

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin
(ZfAM)

Institutsdirektor
Univ.-Prof. Dr. med. Volker Harth

Vergleich von öffentlich zugänglichen Fragebögen und HbA1c zur Abschätzung des Diabetes-Risikos im betriebsärztlichen Setting

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Carolin Nadollek
aus Crivitz

Hamburg 2022

Diese Arbeit wurde betreut von PD Dr. Alexandra Preisser,
stellvertretende Institutsdirektorin und Arbeitsgruppenleiterin
am Zentralinstitut für Arbeitsmedizin
und Maritime Medizin

**Angenommen von der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 01.09.2022**

Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Birgit-Christiane Zyriax

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. Alexandra Preisser

Kurzfassung

Gegenstand der hier vorgestellten Arbeit ist der Vergleich des neu erarbeiteten Fragebogens *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (UKE) und der Hamburg Open Online University (HOOU) mit etablierten Instrumenten sowie dem Langzeitblutzuckerwert (HbA1c) zur Abschätzung des Typ-2-Diabetes-Risikos. Die Studie wurde im betriebsärztlichen Setting mit 101 werktätigen Personen durchgeführt. Etablierte Instrumente sind der FINDRISK, Online-Fragebogen der Deutschen Diabetes Stiftung und der Online-Fragebogen des Deutschen Instituts für Ernährungsforschung (DIfE), der DIfE – DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST®. Die drei Fragebögen wurde zu einem Fragebogen zusammengefasst (im Folgenden genannt FIRDIT¹) und von insgesamt 101 Probanden nach Aufklärung und Einwilligung in der arbeitsmedizinischen Sprechstunde ausgefüllt. Danach wurden alle Antworten auf die ursprünglichen Fragebögen rückübertragen, um die jeweiligen Punkteergebnisse in jedem Fragebogen und damit einen Rückschluss auf das Diabetesrisiko entsprechend den Vorgaben der Fragebogen-Autoren zu erhalten.

Statistische Analysen mit den Punkteergebnissen sowie dem HbA1c erfolgten mittels Berechnungen von Korrelationen, Vierfeldertafeln und multipler linearer Regression, dargestellt in Tabellen und Grafiken. Alle drei Fragebögen korrelieren stark miteinander ($r = 0,738 / 0,749 / 0,809$, $p < 0,001$). Der neue Fragebogen korreliert jedoch lediglich schwach mit dem HbA1c bei fehlender Signifikanz ($r = 0,19$, $p < 0,65$). Die zum Vergleich herangezogenen etablierten Instrumente zeigen mäßige Korrelationen mit dem HbA1c ($r = 0,368 / 0,395$, $p < 0,001$). In der multiplen linearen Regression des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* zeigten sich Alter und Fleischkonsum als signifikante Risikofaktoren.

Eine Weiterentwicklung und Schärfung des Fragebogens auf dieser Datengrundlage, z.B. durch Veränderungen bei der Gewichtung der einzelnen Risikofaktoren, scheint daher sinnvoll und möglich. Zudem bildet er im betriebsärztlichen Setting eine gute Grundlage für die Beratung und Sensibilisierung der Mitarbeiter für die Volkskrankheit Typ 2 Diabetes.

Schlagwörter: Diabetes mellitus Typ 2, Risikofaktor, HbA1c, Betriebsmedizin, Früherkennung

¹ FIRDIT: FIR von FINDRISK, DI von DIfE, T von *Typ2 Diabetes – anonymer Risikotest*

Abstract

The subject of the work presented here is the comparison of the newly developed questionnaire *Type 2 DIABETES – anonymous risk test* from the UKE and the Hamburg Open Online University with established instruments and the long-term blood sugar level (HbA1c) for estimating the type 2 diabetes risk. The study was conducted during consultation hours of a provider for occupational health with 101 employees of different companies. The established questionnaires are FINDRISK, the online questionnaire of the German Diabetes Foundation and the German Diabetes Risk Test®, the online questionnaire of the German Institute of Human Nutrition Potsdam-Rehbruecke.

The three questionnaires were combined into one questionnaire (hereafter referred to as FIRDIT) and completed by a total of 101 persons after they received patient information and gave informed consent during the medical consultation. The answers were retransferred to the original questionnaires in order to obtain the respective results in each questionnaire and thus a conclusion about the risk of diabetes according to the specifications of the questionnaire authors.

Statistical analyses using the questionnaire results and the long-term blood sugar levels (HbA1c) were calculated with correlations, fourfold tables and multiple linear regression presented in tables and graphics.

While all three questionnaires correlate strongly with each other ($r = 0.738/0.749/0.809$, $p < 0.001$), there is only a weak correlation of the new questionnaire with the HbA1c in the absence of significance ($r = 0.19$, $p < 0.65$). The established questionnaires used for comparison showed moderate correlations with the long-term blood sugar level HbA1c ($r = 0.368 / 0.395$, $p < 0.001$). In the multiple linear regression, age and meat consumption emerged as significant risk factors.

A further development and refinement of the questionnaire based on this data, e.g. by changing the scoring of the individual risk factors, therefore seems reasonable and possible. In addition, it forms a good basis for advising employees and raising their awareness for the widespread disease type 2 diabetes in the setting of occupational health consultations.

Keywords: type 2 diabetes, risk factor, occupational medicine, HbA1c, screening

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Abstract	5
Inhaltsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
1 Einleitung.....	10
2 Hypothese / Fragestellung	14
3 Methoden	16
3.1 Durchführung	16
3.2 Instrumente	17
3.2.1 <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	17
3.2.2 Online-Fragebogen der Deutschen Diabetes Stiftung.....	18
3.2.3 Online-Fragebogen des Deutschen Instituts für Ernährungsforschung...	18
3.2.4 FIRDIT	19
3.2.5 HbA1c - Messung	19
3.2.6 Vergleich der Instrumente	20
3.3 Statistische Analysen	21
4 Ergebnisse.....	22
4.1 Studienteilnehmer	22
4.1.1 Epidemiologische Daten	22
4.2 Ergebnisse aus den einzelnen Fragebögen.....	26
4.2.1 Berechnung von Korrelationen.....	31
4.2.2 Berechnung von Vierfeldertafeln	39
4.2.3 Multiple lineare Regression	42
4.2.4 Korrelation HbA1c mit Einzelparametern	43
5 Diskussion	44
5.1 Demografische Daten	44
5.2 Diskussion der Ergebnisse der Fragebögen	45
5.3 Diskussion der Korrelationen untereinander	48
5.4 Diskussion der Korrelationen mit dem HbA1c.....	48
5.5 Diskussion der Vierfeldertafeln	49
5.6 Diskussion der multiplen linearen Regression	50
5.7 Diskussion der Einzelparameter	51

5.7.1	<i>Anthropometrische Daten</i>	51
5.7.2	<i>Ernährung</i>	53
5.7.3	<i>Gestationsdiabetes</i>	54
5.7.4	<i>Genetische und familiäre Prädisposition sowie körperliche Bewegung und Sport</i>	55
6	Zusammenfassung und Ausblick	58
	Abkürzungsverzeichnis	60
	Literaturverzeichnis	61
7	Danksagung	65
8	Lebenslauf	66
	Eidesstattliche Erklärung	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1a und 1b: Altersverteilung der weiblichen Studienteilnehmer (a) und der männlichen Studienteilnehmer (b)	24
Abbildung 2a und 2b: Größenverteilung der weiblichen (a) und männlichen Studienteilnehmer (b)	24
Abbildung 3a und 3b: Gewichtsverteilung der weiblichen (a) und männlichen Studienteilnehmer (b)	25
Abbildung 4a und 4b: BMI-Verteilung der weiblichen (a) und männlichen Studienteilnehmer (b)	25
Abbildung 5a und 5b: HbA1c-Verteilung der weiblichen (a) und männlichen Studienteilnehmer (b)	25
Abbildung 6 – Einordnung der Studienteilnehmer in die 5 Punkte- und Farbkategorien des <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	26
Abbildung 7 Punkteverteilung insgesamt <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	27
Abbildung 8 Einordnung der Studienteilnehmer in die 5 Punkte- und Farbkategorien des FINDRISK	28
Abbildung 9 Punkteverteilung insgesamt FINDRISK.....	28
Abbildung 10 Einordnung der Studienteilnehmer in die 4 Punkte- und Farbkategorien des Dife-DRT	29
Abbildung 11 Punkteverteilung insgesamt Dife-DRT	30
Abbildung 12 Streudiagramm der Korrelation der Punkte von FINDRISK und <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	32
Abbildung 13 Streudiagramm der Korrelation der Punkte von <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> und Dife-DRT	33
Abbildung 14 Streudiagramm der Korrelation der Punkte von FINDRISK und Dife-DRT	34
Abbildung 15 Korrelation des HbA1c-Wertes mit dem Punktergebnis im <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	35
Abbildung 16 Korrelation des HbA1c-Wertes mit dem Punktergebnis im FINDRISK.....	36
Abbildung 17 Korrelation des HbA1c-Wertes mit dem Punktergebnis im Dife-DRT	37
Abbildung 18 Vierfeldertafel <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	39
Abbildung 19 Vierfeldertafel <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	40
Abbildung 20 Vierfeldertafel <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Vergleich der zu beantwortenden Fragen.....	20
Tabelle 2 alle Studienteilnehmer	22
Tabelle 3 Studienteilnehmer weiblich	23
Tabelle 4 Studienteilnehmer männlich	23
Tabelle 5 DEGS1 Frauen	23
Tabelle 6 DEGS1 Männer	24
Tabelle 7 Ergebnisse aus allen Fragebögen	30
Tabelle 8 Korrelation FINDRISK - <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	32
Tabelle 9 Korrelation <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> - DIfE-DRT	33
Tabelle 10 Korrelation FINDRISK - DIfE-DRT	34
Tabelle 11 Korrelation <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> - HbA1c	35
Tabelle 12 Korrelation FINDRISK – HbA1c.....	36
Tabelle 13 Korrelation DIfE-DRT – HbA1c.....	37
Tabelle 14 Korrelation Bauchumfang – HbA1c	38
Tabelle 15 Korrelation Zuckerkonsum – HbA1c	38
Tabelle 16 multiple lineare Regression	42
Tabelle 17 Korrelation HbA1c – Alter	43
Tabelle 18 Korrelation HbA1c – Fleisch/Wurst.....	43

1 Einleitung

Einer Schätzung des statistischen Bundesamtes zufolge beträgt die Bevölkerung Deutschlands aktuell 83,1 Millionen Menschen. Mit 7 Millionen Erkrankten hierzulande zählt der Diabetes mellitus zu einer der größten Volkskrankheiten (Ickrath et al. 2020). Weltweit sind 422 Millionen Menschen erkrankt und er gilt als eine der Haupttodesursachen (WHO, 2020).

Herold et al. (2015) definieren Diabetes mellitus als Überbegriff für heterogene Erkrankungen mit dem gemeinsamen Merkmal Hyperglykämie. Die zwei häufigsten Formen des Diabetes mellitus sind der Typ-1- und Typ-2-Diabetes. Der Typ-1-Diabetes ist eine Autoimmunerkrankung, bei der es durch Zerstörung der insulinproduzierenden Zellen in der Bauchspeicheldrüse (den Langerhans'schen Inseln) durch das körpereigene Immunsystem zu einem absoluten Insulinmangel kommt. Er beginnt meist im Kindheits- oder Jugendalter oder kann in der Folge von Infekten und Autoimmunerkrankungen auftreten und erfordert eine lebenslange Insulintherapie. Der Typ-2-Diabetes zeichnet sich durch eine Insulinresistenz kombiniert mit einem Insulinmangel nach jahrelanger Überproduktion und folgender Erschöpfung der Bauchspeicheldrüse aus. Die Folge ist in beiden Fällen eine chronische Hyperglykämie. Der Typ-2-Diabetes ist mit über 90 % die überwiegende hyperglykämische Stoffwechselstörung. Er tritt meist in höherem Alter auf ("Altersdiabetes") und die häufigsten Manifestationsfaktoren sind Adipositas und mangelnde körperliche Bewegung (Herold et al. 2015). Die typischen und weithin bekannten Symptome wie starkes Durstgefühl (Polydipsie), stark erhöhte Harnausscheidung (Polyurie), Müdigkeit und Leistungsminderung kommen beim Typ-2-Diabetes nicht in derselben Ausprägung vor wie beim Typ-1-Diabetes. Der Beginn ist eher schleichend. Tönnies und Rathmann (2020) gehen im "Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2021" von einer Dunkelziffer von rund 1,6 bis 2 Millionen Menschen in Deutschland aus. Nach wie vor wird die Diagnose in vielen Fällen erst Jahre zu spät gestellt.

Laut den internationalen Fachgesellschaften, wie z.B. der American Diabetes Association (ADA), gibt es insgesamt vier etablierte Möglichkeiten, die Diagnose eines Diabetes mellitus zu stellen. Eine Möglichkeit ist die Bestimmung des

HbA1c, des Langzeitblutzuckers. Er beschreibt die durchschnittliche Blutzuckerkonzentration in den vorangegangenen 8-12 Wochen. Bei einem Wert über oder gleich 6,5 % wird die Diagnose Diabetes mellitus gestellt. Bei Werten zwischen 5,7 und 6,4 % befindet man sich im Stadium des Prädiabetes, es liegt noch kein manifester Diabetes vor, aber eine gestörte Glukosetoleranz oder ein erhöhter Nüchternblutzucker. Eine weitere diagnostische Möglichkeit ist der orale Glukosetoleranztest (oGGT). Dem mindestens seit 12 Stunden nüchternen Patienten wird am Morgen venöses Blut abgenommen und der Blutzucker bestimmt. Dies ist auch aus Kapillarblut möglich. Anschließend erfolgt die Aufnahme von 75 g Glukose in 250-300 ml Wasser gelöst über einen Zeitraum von drei-fünf Minuten. Im Vorfeld sollte die Ernährung kohlenhydratreich gewesen sein. Nach zwei Stunden wird der Blutzucker erneut im venösen Blut oder Kapillarblut bestimmt. Ziel ist die Stimulierung der Insulinsekretion. Bei Menschen mit einer gestörten Glukosetoleranz ist der Abfall der Glukosekonzentration durch Insulinresistenz oder verminderte Insulinsekretion im Gegensatz zu gesunden Menschen verlangsamt. Liegt der Glukosewert über 200 mg/dl nach diesen zwei Stunden, wird die Diagnose Diabetes mellitus gestellt, bei 140-199 mg/dl handelt es sich um eine gestörte Glukosetoleranz. Eine weitere Option ist die Bestimmung des Nüchtern-Blutglukosewertes. Ein Wert gleich oder über 126 mg/dl wird als pathologisch gewertet und im Bereich zwischen 100-125mg/dl spricht man von abnormal erhöhten Nüchternglukosewerten. Die vierte Möglichkeit ist die Bestimmung eines Gelegenheitsblutzuckers. Das heißt, die Bestimmung erfolgt unabhängig von der Nahrungsaufnahme im Verlauf des Tages. Ein Wert über 200 mg/dl ist hier beweisend für das Vorliegen eines Diabetes mellitus.

Ein erhöhter Blutglukosespiegel kann unentdeckt und unbehandelt zu schweren Folgeschäden und Komplikationen führen. Zu den akuten Komplikationen zählen Infektionen z.B. der Haut, Schleimhäute und auch der Luft- oder Harnwege, schwere Hyperglykämien (z.B. ausgelöst durch eine Infektion) bis hin zum diabetischen Koma sowie Hypoglykämien. Chronische Komplikationen sind die diabetische Retinopathie, Nephropathie und Neuropathie sowie Myokardinfarkt und Apoplex. Sie belasten die Gesundheitssysteme weltweit jährlich mit etwa 611 Milliarden Euro (Linnenkamp et al. 2017). Zudem minimieren Myokardinfarkt, Apoplex und Niereninsuffizienz die Lebenserwartung der Erkrankten in nicht unerheblichem Maße. Daher ist eine frühzeitige Diagnose und Therapie essenziell,

um diese Folgeerkrankungen zu vermeiden. Von besonderer Relevanz ist daher der HbA1c-Wert. Er wird nicht nur als Marker für einen Prädiabetes und als Diagnoseinstrument genutzt. Der HbA1c spielt ebenfalls eine große Rolle in der Überwachung der Therapie des Diabetes mellitus.

Präventionsmaßnahmen sind ein wesentlicher Schlüssel zur Verminderung aller genannten negativen Effekte. Eine entscheidende Bedeutung fällt hier der Primärprävention zu, also der Identifizierung und Vermeidung von schädlichen Umwelt- und Lebensstilfaktoren, die zusammen mit einer Veranlagung die Erkrankung Typ-2-Diabetes begünstigen und verursachen können. Es bestehen vielfältige Möglichkeiten, eine Einschätzung seines eigenen Diabetes-Risikoprofils bequem mittels eines Fragebogens im Internet zu ermitteln. Es gibt in vielen Ländern Fragebögen oder Risikobewertungstools im Internet. So findet man zum Beispiel auf der Webseite der ADA den 60-second Type 2 Diabetes-Risk Test und auf der Website von Diabetes UK das „Know Your Risk“- Tool, das von Diabetes UK, der University of Leicester, dem University Hospital of Leicester sowie dem NHS Trust entwickelt wurde. Die in Deutschland bekanntesten Fragebögen zur Selbstermittlung eines Typ-2-Diabetes-Risikos sind der FINDRISK der Deutschen Diabetes-Stiftung und der DIfE – DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST® des Deutschen Institutes für Ernährungsforschung (DIfE). Bei der Internetrecherche stößt man entweder direkt oder durch Verlinkung auf Seiten wie dem Diabetesinformationsdienst, onmeda oder großer Krankenkassen meist auf einen der beiden genannten Tests.

Der Online-Fragebogen der Deutschen Diabetes Stiftung heißt GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK), eine Abkürzung für „Finde Dein Risiko“. Er ist eine deutsche Variante des FINDRISC (Finish Diabetes Risk Score), der ursprünglich aus Finnland kommt und in der DDG weiterentwickelt wurde. Der DIfE – DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST® wurde am Deutschen Institut für Ernährungsforschung mit Geldern der EU, des Bundes und des Landes Brandenburg entwickelt und basiert auf den Daten der Potsdamer „European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Studie)“. Im Rahmen der „Strategie Digitale Stadt“ wurde im Jahr 2015 ein alle Hamburger Hochschulen übergreifendes Projekt mit der Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung, der Senatskanzlei sowie dem Multimedia Kontor Hamburg ins Leben gerufen. Die Hamburg Open Online University, eine Internetplattform mit

dem Kurznamen „HOOU“, soll den Bereich Bildung des beschlossenen Digitalisierungsprozesses repräsentieren. Ziel ist es, Projekte und Problemstellungen gemeinsam und interdisziplinär zu lösen. Weiterhin soll so die Lehre an den Hamburger Hochschulen um digitale Technologien erweitert werden und die Inhalte außer den Studenten und Lehrenden auch einer interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Für die Internetplattform der HOOU wurde ein anonymes interaktives E-Learning-Angebot namens *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* entwickelt. Es ist ein eProjekt zur Diabetesprävention des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) und fragt ebenso wie der GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK) und der DIfE – DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST® kurz und prägnant den Lebensstil und die Lebenssituation ab. Alle drei genannten Fragebögen ersetzen keine Diagnose durch einen Arzt, können aber das Verständnis für die eigene Gesundheitsverhalten und den Lebensstil schärfen. Weiterhin stellt sich die Frage, ob solche Fragebögen eine sinnvolle und niedrighschwellige Ergänzung zu den vier derzeit in Deutschland etablierten diagnostischen Methoden sein können.

2 Hypothese / Fragestellung

Am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf wurde der interaktive Selbsttest *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* entwickelt, welcher es dem Laien ermöglicht, sein persönliches Diabetes-Risiko mit Hilfe eines einfachen Fragebogens mit online-basierter automatischer Auswertung zu ermitteln. Im Rahmen dieses eLearning-Angebotes werden je nach Ergebnis außerdem Empfehlungen zum weiteren präventiven Vorgehen zur Verfügung gestellt.

Die geplante Studie soll darüber Aufschluss geben, ob die Aussagekraft und Verwendbarkeit im betriebsärztlichen Setting des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* mit der von den frei verfügbaren Fragebögen DIfE – DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST® und GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK) vergleichbar ist. Zudem soll in dieser Studie überprüft werden, ob es eine Korrelation der Testergebnisse von *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* mit den HbA1c-Werten im Blut der Probanden gibt, um so die Aussagekraft des Online-Tools über das Vorliegen eines Prädiabetes oder eines manifesten Typ 2 Diabetes zu überprüfen.

Folgende Hypothesen sollen somit überprüft werden:

1. H1: Das Testergebnis vom *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* ist hinsichtlich des Typ-2-Diabetes-Risikos unterschiedlich aussagekräftig wie die Testergebnisse des Fragebogens GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK) zum Typ-2-Diabetes-Risiko.

H0: Das Testergebnis vom *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* ist hinsichtlich des Typ-2-Diabetes-Risikos gleich aussagekräftig wie die Testergebnisse des Fragebogens GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK) zum Typ-2-Diabetes-Risiko.

2. H1: Das Testergebnis vom *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* ist hinsichtlich des Typ-2-Diabetes-Risikos unterschiedlich aussagekräftig wie die Testergebnisse des Fragebogens DIfE – DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST® zum Typ-2-Diabetes-Risiko.

H0: Das Testergebnis vom *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* ist hinsichtlich des Typ-2-Diabetes-Risikos gleich aussagekräftig wie die Testergebnisse des Fragebogens DIfE – DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST® zum Typ-2-Diabetes-Risiko.

3 Methoden

3.1 Durchführung

Die vorgelegte Studie entspricht einer Querschnittsuntersuchung. Das Kollektiv der Studie umfasst gesunde Probanden in der arbeitsmedizinischen Sprechstunde. Der Begriff „gesund“ bezieht sich in diesem Rahmen auf das Nicht-Vorliegen eines Diabetes mellitus. Diabetiker, Schwangere und Minderjährige wurden von der Teilnahme ausgeschlossen.

Zunächst wurden die Fragen aller drei Fragebögen zu einem großen Fragebogen in Papierform zusammengefasst. Dieser Fragebogen wurde „FIRDIT“ genannt. Gleich lautende Fragen wurden nur einmal gestellt, um unnötige Doppelungen zu vermeiden, sodass sich eine Gesamtzahl von 25 Fragen ergab.

In der arbeitsmedizinischen Sprechstunde des BAD GmbH Gesundheitszentrums in Hamburg-Altona wurde die Probanden, die zu arbeitsmedizinischen Vorsorgen und Eignungsuntersuchungen kamen, vom Assistenzpersonal über die Möglichkeit der freiwilligen Teilnahme an der Studie informiert. Vorab wurde bereits die Probandeninformation und Einwilligungserklärung ausgehändigt, damit ausreichend Zeit bestand, sich zu informieren.

Nach erfolgter Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge wurden die Probanden gefragt, ob Interesse an der Studienteilnahme bestünde. Die Probanden wurden dann über Bedeutung und Konsequenzen der Studie aufgeklärt, hierbei wurden Studienablauf mit Dauer, Testverfahren, entnommene Proben sowie erhobene medizinische Werte erläutert. Bei einer positiven Rückmeldung seitens der Probanden wurde die schriftliche Einwilligung zur Teilnahme eingeholt. Der Widerruf der Teilnahme war zu jedem Zeitpunkt ohne Nachteile möglich.

In ärztlichem Beisein haben die Probanden selbstständig und ohne Hilfe den Fragebogen FIRDIT beantwortet. Die Blutentnahme ist dann zum Teil im Anschluss erfolgt. War bereits eine Blutentnahme in der Vorsorge enthalten, wurde vorher automatisch ein gesondertes EDTA-Röhrchen für die HbA1c-Bestimmung abgenommen, dass bei Nicht-Teilnahme an der Studie dann einfach verworfen werden konnte.

Die Probandeninformation und Einwilligungserklärung erhielten die Studienteilnehmer in Kopie zur Mitnahme.

Die Studienidentifikationsnummer entsprach der Labornummer und wurde zur nachherigen Zuordnung auch auf den Fragebogen geklebt.

Es wurden Probanden konsekutiv bis zu einer Gesamtzahl von 105 rekrutiert.

Die HbA1c-Werte wurden anhand der Studienidentifikationsnummer zu den FIRDIT-Fragebögen zugeordnet.

Im Anschluss erfolgte die Rückübertragung der Antworten aus dem FIRDIT auf die drei ursprünglichen Fragebögen in eine Excel-Tabelle.

Anschließend erfolgte die Auswertung der demographischen Daten.

3.2 Instrumente

3.2.1 *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

Der *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* ist laut den Autoren Preisser et al. (2017) ein anonymes interaktives eLearning-Angebot im Selbstteststil. Es werden insgesamt 12 Fragen zu Geschlecht, Größe, Gewicht, Taillenumfang, Alter, Diabetes in der Familie, Ernährungsgewohnheiten betreffend Fleisch, Gemüse, Zucker und Vollkorn sowie nach sportlicher - und Alltagsaktivität gefragt. Am Ende der Befragung wird das persönliche Risiko in bildlich-einfacher Ampelform dargestellt. Anschließend erhält man generelle Empfehlungen zu gesunder Ernährung und kann sich sowohl einen individuellen Ratschlag als auch einen allgemeinen Rat ausdrucken.

Das Risiko wird anhand eines Scorings mit 90 möglichen Punkten ermittelt. Das Verhältnis von Taille zu Größe mit maximal 25 Punkten sowie Sport mit maximal 15 Punkten sind höher gewichtet als beispielsweise Ernährungsgewohnheiten sowie Alltagsaktivität mit maximal je fünf möglichen Punkten. Je niedriger die Punktzahl, desto geringer ist das Diabetesrisiko.

Die Abfrage des Geschlechtes dient der Beantwortung von zwei gesonderten Fragen für weibliche Personen. Während die Angabe einer Schwangerschaft zum direkten Testende führt, wird Frauen außerdem zur Risikobewertung die zusätzliche Frage nach einem stattgehabten Schwangerschaftsdiabetes gestellt.

3.2.2 Online-Fragebogen der Deutschen Diabetes Stiftung

Der GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK) umfasst insgesamt 8 Fragen zu Alter, Diabetes in der Familie, Taillenumfang, körperlicher Bewegung, Ernährung, Medikamenten gegen Bluthochdruck, vom Arzt diagnostizierten erhöhten Blutzuckerwerten und dem BMI. Er liegt derzeit auf der Webseite der Deutschen Diabetes Stiftung in 9 Sprachen vor. Jeder kann online sein individuelles Risiko, in den nächsten 10 Jahren an Typ 2-Diabetes zu erkranken, ermitteln.

Auch hier erfolgt die Auswertung anhand einer Punktzahl, die jedoch einem Prozentwert zugeordnet wird. Das Risiko in Prozent bedeutet, dass entsprechend der Prozentzahl dieselbe Anzahl an Menschen von insgesamt 100 (Menschen) mit derselben Punktzahl in den nächsten 10 Jahren Typ 2-Diabetes bekommen können. Vereinfachend wird der GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK) im Folgenden nur noch als FINDRISK betitelt.

3.2.3 Online-Fragebogen des Deutschen Instituts für Ernährungsforschung

Das DIfE (Deutsches Institut für Ernährungsforschung) stellt den DIfE – DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST® (kurz DIfE-DRT) als Online- oder Fragebogenversion sowie als Fragebogen für den Hausarzt auf seiner Internetseite frei zur Verfügung. Es werden zusätzlich Laborwerte abgefragt und auf der Website werden ihm bei gleicher Sensitivität eine höhere Spezifität zugeschrieben (Experteninterview Joost/Schultz <https://www.dife.de/news/diabetes-risiko-test/>). Der DIfE-DRT besteht in der aktuellen Version aus vier Fragekategorien mit einer unterschiedlichen Anzahl an Unterfragen. Damit soll jeder sein persönliches Risiko ermitteln können, innerhalb der nächsten fünf Jahre an einem Typ-2-Diabetes zu erkranken. Für die hier vorliegende Studie wurde die Download-Version mit 11 Fragen aus der Auflage Juli 2017 verwendet, in der der Bereich Sport/körperliche Bewegung noch ungenauer abgefragt wurde als in einer nur auf der Internetseite abgebildeten Version. Dieser Fragebogen soll sich auch in die ärztliche Diagnostik einbauen lassen.

Vereinfachend wird der Online-Fragebogen des Deutschen Institutes für Ernährungsforschung auf den folgenden Seiten mit DIfE-DRT betitelt.

3.2.4 FIRDIT

Um zu vermeiden, dass die Probanden drei einzelne Fragebögen beantworten müssen, wurde aus allen drei zu vergleichenden Fragebögen ein einziger Fragebogen mit insgesamt 25 Fragen erstellt. Fragen, die sich inhaltlich genau gleichen, wie z.B. Fragen nach einem Diabetes in der Verwandtschaft oder dem Taillenumfang, wurden nur einmal gestellt. **FIRDIT** ist ein Akronym aus allen drei Fragebogennamen. **FIR** steht für den **FINDRISK**, **DI** für den Fragebogen des Deutschen Instituts für Ernährungsforschung und das **T** für den **Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest**.

3.2.5 HbA1c - Messung

Hämoglobin ist ein Protein und Hämoglobin A1 ist dessen Hauptbestandteil. Hämoglobin A1c (HbA1c) ist die glykierte Form des Hämoglobins im Blut (Dörner, 2013). Es bedeutet, dass Glucose an die N-terminalen Valinreste der β -Ketten von Hämoglobin gebunden ist. Dieser Vorgang wird als nichtenzymatische Glucoseanlagerung bezeichnet.

In Deutschland wird HbA1c vor allem für die Therapiekontrolle bei Diabetes mellitus eingesetzt, da er den durchschnittlichen Blutzuckerwert in den letzten 8 – 12 Wochen widerspiegelt, er wird daher auch als „Blutzuckergedächtnis“ bezeichnet.

Weitere Indikationen sind die Diagnostik eines Prädiabetes und Diabetes mellitus. Weiterhin gilt der Wert als guter Indikator für langfristige diabetische Komplikationen, insbesondere der Koronaren Herzkrankheit (Thomas, 2020).

Die Bestimmungsmethode aus EDTA-Blut ist die Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC). Sie ist die von der ADA seit 2009 empfohlene und seitdem etablierte Referenzmethode. Dabei wird „HbA1c von den anderen Hämoglobinen getrennt, separiert photometrisch gemessen und das Verhältnis von HbA1c zum Gesamt-Hämoglobin in Prozent angegeben“ (Thomas 2020).

Der Nachteil einer durchschnittlichen Betrachtung über einen längeren Zeitraum ist, dass nicht alle Blutzuckerspitzen oder extreme Ausreißerwerte Einfluss auf den HbA1c haben. So diskutiert Thomas (2020), dass vor allem Ausreißerwerte in den ersten 30 Tage den HbA1c beeinflussen, wohingegen Ausreißerwerte am Ende der Messperiode nur noch wenig am Wert ändern.

Die Messwerte können z.B. beeinflusst werden von Alter und Ethnizität, aber auch Verfälschungen sind möglich. Hier zu nennen sind Bluterkrankungen mit verkürzter Lebensdauer der Erythrozyten (z.B. Hämolytische Anämie), Hämoglobinopathien, Nierenversagen, die Einnahme zu hoher Dosen Vitamin C oder E, oder auch der missbräuchliche Konsum von Alkohol und Medikamenten.

3.2.6 Vergleich der Instrumente

In allen drei Fragebögen werden die Punkte Alter, Taillenumfang oder Diabetes in der Familie abgefragt. Körperliche Betätigung, Alltagsaktivität oder Sport wird ebenfalls in allen drei Fragebögen abgefragt. Es wurden jedoch auch Gewichtungen auf Punkte gelegt, die in den anderen beiden Fragebögen weniger Beachtung fanden, wie z.B. die Frage nach dem Raucherstatus im DIfE-DRT oder die Verordnung von Medikamenten gegen Bluthochdruck oder auffällige Blutzuckerwerte beim Arzt im FINDRISK. Fragen zur Ernährung kommen ebenfalls in unterschiedlicher Ausprägung in allen drei Fragebögen vor.

Tabelle 1 Vergleich der zu beantwortenden Fragen

Frage nach:	<i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	FINDRISK	DIfE DRT
Alter	✓	✓	✓
Geschlecht	✓		
Größe	✓		✓
Gewicht	✓		
Taillenumfang	✓	✓	✓
BMI	Wird berechnet	✓	
Raucherstatus			✓
Körperliche Aktivität/Bewegung		✓	✓
Sport	✓		
Alltagsaktivität zu Hause und im Beruf	✓		
Diabetes in der Familie/Verwandtschaft	✓	✓	✓
Kaffeekonsum			✓
Fleisch-o. Wurstkonsum	✓		

Fleisch (keine Wurstwaren)			✓
Obst		✓	
Gemüse	✓	✓	
Dunkles Brot (Roggen- oder Vollkornbrot)		✓	
Vollkornbrot/Müsli			✓
Vollkornbrot/Müsli/Getreideflocken	✓		
Zucker (Gebäck, Süßes, Saft)	✓		
Medikamente gegen Bluthochdruck		✓	
Diagnose Bluthochdruck			✓
Zu hohe Blutzuckerwerte beim Arzt		✓	
Schwangerschaft	✓*		
Schwangerschaftsdiabetes	✓		

*Die Angabe einer aktuellen Schwangerschaft führt zum Testabbruch.

3.3 Statistische Analysen

Mithilfe der open source verfügbaren Anwendungsoberfläche JASP 0.15² (der Statistiksoftware „R“) wurden Korrelationen zwischen den Ergebnissen des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* und den anderen Fragebogenergebnissen untereinander berechnet. Des Weiteren wurden Korrelationen der Fragebogenergebnisse aller drei Fragebögen mit den HbA1c-Werten berechnet. Im nächsten Schritt wurden drei Vierfeldertafeln des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* in drei unterschiedlichen Ergebniskonstellationen mit dem HbA1c berechnet. Mit dem Programm JASP wurde außerdem eine lineare multiple Regression errechnet.

² <https://jasp-stats.org/>

4 Ergebnisse

4.1 Studienteilnehmer

4.1.1 Epidemiologische Daten

Insgesamt haben an der Studie 105 Probanden teilgenommen, von denen vier von der Auswertung ausgeschlossen werden mussten: Bei zwei Studienteilnehmern fehlen die HbA1c-Werte (w, 43 Jahre und w, 33 Jahre) und bei zwei anderen Studienteilnehmern die Taillenmessung (w, 30 Jahre, HbA1c 6,0 % und m, 62 Jahre, HbA1c 6,1 %). Auffällig ist hier, dass bei den beiden Probanden, die keine Angabe zu der Taillenmessung machten, die HbA1c-Werte grenzwertig bis leicht erhöht waren. Die folgende Auswertung bezieht sich also ausschließlich auf die 101 Probanden, von denen alle Ergebnisse vollständig vorhanden sind. Von den 101 Probanden waren 65 männlich und 36 weiblich. Das Alter aller Studienteilnehmer liegt zwischen 20 und 63 Jahren (MW 40 J.). Die durchschnittliche Größe ist 176,6 cm (Range 159 cm - 198 cm). Das durchschnittliche Gewicht beträgt 82,5 kg (Range 47 kg - 172 kg). Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher BMI von 26,5 (Range 14,5 - 50,8). Der durchschnittliche HbA1c beträgt 5,3 % (Range 4,4-5,9 %). In Tabelle 1 sind alle Durchschnittswerte für die Gesamtheit der Studienteilnehmer aufgeführt, in Tabelle 2 die Durchschnittswerte für die weiblichen und in Tabelle 3 die der männlichen Teilnehmer.

Tabelle 2 alle Studienteilnehmer

	Mittelwert	SD	Median	Range
Alter in Jahren	40	12,2	40	20-63
Größe in cm	176,6	8,8	178	159-198
Gewicht in kg	82,5	18,9	82	47-172
BMI	26,5	5,9	25,8	14,5-50,8
HbA1c in %	5,3	0,32	5,3	4,4-5,9

Tabelle 3 Studienteilnehmer weiblich

	Mittelwert	SD	Median	Range
Alter in Jahren	38,86	12,37	38	20-61
Größe in cm	168,05	5,03	168	159-179
Gewicht in kg	71,8	17,8	67	47-118
BMI	22,49	4,6	21,85	14,5-34,5
HbA1c in %	5,35	0,34	5,4	4,8-5,9

Tabelle 4 Studienteilnehmer männlich

	Mittelwert	SD	Median	Range
Alter in Jahren	40,63	12,16	41	22-63
Größe in cm	181,4	6,54	182	165-198
Gewicht in kg	88,49	16,85	85	68-172
BMI	28,73	5,33	28,7	20,9-50,8
HbA1c in %	5,27	0,3	5,3	4,4-5,9

Um unser Studienkollektiv mit der deutschen Bevölkerung vergleichen zu können, erfolgt hier eine Gegenüberstellung zu den anthropometrischen Daten, die in der „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“, der DEGS1, erhoben wurden. Betrachtet werden die Altersgruppen 30-39 und 40-49 Jahre (Mensink et al. 2013).

Tabelle 5 DEGS1 Frauen

30-39 Jahre	Mittelwert	Range	Median	Range
Größe in cm	165	164,1-165,9	165,1	153,3-176
Gewicht in kg	68,7	66,9-70,4	64,7	48,5-98,2
BMI	25,2	24,6-25,8	23,5	18,8-35,8
40-49 Jahre				
Größe in cm	165,9	165,3-166,6	166,1	154,9-175,5
Gewicht in kg	70,8	69,6-72,0	67,9	52,5-98,4
BMI	25,8	25,3-26,2	24,4	19,5-35,9

Tabelle 6 DEGS1 Männer

30-39 Jahre	Mittelwert	Range	Median	Range
Größe in cm	179,1	178,1-180,1	179,2	166,5-191
Gewicht in kg	86	84,1-87,8	84,9	63,7-112,8
BMI	26,8	26,3-27,3	26,1	20,9-34,9
40-49 Jahre				
Größe in cm	177,8	177,0-178,5	178	166-190,1
Gewicht in kg	87	85,5-88,5	85,3	67,4-115,3
BMI	27,6	27,0-28,1	27,0	21,5-35,9

In den folgenden Diagrammen (Abbildung 1a bis 5b) sind die Verteilungen bezüglich Alter, Größe, Gewicht, BMI und HbA1c für weibliche und männliche Studienteilnehmer zur besseren Veranschaulichung gegenübergestellt.

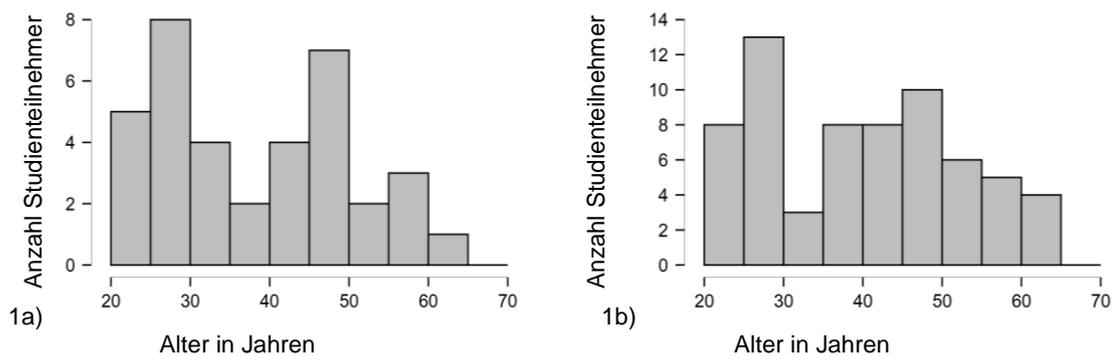


Abbildung 1a und 1b Altersverteilung der weiblichen Studienteilnehmer (a) und der männlichen Studienteilnehmer (b)

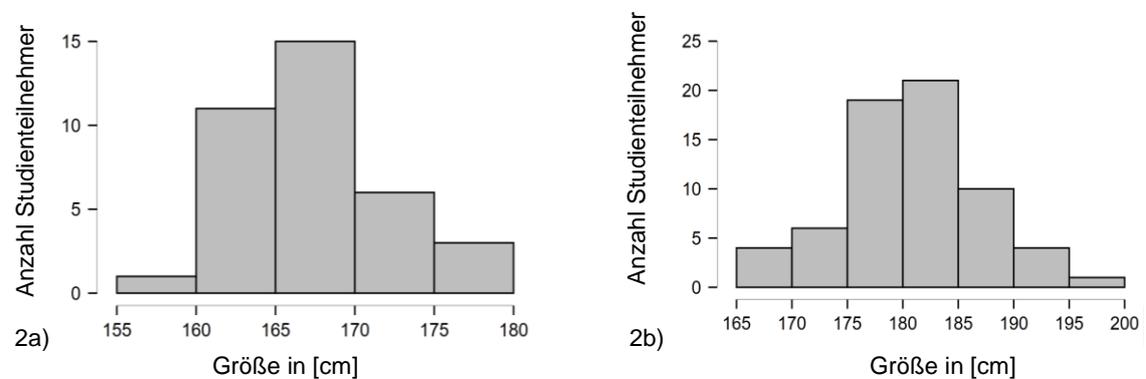


Abbildung 2a und 2b Größenverteilung der weiblichen (a) und männlichen Studienteilnehmer (b)

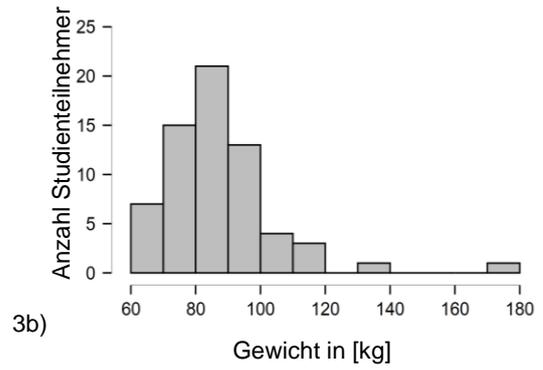
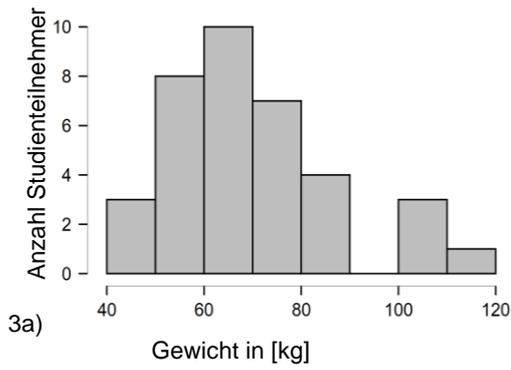


Abbildung 3a und 3b Gewichtsverteilung der weiblichen (a) und männlichen Studienteilnehmer (b)

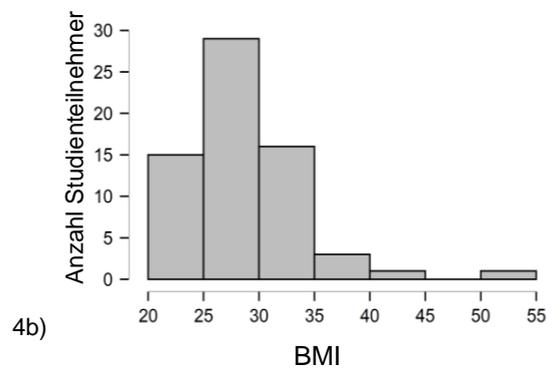
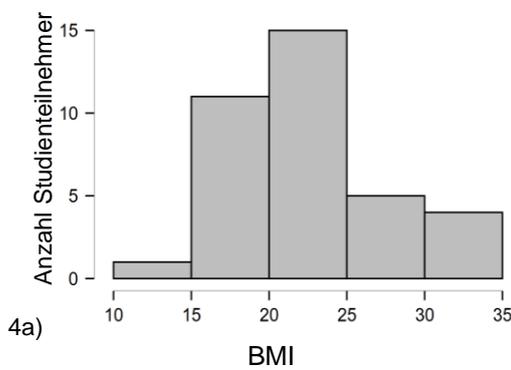


Abbildung 4a und 4b BMI-Verteilung der weiblichen (a) und männlichen Studienteilnehmer (b)

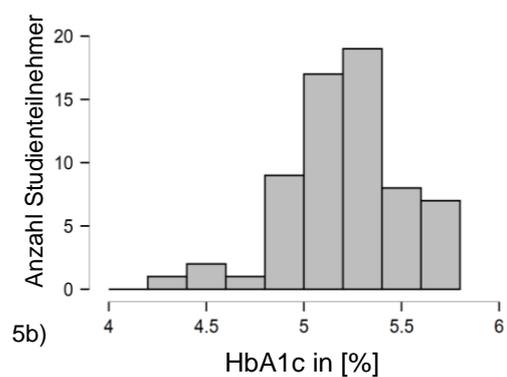
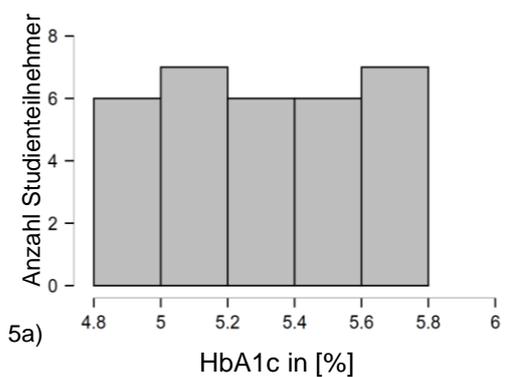


Abbildung 5a und 5b HbA1c-Verteilung der weiblichen (a) und männlichen Studienteilnehmer (b)

4.2 Ergebnisse aus den einzelnen Fragebögen

Die 101 Studienteilnehmer haben im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* durchschnittlich 42,86 (10,5 – 77) Punkte erreicht. Die maximal erreichbare Punktzahl, die das höchste Risiko wiedergibt, beträgt 90.

10 Teilnehmer rangieren im grünen Punktebereich (0 – 19 Punkte). Es gibt zwei Kategorien im gelben Bereich (Gelb 1: 20 – 36 Punkte und Gelb 2: 37 – 54 Punkte). In Gelb 1 fallen 22 Teilnehmer und in Gelb 2 fallen 45 Teilnehmer.

Es werden ebenfalls zwei Rot-Kategorien unterschieden (Rot 1: 55 – 72 Punkte und Rot 2: 73 – 90 Punkte).

In die erste Rot-Kategorie (Rot 1) sind entsprechend ihrer Ergebnisse 23 Teilnehmer eingeordnet worden und in die zweite Rot-Kategorie (Rot 2) lediglich ein Studienteilnehmer. Abbildung 6 zeigt die Einteilung der Teilnehmer entsprechend den Farbkategorien.

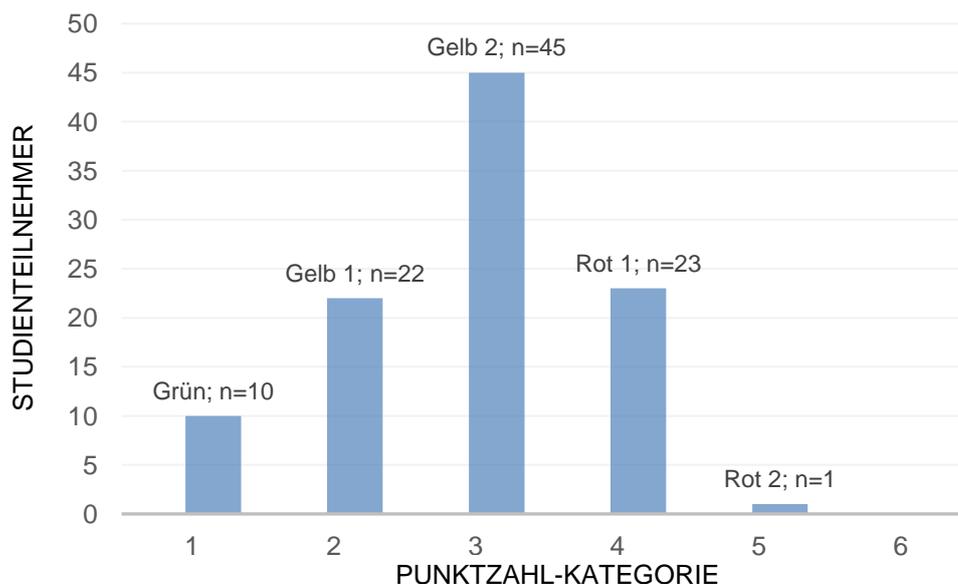


Abbildung 6 Einordnung der Studienteilnehmer in die 5 Punkte- und Farbkategorien des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

Punkteverteilung: Grün: 0 – 19 Punkte, Gelb 1: 20 – 36 Punkte, Gelb 2: 37 – 54 Punkte, Rot 1: 55 – 72 Punkte, Rot 2: 73 – 90 Punkte

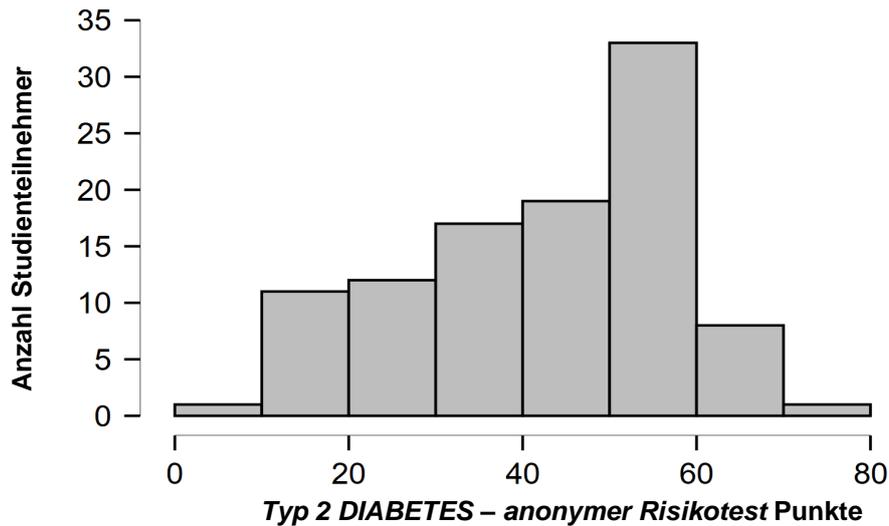


Abbildung 7 Punkteverteilung insgesamt *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

Im FINDRISK beträgt das Endergebnis im Schnitt 7,44 (0 – 19) Punkte. Die maximal erreichbare Punktzahl, entsprechend dem höchsten Risiko, ist 26.

Die meisten Teilnehmer bewegen sich in den niedrigsten beiden Punktekategorien des FINDRISK. 41 Studienteilnehmer liegen in der Punktekategorie unter 7 Punkte (grün), was einem 1 %-Risiko entspricht. Das bedeutet, dass einer von 100 Teilnehmenden mit dieser Punktzahl (= 0 – 6 Punkte) in den nächsten 10 Jahren einen Typ 2 Diabetes bekommen könnte. In der Punktekategorie 7 – 11 Punkte (grün - gelb) liegen 44 Teilnehmer. Diese Punktekategorie entspricht einem Risiko von 4 %, also können vier von 100 Teilnehmenden mit einer Punktzahl von 7 – 11 in den nächsten 10 Jahren an einem Typ 2 Diabetes erkranken. In der dritten Kategorie, 12 – 14 Punkte (gelb - rot), liegen nur noch 10 Teilnehmer, das Risiko wird hier mit 17 Prozent eingeordnet. In Kategorie 4, 15 – 20 Punkte (rot), liegen noch 6 Probanden (Risiko 33 %) während sich in der letzten Kategorie über 20 Punkte (Risiko 50 %) keiner der Studienteilnehmer befindet. In den Abbildungen 8 und 9 ist die Punkteverteilung nach farblicher Zuordnung und Anzahl zu sehen.

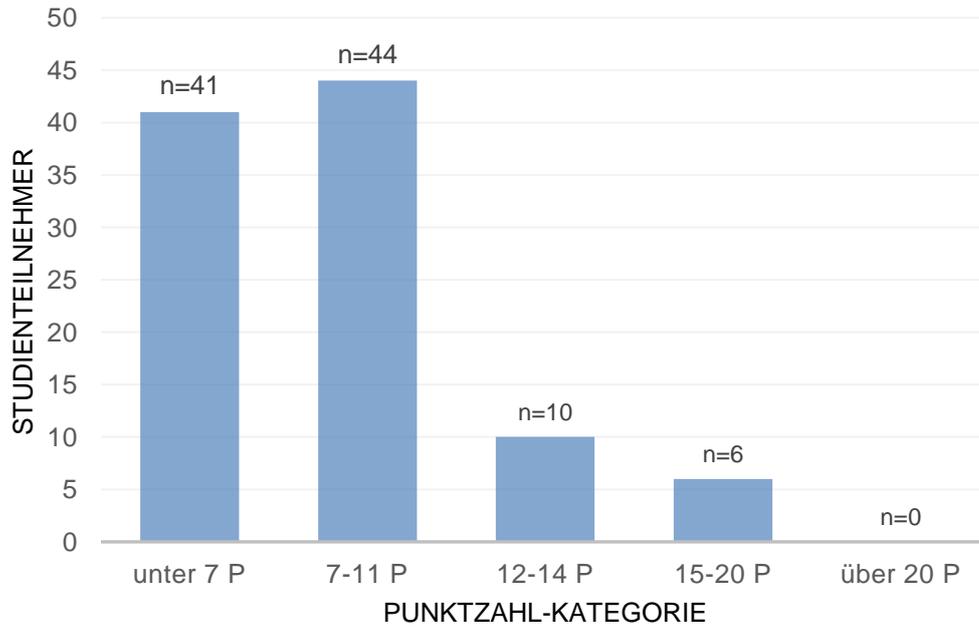


Abbildung 8 Einordnung der Studienteilnehmer in die 5 Punkte- und Farbkategorien des FINDRISK

Punkteverteilung: Grün: < 7 Punkte, Grün bis Gelb: 7-11 Punkte, Gelb bis Rot: 12-14 Punkte, Rot: 15-20 Punkte, Dunkelrot: >20 Punkte

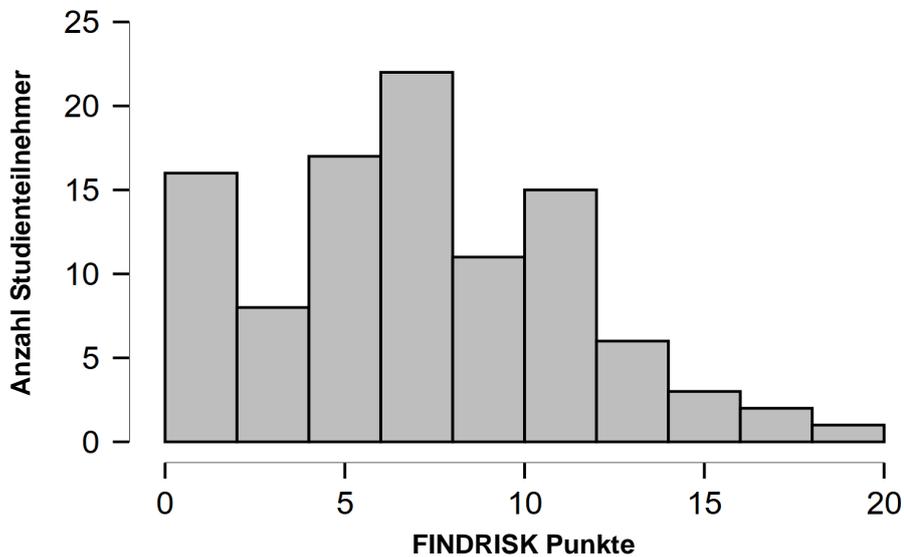


Abbildung 9 Punkteverteilung insgesamt FINDRISK

Die Ergebnisse des DIfE-DRT liegen im Durchschnitt bei 37,88 (12-74) Punkten. Die maximal erreichbare Punktzahl, auch hier dem höchsten Risiko entsprechend, ist 123.

Jede erreichte Punktzahl ist auf einer Farbskala einsehbar und entspricht ähnlich dem FINDRISK einem Diabetesrisiko in Prozent. Die Punkte 0 bis 45 bedeuten, dass in einer Personengruppe von 100 Menschen eine Person in den nächsten fünf Jahren an Diabetes erkranken wird, das Diabetesrisiko ist niedrig.

Zwischen 46 und 56 Punkten erkranken zwei bis fünf von 100 Personen, das Diabetesrisiko ist noch niedrig. Bei einem Ergebnis zwischen 56 und 63 ist das Risiko bereits erhöht.

Zwischen 70 und 105 Punkten steigt das Risiko gar von 20 auf 100 Prozent, das Diabetesrisiko ist hoch bis sehr hoch. Abbildungen 10 und 11 zeigen die Punkteverteilung nach farblicher Zuordnung und Anzahl.

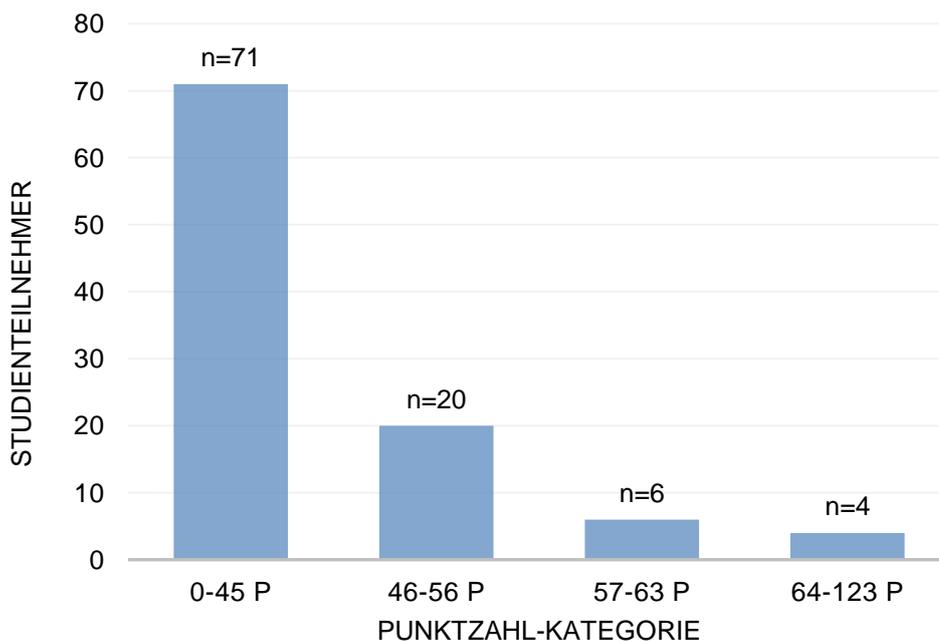


Abbildung 10 Einordnung der Studienteilnehmer in die 4 Punkte- und Farbkategorien des DIfE-DRT

Punkteverteilung: Grün: 0-45 Punkte, Gelb 46-56: Punkte, Gelb bis Rot 57-63: Punkte, Rot bis Dunkelrot 64-123: Punkte

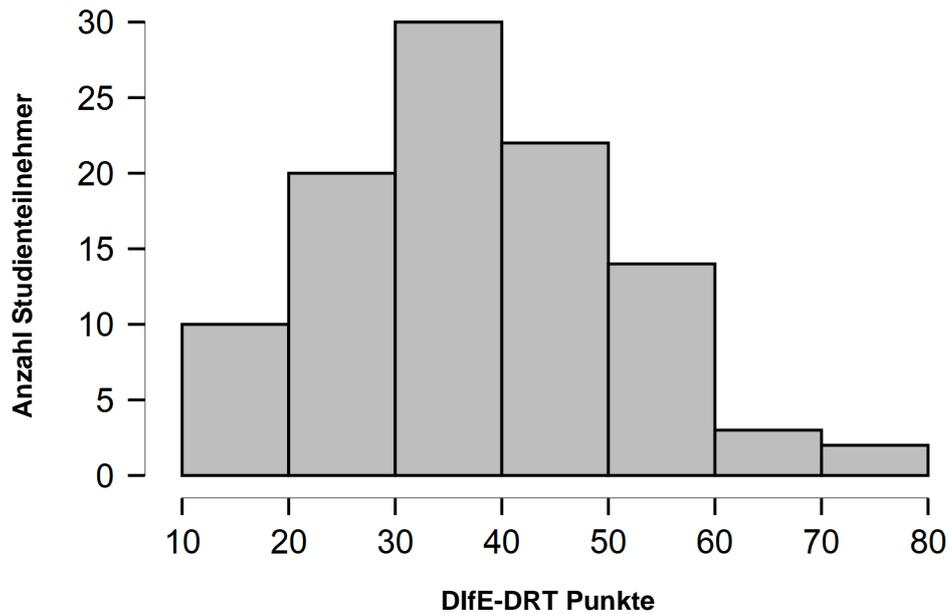


Abbildung 11 Punkteverteilung insgesamt DIfE-DRT

Tabelle 7 Ergebnisse aus allen Fragebögen

	n	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maximum	max. mögliche Punktzahl
<i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	101	42,86	14,99	44	10,5	77	90
Frauen	36	38,22	16,76	38,75	10,5	77	90
Männer	65	45,44	13,38	51	13,5	66,5	90
FINDRISK	101	7,44	4,41	7	0	19	26
Frauen	36	7,08	4,33	7	0	19	26
Männer	65	7,65	4,47	7	0	18	26
DIfE-DRT	101	37,88	14,24	37	12	74	123
Frauen	36	33,88	13,3	33,5	12	65	123
Männer	65	40,18	14,26	39	12	74	123

Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse für Frauen und Männer aus allen Fragebögen. Teilt man die Ergebnisse nach dem Geschlecht auf (m=66, w=35), sieht die Verteilung der Punkte folgendermaßen aus: Im Durchschnitt erreichten die männlichen Probanden im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* 45,44 (13,5 – 66,5) Punkte. Die Frauen haben einen etwas niedrigeren durchschnittlichen Punktwert von 38,22 (10,5 – 77). Im FINDRISK erreichten die teilnehmenden Männer durchschnittlich 7,65 Punkte von maximal 23 Punkten und die teilnehmenden Frauen 7,08 Punkte. Die minimale Punktzahl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Studienteilnehmern war 0 Punkte, die höchste 18 (m) und 19 (w). Im DfE-DRT ergab sich bei den männlichen Probanden eine mittlere Punktzahl von 40,18 und bei den weiblichen Probanden 33,88 Punkte bei einer maximalen Punktzahl von 123. Die kleinste Punktzahl sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Studienteilnehmern lag bei 12, die höchste Punktzahl bei 74 (m) und 65 (w).

4.2.1 Berechnung von Korrelationen

In dieser Studie sollen nun, wie bereits in den Methoden erläutert, Berechnungen von Korrelationen zwischen den Ergebnissen des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*, FINDRISK und DfE-DRT und zwischen den Ergebnissen aller drei Fragebögen mit den ermittelten HbA1c-Werten erfolgen.

In den Tabellen 8 bis 10 und Abbildungen 12 bis 14 sind die Berechnungen der Korrelationen der Fragebögen untereinander dargestellt. Die Korrelationen wurden sowohl nach Pearson als auch nach Spearman berechnet. Die Konfidenzintervalle in Klammern entsprechen den Konfidenzintervallen für die Spearman-Korrelationen.

Tabelle 8 Korrelation FINDRISK - *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

Variable		FINDRISK
<i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>	Pearson's r	0,738
	Spearman's rho	0,741
	p	<0,001
	Oberes KI 95%	0,816 (0,818)
	Unteres KI 95%	0,634 (0,637)

Pearson's r = Korrelation nach Pearson
 p= Signifikanz

KI = Konfidenzintervall
 Spearman's rho = Korrelation nach Spearman

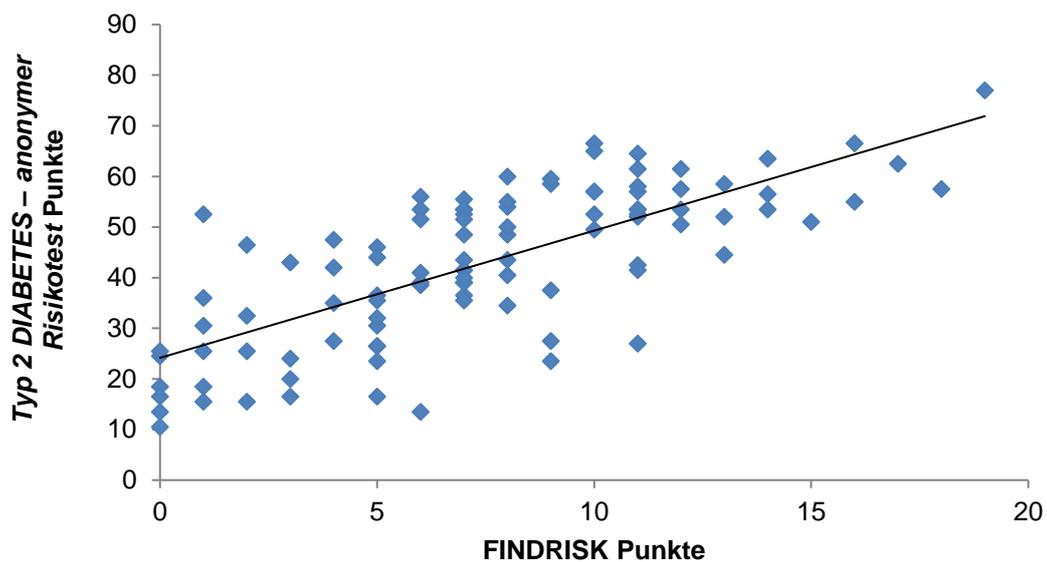


Abbildung 12 Streudiagramm der Korrelation der Punkte von FINDRISK und *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

Tabelle 9 Korrelation *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* - DIfE-DRT

Variable		<i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>
DIfE-DRT	Pearson's r	0,749
	Spearman's rho	0,747
	p	<0,001
	Oberes KI 95%	0,824 (0,822)
	Unteres KI 95%	0,648 (0,645)

Pearson's r = Korrelation nach Pearson
p= Signifikanz

KI = Konfidenzintervall
Spearman's rho = Korrelation nach Spearman

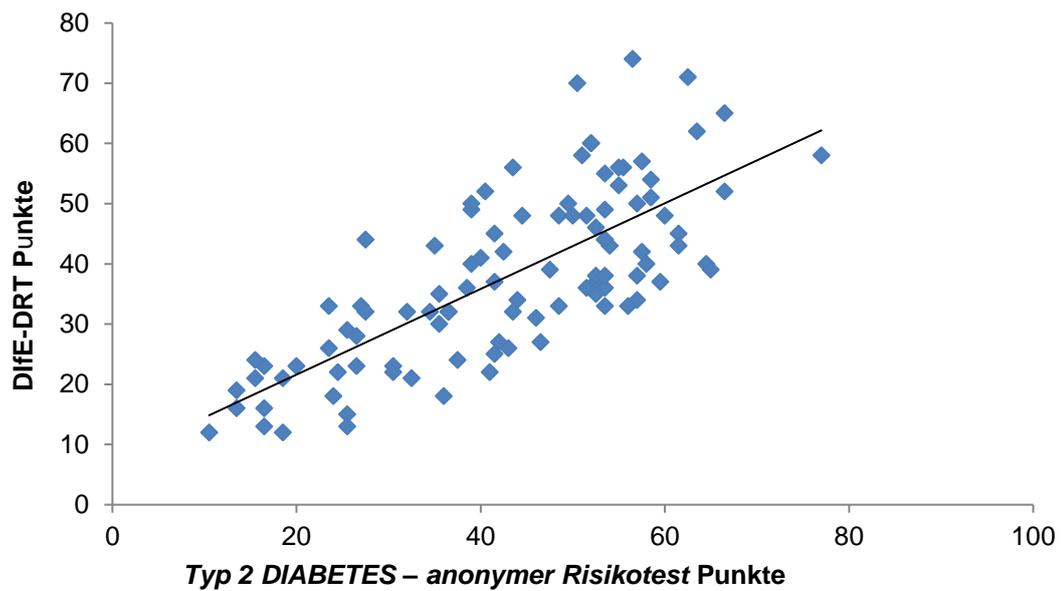


Abbildung 13 Streudiagramm der Korrelation der Punkte von *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* und DIfE-DRT

Tabelle 10 Korrelation FINDRISK - Dife-DRT

Variable		FINDRISK
Dife-DRT	Pearson's r	0,809
	Spearman's rho	0,807
	p	<0,001
	Oberes KI 95%	0,867 (0,866)
	Unteres KI 95%	0,729 (0,726)

Pearson's r = Korrelation nach Pearson
p= Signifikanz

KI = Konfidenzintervall
Spearman's rho = Korrelation nach Spearman

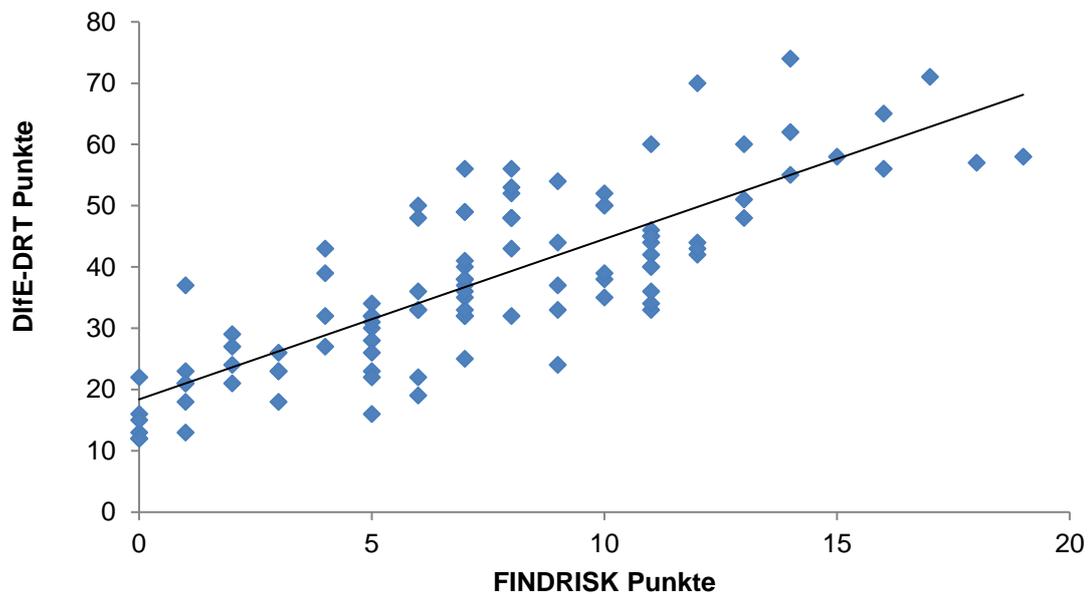


Abbildung 14 Streudiagramm der Korrelation der Punkte von FINDRISK und Dife-DRT

Tabelle 11 Korrelation *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*- HbA1c

Variable		<i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>
HbA1c [%]	Pearson's r	0,185
	Spearman's rho	0,183
	p	0,65 (0,67)
	Oberes KI 95%	0,367 (0,365)
	Unteres KI 95%	-0,011 (-0,013)

Pearson's r = Korrelation nach Pearson
p= Signifikanz

KI = Konfidenzintervall
Spearman's rho = Korrelation nach Spearman

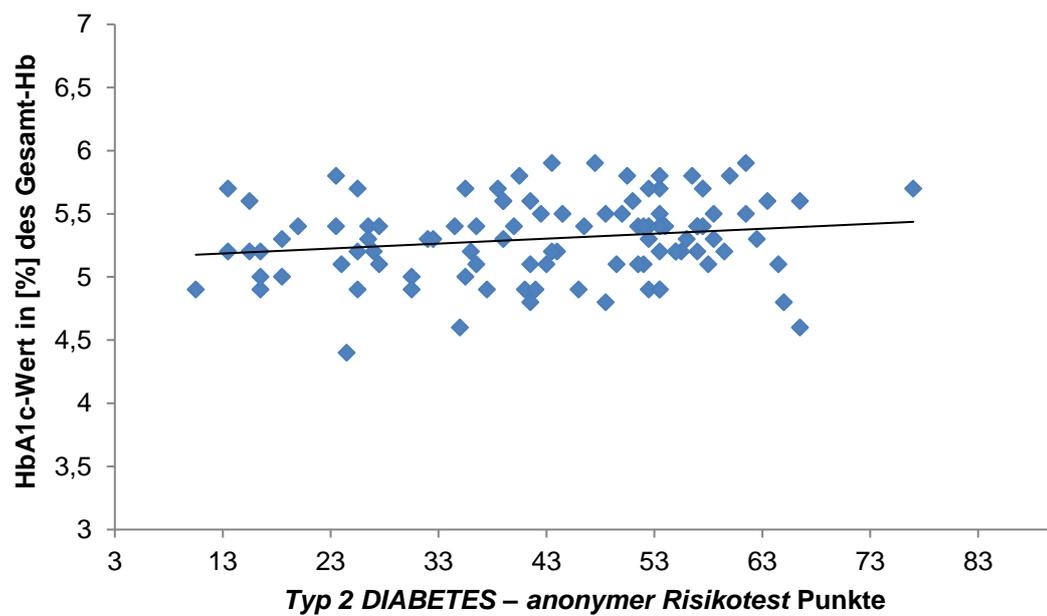


Abbildung 15 Korrelation des HbA1c-Wertes mit dem Punktergebnis im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

Tabelle 12 Korrelation FINDRISK – HbA1c

Variable	FINDRISK	
HbA1c [%]	Pearson's r	0,368
	Spearman's rho	0,387
	p	<0,001
	Oberes KI 95%	0,526 (0,541)
	Unteres KI 95%	0,186 (0,207)

Pearson's r = Korrelation nach Pearson
p= Signifikanz

KI = Konfidenzintervall
Spearman's rho = Korrelation nach Spearman

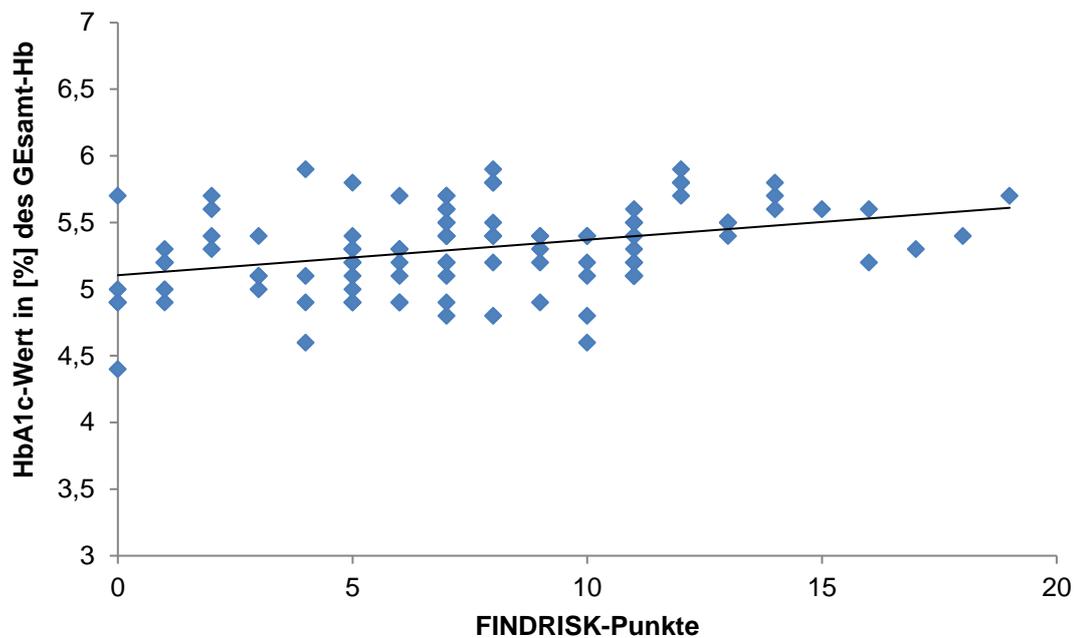


Abbildung 16 Korrelation des HbA1c-Wertes mit dem Punktergebnis im FINDRISK

Tabelle 13 Korrelation DifE-DRT – HbA1c

Variable		DifE
HbA1c [%]	Pearson's r	0,395
	Spearman's rho	0,409
	p	<0,001
	Oberes KI 95%	0,548 (0,560)
	Unteres KI 95%	0,216 (0,232)

Pearson's r = Korrelation nach Pearson
p= Signifikanz

KI = Konfidenzintervall
Spearman's rho = Korrelation nach Spearman

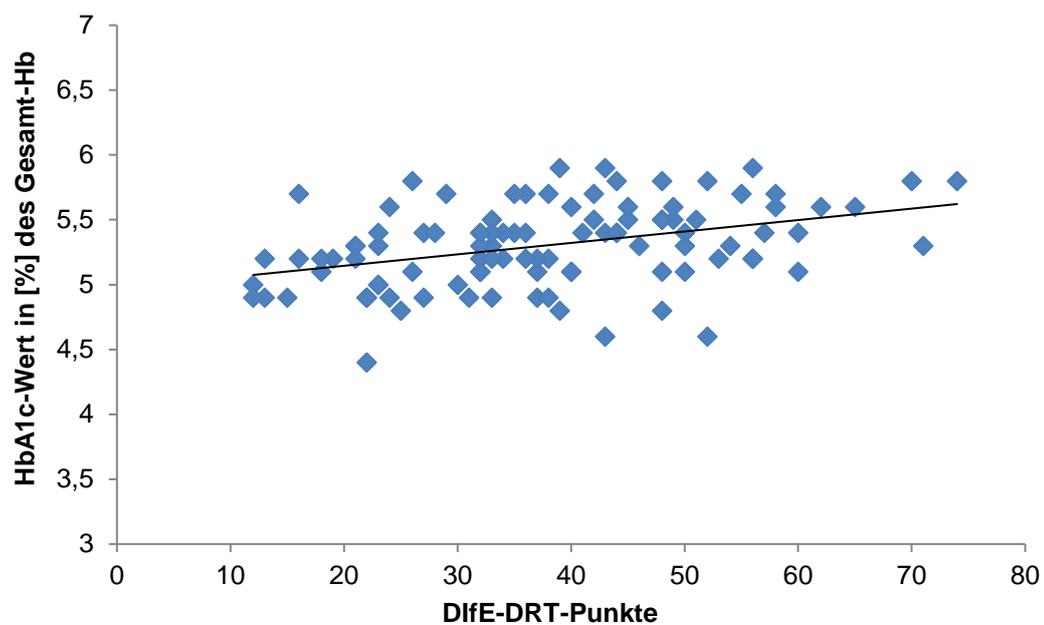


Abbildung 17 Korrelation des HbA1c-Wertes mit dem Punktergebnis im DifE-DRT

Des Weiteren wurden ergänzend Korrelationen von Einzelparametern, die im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* abgefragt wurden, mit dem HbA1c in Beziehung gesetzt.

Tabelle 14 Korrelation Bauchumfang – HbA1c

Variable		Bauchumfang [cm]
HbA1c [%]	Pearson's r	0,207
	p	0,038
	Oberes KI	0,387
	Unteres KI	0,012

Pearson's r = Korrelation nach Pearson KI = Konfidenzintervall p= Signifikanz

Tabelle 15 Korrelation Zuckerkonsum – HbA1c

Variable		Zuckerkonsum an 7 Tagen
HbA1c [%]	Pearson's r	-0,082
	p	0,417
	Oberes KI	0,116
	Unteres KI	-0,273

Pearson's r = Korrelation nach Pearson KI = Konfidenzintervall p= Signifikanz

4.2.2 Berechnung von Vierfeldertafeln

Im Folgenden wurden mithilfe von drei Vierfeldertafeln und den Punkteergebnissen aus dem *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* Sensitivität, Spezifität, positiver und negativer prädiktiver Wert sowie die Accuracy errechnet.

In der ersten Vierfeldertafel (Abbildung 18) wurde ein HbA1c gleich oder größer 5,7 % als „krank“ gesetzt und als „gesund“ ein HbA1c unter 5,7 %. Als Test positiv für das Risiko einer Diabeteserkrankung wurden alle Probanden mit Punktwerten aus den Kategorien Gelb und Rot gewertet und als Test negativ die Probanden aus der Punktekategorie grün.

	Test positiv= <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> Gelb 1/2 +Rot 1/2	Test negativ= <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> Kategorie Grün	Testergebnisse gesamt	Berechnung
„Krank“ = pathologisch (HbA1c in [%] $\geq 5,7$)	16	1	17	Sensitivität 0,94 (94 %)
„Gesund“ = HbA1c in [%] $< 5,7$	75	9	84	Spezifität 0,107 (10,7 %)
Studienteilnehmer gesamt	91	10	101	
Berechnung	Positiver prädiktiver Wert 0,175 (17,5 %)	Negativer prädiktiver Wert 0,9 (90 %)		Accuracy 0,248 (24,8 %)

Abbildung 18 Vierfeldertafel *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

Insgesamt 17 von 101 Probanden haben einen HbA1c gleich oder über 5,7 %. 16 dieser 17 Probanden lagen in der Punktekategorie Gelb 1/2 und Rot 1/2. Damit ergibt sich eine Sensitivität von 94 %. 84 von 101 Probanden haben einen HbA1c unter 5,7 %. Von diesen 84 lagen jedoch nur 9 in der Punktekategorie grün, woraus sich eine niedrige Spezifität von 10,7 % ergibt.

91 Studienteilnehmer lagen in den Punktekategorien Gelb 1/2 und Rot 1/2. Von diesen 91 hatten jedoch nur 16 einen HbA1c gleich oder über 5,7 %. Der positive prädiktive Wert beträgt daher nur 17,5 %. Der negative prädiktive Wert ist 90 % und ergibt sich aus 10 Studienteilnehmern, die in der Punktekategorie grün sind, von denen 9 auch einen unauffälligen HbA1c (< 5,7 %) haben. Weiterhin wurde die Accuracy aus allen richtig positiv (= Test positiv, n =16) und richtig negativ (=Test negativ, n=9) erkannten Probanden berechnet. Sie beträgt 24,8 %.

	Test positiv= <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> Gelb 2 + Rot 1/2	Test negativ= <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> Grün + Gelb 1	Testergebnisse gesamt	Berechnung
„Krank“ = pathologisch (HbA1c in [%] $\geq 5,7$)	13	4	17	Sensitivität 0,765 (76,5 %)
„Gesund“ = HbA1c in [%] < 5,7	56	28	84	Spezifität 0,333 (33,3 %)
Studienteilnehmer gesamt	69	32	101	
Berechnung	Positiver prädiktiver Wert 0,188 (18,8 %)	Negativer prädiktiver Wert 0,875 (87,5 %)		Accuracy 0,406 (40,6 %)

Abbildung 19 Vierfeldertafel *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

In der zweiten Vierfeldertafel (Abbildung 19) wurden dieselben Berechnungen angestellt, nur diesmal mit der Grundlage, dass die Studienteilnehmer aus der Kategorie Gelb 1 wie die der Kategorie Grün als Test negativ betrachtet werden.

	Test positiv= <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> Rot 1/2	Test negativ= <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i> Grün + Gelb 1/2	Testergebnisse gesamt	Berechnung
„Krank“ = pathologisch (HbA1c in [%] $\geq 5,7$)	5	12	17	Sensitivität 0,294 (29,4 %)
„Gesund“ = HbA1c in [%] $< 5,7$	19	65	84	Spezifität 0,774 (77,4 %)
Studienteilnehmer gesamt	24	77	101	
Berechnung	Positiver prädiktiver Wert 0,208 (20,8 %)	Negativer prädiktiver Wert 0,844 (84,4 %)		Accuracy 0,693 (69,3 %)

Abbildung 20 Vierfeldertafel *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*

In der dritten Vierfeldertafel (Abbildung 20) wurden nun auch noch alle Studienteilnehmer aus der Kategorie Gelb 2 in die Bewertung als Test negativ mit einbezogen.

4.2.3 Multiple lineare Regression

Betrachtet man die im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* abgefragten Risikofaktoren als Prädiktoren für die Zielgröße „Diabetesrisiko“ und setzt dieses Risiko mit einem erhöhten HbA1c gleich ($\geq 5,7\%$), so lässt sich mit einer multiplen linearen Regression herausfinden, welcher der Risikofaktoren am ehesten einen Einfluss auf das Diabetesrisiko hat.

Tabelle 16 multiple lineare Regression

	Koeffizienten			95% KI			
	un-standa- rdisiert	SE	stan- dardisi- ert	t	p	oberes	unte- res
H0	5,303	0,032		167,454	<0,001	5,240	5,366
H1	5,116	0,149		34,454	<0,001	4,821	5,411
Gestationsdia- betes	0,004	0,018	0,023	0,241	0,810	-0,031	0,040
Alter	0,138	0,032	0,410	4,377	<0,001	0,075	0,201
Taille/Größe	0,005	0,003	0,187	1,890	0,062	-2,84e-4	0,011
Familienanam- nese	0,005	0,007	0,071	0,790	0,432	-0,008	0,019
Fleisch/Wurst	-0,037	0,018	-0,204	-2,091	0,039	-0,072	-0,002
Gemüse	-0,012	0,022	-0,053	-0,547	0,586	-0,056	0,032
Zucker	-0,024	0,023	-0,096	-1,035	0,303	-0,070	0,022
Vollkorn/Müsli	-0,003	0,018	-0,018	-0,194	0,847	-0,039	0,032
Sport	0,005	0,007	0,072	0,684	0,495	-0,009	0,019
Alltagsaktivität	0,003	0,022	0,013	0,137	0,891	-0,041	0,048

4.2.4 Korrelation HbA1c mit Einzelparametern

Da sich in der Berechnung der multiplen linearen Regression die Parameter Alter und Fleisch- und Wurstkonsum als signifikante Risikofaktoren herauskristallisiert haben, wurden zu diesen die Korrelationen mit dem HbA1c berechnet.

Tabelle 17 Korrelation HbA1c – Alter

Variable		Alter in Jahren
HbA1c [%]	Spearman's rho	0,501
	p	<0,001
	Oberes KI	0,634
	Unteres KI	0,339

Tabelle 18 Korrelation HbA1c – Fleisch/Wurst

Variable		Fleisch/Wurst
HbA1c [%]	Spearman's rho	-0,138
	p	0,168
	Oberes KI	0,059
	Unteres KI	-0,325

5 Diskussion

5.1 Demografische Daten

Eine der zentralen Aufgaben des Robert-Koch-Instituts ist das deutschlandweite Gesundheitsmonitoring – es soll das Gesundheitsverhalten und den Gesundheitszustand der deutschen Bevölkerung und relevante gesundheitliche Einflussfaktoren erfassen (Kurth 2012).

Hierzu werden regelmäßig Studien zur Erhebung von Gesundheitsdaten der deutschen Bevölkerung durchgeführt. Eine davon ist die DEGS1, die „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“, deren Erhebung von 2008-2011 verlief.

Um die Repräsentativität unseres Probandenkollektivs zu ermitteln, wurden die in der DEGS1 erhobenen anthropometrischen Daten (Mensink et al. 2013) mit denen unserer Probanden verglichen. Hierbei zeigt sich, dass die Frauen in unserem Probandenkollektiv im Schnitt geringfügig schwerer waren (Tabelle 3: Gewicht MW = 71,8kg) als die Frauen in der DEGS1-Studie (Tabelle 5: Gewicht MW 30-39 Jahre = 68,7kg, MW 40-49 Jahre = 70,8kg). Jedoch waren die befragten weiblichen Probanden in unserer Studie auch etwas größer (Tabelle 3, Größe MW = 168,05cm) als die weiblichen Befragten in der DEGS1 (Tabelle 5: Größe MW 30-39 Jahre = 165cm, MW 40-49 Jahre = 165,9cm). Daraus ergab sich ein niedrigerer durchschnittlicher BMI der Probandinnen dieser Studie gegenüber den Befragten der DEGS1 (Tabelle 3 BMI MW = 22,49; Tabelle 5: MW 30-39 Jahre = 25,2, MW 40-49 Jahre = 25,8).

Auch die männlichen Studienteilnehmer unseres Kollektivs wogen durchschnittlich mehr (Tabelle 4: Gewicht MW = 88,49kg) als die männlichen Befragten aus der DEGS1 (Tabelle 6: Gewicht MW 30-39 Jahre = 86kg, 40-49 Jahre = 87kg) und waren ebenfalls größer (Tabelle 4: Größe MW = 181,4cm versus Tabelle 6: Größe MW 30-39 Jahre = 179,1cm, 40-49 Jahre = 177,8cm). Resultierend hieraus ergab sich ein höherer mittlerer BMI (Tabelle 4: BMI MW = 28,73) bei den männlichen Studienteilnehmern der vorliegenden Studie gegenüber denen der DEGS1 (Tabelle 6: BMI MW 30-39 Jahre = 26,8, 40-49 Jahre = 27,6).

5.2 Diskussion der Ergebnisse der Fragebögen

Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest

Der *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* besteht aus 12 Fragen für männliche Teilnehmer und 13 Fragen für weibliche Teilnehmer. Etwa ein Drittel, also vier Fragen, beziehen sich auf die Ernährung, zwei Fragen auf einen Diabetes (in der Schwangerschaft und in der Familie). Obwohl Geschlecht und Gewicht abgefragt werden, fließen sie nicht in die Punktevergabe mit ein. Die Abfrage des Geschlechtes dient, wie schon in Kapitel 3.2 Instrumente erläutert, der Beantwortung von zwei gesonderten Fragen für weibliche Personen. Während die Angabe einer aktuellen Schwangerschaft zum direkten Testende führt, wird Frauen außerdem zur Risikobewertung die zusätzliche Frage nach einem stattgehabten Schwangerschaftsdiabetes gestellt. Der BMI wird nach Eingabe von Größe und Gewicht berechnet, fließt aber nicht mit in die Bewertung der Punkte ein. Somit errechnen sich die Punkte aus zehn Fragen für die Frau und neun Fragen für den Mann. Wie schon in Kapitel 3.2 Instrumente beschrieben, ergibt sich eine Gesamtpunktzahl von möglichen 90 Punkten.

Einige Antworten wirken sich stärker auf die Gesamtpunktzahl aus, so z.B. das Verhältnis von Taille zu Größe mit maximal 25 Punkten, sowie Sport mit maximal 15 Punkten. Obwohl es im Vergleich zu den anderen zwei Fragebögen verhältnismäßig viele Fragen zu den Ernährungsgewohnheiten gibt, werden hier nur je maximal 5 Punkte vergeben. Je niedriger am Ende die Punktzahl, desto geringer ist das Diabetesrisiko.

Bei der Punktebewertung fließen jedoch auch Dinge mit ein, die die Teilnehmer, oder später die Bürger, durch ihr Verhalten nicht beeinflussen können: das Alter, die Größe und Diabeteserkrankungen in der Verwandtschaft.

Es erfolgt eine Einteilung in fünf Punktekategorien.

Lediglich zehn Studienteilnehmer (Kategorie Grün, 9,9 %) haben ein Punkteergebnis erreicht, das einem geringen Risiko, einen Diabetes mellitus zu entwickeln, entspricht. Der überwiegende Teil, 67 bzw. 66 Studienteilnehmer in Kategorie Gelb 1+2 (33 %), haben ein mäßig erhöhtes Risiko und 24 in Kategorie Rot 1+2 (23,76 %) sogar ein sehr stark erhöhtes Risiko (siehe Abbildung 6).

GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK)

Der FINDRISK ist mit seinen lediglich acht Fragen der kürzeste der drei Fragebögen. Wie im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* werden die Items Alter, Taillenumfang, Diabetes in der Herkunftsfamilie und Ernährungsgewohnheiten abgefragt. Zur Ernährung gibt es hier nur eine Frage im Gegensatz zu vier Fragen im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*. Statt nach Sport wird nach täglicher Bewegung gefragt. Der BMI wird direkt abgefragt. Im Gegensatz zu den anderen zwei Fragebögen gibt es Fragen zu der Verordnung von Medikamenten gegen Bluthochdruck und der vorherigen Feststellung erhöhter Blutzuckerwerte.

Die Bewertungsgrundlage ist nicht veröffentlicht. Die maximal mögliche Punktzahl ist 26.

Am höchsten bewertet sind mit fünf möglichen Punkten bei einer Positivantwort die Fragen nach Diabetes in der Familie und der früheren Feststellung erhöhter Blutzuckerwerte, wohingegen die Ernährungsfrage nur mit einem Punkt bewertet ist. Wie beim *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* scheint es so, als sei der Ernährung ein kleinerer Beitrag für ein Diabetesrisiko zugerechnet worden als beispielsweise der genetischen Belastung durch eine Diabeteserkrankung in der Familie.

Am zweithöchsten mit maximal vier Punkten sind das Alter und der Taillenumfang bewertet. Ähnlich wie beim *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* scheint einem höheren Taillenumfang auch ein höheres Diabetesrisiko zugerechnet zu werden als beispielsweise der Ernährung.

Es gibt wie im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* ebenfalls fünf Kategorien. Die Punkteergebnisse werden Prozentzahlen zugeordnet. Diese bedeuten, dass entsprechend der Prozentzahl die Anzahl von 100 Menschen mit derselben Punktzahl in den nächsten zehn Jahren Typ-2-Diabetes bekommen können.

In den ersten beiden „grünen“ Punktkategorien wird das Risiko als „kaum gefährdet“ (heißt, einer von 100 kann in den nächsten zehn Jahren einen Typ-2-Diabetes bekommen = 1 %) und „leicht erhöht“ (4 % = vier von 100 können in den nächsten zehn Jahren einen Typ-2-Diabetes bekommen) angegeben. 85 der 101 Studienteilnehmer liegen in diesen beiden Kategorien. In Kategorie Gelb (17 % = 17 von 100 können in den nächsten zehn Jahren einen Diabetes mellitus 2 bekommen) fallen nur noch zehn Befragte. In der vierten Kategorie (rot, 33 % =

33 von 100 können in den nächsten zehn Jahren einen Diabetes mellitus 2 bekommen) wird das Risiko als erheblich angegeben, dieses Risiko haben sechs der Befragten. In der letzten Punktekategorie (Rot, 50 % = 50 von 100 können in den nächsten 10 Jahren einen Diabetes mellitus 2 bekommen) befindet sich keiner der Befragten.

Im Gegensatz zum *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* befindet sich hier der Großteil unserer Studienteilnehmer im grünen Bereich. Ein wesentlich geringerer Teil befindet sich im gelben und roten Bereich (siehe Abbildung 8).

DIFE- DRT (DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST®)

Insgesamt werden 11 Fragen gestellt. Im Vergleich zu den anderen beiden Fragebögen gleichen sich auch hier einige der abgefragten Themen. So wird ebenfalls nach dem Alter, der Ernährung, dem Taillenumfang und Diabetes in der Familie gefragt. Statt nach Sport wird körperliche Aktivität abgefragt.

Im Gegensatz zu den anderen zwei Fragebögen wird hier zusätzlich Raucherstatus und Kaffeekonsum ermittelt. Rauchen und Kaffeekonsum sind nicht als direkte Risikofaktoren bekannt, könnten aber als Indikatoren für ein reduziertes Gesundheitsbewusstsein Eingang in den Fragenkatalog gefunden haben.

Im Vergleich zum FINDRISK wird direkt nach der Diagnose Bluthochdruck gefragt.

Die maximal mögliche Punktzahl beträgt 123. Es gibt nur vier Risikokategorien. Mit insgesamt 91 Studienteilnehmern liegt auch hier der überwiegende Teil in den grünen Kategorien. 71 zählen zu der Punktekategorie, die einem niedrigen Risiko entspricht und weitere 20 Befragte liegen in der nächsten Kategorie, die einem noch niedrigen Risiko entspricht.

In der dritten Kategorie, die ein erhöhtes Risiko besagt, liegen nur noch sechs Studienteilnehmer, und in der letzten, mit einem hohen bis sehr hohen Risiko, lediglich vier Studienteilnehmer.

Die Punktzahlen werden einer Skala zugeordnet, auf der man ablesen kann, wieviele von 100 Menschen in den nächsten fünf Jahren an einem Typ-2-Diabetes erkranken werden. So entsprechen die Punktergebnisse von null bis 45 (= niedriges Risiko) einem Erkrankten auf 100, und die Ergebnisse von 46-56 (= noch niedriges Risiko) zwei bis fünf Erkrankten. Bei 57-63 Punkten (=Risiko erhöht)

erkranken sechs bis zehn Menschen in den nächsten 5 Jahren und von 64 bis 123 Punkten (=Risiko hoch bis sehr hoch) 11 bis 100 Menschen (siehe Abbildung 10).

5.3 Diskussion der Korrelationen untereinander

Um die Beziehung zwischen den Fragebögen beziffern zu können, wurden Korrelationen nach Pearson und nach Spearman mittels des Programmes JASP berechnet. Die Ergebnisse sind in etwa deckungsgleich. p-Werte unter 0,05 wurden als signifikant gewertet.

Die Ergebnisse der beiden Vergleichsfragebögen FINDRISK und DiE-DRT zeigen jeweils einen starken linearen Zusammenhang (Tabelle 6: Pearson's $r=0,809$, Spearman's $\rho=0,807$).

Auch FINDRISK und *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* korrelieren stark, wenn auch etwas weniger (Tabelle 7: Pearson's $r= 0,738$, Spearman's $\rho= 0,741$), ähnlich wie DiE-DRT und *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* (Tabelle 8: Pearson's $r= 0,749$, Spearman's $\rho= 0,747$).

5.4 Diskussion der Korrelationen mit dem HbA1c

Die Korrelation der Ergebnisse des FINDRISK mit dem HbA1c (Tabelle 9: Pearson's $r= 0,368$, Spearman's $\rho= 0,387$) ist nur moderat.

Die Korrelation von DiE-DRT mit dem Langzeitblutzucker ist ebenfalls nur moderat (Tabelle 10: Pearson's $r= 0,395$, Spearman's $\rho= 0,409$).

Die moderaten Korrelationen der beiden Vergleichsfragebögen mit den Langzeitblutzuckerwerten spiegeln wider, dass in den Fragebögen nicht direkt nach einer Diabetesdiagnose gefragt wird.

Die Punkteergebnisse des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* zeigen eine geringe nicht signifikante Korrelation mit dem gemessenen HbA1c-Wert (Tabelle 11: Pearson's $r= 0,185$, $p= 0,065$, Spearman's $\rho= 0,183$, $p = 0,067$).

Gründe für die Divergenz des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* in den Korrelationen mit dem HbA1c zu den anderen Fragebögen sind möglicherweise eine strengere Bewertung, andere Fragen oder das einfach nicht dasselbe gemessen wurde.

Ein weiterer möglicher Grund könnte sein, dass der *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* insgesamt ein höheres Risiko ausweist als die beiden Vergleichsfragebögen FINDRISK und DiE-DRT. Anfangs gab es zudem die Überlegung, dass Korrelationen zwischen dem Bauchumfang und dem HbA1c als auch zwischen Zuckerkonsum und dem HbA1c bestehen könnten. Diese bestätigten sich jedoch in den Berechnungen nicht, sodass diese Auswertungen nicht weiterverfolgt wurden (Tabelle 14 und 15).

5.5 Diskussion der Vierfeldertafeln

Die Vierfeldertafeln wurden lediglich für unsere Fragebogenpunktwerte angefertigt. In der ersten Tafel wurde die Punkteategorie Grün gegen alle übrigen vier Kategorien (Gelb 1+2, Rot 1+2) verglichen (Abbildung 18).

Die Punkteategorie Grün wurde als Test negativ, also kein Diabetes-Risiko, gegen die anderen Punkteategorien als Test positiv, also vorhandenes Diabetesrisiko, gestellt. Demgegenüber wurde ein gemessener HbA1c-Wert unter 5,7 % als „gesund“ und ein Wert gleich und über 5,7 % als „krank“ gesetzt. Die Grenze 5,7 % wurde gewählt, da diese von der ADA als Beginn für einen Prädiabetes gewertet wird.

In dieser Konstellation beträgt die Sensitivität des *Typ2 DIABETES – anonymer Risikotest* 94 %, wenn man einen auffälligen HbA1c als Bestätigung des richtig eingeschätzten Risikos setzt. Die Spezifität liegt bei nur 11 %, wenn ein unauffälliger HbA1c für die korrekte Erfassung eines fehlenden Risikos steht.

Es liegen jedoch weit mehr Studienteilnehmer in den gelben und roten Risikokategorien als es sich durch auffällige HbA1c-Werte bestätigen ließe.

Zusammenhängend damit erklärt sich auch ein eher niedriger positiver prädiktiver Wert gegenüber einem hohen negativen prädiktiven Wert.

Die Ergebnisse stützen die Vermutung, dass im *Typ2 DIABETES – anonymer Risikotest* das Risiko zu hoch bewertet wird.

In der zweiten Vierfeldertafel wurde daher der cut-off verschoben und die Punkteategorie Grün und Gelb 1 gegen die Punkteategorie Gelb 2, Rot 1+2 verglichen.

Hierdurch sinkt die Sensitivität auf 76,5 %, während die Spezifität auf 33,3 % ansteigt, analog dazu verbessert sich der positiv prädiktive Wert von 17,5 % auf 18,5 % und der negativ prädiktive Wert sinkt von 90 % auf 87,5 % (Abbildung 19). In der dritten Vierfeldertafel wurde der cut-off erneut verschoben: nun zählen die Kategorien Grün, Gelb 1+2 als Test negativ und nur noch die beiden Kategorien Rot 1+2 als Test positiv. Die Sensitivität fällt deutlich ab auf 29,4 %, während die Spezifität sich stark auf 77,4 % verbessert. Positiver und negativer prädiktiver Wert verändern sich nur minimal auf 20,8 % und 84,4 %. (Abbildung 20).

Währenddessen steigt die Accuracy (ein Maß für die Genauigkeit des Testes) von der ersten zur letzten Tafel von 24,8 % auf 69,3 %.

Zusammenfassend kann man sagen, dass weniger strenge Kriterien für die Punktevergabe mit einem sichtbaren Anstieg der Spezifität einhergehen. Natürlich könnte man jetzt die Bewertungsgrundlage dementsprechend anpassen. Jedoch würde dann die Sensitivität sinken. Alles in allem sieht die Autorin jedoch einen Vorteil in einer höheren Sensitivität. Dies bedeutet eine umfängliche Beratung zum Thema Diabetes mellitus. Die falsch-positiven Ergebnisse durch den Test können nach Meinung der Autorin in Kauf genommen werden, denn die Konsequenz ist auch hier eine Beratung zu Thema Diabetes mellitus. Die kann auch für einen eigentlich Gesunden nicht von Schaden sein.

5.6 Diskussion der multiplen linearen Regression

Abschließend kristallisierten sich im Rahmen der Berechnung einer multiplen linearen Regression die Parameter Alter und Fleischkonsum als signifikante Risikofaktoren heraus (Tabelle 16, Alter $p = <0,001$, Fleisch/Wurst = 0,039). Folgend wurden für diese beiden Parameter nochmals Einzelkorrelationen mit dem HbA1c berechnet. Hier zeigte sich für das Alter ein signifikanter aber mäßiger Zusammenhang (Tabelle 17 Spearman's rho = 0,501, $p = <0,001$), für Fleisch- und Wurstkonsum jedoch kein signifikanter Zusammenhang (Tabelle 18: Spearman's rho = -0,138, $p = 0,168$).

5.7 Diskussion der Einzelparameter

Im Folgenden soll der Einfluss der Einzelparameter auf die mögliche Entwicklung einer Diabetes-Erkrankung genauer in Zusammenhang mit der internationalen Studienlage diskutiert werden. Hierzu erfolgte eine Recherche in Pubmed, der Referenzdatenbank der nationalen medizinischen Bibliothek der Vereinigten Staaten von Amerika.

5.7.1 Anthropometrische Daten

Zunächst werden die zusammenhängenden Faktoren Größe, Gewicht, BMI (Body Mass Index) und Taillenumfang betrachtet. Der Body Mass Index ergibt sich aus Größe und Gewicht mit der Formel Körpergewicht (in kg) geteilt durch Größe (in m) zum Quadrat. Der amerikanische Ernährungswissenschaftler Ancel Keys hatte die Formel 1972 in einem Artikel im heutigen Journal of Epidemiology als einen besseren Gradmesser für Adipositas propagiert (Chandrasekaran 2018). Die Idee stammt von dem belgischen Wissenschaftler Adolphe Quetelet, der damit bereits 1832 ein Maß für die Beziehung zwischen Größe und Gewicht eines Menschen entwickelte (Faerstein et al. 2012).

Eine chinesische Studie nutzt die Daten eines chinesischen Gesundheitssurveys aus 2009, um die Vorhersagekraft des Visceral Adiposity Index (VAI), A Body Shape Index (ABSI), BMI und Taillenumfang zu untersuchen (Wei et al. 2019). Während das Gewicht, welches in den BMI einfließt, nicht unterscheidet, ob es sich um Fett oder Muskeln handelt, ist der Taillenumfang ein guter Indikator für die Menge an viszeralem Fettgewebe. Der VAI setzt sich aus diesen beiden genannten Punkten sowie den Triglyzeriden und dem HDL-Cholesterin zusammen, während der Body-Shape-Index sich aus einer Rechenformel aus Taillenumfang, BMI sowie der Körpergröße ergibt. Wei et al. (2019) kommen zu dem Ergebnis, dass sowohl der VAI als auch der Body Shape Index starke und unabhängige Risikofaktoren für einen Diabetes sind, zumindest bei chinesischen Erwachsenen. Trotzdem sehen Wei et al. ein besseres Screening-Instrument in BMI und Taillenumfang, aufgrund besserer Sensitivität, leichtem Zugang und einfachem Gebrauch in unterschiedlichen Settings.

Tatsumi et al. (2015) gingen der Fragestellung nach, inwieweit sich eine Änderung des Taillenumfangs auf die Inzidenz von Typ 2 Diabetes auswirkt. Bei insgesamt drei Untersuchungszeitpunkten (Untersuchung 1, Untersuchung 2, Endpunkt) wurden u.a. der Taillenumfang und verschiedene Diabetes-Parameter untersucht. Der Endpunkt der Studie war die Diagnosestellung Typ-2-Diabetes oder das Ende des Beobachtungszeitraumes März 2011. Die Teilnehmer wurden je Geschlecht in zwei Gruppen eingeteilt: Studienteilnehmer mit einem Taillenumfang unterhalb des Medians und Studienteilnehmer mit einem Taillenumfang gleich oder oberhalb des Medians. Tatsumi et al. (2015) kommen zu dem Ergebnis, dass Studienteilnehmer mit einem Taillenumfang gleich oder höher des Medians und der größten Taillenumfangsänderung im Beobachtungszeitraum ein signifikant höheres Risiko haben, einen Typ-2-Diabetes zu entwickeln. Dies galt für beide Geschlechter. Für die Gruppe der Teilnehmer mit einem Taillenumfang unterhalb des Medians konnte kein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass man mit der Prävention einer weiteren Zunahme des Taillenumfangs bei Menschen mit bereits höherem Taillenumfang auch einer Diabetes-Erkrankung vorbeugen kann.

Ein weiter interessanter Aspekt über das reine Vorhandensein eines Risikofaktors hinaus ist die Annahme, dass sich Risikofaktoren in unterschiedlichen Populationen auch unterschiedlich auswirken. So haben Rostambeigi et al. (2010) die Rolle des Taillenumfangs für die Risikovorhersage einen Diabetes mellitus und die Diagnose des metabolischen Syndroms in zwei unterschiedlichen Populationen in einer vergleichenden Längsschnittstudie untersucht. Dafür wurden eine australische und eine iranische Kohorte vier Jahre lang begleitet. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die Auswirkung eines Risikofaktors bezogen auf die Ethnie auch heterogen sein kann. So zeigt sich in der australischen Population der Taillenumfang als größerer Risikofaktor für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes als in der iranischen Population.

5.7.2 Ernährung

Die Ernährungsfragen im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* drehen sich um die Häufigkeit des Konsums von Fleisch- und Wurstwaren, Gemüse, Süßigkeiten, Gebäck oder süßen Getränken sowie Vollkorn, Müsli oder Getreideflocken. In einem systematischen Review und einer Metaanalyse haben Schwingshackl et al. (2017) in diversen Datenbanken nach prospektiven Studien gesucht, die den Zusammenhang zwischen 12 Lebensmittelgruppen und dem Risiko für Typ-2-Diabetes untersuchen. Die 12 Lebensmittelgruppen sind Vollkorn, Weißmehl, Gemüse, Obst, Nüsse, Hülsenfrüchte, Eier, Milchprodukte, Fisch, Rotes Fleisch, Fleisch- oder Wurstwaren und zuckerhaltige Getränke. Es ergab sich nach statistischen Analysen für insgesamt sechs der untersuchten Lebensmittelgruppen ein signifikanter Zusammenhang mit einem Risiko für Typ-2-Diabetes. Auch die im *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* abgefragten vier Lebensmittelgruppen sind in der Studie untersucht worden und die Ergebnisse sollen nun genauer betrachtet werden. Schwingshackl et al. (2017) zeigen auf, dass ein starker inverser Zusammenhang zwischen Typ-2-Diabetes und Vollkorn besteht. Es kann sogar gezeigt werden, dass mit steigender Vollkornaufnahme (bis zu 50 g pro Tag) das Diabetes-Risiko um 25 % abnimmt. Für Gemüse wird ein grenzwertiger inverser Zusammenhang zwischen Diabetes-Risiko und Aufnahmemenge nachgewiesen. Allerdings gilt das nur für asiatische und australische Studien. Bei Aufnahme von bis zu 300 g Gemüse am Tag sinkt das Risiko für Typ-2-Diabetes um 9 %. In europäischen und amerikanischen Studien oder bei Studien mit kleiner Fallzahl fanden die Autoren keinen Zusammenhang. Für die Aufnahme von Fleisch- oder Wurstwaren konnte hingegen ein signifikant positiver Zusammenhang beobachtet werden. Eine tägliche zusätzliche Aufnahme von 50 g Fleisch- oder Wurstwaren war stark mit einem Typ-2-Diabetes - Risiko assoziiert. (Schwingshackl et al, 2017) Hier zeigen sich Parallelen zum Ergebnis unserer Studie. Auch in der multiplen linearen Regression (Tabelle 16) zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen Aufnahme von Fleisch- oder Wurstwaren und einem Typ-2-Diabetes - Risiko. Die Autoren Schwingshackl et al. untersuchten ebenfalls den Einfluss von zuckerhaltigen Getränken. Hier konnte ein positiver Zusammenhang zwischen Aufnahmemenge und Diabetes-Risiko gezeigt werden. Aufgrund dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse erfolgte

die Aufnahme der Lebensmittelgruppe Zucker in den *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*. Der FINDRISK und DiE-DRT enthalten hingegen keine Frage zu Ernährungsgewohnheiten bezüglich Zucker. Wir konnten jedoch mit dem *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* keinen Zusammenhang zwischen dem HbA1c und dem Konsum zuckerhaltiger Lebensmittel (zuckerhaltige Getränke wie Cola, Limonade, Saft, Eistee, Gebäck, Süßes) aufzeigen (Tabelle 16, $p = 0,303$).

Eine weitere Studie geht bereits davon aus, dass die Ernährung mit Fleisch- und Wurstwaren („Red and Processed Meat“) mit einem erhöhten Risiko für einen Typ-2-Diabetes einhergeht (Ibsen et al. 2020). Die Autoren werfen die Frage auf, welches Risiko durch den Ersatz mit anderen Proteinprodukten in der Ernährung entstehen würde. Sie definieren Geflügel, Fisch, Käse, Jogurt, Milch, Eier, Hülsenfrüchte, Nüsse und Müsli als klassische andere Proteinquellen in der europäischen Ernährung. Die Ergebnisse basieren auf Rechenmodellen, die einen Ersatz von Fleisch- und Wurstwaren in der Ernährung durch die oben genannten anderen Proteinquellen annehmen. Diese Simulation wird jedoch auch als eine Limitation der Studie angegeben. Ibsen et al. kommen durch ihre Berechnungen zu der Schlussfolgerung, dass der Ersatz von einer Portion rotem Fleisch oder Wurstwaren durch eine Portion Nüsse, Müsli, Jogurt und Käse mit einem niedrigeren Risiko für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes einhergeht. Für die übrigen Eiweißquellen (Fisch, Geflügel, Hülsenfrüchte, Milch und Eier) wird zumindest von einem positiven Effekt auf die Gesundheit der Bevölkerung ausgegangen.

5.7.3 Gestationsdiabetes

Ein weiterer zu betrachtender Aspekt ist der Gestationsdiabetes. Zu diesem Risikofaktor diskutieren Zhu & Zhang (2016) in einer Übersichtsarbeit die globale Prävalenz eines Gestationsdiabetes und die spätere Entwicklung eines Typ-2-Diabetes. Ihre Literaturrecherche für die Dekade 2005 bis 2015 ergab 77 Studien. Für den europäischen Kontinent zeigt sich die niedrigste Prävalenz eines Schwangerschaftsdiabetes im Gegensatz zu den höchsten Prävalenzen in den Regionen Süd-Ost-Asien, Mittlerer Osten oder Nordafrika. Einschränkend führen die Autoren auf, dass in jedem Land ein unterschiedliches Screening und unterschiedliche Diagnosekriterien zur Anwendung kommen und zugrundeliegende

Bevölkerungsmerkmale ebenfalls eine Rolle spielen. Weiterhin variiert die Prävalenz in einem Land beispielsweise zwischen verschiedenen Ethnien oder aufgrund einer urbanen oder ländlichen Lebensweise. In ihrer Arbeit betrachten die Autoren auch den Zusammenhang zwischen einem Typ-2-Diabetes und einem früheren Gestationsdiabetes. Nach Auswertung von insgesamt 82 Studien aus weiterer Literaturrecherche kommen sie zu dem Schluss, dass ein Gestationsdiabetes zu einem außergewöhnlich hohen Risiko für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes führt. Für europäische Länder zeigen sich große Unterschiede, wobei Risiko und Inzidenz in Deutschland am niedrigsten liegen.

5.7.4 Genetische und familiäre Prädisposition sowie körperliche Bewegung und Sport

„Physical inactivity is a primary cause of most chronic diseases“ (Booth et al. 2012). Die WHO definiert körperliche Aktivität als jegliche Bewegung, die durch die Skelettmuskulatur erzeugt wird und Energie verbraucht. In den „WHO Guidelines on physical activity and sedentary behaviour“ wurden für Erwachsene zwischen 18 und 64 Jahren die Empfehlungen im Herbst 2020 angepasst. Unter anderem empfiehlt die Richtlinie wöchentlich 150 bis 300 Minuten moderate körperliche Aktivität oder 75 bis 150 Minuten intensive körperlicher Aktivität (WHO, 2020). Ein übliches Maß für die Messung der körperlichen Aktivität wird in MET (metabolisches Äquivalent) gemessen. Samitz (2017) definiert das metabolische Äquivalent, basierend auf den Arbeiten von Ainsworth et al. (2011): MET gibt den Stoffwechselumsatz einer Person bezogen auf ihren Ruheumsatz an. Ein MET entspricht dem Kalorienverbrauch von 1 Kcal pro kg Körpergewicht pro Stunde. Ainsworth et al. (2011) geben für moderate körperliche Aktivität den Verbrauch von 3-5,9 MET an, dies wird in etwa bei zügigen Spaziergängen oder anstrengenderen häuslichen Reinigungstätigkeiten wie Fensterputzen erreicht. Intensive körperliche Aktivität verbraucht mehr als 6 MET, Beispiele sind Joggen, Fußball oder ein kompetitives Tennisspiel.

Der *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* widmet sich in einer Frage der alltäglichen Aktivität sowie in einer Frage dem Sport. Wahid et al. (2016) untersuchten in einem systematischen Review mit einer Metaanalyse insgesamt 36 Studien aus den Datenbanken EMBASE und MEDLINE aus dem Zeitraum 1981 bis 2014 auf den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität, kardiovaskulären Erkrankungen und Typ-2-Diabetes (Wahid et al. 2016). Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurden die Daten zu körperlicher Aktivität in MET umgewandelt. Bei steigender körperlicher Aktivität sinkt das Risiko sowohl für kardiovaskuläre Erkrankungen als auch Typ-2-Diabetes. Bezogen auf das Verhältnis von körperlicher Aktivität zum Typ-2-Diabetes - Risiko scheint die Steigerung von keinerlei Aktivität (0 MET) auf moderate Aktivität (6 MET) den größten gesundheitlichen Nutzen zu haben. In diesem Fall fällt die Inzidenz eines Typ-2-Diabetes nach den Berechnungen der Autoren um 26 %.

Szczerbinski et al. (2016) untersuchten den Zusammenhang von körperlicher Aktivität, genetischer Prädisposition und Familienanamnese mit der Prävalenz eines Typ-2-Diabetes bei Teilnehmern einer Längsschnittstudie in Polen. Das Ziel war, die Prävalenz eines Typ-2-Diabetes in Untergruppen mit viel und wenig körperlicher Aktivität, positiver und negativer Familienanamnese sowie genetischer Prädisposition und keiner genetischen Prädisposition einzeln sowie in Kombination zu betrachten. Die körperliche Aktivität wurde mittels eines Fragebogens bewertet und alle Teilnehmer in die Gruppen low physical activity (wenig körperliche Aktivität) und high physical activity (viel körperliche Aktivität) eingeteilt. Das Merkmal einer positiven Familienanamnese wurde für einen Typ-2-Diabetes bei Verwandten ersten Grades vergeben. Die Teilnehmer wurden außerdem bezogen auf die genetische Prädisposition nach Berechnungen in zwei Gruppen, high weighted genetic risk (high wGRS) und low weighted genetic risk (low wGRS), eingeteilt. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass es für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes eine höhere Prävalenz in der Gruppe mit einer positiven Familienanamnese gibt. Die Prävalenz war zudem stärker ausgeprägt bei Männern als bei Frauen mit positiver Familienanamnese. Bezogen auf die genetische Prädisposition ist die Prävalenz eines Typ-2-Diabetes bei den Teilnehmern in der low wGRS- und der high wGRS-Gruppe ähnlich hoch. Bezogen auf die Männer war die Prävalenz eines Typ-2-Diabetes ein wenig höher als bei Frauen.

Bei Kombination der Faktoren körperliche Aktivität und Familienanamnese wurde eine niedrigere Prävalenz für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes für die Gruppen mit viel körperlicher Aktivität plus positiver Familienanamnese und viel körperlicher Aktivität plus negativer Familienanamnese gegenüber den Gruppen mit wenig körperlicher Aktivität plus positiver oder negativer Familienanamnese nachgewiesen. Die Prävalenz eines Typ-2-Diabetes in den Gruppen mit und ohne genetische Prädisposition mit viel körperlicher Aktivität war niedriger gegenüber den beiden Gruppen mit und ohne genetische Prädisposition und wenig körperlicher Aktivität, wobei jedoch keine Signifikanz nachgewiesen werden konnte. Abschließend lässt sich festhalten, dass ein positiver Zusammenhang zwischen einer positiven Familienanamnese und einer höheren Prävalenz eines Typ-2-Diabetes vorliegt, jedoch nicht für eine genetische Prädisposition. Die positive Familienanamnese wird damit als besserer Risikofaktor für die Identifizierung von Patienten bewertet, einen Typ-2-Diabetes zu entwickeln. Weiterhin scheint körperliche Aktivität einen positiven Effekt zu haben.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Zur Risikoabschätzung für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes gibt es seit Jahren zwei etablierte Fragebögen, den Online-Fragebogen der Deutschen Diabetes Stiftung GesundheitsCheck DIABETES (FINDRISK) und den Online-Fragebogen des Deutschen Instituts für Ernährungsforschung, den DIfE-DRT- DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST®. Um auch in neueren Studien erkannte Parameter als relevante Faktoren in die Risikoabschätzungen einbeziehen zu können, entstand die Idee, einen weiteren Fragebogen zu entwickeln.

2016 wurde in einer Arbeitsgruppe am UKE im Rahmen des Projektes HOOU (Hamburg Open Online University, ein alle Hamburger Hochschulen übergreifendes Projekt zur Förderung der Digitalisierung) ein neuer Fragebogen erarbeitet, der *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*.

Er unterscheidet sich in einigen wesentlichen Punkten von den anderen beiden Fragebögen. Ernährung ist z.B. in allen drei Fragebögen ein Thema, jedoch widmet sich der neue konzipierte Fragebogen *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* mit vier Fragen dem Thema intensiver als der FINDRISK (eine Frage) und der DIfE- DRT (zwei Fragen). Eine Frage zu einem früheren Schwangerschaftsdiabetes kommt in den beiden bereits etablierten Fragebögen nicht vor.

Die berechneten Ergebnisse für die Korrelationen ergaben eine hohe Korrelation zwischen FINDRISK und DIfE- DRT. (Tabelle 10) Es ergaben sich im Gegensatz hierzu jedoch nur eine mäßige Korrelation zwischen *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest*, dem FINDRISK und DIfE-DRT (siehe Tabelle 8 und 9).

Ebenfalls mäßige Korrelationen zeigen beide etablierte Fragebögen zum HbA1c (Tabelle 12 und 13), während der neue *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* keine signifikante Korrelation zum HbA1c zeigt (Tabelle 11).

Eine mögliche Ursache hierfür sieht die Autorin darin, dass der neue Fragebogen nicht direkt nach einem Typ-2-Diabetes fragt, sondern ein Risiko für eine Diabetesentwicklung ermitteln will. Zudem liegt unserer Vermutung nach eine strengere Bewertungsgrundlage als bei den beiden älteren Fragebögen zugrunde. Die Bewertung, ob ein Risiko für die Entwicklung eines Typ 2 Diabetes vorliegt, wurde daher nochmals im Detail mit Vierfeldergrafiken untersucht.

In den Grafiken wurde ein HbA1c gleich oder größer als 5,7 %, entsprechend der Sichtweise der ADA als pathologisch gesetzt.

Dann wurden die Grenzen für ein Risiko nach der Bewertungsgrundlage des neuen Fragebogens, den fünf Punktekategorien Grün (= geringes Risiko), Gelb 1+2 (= mäßig erhöhtes Risiko), Rot 1+2 (stark erhöhtes Risiko) jeweils immer weiter verschoben.

Hierbei zeigten sich unterschiedliche Ergebnisse für die Sensitivität und Spezifität. Während die Sensitivität mit Aufweichen der Risikogrenzen sank, stiegen Spezifität und Accuracy an. Dennoch meint die Autorin, dass eine höhere Sensitivität zulasten einiger falsch-positiver Ergebnisse bei einer niedrigeren Spezifität zu bevorzugen ist. Hier schließt sich der Kreis zum Gedanken aus der Einleitung: Im Rahmen der Prävention schadet auch Menschen ohne Risiko eine Gesundheitsberatung zum Thema Typ-2-Diabetes nicht.

Aus der Regressionsrechnung ergibt sich, dass die Parameter Alter und Fleischkonsum einen besonderen Einfluss auf das Diabetes-Risiko haben.

Eine Anpassung der zugrunde gelegten Bewertungsgrundlage könnte zu einer höheren Korrelation mit dem HbA1c führen. Es ist nicht geplant, den Aufbau und Bewertungsmaßstab des *Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest* nochmals zu ändern. Die Notwendigkeit scheint derzeit aufgrund des Vorhandenseins der beiden guten und etablierten Vergleichsfragebögen eigentlich nicht nötig.

Die Nullhypothesen H_0 in Punkt 1 und 2 sind somit abzulehnen, während die Alternativhypothesen H_1 in Punkt 1 und 2 anzunehmen sind.

Abkürzungsverzeichnis

FINDRISK	Finde dein Risiko
DIfE	Deutsches Institut für Ernährungsforschung
FINDRISC	Finish Diabetes Risk Score
DIfE-DRT	DIfE- DEUTSCHER DIABETES-RISIKO-TEST®
HOOU	Hamburg Open Online University
FIRDIT	Akronym aus FINDRISK, DIfE und <i>Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest</i>
UKE	Universitätsklinikum Eppendorf
HbA1c	Glykohämoglobin
WHO	World Health Organisation
ADA	American Diabetes Association
oGGT	oraler Glukosetoleranztest
KHK	koronare Herzkrankheit
w	weiblich
m	männlich
MW	Mittelwert
SD	Standardabweichung
BMI	Body Mass Index
KI	Konfidenzintervall
Pearson's r	Korrelation nach Pearson
Spearman's rho	Korrelation nach Spearman
p	Signifikanz
RKI	Robert Koch Institut
VAI	Visceral Adipositas Index
ABSI	A Body Shape Index
et al.	et alii (und andere)

Literaturverzeichnis

- Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett Jr DR, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS (2011) 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 43(8):1575-1581
- American Diabetes Association. Understanding A1C: Diagnosis. <https://www.diabetes.org/a1c/diagnosis> [01.10.2020]
- Booth FW, Roberts CK, Laye MJ (2012) Lack of Exercise Is a Major Cause of Chronic Diseases. *Compr Physiol* 2(2):1143-1211
- Chandrasekaran A (2018) Body Mass Index - Is it Reliable Indicator of Obesity? *J Nutr Weight Loss* 3(1):111
- Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE) (2014) Deutscher Diabetes Risikotest® (DRT) https://www.diabetesde.org/system/files/documents/diabetes-risiko-test_2016.pdf [18.10.2021]
- Dörner K (2013) *Klinische Chemie und Hämatologie*, 8. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 189
- Experteninterview auf der Website des Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE) mit Prof. Dr. Matthias Schulz und Prof. Dr. Dr. Hans-Georg Joost <https://www.dife.de/news/diabetes-risiko-test/> [20.11.2021]
- Faerstein E, Winkelstein Jr W (2012) Adolphe Quetelet: statistician and more. *Epidemiology* 23(5):762-763
- Herold G et al. (2015) *Innere Medizin 2015*. Gerd Herold (Verlag). S. 719-720
- Hamburg Open Online University Über die HOOU. <https://www.hoou.de/f/hoou-de> [24.8.2018]
- Ibsen DB, Steur M, Imamura F, Overvad K, Schulze MB, Bendinelli B, Guevara M, Agudo A, Amiano P, Aune D, Barricarte A, Ericson U, Fagherazzi G, Franks PW, Freisling H, Quiros JR, Grioni S, Heath AK, Huybrechts I, Katze V, Laouali N, Mancini F, Masala G, Olsen A, Papier K, Ramne S, Rolandsson O, Sacerdote C, Sánchez M-J, Santiuste C, Simeon V, Spijkerman AMW, Srouf B, Tjønneland A, Tong TYN, Tumino R, van der Schouw YT, Weiderpass E, Wittenbecher C, Sharp SJ, Riboli E, Forouhi

- NG, Wareham NJ (2020) Replacement of Red and Processed Meat With Other Food Sources of Protein and the Risk of Type 2 Diabetes in European Populations: The EPIC-InterAct Study. *Diabetes Care* 43(11):2660-2667
- Ickrath M, Bitzer B, Vité S, Müller-Wieland D (2020) Digitale Transformation in der Diabetologie in Deutschland. In: Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) und diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe. Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2021. Die Bestandsaufnahme. Verlag Kirchheim + Co GmbH, Mainz. S. 183-189
- Kurth BM (2012) Das RKI-Gesundheitsmonitoring – was es enthält und wie es genutzt werden kann. *Public Health Forum* 20(3):4-4.
- Linnenkamp U, Andrich S, Icks A (2018) Gesundheitsökonomische Aspekte des Diabetes mellitus, in: Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) und diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe (Hrsg.). Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2018: Die Bestandsaufnahme. Kirchheim + Co GmbH, Mainz. S. 210-219.
- Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M, Lampert T, Ziese T, Scheidt-Nave C (2013) Übergewicht und Adipositas in Deutschland. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl* 56:786-794
- Preisser AM, Zyriax B-C, Kraft AM, Riemer M, Laaser J, Hoff N (2017) Typ 2 DIABETES – anonymer Risikotest (Testen Sie Ihr Risiko in nur 5 Minuten). <https://www.hoou.de/projects/typ-2-diabetes-anonymer-risikotest/preview> [24.08.2021]
- Rostambeigi N, Shaw J E, Atkins R C, Ghanbarian A, Cameron A J, Forbes A, Momenan A, Hadaegh F, Mirmiran P, Zimmet PZ, Azizi F, Tonkin AM (2010) Waist Circumference has heterogeneous impact on development of diabetes in different populations: longitudinal comparative Study between Australia and Iran. *Diabetes Res Clin Pract* 88(1):117-124
- Samitz G. (2017) Einführung. In: Wonisch M, Hofmann P, Förster H, Hörtnagl H, Ledl-Kurkowski E, Pokan R. (Hrsg.) *Kompodium der Sportmedizin. Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie*. Springer-Verlag GmbH, Austria. S. 3-9

- Schwarz P (2007) FINDRISK-Evaluation, Deutsche Diabetes Stiftung. https://www.diabetesstiftung.de/files/paragraph/fileupload/dds_findrisk_final_prv.pdf [18.10.2021]
- Schwingshackl L, Hoffmann G, Lampousi A-M, Knüppel S, Iqbal K, Schwedhelm C, Bechthold A, Schlesinger S, Boeing H (2017) Food groups and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Eur J Epidemiol* 32(5):363-375
- Statistisches Bundesamt (2021) Bevölkerungsstand: Amtliche Einwohnerzahl Deutschlands 2021. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/_inhalt.html [13.09.2021]
- Szczerbiński Ł, Gościk J, Bauer W, Wawrusiewicz-Kurylonek N, Paczkowska-Abdulsalam M, Niemira M, Citko A, Adamska-Patruno E, Górka M, Krętowski A (2016) Efficacy of family history, genetic risk score, and physical activity in assessing the prevalence of type 2 diabetes. *Pol Arch Intern Med* 129(7-8):442-450
- Tatsumi Y, Watanabe M, Nakai M, Kokubo Y, Higashiyama A, Nishimura K, Kobayashi T, Takegami M, Nakao Y M, Watanabe T, Okayama A, Okamura T, Miyamoto Y (2015) Changes in Waist Circumference and the Incidence of Type 2 Diabetes in Community-Dwelling Men and Women: The Suita Study. *J Epidemiol* 25(7):489-495
- Thomas L (2020) Labor und Diagnose 2020, Kapitel 3.6 (eBook Version)
- Tönnies T, Rathmann W (2020) Epidemiologie des Diabetes in Deutschland. In: Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG), diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe: Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2021. Kirchheim + Co GmbH, Mainz. S. 10-17
- Wahid A, Manek N, Nichols M, Kelly P, Foster C, Webster P, Kaur A, Friedemann Smith C, Wilkins E, Rayner M, Roberts N, Scarborough P (2016) Quantifying the Association Between Physical Activity and Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc* 5(9):e002495
- Wei J, Liu X, Xue H, Wang Y, Shi Z (2019) Comparisons of Visceral Adiposity Index, Body Shape Index, Body Mass Index and Waist Circumference and Their Associations with Diabetes Mellitus in Adults. *Nutrients* 11(7):1580

- World Health Organisation (2020) Health Topics, Diabetes, Overview.
https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab_1 [18.10.2021]
- World Health Organization (2010) Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization. S. 53
<https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/52834/retrieve> [18.10.2021]
- World Health Organization (2020) WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. S.32
<https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1315866/retrieve> [18.10.2021]
- Zhu Y, Zhang C (2016) Prevalence of Gestational Diabetes and Risk of Progression to type 2 Diabetes: A Global Perspective. *Curr Diab Rep* 16(1):7

7 Danksagung

Das erste und herzliche Dankeschön geht an Frau PD Dr. Preisser. Sie war in den letzten vier Jahren eine zuverlässige Begleiterin und Ansprechpartnerin, die mir stets den richtigen Weg gewiesen hat und mit wichtigen Ratschlägen und Anmerkungen noch jede Denkblockade gelöst hat.

Da ich mich erst nach meinem Studium und mitten im Berufsleben für den Beginn einer Dissertation entschieden habe, danke ich auch meinem Weiterbilder Dr. Rolf Küstermann. Dieser Dank gebührt ihm nicht nur für die erfolgreiche Weiterbildung und ein stets offenes Ohr, sondern auch für die Empfehlung und Kontaktaufnahme zu Frau PD Dr. Preisser sowie die Ermöglichung meiner Datenerhebung während des laufenden Betriebes.

Weiterhin gilt mein Dank meinem ehemaligen Arbeitgeber, der BAD GmbH, die mir erlaubt hat, Dissertation und Arbeit problemlos zu verbinden sowie allen ehemaligen Kollegen, die mich tatkräftig dabei unterstützt haben.

Besonderer Dank gebührt außerdem meiner Schwester Caroline Surrey, die mich unermüdlich mit ihrem Enthusiasmus für Statistik mit der Erstellung dieser vorangebracht hat. Ebenfalls danke ich Robert Herold, der mich ebenfalls mit seinem statistischen Wissen bei der Berechnung meiner Analysen unterstützt hat.

Zu guter Letzt danke ich meiner Familie, - weil sie immer für mich da ist.

8 Lebenslauf

Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift:

