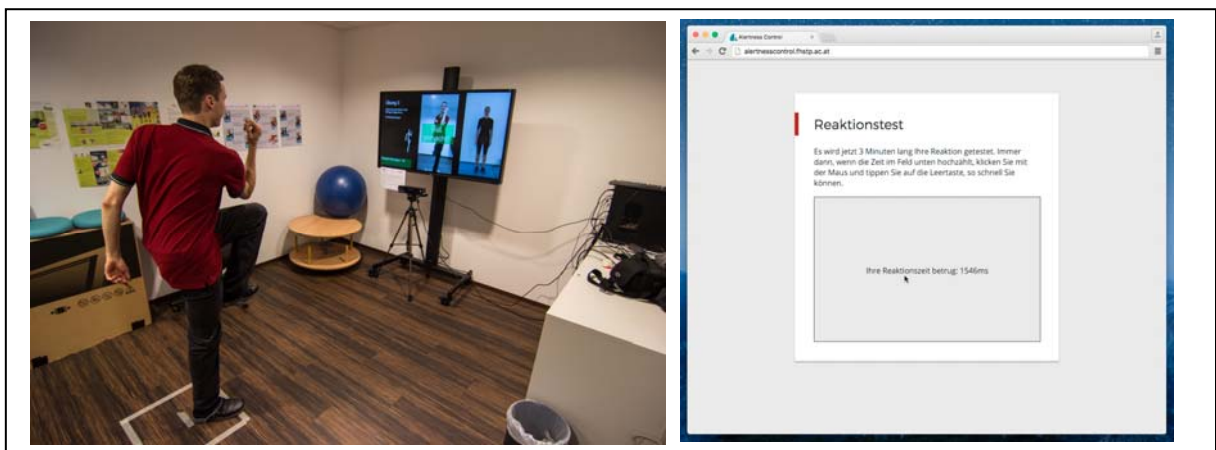


Maßnahmen zur Aufmerksamkeits- überwachung und –steigerung in Betriebsführungszentralen AlertnessControl

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2014
(VIF2014)

Februar 2017



Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Radetzkystraße 2
A – 1030 Wien



ÖBB-Infrastruktur AG
Nordbahnstraße 50
A – 1020 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
A – 1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich:

Technische Universität Wien, FB für Eisenbahnwesen
Karlsplatz 13/230-2
A-1040 Wien



Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Thematische Programme
Sensengasse 1
A – 1090 Wien



Maßnahmen zur Aufmerksamkeits- überwachung und –steigerung in Betriebsführungszentralen AlertnessControl

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2014)

AutorInnen:

**Romana BICHLER
Matthias HUSINSKY
Petra LENGGER
Frank MICHELBERGER
Norbert OSTERMANN
Gernot ROTTERMANN
Bernhard RÜGER
Bianca SCHEINER
Madlen WAISMAYER
Michael ZEITLER**

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
ÖBB-Infrastruktur AG
Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Auftragnehmer:

TU-Wien, Institut für Verkehrswissenschaften
FH-St.Pölten
preventconsult
netwiss OG

INHALT

1 EINLEITUNG	9
2 AP 1 – MASSNAHMEN ZUR AUFMERKSAMKEITSÜBERWACHUNG UND –STEIGERUNG IN BETRIEBSFÜHRUNGSZENTRALEN	10
Einleitung	10
Theoretischer Hintergrund.....	10
Zielsetzung des Projektes AlertnessControl	11
Aufmerksamkeit	12
Alertness, Daueraufmerksamkeit und Vigilanz.....	12
Messung von Alertness, Daueraufmerksamkeit und Vigilanz	13
Der Psychomotorische Vigilanztest	13
Müdigkeit, Ermüdung, Schläfrigkeit, Fatigue, Sleepiness, Drowsiness	14
Müdigkeit und Schläfrigkeit.....	14
Müdigkeitsmodell von May und Baldwin	15
Messung von Ermüdung bzw. Schläfrigkeit.....	18
Zirkadianer Rhythmus	20
Zwei-Prozess-Modell der Schlafregulation	21
Chronotyp	23
Morgentyp bzw. Lerchen.....	24
Abendtyp bzw. Eulen	25
Sozialer Jetlag.....	25
Nacht- und Schichtdienst.....	26
Grundformen der Schichtarbeit	26
Kriterien zur Schichtplangestaltung	27
Folgen von Nacht- und Schichtarbeit	30
Schichtarbeit und Arbeitsunfälle	31
Gesundheitliche Belastungen durch Nacht- und Schichtarbeit	33
Chronotyp und Schichtarbeit.....	34
8-Stunden- versus 12-Stunden-Schicht	36
Arbeitspausen	39
Pausenregelungen	39
Pausenformen	41
Unstrukturierte Pausen versus organisierte Pausen	42
Pausenlänge und Pausenhäufigkeit.....	42
Pausengestaltung	43

Maßnahmen zur Schläfrigkeitsreduktion und Aufmerksamkeitssteigerung	44
Müdigkeits- und Schläfrigkeitsreduktion durch Deaktivierung	45
Schläfrigkeitsreduzierende Wirkung von Napping	45
Stimulationsbasierte Maßnahmen zur Müdigkeits- und Schläfrigkeitsreduktion	46
Schläfrigkeitsreduzierende Wirkung von muskulärer Aktivität	47
Schläfrigkeitsreduzierende Wirkung von Licht	48
Zusammenfassung schläfrigkeitsreduzierender Maßnahmen am Arbeitsplatz	50
3 AP 2 - SYSTEMANALYSE	51
Management Summary	51
Ziele	51
Zusammenfassung der Ergebnisse	51
Systemanalyse BFZ	53
Einleitung	53
Begriffserklärung „Betriebsführungszentrale (BFZ)“	55
Räumliche Abgrenzung der BFZ	55
Funktionale Abgrenzung der BFZ	57
Operative Funktionen in einer BFZ	57
Pausengestaltung	61
Tagesganglinien	62
Rail Emergency Management System (REM)	67
Benchmark von artverwandten Betriebsführungszentralen	73
Recherche zu PVT & Eignung für das sicherheitskritische Umfeld	89
PC-PVT	89
PVT-Touch	90
Reactiontime (Human Benchmark)	93
PVT iPad App	93
Online Psychomotor Vigilance Test	93
Selbst entwickelte Lösung	94
Internationaler Benchmark im Bereich der Aufmerksamkeitsüberwachung	95
Müdigkeitsmesssysteme	95
Direkte Verfahren der Fahrerzustandserkennung	96
Indirekte Verfahren der Fahrerzustandserkennung	96
Das Pre-Crash Safety System der Firma Lexus	96
Handgelenkaktivität und die Vermeidung von Schlaf	98
Tragbare Wachsamkeitsüberwachung für industrielle Anwendungen	99

4 AP3 - MASSNAHMENENTWICKLUNG	101
Management Summary	101
Ziele	101
Zusammenfassung der Ergebnisse	101
Konzeption und Umsetzung der Web-Anwendung „Alertness Control“	105
Details zur technischen Umsetzung	114
Technische Vorbereitungen zum Test im Herbst 2016	115
Testphase Herbst 2016	115
Erkenntnisse aus der Evaluation der Web-Anwendung AlertnessControl im sicherheitskritischen Umfeld (BFZ Wien)	116
Entwicklung von Maßnahmen für aktive und passive Pausengestaltung	117
Entwicklung aktive Pausengestaltung	117
Studiendesign	117
Studienverlauf	118
Bewegungsprogramm	123
Ergebnisse Pretest aktive Pausengestaltung	127
Entwicklung passive Pausengestaltung	131
Studienablauf	131
Ein- und Ausschlusskriterien	131
Messparameter, Messmethoden und Ablauf der Messungen	132
Intervention	132
Übungsprogramm in Anlehnung an Indian Balance®	133
Ergebnisse Pretest entspannende Pausengestaltung - - Indian Balance ®	137
Entwicklung einer Kinect-basierten Trainings-installation zur autonomen Durchführung von Übungen	142
Überblick	142
Ablauf eines Übungsprogramms	143
Beschreibung der Übungen	145
Funktionsweise der Haltungserkennung	147
Funktionsweise der Übungserkennung	149
Pupillograph	151
Messung von (Tages-)Schläfrigkeit	151
Der pupillographische Schläfrigkeitstest	152
Durchführung der PST-Messung	153
Auswertung einer PST-Messung	154

Die Übereinstimmung von objektiver und subjektiver Beurteilung der Schläfrigkeit	158
Rekrutierung und Ausbildung	160
Pupillographie in Recruiting und Ausbildung	160
Der Psychomotorische Vigilanztest in Recruiting und Ausbildung	162
Chronotyp in Recruiting und Ausbildung	162
5 – AP MASSNAHMENEVALUIERUNG	164
Einleitung	164
Testplan	164
Evaluierung Pupillographischer Schläfrigkeitstest.....	165
Durchführung der Baseline-Messung.....	165
Übereinstimmung objektiver und subjektiver Wachheitsgrad	166
Bewertung des Einsatzes des Pupillographen in einer BFZ.....	168
Auswertung Fragebogen Chronotyp.....	169
Evaluierung des Tools AlertnessControl.....	170
Testablauf	170
Bewertung der Mitarbeiter des Tools AlertnessControl.....	171
Vor-Ort-Beobachtungen im Rahmen der Baseline-Erhebung.....	175
AlertnessControl – Tool-Anwendung - Auswertung	176
Ablauf der Maßnahmenempfehlung.....	192
Ausstattung der Räumlichkeiten.....	192
Die genauen Maßnahmen in der 2. Testphase	194
Wirkungsweise von Pausen allgemein	195
Wirkungsweise von einer Ruhepause und einer aktiven Pausengestaltung	195
Evaluierung der Maßnahmen.....	196
Kinect	197
Ruhepause.....	199
Kurzpause	200
Allgemeine Anmerkungen der Mitarbeiter im Rahmen des Projektes AlertnessControl	200
Technische/organisatorische Evaluierung der Tests.....	202
6 – AP 5 MASSNAHMENIMPLEMENTIERUNG	203
Maßnahmenempfehlung Pupillograph und PVT-Test.....	203
Maßnahmenempfehlung Pupillograph	203
Maßnahmenempfehlung PVT-Test	205

Notwendige technische und organisatorische Schritte für eine zukünftige Implementierung der Web-Anwendung	206
Maßnahmen zur Pausengestaltung	208
Aktive und passive Pausengestaltung.....	208
Ruhepause – Ruheraum	232
Kurzpause	233
Maßnahmen zur Arbeitszeit	234
Voraussetzungen für 12-Stunden-Schichten	234
Ruhezeiten	236
Adäquates Pausenregime	237
Individualisierung der Arbeitszeit	238
Organisatorische Rahmenbedingungen	239
Erforderliche Raumausstattung - Ruheraum/Bewegungsraum	239
Ausreichend Personal	241
Maßnahmenempfehlung zur Arbeitsplatzgestaltung	242
Licht.....	242
Weitere Maßnahmen zur Arbeitsplatzgestaltung	244
Weitere Ideen und technisch noch nicht umsetzbare Maßnahmen.....	245
Maßnahmen für die Rekrutierung bei Anstellung neuen Personals	248
Pupillographie in Recruiting und Ausbildung	248
Der Psychomotorische Vigilanztest in Recruiting und Ausbildung.....	250
Chronotyp in Recruiting und Ausbildung	251
Umsetzungskatalog.....	251

1 EINLEITUNG

Bedingt durch Schichtdienste sowie eine lange durchgehende Arbeitszeit von zwölf Stunden ist die Belastung der MitarbeiterInnen in Betriebsführungszentralen sehr hoch. Insbesondere bei Abweichung vom Regelbetrieb werden hohe psychische Anforderungen an das Personal gestellt, da der automatisierte Betrieb dann (teilweise) manuell geregelt werden muss, was unweigerlich risikobasiertes Handeln mit sich bringt. (Tages-)Schläfrigkeit stellt bei überwachenden Tätigkeiten ein besonderes Risiko dar. Im Fokus des Projektes steht der Arbeitsplatz der FahrdienstleiterIn-Stellbereich (FDL-STB), da diese/r sicherheitsrelevante Handlungen setzen kann und sich Hypovigilanz bzw. Einbußen in der Beurteilungs- und Entscheidungsleistung sowie Informationsverarbeitung besonders gravierend auswirken können.

Im Projekt AlertnessControl wurde ein Gesamtsystem aus Aufmerksamkeitskontrolle und -steigerung entwickelt. Ein Reaktionstest (PVT-Test), welcher für das Projekt programmiert wurde und in unregelmäßigen Abständen mehrmals pro Schicht am PC von Mitarbeiter/-innen in Betriebsführungszentralen aufpoppte, bescheinigte nach Durchführung den Mitarbeiter/-innen den Grad ihrer Wachsamkeit. Gleichzeitig wurden Empfehlungen für eine etwaige Pausengestaltung ausgesprochen.

Bei Müdigkeit wurde die Empfehlung einer Ruhepause in einem eigens hergerichteten Ruheraum oder eine aktivierende Maßnahme in Form von körperlicher Bewegung unter Nutzung einer Kinect in einem eigenen Pausenraum vorgeschlagen. Die Testergebnisse zeigen, dass der PVT-Test in den meisten Fällen durchgeführt wurde. Die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Pausengestaltung werden bei Beachtung erforderlicher organisatorischer Maßnahmen durchgeführt und erbringen eine tatsächlicher Verbesserung der Wachsamkeit und der damit verbundenen Aufmerksamkeit.

Neben diesen, im Projekt getesteten, konnten auch weitere, einfach umsetzbare Maßnahmen zur Aufmerksamkeitssteigerung definiert werden.

2 AP 1 – MASSNAHMEN ZUR AUFMERKSAMKEITSÜBERWACHUNG UND –STEIGERUNG IN BETRIEBSFÜHRUNGSZENTRALEN

Einleitung

Theoretischer Hintergrund

Das Erbringen optimaler Leistung rund um die Uhr gehört heute zum Anforderungsprofil vieler Berufsgruppen, unter anderem in Luftfahrt und Verkehr. Dies stellt eine besondere Herausforderung dar, denn nicht zu jeder Tageszeit kann mit gleicher Güte geschlafen bzw. Leistung erbracht werden. Die Verkürzung der Schlafzeit führt nicht nur zu Müdigkeit, sondern auch zu daraus resultierenden Leistungseinbußen (Cohen et al. 2010, Zhou et al. 2011). Müdigkeit kann durch hohe Arbeitsbelastung und lange Arbeitszeiten (da in solchen Situationen häufig die Schlafzeit verkürzt wird), Schichtarbeit, ungenügend lange Schlafperioden vor Arbeitsbeginn oder durch Erkrankungen wie beispielsweise das Schlafapnoe-Syndrom, entstehen. Müdigkeitsbedingte Fehlreaktionen sind eine der Hauptursachen für Unfälle. Insbesondere monotone Operator-Tätigkeiten, wie sie in Luftfahrt und Verkehr häufig auftreten, stellen ein Risiko für Mikroschlaf-Episoden dar.

Bedingt durch Schichtdienste sowie eine durchgehende Arbeitszeit von zwölf Stunden ist die Belastung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in Betriebsführungszentralen die eine Überwachungstätigkeit ausführen, sehr hoch. Insbesondere bei Abweichungen vom Regelbetrieb werden hohe psychische Anforderungen an das Personal gestellt, da der automatisierte Betrieb dann zum Teil manuell geregelt werden muss, was schließlich risikobasiertes Handeln mit sich bringt.

Schläfrigkeit und Müdigkeit stellen, wie erwähnt, bei überwachenden Tätigkeiten ein besonderes Risiko dar und führen zu Leistungseinbußen. Im Zusammenhang mit Schichtdienst werden besondere Herausforderungen an das zirkadiane System des Menschen gestellt, da – wie bereits erwähnt – nicht zu jeder Tageszeit gleichermaßen Leistungen erbracht werden können.

Fehlreaktionen können eine Folge von Schläfrigkeit und/bzw. Müdigkeit sein. Regelungen zu Dienst- und Ruhe-/Pausenzeiten sollen bei monotonen Überwachungstätigkeiten, wie

beispielsweise in Luftfahrt und Verkehr, das Auftreten von Schläfrigkeit sowie Müdigkeit und damit einhergehender eingeschränkter Leistungsfähigkeit minimieren. Hierzu wurden Modelle entwickelt, die das Auftreten von Schläfrigkeit bzw. Müdigkeit in Abhängigkeit diverser Faktoren, wie Schlafdauer/-zeit, Dienstzeit und Tageszeit einschätzen und zur Dienstplangestaltung genutzt werden.

Um Leistungseinbußen durch Müdigkeit oder Schläfrigkeit entgegenzuwirken, ist es von Bedeutung, diese Zustände zu erfassen und entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten. Erschwerend hierbei ist, dass die subjektive Einschätzung des eigenen Wachheitsgrades und der eigenen Leistungsfähigkeit teils stark von dem tatsächlichen, objektiv erfassten Zustand abweicht. Die eigene Leistungsfähigkeit wird häufig überschätzt, dies gilt insbesondere in Situationen mit chronisch partiellem Schlafentzug (van Dongen et al., 2003). Eine Erfassung und Rückmeldung über den aktuellen Wachheitsgrad kann in Überwachungstätigkeiten befindlichen Personen helfen, gegebenenfalls entsprechende regulierende Gegenmaßnahmen einzuleiten, um damit die Leistungsfähigkeit der Aufgabensituation anzupassen.

Zielsetzung des Projektes AlertnessControl

Ziel des Projektes „Maßnahmen zur Aufmerksamkeitsüberwachung und -steigerung in Betriebsführungszentralen“ (Kurztitel: „AlertnessControl“) im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung VIF 2014 ist es, arbeitspsychologisch relevante, technische und allenfalls auch organisatorische Maßnahmen zu entwickeln, die dazu beitragen, den aktuellen Grad der Wachsamkeit des Personals von Betriebsführungszentralen (BFZ) der ÖBB festzustellen, die Aufmerksamkeit zu erhöhen und im Bedarfsfall zu warnen. Weiters werden aus den Erkenntnissen Empfehlungen im Hinblick auf Rekrutierung und Ausbildung abgeleitet.

Im vorliegenden Arbeitspaket 1 werden die für die Zielerreichung relevanten Grundlagen aus Sicht der Arbeitspsychologie und der Arbeitsmedizin dargelegt.

Aufmerksamkeit

Um eine bestimmte Tätigkeit über einen bestimmten Zeitraum planvoll und konzentriert auszuführen, bedarf es an Aufmerksamkeit. Aufmerksamkeitsleistungen sind die Basis für jede praktische und intellektuelle Tätigkeit. Aufmerksamkeit setzt sich aus Teilbereichen zusammen.

Alertness, Daueraufmerksamkeit und Vigilanz

Das Modell von van Zomeren und Brouwer (1994) unterscheidet Intensitätsaspekte (Alertness und Vigilanz) und Selektivitätsaspekte (fokussierte bzw. selektive und geteilte Aufmerksamkeit). Sturm (1996) erweiterte dieses Modell durch die Einbeziehung der Reizfrequenz und ordnete den verschiedenen Aufmerksamkeitsaspekten typische Untersuchungsparadigmen zu, auf welchen die meisten diagnostischen Untersuchungsverfahren für die verschiedenen Aufmerksamkeitsbereiche basieren.

Die fokussierte Aufmerksamkeit stellt nach van Zomeren und Brouwer (1994) die Fähigkeit dar, einen spezifischen Realitätsausschnitt zu isolieren, um ihn einer differenzierteren Analyse zu unterziehen. Hierbei ist es von Bedeutung, den Fokus auch unter ablenkenden Bedingungen aufrechtzuerhalten. Die selektive Aufmerksamkeit räumt bestimmten Reizen eine hohe Priorität für die weitere Verarbeitung ein. Bei der geteilten Aufmerksamkeit werden bedingt durch die simultane Bearbeitung von mehreren Aufgaben hohe Anforderungen an die Aufmerksamkeitsselektivität gestellt.

Unter Daueraufmerksamkeit oder Vigilanz wird die Fähigkeit verstanden, die Aufmerksamkeit unter Einsatz mentaler Anstrengung auch über einen längeren Zeitraum hinweg aufrechtzuerhalten. Der Unterschied zwischen Vigilanz und Daueraufmerksamkeit liegt in der Reizbedingung (hohe Reizfrequenz vs. geringe Reizfrequenz unter extrem monotonen Bedingungen). Eine geringe Frequenz kritischer Signale bei extrem monotonen Bedingungen bedingt Vigilanz und liegt beispielsweise bei Radarbeobachtungen, nächtlichen Autobahnfahrten und Kontrolltätigkeiten am Fließband vor. Die Aufrechterhaltung eines ausreichenden Niveaus der Aufmerksamkeitsintensität basierend auf mangelnder externer Stimulation stellt wesentlich höhere Anforderungen an

die kognitive, interne Kontrolle als Situationen, in denen Daueraufmerksamkeit bei hoher Reizdichte gefordert ist (Sturm, 2004).

Das Konzept der „Alertness“ (Aufmerksamkeitsaktivierung) schließt einerseits den Zustand der allgemeinen Wachheit (tonische Alertness) ein und andererseits die Fähigkeit, das allgemeine Aufmerksamkeitsniveau nach einem Warnreiz kurzfristig zu steigern (phasische Alertness; Sturm & Willmes, 2001). Die selbstgenerierte Steigerung des Aktivierungsniveaus definierten Sturm et al. (1999) als „intrinsische Alertness“. Die tonische Alertness zeigt im Tagesablauf zirkadiane Schwankungen.

Messung von Alertness, Daueraufmerksamkeit und Vigilanz

Die Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness) kann durch einfache visuelle oder auditive Reaktionsaufgaben gemessen werden. Erfolgt hierbei ein Warnreiz, wird die phasische Alertness erfasst. Daueraufmerksamkeit wird durch langanhaltende Signalentdeckungsaufgaben bei einem hohen Anteil an relevanten Stimuli erfasst. Die Messung der Vigilanz erfolgt durch langanhaltende monotone Signalentdeckungsaufgaben bei einem niedrigen Anteil relevanter Stimuli (Sturm, 2004).

Der Psychomotorische Vigilanztest

Der Psychomotorische Vigilanztest (PVT; Dinges & Powell, 1985) misst objektiv die Aufmerksamkeit und ist sensitiv für Schlafentzug bzw. Schläfrigkeit (Basner & Dinges, 2011). Hierbei handelt es sich um eine einfache visuelle Reaktionsaufgabe. In zufälligen Abständen leuchten rote Zahlen fortlaufend auf einem Millisekundenzähler auf. Durch Tastendruck muss möglichst schnell auf diesen repetitiv präsentierten visuellen Reiz reagiert werden. Veränderungen der Aufmerksamkeit werden mit diesem Test sensitiv erfasst, indem die Performanceleistung (u.a. mittlere Reaktionszeit, Fehler) gemessen wird.

Die ursprüngliche Testdauer beträgt 10 Minuten. Allerdings wurden auch kürzere Versionen entwickelt (Basner et al., 2011; Elmenhorst et al., 2013).

Dieser Test wurde und wird vielfach angewendet, u. a. in der Leistungsmessung in der Luftfahrt. Eine fünfminütige Version des PVT wurde auf der Internationalen Raumstation (ISS) zur Feststellung von Schläfrigkeit eingesetzt¹.

Müdigkeit, Ermüdung, Schläfrigkeit, Fatigue, Sleepiness, Drowsiness

Eine einheitliche Verwendung der Begriffe Müdigkeit, Ermüdung, Schläfrigkeit bzw. Fatigue, Sleepiness und Drowsiness erfolgt in der Literatur nicht. Die Begriffe werden vielmehr häufig synonym verwendet.

In der englischsprachigen Literatur wird Müdigkeit oder Ermüdung mit dem Begriff „fatigue“, die Schläfrigkeit mit „sleepiness“ oder „drowsiness“ bezeichnet. Während im Englischen Müdigkeit und Ermüdung begrifflich nicht unterschieden werden, steht in der deutschsprachigen Literatur der Begriff der Ermüdung deutlich mit einer aufgabenbezogenen Dauerbeanspruchung im Zusammenhang.

Der Begriff „drowsiness“ (Benommenheit) wird ähnlich wie „sleepiness“ (Schläfrigkeit) verwendet und steht für das Übergangsstadium zwischen Wachsein und Schlafen, wo gleichfalls reduzierte Wachsamkeit beobachtet werden kann.

Müdigkeit und Schläfrigkeit

Müdigkeit und Schläfrigkeit werden häufig synonym verwendet, haben jedoch eine unterschiedliche Ausgangssituation und damit einhergehend sind andere Gegenmaßnahmen zu treffen, um dem jeweiligen Zustand entgegenzuwirken.

Müdigkeit (Ermüdung – Fatigue) ist zumeist eine Reaktion auf geistige oder körperliche Anstrengung und zu wenig Erholung (Shen et al., 2006). Müdigkeit entspricht daher vielmehr dem Begriff der Erschöpfung. Weitere mögliche Ursachen für Müdigkeit sind eine Erkrankung, Mangelzustände, Medikamentennebenwirkungen und eine Schwangerschaft.

¹

http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/Reaction_Self_Test.html#results

Als Abhilfe können neben ausreichender Erholung und Pausen sowie guter Schlafhygiene, körperliche Bewegung und Sport dienen.

Schläfrigkeit wiederum ist durch die Tendenz gekennzeichnet, bei förderlichen Bedingungen (Ruhe, dämmriges Licht, ruhiges Sitzen im Zug usw.) einzuschlafen (Schlafdruck). Hier sind Schlaf bzw. kurzer Schlaf im Sinne von Powernapping hilfreich. Folglich ist es möglich, schläfrig, aber im engeren Sinne nicht müde zu sein und müde zu sein, ohne Schlaf zu finden sowie gleichzeitig müde und schläfrig zu sein.

Bei überwachenden Tätigkeiten stellt Schläfrigkeit ein besonderes Risiko dar. Betroffene von schläfrigkeitsbedingten kognitiven Beeinträchtigungen finden sich insbesondere im Schienen-, Luft-, Schiffs- und Straßenverkehr (Basner et al., 2008; Caldwell, 2005; Hagemann, 2000). Härmä et al. (2002) erhoben mittels Fragebogen und Schlaf-Wach-Tagebücher das Auftreten von Schläfrigkeit bei Zugführern und Überwachungspersonal. Die Autoren zeigten, dass 50 % der Zugverkehrsüberwacher in den Nachtschichten und 15 % in den Morgenschichten vom Auftreten massiver Schläfrigkeit und damit im Zusammenhang stehender Beeinträchtigung ihrer Leistung berichteten.

Schläfrigkeit und Ermüdung führen zu Benommenheit (Drowsiness), Hypovigilanz und reduzierter Gedächtnis-, Beurteilungs- und Entscheidungsleistungen. Funktionen der Informationsverarbeitung sind betroffen und verändern unter anderem das Risikoverhalten.

Müdigkeitsmodell von May und Baldwin

May und Baldwin (2009) unterscheiden in ihrem Müdigkeitsmodell kausal „sleep-related fatigue²“ (schlafbezogene Müdigkeit) und „task-related fatigue“ (aufgabenbezogene Müdigkeit). „Sleep-related fatigue“ entspricht der Schläfrigkeit (sleepiness) und wird durch Schlafmangel, zu lange Wachphasen und zirkadianen Rhythmus hervorgerufen und ist nur durch Schlaf und nicht durch Aufgabenunterbrechung reduzierbar. Die „task-related fatigue“ (aufgabenbezogene Müdigkeit - Fatigue) hat ihre Ursache in externen Faktoren und ist durch Pausen reduzierbar. Hierbei kann zwischen passiver aufgabenbezogener

² Fatigue (Engl.) = Ermüdung, Ermattung, Erschöpfung, Müdigkeit, Übermüdung, Ermüdungserscheinungen

Müdigkeit, beispielsweise bedingt durch Unterforderung wie bei monotonen Langstreckenfahrten und aktiver aufgabenbezogener Müdigkeit durch hohe Beanspruchung wie sie bei anspruchsvollen Fahrmanövern, hohem Verkehrsaufkommen und schlechter Sicht auftreten kann, unterschieden werden. Passive und aktive aufgabenbezogene Müdigkeit wiederum können Schläfrigkeit verstärken (vgl. Abbildung).

Die Autoren beziehen sich in ihrem Müdigkeitsmodell insbesondere auf Müdigkeit im Straßenverkehr und den damit einhergehenden Anforderungen. Das Modell lässt sich allerdings gleichermaßen auf andere Tätigkeiten, z.B. Überwachungstätigkeiten, anwenden.

Aufgabenbezogene Müdigkeit wird folglich durch externe Faktoren bedingt, tritt zumeist erst nach einer gewissen Aufgabendauer auf und steigt mit zunehmender Bearbeitungszeit. Bei einer monotonen Aufgabe mit sehr geringer Beanspruchung und hoher Vorhersehbarkeit handelt es sich um passive aufgabenbezogene Müdigkeit. Eine hohe Automatisierung kann zu einer Zunahme der passiven aufgabenbezogenen Müdigkeit führen (z.B. Selbststellbetrieb in Betriebsführungszentralen; Autopilot während des Reiseflugs). Bei einer hohen Beanspruchung wiederum kommt es zu einer aktiven aufgabenbezogenen Müdigkeit. In Abhängigkeit des Workloads bzw. Abweichung vom Regelbetrieb kann es bei Überwachungstätigkeiten zu sowohl passiver als auch aktiver aufgabenbezogener Müdigkeit kommen.

In Abbildung 1 ist ersichtlich, dass aktive und passive aufgabenbezogene Müdigkeit sowie schlafbezogene Müdigkeit über „drowsiness“ („Benommenheit“), Vigilanzabfall („vigilance decrement“ – Reduktion der Aufmerksamkeit) und „Highway Hypnosis“ zu einer verschlechterten Leistung bzw. erhöhter Fehler- und Unfallwahrscheinlichkeit führen. Der Begriff „Highway Hypnosis“ führt in Verbindung mit monotonem Autofahren und einer hoch vorhersehbaren Umgebung zu einer Reduzierung des Situationsbewusstseins³ und einer Reduzierung der Fahrleistung.

³ Tranceähnlicher Zustand – man fährt längere Zeit auf der Autobahn, ohne beispielsweise zu merken, an welchen Abfahrten man bereits vorbei ist.

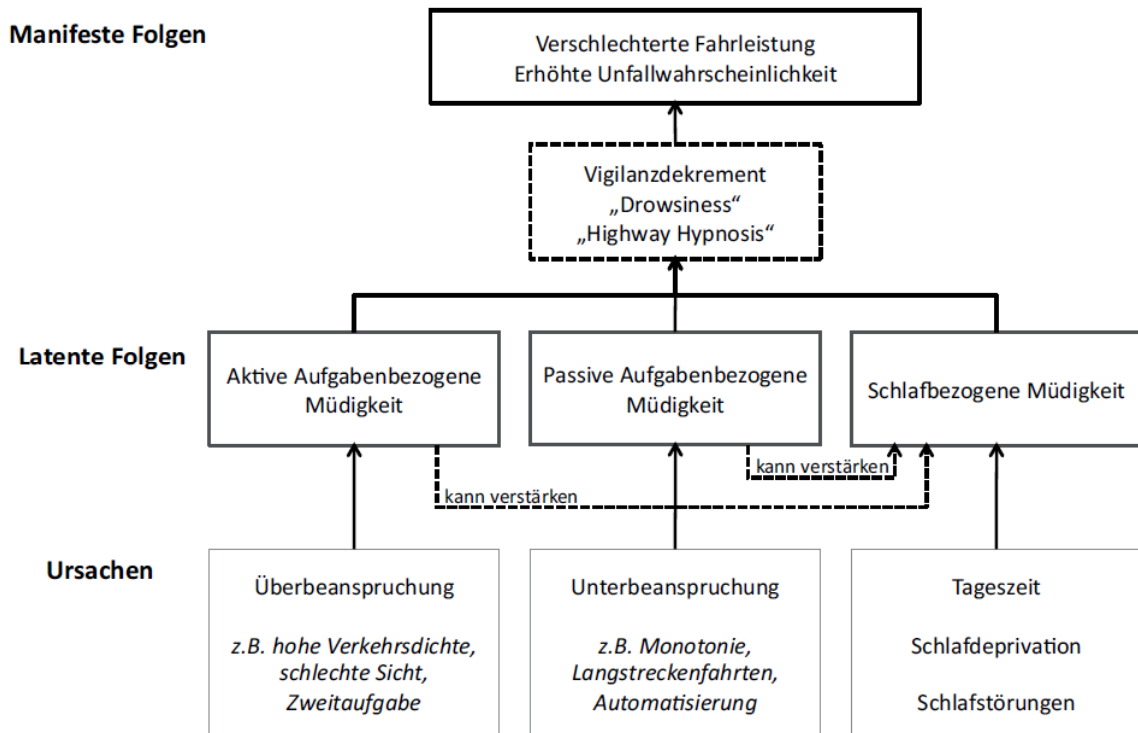


Abbildung 1: Müdigkeitsmodell nach May und Baldwin (2009), adaptiert durch Schmidt (2010)

Wenn auch sich die Auswirkungen und damit die Messmethoden für die unterschiedlichen Formen der Müdigkeit nicht maßgeblich unterscheiden, sind die Ausgangssituationen doch unterschiedlicher Natur. Folglich gilt es, in Abhängigkeit der Müdigkeitsform entsprechende Gegenmaßnahmen (z.B. Napping bzw. Aufgabenunterbrechung) zu treffen, die sich sehr wohl unterscheiden sollten. Die automatisierte und technologiebasierte Erfassung von Schläfrigkeit wiederum kann Wahrnehmungsverzerrungen korrigieren helfen (Krajewski et al., 2011).

Die Messung von Ermüdung bzw. Schläfrigkeit kann mittels objektiver und subjektiver Methoden erfolgen (Shen et al, 2006).

Messung von Ermüdung bzw. Schläfrigkeit

Schläfrigkeit stellt bei überwachenden Tätigkeiten ein besonderes Risiko dar. Betroffene von schläfrigkeitsbedingten kognitiven Beeinträchtigungen finden sich insbesondere im Schienen-, Luft-, Schiffs- und Straßenverkehr (Basner et al., 2008; Caldwell, 2005; Hagemann, 2000). In diesem Zusammenhang ist die Problematik von Schicht- und Nacharbeit von Bedeutung (Åkerstedt, 1988; Åkerstedt et al., 2007).

Schläfrigkeit bzw. Ermüdung zu messen bzw. zu erfassen kann dazu dienen, um entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten (z.B. Napping). Die automatisierte und technologiebasierte Erfassung von Schläfrigkeit kann Wahrnehmungsverzerrungen korrigieren helfen (Krajewski et al., 2011).

Ermüdung bzw. Schläfrigkeit kann mittels objektiver und subjektiver Methoden gemessen werden (Shen et al, 2006). Subjektive Einschätzungen der Schläfrigkeit bzw. Ermüdung allein können unzuverlässig sein, jedoch unterstützend eingesetzt werden [z.B. Stanford Schläfrigkeitsskala (SSS), Karolinska Schläfrigkeitsskala (KSS)]. Als objektives validiertes Messverfahren kann der Multiple Schlaflatenztest (MSLT, Carskadon & Dement, 1977) angeführt werden. Er dient der Diagnose von Schlafstörungen und zur Erfassung von Tagesschläfrigkeit. Dieser zeitintensive Test erfolgt in einem Schlaflabor. Zur Bestimmung des Schweregrades der Tagesschläfrigkeit und zur Bestimmung der Wachbleibefähigkeit wird der Multiple Wachbleibetest (MWT, Mitler et al., 1982) eingesetzt.

Es wurden diverse Testverfahren entwickelt, um Hypovigilanz bzw. reduzierte Aufmerksamkeit – als eine Facette von Schläfrigkeit – zu erfassen. Beispielsweise werden der Mackworth Clock Test (Mackworth, 1948) und der Psychomotorische Vigilanztest (PVT) angeführt (siehe auch weiter oben). Zu letzterem wurde ein dreiminütige Version entwickelt, um „Fitness-for-Duty“ praktikabel zu erheben (Basner et al., 2011). Tests und Testbatterien zur Aufmerksamkeitsüberprüfung (z.B. TAP, Signal-Detection, Testbatterie WAF untersucht diverse Teilfunktionen der Aufmerksamkeit, d2) finden in der Personalauswahl und in der Verkehrspsychologie Anwendung. Zudem existieren Trainingsprogramme um z.B. die phasische und intrinsische Alertness zu erhöhen (ALERT, Fa. Schuhfried).

Im Elektroenzephalogramm (EEG) bilden sich Arousal und damit auch Schläfrigkeit in der kortikalen Aktivität durch Veränderungen in den Frequenzbändern ab. Eine Verschiebung des aufmerksamen Wachzustandes in Richtung Schläfrigkeit zeigt sich u.a. durch Auftreten von Alpha-, Theta- und Delta-Aktivität in frontalen und parietalen Hirnregionen bei gleichzeitiger Abnahme der Gehirnaktivität im Beta-Frequenzbereich. Auch die Häufigkeit, Dauer und Amplitude von Alpha-Spindeln gibt Hinweise auf den Müdigkeitsgrad. Schließlich können auch ereigniskorrelierte Potenziale Hinweise auf Schläfrigkeit geben (Borghini et al., 2014).

Die Messung vegetativer Funktionen wie Herzrate und Herzratenvariabilität, elektrodermale Aktivität (Miró et al., 2002), Körpertemperatur, Atemfrequenz kann herangezogen werden, um Arbeitsbelastung und Beanspruchung bzw. Schläfrigkeit zu erfassen. Eine Abnahme der Herzratenvariabilität zeugt von mentaler Beanspruchung, d.h. die Herzrate wird unter Beanspruchung regelmäßiger (Manzey, 1998; Hefner et al., 2010). Vor Einsetzen des Schlafes sinkt die Körpertemperatur ab.

Mittels Elektrooculogramm (EOG) lässt sich die Frequenz des spontanen Lidschlags messen. Eine hohe Anzahl von Lidschlägen geht mit erhöhter Schläfrigkeit einher. Bei erhöhter Konzentration und Aufmerksamkeit nimmt die Lidschlagfrequenz ab. Über kamerabasierte Systeme können die Parameter Augenöffnungsgrad, Lidschlussdauer, Lidschlussrate und Lidschlussgeschwindigkeit erfasst werden (Boverie, 2002) und gleichfalls einen Rückschluss auf den Grad der Aktiviertheit zulassen.

Schläfrigkeit kann zudem mittels Pupillographie gemessen werden. Spontane und unwillkürliche Schwankungen des Pupillendurchmessers, sog. Schläfrigkeitwellen, sind Biomarker für Schläfrigkeit (Wilhelm et al., 1998). Der Pupillographische Schläfrigkeitstest (PST) misst mittels Infrarot-Video-Pupillographie 11 Minuten lang im Dunklen das Spontanverhalten der Pupille und analysiert dieses. Auch dieser Test kann eingesetzt werden, um „Fitness-for-Duty“ im Hinblick auf Schläfrigkeit festzustellen, z.B. bei Buslenkern im Reisefernverkehr (Geissler, 2011). Auch eine ca. fünfminütige Variante kann angewendet werden.

Der Posturographische Schläfrigkeitstest ist ein Fit-for-Duty Kurztests von ca. zwei Minuten zur objektiven Bestimmung von Schläfrigkeit. Ermittelt wird die Funktionsfähigkeit

der Gleichgewichtsregulation, indem das veränderte Schwingungsverhalten des Körpers unter Schläfrigkeit analysiert wird (Schupp et al., 2010).

Parameter der Fahrzeugführung, wie z.B. Lenkrad- und Pedalbewegungen bieten Informationen zur Schläfrigkeitsbestimmung (Krajewski et al., 2009) und finden in Müdigkeitserkennungssystemen in Fahrzeugen Anwendung.

Schließlich gibt es verhaltensbezogene Schläfrigkeitsindikatoren, die auch zum Teil als selbstaktivierende Maßnahmen zu verstehen sind, wie z.B. Gähnen, Augenreiben, unruhige Sitz- und Körperhaltung, Kopfbewegungen, reduzierter mimischer Ausdruck und herabgesetzte Kommunikationsbereitschaft.

Zirkadianer Rhythmus

Viele physiologische Prozesse (z.B. Körpertemperatur, Durchblutung und Hormonspiegel) unterliegen einem 24- bis 25-Stunden-Rhythmus. Diese endogenen zirkadianen Rhythmen bestehen unabhängig von Reizen aus der Umwelt und werden durch einen internen „Schrittmacher“, den sogenannten Nucleus Suprachiasmaticus, gesteuert. Sie werden zusätzlich durch externe Zeitgeber wie das Sonnenlicht, durch soziale Kontakte, Zeitbewusstsein usw. moduliert und dadurch der Umwelt angepasst sowie auf den 24-Stundenrhythmus des Tages synchronisiert.

Der entscheidende Zeitgeber ist der natürliche Hell-Dunkelwechsel. Hierbei gelangt die Information über das Licht über spezielle Fotorezeptoren der Retina zum endogenen Schrittmacher, dem Nucleus Suprachiasmaticus und in der Folge über eine Kette von Neuronen zum Corpus pineale, wo es die Synthese des Melatonins hemmt. Die Synthese des Melatonins folgt einem tagesperiodischen Gang, sie setzt mit oder nach Einbruch der Dunkelheit ein und wird am frühen Morgen beendet. Die zeitliche Lage, die Menge und der Verlauf der Melatoninsynthese sind mutmaßlich genetisch bestimmt und stellen ein langfristig stabiles individuelles Merkmal dar (siehe dazu weiter unten „Chronotyp“). Basierend auf diesem streng tagesperiodischen Gang übernimmt das Melatonin eine entscheidende Funktion bei der Synchronisation der meisten physiologischen Rhythmen. Nicht zu jeder Tageszeit sind wir daher gleichermaßen leistungsfähig (vgl. Abbildung 1). Auch die zentralnervöse Aktivierung oder der Grad der Wachheit unterliegt ungefähr

einem 24-Stunden-Zyklus. Die Leistungsfähigkeit liegt um ca. 9.00 Uhr morgens am höchsten, sinkt dann bis ca. 15.00 Uhr, um dort den Tagestiefstwert zu erreichen, steigt bis ca. 20.00 Uhr wieder etwas an, um dann kontinuierlich bis 3.00 Uhr morgens auf den tiefsten Punkt der Leistungskurve zu sinken. Eine erhöhte Körpertemperatur, Herzrate und Blutdruck stehen in Zusammenhang mit erhöhter Alertness und Leistungsfähigkeit und unterliegen gleichfalls einem ungefähren 24-Stunden-Rhythmus.

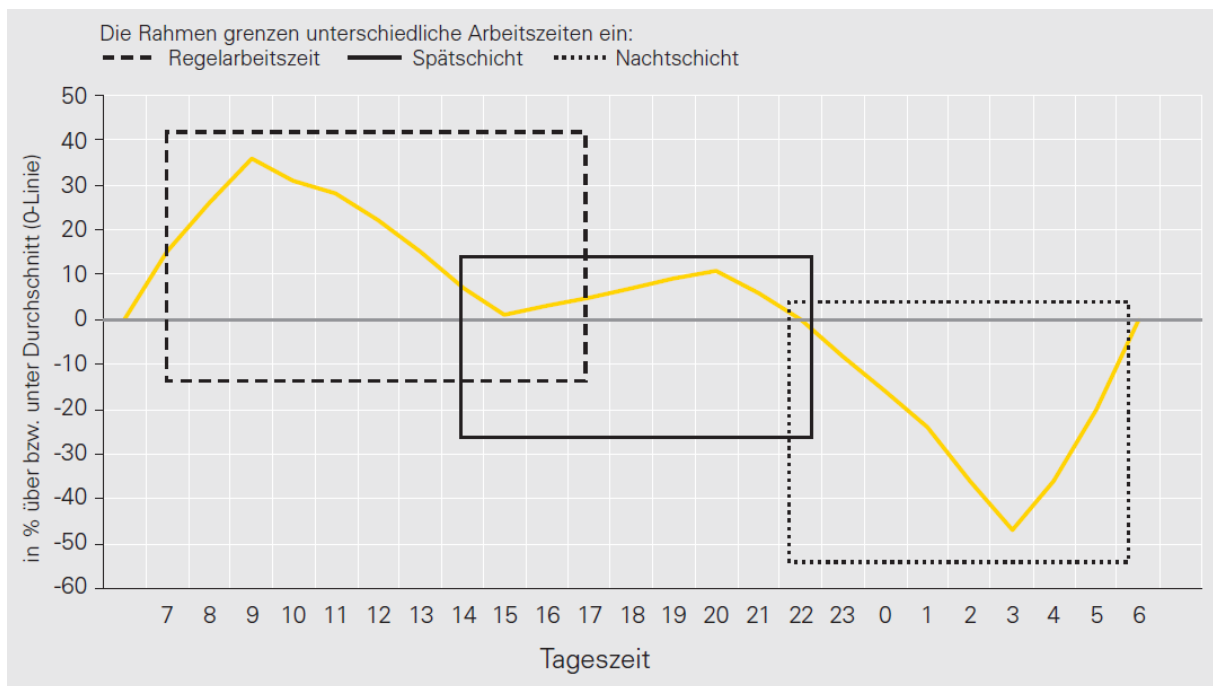


Abbildung 1: Durchschnittliche tägliche physiologische Leistungsbereitschaft (Quelle: BKK, Besser Leben mit Schichtarbeit, 2005)

Zwei-Prozess-Modell der Schlafregulation

Das Zwei-Prozess-Modell der Schlafregulation von Borbély (1982) kennt zwei interagierende Prozesse, die bei der Schlafregulation wirksam werden: der homöostatische Prozess S und der zirkadiane Prozess C (vgl. Abbildung 2).

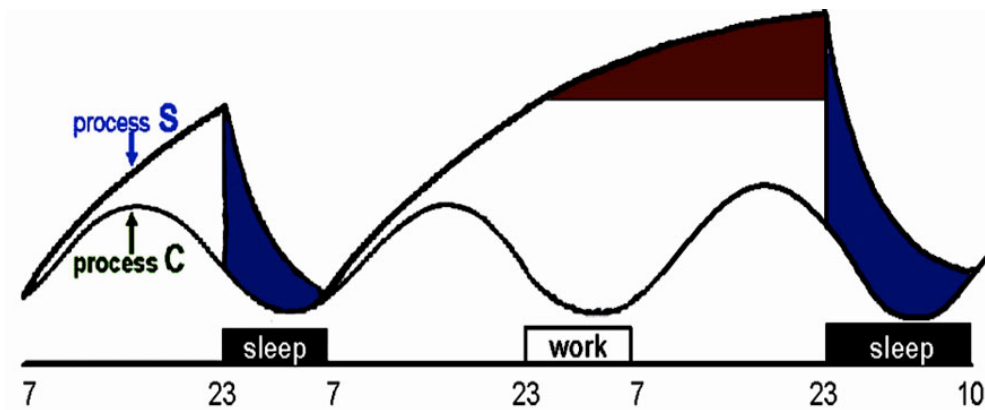


Abbildung 2: Zwei-Prozess-Modell der Schlafregulation (Borbély & Achermann, 1992)

Mit fortdauernder Wachzeit nimmt das Schlafbedürfnis bzw. der Schlafdruck zu (Prozess S), um während des Schlafes wieder abzunehmen. In Abbildung ist ersichtlich, dass die Kurve S von 7.00 Uhr bis 23.00 Uhr stetig steigt (zunehmende Schlafbereitschaft), um während des Schlafes – hier zwischen 23.00 Uhr und 7.00 Uhr, wieder abzunehmen (abnehmende Schlafintensität). Wird die Wachzeit verlängert, z.B. durch Schichtarbeit, steigt Prozess S weiter an. In der folgenden Erholung (Schlaf) ist der Ausgangswert erhöht (vgl. Abbildung „work“). Ein kurzer Schlaf tagsüber führt dazu, dass Prozess S wieder etwas reduziert wird und dass im folgenden Schlaf der Ausgangswert entsprechend vermindert ist. Erhöhter Schlafbedarf (höherer Ausgangswert Prozess S) kann durch intensiveren Schlaf gedeckt werden, ohne eine extreme Verlängerung der Schlafdauer, so dass die Tagesperiodik des Schlaf-Wach-Rhythmus erhalten bleibt. Je nach der Dauer des Ruheentzugs erhöhen sich jedoch sowohl Dauer wie Intensität der Ruhe-Kompensation.

Das Schlafbedürfnis ist gleichzeitig durch den endogenen Tagesrhythmus mitbestimmt (zirkadianer Prozess C). Dieser Rhythmus wird nicht von der vorausgegangenen Schlaf- oder Wachdauer beeinflusst. Prozess S und Prozess C interagieren, um ein optimales Verhältnis zwischen Wach- und Schlafphasen zu erreichen. So ist es Prozess C, der uns davon abhält, bereits nach drei bis vier Stunden Schlaf aufzuwachen, nachdem der homöostatische Schlafdruck bereits nachgelassen hat.

Tagesperiodische Rhythmen werden vor allem durch den Hell-Dunkel-Zyklus bestimmt und sind gegenüber plötzlichen Veränderungen der Umwelt resistent. Es dauert einige

Tage, bis sich der Ruhe-Aktivitäts-Rhythmus an einen neuen Hell-Dunkel-Rhythmus anpasst („Jetlag“).

Der zirkadiane Prozess C (Borbély & Achermann, 1992; Schmidt et al., 2007) verläuft wellenförmig. Am Vormittag zwischen ca. 7.00 Uhr und ca. 11.00 Uhr und am späten Nachmittag zwischen ca. 16.00 Uhr und ca. 20.00 Uhr werden Phasen von geringer Schläfrigkeit (zentralnervöser Aktivierung) beschrieben. Hohe Schläfrigkeit besteht zwischen ca. 13.00 Uhr und ca. 15.00 Uhr und zwischen ca. 3.00 Uhr und ca. 6.00 Uhr in den frühen Morgenstunden.

In Experimenten mit längerem Schlafentzug konnte beobachtet werden, dass es den Testpersonen insbesondere in den frühen Morgenstunden ganz besonders schwerfiel wachzubleiben. Konnte diese kritische Phase überwunden werden, nahm der Schlafdruck ab.

In Experimenten ohne Zeitinformation zeigte sich wiederum, dass im allgemeinen der Schlaf-Wach-Rhythmus bestehen bleibt („innere Uhr“). Häufig ist eine enge Kopplung mit dem Rhythmus der Körpertemperatur zu beobachten, wobei die maximale Schlaftendenz mit dem Temperaturminimum zusammenfällt.

Zu berücksichtigen ist, dass individuelle Schwankungen bestehen (Chronotypen, siehe weiter unten), wodurch die Aktivitätskurven – die Phasen maximaler und minimaler Vigilanz und Leistungsfähigkeit – sehr unterschiedlich verlaufen können.

Chronotyp

Der Chronotyp (individuelle Phasenlage) ist ein stabiles Persönlichkeitsmerkmal, das zwischen Morgen- und Abendtyp bzw. Lerchen- und Eulentyp unterscheidet (Horne & Östberg, 1976). Dieses genetisch prädisponierte Merkmal ist in der Bevölkerung normalverteilt, das heißt es gibt nur wenige Menschen mit extremer Ausprägung. Schwankungen der Wachheit und vieler kognitiver Funktionen (Schmidt et al., 2007) stehen unter anderem in Zusammenhang mit dem individuellen Chronotyp. Häufig stehen soziale Verpflichtungen wie Arbeits- oder Schulzeiten in Konflikt mit den individuellen Präferenzen. Dies führt nicht nur zu Beeinträchtigungen der kognitiven Leistungsfähigkeit, sondern kann sogar zu gesundheitlichen und psychischen Beeinträchtigungen führen.

Die Identifizierung des Chronotyps ist mittels Fragebogen als auch – jedoch mit entsprechendem Aufwand – durch Aufzeichnung physiologischer Funktionen (z.B. Körpertemperatur) möglich.

Horne und Östberg (1976) entwickelten den Morningness-Eveningness-Questionnaire (MEQ), welcher in mehrere Sprachen übersetzt wurde und vielfach Anwendung findet. Die deutsche Version, der D-MEQ (Griefahn, 2002) befindet sich im Anhang. Der Fragebogen kann auch online ausgefüllt werden (<http://www.ifado.de/fragebogen-zum-chronotyp-d-meq/>, zuletzt überprüft am 10.2.2017).

Folgende Chronotypen werden unterschieden:

- definitiver Abendtyp
- moderater Abendtyp
- Neutraltyp
- moderater Morgentyp
- definitiver Morgentyp

Die interindividuellen Unterschiede werden naturgemäß vor allem bei Personen mit extremer Phasenlage (definitiver Abend- oder Morgentyp) evident.

Morgentyp bzw. Lerchen

So genannte Morgentypen haben in ihrem Leistungs-Erholungsverhalten eine frühere zirkadiane Phasenlage als Abendtypen. Die Minima und Maxima ihrer physiologischen Funktionen sowie psychomentaler Leistungen sind deutlich vor den Abendtypen erreicht.

Morgentypen gehen früh ins Bett und stehen früh auf. Schon gleich danach sind die leistungsfähig. Sie erreichen ihr Leistungsmaximum schon am frühen Morgen bzw. Vormittag. Morgentypen weisen ein rigides Schlafverhalten auf. Spätes Ins-Bettgehen können Morgentypen nicht durch längeres Ausschlafen ausgleichen, wodurch sie während der Nachtarbeitsperioden ein erhebliches Schlafdefizit entwickeln. Zudem bleiben – wie experimentelle Untersuchungen zeigen – die zirkadianen Rhythmen ihrer

physiologischen Funktionen auch bei längerdauernden Nachtschichtperioden dissoziiert, was zu kumulierten Schlafdefiziten führt.

Abendtyp bzw. Eulen

Abendtypen fällt das Aufstehen schwer und sie benötigen eine gewisse Anlaufzeit. Vormittags sind sie oft nicht sehr leistungsfähig und werden in der extremen Ausprägung erst nachmittags so richtig wach.

Bei Abendtypen ist die zirkadiane Periode länger, ihr Schlafverhalten ist flexibler, weshalb sie mit Nachtschichten besser zurechtkommen als Morgentypen. Abendtypen können nicht 'vorschlafen', weshalb sie vor sehr früh beginnenden Frühschichten relativ wenig schlafen und hier ein entsprechendes Schlafdefizit entwickeln. Abendtypen entwickeln bei dieser Schichtform über mehrere Schichten kumulierte Schlafdefizite.

Sozialer Jetlag

Die Schlafens- und Aktivitätszeiten des Menschen werden von **zwei Uhren** kontrolliert bzw. bestimmt. Einerseits von der **inneren Uhr**, die den Menschen zu einem bestimmten Chronotyp macht und andererseits von der **äußeren Uhr**, z.B. dem morgendlichen Wecker oder den Arbeitszeiten. Die innere Uhr von Morgen- und Abendtypen unterscheidet sich deutlich. Die Diskrepanz zwischen Innen- und Außenzeit wiederum wird als „sozialer Jetlag“ bezeichnet. Dies deshalb, da der physiologische Effekt während einer Arbeitswoche dem eines Jetlags gleicht.

Es sind also nicht nur Nachtarbeiter, sondern auch Tagesarbeiter, die unter sozialem Jetlag leiden, wobei hier spätere Typen mehr sozialen Jetlag erleben als frühere. Je unterschiedlicher die innere und äußere Uhr tickt, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit an allen Tagen **gesunden Schlaf** zu finden. Die Verkürzung der Schlafzeit (sei es zirkadian oder sozial bedingt) ist ein häufig beobachtetes Phänomen an Arbeitstagen, das zu Schläfrigkeit und daraus resultierenden Leistungseinbußen führen kann (Cohen et al. 2010, Zhou et al. 2011).

Schätzungsweise 60 % der Bevölkerung erfahren die Diskrepanz zwischen innerer und äußerer Uhr; bei ca. 40 % mit bis zu zwei Stunden und bei immer noch ca. 15 % bis zu drei Stunden täglich. Dies gilt im Zusammenhang mit Normalarbeitszeiten. Schichtarbeit kann den sozialen Jetlag zusätzlich vergrößern.

Wer seinen eigenen **Chronotyp und -rhythmus** kennt und seinen Alltag danach zumindest etwas strukturiert, kann seine Leistung, Kreativität und Produktivität deutlich verbessern. Sinnvoll ist es, schwierige Aufgaben in den **Hochphasen** und weniger bedeutsame Tätigkeiten in den **Phasen reduzierter Leistungsfähigkeit zu erledigen**.

Nacht- und Schichtdienst

Schichtarbeit ist eine Form der Tätigkeit mit Arbeit zu wechselnden Zeiten (Wechselschicht) oder konstant ungewöhnlicher Zeit (z. B. Dauerspätschicht, Dauernachtschicht).

Grundformen der Schichtarbeit

Als Grundformen der Schichtarbeit wird zwischen permanenten Schichtsystemen und Wechselschichtsystemen unterschieden.

Permanente Schichtsysteme

- Dauerfrühschichten
- Dauerspätschichten
- Dauernachtschichten
- geteilte Schichten zu konstanten Zeiten

Wechselschichtsysteme

- Systeme ohne Nachtarbeit und ohne Wochenendarbeit
- Systeme ohne Nachtarbeit und mit Wochenendarbeit
- Systeme mit Nachtarbeit und ohne Wochenendarbeit
- Systeme mit Nachtarbeit und mit Wochenendarbeit

In der beruflichen Praxis überwiegen die Wechseldienstschichtsysteme, wobei entweder Zwei-Schicht-Systeme oder Drei-Schicht-Systeme praktiziert werden. Zumeist handelt es sich um achtstündige Schichten, die sich im Zwei-Schicht-System auf eine Frühschicht (z.B. von 6.00 bis 14.00 Uhr) und eine Spätschicht (z.B. von 14.00 bis 22.00 Uhr) aufteilen. Im Drei-Schicht-System kommt eine Nachtschicht (von 22.00 bis 6.00 Uhr) hinzu. Zu unterscheiden ist weiters zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Wechselschichtsystemen. Ein regelmäßiges Wechselschichtsystem liegt vor, wenn ein gleichbleibender Wechsel innerhalb des Schichtblocks stattfindet.

Für Schichtarbeit gelten Sonderregelungen zu Tagesarbeitszeit, Wochenarbeitszeit, durchschnittliche Arbeitszeit, Ruhepausen, tägliche und wöchentliche Ruhezeit (vgl. Arbeitszeitgesetz - AZG). Bei manchen Sonderregelungen hängt es von der Form der Schichtarbeit ab. Für die Arbeitszeitgrenzen kommt es häufig auch auf den Kollektivvertrag und/oder die Betriebsvereinbarung an.

In den Betriebsführungszentralen der ÖBB wird eine vollkontinuierliche 12-Stunden-Schichtarbeit praktiziert, das bedeutet, Schichtarbeit erfolgt 7 Tage pro Woche rund um die Uhr.

Kriterien zur Schichtplangestaltung

Bei Schichtarbeit ist ein Schichtplan zu erstellen (§ 4a Abs. 1 AZG). Die Gestaltung der Schichtpläne hat gemäß Arbeitsgesetz nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen zu erfolgen. Schichtpläne und Schichtlängen sollten nach der Art der Tätigkeit, der Arbeitsschwere und den Arbeitsbedingungen gestaltet werden. Neben subjektiven Daten, z.B. durch eine Mitarbeiterbefragung, sollten auch Daten durch objektive Belastungsanalysen herangezogen werden.

In der Folge sind die derzeit auch international umgesetzten arbeitswissenschaftlichen Empfehlungen zur Schichtplangestaltung angeführt⁴:

⁴ Leitlinien zur Nacht- und Schichtarbeit der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin vom Juli 2006. Online verfügbar unter: http://www.asu-arbeitsmedizin.com/gentner.dll/asu-2006-08-390-397_MjAxMTU1.PDF?UID=C5EF2C16EC524E8D50F86A0811E3E4F1B5B8829B3A64D748.
Zuletzt geprüft am 4.1.2016.

- nicht mehr als drei Nachtschichten hintereinander,
- schnelle Rotation von Früh- und Spätschichten (d. h. Wechsel alle 2 - 3 Tage),
- Vorwärtswechsel der Schichten (Früh-/Spät-/Nachtschichten),
- Frühschichtbeginn nicht zu früh (d. h. 6.30 Uhr ist besser als 6.00 Uhr, 6.00 Uhr besser als 5.00 Uhr usw.),
- keine Massierung von Arbeitszeiten. Mehr als 8-stündige tägliche Arbeitszeiten sind nur dann akzeptabel, wenn
 - die Arbeitsinhalte und die Arbeitsbelastungen eine länger dauernde Schichtzeit zulassen,
 - ausreichende Pausen vorhanden sind,
 - das Schichtsystem so angelegt ist, dass eine zusätzliche Ermüdungsanhäufung vermieden werden kann,
 - die Personalstärke zur Abdeckung von Fehlzeiten ausreicht,
 - keine Überstunden hinzugefügt werden,
 - die Einwirkung gesundheitsgefährdender Arbeitsstoffe begrenzt ist,
 - eine vollständige Erholung nach der Arbeitszeit möglich ist,
- geblockte Wochenendfreizeiten, d. h. mindestens Samstag und Sonntag frei und einmal im Schichtzyklus Freitag bis Sonntag oder Samstag bis Montag frei,
- ungünstige Schichtfolgen (z. B. Nachtschicht/frei/Frühschicht oder Nachtschicht/frei/Nachtschicht oder einzelne Arbeitstage zwischen freien Tagen) vermeiden,
- kurzfristige Schichtplanänderungen durch Arbeitgeber vermeiden,
- ein freier Abend an mindestens einem Wochentag (Montag bis Freitag),
- mitarbeiterorientierte Flexibilisierung und Individualisierung der Arbeitszeit.

Die Vorwärtsrotation (Früh-/Spät-/Nachtschichten) entspricht eher dem inneren biologischen Rhythmus, was sich nicht zuletzt an der besseren Anpassung des Körpers bei transatlantischen Flügen von Ost nach West (z.B. von Europa in die USA) nachweisen lässt. Es kommt hier zu einer Verlängerung des Tages, was im Gegensatz zur Tagesverkürzung bei West-Ost Flügen besser vertragen wird.

Auf der anderen Seite ist eine Vorwärtsrotation mit einer Verringerung der zusammenhängenden Freizeitblöcke verbunden, was solche Systeme für manche Beschäftigten weniger attraktiv macht.

Auf eine Massierung der Arbeitszeit (über 8-Stunden-Dienste bzw. überlange Arbeitsperioden) sollte möglichst verzichtet werden, da bei längeren Dienstzeiten Qualität und Sicherheit sinken. Eine Massierung der Arbeitszeit spüren insbesondere ältere Arbeitnehmer, die häufig mehr Erholungszeit benötigen, wodurch von längeren Freizeitblöcken nicht mehr viel übrig bleibt.

Ausreichende Ruhephasen sind nach Nachtdiensten von Bedeutung. Empfehlungen gehen mittlerweile von 48 Stunden aus. Eine Kürzung der Ruhephase wirkt sich ungünstig auf den nachfolgenden Arbeitsblock aus.

Frühschichten sollten nicht zu späten Nachtschichten mutieren. Dies gilt es insbesondere zu berücksichtigen, wenn lange Anfahrtswege zu bewältigen sind und sich dadurch die Schlafzeit deutlich reduziert. Beschäftigte gehen vor einer Frühschicht oftmals nicht früher als sonst schlafen. Ein Schlafdefizit ist mit Übermüdung verbunden, was wiederum zu einem erhöhten Fehler- und Unfallrisiko – auch für Wegeunfälle – führen kann. Im Konflikt zu „späten“ Frühschichten steht jedoch die Forderung, dass Nachtschichten nicht zu spät beginnen sollten, da der Tagschlaf umso erholsamer ist, desto früher er beginnt.

Optimal wäre, auf starre Anfangszeiten zugunsten einer mitarbeiterorientierten Flexibilisierung der Arbeitszeit zu verzichten, so dass individuelle Voraussetzungen, auch z.B. hinsichtlich Anfahrtszeit, berücksichtigt werden können.

Sofern sich Schichtarbeiter an einen bestimmten Schichtplan gewöhnt haben, ist bei organisatorischen Änderungen mit Bedenken, Ängsten und Akzeptanzproblemen zu rechnen. Eine umfangreiche Information der Mitarbeiter sowie im besten Fall eine Beteiligung der Mitarbeiter bei der Erarbeitung neuer Schichtpläne ist daher unabdingbar.

Folgen von Nacht- und Schichtarbeit

Nachtarbeit leistet ein Arbeitnehmer, wenn er während der Nacht zwischen 22.00 und 5.00 Uhr mindestens drei Stunden arbeitet. Nachtarbeit stellt eine beträchtliche Belastung für den Organismus dar. Das Nachtschwerarbeitsgesetz (NSchwG) sieht besondere Schutzmaßnahmen für Arbeitnehmer vor, die Nachtschwerarbeit im Wechseldienst leisten. Diese Maßnahmen zielen auf die Verhinderung, Beseitigung oder Milderung der mit diesen Arbeiten verbundenen Erschwernisse ab. Unregelmäßige Nachtarbeit (im Wechseldienst) wird als Schwerarbeit eingestuft, sofern diese an mindestens sechs Arbeitstagen im Kalendermonat geleistet wird.

Schutzmaßnahmen nach dem NSchwG sind z.B. Gewährung von Zusatzurlaub, Anordnung von Kurzpausen, die als Arbeitszeit gelten oder von Zeitguthaben für Krankenpflegepersonal, besondere Maßnahmen der Gesundheitsvorsorge durch die Pensionsversicherungsträger und der Anspruch auf ein Sonderruhegeld nach Vollendung des 57. Lebensjahres bei männlichen Versicherten und ab dem 52. Lebensjahr bei weiblichen Versicherten.

Arbeiten zu unterschiedlichen Tag- und Nachtzeiten führt zu einer Desynchronisation zwischen der endogenen zirkadianen Rhythmik und den arbeitsbedingten Aktivitäts- und Ruhezeiten. Die äußeren Zeitgeber stehen nicht mehr in Einklang mit den Anforderungen von Nacht- und Schichtarbeit. Die Desynchronisation der inneren Uhr mit den äußeren Zeitgebern führt zu Schlafstörungen vergleichbar dem Jetlag bei Langstreckenflügen.

Nach dem weiter oben beschriebenen Zwei-Prozess-Modell der Schlafregulation (Borbély, 1982), wird die Schlaftiefe über einen homöostatischen Prozess gesteuert. Rotierender Schichtdienst und Nachtarbeit verlagern die Ruheperioden in Tageszeiten, zu denen die innere Uhr keine geeigneten Schlafbedingungen bereitstellt. Der Versuch, tagsüber zu schlafen, wird durch ansteigende Körpertemperatur und auf Aktivität zielende

Stoffwechselprozesse erschwert. Der Schlaf außerhalb des biologischen Schlafens ist deshalb kürzer, weniger erholsam und wird leichter durch Umweltfaktoren (Sonne, lautere Geräuschkulisse) gestört. Ein- und Durchschlafstörungen sind die Folge.

Konflikte mit dem sozialen Umfeld bzw. der Verlust sozialer Bindungen führen zu Stress, der wiederum schlafbehindernd wirkt.

Problematisch sind unter anderem auch die Essenszeiten. Wechselschichten erfordern es, Mahlzeiten vorzulegen oder aufzuschieben, sofern ein Arbeitnehmer mit seiner Familie zusammen essen möchte. Hinzu kommt ein tageszeitabhängiger Appetit, der sich negativ auf das Essverhalten auswirken kann. Essen zu ungewohnten Zeiten kann zu Appetitlosigkeit und Unwohlsein führen.

Eine Anpassung der inneren Uhr an die Erfordernisse der Schichtarbeit ist nur bedingt möglich, da die äußeren Zeitgeber, entgegen einer Jetlag hervorrufenden Fernreise, erhalten bleiben (Angerer & Petru, 2010). Schichtarbeiter können sich der Zeitstruktur der Umwelt nicht entziehen. Der von Schichtarbeitern häufig vorgebrachte Einwand einer Gewöhnung an die Schichtarbeit widerspricht diesem Umstand. Tatsächlich wird konstant entgegen dem eigenen Rhythmus gearbeitet. Eine vermeintliche Gewöhnung an Schichtarbeit wird körperlich nur vorgetäuscht (Maskierungseffekt). Die Körperkerntemperatur, der Melatonin- und der Kortisolspiegel im Blut, als messbare Indikatoren des zirkadianen Systems, verschieben sich auch unter Schichtarbeit nicht bzw. nur sehr langsam (Griefahn, 2007). Dadurch entsteht, je nach Lage der Arbeitszeit, eine mehr oder weniger starke Verschiebung zwischen zirkadianem System und dem individuellen Schlaf-Wach-Rhythmus. Die kurzfristigen Folgen einer Arbeit gegen die innere Uhr sind, neben Müdigkeit und Reaktionsverlangsamung, eine generelle Leistungsverminderung sowie eine überproportionale Zunahme der Unfallhäufigkeit (Angerer & Petru, 2010).

Schichtarbeit und Arbeitsunfälle

Ein Unfall ist ein komplexes Geschehen, dem eine Vielzahl möglicher Bedingungen zugrunde liegen kann. Die Ursachen werden in technische, organisationale und

personenbezogene Faktoren unterteilt. Die Verursachung liegt zumeist in einer Kombination diverser Faktoren bzw. in einer Verkettung von Ereignissen. Arbeitszeit und Arbeitsinhalt sind zwei mögliche Dimensionen der Arbeitsgestaltung, die Ursache für Unfälle sein können. Die Auswirkungen von Schichtarbeit (organisationaler Faktor) auf Arbeitsunfälle berücksichtigen beide Aspekte. Mit Schichtarbeit sind jedoch auch immer weitere Arbeitsbedingungen verbunden, die wiederum von technischen (z.B. Beleuchtung während der Nachtschicht), weiteren organisationalen oder personalen Faktoren (z.B. zeitkumulierte Ermüdung) beeinflusst werden.

Diverse Übersicht- und Einzelstudien weisen übereinstimmend darauf hin, dass unter sonst vergleichbaren Bedingungen folgende Zusammenhänge zwischen Schichtarbeit und Arbeitsunfällen vorliegen (vgl. Paridon et al., 2010: DGUV-Report 1/2012 Schichtarbeit):

- Das Unfallrisiko der Beschäftigten steigt nach der siebten bis neunten Arbeitsstunde exponentiell an.
- Für abweichende oder ungewöhnliche Arbeitszeiten in ihren Extremen wie z.B. nachts oder sonntags kommt es zu einem relativ höheren Unfallrisiko als zu übrigen Zeiten.
- Mit einer nicht unterbrochenen Folge von Schichtarbeitstagen steigt das Unfallrisiko.
- Darüber hinaus erhärten sich Hinweise auf kombinierte Effekte. So führt z.B. eine nicht unterbrochene Folge von Nachtschichten zu einem relativ höheren Unfallrisiko als bei Tagschichten. Ein weiterer Kombinationseffekt besteht darin, dass eine nicht unterbrochene Folge von Zwölf-Stunden-Schichten zu einem relativ höheren Risiko führt als bei Acht-Stunden-Schichten.

Als ausreichend gesichert gilt, dass die Dauer, Lage und Verteilung der Arbeitszeit das Unfallrisiko beeinflussen.

Zu betrachten ist jedoch nicht nur die reine Arbeitszeit, sondern die arbeitsgebundene Zeit. Diese berücksichtigt auch die Wegezeit von und zur Arbeit. Kirkcaldy et al. (1997) betrachteten das Unfallrisiko auf dem Heimweg nach der Arbeit und stellten ein mit steigender Wochenarbeitszeit steigendes Unfallrisiko fest.

Gesundheitliche Belastungen durch Nacht- und Schichtarbeit

Durch Nacht- und Schichtarbeit bedingte gesundheitliche Belastungen zu kennen, bedeutet, entsprechend gegensteuern zu können. Durch die Berücksichtigung individueller Charakteristika (z.B. Chronotyp) können individuelle und besonders wirksame gesundheitsfördernde Maßnahmen ausgewählt werden. Diese gesundheitsfördernden Maßnahmen spielen zudem im Hinblick auf die langfristige Erhaltung der Arbeitskraft eine bedeutende Rolle.

Durch diverse Studien ist belegt, dass Schichtarbeit die Entstehung verschiedener Erkrankungen – insbesondere in Kombination mit Nachtschichtarbeit – zumindest begünstigt. Langfristig wird das Risiko für familiäre und soziale Beeinträchtigungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlafstörungen, Störungen des Verdauungsapparates sowie psycho-vegetative Beschwerden erhöht. Angerer und Petru (2010) bezeichnen Schichtarbeit als wahrscheinlich kausal für funktionelle gastrointestinale Beschwerden, Brustkrebs bei Frauen, Übergewicht, gestörte Glukosetoleranz, arterielle Hypertonie, Arteriosklerose allgemein und koronare Herzerkrankungen im Speziellen. Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) hat Schichtarbeit aufgrund „biologischer Plausibilität“ als wahrscheinliches Humankarzinogen eingestuft. Eine kausale Korrelation von Krebs und Schichtarbeit konnte bis dato nicht belegt werden.

Schlafstörungen können im Zusammenhang mit Schichtarbeit auftreten und werden als zirkadiane Rhythmus-schlafstörungen klassifiziert. Bei dieser Art der Schlafstörung kommt es aufgrund von internen oder externen Faktoren nicht zu der erforderlichen Synchronisation des zirkadianen Rhythmus mit dem Hell-Dunkel-Wechsel. Die Folgen sind ein Mangel an Schlafqualität und -quantität (Insomnie) und/oder exzessive Tagesschläfrigkeit (Hypersomnie). Wie bereits weiter oben beschrieben bestimmt der zirkadiane Rhythmus den Schlaf-Wach-Zyklus des Menschen. Dieser wird bei Nachtschichtarbeitern gestört, sodass Nachtschichtarbeiter nach einer Schicht nur zwischen fünf und sechs Stunden schlafen. Der Schlaf am Tag ist etwa ein bis vier Stunden kürzer als der Schlaf in der Nacht und erreicht zumeist nicht die Tiefe des Nachtschlafes. Daher kann der Tagschlaf nicht als verschobener Nachtschlaf angesehen werden. Bei kontinuierlicher Schichtarbeit verschlechtert sich oft die Qualität des Schlafes zunehmend. Schlafstörungen können eine Folge der Schichtarbeit sein, selbst jedoch

auch die Entstehung weiterer Krankheitsbilder begünstigen. Um die Diagnose einer Schlafstörung bei Schichtarbeit stellen zu können, muss die Problematik über mindestens einen Monat andauern und ein zeitlicher Zusammenhang zur Schichtarbeit in einem zu führenden Schlaftagebuch nachweisbar sein.

Auch auf betrieblicher Seite ist Wechselschichtarbeit nur bei kontinuierlicher Produktion oder Dienstleistung (z.B. Stahlwerk, Elektrizitätswerk) oder bei Bereitschaftsdiensten (Polizei, Feuerwehr, Krankenhaus, Betriebsleitzentralen) sinnvoll, da die Arbeitsleistung in den Nachtstunden erheblich unter der geringsten Leistung des Tages bleibt ([Leistungskurve](#)).

Wie Nacht- und Schichtdienst toleriert werden, hängt nicht zuletzt von der eigenen Einstellung dazu bzw. von der individuellen Bewertung ab. Insofern ist es hilfreich, sich der eigenen Einstellung bewusst zu werden. Hierzu kann es hilfreich sein, eine Tabelle mit individuell empfundenen positiven und negativen Aspekten des Schichtdienstes zu erstellen. Positive Aspekte können gestärkt und erhalten werden, während negative Aspekte auf Veränderungsmöglichkeiten überprüft werden können. Ist man mit dem eigenen Dienst-/Schichtplan zufrieden, werden Belastungen des Schichtdienstes besser bewältigt.

Chronotyp und Schichtarbeit

In den industrialisierten Ländern leisten ca. 20 % der Beschäftigten Schichtarbeit. Wobei allerdings ca. 20 % bis 30 % der Betroffenen innerhalb der ersten 2 bis 3 Jahre die Schichtarbeit wieder aufgeben.

Als Ursache für die Abbrecherquote kann eine individuelle Disposition, eine „Schichtdiensttoleranz“ bzw. Intoleranz stehen (Saksvik et al., 2011). Neben Alter, Geschlecht, Flexibilität der Schlafzeiten, Fähigkeit Schläfrigkeit zu überwinden und physischer Leistungsfähigkeit wird insbesondere der individuelle Chronotyp als Risikofaktor diskutiert.

Schichtarbeit erfordert Leistung und Konzentration zu Zeiten, die dem individuellen Chronotyp entgegenstehen können. Im Rahmen von Schichtarbeit kommt zu einer

Verschiebung der Phasenlage von Arbeit und Schlaf, d.h. der Organismus muss Höchstleistungen zu Zeiten erbringen, wo dieser auf Schlaf eingestellt ist. Inwieweit diese Belastung zur Beanspruchung wird, hängt unter anderem mit dem individuellen Chronotyp zusammen.

Frühschichten sind für Morgentypen leicht zu bewerkstelligen und werden von diesen oft auch bevorzugt. Abendtypen ist es hingegen kaum möglich, früh ins Bett zu gehen und vorzuschlafen. Sie entwickeln bei dieser Schichtform erhebliche und über mehrere Nächte kumulierende Schlafdefizite und sollten daher nur gelegentlich in Schichten mit sehr frühem Beginn arbeiten.

Die Spätschicht interferiert kaum mit dem Schlaf-Wach-Verhalten, weist dafür aber ungünstige soziale Aspekte auf. Nachtarbeit bedeutet für (fast) alle Chronotypen eine Belastung, da jeder Wechsel in die Nachtschicht generell zunächst mit Schlafdefiziten und einer Desynchronisation physiologischer und psychomentaler Rhythmen verbunden ist. Die Belastung bedingt durch Nachtschichten ist allerdings für Morgentypen extrem, während Abendtypen eine ähnliche Belastung wie in der Frühschicht erfahren.

Für Abendtypen sind folglich Frühschichten und für Morgentypen sind Nachtschichten ungünstig. Frühe Chronotypen schlafen besonders kurz an Nachtschichttagen, während späte Chronotypen am kürzesten an Frühschichttagen schlafen. Bei Neutraltypen zeigt sich eine vergleichbare Schlafdauer an Früh- und Nachtschichttagen.

Der Chronotyp beeinflusst signifikant die Reaktionsfähigkeit von Mitarbeitern über die Früh-, Spät- und Nachtschicht hinweg. Einen weiteren signifikanten Einfluss übt die Schlafdauer vor einer Schicht aus, die wiederum selbst vom Chronotyp beeinflusst wird.

Wird bei der Zuteilung zu Arbeitsschichten der individuelle Chronotyp berücksichtigt, können gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Schichtarbeit sowie das Unfallrisiko deutlich reduziert werden. Allerdings ist hier zu betonen, dass es sich um Empfehlungen und keine starren Vorgaben handelt.

Die Identifizierung des Chronotyps mittels des D-MEQ ist vielmehr nur als ein (allerdings wesentliches) Element im Rahmen einer umfassenden arbeitsmedizinisch-

arbeitspsychologischen Gesamtbewertung zu betrachten. Bei Personen mit exzellentem Gesundheitszustand und dem Willen, Schichtarbeit zu leisten, wäre es sicher kontraproduktiv, sie hiervon kategorisch auszuschließen. Für diesen Personenkreis aber wäre eine spezielle Vorsorge, z.B. in Form verkürzter Untersuchungsfristen in den ersten Jahren nach Aufnahme der Schichtarbeit sinnvoll.

Einem definitiven Morgentypen seine zu leistenden Nachtschichten auf ein möglichst geringes Maß zu reduzieren, würde aus präventiver Sicht bedeuten, den „Risikofaktor“ Nachtschicht und damit das Unfallrisiko zu reduzieren. Andererseits stärkt diese Form einer gesundheitsbewussten betrieblichen Berücksichtigung die Ressourcen des Morgentypen. Die geschaffene Möglichkeit, die Arbeitszeiten seiner „inneren Uhr“ in stärkerem Ausmaß als vorher angepasst zu haben, befähigt zu gesundheitlicher Handlungsfähigkeit und fördert diese gegebenenfalls nachhaltig.

8-Stunden- versus 12-Stunden-Schicht

Gemäß § 4a (4) des Arbeitszeitgesetzes (AZG), Fassung vom 30.1.2016, darf die tägliche Normalarbeitszeit von acht Stunden bis auf zwölf Stunden unter der Bedingung ausgedehnt werden, dass die arbeitsmedizinische Unbedenklichkeit dieser Arbeitszeitverlängerung für die betreffenden Tätigkeiten durch einen Arbeitsmediziner festgestellt wurde. Dies impliziert, dass Arbeits- und Umgebungsbelastungen (unter Berücksichtigung ausreichender Pausen) so langen Tagesarbeitszeiten nicht entgegenstehen.

Wie bereits angeführt, sollten Schichtpläne und Schichtlängen nach der Art der Tätigkeit, der Arbeitsschwere und den Arbeitsbedingungen gestaltet werden. Bei geringer körperlicher und psychischer Belastung sowie günstigen Arbeitsbedingungen können Arbeitsschichten auch länger sein. Monotone Tätigkeiten bzw. Tätigkeiten mit einseitiger Belastung sind daher für 12-Stunden-Schichten weniger geeignet, als abwechslungsreiche Tätigkeiten. Teamarbeit macht ebenso weniger müde und erleichtert 12-Stunden-Schichten. Bei erhöhter körperlicher Belastung sollten die Arbeitsschichten kürzer sein. Aber auch bei hoher psychischer Belastung, z.B. bei Überwachungstätigkeiten, sollte eine Arbeitsschicht nicht länger als 8 Stunden sein.

Anforderungen auf Unternehmensseite führen in vielen Fällen zu 12-Stunden-Schichten. Es zeigen sich Vor- als auch Nachteile sowohl auf Unternehmensseite als auch auf Mitarbeiterseite.

Mitarbeiter schätzen in der Regel die großen Freizeitblöcke, die an 12-Stunden-Tage anschließen. Von tragender Bedeutung ist jedoch, dass diese längeren Freizeitblöcke auch zur Regeneration genutzt werden und nicht, um z.B. einer Nebenbeschäftigung nachzugehen. Ausreichende Regeneration wird durch künftig verlängerte Lebensarbeitszeiten zunehmend wichtiger. Von Vorteil sind auch die geringeren Kosten, bedingt durch reduzierte Anfahrten zum Arbeitsplatz.

Auf Unternehmensseite kann beispielsweise angeführt werden, dass gegenüber 8-Stunden-Systemen pro Tag ein Schichtwechsel mit den damit verbundenen Übergabekosten und möglichen Qualitätseinbußen entfällt.

Negative Folgen langer Schichtzeiten sind Ermüdung und Erschöpfung. Dadurch erhöht sich nachweislich das Fehler- und Unfallrisiko. Das Unfallrisiko steigt exponentiell ab der achten/neunten Arbeitsstunde, wobei eine Korrelation mit der Arbeitszeit vorliegt. Konkret bedeutet dies, dass die Kombination Nachtdienst und 12-Stunden-Schicht mit einem besonders hohen Unfallrisiko einhergeht (Hänecke et al, 1998). Bei Tätigkeiten, die sehr viel Genauigkeit und Verantwortung erfordern, sollte man daher mit einer Ausweitung der Arbeitszeiten vorsichtig sein. Eine Möglichkeit besteht jedoch darin, einen Tätigkeitswechsel im letzten Drittel des Arbeitstages einzubauen.

Die Wahrscheinlichkeit für diese negativen Effekte wird noch erhöht, wenn die langen Schichten in Kombination mit einer hohen Arbeitsbelastung, einer ungünstigen Arbeitsumgebung, einem inadäquaten Pausenregime, zusätzlichen häuslichen Belastungen oder langen Wegezeiten zur Arbeit auftreten.

Die Voraussetzungen zur Verlängerung der Schichtzeiten auf zwölf Stunden sind gegeben, wenn unter anderem⁵:

⁵ <http://inqa.gawo-ev.de/cms/uploads/checkliste-12stunden.pdf?phpMyAdmin=Xr78vEy9vt0o%2Cxb0Dy0xDi0dA29&phpMyAdmin=19e16be51a9cae756465b0a0e7e4930>. Zuletzt überprüft am 31.1.2016.

- eine Einschätzung/Beurteilung der Arbeitsbelastung anhand eines objektiven Verfahrens durchgeführt wurde
- eine Einschätzung/Beurteilung der Arbeitsbelastung durch einen externen Experten erfolgte
- die betroffenen Mitarbeiter *keine* körperlich oder geistig belastenden Tätigkeiten durchführen
- die betroffenen Mitarbeiter *keine* monotonen Tätigkeiten durchführen
- die betroffenen Mitarbeiter *keine* Tätigkeiten mit hohen Anforderungen an die Daueraufmerksamkeit durchführen
- die betroffenen Mitarbeiter *keine* Tätigkeiten mit gefährlichen Gütern durchführen
- die betroffenen Mitarbeiter *keine* Tätigkeiten mit hohem Unfallrisiko durchführen
- die betroffenen Mitarbeiter *keine* isolierte Tätigkeit (z.B. Kranführer) durchführen
- es gibt *keine* Verschlechterung in der geforderten Tätigkeitsausführung (Qualität, des hergestellten Produktes, Ausschuss steigt) über die Schicht hinweg, z.B. durch eine ansteigende Ermüdung
- bei der Ausführung der Tätigkeit gibt es *keine* Hinweise darauf, dass die einzelnen „Handgriffe“ insbesondere gegen Ende der Schicht nicht mehr so genau und exakt durchgeführt werden
- bei der Ausführung der Tätigkeit gibt es *keine* Hinweise darauf, dass sich die Anzahl von kurzen, unerwünschten (Mini-)Pausen im Verlauf der Schicht erhöht
- die Personalstärke zur Abdeckung von Fehlzeiten reicht aus, es gibt keine Überstunden
- mehr als die gesetzlich vorgeschriebenen Pausen eingeplant werden
- es neben dem 12 Stunden-Modell ein alternatives 8-Stunden Modell, für Mitarbeiter, die aus gesundheitlichen/sozialen Gründen nicht im 12-Stunden Modell arbeiten dürfen/wollen gibt

Wird eine Arbeitsschicht auf mehr als 8 Stunden verlängert, so muss darauf geachtet werden, dass nicht auch noch zusätzliche Überstunden anfallen.

Mit zunehmender Arbeitszeit steigt naturgemäß der Pausenbedarf.

Arbeitspausen

Die Abnahme der Leistungsfähigkeit im Rahmen des Arbeitsprozesses ist zwar eine Zeitlang durch vermehrte Anstrengung kompensierbar, führt aber schließlich zu einer größeren Beanspruchung und damit zu einer schnelleren Erschöpfung.

Um Leistung zu gewährleisten, braucht es daher Erholungsphasen und Pausen. Regeneration ist gerade im Hinblick auf die künftig verlängerten Lebensarbeitszeiten wichtiger denn je.

Eine optimale Pausengestaltung führt zu kurz- und langfristigen Effekten sowohl auf individueller als auch auf Organisationsebene. Sie ist an Leistung, Produktivität und am Wohlbefinden maßgeblich beteiligt. Durch ein zweckmäßiges Pausensystem kann zudem Ermüdungsentstehung schon im Vorfeld vorgebeugt werden.

In Branchen mit ausgeprägtem Gefahrenpotenzial wie z.B. im Flugverkehr sind häufig „Fatigue Risk Management“-Systeme und „Alertness Management“-Systeme mit entsprechenden Trainings implementiert (Wright & McGown, 2001; Rosekind et al., 2006).

Pausenregelungen

Ruhepausen sind Arbeitsunterbrechungen verschiedener Länge.

Die Ruhezeit bezeichnet die Zeit nach Beendigung der Tagesarbeitszeit (Arbeitszeit innerhalb von 24 Stunden). Nach Beendigung der Tagesarbeitszeit ist eine ununterbrochene Ruhezeit von mindestens 11 Stunden einzuhalten. Durch Kollektivvertrag kann die tägliche Ruhezeit unter bestimmten Voraussetzungen auf maximal 8 Stunden verkürzt werden.

Hinsichtlich Ruhepausen ist im Arbeitszeitgesetz (Abschnitt 3, § 11) folgendes festgehalten:

§ 11. (1) Beträgt die Gesamtdauer der Tagesarbeitszeit mehr als sechs Stunden, so ist die Arbeitszeit durch eine Ruhepause von mindestens einer halben Stunde zu

unterbrechen. Wenn es im Interesse der Arbeitnehmer 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. Eine andere Teilung der Ruhepause kann aus diesen Gründen durch Betriebsvereinbarung, in Betrieben, in denen kein Betriebsrat errichtet ist, durch das Arbeitsinspektorat, zugelassen werden. Ein Teil der Ruhepause muss mindestens zehn Minuten betragen.

(2) Eine Pausenregelung gemäß Abs. 1 zweiter Satz kann, sofern eine gesetzliche Betriebsvertretung besteht, nur mit deren Zustimmung getroffen werden.

(3) Bei Arbeiten, die werktags und sonntags einen ununterbrochenen Fortgang erfordern, sind den in Wechselschichten beschäftigten Arbeitnehmern anstelle der Pausen im Sinne des Abs. 1 Kurzpausen von angemessener Dauer zu gewähren. Eine derartige Pausenregelung kann auch bei sonstiger durchlaufender mehrschichtiger Arbeitsweise getroffen werden.

(4) Arbeitnehmern, die Nachtschwerarbeit im Sinne des Art. VII Abs. 2 oder 4, einer Verordnung nach Art. VII Abs. 3 oder eines Kollektivvertrages gemäß Art. VII Abs. 6 des Nachtschwerarbeitsgesetzes (NSchG), BGBl. Nr. 354/1981, leisten, ist während jeder Nacht, in der diese Arbeit geleistet wird, jedenfalls eine Kurzpause von mindestens 10 Minuten zu gewähren. Mit dem Arbeitsablauf üblicherweise verbundene Unterbrechungen in der Mindestdauer von zehn Minuten, die zur Erholung verwendet werden können, können auf die Kurzpausen angerechnet werden.

...

(6) Das Arbeitsinspektorat kann ferner für Betriebe, Betriebsabteilungen oder für bestimmte Arbeiten (zum Beispiel Fließbandarbeiten) über die Bestimmungen des Abs. 1 hinausgehende Ruhepausen anordnen, wenn die Schwere der Arbeit oder der sonstige Einfluss der Arbeit auf die Gesundheit der Arbeitnehmer dies erfordert.

(7) Kurzpausen im Sinne der Abs. 3 und 4 sowie Ruhepausen im Sinne des Abs. 6 gelten als Arbeitszeit.

In den Betriebsführungszentralen der ÖBB wird eine vollkontinuierliche 12-Stunden-Schichtarbeit praktiziert. Kurzpausen von angemessener Dauer sind jedenfalls zu gewähren.

Für Arbeitnehmer in Betrieben des öffentlichen Verkehrs, der Binnen- und Seeschifffahrt, in Luftfahrtunternehmen gelten Sonderbestimmungen. Für Arbeitnehmer in Krankenanstalten gilt das Krankenanstalten-Arbeitszeitgesetz, für Bäcker das Bäckerarbeitsgesetz (BäckAG).

Pausenformen

Als Kurzpausen werden jene Pausen bezeichnet, die eine bestimmte rechtlich definierte Mindestlänge unterschreiten. Darunter sind alle Pausen unter 15 Minuten zu verstehen, meist werden jedoch 1 bis 5-minütige Pausen als Kurzpausen bezeichnet.

Mikropausen bezeichnen Pausen unter einer Minute Länge.

Bei gesetzlichen Pausen (z.B. mindestens 30 Minuten bei mehr als sechs Stunden Tagesarbeitszeit) werden sowohl die Mindestlänge festgelegt, als auch der Zeitpunkt vorgegeben. Sie dienen zumeist der Nahrungsaufnahme.

Frei gewählte Pausen kommen an allen Arbeitsplätzen, zum Teil als kaschierte Pausen in Form sogenannter Nebentätigkeiten, vor. Diese Art von Pausen hat einen geringeren Erholungswert als deklarierte Pausen.

Im Rahmen organisierter Pausen wird die zur Verfügung stehende Pausenzeit sinnvoll und gezielt über den Tag verteilt.

Durch arbeitsablaufbedingte Wartezeiten, d.h. nicht voraussehbare Arbeitsunterbrechungen, z.B. durch Störungen von Maschinen, entstehen Pausen. Wichtig ist hier die Abschätzung, ob und wann wieder Aktivitäten möglich sind.

Unstrukturierte Pausen versus organisierte Pausen

Unstrukturierte und getarnte Pausen, erfolgen in der Regel zu spät, seltener und länger als günstig und zeigen daher einen geringeren Erholungseffekt als organisierte Pausen.

Durch das Einführen von zweckmäßig organisierten Kurzpausen, nehmen die Nebenarbeiten und somit die verdeckten bzw. frei gewählten Pausen ab. Das Einhalten regelmäßiger Kurzpausen führt zu einer Leistungssteigerung und gleichzeitig zu einer Belastungsverringerung, da sich der Anteil der reinen Arbeitszeit gegenüber selbstbestimmten Pausen erhöht. Pausen stellen keinen wirklichen Zeitverlust dar, da die Arbeit aufgrund geringerer Ermüdung in schnellerem Tempo erfolgt (Ulich, 1998).

Pausenlänge und Pausenhäufigkeit

Es ist bedeutend, dass Arbeits- und Erholungszeit im richtigen Verhältnis zueinander stehen, da die Erholung – ähnlich der Ermüdung – nicht linear zunimmt. Die Erholung findet besonders zu Beginn einer Pause statt und nimmt mit zunehmender Zeitdauer der Pause ab, d.h. die ersten Abschnitte einer Erholungsphase sind erholungswirksamer als die späteren. Der Erholungswert einer Pause hängt von der Dauer, der Häufigkeit und von der zeitlichen Verteilung der Pausen ab. Mehrere kurze Pausen sind effektiver als wenige längere Pausen gleicher Gesamtlänge, sie verringern Ermüdung und führen zu höherer Produktivität (Tucker, 2003; Ulich, 1998). Zu lange Pausen erschweren zudem das Zurückfinden in den Arbeitsprozess.

Galinsky et al. (2000) beschreiben, dass Kurzpausen (5 Minuten jede Stunde) zusätzlich zu den regulären Pausen (zwei 15-minütige Pausen und eine 30-minütige Mittagspause) zu weniger Unwohlsein und geringerer Belastung der Augen führen.

Insbesondere bei repetitiven Aufgaben sind längere Kurzpausen sinnvoll, da dadurch einem Anstieg an Monotonie- und Sättigungserleben vorgebeugt werden kann.

Bei geistig anspruchsvollen Tätigkeiten ist es förderlich am Vormittag kürzere Pausen (z.B. nach 50 Minuten Tätigkeit ca. 8 Minuten Pause) und am Nachmittag längere Pausen (100 Minuten Arbeit, bis 15 Minuten Pause) einzulegen.

Personen, die den Zeitpunkt ihrer Pausen selbst wählen, setzen diese häufig zu spät an und arbeiten, selbst wenn ihre Leistung schon zu sinken beginnt, noch weiter bis ihr subjektives Gefühl der Ermüdung unerträglich wird. Diese Pausen haben geringeren Erholungswert (Tucker, 2003). Geregelte Pausen sind effektiver im Hinblick auf die Reduktion von muskulären Beschwerden an Computerarbeitsplätzen. Strenge Pausenregelungen können wiederum den Arbeitsfluss stören.

Besonders wirksam ist eine individualisierte, auf die spezifische Beanspruchungssituation abgestimmte Arbeitszeit- und Pausenregelung. In diesem Zusammenhang ist es von Bedeutung, dass Beschäftigte lernen, den eigenen Ermüdungs- bzw. Wachheitsgrad zu beobachten und einzuschätzen.

Pausengestaltung

Die Wirkung der Pausengestaltung wurde bisher in nur wenigen Studien untersucht, wenn auch bekannt ist, dass unterschiedliche Aktivitäten eine unterschiedliche Wirkung haben.

Im Arbeitsalltag ist ein dynamisches Wechselspiel zwischen Beanspruchungs- und Erholungsphasen wichtig. Pausen stellen durch Regeneration des Organismus die Leistungsfähigkeit wieder her. Pausen können zudem eine Kompensations- oder Ausgleichsfunktion haben. So ist es z.B. sinnvoll, bei einer ständig sitzenden Tätigkeit eine Bewegungspause einzulegen. Pausen dienen auch der Kommunikation und Information.

Der ermüdungsbedingte Abbau der Leistungsfähigkeit kann nur durch Erholung ausgeglichen werden. Da Ermüdung nicht einen linearen, sondern einen exponentiellen Verlauf aufweist, ist es wichtig, Pausen rechtzeitig einzulegen.

Je nachdem, welcher Erholungseffekt erwünscht ist („Energie tanken“, „zur Ruhe kommen“, „etwas Anregendes machen“), muss die Pausengestaltung unterschiedlich konzipiert werden.

Aktive Pausen sind den passiven bei leichter körperlicher und geistiger Arbeit vorzuziehen. Pausen mit aktiver Entspannung wie die Progressive Muskelrelaxation nach Jacobsen, haben wiederum einen höheren Erholungswert als aktive Pausen (Amon-Glassl, 2001).

Die optimal genutzte Pause ist eine Arbeitsunterbrechung, in der etwas anderes getan werden sollte als sonst. Angestellte an Computerarbeitsplätzen sollten daher die Pausenzeit nicht mit der Durchsicht privater E-Mails oder Internetsurfen verbringen. Körperliche Übungen oder Powernapping sind insbesondere in der Mittagspause empfehlenswert.

Um der optimalen Pause gerecht zu werden, ist ein „Rückzugsraum“ am Arbeitsplatz mit entsprechender Ausstattung erforderlich. Das Aufstehen vom Arbeitsplatz beziehungsweise der Raumwechsel an sich stellen den Beginn der Erholungsmaßnahme dar.

Maßnahmen zur Schläfrigkeitsreduktion und Aufmerksamkeitssteigerung

Um Schläfrigkeit am Arbeitsplatz zu reduzieren und damit einhergehend Aufmerksamkeit zu erhöhen, können sowohl aktivierende als auch deaktivierende Methoden eingesetzt werden.

Die Bedingungen am Arbeitsplatz spielen eine erhebliche Rolle für die Leistungsfähigkeit. Grundsätzlich sollte der Arbeitsplatz (tags und nachts) so hell wie möglich ausgeleuchtet sein. Die Raumtemperatur sollte eher niedrig sein. Ausreichend Getränke und gesunde Nahrung sollten zur Verfügung und in Reichweite stehen. Zuwenig Flüssigkeit, Hunger oder aber ein überfüllter Magen verschlechtern die Leistungsfähigkeit deutlich. Um das Auftreten von Schläfrigkeit möglichst gering zu halten, ist es sinnvoll, sich nicht alleine in einem Raum aufzuhalten. Auch bei Überwachungstätigkeiten sollten Schichtarbeiter immer aktiv bleiben und Monotonie sollte vermieden werden.

Von Bedeutung sind – wie bereits weiter oben ausgeführt – zudem Arbeitszeit- und Pausenzeitregelungen um das Risiko von Ermüdung und Schläfrigkeit zu reduzieren. In Branchen mit ausgeprägtem Gefahrenpotenzial wie z.B. im Flugverkehr sind häufig „Fatigue Risk Management“ Systeme und „Alertness Management“ Systeme mit entsprechenden Trainings implementiert (Wright & McGown, 2001; Rosekind et al., 2006).

Müdigkeits- und Schläfrigkeitsreduktion durch Deaktivierung

Müdigkeits- und Schläfrigkeitsreduktion am Arbeitsplatz kann durch Deaktivierung, d.h. durch Tätigkeiten mit geringem energetischem, kognitivem und emotionalem Anforderungsgehalt erzielt werden. Diese Anforderungsminimierung wird durch eine vollständige Unterbrechung der Tätigkeit am besten erreicht. Auch die Rahmenbedingungen des Erholungsortes sind dabei von Bedeutung (Lautstärke, Gerüche, Helligkeit) sowie beteiligte Personen (Anzahl, Vertrautheit).

Zu den deaktivierenden schläfrigkeitsreduzierenden Maßnahmen gehört Napping⁶, Dösen und Meditation. Ebenfalls erholungsintensiv und schläfrigkeitsreduzierend wirken Tiefenentspannungsverfahren (Rainforth et al, 2007) wie die progressive Muskelrelaxation nach Jacobsen, die einfach und relativ schnell zu erlernen ist sowie autogenes Training. Diese Verfahren sind hilfreich, insbesondere wenn eine psychophysische Ausgangslage mit hoher Anspannung vorliegt, die das Einschlafen eher unwahrscheinlich macht.

Schläfrigkeitsreduzierende Wirkung von Napping

Die erholungsintensive und schläfrigkeitsreduzierende Wirkung des Nappings wurde in zahlreichen experimentellen Studien nachgewiesen (Rosekind, 1995; Smith et al. 2007; Ficca et al. 2010). Diverse Fluggesellschaften haben den positiven Effekt von **Naps** schon lange erkannt, was sich in entsprechenden Dienstvorschriften spiegelt. Doch auch ohne solche Dienstvorschriften wurde und wird es schon lange praktiziert. Speziell in Japan („Inemuri“) oder Unternehmen aus den USA ist Powernapping verbreitet. In China ist das Grundrecht auf Mittagsschlaf in der Verfassung verankert. In diesem Zusammenhang ist auch die „Siesta“ südlicher Länder zu nennen.

⁶ Napping steht für einen Kurzschlaf außerhalb der nächtlichen Hauptschlafphase.

Während des Nappings werden nicht alle Schlafphasen des Nachtschlafs durchlaufen, die Tiefschlafphase wird ausgeklammert. Der Zeitraum erstreckt sich über ca. 10 bis 30 Minuten. Im Napping wird nach frühestens 10 Minuten Schlafstadium 1 oder 2⁷ erreicht. Dies ist gegenüber dem reinen Dösen mit deutlich intensivierten Erholungsprozessen verknüpft, bedingt jedoch eine längere Pausendauer. Zu den Nacheffekten des Nappings gehört eine unmittelbare Desorientiertheit und Schlaftrunkenheit, die allerdings innerhalb weniger Minuten durch Stimulation abgebaut werden kann (z.B. Koffein, kurz an die Luft gehen, Lichtexposition, Streckbewegungen). Da die Wirkung des Koffeins erst nach ca. 20 bis 30 Minuten eintritt, kann ein Café auch vor dem Kurzschlaf eingenommen werden. Wird zu lange geschlafen, dauert die Phase verminderter Leistungsfähigkeit länger an. Ist ein baldiger Arbeitseinsatz zu erwarten, sollte gegebenenfalls auf Napping verzichtet werden, vor allem wenn sofort reagiert werden muss. In manchen Fällen, z.B. Piloten in der zivilen Luftfahrt, wird eine Aufwachphase nach der Schlafphase fest eingeplant. Das Stellen eines Weckers verhindert ein zu langes Schlafen.

Die Wirkung von Napping hängt von der Interaktion diverser Faktoren wie Nappingdauer, -intervall, -erfahrung, zirkadiane Lage, Ausmaß der Schlafdeprivation, Umgebungsfaktoren (Licht, Temperatur) und Alter (Milner & Cote 2009) ab. Schläfrigkeitsbedingte kognitive und emotionale Beeinträchtigungen werden durch Napping reduziert. Lern-, Konzentrations- und Gedächtnisleistungen werden verbessert, Erschöpfungszuständen wird vorgebeugt. Napping hat langfristig positive Auswirkungen auf die Gesundheit (weniger Kopf- und Rückenschmerzen, gestärktes Immunsystem, reduziertes Infarktrisiko).

Stimulationsbasierte Maßnahmen zur Müdigkeits- und Schläfrigkeitsreduktion

Zu den stimulationsbasierten Gegenmaßnahmen von Müdigkeit und Schläfrigkeit gehören Stimulation durch Umweltreize und psychoaktiver Substanzen sowie Bewegung.

⁷ Nach einer Definition der American Academy of Sleep Medicine (AASM) werden inklusive des Wachzustandes fünf verschiedene Stadien unterschieden. Schlafstadium 1: Leichtschlaf- oder Einschlafphase; Schlafstadium 2: stabile Schlafphase.

Der Vorteil der Stimulation durch Umweltreize und psychoaktiver Substanzen liegt darin, dass diese handlungsbegleitend vollzogen werden können und es dadurch zu keiner Unterbrechung der Arbeitstätigkeit kommt. Von besonderem Vorteil ist dies, wenn eine Unterbrechung zum vorliegenden Zeitpunkt nicht möglich ist.

Zu den stimulierenden Umweltreizen, die zumindest kurzfristig Müdigkeit reduzieren gehören Kältereize, Bewegung, Licht, Sauerstoff, Musik, Kommunikation und Volition. Letzteres bedeutet, dass die Abnahme der Leistungsfähigkeit eine Zeitlang durch vermehrte Anstrengung kompensierbar ist. Dies führt jedoch, wie bereits oben beschrieben, zu einer größeren Beanspruchung und damit zu einer schnelleren Erschöpfung. Diese Form der Selbstaktivierung kann jedoch eine hilfreiche Gegenmaßnahme bei Müdigkeitssymptomen sein, wenn die aktuelle Tätigkeit weder unterbrochen werden kann, noch Möglichkeiten der externen Stimulation bestehen.

Die Wirkung stimulierender Umweltreize, insbesondere von Musik und Kommunikation, hält jedoch in der Regel nicht lange an.

Zu den aktivierenden psychoaktiven Substanzen gehören Glukose, Koffein, Nikotin und Amphetamin.

Schläfrigkeitsreduzierende Wirkung von muskulärer Aktivität

Gut belegt ist, dass muskuläre Aktivität die subjektiv empfundene Wachheit durch ein gesteigertes physiologisches Arousal erhöht. Dieser Effekt steht jedoch in Abhängigkeit zum Ausmaß der Schlafdeprivation und der Dauer und Intensität der Aktivität (Matsumoto et al., 2009).

Aktive Pausen in Form körperlicher Bewegung sind zu bevorzugen, wenn die vorangegangene Tätigkeit keine körperlich anstrengende Tätigkeit war, sondern eine sitzende Tätigkeit mit hohem feinmotorischem Anteil gleicher Bewegungsabläufe.

Aktive Arbeitspausen mit Bewegungsaktivitäten haben folgende Funktionen:

- Kompensationsfunktion

Ausgleich des Bewegungsmangels und der einseitigen Körperhaltung

- Ablenkfunktion
wirkt sich insbesondere bei anspruchsvolleren geistigen Arbeiten positiv aus
- Stressabbau
Reduktion des Spannungszustandes
- Vorbeugung von Schädigungen des Bewegungs- und Stützapparates

Intensive muskuläre Aktivität kann die Vigilanzleistung bis zu 30 Minuten steigern (Horne & Foster 1995). Leichte bis moderate Aktivität hingegen nur bis zu 15 Minuten. Zu lange intensive Bewegung führt allerdings zu Erschöpfung (LeDuc et al. 2000).

Schlaf und Bewegung beeinflussen sich gegenseitig (Chennaoui et al., 2015). So kann regelmäßige Bewegung (z.B. leichtes Aerobic) helfen, schichtbedingte Schlafstörungen zu reduzieren.

Schläfrigkeitsreduzierende Wirkung von Licht

Im Zusammenhang mit der Wirkung von Licht auf den Menschen, spielt Melatonin eine wichtige Rolle. Melatonin senkt die Aktivität des Körpers, es bremst und macht müde. Aufgrund der Nervenverbindung zwischen dem Sehnerv und der Zirbeldrüse wird die Melatoninproduktion in Abhängigkeit von den Helligkeitsänderungen in der Umwelt reguliert. Die Lichtmenge, die in die Pupille eindringt und sich auf der Netzhaut bündelt, ist ausschlaggebend für die Herstellung von Melatonin. Licht hat eine unterdrückende Wirkung auf die Melatoninproduktion, wodurch der Melatoninspiegel durch die Dauer des Tageslichts beeinflusst wird. Nachts ist der Melatoninspiegel ungefähr zehnmal höher als tagsüber. Die gesamte Melatoninproduktion nimmt mit zunehmendem Alter ab. Die nächtliche Ausschüttung von Melatonin wird unterdrückt und damit der Schlafdruck, wenn die Beschäftigten während der Nachtarbeit Licht ausgesetzt sind. Dies kann allerdings Schlafprobleme nach sich ziehen.

Bereits schon das morgendliche Aufstehen kann durch helles Licht (im Schlafzimmer, beim Frühstück) unterstützt werden. Insbesondere Abendtypen können dadurch profitieren und das morgendliche Tief besser überwinden.

Adäquate Beleuchtung am Arbeitsplatz führt zu einer Steigerung der Produktivität, reduziert die Fehlerhäufigkeit, verringert das Risiko von Arbeitsunfällen und Gesundheitsproblemen und erhöht die Konzentration und Genauigkeit bei der Arbeit.

Je nach Beleuchtungsstärke, Wellenlänge, Expositionsdauer oder Tageszeit (Thessing et al. 1994) variieren die schläfrigkeitsreduzierenden Effekte von Licht. Auch wenn bereits Raumlicht während der frühen Nacht (90 - 180 Lux; Phipps-Nelson et al. 2003) und kurze Expositionszeiten von 30 Minuten (Kaida et al. 2006) Effekte auf die Schläfrigkeit haben, wirkt insbesondere helles und kurzwelliges blaues Licht in der Nacht, aber auch tagsüber u. a. vermittelt über Melatoninsuppression schläfrigkeitsreduzierend (z. B. 1.000 Lux; Phipps-Nelson et al. 2003; Popp 2005).

Die Europäische Norm - ÖNORM EN 12464-1 – legt die Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen fest. Der Lichtbedarf richtet sich nach der Tätigkeit. Bei Bildschirmarbeit ist eine Beleuchtungsstärke von mindestens 500 Lux vorgeschrieben.

In der Arbeitsstättenverordnung (AStV) finden sich weitere Vorgaben. Demnach sind Arbeitsräume mit einer möglichst gleichmäßigen und möglichst farbneutralen künstlichen Beleuchtung auszustatten. Die Beleuchtungsstärke muss im ganzen Raum, gemessen 0,85 m über dem Boden, mindestens 100 Lux betragen [§ 29. (1)].

Durch helles Licht – insbesondere mit hohen Blauanteilen – kann die Leistungsfähigkeit jedenfalls während der Arbeitszeit deutlich erhöht werden. Das helle Licht am Arbeitsplatz sollte dabei möglichst über 1.000 Lux aufweisen. In wenigen Fällen trifft das jedoch zu.

Manchmal wird eine helle Ausleuchtung des Arbeitsplatzes als steril empfunden. In diesem Zusammenhang sind Kontraste von Bedeutung. Ist der Gang zum Arbeitsplatz z.B. nur schwach ausgeleuchtet, verstärkt sich dieser Eindruck. Daher ist es zielführend, nicht nur den unmittelbaren Arbeitsplatz, sondern alle anderen frequentierten Räumlichkeiten hell auszuleuchten.

Zusammenfassung schläfrigkeitsreduzierender Maßnahmen am Arbeitsplatz

Die Auswahl einer oder mehrerer schläfrigkeitsreduzierender Gegenmaßnahmen sollte unter Berücksichtigung der Ausgangssituation und des situativen Kontexts geschehen. Was ist der Grund für die aktuell vorliegende Schläfrigkeit bzw. Müdigkeit? Ist es Schlafdeprivation oder eine Reaktion auf deutlich erhöhten Arbeitsanfall? Welchen Effekt hat die Gegenmaßnahme bei einer bestimmten Ausgangssituation? Wie lange dauert der Effekt der gewählten Gegenmaßnahme an? Ist in Kürze mit erhöhtem Arbeitsanfall oder hohen Anforderungen an Aufmerksamkeit und Reaktionsvermögen zu rechnen?

Als besonders wirkungsvoll erweist sich eine Kombination von zunächst deaktivierenden, den Schlafdruck abbauenden Maßnahmen mit einer anschließenden Anwendung stimulierender Maßnahmen: z.B. Napping und Koffein. Besonders wirksam erweist sich auch die Kombination helles Licht über 1.000 Lux und Koffein.

Individuelle und betriebliche Interessen können bei der Auswahl von Gegenmaßnahmen divergieren und nicht selten stehen Vorurteile bzw. Voreingenommenheit im Weg. Es gilt jedenfalls nicht nur die individuellen, verhaltensorientierten Ansätze zu berücksichtigen, sondern auch die betrieblichen Strategien, die die Umsetzung der Gegenmaßnahmen unterstützen bzw. bereits im Vorfeld die Entstehung von Schläfrigkeit/Müdigkeit möglichst zu reduzieren. In diesem Zusammenhang ist die Bedeutung von sinnvollen Pausenregelungen zu unterstreichen.

Im vorliegenden Projekt wird der Grad der aktuellen Müdigkeit erhoben und unter Berücksichtigung der Ausgangssituation sowie des zu erwartenden Workflows werden entsprechende Gegenmaßnahmen empfohlen.

Eine Information zum aktuellen Wachheitsgrad kann langfristig zu einem bewussten und verantwortlichen Umgang mit Schlaf und Leistungsfähigkeit führen.

3 AP 2 - SYSTEMANALYSE

Management Summary

Ziele

Ziel des AP2 ist es, unter anderem, Betriebsführungszentralen der Eisenbahn hinsichtlich der operativen Tätigkeiten und der Prozessabläufe sowie der (arbeitsplatz-)technischen Ausstattung umfangreich zu analysieren und vorhandene Optimierungspotenziale aufzuarbeiten. Weiteres Ziel ist es Benchmark zu betreiben, um Zentralen mit ähnlichen Anforderungen, deren Probleme und deren damit verbundene Lösungsansätze zu erfahren und um bereits bestehende Technologien zur Überwachung von Aufmerksamkeit zu identifizieren.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die mit Asfinag, Austro Control und den Wiener Linien durchgeführten ca. einstündigen Interviews zeigten, dass bei Überwachungstätigkeiten 12-Stunden-Schichten überwiegen, zudem fällt Mehrarbeit an. In zwei von drei Fällen gibt es keine definierten Schichtfolgen. Teilzeitstellen oder reine Permanentschichten (z.B. keine Nachtschichten) sind in der Regel nicht vorgesehen. Nur in einem Fall wird versucht, persönlichen Präferenzen entgegenzukommen (z.B. keine Frühschicht, keine Nachtschicht). Mehrarbeit wird meist finanziell ausgeglichen und nicht durch Freizeit. Schichtdiensttoleranz und Chronotyp werden nicht erhoben. Schulungen in direktem Zusammenhang mit Schichtarbeit und Pausengestaltung werden nicht angeboten, jedoch zum Teil indirekt abgedeckt. Die Pausengestaltung (Dauer, Häufigkeit) wird außer bei Austro Control den MitarbeiterInnen weitgehend selbst überlassen. Spezielle Maßnahmen um den Grad der Wachheit bzw. Aufmerksamkeit zu messen wurden nicht ausgeführt. In zwei Fällen wurden Maßnahmen im Hinblick auf die Lichtgestaltung unternommen.

In der Recherche-Phase für PVT-Test-Tools wurden bestehende Anwendungen (Software oder Web-Anwendungen), die den Psychomotor Vigilance Test (Psychomotorischer Vigilanztest) implementiert haben, auf deren Einsatz und Eignung im sicherheitskritischen Arbeitsumfeld analysiert. Vorhandene Tools, die bereits vollständig umgesetzt sind und auch eine sehr geringe systembedingte Latenz haben, besitzen aber meist eingeschränkte Funktionalität zum Erstellen und Verwalten einer Studie sowie weiterer Einstellungsmöglichkeiten. Die Recherche hat ergeben, dass die vorhandenen Tools aus folgenden Gründen schwer am Arbeitsplatz in einer Betriebsführungszentrale einzusetzen sind:

- Blockade anderer Bildschirme während der Testung (beim Tool „PC-PVT“)
- Installation der Software am Arbeitsplatz erforderlich, was nicht ohne weiteres möglich ist.
- Kein zentralisiertes Erstellen und Verwalten einer Studie möglich.

Das Projektteam ist daher zum Schluss gekommen, eine auf die vorhandenen Anforderungen zugeschnittene Anwendung selbst umzusetzen. Die Entscheidung ist auf eine Web-Anwendung gefallen, da die Verteilung auf den Arbeitsplätzen sehr einfach möglich ist und es keiner Installation bedarf.

Im Rahmen der Recherche zu vorhandener Literatur und Projekten im Bereich der Aufmerksamkeitsüberwachung wurden einerseits verschiedene Methoden analysiert, andererseits gezielt in verschiedenen Branchen recherchiert. Der Schwerpunkt lag dabei auf Eyetracking, Druckmessung, Messung vegetativer Funktionen (HR, HRV, EDA, Temperatur, Atemfrequenz); EEG; EOG, Fahrerassistenzsysteme, Systeme zur Überwachung von Piloten sowie Anwendungen in der Industrie. Dabei wurde sowohl der Stand der Technik, also Systeme die schon im Einsatz sind, als auch der Stand der Forschung betrachtet, also Systeme die noch im Entwicklungsstadium sind.

Das Ergebnis lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Aufmerksamkeitsüberwachung wird in anderen Branchen schon eingesetzt/erprobt
- Meist sind Multisensuelle Systeme (Video + Biosensor, o.ä.) im Einsatz
- Bei einer Umsetzung in einer BFZ wären dabei folgende Punkte zu klären:
 - Technische Details (z.B.: Wo könnte ein Biosensor angebracht werden? ...)
 - Methodische Details: Einfluss der Mimik, Bewegungsablauf beim Arbeiten
 - ...
 - Datenschutz

- Rechtliche Zulässigkeit
- Akzeptanz beim Personal

Zur Erfassung der Ist-Situation in der BFZ Wien wurde eine MitarbeiterInnenbefragung durchgeführt. Der Schwerpunkt der Befragung lag auf dem Thema Aufmerksamkeit, Konzentration bei der Arbeit, usw. Dazu wurde ein Onlinefragebogen erstellt, der mit dem Auftraggeber und den Führungskräften der BFZ Wien abgestimmt wurde. Daraus wurden die folgenden Erkenntnisse gewonnen:

Es wurde angegeben, dass Pausen die Aufmerksamkeit steigern könnten, aber derzeit wenig Pausen möglich sind. Besonders fordernd wird empfunden, dass die erforderliche Konzentrationsleistung während der gesamten Dienstschicht sehr hoch ist. Belastungen kommen vor allem durch das Abhandeln von Störungen bei hohem Verkehrsaufkommen, Baustellen, Umleitungsverkehr, Verspätungscodierung und einem viel zu großen Dispositionsbereich hinzu. Außerdem wurden die Räumlichkeiten (Situation Großraumbüro) und Möglichkeiten der Pausengestaltung als nicht ausreichend bewertet. Die räumliche Umgestaltung des Arbeitsplatzes könnte laut den Befragten aber zu einer Verbesserung der Aufmerksamkeit führen.

Systemanalyse BFZ

Einleitung

Der wirtschaftliche Druck in der heutigen Zeit erfordert eine permanente Leistungs- und Qualitätssteigerung in allen Bereichen, um einen Güter- und Personentransport rund um die Uhr gewährleisten zu können. Um diesen Erfordernissen gerecht zu werden, ist im Eisenbahnwesen der Einsatz modernster Technik mit ständiger Reduzierung des Personals und immer größeren Stellbereichen in Betriebsführungszentralen (BFZ) unabdingbar, wodurch aber auch Neuaufgaben entstehen.

Auf dem ÖBB-Streckennetz mit gesamt 4.865 km (3.488 km elektrifiziert) werden derzeit täglich bis zu 7.000 Züge mit 31 Eisenbahnverkehrsunternehmen von der Infrastruktur AG gesteuert. Mit 290 elektronischen Stellwerken verschiedener Bauarten und einigen

mechanischen Stellwerken werden bis zu 13.580 Weichen und 25.521 Signale täglich von den Fahrdienstleitern gestellt.⁸

Das Management der ÖBB hat sich 2003⁹ entschlossen das gesamte ÖBB-Kernnetz (3.370 km) bis 2032, vor allem aus wirtschaftlichen Gründen, zentralisiert von fünf BFZ-Standorten (siehe Abbildung 2: ÖBB-Betriebsführungszentralen (BFZ) Wien, Linz, Salzburg, Innsbruck und Villach) fernzusteuern. Aufgrund geringerer Technikanforderungen verbleiben Einzelstellwerke im Regionalnetz und Großverschiebebahnhöfe wegen ihrer adäquaten Technik ebenso autark in der Fläche.

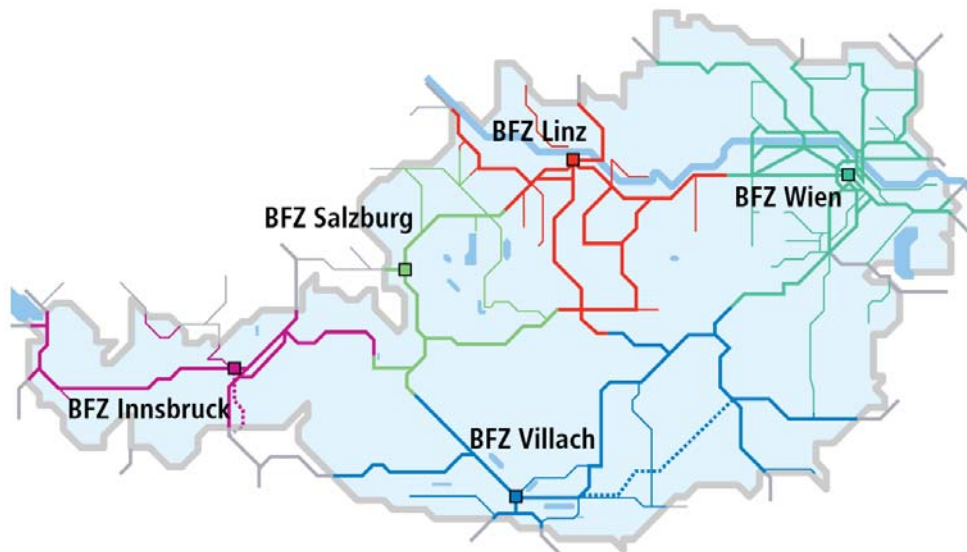


Abbildung 2: ÖBB-Betriebsführungszentralen (BFZ)¹⁰

Eine Betriebsführungszentrale ist u. a. für die Steuerung und Disposition von Zug-, Verschub- und Nebenfahrten verantwortlich. Entscheidungen werden nach zentral und regional abgestimmten Störfall-, Notfall- und Betriebskonzepten getroffen.

Die Koordination aller Betriebsführungszentralen in Österreich wird übergreifend durch die Verkehrsleitzentrale (VLZ)¹¹ übernommen, wo auch alle betrieblich strategischen Entscheidungen getroffen werden.

⁸ Vgl. https://dms.oebb.at/livelink/livelink/fetch/13818316/13818757/15199259/24780711/36612317/OEBB-Infrastruktur_ZDF.pdf?nodeid=36612430&vernum=-2, Ausgabe 2015

⁹ Vgl. Präsentation „Das neue Betriebsführungssystem der ÖBB“ von Sieber Reinhard Folie 4/ 5, 21.09.2010

¹⁰ Vgl.

http://portal.oebb.at/Infrastruktur/BereicheUndStaebe/014_BS/Programm_BFS/03_Infos_rund_um_BFS/Teaser_Downloads/Karte_zukuenftige_Betriebsfuehrung.pdf, 09.01.2016

¹¹ Adresse Stand 05.12.2010: Wien 1100, Laxenburgerstraße 2

Im Sinne der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Formulierung verzichtet, was jedoch nicht bedeutet, dass Frauen ausgeschlossen sind. Alle Berufsbilder können von beiden Geschlechtern ausgeübt werden.

Begriffserklärung „**Betriebsführungszentrale (BFZ)**“¹²

In einer BFZ wird die operative Ebene der Betriebsabwicklung und die dispositive Ebene der Betriebsführung vereint, um den Zugverkehr möglichst effizient, einheitlich und sicher in einem Infrastrukturbereich abwickeln zu können. Sämtliche Außenelemente, wie z.B. Weichen, Signale, Sperrschuhe, Schrankenanlagen etc. sowie der gesamte Bereich der Kundeninformationsanlagen, wie z.B. Zugzielanzeigen, Lautsprecheranlagen, Wagenstandsanzeiger, etc. werden automatisch programmgesteuert ausgeführt.

Eine hohe Produktivität, Pünktlichkeit, Sicherheit und Qualität des Eisenbahnbetriebs im Netz der ÖBB wird durch folgende Kernkomponenten erreicht:

- Modernisierung aller Anlagen (Bahnhöfe, Haltestellen, AZA, AAE etc.)¹³
- Fernsteuern der Stellwerke
- Automatisieren der Betriebsabläufe
- Modernisierung von Eisenbahnkreuzungen, bzw. den Bau von Unterführungen vorantreiben
- Bahnsteigzugänge für die Reisenden durch Unter- Überführungen fernbedientauglich zu machen
- Unterstützung der BFZ-Mitarbeiter durch intelligente Technik
- Verstärkter Einsatz von Diagnose- und Fernwartungssystemen¹⁴

Räumliche Abgrenzung der BFZ¹⁵

Ein BFZ-Bereich entspricht der ÖBB-Infrastruktur einer Region (Wien, Linz, Salzburg, Innsbruck und Villach) und ist in mehrere Zuglenkbereiche eingeteilt.

¹² Vgl. „Betriebsführungszentralen in Österreich“, Bachelorarbeit Zeitler S. 2 u. 3, 2011

¹³ AZA (Automatische Zugzielanzeige), AAE (Automatische Ansage Einrichtung)

¹⁴ Vgl. http://portal.oebb.at/Infrastruktur/BereicheUndStaebe/017_Programmleitung_BFS/Infos_rund_um_BFS/indexy.jsp, 04.09.2010 (ÖBB Intranet)

¹⁵ Vgl. DA 11 Handbuch Betriebsführung Version 2a, 2015, S. 7 ff

Ein Zuglenkbereich wiederum ist ein nicht variabler geografisch zusammenhängender Streckenbereich in einer BFZ. Dieser hat einen oder mehrere Stellbereiche (je nach Größe) und einen oder mehrere örtliche Fahrdienstleiter zugeordnet.

Ein Stellbereich ist nach operativen Erfordernissen der Betriebsführung gewählter Strecken- bzw. Verantwortungsbereich innerhalb eines Zuglenkbereichs. Dieser kann im Bedarfsfall in Abhängigkeit der betrieblichen Situation variabel zwischen Stellbereichsfahrdienstleitern und Zuglenker verändert werden.

In Abbildung 3: Zuglenkbereich in einer BFZ ist exemplarisch ein Zuglenkbereich mit den Stellbereichen einer BFZ dargestellt. Je Zuglenkbereich gibt es immer einen Fahrdienstleiter

(FDL)-Zuglenker und einen FDL-Produktionsvorbereiter, die untereinander nach sechs Stunden die Arbeitsplätze tauschen. Dem FDL-Zuglenker ist/sind je nach Größe des Lenkbereiches ein oder mehrere FDL-Stellbereiche unterstellt, welche den Verschub und die Besonderheiten in einzelnen Betriebsstellen organisieren. Weiters wird ein Zuglenkbereich von einem FDL-Kundeninformation unterstützt, welcher aber mehreren Zuglenkbereichen in einer BFZ zugeteilt sein kann.

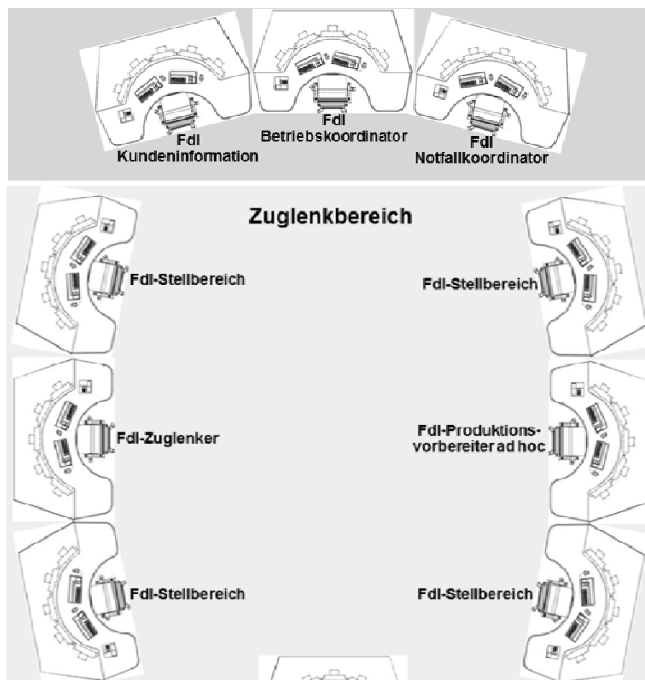


Abbildung 3: Zuglenkbereich in einer BFZ¹⁶

¹⁶ Vgl. Moderne Betriebsführung, ÖBB Infrastruktur AG, 2016 S. 8

Funktionale Abgrenzung der BFZ¹⁷

Eine BFZ gilt im Sinne der Betriebsvorschrift V3 als betriebslenkende Stelle (organisatorische und dispositive Aufgaben) als auch als betriebssteuernde Stelle.

Die Prozessführerschaften in einer BFZ obliegen wie folgt:

- Im Abweichungsmanagement dem Fahrdienstleiter-Zuglenker (FDL-ZL) und dem Fahrdienstleiter-Dispo (FDL-Dispo)
- In der Kundeninformation dem Fahrdienstleiter-Kundeninformation (FDL-KI)
- Im Notfallmanagement dem Fahrdienstleiter-Notfallkoordinator (FDL-NOKO)
- Im Störungsmanagement dem Fahrdienstleiter-Stellbereich (FDL-STB)

Operative Funktionen in einer BFZ¹⁸

In Betriebsführungszentralen gibt es unterschiedliche Dienstposten, um die bestimmten Aufgaben einheitlich, rasch und effizient durchführen zu können. Alle MitarbeiterInnen müssen die Fahrdienstleitersausbildung durchlaufen und erhalten entsprechend ihrer Verwendung Zusatzausbildungen. Frühere Fahrdienstleiter mussten sich vom sogenannten Generalisten (Zugsteuerung, Fahrkartenverkauf, Frachtbriefannahme, Kundeninformation ...) zu Spezialisten in BFZ verändern. Nachfolgend werden die verschiedenen operativen Dienstposten einer BFZ mit ihren Aufgaben vorgestellt.

FDL-BEKO

Der Fahrdienstleiter-BEKO (FDL-BEKO) ist als Schichtleiter die oberste betriebliche und operative Funktion in seinem BFZ-Bereich und ist Schnittstelle zu anderen BFZ sowie zur Verkehrsleitzentrale (VLZ). Dieser Mitarbeiter (MA) organisiert die bedarfsgerechte Arbeitsverteilung und regelt die optimale Ressourcenaufteilung. Weiters ist er für die diskriminierungsfreie und regelwerkskonforme Verkehrsleitung verantwortlich. Weitere Aufgaben: Ad hoc Trassenmanagement, Inkraftsetzung von Betriebsstörkonzepten und Notfahrprogrammen, Priorisierung von Störungsbehebungen, Erstellung von Betrieblichen Schnellinstandsetzungen, Schienenersatzverkehr ...

FDL-NOKO

Der Fahrdienstleiter Notfallkoordinator organisiert alle Agenden des Notfallmanagements in einer BFZ und ist die Kontaktperson für externe Stellen.

¹⁷ Vgl. DA 11 Handbuch Betriebsführung Version 2a, 2015, S. 11

¹⁸ Vgl. DA 11 Handbuch Betriebsführung Version 2a, 2015, S. 12 ff

Weitere Aufgaben: Alarmierung interner und externer Hilfs-, Einsatz- und Untersuchungskräfte, Dokumentation aller Vorfälle im System Rail Emergency Management (REM), ÖBB-Einsatzleiter bis zum Eintreffen eines Ersatzes vor Ort bei größeren Ereignissen ...

FDL-KI

Der Fahrdienstleiter Kundeninformation koordiniert die gesamte Kundeninformation im zugewiesenen Bereich. Weitere Aufgaben: Aufbereitung der tagesaktuellen Daten, ad hoc Information der Kunden im Abweichungsfall, Dokumentation der Kundeninformation im System REM.

FDL-PvA

Der Fahrdienstleiter Produktionsvorbereiter Ad-hoc ist für die lückenlose Eingabe aller Zugdaten des laufenden Tages bis 8 Stunden im Voraus zur Abwicklung von Zug- und SKL-Fahrten¹⁹ zuständig. Weitere Aufgaben: Bedienung der betrieblichen Systeme ARAMIS und LDZ+20 etc., Qualifizierung der Zuglenkung, Information des FDL-KI über nicht automatisierte Änderungen der Kundeninformation ...

FDL-ZL

Der Fahrdienstleiter-Zuglenker ist im gesamten Zuglenkbereich für die diskriminierungsfreie Zuglenkung und die Arbeitsverteilung verantwortlich. Weitere Aufgaben: Dispositive Entscheidungen, Erstellung des Lagebildes im Abweichungsfall, Aufgabenverteilung, vollständige Dokumentation gemäß Abweichungsmanagement, ...

FDL-Dispo

Der Fahrdienstleiter-Disponent leitet dispositiv den Zugverkehr im BFZ-Dispobereich analog FDL-ZL ohne aktiver Zuglenkung (dispositive Vorgaben an die Fahrdienstleiter in der Fläche).

FDL-Stellbereich

Der Fahrdienstleiter-Stellbereich ist der Bediener der Stellwerksanlagen im zugewiesenen Steuerbereich für Handlungen, die nicht im Automatikbetrieb abgewickelt werden. Weitere Aufgaben: Identifikation von Unregelmäßigkeiten, Gleisumwidmungen, Verständigungen der Züge (Befehle gemäß V3), Abwickeln von Vershub- und Zugfahrten, Verspätungskodierungen ...

¹⁹ SKI-Fahrten sind laut V3 Nebenfahrten, die - innerhalb einer Befehlsstrecke - auch über mehrere Bahnhöfe durchgeführt werden.

²⁰ Leistungsdaten Zug

Grundsätzlich wird derzeit nur zwischen FDL-ZL und FDL-PvA nach sechs Stunden gewechselt. In einzelnen BFZ können individuell auf einigen Dienstposten jedoch entsprechende Sonderlösungen angewendet werden.

Bedienarbeitsplatz Betriebsführungszentrale

Bedienarbeitsplätze in Betriebsführungszentralen wurden nach einem neuartigen Konzept in Form eines Bedientisches entworfen, welcher den wichtigsten Attributen des Arbeitnehmerschutzes im Sinne eines Bildschirmarbeitsplatzes entspricht und in der Lage ist, bis zu zehn Monitore zu bedienen.

Die Arbeitsplätze sind stufenlos elektrisch höhenverstellbar sowie ergonomisch für den blendfreien Einsatz der zehn Monitore mit integrierter Tischbeleuchtung ausgeführt und verfügen jeweils über ein eigenes, unabhängiges Stromversorgungskonzept.

"Am und im Tisch befinden sich nur mehr Bedienelemente (Maus, Tastatur) sowie die Betriebsfernsprecheinrichtung."²¹

Die Seitenwände wurden in Wabenkonstruktion ausgeführt, um negativen Effekten wie Lärm und Staub entgegenzuwirken.²²



Abbildung 3: Höhenverstellbarer Bedienplatz der BFZ Salzburg mit zehn Monitoren zur Betriebsabwicklung²³

²¹ebenda, S.49.

²²Vgl.Signal+Dracht(108) 1+2/2016, S.45.

²³Quelle:<http://www.bahnindustrie.at/b16m243/pressefotos>

Prozess- und Systemlandschaft in der ÖBB-Betriebsführung²⁴

Um eine einheitliche, sichere, effiziente und zuverlässige Abwicklung des Schienenverkehrs und der Kundeninformation zu gewährleisten, kommen entsprechende Arbeitsprozesse, Zuständigkeiten und damit verknüpfte Techniktools zur Anwendung. Die wesentlichen werden nachfolgend angeführt.

Verkehrsleitung Abweichungsmanagement

Die Verkehrsleitung und das Abweichungsmanagement werden mit dem System ARAMIS Modul D (Disposition durch Verziehen der Zug-Linien am Zeit- Weg- Liniendiagramm) und Modul P (Planung) durchgeführt.

Verkehrssteuerung

Zur Verkehrssteuerung werden der integrierte Automatikbetrieb in ARAMIS Modul C (Control) und Modul O (Order – Systemunterstützte Zugbefehle), die Einheitliche Bedienoberfläche (EBO), Elektronische Stellwerke (ESTW) und Zugsicherungssysteme (PZP, LZB und ETCS) verwendet.

Verschubabwicklung

Mit der elektronischen Vershubstraßenanforderung (EVA) können Vershubstraßen vorprogrammiert und automatisiert abgefahren werden.

Kommunikation

Für die Kommunikation werden digitale Betriebsfernsprechanlagen und der GSMR Zugfunk als Verbindung zum Triebfahrzeugführer verwendet.

Kundeninformation

In der Kundeninformation wird zusätzlich zu herkömmlichen Lautsprecheranlagen und Informationsmonitoren (u. a. AZA25) das Automatische-Reisenden-Informationssystem (AURIS – Text to Speech) eingesetzt.

Arbeiten im Gleisbereich

Zur Unterstützung der Arbeiter im Gleisbereich werden das Automatische Warnsystem (AWS) verwendet, wobei eine Freistellung der Signale erst nach entsprechender Warnung erfolgt.

Zugbeobachtung

Da durch die Zentralisierung der Zugsteuerung die Fahrdienstleiter in der Fläche weniger werden, wird die wichtige Zugbeobachtung von Zuglaufcheckpoints (ZLCP) übernommen. Dabei werden elektronisch Entgleisungen, Heißläufer, verbremste Achsen, ausgefahrene

²⁴ Vgl. Moderne Betriebsführung, ÖBB Infrastruktur AG, 2016 S. 10

²⁵ Automatische Zugzielanzeige

Antennen, Achslastüberschreitungen, etc. erkannt und automatisch an den Fahrdienstleiter und an den Triebfahrzeugführer via SMS gemeldet.

Notfallmanagementsystem

Zur Abwicklung, Verständigung, Information und Dokumentation von Notfällen wird das System Rail-Emergency-Managementsystem wie eine elektronische Checkliste verwendet. Im Anlassfall ist dieses System auch gerichtstauglich.

Störungsmanagement

Mit dem Stör- und Arbeits-Meldesystem (SAM) werden zur Störungsbehebung (Gleis-Stellwerksschäden, Oberleitungsprobleme, etc.) die jeweiligen Mitarbeiter nachweislich verständigt. Alle Arbeitsschritte werden dokumentiert und sind im Ereignisfall nachvollziehbar.

Pausengestaltung

Die vorgeschriebenen Pausen sind in allen ÖBB-Betriebsführungszentralen, ausgenommen in Linz, zeitlich ähnlich geregelt.

Nachfolgend sind 2 Beispiele der Pausenregelung in der Wiener Betriebsführungszentrale angeführt (Stand 09.01.2016):

Stellbereichsfahrdienstleiter West 1 und Stellbereichsfahrdienstleiter Süd 1 haben je 2 bezahlte Pausen mit 10 Minuten (12:40 – 12:50 u. 14:40 – 14:50) und eine unbezahlte Pause mit 10 Minuten (08:40 – 08:50) in zwölf Stunden. STB-FDL West 2 und STB-FDL 2 haben die gleichen Pausen nur zeitlich um 10 Minuten versetzt. In der Nacht sind je drei Pausen mit je 10 Minuten zu unterschiedlichen Zeiten eingeteilt. Andere Dienstposten, wie FDL-BEKO, FDL-NOKO, FDL-PVA, FDL-ZL ... sind zeitlich versetzt gleich organisiert. Diese Arten der bezahlten Pausenregelungen sind in den Betriebsführungszentralen Villach, Innsbruck und Salzburg ähnlich geregelt.

Nur in der Betriebsführungszentrale Linz sind auf manchen Dienstposten unbezahlte Pausen von 30 Minuten untertags eingeteilt. Z.B.: STB-FDL-Neumarkt-K. 1 und STB-FDL -Pöchlarn 1 von 11:00 bis 11:30 und STB-FDL -Neumarkt-K. 2 und STB-FDL -Pöchlarn 2 von 11:30 bis 12:00. Sonderregelungen gibt es am Wochenende, wo keine FDL-Verstärker eingeteilt sind. In der Nacht sind die Pausen bezahlt und entweder mit zweimal 15 Minuten oder mit einmal 30 Minuten eingeteilt.

In vielen Fällen – ausgenommen die unbezahlten Pausen in der BFZ-Linz - wissen die MitarbeiterInnen oft nicht, wann die Pausen auf welchem Dienstposten offiziell sind und regeln diese entsprechend dem Arbeitsaufkommen flexibel. Sehr oft wird das Essen während der Arbeit am Arbeitsplatz direkt eingenommen.

Tagesganglinien

Nachfolgend werden die Tagesganglinien in St. Pölten, Leobersdorf, Wien Mitte und in Gramatneusiedl angeführt, um Aufschluss über die grundsätzliche Belastung des jeweiligen Dienstpostens in 24 Stunden zu geben. Zu beachten ist dabei jedoch, dass ein Stellbereichsfahrdienstleiter oft mehrere Betriebsstellen und Bahnhöfe, je nach Größe, Zuganzahl, Aufwand und Tageszeit, fernsteuert.

Weiters ist zu bedenken, dass ein Mischverkehr zusätzlichen Aufwands in der Zugsteuerung bedarf als ein weitgehend homogener Bereich (z.B. Wien Mitte – Wiener Schnellbahn).

Tagesganglinien geben Auskunft über die Art und Anzahl der Züge, welche in einer Betriebsstelle in der jeweiligen Stunde laut Fahrplan verkehren. Zugrunde gelegt wurde die Fahrplanperiode 2015/2016 (Stand: Jänner 2016) der ÖBB Infrastruktur. Personenfernverkehrszüge werden in rot, Personennahverkehrszüge in braun, Güterzüge in blau und Dienstzüge (Lokzüge – Leersonen-züge) in grün dargestellt. Nicht berücksichtigt sind Bedarfszüge die ad hoc in Verkehr gesetzt werden.

St.Pölten:

Tagesganglinien																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Summe
PFV	1					1	6	9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	7	7	6	7	7	5	121
PNV	1				6	8	11	14	8	6	8	11	12	14	12	12	11	13	13	13	8	9	4	2	196
GZ	3	1	4	4	3	1	4	3	6	5	6	5	1	3	1	3	4	3	5	4	5	4	4	9	91
DZ					3		2	1	1	2	1	1				1	2	2	2	2			1		21
Summe:	5	1	4	4	12	10	23	27	22	20	22	24	20	24	20	23	26	25	27	25	20	20	14	11	429

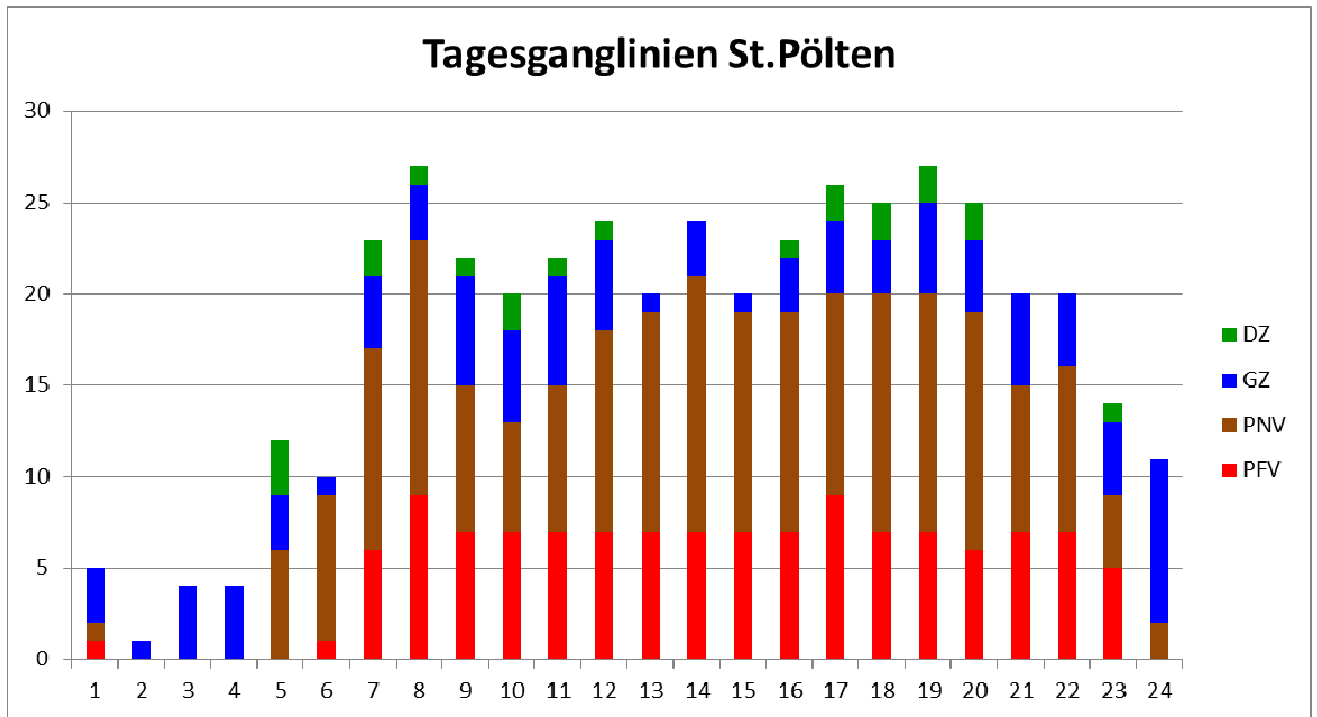


Abbildung 4: Tagesganglinie St. Pölten Hbf, Fahrplan 2015/2016 (x-Achse: 24 Stunden, y-Achse: Summe aller Züge farblich je Zugart pro Tag)

In den Tagesganglinien von St. Pölten ist die ruhige Zeit in den Nachtstunden deutlich erkennbar. Diese Zeiten werden gerne für Vershubtätigkeiten sowie für Bauarbeiten genutzt.

Ersichtlich ist auch die Morgen- und Abendspitze. Die etwas ruhigeren Zeiten vor und nach Mittag werden für Wartungsarbeiten verwendet.

Leobersdorf:

Tagesganglinien																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PFV																								
PNV																								
GZ																								
DZ																								
Summe																								

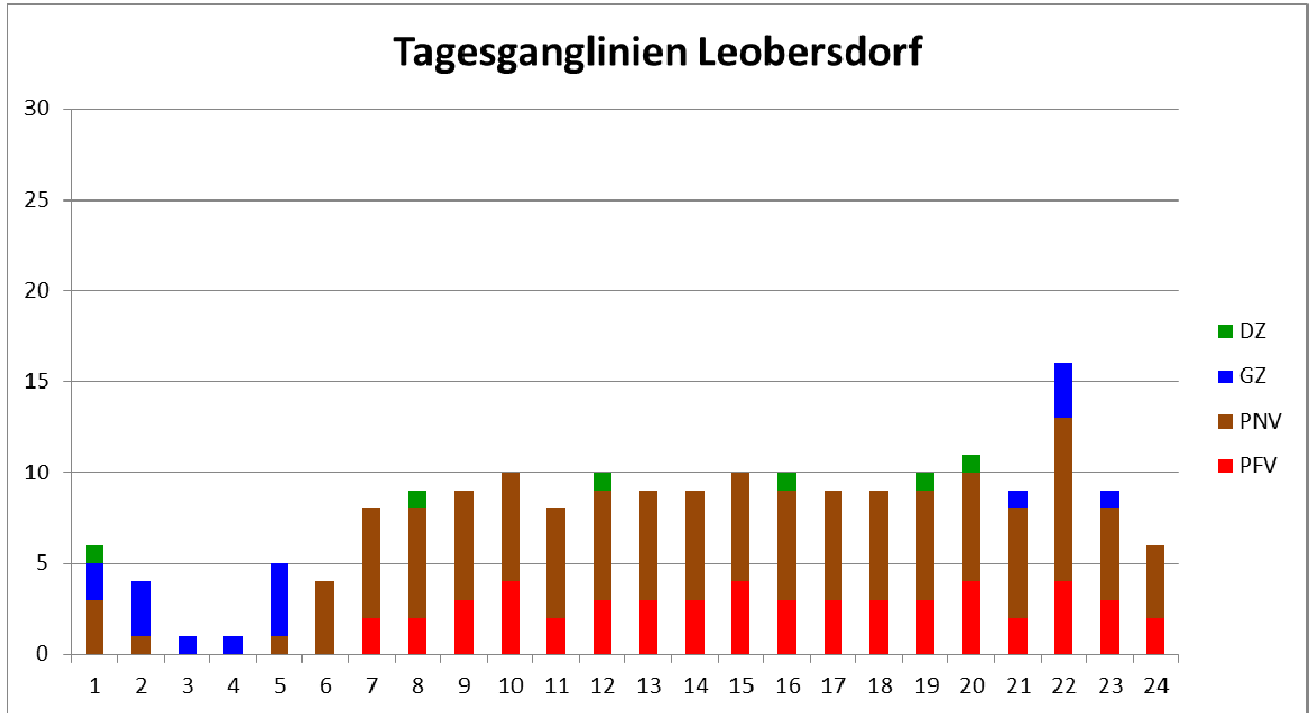


Abbildung 5: Tagesganglinie Leobersdorf, Fahrplan 2015/2016

(x-Achse: 24 Stunden, y-Achse: Summe aller Züge farblich je Zugart pro Tag)

In den Tagesganglinien von Leobersdorf ist die ruhige Zeit in den Nachtstunden deutlich erkennbar. Diese Zeiten werden gerne für Bauarbeiten genutzt.

Untertags ist der Zugverkehr relativ konstant und wenig gemischt.

Wien Mitte:

Tagesganglinien																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Summe
PFV																									0
PNV	13	4			7	18	29	28	30	27	28	28	28	28	28	28	27	28	28	27	27	30	26	22	539
GZ																									0
DZ	2					1																			3
Summe:	15	4	0	0	7	19	29	28	30	27	28	28	28	28	28	28	27	28	28	27	27	30	26	22	542

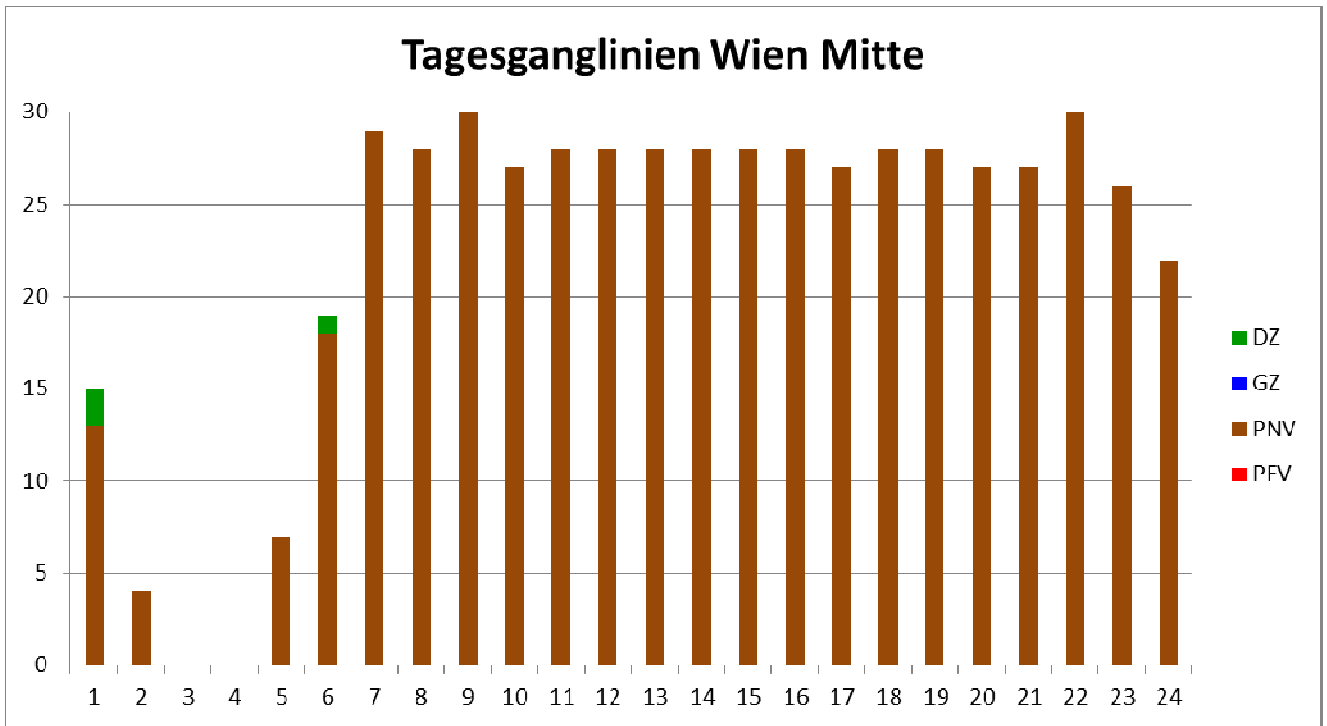


Abbildung 6: Tagesganglinie Wien Mitte, Fahrplan 2015/2016

(x-Achse: 24 Stunden, y-Achse: Summe aller Züge farblich je Zugart pro Tag)

In den Tagesganglinien von Wien Mitte ist die ruhige Zeit in den Nachtstunden deutlich erkennbar. Diese Zeiten werden gerne für Bauarbeiten genutzt, da untertags auf dieser stark befahrenen Strecke nicht gearbeitet werden kann.

Untertags ist der Zugsverkehr homogen und sehr konstant.

Gramatneusiedl:

Tagesganglinien																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Summe
PFV							1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1		1	24
PNV	2	1				3	3	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	4	3	1	2	87
GZ	4	1	3	4	2	3	3	2	4	1	2	2	3	2	2	3	6	2	4	4	4	3	5	4	73
DZ			1	1	1					2	1							1				1			8
Summe:	6	2	4	5	3	6	7	9	11	11	9	9	9	8	9	9	14	9	11	11	10	7	6	7	192

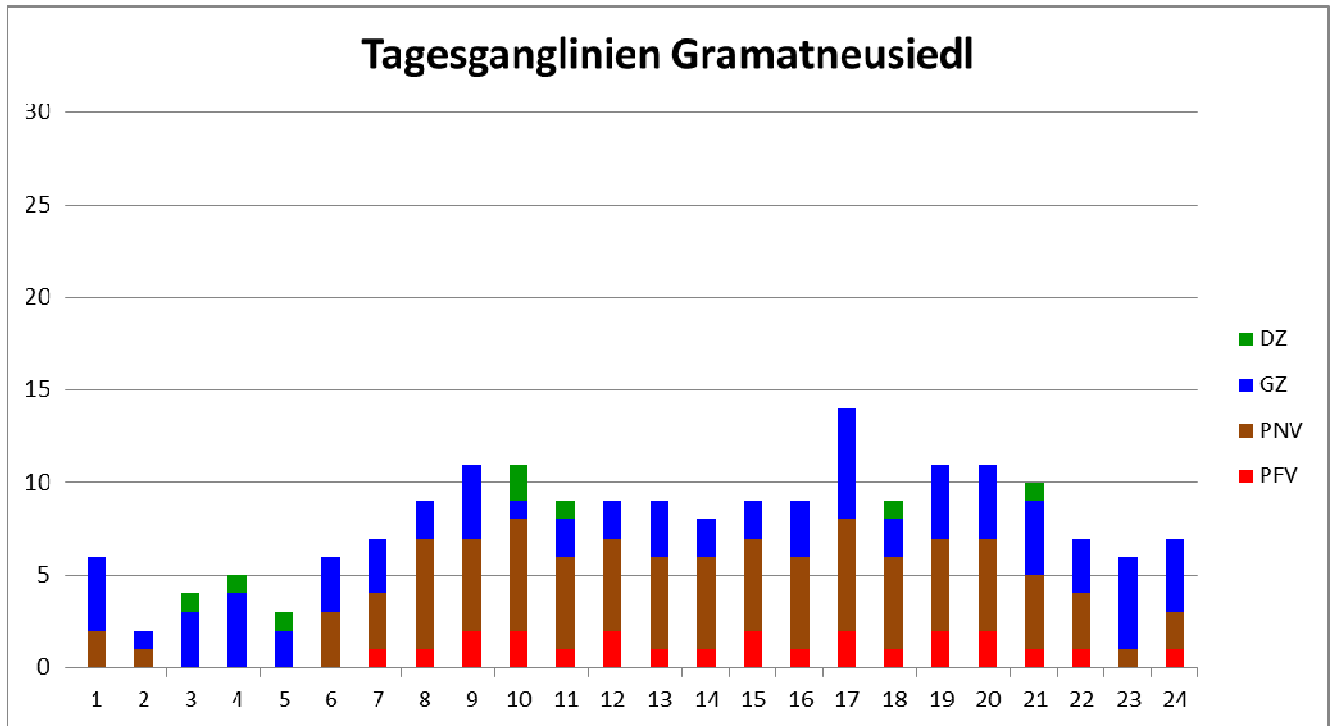


Abbildung 7: Tagesganglinie Gramatneusiedl, Fahrplan 2015/2016

(x-Achse: 24 Stunden, y-Achse: Summe aller Züge farblich je Zugart pro Tag)

In den Tagesganglinien von Gramatneusiedl ist eine Morgen- und Abendspitze erkennbar. Die Nachtstunden werden für Bauarbeiten und den Güterverkehr genützt. Die Ostbahn-Strecke ist der Zu- und Ablauf zum Zentralverschiebebahnhof und deshalb werden speziell im Herbst sehr viele Züge ad hoc geplant, die in dieser Aufstellung nicht berücksichtigt sind.

Rail Emergency Management System (REM)

Das Rail Emergency Management System dokumentiert alle Abweichungen und Ereignisse in der operativen Ebene der ÖBB und unterstützt als elektronische Checkliste die Verständigung der Einsatzkräfte im Ereignisfall.

Aus diesem System wurden nachfolgend die Meldungen mit Auswirkung auf den Fahrdienstleiter aus dem Jahr 2015 je Monat in der jeweiligen Stunde einer Betriebsstelle herausgefiltert. Dabei wurden weder die Intensität noch die Dauer der Auswirkung berücksichtigt, sondern nur der Beginn der Abweichung herangezogen.

Weiters sind diese Vorfälle zeitlich zufällig und geben nur Aufschluss über eine ungefähre durchschnittliche Ereignismenge in einer Betriebsstelle.

Wesentlich dabei ist auch, dass einem Fahrdienstleiter oftmals mehrere Betriebsstellen untergeordnet sind (je nach Wochentag bzw. Tages- u. Nachtzeit), die in dieser Auswertung ebenfalls nicht berücksichtigt wurden.

Nicht zu vernachlässigen ist, dass in REM nur Meldungen mit Auswirkungen über zehn Minuten für Personenzüge und über 30 Minuten für alle anderen Züge aufgezeichnet werden. Geringere Verspätungen werden nur erfasst, wenn organisatorische Mängel aufgezeigt werden sollen.

Nachfolgend werden die REM Auswertungen aus dem Jahr 2015 der Bahnhöfe St. Pölten (Westbahn), Leobersdorf (Südbahn), Wien Mitte (Wiener Schnellbahn) und Gramatneusiedl (Ostbahn) dargestellt.

(x-Achse: 24 Stunden, y-Achse: Summe aller REM-Meldungen farblich je Monat)

St.Pölten:

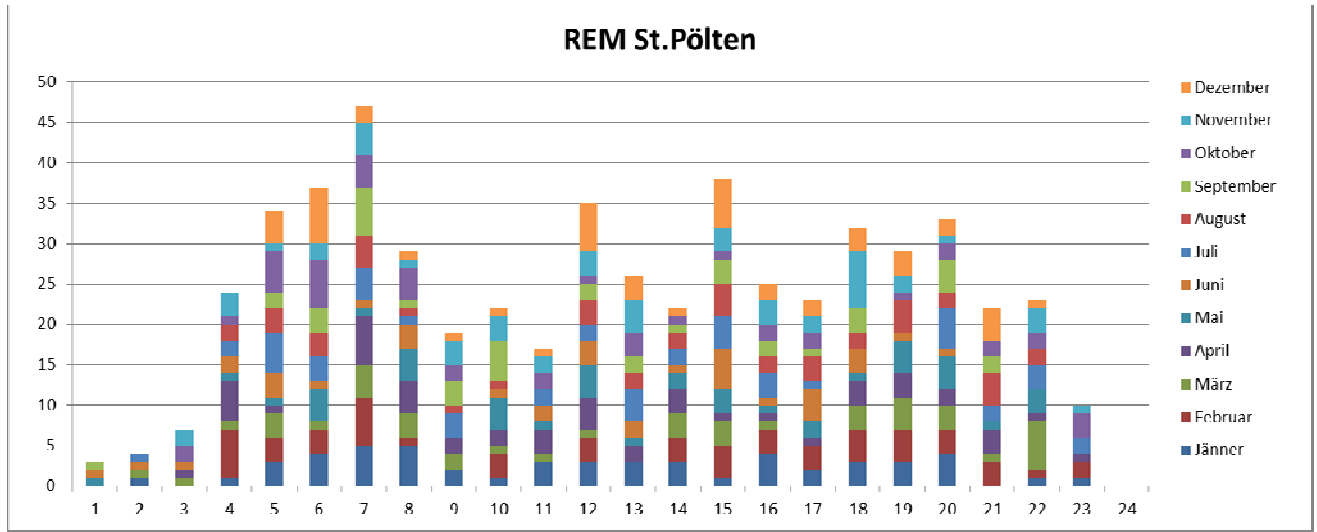


Abbildung 8: REM-Auswertung St.Pölten

Leobersdorf:

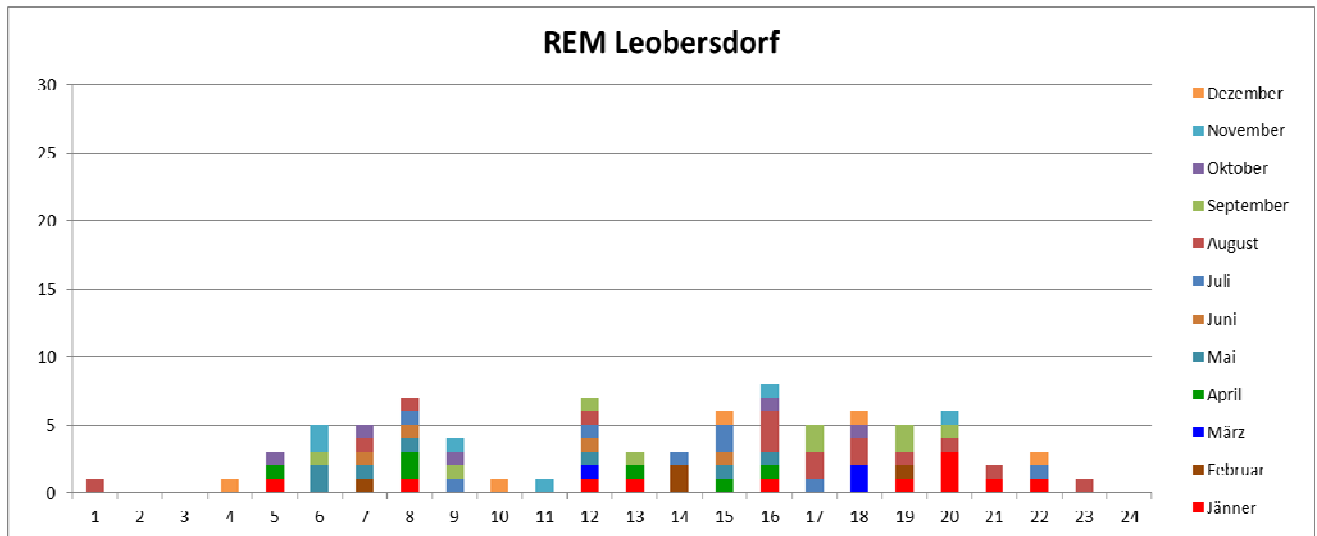


Abbildung 9: REM-Auswertung Leobersdorf

Wien Mitte:

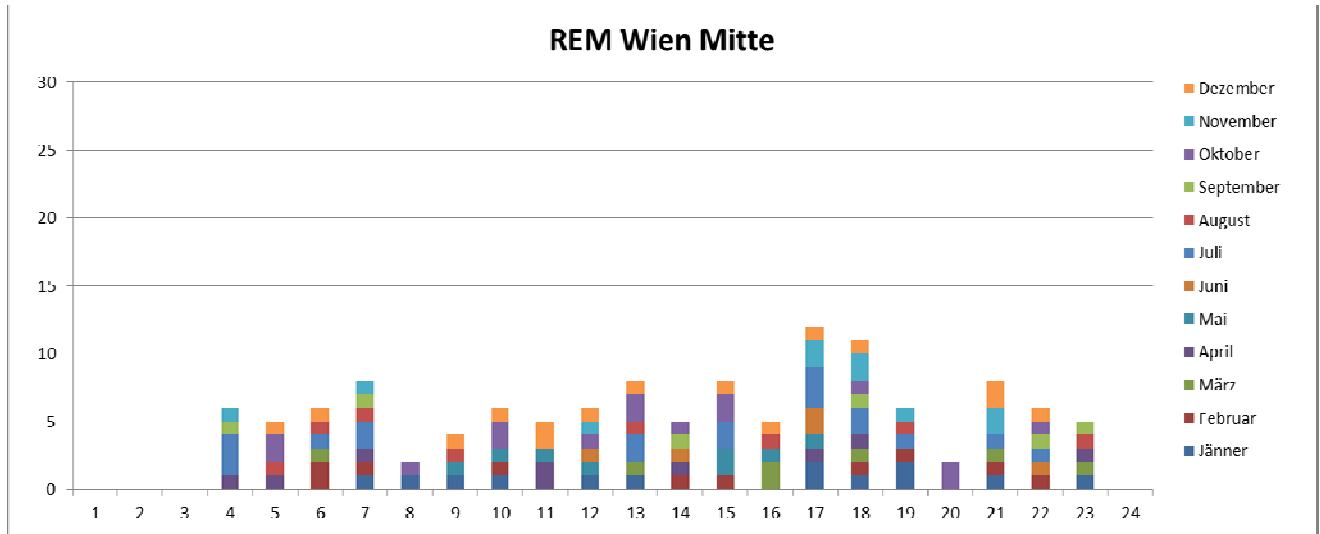


Abbildung 10: REM-Auswertung Wien Mitte

Gramatneusiedl:

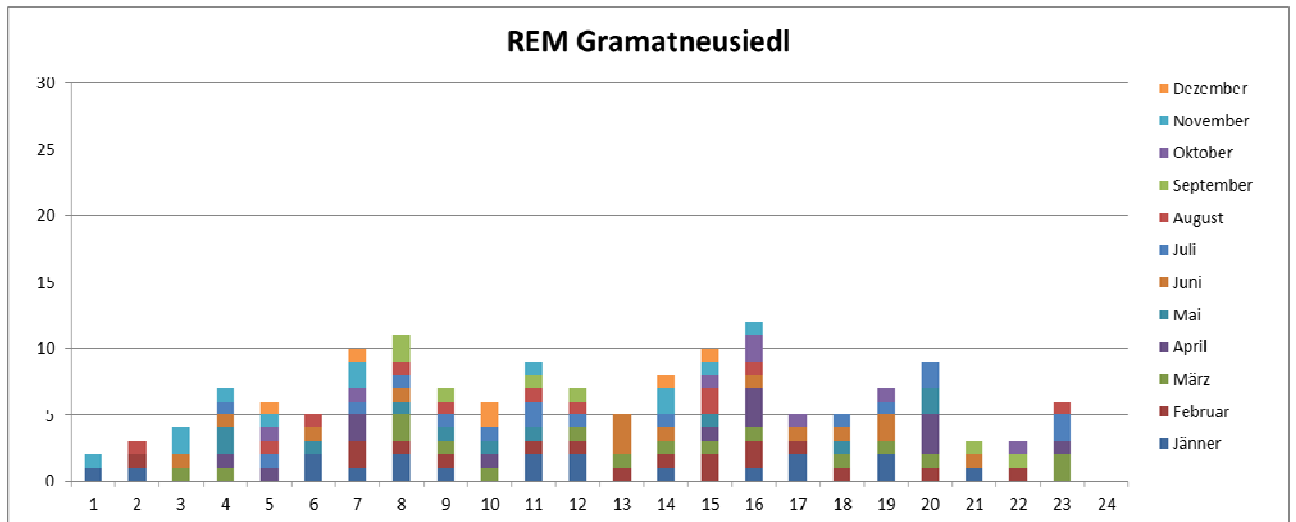


Abbildung 11: REM-Auswertung Gramatneusiedl

Überlagerung von REM mit den Tagesganglinien

Die Überlagerung der REM-Auswertung mit den Tagesganglinien einer Betriebsstelle visualisieren die Spitzen- und Ruhezeiten einer Betriebsstelle.

In den Grafiken der einzelnen Betriebsstellen sind die Summe der Züge lachsfarben und die

REM-Meldungen blau dargestellt.

Tagesganglinie: Anzahl der gesamten Züge in einer Betriebsstelle laut Fahrplan 2016 (Stand Jänner) nach Stunden aufgegliedert.

REM-Meldungen: Durchschnitt aller ÖBB-REM-Meldungen je Stunde aus dem Jahr 2015. Hervorzuheben ist, dass REM-Daten zufällige Ereignisse im Jahr 2015 in den jeweiligen Betriebsstellen waren und keinen exakten Aufschlüsse über die nachfolgenden Jahren geben können. Ereignisse können sich sowohl vermehren als auch verringern und zu anderen Zeiten auftreten. Der Grundsatz, wenn mehr Züge fahren, dann wird auch mehr eintreten, sollte sich jedoch nicht entscheidend ändern.

Nachfolgend werden die Überlagerungen der REM-Auswertungen mit den Tagesganglinien der Bahnhöfe St. Pölten (Westbahn), Leobersdorf (Südbahn), Wien Mitte (Wiener Schnellbahn) und Gramatneusiedl (Ostbahn) dargestellt.

(x-Achse: 24 Stunden, y-Achse: Summe aller Züge/Tag im Fahrplan 2015/2016 und Durchschnitt REM-Meldungen im Jahr 2015 je Stunde)

St.Pölten:

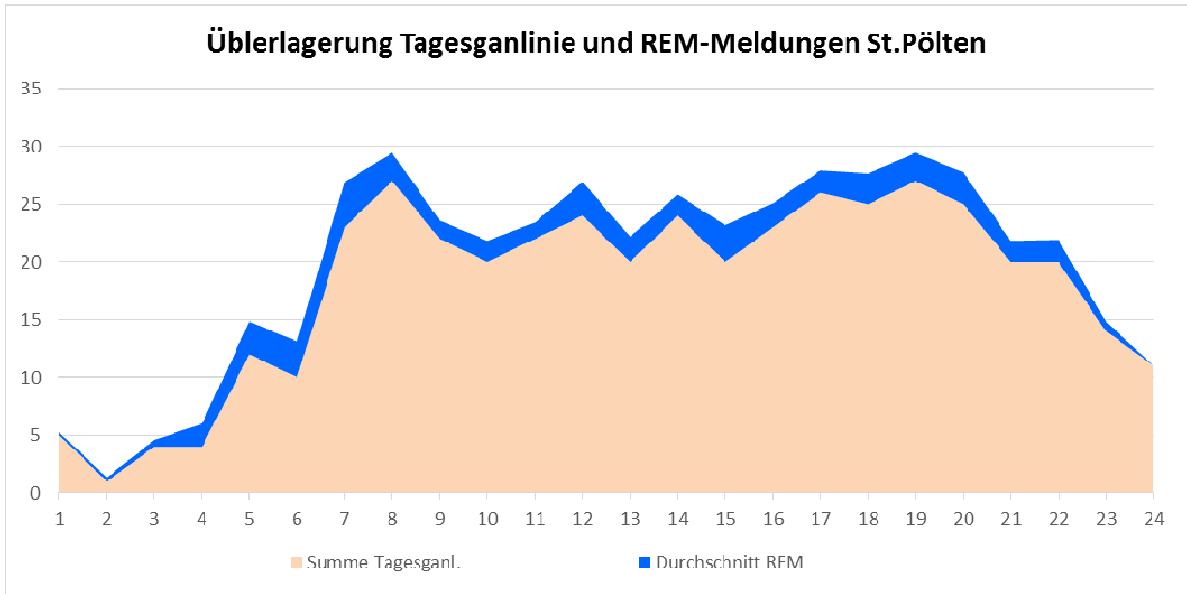


Abbildung 4: Überlagerung Tagesganlinie und REM-Meldungen St. Pölten

Leobersdorf:

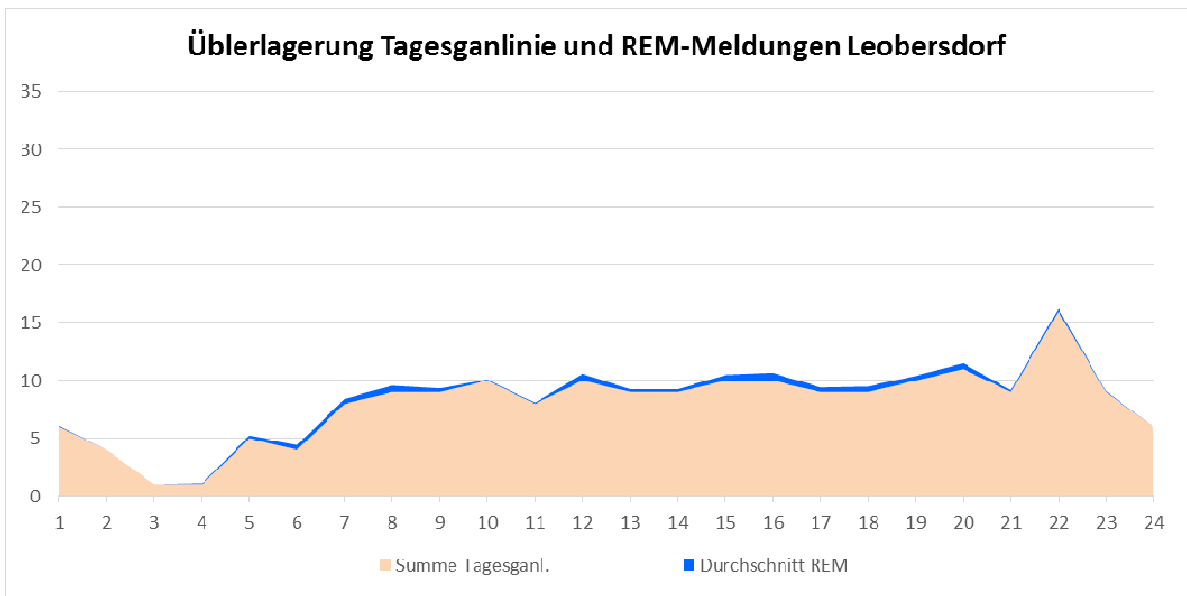


Abbildung 5: Überlagerung Tagesganlinie und REM-Meldungen Leobersdorf

Wien Mitte:

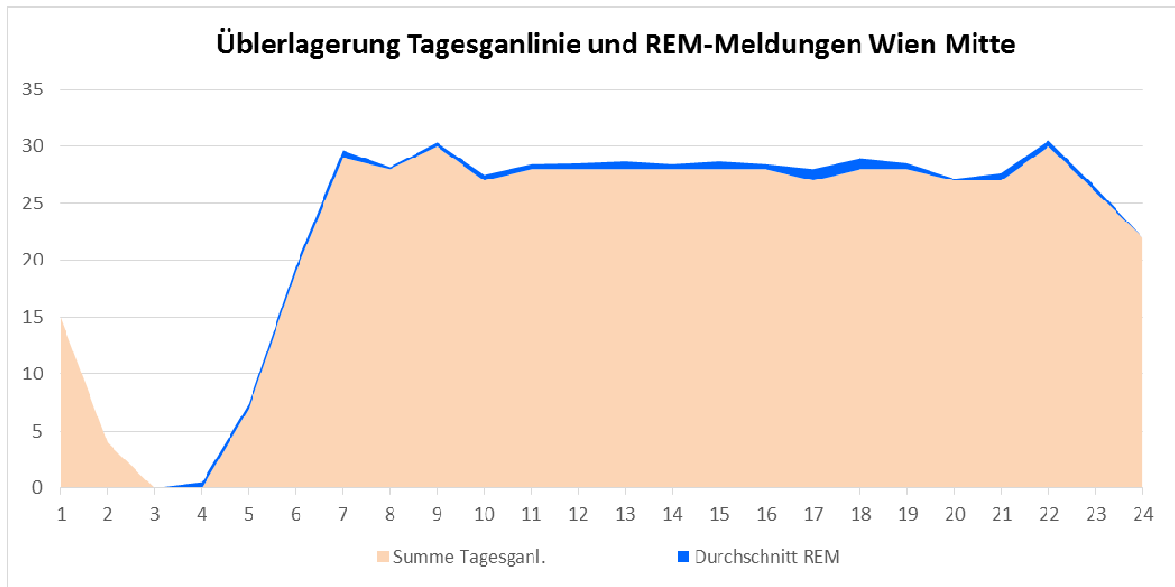


Abbildung 6: Überlagerung Tagesganlinie und REM Meldung Wien Mitte

Gramatneusiedl:

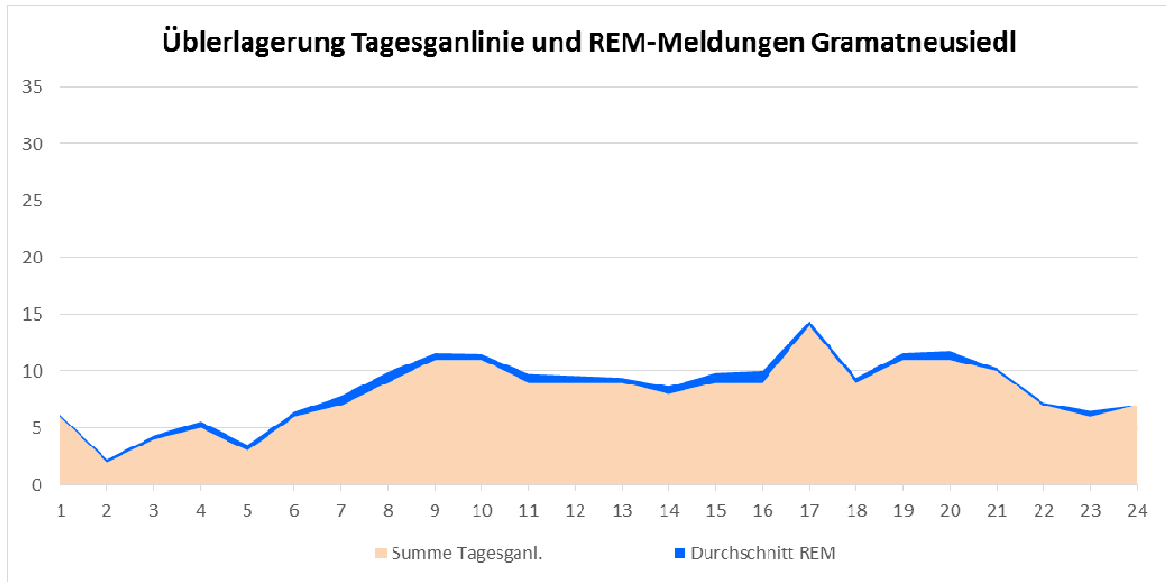


Abbildung 7: Überlagerung Tagesganlinie und REM Meldung Gramatneusiedl

Erkennbar ist bei allen Überlagerungsgrafiken, dass die Anzahl der REM-Meldungen mit der Anzahl der Züge tendenziell zunimmt.

Benchmark von artverwandten Betriebsführungszentralen

Bereits im Vorfeld des Projektstarts wurde der Kontakt zu artverwandten Betriebsführungszentralen hergestellt und in der Folge nach Ermöglichung deren einschlägige Einrichtungen besucht.

Konkret konnten folgende Einrichtungen besucht werden (Unternehmen, Kontaktperson/en, Datum der Besichtigung):

Wiener Linien GmbH & Co KG

V40 Abteilung Betriebsleitstelle

1031 Wien, Erdbergstraße 202

Harald Kastner

Abteilungsleiter

Frau DI Johanna Wiesholzer

Betriebsleitstelle Abteilungsleiter Stellvertreterin

12.1.2015

Austro Control GmbH

A-1030 Wien/Vienna, Schnirchgasse 11

Mag. Peter Schmidt

Manager Unternehmenskommunikation

Mag. Markus Prohanka

Externe Beziehungen und Organisationsmanagement

Martin Pötsch

Air Traffic Management

Besichtigung der Flugverkehrskontrollzentrale

11.2.2015

Asfinag Service GmbH

VMZ Inzersdorf

Klingerstr. 10b

1230 Wien

Christian Ebner, BA

Leiter Verkehrsmanagement

Prokurist

20.2.2015

Im Projektverlauf wurden die genannten Unternehmen neuerlich kontaktiert und soweit möglich aufgesucht, um Tiefeninterviews im Hinblick auf die relevanten Themen zu führen. Hierzu wurde ein Interviewleitfaden entwickelt. Besonderer Fokus wurde auf Schichtplangestaltung, Erfassung von Schichtdiensttoleranz, Möglichkeiten zur individuellen Dienstplangestaltung, mit Schichtdienst in Zusammenhang stehende Schulungen und Maßnahmen, Pausenregelungen und Pausengestaltung gelegt. Die Interviewdauer betrug jeweils ca. eine Stunde. Austro Control GmbH zog eine schriftliche Beantwortung der Fragen vor. Die Übermittlung des von Austro Control GmbH ausgefüllten Fragebogens erfolgte am 13.5.2016. Am 20.4.2016 erfolgte das Interview mit Herrn Christian Ebner, Asfinag Service GmbH und am 27.4.2016 mit Herrn Harald Kastner, Abteilungsleiter Betriebsleitstelle und Frau DI Johanna Wiesholzer, Betriebsleitstelle Abteilungsleiter Stellvertreterin der Wiener Linien GmbH & Co KG. Die Gesprächsprotokolle wurden den Interviewpartnern zur Durchsicht und gegebenenfalls zur Vornahme von Korrekturen geschickt. Die Gesprächsprotokolle wurden von den Interviewpartnern bestätigt.

Interviewleitfaden

- Wie sind die Schichtpläne gestaltet?
 - 8h-, 12h-Schichten?
 - Dienstzeiten, Wochenarbeitszeit, Schichtfolgen
 - Gibt es individuelle Gestaltungsmöglichkeiten? Z.B. Permanentschichten (z.B. nur Frühschicht, keine Nachtschicht), Teilzeit?
- Wie wird eventuelle Mehrarbeit ausgeglichen (Freizeit und/oder Geld?)
- Wird bei der Rekrutierung versucht, die „Schichtdiensttoleranz“ zu erheben?
 - Falls ja, wie?
 - Wird der individuelle Chronotyp erhoben?
- Besteht die Möglichkeit, bei der Dienstplangestaltung den individuellen Chronotyp zu berücksichtigen (z.B. Abendtypen weniger Frühschichten)?
- Wird das Alter der Mitarbeiter bei der Dienstplangestaltung berücksichtigt (z.B. ab einem bestimmten Alter keine Nachtschicht)?
- Gibt es Maßnahmen bzw. Schulungen die den Mitarbeitern angeboten werden, um besser mit Schichtdienst umzugehen bzw. um damit im Zusammenhang stehende gesundheitliche Belastungen zu reduzieren? Falls ja, welche?

- Wie sind die Pausenregelungen und Pausengestaltung?
 - Dauer, Häufigkeit
 - Umsetzung, Verbindlichkeit
- Sind im Hinblick auf die Pausengestaltung spezielle Räumlichkeiten oder Möglichkeiten (z.B. Trainingsgeräte, Schlafmöglichkeit, Ruhezonen) vorhanden?
 - Falls vorhanden, wie werden diese von den Mitarbeitern angenommen?
 - Gibt es Evaluierungen hierzu?
- Ist ausreichend Personal in einer Schicht anwesend, um eine Pauseneinhaltung garantieren zu können (Vertretung in der Arbeitspause durch anderen Mitarbeiter möglich)?
- Gibt es Vorschläge, Schulungen (Informationen) zur Pausengestaltung?
 - Bei freiwilliger Teilnahme: wie werden diese von den Mitarbeitern angenommen?
- Gibt es spezielle Maßnahmen, die dazu entwickelt wurden, um den Grad der Wachheit bzw. Aufmerksamkeit während der Arbeitszeit zu messen bzw. um diesen zu beeinflussen (z.B. Lichtgestaltung, Pausengestaltung usw.)?
 - Falls ja, welche?
 - Falls ja, wurden diese evaluiert?
- Gibt es bereits bekannte Belastungsfaktoren (z.B. durch Arbeitsplatzevaluierungen, Mitarbeiterbefragungen) im Zusammenhang mit den Arbeitsplätzen (Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten, Organisationsklima, Arbeitsumgebung, Arbeitsabläufe und Arbeitsorganisation)?

Wiener Linien GmbH & Co KG

Die V40 Abteilung Betriebsleitstelle der Wiener Linien in 1031 Wien wurde am 12.1.2015 besucht. Am 27.4.2016 folgte ein weiterer Besuch zwecks Durchführung des Interviews.

In der Betriebsleitstelle der Wiener Linien gibt es sowohl 8-Stunden- als auch 12-Stunden-Schichten, je nach Tätigkeit. Supervisoren und Netzmanager haben 8-Stunden-Arbeitstage, Mitarbeiter der Betriebsinspektion 12-Stunden-Schichten und Mitarbeiter der Fahrgastinformation haben einen 8-Stunden/12-Stunden Mischplan. Mitarbeiter mit

Hauptüberwachungstätigkeit leisten 12-Stunden-Schichten. Die Dienstzeiten für 12-Stunden-Schichten sind 6.00 Uhr bis 18.00 Uhr und 18.00 Uhr bis 6.00 Uhr.

Die maximale Wochenarbeitszeit ist laut Dienstplan 4 x 12 Stunden ohne Mehrarbeit. Die maximal erlaubte Wochenarbeitszeit mit Überstunden ist 60 Stunden. „Es wird versucht, dass das nicht so oft vorkommt, weil sonst die Regenerationszeit zu kurz kommt.“

Der Dienstplan ist auf sechs Wochen mit 240 Stunden (40-Stunden) ausgelegt. Die Mitarbeiter arbeiten vier Wochen lang dreimal und zwei Wochen lang viermal pro Woche. Die Schichtfolgen sind komplett unterschiedlich. Tag- und Nachtschicht wechselt je nach Abdeckung des Einsatzplanes; es kann sein, dass ein Mitarbeiter drei Tagdienste und dann frei hat, oder zwei Nachtdienste, einen Tag frei, dann einen Tagdienst usw. Es werde jedoch auf Ausgewogenheit geachtet, sodass alle Mitarbeiter ungefähr gleich viele Nachtdienste haben.

Die individuellen Gestaltungsmöglichkeiten sind eingeschränkt. Man versuche die Dienste mit den Mitarbeitern abzustimmen: „Aber z.B. nur Frühschicht geht nicht, außer wir müssen es ermöglichen; für die 12-Stunden-Schicht haben wir nur 13 Mitarbeiter, da gehen Permanentschichten oder Teilzeit nicht. In der Nacht sind es zwei Mitarbeiter.“

Mehrarbeit wird finanziell ausgeglichen, es besteht keine Wahlmöglichkeit. Überstunden kommen aufgrund des Besetzungserfordernisses häufig vor.

Der Chronotyp zukünftiger Mitarbeiter wird nicht erhoben. Im Anforderungsprofil wird Schichtdienstbereitschaft hineingeschrieben. Alle Mitarbeiter kommen aus dem Fahrdienst und haben Erfahrung mit Schichtdienst: „Jeder sagt, er hat kein Problem damit.“

Im Hinblick auf die Schichtdienstgestaltung werden weder Chronotyp noch Alter berücksichtigt. Altersteilzeit sei bisher kein Thema gewesen.

Bezüglich Maßnahmen bzw. Schulungen, die den Mitarbeitern angeboten werden, um besser mit Schichtdienst umzugehen bzw. um damit in Zusammenhang stehende gesundheitliche Belastungen zu reduzieren, äußern die Befragten: Pro Halbjahr könne

jeder Mitarbeiter freiwillig zwei von der Holding organisierte Seminare besuchen (insgesamt ein bis zwei Tage zu Fach- und Persönlichkeitsbildung). Hierbei könne der Mitarbeiter aus einem Katalog aussuchen. „Im Haus gibt es das Betriebliche Gesundheitsmanagement, die diese Themen betreiben; es gibt Gesundheitstage, z.B. zwei Tage in einer Therme mit Programm. Die Themen seien nicht spezifisch auf Schichtdienst ausgerichtet, eher allgemein gehalten. Ernährung im Schichtdienst sei aber schon ein Thema, sofern es prinzipiell um Ernährung geht.

Das Thema Pause sei bei den Mitarbeitern kein Thema, das regle sich selbst. Vorgesehen seien prinzipiell 30 Minuten in einer 8-Stunden-Schicht bzw. 45 Min in einer 12-Stunden-Schicht. Es gelte eine Kurzpausenregelung. Der Mitarbeiter gehe „selbstbestimmt“ dann in die Pause, wenn gerade Zeit dafür ist. Allerdings führen die Befragten an: „Bei besonders viel Workload, z.B. strenger Wintertag, dann haben wir mehr Besetzung, dann schauen wir auch, dass die Mitarbeiter wirklich Pausen machen.“

Spezielle Trainingsgeräte o.ä. für eine aktive Pausengestaltung gebe es derzeit noch nicht. „In manchen Dienststellen, speziell im Fahrbetrieb, gibt es Relaxräume, die unterschiedlich ausgestaltet sind. Wir planen die Leitstelle gerade neu, es ist vorstellbar, dass es z.B. einen Ruheraum geben könnte. Wir haben einen kleinen Nebenraum, da steht ein Bett aus früheren Zeiten. Dieser Raum wird von Moslems zum Beten genutzt. Früher im Nachtdienst war es Usus, dass man sich dort auch hinlegt. Es ist auch genehmigt, dass man sich hinlegt. Jetzt haben sich die Arbeitsabläufe verändert. Für die jüngere Generation ist es kein Thema sich hinzulegen.“ Schließlich gebe es eine Küche, keinen Pausenraum. „Die meisten essen am Platz oder beim Buffet.“ Einen „Glaskasten“, wo man sich zurückziehen kann, z.B. um in Ruhe zu telefonieren, gebe es auch noch, dieser werde auch genutzt.

Es ist ausreichend Personal in einer Schicht anwesend, um eine Pauseneinhaltung garantieren zu können.

Spezielle Vorschläge oder Schulungen (Informationen) zur Pausengestaltung gibt es nicht. „Das, was das betriebliche Gesundheitsmanagement anbietet. Über Intranet können sich die MA über Gesundheitsvorsorge informieren. Es gibt jeden Monat unterschiedliche Themen, Sitzhaltung, Licht usw.

Spezielle Maßnahmen, die dazu entwickelt wurden, um den Grad der Wachheit bzw. Aufmerksamkeit während der Arbeitszeit zu messen, gibt es nicht; allerdings um diesen zu beeinflussen und zwar mittels Lichtgestaltung: „mit Hilfe der Arbeitsmedizin wurde der Luxwert gemessen, der lag zum Teil bei 60 Lux direkt am Arbeitsplatz. Wir haben eine Steuerung einbauen lassen. Wir haben „Insellösungen“. Es gibt eine Zeitschaltuhr. Man versucht einen Tagesverlauf nachzubilden. Bei den Arbeitsplätzen gibt es jetzt mindestens 300 Lux in der Nacht, tagsüber ca. 600 Lux; in den Gängen jedoch weniger. „Farben“ werden nicht berücksichtigt. Den Mitarbeitern wurde in Besprechungen erklärt, weshalb das wichtig ist. Der Widerstand war zuerst sehr groß. Wir haben das jetzt seit vier bis fünf Monaten, nach einem Jahr kann man vielleicht mehr sagen. Aufmerksamkeitsstudien haben wir nie gemacht.“

Die Temperatur werde mittels Klimaautomatik gesteuert. Seit 2013 könne man zudem ein Fenster öffnen. Das sei von den Mitarbeitern positiv angenommen worden. Die Mitarbeiter können in der Pause in den Vorhof gehen. Das passiere aber nur selten.

Die Evaluierung psychischer Belastungen sei durchgeführt worden. Alle drei Jahre wird eine Mitarbeiterbefragung durchgeführt. Schichtdienst sei immer ein Thema und werde als Belastung empfunden. „Ungefähr 90 % der Mitarbeiter sagen aber, dass sie die 12-Stunden-Schicht beibehalten wollen.“ Einige Mitarbeiter pendeln.

Beschreibung Lichtsteuerung bei den Wiener Linien, Betriebsinspektion Erdberg:

Zielsetzung der Änderung ist, dass eine arbeitsgerechte Beleuchtung auf den Arbeitsplätzen hergestellt wird.

Bei der derzeitigen Steuerung ist es so, das sich jeder Mitarbeiter die Beleuchtung individuell dimmen und schalten kann

Die neue Steuerung wird so ausgeführt, dass die Beleuchtung der Arbeitsplätze nicht mehr abgeschaltet werden kann, und nur auf eine Mindeststärke gedimmt werden kann.

Diese Mindeststärke wird so eingestellt, dass eine Mindestbeleuchtungsstärke von ca. 300 Lux erreicht wird.

Die Beleuchtungsstärke von 300 Lux ist während der Nachtstunden aktiv, für den Tagbetrieb wird durch einen Schaltuhr die Beleuchtungsstärke auf ca. 500 Lux angehoben.

Die Schaltzeiten können auf einer Schaltuhr eingestellt werden.

Das Anheben der Beleuchtungsstärke erfolgt in 7 Schritten, sodass keine abrupte Änderung der Beleuchtungsstärke erfolgt.

Der Mitarbeiter hat keinen direkten Einfluss mehr auf die Lichtsteuerung.

Auf dem Arbeitsplatz des Leiters kann die durch die Schaltuhr vorgegebene Beleuchtungsstärke für alle Arbeitsplätze gemeinsam übersteuert werden. Die Mindestbeleuchtungsstärke von 300 Lux kann jedoch nicht unterschritten werden.

Die Gleiche Lichtsteuerung gilt auch für die Downlights der Verkehrswege.

Es wurden 2 Stk. 8-Kanalschaltuhren eingebaut – 1x für die Arbeitsplatzleuchten, 1x für die Verkehrswege.

Auf den Schaltuhren sind folgende Dimmwerte den einzelnen Kanälen zugeordnet:

Kanal 1	50%	ca. 300 Lux
Kanal 2	55%	
Kanal 3	60%	
Kanal 4	65%	
Kanal 5	70%	
Kanal 6	80%	
Kanal 7	90%	ca. 500 Lux
Kanal 8	100%	

Es sind folgende Schaltzeiten eingestellt (für beide Schaltuhren gleich).

Kanal 1	50%	5:01 Uhr	22:07 Uhr
Kanal 2	55%	5:02 Uhr	22:06 Uhr
Kanal 3	60%	5:03 Uhr	22:05 Uhr
Kanal 4	65%	5:04 Uhr	22:04 Uhr
Kanal 5	70%	5:05 Uhr	22:03 Uhr
Kanal 6	80%	5:06 Uhr	22:02 Uhr
Kanal 7	90%	5:07 Uhr	22:01 Uhr
Kanal 8	100%		

Austro Control GmbH

Die Besichtigung der Flugverkehrskontrollzentrale in 1030 Wien erfolgte am 11.2.2015. Am 13.5.2016 erfolgte eine schriftliche Beantwortung der Fragen. Die folgenden Angaben basieren auf den im Rahmen der Besichtigung gegebenen Informationen (mündlich und schriftlich), der Website des Unternehmens²⁶ sowie den am 13.5.2016 schriftlich übermittelten Angaben.

Die Arbeit eines Fluglotsen besteht in der Führung des Flugverkehrs mit Hilfe eines Radarbildes und durch den Funkkontakt mit den Piloten. Die Kommunikation zwischen Pilot und Fluglotsen sind auf das wesentlichste beschränkt und folgt nach genau festgelegten Phrasen.

In der Flugsicherung gibt es drei verschiedene Kontrollstellen bzw. Zuständigkeitsbereiche für den österreichischen Luftraum:

- TWR Tower
die Flugplatzkontrollstelle
- APP Approach
die Anflugkontrollstelle
- ACC Area Control Centre
die Bezirkskontrollstelle (Überflugkontrolle).

²⁶ <https://www.austrocontrol.at/>, zuletzt aufgerufen am 18.1.2017

Jeder dieser drei Bereiche begleitet ein Luftfahrzeug auf einem Teil der Flugstrecke. Damit einhergehend gibt es drei Arten von Fluglotsen, die für jeweils einen dieser Bereiche zuständig sind.

Der Tower (TWR) leitet die rollenden, landenden und startenden Flugzeuge am Flugplatz, aber auch den Flugverkehr in der unmittelbaren Umgebung des Flughafens. Die Fluglotsen im Tower erteilen den Piloten im Cockpit die Erlaubnis, die Triebwerke zu starten, zur Piste zu rollen, die Startgenehmigung und die Anweisung, wie nach dem Start zu fliegen ist.

Die Anflugkontrollstelle (Approach APP) sorgt hier für die Sicherheit der an- und abfliegenden Flugzeuge im Nahbereich (ca. 50 km Umkreis) der sechs österreichischen Flughäfen. Die Fluglotsen der Anflugkontrollstellen leiten die Piloten zu den Luftstraßen bzw. von den Flugstraßen zu einem Instrumentenlandesystems eines Flughafens. Sie leiten die Luftfahrzeuge mit den vorgeschriebenen Sicherheitsabständen bis zur Übergabe an die zuständige Flugplatzkontrollstelle.

Die Fluglotsen im Area Control Centre (ACC - Bezirkskontrollstelle) führen den gesamten Flugverkehr über Österreich und sorgen dafür, dass alle Luftstraßen sicher beflogen werden können. Weiters sorgen sie dafür, dass alle Flugzeuge auf dem kürzest möglichen Weg ihre Destination erreichen und wieder Freigabe zum Landen erhalten.

Pro Tag sind bis zu 4.000 kontrollierte Luftfahrzeuge unterwegs. Die wichtigste Aufgabe des Fluglotsen ist die Gewährleistung der Sicherheitsabstände zwischen den Flugzeugen. Die „Staffelung“ genannten Sicherheitsabstände betragen bei der Horizontalstaffelung mindestens 5 Nautische Meilen (ca. 9 km) seitlich, nach vorne und hinten; bei der vertikalen Staffelung mindestens 1.000 Fuß (300 m). Das wichtigste Hilfsmittel bei der Arbeit als Fluglotse ist der Radarschirm. Ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor ist „Short Term Conflict Alert“, ein Alarm, der automatisch ausgelöst wird, wenn sich zwei Flugzeuge auf Konfliktkurs befinden. Während die „Conflict Detection“ ein „vorselektiertes Problem“ aufzeigt, erfolgt die Lösung durch den Fluglotsen. Fluglotsen arbeiten immer paarweise, wobei einer der beiden als Radarfunklotse mit den Piloten kommuniziert und der andere als Executive Controller fungiert. Pro Stunde werden pro Fluglotsenpaar 40 bis 60 Flugzeuge betreut. Bei Bedarf erfolgt der Einsatz eines zusätzlichen Fluglotsenpaars.

Eine schriftliche Arbeit zum Thema „Kompetenzen des Fluglotsen“ kam zum Schluss, dass es keinen „optimalen“ Kandidaten gebe. Im Simulator würden nach einem normalen Training nicht händelbare Situationen eingespielt. Die Mitarbeiter würden dadurch regelmäßig über die eigenen Grenzen geführt. Dieses Training habe den Zweck, dass die Mitarbeiter lernen, Frühzeichen zu erkennen, wo das eigene Limit liegt und welche Reaktionen damit einhergehen. In den Nachtschichten sei die Unterforderung problematisch und die Herausforderung bestehe darin, die Aktivierung aufrecht zu erhalten.

Die Anforderungen an die Fluglotsen würden in permanentem Reden bestehen. Aufgaben würden sequentiell abgehandelt. Es komme zu einem regelrechtem Verlust des Zeitgefühls, sodass um die Pausen einzuhalten, eine Ablösung durch Kollegen erfolge.

Die Schichtlängen betragen zwischen acht und zwölf Stunden (7 Tage/24 Stunden), die Wochenarbeitszeit 32,5 Stunden. Der früheste Dienstbeginn der Tagschicht erfolgt um 6.00 Uhr. Es gibt keine definierten Schichtfolgen.

Individuelle Gestaltungsmöglichkeiten bei der Dienstplanung liegen nur begrenzt vor. Nach Möglichkeit werden die Schichten nach Präferenzen der Mitarbeiter (Früh-, Spät- oder Nachtschicht) eingeteilt; es gibt jedoch keine garantierten Schichtzusagen. Teilzeit ist nur möglich, sofern der Dienstgeber dazu gesetzlich verpflichtet ist (z.B. Elternteilzeit).

Geplante Mehrarbeit (bereits fix im Dienstplan eingeteilt) wird – soweit möglich – innerhalb von sechs Monaten durch Zeitausgleich bzw. Mindereinteilung ausgeglichen. Kurzfristige Mehrarbeit (als z.B. Ersatz für Krankenstand ...) wird durch bezahlte Überstunden ausgeglichen.

Bei der Rekrutierung erfolgt kein Versuch, die „Schichtdiensttoleranz“ zukünftiger Mitarbeiter zu erheben.

Es werden den Mitarbeitern keine speziellen Maßnahmen bzw. Schulungen angeboten, um besser mit Schichtdienst umzugehen bzw. um damit im Zusammenhang stehende gesundheitliche Belastungen zu reduzieren.

Die Pausen sind bei Austro Control durch die Betriebsvereinbarung genau geregelt. Ausnahmesituationen sind jedoch möglich. Der Mindestpausenanteil der Arbeitszeit beträgt 25 %. Nach maximal 100 Minuten Arbeit folgen mindestens 30 Minuten Pause. Einmal täglich ist es möglich, die Arbeitszeit am Stück auf 120 Minuten zu erhöhen, danach müssen jedoch entweder 60 Minuten Pause oder das Arbeitsende folgen. Einmal täglich wird eine lange Arbeitspause von mindestens 60 Minuten eingehalten. Während der Nachtschicht beträgt der Pausenanteil 33 %. Hier besteht die Möglichkeit, die Pausenzeit zu blocken: während die eine Crew von 22.00 Uhr bis 2.00 Uhr die Pause hält, hält die andere Crew von 2.00 Uhr bis 6.00 Uhr Pause.

Personal ist in ausreichendem Ausmaß zugegen, um die Pauseneinhaltung zu garantieren.

Pausenräume mit entsprechender Ausstattung sind vorhanden und werden von den Mitarbeitern auch angenommen.

Im Sommer komme es durch Gewitter und einem besonders hohem Verkehrsaufkommen zu erhöhten Anforderungen. Im Rahmen der Pausengestaltung werde von den Mitarbeitern daher die Aktivierung hochgehalten, z.B. durch Karten spielen usw. Powernapping werde im Sommer nicht ausgeübt. Im Winter erfolge häufiger eine passive Pausengestaltung. Jeder Mitarbeiter habe eigene Strategien entwickelt, um Anspannung abzubauen. Vorschläge und Schulungen (Informationen) zur Pausengestaltung gibt es nicht. Gleichfalls gibt es keine speziellen Maßnahmen, die dazu entwickelt wurden, um den Grad der Wachheit bzw. Aufmerksamkeit während der Arbeitszeit zu messen bzw. um diesen zu beeinflussen.

Asfinag Service GmbH

Eine Besichtigung der Verkehrsmanagementzentrale (VMZ) der Asfinag in 1230 Wien erfolgte am 20.2.2015. Ein nochmaliger Besuch zur Durchführung des Interviews mit Herr Christian Ebner, Leiter Verkehrsmanagement, folgte am 20.4.2016.

Sicherheitskritische Handlungen können in der Tunnelüberwachung gesetzt werden. Die Tunnelsicherheit wird durch diverse Maßnahmen laufend erhöht, z.B. durch Sprühnebelanlagen und Thermoscanner, die überhitzte Schwerfahrzeuge und Busse, vor dem Tunnel, zum Abkühlen aussortieren oder durch die akustische Tunnelüberwachung. Hierbei nehmen Mikrofone im Tunnel alle Geräusche auf, eine Software in den Überwachungszentralen filtert die normalen Geräusche heraus und schlägt bei unüblichen Geräuschen Alarm (z.B. quietschende Reifen oder Stimmen)²⁷.

Die Mitarbeiter der Verkehrsmanagementzentralen arbeiten in 8-Stunden und/oder 12-Stunden-Schichten. Früher haben die Mitarbeiter von Montag bis Freitag acht Stunden und am Wochenende zwölf Stunden gearbeitet. Aus betrieblichen Gründen, da ressourcensparend, seien nach einer Unbedenklichkeitsbescheinigung durch die Arbeitsmedizin 12-Stunden-Schichten auch unter der Woche eingeführt worden. Derzeit haben die Operatoren außer in Plabutsch bei Graz (Mo – Fr, 8-Stunden, Sa und So 12-Stunden), wo es ein Mischsystem gibt, in allen Verkehrsmanagementzentralen (VMZ) 12-Stunden-Schichten (6.00 – 18 h und 18.00 – 6.00 h, 7-Tageweche).

Die Normal-Wochenarbeitszeit beträgt 39 Stunden und die maximale Wochenarbeitszeit laut Normplan 54 Stunden (mit Überstunden bis max. 60 Stunden).

In der VMZ Wien liegt eine geregelte Schichtabfolge vor: Tagdienst/Tagdienst/Nachtdienst/Nachtdienst/4 Tage frei. Individuelle Gestaltungsmöglichkeiten sind im Rahmen des Normschichtplans (durchgängiges Dienstrad) nur begrenzt vorhanden. Wobei Diensttausch prinzipiell möglich ist. Anfang des Jahres liegt der Schichtplan bereits vor und wird durch vorhersehbare Abwesenheiten (Urlaub usw.) bis zum 15ten des Vormonats adaptiert. Zudem gibt eine „Freie-Dienstliste“, in welche die Mitarbeiter eintragen können, wann sie frei haben möchten.

Mehrarbeit wird entweder durch freie Zeit oder finanziell abgegolten. Beides ist möglich und die Mitarbeiter können wählen. Der Großteil der Mitarbeiter lässt sich ausbezahlen und nur der geringere Teil nimmt sich Freizeit. In beiden Fällen liegt das Verhältnis bei 1 zu 1,5 (eine Stunde Mehrarbeit entspricht 1,5 Stunden Freizeit oder dem eineinhalbfachen Lohn).

²⁷ <http://www.asfinag.at/tunnelsicherheit>, zuletzt aufgerufen am 19.1.2017

Im Rahmen der Rekrutierung wird die „Schichtdiensttoleranz“ des zukünftigen Mitarbeiters nicht mittels Test o. ä. erhoben. Allerdings werde bei der Rekrutierung auf das Schichtsystem und die Auswirkungen auf den Biorhythmus usw. hingewiesen. Zudem werde versucht, im Gespräch abzuklären, ob der Bewerber sich bewusst ist, was Schichtdienst bedeutet bzw. welche Auswirkungen daraus resultieren. Schließlich werde standardmäßig abgefragt, ob der Bewerber bereits Schichtdienst Erfahrung mitbringt. Viele Bewerber würden aus einem Schichtdienstberuf kommen. Dies stelle jedoch kein Einstellungskriterium dar.

Der Chronotyp wird nicht erhoben und wird auch im Rahmen der Dienstplangestaltung nicht berücksichtigt. Die einzige marginal vorhandene Gestaltungsmöglichkeit bestehe im Diensttausch.

Das Alter der Mitarbeiter wird ebenso nicht bei der Dienstplangestaltung berücksichtigt (z.B. keine Nachtdienste mehr). Im Hinblick auf individuelle Dienstplangestaltung äußerte Herr Ebner: „Das ist bei uns schwierig, weil es das ganze Dienstschichtsystem über den Haufen wirft; dadurch kommt es zu einer Mehrbelastung bzw. zusätzlichen Nachtdienstbelastung der übrigen Belegschaft; pro VMZ haben wir nur 10 Mitarbeiter, in Wien ist das anders, da haben wir 14 Mitarbeiter für das regionale Operating und 10 für das nationale Operating; wir schauen, dass wir den Mitarbeiter, der keinen Nachtdienst mehr machen kann, dann anders einsetzen und für ihn einen Ersatz finden; dann ist er für diesen Job nicht mehr geeignet; das ist bis jetzt aber noch nicht vorgekommen.“

Teilzeitbeschäftigungen sind nicht prinzipiell vorgesehen.

Altersteilzeit ist als „geblockte Variante“ vorgesehen. Der betroffene Mitarbeiter darf keine Überstunden mehr machen und wird sonst ganz normal im Schichtplan berücksichtigt. Der Dienst wird somit zu 100 % weiter erledigt – mit der Ausnahme von Überstunden – dafür ist es dem betroffenen Mitarbeiter dann möglich, früher in Pension zu gehen. Ein solcher Fall sei vor ca. 2 Jahren in Wien aufgetreten.

Der Altersdurchschnitt der VMZ in Wien sei relativ jung. „Es gibt aber auch VMZ wo wir einen relativ hohen Altersdurchschnitt haben. Das Alter ist kein Kriterium bei der

Aufnahme. Wir haben vor ein paar Jahren einen Über-50-Jährigen aufgenommen.“ Äußert Herr Ebner.

Es gibt keine speziellen Maßnahmen bzw. Schulungen die den Mitarbeitern angeboten werden, um besser mit Schichtdienst umzugehen bzw. um damit im Zusammenhang stehende gesundheitliche Belastungen zu reduzieren.

Maßnahmen werden im Sinne des Arbeitnehmerschutzes angeboten. Eine externe Firma decke den arbeitsmedizinischen Bereich ab und leiste entsprechende Untersuchungen. Das Angebot sei da, die Teilnahme erfolge freiwillig. Es werden Vorträge zu „Gesunde Ernährung“, Entspannungsübungen für den Bewegungsapparat usw. angeboten, jedoch nicht z.B. gesunde Ernährung speziell im Zusammenhang mit Schichtdienst. Weiters seien ein Gymnastikball angeschafft und eine kleine Reckstange im Türrahmen montiert worden. Die externe Firma habe Fitness-Coaches ausgebildet, darunter auch ein Operator, der den Gymnastikball und die Reckstange initiiert habe.

Alle Maßnahmen zielen jedoch nicht nur auf den Schichtdienst ab, sondern auf das Unternehmen generell – d.h. spezielle Schulungen im Hinblick auf Schichtarbeit werden nicht durchgeführt.

Die Mitarbeiter der VMZ können die Pausen frei wählen. Da es sich um Bildschirmarbeitsplätze handelt, sind nach 50 Minuten Arbeitszeit 10 Minuten Pause vorzusehen. Herr Ebner führt zu Pausenregelungen und Pausengestaltung an: „Die Pausengestaltung ist individuell; wir raten, die Mittagspause zumindest nicht im Operatorraum zu verbringen; die Leute machen es trotzdem ab und an; alle Bildschirmarbeitspausen werden individuell konsumiert. Wir weisen immer darauf hin, nach 50 Minuten, 10 Minuten Pause zu machen. Raucher gehen vor das Gebäude. Auch die Dauer ist individuell, wir haben keine Stechuhr. Es wird nicht kontrolliert, wie lange jemand Pause macht. Es ist ausreichend Personal vorhanden, um sich gegenseitig zu vertreten. Jeder ist für sich selbst verantwortlich, es gibt keine Kontrolle.“

Ein Fitnesscoach gibt Tipps, wie man sich in der Arbeitszeit fit halten kann. Ein Gymnastikball und eine Liegematte um Übungen zu machen sowie eine Klimmzugstange gibt es zur Unterstützung. „Schlafmöglichkeit gibt es natürlich keine; Mitarbeiter sollen hier

nicht schlafen, auch nicht in der Nacht.“ Es gibt keine Ruhezeiten mit Betten, wo sich die Mitarbeiter hinlegen können. Es gibt einen Aufenthaltsbereich mit Küche im gleichen Geschoss.

Herr Ebner führt zudem an: „Im Sommer gibt es viele Baustellen, da gibt es viel zu tun. Das ist auch gut so. Das Problem ist, die Aufmerksamkeit zu halten, wenn ich nichts zu tun habe. Dann ist es schwierig, sich wach zu halten. Da hat jeder seine individuellen Strategien damit umzugehen, vom Kaffee bis zum Rausgehen im Winter.“

Konkret zur Möglichkeit Power-Napping durchzuführen befragt, gibt Herr Ebner an: „Bei uns ist Power-Napping ein Tabu; Schlafen im Dienst ist eine Dienstverletzung. Was jeder in seiner Pause macht, bleibt aber ihm überlassen. Schwierig ist, das richtige Maß zu finden, was toleriert man und was nicht mehr. Von der Sicherheit her, wäre es kein Thema, da es genügend Personal gibt. Man müsste das im System implementieren und entsprechend organisieren. Das ist derzeit aber kein Thema. Vielleicht ändert sich das und man hat das in 10 Jahren umgesetzt.“

Im Hinblick darauf, wie die Möglichkeiten zur Pausengestaltung angenommen werden, äußert Herr Ebner: „Wie das angenommen wird, weiß ich nicht, es hält sich in Grenzen; wir wollen aber auch nicht, dass der Mitarbeiter hier sein Gymnastikprogramm absolviert; angenommen wird das schon, aber wie häufig weiß ich nicht.“

Es gibt ausreichend Personal, um die Einhaltung der Pausen zu ermöglichen.

Bezüglich Vorschläge und Schulungen (Informationen) zur Pausengestaltung führt der Befragte an: „Das was in der Unbedenklichkeitsbescheinigung als Empfehlung des Arbeitsmediziners steht, dass man die Pause wenn möglich nicht im Arbeitsraum konsumiert; Vorträge die wir anbieten, gehen alle auch etwas in diese Richtung. Die Vorträge werden von einigen Mitarbeitern angenommen, prozentuell gesehen vom Großteil jedoch nicht. Wir haben 70 Mitarbeiter am Standort, beim letzten Vortrag waren wir ca. 20, ein paar Operatoren waren dabei.“ Die Vorträge werden in der Arbeitszeit gehalten. Für Schichtdienstmitarbeiter sei der Besuch der Vorträge mit einem zusätzlichen Aufwand verbunden, wenn diese extra deswegen kommen müssten. „Sie

haben eine zusätzliche Fahrt in die Arbeit. Der Betrieb muss weiterlaufen, nicht alle können teilnehmen.“

Eine spezielle Lichtgestaltung mit unterschiedlichen Farben zur Simulierung einer Morgen-, Mittag- und Abendstimmung wurde installiert, die von den Mitarbeitern jedoch häufig deaktiviert wird, da diese vielmehr als störend empfunden wird. Eine Evaluierung der Maßnahme wurde nicht durchgeführt. Die Beleuchtung über dem Schreibtisch ist individuell steuerbar, inwieweit das genutzt wird, ist jedoch unklar. Es gibt keine Vorgabe bezüglich Mindestanzahl an Lux.

Herr Ebner führt im Hinblick auf bekannte Belastungsfaktoren befragt an, dass die Mitarbeiter grundsätzlich sehr zufrieden seien. Themen bei entsprechenden Workshops seien Priorisierung von Tätigkeiten (was mache ich zuerst), Handlungsspielraum und die Haftungsfrage. Bei diesen Workshops haben nur 30 % der Mitarbeiter teilgenommen. 12-Stunden-Schicht, Belastung durch Nacharbeit oder Pausen seien kein Thema.

Recherche zu PVT & Eignung für das sicherheitskritische Umfeld

Grundlegendes Ziel des Projektes AlertnessControl ist die Entwicklung eines Systems zur Erfassung der Aufmerksamkeit in Abhängigkeit der betrieblichen Einflüsse. Aus dieser situativ erfassten Aufmerksamkeit wird jeweils eine Maßnahme abgeleitet, die individuell angepasst ist und die auch die auf die Person noch zukommende Workload berücksichtigt. So kann z.B. eine Empfehlung lauten, eine Pause einzulegen, in der Bewegung stattfinden sollte (aktive Pausengestaltung z.B. mittels MFT Trainingsgerät, das zur Verfügung gestellt werden kann) oder aber eine entspannende, „deaktivierende“ Pause einzulegen (Powernapping, Tiefenentspannung). Damit soll den FahrdienstleiterInnen ein Tool zur Verfügung gestellt werden, das ihnen hilft, den jeweiligen Grad der Aufmerksamkeit bzw. Konzentration besser einschätzen zu können, über die Dienstschicht effizienter „einzuteilen“ und gezielt dann abrufen zu können, wenn Bedarf da ist.

Dazu wird eine Software entwickelt, die prototypisch am Arbeitsplatz installiert ist. Kernstück sind erprobte und nachweislich funktionierende Tests wie der psychomotorischer Vigilanztest (PVT) und die Stanford Schläfrigkeitsskala (SSS) mit denen in einem Zeitraum von ca. vier Minuten die Aufmerksamkeit bzw. der subjektive und objektive Grad der Schläfrigkeit festgestellt werden können.

In einem ersten Schritt der Umsetzung, wurde zunächst geprüft, welche Formen des PVT-Test schon am Markt erhältlich sind und wie diese für das Projekt verwendet werden können.

PC-PVT

Full title: *PC-PVT: A platform for psychomotor vigilance task testing, analysis, and prediction*

URL: <http://link.springer.com/article/10.3758%2Fs13428-013-0339-9#/page-1>

Das Paper beschreibt die Umsetzung und Evaluierung des PVT für eine PC-Umgebung (nur Windows). In dieser Umgebung ist mit teilweise unkontrollierbaren Latenzen von bis zu 100ms zu rechnen (bedingt durch die Verarbeitung des Mausclicks und der Monitoranzeige). Durch den Einsatz einer Gaming-Maus statt einer herkömmlichen Computer-Maus kann die Latenz von circa 8ms auf 1ms reduziert werden. Da die

Anwendung in C geschrieben wurde, ist der Zugriff auf Systems API zur Reduzierung der Latenz möglich. Zusätzlich wird ein „*individualized prediction model*“ verwendet.

In der Evaluation wird die systembedingte Latenzzeit mittels RTbox (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20160301>) gemessen. Dabei konnten die Testungen eine durchschnittliche Latenz von weniger als 10 Millisekunden erreichen, was vergleichbar mit dem PVT-192 (<http://www.ambulatory-monitoring.com/pvt192.html>, Goldstandard im Bereich PVT-Test) ist.

Test der Anwendung

Die Anwendung steht für Windows kostenfrei zum Download zur Verfügung (<http://bhsai.org/downloads/pc-pvt/>) und umfasst umfangreiche Einstellungs- und Auswertungsmöglichkeiten. Das Programm „Manager“ erlaubt das Erstellen einer Studie und das Anlegen von neuen Testpersonen. Zudem kann eine Pre-Question definiert werden, die vor jeder Testung erscheint (standardmäßig wird hier bereits die *Stanford Sleepiness Scale* verwendet).

Eignung für Einsatz im sicherheitskritischen Umfeld

Vorteile

- kostenlos
- gute Latenzzeiten
- Sehr umfangreiches Tool (Erstellung einer Studie, Durchführung und Auswertung mittels *Manager* und *Trial*)

Nachteile

- keine Erfahrungen für den Dauereinsatz bekannt
- Installation notwendig (auch von zusätzlichen Komponenten wie MATLAB)
- Erstellung der Studie und Testungen nur auf einem (gleichem) Gerät möglich.
- Zu Testbeginn stellt die Anwendung alle Bildschirme auf schwarz und hindert somit am Ausführen anderer Tätigkeiten.

PVT-Touch

Full title: *PVT-Touch: Adapting a Reaction Time Test for Touchscreen Devices*

URL: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6563934&tag=1

Das Paper beschreibt die Umsetzung und Evaluation des PVT-Tests auf einer mobilen Plattform (Android). Die Implementierung wurde auf drei Android-Geräten mit den Versionen 2.1, 2.2 und 2.3 getestet, die systembedingte Reaktionszeit wird mit rund 2ms angegeben. Dafür wurden einige Optimierungen im Bereich Garbage Collection und Graphics vorgenommen, um diese geringe Latenz zu erreichen. Evaluiert wurden vier Touch-Gesten, die mit dem physischen Button verglichen wurden (siehe Abbildung).

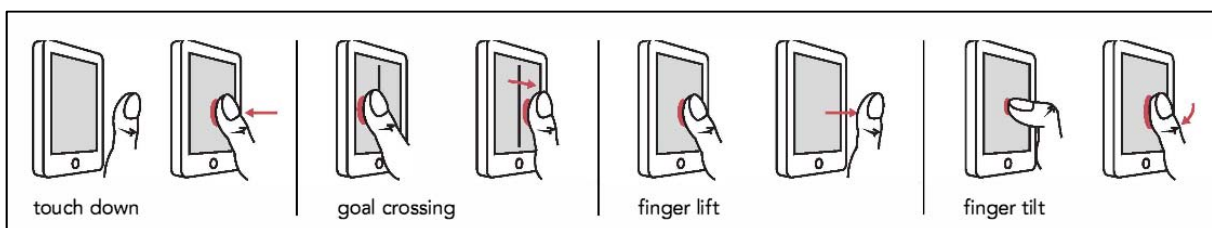


Abbildung 16: Gesten für PVT-Touch

In der Evaluation zeigt sich, dass *finger lift* die kürzeste Ausführungszeit hatte. Trotzdem wird *touch down* empfohlen, da es bei den ProbandInnen besser ankam und ähnliche Ausführungszeiten wie der physische Button aufwies.

Test der Anwendung

Die Anwendung ist für persönliche und nicht-kommerzielle Zwecke kostenfrei einsetzbar. Allerdings ist diese nicht über den App-Store erhältlich, sondern nach Anfrage über die Webseite (<http://dub.washington.edu/projects/pvttouch>) downloadbar. Die Anwendung ist sehr einfach gehalten. Zu Beginn werden alle testrelevanten Parameter definiert (ProbandInnen-ID, Testdauer, Interstimulusinterval, Erinnerungs-Zeit, Deadline für Abbruch der Testsequenz, Feedback in Millisekunden und Typ der Interaktion) (siehe Abbildung links). Sobald dann das Symbol (siehe Abbildung rechts) erscheint, ist die Interaktion notwendig. Die Daten der Testsequenzen werden als CSV-Datei auf der SD-Karte abgespeichert (Dateipfad: *sdcard/Android/data/com.pvt/files/default_study*). Die Anwendung hat in einem kurzen Test problemlos funktioniert. Wird eine Interaktion zu früh ausgelöst (also bevor das Symbol erscheint), wird die **response_time** mit negativem wert

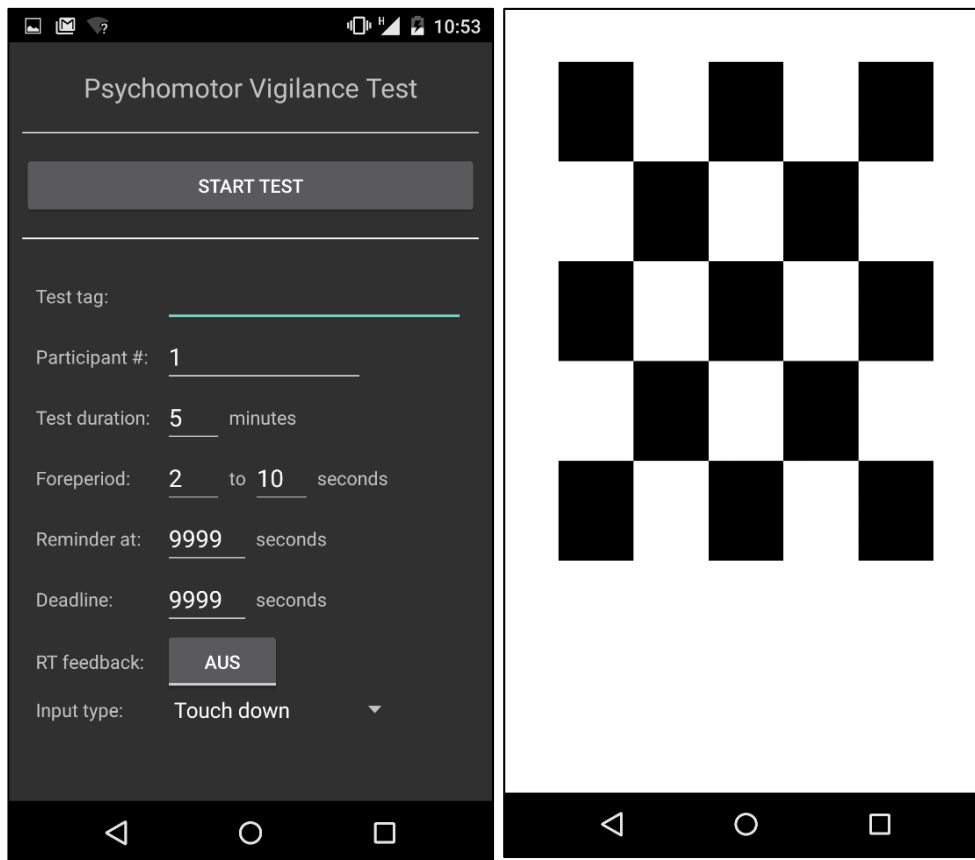


Abbildung 17: (links) Startbildschirm von PVT-Touch. (rechts) Signal-Symbol

Eignung für Einsatz im sicherheitskritischen Umfeld

Vorteile

- Für die Forschung kann der PVT-Touch kostenfrei verwendet werden
- Sehr gute Latenzzeiten (auch weil auf dem Gerät nur der Test läuft)
- Kein Eingriff in das System im sicherheitskritischen Umfeld notwendig (da externes Gerät)

Nachteile

- Testperson muss den Test immer selbst starten.
- Für ProbandInnen muss ein extra Gerät zur Verfügung gestellt werden.
- Auswertung der Daten nicht zentral möglich, da für jedes Gerät die CSV-Dateien zusammengeführt werden müssen.

Reactiontime (Human Benchmark)

URL: <http://www.humanbenchmark.com/tests/reactiontime>

Einfacher Aufmerksamkeitstest online. Anstatt die Zeit in Millisekunden anzuzeigen, gibt es die Anweisung: „Wenn die Box grün wird, so schnell klicken, wie es geht“. Die Reaktionszeiten werden zentral gesammelt und in einem Highscore dargestellt.

Eignung für Einsatz im sicherheitskritischen Umfeld

Vorteile

- Sehr einfach gehalten und läuft im Browser

Nachteile

- Ergebnisse nur im Highscore und öffentlich ersichtlich
- Keine eigenen Einstellungen möglich (immer pro Testung 5 „Versuche“ fix)
- Sehr eingeschränkte Dateneinsicht möglich (nur der durchschnittliche Werte über 5 Versuche)

PVT iPad App

URL: <http://www.buypvt.com/>

Für das iPad steht eine fertige Lösung zur Verfügung, die zwar kostenfrei probiert werden kann, dafür aber die kostenpflichtige Anwendung „Joggle Research“ <https://itunes.apple.com/us/app/joggle-research/id657885959?mt=8> für 99\$ erfordert. Daher wurde diese Anwendung nicht selbst getestet.

Online Psychomotor Vigilance Test

URL: <http://www.sleepdisordersflorida.com/pvt1.html>

Online-Demo des PVT. Falsche Klicks (z.B. Person klickt permanent die Maus, Antwortzeiten weniger als 100 Millisekunden) werden von der finalen Analyse ausgenommen.

Eignung für Einsatz im sicherheitskritischen Umfeld

Nachteile

- Daten werden nicht gespeichert sondern direkt angezeigt
- keine testpersonen-bezogene Testung möglich (keine Eingabe einer eindeutigen Testpersonen-ID möglich)

Selbst entwickelte Lösung

Mittels Web-Technologien wird eine Anwendung entwickelt, die eine zentralisierte Konfiguration ermöglicht (Erstellung einer Studie, Anlegen von Testpersonen und Definition von Testparametern) und für die Testpersonen leicht erreichbar ist (Beispielsweise über Web-Browser).

Eignung für das sicherheitskritische Umfeld

Vorteile

- Erstellung und Konfiguration einer Studie von überall möglich, keine Anwesenheit einer Testleitung vor Ort notwendig.
- Ergebnisse aller Testpersonen werden zentral gesammelt.
- Verteilung der Test-Anwendung einfach möglich

Nachteile

- Systembedingte Latenzzeit völlig unbekannt (keine Werte aus anderen Forschungsprojekten bekannt). Auch schwer kontrollierbar, da nicht immer bekannt, welche Anwendungen zeitgleich am Arbeitsplatz-Rechner laufen.
- PVT-Test kann leicht übersehen und einfach ignoriert werden (durch Schließen des Browser-Fensters). Allerdings könnten solche Events aufgezeichnet werden.
- Person muss Test immer selbst starten (jeden Morgen z.B.)

Aufgrund der Recherche wurde im Konsortium entschieden, dass die selbstentwickelte Lösung bevorzugt und umgesetzt wird.

Internationaler Benchmark im Bereich der Aufmerksamkeitsüberwachung

Zusätzlich zu den persönlichen Erhebungen wurde eine Deskresearch in Form von Literatursuche betrieben, um bereits in der Forschung und Wissenschaft bekannte Problemstellungen und Lösungsvorschläge aufarbeiten zu können und auf die Eignung der Anwendung in einer Betriebsführungszentrale zu prüfen.

Müdigkeitsmesssysteme

Mittlerweile gibt es in der Autobranche eine Vielzahl von Systemen, welche sich in der Entwicklung bzw. bereits im Einsatz befinden und die einen Mangel an Aufmerksamkeit und die Wachsamkeit des Fahrers erkennen können.

Durch die Überwachung und das Einfließen der Daten in einem Fahreraufmerksamkeit Algorithmus kommt es zu einer Warnung oder sogar teilweisen Übernahme des Fahrzeuges.²⁸

Müdigkeitsmess- und -warnsysteme lassen sich anhand unterschiedlicher Kriterien und Parameter in direkte - indirekte Verfahren unterscheiden.

²⁸ Vgl. http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/driver_alertness.html

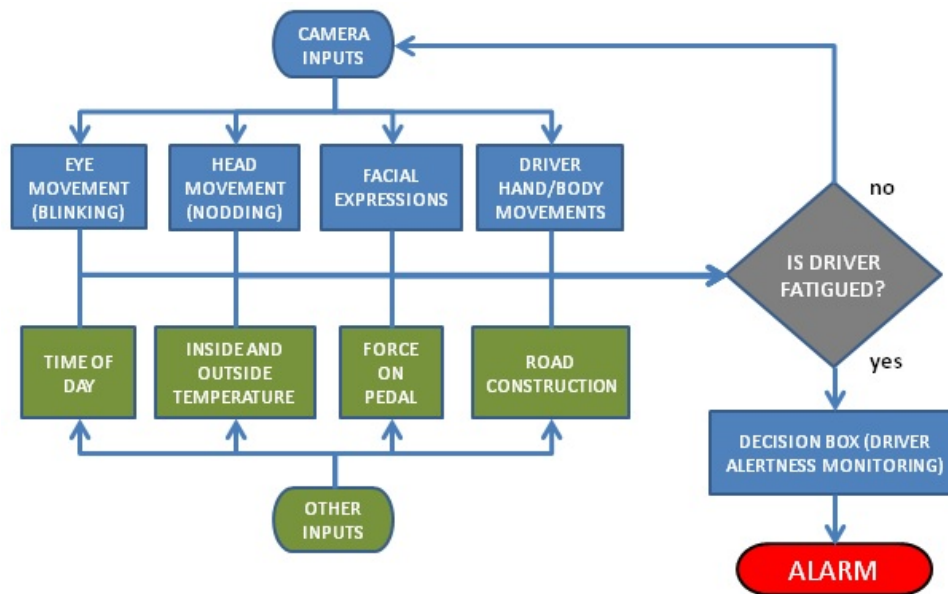


Abbildung 18: Beispiel für einen Fahrer Wachsamkeit Überwachungsalgorithmus²⁹

Direkte Verfahren der Fahrerzustandserkennung

Bei direkten Verfahren handelt es sich um berührungslos erfassbare Parameter, wie Blickrichtung, Kopforientierung, Blickdauer, Blickfolgen sowie intrusiv erfassbare Parameter, Puls und Herzschlag, Hirnaktivität, Hautleitwert, Augenbewegungen.³⁰

Indirekte Verfahren der Fahrerzustandserkennung

"Messmethoden, die nicht direkt auf physiologischen Parametern des Fahrers basieren, aber dennoch Aussagen über dessen Zustand und Aufmerksamkeit zulassen,"³¹[...] können in folgende unterteilt werden:" Spurposition, Lenkverhalten, Abstandsverhalten, Reaktionszeit, Bedienverhalten".³²

Das Pre-Crash Safety System der Firma Lexus

²⁹ Quelle: http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/driver_alertness.html

³⁰Vgl. Dissertation, Trefflich, 2010, S.22ff.

³¹Vgl. Dissertation, Trefflich, 2010, S.30.

³²Vgl. Dissertation, Trefflich, 2010, S.30ff.

"Bei dem Pre-Crash Safety System der Firma Lexus handelt es sich um ein integrales Sicherheitssystem, das sowohl externe Sensoren (Radar und Stereovideokamera) als auch eine Innenraumkamera zur Fahrerüberwachung beinhaltet."³³



Abbildung 19: Anordnung der Fahrerbeobachtungskamera beim Lexus Pre-Crash Safety System³⁴

Wie aus Abbildung 19 ersichtlich, werden aus der Lenksäulenkamera Bildinformationen aufgezeichnet, wodurch ermittelt wird, ob das Gesicht anhand verschiedener Parameter nach vorne ausgerichtet ist. In Abbildung 20 wird die Funktionsweise des Gesichtsfeldmonitors näher erläutert.³⁵

³³Vgl. Dissertation, Trefflich, 2010, S.49.

³⁴ Vgl. Dissertation, Trefflich, 2010, S.51

³⁵ Vgl. Dissertation, Trefflich, 2010, S.51.

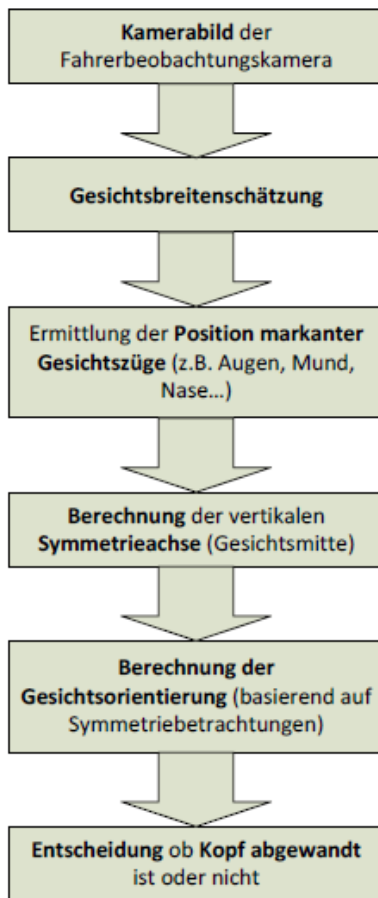


Abbildung 20: Funktionsweise des Gesichtsfeldmonitors des Lexus Pre-Crash Safety Systems³⁶

Handgelenkaktivität und die Vermeidung von Schlaf

In der Luftfahrt ist ein Experiment zur Vermeidung von Schlaf an Flugzeugbesatzungen durchgeführt worden. In dem Versuch an 12 Probanden, jeweils dem Kapitän und dem Ersten Offizier zwischen den Hin- und Rückflügen von London und Chicago, wurden elektrische Aktivitäten des Gehirns mittels Elektroenzephalographie EEG, die Augenbewegungen und Handgelenkaktivitäten aufgezeichnet.

Anhand der Handgelenksaktivität konnte erforscht werden, dass jeder Schlaf länger als 5 Minuten mit einer mindestens 5-minütigen Handgelenksinaktivität in Einklang stand.

Durch ein Gerät, welches die Handgelenksaktivität erkennt, könnten längere Schlafphasen von mehr als 5 Minuten verhindert werden. Es kann jedoch keine Vorhersage über die Schläfrigkeit bzw. kürzeren Zeiten von Schlaf getroffen werden.³⁷

³⁶ Vgl. Dissertation, Trefflich, 2010, S.51

Tragbare Wachsamkeitsüberwachung für industrielle Anwendungen

Das Konzept in Abbildung 21 der tragbaren Wachsamkeitsüberwachung basiert auf der Herzfrequenzüberwachung, Reaktionszeitmessung, videobasierte Müdigkeitserkennung und der Registrierung jeder Kopfbewegung.³⁸

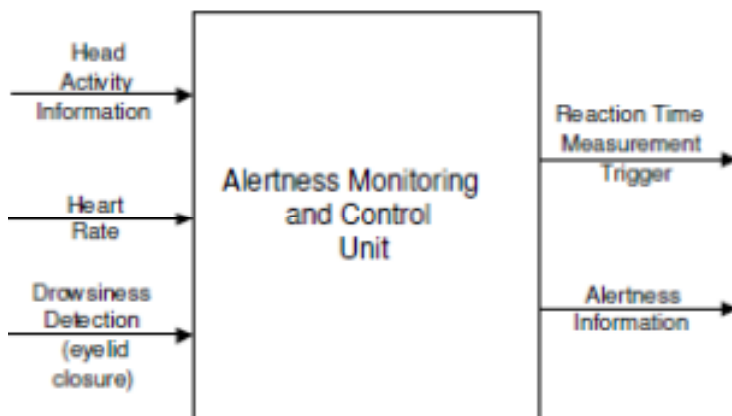


Abbildung 21: Alertness Monitoring and Control Unit³⁹

Die Herzfrequenzüberwachung basiert auf einem Sensor, welcher sich in der Hörmuschel befindet. Bei der Reaktionsmessung wird ein einfacher Hörtest mit unregelmäßigen Warnreizen und einem zufälligen Ereignis in einer gewissen Zeit ausgesendet. Die Bestätigung dieses Signals wird durch eine Nickbewegung von Sensoren, welche auf dem Helm montiert sind, erfasst. Bei der videobasierten Müdigkeitserkennung wird der Ansatz laut PERCLOS⁴⁰ verwendet, welcher sich an der Augenschließung anstatt der Augenbewegung orientiert. Der Augenlid-Verschluss kann unter Verwendung von CMOS⁴¹-Kameras am Schutzhelm in Echtzeit aufgezeichnet werden.

³⁷ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14736131>

³⁸ https://www.researchgate.net/publication/4041766_Wearable_alertness_monitoring_for_industrial_applications

³⁹

https://www.researchgate.net/publication/4041766_Wearable_alertness_monitoring_for_industrial_applications

⁴⁰ Anteil des Augenverschlusses

⁴¹ CMOS ist ein Bildsensor der in Digitalkameras und Camcordern eingesetzt wird

Bei der Aufzeichnung der Kopfbewegungen muss bei der Bewegungsanalyse auf verschiedene Aktivitätsmuster, wie z.B. Anwendung im Sitzen oder Anwendung zu Fuß, Rücksicht genommen werden.

Ein Prototyp, der all diese Eigenschaften vereint, könnte in Form eines Industriehelms, Abbildung 22, entworfen werden.⁴²

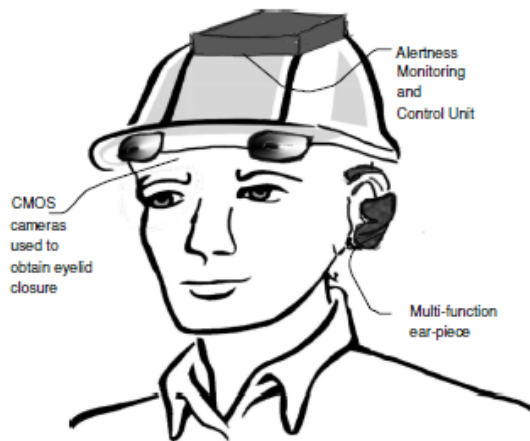


Abbildung 22: Alertness monitoring helmet⁴³

⁴²

https://www.researchgate.net/publication/4041766_Wearable_alertness_monitoring_for_industrial_applications

⁴³https://www.researchgate.net/publication/4041766_Wearable_alertness_monitoring_for_industrial_applications

4 AP3 - MASSNAHMENENTWICKLUNG

Management Summary

Ziele

Ziel des AP3 ist es, sowohl grundsätzliche als auch insbesondere für Eisenbahn-Betriebsführungszentralen geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zu entwickeln, die der zuverlässigen Aufmerksamkeitsüberwachung und –steigerung sowie der gegebenenfalls erforderlichen Warnung dienen. Ebenso werden im AP3 Empfehlungen entwickelt, die bei der Rekrutierung bereits helfen können, zuverlässigere Entscheidungen hinsichtlich der potentiellen MitarbeiterInnen zu geben. Im Hinblick auf die Ausbildung der MitarbeiterInnen werden ebenso Empfehlungen abgeleitet.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Kernstück des Projekts ist die Entwicklung einer Web-Anwendung zur Überwachung der Aufmerksamkeit. Diese basiert auf der Kombination des psychomotorischen Vigilanztest (PVT) und der Stanford Schläfrigkeitsskala (SSS). mit welchen in einem Zeitraum von ca. vier Minuten die Aufmerksamkeit bzw. der subjektive und objektive Grad der Schläfrigkeit festgestellt werden können.

Diese Entwicklung wurde durchgeführt und der Prototyp des Tools wurde in der BFZ Wien getestet. Es hat sich dabei gezeigt, dass dieses Tool technisch funktionsfähig ist, und damit Aufmerksamkeit prinzipiell gemessen werden kann. Beim Einsatz eines solchen Tools im Umfeld einer BFZ sind dabei bestimmte Randbedingungen zu beachten:

- Abklärung der vorherrschenden sicherheitstechnischen und datenschutzrechtlichen Richtlinien, die ganz allgemein oder im speziellen im Unternehmen gelten
- Klärung der vorhandenen technischen Gegebenheiten, wo die Web-Anwendung zum Einsatz kommt (z.B. vorhandene Browser)
- Sicherstellen, dass alle Daten anonymisiert gespeichert werden und keine Rückverfolgung möglich ist.
- Erinnerungsfunktion für MitarbeiterInnen, dass eine Testung ansteht.

- Einfache Feedback- und Kontaktmöglichkeiten: zur Sicherstellung der Akzeptanz unter den TeilnehmerInnen.
- Einfacher, effizienter und intuitiver Zugang zur Anwendung ohne Installation und aufwändigem Login.

Weiters wurden Maßnahmen zur aktiven und passiven Pausengestaltung entwickelt.

Ziel bei der aktiven Pausengestaltung war es herauszufinden, ob die Konzentrations- und Aufmerksamkeitsfähigkeit bei Personen mit vorwiegend sitzenden Tätigkeiten und Bildschirmarbeit durch ein aktives Pausenprogramm gefördert werden können.

Aufgrund der bekannt gewordenen Ergebnisse, konnte nachgewiesen werden, dass sich eine aktive Pausengestaltung in Berufen mit vorwiegend sitzenden Tätigkeiten und Bildschirmarbeiten positiv auf die Konzentrations- und Aufmerksamkeitsfähigkeit auswirkt. Ebenso kann Müdigkeit dabei gesenkt werden.

Folgende Hypothesen wurden dabei überprüft:

- Hypothese 1: Die Durchführung einer aktiven Pausengestaltung beeinflusst die Konzentration bei Berufen mit sitzenden Tätigkeiten und Bildschirmarbeiten.
- Hypothese 2: Die Durchführung einer aktiven Pausengestaltung beeinflusst das subjektive Müdigkeitsgefühl bei Berufen mit sitzenden Tätigkeiten und Bildschirmarbeiten.
- Hypothese 3: Es gibt einen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Konzentration und dem subjektiven Müdigkeitsgefühl.

Das Ziel der passiven Pausengestaltung war es herauszufinden, ob sich die Konzentration sowie die subjektive Einschätzung der Müdigkeit, durch die Durchführung einer entspannenden Pausengestaltung verändern.

Aufgrund der Ergebnisse kann gesagt werden, dass eine entspannende Pausengestaltung mit der Dauer von 10 Minuten zu einer Steigerung der Konzentration und gleichzeitig zu einer Verringerung des subjektiven Müdigkeitsgefühls führt.

Folgende Hypothesen wurden dabei überprüft:

- Hypothese 1: Die Durchführung einer entspannenden Pause steigert die Konzentration von Personen mit vorwiegend sitzenden Tätigkeiten und Bildschirmarbeiten.
- Hypothese 2: Die Durchführung einer entspannenden Pause senkt das subjektive Müdigkeitsgefühl von Personen mit vorwiegend sitzenden Tätigkeiten und Bildschirmarbeiten.
- Hypothese 3: Es besteht ein indirekter Zusammenhang zwischen der Veränderung der Konzentration und der Veränderung des subjektiven Müdigkeitsgefühls.

Kinect

Zur Überprüfung der Hypothesen 1 und 2 wurde eine Installation zur Durchführung von Körpertrainingsübungen implementiert. Körperliche Aktivität in den Pausen steigert die Konzentrationsfähigkeit und beugt außerdem den für Bildschirmarbeiten typischen Haltungsschäden vor. Kernelement der Installation ist die Erkennung, ob die Übungen von den ProbandInnen auch tatsächlich korrekt durchgeführt werden. Die Kinect-Kamera kann hierbei mittels Machine-Learning Methoden menschliche Konturen erkennen und daraus Skelettinformationen (d.h. Informationen über die Position der Gelenke eines Körpers im Raum) ableiten. Diese Informationen über die Körperhaltung dienen als Basis für die Erkennung der korrekten Durchführung einer Übung.

Pupillograph

Schläfrigkeit kann mittels Pupillographie gemessen werden. Diese Methode eignet sich als Fit-for-Duty Test zur Vigilanzkontrolle bei Schichtarbeit, Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten. Dazu wurde im Projekt im Rahmen der Tests überprüft, ob sich diese Methode im Umfeld einer BFZ eignet. Dies ist nicht der Fall. Die Dauer der kompletten Testung ist mit elf Minuten relativ lang – allerdings besteht die Möglichkeit, eine Kurzversion des Tests von ca. 5 Minuten auszuführen – und das Equipment verursacht hohe Kosten. Problematisch ist jedoch, dass der Test weder alleine, noch am Arbeitsplatz direkt durchgeführt werden kann. Die Testung kann nur von entsprechend eingeschulten Personen vorgenommen werden.

Der Pupillograph kann eingesetzt werden, um die richtige Selbsteinschätzung des eigenen Wachheitsgrades zu überprüfen oder auch zu verbessern. Personen unter Stress verlieren oft die richtige Selbsteinschätzung ihrer Schläfrigkeit. Ein Widerspruch zwischen objektiver und subjektiver Schläfrigkeit ist demnach ein wichtiges Indiz für Stress. Gleichzeitig kann die richtige Selbsteinschätzung der Schläfrigkeit als wichtiger Anhaltspunkt für die Beurteilung der Diensttauglichkeit (z.B. in Überwachungstätigkeiten) dienen. In diesem Zusammenhang kann der Pupillograph sowohl in der Rekrutierung als auch in der Ausbildung angewendet werden.

Die Web-Anwendung „AlertnessControl“ kann ebenso wie der Pupillographische Schläfrigkeitstest im Recruiting und in der Ausbildung zukünftiger MitarbeiterInnen Anwendung finden. Ebenso wie der Pupillographische Schläfrigkeitstest ist die Web-Anwendung „AlertnessControl“ in der Lage, die Belastung durch Schichtarbeit abzubilden.

Die Identifizierung des Chronotyps ist als ein wesentliches Element im Rahmen einer umfassenden arbeitsmedizinisch-arbeitspsychologischen Gesamtbewertung zu betrachten und kann bereits im Rahmen des Recruitings erhoben werden. Die Kenntnis um den eigenen Chronotyp und der optimale Umgang damit – auch im Zusammenhang mit Schichtarbeit – kann im Rahmen der Ausbildung vermittelt werden

Konzeption und Umsetzung der Web-Anwendung „Alertness Control“

In Abstimmung mit dem Auftraggeber ÖBB Infrastruktur AG wurde aufbauend auf Arbeitspaket 2 (Systemanalyse) die Web-Anwendung „Alertness Control“ konzipiert und programmiert.

Die Messung von Ermüdung bzw. Schläfrigkeit erfolgt mittels objektiver und subjektiver Methoden. Subjektive Einschätzungen der Schläfrigkeit bzw. Ermüdung allein können unzuverlässig sein, jedoch unterstützend eingesetzt werden.

Als subjektive Methode zur Einschätzung des Wachheitsgrades bzw. (Tages-)Schläfrigkeit wird die Stanford Schläfrigkeitsskala (SSS) verwendet. Hierbei wählt der/die MitarbeiterIn entsprechend dem eigenen Empfinden eine der folgenden Antwortmöglichkeiten:

1. Aktiv und munter; aufmerksam; hellwach.
2. Leistungsfähig auf hohem, aber nicht höchstem Niveau; sich zu konzentrieren.
3. Entspannt; wach; nicht vollkommen aufmerksam; aufnahmefähig.
4. Ein wenig matt; nicht auf der Höhe; nachlassend.
5. Müdigkeit; das Interesse wachzubleiben beginnt verlorenzugehen; verlangsamt.
6. Schläfrigkeit; ziehe es vor mich hinzulegen; gegen den Schlaf ankämpfend; dösig.
7. Fast schon träumend; kurz vor Schlafbeginn; Ringen ums Wachbleiben.

Es wurden diverse Testverfahren entwickelt, um Hypovigilanz bzw. reduzierte Aufmerksamkeit – als eine Facette von Schläfrigkeit – zu erfassen. Im Rahmen des Projektes kommt der dreiminütige Version des Psychomotorischen Vigilanztests (PVT) zur Anwendung. Hierbei soll die Testperson möglichst schnell auf plötzliche visuelle Stimuli reagieren. Lerneffekte sind hier ausgeschlossen. Es wurde eine dreiminütige Version entwickelt, um zudem „Fitness-for-Duty“ praktikabel zu erheben. Eine fünfminütige Version des PVT wurde auch auf der Internationalen Raumstation (ISS) zur Feststellung von Schläfrigkeit eingesetzt.

Für den Einsatz dieser kombinierten Erfassung von Schläfrigkeit (objektiv und subjektiv) werden nur ca. vier Minuten benötigt.

Hierzu wurde eine Software entwickelt, die prototypisch am Arbeitsplatz installiert ist.

Die Anwendung ist beinhaltet folgende Funktionalität:

- Login: Jede/-r Mitarbeiter/-in erhält zu Beginn einen Zettel mit dem Link zur Web-Anwendung und einem sechsstelligen alphanummerischen Code. Der Login erfolgt immer einmal zu Schichtbeginn (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Anonymität ist durch die Nutzung des Codes gewährleistet, da der/die Mitarbeiter/-in nur mit dem Code in der Anwendung hinterlegt ist, den nur das Projektteam kennt.

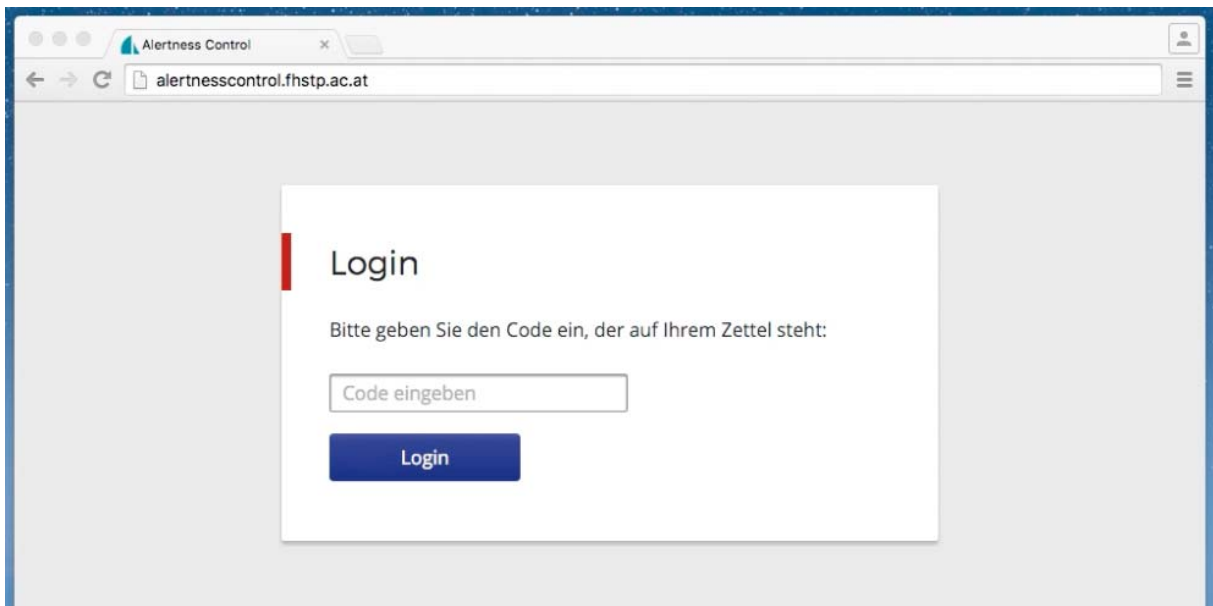
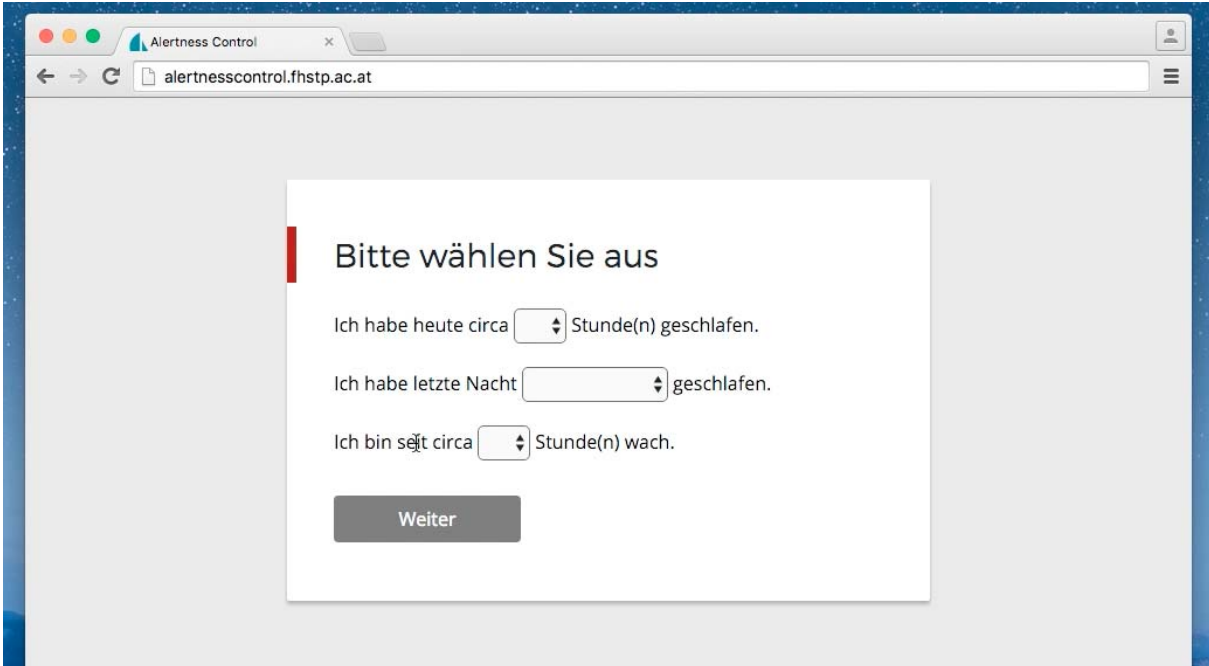


Abbildung 8: Login-Fenster

- Einstiegsfragen: Nach dem Login erscheinen einmalig drei Einstiegsfragen (siehe Abbildung 8).



The screenshot shows a web browser window with the URL `alertnesscontrol.fhstp.ac.at`. The main content area displays a white box with the heading "Bitte wählen Sie aus". Below the heading are three lines of text, each followed by a dropdown menu:

- Ich habe heute circa [dropdown] Stunde(n) geschlafen.
- Ich habe letzte Nacht [dropdown] geschlafen.
- Ich bin seit circa [dropdown] Stunde(n) wach.

At the bottom of the form is a grey button labeled "Weiter".

Abbildung 9: Einstiegsfragen

- Testung: Zu definierten Zeiten, welche in der Administrationsoberfläche eingestellt werden können, erscheint ein Hinweis zur Durchführung eines Reaktionstests. Zuvor wird die Stanford Schläfrigkeitsskala (SSS) zur subjektive Einschätzung der Wachheit (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) sowie Fragen zum Arbeitsaufwand eingeblendet. Anschließend ist der objektive Reaktionstest „PVT – Psychomotor Vigilance Test“ durchzuführen (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), der in der kurzen Variante drei Minuten dauert. Dabei muss man so schnell wie möglich mit der Maus oder mit der Leertaste reagieren, sobald eine Zahl am Bildschirm erscheint.

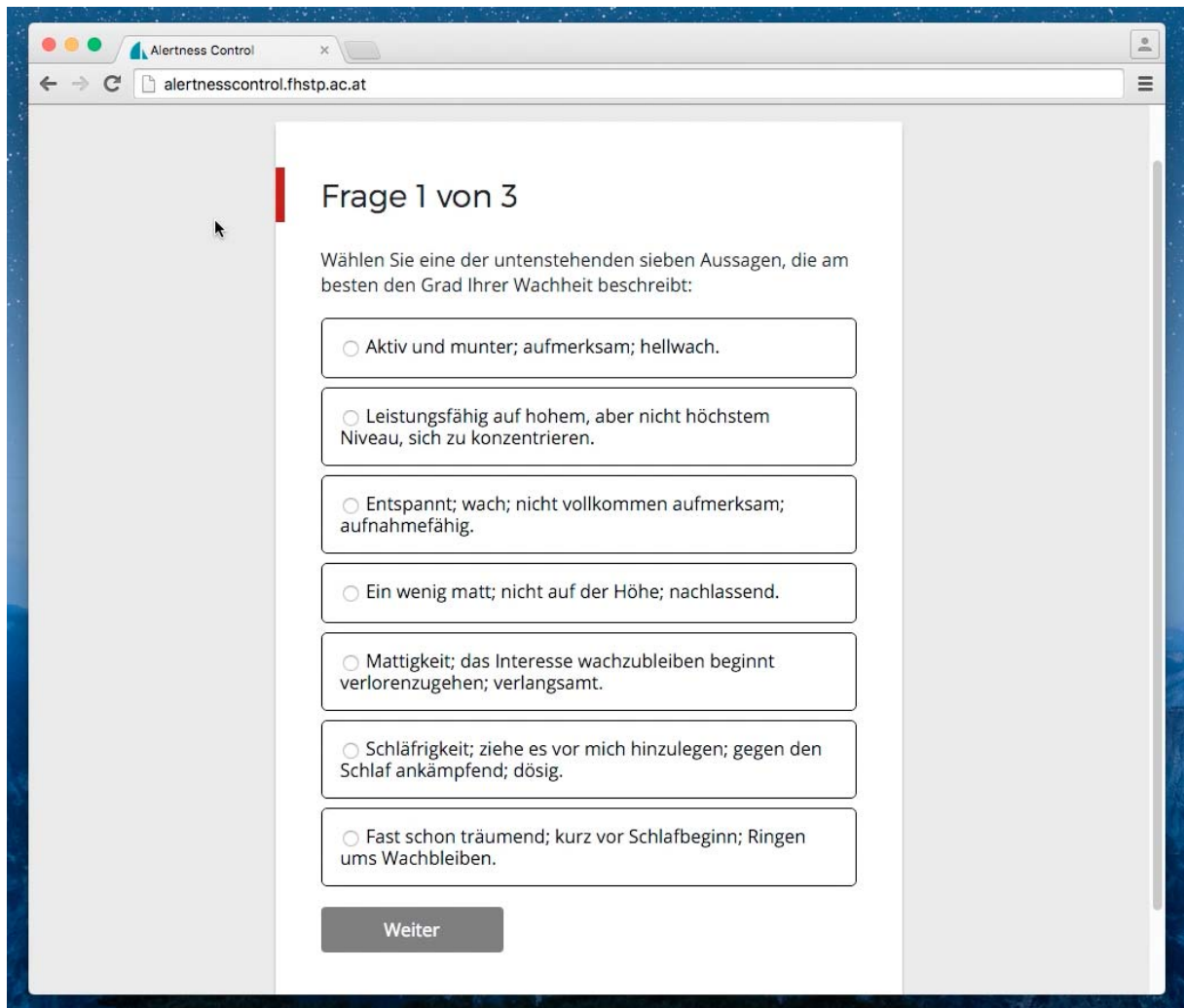


Abbildung 10: Stanford Schläfrigkeitsskala

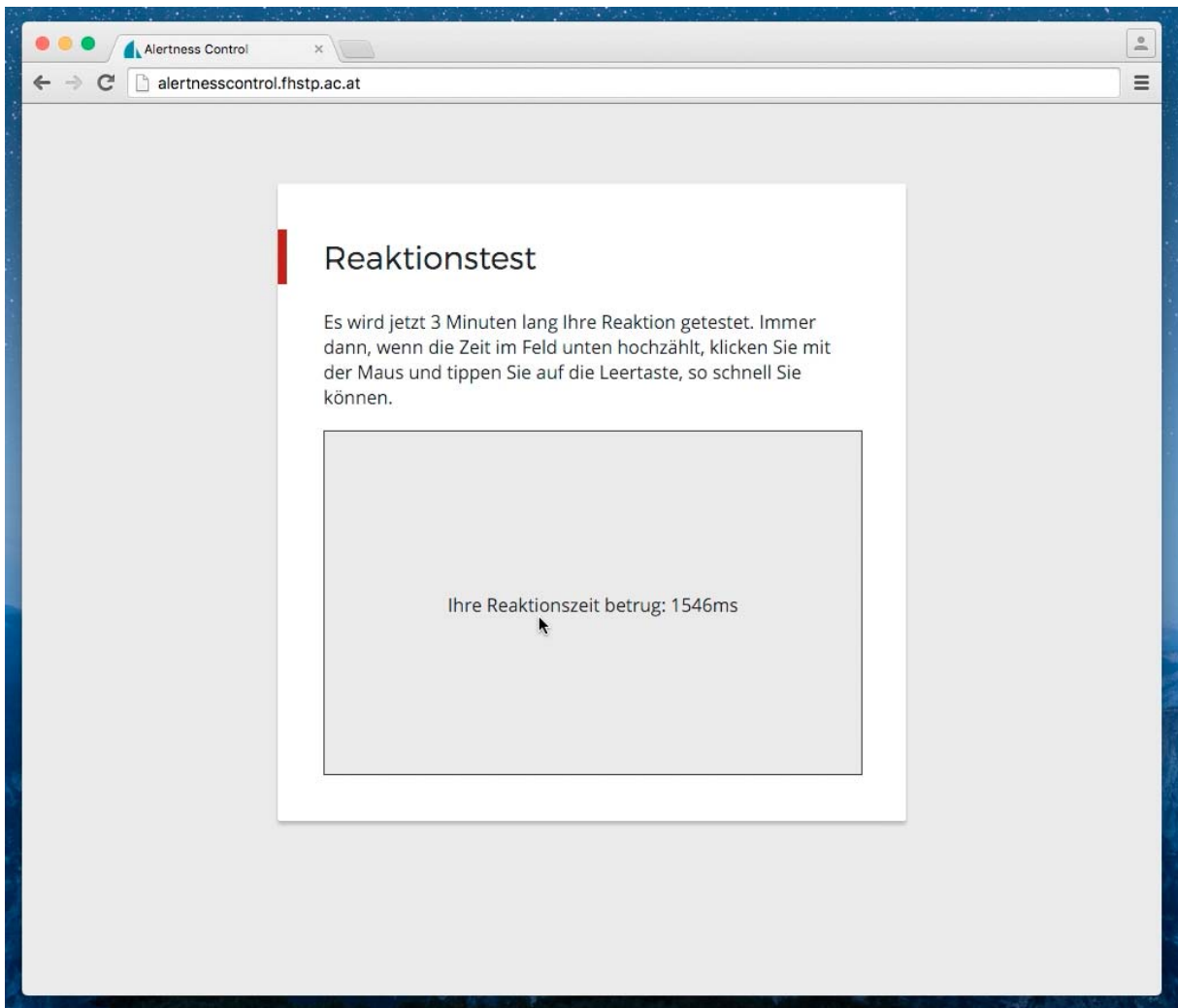


Abbildung 11: PVT-Test

- Empfehlung: Je nach Ergebnis des PVT-Tests und der Stanford Schläfrigkeitsskala wird dem/der Mitarbeiter/-in eine Empfehlung für eine aktivierende und deaktivierende Pause angezeigt (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

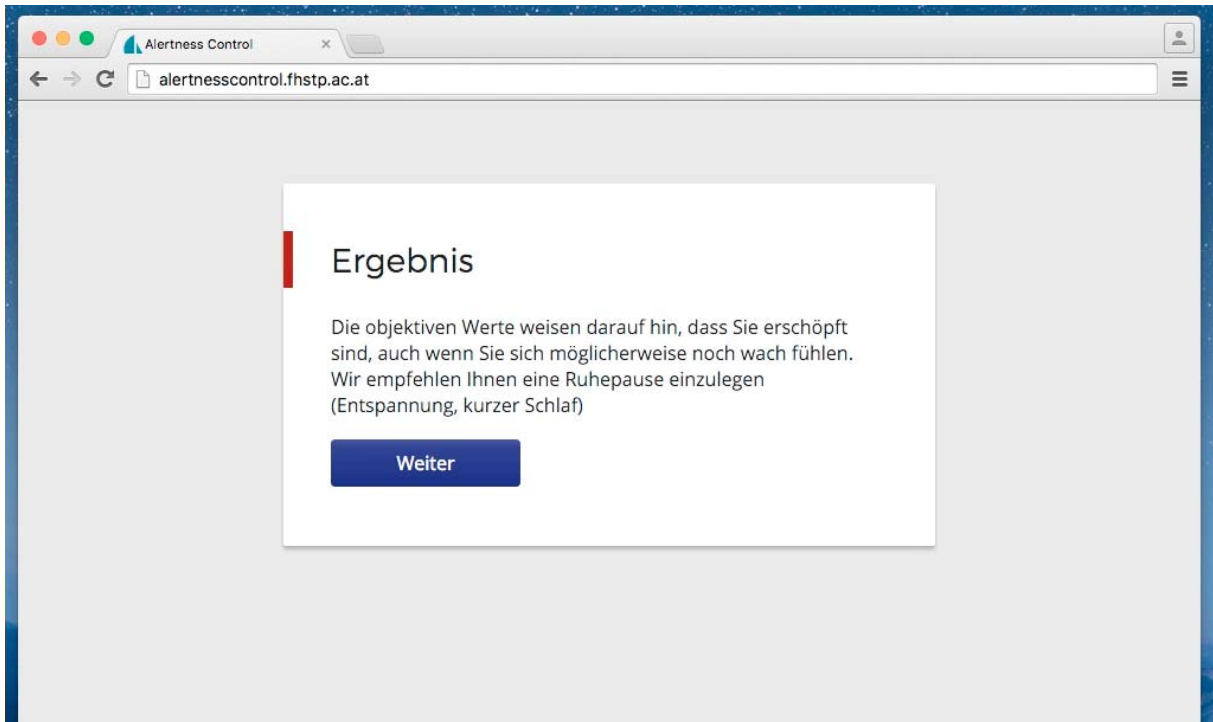


Abbildung 12: Darstellung einer Empfehlung

Dazu wurden die folgenden Texte passend zu den Maßnahmen entwickelt:

ID	Text
1	Die Testung zeigt, dass Sie erschöpft sind, auch wenn Sie sich möglicherweise noch wach fühlen. Wir empfehlen Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.
2	Ihre Einschätzung ist richtig! Sie sind wach und leistungsfähig! Damit Sie auch weiterhin konzentriert arbeiten können, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten eine Kurzpause von 5 bis 10 Minuten zu machen. Wenn möglich verlassen Sie dabei den Arbeitsplatz. Machen Sie ein paar Streck- und Ausgleichsbewegungen! Sollte die letzte Pause mehr als 3 Stunden her sein, empfehlen wir Ihnen innerhalb

	<p>der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
3	<p>Die Testung zeigt, dass Sie erschöpft sind, auch wenn Sie sich möglicherweise noch wach fühlen.</p> <p>Wenn Sie bereits lange wach sind oder nur wenig oder schlecht geschlafen haben, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Ruheraum zu gehen, um sich dort 10 bis 20 Minuten möglichst im Liegen zu entspannen. Stellen Sie bitte einen Wecker! Strecken Sie sich danach! Wenn Sie möchten, trinken Sie jetzt oder auch später einen Kaffee!</p> <p>Wenn Sie das nicht möchten, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
4	<p>Ihre Einschätzung ist richtig! Sie sind wach und leistungsfähig!</p> <p>Damit Sie auch weiterhin konzentriert arbeiten können, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten eine Kurzpause von 5 bis 10 Minuten zu machen. Wenn möglich verlassen Sie dabei den Arbeitsplatz. Machen Sie ein paar Streck- und Ausgleichsbewegungen!</p> <p>Sollte die letzte Pause mehr als 3 Stunden her sein, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
5	<p>Die Testung zeigt, dass Sie müde sind, auch wenn Sie sich möglicherweise noch wach fühlen.</p> <p>Wir empfehlen Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
6	<p>Ihre Einschätzung ist richtig! Sie sind wach und leistungsfähig!</p> <p>Damit Sie auch weiterhin konzentriert arbeiten können, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten eine Kurzpause von 5 bis 10 Minuten zu machen. Wenn möglich verlassen Sie dabei den Arbeitsplatz. Machen Sie ein paar Streck- und Ausgleichsbewegungen!</p> <p>Sollte die letzte Pause mehr als 3 Stunden her sein, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
7	<p>Die Testung zeigt, dass Sie müde sind, auch wenn Sie sich möglicherweise noch wach fühlen.</p> <p>Wir empfehlen Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Ruheraum zu</p>

	<p>gehen, um sich dort 10 bis 20 Minuten möglichst im Liegen zu entspannen, insbesondere wenn Sie bereits lange wach sind oder nur wenig oder schlecht geschlafen haben. Stellen Sie bitte einen Wecker! Strecken Sie sich danach! Wenn Sie möchten, trinken Sie jetzt oder auch später einen Kaffee!</p> <p>Wenn Sie das nicht möchten oder ausreichend lange geschlafen haben, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
8	<p>Ihre Einschätzung ist richtig! Sie sind wach und leistungsfähig!</p> <p>Damit Sie auch weiterhin konzentriert arbeiten können, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten eine Kurzpause von 5 bis 10 Minuten zu machen. Wenn möglich verlassen Sie dabei den Arbeitsplatz. Machen Sie ein paar Streck- und Ausgleichsbewegungen!</p> <p>Sollte die letzte Pause mehr als 3 Stunden her sein, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
9	<p>Ihre Einschätzung ist richtig! Die Testung bestätigt, dass Sie erschöpft sind.</p> <p>Damit Sie schnell wieder Ihre optimale Konzentrationsfähigkeit erreichen, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
10	<p>Die Testung zeigt, dass Sie noch konzentriert arbeiten können, auch wenn Sie sich müde und erschöpft fühlen.</p> <p>Damit Sie sich wieder fit fühlen und auch weiterhin konzentriert arbeiten können, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten eine Kurzpause von 5 bis 10 Minuten zu machen. Wenn möglich verlassen Sie dabei den Arbeitsplatz. Machen Sie ein paar Streck- und Ausgleichsbewegungen!</p> <p>Sollte die letzte Pause mehr als 3 Stunden her sein, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
11	<p>Ihre Einschätzung ist richtig! Die Testung bestätigt, dass Sie erschöpft sind.</p> <p>Damit Sie bald wieder Ihre optimale Konzentrationsfähigkeit erreichen, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Ruheraum zu gehen, um sich dort 10 bis 20 Minuten möglichst im Liegen zu entspannen. Stellen Sie bitte einen Wecker! Strecken Sie sich danach! Wenn Sie möchten, trinken Sie jetzt oder auch später einen Kaffee!</p>

12	<p>Die Testung zeigt, dass Sie noch konzentriert arbeiten können, auch wenn Sie sich müde und erschöpft fühlen.</p> <p>Damit Sie sich wieder fit fühlen und auch weiterhin konzentriert arbeiten können, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten eine Kurzpause von 5 bis 10 Minuten zu machen. Wenn möglich verlassen Sie dabei den Arbeitsplatz. Machen Sie ein paar Streck- und Ausgleichsbewegungen!</p> <p>Sollte die letzte Pause mehr als 3 Stunden her sein, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Ruheraum zu gehen, um sich dort 10 bis 20 Minuten möglichst im Liegen zu entspannen. Stellen Sie bitte einen Wecker! Strecken Sie sich danach! Wenn Sie möchten, trinken Sie jetzt oder auch später einen Kaffee!</p>
13	<p>Ihre Einschätzung ist richtig! Die Testung bestätigt, dass Sie müde sind.</p> <p>Damit Sie schnell wieder Ihre optimale Konzentrationsfähigkeit erreichen, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
14	<p>Die Testung zeigt, dass Sie noch konzentriert arbeiten können, auch wenn Sie sich müde fühlen.</p> <p>Damit Sie sich wieder fit fühlen und auch weiterhin konzentriert arbeiten können, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten eine Kurzpause von 5 bis 10 Minuten zu machen. Wenn möglich verlassen Sie dabei den Arbeitsplatz. Machen Sie ein paar Streck- und Ausgleichsbewegungen!</p> <p>Sollte die letzte Pause mehr als 3 Stunden her sein, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Übungsraum zu gehen und die Kinect-Übung durchzuführen.</p>
15	<p>Ihre Einschätzung ist richtig! Die Testung bestätigt, dass Sie müde sind.</p> <p>Wir empfehlen Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Ruheraum zu gehen, um sich dort 10 bis 20 Minuten möglichst im Liegen zu entspannen. Stellen Sie bitte einen Wecker! Strecken Sie sich danach! Wenn Sie möchten, trinken Sie jetzt oder auch später einen Kaffee!</p>

16	<p>Die Testung zeigt, dass Sie noch konzentriert arbeiten können, auch wenn Sie sich müde fühlen.</p> <p>Damit Sie sich wieder fit fühlen und auch weiterhin konzentriert arbeiten können, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten eine Kurzpause von 5 bis 10 Minuten zu machen. Wenn möglich verlassen Sie dabei den Arbeitsplatz. Machen Sie ein paar Streck- und Ausgleichsbewegungen!</p> <p>Sollte die letzte Pause mehr als 3 Stunden her sein, empfehlen wir Ihnen innerhalb der nächsten 15 Minuten in den Ruheraum zu gehen, um sich dort 10 bis 20 Minuten möglichst im Liegen zu entspannen. Stellen Sie bitte einen Wecker! Strecken Sie sich danach! Wenn Sie möchten, trinken Sie jetzt oder auch später einen Kaffee!</p>
----	---

Zudem bietet die Anwendung folgende Funktionalität über eine Administrationsoberfläche:

- Anlegen einer Studie, Testpersonen
- Einstellungen zur Studie (etwa Beginn und Ende der Studie).
- Echtzeit-Monitoring: Login der ProbandInnen und automatisch generierte Testzeitpunkte (so können eventuelle Probleme erkannt werden)
- Daten Export als CSV für anschließende statistische Auswertungen

Um einen bewegten Einblick in die Anwendung zu bekommen, wurde der Ablauf einer Testung auf Video festgehalten, das im Anhang beigelegt ist

Details zur technischen Umsetzung

Die Webanwendung „Alertness Control“ wurde fast ausschließlich in JavaScript (sowohl server- als auch clientseitig) umgesetzt. Dazu kam am Server Sails.js (aufbauend auf Node.js), MongoDB und Angular.js zum Einsatz.

Die Entscheidung, das Backend der Anwendung mit Sails.js und MongoDB umzusetzen, wurde aufgrund der Anforderung, möglichst schnell Antworten vom Client und Server zu bekommen und zu verarbeiten, getroffen. Da im Livebetrieb sehr viele Daten gespeichert werden müssen (jede einzelne Eingabe der ProbandInnen während des PVT-Tests) hat sich bei der Recherche MongoDB als passende Datenbank herausgestellt. Das MVC-Framework Sails.js wurde aufgrund der guten Datenbank- und WebSocket-Implementierung gewählt.

Das Frontend wurde mit Angular.js umgesetzt, da dieses Framework gut mit dem Backend zusammenspielt.

Technische Vorbereitungen zum Test im Herbst 2016

- Die fertige AlertnessControl Web-Anwendung wurde projektintern Ende Juni und Anfang Juli auf technische Probleme getestet. Folgende Schritte wurden durchgeführt:
 - 28. Juni – 30. Juni: Erhebung Baseline: Der Test erscheint regelmäßig alle zwei Stunden, ohne Anzeige einer Maßnahme. Dieser Test dient zur Ermittlung der Baseline und der eigenen „Bestzeit“.
 - 30. Juni: Datensichtung
 - 1. - 5. Juli: Normaler Reaktionstest: Der Test erscheint zufällig vier Mal und zeigt auf Basis der Ergebnisse und der Antworten eine passende Maßnahme an.
- Nach Abschluss der internen Funktionstests wurde eine virtuelle Maschine mit dem Betriebssystem *Ubuntu Server* vorbereitet und die notwendigen Software-Pakete installiert sowie die finale Web-Anwendung überspielt.
- Die virtuelle Maschine wurde an die ÖBB übergeben. Diese war dann über eine interne IP-Adresse erreichbar und konnte so von den Arbeitsplätzen der BFZ Wien aufgerufen werden.

Testphase Herbst 2016

- Von 9. bis 12. August fand ein Probedurchgang mit einem Mitarbeiter in der BFZ Wien statt, um einerseits den Testablauf, andererseits die Einsetzbarkeit in diesem Umfeld zu erproben.
- Die Baseline-Messung fand von 5. bis 16. September statt.
- Die eigentliche Testdurchführung fand von 3. bis 28. Oktober statt. Die ausführlichen Auswertungen der Tests finden sich in Arbeitspaket 4 (Maßnahmenevaluierung).

Erkenntnisse aus der Evaluation der Web-Anwendung AlertnessControl im sicherheitskritischen Umfeld (BFZ Wien)

- Im Vorhinein ist eine Abklärung der vorherrschenden sicherheitstechnischen und datenschutzrechtlichen Richtlinien, die ganz allgemein oder im speziellen im Unternehmen gelten, notwendig. Im konkreten Fall war es notwendig, dass die Web-Anwendung bei den geplanten Tests in der BFZ Wien auf unternehmensinterner Infrastruktur läuft. Daher wurde eine entsprechende virtuelle Maschine mit der lauffähigen Web-Anwendung erstellt und an die ÖBB übergeben. Zudem bedurfte es einer Freigabe des Vorhabens vom Chief Information Security Officer.
- Im Vorhinein ist auch eine Klärung der vorhandenen technischen Gegebenheiten notwendig, wo die Web-Anwendung zum Einsatz kommt. Konkret können sehr alte Browser die Web-Anwendung nicht richtig darstellen. Somit ist die volle Funktionsfähigkeit nicht gewährleistet. Vorab wurde daher überprüft, ob notwendige Browser installiert sind oder gegebenenfalls rudimentär für den Testzeitraum installiert werden können.
- Schutz persönlicher Daten: Gerade bei vorliegender Fragestellung ist es absolut notwendig, dass alle Daten im System anonymisiert gespeichert werden und keine Rückverfolgung möglich ist. Dies wurde entsprechend an die ProbandInnen und an den Auftraggeber kommuniziert.
- Erinnerungsfunktion für MitarbeiterInnen: Gerade im sicherheitskritischen Umfeld ist durch den Einsatz vieler verschiedener technischer Systeme und Monitore nicht gewährleistet, dass ProbandInnen den Aufruf zur Durchführung einer Testung auch gleich erkennen. Im Testzeitraum wurde bewusst auf invasive Erinnerungsfunktionen verzichtet, um die ProbandInnen nicht bei sicherheitskritischen Arbeiten zusätzlich zu stören. Die ProbandInnen warfen beim Test aber trotzdem selbstständig immer wieder einen Blick auf die Anwendung, sodass die Teilnahme an den Testungen sehr hoch war. Um aber automatisiert eine Erinnerung zu senden, könnten zum Beispiel zum Testzeitpunkt eine E-Mail oder SMS versendet werden, da dies nicht zu aufdringlich ist.
- Einfache Feedback- und Kontaktmöglichkeiten: Gerade wenn technische Probleme bei der Testung auftreten, soll ein schneller Kontakt (im Fall der

AlertnessControl-Anwendung eine permanent angezeigte E-Mail Adresse und zusätzlich eine Telefonnummer) zur Wahrung der Akzeptanz möglich sein.

- Einfacher, effizienter und intuitiver Zugang zur Anwendung: Bei der Konzeption der Anwendung wurde besonders auf die einfache intuitive Nutzung geachtet, damit die Testungen effizient durchgeführt werden können. Auch das erwies sich als Grund, warum die Anwendung auch während des Testzeitraums häufig genutzt wurde

Entwicklung von Maßnahmen für aktive und passive Pausengestaltung

Entwicklung aktive Pausengestaltung

Studiendesign

Es handelt sich um eine empirische, experimentelle, prospektive Studie, genauer gesagt um eine Feldmessung mit Test-Retest Design. Sie diente als Probeversuch für die Messungen, die in der BFZ Wien im Frühjahr 2016 durchgeführt wurden und war in einem kleineren Rahmen aufgebaut.

An der Studie nahmen 25 MitarbeiterInnen der Betriebsführungszentrale (BFZ) Linz teil. Im Zeitraum von 23.11.2015 bis 04.12.2015 wurden die ProbandInnen von deren Arbeitsplätzen mit Computerarbeit geholt, um an der einmaligen Intervention teilzunehmen. Die Intervention erstreckte sich über einen Zeitraum von zirka 20 bis 25 Minuten.

Die Auswahl dieses Studiendesigns begründet sich durch die Begrenzungen des Projekts „Alertness Control“ und die Bedingungen der BFZ Linz. Dadurch konnte nicht verblindet und auch nur begrenzt standardisiert gearbeitet werden. Es gab dabei nur eine Interventionsgruppe und keine Kontrollgruppe.

Studienverlauf

ProbandInnen

Bei den ProbandInnen handelte es sich um MitarbeiterInnen der BFZ Linz. Durchgeführt wurde die Studie mit 25 ProbandInnen im Alter von 18 – 60 Jahren, die sich freiwillig zur Teilnahme bereit erklärten.

Eine Information für die MitarbeiterInnen und das Dokument der Einverständniserklärung wurde bereits eine Woche vor Beginn der Intervention an die zuständigen Personen des Projekts übermittelt.

Die Rekrutierung der ProbandInnen erfolgte im Zeitraum der Intervention. Es fand täglich am Morgen eine kurze Befragung der MitarbeiterInnen statt, wer an der Studie teilnehmen möchte. Diese wurden dann verteilt am Tag in die Interventionen eingeschlossen. Dabei wurden die Zeiträume berücksichtigt in denen die MitarbeiterInnen wenig Zeit, bzw. viel Zeit hatten. Wenn der Fall auftrat, dass die ProbandInnen zum vereinbarten Termin kurzfristig absagen mussten, wurde die Intervention auf einen späteren Zeitpunkt verlegt. Weiters wurde darauf geachtet, dass niemandes Mittagspause beeinträchtigt wurde. Durch Absprache mit den LeiterInnen des Projekts, konnte gewährleistet werden, dass die Intervention als zusätzliche Pause für die MitarbeiterInnen dienen sollte.

Für die ProbandInnen ergaben sich folgende Einschlusskriterien:

- Bereitschaft, freiwillig mitzumachen
- Durchgehende Bildschirmarbeit für mehr als vier Stunden pro Tag
- Alter zwischen 18 und 60 Jahren
- Zustimmung vom Dienstgeber

Es gab folgende Ausschlusskriterien:

- Gesundheitliche Einschränkungen, die mit dem Bewegungsprogramm nicht kompatibel sind
- Unzureichende Deutschkenntnisse

Räumlichkeiten

Für die Intervention wurde für den Zeitraum von zwei Wochen von den Verantwortlichen des Projekts der BFZ Linz der Gesundheitsraum zur Verfügung gestellt. Es handelte sich hierbei um einen kleinen Raum mit einem Fenster. Weiters befanden sich Spinde, ein Kasten, ein Sessel und ein Ergometer im Raum.

Material

Für die Ausübung wurden folgende Materialien benötigt:

- Eine Gymnastikmatte – um einen rutschfesten Untergrund zu gewährleisten
- Zwei Gymnastikbänder – eines für den/ die PhysiotherapeutIn, eines für den/ die ProbandIn
- Einen Pilates Ball – für die Aufwärmübung

Messinstrumente

Die Überprüfung der Konzentrationsfähigkeit wurde objektiv mittels eines d2-Aufmerksamkeits-Belastungs-Tests gemessen. Das Müdigkeitsgefühl wurde anhand einer subjektiven VAS Skala beurteilt. Beide Messungen erfolgten vor und nach der aktiven Pausengestaltung.

d2-Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (d2 Test)

Der d2 Test von Brickenkamp, Schmidt-Atzert und Liepmann (2010) misst die Konzentration, aber auch die Schnelligkeit und Genauigkeit. Er ist sowohl als Papier-Stift Test in Form eines Durchstreichtests, als auch computergestützt durchführbar.

In der folgenden Arbeit wurde der d2 Test mit Papier und Stift durchgeführt.

Auch Lüdemann und Lüdemann (2007) erklären, dass dieser Test aus den Buchstaben „p“ und „d“ besteht und jeweils ein bis vier Striche ober oder unter dem Buchstaben hat. Insgesamt gibt es 16 verschiedene Zeichen, die in den 14 Reihen immer wiederkehren.

Bei der Ausführung sollen aber nur alle „d“ mit zwei Strichen durchgestrichen werden. Die Striche können sich über oder unter dem „d“ befinden. Möglich ist es auch, dass sich ein Strich über und einer unter dem „d“ befindet.

Für den Test wurden nur der Testbogen, ein Stift, eine Stoppuhr und eine kurze Anleitung benötigt. Für die Durchführung des Tests hatten die ProbandInnen vier Minuten Zeit.

Der Test ist sowohl objektiv (durch eindeutige Regeln und eine standardisierte Durchführung), als auch reliabel und valide. Weiters ist er einfach durchzuführen und nimmt nicht sehr viel Zeit in Anspruch.

Brähler et. al. (2002) beschreiben auch die weitgehende Unabhängigkeit des Intelligenzquotienten.

Büttner et al. (2004) erwähnen allerdings den Nachteil, dass durch den Test nur die kurzzeitige Konzentration und weniger eine Konzentrationsausdauer bestimmt werden kann.

Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des d2 Tests.

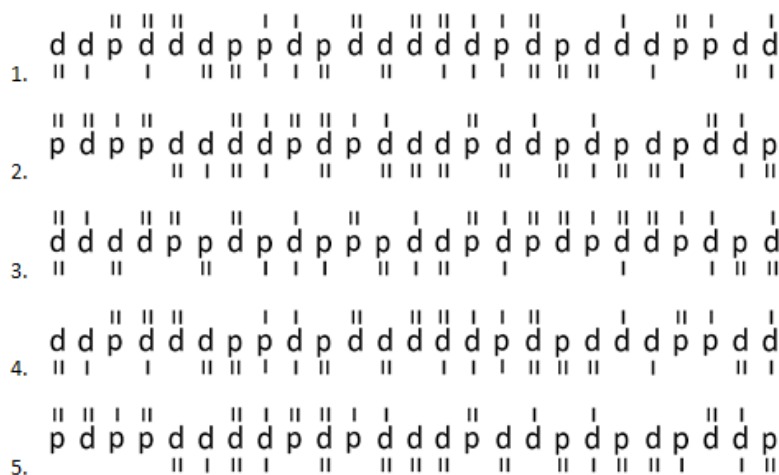


Abbildung 13: Ausschnitt des d2 Tests

Fragebogen/ subjektive Skala

Aus zeitlichen Gründen konnte leider kein Fragebogen verwendet werden. Zur subjektiven Feststellung der Müdigkeit wurde ausschließlich eine Frage gestellt, die subjektiv mittels VAS Skala beurteilt wurde. Die VAS Skala besteht aus den Zahlen null bis zehn, wobei null für das geringste Müdigkeitsgefühl und zehn für das höchste Müdigkeitsgefühl steht.

Die Ergebnisse der subjektiven Skalen dienten sowohl zur Einschätzung des Müdigkeitsgefühls und ob sich dieses verbessert, als auch zur Feststellung ob es einen Zusammenhang zwischen dem subjektiven Empfinden und dem Konzentrationstest gibt.

Folgende Frage wurde den ProbandInnen gestellt: „Wie müde fühlen Sie sich zum jetzigen Zeitpunkt?“

Intervention – Allgemeines

Die Intervention wurde gemeinsam mit der Entwicklung der Maßnahme für die passive Pausengestaltung durchgeführt.

Der Ablauf der Studie wurde gemeinsam geplant, mit dem Unterschied der verschiedenen Pausengestaltungen.

Die Intervention wurde über einen Zeitraum von zwei Wochen von 23.11.2015 bis 04.12.2015 durchgeführt. Die ProbandInnen durften dabei selber entscheiden, ob sie die ruhigere (passive) oder die aktivere Pausengestaltung wählten.

Insgesamt wurde pro ProbandIn zirka 20 bis 25 Minuten an Zeit anberaumt. Hiervon dienten zehn Minuten für die reine Intervention, neun Minuten für die Konzentrationstests (vier Minuten für den Test vor der Intervention, vier Minuten für den Test nach der Intervention und eine Minute für die Anleitung und Beschreibung des Tests) und zwei Minuten für die subjektiven Bewertungen (wieder je eine Minute vor und eine Minute nach der Messung, inklusive Zeit für die Anleitung). Die eventuellen weiteren vier Minuten dienten der Gehzeit vom Arbeitsplatz in den Gesundheitsraum und als Zeitpuffer.

Die Interventionszeit war eher kurz gehalten, da Kurzpausen lohnender sind und den ProbandInnen auch nur Kurzzeiten zur Verfügung stehen.

Generell wurde die Zeit von 09:00-15:00 Uhr genutzt, da dieser Zeitraum außerhalb der Stoßzeiten der BFZ lag. Im Folgenden wird der Tagesablauf näher erläutert:

- **08:45-09:00 Uhr:** Diese Zeit diente dazu, um alle benötigten Materialien und Dokumente vorzubereiten, sodass ein reibungsloser Ablauf der Intervention zu gewährleisten war.
- **09:00-09:30 Uhr:** Hier wurden die MitarbeiterInnen befragt, um festzustellen, wer an der Studie teilnehmen möchte.
- **09:30-11:00 Uhr:** In diesem Zeitraum fanden bis zu drei Interventionen statt.

- **11:00-13:00 Uhr:** Dies war die Mittagspause. Die MitarbeiterInnen hatten in dieser Zeit jeweils eine halbe Stunde Pause. Damit niemand die Intervention in der Mittagspause durchführen musste, gab es hier generell keine Interventionen.
- **13:00-15:00 Uhr:** In diesem Zeitraum fanden bis zu vier Interventionen statt.
- **15:00-15:15 Uhr:** Dies war die Zeit um alle benötigten Materialien und Dokumente zu verstauen.

Insgesamt nahmen durchschnittlich sechs ProbandInnen pro Tag an den beiden Studien teil. Eine Ausnahme zeigten die letzten beiden Messtage, mit einer sehr geringen Anzahl an TeilnehmerInnen. Die ProbandInnen hatten hierbei die Wahl zwischen zwei verschiedenen Pausengestaltungen – eine aktive oder eine ruhigere. Am Ende der Messungen haben bei jeder Studie in etwa die gleiche Anzahl an ProbandInnen teilgenommen.

Intervention – Ablauf

Die 25 ProbandInnen wurden von deren Arbeitsplätzen abgeholt. Noch vor Ort wurden dann der erste Konzentrationstest und die erste subjektive Befragung der Müdigkeit durchgeführt. Die Variante mit der ersten Testung am Arbeitsplatz wurde gewählt, da sich der Gesundheitsraum weiter weg von den meisten Arbeitsplätzen befand. Durch den etwas weiteren Gehweg könnten sich bereits Änderungen der Konzentrationsfähigkeit bemerkbar machen.

Anschließend konnten sich die ProbandInnen entscheiden, an welcher Art der Pausengestaltung sie teilnehmen wollten. Dabei ist anzumerken, dass die ProbandInnen die Möglichkeit hatten, jede Pausengestaltung einmal durchzuführen.

Der nächste Abschnitt der Intervention, die Durchführung des Bewegungsprogrammes, erfolgte bereits im Gesundheitsraum. Im Anschluss an die Pausengestaltung mussten die ProbandInnen erneut den d2 Test durchführen und deren Müdigkeitsgefühl mittels der subjektiven Skala angeben. Dies erfolgte ebenfalls im Gesundheitsraum. Alles in allem wurden für den gesamten Ablauf der Intervention, ungefähr 20 bis 25 Minuten benötigt.

Anschließend endete die Intervention und die ProbandInnen führten ihren Arbeitsalltag wie gewohnt fort.

Bewegungsprogramm

Das Übungsprogramm beinhaltete ein kurzes Aufwärmen, einen Hauptteil mit Gymnastikband-Übungen und ein Abwärmen mit Dehn- und Mobilisationsübungen für die Wirbelsäule.

Beim Aufwärmen wurde in verschiedenen Varianten ein Ball hin und her gespielt. Zuerst wurde mit beiden Händen, dann nur mit der rechten Hand und dann nur mit der linken Hand zugespült. Anschließend durften die ProbandInnen nur auf dem rechten Bein und dann nur auf dem linken Bein stehen, geworfen wurde allerdings wieder mit beiden Händen. Bei der letzten Aufwärmübung mussten die ProbandInnen in die Hocke gehen und beim erneuten Hochkommen den Ball wegwerfen.

Der Hauptteil der aktiven Pausengestaltung setzte sich aus fünf aufeinander aufbauenden, aber verschiedenen Übungen mit dem Gymnastikband zusammen:

1. Übung:

Zu Beginn der Übung mussten sich die ProbandInnen mittig auf das Band stellen und um deren Füße wickeln. Die Ausgangsstellung für die erste Übung war ein hüftbreiter Stand und leicht gebeugte Knie. Das Gymnastikband wurde bei gestreckten Armen so um die Hände gewickelt, dass es bereits leicht gespannt war. Während dieser Übung blieben die Ellenbogen beim Körper und wurden langsam und kontrolliert gestreckt und gebeugt. Die Übung wurde je nach ProbandIn acht bis zwölf Mal wiederholt.

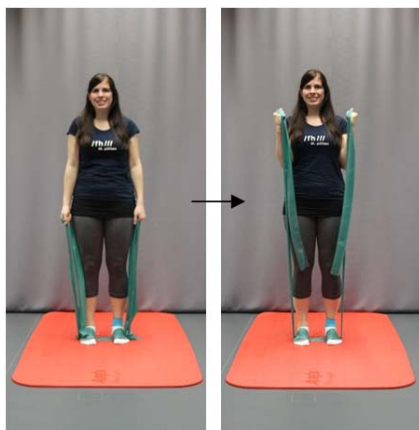


Abbildung 14: Übung 1 in frontaler Sicht

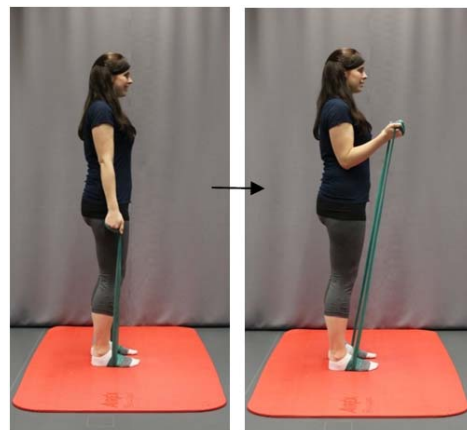


Abbildung 15: Übung 1 in sagittaler

2. Übung:

Um in die Ausgangsstellung der zweiten Übung zu gelangen mussten die ProbandInnen das Band auf einer Seite ablegen. Mit der Hand dieser Seite wurde das Gymnastikband der gegenüberliegenden Seite zirka auf der Höhe des mittleren Oberschenkels einmal um die Hand gewickelt. Die Knie konnten leicht gebeugt sein und der Rücken war rund. Nun wurde das Band zur gegenüberliegenden Schulter gezogen. Anschließend kamen die ProbandInnen wieder in die Ausgangsposition zurück. Die Bewegung sollte wieder langsam und kontrolliert durchgeführt werden. Die Ausführung der Übung erfolgte je nach ProbandIn acht bis zwölf Mal. Anschließend wurde dieselbe Übung, ebenfalls mit acht bis zwölf Wiederholungen, auf der anderen Seite durchgeführt.

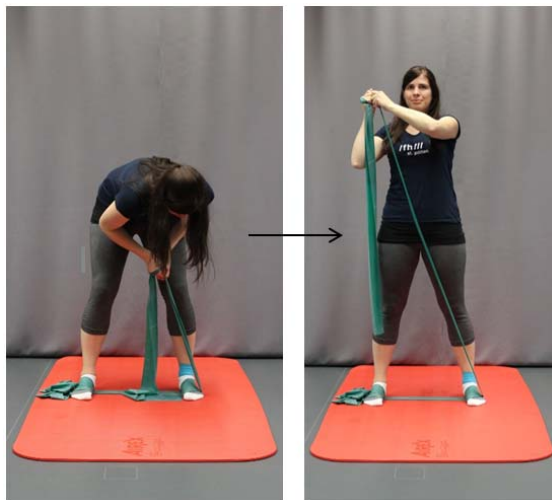


Abbildung 16: Übung 2 in frontaler Sicht

3. Übung:

Für die dritte Übung wurde das Gymnastikband einmal vor dem Körper überkreuzt. Die Arme hingen wieder gestreckt hinunter und das Band wurde so um die Hände gewickelt, dass es bereits leicht gespannt war. Dann wurden die gestreckten Arme nach oben und wieder zurückgebracht. Die Übung wurde je nach ProbandIn acht bis zwölf Mal durchgeführt.

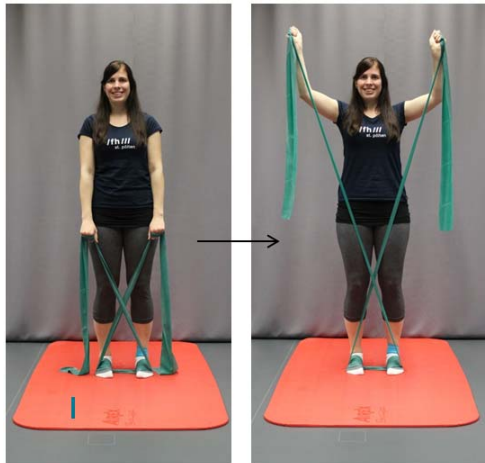


Abbildung 17: Übung 3 in frontaler Sicht

4. Übung:

Für die Ausgangsstellung dieser Übung wurde das Gymnastikband zusätzlich noch nach hinten um die Beine gewickelt und zwischen den Beinen wieder hervorgeholt. Dann wurde es in leicht gespanntem Zustand gehalten. Für die Ausführung mussten sich die ProbandInnen auf ein Bein stellen, das andere Bein wurde dann abgespreizt und wieder zurückgeführt. Anschließend wurde dieselbe Übung, ebenfalls für acht bis zwölf Wiederholungen, auf der anderen Seite durchgeführt.

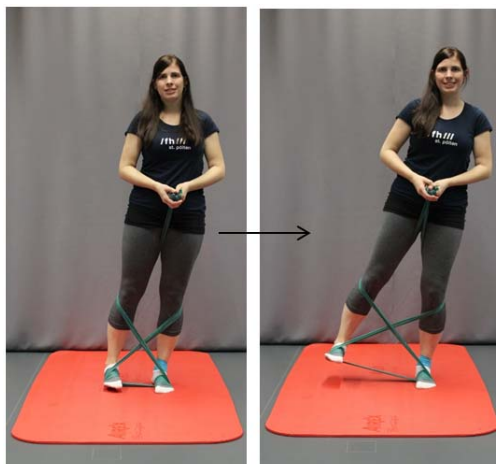


Abbildung 18: Übung 4 in frontaler Sicht

5. Übung:

Für die letzte Übung wurde das Gymnastikband um die Hände gewickelt, um anschließend Kniebeugen durchzuführen.

Beim Hinuntergehen wurden die Arme gestreckt, beim Hinaufgehen wurden sie wieder gebeugt. Bei dieser Übung mussten die ProbandInnen darauf achten, dass die Knie nicht über die Zehenspitzen ragten. Die Übung wurde je nach ProbandIn acht bis zwölf Mal durchgeführt.

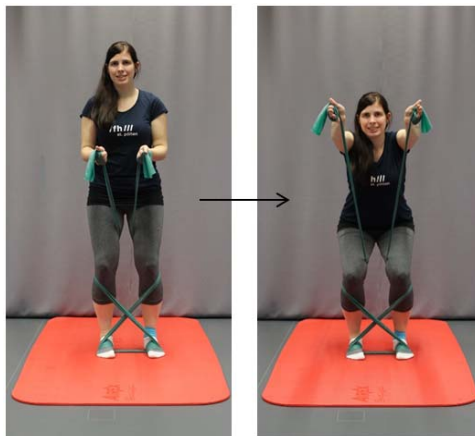


Abbildung 19: Übung 5 in frontaler Sicht

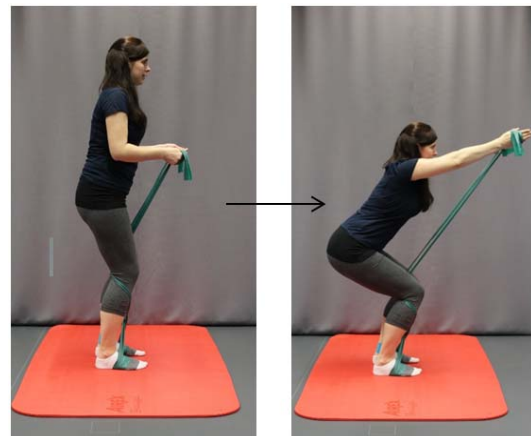


Abbildung 20: Übung 5 in sagittaler Sicht

Das Abwärmen setzte sich aus Streck-, Mobilisations- und Dehnübungen zusammen. Es wurde aber eher kurz gehalten. Die ProbandInnen sollten einen hüftbreiten Stand einnehmen, den Kopf zu einer Seite neigen und dabei den Arm der gegenüberliegenden Seite Richtung Boden bewegen, sodass ein leichtes Ziehen im Nacken zu spüren war. Nach einem kurzen Verweilen in dieser Position wurde die Seite gewechselt.

Die nächste Ausgangsstellung war der aufrechte Stand. Es wurde bei gestreckten Beinen die Wirbelsäule maximal gebeugt, der Kopf und die Arme hingen dabei nach unten, Richtung Boden. Nach einem langsamen Wiederaufrollen, bei dem Wirbel für Wirbel wieder gestreckt wurde, sollten sie die Arme zusammen nach oben nehmen und sich durchstrecken. Das Strecken erfolgte nicht nur mittig, sondern auch zur linken und zur rechten Seite. Dies diente als Gegenbewegung zur oft eingenommenen Beugehaltung bei Computerarbeit. Gleichzeitig wurde die ventrale und seitliche Muskulatur gedehnt.

Die Wiederholungsanzahl der Übungen und die Spannung des Gymnastikbandes variierten je nach Grundvoraussetzungen der ProbandInnen.

Ergebnisse Pretest aktive Pausengestaltung

Ergebnisse der subjektiven Bewertung der Müdigkeit

Die subjektive Bewertung der Müdigkeit wurde vor und nach der Pausengestaltung mittels einer subjektiven Skala gemessen. Diese Skala bestand aus den Zahlen 0 und 10, wobei die Zahl 0 für keine Müdigkeit und die Zahl 10 für die größtmögliche Müdigkeit stand. Die ProbandInnen sollten ihre Müdigkeit vor und nach der Pausengestaltung zwischen diesen beiden Zahlen einschätzen. Diese Werte wurden herangezogen und mittels IBM SPSS statistics 23 anonymisiert ausgewertet.

Anhand des unten angeführten Diagramm 1 können die einzelnen Ergebnisse der ProbandInnen herausgelesen werden.

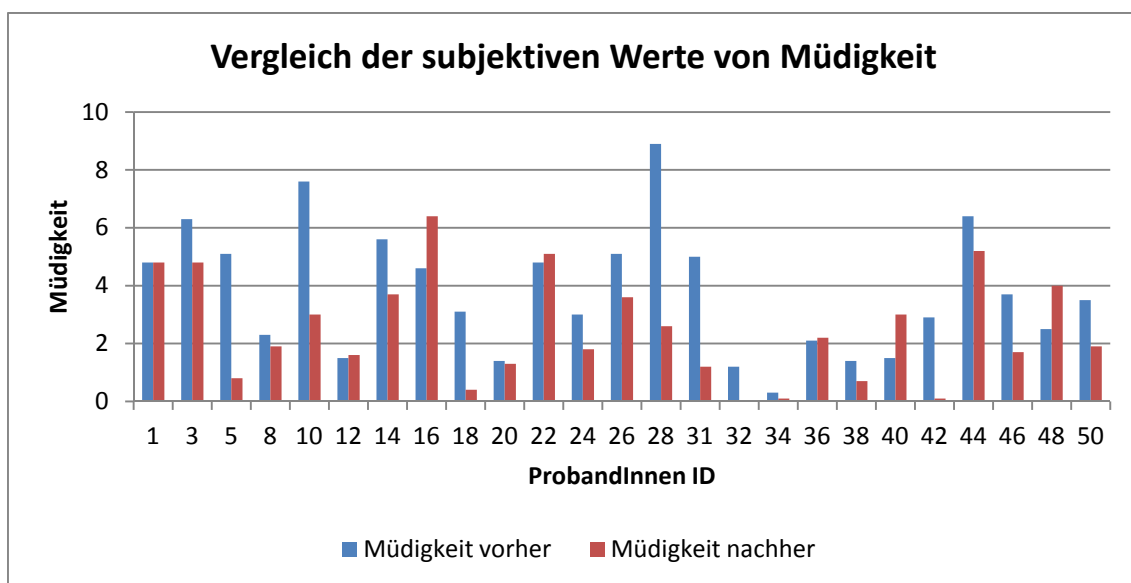


Diagramm 1: Grafische Darstellung der subjektiven Müdigkeit vor und nach der Intervention

Aus Tabelle 1 und 2 kann man entnehmen, dass sich die Werte der subjektiven Müdigkeit vor und nach der aktiven Pausengestaltung sehr signifikant voneinander unterscheiden und dass die Werte kleiner geworden sind (siehe Mittelwerte).

Das bedeutet, dass sich die ProbandInnen nach der Pause durchschnittlich weniger müde fühlten, als davor.

Durchschnittlich lag der subjektive Wert an Müdigkeit vor der Pause bei 3,784 von 10 Punkten und danach bei 2,476 von 10 Punkten. Dies ergibt eine durchschnittliche Steigerung von 27,28 Punkten.

Die folgenden 2 Tabellen zeigen die statistischen Ergebnisse für die subjektiven Werte der Müdigkeit vor und nach der Intervention:

	Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1 Wert der Skala vorher	3,784	25	2,1807	0,4361
Wert der Skala nachher	2,476	25	1,8192	0,3638

Tab. 1: Mittelwerte und Standardabweichung der subjektiven Müdigkeit

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren1 Skala_vorher-Skala_nachher	1,3080	1,9757	0,3951	0,4925	2,1235	3,310	24	0,003

Tab. 2: Signifikanz der subjektiven Müdigkeit

Das folgende Diagramm 2 zeigt den Unterschied der Mittelwerte vor und nach der Intervention.

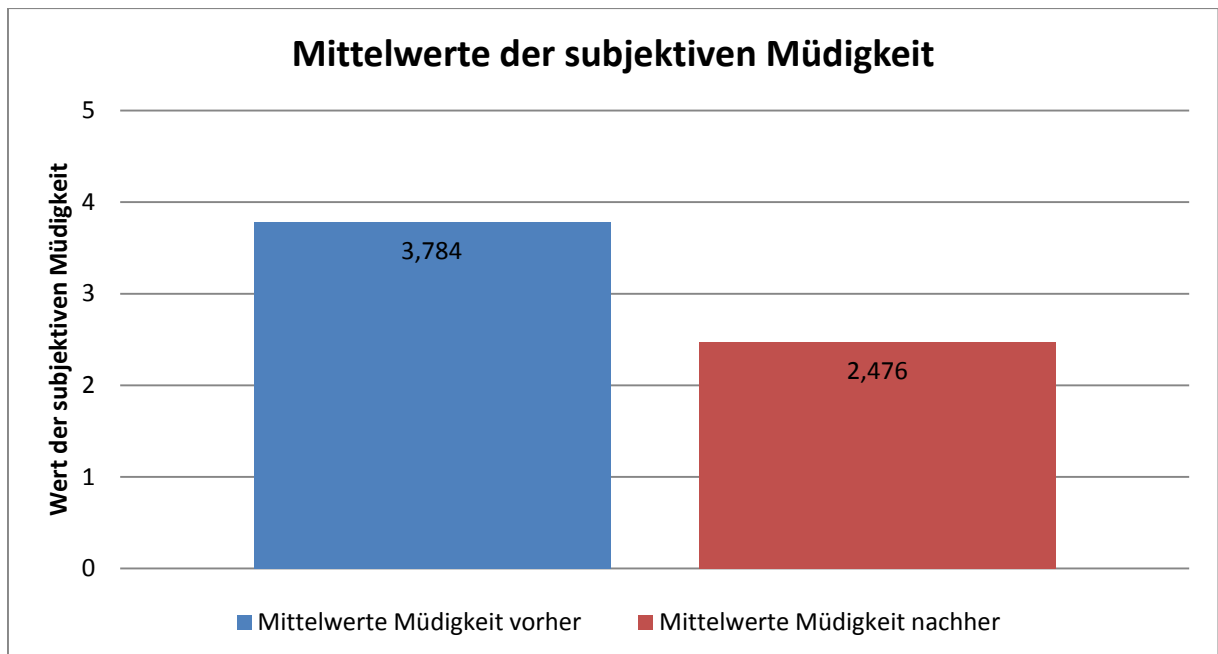


Diagramm 2: Grafische Darstellung der Mittelwerte der subjektiven Müdigkeit

Ergebnisse des Konzentrationstests

Der Konzentrationsleistungstest wurde vor und nach der Pausengestaltung mittels des d2 Tests durchgeführt. Der Test bestand aus verschiedenen Zeichen. Dabei mussten die ProbandInnen bestimmte Zeichen durchstreichen.

Aus diesem Konzentrationsleistungstest wurde mit Berücksichtigung der richtig und falsch durchgestrichenen Zeichen ein Konzentrationsleistungswert erhoben.

Diese Werte wurden herangezogen und mittels IBM SPSS statistics 23 anonymisiert ausgewertet.

Anhand des unten angeführten Diagramm 3 können die einzelnen Ergebnisse der ProbandInnen herausgelesen werden.

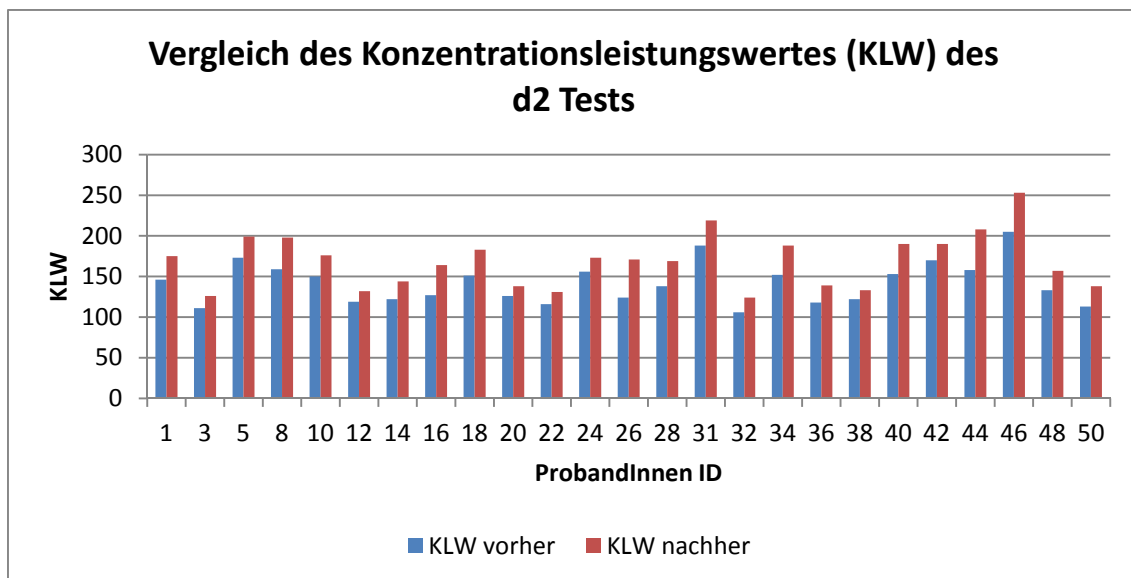


Diagramm 3: Grafische Darstellung der Konzentrationsleistungswerte vor und nach der Intervention

Aus Tabelle 1 und 2 kann man entnehmen, dass sich die KLW vor und nach der Pausengestaltung höchst signifikant voneinander unterscheiden und dass die Werte gestiegen sind (siehe Mittelwerte).

Das bedeutet, dass die Konzentrationsfähigkeit der ProbandInnen nach der Pause durchschnittlich besser war, als davor.

Durchschnittlich lag der KLW vor der Pause bei 141,44 Punkten und danach bei 168,72 Punkten. Dies ergibt eine durchschnittliche Steigerung von 27,28 Punkten.

Die folgenden 2 Tabellen zeigen die statistischen Ergebnisse für die Konzentrationsleistungswerte vor und nach der Intervention:

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	KLW vorher	141,44	25	25,435	5,087
	KLW nachher	168,72	25	32,888	6,578

Tab. 3: Mittelwerte und Standardabweichung der Konzentrationsleistungswerte (KLW)

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere				Obere
Paaren 1	KLW vorher- KLW nachher	-27,280	11,411	2,282	-31,990	-22,570	-11,953	24	0,000

Tab. 4: Signifikanz der Konzentrationsleistungswerte (KLW)

Das folgende Diagramm 4 zeigt den Unterschied der Mittelwerte vor und nach der Intervention.

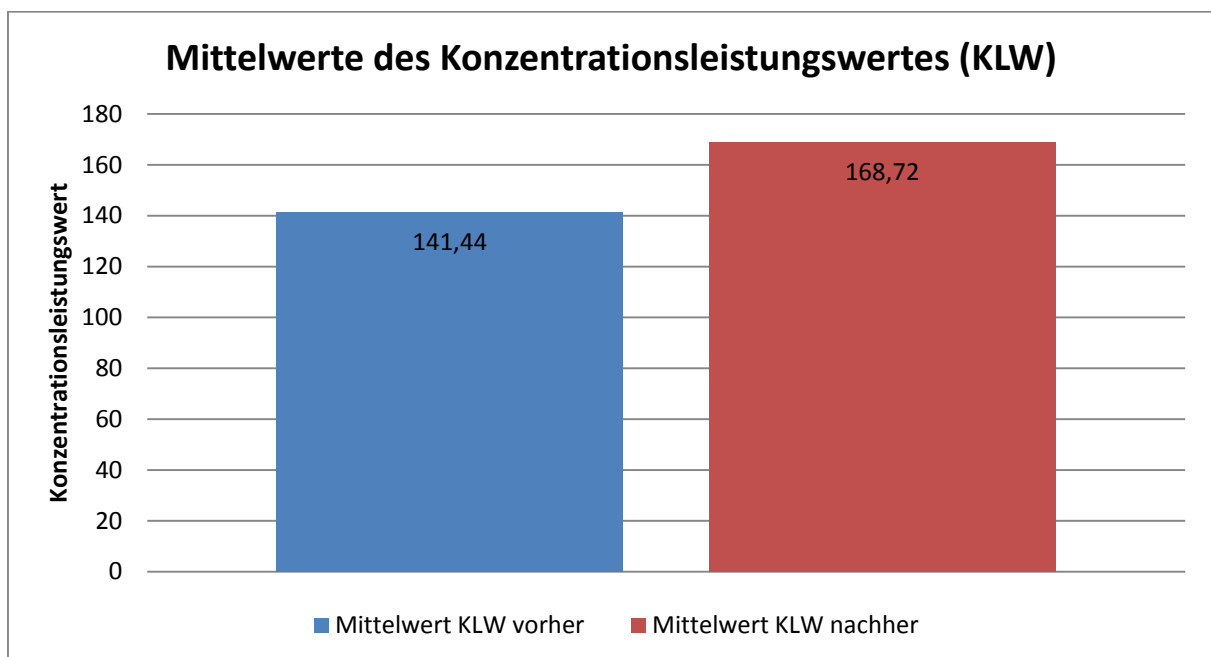


Diagramm 4: Grafische Darstellung der Mittelwerte der Konzentrationsleistungswerte

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein 10 minütiges aktives Pausenprogramm sowohl die subjektive Müdigkeit senkt, als auch die Konzentration erhöht.

Entwicklung passive Pausengestaltung

Studienablauf

Die Planung, Durchführung und Auswertung dieser Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit der Entwicklung der aktiven Pausengestaltung (siehe Kap. 3.1) Beide Studien wurden parallel in der Betriebsführungszentrale (BFZ) der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) in Linz durchgeführt.

Die grundlegenden Abläufe sind daher analog zu Kap. 3.1

Ein- und Ausschlusskriterien

Folgende Einschlusskriterien wurden berücksichtigt:

- Ein Alter zwischen 18 und 60 Jahren.
- Die Zustimmung vom Dienstgeber bezüglich einer zusätzlichen, bezahlten Pause.
- Ununterbrochene Bildschirmarbeit für mehr als zwei Stunden pro Tag.

Die Altersbegrenzung, die im ersten Punkt der Einschlusskriterien angeführt ist, ergibt sich daraus, dass der d2-Test in seiner Durchführung für Personen von neun bis sechzig Jahren geeignet ist. Die Zustimmung, die das zweite Einschlusskriterium darstellt, wurde bereits vor Studienbeginn vom Dienstgeber eingeholt. Der dritte Einschlusspunkt ergibt sich aus der Bildschirmarbeitsverordnung.

Weiters wurden folgende Ausschlusskriterien festgelegt:

- Erkrankungen des Bewegungsapparates bzw. gesundheitliche Beeinträchtigungen, die die Durchführung der entspannenden Pause nicht erlauben.
- Unzureichende Deutschkenntnisse.
- Teilnahme an der aktiven Pausengestaltung am selben Tag.

Aus Punkt eins der Ausschlusskriterien ergibt sich, dass Personen, die aufgrund von Erkrankungen und gesundheitlicher Beeinträchtigung nicht am Übungsprogramm teilnehmen konnten, nicht an der Studie teilnehmen durften. Punkt zwei der Ausschlusskriterien erhält seine Notwendigkeit darin, dass Personen mit unzureichenden

Deutschkenntnissen den Anleitungen der Messungen, sowie der Intervention nicht folgen können, und eine korrekte Durchführung somit erschwert wird. Der letzte Ausschlusspunkt wird dadurch begründet, dass die Teilnahme an der aktiven Pausengestaltung am jeweiligen Tag das Ergebnis verfälschen könnte.

Messparameter, Messmethoden und Ablauf der Messungen

Als Messparameter wurden die Konzentration und das subjektive Müdigkeitsgefühl herangezogen. Ersteres wird mittels eines objektiven Konzentrationstests und zweiteres durch eine subjektive Skala erhoben. Bei dem Konzentrationstest handelt es sich um den Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (d2-Test), bei der subjektiven Skala um die visuelle Analogskala (VAS). Beide wurden bereits in Kap 3.1.2.4 beschrieben.

Die gesamte Pausendauer betrug zwanzig Minuten. Die Messungen fanden zu Beginn und am Ende der Pause statt, wofür jeweils fünf Minuten eingerechnet wurden. Dazwischen fand die Intervention mit der Dauer von zehn Minuten statt.

Die erste Messung wurde direkt am Arbeitsplatz durchgeführt. Zuerst sollten die ProbandInnen ihr subjektives Müdigkeitsgefühl einschätzen und auf der VAS einzeichnen. Danach wurde der d2-Test durchgeführt. Nach der ersten Messung wurde der Arbeitsplatz verlassen und die Intervention im Gesundheitsraum durchgeführt. Abschließend erfolgte die zweite Messung im Gesundheitsraum, deren Ablauf dem der ersten Messung entsprach.

Intervention

Den Inhalt der Intervention bildete eine entspannende Pausengestaltung. Entspannung führt zu einer Konzentrationsförderung und steigert zusätzlich das subjektive physische und emotionale Wohlbefinden. Die Methode zur aktivierenden Entspannung sollte Bewegungsabläufe enthalten, die sich vom Arbeitsalltag der ProbandInnen abheben, aber trotzdem eine entspannende Komponente enthalten. Durch diese Vorgaben wurde ein Übungsprogramm in Anlehnung an Indian Balance® erstellt.

Eder und Wendsche (2014) betonen, dass mehrere Kurzpausen von etwa zehn Minuten günstig sind, um einen Erholungseffekt zu erzielen. Weshalb eine reine Interventionszeit

von zehn Minuten gewählt wurde. Die Intervention wurde im Gesundheitsraum des Gebäudes durchgeführt. Es handelte sich dabei um einen kleinen Raum mit Tisch und Sessel. Als benötigtes Material kann die Gymnastikmatte angeführt werden, auf der die ProbandInnen die Übungen durchführten. Um besser zur Ruhe und zur Entspannung finden zu können, lief während der Intervention leise Entspannungsmusik.

Übungsprogramm in Anlehnung an Indian Balance®

Die Übungen werden stehend auf der Matte ausgeführt. Um guten Bodenkontakt bzw. Erdverbundenheit zu haben, wird Indian Balance® ohne Schuhe ausgeführt. Ausnahme stellt eine bestehende ärztliche Anordnung oder eine gesundheitliche Indikation, die das Tragen von Schuhen erfordert, dar.

Im Folgenden eine Beschreibung der einzelnen Übungen.

Für die Ausgangsposition (Abb. 14) einen hüftbreiten Stand einnehmen und die Hände zum Dreieck, in die Tipi Position, falten. Die Arme sind dabei leicht abfließend.



Abbildung 21: Ausgangsposition des Übungsprogramms

Begonnen wird mit tiefen, bewussten Atemzügen. Die Augen dürfen dabei geschlossen werden, um sich besser auf die Atmung konzentrieren zu können. Es sollte dabei in den Bauch geatmet werden, wobei durch die Nase ein- und durch den Mund ausgeatmet wird.

Nach ein paar Atemzügen wird übergegangen zu „Wakanda die Atemsäule“.

Bei dieser Atemtechnik wird die Atmung mit der Bewegung kombiniert. Die Hände werden zum Tipi gefaltet und Richtung Himmel geführt, dabei durch den Mund ausatmen (Abb. 15a). Danach werden die Hände im Dreieck wieder bis zur Körpermitte abgesenkt, dabei wird eingeatmet. Die Fingerspitzen zeigen dabei immer zum Himmel. Nun kommt es zur

Drehung des Dreiecks, sodass die Fingerspitzen zur Erde zeigen. Die Hände werden zur Erde geführt, dabei wird ausgeatmet (Abb. 2b). Danach werden die Hände wieder zur Körpermitte geführt und es wird eingeatmet. Hier erfolgt wieder die Drehung des Dreiecks. Der Blick folgt während des gesamten Bewegungsablaufes den Händen. Die Bewegung wird im Einklang mit der Atmung fortgesetzt und sechs Mal wiederholt.

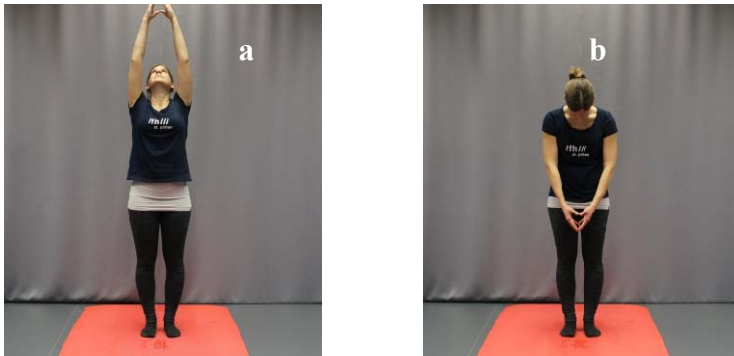


Abbildung 22: Wakanda die Atemsäule a) Ausatmen zum Himmel, b) Ausatmen zur Erde

Nächste Übung stellt das „Ritual der Verehrung“ dar. Diese Übung bietet durch wechselnde Beugung und Streckung der Wirbelsäule einen guten Ausgleich zum Sitzen während der Arbeitszeit. Die Ausgangsposition wird eingenommen. Begonnen wird mit der Umarmung der Sonne, dabei werden die Hände aus der Mitte im Kreisbogen zum Himmel geführt (Abb. 16a-c). Die Hände werden im Dreieck zur Mitte abgesenkt und es wird übergegangen zur Verehrung der Erde. Dabei sollen die Fingerspitzen den Boden berühren, wobei die Knie gebeugt werden dürfen (Abb. 17a-b). Dabei kommt es zu einer Beugung der Wirbelsäule. Zuletzt folgt die Begrüßung des Himmels, dabei langsam hochkommen. Drehung des Dreiecks in der Körpermitte, und weiteres anheben der Arme zum Himmel (Abb. 18a-b). Dabei kommt es zu einer Streckung der Wirbelsäule. Der Blick folgt während des gesamten Ablaufs den Händen. Die Atmung soll dabei der Bewegung folgen. Das Ritual der Verehrung wird vier Mal wiederholt.

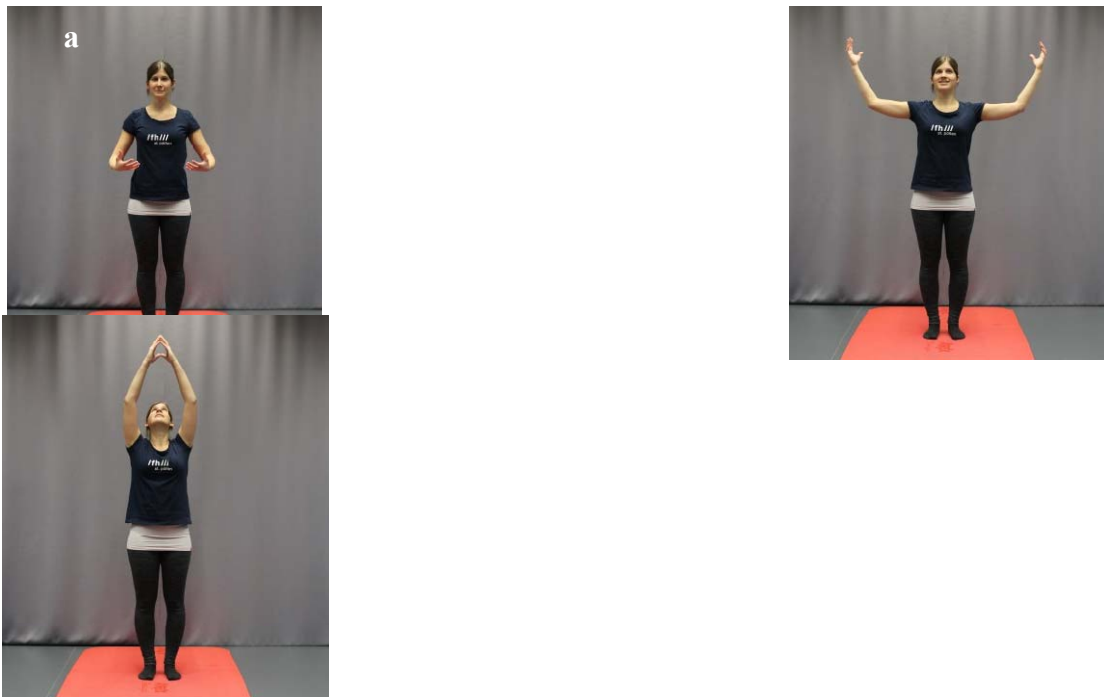


Abbildung 23: Umarmung der Sonne (Ritual der Verehrung) a) Start aus der Mitte, b) Arme im Kreisbogen zum Himmel führen, c) Hände zum Dreieck falten



Abbildung 24: Verehrung der Erde (Ritual der Verehrung) a) Absenken der Hände zur Erde, b) Fingerspitzen berühren den Boden



Abbildung 25: Begrüßung des Himmels (Ritual der Verehrung) a) Start aus der Mitte, b) Anheben der Hände zum Himmel

Als letzte Übung folgt der fliegende Falke „Elsu“. Diese Übung besteht aus zwei Hauptübungen. Der Vorbereitung zum Flug und dem Flug selbst. Begonnen wird mit der Vorbereitung zum Flug, danach folgt der Flug (linkes Bein). Danach wird die Vorbereitung zum Flug wiederholt. Abschließend wird nochmal der Flug (rechtes Bein) durchgeführt.

Für die Vorbereitung wird ein breiter Stand eingenommen und die Beine werden gebeugt, die Hände sind in der Körpermitte zum Dreieck gefaltet (Abb. 19a). Nun Beine und Arme strecken und dabei ausatmen (Abb. 19b). Der Blick folgt den Händen. Danach Beine und Arme wieder beugen und in die Ausgangsposition bringen, dabei einatmen. Diesen Bewegungsablauf vier Mal wiederholen.

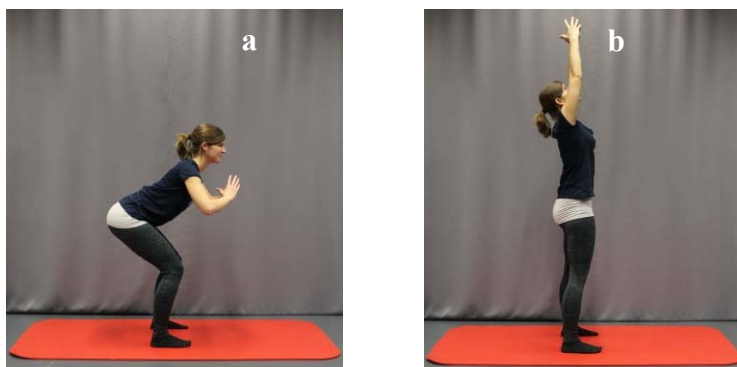


Abbildung 26: Vorbereitung zum Flug a) Ausgangsposition, b) Beine und Arme strecken

Anschließend wird zum Flug des Falken übergegangen. Ein Bein wird nach hinten gestellt, das hintere Knie zieht zum Boden. Die Hände werden über dem vorderen Knie mit gestreckten Armen zum Dreieck gefaltet (Abb. 20a). Nun die Beine strecken und gleichzeitig die Arme auf Schulterhöhe anheben, dabei ausatmen (Abb. 20b). Danach wieder Knie beugen, Arme absenken und Hände wie in der Ausgangsposition vor dem Körper falten, dabei einatmen. Diese Auf- und Abwärtsbewegung sechs Mal wiederholen.



Abbildung 27: Flug des Falken a) Ausgangsposition, b) Beine und Arme strecken

Bei der Durchführung aller Übungen sollten die ProbandInnen stets durch die Nase ein- und durch den Mund ausatmen und die Bewegungen in ihrem eigenen Tempo durchführen.

Ergebnisse Pretest entspannende Pausengestaltung - - Indian Balance ®

Ergebnisse der subjektiven Bewertung der Müdigkeit

Die subjektive Bewertung der Müdigkeit wurde vor und nach der entspannenden Pausenintervention, mit Hilfe einer Skala (0-10) erhoben. Der Wert 0 auf der Skala, entsprach keiner Müdigkeit und der Wert 10 entsprach der größtmöglichen Müdigkeit. Die ProbandInnen bestimmten, je nach eigenem Müdigkeitsempfinden, einen Wert zwischen 0-10 auf der Skala. Diese Werte, vor und nach der Intervention, wurden verwendet, um mit Hilfe eines statistischen Verfahrens festzustellen, ob sich die subjektive Einschätzung

der Müdigkeit veränderte. Eine grafische Darstellung der Werte vor und nach der Intervention bietet das Diagramm 4.

Das Ergebnis der Auswertung ergab eine höchst signifikante Verringerung der Müdigkeitsangabe. Dass es sich um eine Verringerung der Müdigkeit handelt, kann an den Mittelwerten, die in Tabelle 4 angegeben und im Diagramm 5 grafisch dargestellt wurden, abgelesen werden. Vor der Intervention gab es einen Mittelwert von 4,492, welcher sich nach der Intervention auf 3,192 verringerte.

Aus diesem Ergebnis kann geschlossen werden, dass sich die ProbandInnen im Durchschnitt nach der entspannenden Pausengestaltung weniger müde fühlten, als davor.

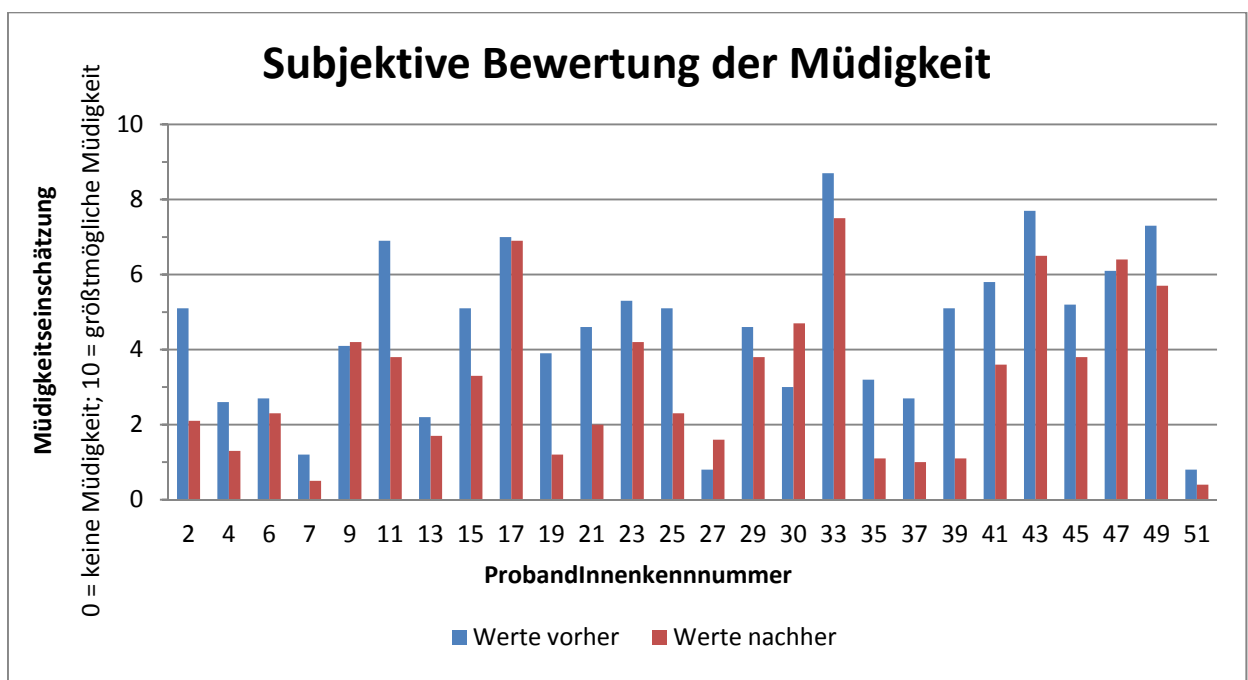


Diagramm 4: Grafische Darstellung der subjektiven Bewertung der Müdigkeit vor und nach der Intervention

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Wert der subjektiven Skala vorher	4,492	26	2,1230	,4164
	Wert der subjektiven Skala nachher	3,192	26	2,1027	,4124

Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichung der subjektiven Bewertung der Müdigkeit

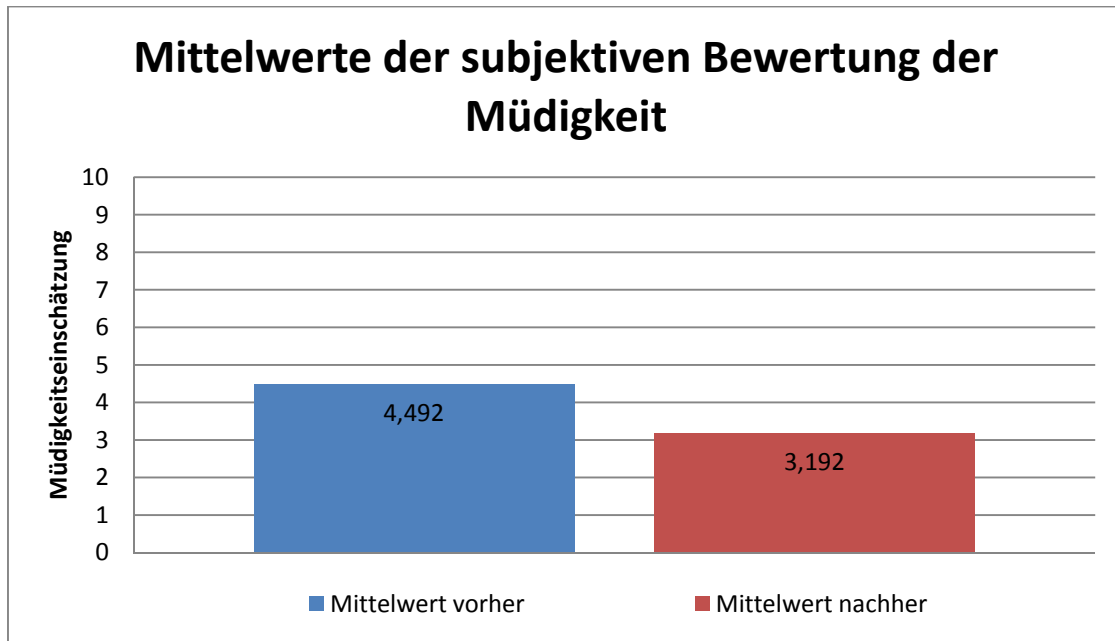


Diagramm 5: Grafische Darstellung der Mittelwerte der subjektiven Bewertung der Müdigkeit

Ergebnisse des Konzentrationstests

Die ProbandInnen führten den Konzentrationstest vor und nach der entspannenden Pausenintervention durch. Der Test diente dazu, die Konzentration der/des jeweiligen ProbandIn zum Zeitpunkt der Durchführung zu erheben, um in Folge auswerten zu können, ob sich die Konzentration nach der Intervention veränderte.

Bei der Auswertung der Tests wurde anhand der richtig und falsch durchgestrichenen Zeichen, sowie der nicht durchgestrichenen Zeichen, der Konzentrationsleistungswert erhoben. Dieser Wert wurde sowohl für den Test vor, als auch für den Test nach der Intervention ermittelt.

Die Konzentrationsleistungswerte vor und nach der Intervention wurden herangezogen und mit Hilfe eines statistischen Verfahrens ausgewertet. Eine grafische Darstellung der Werte vor und nach der Intervention bietet das Diagramm 6.

Die Auswertung ergab eine höchst signifikante Steigerung der Konzentration. Der Mittelwert, der in Tabelle 5 und grafisch im Diagramm 7 zu finden ist, steigerte sich von 134,00 auf 159,308. Das bedeutet, dass der Konzentrationsleistungswert bei dem Test

nach der Intervention im Durchschnitt höher lag, was sich daraus ergibt, dass die ProbandInnen in der gleichen Zeit mehr richtige Zeichen markiert haben, als beim Test vor der Intervention. Das ergibt eine Leistungssteigerung, welche sich auf eine gesteigerte Konzentration zurückführen lässt.

Aus diesem Ergebnis kann geschlossen werden, dass eine entspannende Pausengestaltung zu einer Steigerung der Konzentration führt.

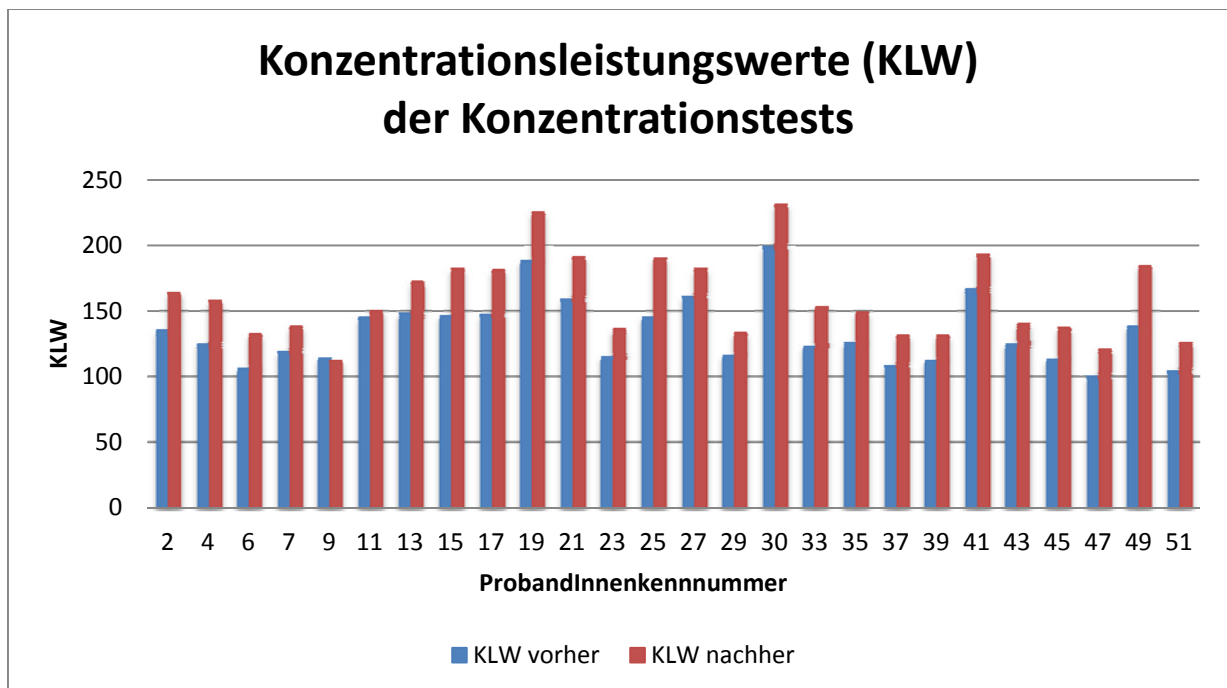


Diagramm 6: Grafische Darstellung der Konzentrationsleistungswerte des Konzentrationstests vor und nach der Intervention.

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Konzentrationsleistungswert des d2-Tests vorher	134,000	26	25,6515	5,0307
	Konzentrationsleistungswert des d2-Tests nachher	159,308	26	31,4881	6,1753

Tabelle 5: Mittelwerte und Standardabweichung des Konzentrationstests

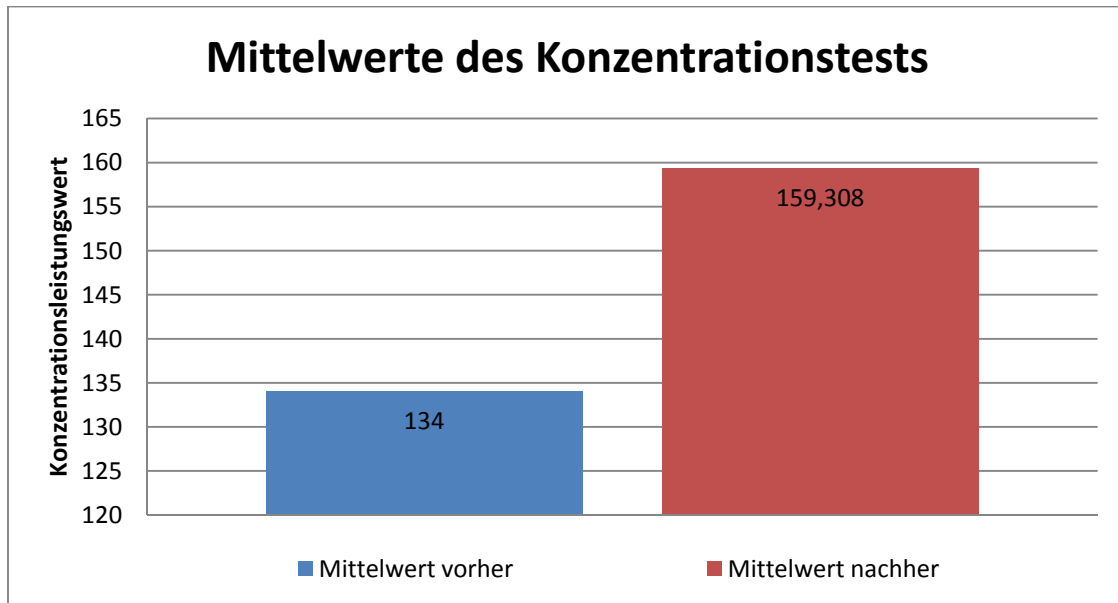


Diagramm 7: Graphische Darstellung der Mittelwerte des Konzentrationstests

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen schließen, dass eine entspannende Pausengestaltung von 10 min. sowohl zu einer subjektiven Verringerung der Müdigkeit, als auch zu einer objektiven Steigerung der Konzentration führt.

Entwicklung einer Kinect-basierten Trainings-installation zur autonomen Durchführung von Übungen

Überblick

Zur Überprüfung der Hypothesen 1 und 2 wurde eine Installation zur Durchführung von Körpertrainingsübungen implementiert. Körperliche Aktivität in den Pausen steigert die Konzentrationsfähigkeit und beugt außerdem den für Bildschirmarbeiten typischen Haltungsschäden vor. Für die Durchführung dieser Übungen wurde eine Trainingsstation entwickelt, bei welcher die ProbandInnen eine Reihe von Trainingsübungen vorgeführt bekommen und diese nachmachen konnten. Auf folgende Punkte wurde hierbei besonderer Wert gelegt:

- Der Ablauf der Übungen sollte für die ProbandInnen leicht verständlich sein und ohne der weiteren Erklärung einer dritten Person durchgeführt werden können
- Die Übungen sollten von den ProbandInnen von Ablauf und Haltung her korrekt durchgeführt werden können. Auf schlampige Durchführung sollte hingewiesen und nur korrekte Durchführungen gewertet werden
- Die Übungen sollten bei jeder Trainingseinheit in randomisierter Reihenfolge durchgeführt werden, um keinen Gewöhnungseffekt bei mehrmaliger Durchführung zu riskieren
- Die Gesamtdauer aller Übungen soll zwischen 5 und 10 Minuten liegen

Als Resultat dieser Anforderungen wurde Konzept entwickelt, welches aus folgenden Komponenten besteht (vgl. auch Abbildung 28):

- Raum mit ausreichender Bewegungsfreiheit (ca. 5x4m). Am Boden ist ein Bereich markiert, in welchem sich der/die ProbandIn platzieren sollte.
- Großformat-Display zur Anzeige von aufgenommenen Videos, einem Livebild des Probanden und Instruktionen
- Einer Spezialkamera (Kinect) zur Aufnahme des Videobilds des ProbandIn zur visuellen Selbstkontrolle, sowie eines speziellen Körper-Trackings um die Bewegungen der ProbandInnen auf Korrektheit zu kontrollieren

- Ein PC, an dem alle vorher genannten technischen Komponenten angeschlossen sind. Auf diesem läuft eine eigens programmierte Anwendung für Wiedergabe der Videos und der Prüfung der Anwendungslogik

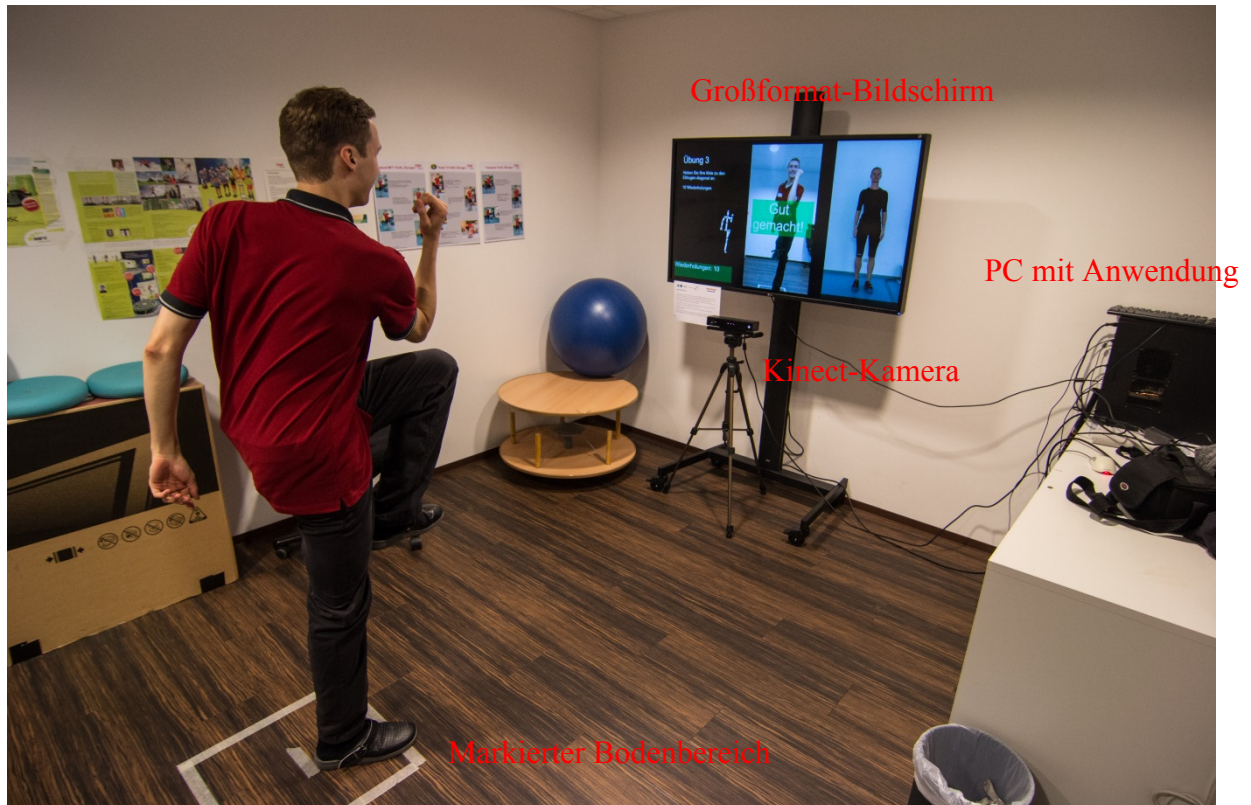


Abbildung 28: Überblick über Setup der Installation

Ablauf eines Übungsprogramms

Der Ablauf einer Übungseinheit wurde so definiert, dass eine Durchführung möglichst selbsterklärend vonstattengehen kann.

1. Der/die ProbandIn betritt den Übungsraum und stellt sich in den am Boden markierten Bereich.
2. Die Anwesenheit des/der ProbandIn wird von der Kinect-Kamera automatisch erkannt, sodass am Bildschirm das Trainingsprogramm initialisiert wird. Mittels Text am Bildschirm wird dem/der ProbandIn mitgeteilt, dass er/sie erkannt wurde und das Trainingsprogramm in Kürze beginnen wird.

3. Zunächst wird die Person aufgefordert wenige Sekunden ruhig und aufrecht zu stehen. Dies ist notwendig, da hierbei eine Vermessung der Person durchgeführt wird, welche bei den folgenden Übungen für die Kontrolle der Korrekten Durchführung notwendig ist.
4. Nach dem Abschluss der Messung startet das Programm mit der ersten von insgesamt 9 Übungen, die in zufälliger Reihenfolge ablaufen. Dazu erhält der/die ProbandIn folgende Informationen (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)
 - a. Verbale Instruktionen (Text), wie die Übung durchgeführt werden soll.
 - b. Eine Videoaufnahme, auf der die Übungsdurchführung von einer Person vorgezeigt wird
 - c. Ein Live-Video von sich selbst als eine Art virtueller Spiegel. Dieses Video-Livebild wird direkt neben der im vorigen Punkt genannten Aufnahme angezeigt, wodurch man leicht seine eigene Körperhaltung mit der am Video vorgezeigten Haltung vergleichen kann.
 - d. Eine abstrahierte Skelett-Ansicht der Körperhaltung des/der ProbandIn.
5. Jede Übung besteht aus kurzen Bewegungsabläufen, die 10 Mal wiederholt werden müssen. Bei der Durchführung der Übungen analysiert die Anwendung am PC die Körperhaltung des/der ProbandIn auf Korrektheit. Im Falle einer zu starken Abweichung von der gewünschten Haltung wird dies dem/der ProbandIn mittels einer roten Überblendung über dem Videobild sofort mitgeteilt. Die Anzahl der Wiederholungen werden gezählt, wobei der Zähler nur bei tatsächlich korrekten Durchführungen erhöht wird.
6. Ist eine Übung nach 10 korrekten Durchführungen erfolgreich abgeschlossen, wird die nächste Übung gestartet (siehe Punkt 4).
7. Nach dem Durchlaufen aller 9 Übungen wird eine Erfolgsmeldung angezeigt, bei der dem Probanden gratuliert wird.

Die Übungseinheit kann auch jederzeit abgebrochen werden, indem der/die ProbandIn einfach den markierten Bodenbereich verlässt. Da das Verlassen des Bereichs auch durchaus unabsichtlich geschehen kann (etwa, wenn man bei Gleichgewichtsverlust einen Ausfallsschritt machen muss), zeigt die Anwendung zunächst nur einen Hinweis an, dass man normal weitermachen kann, wenn man sich wieder in den markierten Bereich bewegt. Nach Ablauf von 10 Sekunden geht die Anwendung in einen Ruhemodus, aus

welchem sie wieder aktiviert werden kann, wenn sich jemand in den markierten Bereich bewegt (Punkt 1).

Beschreibung der Übungen

Es wurden Übungen ausgewählt, welche einfach ohne Vorbereitung ausführbar bzw. nachzumachen waren. Bei der Auswahl der Übungen wurde darauf geachtet, dass möglichst der gesamte Bewegungsapparat trainiert wird, um einen guten Ausgleich zur sitzenden Tätigkeit zu bieten. Weiters wurden Komponenten wie Gleichgewicht und Beweglichkeit in das Programm integriert. Die Übungsdauer wurde bewusst kurz gehalten, da sich in der Literaturrecherche gezeigt hat, dass das Training nicht zu intensiv bzw. nur so kurz sein sollte, dass es zu keiner körperlichen Ermüdung, sondern nur zu einer Aktivierung des Herz-Kreislaufsystems bzw. des Körpers (Bewegungsapparates) kommt.

Übung 1:

Schultergürtel heben und senken

Erklärung: Durch die sitzende Tätigkeit, bzw. die Arbeit mit Tastatur und Maus kommt es häufig dazu, dass der Schultergürtel unbeabsichtigt zu den Ohren hochgezogen wird und dadurch kann es zu Verspannungen und Schmerzen im Halswirbelsäulen und Nackenbereich kommen. Diese Übung soll gezielt die genannten Bereiche mobilisieren und dadurch die betroffenen Muskelgruppen entspannen.

Übung 2:

Am Stand gehen und die Arme ausgestreckt nach hinten kreisen.

Erklärung: Das Gehen soll die Durchblutung der unteren Extremität fördern, den Kreislauf anregen und das Kreisen der Arme nach Rückwärts eine Lockerung der Schulter-Nackensmuskulatur bewirken.

Übung 3:

Heben Sie Ihre Knie abwechseln rechts/links an, wobei die Ellbogen abwechselnd recht/links diagonal in Richtung Knie bewegt werden.

Erklärung: Durch die Diagonalbewegung von oberer und unterer Extremität werden die diagonalen Muskelketten im Rumpf aktiviert. Es wird abwechselnd eine Beuge- und Streckbewegung ausgeführt, was einen guten Ausgleich zur statisch sitzenden Tätigkeit darstellt.

Übung 4:

Gehen Sie in die Knie und strecken Sie dabei die Arme vor Ihren Körper.

Erklärung: Die Kniebeuge mit vorgestreckten Armen und geradem Rücken soll die Rücken-, Bauch- und Beinmuskulatur aktivieren.

Übung 5/6:

Stellen Sie sich auf das linke/rechte Beine und heben Sie das andere seitlich an, bleiben Sie dabei möglichst aufrecht.

Erklärung: Training der Gleichgewichtsfähigkeit und gleichzeitig Aktivierung der Muskulatur des Rumpfes sowie im Hüft- und Beckenbereich.

Übung 7/8:

Stellen Sie sich auf ein Bein und heben Sie das rechte/linke Beine gestreckt nach hinten weg. Halten Sie ihre Wirbelsäule aufrecht und nehmen Sie gleichzeitig vorne beide Arme mit hoch. Versuchen Sie dabei das Gleichgewicht zu halten.

Erklärung: Der Einbeinstand fördert das Gleichgewicht und das Strecken des Hüftgelenks ist eine wichtige Ausgleichsbewegung zu den permanent gebeugten Hüftgelenken im Sitzen. Durch das Heben der Arme vorne wird eine Gesamtkörperspannung aufgebaut und so auch die Rumpfmuskulatur aktiviert.

Übung 9:

Aufrechter Stand, Kopf drehen, abwechseln über die rechte und linke Schulter schauen

Erklärung: Ausgleichsbewegung für die Halswirbelsäule zur dauernd statischen Position im Sitz.



Abbildung 29: Übersicht über die Anzeigeelemente der Trainingsapplikation

Funktionsweise der Haltungserkennung

Kernelement der Installation ist die Erkennung, ob die Übungen von den ProbandInnen auch tatsächlich korrekt durchgeführt werden. Dies funktioniert nur dann, wenn man parametrische Informationen über die Körperhaltung von Personen erhält (d.h. räumliche Informationen über die Position der Glieder und Gelenke des Körpers und daraus abgeleitet Entfernungen und Winkel der Gliedmaßen zueinander). Ein einfaches Videobild ist hierfür nicht ausreichend, da diese Parameter aus den Pixelinformationen nicht ohne weiteres abgeleitet werden können.

Die Kinect-Kamera (Abbildung 30) der Firma Microsoft ist eine Spezialkamera, die neben einem gewöhnlichem Farbvideobild (Abbildung 31) auch ein sogenanntes Tiefenbild der gefilmten Szene aufnehmen kann.



Abbildung 30 Microsoft Kinect v2 Spezialkamera



Abbildung 31 (links) Normales Farbbild

Abbildung 32 (rechts) Tiefenbild (nahe Elemente hell, entfernte Elemente dunkel) mit daraus abgeleiteter Information über die Körperhaltung (Skelett in grün)

In einem solchen Tiefenbild ist in einem Pixel keine Farbinformation enthalten, sondern die Entfernung des aufgenommenen Objekts zur Kamera codiert (Abbildung 32). Die Kinect-Kamera kann in diesen Tiefeninformationen mittels Machine-Learning Methoden

menschliche Konturen erkennen und daraus Skelettinformationen (d.h. Informationen über die Position der Gelenke eines Körpers im Raum) ableiten.

Kennt man die Gelenkpositionen eines Körpers im Raum, kann man daraus die Körperhaltung (Verhältnis von Gelenken und Winkeln zueinander) von Personen daraus ableiten. Diese Informationen über die Körperhaltung dienen als Basis für die Erkennung der korrekten Durchführung einer Übung.

Großer Vorteil des Kinect-Systems im Vergleich zu gängigen Systemen, wie sie in der Sportwissenschaft oder für Motion-Capturing für Spezialeffekte eingesetzt werden ist, dass die zu trackenden Personen keine „Marker“ auf sich aufkleben müssen, was ein in der Vorbereitung sehr mühseliger und zeitlich aufwendiger Prozess ist. Personen und deren körperlichen Eigenschaften werden vom Kinect-System ohne weitere Vorbereitungen erkannt, ohne dass spezielle Maßnahmen notwendig sind. Daneben ist die Kinect als Gerät deutlich billiger (ca. 200 Euro statt mehreren tausend Euro) als andere Systeme, hat aber den Nachteil die Gelenkpositionen nicht ganz so akkurat abzubilden. Für die Anwendung der Übungserkennung ist die Genauigkeit aber hinreichend (Obdrzalek, 2012).

Funktionsweise der Übungserkennung

Um den ProbandInnen Feedback geben zu können, ob sie die Übungen tatsächlich korrekt durchführen wurden verschiedene Methoden angewandt, um Abweichungen festzustellen. Beispielhaft wird im Folgenden beschrieben, wie dies in der Applikation geschieht (tatsächlich kommen intern wesentlich mehr Methoden zum Einsatz, die aber den Rahmen dieses Dokuments sprengen würden):

- Aufrechte Körperhaltung: Vergleich der räumlichen Positionen und aufgespannten Winkeln von Kopf, Schulterzentrum und Hüftzentrum innerhalb eines bestimmten Toleranzbereichs
- Gerade Beinhaltung: Konstanter Knieabstand (kein Ein- oder Ausdrehen bei einer Kniebeuge).
- Korrekter Ablauf einer Bewegung mit mehreren Bewegungsphasen: Modellierung eines Endlichen Automaten mit mehreren Zuständen (z.B. Arme vorgestreckt, Arme Überkopf, Arme hinter den Schultern, ...) um komplexere Bewegungsabläufe zu erkennen.
- ...

Grobe Abweichungen von den vorgegebenen Haltungen werden mit Schwellwerten erkannt, die dynamisch an die jeweilige Körpergröße der einzelnen ProbandInnen angepasst wurden. Hierfür wird zu Beginn des Übungsprogramms eine Vermessung der Körpergröße der Personen durchgeführt.

Die erfolgreiche Durchführung einer einzelnen Übung ist abhängig von mehreren Einzelzielen in der Übung, die mittels Kombination aus mehreren Vorgaben erreicht werden. Exemplarisch wird hier das Beispiel von Kniebeugen mit ausgestreckten Händen (siehe Übung 4) beschrieben.

1. Person startet in aufrechter Position
2. Person geht soweit in die Knie, dass das Gesäß auf dieselbe Höhe wie die Knie kommt. Hierbei wird darauf geachtet, dass der Abstand der Knie zueinander annähernd konstant bleibt. Gleichzeitig sollen in der Abwärtsbewegung die Hände in einer Bogenbewegung nach vorne bis über Kopfhöhe gestreckt werden.
3. Nach Erreichen der Zielposition muss die Person sich wieder in die aufrechte Position von Punkt 1 begeben. Nur wenn alle genannten Punkte erfüllt werden, wird die Übung als korrekt durchgeführt bewertet und der Wiederholungszähler wird erhöht.

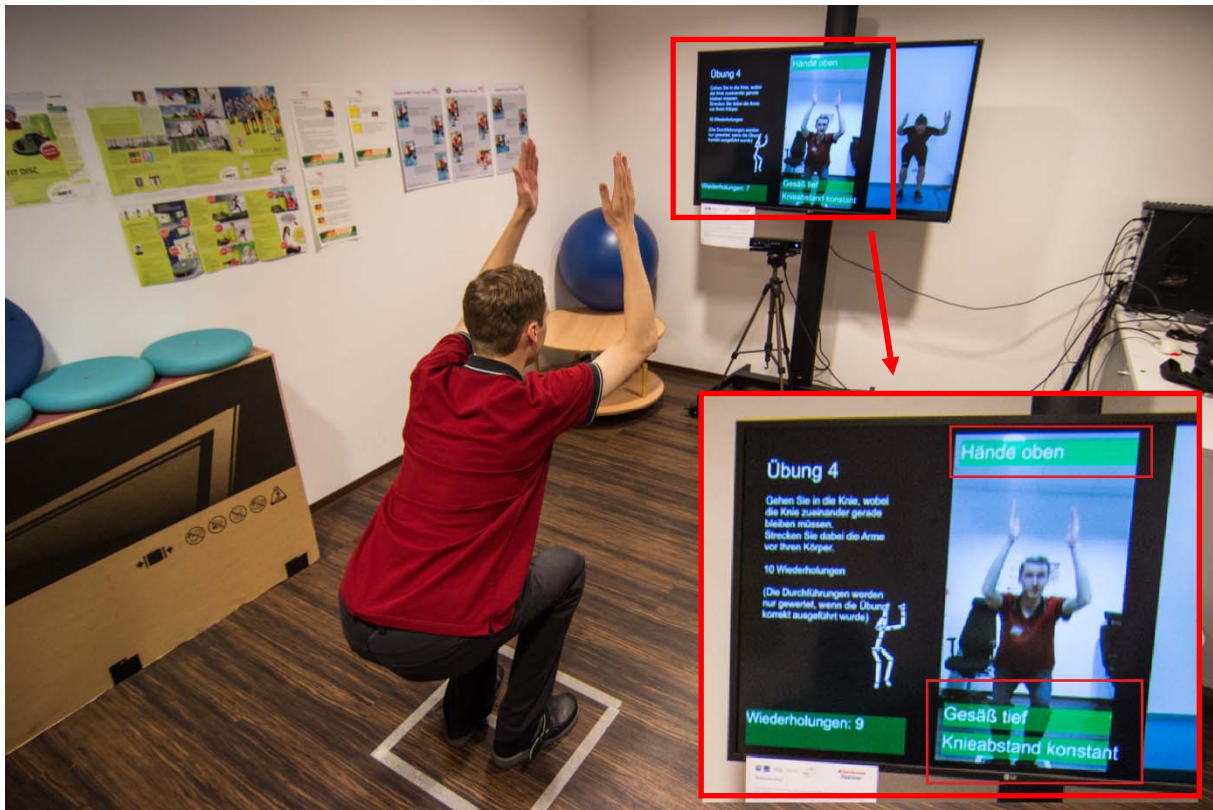


Abbildung 33: Durchführung der Kniebeuge. Rot eingezeichnet sind die Hinweise, ob die Körperhaltung korrekt ist oder nicht (hier: Hände über Kopf, Gesäß auf Kniehöhe, konstanter Knieabstand).

Pupillograph

Messung von (Tages-)Schläfrigkeit

Die Messung von (Tages-)Schläfrigkeit kann mittels Pupillographie erfolgen. Spontane und unwillkürliche Schwankungen des Pupillendurchmessers, sog. Schläfrigkeitwellen, sind Biomarker für Schläfrigkeit (Wilhelm et al., 1998). Mit der Messung des Pupillenunruheindex PUI erhält man auf sehr einfache Art eine quantitative und objektive Aussage über den Grad der aktuellen Schläfrigkeit. Diese Methode eignet sich als Fit-for-Duty Test zur Vigilanzkontrolle bei Schichtarbeit, Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten.

Der pupillographische Schläfrigkeitstest

Im Projekt wurde der Pupillograph F2D der Firma AMTech (vgl. Abbildung 8) verwendet. Hierbei erfolgt keine „Verkabelung“ der MitarbeiterInnen. Die zu messende Person setzt lediglich für eine kurze Zeit eine verdunkelbare Videobrille auf.



Abbildung 34: Pupillograph der Firma AMTech F2D

Eine Videokamera mit Infrarotbeleuchtung in der Brille beobachtet die Pupille des Untersuchten. Die Messungen werden für den Untersuchten in absoluter Dunkelheit durchgeführt. Das Bild des Auges wird über eine Video-Erfassungskarte (Frame Grabber) in den Computer eingelesen und darin die Pupille detektiert. Es werden Position und Durchmesser der Pupille bestimmt. Artefakte durch störende Wimpern und Lidschluss werden vom Rechner automatisch erkannt. Die Pupille wird auch dann noch korrekt gemessen, wenn diese etwa zu 50 % vom Lid verdeckt ist. Zur objektiven Beurteilung der Schläfrigkeit wird das spontane Pupillenspiel elf Minuten lang aufgezeichnet. Der Untersuchte hat lediglich die Aufgabe die schwach sichtbare dunkelrote Infrarotbeleuchtung (Wellenlänge 880nm) zu fixieren. Während der Messung werden Kontrollbild, Pupillendurchmesser und Augenposition auf dem Monitor des Computers dargestellt. F2D wertet die aufgezeichnete Pupillenbewegung nach verschiedenen Kriterien aus. Der Graph der Pupillenbewegung wird auf Artefakte untersucht und graphisch dargestellt. Es wird der relative Pupillary Unrest Index rPUI als Funktion der Zeit und daraus abgeleitete Mittelwerte in acht Segmenten und der Gesamtmittelwert ausgegeben. Der Gesamtmittelwert wird mit Normwerten verglichen.

Es besteht die Möglichkeit eine Kurzversion des Tests anzuwenden. Die elf Minuten werden wie gerade beschrieben, in acht Segmente (à 82 Sekunden) geteilt und jeweils ein Mittelwert abgeleitet. Daher besteht die Möglichkeit, bereits nach vier, fünf, sechs oder

sieben Segmenten den Test abzuschließen. Der daraus entstehende Gesamtmittelwert wird dann mit den Normwerten verglichen. Tatsächlich ist die elfminütige Version der Testung valider, weil nur hierfür Normwerte vorliegen. Nachdem sich jedoch herausstellte, dass aufgrund der Erfordernisse die Mitarbeiter nicht mehrmals täglich für über elf Minuten vom Arbeitsplatz abgezogen werden können, kam eine Kurzversion des pupillographischen Schläfrigkeitstests von fünfeinhalb Minuten zur Anwendung.

Durchführung der PST-Messung

Die Testung kann nur von entsprechend eingeschulten Personen vorgenommen werden. Der Test kann folglich weder alleine, noch am Arbeitsplatz direkt durchgeführt werden. Da es sich zudem um ein optisches Präzisions-Instrument handelt, ist es entsprechend vorsichtig zu handhaben. Brille und Beleuchtung sind immer staubfrei zu halten. Die Messungen werden für die untersuchte Person in absoluter Dunkelheit durchgeführt.

Die PST-Messung soll in einem maximal abgedunkelten, ruhigen Raum durchgeführt werden, in dem eine angenehme Temperatur herrscht. Die Verdunklung des Raumes durch lichtdichtes Gewebe oder Rolläden muss gegeben sein, damit tageszeit- und wetterunabhängig stets die gleichen Helligkeitsbedingungen hergestellt werden können. Die Augen der zu untersuchenden Person sind durch die Dunkelbrille gegen Lichteinfluss geschützt, aber in Abhängigkeit von der Gesichtsform könnte es in einem hellen Raum doch zu diskretem Lichteinfall kommen. Dies muss unter allen Umständen vermieden werden, da sonst erhebliche Artefakte durch lichtabhängige Pupillenoszillationen zu rechnen ist. Aufgrund dessen bedarf es eines separaten Raums, um die Messungen durchführen zu können. Eine Durchführung der Messung am unmittelbaren Arbeitsplatz ist nicht möglich.

Die zu untersuchende Person sitzt während der Messung auf einem bequemen Stuhl. Vor Aufsetzen der Brille wird die zu untersuchende Person über folgende Punkte informiert:

- während der Messung wird der Raum dunkel und ruhig sein, es wird nicht mehr gesprochen
- die Dauer der Messung beträgt ca. fünf Minuten
- die Augen sollen in Richtung der roten Diode schauen, man braucht sie aber nicht scharf zu sehen

- bitte entspannt nach vorne blicken
- es erfolgt keine Instruktion hinsichtlich Wachbleiben bzw. Einschlafen

Nach Aufsetzen der Brille erfolgt im Vorlauf des Messprogramms das Einstellen der Kamera. Die Pupille benötigt zur Erweiterung in Dunkelheit nur wenige Sekunden, eine zusätzliche Dunkeladaptation ist nicht erforderlich.

Im Idealfall soll die zu untersuchende Person vor der Messung mindestens eine Viertelstunde in körperlicher Ruhe und Entspannung verbracht haben. Es ist nicht ratsam, die Messung nach einer psychisch belastenden Situation, nach körperlicher Anstrengung oder ohne Pause unmittelbar im Anschluss an eine andere medizinische Funktionsprüfung oder einen Leistungstest durchzuführen.

Der Konsum von Alkohol, Nikotin und Koffein ist vier Stunden vor der Messung zu vermeiden.

Auswertung einer PST-Messung

Zur Veranschaulichung wird ein Messprotokoll angeführt (vgl. Abbildung 35). Der oberste Graph ist der gemessene Pupillendurchmesser. Darunter wird der so genannte relative Pupillenunruheindex rPUI angegeben. Die gesamte Messdauer ist eingeteilt in acht Fenster (vertikale Linien) à 82 Sekunden oder 2048 Messpunkte. Aufgrund der Bildwiederholrate der Videokamera von 25 Hz (40msec) ergibt sich daraus eine gesamte Messdauer von etwa elf Minuten. Im konkreten Fall ist ersichtlich, dass nach ca. 350 Sekunden die Testung beendet wurde.

Der PUI ist ein Maß für die Schwankungen des Pupillendurchmessers und damit für die Tagesschläfrigkeit. Kleine Durchmesseränderungen ergeben einen kleinen rPUI-Wert. Eine absolut konstante Pupille würde den Wert 0 ergeben. Je geringer der Wert, desto wacher ist die Person. Der rPUI wird berechnet durch die Normierung auf die 90 % Perzentile des Pupillogramms. Dadurch wird die Durchmesserschwankung der Pupille unabhängig vom absoluten Pupillendurchmesser. Lidschläge und Artefakte werden vor der Berechnung des rPUI und der Fast Fourier Transformation aus den Daten entfernt.

Die blauen Kreise in der dritten Reihe visualisieren Lidschläge und andere fehlende Messpunkte an denen das Auge geschlossen ist oder auch keines vorhanden war (da z.B. die Testung beendet wurde). Eine Farbänderung zeigt eine Änderung des Lidschlagverhaltens an. Je dunkler blau die Segmente sind, desto länger sind die Unterbrechungen. Die Größe der Segmente entspricht dem Anteil der Unterbrechungen einer bestimmten Dauer in diesem Segment von 82 Sekunden. Die Zahl im Zentrum gibt die Anzahl der Lidschläge pro Minute an. Die normale Lidschlagfrequenz beträgt ca. 22 Lidschläge pro Minute, beim Lesen reduziert sich diese auf ca. 10 Lidschläge pro Minute, bei Bildschirmarbeit auf nur noch 8 Lidschläge pro Minute.

F²D

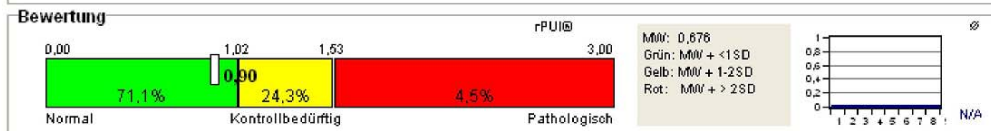
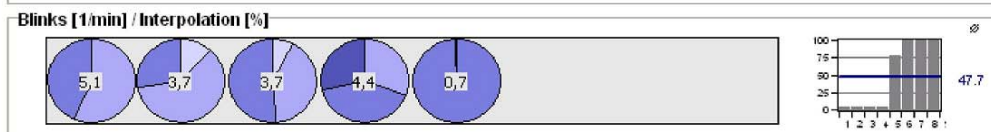
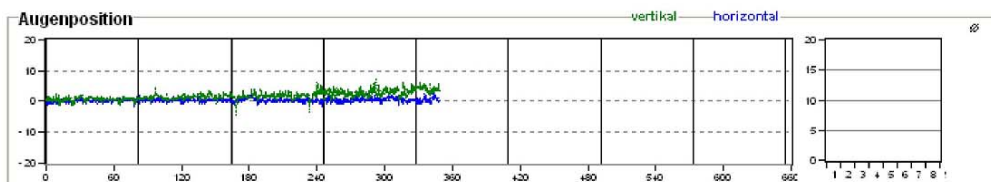
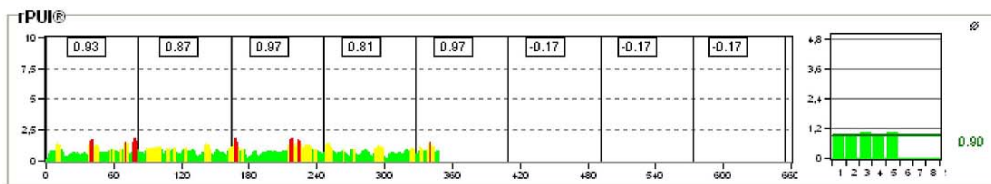
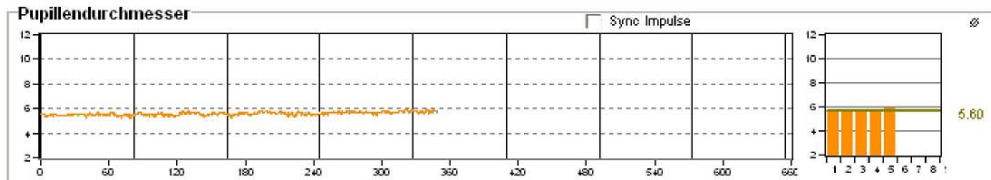
Fit-For-Duty Test Messprotokoll



Patient: bwf5mM,
geb:

Datum: 05.09.16 13:44
Untersucher:

Auge: rechts (OD)
Studie:



Datum 05.09.16 Uhrzeit 13:44 Messdatei C:\amtech\2d\2\data\mess0000\7_19

rPUI® ist eine eingetragene Wortmarke der AMTech PupilKnology GmbH

Schnarchen	RAPD	
Tagesschläfrigkeit	Anisokorie	
Tagessgang	Koffein in letzten 4h	nein
Sek.-schlaf am Steuer	Nikotin in letzten 4h	nein
Schlafstörungen	Nachtschlaf in h	
Adipositas	SSS	4
Hypertonie	Diagnose	
Nikotinabusus	User1	
Cholesterin	User2	
HNO-Untersuchung	Anzahl PLR Messungen:	0
ambulantes Screening		
Untersuchung im Schlaflabor		
Messung zur Therapiekontrolle		
Bemerkung		

Abbildung 35: Messprotokoll

Je geringer die Lidschlagfrequenz, desto müder das Auge. Bildschirmarbeit ist Schwerstarbeit für unsere Augen. Diese einseitige Belastung der Augen steht im Widerspruch zu ihrer organischen Funktionsweise. Unsere Augen sind nicht für die dauerhafte Nutzung im Nahbereich gedacht. Bei dieser sehr einseitigen Arbeit sinkt die Lidschlussfrequenz deutlich.

Rechts neben den Kuchendiagrammen ist ein Histogramm der Interpolationsrate in Prozent für alle Segmente angegeben.

Der gemessene Rohwert des Pupillendurchmessers ist in Orange dargestellt, unterbrochen von blauen Messpunkten. Die blauen Punkte sind interpolierte Werte während eines Lidschlages. Wenn diese interpolierten Werte 25 % eines Segmentes überschreiten werden auch korrekt gemessene Messpunkte in Rot eingezeichnet. Segmente mit roten Messpunkten bedeuten nicht automatisch, dass die Daten verworfen werden müssen. Es ist Aufgabe des Benutzers zu entscheiden, ob diese Daten verwendet werden können.

Augenposition: Jede Nahreaktion, bzw. Akkomodation des Auges löst auch eine Pupillenreaktion aus. Man kann diese unerwünschten Ereignisse an der horizontalen Augenbewegung erkennen, da die Akkomodation immer auch eine sogenannte Vergenzbewegung auslöst.

Auf der rechten Seite des Messprotokolls sind vier Histogramme für, von oben nach unten, den mittleren Durchmesser, den PUI, die sog. Interpolationsrate und die Power des Frequenzspektrums für jedes der acht Messfenster angegeben. In jedem Histogramm ist ein farbiger horizontaler Balken eingezeichnet, der den Mittelwert visualisiert. Der entsprechende Zahlenwert steht in gleicher Farbe rechts daneben.

Die Lidschläge werden in den blauen Kuchendiagrammen und in dem rechts daneben gezeigten Interpolationsdiagramm ausgewertet. Das Histogramm gibt an wieviel Prozent der Daten eines Fensters fehlen, z. B. durch Lidschläge und Einschlafen. Im konkreten Fall wurde knapp nach „vier Fenstern“ die Messung beendet. Die Testung wurde zu 52,3 % bearbeitet. Zu Beginn – während der ersten 82 Sekunden – lag die Lidschlagfrequenz

bei 5,1 pro Sekunde, nahm dann auf 3,7 pro Minute ab, um im „vierten Fenster“ wieder zu steigen (4,4 Schläge pro Minute).

Der rechts neben dem PUI-Histogramm angegebene mittlere PUI (im konkreten Fall 0,90) über die gesamte Messdauer wird unten in dem großen Balkendiagramm mit den vorliegenden Normwerten verglichen. Rechts neben dem Diagramm sind die Grenzwerte für kontrollbedürftig und pathologisch in Kurzform wiedergegeben: Der Normalbereich (grüner Balken) erstreckt sich von 0 bis zum Mittelwert plus 1 Standardabweichung (SD) der Normalverteilung von schlafgesunden Normalpersonen. Der kontrollbedürftige Bereich (gelber Balken) reicht von plus 1 SD bis plus 2 SD. Bei einem PUI von über plus 2 SD wird die untersuchte Person als pathologisch eingestuft (roter Balken).

Im Messprotokoll sind zuvor gemachte Angaben ersichtlich, z.B. Koffein- oder Nikotinkonsum innerhalb der letzten vier Stunden, die subjektive Einschätzung des Wachheitsgrades (SSS, im konkreten Fall 4: „ein wenig matt; nicht auf der Höhe; nachlassend“) und die Nachtschlafstunden.

Im oben abgebildeten Messprotokoll (vgl. Abbildung 34) zeigt sich eine gute Einschätzung der Testperson. Ein rPUI von 0,90 zeigt, dass die Person sich bereits dem kontrollbedürftigen Bereich annähert und damit „nicht mehr ganz auf der Höhe“ ist. Tatsächlich schätzt die Person sich auch so ein (SSS 4: „ein wenig matt; nicht auf der Höhe; nachlassend“).

Im Rahmen des Projektes wurde der F2D während der Baseline-Messung eingesetzt. Eine Beschreibung dazu findet sich in Arbeitspaket 4.

Die Übereinstimmung von objektiver und subjektiver Beurteilung der Schläfrigkeit

Personen unter Stress oder Schlafapnoiker⁴⁴ verlieren oft die richtige Selbsteinschätzung ihrer Schläfrigkeit⁴⁵. Ein Widerspruch zwischen objektiver und subjektiver Schläfrigkeit ist

⁴⁴ Schlafapnoe führt zu nächtlichen Atempausen von mehr als 10 Sekunden Dauer (mehr als 10/h) und zum Absinken der Sauerstoffsättigung im arteriellen Blut auf unter 90 Prozent. Dies kann Tagesmüdigkeit, Sekundenschlaf, Leistungsverlust und Depression zur Folge haben.

demnach ein wichtiges Indiz für Stress oder Schlafapnoe (vgl. Tabelle 1). Gleichzeitig kann die richtige Selbsteinschätzung der Schläfrigkeit als wichtiger Anhaltspunkt für die Beurteilung der Fahrtauglichkeit oder Diensttauglichkeit (z.B. in Überwachungstätigkeiten) dienen.

Tabelle 1: Übereinstimmung subjektiver und objektiver Bewertung der Schläfrigkeit

Bewertung der Schläfrigkeit	Objektiv wach	Objektiv schläfrig
Subjektiv wach	Normalzustand	Verdacht auf Stress oder Schlafapnoe
Subjektiv schläfrig	Müde, aber nicht schläfrig	Übereinstimmung von subjektiver und objektiver Einschätzung

Die Begutachtungsleitlinien zur Kraffahreignung⁴⁶ sehen seit 2014 bei uneindeutigen Ergebnissen vor, dass die korrekte Selbsteinschätzung der Schläfrigkeit über den Behalt des Führerscheines entscheidet: „Bedingte Fahreignung unter Auflagen kann unter der Voraussetzung möglich sein, dass die Betroffenen ihre Schläfrigkeit bewusst wahrnehmen und einen verantwortungsvollen Umgang mit der Tagesschläfrigkeit im Straßenverkehr zeigen.“⁴⁷

⁴⁵ Die subjektive Einschätzung der Schläfrigkeit erfolgte über die Stanford Sleepiness Scale (SSS), die bereits weiter oben beschrieben wurde (vgl. Abbildung 3).

⁴⁶ Die Begutachtungsleitlinien zur Kraffahreignung sind eine Zusammenstellung eignungs ausschließender oder eignungseinschränkender körperlicher und/oder geistiger Mängel und sollen die Begutachtung der Kraffahreignung im Einzelfall erleichtern. **Derzeit gibt es ausschließlich eine digitale Version, die zum kostenfreien Download zur Verfügung steht.** http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/BLL/Begutachtungsleitlinien-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=9, zuletzt überprüft am 24.1.2017.

⁴⁷ http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/BLL/Begutachtungsleitlinien-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=9, S. 70, aufgerufen am 21.1.2017.

Rekrutierung und Ausbildung

Pupillographie in Recruiting und Ausbildung

Wenn auch – wie oben unter Punkt 0 beschrieben – sich der Pupillographische Schläfrigkeitstest im Arbeitsumfeld deiner BFZ während des normalen Arbeitsprozesses nur schwer anwenden lässt, ist eine Anwendung im Rahmen des Recruitings oder der Ausbildung neuer Mitarbeiter denkbar.

Schläfrigkeit und Müdigkeit stellen bei überwachenden Tätigkeiten ein besonderes Risiko dar und führen zu Leistungseinbußen. Im Zusammenhang mit Schichtdienst werden besondere Herausforderungen an das zirkadiane System des Menschen gestellt, da nicht zu jeder Tageszeit gleichermaßen Leistungen erbracht werden können. Fehlreaktionen können eine Folge von Schläfrigkeit und/bzw. Müdigkeit sein. Um Leistungseinbußen durch Müdigkeit oder Schläfrigkeit entgegenzuwirken, ist es von Bedeutung, diese Zustände zu erfassen und entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten. Erschwerend hierbei ist, dass die subjektive Einschätzung des eigenen Wachheitsgrades und der eigenen Leistungsfähigkeit teils stark von dem tatsächlichen, objektiv erfassten Zustand abweicht. Die eigene Leistungsfähigkeit wird häufig überschätzt, dies gilt insbesondere in Situationen mit chronisch partiellem Schlafentzug, wie er häufig im Rahmen von Schichtarbeit auftritt.

Eine Erfassung und Rückmeldung über den aktuellen Wachheitsgrad kann in Überwachungstätigkeiten befindlichen Personen helfen, gegebenenfalls entsprechende regulierende Gegenmaßnahmen einzuleiten, um damit die Leistungsfähigkeit der Aufgabensituation anzupassen.

Das Instrument kann auch zur Beurteilung der Belastung durch Schichtarbeit angewendet werden.

Bereits weiter oben (vgl. 0) wurde auf die Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung verwiesen. Mit 28.12.2016 wurde das Kapitel „Tagesschläfrigkeit“ überarbeitet. Dort ist festgehalten: „Übermäßige Tagesschläfrigkeit und damit verbundene Aufmerksamkeitsdefizite sind häufige Ursachen von Verkehrsunfällen. Tagesschläfrigkeit kann durch Schlafmangel, Medikamente, Drogen und Alkohol, aber auch durch reduzierte

Erholbarkeit des Schlafs aufgrund von Schlafstörungen oder durch Störungen der Schlaf-Wachregulation verursacht werden. [...] Anzeichen von Schläfrigkeit werden in der Regel von Betroffenen bewusst wahrgenommen, jedoch nicht immer zutreffend gedeutet. Schläfrigkeitssymptome können besonders bei chronischer Schläfrigkeit unterschätzt werden. Konkrete Einschlafereignisse (sog. Sekundenschlaf bzw. Mikroschlafepisoden) treten im Zustand der Schläfrigkeit auch unvorhergesehen und unbewusst auf.“⁴⁸

Der Schlafstörung „Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom“ wird aufgrund seiner weiten Verbreitung in der Allgemeinbevölkerung eine besondere Bedeutung bei der Beurteilung der Fahreignung beigemessen und ein eigenes Kapitel gewidmet.

Die Messung von (Tages-)Schläfrigkeit kann wie weiter oben beschrieben (vgl. 0) mittels Pupillographie erfolgen. Indem eine unmittelbare Rückmeldung erfolgt, kann der Mitarbeiter lernen, den eigenen Grad der Wachheit besser einzuschätzen, um rechtzeitig entsprechende Gegenmaßnahmen zu treffen und damit bereits im Vorfeld das Auftreten schläfrigkeitsbedingter Fehlreaktionen zu minimieren bzw. zu verhindern.

Unter 0 wurde ausgeführt, dass Personen unter Stress oder Schlafapnoiker oft die richtige Selbsteinschätzung ihres Schläfrigkeits- bzw. Wachheitsgrades verlieren. Ein Widerspruch zwischen objektiver und subjektiver Schläfrigkeit ist demnach ein wichtiges Indiz für Stress oder Schlafapnoe (vgl. Tabelle 1).

Die Bedeutung der richtigen Selbsteinschätzung liegt insbesondere im Fall sicherheitskritischer Handlungen bzw. Entscheidungen.

Im Rahmen des mit Austro Control durchgeführten Interviews (vgl. Arbeitspaket 2) wurde festgestellt, dass Fluglotsen im Simulator wiederholt mit sie überfordernden Situationen konfrontiert werden, um Frühzeichen der eigenen Überforderung bzw. der damit einhergehenden Reaktionen kennen zu lernen. Dies hat den Zweck rechtzeitig entsprechende Gegenmaßnahmen zu treffen, z.B. durch Einlegen einer Pause bzw. Aufstockung des Personals.

⁴⁸ http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/BLL/Begutachtungsleitlinien-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=9, S. 67, aufgerufen am 21.1.2017.

Die bewusste und richtige Selbsteinschätzung der Schläfrigkeit kann als wichtiger Anhaltspunkt für die Beurteilung der Dienstauglichkeit (z.B. in Überwachungstätigkeiten) dienen. Inwieweit (zukünftige) Mitarbeiter in der Lage sind, die eigene Dienstauglichkeit richtig einzuschätzen, kann bereits im Recruiting erhoben werden bzw. im Rahmen der Ausbildung geschult werden. Die Schulung erfolgt im Sinne eines Biofeedbacks.

Der Psychomotorische Vigilanztest in Recruiting und Ausbildung

Der Psychomotorische Vigilanztest – als essentieller Teil der Web-Anwendung „AlertnessControl“ (vgl. Punkt 0) – misst objektiv die Aufmerksamkeit und ist sensitiv für Schlafentzug bzw. Schläfrigkeit. Daher kann die Web-Anwendung „AlertnessControl“ ebenso wie der Pupillographische Schläfrigkeitstest im Recruiting und in der Ausbildung zukünftiger Mitarbeiter Anwendung finden. Ebenso wie der Pupillographische Schläfrigkeitstest ist die Web-Anwendung „AlertnessControl“ in der Lage, die Belastung durch Schichtarbeit abzubilden.

Da die Web-Anwendung „AlertnessControl“ zudem je nach Ergebnis des PVT-Tests und der Stanford Schläfrigkeitsskala eine optimale Pausenempfehlung vorschlägt, ergibt sich hieraus ein Mehrwert. In der Ausbildung können die Mitarbeiter dadurch den Umgang mit einem optimalen Pausenmanagement erlernen.

Eine optimale Pausengestaltung führt zu kurz- und langfristigen Effekten sowohl auf individueller als auch auf Organisationsebene. Sie ist an Leistung, Produktivität und am Wohlbefinden maßgeblich beteiligt. Durch ein zweckmäßiges Pausensystem kann zudem Ermüdungsentstehung schon im Vorfeld vorgebeugt werden (vgl. hierzu Arbeitspaket 1).

Chronotyp in Recruiting und Ausbildung

In Arbeitspaket 1 wurde der Zusammenhang von Chronotyp und Schichtarbeit ausführlich dargelegt. Die Identifizierung des Chronotyps ist als ein wesentliches Element im Rahmen einer umfassenden arbeitsmedizinisch-arbeitspsychologischen Gesamtbewertung zu betrachten und kann bereits im Rahmen des Recruitings erhoben werden. Wer seinen eigenen **Chronotyp und -rhythmus** kennt und seinen Alltag danach zumindest etwas strukturiert, kann seine Leistung, Kreativität und Produktivität deutlich verbessern. Die Kenntnis um den eigenen Chronotyp und der optimale Umgang damit – auch im

Zusammenhang mit Schichtarbeit – kann im Rahmen der Ausbildung vermittelt werden (vgl. dazu Arbeitspaket 1).

Im Rahmen der Baseline-Messung wurde der Chronotyp der Teilnehmer erhoben. Hierzu wird auf Arbeitspaket 4 verwiesen.

5 – AP MASSNAHMENEVALUIERUNG

Einleitung

Die zur Aufmerksamkeitsüberwachung und -steigerung sowie der gegebenenfalls erforderlichen Warnung dienenden technischen und organisatorischen Maßnahmen wurden im realen Umfeld einer BFZ auf deren Eignung, Effektivität und Effizienz evaluiert.

In AP4 werden die in AP3 speziell für Eisenbahn-Betriebsführungszentralen entwickelten technischen und organisatorischen Maßnahmen getestet und deren Einsatzfähigkeit und Effektivität evaluiert.

Testplan

Ziel des Projektes AlertnessControl ist, dass der/die BFZ-Mitarbeiter/in dabei unterstützt wird den eigenen Ermüdungs- bzw. Wachheitsgrad zu beobachten und einschätzen zu können. Gegebenenfalls soll der/die Mitarbeiter/in adäquate Gegenmaßnahmen einleiten, um schwindender Aufmerksamkeit entgegenzuwirken. Im Rahmen des Projektes AlertnessControl wurde ein spezieller Ablauf entwickelt, um genau dieses Ziel zu erreichen. Folgend wird dieser Ablauf genauer erklärt.

Von 9. bis 12. August fand ein Probedurchgang mit einem Mitarbeiter in der BFZ Wien statt, um einerseits den Testablauf, andererseits die Einsetzbarkeit in diesem Umfeld zu erproben.

Im September 2016 wurden Messungen mit dem Pupillographen und dem PVT-Test, ein dreiminütiger Reaktionstest, welcher die Aufmerksamkeit misst, durchgeführt, um eine Baseline, einen Ausgangswert, zu bestimmen.

Im Oktober 2016 startete die 2. Testphase mit dem PVT, bei der es auch zu einer Maßnahmenempfehlung kam.

Im November 2016 erfolgte eine Befragung der Teilnehmer, um Zeitnah zu den Maßnahmen Feedback einzuholen.

Evaluierung Pupillographischer Schläfrigkeitstest

Durchführung der Baseline-Messung

Insgesamt nahmen am Projekt AlternessControl neun Mitarbeiter teil. Im Rahmen einer Baseline-Messung wurden die individuellen Durchschnitts- und Bestwerte bezüglich der visuellen Reaktionsaufgabe des PVT erhoben. Diese Baseline-Messung fand von 5. bis 16. September 2016 in der BFZ Wien statt. Die Baseline-Messung erfolgte für jede Testperson an zwei Tagdiensten. Hierbei wurde nach Testeinstieg zu Dienstbeginn alle zwei Stunden der PVT – ohne Maßnahmenempfehlung – vorgegeben. Möglichst zeitnah wurde versucht eine Pupillographiemessung durchzuführen. Jeder Teilnehmer wurde am ersten Testtag persönlich über das Projekt und den Testablauf informiert.

Im Rahmen der Baseline-Messung wurde versucht, jeweils eine PVT-Testung und möglichst zeitnah eine Pupillographie-Messung vorzunehmen. Während es den meisten Mitarbeitern möglich war, die PVT-Testung durchzuführen, war eine Pupillographie-Messung nicht immer möglich. Die PVT-Testung erfolgt direkt am Arbeitsplatz und beansprucht ca. vier Minuten. Die Pupillographiemessung bedingt ein Verlassen des Arbeitsplatzes für ca. zehn Minuten. In untenstehender Tabelle ist die Anzahl der durchgeführten Tests und Pupillographie-Messungen angeführt (Summe über zwei Testtage).

Tabelle 2: Anzahl durchgeführter PVT-Tests und Pupillographie-Messung und Übereinstimmung SSS und Pupillographie

Mitarbeiter	Anzahl PVT-Tests	Anzahl Pupillographie-Messungen
GLnrpp	10	6
koUoFD	3	3
bJzjYf	7	6

ExtCAU	7	3
cKQ1yN	10	5
QVjuvB	10	6
kZy7aN	7	4
bmf5mM	7	7
SUkESv	8	3

Übereinstimmung objektiver und subjektiver Wachheitsgrad

Im Rahmen der Pupillographie-Messung wird die subjektive Einschätzung des Wachheitsgrades ebenso wie in der PVT-Messung mittels Stanford Schläfrigkeitsskala (SSS) erhoben. In Tabelle 3 wird die Übereinstimmung der Pupillographie-Messung und die subjektive Einschätzung prozentuell angeführt.

Kleine Durchmesseränderungen ergeben einen kleinen rPUI-Wert. Eine absolut konstante Pupille würde den Wert 0 ergeben. Je geringer der Wert, desto wacher ist die Person. Der mittlere PUI (im konkreten Fall 0,90) über die gesamte Messdauer wird in einem großen Balkendiagramm mit den vorliegenden Normwerten verglichen (vgl. Abbildung 36).

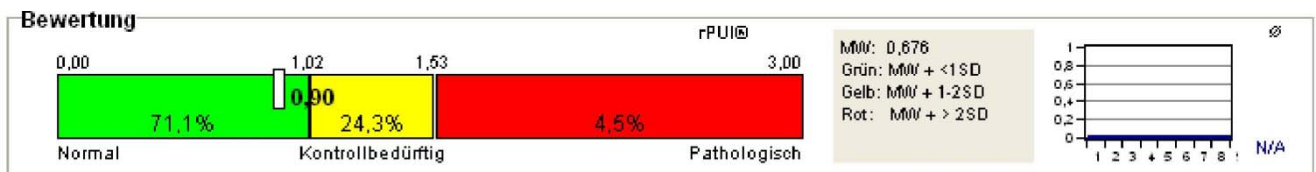


Abbildung 36: Balkendiagramm mit PUI

Der Normalbereich (grüner Balken) erstreckt sich von 0 bis zum Mittelwert plus 1 Standardabweichung (SD) der Normalverteilung von schlafgesunden Normalpersonen. Der kontrollbedürftige Bereich (gelber Balken) reicht von plus 1 SD bis plus 2 SD. Bei einem PUI von über plus 2 SD wird die untersuchte Person als pathologisch eingestuft (roter Balken).

Die Einstufungen der Stanford Schläfrigkeitsskala sind folgende:

1. Aktiv und munter; aufmerksam; hellwach.
2. Leistungsfähig auf hohem, aber nicht höchstem Niveau; sich zu konzentrieren.
3. Entspannt; wach; nicht vollkommen aufmerksam; aufnahmefähig.
4. Ein wenig matt; nicht auf der Höhe; nachlassend.
5. Mattigkeit; das Interesse wachzubleiben beginnt verlorenzugehen; verlangsamt.
6. Schläfrigkeit; ziehe es vor mich hinzulegen; gegen den Schlaf ankämpfend; dösig.
7. Fast schon träumend; kurz vor Schlafbeginn; Ringen ums Wachbleiben.

Eine positive Korrelation bzw. Übereinstimmung von subjektiver und objektiver Einschätzung besteht, wenn der Mitarbeiter auf der Stanford Schläfrigkeitsskala dem aktuellen Wachheitsgrad die Werte 1, 2 und 3 zuordnet und der durchschnittliche rPUI im grünen Bereich liegt. Weiters liegt eine positive Korrelation vor, wenn der Mitarbeiter auf der Stanford Schläfrigkeitsskala dem aktuellen Wachheitsgrad die Werte 4 und 5 zuordnet und der durchschnittliche rPUI im gelben Bereich liegt. Schließlich besteht eine positive Korrelation von subjektiver und objektiver Einschätzung, wenn der Mitarbeiter auf der Stanford Schläfrigkeitsskala dem aktuellen Wachheitsgrad die Werte 6 und 7 zuordnet und der durchschnittliche rPUI im roten Bereich liegt.

In Tabelle 3 ist das Ausmaß der Übereinstimmung von subjektiver (SSS) und objektiver Einschätzung des Wachheitsgrades ersichtlich. Die Divergenzen fallen zum Teil beträchtlich aus (z.B. SSS = 1, Pupillograph gelber Bereich; SSS = 3, eingeschlafen; SSS = 1, Pupillograph roter Bereich). Nur drei Mitarbeiter waren in der Lage, ihren eigenen Grad der Wachheit gut einzuschätzen. Die Mitarbeiter mit den besten Werten im grünen Bereich zeigen auch die beste subjektive Einschätzung des Wachheitsgrades. Eine Person schlief im Rahmen der Pupillographie-Messung ein. Eine weitere Person berichtete – angesprochen auf einen Wert im roten Bereich – mit dem Schlaf gekämpft zu haben, dies trotz der subjektiven Einschätzung „Entspannt; wach; nicht vollkommen aufmerksam; aufnahmefähig“. Danach befragt, äußerte jene Person, eigentlich den Wert 5 (Mattigkeit; das Interesse wachzubleiben beginnt verlorenzugehen; verlangsamt.) vergeben haben zu müssen.

Tabelle 3: Übereinstimmung SSS und Pupillographie

Mitarbeiter	Anzahl Pupillographie-Messungen	Anzahl Werte im grünen Bereich	Anzahl Werte im gelben Bereich	Anzahl Werte im roten Bereich	Übereinstimmung SSS und Pupillographie
GLnrpp	6	6	0	0	100 %
koUoFD	3	3	0	0	100 %
bJzjYf	6	4	0	2	83 %
ExtCAU	3	0	1	2	0 %
cKQ1yN	5	3	0	2	20 %
QVjuvB	6	3	3	0	50 %
kZy7aN	4	4	0	0	100 %
bmf5mM	7	4	3	0	43 %
SUKESv	3	3	0	0	66 %

Bewertung des Einsatzes des Pupillographen in einer BFZ

Der Pupillographische Schläfrigkeitstest ist sehr gut geeignet, um den Grad der Wachheit zu messen und eignet sich als Fit-for-Duty Test. Weiters ist der Pupillographische Schläfrigkeitstest sehr gut geeignet, um die Einschätzung des eigenen Wachheitsgrades zu schulen und zu verbessern.

Die Bereitschaft den Pupillographischen Schläfrigkeitstest durchzuführen, war nicht bei allen Mitarbeitern gleichermaßen gegeben. Werte im gelben und roten Bereich führten in einem Fall zu einer kompletten Ablehnung und Verweigerung weiterer Tests. Die Möglichkeit bzw. Bereitschaft an einer Pupillographiemessung teilzunehmen, hing auch vom Arbeitsplatz und damit einhergehendem Arbeitsanfall zusammen. Einige Mitarbeiter

zeigten prinzipielles Interesse am Projekt und waren entsprechend bereit, Testungen durchzuführen. Bei anderen waren mehrere Aufforderungen notwendig, wenige zeigten eine totale Ablehnung.

Auswertung Fragebogen Chronotyp

Der Chronotyp (individuelle Phasenlage) ist ein stabiles Persönlichkeitsmerkmal, das zwischen Morgen- und Abendtyp unterscheidet:

Eindeutig Morgentyp

Moderater Morgentyp

Neutraltyp

Moderater Abendtyp

Eindeutig Abendtyp

Dieses genetisch prädisponierte Merkmal ist in der Bevölkerung normalverteilt, das heißt es gibt nur wenige Menschen mit extremer Ausprägung. Mittels Fragebogen (vgl. AP1) wurde der jeweilige Chronotyp der Teilnehmer erhoben. Bei den Teilnehmern zeigt sich eine ähnliche Verteilung wie in der Bevölkerung, indem die meisten dem Neutraltyp zugeordnet sind:

GLnrpp	Moderater Abendtyp
koUoFD	Moderater Abendtyp
bJzjYf	Neutraltyp
ExtCAU	Moderater Morgentyp
cKQ1yN	Neutraltyp
QVjuvB	Neutraltyp
kZy7aN	Moderater Abendtyp
bmf5mM	Neutraltyp
SUKESv	Neutraltyp

Der Fragebogen fragt unter anderem die persönliche Einschätzung des Chronotyps ab. Die subjektive Einschätzung der Teilnehmer korreliert annähernd mit den Ergebnissen des Fragebogens. Von den fünf Mitarbeitern, die dem Neutraltyp zugehörig sind, schätzen sich zwei als moderater Abendtyp und drei als moderater Morgentyp ein. Drei Mitarbeiter beurteilen sich selbst als eindeutiger Abendtyp und gehören dem moderaten Abendtyp zu.

Ein Mitarbeiter beurteilt sich selbst als eindeutiger Morgentyp und gehört dem moderaten Morgentyp zu. Letzter äußert im Rahmen der Besprechung der Ergebnisse, dass er auf Nachdienste nicht verzichten möchte. Die mittels Fragebogen festgestellten moderaten Abendtypen äußern, mit Nachdiensten besser zurechtzukommen als mit Tagdiensten.

Die drei Mitarbeiter, die sich selbst als eindeutiger Abendtyp beurteilen und dem moderaten Abendtyp zugehören, wiesen im Pupillographischen Schläfrigkeitstest, eine 100-prozentige Übereinstimmung von subjektiver und objektiver Beurteilung auf.

Evaluierung des Tools AlertnessControl

Testablauf

Die eigentliche Testdurchführung fand von 3. bis 28. Oktober 2016 statt. Die ausführlichen Auswertungen der Tests finden sich weiter unten.

Um einen reibungslosen Ablauf der 2. Testphase zu garantieren, war am ersten Testtag jeder Person immer eine TU-Mitarbeiterin anwesend, um den Ablauf jeweils genau zu erklären. Der erste Testtag unterschied sich aufgrund des Schichtplans und aufgrund von kurzzeitigen gesundheitlichen Ausfällen bei den Testpersonen.

Wie auch in der ersten Testphase wurden die Teilnehmenden darum gebeten gleich zu Arbeitsbeginn in das von uns entwickelte Programm einzusteigen. Ebenso erschien der PVT-Test am Bildschirm an zufälligen Zeitpunkten. Der Mitarbeiter wurde gebeten, den PVT-Test, sobald es seine übliche Arbeit zulässt, durchzuführen. Aufgrund der Baseline, welche im September erhoben wurde und aufgrund des aktuellen Wertes, konnte dem Mitarbeiter nach der Testdurchführung eine passende Maßnahme empfohlen werden, um wach und aktiv am Arbeitsplatz zu bleiben. Insgesamt gab es 3 verschiedene Maßnahmenvorschläge, die der Mitarbeiter bekommen konnte:

- eine Aktivpause,
- eine Ruhepause,
- eine Kurzpause, wenn der Mitarbeiter noch sehr fit war, jedoch schon eine gewisse Zeit am Arbeitsplatz verbracht hat.

Der Mitarbeiter sollte die Pause möglichst nach der Testdurchführung absolvieren. Um die Maßnahme durchzuführen, wurde der Mitarbeiter gebeten seinen Arbeitsplatz zu verlassen und sich zum entsprechenden Raum zu begeben, in welchem die Maßnahmenanwendung stattfand. Die Anwendung der Maßnahmen dauerte in etwa 10 Minuten.

Den Einstieg ins Programm gleich zu Arbeitsbeginn und die Maßnahmenanwendung sollten die Mitarbeiter bis Ende Oktober 2016 mindestens in 5 Schichten absolvieren, damit es ein aussagekräftiges Testergebnis geben würde.

Bewertung der Mitarbeiter des Tools AlertnessControl

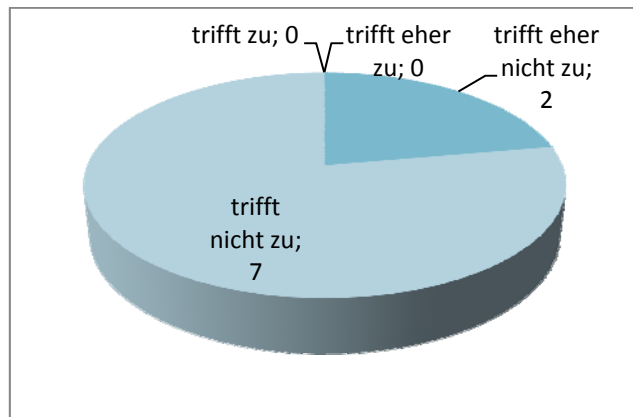
Nach der Haupttestung fand im Zeitraum 16.11. bis 22.11.2016 eine persönliche Befragung der Mitarbeiter statt, die sich auf das Tool (PVT) und die Maßnahmen zur Erhöhung der Wachsamkeit (deaktivierende und aktivierende Pausengestaltung, Kurzpause) bezog.

In der Folge werden die Fragen der Mitarbeiterbefragung und Antworten bzw. Anmerkungen der Mitarbeiter angeführt, die sich speziell auf das Tool (PVT-Test) beziehen

Das Tool lässt sich gut in den Arbeitsprozess integrieren.

- trifft zu trifft eher zu trifft eher nicht zu trifft nicht zu
- 1 3 4 1

- von Montag bis Freitag im regulären Betrieb tagsüber ist das Tool zwischen 12 Uhr und 15 Uhr einsetzbar, sonst nicht; in der Nacht wäre es möglich
- Tool springt immer wieder in den Hintergrund; Problem, wenn man es nicht gleich machen kann
- Es ist niemand da, der uns entlasten könnte; wenn Handlungsbedarf ist, kann man das Tool nicht machen, das verfälscht die Ergebnisse
- Tagsüber schwierig, wenn viel los ist
- Wenn nichts zu tun ist, ist es ok; es kann jederzeit etwas sein; Unvorhersehbarkeit ist das Problem

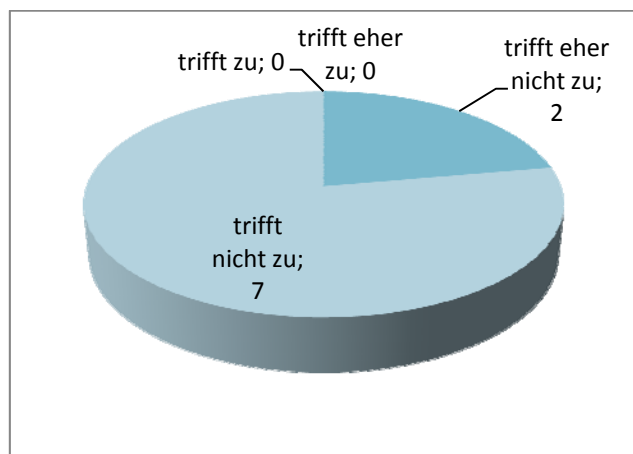


Ich kann mir eine weiterführende Nutzung des Tools vorstellen.

- trifft zu
 trifft eher zu
 trifft eher nicht zu
 trifft nicht zu
 1 2 2 4

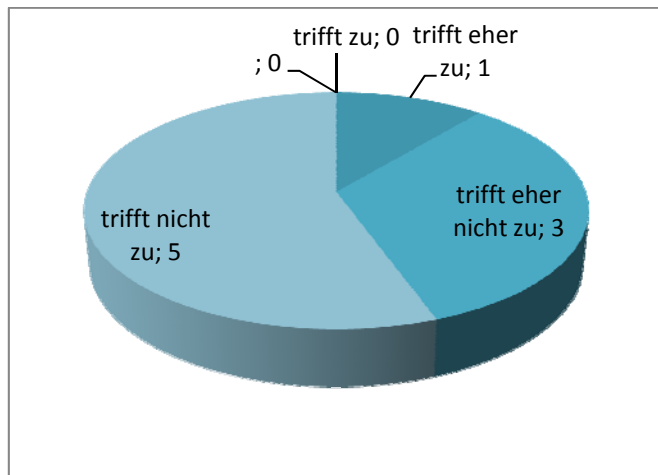
Wenn ja, wie lange und in welchem Umfang?

- Wenn Zeit ist und arbeitsplatzabhängig; im Stellbereich eher ja, als „Zugslenker“ eher nein
- Je nach Arbeitsplatz



Was wären die Gründe für die

- Übereinstimmung subjektiv und objektiv hat gepasst, daher keine Verbesserung der Einschätzung
- Problem der Verfälschung der Ergebnisse, weil es nicht möglich ist, die Testung ohne Störung zu machen
- War einfach passend
- Ich habe mich wachgeföhlt, obwohl das Programm anderes angezeigt hat



In diesem Zusammenhang wird auf die Ergebnisse der Pupillographie-Messung hingewiesen, wo nur drei Mitarbeiter tatsächlich in der Lage waren, den entsprechenden Grad der Wachheit zu 100 % richtig einzuschätzen.

Welches allgemeine Feedback/Änderungswünsche haben Sie zum eingesetzten Tool?

- Das Problem ist, dass man das Tool/die Maßnahmen ohne Pausenablöse nicht umsetzen kann
- Das Tool an sich war nicht schlecht; einmal habe ich die Maus, einmal die Tastatur verwendet, man sollte das auf eine Möglichkeit begrenzen; die Maus ist besser
- Schade, dass die Rahmenbedingungen nicht passend waren, um das Tool umsetzen zu können
- Die Frequenzen lassen sich vorhersehen; habe versucht zu antizipieren [Anm. false starts]
- Entweder man hat niemanden, der einen vertritt oder die Übergabe dauert zu lange; bis ich erklärt habe, worauf man aufpassen muss, dauert es lange; viel zu tun
- Man kann unter der Woche den Arbeitsplatz nicht verlassen; die Übergabe ist schwierig; man kann nicht einfach weggehen

- Es war interessant zu sehen, wie sich die Reaktionszeit verändert, vor allem in der Nacht; um 19 Uhr war es noch ok; um ca. 4 Uhr/5 Uhr, war die Reaktionszeit ungefähr doppelt so hoch, obwohl man sich bemüht hat; eigentlich ist man da nicht mehr „verkehrstauglich“; davor hat man 2 Stunden im Sessel geschlafen, mit Schmerzen
- Tool ist manipulierbar

Vor-Ort-Beobachtungen im Rahmen der Baseline-Erhebung

Die Teilnahme der Mitarbeiter am Projekt AlertnessControl erfolgte nicht in jedem Fall aus eigenem Antrieb, was sich nicht zuletzt an zum Teil deutlich eingeschränkter Compliance zeigte. Obwohl eindeutig kommuniziert, erfolgte der Testeinstieg zu Dienstbeginn nicht immer selbstständig. In einigen Fällen musste – zumindest im Rahmen der Baseline-Messung – daran erinnert werden.

Die Teilnahme an der Pupillographie-Messung ist bei erhöhtem Arbeitsanfall nicht möglich. Besonders kritische Zeitpunkte sind zudem die Arbeitsplatzwechsel.

Ein brennendes Thema sind ohne Zweifel die Pausen. Ein Mitarbeiter äußerte: „Kriegen wir dann unsere 10 Minuten Bildschirmpause?“ Der große Pausenraum mit Küche wird kaum genutzt, da die Mitarbeiter keine Möglichkeit sehen, sich vom Arbeitsplatz zu entfernen. Das Essen wird bestellt, geliefert und in den meisten Fällen direkt am Arbeitsplatz eingenommen. Die Mitarbeiter wünschen sich mehr Akzeptanz hinsichtlich Napping am Arbeitsplatz: „Wenn man sich mal bequem hinsetzt, heißt es gleich, man arbeitet nichts.“ Gleichzeitig werden Leerläufe nicht optimal genutzt, indem diese u.a. mit Tätigkeiten am Handy verbracht werden.

Die Mitarbeiter berichten darüber, in nächster Zukunft mehr Bahnhöfe betreuen zu müssen. Gleichzeitig stünde weniger Personal zur Verfügung.

AlertnessControl – Tool-Anwendung - Auswertung

Im Zuge des Projekts AlertnessControl wurden in der ÖBB-Betriebsführungszentrale Wien im Zeitraum vom 05. September 2016 bis 28. Oktober 2016 bei 9 Testpersonen gesamt 142 Tests zwischen 2 und 26 Tests pro Proband durchgeführt. Diese wurden sowohl im Nacht- als auch im Tagdienst (siehe Abbildung 37: Anzahl der durchgeführten Tests je Proband absolviert, wobei das Verhältnis je nach Dienstplangestaltung teilweise ungleichmäßig verteilt ist.

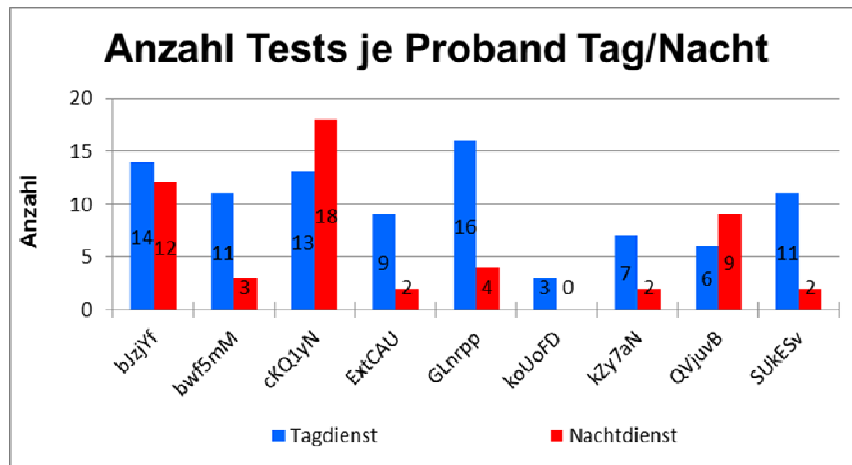


Abbildung 37: Anzahl der durchgeführten Tests je Proband und Tag/Nacht

In Abbildung 38: Reaction Time Tag/Nacht ohne Lapse werden die Reaktionszeiten mit Maximalwerten bis zu 499 ms und Minimalwerten von 135 ms dargestellt. Bei den Maximalwerten gibt es zwischen Tag und Nacht keine wesentlichen Unterschiede. Die Minimalwerte differieren deutlich stärker.

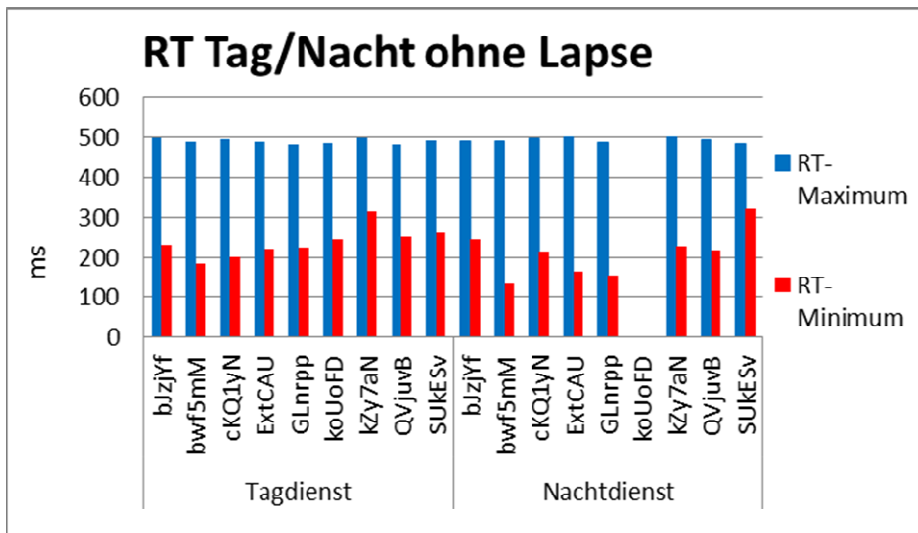


Abbildung 38: Reaction Time Tag/Nacht ohne Lapse

In Abbildung 39: Reaction Time Tag/Nacht Mittelwert aller Kandidaten ist beim Mittelwert der Reaktionszeit aller Kandidaten eine bessere durchschnittliche Reaktionszeit am Tag deutlich erkennbar.

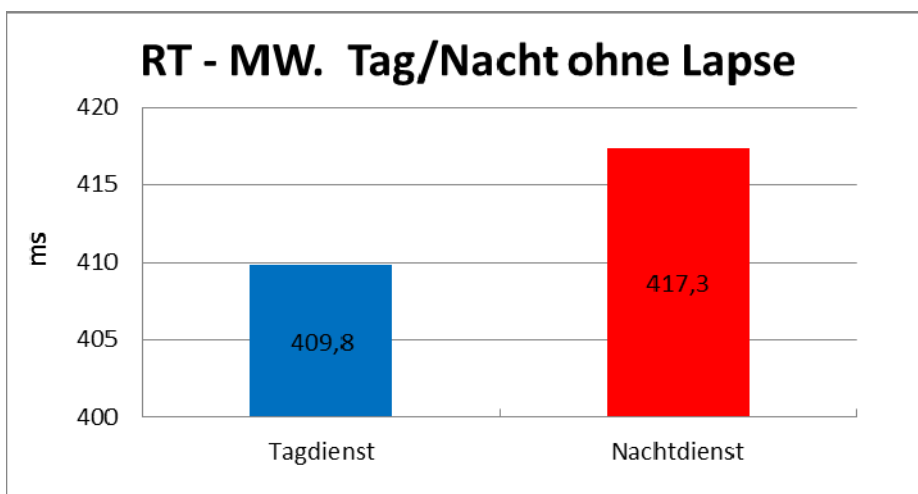


Abbildung 39: Reaction Time Tag/Nacht Mittelwert aller Kandidaten ohne Lapse

In Abbildung 40: Test – shown/done Mittelwert wird die Zeit, ab dem der Test erscheint bis zu dem Zeitpunkt an dem der Test beendet wurde, dargestellt.

Erkennbar dabei ist, dass die Mittelwerte teilweise sehr stark, bis zu 30,6 Minuten, differieren. Dies kann, einerseits an der unterschiedlichen Anzahl der durchgeführten Tests, aber auch daran liegen, dass die Testpersonen ihre Tests arbeitsbedingt nicht sofort nach dem Aufpoppen beginnen konnten.

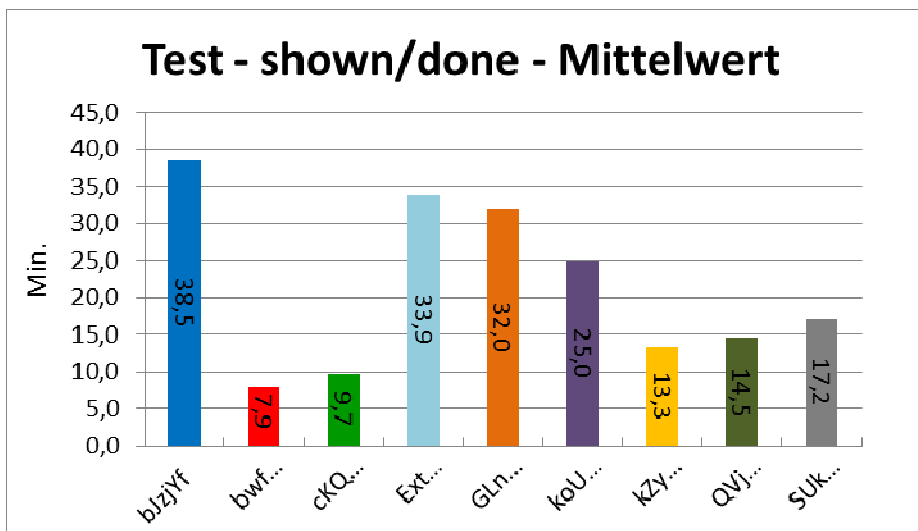


Abbildung 40: Test – shown/done Mittelwert

In Abbildung 41: Test Aufruf Tag/Nacht – Mittelwert wird der durchschnittliche Aufruf aller Tests getrennt nach Tag und Nacht dargestellt. Hierbei ist erkennbar, dass am Tag eindeutig früher mit den Tests begonnen wurde, als in den Nachtstunden.

Ein möglicher Rückschluss könnte sein, dass die Mitarbeiter am Tag, wegen des höheren Misch-Verkehr-Anteils und Bauarbeiten mehr am Arbeitsplatz sitzen, als in den ruhigeren Nachtstunden, wo unter anderem auch weniger Kontrollorgane anwesend sind.

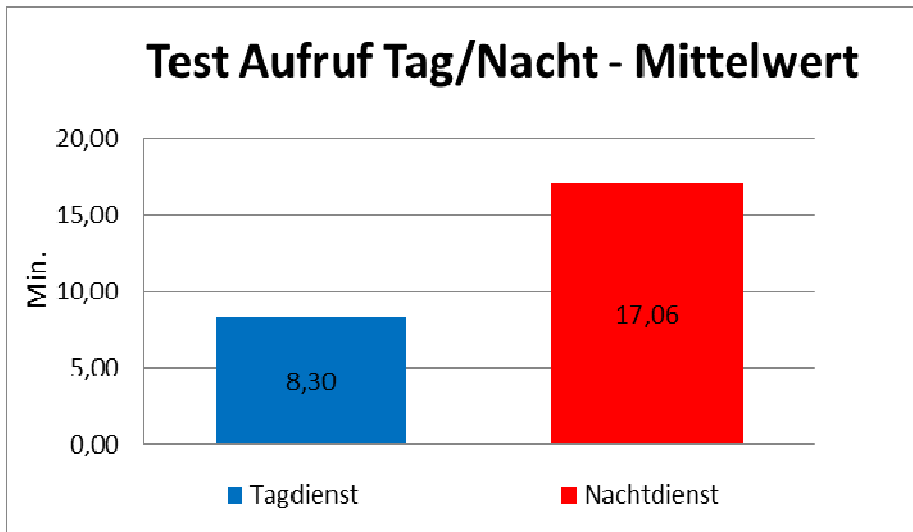


Abbildung 41: Test Aufruf Tag/Nacht – Mittelwert

In Abbildung 42: Tag/Nacht Lapse zu Stimuli Mittelwert werden die Mittelwerte der Fehler durch die Anzahl der möglichen Handlungen aller Kandidaten prozentuell dargestellt. Dabei ist eine wesentlich höhere Fehlerquote im Nachtdienst (vermutlich wegen des zirkadianen Rhythmus) erkennbar.

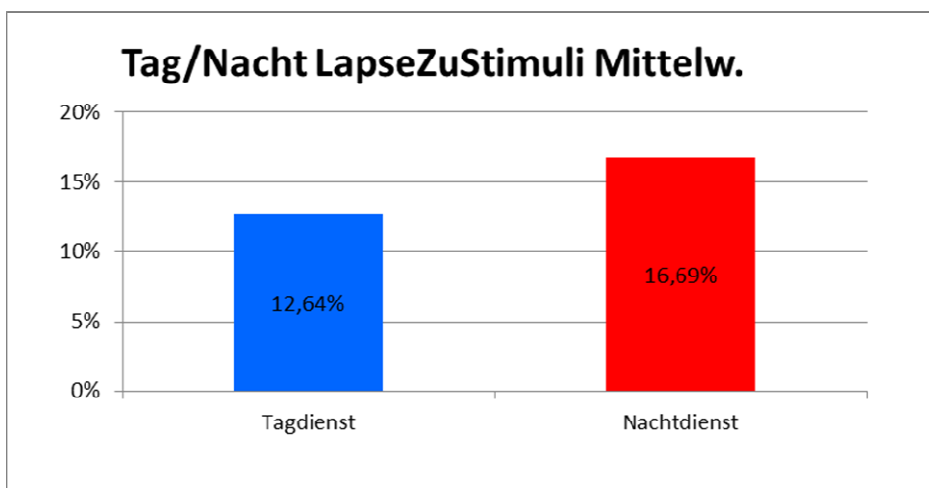


Abbildung 42: Tag/Nacht Lapse zu Stimuli Mittelwert

In Abbildung 43: Schlafqualität – Reaction Time - Mittelwert wird die Reaktionszeit im Zusammenhang mit der von den Testpersonen angegebenen Schlafqualität der letzten Nacht dargestellt.

Deutlich erkennbar ist, dass die Reaktionszeit mit subjektiv schlechter empfundenem Schlaf ansteigt.

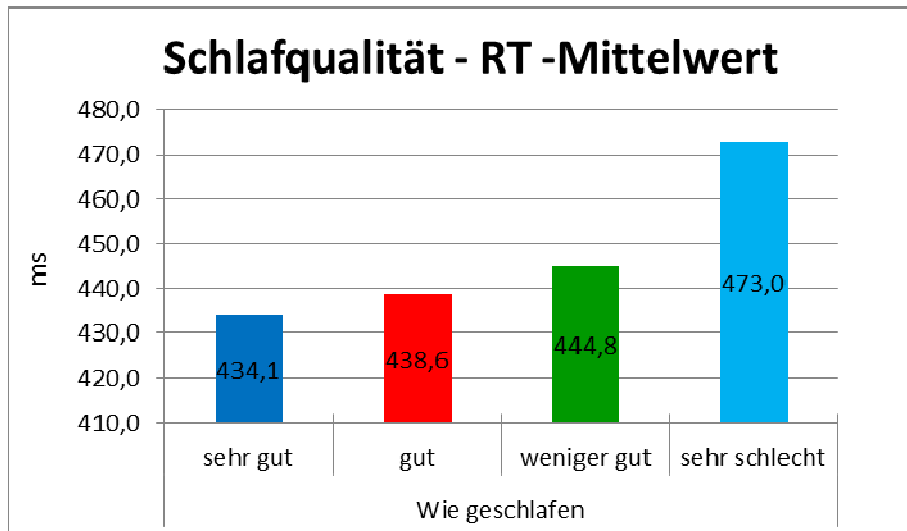


Abbildung 43: Schlafqualität – Reaction Time - Mittelwert

Während die ansteigende Reaktionszeit mit dem empfundenen Schlafverhalten den Erwartungen entsprochen hat, ist in Abbildung 44: Schlafqualität Lapse zu Stimuli Mittelwert dieser Verlauf nicht exakt erkennbar. Im Durchschnitt sind zwar die meisten Fehler bei sehr schlechtem Schlaf, jedoch der beste Wert wurde bei weniger gutem Schlaf erreicht. Durchschnittlich sehr viele Fehler waren auch bei den Tests wo die Kandidaten sehr gut geschlafen haben.

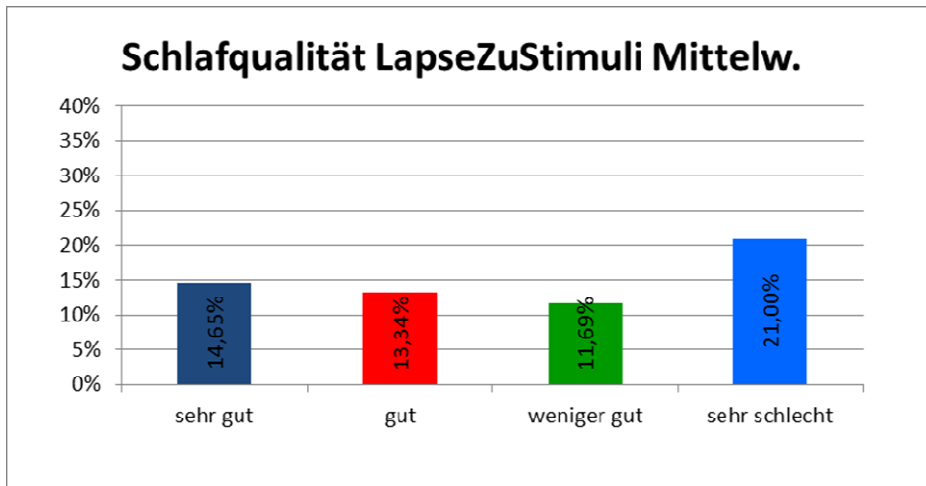


Abbildung 44: Schlafqualität Lapse zu Stimuli Mittelwert

In Abbildung 45: Schlafdauer – Reaktionszeit – Mittelwert wird die durchschnittliche Reaktionszeit im Zusammenhang mit der Schlafdauer dargestellt. Die höchste Reaktionszeit ist entgegen den Erwartungen bei 11 Stunden Schlaf erkennbar, jedoch sind diese Werte nicht aussagekräftig, da es sich nur um zwei Tests mit elf Stunden Schlaf handelte. Bei den übrigen Werten ist ein marginales auf und ab erkennbar.

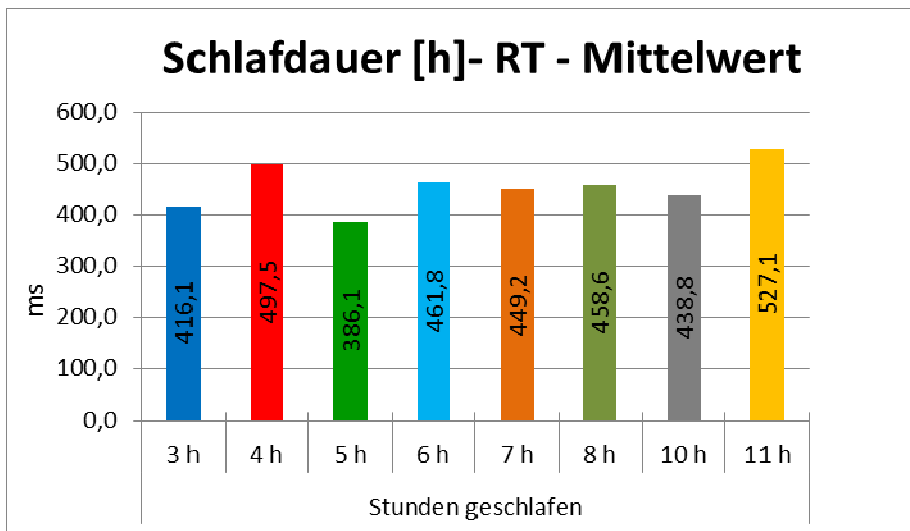


Abbildung 45: Schlafdauer – Reaktionszeit – Mittelwert

In Abbildung 46: Schlafdauer [h] Lapse zu Stimuli Mittelwert wird die Schlafdauer mit den Fehlern durch die Anzahl der nötigen Handlungen im Mittelwert dargestellt. Eine sehr hohe Fehlerrate ist bei vier und elf Stunden Schlaf erkennbar. Im Fall der elf Stunden

Schlaf ist zu berücksichtigen, dass es sich nur um zwei Tests handelte. Bei nur drei und fünf bis zehn Stunden Schlaf sind die Fehlerraten unauffällig.

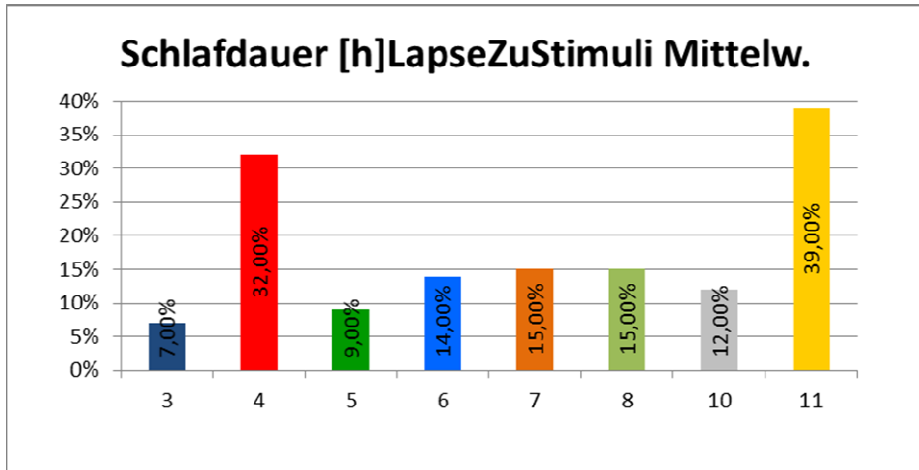


Abbildung 46: Schlafdauer [h] Lapse zu Stimuli Mittelwert

In Abbildung 47: Wach seit [h] – Mittelwert wird der Mittelwert der Reaktionszeit mit der Dauer der Wachheit dargestellt, die im Schichtdienst sehr oft sehr lange ist, da nicht alle Leute am Tag schlafen können. Obwohl die Range von zwei bis 14 Stunden angegeben wurde sind im Durchschnitt keine außergewöhnlichen Ausreißer erkennbar. Selbst bei 14 Stunden ohne Schlaf werden bessere Reaktionszeiten wie mit drei, fünf und 10 Stunden erreicht.

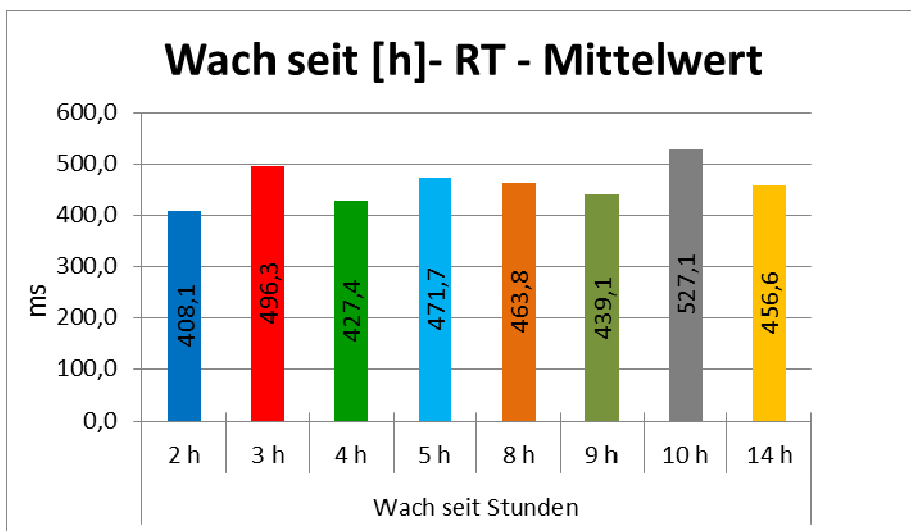


Abbildung 47: Wach seit [h] – Mittelwert

In Abbildung 48: Wach seit [h] – Lapse zu Stimuli Mittelwert werden die Fehler durch die nötigen Handlungen im Mittelwert mit der Dauer der Wachheit dargestellt. Dabei ist ein

sehr hoher Fehleranteil mit 38,78 % bei zehn Stunden ohne Ruhe erkennbar. Zuviel Gewicht sollte aber auch auf diesen Wert nicht gelegt werden, da es sich nur um zwei Tests mit zehn Stunden Wachheit handelte. Der zweithöchste Fehleranteil ist mit einer Wachheit von nur drei Stunden relativ hoch, wenngleich angenommen wird, dass jemand in diesem Zeitraum eigentlich noch sehr fit sein sollte.

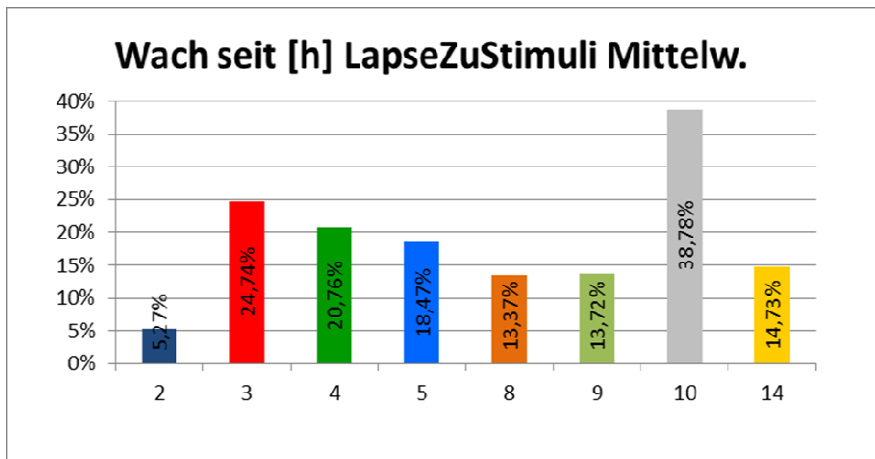


Abbildung 48: Wach seit [h] – Lapse zu Stimuli Mittelwert

In Abbildung 49: Wachheitsgrad Lapse zu Stimuli Mittelwert wird der subjektiv angegeben Wachheitsgrad mit dem Mittelwert der Fehler durch die nötigen Handlungen dargestellt. Sehr wenige Fehler treten erwartungsgemäß bei den Tests, wo „aktiv und munter, leistungsfähig auf hohem Niveau“, „entspannt – wach“ angegeben wird. Zusätzlich sind auch noch wenige Fehler im vorletzten Stadium „Schläfrigkeit – ziehe es vor mich niederzulegen“, aufgetreten. Die höchste Fehlerrate ist erwartungsgemäß wenn Personen schon „fast träumend“ Arbeiten/Tests erledigen.

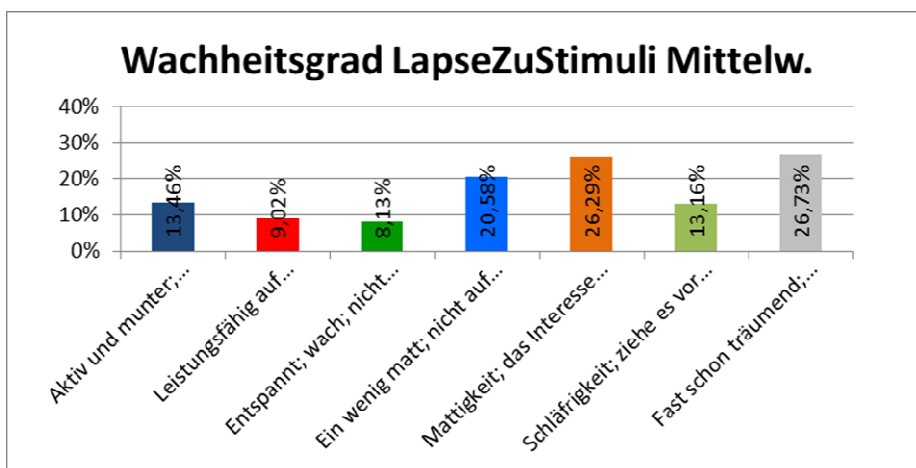


Abbildung 49: Wachheitsgrad Lapse zu Stimuli Mittelwert

In Abbildung 50: Wach seit – Fehlstarts/Lapse werden die Fehlstarts/Lapse mit der Dauer der Wachheit dargestellt. Deutlich erkennbar ist eine Fehlstartrate nach acht Stunden Wachheit. Nach zehn Stunden Wachheit ist auch eine hohe Anzahl an Fehlern erkennbar.

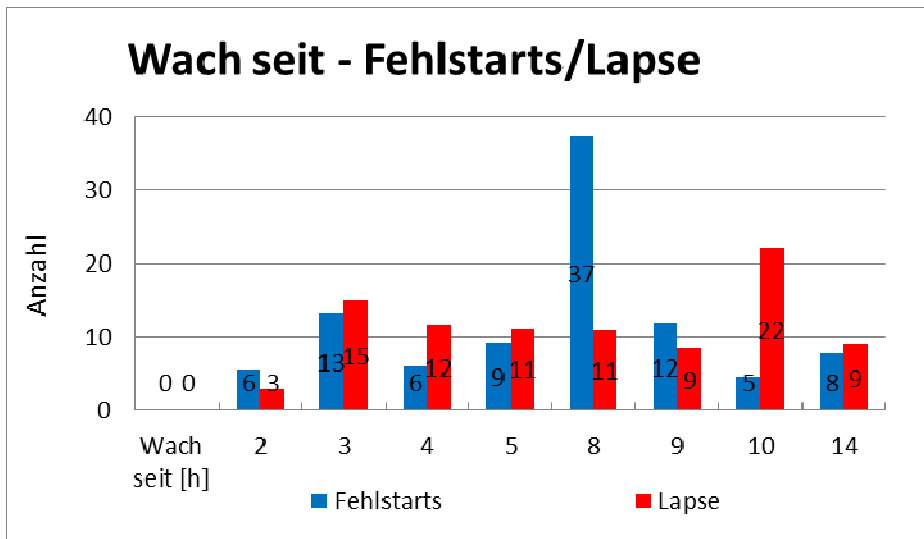


Abbildung 50: Wach seit – Fehlstarts/Lapse

In Abbildung 51: Schlafqualität – Fehlstarts/Lapse wird die subjektiv angegebene Schlafqualität mit den Fehlstarts/Lapse dargestellt. Hervorzuheben ist, dass der höchste Fehlstartwert entsteht, wenn Leute weniger gut geschlafen haben, jedoch wenn sie sehr schlecht geschlafen haben doch den zweitbesten Wert erzielen. Die meisten Fehler werden erwartungsgemäß bei sehr schlechtem Schlaf gemacht.

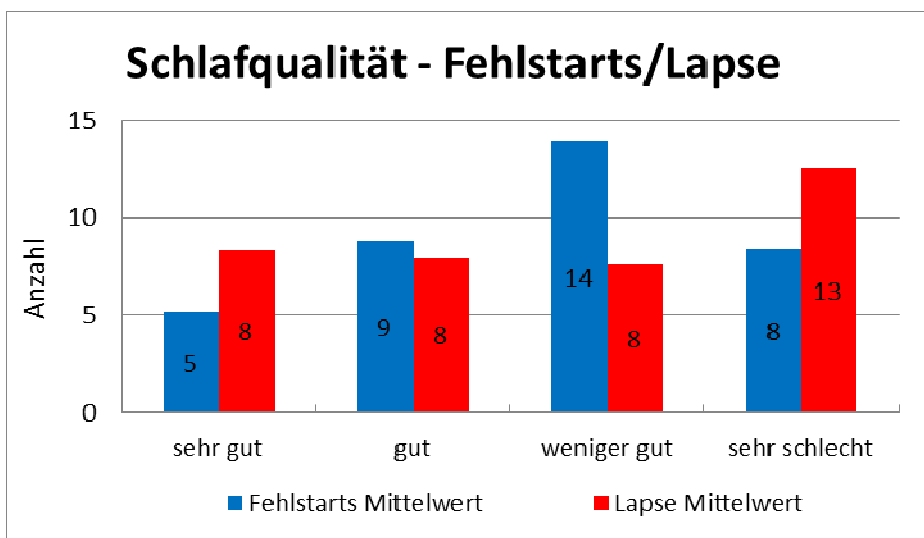


Abbildung 51: Schlafqualität – Fehlstarts/Lapse

In Abbildung 52: Schlafdauer – Fehlstarts/Lapse werden die Fehlstarts/Lapse mit der Schlafdauer dargestellt. Erkennbar sind hohe Fehlstartraten mit nur drei und sieben Stunden Schlaf. Deutlicher und erwartungsgemäß sind die Fehlerraten bei nur vier Stunden Schlaf. Im Gegensatz dazu ist der höchste Fehlerwert bei elf Stunden.

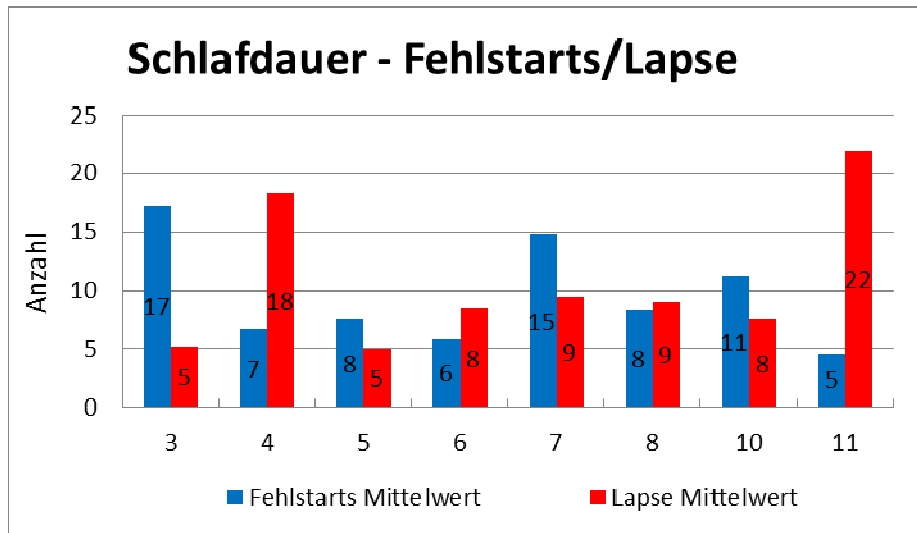


Abbildung 52: Schlafdauer – Fehlstarts/Lapse

In Abbildung 53: Tag/Nacht – Fehlstarts/Lapse Mittelwert sind die Mittelwerte der Fehlstarts/Lapse getrennt nach Tag- und Nachtdienst dargestellt. Während am Tag die Fehlstarts und Fehler die gleichen Werte sieben haben, sind die durchschnittlichen Fehlstarts in der Nacht fast doppelt so hoch wie die Fehler.

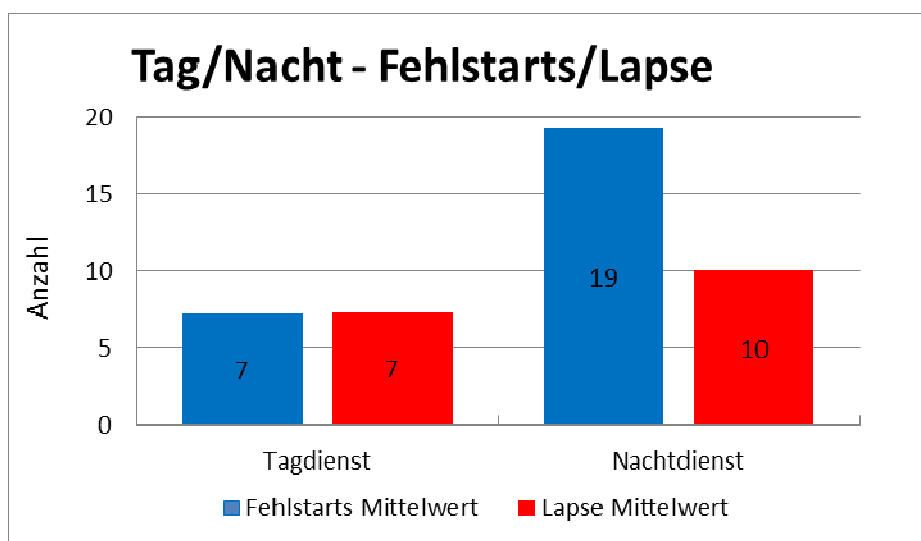


Abbildung 53: Tag/Nacht – Fehlstarts/Lapse Mittelwert

In Abbildung 54: Durchführung der Empfehlungen werden die Durchführung der Empfehlungen prozentuell getrennt nach Tag- und Nachtdienst dargestellt. Erkennbar ist, dass sowohl im Tag- als auch im Nachtdienst rund 50 % keine Zeit für die Durchführung der Empfehlung angegeben haben. Die empfohlenen Tätigkeiten wurden am Tag nur zu 27,3 % und in der Nacht zu 36,0 % durchgeführt.

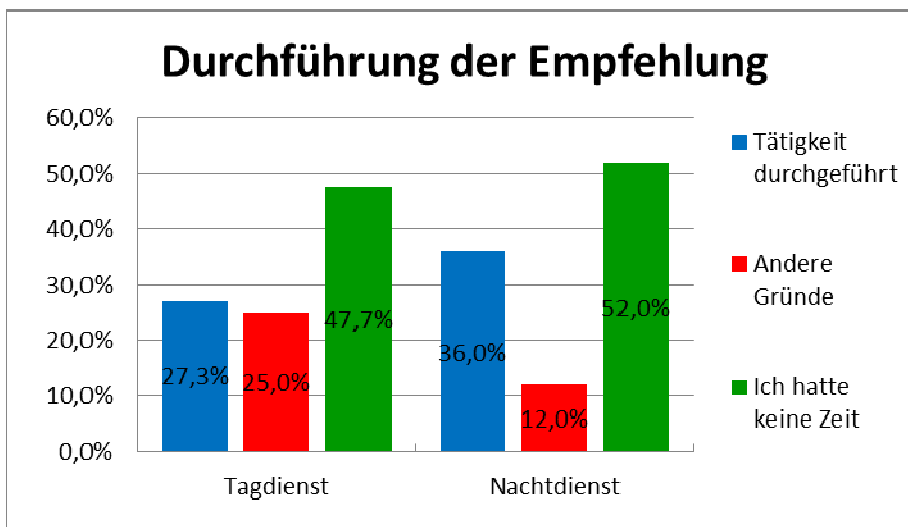


Abbildung 54: Durchführung der Empfehlungen

In Abbildung 55: Durchführung der Empfehlung wird dargestellt, ob eine Empfehlung durchgeführt wurde, oder ob andere Gründe bzw. keine Zeit angegeben wurden. In der Grafik ist deutlich erkennbar, dass die häufigsten Angaben keine Zeit für die Durchführung der Empfehlungen waren und gemeinsam mit den anderen Gründen deutlich überwiegen. Nur zu einem Drittel wurden die Empfehlungen durchgeführt.

Hervorzuheben ist, dass bei 143 Tests nur 74 Angaben (Tätigkeit durchgeführt; Andere Gründe; Ich hatte keine Zeit) zu den Empfehlungen gemacht wurden.

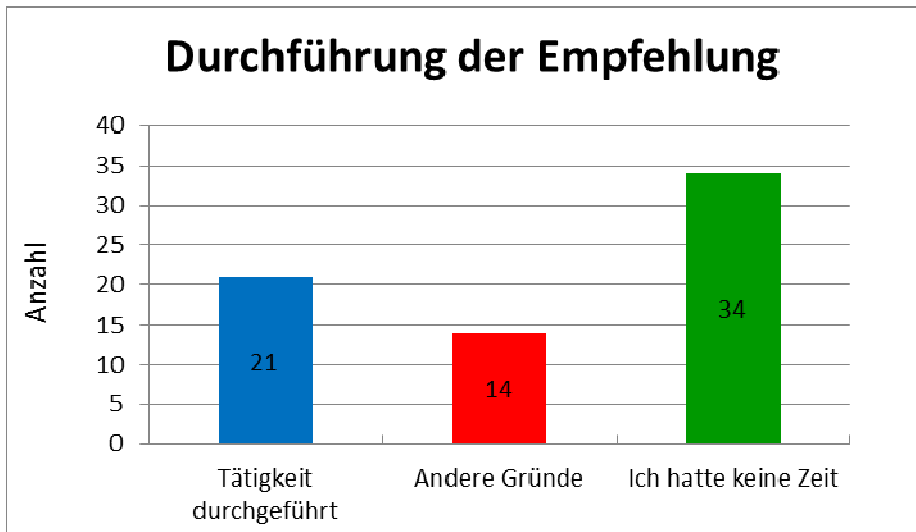


Abbildung 55: Durchführung der Empfehlung

In Abbildung 56: Art der Empfehlung Tag/Nacht ist die Art der ausgeführten Empfehlung auf Tag bzw. Nacht verteilt dargestellt. Deutlich erkennbar ist, dass die Ruhepausen nur in der Nacht angewendet wurden und die Kinect-Übungen vermehrt am Tag erfolgten. Kurzpausen wurden sowohl am Tag als auch in der Nacht angewandt.

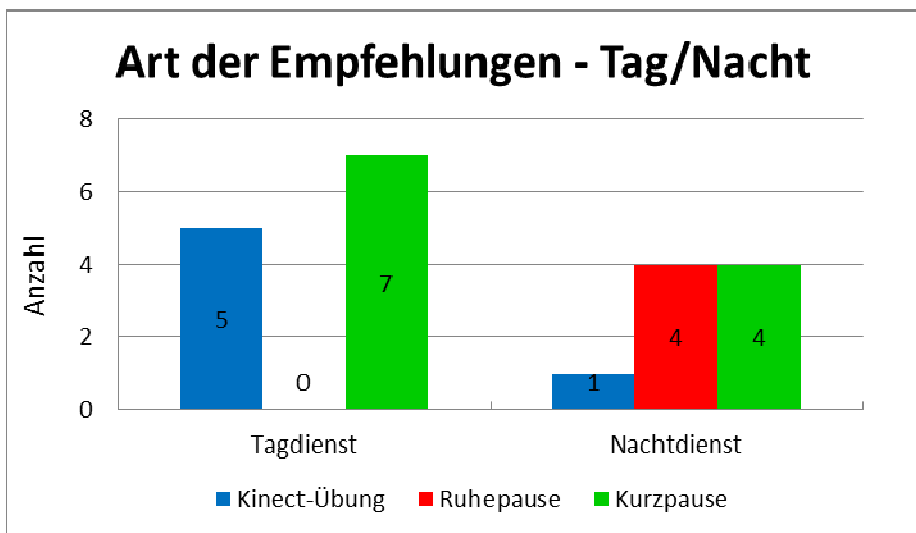


Abbildung 56: Art der Empfehlung Tag/Nacht

In Abbildung 57: Empfehlungen pro Proband werden die durchgeführten Empfehlungen bzw. deren Gründe für die Nichtdurchführung pro Testperson dargestellt. Erkennbar ist,

dass eine Person keinerlei Angaben gemacht hat und nur sechs Personen Tätigkeiten ausgeführt haben.

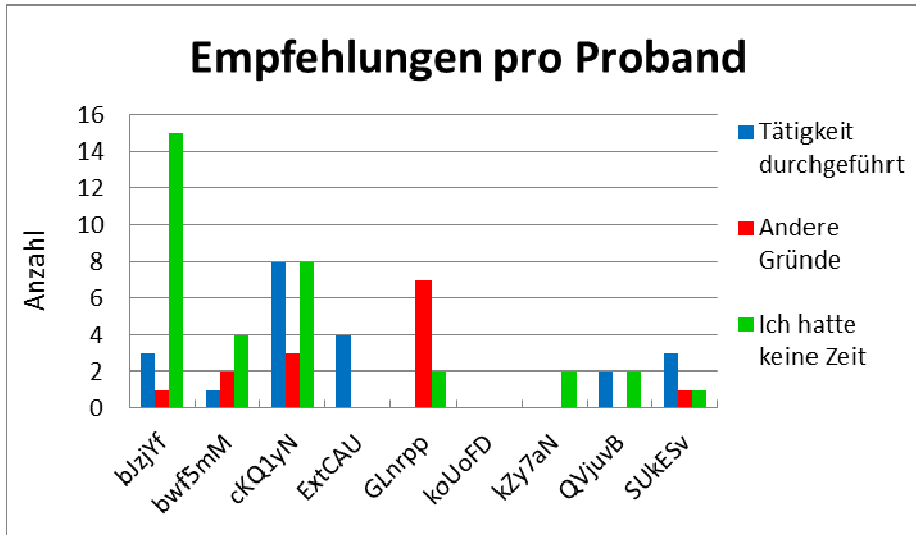


Abbildung 57: Empfehlungen pro Proband

In Abbildung 58: Art der ausgeführten Empfehlung getrennt je Proband werden die Empfehlungen getrennt je Proband aufgesplittert. Drei Personen haben keine einzige Empfehlung angewandt. Die Kinect-Übungen wurden nur von vier Personen und die Ruhepausen nur von 2 Probanden angewandt. Am häufigsten wurden die Kurzpausen in Anspruch genommen.

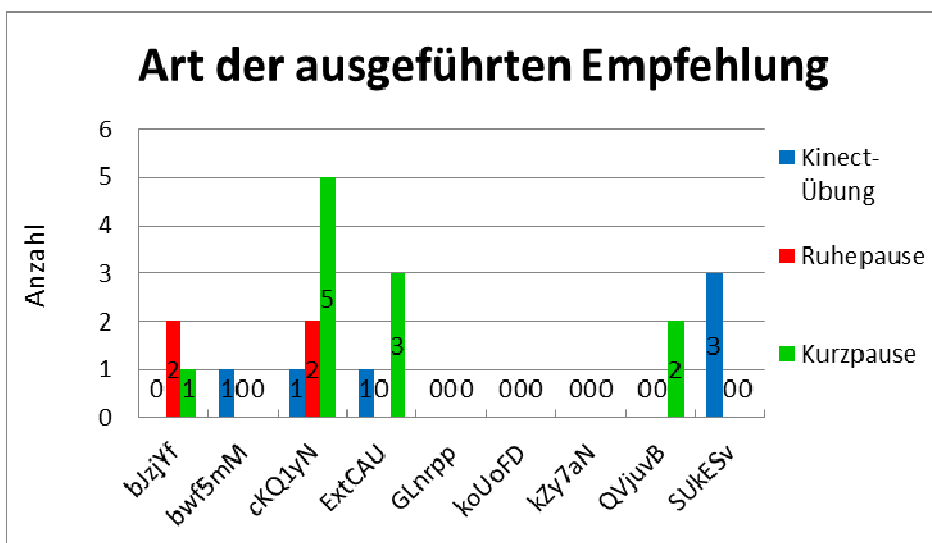


Abbildung 58: Art der ausgeführten Empfehlung getrennt je Proband

In Abbildung 59: Art der Empfehlung nach Wachheit wird die angewandte Empfehlung mit der Dauer der Wachheit dargestellt. Während die Kurzpausen relativ gleichmäßig verteilt sind, werden Kinect-Übungen nur angewandt, wenn die Probanden erst wenige Stunden wach sind. Ruhepausen werden erst nach neun bzw. 14 Stunden in Anspruch genommen.

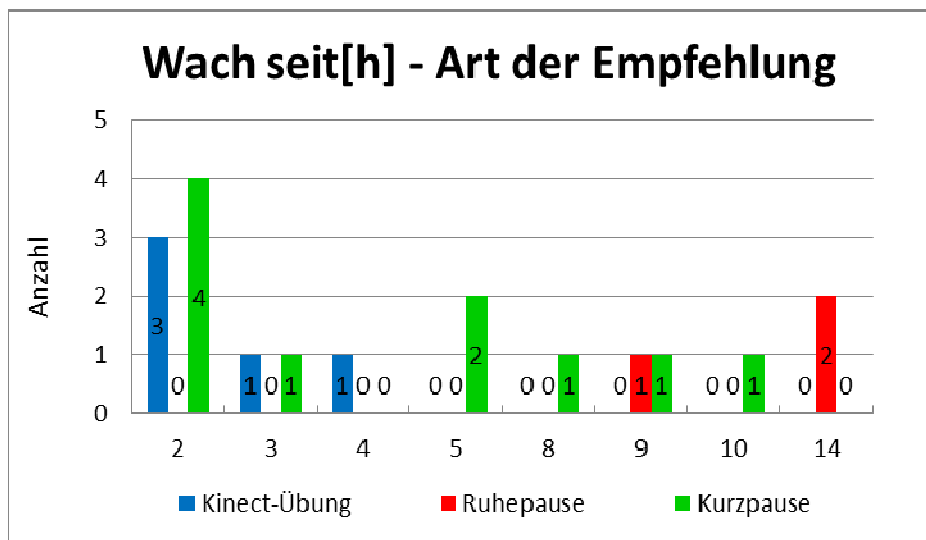


Abbildung 59: Art der Empfehlung nach Wachheit

In Abbildung 60: Art der Empfehlung nach Schlafdauer werden die Empfehlungsarten mit der Schlafdauer in Abhängigkeit dargestellt. Bei wenig Schlafstunden werden Empfehlungen nur geringfügig angenommen. Die meisten Empfehlungen werden bei sechs und sieben Stunden Schlaf durchgeführt und nehmen gegen Ende wieder ab.

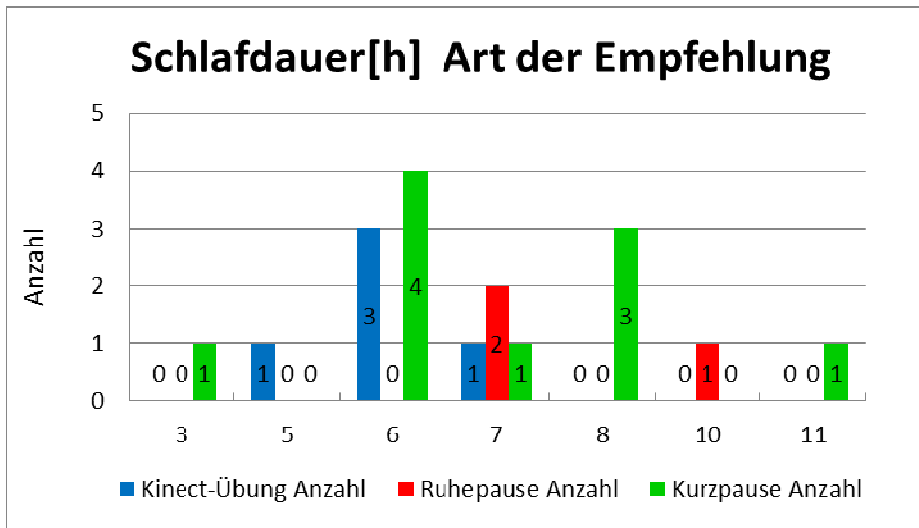


Abbildung 60: Art der Empfehlung nach Schlafdauer

In Abbildung 61: Art der Empfehlung in Abhängigkeit mit der Schlafqualität wird die Art der Empfehlung mit der subjektiv angegebenen Schlafqualität dargestellt. Die meisten Empfehlungen und speziell die Kinect-Übungen werden nur durchgeführt wenn die Probanden gut geschlafen haben. Wenn die Testpersonen schlecht geschlafen haben wird nur die Ruhepause als Empfehlung angewendet.

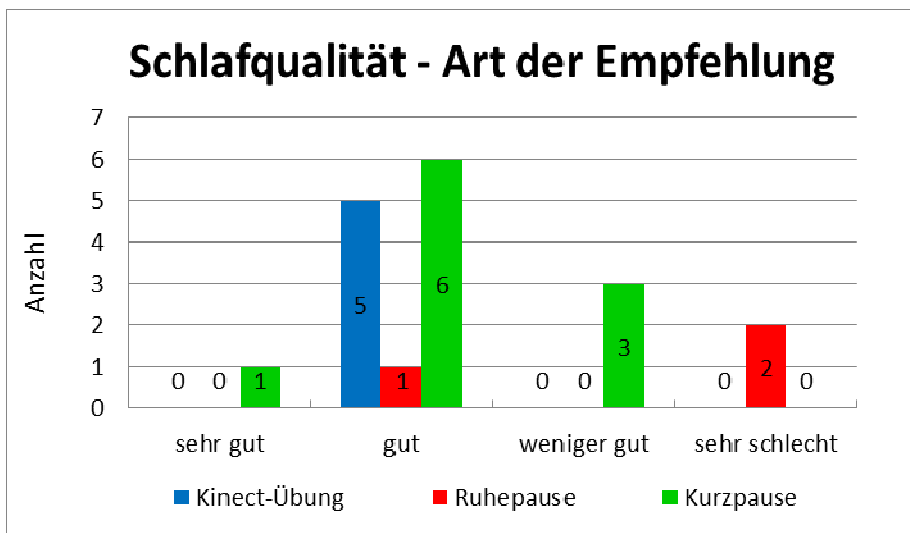


Abbildung 61: Art der Empfehlung in Abhängigkeit mit der Schlafqualität

In Abbildung 62: Durchführung der Empfehlung nach Arbeitsaufwand der letzten Stunde wird die Durchführung der Empfehlung nach dem Aufwand der letzten Stunde dargestellt. Erkennbar ist, dass die meisten Antworten (Empfehlung ja oder nein) gegeben wurden,

wenn der Arbeitsaufwand der letzten Stunde eher hoch war. Ein Anstieg der durchgeführten Empfehlungen ist bis zu einem Arbeitsaufwand „eher hoch“ erkennbar, nimmt aber bei hohem Aufwand wieder auf den Tiefststand ab.

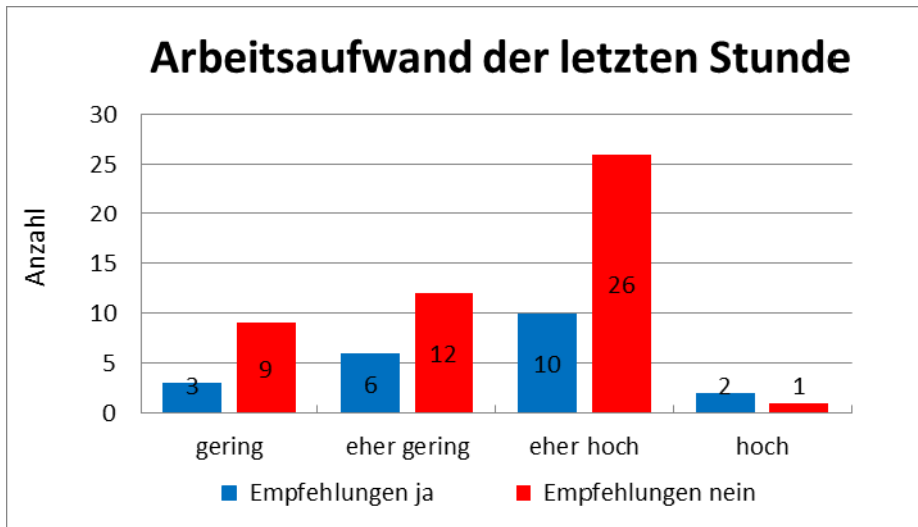


Abbildung 62: Durchführung der Empfehlung nach Arbeitsaufwand der letzten Stunde

In Abbildung 63: Durchführung der Empfehlung nach erwartetem Arbeitsaufwand in einer Stunde wird die Durchführung der Empfehlung nach dem erwarteten Aufwand in einer Stunde dargestellt. Erkennbar ist, dass die meisten Empfehlungen durchgeführt wurden, wenn der erwartete Aufwand eher gering eingeschätzt wurde.

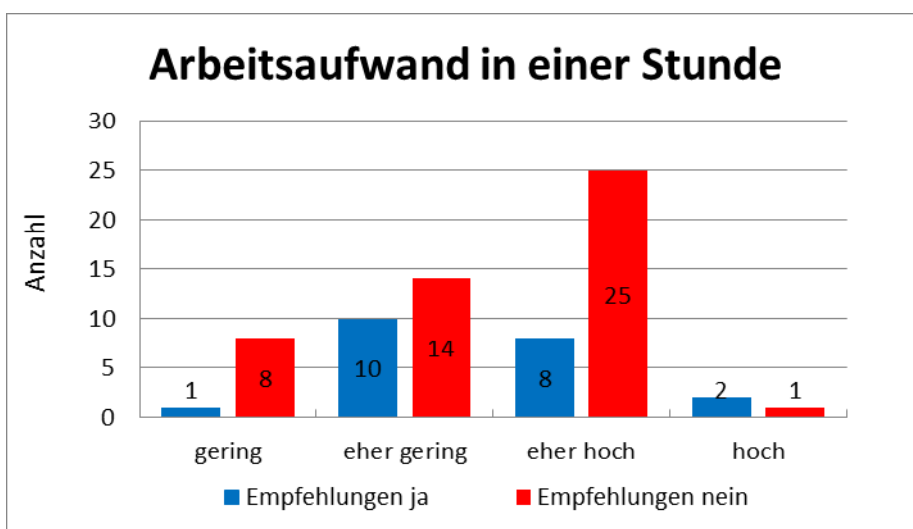


Abbildung 63: Durchführung der Empfehlung nach erwartetem Arbeitsaufwand in einer Stunde

Ablauf der Maßnahmenempfehlung

Ausstattung der Räumlichkeiten

Aktivraum: Im Aktivraum befand sich eine Kinect mit Bildschirm aufgebaut. Auf der Kinect waren 7 verschiedene Bewegungsübungen einprogrammiert, die von der FH St. Pölten entwickelt wurden. Der Aktivraum selbst befand sich mitten in der Betriebsführungszentrale. Dadurch hatte jeder Mitarbeiter einen kurzen Weg zum Raum. Außerdem war er für alle BFZ-Mitarbeiter/innen frei zugänglich. Der Raum hatte kein Fenster und auch keine gute Belüftung, was für einen Bewegungsraum nicht optimal ist.



Abbildung 64: Bewegungsraum mit einem Probanden



Abbildung 65: Bewegungsraum mit einem Probanden und mit der Kinect im Hintergrund

Ruheraum: Der Ruheraum wurde aus hygienischen Gründen im Rahmen des Projekts mit Decken und Pölster für jeweils jeden Mitarbeiter ausgestattet. Im Ruheraum selbst befanden sich 2 Betten. Es gab ein großes Fenster. Man konnte gut lüften und den Raum auch durch Jalousien abdunkeln. Der Raum befand sich am Ende der Betriebsführungszentrale. Dadurch hatten manche Mitarbeiter einen weiteren Weg dorthin. Am ersten Testtag war der Ruheraum abgesperrt und der Schlüssel wurde an einer den Testpersonen bekannten Stelle hinterlegt. Dies erwies sich jedoch als sehr umständlich. Aus diesem Grund ließ man den Ruheraum überhaupt offen. Die Ruheräume werden normalerweise verschlossen gehalten, damit der Raum nicht missbräuchlich als Schlafgelegenheit genutzt wird. Ein Offenlassen des Ruheraums stellt auch ein gewisses Problem einer missbräuchlichen Nutzung dar. Gleich am zweiten Testtag befand sich eine dem Projekt fremde Person im Ruheraum, als diesen eine TU-Mitarbeiterin betrat. Eventuell würde ein Chipzugang die missbräuchliche Nutzung kontrollieren können.



Abbildung 66: Ruheraum mit Fenster, Pölster und Decken

Die genauen Maßnahmen in der 2. Testphase

Aktivierende Pausengestaltung: Dazu begab sich der Teilnehmer in den Bewegungsraum. Mithilfe des entwickelten Bewegungsprogramms auf der Kinect konnte der Mitarbeiter Schritt für Schritt gezielte aktivierende Übungen durchmachen. Dazu musste er sich auf ein gekennzeichnetes Rechteck im Raum stellen und den Anweisungen auf dem Bildschirm folgen. Am Bildschirm wurden dem Teilnehmenden verschiedene Übungen gezeigt. Nach jeweils 10 richtigen Wiederholungen einer Übung setzte das Programm mit einer neuen Übung fort. Falsch durchgeführte Wiederholungen wurden nicht gezählt. Sollte eine Übung aus verschiedensten Gründen nicht durchführbar sein, konnte man diese überspringen. Nach ungefähr 5 Minuten hatte der Teilnehmende eine Übungsserie durchgeübt. Es gab die Möglichkeit für eine weitere Serie.

Deaktivierende Pausengestaltung: Dazu begab sich der Teilnehmer in den Ruheraum. Allgemein erweist es sich als sehr sinnvoll, eine Ruhepause während der Arbeitszeit einzulegen und dabei seinen Arbeitsplatz zu verlassen. Ein Napping im Ruheraum führt zu einer wesentlich besseren Erholung als wie ein Napping am Bürosessel. Der

Teilnehmende konnte sich in der Ruhepause kurz hinlegen, kurz schlafen oder einfach nur entspannen. Er wurde mithilfe einer Beschreibung über dem Bett dazu aufgefordert den Wecker auf 10 Minuten zu stellen. Nach der Ruhepause sollte sich der Mitarbeiter räkeln und strecken und dann frisch erholt auf seinen Arbeitsplatz zurückkehren.

Wirkungsweise von Pausen allgemein

Um wach und leistungsfähig zu bleiben, sind Erholungsphasen und Pausen wichtig! Eine optimale Pausengestaltung führt zu kurz- und langfristigen positiven Effekten und kann Ermüdungsentstehung schon im Vorfeld vorbeugen.

Der Erholungswert einer Pause hängt von der Dauer, der Häufigkeit und von der zeitlichen Verteilung der Pausen ab. Erholung nimmt ähnlich der Ermüdung nicht linear zu. Die ersten Abschnitte einer Erholungsphase sind erholungswirksamer als die späteren.

Das Einhalten regelmäßiger Kurzpausen führt zu mehr Wohlbefinden, einer Leistungssteigerung und gleichzeitig zu einer Belastungsverringerung. In diesem Zusammenhang ist es von Bedeutung, den eigenen Ermüdungs- bzw. Wachheitsgrad zu beobachten und einzuschätzen. Nicht immer gelingt das optimal und Pausen erfolgen häufig zu spät, zu selten und länger als günstig, was zu einem geringeren Erholungseffekt führt.

Wirkungsweise von einer Ruhepause und einer aktiven Pausengestaltung

Ruhepause: Die erholungsintensive und schläfrigkeitsreduzierende Wirkung des Nappings wurde in zahlreichen experimentellen Studien nachgewiesen. Während des Nappings werden nicht alle Schlafphasen des Nachtschlafs durchlaufen, die Tiefschafphase wird ausgeklammert. Der Zeitraum erstreckt sich über ca. 10 bis 30 Minuten.

Aktivierende Pausengestaltung: Schlaf und Bewegung beeinflussen sich gegenseitig. So kann regelmäßige Bewegung (z.B. Gymnastikübungen) helfen, schichtbedingte Schlafstörungen zu reduzieren. Aktive Pausen in Form körperlicher Bewegung sind zu

bevorzugen, wenn die vorangegangene Tätigkeit keine körperlich anstrengende Tätigkeit war, sondern eine sitzende Tätigkeit mit hohem feinmotorischem Anteil gleicher Bewegungsabläufe

Evaluierung der Maßnahmen

In der Folge werden die Ergebnisse der Befragung vom Zeitraum 16.11. bis 22.11.2016 angeführt.

Weiter unten wird die Auswertung der PVT-Testungen und der vorgeschlagenen Maßnahmen noch genauer ausgeführt. Vorwegzunehmen ist jedoch, dass die empfohlenen Maßnahmen (Kinect, Ruhepause, Kurzpause) nur zu 27,3 % am Tag und zu 36,0 % in der Nacht durchgeführt wurden. Als Grund hierfür wurde zumeist „keine Zeit“ angegeben.

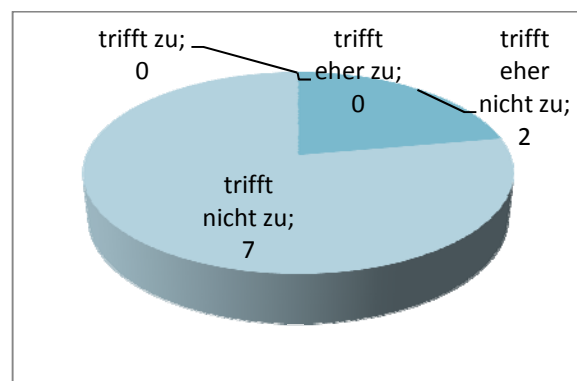
Zur Frage, ob die Mitarbeiter die vorgeschlagenen Maßnahmen als passend empfanden, gaben diese an:

Die vorgeschlagenen Maßnahmen waren passend

trifft zu trifft eher zu trifft eher nicht zu trifft nicht zu

4 1 4

- Problem war, dass keine Zeit war, die Maßnahmen umzusetzen
- Teils überraschende Differenz
- Immer Kinect vorgeschlagen worden; habe mich selbst wacher eingeschätzt, zweimal deutlich müder gewesen
- Habe mich wacher gefühlt



In der Folge wird auf die konkreten Maßnahmen (Kinect, Ruhepause, Kurzpause) genauer eingegangen.

Angaben) bzw. eher nicht zutrifft (2 Angaben). Dies wurde teilweise damit begründet, dass ein Verlassen des Arbeitsplatzes nicht möglich ist, bzw. nicht gewollt ist.

Die Funktion der Kinect wurde bestätigt. Bei der Frage ob die Kinect die Körperposition gut erkannt hat, gaben 7 ProbandInnen an, dass dies zutrifft. Einmal wurde angegeben, dass dies eher zutrifft, einmal, dass dies eher nicht zutrifft.

Die Frage ob es hilfreich war, dass man sein eigenes Videobild sieht, wurde mehrheitlich bestätigt (trifft zu=2; trifft eher zu=4; trifft eher nicht zu=1; trifft nicht zu=1).

Bei der Frage, ob die Übungen zu anstrengend waren, wurde zweimal angegeben, dass dies zutrifft und sechs ProbandInnen gaben an, dass dies nicht zutrifft.

Bei der Frage ob man sich durch die Kinect beobachtet gefühlt hat, wurde mehrheitlich angegeben, dass dies nicht zutrifft (trifft zu=1; trifft eher zu=2; trifft eher nicht zu=0; trifft nicht zu=5)

Die Kinect-basierte Trainingsinstallation hat im Umfeld einer BFZ aus technischer Sicht gut funktioniert. Das System ist stabil gelaufen, es wurden keine Ausfälle gemeldet. Die Bewegungen der ProbandInnen konnten gut erfasst werden und die Übungsabläufe dementsprechend durchgeführt werden. Die Befürchtung, dass die ProbandInnen sich durch die Kinect beobachtet fühlen, hat sich nicht bestätigt.

In Summe kann daraus geschlossen werden, dass eine Kinect-basierte Trainingsinstallation in dieser Umgebung eingesetzt werden kann. Allerdings ist dazu zu sagen, dass in Summe wenig Übungen mit der Kinect durchgeführt wurden. Aus den Aussagen der Evaluierung ist allerdings zu entnehmen, dass die Gründe dafür nicht bei der Kinect-Installation zu suchen sind, sondern, dass dies eher daran lag, dass der Arbeitsplatz nicht verlassen werden konnte oder wollte.

Ruhepause

Die Ruhepause war gut in den Arbeitsprozess integrierbar.

trifft zu trifft eher zu trifft eher nicht zu trifft nicht zu

9

- nicht umsetzbar, weil man den Arbeitsplatz verlassen muss
- untertags unmöglich; versucht umzusetzen, geht aber nicht
- sich örtlich zurückzuziehen ging nicht
- nicht gemacht, weil keine Zeit
- Ruhepause kann man, wenn überhaupt, nur am Arbeitsplatz machen; man hat ein ungutes Gefühl, wenn man weggeht, man ist verantwortlich; insbesondere unter der Woche ist es ein Problem
- Es gibt keine Zeit, um sich hinzulegen; nur drei bis fünf Minuten für eine Zigarette gehen; schlafen ist nicht möglich
- Geht nicht, wenn man den Arbeitsplatz verlassen muss, weil man dann nervös wird; ich habe es ausprobiert und Herzrasen bekommen; ich habe versucht mich zu entspannen, aber an die Arbeit gedacht; nach 7 Min. habe ich abgebrochen, war ein Horror; ich kann mich im Sessel wesentlich besser entspannen, das Telefon hört man, man bekommt das mit; wenn der Vorschlag zur Ruhepause kam, habe ich versucht im Sessel zu entspannen
- Kein einziges Mal nach hinten gegangen in den Ruheraum; keine Vertretung
- Vom Arbeitsplatz weggehen, geht nicht; einmal versucht

Die Ruhepause wurde insgesamt über alle Testtage und alle Teilnehmer nur viermal und ausschließlich im Nachtdienst ausgeführt.

Den Mitarbeitern die Ruheräume zur Verfügung zu stellen, stieß zu Beginn auf großen Widerstand: schlafen oder sich hinlegen sei nicht vorgesehen und die Betten dürften nicht verwendet werden. Die mit Betten ausgestatteten Räumlichkeiten wurden verschlossen gehalten. Manche Mitarbeiter führten tagsüber ein Nickerchen im Sessel aus.

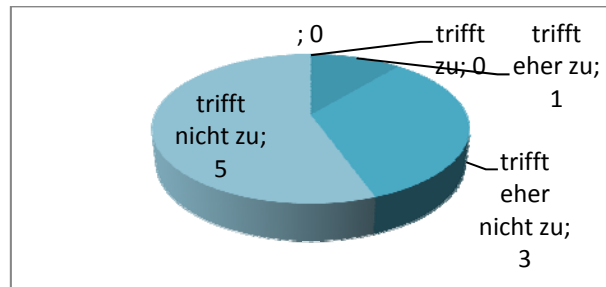
Vor-Ort-Beobachtungen erweckten den Eindruck, dass Müdigkeit oder Schläfrigkeit verpönt seien und nicht vorkommen dürften. De facto konnten mehrere Mitarbeiter bei Napping am Arbeitsplatz beobachtet werden.

Kurzpause

Die Kurzpausen waren gut in den Arbeitsprozess integrierbar.

- trifft zu
 trifft eher zu
 trifft eher nicht zu
 trifft nicht zu
 1 3 5

- mehr als ein bis zwei Minuten Zeit für die Toilette gibt es nicht
- man muss ständig greifbar sein
- es ist schwer, geregelte Pausen zu machen
- ja, weil man den Arbeitsplatz nicht verlassen muss



Die Kurzpause wurde insgesamt über alle Testtage und alle Teilnehmer nur siebenmal im Tagdienst und viermal im Nachtdienst ausgeführt.

Von den vorgeschlagenen Maßnahmen ließ sich die Kurzpause noch am ehesten beim derzeitigen Ist-Zustand umsetzen.

Allgemeine Anmerkungen der Mitarbeiter im Rahmen des Projektes AlertnessControl

In der Folge werden die von Mitarbeitern allgemein geäußerten Anmerkungen angeführt:

- man müsste einen Ablöser dazusetzen; wenn man einem Kollegen übergeben muss, der selbst zu tun hat, geht das nicht so gut
- Im Arbeitsprozess muss sich etwas ändern, andere Strategie, organisatorische Probleme; Probleme machen: Klimaanlage, Einteilung der Dienste, Großraumbüro, teils zu laut; Aufgabe ok, Atmosphäre ist Problem

- Chronische Unterbesetzung, teils nur ein Tag pro Woche frei; unterschiedliche Schichten (kein System)
- Mehr Personal ist nötig; man braucht einen Bildschirmablöser; die Einarbeitungszeit dauert drei bis vier Monate; nicht einmal die 38,5 Wochenstunden können eingehalten werden; schlechtes Gewissen den Kollegen gegenüber, wenn man übergibt, um in Pause zu gehen
- man hat ein ungutes Gefühl, ein schlechtes Gewissen, wenn man weggeht, man ist verantwortlich; insbesondere unter der Woche ist es ein Problem; es ist ein rechtliches Problem, wenn man länger vom Arbeitsplatz weg ist
- geregelte Pausen umzusetzen, ist nicht möglich; es gibt keine sinnvolle Lösung; schlechtes Gewissen den Kollegen gegenüber; Problem ist die Haftung und Verantwortung, wenn man weggeht; ein Springer wäre eine Lösung
- Problem ist, dass man keine Vertretung in der Ruhepause hat; helfen würde die Akzeptanz, dass man Ruhepause/Napping im Sessel macht; man fühlt sich besser, ist wacher danach; viele schlafen am Boden; die Vorgesetzten waren zumeist selbst im Schichtdienst, vergessen jedoch, wie anstrengend es ist; Großraumbüro und Lautstärke sind Problem; Teilzeit – zumindest die Möglichkeit dazu schaffen
- Den Arbeitsplatz verlassen geht nicht, macht kein gutes Bild, schlechtes Gewissen, möchte nicht auf die Hilfe anderer angewiesen sein; Kurzpausen sind möglich; andere Maßnahmen sind nicht umsetzbar; dreimal 10 Minuten geht nicht; habe ausprobiert eine Stunde zu schlafen, war müder als zuvor
- Arbeitsplatz verlassen, verursacht Stress; keine Vertretung zu haben ist das Problem; abgetrennte Arbeitsbereiche wären wichtig; Lärm und Luft sind Problem; Frischluft wäre besser; Rausgehen geht nicht; Freifläche oder zumindest Raum mit offenem Fenster; Dösen am Arbeitsplatz verursacht Stress; vollständige Dienstübergabe dauert 10 Minuten

Technische/organisatorische Evaluierung der Tests

Die Erkenntnisse aus der Evaluierung der Web-Anwendung AlertnessControl im sicherheitskritischen Umfeld (BFZ Wien) wurde bereits in Kap. 2.4 im Arbeitspaket 3 beschrieben, worauf verwiesen wird.

Gerade im Hinblick auf 12-Stunden-Dienste im Schichtdienst ist es wichtig, dass die Personalstärke einerseits zur Abdeckung von Fehlzeiten ausreicht und andererseits, um die Einhaltung von ausreichenden Pausen zu gewährleisten. Im Rahmen des Projektes war dies nicht möglich, so dass schließlich die Maßnahmen nicht in ausreichendem Ausmaß umgesetzt wurden. Daher war es auch nicht möglich festzustellen, ob die Maßnahmen im konkreten Umfeld der BFZ Wien das Wohlbefinden der Mitarbeiter bzw. deren Leistungsfähigkeit erhöht haben. Auf die Frage, ob die Maßnahmen das Wohlbefinden erhöht haben, konnten fünf Mitarbeiter keine Angabe machen, da die Maßnahmen nicht entsprechend umgesetzt wurden. Drei Mitarbeiter äußerten, dass dies eher zutrefte und zwar auf die Kurzpause. Ein Mitarbeiter gab an, dass dies nicht zutrefte. Auf die Frage, ob die Maßnahmen die Leistungsfähigkeit erhöht haben, konnten ebenso fünf Mitarbeiter keine Angabe machen, da die Maßnahmen nicht entsprechend umgesetzt wurden. Zwei Mitarbeiter äußerten, dass dies eher zutrefte (Kurzpause und Kinect) und zwei weitere, dass dies nicht zutrefte. Verwiesen wird hierzu auf die Erkenntnisse aus der Testung (allerdings ohne PVT und ohne Pupillographie) in Linz. Dort konnte gezeigt werden, dass sich eine aktive Pausengestaltung in Berufen mit vorwiegend sitzenden Tätigkeiten und Bildschirmarbeiten positiv auf die Konzentrations- und Aufmerksamkeitsfähigkeit auswirkt. Ebenso kann Müdigkeit dabei gesenkt werden. Ebenso führte eine entspannende Pausengestaltung mit der Dauer von ca. 10 Minuten zu einer Steigerung der Konzentration und gleichzeitig zu einer Verringerung des subjektiven Müdigkeitsgefühls.

6 – AP 5 MASSNAHMENIMPLEMENTIERUNG

Maßnahmenempfehlung Pupillograph und PVT-Test

Maßnahmenempfehlung Pupillograph

Funktionsweise, Vor- und Nachteile der Anwendung

Die Messung von (Tages-)Schläfrigkeit kann mittels Pupillographie erfolgen. Diese – **objektive und nicht beeinflussbare** – Methode eignet sich als Fit-for-Duty Test zur **Vigilanzkontrolle bei Schichtarbeit**, Fahr-, Steuer- und **Überwachungstätigkeiten**. Spontane und **unwillkürliche** Schwankungen des Pupillendurchmessers, sog. Schläfrigkeitwellen, sind Biomarker für Schläfrigkeit. Mit der Messung des Pupillenunruheindex PUI erhält man auf sehr einfache Art eine quantitative und objektive Aussage über den Grad der aktuellen Schläfrigkeit.

Die Messung mittels Pupillographie stellt **keine besonderen Anforderungen an die getestete Person**. Diese hat lediglich eine Videobrille aufzusetzen und entspannt nach vorne in Richtung einer roten Diode (roter Punkt) zu schauen. Bei Personen mit Tränenfilmproblemen empfiehlt sich vor Testbeginn die Gabe von Tränenersatzmitteln in beide Augen. In warmen Räumen oder bei stark schwitzenden Personen kann dem Beschlagen der Messbrille durch Anti-Beschlag-Mitteln vorgebeugt werden.

Die Testung kann **nur von entsprechend eingeschulten Personen** vorgenommen werden. Während der Messung werden Kontrollbild, Pupillendurchmesser und Augenposition auf dem Monitor des Computers dargestellt. Hierbei hat eine Feinabstimmung zu erfolgen. Der Test kann folglich nicht alleine durchgeführt werden. Da es sich zudem um ein optisches Präzisions-Instrument handelt, ist es entsprechend vorsichtig zu handhaben. Brille und Beleuchtung sind immer staubfrei zu halten.

Die Messungen werden für die untersuchte Person **in absoluter Dunkelheit, bei angenehmer Temperatur und möglichst ruhiger Umgebung** durchgeführt. Die Verdunklung des Raumes durch lichtdichtes Gewebe oder Rollläden muss gegeben sein, damit tageszeit- und wetterunabhängig stets die gleichen Helligkeitsbedingungen hergestellt werden können. Aufgrund dessen bedarf es eines **separaten Raums**, um die Messungen durchführen zu können. **Eine Durchführung der Messung am unmittelbaren Arbeitsplatz ist nicht möglich.**

Im **Idealfall** soll die zu untersuchende Person vor der Messung mindestens eine Viertelstunde in körperlicher Ruhe und Entspannung verbracht haben. Es ist nicht ratsam, die Messung nach einer psychisch belastenden Situation, nach körperlicher Anstrengung oder ohne Pause unmittelbar im Anschluss an eine andere medizinische Funktionsprüfung oder einen Leistungstest durchzuführen. Der Konsum von Alkohol, Nikotin und Koffein ist vier Stunden vor der Messung zu vermeiden.

Die komplette Messung dauert 11 Minuten. Es besteht jedoch die Möglichkeit eine **Kurzversion des Tests** anzuwenden. Die elf Minuten werden in acht Segmente (à 82 Sekunden) geteilt und jeweils ein Mittelwert abgeleitet. Daher besteht die Möglichkeit, bereits nach vier, fünf, sechs oder sieben Segmenten den Test abzuschließen. Der daraus entstehende Gesamtmittelwert wird dann mit den Normwerten verglichen. Tatsächlich ist die elfminütige Version der Testung valider, weil nur hierfür Normwerte vorliegen. Um ein Feedback im Hinblick auf den aktuellen Grad der Wachheit zu erzielen, ist eine **ca. fünfminütige Kurzversion ausreichend**.

Auswertung des Pupillographischen Schläfrigkeitstests

Im Messprotokoll (siehe ausführliche Beschreibung in AP 3) werden diverse Parameter dargestellt. Von besonderer Relevanz und letztlich intuitiv verständlich ist der Wert des relativen Pupillenunruheindex rPUI. Der PUI ist ein Maß für die Schwankungen des Pupillendurchmessers und damit für die Tagesschläfrigkeit. Kleine Durchmesseränderungen ergeben einen kleinen rPUI-Wert. Eine absolut konstante Pupille würde den Wert 0 ergeben. Je geringer der Wert, desto wacher ist die Person. Der mittlere PUI (im konkreten Fall 0,90) über die gesamte Messdauer wird in einem großen Balkendiagramm mit den vorliegenden Normwerten verglichen (vgl. Abbildung 1).

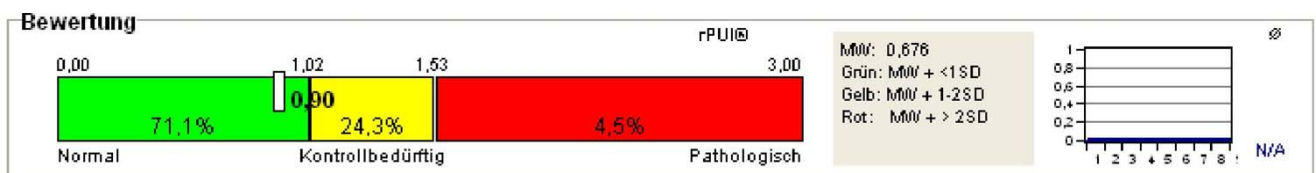


Abbildung 1: Balkendiagramm mit PUI

Der Normalbereich (grüner Balken) erstreckt sich von 0 bis zum Mittelwert plus 1 Standardabweichung (SD) der Normalverteilung von schlafgesunden Normalpersonen. Der kontrollbedürftige Bereich (gelber Balken) reicht von plus 1 SD bis plus 2 SD. Bei

einem PUI von über plus 2 SD wird die untersuchte Person als pathologisch eingestuft (roter Balken).

Da gleichzeitig die subjektive Einschätzung der Schläfrigkeit mittels Stanford Schläfrigkeitsskala (SSS) erhoben wird, kann ein Vergleich von subjektiver und objektiver Einschätzung erfolgen. Der Pupillograph kann daher eingesetzt werden, um die richtige Selbsteinschätzung des eigenen Wachheitsgrades zu überprüfen oder auch zu verbessern.



Abbildung 2: Vor- und Nachteile Pupillograph im Überblick

Maßnahmenempfehlung PVT-Test

Funktionweise, Vor- und Nachteile der Anwendung

Das Kernstück der Web-Anwendung „AlertnessControl“ ist der psychomotorische Vigilanztest (PVT). Der PVT misst **objektiv** die Aufmerksamkeit und ist **sensitiv für Schlafentzug bzw. Schläfrigkeit**. Es handelt es sich um eine einfache visuelle Reaktionsaufgabe. In zufälligen Abständen leuchten rote Zahlen fortlaufend auf einem Millisekundenzähler auf. Durch Tastendruck muss möglichst schnell auf diesen repetitiv präsentierten visuellen Reiz reagiert werden. Der Test ist objektiv, indem willkürlich keine bessere Leistung simuliert werden kann. Die Testperson kann nicht wacher erscheinen,

als sie tatsächlich ist. Ein permanentes Klicken mit der Maus oder Drücken der Leertaste wird als „False starts“ registriert, jedoch bei der automatischen Berechnung des Mittelwerts durch das System noch nicht berücksichtigt. Sollten mit Absicht schlechtere Ergebnisse simuliert werden, indem langsamer als möglich reagiert wird, sollten vor allem die dahinter liegenden Gründe analysiert werden. Wenn sich die Anzahl von kurzen, unerwünschten (Mini-)Pausen im Verlauf der Schicht erhöht, kann dies als Hinweis auf eine Überforderung (z.B. durch 12-Stunden-Dienste, geringe Erholung, inadäquates Pausenmanagement) gesehen werden.

Im Projekt kam eine Kurzanwendung von drei Minuten zur Anwendung. Dieser Test **lässt sich am Arbeitsplatz anwenden**, sofern die Möglichkeit besteht, sich **drei Minuten lang auf den Test – ohne weitere Ablenkung – zu konzentrieren**. Vor-Ort-Beobachtungen zeigten allerdings, dass aufgrund von Ablenkung durch Kollegen bzw. bei tätigkeitsbezogenen Notwendigkeiten (Telefon läutet usw.) diese Voraussetzung nicht immer gegeben ist.

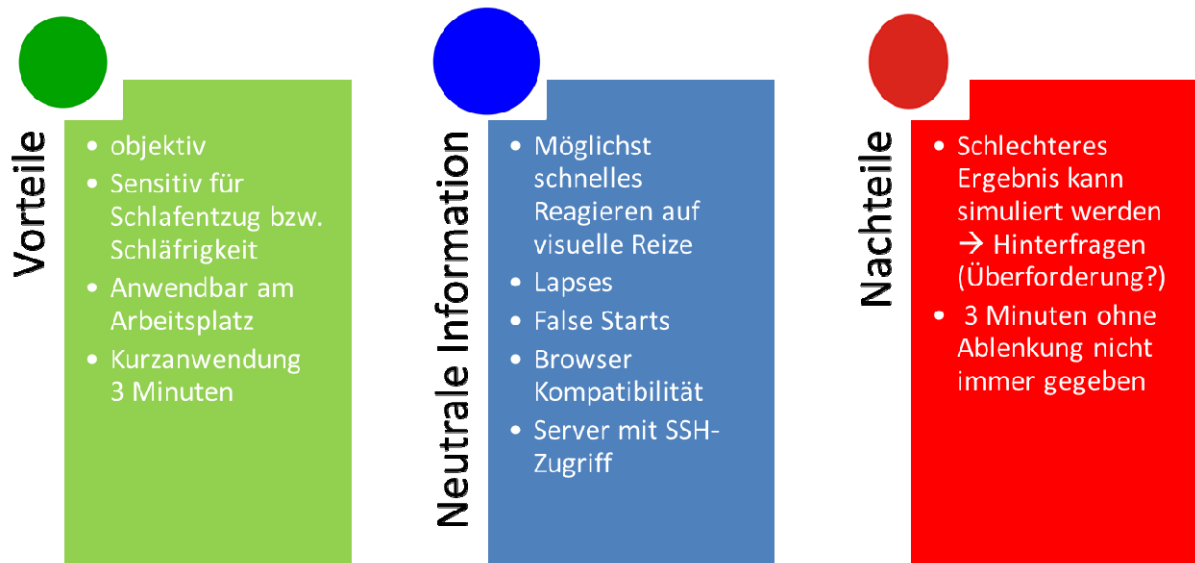


Abbildung 3: Vorteile und Nachteile des PVT-Tests im Überblick

Notwendige technische und organisatorische Schritte für eine zukünftige Implementierung der Web-Anwendung

Die Web-Anwendung wurde prototypisch umgesetzt und im realen Umfeld getestet, wobei sich die Funktionalität des Prototyps bestätigt hat.

Im Falle einer anschließenden dauerhaften Implementierung in einer BFZ sind aufgrund der Erfahrungen die gemacht wurden folgende Punkte zu berücksichtigen:

Browser Kompatibilität: Da die Web-Anwendung das JavaScript-Framework „AngularJS“ nutzt, können bei älteren Versionen des Internet Explorer (z.B. IE7, 8, 9) Darstellungsprobleme auftreten. Es wird die Nutzung des Internet Explorer 11 oder neuer empfohlen, wenn keine andere Browser-Alternative zur Verfügung steht. Bei Google Chrome und Mozilla Firefox sind keine Einschränkungen bekannt. Zudem unterstützt der Internet Explorer keine „HTML5 Web Notifications“ (<http://caniuse.com/#feat=notifications> , Stand 7.2.2017). Es wird empfohlen, die MitarbeiterInnen bei anstehenden Testungen mittels automatisierter E-Mail oder SMS zu informieren. Diese Funktion ist jedoch nicht in der aktuellen Version der AlertnessControl-Web-Anwendung implementiert.

Server mit SSH-Zugriff: Da die Anwendung in Sails.js umgesetzt wurde, ist ein Server mit SSH-Zugriff notwendig, um abhängige Pakete installieren und Einstellungen vornehmen zu können. Es wird empfohlen, das bestehende Image in einer virtuellen Server-Umgebung einzubinden, da dieses Image bereits alle notwendigen Pakete und Einstellungen beinhaltet.

Einfache Feedback- und Kontaktmöglichkeiten: Gerade wenn technische Probleme bei der Testung auftreten, wird empfohlen, eine permanent angezeigte spezielle E-Mail Adresse zur Wahrung der Akzeptanz anzubieten.

Wahrung sensibler Daten: Auch wenn die Testdaten nicht personenbezogen, sondern mittels ID in der Datenbank gespeichert werden, sind Rückschlüsse auf bestimmte Person nicht gänzlich auszuschließen. Es wird daher eine entsprechende Absicherung des Servers und der Webseite empfohlen, damit kein unbefugter Zugriff möglich ist.

Maßnahmen zur Pausengestaltung

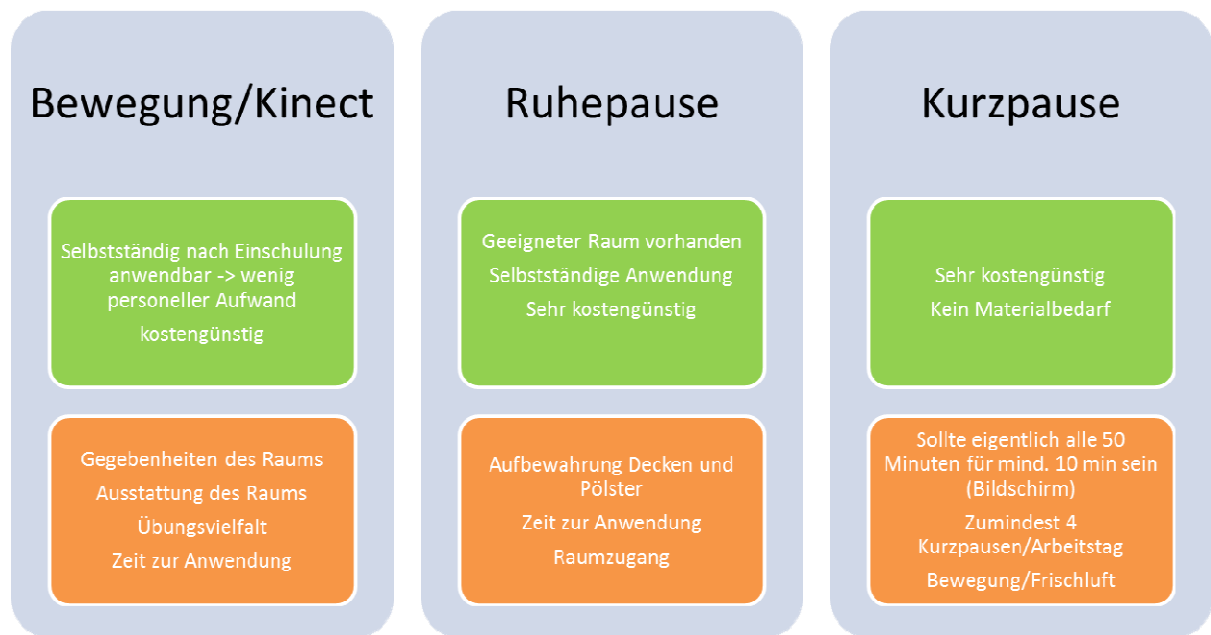


Abbildung 4: verschiedene Pausengestaltungen im Überblick (Vorteile, Was muss vorhanden sein?)

Aktive und passive Pausengestaltung

Die entwickelten aktiven und passiven Maßnahmen wurden überprüft und in beiden Fällen hat sich gezeigt, dass die gewünschten Wirkungen erreicht werden konnten (Aktive Maßnahmen: Senkung der subjektiven Müdigkeit, Erhöhung der Konzentration; Passive Maßnahmen: Subjektive Verringerung der Müdigkeit, objektive Steigerung der Konzentration).

Im Falle einer anschließenden dauerhaften Implementierung in einer BFZ sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Entsprechende ausgestattete Räume sollten zur Verfügung stehen
- Die Pause sollte eine bezahlte Pause zu einem frei wählbaren Zeitpunkt (Dauer ca. 10 Min.) sein
- Die Maßnahme sollte frei wählbar sein

- MitarbeiterInnen schätzen den persönlichen Kontakt zu den TrainerInnen, d.h. es sollten regelmäßig TrainerInnen vor Ort sein, auch wenn entsprechende Übungsvideos zum selbständigen Üben zur Verfügung stehen

Für die Ausübung werden folgende Materialien benötigt:

- Eine Gymnastikmatte – um einen rutschfesten Untergrund zu gewährleisten
- Gymnastikbänder
- Einen Pilates Ball – für die Aufwärmübung

Die Kinect-basierte Trainingsinstallation wurde prototypisch eingerichtet und auch im realen Umfeld getestet, wobei sich die Funktionalität des Prototyps bestätigt hat.

Im Falle einer anschließenden dauerhaften Implementierung in einer BFZ sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Es müssen ausreichend Übungen bereitgestellt werden um für Abwechslung zu sorgen. Diese müssen noch nicht von Beginn an vorhanden sein, sollten aber im Laufe der Zeit dann ergänzt werden.
- In Summe muss auch ein Spielanreiz vorhanden sein. Die Kinect wird mit Computergames assoziiert, weshalb in dieser Richtung eine Erwartungshaltung vorhanden ist. Daher sollten in dieser Richtung Möglichkeiten integriert werden, z.B. die Möglichkeit Teams zu bilden und gegeneinander zu spielen (z.B. BFZ Linz gegen BFZ Wien), und damit auch die Möglichkeit Punkte zu sammeln. Dies kann auch anonym erfolgen. In weiterer Folge wäre auch denkbar, mit erspielten Punkten auch ein firmeninternes Bonusprogramm denkbar, allerdings ist hier wieder der Datenschutz und die Akzeptanz bei den MitarbeiterInnen zu beachten.
- Die Geschwindigkeit in der die Übungen ablaufen sollten in einem bestimmten Bereich verstellbar sein
- Eine kurze Einschulung zu Beginn ist empfehlenswert. Die Einschulung neuer MitarbeiterInnen könnte durch BFZ-interne Personen erfolgen. Diese könnten auch die Betreuung der Kinect übernehmen (z.B. Updates). Damit könnte der Aufwand für eine externe Betreuung reduziert werden und die Identifikation des Personals der BFZ mit der Kinect würde vermutlich höher sein.

Ruhepause – Ruheraum

Schläfrigkeit ist durch die Tendenz gekennzeichnet, bei förderlichen Bedingungen (Ruhe, dämmriges Licht, ruhiges Sitzen im Zug usw.) einzuschlafen (Schlafdruck). Hier sind Schlaf bzw. kurzer Schlaf im Sinne von Powernapping hilfreich. **Schläfrigkeit** wird durch Schlafmangel, zu lange Wachphasen und zirkadianen Rhythmus hervorgerufen und **ist nur durch Schlaf und nicht durch Aufgabenunterbrechung reduzierbar**.

Die **erholungsintensive und schläfrigkeitsreduzierende Wirkung** des Nappings wurde **in zahlreichen experimentellen Studien nachgewiesen**. Diverse Fluggesellschaften haben den positiven Effekt von **Naps** schon lange erkannt, was sich in entsprechenden Dienstvorschriften spiegelt. Doch auch ohne solche Dienstvorschriften wurde und wird es schon lange praktiziert.

Während des Nappings werden nicht alle Schlafphasen des Nachtschlafs durchlaufen, die Tiefschlafphase wird ausgeklammert. Der Zeitraum erstreckt sich über **ca. 10 bis 30 Minuten**. Im Napping wird nach frühestens 10 Minuten Schlafstadium 1 oder 2⁴⁹ erreicht. Dies ist **gegenüber dem reinen Dösen mit deutlich intensivierten Erholungsprozessen verknüpft, bedingt jedoch eine längere Pausendauer**.

Zu den Nacheffekten des Nappings gehört eine **unmittelbare Desorientiertheit und Schlaftrunkenheit**, die allerdings innerhalb weniger Minuten durch Stimulation abgebaut werden kann (z.B. Koffein, kurz an die Luft gehen, Lichtexposition, Streckbewegungen). Da die Wirkung des Koffeins erst nach ca. 20 bis 30 Minuten eintritt, kann ein Café auch vor dem Kurzschlaf eingenommen werden.

Wird zu lange geschlafen, dauert die Phase verminderter Leistungsfähigkeit länger an. Ist ein baldiger Arbeitseinsatz zu erwarten, sollte gegebenenfalls auf Napping verzichtet werden, vor allem wenn sofort reagiert werden muss. Es ist sinnvoll, eine **Aufwachphase nach der Schlafphase fest einzuplanen**. Das Stellen eines Weckers verhindert ein zu langes Schlafen. Die Dauer für einen kurzen Schlaf inklusive Einschlaf- und Aufwachzeit kann zwischen 30 und 60 Minuten betragen. Es wird ein ruhiger und verdunkelbarer Raum benötigt. Störungen sollten vermieden werden.

⁴⁹ Nach einer Definition der American Academy of Sleep Medicine (AASM) werden inklusive des Wachzustandes fünf verschiedene Stadien unterschieden. Schlafstadium 1: Leichtschlaf- oder Einschlafphase; Schlafstadium 2: stabile Schlafphase.

Insbesondere in den Nachtdiensten sollte angedacht werden, gegebenenfalls in Teams, alternierende Ruhe- bzw. Schlafphasen für die Mitarbeiter einzuplanen. Dies **erhöht** unter anderem die **Leistungsfähigkeit in den Morgenstunden**, wenn bereits wieder ein höherer Arbeitsaufwand zu erwarten ist.

Die Wirkung von Napping hängt von der Interaktion diverser Faktoren wie Nappingdauer, -intervall, -erfahrung, zirkadiane Lage, Ausmaß der Schlafdeprivation, Umgebungsfaktoren (Licht, Temperatur) und Alter ab. Schließlich ist es personenabhängig, ob Powernapping funktioniert oder nicht. Manchen gelingt es, gezielt kurz abzuschalten, anderen nicht. In diesen Fällen sind Entspannungstechniken wie z.B. die Progressive Muskelentspannung oder autogenes Training hilfreich. Manchen mag es auch lieber sein, sich nicht zurückzuziehen, sondern sich am Arbeitsplatz zurückzulehnen und zu entspannen.

Ob Powernapping funktioniert, hängt nicht nur von den persönlichen Voraussetzungen, sondern auch von den Rahmenbedingungen am Arbeitsplatz ab. Hierzu zählt nicht nur ein ruhiger, verdunkelbarer Rückzugsort, sondern ebenso eine das Powernapping unterstützende Unternehmenskultur.

Pausenkultur sollte ein fester Bestandteil der Unternehmenskultur sein und ist ein entscheidender Faktor im Ressourcenmanagement. Leistung braucht Erholung und nicht zu jeder Tageszeit kann mit gleicher Güte Leistung erbracht werden. Sich dessen bewusst zu sein, die eigene Leistungsfähigkeit adäquat einschätzen zu können und entsprechende erholungswirksame Gegenmaßnahmen wie z.B. Napping einzuleiten, ist als verantwortungsvolles Handeln – insbesondere auch im Zusammenhang mit Überwachungstätigkeiten – zu werten.

Kurzpause

Als Kurzpausen werden jene Pausen bezeichnet, die eine bestimmte rechtlich definierte Mindestlänge unterschreiten. Darunter sind alle Pausen unter 15 Minuten zu verstehen. Weiter oben („Adäquates Pausenregime“) wurde bereits beschrieben, dass insbesondere **bei repetitiven Aufgaben bzw. bei Bewachungstätigkeiten längere Kurzpausen sinnvoll sind, da dadurch einem Anstieg an Monotonie- und Sättigungserleben vorgebeugt werden kann.** Die optimal genutzte Pause ist eine Arbeitsunterbrechung, in der etwas anderes getan werden sollte als sonst.

Die Mitarbeiter einer BFZ bewachen im Rahmen von 12-Stunden-Diensten durchgehend bis zu zehn Bildschirme. Die Bildschirmarbeitsverordnung – BS-V sieht vor:

§ 10. (1) Nach jeweils 50 Minuten ununterbrochener Bildschirmarbeit muss eine Pause oder ein Tätigkeitswechsel im Ausmaß von jeweils mindestens 10 Minuten erfolgen.

(3) Eine nach 50 Minuten zustehende Pause oder der Tätigkeitswechsel kann jeweils in die anschließende zweite Stunde verlegt werden, sofern der Arbeitsablauf dies erfordert.

(6) Ist aus zwingenden technischen Gründen (z.B. beim Bedienen und Überwachen von Verkehrsleitsystemen) eine Pausenregelung oder ein Tätigkeitswechsel im Sinne der Abs. 1 und 3 nicht möglich, so ist **eine gleichwertige andere Pausenregelung zu treffen oder ein gleichwertiger anderer Tätigkeitswechsel vorzusehen.**

Bildschirmarbeit ist Schwerstarbeit für die Augen. Diese einseitige Belastung der Augen steht im Widerspruch zu ihrer organischen Funktionsweise. Unsere Augen sind nicht für die dauerhafte Nutzung im Nahbereich gedacht. Bei dieser sehr einseitigen Arbeit sinkt die Lidschlussfrequenz deutlich. Je geringer die Lidschlagfrequenz, desto müder das Auge.

Um die Belastungen für die Augen zu reduzieren, ist es essentiell, dass die Mitarbeiter – wenn schon nicht pro Stunde 10 Minuten – dann doch mehrere Kurzpausen pro Arbeitstag antreten können. Empfohlen werden **zumindest vier längere Kurzpausen.** Um dies zu gewährleisten, bedarf es ausreichend Personals. Die Mitarbeiter sollten die Pausenzeit nicht am Arbeitsplatz mit der Durchsicht privater E-Mails oder Internetsurfen verbringen, sondern vielmehr eine **kurze Bewegungseinheit** absolvieren bzw. sofern möglich – kurz **Frischluft** tanken.

Weiters wird auf alle unter „Adäquates Pausenregime“ angeführten Punkte verwiesen.

Maßnahmen zur Arbeitszeit

Voraussetzungen für 12-Stunden-Schichten

Anforderungen auf Unternehmensseite führen in vielen Fällen zu 12-Stunden-Schichten. Es zeigen sich Vor- als auch Nachteile sowohl auf Unternehmensseite als auch auf Mitarbeiterseite. Mitarbeiter schätzen in der Regel die großen Freizeitblöcke, die an 12-Stunden-Tage anschließen. Von tragender Bedeutung ist jedoch, dass diese längeren

Freizeitblöcke auch zur Regeneration genutzt werden und nicht, um z.B. einer Nebenbeschäftigung nachzugehen. Auf Unternehmensseite kann beispielsweise angeführt werden, dass gegenüber 8-Stunden-Systemen pro Tag ein Schichtwechsel mit den damit verbundenen Übergabekosten und möglichen Qualitätseinbußen entfällt. Negative Folgen langer Schichtzeiten sind Ermüdung und Erschöpfung. Dadurch erhöht sich nachweislich das Fehler- und Unfallrisiko. Die Kombination Nachtdienst und 12-Stunden-Schicht geht mit einem besonders hohen Unfallrisiko einher.

Die Wahrscheinlichkeit für diese negativen Effekte wird noch erhöht, wenn die langen Schichten in Kombination mit einer hohen Arbeitsbelastung, einer ungünstigen Arbeitsumgebung, einem inadäquaten Pausenregime, zusätzlichen häuslichen Belastungen oder langen Wegezeiten zur Arbeit auftreten.

Die Voraussetzungen für 12-Stunden-Schichten sind u.a. *nicht* gegeben, bei

- monotonen Tätigkeiten,
- hohen Anforderungen an die Daueraufmerksamkeit
- Tätigkeiten mit hohem Unfallrisiko.

Bei Überwachungstätigkeiten, sollte eine Arbeitsschicht nicht länger als 8 Stunden sein.

Werden auch bei Überwachungstätigkeiten 12-Stunden-Schichten gefahren, gilt es unbedingt folgendes zu berücksichtigen:

- die **Personalstärke zur Abdeckung von Fehlzeiten reicht aus**, es gibt keine Überstunden
- es werden **mehr als die gesetzlich vorgeschriebenen Pausen** eingeplant
- es gibt neben dem 12 Stunden-Modell **ein alternatives 8-Stunden Modell**, für Mitarbeiter, die aus gesundheitlichen/sozialen Gründen nicht im 12-Stunden Modell arbeiten dürfen/wollen

Bei Tätigkeiten, die sehr viel Genauigkeit und Verantwortung erfordern, sollte man daher mit einer Ausweitung der Arbeitszeiten vorsichtig sein. Eine Möglichkeit besteht jedoch darin, **einen Tätigkeitswechsel im letzten Drittel des Arbeitstages einzubauen** bzw. dies im Falle von Arbeitsplatzrotationen berücksichtigen (weniger fordernder Arbeitsplatz im letzten Drittel des Arbeitstages).

Ruhezeiten

In den Betriebsführungszentralen der ÖBB wird eine vollkontinuierliche 12-Stunden-Schichtarbeit praktiziert. Arbeits- und Umgebungsbelastungen (unter Berücksichtigung ausreichender Pausen) dürfen so langen Tagesarbeitszeiten nicht entgegenstehen. Die Kriterien zur Schichtplangestaltung wurden in Arbeitspaket 1 ausführlich dargelegt.

Prinzipiell **soll auf eine Massierung der Arbeitszeit** (über 8-Stunden-Dienste bzw. überlange Arbeitsperioden) **möglichst verzichtet werden**, da bei längeren Dienstzeiten Qualität und Sicherheit sinken.

Eine Massierung von Arbeitszeiten führt zu einer überdurchschnittlich starken Ermüdung. **Je größer die Anhäufung von Arbeitszeiten, desto mehr Zeit wird zur Erholung benötigt.**

Eine Massierung der Arbeitszeit spüren insbesondere ältere Arbeitnehmer, die häufig mehr Erholungszeit benötigen, wodurch von längeren Freizeitblöcken nicht mehr viel übrig bleibt. In diesem Zusammenhang – insbesondere bedingt durch die Kombination Schichtdienst und 12-Stunden-Dienste, wird angeraten zumindest die **Möglichkeit einer (Alters-)Teilzeitbeschäftigung** zu schaffen.

Ebenso ist eine Massierung von Wochenarbeitszeiten zu vermeiden. Je höher die Wochenarbeitszeit, umso längere Zeit wird benötigt, um die Ermüdung abzubauen. Dies wirkt sich auf die arbeitsfreie Zeit aus, indem die tatsächlich freie Zeit geringer wird. Daher ist wie oben ausgeführt, **auf ausreichend Personal zu achten, um Fehlzeiten auszugleichen.**

Ausreichende Ruhephasen sind prinzipiell, aber insbesondere nach Nachtdiensten von Bedeutung. **Nach einem Nachtdienst wird eine Ruhephase von 48 Stunden empfohlen**, auf keinen Fall weniger als 24 Stunden. Eine Kürzung der Ruhephase wirkt sich ungünstig auf den nachfolgenden Arbeitsblock aus.

Nicht zu vermeidende **Zusatzdienste** sollten **nicht finanziell sondern durch Freizeit** abgegolten werden.

Die aus der Schichtarbeit resultierende Mehrbelastung sollte so weit wie möglich durch freie Tage ausgeglichen werden. Denkbar wäre, Schichtarbeitern **mehr freie Tage im Jahr** zu gewähren.

Adäquates Pausenregime

Um Leistung zu gewährleisten, braucht es Erholungsphasen und Pausen. Regeneration ist gerade im Hinblick auf die künftig verlängerten Lebensarbeitszeiten wichtiger denn je.

Die Abnahme der Leistungsfähigkeit im Rahmen des Arbeitsprozesses ist zwar eine Zeitlang durch vermehrte Anstrengung kompensierbar, führt aber schließlich zu einer größeren Beanspruchung und damit zu einer schnelleren Erschöpfung.

Pausenkultur sollte ein fester Bestandteil der Unternehmenskultur sein! Führungskräfte sollten, um einen Bewusstseinswandel im Unternehmen zu initiieren, selbst eine entsprechende Pausenkultur vorleben.

Pausenkultur ist ein entscheidender Faktor im Ressourcenmanagement.

Durch ein zweckmäßiges Pausensystem kann **Ermüdungsentstehung schon im Vorfeld vorgebeugt** werden.

Mit zunehmender Arbeitszeit steigt naturgemäß der Pausenbedarf. Das deutsche Arbeitszeitgesetz sieht insgesamt 45 Minuten Unterbrechung bei einer Arbeitszeit von mehr als neun Stunden vor.

Im Rahmen der 12-Stunden-Schichten wird angeraten, **insgesamt zumindest 45 Minuten Arbeitsunterbrechung** vorzusehen.

Im Rahmen organisierter Pausen wird die zur Verfügung stehende Pausenzeit sinnvoll und gezielt über den Tag verteilt. **Mehrere kurze Pausen sind effektiver** als wenige längere Pausen gleicher Gesamtlänge. Das Einhalten regelmäßiger Kurzpausen führt zu einer Leistungssteigerung. Insbesondere bei Überwachungstätigkeiten sind längere Kurzpausen (ca. 15 Minuten) sinnvoll, da dadurch einem Anstieg an Monotonie- und Sättigungserleben vorgebeugt werden kann.

Die optimal genutzte Pause ist eine **Arbeitsunterbrechung, in der etwas anderes getan werden sollte als sonst**. Angestellte an Computerarbeitsplätzen sollten daher die Pausenzeit nicht mit der Durchsicht privater E-Mails oder Internetsurfen verbringen.

Um der optimalen Pause gerecht zu werden, ist ein **„Rückzugsraum“ am Arbeitsplatz mit entsprechender Ausstattung erforderlich**. Das Aufstehen vom Arbeitsplatz beziehungsweise der Raumwechsel an sich stellen den Beginn der Erholungsmaßnahme dar.

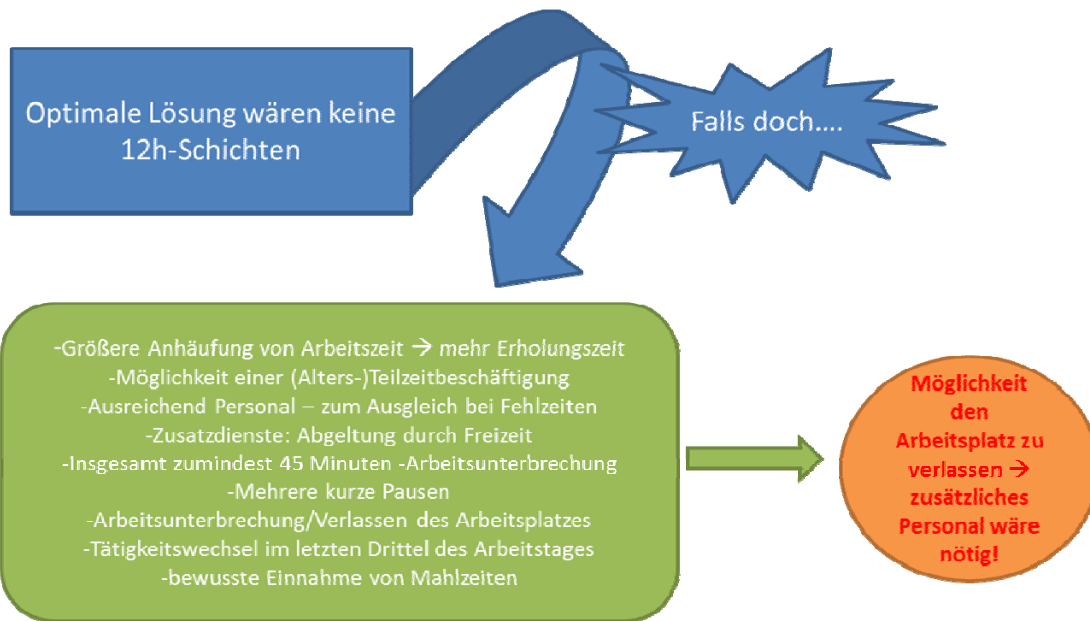


Abbildung 5: Maßnahmen zur Arbeitszeitgestaltung

Da Schichtarbeit ohnehin mit gastrointestinalen Beschwerden assoziiert ist, sollte auf eine bewusste Einnahme von Mahlzeiten besonders geachtet werden. Daher sollte diese nicht am Arbeitsplatz, sozusagen nebenher, erfolgen. Der Möglichkeit an die frische Luft zu gehen, ist ebenso Bedeutung beizumessen.

Individualisierung der Arbeitszeit

Auf starre Anfangszeiten zugunsten einer **mitarbeiterorientierten Flexibilisierung der Arbeitszeit** zu verzichten, so dass individuelle Voraussetzungen, auch z.B. hinsichtlich Anfahrtszeit, berücksichtigt werden können, ist optimal.

Wird **bei der Zuteilung zu Arbeitsschichten der individuelle Chronotyp berücksichtigt**, können gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Schichtarbeit sowie das Unfallrisiko deutlich reduziert werden. Allerdings ist hier zu betonen, dass es sich um Empfehlungen und keine starren Vorgaben handelt. Die Identifizierung des Chronotyps kann einfach mittels Fragebogen erfolgen (vgl. D-MEQ im Anhang).

Nachtarbeit bedeutet für (fast) alle Chronotypen eine Belastung, da jeder Wechsel in die Nachtschicht generell zunächst mit Schlafdefiziten und einer Desynchronisation physiologischer und psychomentaler Rhythmen verbunden ist. Die Belastung bedingt

durch Nachtschichten ist allerdings für Morgentypen extrem, während Abendtypen eine ähnliche Belastung wie in der Frühschicht erfahren.

Frühschichten sind für Morgentypen leicht zu bewerkstelligen und werden von diesen oft auch bevorzugt. Abendtypen ist es hingegen kaum möglich, früh ins Bett zu gehen und vorzuschlafen. Sie entwickeln bei dieser Schichtform erhebliche und über mehrere Nächte kumulierende Schlafdefizite und sollten daher nur gelegentlich in Schichten mit sehr frühem Beginn arbeiten. **Für Abendtypen sind folglich Frühschichten und für Morgentypen sind Nachtschichten ungünstig.** Bei Neutraltypen zeigt sich eine vergleichbare Schlafdauer an Früh- und Nachtschichttagen.

Organisatorische Rahmenbedingungen

Um überhaupt ein Modell umzusetzen, wie es im Rahmen des Projektes AlertnessControl passierte, müsste man organisatorisch dringend zwei Punkte adaptieren und zwar wären das der Zugang zu einem Ruheraum bzw. Aktivraum für jeden Mitarbeiter und zusätzliches Personal, um es überhaupt zu ermöglichen, dass sich der/die BFZ-Mitarbeiter/in die Zeit nehmen kann, um eine Aktivpause oder Ruhepause durchzuführen.

Erforderliche Raumausstattung - Ruheraum/Bewegungsraum

Erforderliche Raumausstattung für den Ruheraum

Ruheräume würde es im BFZ Wien bereits geben. Hier stellte sich eher das Problem mit dem Zugang zu den Ruheräumen. Prinzipiell sind die vorhandenen Ruheräume nämlich abgesperrt und können so aus diversen Gründen von Mitarbeiter/innen nicht genutzt werden. Idee wäre, die Ruheräume wirklich rein für eine Ruhepause (ca. 20 Minuten) zu nutzen, wie sie beispielsweise in unserem Modell von einem Programm empfohlen werden würden. Bezüglich des Zugangs müsste man sich überlegen, wie man das in Zukunft handhaben könnte. Die Ruheräume einfach aufgesperrt zu lassen ist unter den Umständen, dass dieser Raum dann für alle ohne Kontrolle offen zugänglich ist und missbräuchlich genutzt werden könnte, wahrscheinlich keine gute Idee. Außerdem passierte bereits am zweiten Testtag ein Missbrauch von einer vom Projekt unabhängigen Person, die irgendwie mitbekam, dass der Ruheraum offen gesperrt war.

Momentan sind zwar die Räume mit Betten vorhanden, doch das war es auch schon ziemlich mit der Ausstattung, da die Räume eigentlich ja auch nicht genutzt werden. Um sich erholen zu können, müsste man eventuell auch passendes Equipment für jeden Mitarbeiter zur Verfügung stellen. Dazu zählen eine Decke und ein Polster. Aus hygienischen Gründen kann ein und derselbe Polster und ein und dieselbe Decke nicht für jeden/au Mitarbeiter genutzt werden. Zusätzlich müsste es zum Beispiel Schließfächer geben, wo jede/r Mitarbeiter/in sein/ihr Equipment lagern kann, da man sich bei dieser großen Anzahl an Mitarbeitern auch darüber Gedanken machen sollte.

Jalousien um den Ruheraum abzudunkeln waren in den Ruheräumen vorhanden. Genauso konnte man die Fenster kippen, um frische Luft in den Raum zu lassen.

Zusammenfassend wäre der Ruheraum eine Maßnahme, die im BFZ Wien rein organisatorisch gesehen sehr gut umsetzbar wäre, da die vorhandenen Räumlichkeiten bereits vorhanden sind. Außerdem würde nur ein geringer finanzieller Aufwand für die zusätzliche Ausstattung entstehen. Nachteilig betrachten kann man die Regelung für den Zugang zum Ruheraum. Optimal wäre ein Chipzugang, sodass man verfolgen könnte, wer im Ruheraum war. Alle Ruheräume damit auszustatten wäre dann jedoch mit einem höheren finanziellen Aufwand verbunden. Außerdem ist die Akzeptanz der Mitarbeiter/innen für einen Chipzugang fraglich.



Abbildung 6: Überblick organisatorische Rahmenbedingungen

Erforderliche Raumausstattung für den Aktivraum

Auch für den Aktivraum wurde uns im Rahmen des Projektes ein Raum zur Verfügung gestellt, welcher sonst auch als eine Art Aktivraum genutzt wird. Dieser Raum stellt jedoch keinen guten Aktivraum dar. Es gibt keine Fenster und keine Art von Belüftung. Für die Durchführung von Aktivitäten scheint der Raum außerdem sehr warm. Größenmäßig passte der Raum wiederum sehr gut. Auch die Umsetzung des Kinect-Bewegungsprogramms funktionierte im Raum sehr gut. Die Darstellung der Übungen erfolgte auf einem großen Bildschirm, welcher sehr gut dafür geeignet war. In Summe betrachtet ist der Raum nicht optimal für einen Aktivraum, aber zumindest die Ansätze dafür sind da. Eine Option wäre unter Umständen einen der Ruheräume, welche alle mit Fenster ausgestattet sind, als Aktivraum umzugestalten.

Ausreichend Personal

Wie bereits aus den anderen Arbeitspaketen bekannt ist, gab es Probleme bei der Umsetzung der Maßnahmen der Mitarbeiter. Begründung für das Nichtanwenden der Maßnahmen war von allen Mitarbeitern einheitlich das Fehlen zusätzlichen Personals, möglicherweise von „Pausenspringern“. Sie könnten den/die BFZ-Mitarbeiter/in vertreten, währenddessen diese Person auf Ruhe- oder Aktivpause ist. Ohne eine zusätzliche Person können sich die BFZ-Mitarbeiter/innen nicht vorstellen, dass sie ihren Arbeitsplatz für 15 Minuten/maximal 20 Minuten verlassen. Begründung der Mitarbeiter dazu war, dass die Arbeit in der Zeit von einem Sitznachbarn übernommen werden müsste, was natürlich für diese Person einen Mehraufwand bedeutet. Seinen Arbeitsplatz möchte keiner der Mitarbeiter mit dem Gedanken verlassen, dass sein Nachbar dadurch zusätzlichen Aufwand bekommt.

Angeführt wurden weiters Bedenken, den Arbeitsplatz ohne regelrechte Dienstübergabe für 10 bis 15 Minuten zu verlassen. Eine regelrechte Dienstübergabe würde jedoch 10 Minuten beanspruchen und damit die für die Pause vorgesehene Zeit verkürzen bzw. die Pause überhaupt verunmöglichen.

Damit man den BFZ-Mitarbeitern die Möglichkeit für eine ungefähr 15-minütige Ruhepause oder Aktivpause während ihrer 12-Stunden-Schichten gibt, wäre gesamt betrachtet zusätzliches Personal nötig! Ohne zusätzliches Personals könnte man die verschiedensten Maßnahmen überlegen, die allesamt nichts bringen würden, da der/die Mitarbeiter/in nicht im Stande ist den Arbeitsplatz für nur kurze Zeit zu verlassen. Um effektives und aufmerksames Arbeiten garantieren zu können, ist es außerdem nötig,

seinen Arbeitsplatz am Bildschirm immer wieder kurz zu verlassen, was durch einen „Pausenpringer“ ebenfalls ermöglicht werden könnte. In Summe betrachtet könnte man die Aufmerksamkeit und Wachsamkeit der BFZ-Mitarbeiter/innen durch zusätzliches Personal steigern!

Bedingt durch die Kombination Schichtdienst und 12-Stunden-Dienste sind Zusatzdienste unbedingt zu vermeiden. Die Normalarbeitszeit von 38,5 Stunden könne bedingt durch Personalmangel nicht eingehalten werden. Es komme regelmäßig zu Überstunden bzw. Zusatzdiensten, sodass 48 bis 60 Wochenstunden normal seien, berichteten Mitarbeiter.

Da mit zunehmendem Alter Schichtdienst als belastender erlebt wird, wäre es wünschenswert zumindest die Möglichkeit einer Teilzeitbeschäftigung zu schaffen. In speziellen Lebensphasen könnte eine Teilzeitbeschäftigung auch für andere Mitarbeiter eine Option sein.

Die Kombination von flexiblem Arbeitszeitmodell (Möglichkeit von Teilzeitbeschäftigung) und zusätzlichem Personal kann die Belastung der Mitarbeiter deutlich senken und damit einhergehend auch langfristig deren Arbeitskraft erhalten. Eine geringere Beanspruchung führt in der Regel zu reduzierten Krankenständen.

Maßnahmenempfehlung zur Arbeitsplatzgestaltung

Licht

Im Zusammenhang mit der Wirkung von Licht auf den Menschen, spielt Melatonin eine wichtige Rolle. Melatonin senkt die Aktivität des Körpers, es bremst und macht müde. Die Melatoninproduktion wird in Abhängigkeit von den Helligkeitsänderungen in der Umwelt reguliert. Licht hat eine unterdrückende Wirkung auf die Melatoninproduktion. Nachts ist der Melatoninspiegel ungefähr zehnmal höher als tagsüber. Die nächtliche Ausschüttung von Melatonin wird unterdrückt und damit der Schlafdruck, wenn die Beschäftigten während der Nachtarbeit Licht ausgesetzt sind. Dies kann allerdings Schlafprobleme nach sich ziehen.

Aktivierende Wirkung durch Licht

Adäquate Beleuchtung am Arbeitsplatz führt zu einer Steigerung der Produktivität, reduziert die Fehlerhäufigkeit, verringert das Risiko von Arbeitsunfällen und Gesundheitsproblemen und **erhöht die Konzentration und Genauigkeit bei der Arbeit**.

Die Europäische Norm - ÖNORM EN 12464-1 – legt die Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen fest. Der Lichtbedarf richtet sich nach der Tätigkeit. Bei Bildschirmarbeit ist eine Beleuchtungsstärke von mindestens 500 Lux vorgeschrieben. **Vor-Ort-Beobachtungen zeigten allerdings** (ohne genaue Messungen vorgenommen zu haben), **dass diese Beleuchtungsstärke**, vor allem auch nachts, **deutlich unterschritten wird**.

In der **Arbeitsstättenverordnung** (AStV) finden sich weitere **Vorgaben**. Demnach sind Arbeitsräume mit einer **möglichst gleichmäßigen und möglichst farbneutralen künstlichen Beleuchtung** auszustatten. Die Beleuchtungsstärke muss im ganzen Raum, gemessen 0,85 m über dem Boden, mindestens 100 Lux betragen [§ 29. (1)].

Durch helles Licht – insbesondere mit hohen Blauanteilen – kann die Leistungsfähigkeit jedenfalls während der Arbeitszeit – **Tag und Nacht** – deutlich erhöht werden. **Das helle Licht am Arbeitsplatz sollte dabei möglichst über 1.000 Lux aufweisen**. Dies trifft jedoch nur selten zu.

Manchmal wird eine helle Ausleuchtung des Arbeitsplatzes als steril empfunden. In diesem Zusammenhang sind Kontraste von Bedeutung. Ist der Gang zum Arbeitsplatz z.B. nur schwach ausgeleuchtet, verstärkt sich dieser Eindruck. Daher ist es zielführend, **nicht nur den unmittelbaren Arbeitsplatz, sondern alle anderen frequentierten Räumlichkeiten hell auszuleuchten**.

Die Lichtsteuerung der Wiener Linien in den Leitzentralen funktioniert folgendermaßen (vgl. Beschreibung in AP 2):

Die neue Steuerung wird so ausgeführt, dass die **Beleuchtung der Arbeitsplätze nicht mehr abgeschaltet werden kann, und nur auf eine Mindeststärke gedimmt werden kann**.

Diese Mindeststärke wird so eingestellt, dass eine Mindestbeleuchtungsstärke von ca. 300 Lux erreicht wird.

Die Beleuchtungsstärke von 300 Lux ist während der Nachtstunden aktiv, für den Tagbetrieb wird durch einen Schaltuhr die Beleuchtungsstärke auf ca. 500 Lux angehoben.

Die Schaltzeiten können auf einer Schaltuhr eingestellt werden.

Das Anheben der Beleuchtungsstärke erfolgt in 7 Schritten, sodass keine abrupte Änderung der Beleuchtungsstärke erfolgt.

Der Mitarbeiter hat keinen direkten Einfluss mehr auf die Lichtsteuerung.

Auf dem Arbeitsplatz des Leiters kann die durch die Schaltuhr vorgegebene Beleuchtungsstärke für alle Arbeitsplätze gemeinsam übersteuert werden. Die Mindestbeleuchtungsstärke von 300 Lux kann jedoch nicht unterschritten werden.

Die Gleiche Lichtsteuerung gilt auch für die Downlights der Verkehrswege.

Es wird empfohlen ebenso vorzugehen. Durch Messungen am Arbeitsplatz sollten vorweg die Beleuchtungswerte festgestellt werden, auch am Wochenende und in der Nacht. Es ist darauf zu achten, dass die Mitarbeiter hier die üblichen Einstellungen beibehalten und nicht kurzfristig heller schalten. **Es ist mit ausgeprägtem Widerstand des Personals zu rechnen. Es ist unabdingbar entsprechende Informationskampagnen zu starten und den Mitarbeitern den Nutzen der Maßnahme zu erklären und deutlich zu machen.**

Weitere Maßnahmen zur Arbeitsplatzgestaltung

Es wird auf die in AP2 dargelegten Ergebnisse der MitarbeiterInnenbefragung und die dortigen Verbesserungsvorschläge verwiesen.

Klimatische Bedingungen

Vor-Ort-Beobachtungen zeigten, dass die klimatischen Bedingungen nicht optimal sind. Subjektiv wird es als „kalt und zugig“, zum Teil auch zu warm beschrieben. Nach Messungen durch Arbeitsmedizin und Sicherheitsfachkraft sollten hier jedenfalls Adaptierungen vorgenommen werden.

Lärm

Während der Baseline-Messung und damit einhergehenden zweiwöchigen Vor-Ort-Beobachtungen konnte eine Lärmbelastung festgestellt werden, die jeglicher konzentrativer Tätigkeit entgegensteht. Hingewiesen wird hierzu auf die in AP2 dargelegten Ergebnisse der MitarbeiterInnenbefragung. Von den MitarbeiterInnen wird als Lösung hierzu eine Abtrennung einzelner Zuglenkbereiche vorgeschlagen. Anzudenken wären auch bewusstseinsbildende Maßnahmen, indem das Thema in Schulungen oder Seminaren bearbeitet wird („Rücksichtnahme“).

Weitere Ideen und technisch noch nicht umsetzbare Maßnahmen

In diesem Kapitel geht es darum, weitere Möglichkeiten und den weiteren Entwicklungsbedarf darzustellen. Es werden nicht nur bereits vorhandene Ideen vorgestellt, sondern auch zukunftsweisende Lösungen präsentiert, die heute aus technischen oder anderen Gründen noch nicht umsetzbar sind.

Im Zuge des Benchmark in AP2 wurden verschiedenste Systeme betrachtet, die in anderen Bereichen eingesetzt oder entwickelt werden. Vor allem im Automotive Bereich sind schon eine Vielzahl solcher Systeme in den Autos eingebaut. Diese Müdigkeitsmess- und -warnsysteme können in direkte oder indirekte Verfahren unterschieden werden. Bei den direkten Verfahren handelt es sich um berührungslos erfassbare Parameter, wie Blickrichtung, Kopforientierung, Blickdauer, Blickfolgen sowie intrusiv erfassbare Parameter, Puls und Herzschlag, Hirnaktivität, Hautleitwert, Augenbewegungen. Bei den indirekten Verfahren werden Spurposition, Lenkverhalten, Abstandsverhalten, Reaktionszeit, Bedienverhalten erfasst. Daneben wurden noch Systeme aus dem Bereich Luftfahrt und Industrie erfasst.

Meistens sind multisensuelle Systeme im Einsatz, das bedeutet, dass mindestens zwei Parameter erfasst werden, wie z.B. Biosensor plus Video. Kein System „verlässt“ sich auf die Messung eines einzelnen Parameters. Auf eine BFZ umgelegt bedeutet dies, dass auch hier mindestens zwei Parameter erfasst werden müssten. Im Vergleich zum Auto, ist die Erfassung der direkten Parameter aber schwieriger durchzuführen. Im Auto sitzt die Person in einem definierten Bereich mit nur wenig Abweichungen (Fahrersitz). Die

Erfassung von z.B. Blickrichtung, Blickdauer usw. ist hier mit den heute zur Verfügung stehenden Technologien relativ sicher und verlässlich durchzuführen. An einem Arbeitsplatz in der BFZ dagegen ist der Aktionskreis einer Person weit größer. Diese Erfassung ist mit den gängigen Methoden wie z.B. Eye-Tracking nicht zuverlässig möglich. Es ist aber nicht auszuschließen, dass künftige Methoden einen größeren Erfassungsraum haben werden. Es ist daher zu empfehlen, den Markt diesbezüglich zu beobachten und eventuell mit Herstellern aus diesem Bereich direkten Kontakt aufzunehmen.

Speziell was Eyetracking betrifft, ist es möglich die folgenden Parameter zu messen:

- Nutzungsverhalten am Arbeitsplatz
- Probleme bei der Nutzung von Software
- Wegfindungsstrategien

Im Moment sind bezüglich Eyetracking noch folgende Nachteile zu verzeichnen, die einen Einsatz in einer BFZ erschweren:

- Kalibrierung notwendig
- Aufwändige Auswertung
- Für Träger von Brillen/Kontaktlinsen nicht geeignet
- Noch keine validierten Aussagen über Aufmerksamkeit möglich

Die Erfassung von Parametern wie z.B. Puls und Herzschlag, Hirnaktivität und Hautleitwert wäre am Arbeitsplatz einer BFZ technisch jetzt schon möglich. Dies würde allerdings bedeuten, dass die betroffene Person ständig bzw. oft in Kontakt mit einem Sensor sein müsste (z.B. Armband). Hier ist sicherzustellen, dass diese Systeme den Arbeitsablauf nicht stören. Außerdem wäre es sehr ratsam, im Vorfeld innerbetrieblich die Akzeptanz bei den betroffenen Personen zu klären. Dies könnte durch zeitlich begrenzte Testreihen mit freiwilligen MitarbeiterInnen erfolgen.

Unbedingt im Vorfeld abzuklären ist die rechtliche Situation und Zulässigkeit solcher Systeme im Umfeld einer BFZ. Dies gilt besonders für das Thema Daten. Jedes dieser Systeme sammelt personenbezogene Daten. Somit müssen vor der Installation die datenrechtlichen Bestimmungen geprüft werden.

Ein mögliches System für eine BFZ könnte folgendermaßen aufgebaut sein:

- Erfassung von Blickrichtung, Kopforientierung, Blickdauer, Blickfolgen

- Erfassung von Puls und/oder Herzschlag
- Erfassung der Aktivität (Überwachung Mausbewegung, Tastatur)

Mittels eines Algorithmus könnte hieraus der Grad der Aufmerksamkeit abgeleitet werden und eine Rückmeldung (Warnung) an die Person gegeben werden. Hinzuzufügen ist, dass dieser Algorithmus für dieses Szenario zuerst entwickelt werden müsste, z.B. basierend auf Versuchen im realen Umfeld.

Intelligenter Stuhl:

Im Zuge von vorgelagerten Projekten wurden die Methoden Druckmessung und Center of Pressure-Messung (COP) in Leitstellen getestet. Dabei wird ein Stuhl mit einem Druckmesskissen ausgestattet. Dies ist eine dünne Matte, die einfach auf die Sitzfläche gegeben wird und ist somit minimal invasiv (siehe Abbildung)



Damit wurden die folgenden Parameter gemessen:

- Druckpunkte und die Druckintensität der Sitzfläche
- Sitzverhalten

Die Messungen sind zuverlässig möglich, allerdings gibt es bis dato noch keine validierten Aussagen dieser Messwerte bezüglich der Aufmerksamkeit. Es ist aber denkbar, dass dies möglich sein wird, bzw. dass auch diese Werte zukünftig in ein multisensuelles System einfließen können. Eine Weiterentwicklung in Richtung „intelligenter Stuhl“ wäre empfehlenswert.

E-Learning Programm

Ein multimediales, interaktives E-Learning-Programm im Sinne eines Fatigue-Risk-Managements, wie es auch in der Luftfahrt angewandt wird, kann einerseits Information

attraktiv und auf Wunsch individuell vertiefend darbieten, Lösungsvorschläge z.B. zu adäquatem Umgang mit Schichtdienst anbieten und andererseits den erworbenen Wissensstand abfragen. Themen eines solchen zu entwickelnden Programms können u.a. alle mit Schichtdienst in Verbindung stehenden Themen sein (Schlafhygiene, Ernährung usw.), andererseits visualisierte Übungen (Entspannungsübungen für die Augen usw.) bzw. Vorschläge zu adäquatem Pausenmanagement.



Abbildung 7: weitere Ideen im Überblick

Maßnahmen für die Rekrutierung bei Anstellung neuen Personals

Pupillographie in Recruiting und Ausbildung

Wenn sich der Pupillographische Schläfrigkeitstest im Arbeitsumfeld deiner BFZ während des normalen Arbeitsprozesses nur schwer anwenden lässt, ist eine Anwendung im Rahmen des Recruitings oder der Ausbildung neuer Mitarbeiter denkbar.

Schläfrigkeit und Müdigkeit stellen bei überwachenden Tätigkeiten ein besonderes Risiko dar und führen zu Leistungseinbußen. Um Leistungseinbußen durch Müdigkeit oder

Schläfrigkeit entgegenzuwirken, ist es von Bedeutung, diese Zustände zu erfassen und entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten. Erschwerend hierbei ist, dass die subjektive Einschätzung des eigenen Wachheitsgrades und der eigenen Leistungsfähigkeit teils stark von dem tatsächlichen, objektiv erfassten Zustand abweicht. Die eigene Leistungsfähigkeit wird häufig überschätzt, dies gilt insbesondere in Situationen mit chronisch partiellem Schlafentzug, wie er häufig im Rahmen von Schichtarbeit auftritt.

Eine Erfassung und Rückmeldung über den aktuellen Wachheitsgrad kann in Überwachungstätigkeiten befindlichen Personen helfen, gegebenenfalls entsprechende regulierende Gegenmaßnahmen einzuleiten, um damit die Leistungsfähigkeit der Aufgabensituation anzupassen.

Der Pupillographische Schläfrigkeitstest kann auch zur Beurteilung der Belastung durch Schichtarbeit angewendet werden.

Bereits in AP3 wurde auf die Begutachtungsleitlinien zur Krafftahreignung verwiesen. Mit 28.12.2016 wurde das Kapitel „Tagesschläfrigkeit“ überarbeitet. Dort ist festgehalten: „Übermäßige Tagesschläfrigkeit und damit verbundene Aufmerksamkeitsdefizite sind häufige Ursachen von Verkehrsunfällen. Tagesschläfrigkeit kann durch Schlafmangel, Medikamente, Drogen und Alkohol, aber auch durch reduzierte Erholbarkeit des Schlafs aufgrund von Schlafstörungen oder durch Störungen der Schlaf-Wachregulation verursacht werden. [...] Anzeichen von Schläfrigkeit werden in der Regel von Betroffenen bewusst wahrgenommen, jedoch nicht immer zutreffend gedeutet. Schläfrigkeitssymptome können besonders bei chronischer Schläfrigkeit unterschätzt werden. Konkrete Einschlafereignisse (sog. Sekundenschlaf bzw. Mikroschlafepisoden) treten im Zustand der Schläfrigkeit auch unvorhergesehen und unbewusst auf.“⁵⁰

Der Schlafstörung „Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom“ wird aufgrund seiner weiten Verbreitung in der Allgemeinbevölkerung eine besondere Bedeutung bei der Beurteilung der Fahreignung beigemessen und ein eigenes Kapitel gewidmet.

Die Messung von (Tages-)Schläfrigkeit kann wie in AP 3 beschrieben (vgl. 0) mittels Pupillographie erfolgen. Indem eine unmittelbare Rückmeldung erfolgt, kann der Mitarbeiter lernen, den eigenen Grad der Wachheit besser einzuschätzen, um rechtzeitig

⁵⁰ http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/BLL/Begutachtungsleitlinien-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=9, S. 67, aufgerufen am 21.1.2017.

entsprechende Gegenmaßnahmen zu treffen und damit bereits im Vorfeld das Auftreten schläfrigkeitsbedingter Fehlreaktionen zu minimieren bzw. zu verhindern.

Personen unter Stress oder Schlafapnoiker verlieren oft die richtige Selbsteinschätzung ihres Schläfrigkeits- bzw. Wachheitsgrades. Ein Widerspruch zwischen objektiver und subjektiver Schläfrigkeit ist demnach ein wichtiges Indiz für Stress oder Schlafapnoe.

Die Bedeutung der richtigen Selbsteinschätzung liegt insbesondere im Fall sicherheitskritischer Handlungen bzw. Entscheidungen.

Im Rahmen des mit Austro Control durchgeführten Interviews (vgl. Arbeitspaket 2) wurde festgestellt, dass Fluglotsen im Simulator wiederholt mit überfordernden Situationen konfrontiert werden, um Frühzeichen der eigenen Überforderung bzw. der damit einhergehenden Reaktionen kennen zu lernen. Dies hat den Zweck rechtzeitig entsprechende Gegenmaßnahmen zu treffen, z.B. durch Einlegen einer Pause bzw. Aufstockung des Personals.

Die bewusste und richtige Selbsteinschätzung der Schläfrigkeit kann als wichtiger Anhaltspunkt für die Beurteilung der Diensttauglichkeit (z.B. in Überwachungstätigkeiten) dienen. **Inwieweit (zukünftige) Mitarbeiter in der Lage sind, die eigene Diensttauglichkeit richtig einzuschätzen, kann bereits im Recruiting erhoben werden bzw. im Rahmen der Ausbildung geschult werden.** Die Schulung erfolgt im Sinne eines Biofeedbacks.

Die Funktionsweise des Pupillographischen Schläfrigkeitstest wurde bereits weiter oben beschrieben. Es bedarf jedenfalls geschulten Personals zur Bedienung und im Hinblick auf die Schulung zur richtigen Selbsteinschätzung wird eine arbeitspsychologische Betreuung angeraten.

Der Psychomotorische Vigilanztest in Recruiting und Ausbildung

Der Psychomotorische Vigilanztest – als essentieller Teil der Web-Anwendung „AlertnessControl“ – misst objektiv die Aufmerksamkeit und ist sensitiv für Schlafentzug bzw. Schläfrigkeit. Daher kann die Web-Anwendung „AlertnessControl“ ebenso wie der Pupillographische Schläfrigkeitstest im Recruiting und in der Ausbildung zukünftiger Mitarbeiter Anwendung finden. Ebenso wie der Pupillographische Schläfrigkeitstest ist die Web-Anwendung „AlertnessControl“ in der Lage, die Belastung durch Schichtarbeit abzubilden.

Da die Web-Anwendung „AlertnessControl“ zudem je nach Ergebnis des PVT-Tests und der Stanford Schläfrigkeitsskala eine optimale Pausenempfehlung vorschlägt, ergibt sich hieraus ein Mehrwert. In der Ausbildung können die Mitarbeiter dadurch den Umgang mit einem optimalen Pausenmanagement erlernen.

Eine optimale Pausengestaltung führt zu kurz- und langfristigen Effekten sowohl auf individueller als auch auf Organisationsebene. Sie ist an Leistung, Produktivität und am Wohlbefinden maßgeblich beteiligt. Durch ein zweckmäßiges Pausensystem kann zudem Ermüdungsentstehung schon im Vorfeld vorgebeugt werden (vgl. hierzu Arbeitspaket 1).

Im Hinblick auf Schulungsmaßnahmen wird eine arbeitspsychologische Betreuung angeraten.

Chronotyp in Recruiting und Ausbildung

In Arbeitspaket 1 wurde der Zusammenhang von Chronotyp und Schichtarbeit ausführlich dargelegt. Die Identifizierung des Chronotyps ist als ein wesentliches Element im Rahmen einer umfassenden arbeitsmedizinisch-arbeitspsychologischen Gesamtbewertung zu betrachten und kann bereits im Rahmen des Recruitings erhoben werden. Wer seinen eigenen Chronotyp und -rhythmus kennt und seinen Alltag danach zumindest etwas strukturiert, kann seine Leistung, Kreativität und Produktivität deutlich verbessern. Die Kenntnis um den eigenen Chronotyp und der optimale Umgang damit – auch im Zusammenhang mit Schichtarbeit – kann im Rahmen der Ausbildung vermittelt werden (vgl. dazu Arbeitspaket 1). Hierzu wird eine umfassende arbeitspsychologische Beratung angeraten.

Im Rahmen der Baseline-Messung wurde der Chronotyp der Teilnehmer erhoben. Hierzu wird auf Arbeitspaket 4 verwiesen.

Umsetzungskatalog

Ziel des AP5 war es, in Form eines Umsetzungskataloges geeignete technische und organisatorische Maßnahmen darzustellen und klare Umsetzungsvorgaben auszusprechen. Die im Projekt entwickelten technischen und organisatorischen

Maßnahmen werden im Umsetzungskatalog so beschrieben, sodass sie für eine Implementierung in allen Betriebsführungszentralen in Österreich geeignet wären.

Tabelle 1: Umsetzungskatalog – Umsetzungsplan

Bereich	Empfehlung	Was wird dazu benötigt?
Technik	Anwendung des Pupillographen mittels speziell dafür ausgebildeten Personals	Investition in einen Pupillographen, (Arbeits-)psychologe/in oder sonstiges adäquates Personal
Technik	Selbstständige Anwendung Pupillograph	Weitere Forschung!
Technik	PVT-Test	Bereits gut umsetzbar (technische Gegebenheiten müssen beachtet werden.)
Organisation	Pausengestaltung	Mehr Personal, räumliche Gegebenheiten
Technik	Kinect-Übungen	Basic-Programm vorhanden, Entwicklung weiterer Übungen
Technik	Intelligenter Stuhl	Weitere Forschung!
Technik	Eye Tracking	Anwendbarkeit in einer BFZ? → weitere Forschung!
Technik	E-Learning Tool	Entwicklung des Tools speziell für die BFZ
Organisation Facility Management	Optimale Licht-, Lärm- und Klimaverhältnisse	Genauere Überprüfung der aktuellen Situation → passende Adaption

Im vorherig angeführten Umsetzungskatalog sieht man genau, welche Empfehlungen in welchen Bereichen möglich wären und wo es vor allem noch einigen Forschungs- und Entwicklungsbedarf gibt. Diese Maßnahmen wären für ganz Österreich geeignet und nicht nur für eine Betriebsführungszentrale in Wien.

Um für die Testung ein größeres Sample zu bekommen bzw. um die Akzeptanz, des von unseren entwickelten Systems zu testen, wäre es als weiteren Projektschritt äußerst sinnvoll das entworfene Programm auch außerhalb von Wien in einer Betriebsführungszentrale zu testen!

LITERATUR

Adriaan H. Zomer, A. H., & Brouwer, W. H. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. Oxford University Press.

Åkerstedt, T. (1988). Sleepiness as a consequence of shift work. *Sleep*, 11(1), 17-34.

Åkerstedt, T., Kecklund, G., & Gilberg, M. (2007). Sleep and sleepiness in relation to stress and displaced work hours. *Physiology & Behavior*, 92(1-2), 250-255.

Amon-Glassl, U. (2001). *Wirkung von Kurzpausen auf Wohlbefinden und Konzentration*. Diplomarbeit, Universität Wien.

Angerer, P., & Petru, R. (2010). Schichtarbeit in der modernen Industriegesellschaft und gesundheitliche Folgen. *Somnologie*, 14(2), 88-97.

„Betriebsführungszentralen in Österreich“, Bachelorarbeit Zeitler S. 2 u. 3, 2011

Basner, M., & Dinges, D. F. (2011). Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. *Sleep*, 34(5), 581-591.

Basner, M., Rubinstein, J., Fomberstein, K. M., Coble, M. C., Ecker, A., Avinash, D., & Dinges, D. F. (2008). Effects of night work, sleep loss and time on task on simulated threat detection performance. *Sleep*, 31(9), 1251-9.

Basner, M., Mollicone, D., & Dingers, D. F. (2011). Validity and sensitivity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to total and partial sleep deprivation. *Acta Astronautica*, 69, 949-959.

Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiology*, 1(3), 195–204.

Borbély A. A. & P. Achermann. (1992). Concepts and models of sleep regulation, an overview. *Journal of Sleep Research*, 1, 63-79.

Borghini, G., Astolfia, L., Vecchiato, G., Mattia, D., & Fabio Babilonia. (2014). Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 44, 58–75.

Boverie, S. (2002). A new class of intelligent sensors for the inner space monitoring of the vehicle of the future. *Control Engineering Practice*, 10(11), 1169-1178.

Caldwell, J. A. (2005). Fatigue in Aviation. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 3(2), 85–96.

Carskadon, M. A, & Dement, W. C. (1977). Sleep tendency: an objective measure of sleep loss. *Sleep Research*, 6(1), 200-207.

Chennaoui, M., Arnal, P. J. Sauvet, F., & Léger, D. (2015). Sleep and exercise: A reciprocal issue? *Sleep Medicine Reviews*, 20, 59-72.

DA 11 Handbuch Betriebsführung Version 2a, 2015

Dinges D. F., & Powell J. W. (1985). Microcomputer analysis of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 17, 652–655.

Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (2006). Arbeitsmedizinische Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin. *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin*, 41, 390–397.

Elmenhorst, E.-M., Hörmann, H.-J., Oeltze, K., Pennig, S., Vejvoda, M., & Wenzel, J. (2013) Leistungsmessung in der Luftfahrt: portabler 3-min PVT. DGLRM 2013, 13.-15- Sept 2013, Friedrichshafen, Deutschland.

Ficca, G., Axelsson, J., Mollicone, D. J., Muto, V., & Vitiello, M. V. (2007). Naps, cognition and performance. *Sleep Medicine Reviews*, 14(4), 249-58.

Galinsky, T. L., Swanson, N. G., Sauter, S. L., Hurrell, J. J. & Schleifer, L. M. (2000). A field study of supplementary rest breaks for data-entry operators. *Ergonomics*, 43, 622-638.

Geissler, B. (2011). Der Pupillographische Schläfrigkeitstest als Messverfahren für Schläfrigkeit bei Busfahrern im Reisefernverkehr. In K. Golka, J. G. Hengstler, S. Letzel, & D. Nowak (Hrsg.), *Verkehrsmedizin – arbeitsmedizinische Aspekte* (347-351). Orientierungshilfe für Praxis, Klinik und Betrieb. Heidelberg: Hüthig Jehle Rehm GmbH.

Griefahn, B. (2002). Einsatz eines Fragebogens (D-MEQ) zur Bestimmung des Chronotyps bei der Zuweisung eines Schichtarbeitsplatzes. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 56(3), 142-149.

Hagemann, T. (2000). *Belastung, Beanspruchung und Vigilanz in der Flugsicherung: Unter besonderer Berücksichtigung der Towerlotsentätigkeit*. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Haipf/Sagner: *Signal und Draht* 108, Wien 2016.

Hänecke, K., Tiedemann, S., Nachreiner, F., & Grzech-Sukalo, H. (1998). Accident risk as a function of hours at work and time of day as determined from accident data and exposure models for the German working population. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 24(3), 43-48.

Härmä, M., Sallinen, M., Ranta, R., Mutanen, P., & Müller, K. (2002). The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers. *Journal of Sleep Research*, 11, 141-151.

Hefner, R., Edwards, D., Heinze, C., Sommer, D., Golz, M., Sirois, B. & Trutschel, U. (2010). Operator fatigue estimation using heart rate measures. Proceedings of the fifth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design. *IFMBE Proceedings*, 25(4), 930-933.

Horne, J. A., & Foster, S. C. (1995). Can exercise overcome sleepiness? *Sleep Research*, 24A, 437.

Horne, J. A., & Östberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness eveningness in human zirkadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 4, 97-110.

Kaefer/Prochart/Weiss: *Wearable Alertness Monitoring for Industrial Applications*, Graz.

Kirkcaldy, B. D., Trimpop, R., & Cooper, C. L. (1997). Working hours, job stress, work satisfaction, and accident rates among medical practitioners and allied personnel. *International Journal of Stress Management*, 4(2), 79-87.

Koll Architekten: *Betriebsführungszentrale ÖBB*, Linz 2013.

Krajewski, J., Sommer, D., Trutschel, U., Edwards, D., & Golz, M. (2009). Steering wheel behavior based estimating of fatigue. *Proceeding International Driving*

Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design.

Krajewski, J., Mühlenbrock, I., Schnieder, S., & Seiler, K. (2011). Wege aus der müden (Arbeits-) Gesellschaft: Erklärungsmodelle, Messansätze und Gegenmaßnahmen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, H 2, 97-115.

LeDuc, P. A., Caldwell Jr, John A., & Ruyak, P. S. (2000). The effects of exercise as a countermeasure for fatigue in sleep-deprived aviators. *Military Psychology*, 12(4), 249-266.

Mackworth, N. H. (1948). The breakdown of vigilance during prolonged visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1, 6-21.

Manzey, D (1998). Psychophysiologie mentaler Beanspruchung. In Rösler, F. (Hrsg), *Ergebnisse und Anwendungen der Psychophysiologie. Enzyklopädie der Psychologie Bd. C/II/7 (799-864)*. Göttingen: Hogrefe.

Matsumoto, Y., Mishima, K., Satoh, K., Shimizu, T., & Hishikawa, Y. (2002). Physical activity increases the dissociation between subjective sleepiness and objective performance levels during extended wakefulness in human. *Neuroscience Letters*, 326, 133–6.

May, J. F. & Baldwin, C. L. (2009). Driver fatigue: The importance of identifying causal factors of fatigue when considering detection and countermeasure technologies. *Transportation Research Part F*, 12, 2018-224.

Milner, C. E., & Cote, K. A. (2009). Benefits of napping in healthy adults: impact of nap length, time of day, age, and experience with napping. *Journal of Sleep Research*, 18, 272-281.

Miró, E., Cano-Lozano, M. C. & Buela-Casal, G. (2002). Electrodermal activity during total sleep deprivation and its relationship with other activation and performance measures. *Journal of Sleep Research*, 11, 105-112.

Mitler, M. M., Gujavarty, K. S., & Browman C. P. (1982). Maintenance of wakefulness test: a polysomnographic technique for evaluating treatment efficacy in patients with excessive somnolence. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 53, 658-661.

Moderne Betriebsführung, ÖBB Infrastruktur AG, 2016 S. 8

Paridon, H., Ernst, S., Harth, V., Nickel, P., Nold, A., & Pallapies, D.: Schichtarbeit - Rechtslage, gesundheitliche Risiken und Präventionsmöglichkeiten (DGUV-Report 1/2012). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2012.

Phipps-Nelson, J., Redman, J. R., Dijk, D. J., & Rajaratnam, S. M. (2003). Daytime exposure to bright light, as compared to dim light, decreases sleepiness and improves psychomotor vigilance performance. *Sleep*, 26, 695-700.

Präsentation „Das neue Betriebsführungssystem der ÖBB“ von Sieber Reinhard Folie 4/ 5, 21.09.2010

Rainforth, M. V., Schneider, R. H., Nidich, S. I., King, C. G., Salerno, J. W., & Anderson, J. W. (2007). Stress reduction programs in patients with elevated blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Current Hypertension Reports*, 9, 520-528.

Rosekind, M. R., Gregory, K. B., & Mallis, M. M. (2006). Alertness Management in Aviation Operations: Enhancing Performance and Sleep. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 77(12), 1256-1265.

Rosekind, M. R., Smith, R. M., Miller, D. L., Co, E. L., Gregory, K. B., Webbon, L. L., et al. (1995). Alertness management: strategic naps in operational settings. *Journal of Sleep Research*, 4(2), 62-66.

Sahin, L., Wood, B. M., Plitnick, B., & Figueiro, M. G. (2014). Daytime light exposure: Effects on biomarkers, measures of alertness, and performance. *Behavioral Brain Research*, 274, 176-185.

Saksvik, I. B., Bjorvatn, B., Hetland, H., Sandal, G. M., & Pallesen, S. (2011). Individual differences in tolerance to shift work - A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 15, 221-235.

Schmidt, C., Collette, F., Cajochen, C., & Peigneux, P. (2007). A time to think: Zirkadian rhythms in human cognition. *Cognitive Neuropsychology*, 24, 755–789.

Schmidt, E. A. (2010). Die objektive Erfassung von Müdigkeit während monotoner Tagfahrten und deren verbale Selbsteinschätzung durch den Fahrer. Dissertation an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Verfügbar unter <http://docserv.uniduesseldorf.de/servlets/DocumentServlet?id=15536> [18.11.2015]

Schnupp, T., Schenka, A., Sommer, D., Golz, M., & Krajewski, J. (2010). Using postural control system measures to detect hypovigilance. *Proceedings Measuring Behaviour*, 7, 189-191.

Shen, J., Barbera, J. & Shapiro, C. M. (2006). Distinguishing sleepiness and fatigue: focus on definition and measurement. *Sleep Medicine Reviews*, 10(1), 63-76.

Smith, S. S., Kilby, S., Jorgensen, G., & Douglas, J. A. (2007). Napping and nightshift work: effects of a short nap on psychomotor vigilance and subjective sleepiness in health workers. *Sleep Biological Rhythms*, 5(2), 117–125.

Sturm, W. (1996). Evaluation in therapeutical contexts: attentional and neglect disorders. *European Review of Applied Psychology*, 46, 207-215.

Sturm, W. (2004). Kognitive Kontrolle der Aufmerksamkeitsintensität: Funktionelle Neuroanatomie. *Zeitschrift für Psychologie*, 2, 107-114.

Sturm, W., and Willmes, K. (2001). On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *Neuroimage*, 14, 76-84.

Thales: Verband der Bahnindustrie;
<http://www.bahnindustrie.at/b16m243/pressefotos>; abgerufen am 10.08.2016

Thessing, V. C., Anch, A. M., Muehlbach, M. J., Schweitzer, P. K., & Walsh, J. K. (1994). Two- and 4-hour bright-light exposures differentially effect sleepiness and performance the subsequent night. *Journal of Sleep Research & Sleep Medicine*, Vol 17(2), 140-145.

Tucker, P. (2003). The impact of rest breaks upon accident risk, fatigue and performance. *Work & Stress*, 17, 2, 123-137.

Trefflich: Videogestützte Überwachung der Fahreraufmerksamkeit und Adaption von Fahrerassistenzsystemen, Dissertation, Ilmenau 2010

Ulich, E. (1998). *Arbeitspsychologie*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Wilhelm, H., Lüdtke, H., & Wilhelm B. (1998). Pupillographic sleepiness testing in hypersomniacs and normal. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 236(10), 725-729.

Wright, N. & McGown, A. (2001). Vigilance on the civil flight deck: incidence of sleepiness and sleep during long-haul flights and associated changes in physiological parameters. *Ergonomics*, 44(1), 82-106.

Wright/Nicola/ McGown/Amanda: *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Volume 75, Number 1, January 2004.

Van Zomeren, A. H., & Brouwer, W. H. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. New York: Oxford University Press.

https://dms.oebb.at/livellink/livellink/fetch/13818316/13818757/15199259/24780711/36612317/OEBB-Infrastruktur_ZDF.pdf?nodeid=36612430&vernum=-2, Ausgabe 2015

http://portal.oebb.at/Infrastruktur/BereicheUndStaebe/014_BS/Programm_BFS/03_Infos_rund_um_BFS/Teaser_Downloads/Karte_zukuenftige_Betriebsfuehrung.pdf,

http://portal.oebb.at/Infrastruktur/BereicheUndStaebe/017_Programmleitung_BFS/Infos_rund_um_BFS/indexy.jsp, 04.09.2010 (ÖBB Intranet)

http://www.psychologie.uniheidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/w/w9_aufmerksamkeit/w910_einleitung.htm; abgerufen 11.08.2016

http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/driver_alertness.html; abgerufen 11.08.2016