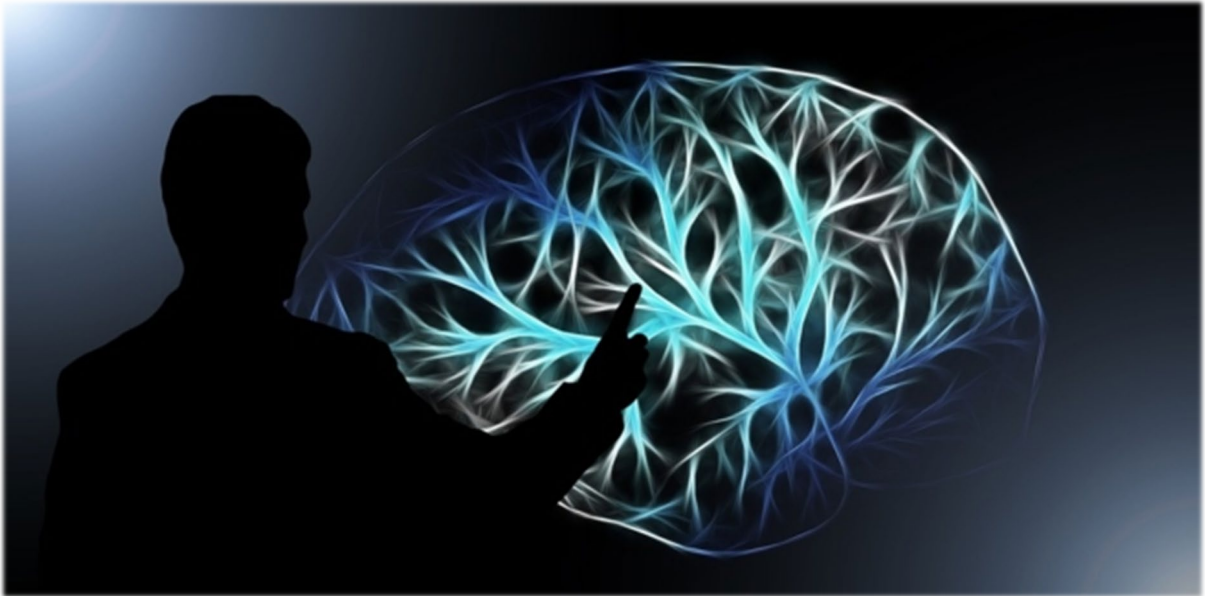


# Maturaarbeit 2022

## Einfluss von (fehlendem) Schlaf auf die Konzentrationsfähigkeit



*Abbildung 1: Titelbild; Wissenschaftler erklären, warum Schlaf so wichtig ist (Altermedzentrum o. D.).*

**Maturaarbeit Kantonsschule Literargymnasium Rämibühl**

Michel Mosberger, 6b

**Betreuung:**

Manuel Benz


**Eingereicht am:**

8. Dezember 2021

## Selbständigkeitserklärung

*Ich bestätige, dass ich diese Arbeit selbst geleistet habe, dass sie kein Plagiat und auch keine Fälschung ist, dass alle übernommenen Teile korrekt erwähnt, zitiert und bibliografiert sind und ich nur die erwähnten Hilfsmittel verwendet habe. Ich bin von den Konsequenzen, die eine Nichteinhaltung dieser Punkte nach sich zieht, in Kenntnis gesetzt worden.*

*Ich nehme zudem zur Kenntnis, dass meine Arbeit zur Überprüfung der korrekten und vollständigen Angabe der Quellen mit Hilfe einer Software (Plagiatserkennungstool) geprüft wird. Zu meinem eigenen Schutz wird die Software auch dazu verwendet, später eingereichte Arbeiten mit meiner Arbeit elektronisch zu vergleichen und damit Abschriften und eine Verletzung meines Urheberrechts zu verhindern. Falls Verdacht besteht, dass mein Urheberrecht verletzt wurde, erkläre ich mich damit einverstanden, dass die Schulleitung meine Arbeit zu Prüfzwecken herausgibt.*

Ort, Datum: Küsnacht, 07.12.2021 Unterschrift: 

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Maturaarbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt mein Dank Herrn Manuel Benz, welcher meine Maturaarbeit betreut hat.

Weiterhin möchte ich Herrn Patric Wenger danken. Als Korreferent hat er mich tatkräftig unterstützt.

Ein besonderer Dank gilt allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern meiner Untersuchung, ohne die diese Arbeit nicht hätte entstehen können. Mein Dank gilt ihrer Verfügbarkeit und Informationsbereitschaft.

Ausserdem möchte ich Matteo Mahler, Felix Mann und Satvik Pisipati für die Unterstützung beim Programmieren und Einrichten der jeweiligen Teile danken.

Abschliessend möchte ich mich bei meinen Familienmitgliedern bedanken, die mir mit viel Geduld, Interesse und Hilfsbereitschaft zur Seite standen. Ich möchte mich für die Ideen bedanken, die dazu beigetragen haben, dass diese Maturaarbeit in dieser Form vorliegt.

Michel Mosberger

Zürich, 07.12.2021

## Vorwort

Die Matura oder Reife markiert einen Meilenstein für einen Jugendlichen. Mit der Maturaarbeit gelangt dieser Punkt in Sicht- und Reichweite. Aus einer Bildungsperspektive liegen davor mit Primarschule und Gymnasium rund zwölf Jahre strukturierten Unterrichts geprägt von Lehrplänen, Pflichtfächern, Reglementen, Prüfungen und Zeugnissen, um nur das Wichtigste zu nennen. Damit werden auf breiter Basis das Grundwissen und Werkzeug für die Hochschulreife angepeilt. Jeder Maturand kann anschliessend seinen Fähigkeiten und Interessen entsprechend den weiteren Bildungsweg gestalten.

Mit der Maturaarbeit ist man bereits in einer Transition. Zum ersten Mal können die Themen individuell gewählt und dann im Rahmen der Arbeit vertieft werden. Das ist gleichzeitig eine Chance und eine Herausforderung. Einerseits ist es das erste Mal, dass eine Arbeit in diesem Umfang selbständig erstellt wird, andererseits ist es eine wertvolle Erfahrung für den weiteren individuellen Bildungsweg.

Die Maturanden des Jahrgangs 2022 wurden rund ums Jahr 2003/04 geboren und im Jahr 2009/10 eingeschult. Damals kamen die ersten Smartphones auf den Markt und in Gebrauch. Im Vergleich zur heutigen Technologie sind sie für unseren Maturajahrgang ein Relikt aus dem digitalen Museum. In der Digitalisierung hat sich also sehr viel getan, was auch vor der Schule nicht Halt gemacht hat. Inhaltlich wurde unsere Schulzeit von vielen Reformen mit unterschiedlichen Resultaten geprägt. Die letzten zwei Jahre waren geprägt vom Corona-Virus. Gesellschaftlich sind wir durch die Bekämpfung des Klimawandels gefordert. Unsere Generation wird davon stärker betroffen sein als alle Vorhergehenden.

Die Bemerkung sei also erlaubt, dass die Maturanden des Jahres 2022 in ihrer Schulzeit nicht nur Wissen vermittelt bekommen haben, sondern ganz viel Veränderung und Anpassung mitgemacht haben. Trotzdem haben wir es geschafft, an diesen Punkt der Reife zu kommen. Wir sind also anpassungsfähig und resilient. Die Veränderungen werden unser ganzes Leben prägen. Genauso relevant wie der Lehrstoff und das Allgemeinwissen (Stand 2021) wird es sein, über die „Toolbox“ zu verfügen, mit diesen Veränderungen auch weiterhin umgehen zu können. Dies ist ein zunehmend wichtiger Aspekt von Reife im Sinne der Matura.

In meiner Maturaarbeit versuche ich diesem Aspekt Rechnung zu tragen, in dem ich ein bereichsübergreifendes Thema gewählt und die verschiedenen Aspekte vernetzt habe. Es handelt es sich um Wissenschaft zum Schlaf, Digitalisierung und eine Erhebung zu Schlafgewohnheiten und deren Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit. Expertenwissen wird weiterhin in der Wissenschaft im Vordergrund stehen. Corona hat uns aber auch wieder aufgezeigt, dass dieses Wissen auch allen Betroffenen vermittelt werden muss. Auch dazu braucht es einen interdisziplinären, vernetzten Ansatz.

Auf ein überschaubares Thema eingegrenzt habe ich also mit meiner Maturaarbeit eine wertvolle Erfahrung gesammelt für meine zukünftigen Herausforderungen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Selbständigkeitserklärung .....</b>	<b>II</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>III</b>
<b>Vorwort.....</b>	<b>IV</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Zentrale Problemstellung und Forschungsfragen .....	1
1.2 Eingrenzung des Themas.....	2
<b>2 Schlaf bei Lebewesen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Rolle/Definition des Schlafs .....	3
2.2 Schlafrhythmus.....	4
<b>3 Der Konzentrationstest .....</b>	<b>7</b>
3.1 Die Wahl des Konzentrationstest.....	7
3.2 Digit Symbol Substitution Test .....	8
<b>4 Operative Durchführung .....</b>	<b>9</b>
4.1 Teilnehmer .....	9
4.2 Webserver .....	10
4.3 Ergebnisse .....	15
<b>5 Präsentation und Diskussion der Daten .....</b>	<b>16</b>
5.1 Statistischer Grundbeschrieb .....	16
5.2 Statistische Einzelbetrachtung .....	16
5.3 Kombinierte statistische Betrachtung.....	21
<b>6 Fazit .....</b>	<b>25</b>
<b>Quellen- und Literaturverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>VI</b>

## 1 Einleitung

Das Thema Schlaf begleitet uns das ganze Leben lang und ist dabei ein sehr individuelles Thema. Es ist von vielen Mythen und Regeln umwoben. Als Kind soll man feste Schlafenszeiten einhalten, die wahrgenommen sowohl zu früh anfangen als auch zu früh aufhören. Dies gilt insbesondere auch für die Zeit am Gymnasium. Montagmorgen um acht eine Doppelstunde ist Synonym für Morgengrauen. Schlimmer wird es nur noch, wenn gleich auch noch eine Prüfung angesagt ist. Dann wäre maximale Konzentrationsfähigkeit gefordert, lässt sich aber nicht einfach so abrufen. Bei notenmässigen Grenzfällen ist aber genau dies eine schulexistenzielle Frage. Leistung ist aber auch in anderen Bereichen gefordert, zum Beispiel beim Sport. Hier stellt sich ebenfalls die Frage, ob ich wirklich meine Beste Leistung abrufen kann und welche Rolle der Schlaf dabei spielt.

### 1.1 Zentrale Problemstellung und Forschungsfragen

Schlaf ist bei jedem Tier nachweisbar, von Insekten bis hin zu Menschen und sogar Haien. Dennoch ist unser Verständnis des Schlafs als biologischer Prozess rätselhaft geblieben, verglichen mit den Fortschritten in unserem Verständnis von Krankheitsprozessen und anderen wichtigen Voraussetzungen für das Leben wie Ernährung und Fortpflanzung. Dennoch gibt es auch auf diesem Gebiet eine kaum überschaubare Menge an Forschung, aber es gibt auch unseriösere Quellen.

Unbestritten ist aber, dass Schlaf unsere Fähigkeit zu lernen verbessert, sich etwas zu merken und logische Entscheidungen zu treffen.<sup>1</sup> Er bringt unsere Emotionen wieder ins Gleichgewicht, stärkt unser Immunsystem, bringt unseren Stoffwechsel auf Vordermann und reguliert unseren Appetit.<sup>2</sup> Schlafmangel wird mit einer höheren Rate an Depressionen, Angstzuständen, Immunsystemversagen, Schlaganfall, Herzversagen, Krebs, Demenz, Hautproblemen und auch übermässigem Essen in Verbindung gebracht.<sup>3</sup>

Wer regelmässig weniger als sechs oder sieben Stunden pro Nacht schläft, beeinträchtigt sein Immunsystem und erhöht sein Krebsrisiko. Je kürzer man schläft, desto kürzer ist die Lebenserwartung.<sup>4</sup>

Jeder Mensch hat einen anderen Schlaf-Wach-Rhythmus. Bei manchen Menschen ist der Höhepunkt der Wachsamkeit früh am Tag und der Tiefpunkt der Schläfrigkeit früh in der Nacht erreicht. Das sind die "Morgentypen", die etwa 40 % der Bevölkerung ausmachen.<sup>5</sup> Diese Menschen wachen in der Regel um die Morgendämmerung herum auf und sind froh darüber, zu dieser Tageszeit optimal zu funktionieren.<sup>6</sup>

Andere Menschen sind "Abendtypen" und machen etwa 30 % der Bevölkerung aus.<sup>7</sup> Diese Menschen gehen lieber spät ins Bett und wachen am nächsten Morgen spät auf.

Als Gymnasiast und Sportler sind diese generellen Auswirkungen mit einem längeren Horizont natürlich wichtig und sollten im Vordergrund stehen. Trotzdem stellt sich die Frage, ob ich kurzfristig, also

---

<sup>1</sup> Vogt, 27.10.2012.

<sup>2</sup> Hummel, 13.02.2019.

<sup>3</sup> Altevogt et al. 2006.

<sup>4</sup> Tschöpe, 2018, S. 463.

<sup>5</sup> Wikipedia (02.12.2021), Chronotyp.

<sup>6</sup> Carsten, 09.06.2017.

<sup>7</sup> Wikipedia (02.12.2021), Chronotyp.

durch mein Schlafverhalten über eine Nacht, meine Leistung beeinflussen kann. Aus diesem Grund habe ich mir die Frage gestellt, ob mit einer Studie zu Schlafdauer und Konzentrationsfähigkeit Erkenntnisse zur kurzfristigen Optimierung gewonnen werden können. Unter kurzfristig wird hier verstanden, ob die Schlafdauer einer Nacht einen Einfluss auf die unmittelbar darauffolgende Konzentrationsfähigkeit hat, also beispielsweise eine Prüfung am nächsten Morgen.

## 1.2 Eingrenzung des Themas

Im Vordergrund stehen die kurzfristigen Auswirkungen von Schlafmangel. Es geht dabei um die Auswirkungen auf die Konzentrationsfähigkeit und nicht um gesundheitliche Auswirkungen. Gleichzeitig wird das Thema auf das objektive Kriterium der Schlafdauer eingegrenzt. Zusätzlich erhoben wird das subjektive Kriterium der Schlafqualität.

Die Studienanlage wird so gewählt, dass nebst den in den Alltag integrierbaren Tests keine weiteren Angaben erhoben wurden. Damit soll es den Probanden so einfach wie möglich gemacht werden, an den Tests über einen Zeitraum von 14 Tagen teilzunehmen.

Gleichzeitig ist es mir wichtig, dass die verschiedenen Projektphasen möglichst nahtlos und automatisch verknüpft werden. Dies hat zur Folge, dass nach Anlauf der Tests im Prozess nicht mehr improvisiert werden kann und die digitale Plattform robust ist.

Zielgruppe für die Probanden sind Jugendliche in der Ausbildung, die also mit dem Schlaf die typischen Optimierungsstrategien für Prüfungssituationen suchen und weniger den längerfristigen Nutzen für Gesundheit, Bildung und weitere Einflussbereiche.

## 2 Schlaf bei Lebewesen

### 2.1 Rolle/Definition des Schlafs

« Schlaf ist ein Zustand, in dem das Bewusstsein für Umweltreize reduziert ist. Der Schlaf unterscheidet sich von den Zuständen des Komas, des Winterschlafs und des Todes durch die Tatsache, dass er schnell rückgängig gemacht werden kann.»<sup>8</sup>

Es gibt zahlreiche Erkenntnisse über die Folgen von Schlafmangel für unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden. Einige dieser Folgen sind wohlbekannt. Die Zahl der Unfälle im Strassenverkehr, die auf Müdigkeit zurückzuführen sind, ist höher als die Zahl der Unfälle, die auf Alkohol und Drogen zurückzuführen sind.<sup>9</sup> Schlechter Schlaf wird mit einer erhöhten Rate an koronaren Herzkrankheiten in Verbindung gebracht, und Erwachsene über 40, die weniger als 6 Stunden pro Nacht schlafen, haben ein 200 % höheres Risiko, im Laufe ihres Lebens einen Schlaganfall oder Herzinfarkt zu erleiden, als diejenigen, die die empfohlenen 8 Stunden Schlaf bekommen.

Die Tatsache, dass wir müde und schläfrig werden, ist also nicht der einzige Grund, dass wir einen wirklich festen Schlaf brauchen.

Schlaf stärkt unsere geistige, emotionale und körperliche Gesundheit und Leistungsfähigkeit in einer Weise, die keine noch so grosse Menge an Medikamenten oder medizinischen Eingriffen bieten kann.

Ein nicht unbeträchtlicher Anteil der Menschen leidet in der modernen Gesellschaft unter Schlafmangel, und wir merken es nicht einmal, denn wir gewöhnen uns an zu wenig Schlaf und reduzierte Leistungsfähigkeit.

---

<sup>8</sup> Mandal, 29.01.2020, Übersetzt durch den Autor.

<sup>9</sup> Tschöpe, 2018, S. 15 f.



## 2.2 Schlafrhythmus

Unsere Wahrnehmung des Schlafes ist in unserer Wahrnehmung geprägt von Träumen und allenfalls Wachphasen. Wir erinnern uns nicht an Schlafphasen, obwohl gerade diese für die Schlafqualität von grosser Bedeutung sind. Dies steht nicht in einem direkten Bezug zum experimentellen Teil dieser Arbeit, ist aber für das Verständnis bedeutsam, beispielsweise bei der Frage, wie sich eine Kompression der Schlafdauer auf die einzelnen Phasen auswirkt.

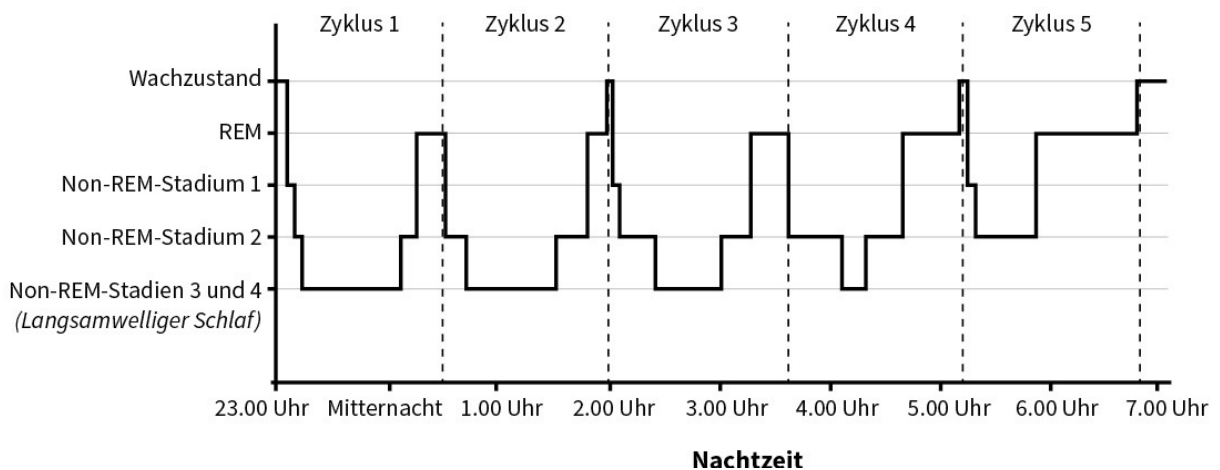


Abbildung 2: Grafik eines normalen Schlafzyklus (Tschöpe, Walker, 2018, S.39).

Die Grafik zeigt einen normalen und regelmässigen Schlafzyklus, welcher in vier Schlafphasen und einem Wachzustand unterteilt ist. Sie gehört zu einer Person, bei der keine Vorerkrankungen bekannt sind. Es sind jeweils fünf volle Schlafzyklen zu ungefähr je 90 Minuten zu sehen. Die Testperson ging um 23:00 ins Bett und wachte um 07:00 auf. Dies weist auf einen regelmässigen Schlaf hin. Die Dauer des Non-REM-Schlafes dritten und vierten Phase wird mit der Zeit kürzer. Hingegen wird die REM-Schlafphase im Verlaufe der Nacht länger.

### 1. Einschlafphase (Stadium N1)

Wie bereits in der Bezeichnung im Titel zum Ausdruck kommt, handelt es sich bei der Einschlafphase um ein Stadium, in welchem der Körper das Bewusstsein langsam verliert und sich in eine Ruhephase versetzt. Die Muskulatur ist immer noch leicht angespannt. Die Herz- und Atemfrequenz senken sich langsam und nehmen stabile, gleichmässige Werte an.<sup>10</sup> Damit sich der Körper in einen Schlafzustand versetzen kann, muss er vollständig entspannt sein. Dazu zählt auch, dass sich die Hirnaktivitäten und vor allem die Hirnströme auf ein Minimum reduzieren. Nur überlebenswichtige Aktivitäten werden fortgesetzt. Dazu gehört auch das Hören. Meine Vermutung ist, dass der Mensch früher nicht in geschützten Orten Schlafen konnte und sich somit immer auf seine Umgebung und die sich darin befindenden Gefahren konzentrieren musste. Bei gesunden Menschen im mittleren Alter macht die Einschlafphase etwa 5 Prozent des gesamten Schlafes aus.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Donald, 19.04.2017.

<sup>11</sup> Vgl. Snooze Project 23.11.2020.

## 2. Leichtschlafphase (Stadium N2)

Nach der Einschlafphase folgt die Leichtschlafphase. Sie macht etwa die Hälfte des gesamten Schlafes aus. In dieser Phase erholt sich der Körper noch weiter. Die Muskulatur entspannt sich zunehmend, sowohl die Atmung als auch die Herzfrequenz verlangsamen sich und die Aktivität der Gehirnströme reduziert sich. Bedeutend für diese Schlafphase ist, dass die Körpertemperatur und der Blutdruck leicht sinken und fast keine bis gar keine Augenbewegungen vorhanden sind. Jedoch ist die Leichtschlafphase nur eine weitere Phase. Man ist sich seiner Umgebung sehr bewusst und kann durch kleinste äussere Reize auch geweckt werden.<sup>12</sup> Bereits in dieser Schlafphase wird allerdings Erlebtes des jeweiligen Tages verarbeitet.<sup>13</sup>

## 3. Tiefschlafphase (Stadium N3)

Nach der Leichtschlafphase kommt eine Phase tiefen Schlafes. Im «tiefen» Schlaf ist der Körper maximal entspannt und wichtige regenerative Aufgaben werden durchgeführt. Die Tiefschlafphase kann zusätzlich in 2 Phasen unterteilt werden:

- Mitteltiefe Schlafphase
- Tiefe Schlafphase

Im Gegensatz zur Leichtschlafphase ist es sehr schwierig, jemanden in der Tiefschlafphase zu wecken, denn in der Tiefschlafphase schläft der Körper besonders fest. Puls, Atemfrequenz, Blutdruck und Körpertemperatur sind so niedrig wie in keiner anderen Schlafphase.<sup>14</sup> So sinkt die Körpertemperatur im Vergleich zum wachen Zustand um bis zu 0.5 °C. Bei gesunden Menschen liegt die Körpertemperatur bei ungefähr 36.5° Celsius, tagsüber jedoch bei fast 37.5 °C.<sup>15</sup> Die Wahrscheinlichkeit zu Schlafwandeln oder Sprechen im Schlaf ist in dieser Phase am höchsten.<sup>16</sup> Das Gehirn verarbeitet nun alle Informationen, die am Tag erlebt wurden und lernt daraus. Die Tiefschlafphase macht etwa 20% des gesamten Schlafes aus.<sup>17</sup> Beim Aufwachen, beispielsweise durch ruckartige äusserliche Einflüsse während der Tiefschlafphase, ist man meistens für kurze Zeit orientierungslos und etwas benommen. Ein wichtiges Merkmal der Tiefschlafphase ist, dass diese sowohl physisch als auch psychisch die erholsamste aller Schlafphasen ist.

---

<sup>12</sup> Schwabe 16.09.2021.

<sup>13</sup> Steinbrink, 26.02.2018.

<sup>14</sup> Brain-Effect 19.12.2019.

<sup>15</sup> Wikipedia (13.11.2021), Human body temperature.

<sup>16</sup> Steinbrink, 26.02.2018.

<sup>17</sup> Donald, 19.04.2017.

#### 4. Traumschlafphase (REM-Phase)

Nach jeder Tiefschlafphase folgt eine Traumphase, die sogenannte REM-Phase. REM steht dabei für das englische «Rapid Eye Movement». Der Name kommt davon, dass in dieser Schlafphase häufig schnelle Augenbewegungen unter den Augenlidern festgestellt werden können. Der menschliche Körper verarbeitet in dieser Schlafphase nicht nur Erlebtes des Vortages, «sondern werden insbesondere emotionale Sinneseindrücke verarbeitet.»<sup>18</sup>

Das Nervensystem zeigt eine erhöhte Aktivität und die Muskulatur ist sozusagen gelähmt. Davon kann beispielsweise die Schlafparalyse kommen, denn man wacht in der REM-Phase auf, ist bei Bewusstsein, hat aber keine Kontrolle über die Muskulatur. Dies geschieht alles in der REM-Phase, da hier vermehrt die Aminosäure Glycin produziert wird. Damit wird verhindert, dass man die in den Träumen erlebten Bewegungen in Echtzeit ausführt. Dadurch, dass während der REM-Phase viel häufiger geträumt wird, erhöht sich die Aktivität der Gehirnströme, die Herzfrequenz steigt leicht und es wird nicht mehr langsam und tief, sondern schnell und flach geatmet.<sup>19</sup>

«Die Abfolge der Schlafphasen (Zyklus) wiederholt sich während des Schlafs immer wieder aufs Neue, verändert seinen Charakter aber im Lauf der Nacht. In der ersten Nachthälfte überwiegt der Tiefschlaf, während Sie in der zweiten Nachthälfte und in den frühen Morgenstunden mehr REM-Schlaf erleben.»<sup>20</sup> Deshalb wird auch so oft erwähnt, dass der Vormitternachtsschlaf so wichtig sei.

---

<sup>18</sup> Steinbrink, 26.02.2018.

<sup>19</sup> Ebd.

<sup>20</sup> Wakonig, 15.06.2017.

## 3 Der Konzentrationstest

### 3.1 Die Wahl des Konzentrationstest

Ziel des Konzentrationstests ist die Bestätigung respektive Widerlegung der Thesen. Das Studium von Literatur half mir, die Faktoren zu identifizieren, welche es im Test zu berücksichtigen gilt. Folgende Hauptfragen haben sich dabei gestellt:

- Was sind die Anforderungen an einen Test, um sinnvolle und verlässliche Daten zu erhalten?
- Welche Arten von Konzentrationstests gibt es, welche kann man ausschliessen?
- Gibt es für meine Bedürfnisse bessere und schlechtere Konzentrationstests?
- Wie sieht es mit dem Aufwand und der praktischen Durchführbarkeit aus?

Für mich war die höchste Priorität, den Aufwand für die TeilnehmerInnen so gering wie möglich zu halten. Aus statistischer Sicht ist es wichtig, eine möglichst hohe Anzahl an Testresultaten zu haben. Die Bereitschaft zur Durchführung erhöht sich, wenn diese mit möglichst geringem Aufwand verbunden ist und die Tests sich einfach in den Alltag integrieren lassen.

Das Ziel, eine möglichst hohe Anzahl an Testresultaten zu haben, war wiederum mit einer Steigerung des Aufwands bei der Auswertung für mich verbunden. Dies war ein weiterer Punkt, der berücksichtigt werden musste. Wenn die Auswertung durch einen Algorithmus durchgeführt werden kann, bedeutet dies für mich mehr Zeit für eine Analyse und Interpretation der Daten.

Resultierend aus den oben genannten Aspekten, musste ein bewährter Konzentrationstest ausgewählt werden. Das Ausfüllen des Tests sollte mittels eines digitalen Geräts möglichst mühelos möglich sein. Dadurch wurde die ursprüngliche Version des «Digit Symbol Substitution Test», welche daraus bestand, ein Symbol zur dazugehörigen Ziffer zu zeichnen, bereits ausgeschlossen.

Dies war der Hauptgrund, warum die modifizierte Version des «Digit Symbol Substitution Test» anderen Konzentrationstests, wie beispielsweise dem «d2 Test» vorgezogen wurde.

### 3.2 Digit Symbol Substitution Test

Der modifizierte Digit Symbol Substitution Test ist ein Konzentrationstest, um die kognitive Leistungsfähigkeit zu beurteilen. Der Test besteht aus einer Legende, in welcher die Zahlen 1-9 mit einem Symbol gepaart sind. Beispielsweise ist eines der Symbole ein «V» oder ein «X». Unterhalb der Legende befinden sich die Symbole der Legende in einer zufällig angeordneten Reihenfolge.

Nach dem Start des Tests haben die TeilnehmerInnen 2 Minuten Zeit, um sequenziell so weit wie möglich voranzukommen. Dabei muss immer die entsprechende Zahl für jedes Symbol eintragen in einzelner Abfolge eingetragen werden. Somit müssen die TeilnehmerInnen die Legende am oberen Rand des Tests visuell überfliegen oder sich die Legende sehr gut merken, um die dazugehörige Zahl eintragen zu können.

Nach Abschluss des Tests wird dieser von der Maschine ausgewertet. Der Computer gibt für jede richtige Antwort einen Punkt und für jede falsche Antwort werden 2 Punkte abgezogen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die schlussendliche Punktzahl nicht unter 0 sein kann.

Letztlich, aber für den Zweck dieses Experimentes im Zentrum, steht die Messung von Verarbeitungsgeschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis, visuell-räumlicher Verarbeitung und Aufmerksamkeit.<sup>21</sup>

∧	Σ	0	X	≠	!	L	↓	Π
1	2	3	4	5	6	7	8	9

L	∧	L	Π	≠	∧	!	L	≠	Σ	0	Σ	∧	X	L	0	Π	0	L	Π	≠	0	Π	Σ	L
7	1	7	9	5	1	6	7	5	2	3	2	1	4	7	3	9	3	7	9	5	3	9	2	7

Π	0	∧	L	Π	0	≠	X	0	↓	≠	X	Π	X	∧	0	≠	Σ	!	0	X	Π	Σ	≠	X
9	3	1	7	9	3	5	4	3	8	5	4	9	4	1	3	5	2	6	3	4	9	2	5	4

0	≠	↓	Π	X	Π	≠	∧	X	Σ	Π	X	∧	≠	Π	X	Π	0	≠	Π	Σ	X	≠	!	Π
3	5	8	9	4	9	5	1	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Σ	≠	!	L	≠	!	Π	↓	X	↓	!	X	≠	Σ	!	∧	!	Σ	X	L	Π	!	X	Π	↓
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Abbildung 3: Gelöster Konzentrationstest (eigene Darstellung 2021). Die Grafik zeigt einen gelösten Konzentrationstest. Oben ist eine Legende mit jeweils neun Zeichen und der dazugehörigen Zahl zu sehen. Unter der Legende befinden sich 4 Reihen zu je 25 Boxen, die vom Teilnehmer ausgefüllt werden. Dieses Modell wurde bereits gelöst. Alle ungelösten Kästchen sind mit einem Bindestrich gekennzeichnet.

<sup>21</sup> Hereema, 08.03.2021.

## 4 Operative Durchführung

Die operative Durchführung des Experimentes ist das eigentliche Kernstück der Maturaarbeit. Es steht zwar nicht im Vordergrund, ermöglicht aber erst die Durchführung des Experimentes. Es ist das unverzichtbare Bindeglied für den experimentellen Teil der Maturaarbeit. Dabei werden die einzelnen Elemente wie Teilnehmer und Testanordnung miteinander auf operative Weise verknüpft und die Generierung strukturierter Testergebnisse ermöglicht.

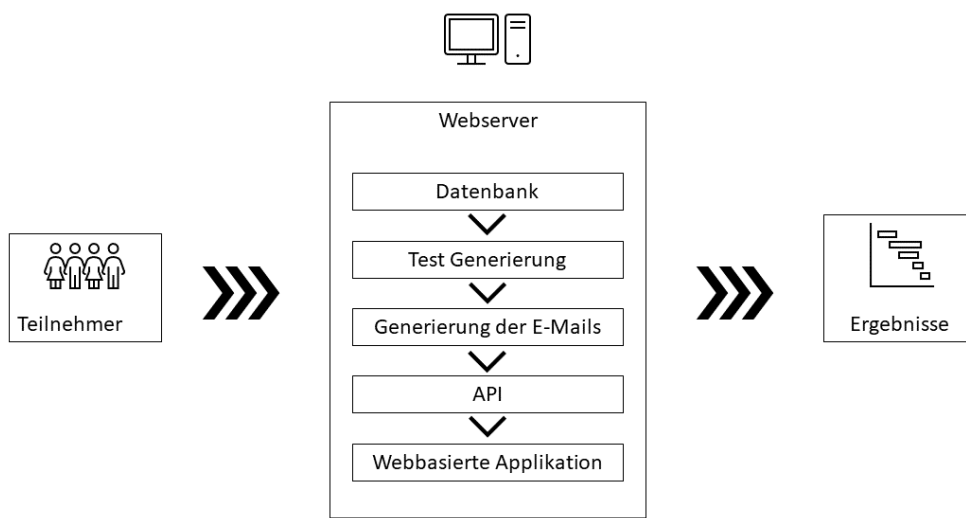


Abbildung 4: Aufbau der operativen Durchführung (eigene Darstellung 2021).

In der Abbildung ist ein Schema zu sehen, wie der gesamte Prozess eines Konzentrationstests abläuft. Die Grafik ist in 3 Teile geteilt: Teilnehmer, Webserver und Ergebnisse (V. I. n. r.). Der Webserver ist das Bindeglied zwischen der Website und dem elektronischen Endgerät. Auf dem Webserver befinden sich zusätzlich die Datenbank, ein Programm, welches die Tests und die E-Mails generiert, sowie eine API und die Webbasierte Applikation. Bei Besuch der Website, gelangt man auf die Webbasierte Applikation. Zwischen dieser und der Datenbank ist aus sicherheitstechnischen Gründen ein Bindeglied. Diese Aufgabe wird von der API übernommen. Sie ist also eine Schnittstelle zwischen 2 Komponenten.

### 4.1 Teilnehmer

Einer der wichtigsten Punkte meinerseits war der Dialog mit den TeilnehmerInnen. Alles musste problemlos funktionieren, um zuverlässige Resultate zu erhalten. Um ausreichend aussagekräftige Resultate zu erhalten, habe ich mir eine Untergrenze von 30 TeilnehmerInnen gesetzt. Die Suche nach TeilnehmerInnen erwies sich schwieriger als erwartet, insbesondere auch durch die Durchführung in einem gemeinsamen Zeitfenster von insgesamt drei Wochen. Da die Durchführung der Konzentrationstests auf die Kalenderwochen 39 und 40 geplant war, kamen glücklicherweise nur wenige Störungen auf. Vereinfachend war auch der Umstand, dass es nur wenige TeilnehmerInnen gab, die spezielle Präferenzen hatten. Beispielsweise waren ein paar TeilnehmerInnen in einer der Wochen in einem Klassenlager oder hatten bereits Herbstferien, da ihre Schule nicht im Kanton Zürich war. Erfreulicherweise war es für die meisten TeilnehmerInnen möglich, Kompromisse einzugehen und eine Woche später mit den Tests anzufangen. Damit die Teilnahme möglichst reibungslos möglich sein sollte, wurde eine

kurze Anleitung auf der Einleitungsseite der Website verfasst. Weiterhin wurde noch auf ein ausführlicheres YouTube-Video verlinkt. Schlussendlich nahmen 35 Leute teil, wobei 31 davon regelmässig ihre Konzentrationstests gelöst haben. Ich danke euch allen von Herzen dafür!

Die Kommunikation erfolgte während der Testphase grösstenteils schriftlich via E-Mails oder mündlich, da ich die meisten TeilnehmerInnen bereits kannte.

## 4.2 Webserver

Wie bereits in der Abbildungsbeschreibung erwähnt ist der Webserver ein zentraler Aspekt des Internets. Ohne ihn würde nichts funktionieren, denn er ist dafür verantwortlich, dass eine Website, die vom Konsumenten besucht wird, überhaupt läuft und über das Internet abrufbar ist.<sup>22</sup> Um das ganze Projekt für die Öffentlichkeit zugänglich zu machen, gab es keinen Weg um einen Webserver, denn darauf läuft das Projekt.

Die Einrichtung des Webserver war sehr ermüdend. Auch in diesem Bereich war ich ein völliger Anfänger. Da der Webserver kein Interface hatte und somit nur über die sogenannte Command-Line eingerichtet werden konnte, wurde diese zusätzlich erschwert. Viele Aspekte mussten mehrfach behandelt werden. Oft halfen auch die YouTube Video nur wenig. Weiterhin mussten die einzelnen Projekte auf den Webserver bewegt werden.

Die Sicherheit der Daten, die sich auf dem Webserver befinden hat oberste Priorität. Indem die Verbindung zum Server zusätzlich mit einem SSH-Schlüssel abgeriegelt wurde, konnten nur von mir autorisierte Geräte auf den Webserver zugreifen. Unter einem SSH-Schlüssel kann man sich ein zusätzliches Passwort vorstellen, welches nur von 2 den Geräten bekannt ist, die miteinander kommunizieren. Dies war wichtig, denn das schlimmstmögliche war ein Datenverlust. Um dies zusätzlich zu verhindern, wurde täglich eine Kopie aller Daten auf dem Webserver, mitsamt der Datenbank, auf einer Lokalen Maschine und in einer, sich in der Cloud befindenden Maschine erstellt.

Damit der Endbenutzer auf die Website zugreifen kann, musste zusätzlich eine Domain gekauft werden. «Eine Domain ist der weltweit einzigartige Name einer Website, die dem Seiteninhalt einen ganz bestimmten Platz im Netzwerk zuordnet.»<sup>23</sup> Die Domain, für welche ich mich entschieden habe, lautet <https://konzentrationstest.ch>. Beim Kauf einer Domain muss diese anschliessend wissen, auf was sie im Internet verweist. In meinem Fall war dies die IP-Adresse des Webserver. «Eine IP-Adresse wird Geräten zugewiesen, die an das Netz angebunden sind, macht die Geräte so adressierbar und damit erreichbar.»<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Fiege, 19.02.2019.

<sup>23</sup> Carbone, 24.04.2020.

<sup>24</sup> Wikipedia (21.11.2021), IP-Adresse.

## 1. Daten

Alle gesammelten Daten müssen in strukturierter Form gespeichert werden. Permanente Datenspeicherung mit eindeutiger Identifikation ist erforderlich, denn temporär gespeicherte Daten können verloren gehen, wenn der Webserver neugestartet wird. Damit die Daten keinesfalls verloren gehen, musste eine Alternative zum Arbeitsspeicher gefunden werden. Dazu verwendet man in der Informatik Datenbanken. Wie bereits im Namen zum Ausdruck kommt, werden bei einer Datenbank die erhaltenen Informationen in einer strukturierten Sammlung abgelegt.<sup>25</sup> Da sich die Datenbank direkt auf der Festplatte befindet und nicht auf dem Arbeitsspeicher ist, werden Daten bei einem Neustart nicht gelöscht.

Spezifisch auf dieses Projekt bezogen, mussten viele Daten gesammelt werden. Somit war es auch aus dieser Sicht bereits schwierig nur mit dem Arbeitsspeicher zu arbeiten. Da es viel zu riskant war, bei einem allfälligen Neustart die Daten zu verlieren, wurde eine relationale Datenbank als Speicheremethode verwendet. Ausschlaggebender Punkt bei der Wahl der Speicheremethode war jedoch der Export der Daten. Diese aus dem Arbeitsspeicher zu exportieren wäre sehr schwierig geworden. Somit war es völlig klar, dass der Arbeitsspeicher nicht in Frage kommt und damit auf eine andere Methode gegriffen werden muss.

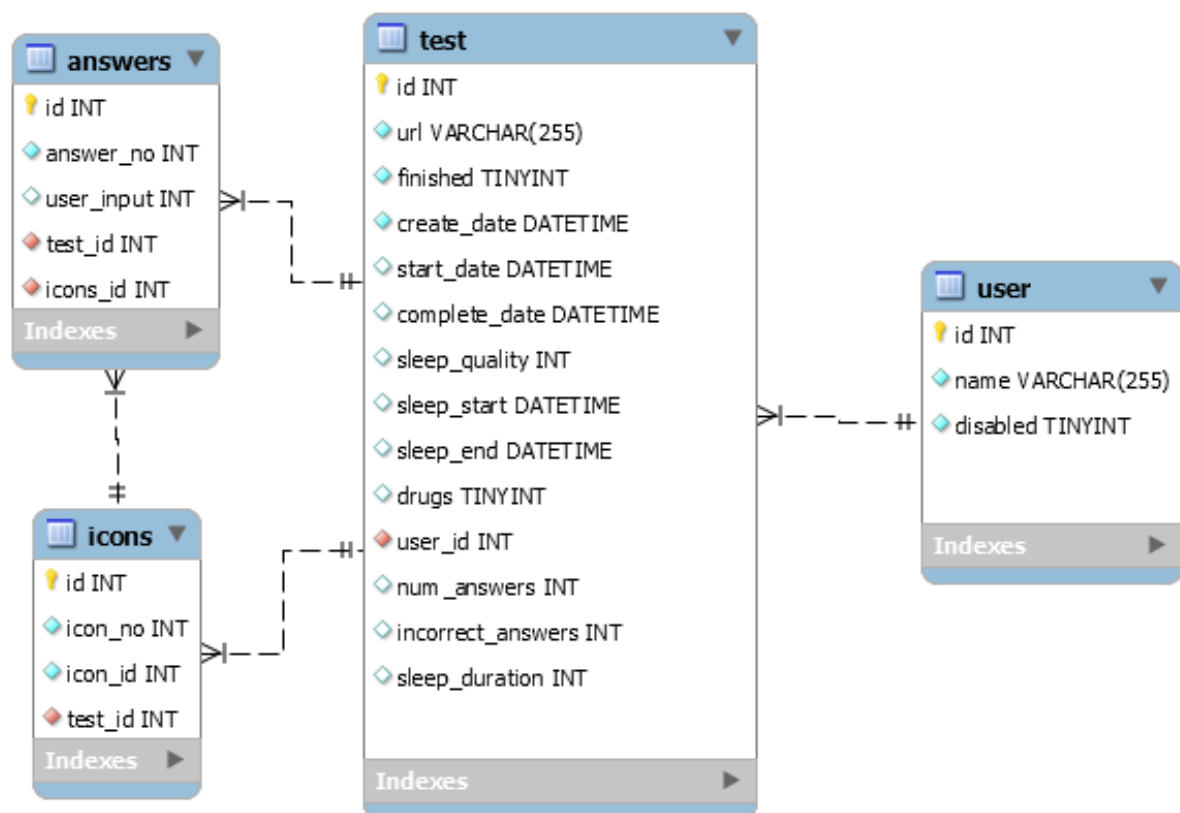


Abbildung 5: Struktur der Datenbank (eigene Darstellung 2021).

Die Darstellung zeigt die Struktur der Datenbank. Damit kein unnötiger Speicherplatz verwendet wird, ist diese Datenbank in vier sogenannte «tables» unterteilt. «Tables» sind in einer – wie in diesem Falle – relationaler Datenbank der Speicherort der Daten.<sup>26</sup> Für eine möglichst effiziente Verarbeitung der Daten wurde ein Modell mit 4 «tables» gewählt.

<sup>25</sup> Vgl. Oracle o. D.

<sup>26</sup> Erkec, 17.07.2020.



## 2. Generierung der Konzentrationstests

Jeder Konzentrationstest muss sich von den vorherigen unterscheiden. Einer der wesentlichen Punkte war, dass jeder der 508 erstellten Konzentrationstest so zufällig wie möglich erstellt wurde. Somit wurde das oben genannte Problem gelöst. Die Generierung der Tests erfolgt in zwei Schritten.

Der erste Schritt ist die jeweilige Legende des Tests. Diese wird generiert, indem von insgesamt 18 möglichen Zeichen 9 ausgewählt werden. Zu diesen Zeichen werden dann erneut zufällig die Zahlen von 1 bis 9 zugeordnet, wobei jede Zahl nur einmal verwendet werden kann.

Als zweiter Schritt werden von den 9 Zeichen in der Legende 100 zufällige Züge gemacht. Eine wichtige Regel dabei war, dass auf ein Zeichen nicht das identische Zeichen folgen darf. Diese Regel wurde nach längerem testen meinerseits eingeführt, da vermehrt Blöcke mit identischen Zeichen vorkamen und dies die Aussagekraft des Konzentrationstests beeinflusst. Weiterhin wurde bei der Recherche kein einziger Digit Symbol Substitution Test gefunden, welcher 2 oder mehr identische Zeichen direkt hintereinander hatte.

Da es schwierig war, ein System mit individuellen Login Daten zu programmieren und auch dabei ein erhöhtes Sicherheitsrisiko besteht, musste eine andere, jedoch mindestens gleich sichere Lösung gefunden werden.

Jeder Konzentrationstest besitzt eine individuelle URL. Eine URL, aus dem englischen «Uniform Resource Locator», bestimmt die Adresse einer Website im Internet.<sup>27</sup> Diese URL wird generiert, indem das gesamte Alphabet (Gross- und Kleinbuchstaben, also insgesamt 52 Zeichen) und Zahlen von 0 bis 9 miteinander zu einem alphanumerischen 15-stelligen Text kombiniert wird. Die Länge dieser URL war zuerst auf 30 Zeichen gesetzt, jedoch war es statistisch gesehen unmöglich, eine bereits genutzte URL zu verwenden. Da dies aber für die TeilnehmerInnen nicht sehr angenehm war, eine 30-stellige Kombination allenfalls von Hand zu kopieren, wurde die Länge der URL auf 15-Zeichen reduziert. Dabei besteht eine Wahrscheinlichkeit von  $1.3005428 * 10^{-25}$  Prozent, eine bereits vorhandene URL zu generieren. Damit wird ein Individuelles Login System vermieden. Die Sicherheit des neuen Systems war in diesem Falle jedoch noch nicht garantiert. Was geschieht, wenn 2 Konzentrationstests die identische URL besitzen? Auch wenn dies höchst unwahrscheinlich ist, will man es trotzdem vermeiden. Somit wurde folgender weitere Schritt eingebaut: Die URL jedes Konzentrationstests wurde neben den dazugehörigen Daten in der Datenbank gesichert. Bei der Erstellung eines neuen Konzentrationstests wird überprüft, ob diese URL bereits von einem anderen Konzentrationstest belegt ist. Falls dies der Fall ist, wird so lange eine neue URL generiert, bis diese nicht belegt ist.

Kein Computercode ist auf anhieb perfekt. Das Debugging bezeichnet den Vorgang, bei dem das Programm getestet wird und die aufkommenden Fehler behoben werden.<sup>28</sup> Im Falle der Generierung der Konzentrationstests gab es einen gravierenden Fehler: plötzlich wurden nach langer Funktion ohne grosse Fehler mehrere Konzentrationstests, d.h. mehrere Legenden und auch Antworten für jeweils einen in der Datenbank eingespeichert. Dies hatte zur Folge, dass ein Konzentrationstest plötzlich 18 Zeichen in der Legende und jeweils 200 Antworten besass. Bis heute ist mir noch unbekannt, wie es zu diesem Problem kam. Schlussendlich wurde es gelöst, indem mir freundlicherweise von einem Freund

---

<sup>27</sup> Wbamberg, 07.12.2021.

<sup>28</sup> Heusser, 12.2019.

über die Finger geschaut wurde, als ich den kompletten Teil mit der Generierung der Konzentrations-tests nochmals neu programmierte.

### 3. Generierung der E-Mails

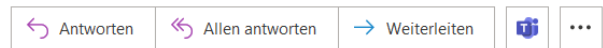
Damit die Privatsphäre der TeilnehmerInnen respektiert wird, dürfen so wenig Daten wie nötig zugänglich sein. Die E-Mail-Adressen sind ein passendes Beispiel dafür. Diese dürfen für niemanden zugänglich sein und müssen somit verschlüsselt auf dem Webserver gelagert werden. Somit musste eine Alternative gesucht werden, um diese Privatsphäre zu garantieren.

Bei der Generierung der E-Mails wurde auf die angegebenen E-Mail-Adressen der TeilnehmerInnen aus einem verschlüsselten Dokument zugegriffen. Dabei wird für alle TeilnehmerInnen der Test generiert und anschliessend wird ihnen eine E-Mail mit einem vorgeschriebenen Text und einer spezifischen URL gesendet. Als einziger nicht automatisierter Bereich muss dies abends per Befehl ausgelöst werden, damit die Tests und E-Mails generiert werden.

Schlaf - Konzentrationsfähigkeit



Michel Mosberger (LGR)  
An Michel Mosberger (LGR)



Sa. 02.10.2021 22:36

Liebe Teilnehmerin  
Lieber Teilnehmer

Dein Test ist für dich bereit. Du kannst ihn unter [diesem Link](#) abrufen. Bei Fragen kannst du mir gerne eine e-Mail schreiben. Ich wünsche dir viel Erfolg dabei.

Ps. Bitte führe den Test erst morgens nach dem Aufstehen durch und denke bitte daran dass die Uhrzeit im 24 Stunden Format angegeben werden sollte.

Beste Grüsse und vielen Dank

Michel Mosberger

*Abbildung 6: Screenshot einer E-Mail an die TeilnehmerInnen (eigene Darstellung 2021).*

*Die Abbildung zeigt eine E-Mail, die während des Durchführungszeitraums an die TeilnehmerInnen gesendet wurde. Dabei wurden kurzfristige Informationen, wie beispielsweise jene, dass die Schlafenszeit im 24-Stunden Format angegeben werden soll in einem Postskriptum beigefügt.*

#### 4. Application Programming Interface

Eine «Application Programming Interface» (API) ist eine Schnittstelle, welche die Kommunikation zwischen 2 Anwendungen ermöglicht.<sup>29</sup> In meinem Falle wurden die Unterprojekte aus sicherheitstechnischen Gründen nicht zu einem grossen Projekt vereint. Da ich auf eine direkte Verbindung zwischen der Datenbank und der webbasierten Applikation verzichten wollte, musste eine Lösung gesucht werden.

Die API funktioniert sehr ähnlich wie eine Website. Der Unterschied ist jedoch, dass die API kein graphisches Interface besitzt, sondern mit der anderen Maschine mittels Text im Rohformat kommuniziert.

Da das Vorwissen nur in begrenztem Masse vorhanden war, traten vermehrt Schwierigkeiten auf. Es war also wichtig, eine genaue Struktur zu verfolgen. Die Struktur ist im Anhang unter Punkt 2 einzusehen. Diese Struktur war sehr wichtig und hat viel Zeit eingespart. Einer der Schwierigkeiten war beispielsweise das Speichern der Daten. Da speziell in diesem Bereich kein Vorwissen vorhanden war, musste vermehrt auf externe Hilfe und Beratung zugegriffen werden.

#### 5. Webbasierte Applikation

Man spricht von einer Webbasierten Applikation, wenn man die Gesamtheit aller Webseiten, die über eine Domain gehostet werden, betrachtet.<sup>30</sup> Von der API zur Webseite hat sich die Komplexität des Programmierens bedeutend erhöht, auch wenn die Webseite an sich mehrheitlich mit der Hilfe von den Programmiersprachen HTML und CSS programmiert ist. Diese Programmiersprachen sind für das Interface sowie für das Design der Website verantwortlich. Hingegen ist die Programmiersprache JavaScript für die ganze Funktionsfähigkeit der Website verantwortlich. Daher dass es an Erfahrung mangelte, musste im Designbereich sehr viel ausprobiert werden, beispielsweise ob die Proportionen in einem positiven oder eben negativen Weg ins Auge stechen.

Die gesammelten Daten des Konzentrationstests und des Fragebogens werden nach der Beendigung des Konzentrationstests anhand einer verschlüsselten Nachricht an die API gesendet, welche diese danach in der Datenbank abspeichert.

Einer der wichtigsten Punkte meinerseits war, dass der Endbenutzer die Bedienung der Website möglichst einfach haben soll. Insbesondere bei der Navigation durch die Website. Somit war wichtig, dass der Zugriff auf einen falschen Pfad direkt korrigiert wird und der Benutzer auf die richtige Route weitergeleitet ist. Unter Routen und Pfade werden in der Informatik die unterschiedlichen Seiten auf einer Website bezeichnet.


---

<sup>29</sup> Vgl. Mulesoft, o. D.


<sup>30</sup> Wikipedia (17.11.2021), Website.

## Fragebogen

Wann bist du schlafen gegangen?

08.10.2021 22:30 


Wann bist du aufgewacht?

09.10.2021 06:30 

Hast du in den letzten 12 Stunden Alkohol oder Nikotion konsumiert?

Ja  Nein

Wie gut hast du geschlafen?  
(1 = sehr schlecht, 10 = sehr gut)

8 

**absenden**

Abbildung 7: Fragebogen bezüglich der Schlafdaten (eigene Darstellung 2021).  
Die Grafik zeigt ein Teil der Website. Dabei werden einleitend zum Konzentrationstests obenstehende Fragen gestellt.

### 4.3 Ergebnisse

Die Durchführung der Tests erfolgte mit sehr geringen technischen oder prozeduralen Problemen. Diese waren auf Einzelsituationen begrenzt und durch den Gebrauch «exotischer» Technologien bedingt. Insgesamt war der Support-Aufwand während der Testphase gering.

Während der 14-tägigen Testphase wurden 253 komplette Datensätze in standardisierter Form generiert.

## 5 Präsentation und Diskussion der Daten

### 5.1 Statistischer Grundbesrieb

Die Tests wurden zwischen dem 4. bis 17. Oktober an 14 aufeinander folgenden Tagen durchgeführt. Insgesamt nahmen 35 Probanden teil, die täglich per Mail einen Link zu einem individuellen, zufällig generierten Test erhielten. Insgesamt wurden so 485 Tests veranlasst, von denen 253 durchgeführt wurden (also eine Quote von 52.2%).

### 5.2 Statistische Einzelbetrachtung

#### 1. Schlafdauer

Die Messung der Schlafdauer ist eine zentrale Messgrösse, da die Hypothese ist, dass es einen direkten Zusammenhang zwischen Schlafdauer und Konzentrationsfähigkeit gibt.

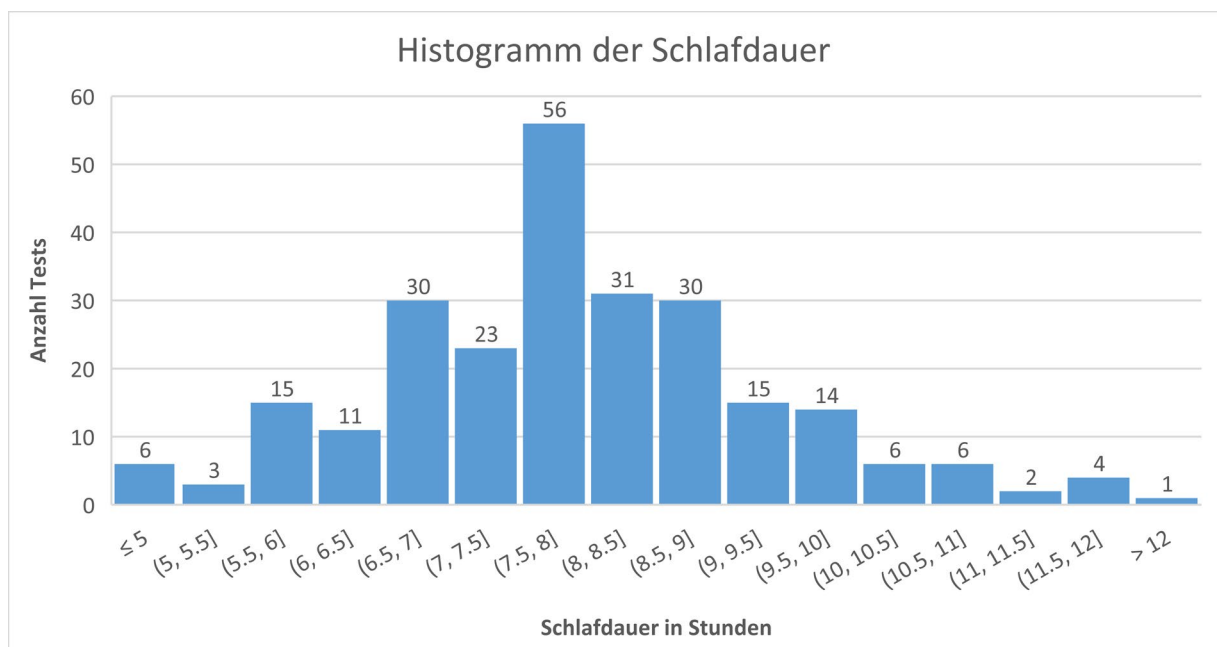


Abbildung 7: Histogramm der Schlafdauer (eigene Darstellung 2021).

Die Grafik zeigt, wie viele Tests bei der jeweiligen Schlafdauer absolviert wurden. Ein Grossteil der TeilnehmerInnen schlief zwischen 6.5 und 9 Stunden. Auffällig ist der Ausreisser im Intervall (7.5, 8] Stunden mit 56 Tests. Hier wurden fast doppelt so viele Tests, wie in den anderen Intervallen absolviert.

Intuitiv würde man bei der Anzahl der Tests ein Histogramm erwarten, dass sich stark an eine Standardverteilung anlehnt. Dies ist aber nicht der Fall und ist auch nicht auf die gewählten Bandbreiten für den Schlaf zurückzuführen. Vielmehr scheint es, dass Schlafrhythmen der Probanden zu diesem Resultat geführt haben, insbesondere bei den häufigsten Schlafdauern.

Die Schlafdauer betrug für das gesamte Effektiv im Schnitt 7.6 Stunden mit einer Standardabweichung von 1.45 Stunden. Unter die «kritische» Marke von 6 Stunden entfallen 24 Tests. Diese Grösse ist wichtig, da weniger als 6 Stunden Schlaf für die Konzentrationsfähigkeit als kritisch gelten. Diese Aussage wird statistisch geprüft.

Nicht direkt im Fokus der Studie steht die Frage der Regelmässigkeit des Schlafes der Probanden. Da die Daten eine entsprechende Auswertung aber einfach ermöglichen, habe ich für Probanden mit mehr als 10 Tests die durchschnittliche Schlafdauer und deren Standardabweichung ermittelt.

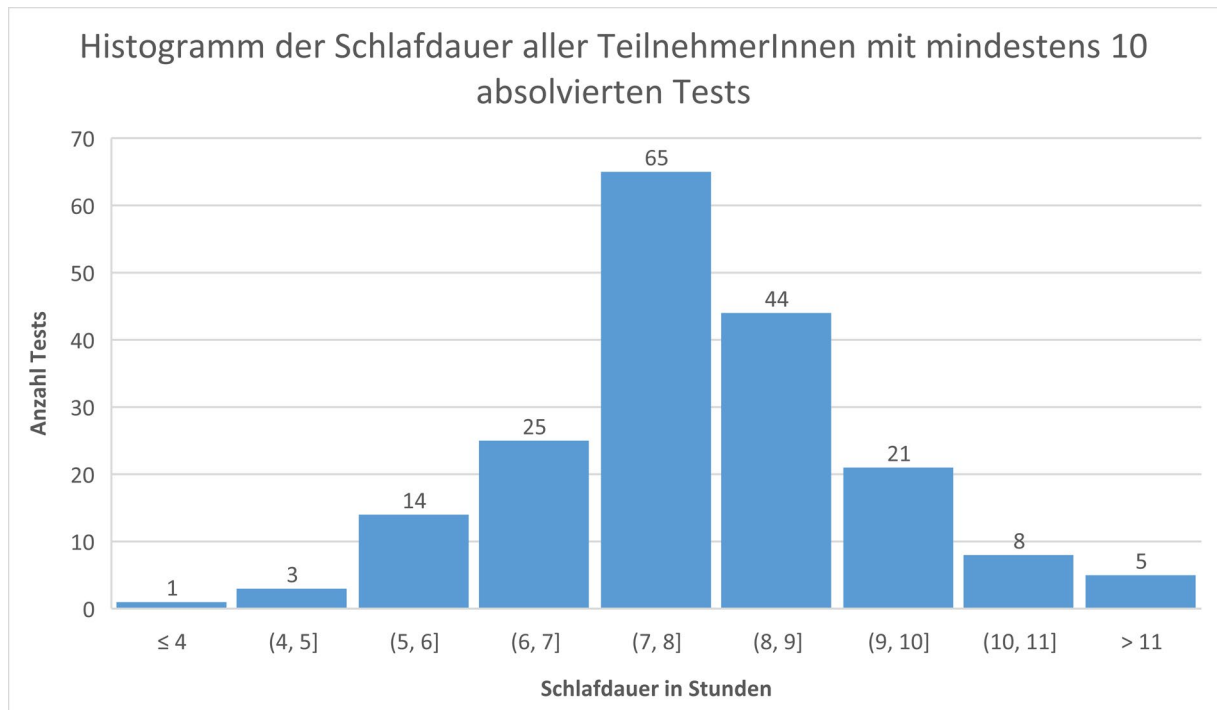


Abbildung 8: Histogramm der Schlafdauer aller TeilnehmerInnen mit mindestens 10 absolvierten Konzentrationstests (eigene Darstellung 2021).

Die Darstellung zeigt wie viele Tests bei der jeweiligen Schlafdauer absolviert wurde. Es wurden nur die TeilnehmerInnen berücksichtigt, die mindestens 10 Konzentrationstests absolviert haben. Dabei befinden sich 185 gelöste Tests in der Datenreihe. 59 Prozent der Tests befindet sich in den Intervallen (7, 8] und (8, 9]. Wenige Ausreisser, wie beispielsweise ein Test von 2.83 Stunden, sowie ein weiterer Test von 12 Stunden sind vorhanden. Generell pendeln sich die Tests im Intervall (6, 10] Stunden Schlaf ein.

Im Falle dieses Histogramms ist eine klare Standardverteilung zu sehen. Dies ist darauf zu führen, dass die Ausreisser der TeilnehmerInnen, welche nur wenige Tests absolviert haben, in dieser Grafik nicht berücksichtigt werden. Für die regelmässigen TeilnehmerInnen beträgt die Schlafdauer im Durchschnitt 8 Stunden. Auch hier ist der erhöhte Mittelwert auf die Personengruppe zurückzuführen, die nur wenige Tests absolviert haben. Die Standardabweichung ist bedeutend ähnlich, wie jene oben. Beide besitzen Werte von ca. 1.44 Stunden.

## 2. Schlafqualität

Eine weitere Hypothese ist, dass nebst der Schlafdauer auch die wahrgenommene Schlafqualität einen Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit ausübt. So fragen wir fast immer, ob jemand gut geschlafen hat und nur selten, wie lange jemand geschlafen hat.

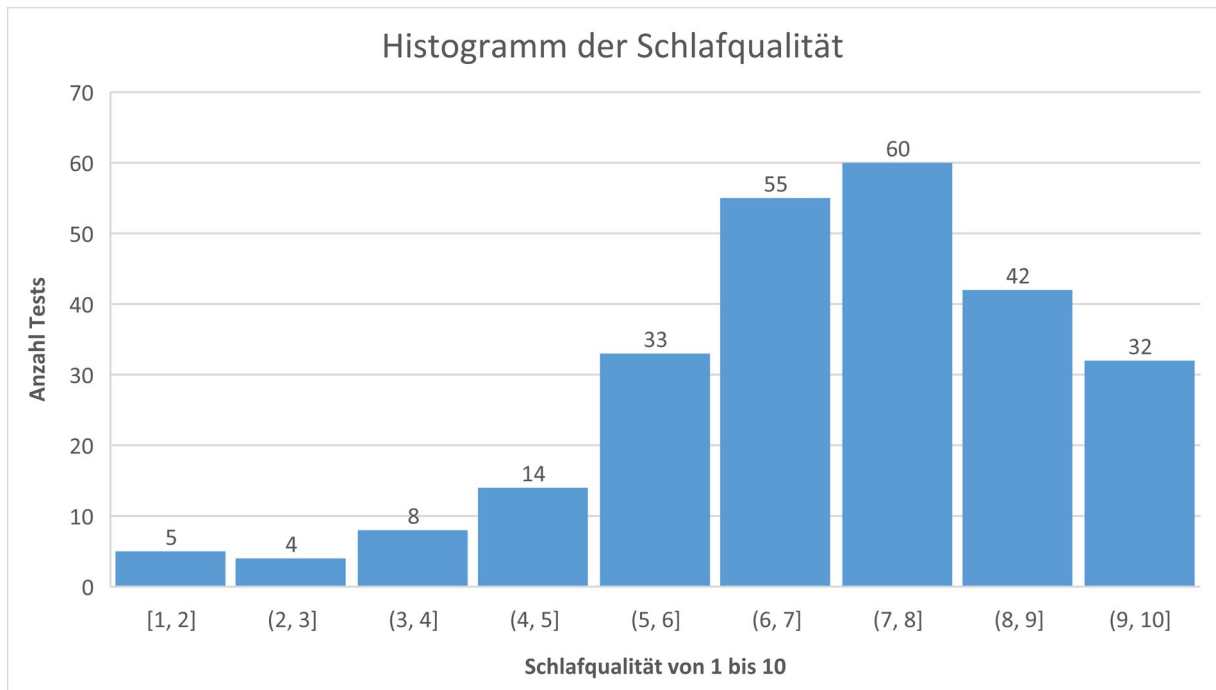


Abbildung 8: Histogramm der Schlafqualität (eigene Darstellung 2021).

Die Grafik zeigt eine Häufigkeit der jeweiligen Schlafqualität. Klar zu erkennen ist, dass Schlafqualitäten im Bereich von eins bis vier selten vorkamen. Beispielsweise gab es nur 2 Tests mit einer angegebenen Schlafqualität von 1. Weiterhin ist klar zu erkennen, dass die meisten Tests eine gut bis sehr gute Schlafqualität aufweisen. Beispielsweise gab es 21 Tests mit einer Schlafqualität von 10. Der Grossteil der Schlafqualität lag zwischen 6 und 8. Dabei gab es in diesem Intervall 147 Tests.

Im Gegensatz zur Schlafdauer folgt das Histogramm fast lehrbuchmässig einer Verteilfunktion oder liesse sich mit hoher Zuverlässigkeit über eine Verteilfunktion abbilden. Dies lässt sich dadurch erklären, dass es sich um eine subjektive Wahrnehmung handelt und nicht um eine objektive Messgrösse.

Die Schlafqualität ist in diesem Test eine rein subjektive Empfindung. Den Probanden wurden ausser der zu verwendenden Skala keine weiteren Hilfestellungen zur Bestimmung der Schlafqualität gegeben. Trotzdem scheint die doch sehr regelmässig verlaufende Verteilung auf ein gemeinsames Verständnis von Schlafqualität zurückkommen. Die Schlafqualität wird auch noch in einer Regression auf Zusammenhang mit den Testergebnissen untersucht.

### 3. Ergebnisse der Tests

Testergebnisse können individuell oder über alle Probanden betrachtet werden. Unter den Probanden gibt es dabei erhebliche, auf individuelle Fähigkeiten zurückzuführende Unterschiede. Diese individuellen Fähigkeiten haben auf die Ergebnisse jedoch keinen Einfluss, da jeder Test mit einer Schlafdauer oder einer Schlafqualität in Bezug gebracht wird.

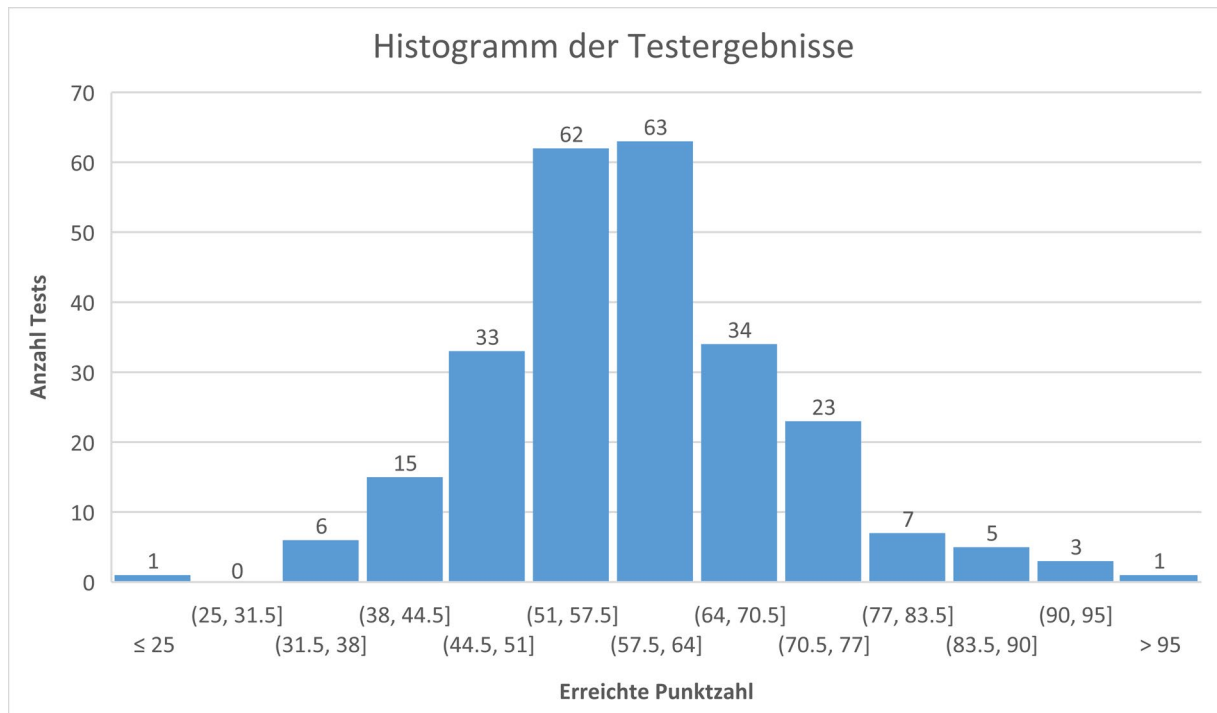


Abbildung 9: Histogramm der Testergebnisse (eigene Darstellung 2021).

Die Grafik zeigt eine Verteilung der Testergebnisse. Ein Grossteil davon befindet sich im Bereich von 45 bis 71 Punkten. Wenige Ausreisser nach Oben und Unten waren vorhanden. Die Grafik weist eine typische Normalverteilung auf.

Die Verteilung aller Testergebnisse ergibt ein Histogramm ohne Ausreisser, d.h. ein Anstieg bis zur höchsten Häufigkeit und danach ein Abstieg ohne Ausreisser.

Im Durchschnitt wurden 59.19 Symbole korrekt zugeordnet, die Standardabweichung betrug 11.76 Symbole.



#### 4. Steigerung der erreichten Punktzahl über die Dauer

Die wiederholte Durchführung der Tests führt zu einem typischen Trainingseffekt. Die Abläufe (z.B. Auge-Hand) werden eingespielt und optimiert. Dadurch erhöht sich bei gleichbleibenden anderen Bedingungen im Laufe der Zeit das Testergebnis. Dies konnte statistisch aufgezeigt werden.

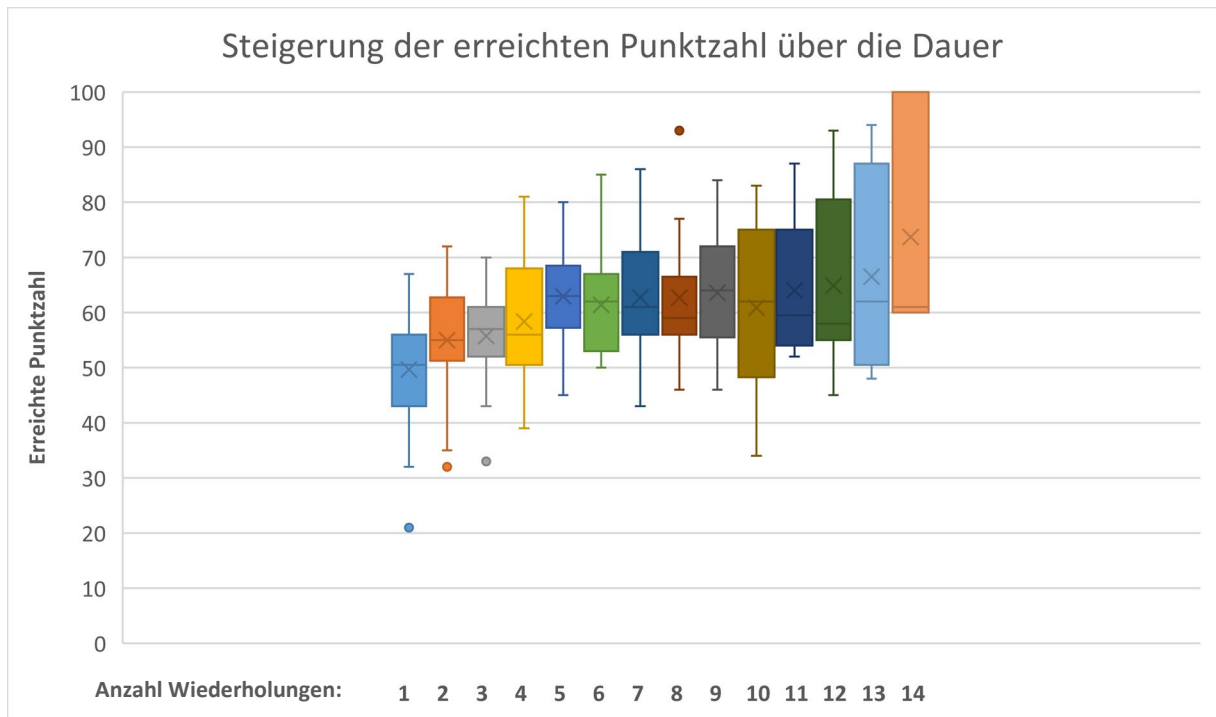


Abbildung 10: Steigerung der erreichten Punktzahl über die Dauer (eigene Darstellung 2021).

Die Grafik zeigt, wie sich die Erreichte Punktzahl mit der Anzahl Wiederholungen verändert. Beim ersten Testversuch beträgt der Mittelwert 49.66. Ausreisser nach unten wie beispielsweise bei den ersten paar Versuchen von 21, 22 und 33 kamen selten vor. Weiterhin gab es wenige Ausreisser nach oben, wie beispielsweise beim 8 oder beim 14 Testversuch. Dort wurde eine Punktzahl von 93 bzw. 100 erreicht.

Der Trainingseffekt lässt sich leicht erkennen, insbesondere in den ersten Wiederholungen. Nach etwa 5 Tagen scheint sich die Trainingskurve abzuflachen. Später nimmt die Variabilität und damit die Zuverlässigkeit der Aussagen mangels ausreichender statistischer Grundlagen ab.

Die Steigerung der Testergebnisse über die Zeit ist auf den Gewöhnungs- oder Trainingseffekt zurückzuführen. Die Variabilität nimmt gegen Ende zu, da die Anzahl Tests abnimmt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ausgelassene Tests entfernt wurden und die verbleibenden nach links geschoben wurden. In der Darstellung für Tag 14 sind also nur Ergebnisse von Teilnehmern, die an allen 14 Tagen den Test absolviert hatten. Die Aussage zum Trainingseffekt ist also insbesondere für die ersten Tage statistisch zuverlässig. Es ist zu bedenken, dass am ersten Tag wesentlich mehr Tests absolviert wurden, wie in den letzten paar Tagen. Somit entstehen Lücken bei der Interpretation, da nicht genügend Daten vorhanden sind.

### 5.3 Kombinierte statistische Betrachtung

#### 1. Schlafdauer und Ergebnisse der Tests

Die zentralste Hypothese für die Studie war, dass es einen direkt messbaren Zusammenhang zwischen der Konzentrationsfähigkeit und der vorhergehenden Schlafdauer gibt. Dies konnte aber in der Studie so nicht messbar nachgewiesen werden. Einzig bei sehr kurzer Schlafdauer von weniger als 6 Stunden scheint bei diesem Test ein Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit vorzuliegen.

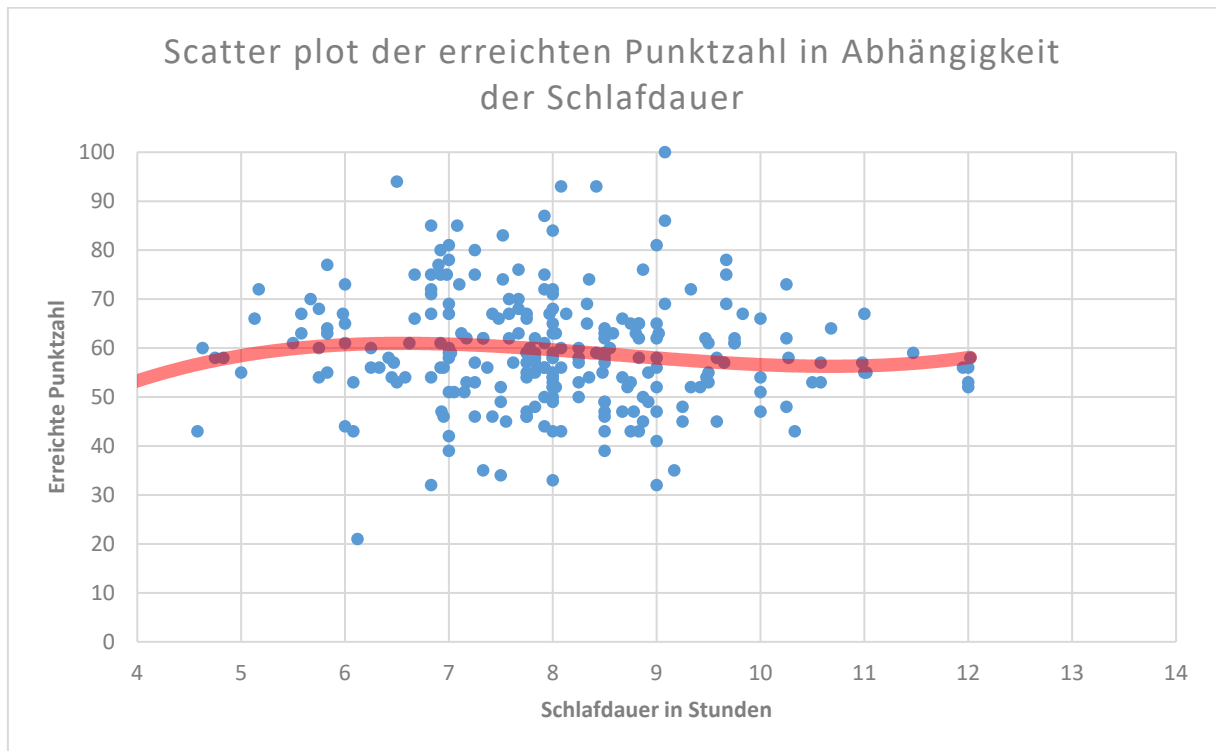


Abbildung 11: Scatter Plot der erreichten Punktzahl in Abhängigkeit der Schlafdauer (eigene Darstellung 2021). Die Grafik zeigt, wie sich die Testergebnisse in Abhängigkeit der Schlafdauer entwickelten. Auffällig ist, dass nur sehr wenige Tests unter 40 Punkte erreicht haben. Ebenso haben sehr wenige Tests mehr als 80 Punkte erreicht. Der Grossteil der absolvierten Konzentrationstests befindet sich im Intervall von [6, 10] Stunden Schlaf, sowie einer Erreichten Punktzahl von 40 bis 80 Punkten. Dadurch entsteht eine Häufung zentral in der Grafik.

Die Ergebnisse an den beiden Enden, d.h. sehr kurze oder sehr lange Schlafdauer sind statistisch nicht robust. Zumindest scheint es, dass aber bei genügender Schlafdauer über 6 Stunden kein weiterer Gewinn an Konzentrationsfähigkeit nachweisbar ist.

Das Ergebnis ist aber nicht so zu werten, dass generell die Schlafdauer keinen Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit hat. Der Test berücksichtigt nur die Schlafdauer der vorhergehenden Nacht und somit nicht den Einfluss eines chronischen Schlafmangels auf die Konzentrationsfähigkeit.

Chronischer Schlafmangel hat einen grossen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit und somit auch auf die Konzentration. Bereits nach wenigen Tagen Schlafmangel weist eine Mehrheit der Leute eine bedeutend tiefere Reaktionsfähigkeit auf. Diese ist vergleichbar mit den Werten von Personen, die ein Promille Alkohol im Blut haben.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Mutter, 25.01.2019.

## 2. Schlafqualität und Ergebnisse der Tests

Ob wir uns am Morgen ausgeruht und fit fühlen, hängt nicht zwangsläufig von der Schlafdauer ab. Sie kann sehr wohl einen bedeutenden Einfluss haben. Andere Faktoren spielen dabei aber auch eine wichtige Rolle. Diesbezüglich möchte ich auf den Anhang mit den 12 Empfehlungen für einen guten Schlaf verweisen.

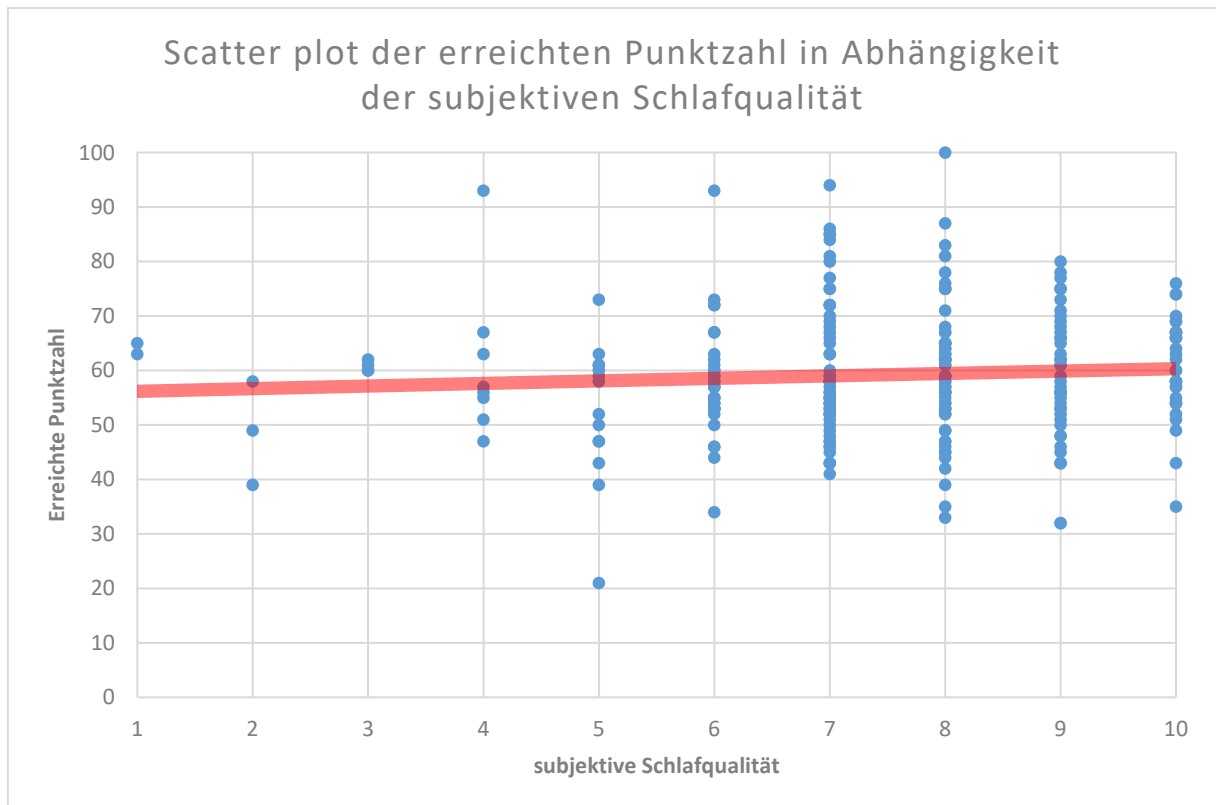


Abbildung 12: Scatter plot der erreichten Punktzahl in Abhängigkeit der subjektiven Schlafqualität (eigene Darstellung 2021). Die Darstellung zeigt die erreichte Punktzahl auf der y-Achse (von 0 bis 100 möglichen Punkten) im Verhältnis zu der jeweiligen subjektiven Schlafqualität auf der x-Achse (von 1 bis 10, wobei 1 als schlecht und 10 als gut beurteilt wird). Auffällig ist, dass sehr wenige Tests gelöst wurden, bei welchen die TeilnehmerInnen eine «schlechte Nacht» erlebt haben.

Die Regression zwischen Testscore und subjektiver Schlafqualität ergibt einen positiven Zusammenhang. Die Probanden haben also nach einem subjektiv guten Schlaf auch ein objektiv besseres Testergebnis erzielt.

### 3. Alkohol- und Nikotinkonsum und Ergebnisse der Tests

Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass Alkohol- und Nikotinkonsum einen negativen Einfluss auf die Schlafqualität haben. «In einer Laborstudie, in der gesunde Personen angewiesen wurden, Alkohol zu trinken und sich anschließend einer Polysomnografie zu unterziehen, wurde gezeigt, dass der REM-Schlaf (Rapid Eye Movement) in der ersten Hälfte des Schlafzyklus unterdrückt wurde, gefolgt von einer Zunahme in der zweiten Hälfte des Schlafzyklus. Alkoholkonsum könnte zu Beginn des Schlafzyklus einen Tiefschlaf auslösen, aber wenn der Schlaf länger andauert, könnte sich die Gesamtschlafqualität aufgrund der geringeren Menge an langsamen Wellen und der REM-Schlaf-Reboundphase verschlechtern. Dies stimmt mit unseren Ergebnissen überein, dass Alkoholkonsum bei Männern die Gesamtschlafdauer verkürzt und die Schlafstörungen verstärkt.»<sup>32</sup> «Die Polysomnografie ist eine Untersuchung und Messung bestimmter biologischer Parameter im Schlaf.»<sup>33</sup>

Diesen Zusammenhang konnte auch mit den Testergebnissen bestätigt werden, wie folgende Abbildung nachvollziehbar belegt.

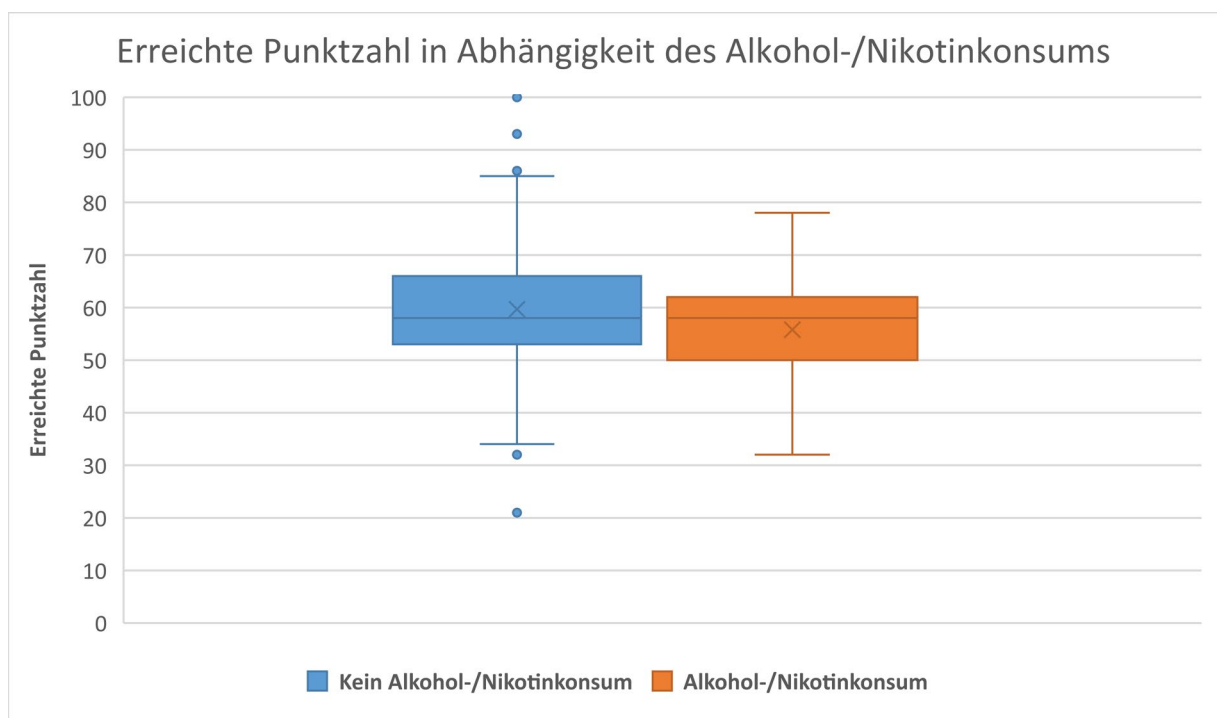


Abbildung 13: Erreichte Punktzahl in Abhängigkeit des Alkohol-/Nikotinkonsums (eigene Darstellung 2021).

Die Darstellung zeigt den Vergleich zwischen Tests, bei denen Alkohol bzw. Nikotin konsumiert wurde, oder eben nicht. Von den insgesamt 253 durchgeführten Tests wurde bei 33 Tests von TeilnehmerInnen ein Konsum angegeben. Dies ergibt ein Verhältnis von 1 Konzentrationstest mit Alkohol-/Nikotinkonsum gegenüber von 7 Konzentrationstests ohne Alkohol-/Nikotinkonsum. Der Median der erreichten Punktzahl beträgt bei beiden Datenreihen 58. Jedoch beträgt der Mittelwert der erreichten Punktzahl bei den Tests mit Alkohol-/Nikotinkonsum 55.79 und jener der Tests ohne Alkohol-/Nikotinkonsum 59.69.

Es ist zu bedenken, dass pro gelöster Konzentrationstest mit Alkohol-/Nikotinkonsum 7 Tests ohne Alkohol-/Nikotinkonsum gelöst wurden. Durch dieses Ungleichgewicht entstehen Schwierigkeiten bei der Interpretation. Ebenso werden die Ausreisser in der Datenreihe mit Alkohol-/Nikotinkonsum dadurch nicht angezeigt, in der anderen Datenreihe jedoch schon. Allgemein ist in der Untersuchung

<sup>32</sup> Park et al. 20.11.2015, übersetzt durch den Autor.

<sup>33</sup> DocCheck Flexikon, 01.07.2007.

ein Mangel an Tests. Somit werden durch diese keine Fakten, sondern nur Hinweise, die interpretiert werden müssen, geliefert.

#### 4. Schlafqualität im Vergleich mit der Schlafdauer

Die Schlafqualität in diesem Test ist eine rein subjektive Einschätzung der Probanden. Intuitiv überrascht es aber nicht, dass diese Einschätzung positiv mit der Schlafdauer korreliert. Tatsächlich ist dies statistisch betrachtet der stärkste Befund in dieser Studie.

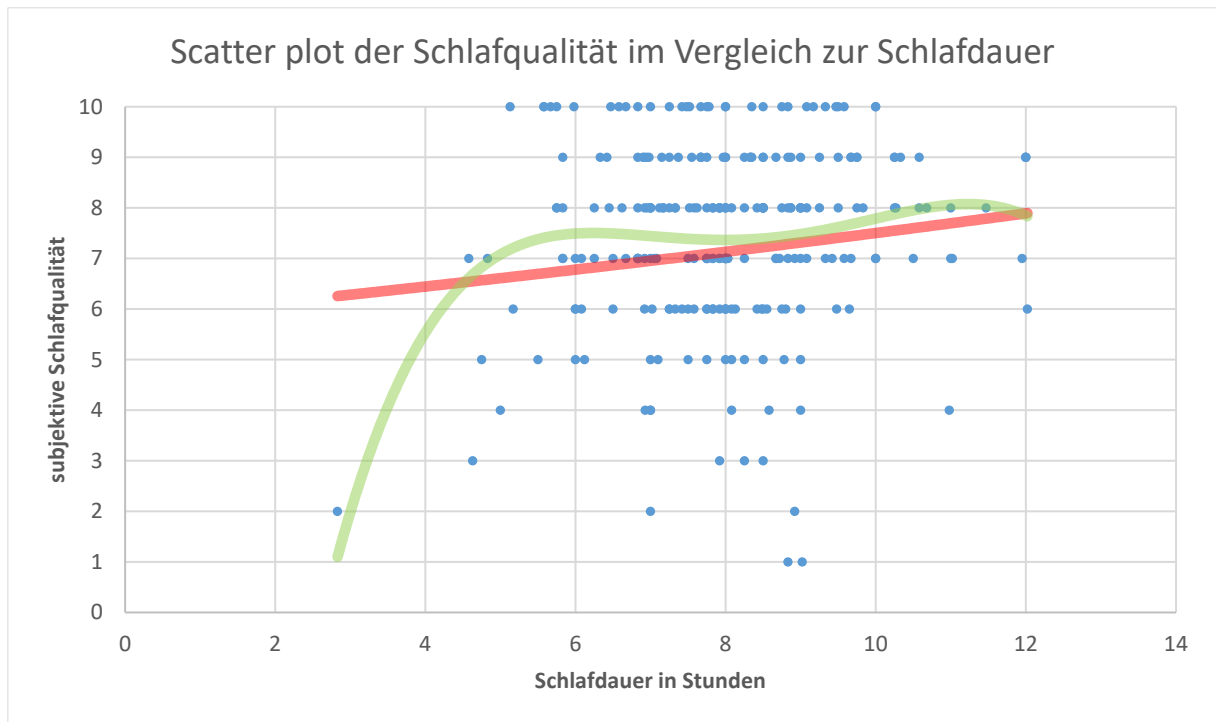


Abbildung 14: Scatter plot der Schlafqualität im Vergleich zur Schlafdauer (eigene Darstellung 2021).

Die Grafik zeigt die Verteilung der Schlafdauer im Vergleich mit der Schlafqualität. Der Grossteil der Tests wies dabei eine Schlafdauer von 6 bis 10 Stunden und eine dazugehörige subjektive Schlafqualität von 6 bis 10 aus. Dabei wurden 2 Trendlinien genutzt. Die rote Trendlinie ist eine Exponentielle Funktion. Die grüne Trendlinie ist eine polynomische Funktion 4 Grades. Diese wurde verwendet, um beispielsweise die Ausreisser wie Punkt  $P(2.83 | 2)$  zu berücksichtigen.

Nicht weiter überraschend ist das statistische Resultat, wonach die Schlafqualität nach einer längeren Schlafdauer besser eingestuft wird.

## 6 Fazit

Bei der Wahl meines Themas für die Maturaarbeit stand die Auswahl einer mich persönlich interessierenden und relevanten Themenkreises im Vordergrund. Es ging also nicht darum, ein möglichst "einfaches" Thema zu bearbeiten. Zudem war es mir wichtig, dass ich selbst für künftige Arbeiten auf Erfahrungen zurückgreifen kann. Dies führte zu einer komplexen Verkettung von doch sehr unterschiedlichen Themen, welche auch in ihrer Sequenz aus einer Projektperspektive anspruchsvoll waren.

In meinem Fazit möchte ich deshalb auf diese verschiedenen Blöcke eingehen. Dabei muss immer berücksichtigt werden, dass Abhängigkeiten bestehen und deshalb das Gesamtergebnis mehr als die Summe der einzelnen Blöcke darstellt.

Themenwahl und Eingrenzung des Themas: Gerade im Lebensabschnitt eines Maturanden oder jungen Erwachsenen ist die Schlaffrage oftmals vernachlässigt, aber trotzdem von grosser Bedeutung. Deshalb erachtete ich die Frage des Einflusses von Schlaf auf die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit als relevante Fragestellung und dabei insbesondere die Frage, ob über ausreichenden respektive mangelnden Schlaf die Leistungsfähigkeit beeinflusst werden kann, im positiven wie im negativen Sinne.

Literatur zum Thema und relevante Forschungsergebnisse: Das Thema Schlaf ist natürlich in klinischen Studien umfassend erforscht, auch wenn es sich nicht um den allerwichtigsten Forschungsbereich handelt. Dabei steht meist der medizinische Bereich eines chronischen Schlafmangels oder einer Schlaflosigkeit im Vordergrund. Der kurzfristige Einfluss des Schlafes auf die Leistungsfähigkeit bei "schlafgesunden" Menschen im Alltag steht hingegen weniger im Fokus der klinischen Studien und Forschung.

Design einer Versuchsanordnung: Das Testen des Einflusses der Konzentrationsfähigkeit ist per se nicht ein Thema, welches an die Forschung zum Schlaf gekoppelt ist. Aus diesem Grunde musste ich auch hierzu in anderen Bereichen fündig werden. Dabei galt es auch, dem Aspekt der einfachen Durchführbarkeit im üblichen Alltag Rechnung zu tragen. Hier musste also eine Nutzenoptimierung unter einschränkenden Rahmenbedingungen gefällig werden. Die Wahl fiel deshalb auf den «Digit Symbol Substitution Test» (DSST)

Umsetzung über heute zur Verfügung stehende informatische Plattformen: Durch die vorgängig erwähnte Rahmenbedingung der einfachen, in den Alltag integrierbaren Durchführung, war eine digitalisierte Umsetzung der einzig realistisch gangbare Weg. Praktisch bedeutete dies, dass ich entweder eine bestehende Plattform finden würde oder aber selbst eine spezifisch für die Fragestellung dieser Maturaarbeit aufsetzen müsste. Nach Evaluation fiel die Wahl auf die zweite Option, was allerdings mit erheblichem Aufwand verbunden war. Wie bei allen Informatikprojekten waren damit auch Durchführungsrisiken verbunden. Mit mehr Erfahrung wäre der Aufwand geringer gewesen. Trotzdem ist gerade die Erkenntnis, dass mit den heutigen Mitteln der Informatik gerade auch Studien im Alltag viel praxisnäher durchgeführt werden können, wohl nebst den thematischen Resultaten die für mich wichtigste Erkenntnis dieser Arbeit.

Praktische Durchführung der Testreihen: Bei der praktischen Durchführung galt es, willige Probanden zu finden und zur Teilnahme zu motivieren. Da die Anwender auch zum Teil "exotische" Instrumente zur Durchführung wählten (unterschiedliche Betriebssysteme, Browser, etc.), gab es trotz vieler Tests letztlich einige wenige technische Herausforderungen. Trotzdem kann die praktische Umsetzung als robust und zuverlässig eingestuft werden.

Auswertung der Resultate und statistische Befunde: Die Auswertung der Testresultate war durch die spezifisch auf die Testanlage ausgelegte Plattform ausgerichtete Datenstruktur mit entsprechender Datenbank gut möglich. Es hat sich aber gezeigt, dass die doch recht hohe Anzahl an Daten in Randbereichen statistisch nicht immer befriedigend war. Dadurch mussten Resultate für diese Bereiche (also insbesondere zu wenig Schlaf) eher interpretiert werden. Aus einer wissenschaftlichen Sicht konnten sie nicht in angestrebten Sinnen statistisch belegt werden.

Folgerungen aus den statistischen Befunden: Unter Vorbehalt der statistischen Relevanz konnte aber doch aufgezeigt werden, dass auch eine kurzfristige Optimierung negative Einflüsse auf die Konzentrationsfähigkeit vermeiden lässt. Die Schlafdauer ist dabei aber nicht eine isolierte Variable, sondern ein Einflussfaktor unter vielen, die man wohl besser unter dem qualitativen Begriff der Schlafqualität zusammenfassen sollte. Schlafqualität ist dabei ein sehr individuelles Thema.

Schreiben der Maturaarbeit: Beim Schreiben hat man die Tendenz zu erzählen, was alles gemacht wurde. Dies ist aber nur ein Teil der Arbeit und eigentlich ein Hygienefaktor. Dazu soll insbesondere auch für den interessierten Leser das Thema vertieft und auch ein Mehrwert geschaffen werden.

Wichtigste Erkenntnisse: Eine themenübergreifende Arbeit bedeutet, dass entsprechend viele Themen letztlich zu einem Ganzen zusammengeführt werden müssen. Gerade bei dieser Arbeit war dies der Fall. Die Thesen konnten zumindest indikativ bestätigt werden. Genauso wichtig erscheint mir aber, dass mit Hilfe der Digitalisierung Studien im Alltag geplant und durchgeführt werden können. Dies wäre vor einigen Jahren so noch nicht möglich gewesen. Dies bedeutet aber, dass entweder themenübergreifende Kenntnisse vorhanden sein müssen oder aber entsprechende Kenntnisse über Teams zum Tragen kommen. Bei einer Maturaarbeit ist natürlich Ersteres gefragt. Bei einer Forschungsarbeit, die eine Maturaarbeit übersteigt, stünde hingegen die Teamarbeit im Vordergrund.

## Quellen- und Literaturverzeichnis

- Altermedzentrum*. (ohne Datum). Abgerufen am 07. Dezember 2021 von <https://altermedzentrum.com/wp-content/uploads/2019/01/gggfd.jpg>
- Altevoigt, e. a. (2006). *National Center for Biotechnology Information, National Academy of Sciences*. Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK19961/>
- Carbone, V. (24. April 2020). *Hoststar*. Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://www.hoststar.ch/de/blog/was-ist-eine-domain>
- Carsten, U. (09. Juni 2017). *Das Schlafmagazin*. Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://www.betten.de/magazin/schlafen-themen-specials-schlaftypen-morgentypen-und-abendtypen.html>
- DocCheck Flexikon*. (01. Juli 2007). Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://flexikon.doccheck.com/de/Polysomnographie>
- Donald, K. (19. April 2017). *Schlafapnoe Online*. Abgerufen am 26. Oktober 2021 von <https://schlafapnoe-online.de/der-schlafzyklus-und-seine-phasen/>
- Erkec, E. (17. Juli 2020). *SQLShack*. Abgerufen am 06. Dezember 2021 von <https://www.sqlshack.com/an-introduction-to-sql-tables/>
- Esther Heerema, M. (08. März 2021). *verywellhealth*. Abgerufen am 03. Dezember 2021 von <https://www.verywellhealth.com/what-is-the-digit-symbol-test-98639>
- Fiege, W.-D. (19. Februar 2019). *Host Europe*. Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://www.hosteurope.de/blog/was-ist-ein-webserver/>
- Health, N. I. (Hrsg.). (Sommer 2012). *medlineplus*. Abgerufen am 11. November 2021 von [https://magazine.medlineplus.gov/pdf/MLP\\_Summer2012web.pdf](https://magazine.medlineplus.gov/pdf/MLP_Summer2012web.pdf)
- Heusser, M. (Dezember 2019). *Tech Target*. Abgerufen am 3. Dezember 2021 von <https://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/debugging>
- Hummel, S. (13. Februar 2019). *Hannoversche Allgemeine Zeitung*. Abgerufen am 4. Dezember 2021 von <https://www.haz.de/Nachrichten/Wissen/Uebersicht/Neue-Studie-Wie-Schlaf-das-Immunsystem-staerkt>
- Mandal, D. A. (29. Januar 2020). *Medical News*. Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://www.news-medical.net/health/What-is-sleep.aspx>
- Mathew, W. (2017). *Why we sleep*. New York: Scribner.
- MuleSoft*. (o. D.). Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://www.mulesoft.com/de/resources/api/what-is-an-api>
- Mutter, R. (25. Januar 2019). *CSS*. Abgerufen am 4. Dezember 2021 von <https://www.css.ch/de/privatkunden/meine-gesundheit/psyche/schlaf/schlafmangel-folgen.html#schlafmangel-macht-risikofreudig>



- National Institute on Aging. (26. Mai 2005). Abgerufen am 22. August 2021 von [https://healthabc.nia.nih.gov/sites/default/files/dsst\\_0.pdf](https://healthabc.nia.nih.gov/sites/default/files/dsst_0.pdf)
- Oracle. (20. Juli 2021). *mysql.com*. Abgerufen am 16. August 2021 von <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/installing.html>
- R., I. (19. Dezember 2019). *Brain Effect*. Abgerufen am 24. November 2021 von <https://www.brain-effect.com/magazin/tiefschlaf-ratgeber>
- Schwabe*. (16. September 2021). Abgerufen am 27. Oktober 2021 von <https://www.schwabe.at/schlafphasen/>
- Snooze Project*. (23. November 2020). Abgerufen am 21. Oktober 2021 von <https://www.snoozeproject.de/schlafphasen/>
- Soon-Yeob Park, e. a. (20. November 2015). *National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine*. Abgerufen am 17. November 2021 von <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4666864/>
- Steinbrink, B. (26. Februar 2018). *Der Schlafraum*. Abgerufen am 2. Juni 2021 von <https://www.derschlafraum.de/schlafberatung/blog/die-fuenf-schlafphasen-so-sieht-gesunder-schlaf-aus>
- Tschöpe, A. (2018). *Das Grosse Buch vom Schlaf*. München: Wilhelm Goldmann Verlag.
- Vercel. (23. Juni 2021). *nextjs.org*. Abgerufen am 16. August 2021 von <https://nextjs.org/docs/getting-started>
- Vogt, R. (27. Oktober 2012). *Das Gehirn*. Abgerufen am 4. Dezember 2021 von <https://www.dasgehirn.info/handeln/schlaf-und-traum/lernen-im-schlaf>
- Wakonig, D. H. (15. Juni 2017). *Somnishop*. Abgerufen am 8. Oktober 2021 von <https://sominishop.com/gut-und-gesund-schlafen-in-den-schlafphasen/>
- wbamborg. (7. Oktober 2021). *Mozilla developer documentation*. Abgerufen am 4. Dezember 2021 von [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Common\\_questions/What\\_is\\_a\\_URL](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Common_questions/What_is_a_URL)
- Wikipedia, IP-Adresse*. (21. November 2021). Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/IP-Adresse>
- Wikipedia: Chronotyp*. (02. Dezember 2021). Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Chronotyp>
- Wikipedia: Human body temperature*. (13. November 2021). Abgerufen am 24. November 2021 von [https://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_body\\_temperature](https://en.wikipedia.org/wiki/Human_body_temperature)
- Wikipedia: Website*. (17. November 2021). Abgerufen am 05. Dezember 2021 von <https://en.wikipedia.org/wiki/Website>

## Anhang

### 1. Matthew Walker gibt zwölf Tipps für einen gesunden Schlaf in seinem Buch «Why We Sleep»:

**«1. Halten Sie sich an einen Schlafplan.** Gehen Sie zu Bett und wachen Sie jeden Tag zur gleichen Zeit auf. Als Gewohnheitstiere fällt es den Menschen schwer, sich an veränderte Schlafgewohnheiten anzupassen. Wer am Wochenende länger schläft, kann den Schlafmangel unter der Woche nicht vollständig ausgleichen und hat es am Montagmorgen schwerer, früh aufzustehen. Stellen Sie einen Wecker für die Schlafenszeit. Oft stellen wir uns einen Wecker, wenn es Zeit zum Aufwachen ist, aber nicht, wenn es Zeit zum Schlafengehen ist. Wenn es nur einen Ratschlag gibt, an den Sie sich erinnern und den Sie aus diesen zwölf Tipps mitnehmen, dann sollte es dieser sein.

**2. Bewegung ist grossartig, aber nicht zu spät am Tag.** Versuchen Sie, an den meisten Tagen mindestens dreissig Minuten zu trainieren, aber nicht später als zwei bis drei Stunden vor dem Schlafengehen.

**3. Vermeiden Sie Koffein und Nikotin.** Kaffee, Cola, bestimmte Teesorten und Schokolade enthalten das Stimulans Koffein, und es kann bis zu acht Stunden dauern, bis seine Wirkung vollständig nachlässt. Daher kann eine Tasse Kaffee am späten Nachmittag dazu führen, dass Sie nachts nur schwer einschlafen können. Auch Nikotin ist ein Stimulans, das bei Rauchern oft zu einem sehr leichten Schlaf führt. Ausserdem wachen Raucher wegen des Nikotinentzugs oft zu früh am Morgen auf.

**4. Vermeiden Sie alkoholische Getränke vor dem Schlafengehen.** Ein Schlummertrunk oder ein alkoholisches Getränk vor dem Schlafengehen kann Ihnen helfen, sich zu entspannen, aber starker Alkoholkonsum raubt Ihnen den REM-Schlaf und hält Sie in den leichteren Phasen des Schlafs. Starker Alkoholkonsum kann auch zu einer Beeinträchtigung der nächtlichen Atmung beitragen. Ausserdem neigt man dazu, mitten in der Nacht aufzuwachen, wenn die Wirkung des Alkohols abgeklungen ist.

**5. Vermeiden Sie grosse Mahlzeiten und Getränke spät in der Nacht.** Ein kleiner Snack ist in Ordnung, aber eine grosse Mahlzeit kann zu Verdauungsstörungen führen, die den Schlaf beeinträchtigen. Wenn Sie nachts zu viel Flüssigkeit zu sich nehmen, kann dies zu häufigem Aufwachen zum Urinieren führen.

**6. Vermeiden Sie nach Möglichkeit Medikamente, die Ihren Schlaf verzögern oder stören.** Einige häufig verschriebene Herz-, Blutdruck- oder Asthmamedikamente sowie einige frei verkäufliche und pflanzliche Mittel gegen Husten, Erkältungen oder Allergien können den Schlafrhythmus stören. Wenn Sie Probleme mit dem Schlafen haben, sprechen Sie mit Ihrem Arzt oder Apotheker, um herauszufinden, ob Medikamente, die Sie einnehmen, zu Ihrer Schlaflosigkeit beitragen, und fragen Sie, ob sie zu anderen Tageszeiten oder am frühen Abend eingenommen werden können.

**7. Machen Sie nach 15 Uhr kein Nickerchen.** Nickerchen können helfen, verlorenen Schlaf auszugleichen, aber Nickerchen am späten Nachmittag können das Einschlafen nachts erschweren.

**8. Entspannen Sie sich vor dem Schlafengehen.** Überplanen Sie Ihren Tag nicht, damit keine Zeit zum Entspannen bleibt. Eine entspannende Aktivität, wie Lesen oder Musik hören, sollte Teil Ihres Schlafenszeitrituals sein.

**9. Nehmen Sie vor dem Schlafengehen ein heisses Bad.** Der Abfall der Körpertemperatur nach dem Verlassen des Bades kann Ihnen helfen, sich schläfrig zu fühlen, und das Bad kann Ihnen helfen, sich zu entspannen und zu verlangsamen, damit Sie besser schlafen können.

**10. Dunkles Schlafzimmer, kühles Schlafzimmer, gerätefreies Schlafzimmer.** Entferne alles in deinem Schlafzimmer, das dich vom Schlafen ablenken könnte, wie Geräusche, helles Licht, ein unbequemes Bett oder warme Temperaturen. Sie schlafen besser, wenn die Temperatur im Raum kühl gehalten wird. Ein Fernseher, ein Handy oder ein Computer im Schlafzimmer kann eine Ablenkung sein und dir den nötigen Schlaf nehmen. Eine bequeme Matratze und ein bequemes Kissen können zu einem erholsamen Schlaf beitragen. Menschen mit Schlaflosigkeit sehen oft auf die Uhr. Drehen Sie das Zifferblatt der Uhr aus dem Blickfeld, damit Sie sich beim Einschlafen keine Sorgen um die Uhrzeit machen müssen.

**11. Achten Sie auf die richtige Sonneneinstrahlung.** Tageslicht ist der Schlüssel zur Regulierung des täglichen Schlafmusters. Versuchen Sie, jeden Tag mindestens dreissig Minuten im natürlichen Sonnenlicht nach draussen zu gehen. Wachen Sie wenn möglich mit der Sonne auf oder verwenden Sie morgens sehr helles Licht. Schlafexperten empfehlen, bei Einschlafproblemen eine Stunde morgens Sonnenlicht auszusetzen und das Licht vor dem Zubettgehen herunterzudrehen.

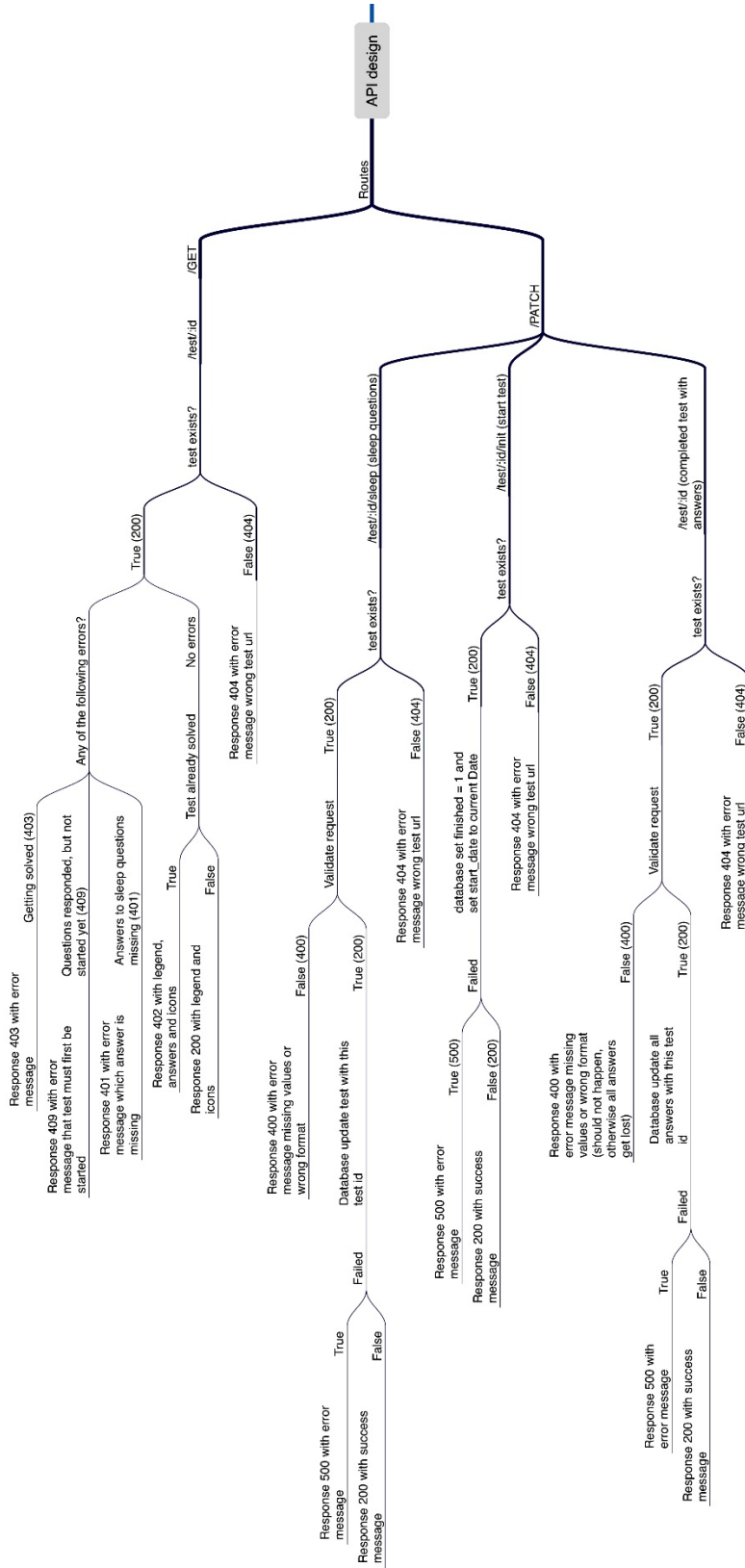
**12. Nicht wach im Bett liegen.** Wenn Sie nach mehr als zwanzig Minuten im Bett noch wach sind oder anfangen, sich ängstlich oder besorgt zu fühlen, stehen Sie auf und unternehmen Sie eine entspannende Aktivität, bis Sie sich schläfrig fühlen. Die Angst, nicht einschlafen zu können, kann das Einschlafen erschweren.»<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Health (Hrsg.) 2012, S. 20 übersetzt durch den Autor.

## 2. Weitere Informationen zur API

Bevor die API überhaupt programmiert werden konnte, musste ich mir einen Überblick verschaffen, was überhaupt nötig war und mit welcher Abfolge dies erzielt werden konnte. Folgende Darstellung zeigt dies genauer.



### 3. Weitere Informationen zur webbasierten Applikation

Wie bereits erwähnt, hatte ich kein Vorwissen, wie man eine webbasierte Applikation programmiert. Daher war mich wichtig, Schritt für Schritt vorzugehen. Folgende Darstellung half mir, den Überblick zu behalten. Weiterhin zeigt sie mir, was programmiert werden muss, wenn auf eine spezifische Route auf der Website zugegriffen wird.

