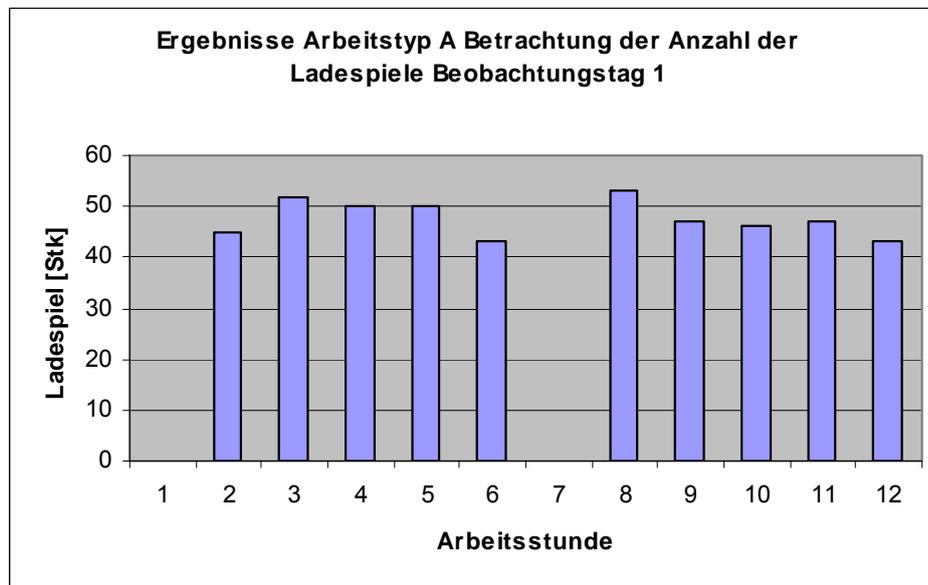
Tabelle 23: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – Anzahl der Tätigkeiten.....	94
Tabelle 24: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – bewertete Zeiten	95
Tabelle 25: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – bewertete Zeiten.....	96
Tabelle 26: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – Anzahl der Tätigkeiten und bewertete Zeiten.....	97
Tabelle 27: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp B – Anzahl der Tätigkeiten.....	98
Tabelle 28: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp B – bewertete Zeiten.....	98
Tabelle 29: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – geschnittene Tonnen.....	105
Tabelle 30: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – geschnittene Tonnen.....	106
Tabelle 31: Faktoren zur Berücksichtigung des Gewichts der geschnittenen Durchmesser.....	107
Tabelle 32: Ergebnisse der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – bewertete geschnittene Stückzahl.....	107
Tabelle 33: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – bewertete geschnittene Stückzahl	108
Tabelle 34: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp C – geschnittene Tonnen und bewertete geschnittene Stückzahl.....	109
Tabelle 35: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp C – geschnittene Tonnen.....	110
Tabelle 36: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Gesamtauswertung für den Arbeitstyp C – bewertete geschnittene Stück	110
Tabelle 37: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp A – Anzahl der Ladespiele.....	112
Tabelle 38: Graphische Darstellung der Mittelwerte der Produktivitätsverhältnisse für den Arbeitstyp B – bewertete Zeiten.....	112
Tabelle 39: Zusammenfassung der Produktivitätsverhältnisse der beiden Arbeitstypen	113
Tabelle 40: Graphische Darstellung der Zusammenfassung der Produktivitätsverhältnisse der beiden Arbeitstypen.....	114
Tabelle 41: Zusammenfassung der Produktivitätsverhältnisse der beiden Arbeitstypen inklusive der Mittelwerte	115

Tabelle 42: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Arbeitstyp A	116
Tabelle 43: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Arbeitstyp B	116
Tabelle 44: Zusammenfassung der Produktivitätsverhältnisse der beiden Arbeitstypen - „Netto“-Arbeitsstunden.....	117
Tabelle 45: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Vergleich der Arbeitstypen ...	118
Tabelle 46: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Arbeitstyp A – mathematischer Zusammenhang.....	118
Tabelle 47: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Arbeitstyp B – mathematischer Zusammenhang.....	119
Tabelle 48: Leistung bei T-stündiger Arbeitszeit.....	119
Tabelle 49: Graphische Darstellung Produktivitätsverhältnis Vergleich der eigenen Arbeitstypen und der Grundlagen.....	120
Tabelle 50: Produktivitätsverhältnis Vergleich der eigenen Arbeitstypen und der Grundlagen	121

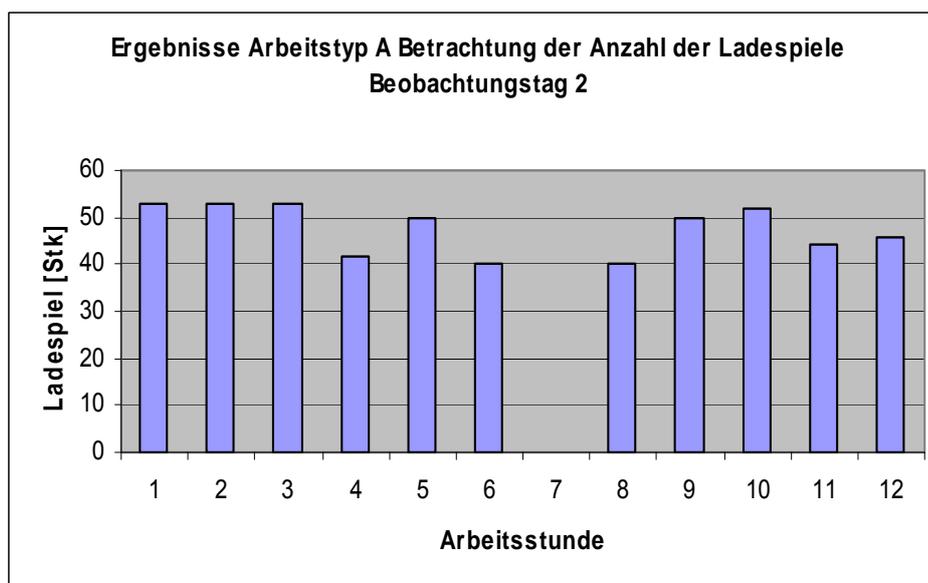
Anhang

Arbeitstyp A

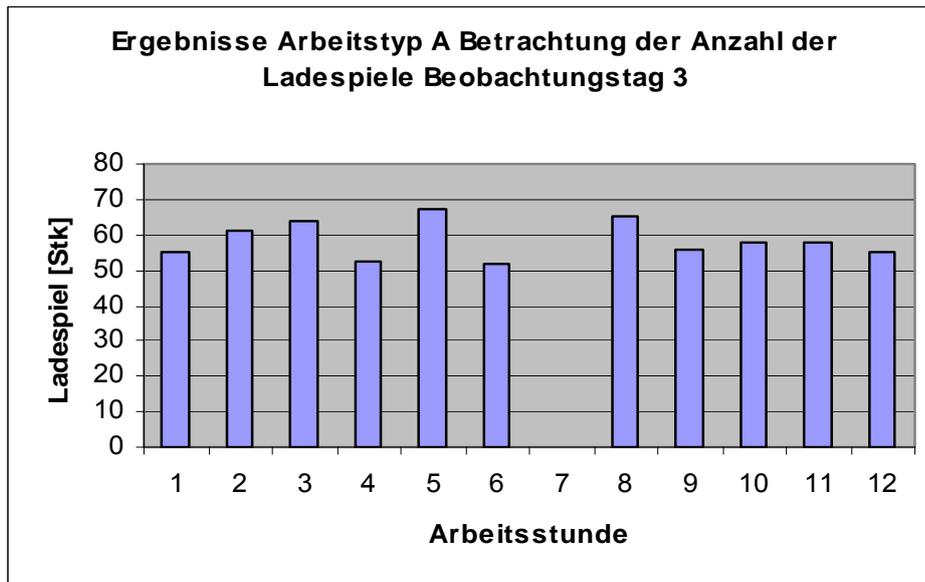
Beobachtungstag 1 (11.06.2007): Anzahl der Ladespiele



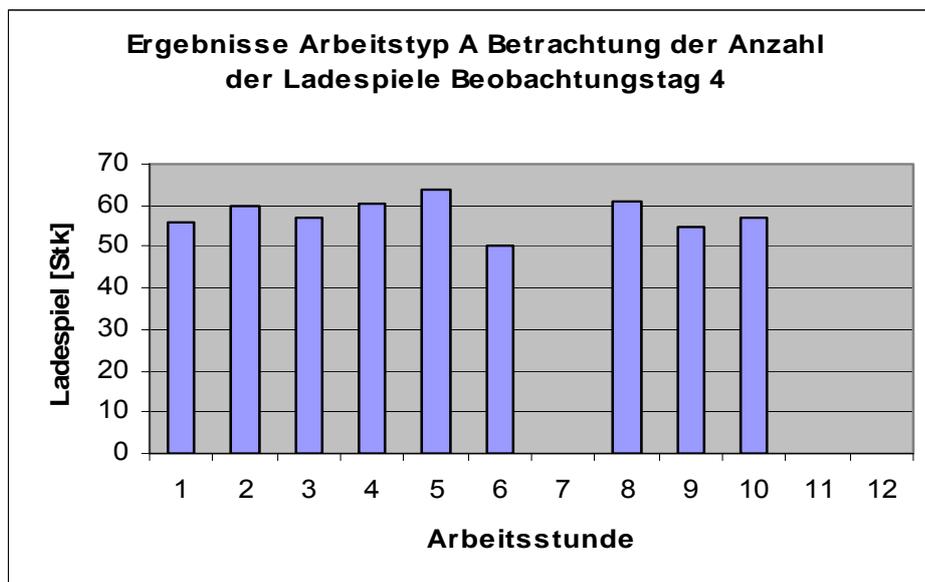
Beobachtungstag 2 (12.06.2007): Anzahl der Ladespiele



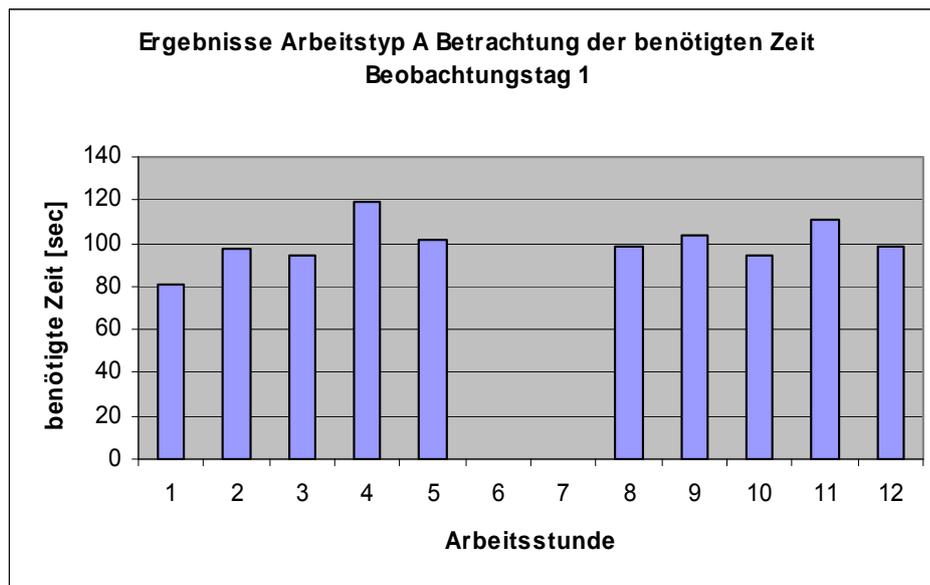
Beobachtungstag 3 (13.06.2007): Anzahl der Ladespiele



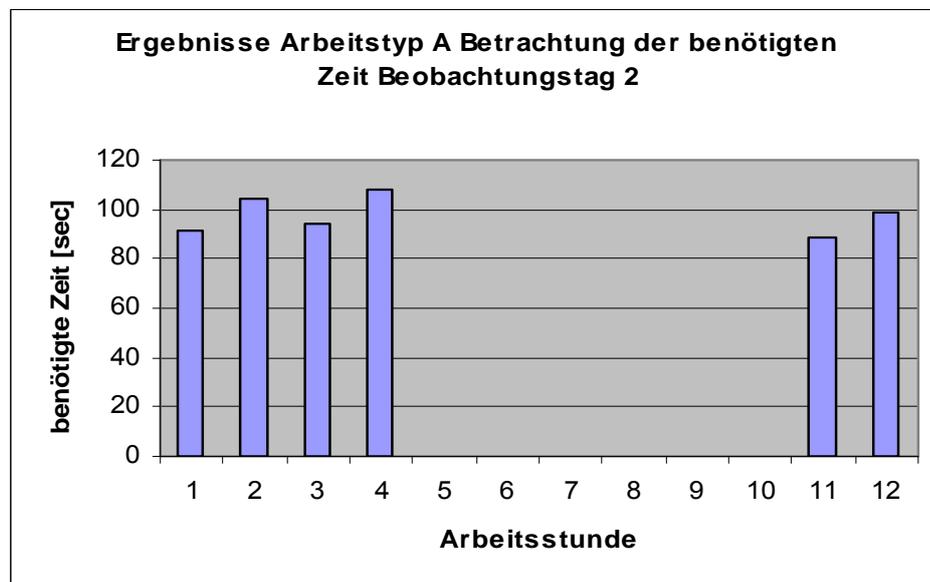
Beobachtungstag 4 (14.06.2007): Anzahl der Ladespiele



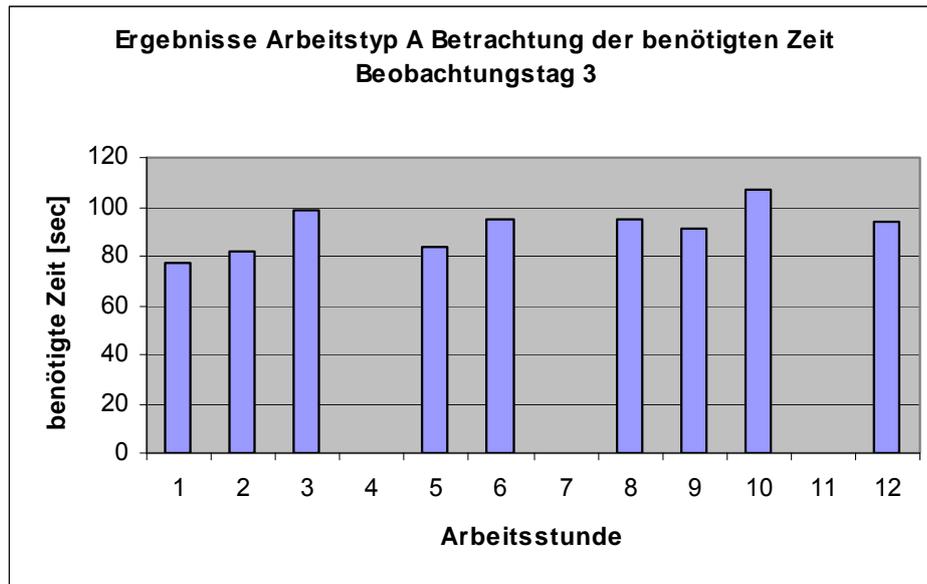
Beobachtungstag 1 (11.06.2007): benötigte Zeit



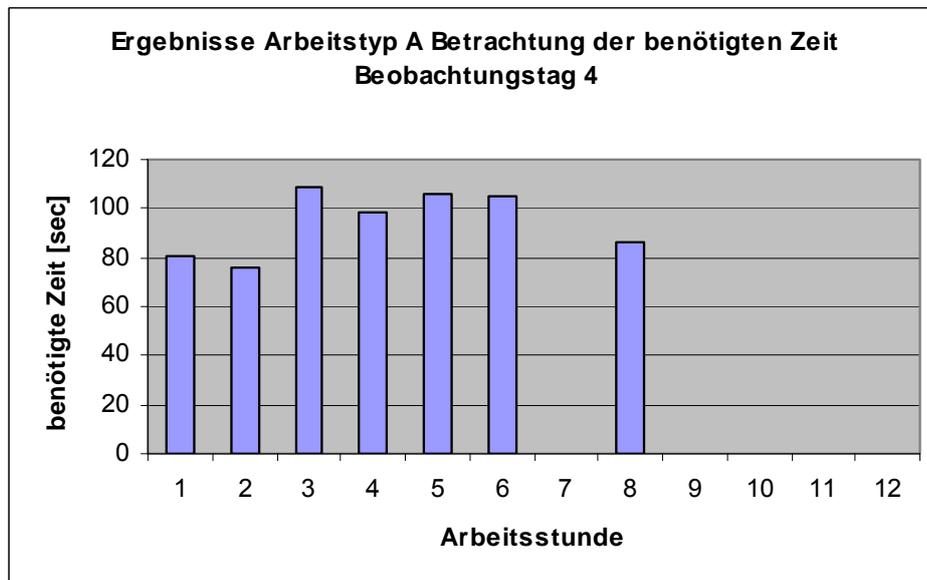
Beobachtungstag 2 (12.06.2007): benötigte Zeit



Beobachtungstag 3 (13.06.2007): benötigte Zeit

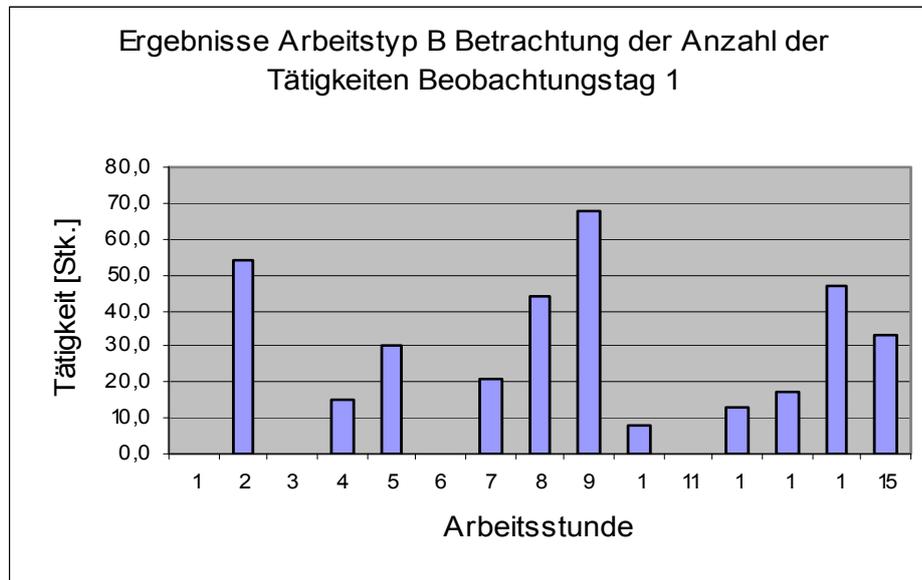


Beobachtungstag 4 (14.06.2007): benötigte Zeit

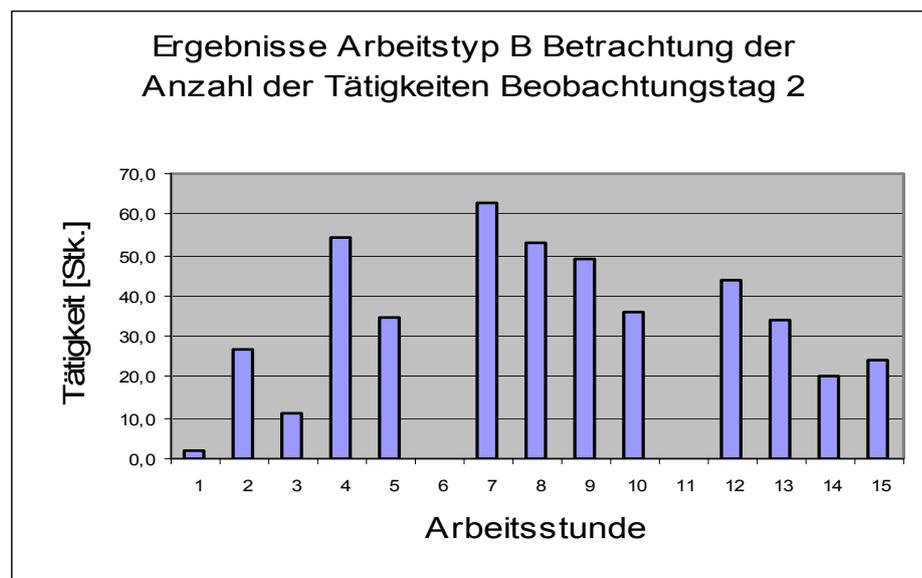


Arbeitstyp B

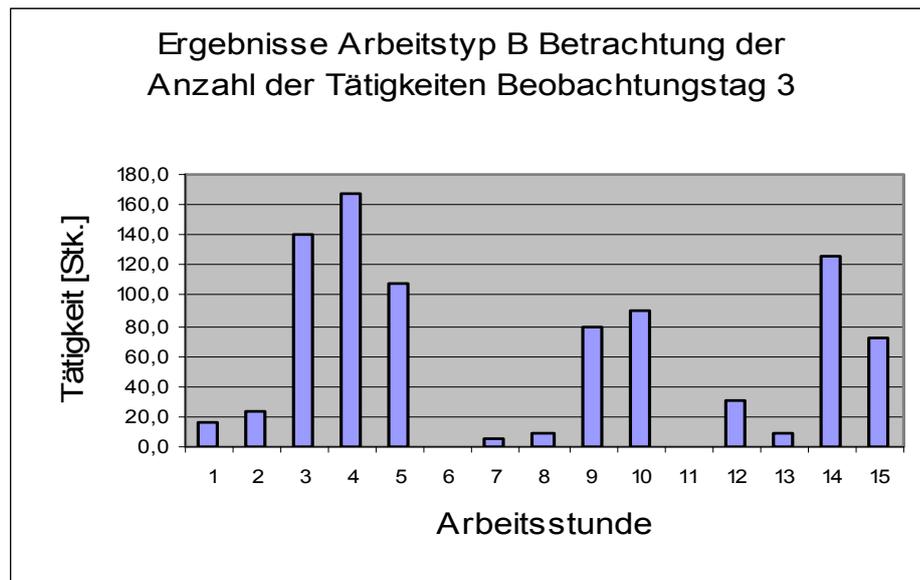
Beobachtungstag 1 (25.09.2006): Anzahl der Tätigkeiten



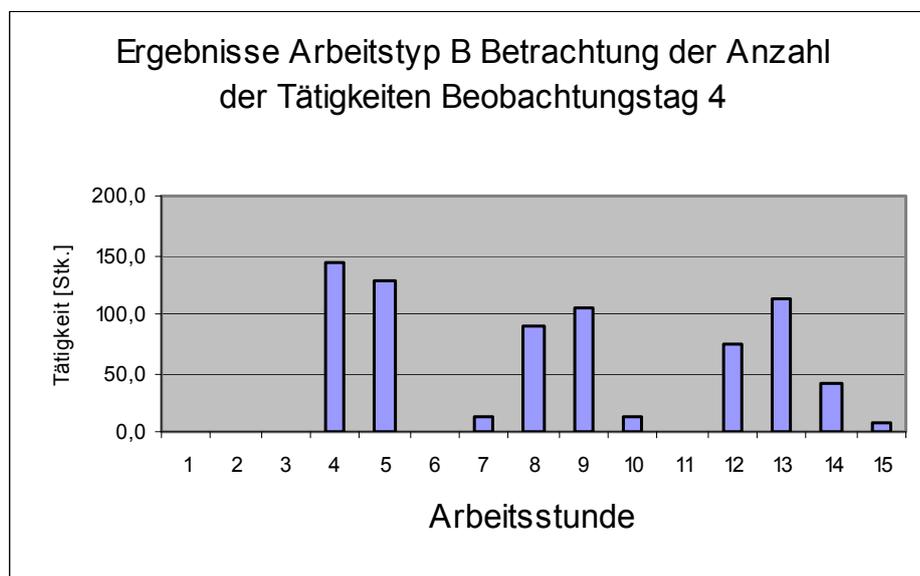
Beobachtungstag 2 (26.09.2006): Anzahl der Tätigkeiten



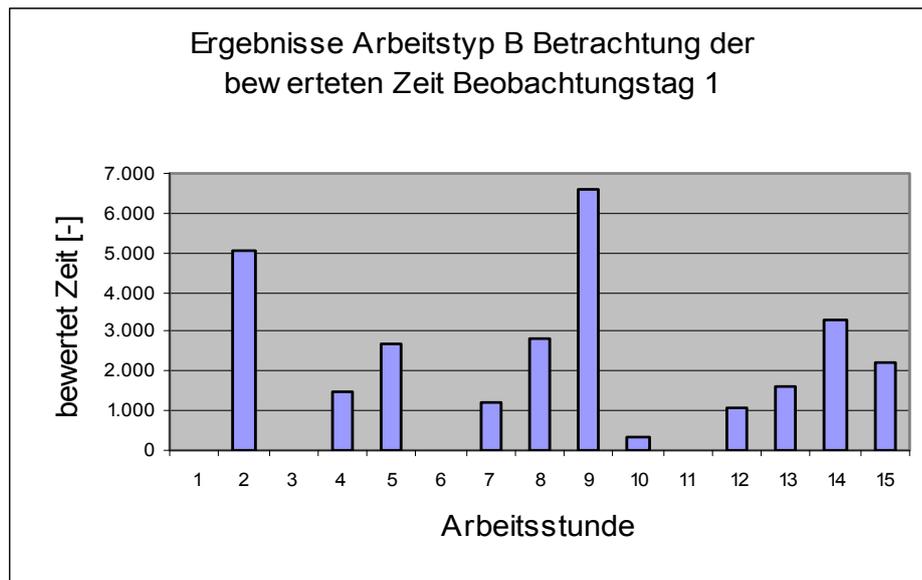
Beobachtungstag 3 (02.10.2006): Anzahl der Tätigkeiten



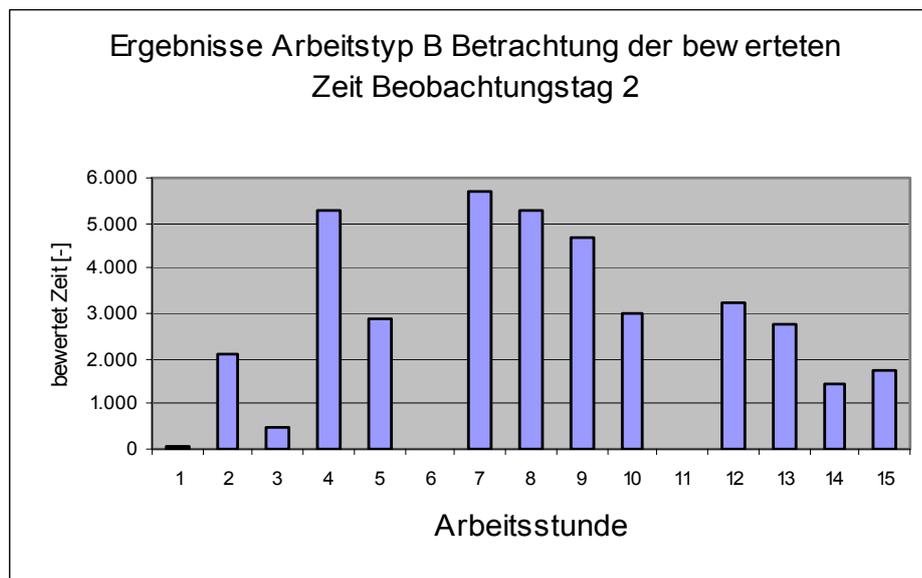
Beobachtungstag 4 (03.10.2006): Anzahl der Tätigkeiten



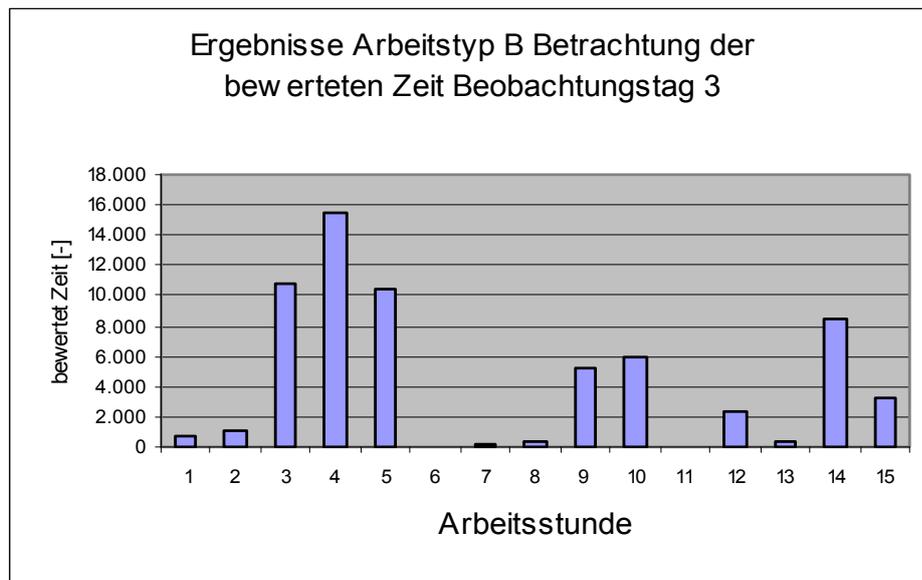
Beobachtungstag 1 (25.09.2006): bewertete Zeiten



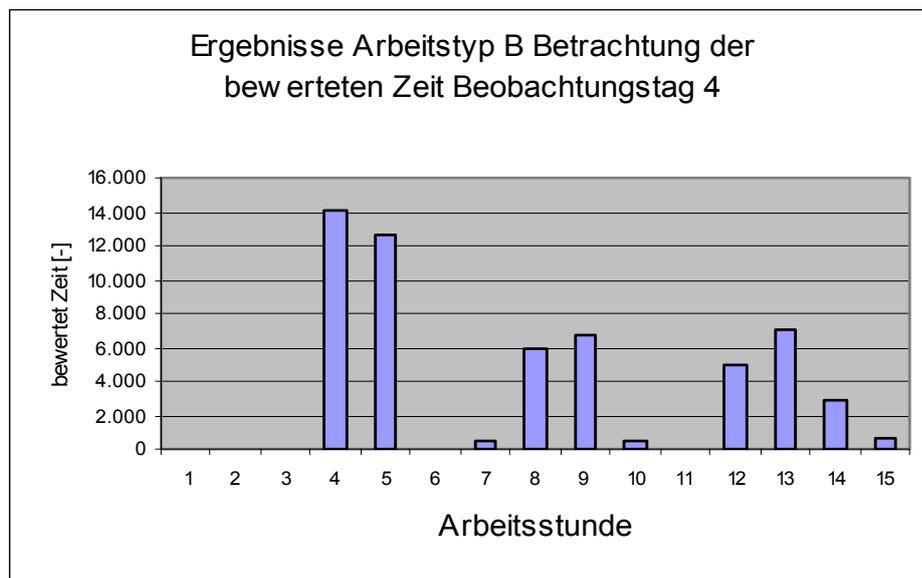
Beobachtungstag 2 (26.09.2006): bewertete Zeiten



Beobachtungstag 3 (02.10.2006): bewertete Zeiten

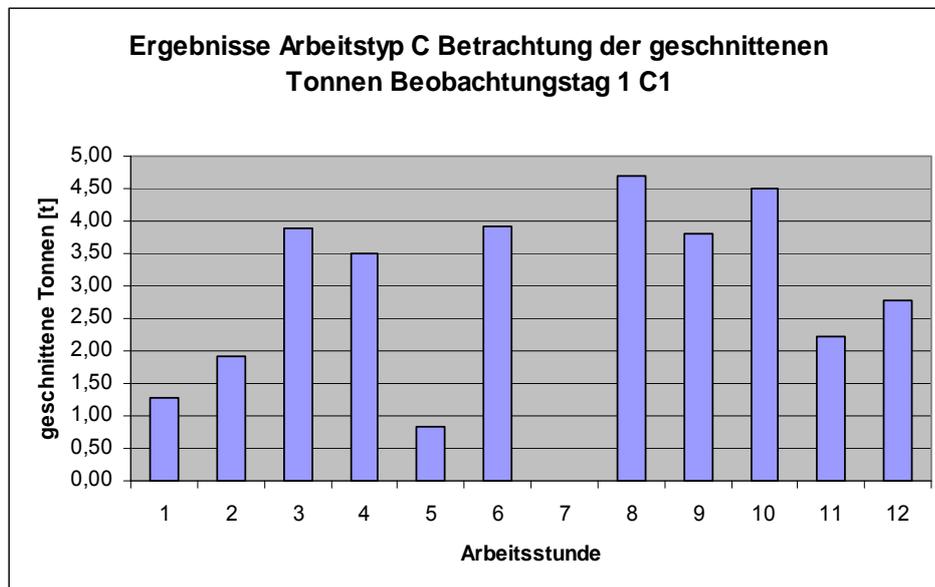


Beobachtungstag 4 (03.10.2006): bewertete Zeiten

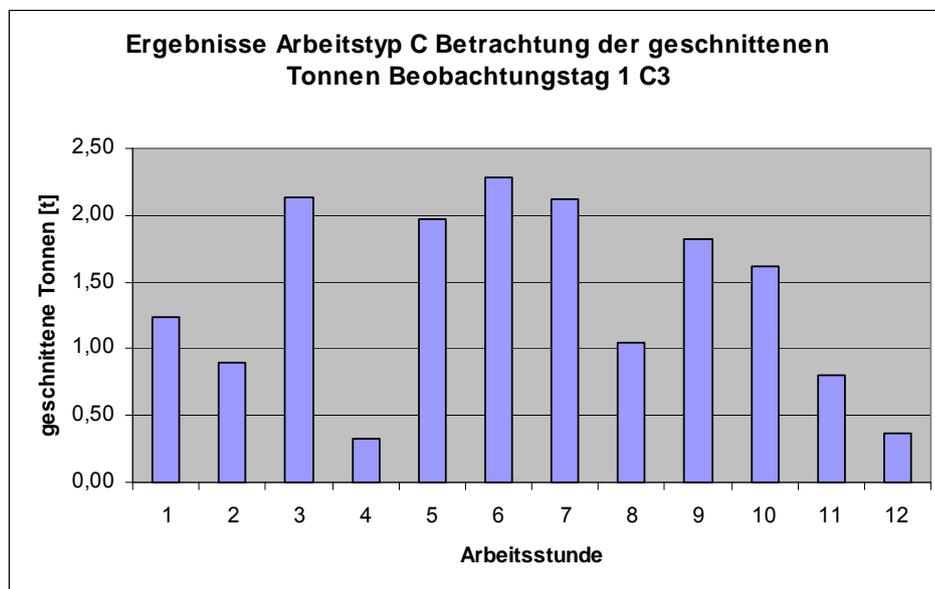


Arbeitstyp C

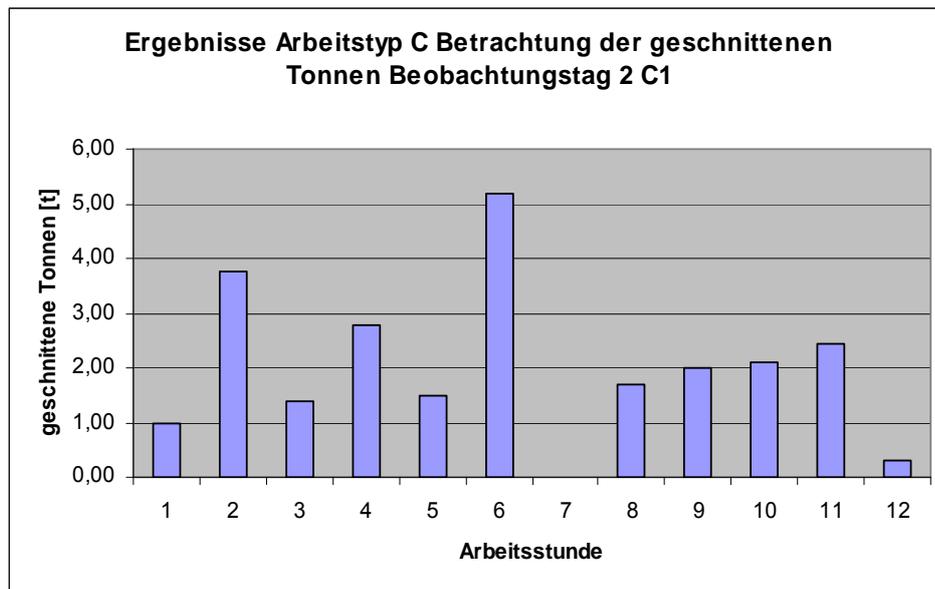
Beobachtungstag 1 (18.09.2006): geschnittene Tonnen Maschine C1



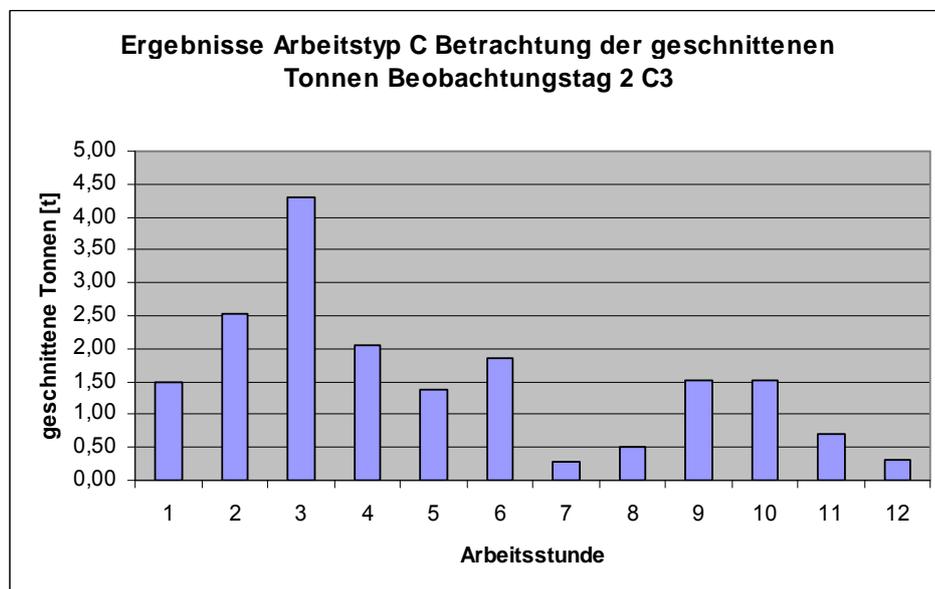
Beobachtungstag 1 (18.09.2006): geschnittene Tonnen Maschine C3



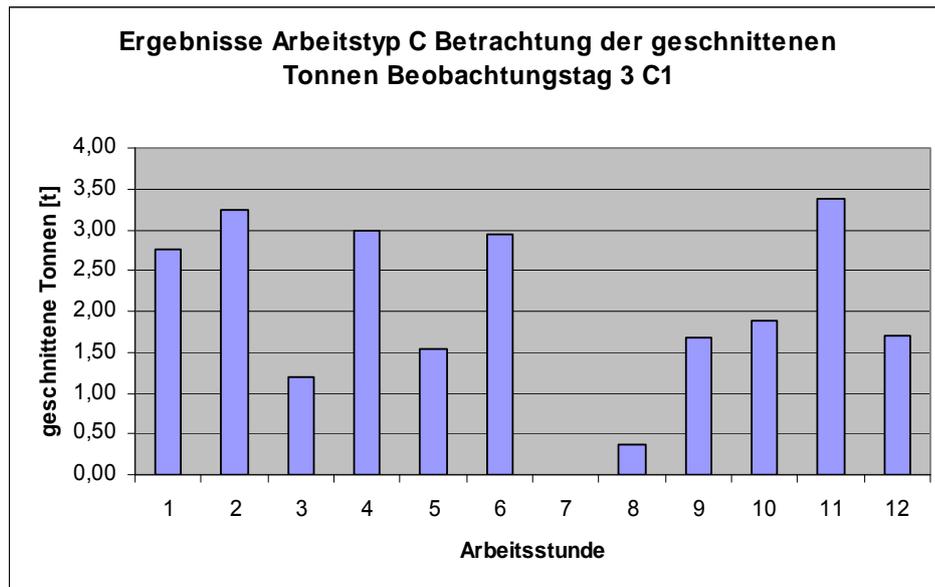
Beobachtungstag 2 (19.09.2006): geschnittene Tonnen Maschine C1



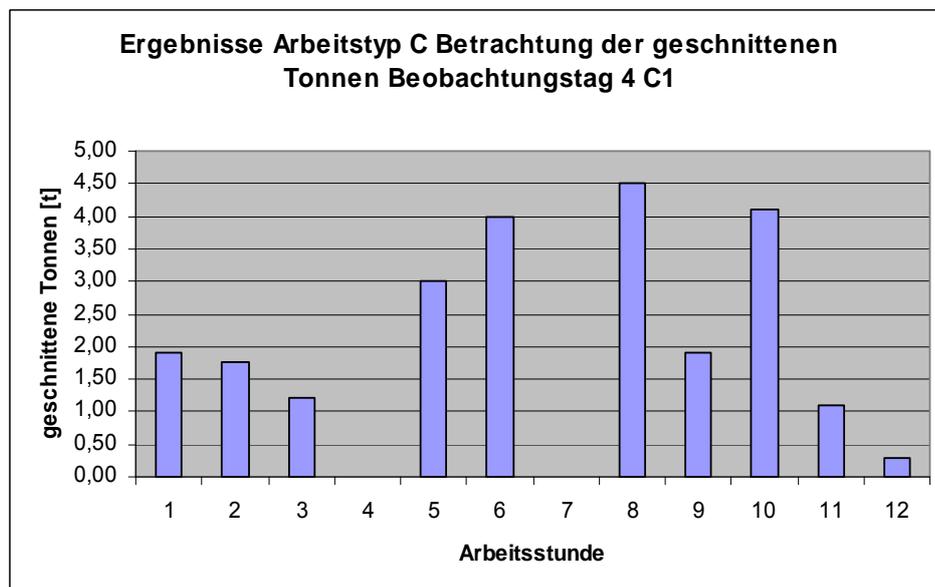
Beobachtungstag 2 (19.09.2006): geschnittene Tonnen Maschine C3



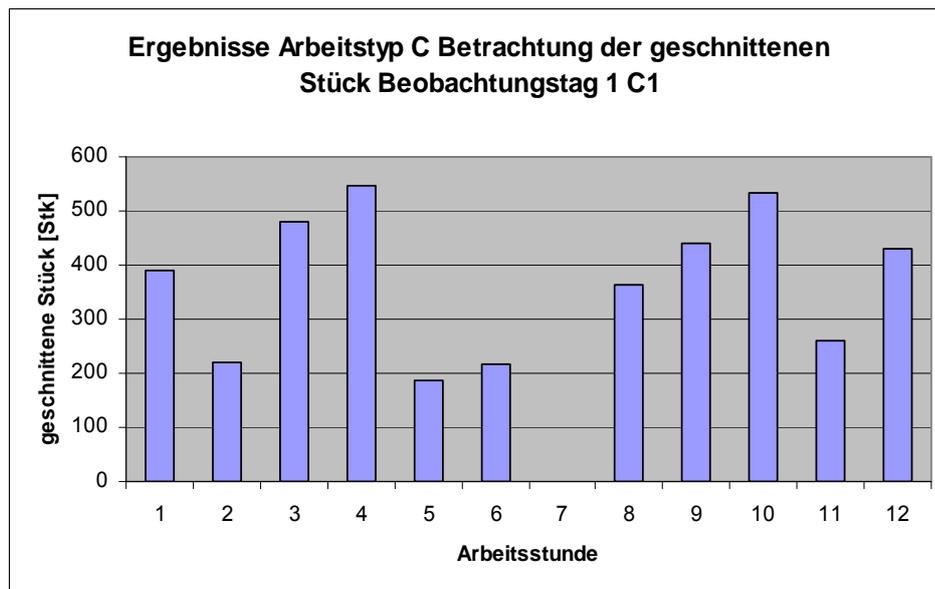
Beobachtungstag 3 (20.09.2006): geschnittene Tonnen Maschine C1



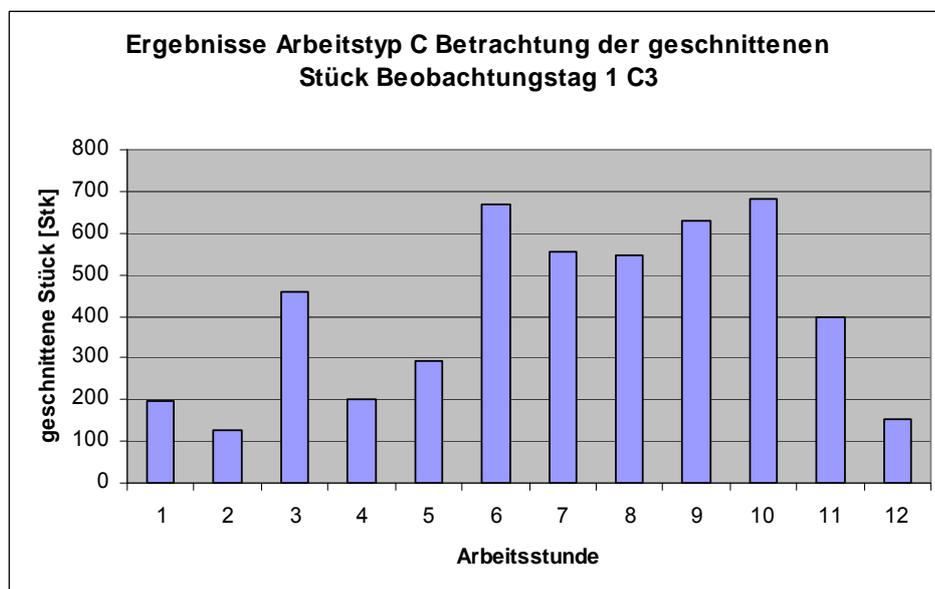
Beobachtungstag 4 (21.09.2006): geschnittene Tonnen Maschine C1



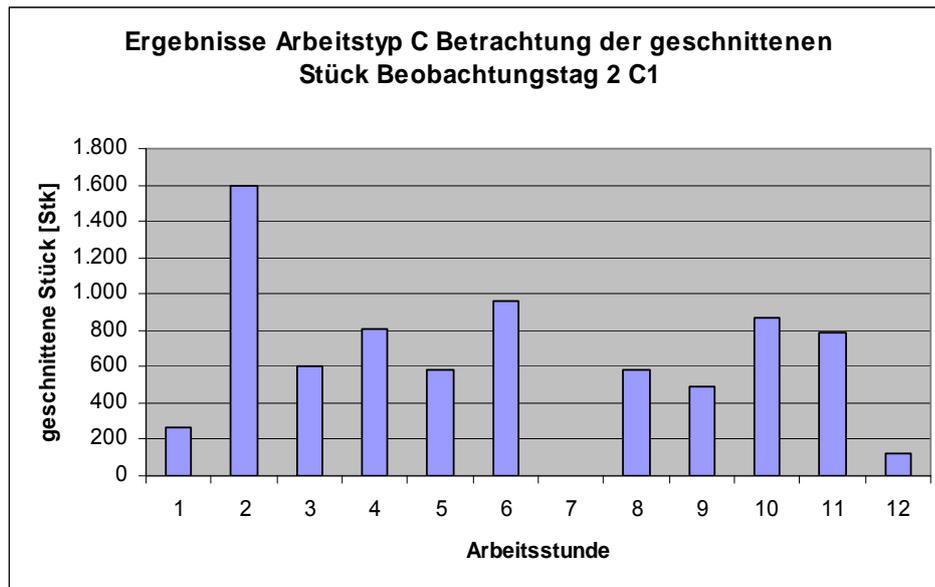
Beobachtungstag 1 (18.09.2006): bewertete geschnittene Stück Maschine C1



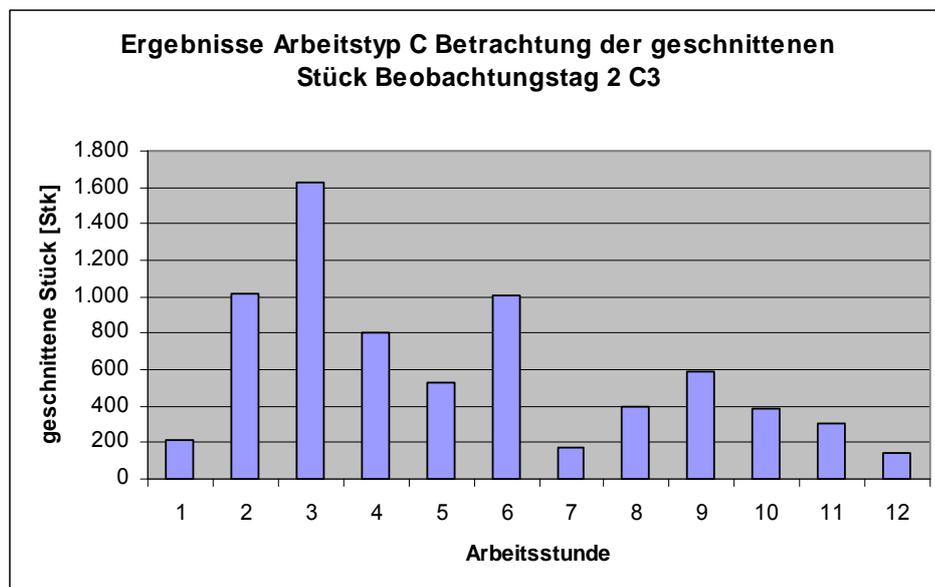
Beobachtungstag 1 (18.09.2006): bewertete geschnittene Stück Maschine C3



Beobachtungstag 2 (19.09.2006): bewertete geschnittene Stück Maschine C1



Beobachtungstag 2 (19.09.2006): bewertete geschnittene Stück Maschine C3



Produktivitätsprotokoll

Nachfolgend beispielhaft das Produktivitätsprotokoll für den Arbeitstyp B vom ersten Untersuchungstag (Montag, dem 25.09.2006):

Produktivitätsprotokoll							
Fa.		Ort der Untersuchung: <i>U-Bahn Tunnel Wien</i>					
durchschn. Temperatur: <i>16</i> °C		Datum: <i>25.09.2006</i>					
Witterung: <i>Tunnel (Stand)</i>		Untersuchungszeitraum: <i>7:00 - 22:00</i>					
Tätigkeitsbeschreibung: <i>Elektromontage: Befestigung U-Profile an Tunnelwand = Arbeitstyp B</i>							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)+(4)	(6)=(1)-(4)	(7)=(2)/(6)	
Arbeitsstunde	Arbeitsmenge = Tätigkeit [Stk]	endogene [h]	Ausfallzeiten exogene [h]	Summe [h]	effektive Arbeitsstunde [h]	Stundenproduktivität [Stk/h]	
Uhrzeit [h]							
1. Arbeitsstunde	<i>7:00</i>	<i>0</i>	<i>1:00</i>	<i>0:00</i>	<i>1:00</i>	<i>0:00</i>	<i>0</i>
2. Arbeitsstunde	<i>8:00</i>	<i>49</i>	<i>0:00</i>	<i>0:05</i>	<i>0:05</i>	<i>0:55 (90%)</i>	<i>54</i>
3. Arbeitsstunde	<i>9:00</i>	<i>0</i>	<i>1:00</i>	<i>0:00</i>	<i>1:00</i>	<i>0:00</i>	<i>0</i>
4. Arbeitsstunde	<i>10:00</i>	<i>13</i>	<i>0:02</i>	<i>0:09</i>	<i>0:11</i>	<i>0:51 (85%)</i>	<i>15</i>
5. Arbeitsstunde	<i>11:00</i>	<i>27</i>	<i>0:00</i>	<i>0:05</i>	<i>0:05</i>	<i>0:55 (90%)</i>	<i>30</i>
6. Arbeitsstunde	<i>12:00</i>	<i>PAUSE</i>					<i>0</i>
7. Arbeitsstunde	<i>13:00</i>	<i>15</i>	<i>0:02</i>	<i>0:18</i>	<i>0:20</i>	<i>0:42 (80%)</i>	<i>21</i>
8. Arbeitsstunde	<i>14:00</i>	<i>40</i>	<i>0:03</i>	<i>0:05</i>	<i>0:08</i>	<i>0:55 (90%)</i>	<i>44</i>
9. Arbeitsstunde	<i>15:00</i>	<i>56</i>	<i>0:04</i>	<i>0:11</i>	<i>0:15</i>	<i>0:49 (82%)</i>	<i>68</i>
10. Arbeitsstunde	<i>16:00</i>	<i>8</i>	<i>0:00</i>	<i>0:00</i>	<i>0:00</i>	<i>1:00 (100%)</i>	<i>8</i>
11. Arbeitsstunde	<i>17:00</i>	<i>PAUSE</i>					<i>0</i>
12. Arbeitsstunde	<i>18:00</i>	<i>13</i>	<i>0:03</i>	<i>0:00</i>	<i>0:03</i>	<i>1:00 (100%)</i>	<i>13</i>
13. Arbeitsstunde	<i>19:00</i>	<i>15</i>	<i>0:10</i>	<i>0:05</i>	<i>0:15</i>	<i>0:55 (90%)</i>	<i>17</i>
14. Arbeitsstunde	<i>20:00</i>	<i>33</i>	<i>0:02</i>	<i>0:18</i>	<i>0:20</i>	<i>0:42 (80%)</i>	<i>47</i>
15. Arbeitsstunde	<i>21:00</i>	<i>23</i>	<i>0:05</i>	<i>0:18</i>	<i>0:23</i>	<i>0:42 (80%)</i>	<i>33</i>
16. Arbeitsstunde	<i>22:00</i>	<i>0</i>	<i>0</i>				
Summe Arbeitsstunden	Summe Arbeitsmenge	Summe Ausfallzeit endogen	Summe Ausfallzeit exogen	Summe Ausfallzeit gesamt	Summe effektive Arbeitsstunde		
<i>15:00 u. Pause</i>	<i>292 [Stk]</i>	<i>2:31</i>	<i>1:34</i>	<i>4:05</i>	<i>13:00</i>		
<i>13:00 ohne Pause</i>							
Tagesproduktivität= Summe Arbeitsmenge/(Summe Arbeitsstunden-Summe Ausfallzeiten)							<i>13,00 [Stk/h]</i>

BerichtsverfasserIn: *A. Ried*