LOTHAR-VON-FABER-SCHULE
Staatliche Fachoberschule Nürnberg

Seminarfach

Seminararbeit

Schuljahr: *2022/2023*

Thema: *Inwiefern wirkt sich Sport auf den Blutzuckerspiegel von Patienten mit Diabetes mellitus aus?*

Themenseminar: *Physical Activity and Sports*

Verfasser*in: Soraya Dia

Klasse: *13 Pb*

Abgabetermin: *17.01.2023*

Betreuende Lehrkraft: *Herr Städler*

Inhalt

1. Einleitung ... 2

2. Diabetes mellitus ... 3

2.1 Diabetes mellitus Typ 1 ... 4

2.2 Diabetes mellitus Typ 2 ... 4

3. Sport als Therapie bei Diabetes mellitus ... 5

4. Kurzfristige Auswirkungen des Sports auf den Blutzuckerspiegel ... 6

5. Langfristige Auswirkungen des Sports auf den Blutzuckerspiegel ... 7

5.1 Verbesserte Insulinsensitivität ... 7

5.2 Verbesserte Glukosetoleranz ... 8

5.3 Langzeitblutzucker (HbA_{1c} – Wert) ... 9

5.4 Vermeidung von Spätfolgen ... 9

6. Forschungsinstrument ... 10

6.1 Begründung der Instrumente ... 10

6.2 Begründung der Fragen des Fragebogens ... 11

6.3 Durchführungsmodalitäten ... 12

6.4 Auswertung der Ergebnisse ... 12

6.5 Interpretation der Ergebnisse ... 14

6.6 Limitationen ... 16

7. Fazit ... 17

8. Literaturverzeichnis ... 18

8.1 Printmedien ... 18

8.2 Internetquellen ... 18

9. Abbildungsverzeichnis ... 21

10. Eigenständigkeitserklärung ... 23

11. Anhang ... 24

1. Einleitung

In den letzten Jahren rückte der Zusammenhang zwischen Sport und verschiedenen Erkrankungen immer mehr in den Fokus. Angesichts der steigenden Prävalenz von Zivilisationskrankheiten ist dies von entscheidender Bedeutung. Daher ist es eine der wichtigsten Aufgaben unseres Gesundheitssystems, diesen Ausbruch zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen.[1]

Eine der dabei betrachteten Krankheiten ist Diabetes mellitus. Als eine der bedeutendsten Krankheiten in Deutschland und vielen anderen Ländern stellt Diabetes eine große Herausforderung für das Gesundheitssystem dar. So verdeutlicht ein Bericht der Nationalen Diabetes - Surveillance 2019 im Rahmen des Robert Koch Instituts, dass im Jahr 2019 etwa sieben Millionen Menschen in Deutschland an Diabetes mellitus leiden und eine weitere Zunahme erwartet wird.[2]

Infolgedessen wird der Wert des Sports als kostengünstiges, aber effizientes Instrument zur Vorbeugung und Behandlung von Krankheiten weiter an Aufmerksamkeit gewinnen.[3] Muskelarbeit ist ein entscheidender Bestandteil der Behandlung von Diabetes, da sie nicht nur geringere Kosten aufweist, sondern häufig auch eine wirksame Ergänzung zur medikamentösen Therapie darstellt und weitgehend frei von negativen Begleiterscheinungen ist. Sport bietet jedoch mehr als nur Vorteile in der Therapie. Die Auswirkungen des Sports und die daraus resultierende verbesserte Lebensqualität stehen bei den Betroffenen im Vordergrund.[4]

Die vorliegende Seminararbeit beschäftigt sich daher mit den Auswirkungen des Sports auf den Blutzuckerspiegel von Patienten mit Diabetes mellitus. Aufgrund des Umfangs des Themas und des begrenzten Rahmens dieser Seminararbeit befasst sich die Arbeit nur mit dem Diabetes mellitus Typ 1 und Typ 2. Ebenso beschränkt sich der Fokus des Forschungsinstruments ausschließlich auf die langfristigen Auswirkungen des Sports auf den Blutzuckerspiegel.

Im ersten Teil der Arbeit wird die Erkrankung erläutert, um den Diabetes mellitus und seine beiden Unterformen besser zu verstehen. Der Nutzen von Sport als Therapie bei Diabetes mellitus und deren positiven kurz- und langfristigen Auswirkungen werden im weiteren Verlauf behandelt. Darauf aufbauend werden im praktischen Teil mittels Fragebogen und Datenerhebung die Langzeitwirkungen körperlicher Aktivität analysiert. Ein Fazit und ein kurzer Ausblick auf die Zukunft beschließen die Arbeit.

---

[1] vgl. Kriegel, Ralf/ Roschinsky, Johannes: Sport und Bewegung bei Diabetes. Ein Ratgeber für die Praxis. Aachen: Meyer und Meyer 2009., S. 9

[2] vgl. Robert Koch Institut (2019): Bericht der Nationalen Diabetes-Surveillance 2019 – Diabetes in Deutschland. https://diabsurv.rki.de/SharedDocs/downloads/DE/DiabSurv/diabetesbericht2019.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (zuletzt aufgerufen am 16.09.2022)

[3] vgl. Kriegel et al. 2009, S. 9

[4] vgl. Kraft, Detlef: Diabetikersport. Handbuch für Übungsleiter und Aktive. Hellenthal: Strauß 2021., S. 11

2. Diabetes mellitus

Die Bezeichnung ***Diabetes mellitus*** gilt als ein „Überbegriff für verschiedene Erkrankungen des Stoffwechsels.“[5] Daher ist Diabetes mellitus nicht als eine einzelne Krankheit zu betrachten, sondern ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von Störungen des Glukosestoffwechsels, deren häufigstes charakteristisches Merkmal eine ***Hyperglykämie*** ist.[6] Unter einer Hyperglykämie ist „ein chronisch erhöhter Blutzuckerspiegel“ zu verstehen.[7] Im medizinischen Alltag wird die Erkrankung häufig auch mit Diabetes abgekürzt.[8]

Ein gesunder Organismus kann den Blutzuckerspiegel wieder normalisieren, indem er die Hormone ***Insulin*** und ***Glukagon*** in den Langerhans - Inseln der Bauchspeicheldrüse produziert. Insulin ist ein Hormon, das den Transport von Glukose aus der Nahrung in die Körperzellen unterstützt. Hierbei binden Insulinmoleküle an Insulinrezeptoren auf Zelloberflächen der Körperzellen, wodurch Glukose aus dem Blut in die Zellen gelangen kann. Der Blutzuckerspiegel wird auf diese Weise gesenkt. Bei diesem Vorgang handelt es sich um ein Schlüssel-Schloss-Prinzip (siehe Abb. 1). Darüber hinaus bewirkt Insulin, dass die Leber- und Muskelzellen Glukose in seiner Speicherform aufnehmen können. Diese wird auch ***Glykogen*** genannt. Der Körper kann das Glykogen dann bei Bedarf mithilfe des Hormons Glukagon wieder in Glukose aufspalten und in das Blut freigeben, was bei Menschen ohne Diabetes dazu beiträgt, einen gesunden Blutzuckerspiegel aufrechtzuerhalten. Infolgedessen erhöht Glukagon den Blutzuckerspiegel und fungiert als Antagonist von Insulin.[9]

Eine unzureichende oder fehlende Insulinwirksamkeit oder eine verminderte oder nicht vorhandene Insulinproduktion als Folge einer Schädigung der Beta – Zellen der Bauchspeicheldrüse sind Faktoren, die zu einer Hyperglykämie führen und letztendlich zum Ausbruch von Diabetes beitragen. Entsprechend den zugrunde liegenden Ursachen, wird Diabetes in verschiedene Formen kategorisiert.[10]

---

[5] Bundesministerium für Gesundheit (2022): Diabetes mellitus Typ 1 und Typ 2. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/gesundheitsgefahren/diabetes.html (zuletzt aufgerufen am 20.10.2022)
[6] vgl. Ferber, Christina/ Ripsam, Dirk/ Zattarin, Lena: Weiter Wissen Gesundheit Plus. Stoffwechsel und Ernährung. Berlin: Cornelsen 2019., S. 96
[7] ebd., S. 96
[8] vgl. Bellmann, Anja/ Bremer-Roth, Friederike/ Groger, Uta/ Schlömer, Gabriele: Weiter Wissen Gesundheit. Berlin: Cornelsen 2012., S. 344
[9] vgl. ebd., S. 344 ff.
[10] vgl. Ferber et al. 2019, S. 96

2.1 Diabetes mellitus Typ 1

Diabetes mellitus Typ 1 ist eine Autoimmunerkrankung, die mit rund 5 – 10 % aller Diabeteserkrankungen in Deutschland deutlich seltener als Typ-2-Diabetes vorhanden ist.[11] Die Erkrankung manifestiert sich häufig im Kindes- und Jugendalter, weswegen früher auch der Begriff Jugenddiabetes verwendet wurde. Durch einen Autoimmunprozess richtet sich das Immunsystem gegen die Beta - Zellen und verursacht aufgrund zusätzlicher, teilweise bekannter Einflüsse eine chronische Entzündung in den Langerhans - Inseln. Dadurch werden die für die Insulinproduktion benötigten Zellen zerstört. Folglich nimmt die Produktion des Hormons Insulin nach und nach ab, bis sie ganz aufhört, da immer mehr notwendige Zellen verloren gehen. Diese Situation wird als absoluter Insulinmangel bezeichnet, da die Bauchspeicheldrüse zu diesem Zeitpunkt kein Insulin mehr herstellen kann. Der Patient ist nun aufgrund der Notwendigkeit, diesen Zustand zu behandeln, vollständig auf Insulin angewiesen. Deswegen ist die Insulinabhängigkeit das Hauptmerkmal von Typ-1-Diabetikern ab dem Moment der Diagnose.[12]

2.2 Diabetes mellitus Typ 2

Epidemiologischen Daten zufolge sind etwa 90 % der Diabetiker in Deutschland von ***Diabetes mellitus Typ 2*** betroffen. Aufgrund der hohen Prävalenz bei älteren Menschen wurde diese Form des Diabetes früher als Altersdiabetes bezeichnet.[13] Aber auch bei jüngeren Menschen tritt mittlerweile diese Form des Diabetes durch neue Lebensstil- und Essgewohnheiten auf.[14]

Im Kontrast zu Typ-1-Diabetes weist Diabetes mellitus Typ 2 neben der genetischen Disposition und dem Alter eine Reihe vermeidbarer anderer Faktoren auf, die den Ausbruch der Krankheit begünstigen. „Diabetes mellitus Typ 2 ist in hohem Maße mit Übergewicht […], Bewegungsmangel und anderen Stoffwechsel- und kardiovaskulären Erkrankungen […] verbunden.“[15] Eine zunehmende ***Insulinresistenz*** der Körperzellen, die durch einen relativen Insulinmangel hervorgerufen wird, ist ein Kennzeichen der Krankheit. Hierbei setzt sich die pankreatische Insulinsekretion aus den Beta - Zellen fort, allerdings liegt auf Grund des Übergewichts ein Überschuss an Nahrung vor. Das bedeutet, dass die Bauchspeicheldrüse zur Aufrechterhaltung eines normalen Blutzuckerspiegels mehr Insulin produzieren und ins Blut abgeben muss. ***Hyperinsulinämie*** ist der medizinische Fachausdruck für diesen hohen Insulinspiegel im Blut. Dies hat zur Folge, dass die Anzahl der Insulinrezeptoren auf

---

[11] vgl. Robert Koch Institut (2022): Diabetes in Deutschland. Diabetes im Überblick. https://diabsurv.rki.de/SharedDocs/downloads/DE/DiabSurv/Infografik_Ueberblick.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)
[12] vgl. Ferber et al. 2019, S. 96
[13] vgl. Bundesministerium für Gesundheit (2022): Diabetes Typ 2. https://gesund.bund.de/diabetes-typ-2 (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)
[14] vgl. Ferber et al. 2019, S. 96
[15] ebd., S. 96

den Zelloberflächen reduziert wird und die Empfindlichkeit der Körperzellen gegenüber Insulin abnimmt. Daraus resultiert, dass Insulin in ausreichender Menge vorhanden ist, aber die Körperzellen nicht darauf reagieren. Dadurch wird weniger Glukose von den Zellen aufgenommen und der Blutzuckerspiegel steigt an. Insulinresistenz ist folglich die verringerte oder vollständig verloren gegangenen Wirksamkeit von Insulin.[16]

3. Sport als Therapie bei Diabetes mellitus

Im Mittelpunkt der Behandlung von Menschen mit Typ-2-Diabetes steht neben einer medikamentösen Therapie und einer Diät, die körperlicher Aktivität.[17] Bewegung stellt aber nicht nur eine Behandlungsoption für Typ-2-Diabetes dar, denn Sport kommt auch Menschen mit Typ-1-Diabetes zugute.[18]

Es ist wichtig anzusprechen, dass jeder im Laufe seines Lebens an einer Form von Diabetes mellitus erkranken kann und diese Erkrankung somit in viele Lebensabschnitte eingreifen kann.[19] Angesichts der Tatsache, dass Bewegungsmangel eine der Risikofaktoren für Typ-2-Diabetes ist, von dem 50 % der Erwachsenen und 75 % der Kinder und Jugendlichen aktuell betroffen sind, ist diese Erkenntnis von besonderer Bedeutung.[20]

Der Wert von Sport und Bewegung als ergänzende Behandlung des Diabetes mellitus neben der medikamentösen Therapie wurde bereits 1916 vom amerikanischen Diabetologen Elliot Joslin erkannt. Er erläuterte seine Erfahrungen und Erkenntnisse darüber, wie er die Mortalitätsrate bei den von ihm selbst behandelten Patienten senkte, indem er diese Fälle 1916 in seiner Monografie ***The Treatment of Diabetes Mellitus*** veröffentlichte. Als Ergebnis seiner Forschung entwickelte er eine Theorie, die besagt, dass neben Blutzuckerkontrollen und regelmäßigen Blutzuckertests, eine Ernährungsumstellung und Bewegung, zu einer längeren Lebensdauer und zur Vermeidung von Folgeerkrankungen beitragen können.[21]

Gemäß einer WHO-Empfehlung sollten Erwachsene jede Woche 150 bis 300 Minuten Ausdauersport bei mittlerer bis intensiver Intensität ausüben. Neben Erwachsenen zwischen 18 und 64

---

[16] vgl. Ferber et al. 2019, S. 95 ff.
[17] vgl. Das Diabetesinformationsportal (2020): Typ-2-Diabetes: Bewegung als Therapie. https://www.diabinfo.de/fileadmin/diabinfo/Fachkreise/Fuer_Sie_bereitgestellt/did_factsheet_bewegung_typ-2_230110.pdf (zuletzt aufgerufen am 12.12.2022)
[18] vgl. Das Diabetesinformationsportal (2020): Körperliche Aktivität und Typ-1-Diabetes. https://www.diabinfo.de/fileadmin/diabinfo/Fachkreise/Fuer_Sie_bereitgestellt/did_factsheet_bewegung_typ1_230110.pdf (zuletzt aufgerufen am 12.12.2022)
[19] vgl. Ferber et al. 2019, S. 96
[20] vgl. Robert Koch Institut (2022): Infografik: Diabetes im Überblick. https://diabsurv.rki.de/SharedDocs/downloads/DE/DiabSurv/Infografik_Ueberblick.html (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)
[21] vgl. Joslin Diabetes Center (2021): Our Founder – Dr. Joslin´s Beginnings. https://www.joslin.org/about/history/our-founder (zuletzt aufgerufen am 18.09.2022)

Jahren gilt diese Empfehlung auch für Menschen mit chronischen Krankheiten oder mit Behinderungen und damit auch für Menschen mit Diabetes mellitus. Zusätzlich schlägt die WHO vor, an mindestens zwei Tagen pro Woche ein ausgiebiges Krafttraining mit moderater Intensität durchzuführen, um zusätzliche positive gesundheitsbezogene Effekte zu erzielen. Darüber hinaus, wird auch ein tägliches Ziel von mindestens 60 Minuten für Kinder und Jugendliche im Alter von 5 bis 17 Jahren festgelegt. Der Großteil davon sollte aus moderatem bis intensiven Ausdauertraining bestehen.[22]

Da die Empfehlungen grundsätzlich für alle gelten, ist es für Sporteinsteiger oder Sportwiedereinsteiger mit Diabetes unerlässlich, vor dem ersten Training gemeinsam mit dem behandelnden Arzt ihre körperliche Fitness zu evaluieren und ein individuelles Bewegungsprogramm zu entwickeln, um Überanstrengungen vorzubeugen. Dies liegt daran, dass der Schweregrad der Krankheit bei jedem individuell ist. [23]

4. Kurzfristige Auswirkungen des Sports auf den Blutzuckerspiegel

Das Hauptmerkmal von Diabetes ist eine beeinträchtigte Glukoseaufnahme aus dem Blut in die Zellen. Im Wesentlichen wird dadurch eine Hyperglykämie verursacht. Sowohl Typ-1- als auch Typ-2-Diabetiker sind davon betroffen. Körperliche Aktivität hingegen bewirkt, dass der Blutzucker von der Zelle aufgenommen wird, was dem Organismus hilft, den verarbeiteten Zucker in Form von Energie zu gewinnen. Parallel dazu sinkt der zuvor hohe Blutzuckerspiegel.[24] Daher bietet Sport eine therapeutische Option, um einer Hyperglykämie entgegenzuwirken. Mit nur einer Trainingseinheit kann der Blutzuckerspiegel kurzfristig gesenkt werden, was bereits nach 20 bis 30 Minuten erkennbar ist.[25]

Möglich wird dies durch einen verbesserten Glukosetransport in die Körperzellen. Beim Sport wird zunächst intramuskuläre Glukose verwendet, die beim Abbau der Glykogenspeicher im Muskel entsteht. Ergänzend werden während körperlicher Aktivität intrazelluläre Proteine, die den Glukosetransport aus dem Blut in die Körperzellen verbessern, an die Zellmembran der Körperzellen verlagert. Bei diesen Proteinen handelt es sich um GLUT-4-Proteine. Durch diesen Prozess kann mehr

[22] vgl. Deutsches Ärzteblatt (2020): WHO gibt neue Aktivitätsempfehlungen heraus – „für die Gesundheit zählt jede Bewegung“. https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/118657/WHO-gibt-neue-Aktivitaetsempfehlungen-heraus-fuer-die-Gesundheit-zaehlt-jede-Bewegung (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)
[23] vgl. Deutsche Diabetes Hilfe (2016): Mit Ausdauersport und Krafttraining Blutzucker dauerhaft senken. https://www.diabetesde.org/pressemitteilung/ausdauersport-krafttraining-blutzucker-dauerhaft-senken (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)
[24] vgl. Kriegel et al. 2009, S.63
[25] vgl. Esefeld, Katrin/ Heinicke, Verena/ Kress, Stephan/ Behrens, Meinolf/ Zimmer, Peter/ Stumvoll, Michael/ Brinkmann, Christian/ Halle, Martin: Diabetes, Sport und Bewegung. In: Neu, Andreas / Kellerer, Monika (Hrsg.): Diabetologie und Stoffwechsel Supplement – Praxisempfehlungen DDG. Stuttgart New York: Thieme 2020., S. 23 ff.

Glukose in die Körperzellen gelangen, wo sie in Energie umgewandelt und weiterverwendet werden kann. Die Fähigkeit von Insulin, an die Zellmembran zu binden, trägt in der Regel dazu bei, dies zu begünstigen. Während einer gezielten Trainingseinheit können Muskelkontraktion und erhöhter Blutfluss die Verfügbarkeit von GLUT-4-Proteinen auf der Zelloberfläche erhöhen, wodurch Glukose aus dem Blut in die Körperzellen gelangen kann. Dadurch ist es möglich, eine Abnahme der Glukosekonzentration im Blut herbeizuführen.[26]

5. Langfristige Auswirkungen des Sports auf den Blutzuckerspiegel

Da eine Zunahme, der an Diabetes mellitus leidenden Menschen erwartet wird, müssen geeignete Präventions- und Behandlungsmaßnahmen gefunden werden, um das Gesundheitssystem vor den ebenfalls zunehmend anfallenden Kosten zu bewahren. Aus therapeutischer Sicht sind die Langzeitwirkungen körperlicher Aktivität entscheidend. Denn diese wirken sich langfristig positiv auf den Verlauf von Diabetes aus, weshalb Ärzte, Therapeuten und andere Experten Diabetikern dazu raten.[27]

5.1 Verbesserte Insulinsensitivität

„Die Insulinsensitivität […] beschreibt, wie sensibel bestimmte Organe des Körpers auf das Hormon Insulin reagieren – insbesondere Leber, Muskel- und Fettgewebe.“[28]

Eine beeinträchtigte Insulinsensitivität, häufig begleitet von einem relativen Insulinmangel, ist die primäre pathophysiologische Störung bei Menschen mit eingeschränkter Glukosetoleranz und Typ-2-Diabetes mellitus. Dies kann sowohl auf einen inaktiven Lebensstil als auch auf eine kalorienreiche Ernährung zurückgeführt werden. Maßnahmen zur Verbesserung der Insulinsensitivität, wie regelmäßiges Muskeltraining, bieten daher eine Art der kausalen Therapie.[29] In seltenen Fällen können jedoch auch Patienten mit Diabetes mellitus Typ 1 eine Insulinresistenz entwickeln, weswegen es entscheidend ist, dass Bewegung die Insulinsensitivität erhöht.[30]

Verantwortlich für diesen Effekt sind belastungsinduzierte Muskelkontraktionen, die zu einer schnelleren Insulinwirkung führen. Der Körper reagiert auf die insulinähnlichen Wirkungen des Trainings, indem er die Insulinmenge reduziert, die die Beta - Zellen absondern. Denn während des Trainings ermöglicht die Fähigkeit des vorhandenen Insulins, an Insulinrezeptoren zu binden es,

[26] vgl. Esefeld et al. 2020, S. 23 ff.
[27] vgl. Kriegel et al. 2009, S. 67
[28] Steinhart, Johannes (2021): Insulinsensitivität – Was ist das? Welche Bedeutung und Auswirkungen hat sie für dich. https://science-fitness.de/koerper/insulinsensitivitaet (zuletzt aufgerufen am 02.10.2022)
[29] vgl. Esefeld et al. 2020, S. 27
[30] vgl. Deutsche Diabetes Hilfe (2018): Übergewicht, hohe Blutzuckerspiegel und Insulinresistenz: Menschen mit Diabetes Typ 1 können „Doppeldiabetes“ entwickeln. https://www.diabetesde.org/pressemitteilung/menschen-diabetes-typ-1-doppeldiabetes-entwickeln (zuletzt aufgerufen am 12.10.2022)

dass Glukose schneller in die Körperzellen gelangt und als Energiequelle genutzt werden kann. Auf diese Weise reagieren die Körperzellen besser auf das bereits vorhandene Insulin und können bei gleicher Insulinmenge mehr Blutzucker in die körpereigenen Zellen aufnehmen als zuvor. Dadurch sinkt der Blutzuckerspiegel und die Bauchspeicheldrüse produziert im Laufe der Zeit weniger Insulin. Infolgedessen ist kein Insulinüberschuss mehr im Blut vorhanden, was die Empfindlichkeit der Körperzellen gegenüber Insulin erhöht. Die Art, das Ausmaß und die Intensität der körperlichen Aktivität beeinflussen jedoch diesen Effekt.[31]

5.2 Verbesserte Glukosetoleranz

„Unter Glukosetoleranz versteht man die Fähigkeit des Körpers, eine die ihm zugeführte Glukosemenge […] zu verarbeiten."[32] Diese Menge an Glukose im Blut sollte eine bestimmte Grenze nicht überschreiten. Liegt der Wert deutlich über dem Grenzwert, spricht man von einer Form des Diabetes mellitus und damit von einer Glukoseintoleranz.[33]

Ein sportlicher Lebensstil bietet eine kausale Therapie im Hinblick auf die Verbesserung der Glukosetoleranz, da er durch aktive Bewegung die Aktivität verschiedener Gene und Insulinrezeptoren und die damit verbundene Steigerung der Insulinsensitivität verbessert, die für den Glukosestoffwechsel entscheidend ist. Die Menge an Glukose, die in die Zellen transportiert und dort in Energie umgewandelt wird, nimmt während des Sports zu. So bewirkt erneut zugeführter Zucker einen geringeren Anstieg des Blutzuckerspiegels, was die Glukosetoleranz des Körpers verbessert. Diese Verbesserung hat folglich eine länger anhaltende Wirkung als das tatsächliche Training. Die Ursache dafür ist der Muskelauffülleffekt.[34]

Während des Sports haben die Muskelzellen Zucker verbraucht, um Energie zu gewinnen. Dabei wird sowohl Zucker aus dem Blut als auch Zucker aus den eigenen Reserven verwendet. Nach dem Training arbeiten die Muskelzellen daran, ihre Zuckerspeicher wieder aufzufüllen. Der Zucker, den die Zellen dafür benötigen, wird ihnen über das Blut gegeben. Infolgedessen sinkt der Blutzuckerspiegel auch nach dem Training weiter ab. Inwieweit dies der Fall ist, hängt von Art, Intensität und Ausmaß der vorangegangenen sportlichen Einheit ab.[35]

[31] vgl. Kuhn, Dörte: Sportlich aktiv mit Diabetes. Stuttgart: Trias 2003., S. 32
[32] ebd., S. 33
[33] vgl. Ferber et al. 2019, S. 90
[34] vgl. Kuhn 2003, S. 33
[35] vgl. ebd., S. 36

5.3 Langzeitblutzucker (HbA_{1c} – Wert)

„Unter HbA_{1c} versteht man den Anteil der irreversibel glykosylierten Hämoglobinmoleküle.“[36] Daraus wird gefolgert, dass HbA_{1c}, ein Bestandteil von Hämoglobin ist und fest an Glukose bindet. Bei einer Hyperglykämie verbindet sich mehr Glukose als gewöhnlich mit dem HbA_{1c}, was zu einem Anstieg des Wertes führt.[37]

Der HbA_{1c}-Wert stellt im Durchschnitt die Blutzuckerwerte der letzten zwei bis drei Monate dar. Damit bietet er einen entscheidenden Messwert für die Effektivität der Stoffwechseleinstellung und ermöglicht damit eine Therapiekontrolle, ist aber mit einem Wert über 6,5 % nach internationaler Vereinheitlichung auch für die Diabetesdiagnostik einsetzbar. Als Therapieziel zur Vorbeugung von Folgeerkrankungen dient ein HbA_{1c}-Wert zwischen 6,5 bis 7,5 % unter Berücksichtigung der individualisierten Therapieziele.[38]

Um den Blutzucker dauerhaft zu senken und somit einen niedrigen Langzeitblutzucker zu erreichen, sollte man sich regelmäßig, am besten fünf- bis sechsmal pro Woche für jeweils eine halbe Stunde, bewegen. Ausdauersport ist für Diabetiker dabei besonders wichtig. Neben der Kalorienverbrennung stärkt es gleichzeitig die Lunge sowie das Herz-Kreislauf-System, was der Vermeidung von Spätfolgen zugutekommt. Krafttraining ist auch für Menschen mit Typ-2-Diabetes von entscheidender Bedeutung, da es die Insulinsensitivität erhöht. Dadurch wird wieder mehr Glukose in die Zellen aufgenommen und der Blutzuckerspiegel sinkt langfristig.[39] Infolgedessen sinkt der HbA_{1c}-Wert, weil weniger Glukose an das Hämoglobin binden kann, wenn dieser dauerhaft im Normbereich für Diabetiker liegt, was auf eine gute Stoffwechseleinstellung hindeutet.[40]

5.4 Vermeidung von Spätfolgen

Langfristige Veränderungen der arteriellen Blutgefäße durch hohe Blutzuckerwerte führen vor allem nach längerer Krankheit zu Organschäden, insbesondere an Nieren, Herz, Nerven und Augen. Sowohl Menschen mit Diabetes mellitus Typ 1 als auch Typ 2 können davon betroffen sein.[41] Im schlimmsten Fall kann es sogar zu einem Herzinfarkt oder Schlaganfall kommen. Eine gesunde

[36] Banzer, Winfried (Hrsg.): Körperliche Aktivität und Gesundheit. Berlin Heidelberg: Springer 2017., S. 177
[37] vgl. Bellmann et al. 2012, S. 351
[38] vgl. Banzer et al. 2017, S. 177
[39] vgl. Deutsche Diabetes Hilfe (2016): Mit Ausdauersport und Krafttraining Blutzucker dauerhaft senken. (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)
[40] vgl. Bellmann et al. 2012, S. 351
[41] vgl. ebd., S. 344

Lebensweise und eine individuelle Therapie können jedoch das Risiko von Nebenwirkungen deutlich senken.[42]

Körperliche Inaktivität ist in zweierlei Hinsicht ein Risikofaktor und kann langfristig zu Spätfolgen führen. Einerseits nimmt es direkten Einfluss auf z. B. bereits vorhandene Herz-Kreislauf-Probleme, da dies die Entstehung von Begleiterkrankungen begünstigt. Andererseits gibt es auch indirekte negative Auswirkungen auf die Stabilisierung des Blutzuckerspiegels. Eine langfristig gute Blutzuckereinstellung reduziert jedoch das Risiko von Folgeerkrankungen. Regelmäßige körperliche Aktivität kann dies unterstützen, da sie den Blutzucker mit der Zeit senkt und ähnlich wie Insulin wirkt.[43]

Eine Studie von Gang Hu et al. aus dem Jahr 2004 konnte ebenfalls zeigen, dass selbst ein geringes Maß an körperlicher Aktivität das Risiko von diabetesbedingten Erkrankungen deutlich senken und die Sterblichkeit direkt beeinflussen kann.[44]

Jedoch bleibt zu berücksichtigen, dass Diabetes mellitus Typ 2 oft viele Jahre unbemerkt bleibt, bevor er diagnostiziert wird, daher ist es wichtig, bei der Diagnosestellung die Möglichkeit von Folgeerkrankungen in Betracht zu ziehen. Vor Beginn einer sportlichen Aktivität ist daher ein gründliches Screening auf mögliche Folgeerkrankungen sowie eine sportmedizinische Untersuchung mit Ergometrie anzuraten.[45] Eine Ergometrie ist eine „Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit eines Menschen mithilfe eines Ergometers.“[46]

6. Forschungsinstrument

6.1 Begründung der Instrumente

Die aktuelle Analyse nutzt die Datenerhebung als quantitatives Messverfahren, um zu zeigen, wie sich Bewegung langfristig auf den Blutzuckerspiegel auswirkt. Zusätzlich wurde ein Fragebogen eingesetzt, um personenbezogene Daten der Testperson zu erheben, die für die Interpretation der Auswertung der Datenerhebung entscheidend ist.

Vorteilhaft ist, dass mit diesem Fragebogen bisher ungefragte Informationen ermittelt werden können. Da es in der Regel keinen Zeitdruck gibt, besteht auch die Möglichkeit, dass der Testteilnehmer mehr Zeit hat, seine Antworten zu überdenken, was zu durchdachteren Ergebnissen führt.

[42] vgl. Die Techniker (2020): Diabetes und seine Folgen. https://www.tk.de/techniker/gesundheit-und-medizin/behandlungen-und-medizin/diabetes/diabetes-und-seine-folgen-2013498 (zuletzt aufgerufen am 14.11.2022)
[43] vgl. Huber, Gerhard: Diabetes und Bewegung. Grundlagen und Module zur Planung von Kursen. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag 2010., S. 34
[44] vgl. ebd., S. 34
[45] vgl. Banzer et al. 2017, S. 183
[46] Duden (2022): Ergometrie. https://www.duden.de/rechtschreibung/Ergometrie (zuletzt aufgerufen am 14.11.2022)

Außerdem sind die Antworten individuell von der Testperson gegeben, wodurch der Erkenntnisgewinn für den Betrachter selbst unvorhersehbar ist. Dies kann dazu beitragen, die Wahrscheinlichkeit einiger Messfehler zu verringern.

Die anschließende Datenerhebung gibt Aufschluss darüber, welche Sportarten wann und an welchen Tagen betrieben wurden, was für die Erklärung bestimmter Blutzuckerwerte unerlässlich ist. Darüber hinaus wird ein vollständiger Verlauf der Gesamtblutzuckerwerte zusammen mit der verabreichten Insulinmenge, dem Zeitpunkt der Verabreichung und der Menge an Kohlenhydraten, die die Testperson zu sich genommen hat, dargestellt. Dieses Forschungsinstrument wurde gewählt, weil es exakte Werte liefert, und daher eine größere Aussagekraft hat. Darüber hinaus bietet es eine umfassende Analyse mit allen wichtigen Informationen statt nur einer Aufschlüsselung einzelner Werte, sodass man sich auch zu einem späteren Zeitpunkt die Verläufe anschauen kann, um die Zusammenhänge zu verstehen.

6.2 Begründung der Fragen des Fragebogens

Die Mehrheit der Fragen waren offene Fragen, da es keine vorgegebenen Antworten gab. Diese Art der Befragung wurde eingesetzt, um den Probanden zum Nachdenken anzuregen oder ihm eine wahrheitsgemäße Beantwortung ohne vorgegebene Antworten zu ermöglichen.

Es gibt zwei Kategorien für die Fragen des Fragebogens. Diese Kategorien beinhalten allgemeine Informationen und Hintergrunddaten zum Diabetes mellitus. Eine letzte Kategorie, in der zusätzliche Details hinzufügt werden können, unterstützt den Fragebogen ebenfalls. Die Gliederung hilft dabei, deutlich zu machen, wie sich die verschiedenen Fragen voneinander unterscheiden. Die Kategorie „Allgemeine Informationen“ umfasst Fragen zum Alter, ob in der Freizeit Sport betrieben wird, und wenn ja, ob dieser hobbymäßig oder in einem Verein ausgeführt wird. Zusätzlich wird gefragt, seit wann dieser Sport betrieben wird. Unter „Hintergrunddaten zum Diabetes mellitus“ wurden die Art des Diabetes und der Zeitpunkt der Diagnose abgefragt. Für „Sonstiges“ gab es keine Vorgaben, sodass die Testperson frei wählen kann, ob sie nähere Angaben zur Krankheit oder zu weiteren Vorerkrankungen machen möchte oder nicht (siehe Abb. 2).

Diese Fragen wurden ausgewählt, weil sie besonders wichtig sind, um die Zusammenhänge in der Interpretation zu beleuchten. So dient die Frage nach dem Typ des Diabetes dazu, zu ermitteln, wie viele Menschen welchen Typ des Diabetes haben und zudem kann der theoretische Kontext des Typs genutzt werden, um die Ergebnisse genauer zu erläutern. Die Fragen nach dem Alter, in dem die Erkrankung diagnostiziert wurde, und dem aktuellen Alter werden verwendet, um zu berechnen, wie lange die Person schon an Diabetes erkrankt ist. Vor diesem Hintergrund dient die Frage, ob die Person Vereinssport oder Hobbysport betreibt und wann damit begonnen wurde, da hierdurch ermittelt werden kann, ob die Person schon länger sportlich aktiv ist oder vielleicht sogar

professionelles Training macht. Diese Informationen in Verknüpfung mit der Dauer der Erkrankung lassen Vermutungen auf mögliche Zusammenhänge mit den Blutzuckerwerten zu. Die Informationen, die durch das Feld "Sonstige" erlangt werden, können ebenfalls dazu dienen, die Blutzuckerwerte besser zu verstehen.

6.3 Durchführungsmodalitäten

Anfänglich wurde durch die Verwendung der Forschungsinstrumente eine Erwartung für die langfristigen Auswirkungen von körperlicher Betätigung festgelegt. In Anlehnung an die theoretischen Grundlagen wurde erwartet, dass langfristig sich der HbA_{1c} - Wert verbessern würde, sowie dass es zu einer Senkung des Blutzuckerspiegels aufgrund der verbesserten Glukosetoleranz und Insulinsensitivität kommt.

In einem ersten Schritt wurde nach Versuchspersonen gesucht, die dazu bereit wären, ihre Blutzuckerdaten anonymisiert freizugeben. Dies wurde durch die Verwendung eines zielgerichteten Schreibens der Schule zum Datenschutz unterstützt. Nachdem sich nach über drei Monaten nur eine Person gefunden hat, stand die Stichprobenzahl von insgesamt einer Person fest. Ab dem 04.10.2022 begann dann die Datenerhebung für insgesamt vier Wochen, in denen die Versuchsperson an frei wählbaren Tagen Sport machte. Auch Art und Dauer der Sporteinheiten konnten individuell gewählt werden. Die Testperson erhielt den Fragebogen zur Beantwortung der personenbezogenen Fragen am 11.10.2022, damit anschließend die wichtigen Informationen für die Interpretation vorlagen. Zu Beginn jeder Woche, wurde dann eine wöchentliche Zusammenfassung der Blutzuckerwerte in Form von Statistiken dargestellt, die unter Verwendung des CGM - Gerätes, der Testperson, auch Sensor genannt, erstellt wurden. Nach den vier Wochen konnten die ermittelten Werte miteinander verglichen, ausgewertet und interpretiert werden, um Zusammenhänge herzustellen.

6.4 Auswertung der Ergebnisse

Aus der Analyse des Fragebogens konnten folgenden Erkenntnisse gewonnen werden. Die Versuchsperson ist 31 Jahre alt und stuft sich selbst als Hobbysportler seit Anfang 2021 ein. Art und Häufigkeit der Sporteinheiten variieren, wie aus der Datenerhebung hervorgeht. Darüber hinaus erhielt die Versuchsperson im Alter von 18 Jahren am 10. September die Diagnose Diabetes mellitus Typ 1. Daraus kann man schließen, dass die Person seit 13 Jahren an dieser Erkrankung leidet. In der Kategorie „Sonstiges“ wurden zudem Angaben zu den beiden eingesetzten Insulinen gemacht. Tresiba wird als Basalinsulin und Fiasp als Bolusinsulin verwendet (siehe Abb. 2).

In der ersten Woche der Datenerhebung, die vom 4. bis 10. Oktober lief, wurden sechs Sporteinheiten aufgeteilt in Ausdauer- und Kraftsport aufgezeichnet (siehe Abb. 5, 6, 7, 8). Eine

wöchentliche Verteilung der Blutzuckerwerte zeigte durchschnittlich 0 % der Zeit am Tag im sehr hohen Bereich. Allerdings sind 3 % im hohen Bereich von 181 bis 250 mg/dl verzeichnet worden. 74 % der Zeit lag im Zielbereich von 70 bis 180 mg/dl, 19 % im niedrigen Bereich bei 54 bis 69 mg/dl und 4 % im sehr niedrigen Bereich unter 54 mg/dl (siehe Abb. 3). Der durchschnittliche Glukosewert am Tag betrug 99 mg/dl, was innerhalb des gewünschten Zielbereichs von unter 154 mg/dl liegt. Außerdem zeigt der HbA_{1c}-Wert einen durchschnittlichen Glukosespiegel von 5,7 % an, was positiv ist, da der Arzt einen Wert von weniger als 7 % empfiehlt (siehe Abb. 4). Trotz kurzzeitiger hoher und niedriger Blutzuckerwerte liegt der Großteil des durchschnittlichen Wochentages innerhalb oder besser als die vom behandelnden Arzt festgelegten Tageszielwerte. Diese durchschnittlichen Werte waren insbesondere im sehr hohen Bereich, hohen Bereich und Zielbereich deutlich besser als vorgegeben. Die Werte im niedrigen und sehr niedrigen Bereich waren jedoch schlechter als erwartet, da der Tagesdurchschnitt der Woche bei Werten unter 70 mg/dl unter 4 % und bei Werten unter 54 mg/dl unter 1 % liegen sollte (siehe Abb. 3).

In der zweiten Woche, die vom 11. bis 17. Oktober stattfand, wurden nur fünf Sporteinheiten dokumentiert (siehe Abb. 12, 13, 14, 15). Die wöchentliche Verteilung der Blutzuckerwerte zeigte erneut durchschnittlich 0 % der Zeit am Tag im sehr hohen Bereich. Im oberen Bereich wurden diesmal 6 % festgestellt, was 3 % mehr als in der letzten Woche sind. Darüber hinaus wurden im Vergleich zur Vorwoche durchschnittlich 79 % der Zeit im Zielbereich, 12 % im niedrigen Bereich und 3 % im sehr niedrigen Bereich am Tag verbracht, was auf eine leichte Verbesserung in jeder dieser drei Kategorien hindeutet (siehe Abb. 10). Wiederum innerhalb des gewünschten Zielbereichs liegend betrug der durchschnittliche Blutglukosewert 113 mg/dl. Allerdings stieg der Wert geringfügig um 14 mg/dl an. Darüber hinaus zeigt der HbA_{1c}-Wert einen durchschnittlichen Glukosespiegel von 6 % an, der immer noch positiv ist, aber um 0,3 % zur Vorwoche angestiegen ist (siehe Abb. 11). Die niedrige und sehr niedrige Bandbreite der durchschnittlichen Tageswerte entsprach auch in dieser Woche nicht dem Ziel des Arztes, aber wie bereits oben erwähnt, haben sich die Werte zur Vorwoche verbessert (siehe Abb. 10).

In der dritten Woche wurden ebenfalls fünf Sporteinheiten dokumentiert (siehe Abb. 19, 20, 21). Der durchschnittliche Blutzuckerspiegel dieser Woche betrug 108 mg/dl, was immer noch höher ist als in der ersten Woche, aber um 5 mg/dl niedriger als in der Vorwoche (siehe Abb. 18). Ähnlich wie in den vorangegangenen zwei Wochen zeigte sich die Verteilung der Blutzuckerwerte erneut durchschnittlich zu 0 % der Zeit am Tag im sehr hohen Bereich. Im Überzucker waren es 3 %, was der gleichen Menge wie in der ersten Woche entspricht und gegenüber den 6 % der letzten Woche um 3 % gesunken ist. Darüber hinaus haben sich sowohl der Zielbereich von 82 % als auch der sehr niedrige Bereich von 1 % im Vergleich zu den zwei Vorwochen verbessert. Der niedrige Bereich entspricht einem Wert von 14 %, was trotz einer Steigerung von 2 mg/dl gegenüber der Vorwoche

besser ist als in der ersten Woche (siehe Abb. 17). Der durch den HbA_{1c}-Wert angezeigte durchschnittliche Glukosespiegel lag bei 5,9 %, was auf einen Rückgang gegenüber der Vorwoche, aber einen leichten Anstieg von 0,2 % gegenüber der ersten Woche hinweist (siehe Abb. 18). In dieser Woche lag der durchschnittliche Tageswert im sehr niedrigen Bereich an der vorgegebenen Grenze durch den Arzt von unter 1 %, was deutlich besser ist als in den Vorwochen. Der niedrige Bereich lag mit 14 % jedoch immer noch nicht im Ziel. Alle drei anderen Bereiche erreichten oder übertrafen wie in den Vorwochen die durchschnittlichen Tageswerte (siehe Abb. 17).

Die Testperson hat während der vierten Woche vom 25.10.2022 bis 31.10.2022 wieder sechs Trainingseinheiten durchgeführt (siehe Abb. 25, 26, 27). Der durchschnittliche Tagesblutzuckerspiegel betrug 110 mg/dl, was um 3 mg/dl niedriger ist als in der zweiten Woche, aber höher als in der ersten und dritten Woche (siehe Abb. 24). Die Verteilung der Blutzuckerwerte verzeichnete erneut durchschnittlich 0 % der Tageszeit im sehr hohen Bereich. Im hohen Bereich waren es 2 %, was den niedrigsten Wert in diesem Bereich über die vier Wochen zeigt. Im Vergleich zu den Vorwochen hat sich sowohl der Zielbereich mit einem Wert von 87 % als auch der Niedrigbereich mit einem Wert von 7 % deutlich verbessert. Der sehr niedrige Bereich entspricht einem Wert von 4 %, was ähnlich ist wie in der ersten Woche, aber einen geringfügig schlechteren Anteil, als die beiden letzten Wochen darstellt (siehe Abb. 23). Abschließend liegt der HbA_{1c}-Wert bei 5,9 % und damit auf dem Stand der vergangenen Woche (siehe Abb. 24). Der Tagesdurchschnitt der niedrigen Spanne ist in der vergangenen Woche mit 7 % deutlich zurückgegangen und nähert sich nun dem gewünschten Ziel. Im sehr niedrigen Bereich schwanken die Werte, da in dieser Woche mit 4 % der Wert nahe am Ziel liegt, aber im Vergleich zur Vorwoche um 3 mg/dl angestiegen ist (siehe Abb. 23).

Zur Stützung der Hypothese wurde nachgewiesen, dass der Anteil der Werte im Normalbereich zugenommen und im niedrigen Bereich abgenommen hat. Auch der HbA_{1c}-Wert von 5,9 % nach vier Wochen ist sehr zufriedenstellend, da er deutlich besser als die angestrebten 7 % ist. Allerdings traten gelegentlich sehr niedrige Werte zusammen mit minimal hohen Werten auf. Damit hat sich die Hypothese weitgehend bestätigt, da sowohl der HbA_{1c}-Wert als auch der Blutzuckerspiegel gesunken sind und sich zunehmend im Zielbereich befinden. Die Schwankungen im Über- und Unterzucker wurden jedoch nicht erwartet.

6.5 Interpretation der Ergebnisse

Da die Testperson seit Anfang 2021 Hobbysportler ist (siehe Abb. 2), ist sie sich wahrscheinlich der Auswirkungen des Körpers auf Trainingseinheiten bewusst und findet dementsprechend eine Balance zwischen körperlicher Aktivität, Kohlenhydrataufnahme und Insulingabe, sodass keine zu hohen Blutzuckerwerte entstehen. Dies könnte der Grund dafür sein, dass über den gesamten vierwöchigen Beobachtungszeitraum keine sehr hohen Werte auftraten. Das gilt auch für den

durchschnittlichen Tagesanteil im Zielbereich, der seit der ersten Woche kontinuierlich von 70 % auf 87 % gestiegen ist. Dieser Anteil kann auf die langfristigen Auswirkungen des Sports zurückzuführen sein. Da Bewegung die Fähigkeit des Insulins erhöht, an den Zellen zu binden, ist es möglich, dass die insulinähnlichen Wirkungen von Bewegung dazu beigetragen haben, den Blutzuckerspiegel zu senken. Da die Zellen daraufhin empfindlicher für die Insulininjektionen waren, kann sich folglich auch die Insulinsensitivität erhöht haben. Dadurch sinkt der Blutzuckerspiegel mit der Zeit und gelangt in den Zielbereich.

Die Schwankungen der durchschnittlichen Tagesblutzuckerwerte im hohen Bereich können auf eine erhöhte Kohlenhydrataufnahme bei gleichzeitig unzureichender Insulinmenge hinweisen. Die zweite Woche wies den höchsten Prozentsatz an Hyperglykämien auf, mit durchschnittlich 6 % pro Tag, an vier Tagen (siehe Abb. 10). Dennoch liegen die Werte der vier Wochen in dem von dem Arzt festgelegten Tagesdurchschnitt und sind daher nicht bedenklich.

Für die Schwankungen im sehr niedrigen Bereich kann es mehrere Gründe geben. Es ist anzunehmen, dass die Intensität insbesondere an den Tagen, an denen Krafttraining ausgeübt wurde, unterschätzt wurde. Das zeigt sich z. B. am Samstag, den 08. Oktober 2022, bei der die Versuchsperson eine Kombination aus Ausdauer- und Kraftsport mit einem niedrigen Ausgangsblutzucker machte. Möglicherweise hat sich in dieser Situation der Kraftaufwand erhöht, was zu einer vollständigen Hypoglykämie geführt hat. Die Wahrscheinlichkeit einer Hypoglykämie ist jedoch auch dann erhöht, wenn man wie die Versuchsperson am Samstag bereits einen zu Beginn der sportlichen Aktivität niedrigen Blutzuckerspiegel hat (siehe Abb. 7). Darüber hinaus ist der Muskelauffülleffekt signifikant, da der Blutzucker, wie unter 5.2 beschrieben, auch nach dem Training sinkt.

Die Versuchsperson nahm häufig Kohlenhydrate zu sich, wenn ihr Blutzuckerspiegel in einem sehr niedrigen Bereich war, etwa vor, während oder nach sportlicher Betätigung. Der Grund dafür könnte sein, dass die Kohlenhydrate aufgenommen wurden, um den Blutzucker wieder anzuheben, weshalb er dann nur kurzzeitig im niedrigen Bereich lag. Dies hat vermutlich dazu beigetragen, dass die durchschnittlichen täglichen Blutzuckerwerte im unteren Bereich gesunken sind. Dieser Effekt wurde z. B. am Montag, den 10. Oktober 2022 beobachtet, als die Testperson unter Hypoglykämien mehrmals über den Tag Kohlenhydrate zu sich nahm, sowie während der 45-minütigen Radtour (siehe Abb. 8). Ebenso am Freitag, den 21. Oktober 2022, bei der die Testperson kurz vor der 45-minütigen Radtour Kohlenhydrate gegessen hat (siehe Abb. 20). Da im Laufe der Zeit der Prozentsatz der Blutzuckerwerte im niedrigen Bereich abnahm, sank nach vier Wochen der Wert auf 7 %, was nahe am Tageszieldurchschnitt liegt (siehe Abb. 23).

Der HbA_{1c}-Wert pendelte sich nach vier Wochen bei 5,9 % ein. Dieser Wert ist sehr positiv zu sehen, da er deutlich besser ist als der vorgegebene Wert von 7 % (siehe Abb. 24). Dies dürfte vor allem an

den Langzeitwirkungen des Sports liegen. Durch den Anstieg der Werte im Normbereich sind die Hyperglykämien zurückgegangen. Der Grund könnte auf die insulinähnlichen Wirkungen und eine erhöhte Insulinsensitivität zurückzuführen sein, die durch körperliche Betätigung verursacht wurden. Infolgedessen sinkt der HbA_{1c}-Wert, da weniger Glukose an Hämoglobin bindet. Denn nur bei zu hohen Blutzuckerwerten steigt dieser Wert an. Im Sinne der Vorbeugung von Folgeerkrankungen wirkt sich der niedrige Wert von 5,9 % positiv aus.

6.6 Limitationen

Keine Studie ist zu 100 % objektiv, reliabel und valide. Auch diese Studie weist einige Schwächen auf, obwohl sie größtenteils die Hypothese bestätigt, die auf dem theoretischen Teil basiert. Zunächst ist die Stichprobengröße von nur einer Person viel zu klein, um aussagekräftige Schlussfolgerungen zu ziehen, da die Testperson trotz allgemein guter Blutzuckerwerte auch eine Ausnahme darstellen könnte und viele andere während des Sports andere Erfahrungen mit Blutzuckerwerten gemacht haben könnten. Um ein möglichst zuverlässiges Ergebnis zu erhalten, müssten zu diesem Zweck alle Blutzuckerwerte mehrerer Personen miteinander verglichen werden. Zudem müssten auch Typ-2-Diabetiker differenziert von Typ-1-Diabetikern in die Analyse einbezogen werden, um ein umfassendes Bild darzustellen und mögliche Unterschiede in den Langzeitwirkungen zwischen den verschiedenen Typen aufzudecken. Auch ist der vierwöchige Erhebungszeitraum kurz gewählt, weil eine umfassende Langzeitanalyse von z. B. sechs Wochen mehr Zeit, Teilnehmer und mehrere Messzeitpunkte erfordern würde, die in dieser Arbeit aufgrund ihres begrenzten Umfangs und Zeitrahmens nicht umsetzbar war.

Die Datenerhebung stellt den Blutzuckerverlauf über die beobachteten vier Wochen genau dar, ebenso wie die Zeiten, in denen Sport getrieben wurde. Da die Testperson in dieser Analyse jedoch nur Fahrrad gefahren ist und Krafttraining betrieben hat, müssten zusätzliche Informationen zur Intensität hinzugefügt werden und die Vielfalt der Sportarten sich erweitern. Die zusätzliche Aufnahme der Intensität kann als zusätzlicher Faktor dienen, um zu verstehen, warum eine Person z. B. nach dem Sport im Über- oder Unterzucker ist. Hinzu kommt, dass mehrere Sportarten auch Informationen über die Blutzuckerwerte verraten könnten, einschließlich, ob sie sich im Laufe der Zeit ändern oder im Vergleich zu den bereits ausgeübten Sportarten gleichbleiben.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Analyse einen sehr positiven Verlauf der beobachteten vier Wochen aufzeigt und auch hier einige der theoretisch angeführten Langzeiteffekte auf den Blutzuckerspiegel nachgewiesen wurden. Dennoch sollte nicht vernachlässigt werden, dass diese Analyse noch sehr ausbaufähig ist, um möglicherweise neue Erkenntnisse zu erzielen und aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

7. Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Diabetes mellitus eine ernstzunehmende Erkrankung ist, die zusammen mit anderen Erkrankungen in unserer Gesellschaft viel Aufmerksamkeit erhalten sollte. Wie die Arbeit gezeigt hat, kann bei bereits diagnostiziertem Diabetes zusätzliche Bewegung neben der medikamentösen Therapie einige Vorteile im Hinblick auf den Krankheitsverlauf haben. Es stellte sich heraus, dass die Senkung des Blutzuckerspiegels der Schlüssel zu allen positiven Auswirkungen von Bewegung auf diese Krankheit ist. Durch die Senkung kann die Bauchspeicheldrüse weniger Insulin produzieren, da der zusätzliche Zucker im Blut nicht mehr vorhanden ist. Dies verbessert die Glukosetoleranz und erhöht die Insulinsensitivität, da mit der gleichen Insulinmenge mehr Glukose aufgenommen werden kann. Dadurch verändert sich auch der HbA_{1c}-Wert, weil dieser bei nicht konstant hohen Blutzuckerwerten sinkt, was in Hinblick auf die Vermeidung von Spätfolgen bedeutsam ist.

Die in dieser Arbeit verwendete Forschungsmethode hat jedoch auch gezeigt, dass Sport aufgrund bestimmter Faktoren Risiken aufweisen kann. Denn die Datenerhebung ergab auch sehr niedrige Blutzuckerwerte und daraus resultierende Hypoglykämien, was auf lange Sicht dem Körper in Form von Folgeerkrankungen schadet. Da Bewegung nach wie vor als wesentliche Ergänzung zur medikamentösen Therapie gilt, sollten Betroffene deshalb vor Beginn jeglicher körperlichen Aktivität mit ihrem Arzt sprechen und einen Trainingsplan auf Basis der bisherigen Blutzuckerwerte erstellen. Darüber hinaus sollten medizinische Fachkräfte die Betroffenen über mögliche Komplikationen und die besten Möglichkeiten zu deren Bewältigung oder Vermeidung informieren.

Da Typ-2-Diabetes mellitus eine vermeidbare Krankheit ist, sollte in Hinblick auf die Zukunft viel mehr Aufklärung innerhalb der Bevölkerung erfolgen. Darüber hinaus ist es angesichts der Tatsache, dass jeder die Möglichkeit hat, irgendwann in seinem Leben an Diabetes zu erkranken, von entscheidender Bedeutung, sowohl den bereits Betroffenen als auch allen anderen den Wert des Sports als ergänzende Therapie näherzubringen.

8. Literaturverzeichnis

8.1 Printmedien

Banzer, Winfried (Hrsg.): Körperliche Aktivität und Gesundheit. Berlin Heidelberg: Springer 2017.

Bellmann, Anja/ Bremer-Roth, Friederike/ Groger, Uta/ Schlömer, Gabriele: Weiter Wissen Gesundheit. Berlin: Cornelsen 2012.

Esefeld, Katrin/ Heinicke, Verena/ Kress, Stephan/ Behrens, Meinolf/ Zimmer, Peter/ Stumvoll, Michael/ Brinkmann, Christian/ Halle, Martin: Diabetes, Sport und Bewegung. In: Neu, Andreas / Kellerer, Monika (Hrsg.): Diabetologie und Stoffwechsel Supplement – Praxisempfehlungen DDG. Stuttgart New York: Thieme 2020.

Ferber, Christina/ Ripsam, Dirk/ Zattarin, Lena: Weiter Wissen Gesundheit Plus. Stoffwechsel und Ernährung. Berlin: Cornelsen 2019.

Huber, Gerhard: Diabetes und Bewegung. Grundlagen und Module zur Planung von Kursen. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag 2010.

Kraft, Detlef: Diabetikersport. Handbuch für Übungsleiter und Aktive. Hellenthal: Strauß 2021.

Kriegel, Ralf/ Roschinsky, Johannes: Sport und Bewegung bei Diabetes. Ein Ratgeber für die Praxis. Aachen: Meyer und Meyer 2009.

Kuhn, Dörte: Sportlich aktiv mit Diabetes. Stuttgart: Trias 2003.

8.2 Internetquellen

Bundesministerium für Gesundheit (2022): Diabetes mellitus Typ 1 und Typ 2. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/gesundheitsgefahren/diabetes.html (zuletzt aufgerufen am 20.10.2022)

Bundesministerium für Gesundheit (2022): Diabetes Typ 2. https://gesund.bund.de/diabetes-typ-2 (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)

Das Diabetesinformationsportal (2020): Körperliche Aktivität und Typ-1-Diabetes. https://www.diabinfo.de/fileadmin/diabinfo/Fachkreise/Fuer_Sie_bereitgestellt/did_factsheet_bewegung_typ1_230110.pdf (zuletzt aufgerufen am 12.12.2022)

Das Diabetesinformationsportal (2020): Typ-2-Diabetes: Bewegung als Therapie. https://www.diabinfo.de/fileadmin/diabinfo/Fachkreise/Fuer_Sie_bereitgestellt/did_factsheet_bewegung_typ-2_230110.pdf (zuletzt aufgerufen am 12.12.2022)

Deutsche Diabetes Hilfe (2016): Mit Ausdauersport und Krafttraining Blutzucker dauerhaft senken. https://www.diabetesde.org/pressemitteilung/ausdauersport-krafttraining-blutzucker-dauerhaft-senken (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)

Deutsche Diabetes Hilfe (2018): Übergewicht, hohe Blutzuckerspiegel und Insulinresistenz: Menschen mit Diabetes Typ 1 können „Doppeldiabetes“ entwickeln. https://www.diabetesde.org/pressemitteilung/menschen-diabetes-typ-1-doppeldiabetes-entwickeln (zuletzt aufgerufen am 12.10.2022)

Deutsches Ärzteblatt (2020): WHO gibt neue Aktivitätsempfehlungen heraus – „für die Ge-sundheit zählt jede Bewegung“. https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/118657/WHO-gibt-neue-Aktivitaetsempfehlungen-heraus-fuer-die-Gesundheit-zaehlt-jede-Bewegung (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)

Die Techniker (2020): Diabetes und seine Folgen. https://www.tk.de/techniker/gesundheit-und-medizin/behandlungen-und-medizin/diabetes/diabetes-und-seine-folgen-2013498 (zuletzt aufgerufen am 14.11.2022)

Duden (2022): Ergometrie. https://www.duden.de/rechtschreibung/Ergometrie (zuletzt aufgerufen am 14.11.2022)

Joslin Diabetes Center (2021): Our Founder – Dr. Joslin´s Beginnings. https://www.joslin.org/about/history/our-founder (zuletzt aufgerufen am 18.09.2022)

Robert Koch Institut (2019): Bericht der Nationalen Diabetes-Surveillance 2019 – Diabetes in Deutschland. https://diabsurv.rki.de/SharedDocs/downloads/DE/DiabSurv/diabetesbericht2019.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (zuletzt aufgerufen am 16.09.2022)

Robert Koch Institut (2022): Diabetes in Deutschland. Diabetes im Überblick. https://diabsurv.rki.de/SharedDocs/downloads/DE/DiabSurv/Infografik_Ueberblick.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)

Robert Koch Institut (2022): Infografik: Diabetes im Überblick. https://diabsurv.rki.de/SharedDocs/downloads/DE/DiabSurv/Infografik_Ueberblick.html (zuletzt aufgerufen am 08.12.2022)

Steinhart, Johannes (2021): Insulinsensitivität – Was ist das? Welche Bedeutung und Auswirkungen hat sie für dich. https://science-fitness.de/koerper/insulinsensitivitaet (zuletzt aufgerufen am 02.10.2022)

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schlüssel-Schloss-Prinzip. Nagel, Geraldine (2022): Diabetes mellitus Typ 2. https://icf.onmeda.com/insulin_funktion-635x355.jpg (zuletzt aufgerufen am 25.11.2022)

Abbildung 2: Fragebogen, zur Erfassung der personenbezogenen Daten. Eigene Darstellung

Abbildung 3: Glukosebericht der gesamten Woche vom 04. Oktober bis 10. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 4: Einblick in das Glukosemuster vom 04. Oktober bis 10. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 5: Tagesprotokoll vom 04. Oktober und 05. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 6: Tagesprotokoll vom 06. Oktober und 07. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 7: Tagesprotokoll vom 08. Oktober und 09. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 8: Tagesprotokoll vom 10. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 9: Wochenübersicht vom 04. Oktober bis 10. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 10: Glukosebericht der gesamten Woche vom 11. Oktober bis 17. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 11: Einblick in das Glukosemuster vom 11. Oktober bis 17. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 12: Tagesprotokoll vom 11. Oktober und 12. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 13: Tagesprotokoll vom 13. Oktober und 14. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 14: Tagesprotokoll vom 15. Oktober und 16. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 15: Tagesprotokoll vom 17. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 16: Wochenübersicht vom 11. Oktober bis 17. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 17: Glukosebericht der gesamten Woche vom 18. Oktober bis 24. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 18: Einblick in das Glukosemuster vom 18. Oktober bis 24. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 19: Tagesprotokoll vom 18. Oktober und 19. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 20: Tagesprotokoll vom 20. Oktober bis 22. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 21: Tagesprotokoll vom 23. Oktober und 24. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 22: Wochenübersicht vom 18. Oktober bis 24. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 23: Glukosebericht der gesamten Woche vom 25. Oktober bis 31. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 24: Einblick in das Glukosemuster vom 25. Oktober bis 31. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 25: Tagesprotokoll vom 25. Oktober und 26. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 26: Tagesprotokoll vom 27. Oktober und 28. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

Abbildung 27: Tagesprotokoll vom 29. Oktober bis 31. Oktober. Eigene Darstellung.

Abbildung 28: Wochenübersicht vom 25. Oktober bis 31. Oktober 2022. Eigene Darstellung.

10.Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Arbeit selbstständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe.

Nürnberg, den 17.01.2023 Unterschrift:

11.Anhang

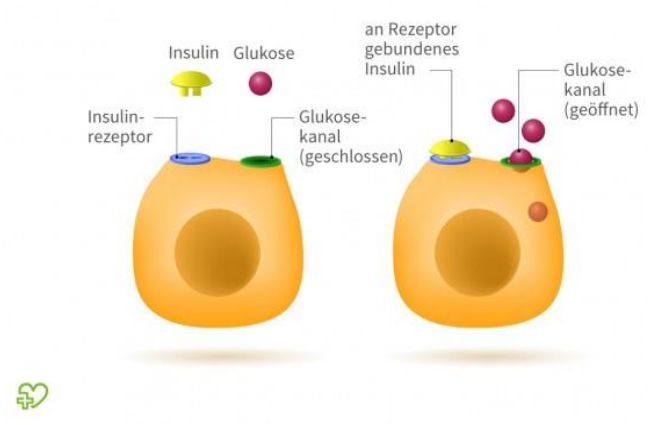


Abbildung 1: Schlüssel-Schloss-Prinzip

Fragebogen: *Inwiefern wirkt sich Sport auf den Blutzuckerspiegel von Diabetes mellitus Patienten aus?*

Auswirkungen des Sports auf den Blutzuckerspiegel

1. Allgemeine Informationen:

Alter: 31 **Datum:** /

Machen Sie in Ihrer Freizeit Sport?

- [x] **ja**
- [x] **hobbymäßig**

Sportart/en: / **Wie häufig in der Woche?** an Tagen Seit 2021 (Anfang)

- [ ] **Vereinssport**

Sportart/en: **Wie häufig in der Woche?** an Tagen

Seit wann wird Sport getrieben?

Monaten / Jahren

2. Hintergrunddaten zum Diabetes mellitus:

Handelt es sich um einen Diabetes mellitus:

Typ 1 [x] oder Typ 2 [ ]

Zeitpunkt der Diagnose: *(Alter bzw. Jahr)* 19 Jahre / 10. 9.

3. Sonstiges *(Sonstige Vorkommnisse / Ereignisse beim Training, weitere Vorerkrankungen, etc.):*

Bolusinsulin, Fiasp, Basalinsulin Tresiba

Abbildung 2: Fragebogen, zur Erfassung der personenbezogenen Daten

MRN: _____

GERÄT: FreeStyle Libre 3 + 13

SEITE: 1 / 1

Erstellt: 10/11/2022

AGP-Bericht

Oktober 4, 2022 - Oktober 10, 2022 (7 Tage)

LibreView

GLUKOSESTATISTIK UND -ZIELE

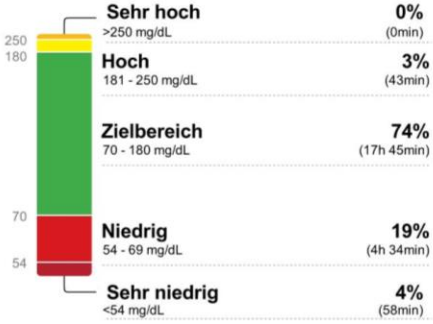
Oktober 4, 2022 - Oktober 10, 2022	**7 Tage**
Zeit (in %), in der der Sensor aktiv ist	**100%**

Bereiche und Ziele für	Diabetes Typ 1 oder Typ 2
Glukosebereiche Zielbereich 70-180 mg/dL	**Ziele** % der Messwerte (Zeit/Tag) Größer als 70% (16h 48min)
Unter 70 mg/dL	Kleiner als 4% (58min)
Unter 54 mg/dL	Kleiner als 1% (14min)
Über 180 mg/dL	Kleiner als 25% (6h)
Über 250 mg/dL	Kleiner als 5% (1h 12min)

Jeder 5%ige zeitliche Anstieg im Bereich (70-180 mg/dL) ist klinisch von Nutzen.

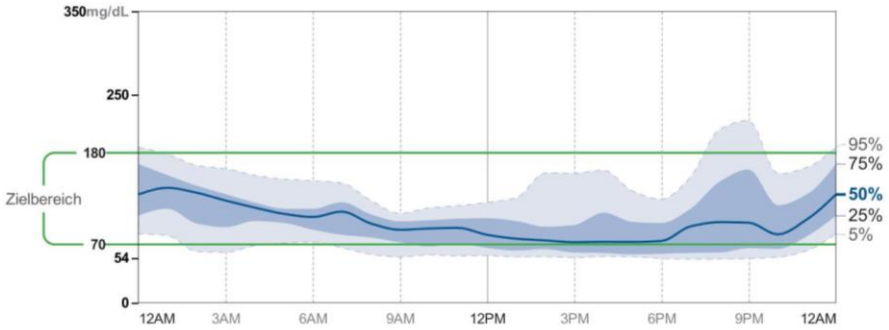
Glukose-Durchschnitt	**99** mg/dL
Glukosemanagementindikator (GMI)	**5,7% bzw 39 mmol/mol**
Glukosevariabilität **Definiert als prozentualer Variationskoeffizient (% CV)**	**35,5%**

ZEIT IN BEREICHEN



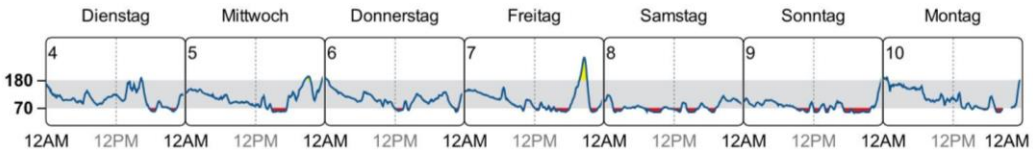
AMBULANTES GLUKOSEPROFIL (AGP)

AGP ist eine Zusammenfassung der Glukosewerte aus dem Berichtszeitraum, wobei der Medianwert (50 %) und andere Perzentile angezeigt werden, als beträfen sie einen einzigen Tag.



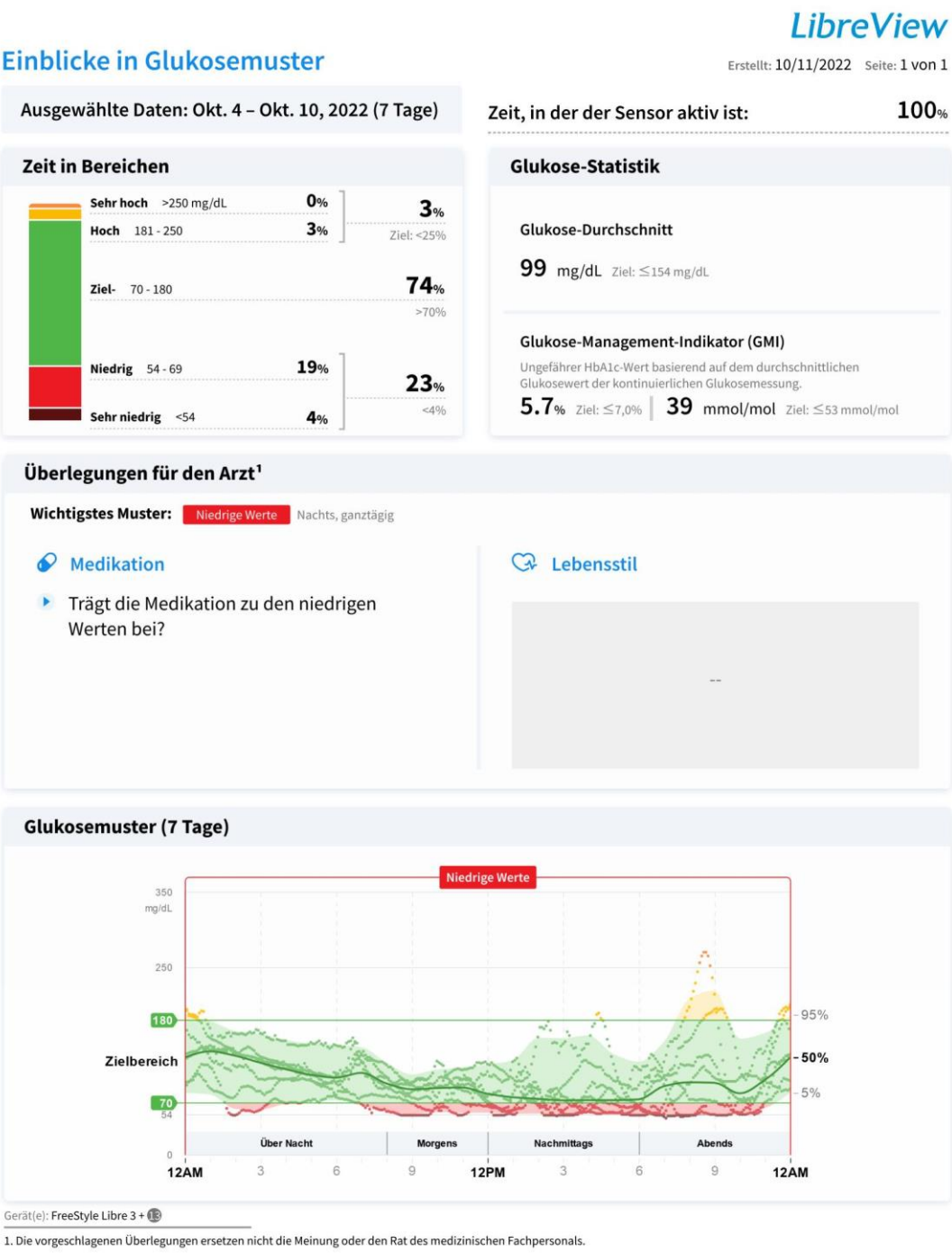
TÄGLICHE GLUKOSEPROFILE

Jedes Tagesprofil bezieht sich auf den Zeitraum von Mitternacht bis Mitternacht, wobei das Datum in der oberen linken Ecke angezeigt wird.



Quelle: Battelino, Tadej, et al. „Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range." Diabetes Care, American Diabetes Association, 7 June 2019, https://doi.org/10.2337/dci19-0028.

Abbildung 3: Glukosebericht der gesamten Woche vom 04. Oktober bis 10. Oktober 2022



LibreView

Einblicke in Glukosemuster

Erstellt: 10/11/2022 Seite: 1 von 1

Ausgewählte Daten: Okt. 4 – Okt. 10, 2022 (7 Tage)

Zeit, in der der Sensor aktiv ist: 100%

Zeit in Bereichen

Sehr hoch >250 mg/dL 0%
Hoch 181 - 250 3%
3% Ziel: <25%
Ziel- 70 - 180 74% >70%
Niedrig 54 - 69 19%
Sehr niedrig <54 4%
23% <4%

Glukose-Statistik

Glukose-Durchschnitt

99 mg/dL Ziel: ≤154 mg/dL

Glukose-Management-Indikator (GMI)

Ungefährer HbA1c-Wert basierend auf dem durchschnittlichen Glukosewert der kontinuierlichen Glukosemessung.

5.7% Ziel: ≤7,0% | 39 mmol/mol Ziel: ≤53 mmol/mol

Überlegungen für den Arzt[1]

Wichtigstes Muster: Niedrige Werte Nachts, ganztägig

Medikation

Trägt die Medikation zu den niedrigen Werten bei?

Lebensstil

--

Glukosemuster (7 Tage)

Gerät(e): FreeStyle Libre 3 + 13

1. Die vorgeschlagenen Überlegungen ersetzen nicht die Meinung oder den Rat des medizinischen Fachpersonals.

Abbildung 4: Einblick in das Glukosemuster vom 04. Oktober bis 10. Oktober 2022

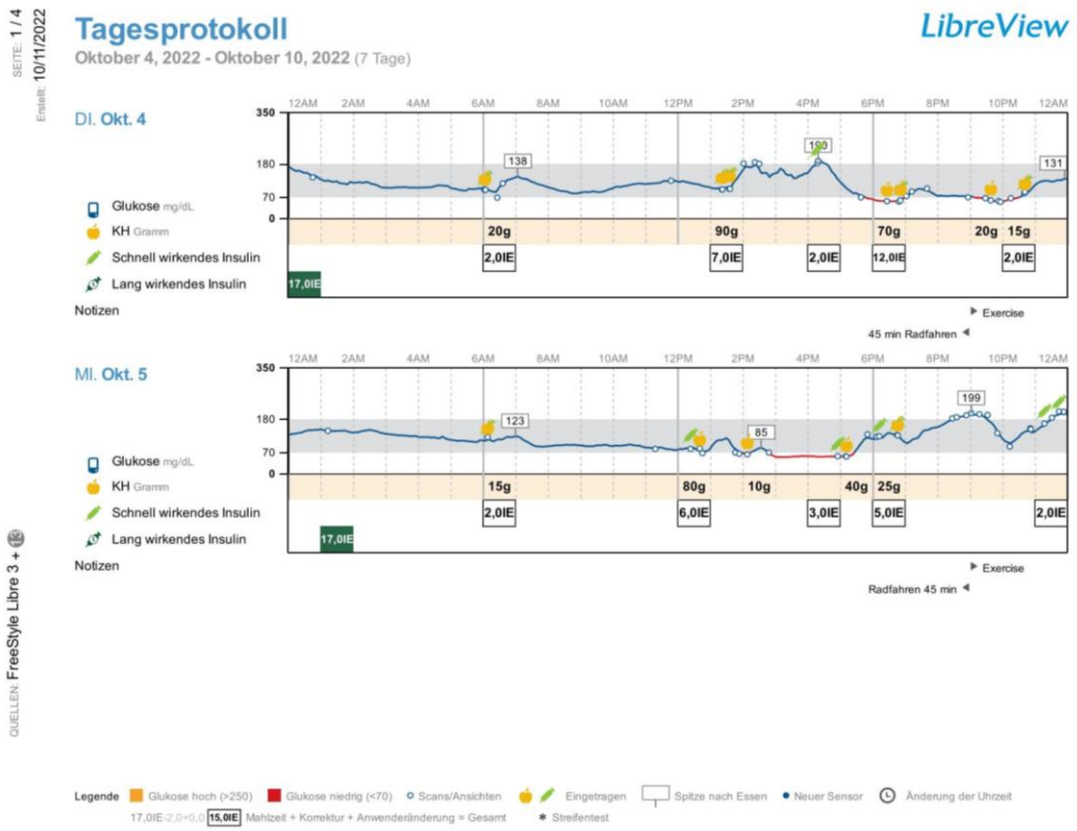


Abbildung 5: Tagesprotokoll vom 04. Oktober und 05. Oktober 2022

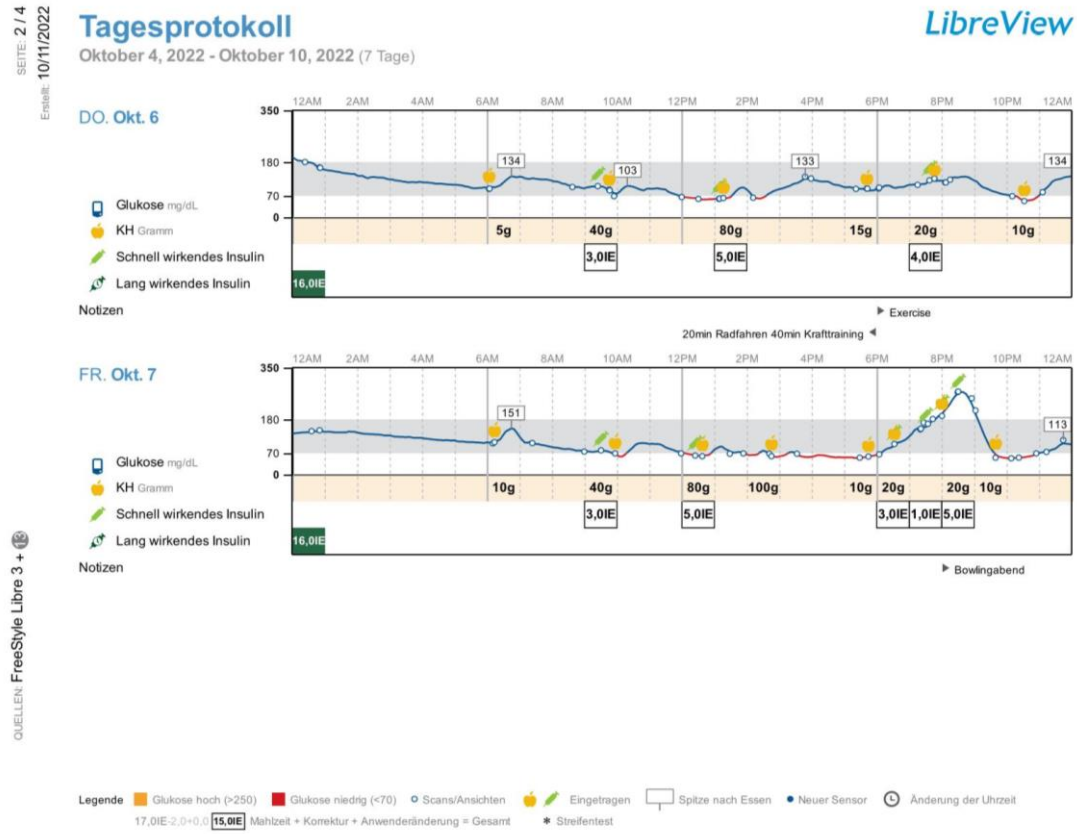


Abbildung 6: Tagesprotokoll vom 06. Oktober und 07. Oktober 2022

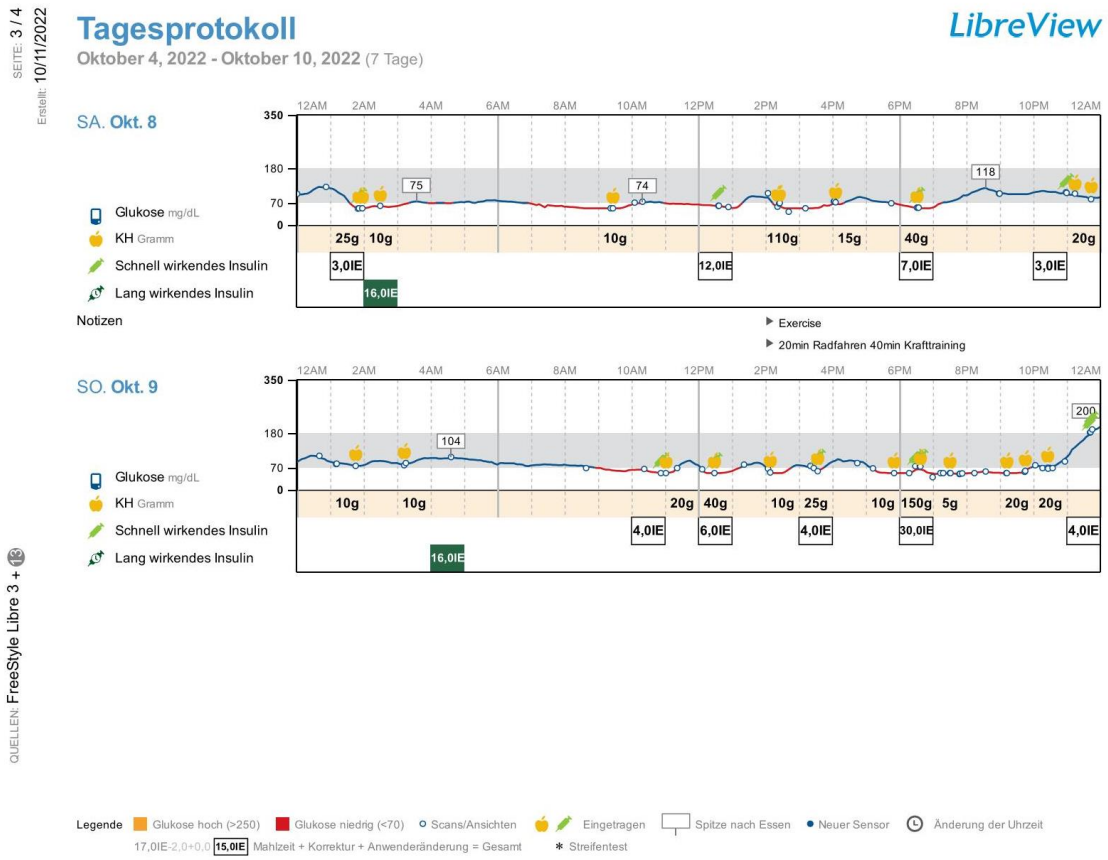


Abbildung 7: Tagesprotokoll vom 08. Oktober und 09. Oktober 2022

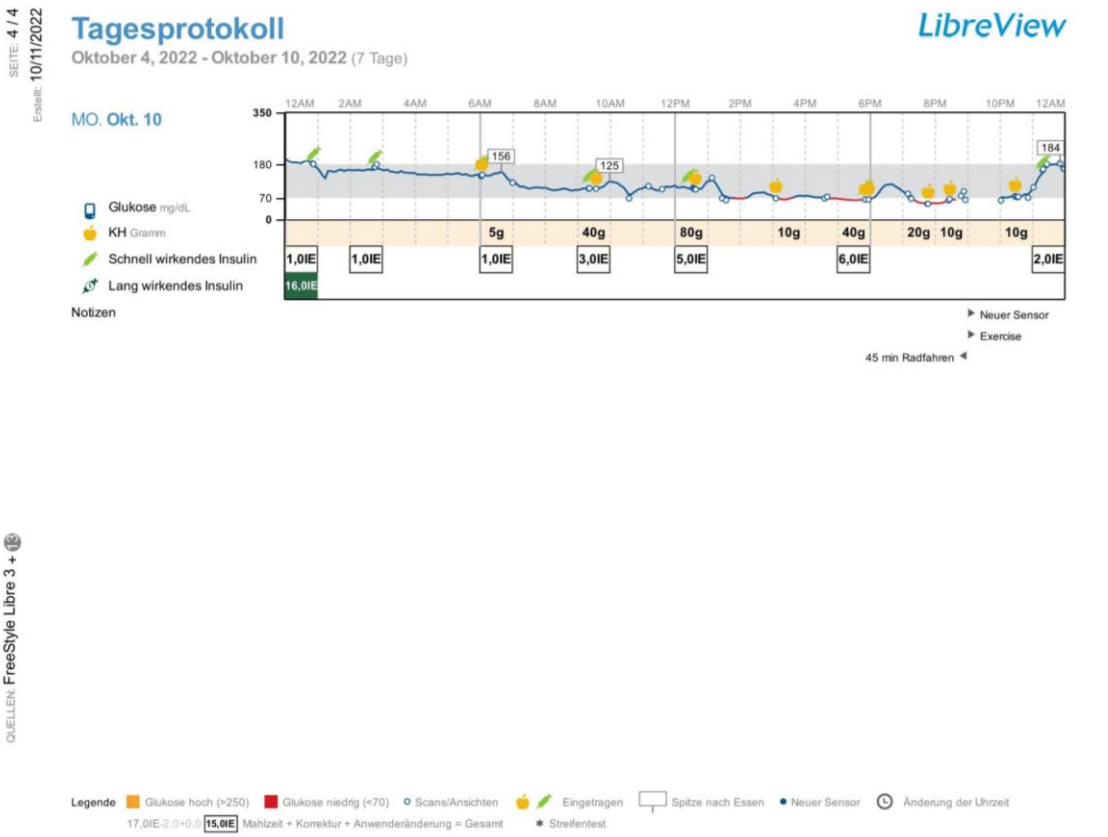


Abbildung 8: Tagesprotokoll vom 10. Oktober 2022

Abbildung 9: Wochenübersicht vom 04. Oktober bis 10. Oktober 2022

MRN: _____

GERÄT: FreeStyle Libre 3 + 13

SEITE: 1 / 1

Erstellt: 10/18/2022

AGP-Bericht

Oktober 11, 2022 - Oktober 17, 2022 (7 Tage)

LibreView

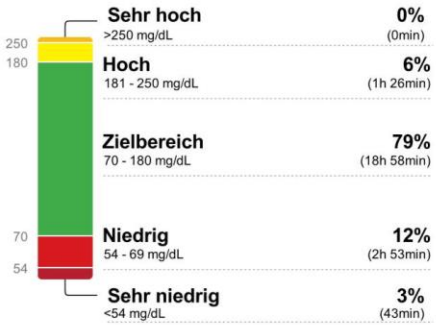
GLUKOSESTATISTIK UND -ZIELE

Oktober 11, 2022 - Oktober 17, 2022	**7 Tage**
Zeit (in %), in der der Sensor aktiv ist	**100%**

Bereiche und Ziele für	Diabetes Typ 1 oder Typ 2
Glukosebereiche Zielbereich 70-180 mg/dL	**Ziele** % der Messwerte (Zeit/Tag) Größer als 70% (16h 48min)
Unter 70 mg/dL	Kleiner als 4% (58min)
Unter 54 mg/dL	Kleiner als 1% (14min)
Über 180 mg/dL	Kleiner als 25% (6h)
Über 250 mg/dL	Kleiner als 5% (1h 12min)
Jeder 5%ige zeitliche Anstieg im Bereich (70-180 mg/dL) ist klinisch von Nutzen.	

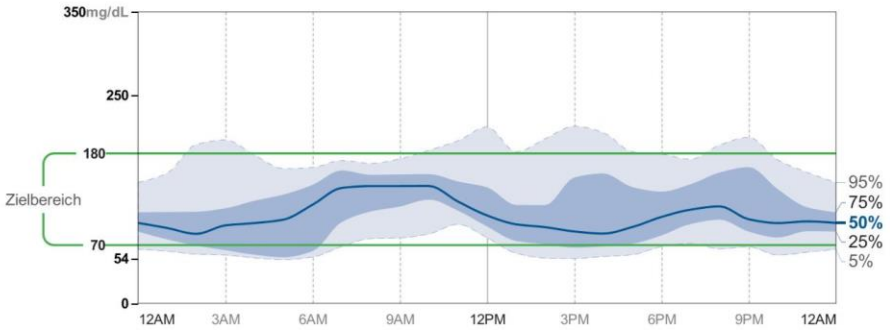
Glukose-Durchschnitt	**113** mg/dL
Glukosemanagementindikator (GMI)	**6,0% bzw 42 mmol/mol**
Glukosevariabilität **Definiert als prozentualer Variationskoeffizient (% CV)**	**35,9%**

ZEIT IN BEREICHEN



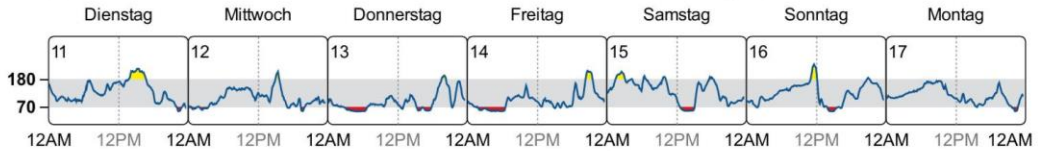
AMBULANTES GLUKOSEPROFIL (AGP)

AGP ist eine Zusammenfassung der Glukosewerte aus dem Berichtszeitraum, wobei der Medianwert (50 %) und andere Perzentile angezeigt werden, als beträfen sie einen einzigen Tag.



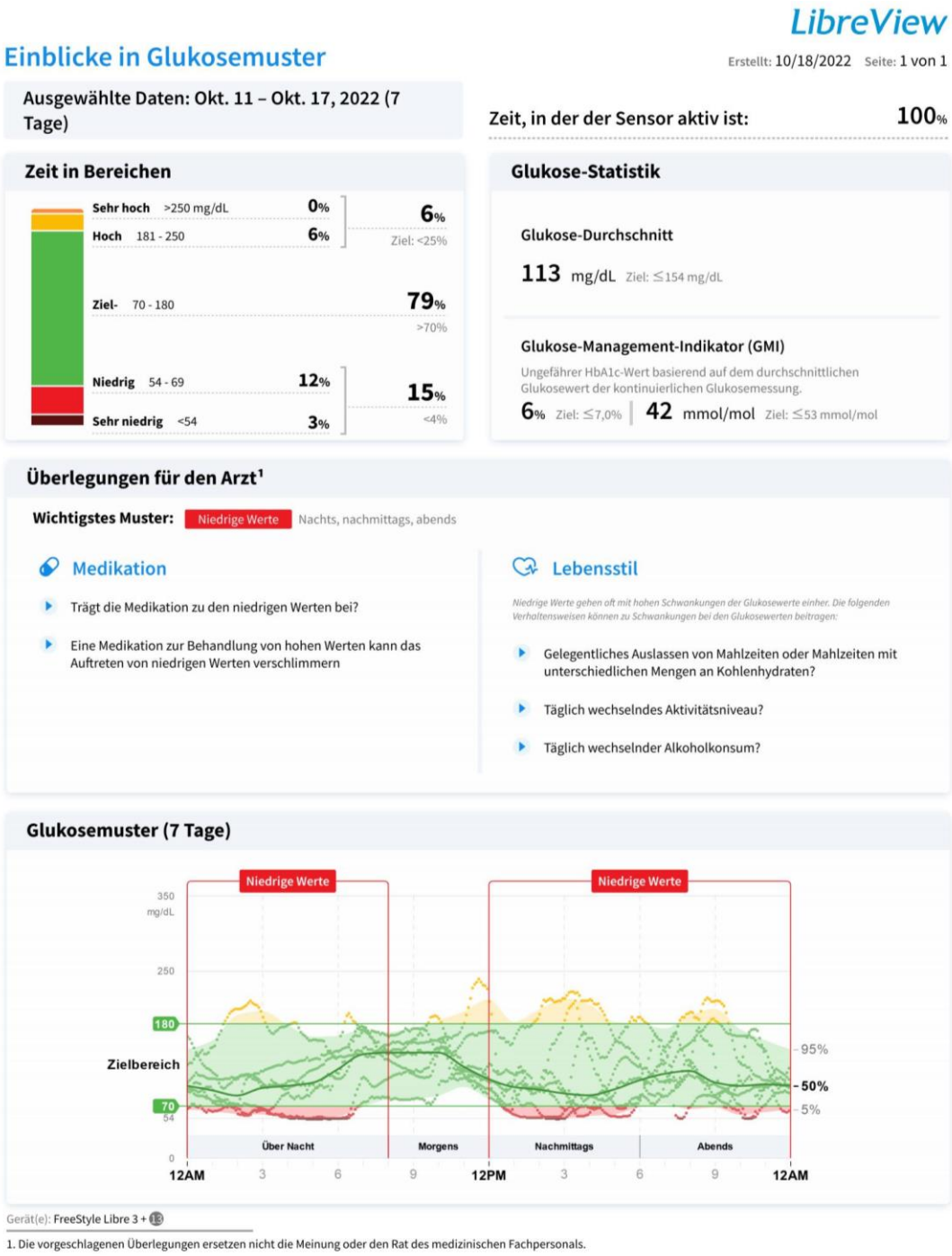
TÄGLICHE GLUKOSEPROFILE

Jedes Tagesprofil bezieht sich auf den Zeitraum von Mitternacht bis Mitternacht, wobei das Datum in der oberen linken Ecke angezeigt wird.



Quelle: Battelino, Tadej, et al. „Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range." Diabetes Care, American Diabetes Association, 7 June 2019, https://doi.org/10.2337/dci19-0028.

Abbildung 10: Glukosebericht der gesamten Woche vom 11. Oktober bis 17. Oktober 2022



LibreView

Einblicke in Glukosemuster

Erstellt: 10/18/2022 Seite: 1 von 1

Ausgewählte Daten: Okt. 11 – Okt. 17, 2022 (7 Tage)

Zeit, in der der Sensor aktiv ist: 100%

Zeit in Bereichen

Sehr hoch >250 mg/dL 0%
Hoch 181 - 250 6%
6% Ziel: <25%
Ziel- 70 - 180 79% >70%
Niedrig 54 - 69 12%
Sehr niedrig <54 3%
15% <4%

Glukose-Statistik

Glukose-Durchschnitt
113 mg/dL Ziel: ≤154 mg/dL

Glukose-Management-Indikator (GMI)
Ungefährer HbA1c-Wert basierend auf dem durchschnittlichen Glukosewert der kontinuierlichen Glukosemessung.
6% Ziel: ≤7,0% | 42 mmol/mol Ziel: ≤53 mmol/mol

Überlegungen für den Arzt[1]

Wichtigstes Muster: Niedrige Werte Nachts, nachmittags, abends

Medikation
- Trägt die Medikation zu den niedrigen Werten bei?
- Eine Medikation zur Behandlung von hohen Werten kann das Auftreten von niedrigen Werten verschlimmern

Lebensstil
Niedrige Werte gehen oft mit hohen Schwankungen der Glukosewerte einher. Die folgenden Verhaltensweisen können zu Schwankungen bei den Glukosewerten beitragen:
- Gelegentliches Auslassen von Mahlzeiten oder Mahlzeiten mit unterschiedlichen Mengen an Kohlenhydraten?
- Täglich wechselndes Aktivitätsniveau?
- Täglich wechselnder Alkoholkonsum?

Glukosemuster (7 Tage)

Gerät(e): FreeStyle Libre 3 + 13

1. Die vorgeschlagenen Überlegungen ersetzen nicht die Meinung oder den Rat des medizinischen Fachpersonals.

Abbildung 11: Einblick in das Glukosemuster vom 11. Oktober bis 17. Oktober 2022

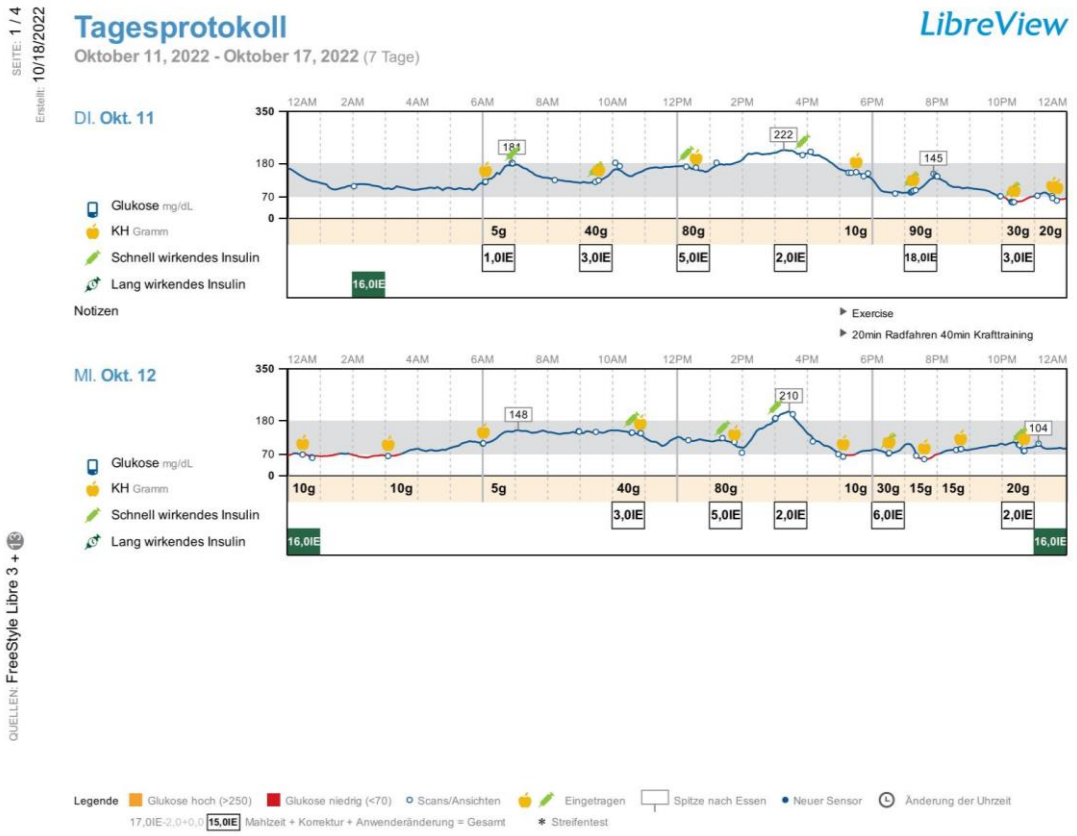


Abbildung 12: Tagesprotokoll vom 11. Oktober und 12. Oktober 2022

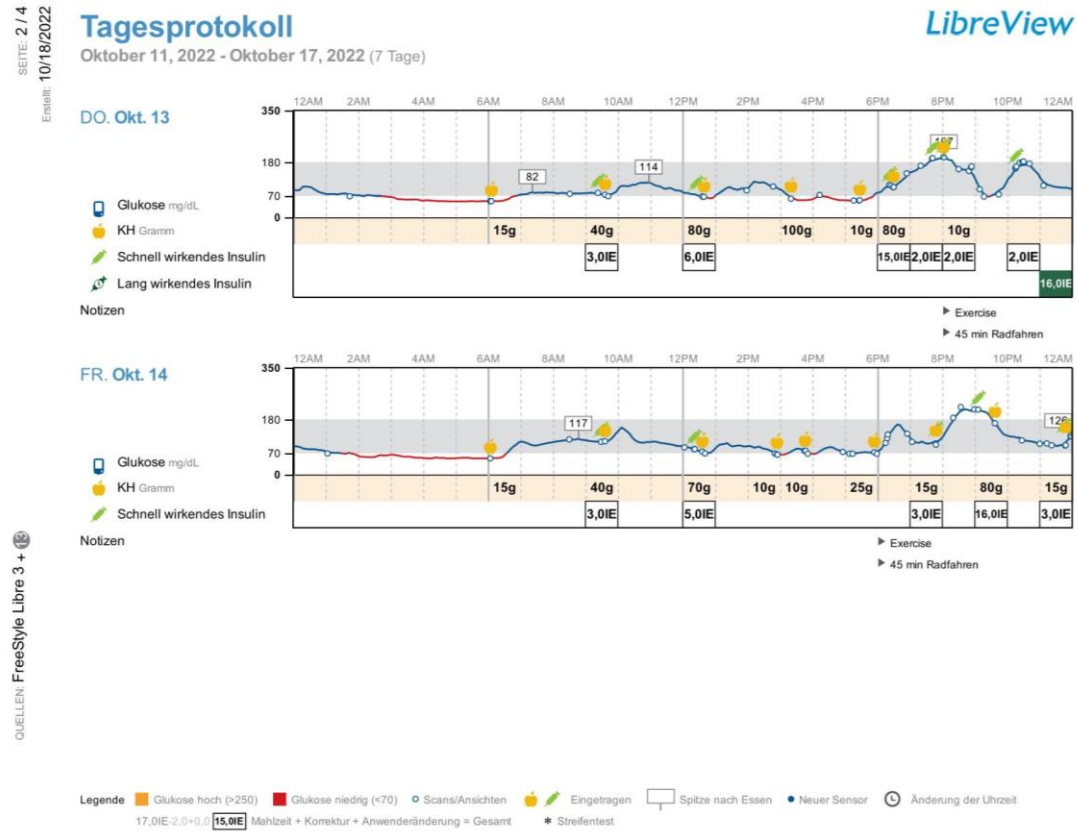


Abbildung 13: Tagesprotokoll vom 13. Oktober und 14. Oktober 2022

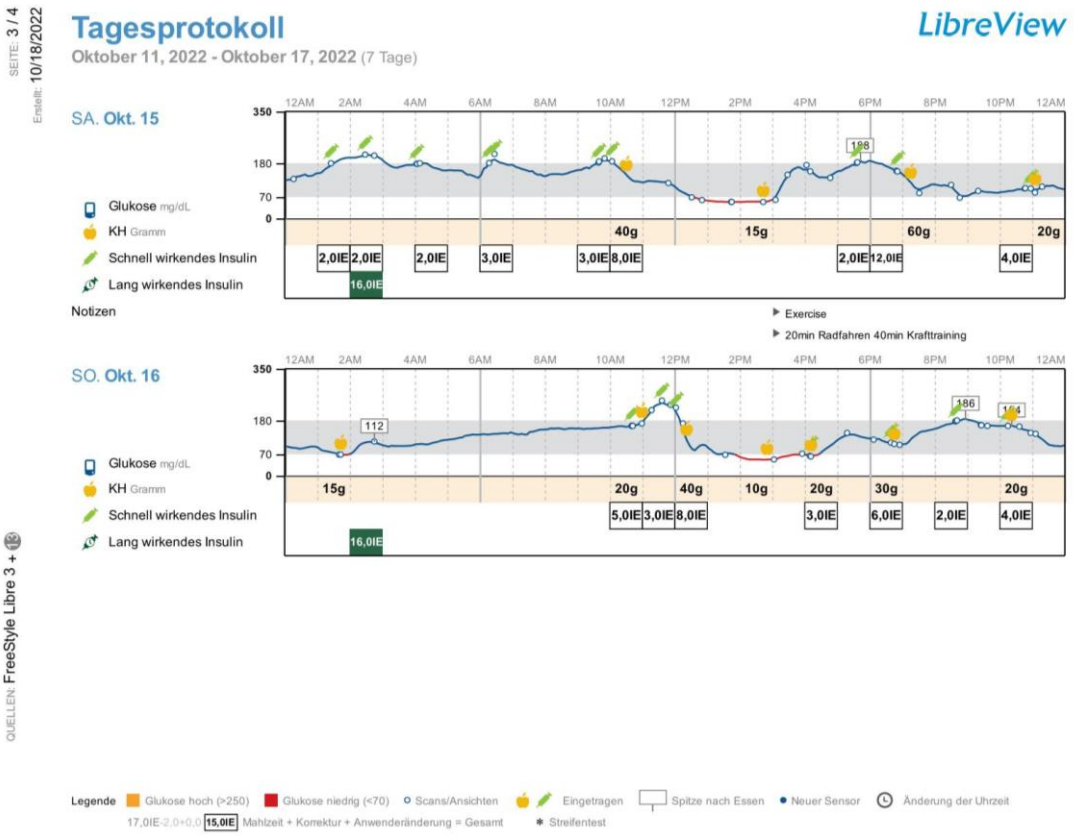


Abbildung 14: Tagesprotokoll vom 15. Oktober und 16. Oktober 2022

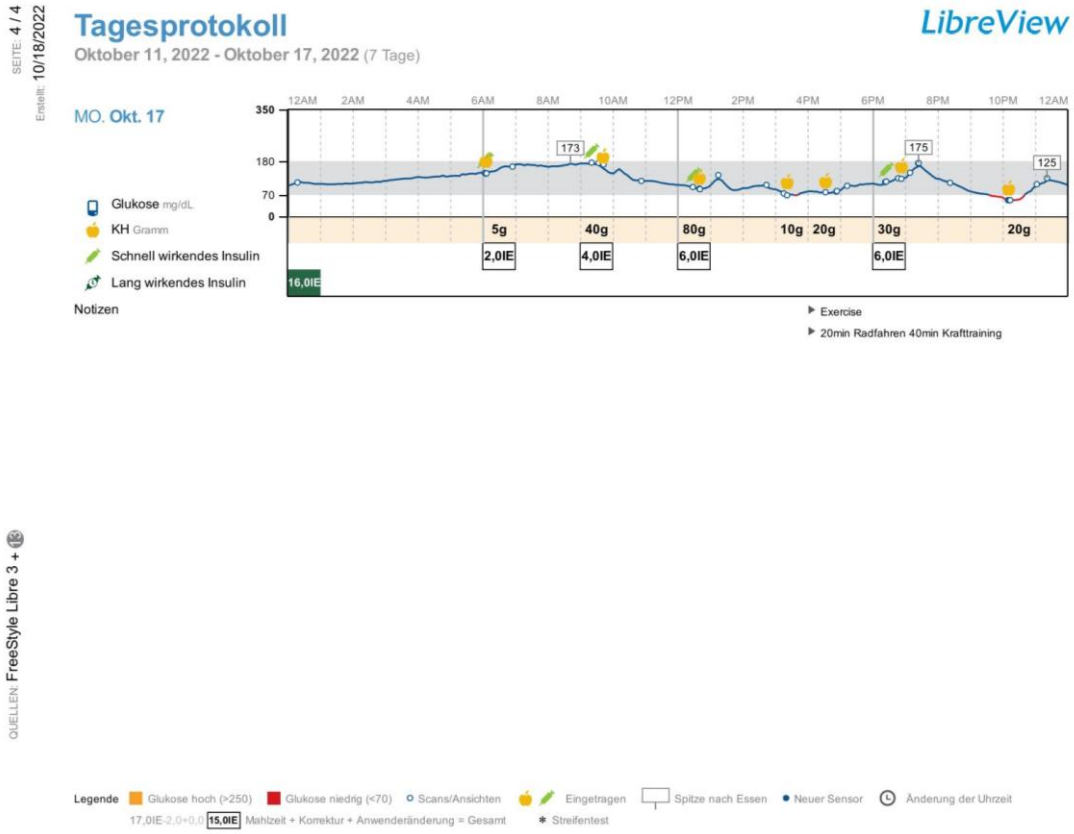


Abbildung 15: Tagesprotokoll vom 17. Oktober 2022

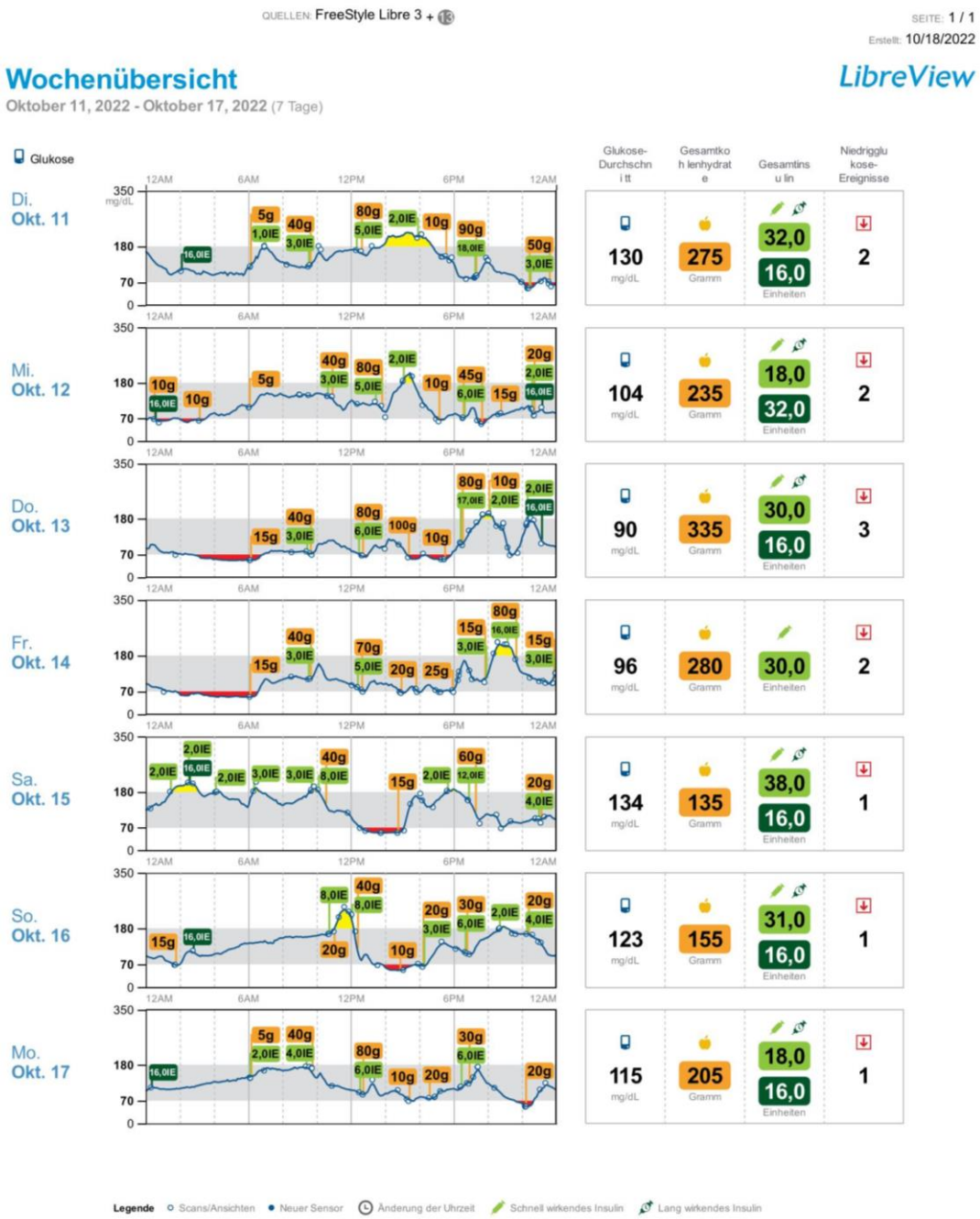


Abbildung 16: Wochenübersicht vom 11. Oktober bis 17. Oktober 2022

MRN:

GERÄT: FreeStyle Libre 3 +

SEITE: 1 / 1

Erstellt: 10/25/2022

AGP-Bericht

Oktober 18, 2022 - Oktober 24, 2022 (7 Tage)

LibreView

GLUKOSESTATISTIK UND -ZIELE

Oktober 18, 2022 - Oktober 24, 2022	**7 Tage**
Zeit (in %), in der der Sensor aktiv ist	**100%**

Bereiche und Ziele für	Diabetes Typ 1 oder Typ 2
Glukosebereiche	**Ziele** % der Messwerte (Zeit/Tag)
Zielbereich 70-180 mg/dL	Größer als 70% (16h 48min)
Unter 70 mg/dL	Kleiner als 4% (58min)
Unter 54 mg/dL	Kleiner als 1% (14min)
Über 180 mg/dL	Kleiner als 25% (6h)
Über 250 mg/dL	Kleiner als 5% (1h 12min)

Jeder 5%ige zeitliche Anstieg im Bereich (70-180 mg/dL) ist klinisch von Nutzen.

Glukose-Durchschnitt	**108** mg/dL
Glukosemanagementindikator (GMI)	**5,9% bzw 41 mmol/mol**
Glukosevariabilität	**32,4%**

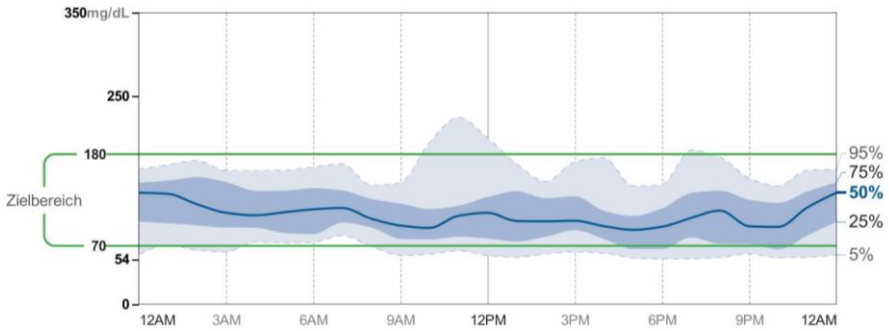
Definiert als prozentualer Variationskoeffizient (% CV)

ZEIT IN BEREICHEN

Sehr hoch >250 mg/dL	**0%**	(0min)
Hoch 181 - 250 mg/dL	**3%**	(43min)
Zielbereich 70 - 180 mg/dL	**82%**	(19h 41min)
Niedrig 54 - 69 mg/dL	**14%**	(3h 22min)
Sehr niedrig <54 mg/dL	**1%**	(14min)

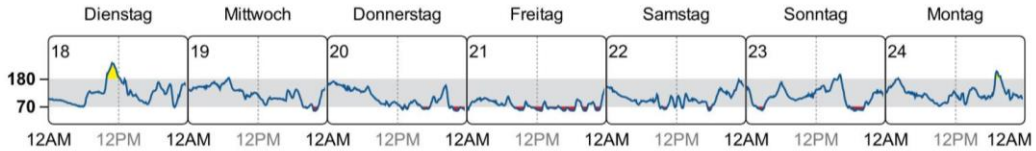
AMBULANTES GLUKOSEPROFIL (AGP)

AGP ist eine Zusammenfassung der Glukosewerte aus dem Berichtszeitraum, wobei der Medianwert (50 %) und andere Perzentile angezeigt werden, als beträfen sie einen einzigen Tag.



TÄGLICHE GLUKOSEPROFILE

Jedes Tagesprofil bezieht sich auf den Zeitraum von Mitternacht bis Mitternacht, wobei das Datum in der oberen linken Ecke angezeigt wird.



Quelle: Battelino, Tadej, et al. „Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range." Diabetes Care, American Diabetes Association, 7 June 2019, https://doi.org/10.2337/dci19-0028.

Abbildung 17: Glukosebericht der gesamten Woche vom 18. Oktober bis 24. Oktober 2022

LibreView

Einblicke in Glukosemuster

Erstellt: 10/25/2022 Seite: 1 von 1

Ausgewählte Daten: Okt. 18 – Okt. 24, 2022 (7 Tage)

Zeit, in der der Sensor aktiv ist: 100%

Zeit in Bereichen

Sehr hoch	>250 mg/dL	0%	3% (Ziel: <25%)
Hoch	181 - 250	3%	
Ziel-	70 - 180	82%	>70%
Niedrig	54 - 69	14%	15% (<4%)
Sehr niedrig	<54	1%	

Glukose-Statistik

Glukose-Durchschnitt

108 mg/dL Ziel: ≤154 mg/dL

Glukose-Management-Indikator (GMI)

Ungefährer HbA1c-Wert basierend auf dem durchschnittlichen Glukosewert der kontinuierlichen Glukosemessung.

5.9% Ziel: ≤7,0% | 41 mmol/mol Ziel: ≤53 mmol/mol

Überlegungen für den Arzt[1]

Wichtigstes Muster: Niedrige Werte Nachts, ganztägig

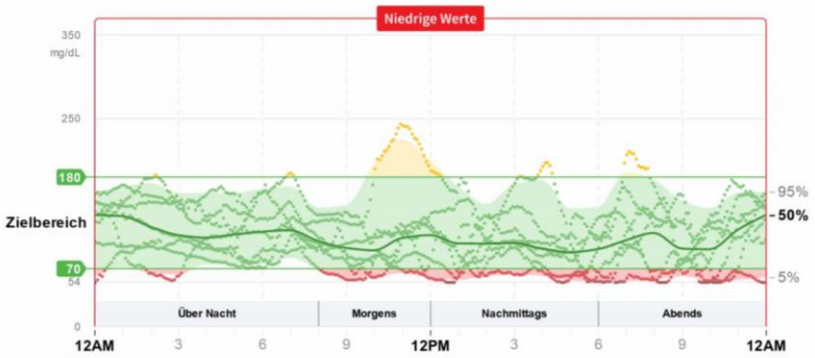
Medikation

- Trägt die Medikation zu den niedrigen Werten bei?

Lebensstil

--

Glukosemuster (7 Tage)



Gerät(e): FreeStyle Libre 3 + 13

1. Die vorgeschlagenen Überlegungen ersetzen nicht die Meinung oder den Rat des medizinischen Fachpersonals.

Abbildung 18: Einblick in das Glukosemuster vom 18. Oktober bis 24. Oktober 2022

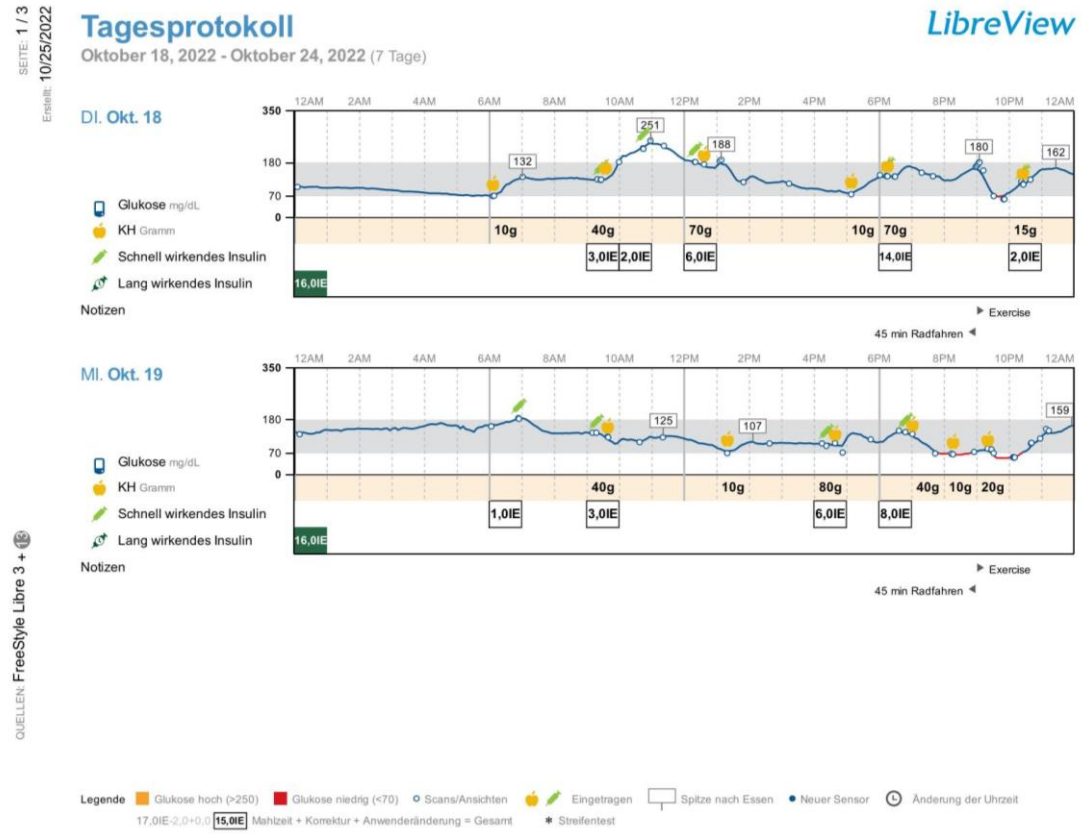


Abbildung 19: Tagesprotokoll vom 18. Oktober und 19. Oktober 2022

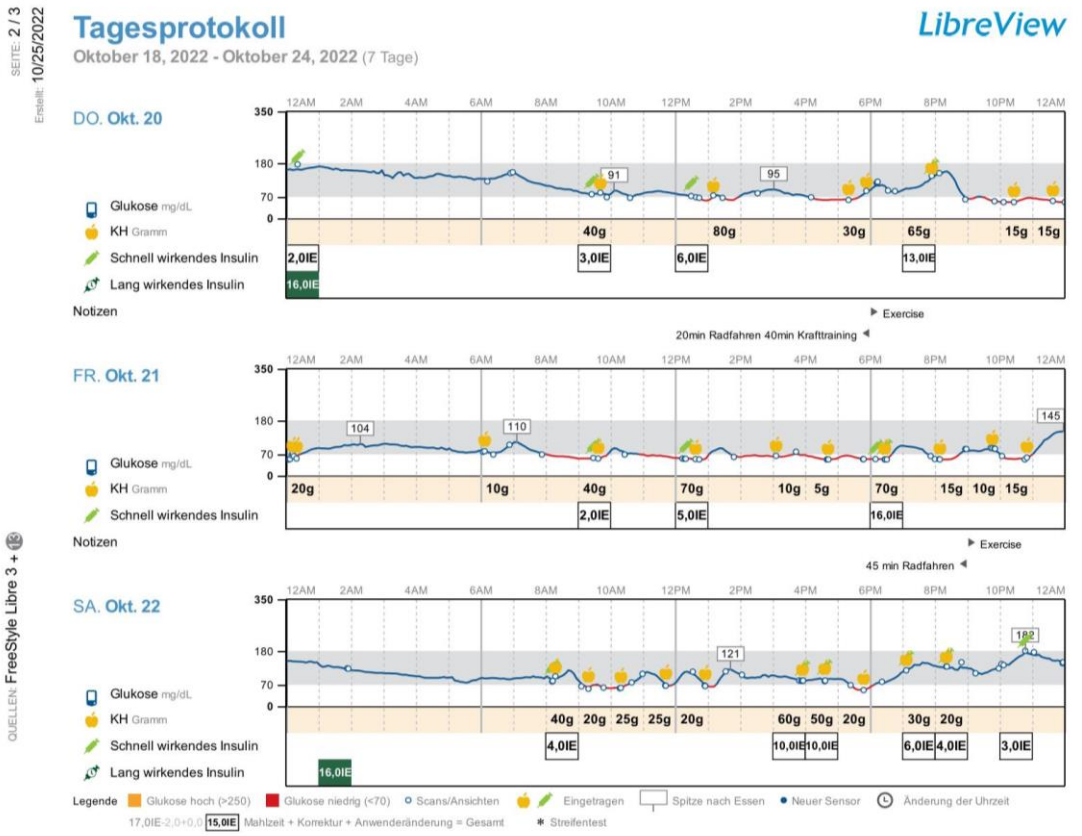


Abbildung 20: Tagesprotokoll vom 20. Oktober bis 22. Oktober 2022

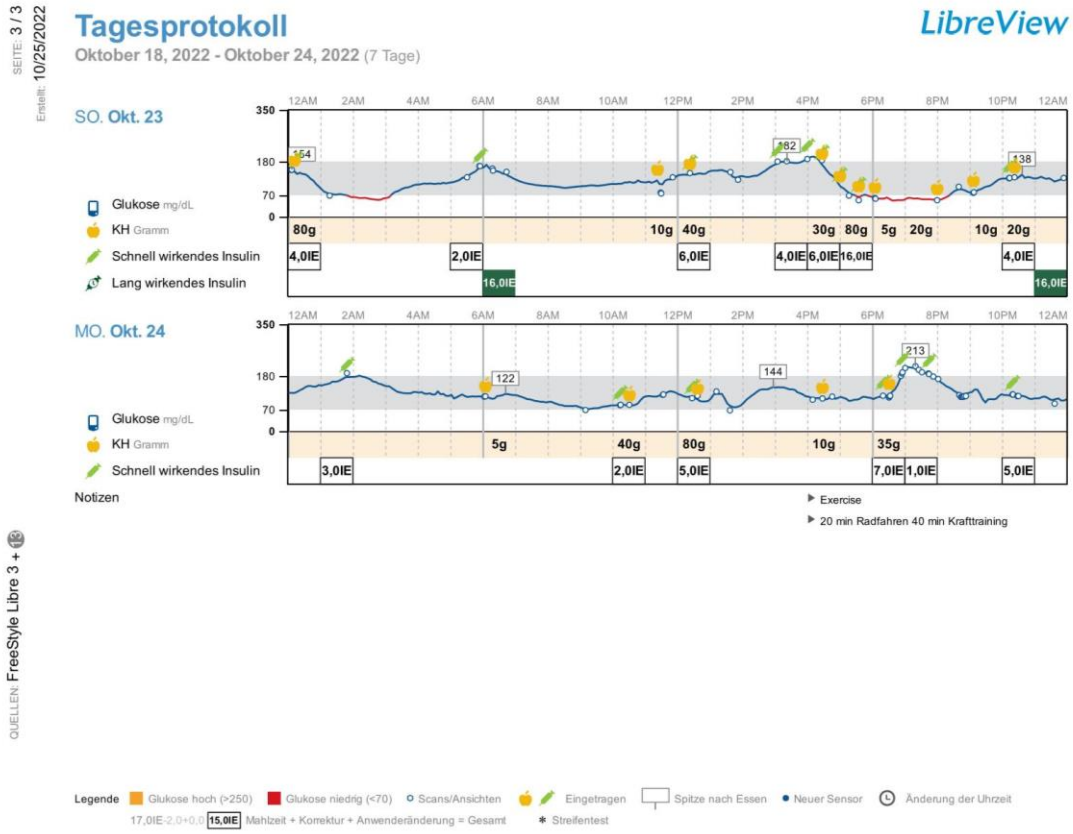


Abbildung 21: Tagesprotokoll vom 23. Oktober und 24. Oktober 2022

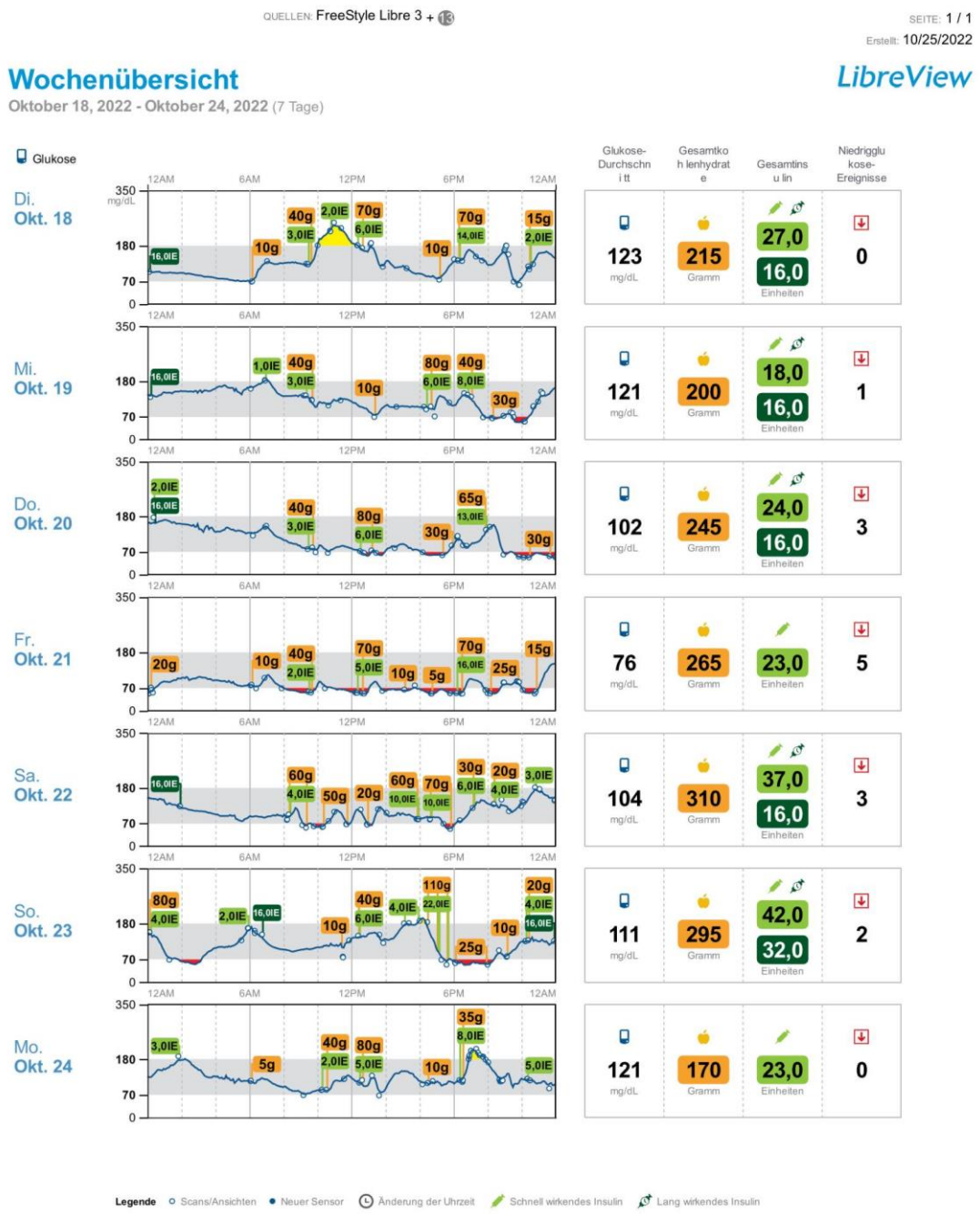


Abbildung 22: Wochenübersicht vom 18. Oktober bis 24. Oktober 2022

MRN: _____

GERÄT: FreeStyle Libre 3 +

SEITE: 1 / 1

Erstellt: 11/01/2022

AGP-Bericht

Oktober 25, 2022 - Oktober 31, 2022 (7 Tage)

LibreView

GLUKOSESTATISTIK UND -ZIELE

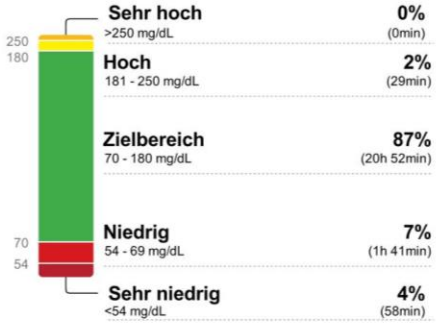
Oktober 25, 2022 - Oktober 31, 2022	**7 Tage**
Zeit (in %), in der der Sensor aktiv ist	**100%**

Bereiche und Ziele für	Diabetes Typ 1 oder Typ 2
Glukosebereiche	**Ziele** % der Messwerte (Zeit/Tag)
Zielbereich 70-180 mg/dL	Größer als 70% (16h 48min)
Unter 70 mg/dL	Kleiner als 4% (58min)
Unter 54 mg/dL	Kleiner als 1% (14min)
Über 180 mg/dL	Kleiner als 25% (6h)
Über 250 mg/dL	Kleiner als 5% (1h 12min)
Jeder 5%ige zeitliche Anstieg im Bereich (70-180 mg/dL) ist klinisch von Nutzen.	

Glukose-Durchschnitt	**110** mg/dL
Glukosemanagementindikator (GMI)	**5,9% bzw 41 mmol/mol**
Glukosevariabilität	**31,1%**

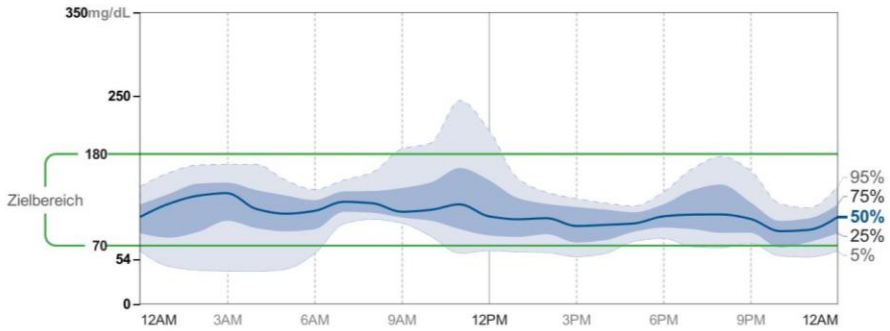
Definiert als prozentualer Variationskoeffizient (% CV)

ZEIT IN BEREICHEN



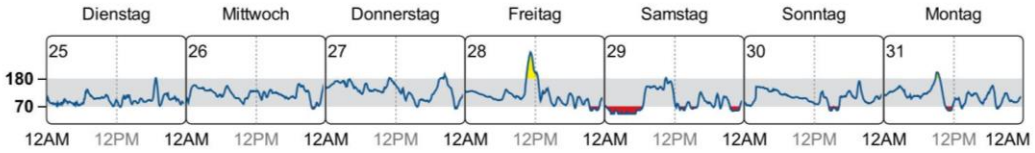
AMBULANTES GLUKOSEPROFIL (AGP)

AGP ist eine Zusammenfassung der Glukosewerte aus dem Berichtszeitraum, wobei der Medianwert (50 %) und andere Perzentile angezeigt werden, als beträfen sie einen einzigen Tag.



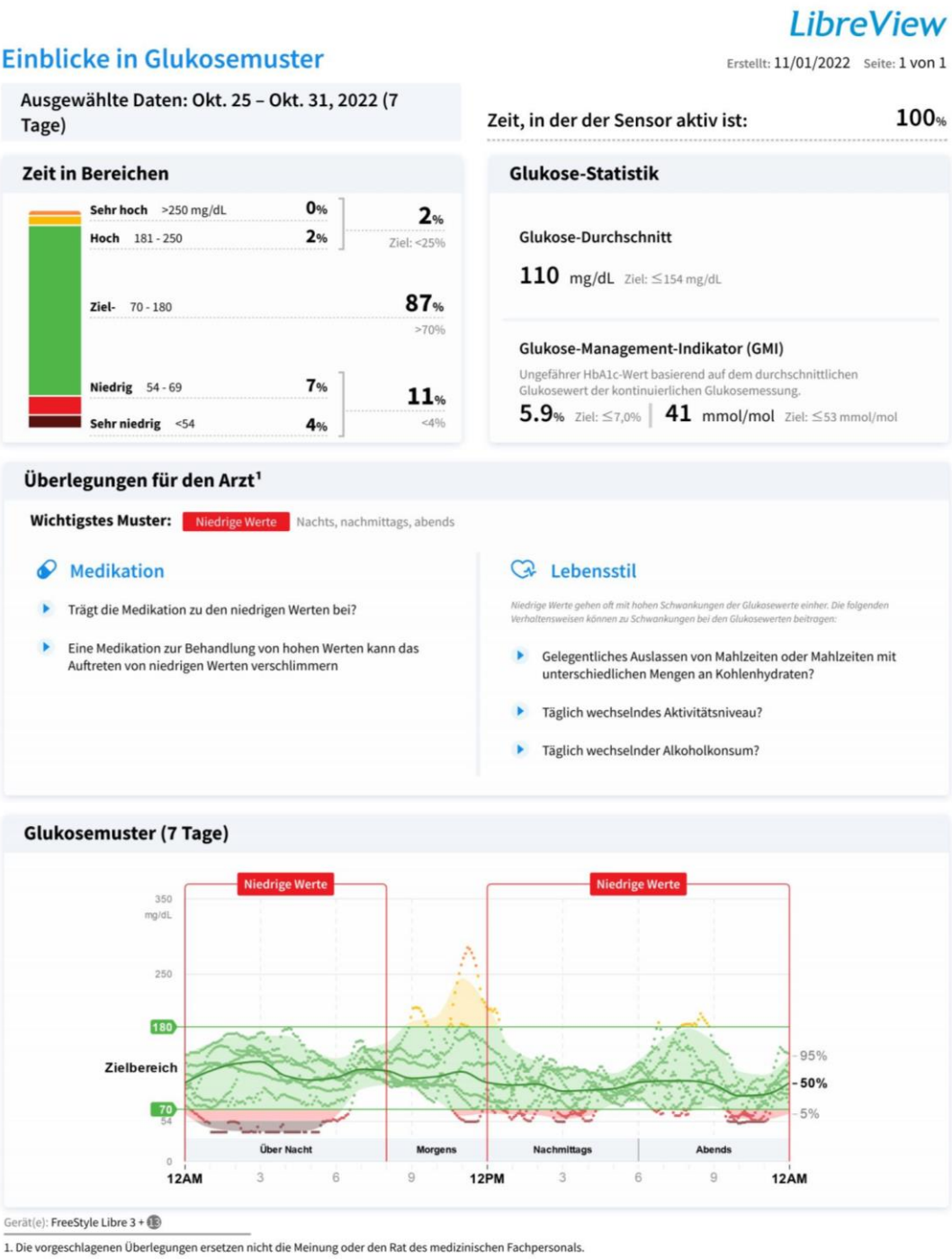
TÄGLICHE GLUKOSEPROFILE

Jedes Tagesprofil bezieht sich auf den Zeitraum von Mitternacht bis Mitternacht, wobei das Datum in der oberen linken Ecke angezeigt wird.



Quelle: Battelino, Tadej, et al. „Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range." Diabetes Care, American Diabetes Association, 7 June 2019, https://doi.org/10.2337/dci19-0028.

Abbildung 23: Glukosebericht der gesamten Woche vom 25. Oktober bis 31. Oktober 2022



LibreView

Einblicke in Glukosemuster

Erstellt: 11/01/2022 Seite: 1 von 1

Ausgewählte Daten: Okt. 25 – Okt. 31, 2022 (7 Tage)

Zeit, in der der Sensor aktiv ist: 100%

Zeit in Bereichen

Sehr hoch	>250 mg/dL	0%	2% (Ziel: <25%)
Hoch	181 - 250	2%	
Ziel-	70 - 180	87%	>70%
Niedrig	54 - 69	7%	11% (<4%)
Sehr niedrig	<54	4%	

Glukose-Statistik

Glukose-Durchschnitt

110 mg/dL Ziel: ≤154 mg/dL

Glukose-Management-Indikator (GMI)

Ungefährer HbA1c-Wert basierend auf dem durchschnittlichen Glukosewert der kontinuierlichen Glukosemessung.

5.9% Ziel: ≤7,0% | 41 mmol/mol Ziel: ≤53 mmol/mol

Überlegungen für den Arzt[1]

Wichtigstes Muster: Niedrige Werte Nachts, nachmittags, abends

Medikation

- Trägt die Medikation zu den niedrigen Werten bei?
- Eine Medikation zur Behandlung von hohen Werten kann das Auftreten von niedrigen Werten verschlimmern

Lebensstil

Niedrige Werte gehen oft mit hohen Schwankungen der Glukosewerte einher. Die folgenden Verhaltensweisen können zu Schwankungen bei den Glukosewerten beitragen:

- Gelegentliches Auslassen von Mahlzeiten oder Mahlzeiten mit unterschiedlichen Mengen an Kohlenhydraten?
- Täglich wechselndes Aktivitätsniveau?
- Täglich wechselnder Alkoholkonsum?

Glukosemuster (7 Tage)

Gerät(e): FreeStyle Libre 3 + 13

1. Die vorgeschlagenen Überlegungen ersetzen nicht die Meinung oder den Rat des medizinischen Fachpersonals.

Abbildung 24: Einblick in das Glukosemuster vom 25. Oktober bis 31. Oktober 2022

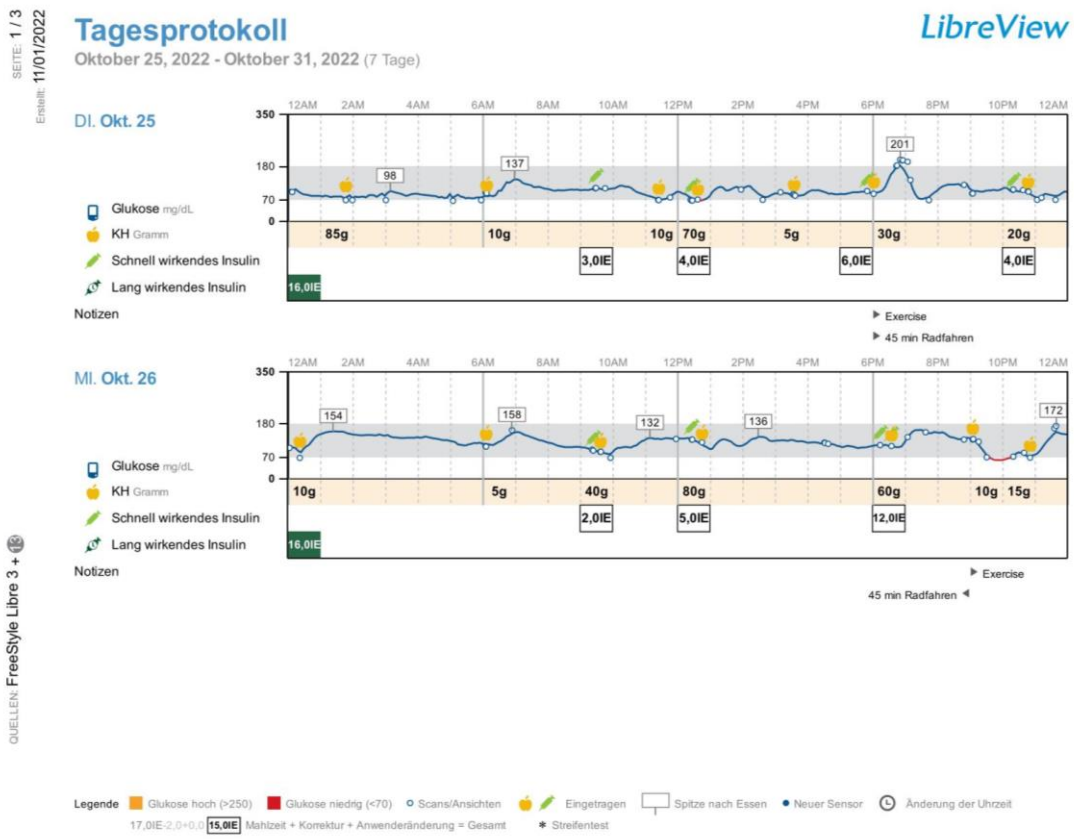


Abbildung 25: Tagesprotokoll vom 25. Oktober und 26. Oktober 2022

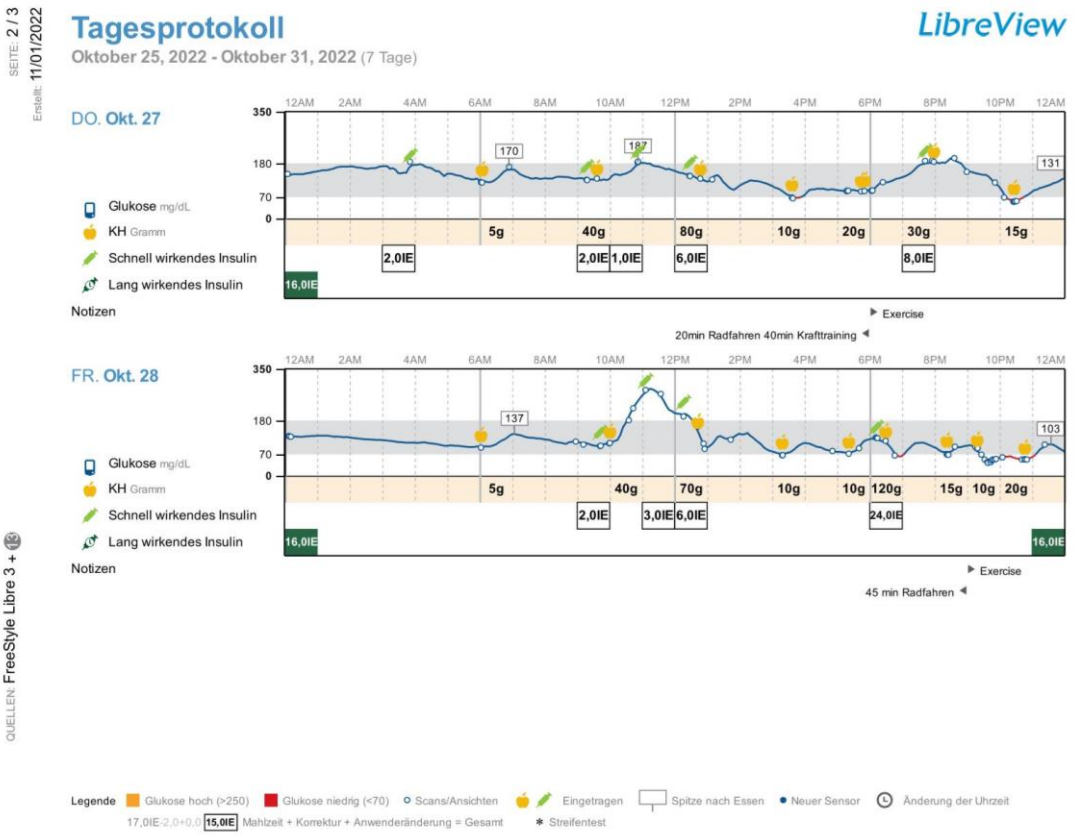


Abbildung 26: Tagesprotokoll vom 27. Oktober und 28. Oktober 2022

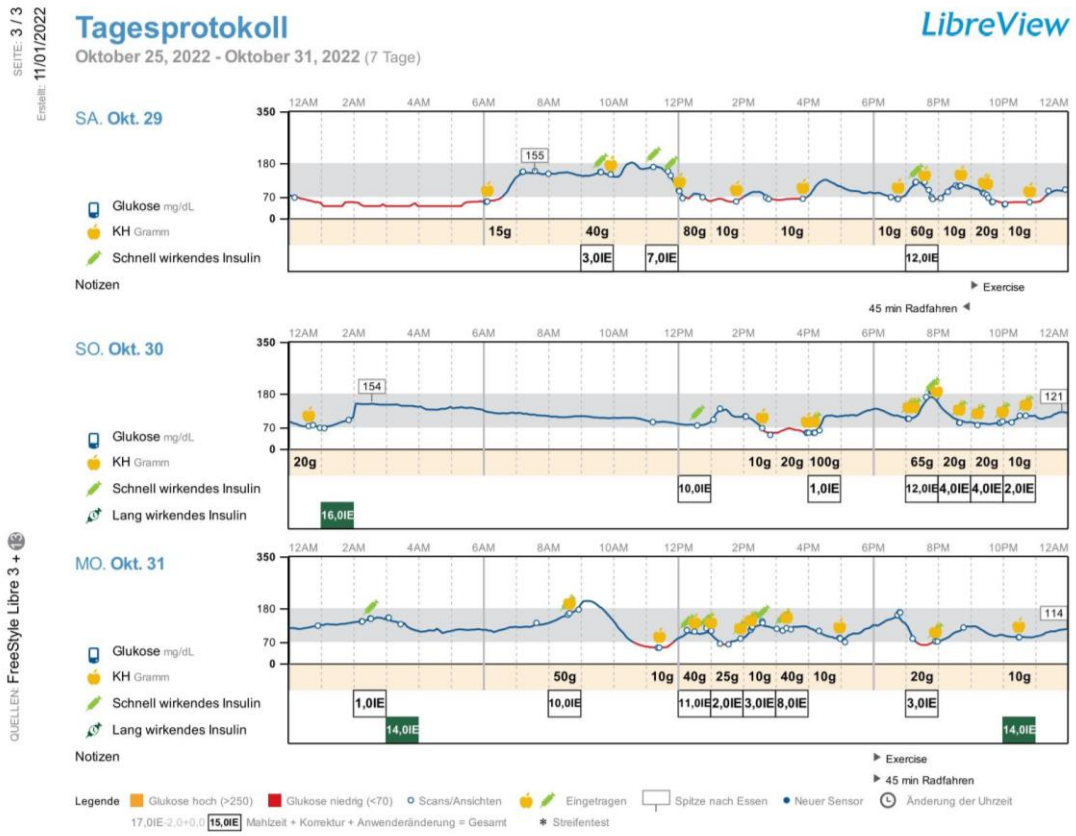


Abbildung 27: Tagesprotokoll vom 29. Oktober bis 31. Oktober

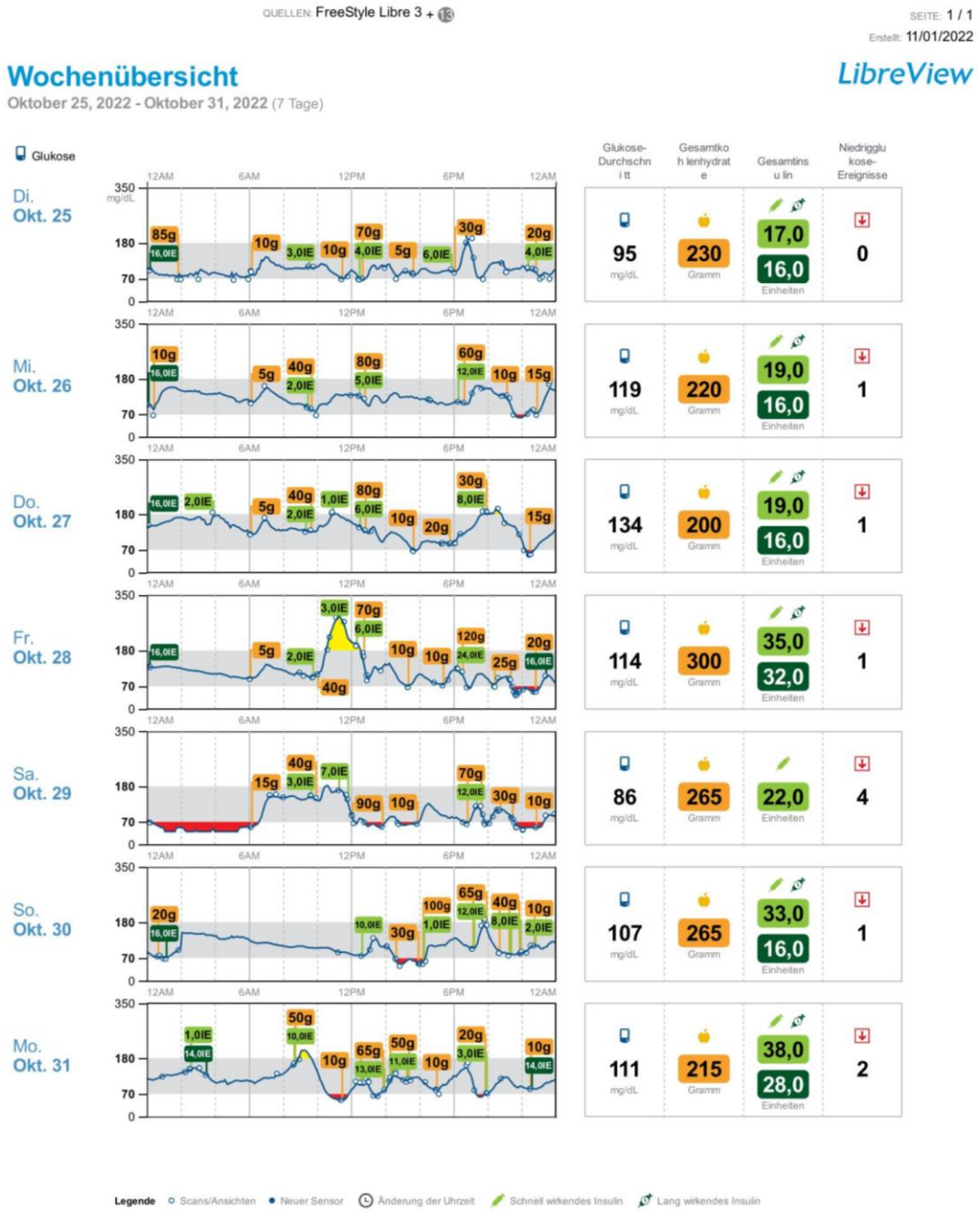


Abbildung 28: Wochenübersicht vom 25. Oktober bis 31. Oktober 2022