# Digitale Prävention des Typ-2-Diabetes

Programme zur Prävention eines Typ-2-Diabetes haben bereits vielfach gezeigt, dass sie effektiv sind. Auch Kosten lassen sich damit reduzieren. Durch die zunehmende Digitalisierung ist es sinnvoll, diese Techniken und Systeme in entsprechenden Präventionsprogrammen zu nutzen. Das betrifft nicht nur die Verhaltens-, sondern auch die Verhältnisprävention.

***Prof. Dr. Bernhard Kulzer, Bad Mergentheim***
***Dr. Jens Kröger, Hamburg***

Während jahrelang von einer Zahl von 6,9 Mio. Menschen mit Typ-2-Diabetes ausgegangen wurde, berichten Tönnies und Rathmann [Tönnies, 2020] aktuell im Deutschen Gesundheitsbericht Diabetes 2021 von einer Gesamtzahl von ca. 8 Mio. Menschen mit Typ-2-Diabetes. Hinzu kommt noch eine Dunkelziffer von 2 Mio. Personen, die bereits an Typ-2-Diabetes erkrankt sind, aber noch nichts davon wissen. Damit ist schon heute ca. jeder 10. Bundesbürger an Typ-2-Diabetes erkrankt. Insgesamt tritt Typ-2-Diabetes innerhalb eines Jahres bei 12 von 1000 Personen über 18 Jahre neu auf. Dies ergibt jährlich eine Zahl von ca. 600.000 Menschen, die neu an Typ-2-Diabetes erkranken. Zusätzlich kann aufgrund von bevölkerungsbasierten Studien zusätzlich mit einer Zahl von 13,1 Mio. Personen zwischen 18 und 79 Jahren mit einem Prädiabetes (20,8 %) gerechnet werden. Angebote zur primären, sekundären und tertiären Prävention des Typ-2-Diabetes richten sich somit an ca. 23 Mio. Bundesbürger.

## Prävention des Typ-2-Diabetes sinnvoll

Es gibt viele Gründe, warum eine gezielte

Prävention des Typ-2-Diabetes sinnvoll und notwendig ist:

- Die bisherigen **Prognosen zur Zunahme des Typ-2-Diabetes** auf internationaler (z. B. Weltgesundheitsorganisation, WHO) und nationaler Ebene sind bislang alle zugetroffen und waren eher unter- als überschätzt. Daher gibt es keinen Grund für die Annahme, dass die aktuelle Schätzung des Robert Koch-Instituts (RKI) und Deutschen Diabetes-Zentrums (DDZ), die für das Jahr 2040 mit ca. 11,5 Mio. Menschen mit Typ-2-Diabetes rechnet, nicht zutreffen sollte.
- Vorstufen des Typ-2-Diabetes (gestörte Glukosetoleranz – mit übermäßigem Blutzuckeranstieg nach Mahlzeiten – und/oder gestörter Nüchternglukose) lassen sich mit einfachen Methoden erfassen, das **Risiko für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes quantifizieren**. Auch die wesentlichen Risikofaktoren des Typ-2-Diabetes sind bekannt und lassen sich mit entsprechenden Vorhersagemodellen (z. B. Risikotests) quantifizieren.

Die **Diagnose eines Typ-2-Diabetes** ist einfach, sicher und kostengünstig.

- Die wichtigsten **Maßnahmen zur Verhinderung des Typ-2-Diabetes** sind bekannt, wesentliche Faktoren (z. B. Gewicht, Ernährung, Bewegung) sind prinzipiell durch Interventionen beeinflussbar.
- Es gibt eine ausgezeichnete Evidenz, dass mit einer **gezielten Lebensstilintervention** sowohl das Risiko des Auftretens des Typ-2-Diabetes als auch die Mortalität verringert werden kann. Viele Studien zeigen, dass die Ergebnisse von kontrollierten, randomisierten Studien auch auf die Versorgung übertragbar sind und zu ähnlichen Ergebnissen führen.
- Maßnahmen zur Verhaltensprävention sind für Personen mit einem hohen Risiko für Typ-2-Diabetes **kosteneffektiv** und führen zu einer Entlastung des Gesundheitssystems.
- Mittlerweile gibt es eine zunehmende Evidenz, dass auch Maßnahmen zur **Verhältnisprävention** (z. B. Lebensmittelkennzeichnung, Änderung der Verpackungsgröße, Steuermaßnahmen, bewegungsfördernde Städteplanung) nachweislich effektiv sind.

- Die COVID-19-Pandemie zeigt sehr deutlich, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit bei einer COVID-19-Erkrankung steigt, wenn kein Diabetes mellitus Typ 2 und/oder keine Adipositas vorliegen. Viele der an COVID-19 verstorbenen Menschen hatten metabolische Vorerkrankungen, auch Adipositas mit einem Body-Mass-Index (BMI) ≥30 kg/m² gilt als Risikofaktor für für einen schweren Verlauf einer COVID-19-Erkrankung. Gerade diese weltweite Pandemie hat uns noch einmal vor Augen geführt, wie wichtig es ist, eine strukturierte Prävention und Früherkennung von **Risikofaktoren des Typ-2-Diabetes** zu adressieren und umzusetzen.
- Typ-2-Diabetes führt zu einer **reduzierten Lebenserwartung** (ca. 4–6 Jahre reduzierte Lebenserwartung bei 50-jährigen Männern mit Typ-2-Diabetes, ca. 5–7 Jahre bei 50-jährigen Frauen mit Typ-2-Diabetes) und einer deutlich reduzierten Lebensqualität.
- Die Prävention des Typ-2-Diabetes führt entsprechend dem Ergebnis von Modellrechnungen zu weniger **funktionellen Einschränkungen**, Invalidität und Auftreten von Demenz.

## Bilanz von Präventionsbemühungen

Die ungebremste Zunahme des Typ-2-Diabetes lässt daran zweifeln, ob die bisherigen Präventionsbemühungen in Deutschland erfolgreich sind. Bislang fehlen strukturierte Ansätze zur besseren Information von Personen mit einem erhöhten Diabetesrisiko über ihr persönliches Risiko. Auch gibt es außer dem viel zu selten in Anspruch genommenen Check-up 35 keine verbindliche Strategie für ein Screening bezüglich des Typ-2-Diabetes. Obwohl Kurse zur Modifikation des Lebensstils bei Risikopersonen entsprechend der DPP-(Diabetes-Prevention-Program-)Studie sich als effektiv herausgestellt haben, gibt es – anders als in anderen Ländern – kein flächendeckendes Angebot für diese Maßnahmen. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung eines Typ-2-Diabetes keine strukturierte Unterstützung zur Lebensstilmodifikation bekommt, ist momentan in Deutschland sehr hoch und eher die Regel als die Ausnahme. Auch zeigen die Diskussionen um die Einführung einer Lebensmittelkennzeichnung (Nutri-Score) und über steuerliche Anreize zur Zucker- oder Kalorienreduktion, dass auch koordinierte und strukturierte Maßnahmen zur Verhältnisprävention nur sehr zögerlich diskutiert und umgesetzt werden.

Es bleibt abzuwarten, ob die im Juli 2020 im Deutschen Bundestag verabschiedete **nationale Diabetesstrategie**, die vorrangig auf Länderebene umgesetzt werden soll, daran etwas ändert. In dem Plan soll neben der Verhaltensprävention auch die Verhältnisprävention im Sinne eines ressortübergreifenden Ansatzes gefördert werden, indem neben dem Gesundheitsministerium weitere relevante Ressorts zu den Themen Ernährung, Sport, Bildung, Forschung, Verbraucherschutz, Arbeit, Soziales, Familie, Senioren, Frauen, Jugend, Umwelt, Verkehr und Stadtentwicklung in die nationale Diabetesstrategie eingebunden werden.

Angesichts der bislang nur mäßigen Erfolge der Prävention des Typ-2-Diabetes sollte sehr ernsthaft darüber nachgedacht werden, ob nicht **digitale Strategien eine sinnvolle Alternative und Ergänzung zu den bisherigen Präventionsansätzen** darstellen. Mögliche Ansätze sollen im Folgenden dargestellt werden.

## Verbesserung des Wissensstands

Es ist mittlerweile hinreichend bekannt, dass der Wissensstand über den Typ-2-Diabetes und die Möglichkeiten der Prävention in der Bevölkerung, wie auch bei Experten, unzureichend ist, was auch ein Grund für die „Nationale Aufklärungs- und Kommunikationsstrategie zu Diabetes mellitus" der Bundeszentrale für gesund-

heitliche Aufklärung (www.diabetesnetz.info) ist. Die Ursachen hierfür dürften unter anderem darin liegen, dass die Erkrankung als nicht so schwerwiegend und als Alterserkrankung („milder Alterszucker") erlebt wird, diese mit einem negativen Stigma assoziiert ist („Folge eines ungesunden, unmäßigen Lebensstils"), die möglichen Präventionsbemühungen (Lebensstilmodifikation) als schwierig, unrealistisch erachtet und mit einem Verzicht auf Lebensqualität verbunden werden. Dies spiegelt sich auch in den Medien wider, in denen – wie eine aktuelle Studie aus-Deutschland nahelegt [Reifegerste 2021] – sehr undifferenziert und angesichts der hohen Prävalenzzahlen über Diabetes in der Bevölkerung nur relativ selten über Diabetes berichtet wird.

Angesichts der Bedeutung von sozialen Medien **empfiehlt die WHO aktuell vor allem digitale Strategien** [World Health Organization, 2019], um gezielt über soziale Medien unter Berücksichtigung epidemiologischer und sozialökologischer Mediatorvariablen (z. B. Alter, Geschlecht, sozialer Status, Bildungsstatus, Lebensweise, Gesundheitsverhalten, präventivmedizinischer Risikostatus) und der Zielpopulation (z. B. gesamte Bevölkerung, Teilpopulationen, Hochrisikogruppen für Typ-2-Diabetes) über Krankheiten wie Diabetes aufzuklären. Dies hat den Vorteil, dass passgenaue Informationen an unterschiedliche Zielgruppen gesendet werden können, um aktiv über Diabetes und die Möglichkeiten der Prävention aufzuklären. Besonders werden Multichannel-Strategien empfohlen, mit denen Personen auf verschiedenen Kommunikationskanälen erreicht werden. In einem experimentellen Ansatz konnten Dalleg et al. [Dalleg, 2020] nachweisen, dass eine Strategie zur Aufklärung über Diabetes mit sozialen Medien im Vergleich zu einer klassischen Aufklärungskampagne über Broschüren z. B. bei Jugendlichen besser wirkt.

## Verbesserung der Kenntnisse über das persönliche Risiko für Typ-2-Diabetes

Die Kenntnis und Einschätzung des persönlichen Risikos, an Typ-2-Diabetes zu erkranken, ist eine entscheidende Variable zur Motivation und

Voraussetzung für eine mögliche Verhaltensänderung und präventives Verhalten. Wie Heidemann et al. [Heidemann, 2019] vom Robert Koch-Institut nun auch anhand von deutschen Daten nachweisen konnten, ist das Risikobewusstsein für Typ-2-Diabetes in der Bevölkerung selbst in Hochrisikogruppen eher gering ausgeprägt. Die Studie konnte zeigen, dass insgesamt ein relativ geringer Anteil der erwachsenen Bevölkerung (10,9 %) das Risiko, an Diabetes zu erkranken, als moderat oder hoch einschätzte.

Bei der Gruppe mit einem objektiv hohen Diabetesrisiko schätzten nur 2,1 % der Befragten dieses Risiko adäquat ein, obwohl diese zu 56,9 % in den letzten 2 Jahren an einer Check-up-35-Untersuchung teilgenommen hatten und bei 82,7 % eine Glukosemessung vorgenommen wurde. Auch gaben **nur 15,1 % an, von ihrem Arzt über ihr erhöhtes Diabetesrisiko aufgeklärt** worden zu sein. Interessanterweise spielen auch das Wissen über Diabetes sowie Überzeugungen über die allgemeine und persönliche Kontrolle des Diabetesrisikos für das wahrgenommene Risiko keine entscheidende Rolle. Es scheint daher wichtig, dass eine Risikobestimmung bezüglich des Auftretens des Typ-2-Diabetes mit einer ausführlichen Information über die Risiken und Konsequenzen einer Diabeteserkrankung und den Möglichkeiten und Chancen bezüglich der Prävention des Diabetes einhergeht. Zudem sollten die Möglichkeiten, sich über das eigene Diabetesrisiko zu informieren, vermehrt und diversifiziert werden, da offensichtlich die gängigen Methoden (Check-up 35, Blutzuckermessung) nicht ausreichen. Digitale Möglichkeiten können als Ergänzung zu der traditionellen Risikobestimmung per Blutzuckermessung, oralem Glukosetoleranztest (oGGT) oder Risikofragebögen einige Limitationen der bisherigen Praxis der Risikobestimmung überwinden.

## KI zur Prognose des Diabetesrisikos

Im D.U.T-Report 2020 wurden bereits verschiedene Möglichkeiten der digitalen, oftmals durch künstliche Intelligenz (KI) unterstützten Vorhersagemodelle beschrieben [Kulzer, 2020]. 2020 wurden erneut eine Reihe von Arbeiten mit teilweise sehr großen Stichproben und langen Prognosezeiträumen publiziert. Sie verdeutlichen, dass **digitale Vorhersagemodelle immer genauer und einfacher** werden. Exemplarisch für eine Reihe dieser Ansätze soll hier die Arbeit von Zhang et al. [Zhang, 2020] aus Australien vorgestellt werden, die anhand der Daten einer Langzeitstudie mit 236 684 Personen ohne Diabetes das Diabetesrisiko und seine assoziierten Faktoren für einen Zeitraum von 3, 5, 7 und 10 Jahren nach Studienbeginn mit vier separaten KI-Modellen vorhersagten. Das Gradient-Boosting-Modell zeigte in dieser Studie die beste Vorhersage unter den vier Modellen (AUC = 79 % bei der 3-Jahres-Vorhersage und 75 % bei der 10-Jahres-Vorhersage). Bei allen vier KI-Modellen war der BMI der wichtigste Faktor für das Auftreten von Diabetes, der 12–50 % der Varianz bei der Vorhersage von Typ-2-Diabetes erklärte. Das Modell sagte zudem voraus, dass bei einer hypothetischen Reduktion des BMI bei adipösen und übergewichtigen Teilnehmern in einen gesunden Bereich die 10-Jahres-Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Diabetes signifikant von 8,3 % auf 2,8 % reduziert werden könnte ($p < 0{,}001$). Solche Informationen – am besten personalisiert – sind für Menschen mit einem erhöhten Diabetesrisiko wichtig, damit sie abschätzen können, welchen Vorteil sie bei der Umsetzung von präventiven Maßnahmen haben.

Die Arbeitsgruppe von Kopitar et al. [Kopitar, 2020] untersuchte die am häufigsten verwendeten Screening-Tests für Typ-2-Diabetes, die ursprünglich vor allem mit multivariaten Regressionsmethoden entwickelt wurden, mit komplexeren, genaueren Vorhersagemodellen mithilfe von Ansätzen des maschinellen Lernens. Die Arbeitsgruppe kam zu dem Schluss, dass kompli-

ziertere Modelle in der Regel keinen zusätzlichen Informationsgewinn bringen, sodass das Erfassen der in den meisten Risikotests erfassten Variablen, wie zumeist Geschlecht, Alter, Taillenumfang (BMI), Frage nach Diabetes in der Familie, Ausmaß körperlicher Aktivität, Obst- und Gemüsekonsum und blutdrucksenkende Medikamente, in der Praxis ausreichen, um eine ausreichende Risikovorhersage zu ermöglichen.

Bislang fehlen KI-unterstützte Risikorechner für Deutschland, die an deutschen Daten evaluiert wurden. Sinnvoll wäre es vor allem, wenn diese im Sinne einer von der WHO empfohlenen Multichannel-Strategie für Patienten in verschiedenen Versionen und Settings zur Verfügung stünden und zugleich **in die Praxisverwaltungssysteme (PVS) integriert** wären, sodass automatisch auf der Basis von Stammdaten wie Alter, Geschlecht, BMI, Diabetes in der Familie ein erhöhtes Risiko angezeigt wird („red flag"). Bei einem erhöhten Diabetesrisiko kann dann im Anschluss eine differenziertere Bestimmung des Diabetesrisikos und ggf. der Ausschluss eines schon manifesten Typ-2-Diabetes erfolgen.

Sinnvoll wäre es auch, wenn digital verfügbare Risikotests (hierzu zählt vor allem der „Deutsche Diabetes-Risiko-Test"; www.diabetes.info.de) nicht nur besonders Interessierte, sondern der Allgemeinbevölkerung – und besonders natürlich Personen mit einem erhöhten Diabetesrisiko – im Sinne einer „Pull-Strategie" zur Verfügung gestellt würden. Hierzu würde sich eine bundesdeutsche Strategie anbieten, die z. B. auf eine **Integration der Risikorechner in die PVS der Ärzte oder in die elektronische Patientenakte (ePA)** abzielt.

Denkbar wäre auch die Verknüpfung von Risikorechnern mit der Methode des Computer-adaptiven Testens, sodass Personen mit einem geringen Risiko nur wenige Fragen beantworten müssten und Personen mit einem erhöhten Diabetesrisiko zusätzliche Fragen gestellt würden. Perspekti-

**Bislang fehlen KI-unterstützte Risikorechner für Deutschland, die an deutschen Daten evaluiert wurden.**

visch kann auch durch die Verknüpfung von Daten aus Wearables, Smartphones oder anderen Datenquellen eine Risikobestimmung erfolgen.

## Aufklärung über die Chancen der Diabetesprävention

Das Dilemma der Prävention des Typ-2-Diabetes unterstreicht ein anderes Ergebnis der schon erwähnten Studie von Heidemann et al. [Heidemann, 2019]. Obwohl 65,2% der Befragten den Diabetes – bei der Gruppe mit dem erhöhten Diabetesrisiko sogar 72,1% – als eine sehr schwere bzw. schwere Erkrankung ansahen, gaben nur 9,7% an, das Diabetesrisiko beeinflussen zu können. Screeningmethoden sind nur dann sinnvoll, wenn den Betroffenen das Testergebnis angemessen erklärt wird und die Konsequenzen mit den Personen besprochen werden. Digitale Angebote, die professionell erstellt werden und über verschiedene Settings (z. B. Arztpraxen, Apotheken, Betriebsmedizin) skalierbar sind, könnten hierbei eine wertvolle Hilfestellung sein. Verbunden mit Risikorechnern könnten sie entsprechend den Testergebnissen den Personen, die den Test durchgeführt haben, konkrete Informationen geben, welche Konsequenzen aus den Testergebnissen zu ziehen sind, und konkrete Hinweise, welche unterstützenden Angebote es in der Umgebung der Personen gibt.

**Digitale Angebote, die professionell erstellt werden und über verschiedene Settings skalierbar sind, könnten eine wertvolle Hilfestellung sein.**

Hierzu wären allerdings Strukturen wie z. B. in England (www.preventing-diabetes.co.uk) notwendig. Dort gibt es eine funktionierende Präventionsstrategie für Typ-2-Diabetes. Im Sinne von „Clinical pathways" ist der Weg von der Information über Diabetes, die persönliche Risikobestimmung inklusive einer möglichen Abklärung eines bereits manifesten Typ-2-Diabetes, einer einheitlichen Kommunikationsstrategie über das Testergebnis und eine klare regionale (z. B. zertifizierte Anbieter für Kurse zur Lebensstilintervention) und überregionale (z. B. digitale Angebote) Angebotsstruktur definiert. Auch in Amerika gibt es im Rahmen des „National Diabetes Prevention Program" (www.cdc.gov/diabetes/prevention/index.html) mittlerweile 1520 (Stand: Februar 2020) zertifizierte Anbieter für Präventionskurse für Typ-2-Diabetes, die interessierten Personen über Apps wohnortnah angezeigt werden.

## KI zur Prognose des Gestationsdiabetes

Digitale Vorhersagemodelle existieren jedoch nicht nur für Typ-2-Diabetes, sondern auch für Gestationsdiabetes (GDM). In Deutschland gibt es nach den zuletzt erhobenen Zahlen aus dem Jahr 2017 ca. 45000 Frauen mit GDM, was etwa 5,9% aller Schwangerschaften entspricht. 2020 wurde eine Reihe von Arbeiten publiziert, die die Diagnose und Prognose des Gestationsdiabetes zum Ziel hatten. Shen et al. [Shen, 2020] trainierten ein KI-Modell mit neun Algorithmen an 12304 Schwangeren, reduzierten die dazu benötigten Variablen und konstruierten eine App, die für die Prognose nur den Nüchtern-Blutzucker, das Alter der Patientin und eine stabile Internetverbindung zum Rechner braucht. Sie eignet sich daher sowohl zur Selbstdiagnose als auch für ländliche Gegenden mit weiten Anfahrtswegen in eine Praxis. In der Arbeit von Liu et al. [Liu, 2020] wurde ein Vorhersagemodell auf der Basis des BMI vor der Schwangerschaft, des mütterlichen Alters, der Nüchtern-Plasmaglukose und der Alanin-Aminotransferase ausge-

wählt. Die mit dem XGBoost-Modell durch maschinelles Lernen vorhergesagte Wahrscheinlichkeit für GDM war sehr ähnlich wie die beobachteten GDM-Fällen im Testdatensatz. Ye et al. [Ye, 2020] fanden in einer retrospektiven Analyse eines Kollektivs mit verschiedenen Methoden des Maschinenlernens ein Vorhersagemodell des Gestationsdiabetes mit den Variablen Nüchternblutzucker, $HbA_{1c}$, Triglyzeride und BMI. Welche Forschungsaktivitäten aus Daten von elektronischen Patientenakten möglich sind, zeigen die Ergebnisse einer israelischen Arbeitsgruppe um Artzi et al. [Artzi, 2020]. Auf der Grundlage von retrospektiven Daten von 588 622 Schwangerschaften in Israel, von denen umfassende elektronische Gesundheitsdaten verfügbar waren, wurde mit Methoden der künstlichen Intelligenz ein Modell mit neun Fragen an Schwangere entwickelt, mit dem sich mit einer relativ hohen Wahrscheinlichkeit (AUC = 0,80) ein GDM vorhersagen lässt.

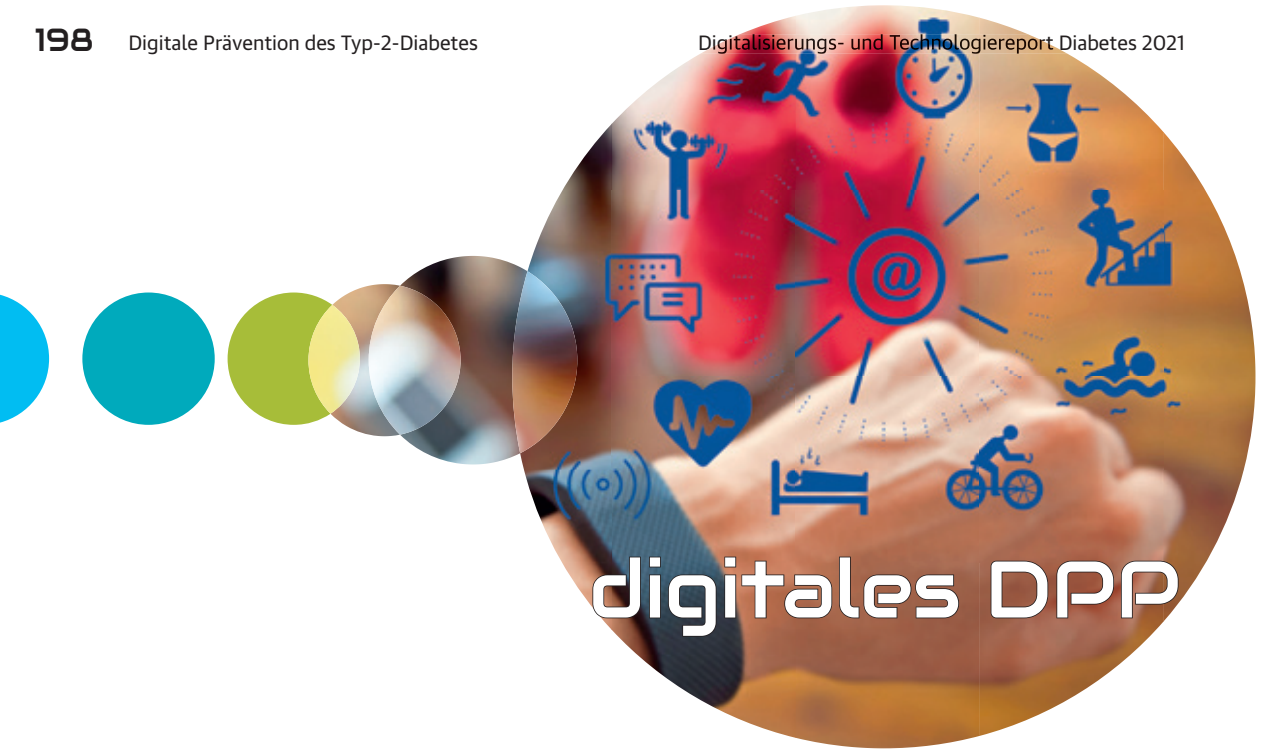
## Digitale Vorhersagemodelle existieren auch für Gestationsdiabetes.

Eine frühzeitige Risikobestimmung für GDM in verschiedenen Settings (Patient, Gynäkologe, Krankenhaus) könnte dazu beitragen, frühzeitig Risiken zu erkennen und mit therapeutischen Maßnahmen gegenzusteuern.

### DPP goes digital

Die Effektivität von Interventionen zur Lebensstiländerung wurde in großen Studien wie der chinesischen Da-Qing-Studie, der finnischen Diabetes Prevention Study (DPS) und vor allem dem amerikanischen Diabetes Prevention Program (DPP) bereits vor 20 Jahren nachgewiesen. Da nur die DPP-Studie ein ausführliches, sehr modernes und durch ein interdisziplinäres Beratergremium erstelltes Curriculum vorzuweisen hat, werden die Inhalte des DPP oft als evidenzbasierter Standard für die Umsetzung von Lebensstilprogrammen herangezogen – so beispielsweise bei den bereits erwähnten Präventionskonzepten in England und den USA. Basierend auf den DPP-Ergebnissen ist es wichtig, die Lebensstilveränderung auch auf die Stabilisierung der Veränderung zu fokussieren. Techniken der Verhaltensmodifikation (z. B. Goal Setting, Selbstmonitoring, Verhaltensplan, Rückfallprophylaxe) sowie das Einbeziehen anderer Personen (Social Support) sollten als wichtige Wirkfaktoren für Interventionen zur Lebensstilmodifikation berücksichtigt werden, die Interventionen sollten mindestens ein Jahr dauern.

Schon seit einigen Jahren gibt es Studienergebnisse, die zeigen, dass auch eine **digitale Umsetzung der DPP wirksam** ist. Auch 2020 wurden hierzu einige interessante Ergebnisse publiziert. Stein et al. [Stein, 2020] berichten über ein digitales Programm (Lark DPP), welches ein automatisiertes und personalisiertes Coaching mit KI kombiniert und für die Teilnehmer jederzeit auf Anfrage verfügbar ist sowie Push-Benachrichtigungen auf das Smartphone sendet. Die Teilnehmer erhalten eine digitale Waage, zusätzlich werden bei Einwilligung Daten, die über Google Fit (Android-Geräte) oder Health Kit (iOS-Geräte) gesammelt werden, ausgewertet, sodass die Teilnehmer tägliche und wöchentliche Zusammenfassungen über die Qualität ihrer Ernährung, die Gewichtsabnahme, ihre körperliche Aktivität und ihr Schlafverhalten bekommen. Über ein intuitives System zur Aufzeichnung der Mahlzeiten, das natürliche Sprachverarbeitung nutzt, bekommen die Teilnehmer auch ein Feedback über ihr Ernährungsverhalten. Insgesamt besteht das Programm aus 26 standardisierten wöchentlichen Modulen. In einer nicht kontrollierten Studie erreichten die Teilnehmer nach einem Jahr einen Gewichtsverlust von 4,2 % ih-




res Körpergewichts, der durchschnittliche Gewichtsverlust lag bei 4,5 kg. 40 % der Teilnehmer erreichten einen Gewichtsverlust von mindestens 5 %.

In einer randomisierten Studie von Toro-Ramos et al. [Toro-Ramos, 2020] wurden 202 Erwachsene mit einem Prädiabetes entweder einer digitalen Version des DPP per Mobile Device und einem Coach (Noom) oder der Kontrollgruppe, die eine Papierversion des DPP-Curriculums ohne Interventionsansatz zur Verfügung gestellt bekam, zugewiesen. Die Teilnehmer der Interventionsgruppe hatten Zugang zu einer interaktiven Schnittstelle zwischen Coach und Teilnehmern sowie zu Gruppennachrichten, bekamen tägliche Aufgaben zur Verhaltensänderung, hatten Zugang zu speziellen Schulungsartikeln sowie Essensprotokollen und erhielten ein automatisches Feedback. Die digitale DPP-Gruppe hatte nach 12 Monaten eine Gewichtsreduktion von 4,7 % ihres Körpergewichts, während die Kontrollgruppe leicht zugenommen hatte (0,33 %). Nach einem Jahr wies die Interventionsgruppe eine 0,23%ige Reduktion des $HbA_{1c}$-Werts auf.

Eine interessante Auswertung einer von dem Centers for Disease Control and Prevention (CDC) genehmigten digitalen DPP bezüglich der Kosten wird in der Arbeit von Sweet et al. [Sweet, 2020] berichtet. Auch in diesem Programm erhalten die Teilnehmer Unterstützung und Anleitung durch einen geschulten Lifestyle-Coach, es gibt ein Online-Peer-Support-Forum, digitale Tools zum Erfassen des Gewichts, der körperlichen Aktivität und des Essverhaltens sowie Module zur Verhaltensänderung und -stabilisierung. In der nicht kontrollierten Beobachtungsstudie wurden die Kosten analysiert. Nach einem Jahr hatte die digitale DPP-Population im Vergleich zur Kontrollgruppe **verringerte Gesundheitsausgaben** um 1169 US-Dollar pro Teilnehmer, wobei 699 US-Dollar dieser Einsparung aus reduzierten stationären Ausgaben resultierten.

Die Analyse von Wirkfaktoren war das Ziel der Arbeit von Painter et al. [Painter, 2020], die eine retrospektive Analyse von 2037 Teilnehmern durchführten, die über ein Jahr an einem digitalen DPP teilgenommen hatten (Livongo DPP). Diese wiesen nach einem Jahr im Durchschnitt eine Reduktion von 5,1 % ihres Ausgangsgewichts auf. Das Programm besteht aus 31 Modulen, Videokonferenz-Coaching-Sitzungen und unbegrenzten Coaching-Interaktionen sowie einer von Experten moderierten

Online-Community, die aus 15–25 Teilnehmern zur sozialen Unterstützung besteht. Jeder Teilnehmer erhält eine drahtlose Bluetooth-Waage, ein persönliches webbasiertes Dashboard und eine App, die Daten von der Bluetooth-Waage und dem Fitnesstracker dokumentiert und auswertet. Die Ergebnisse einer logistischen Regressionsanalyse zeigen, dass jedes eingereichte Ernährungsprotokoll mit 0,23 kg ($p < 0,05$) Gewichtsverlust assoziiert war, jedes abgeschlossene Modul mit 0,14 kg ($p < 0,05$) Gewichtsverlust und eine Woche mit 150 Minuten körperlicher Aktivität mit 0,1 kg ($p < 0,01$) Gewichtsverlust. Eine zusätzliche Trainer-Teilnehmer-Nachricht pro Woche war mit 1,4 mehr Essensprotokollen pro Woche, 1,6 mehr Wochen mit >4-mal Gewichtskontrolle und 2,7 mehr Wochen mit 150 Minuten Aktivität assoziiert. Insgesamt kam die Studie zu dem Ergebnis, dass die Essensprotokolle den größten Einfluss auf die Gewichtsabnahme hatten, gefolgt von der Anzahl abgeschlossener Module sowie dem Ausmaß an körperlicher Aktivität.

Zusammenfassend wurden in einem systematischen Review [Van Rhoon, 2020] digitale Präventionsangebote für Typ-2-Diabetes in Hinblick auf ihre Wirksamkeit untersucht. 33 % der Interventionen waren gemessen an dem Ziel einer Gewichtsabnahme von ≥5 % nach ≥12 Monaten langfristig wirksam. Erfolgreiche Programme setzten 3,7-mal mehr Techniken zur Verhaltensänderung ein als nicht wirksame Interventionen. Als **Wirkfaktoren für einen langfristigen Erfolg** wurden Techniken der Selbstbeobachtung, Zielsetzung (Goal Attachment), Rückmeldungen durch Trainer und die gezielte soziale Unterstützung identifiziert.

Die amerikanische Diabetes-Gesellschaft empfiehlt daher in ihren neuesten Praxisempfehlungen [American Diabetes Association, 2021] auch digitale Formen der DPP anzuwenden. Besonders die orts- und zeitunabhängige Erreichbarkeit ist ein großes Plus solcher digitalen Anwendungen.

## Digitale Verhältnisprävention

Für den Anstieg der Diabetesprävalenz sind neben Verhaltensfaktoren auch Umweltfaktoren wie Lebens-, Wohn- und Arbeitsverhältnisse, das Angebot an gesunden bzw. ungesunden Lebensmitteln, Möglichkeiten zur körperlichen Bewegung, aber auch soziale Faktoren von entscheidender Bedeutung. Um diese Zusammenhänge genauer aufzuklären, bieten sich weniger klassische Studiendesigns an, sondern vor allem auch die Analyse digital gewonnener Daten. Aus der Arbeit von Stöckl et al. [Stöckl, 2016] ist bekannt, dass in Deutschland das Risiko für eine Neuerkrankung an Typ-2-Diabetes in Gemeinden mit den höchsten strukturellen Benachteiligungen im Vergleich zu sozioökonomisch gut gestellten Gemeinden, unabhängig vom individuellen sozialen Status der Einwohner, etwa doppelt so hoch ist. Dieser Befund wurde von Hill-Briggs et al. [Hill-Briggs, 2021] bestätigt, die Daten aus der Maastricht-Studie (2010–2013) mit geografischen Daten des niederländischen Statistikamts zur Bestimmung des Immobilienwerts verwendeten. Auch hier fanden die Forscher, dass weniger der individuelle soziale Status als vielmehr der der Nachbarschaft stark mit Typ-2-Diabetes assoziiert ist: Teilnehmer, die in den ärmsten Vierteln lebten, hatten unabhängig vom eigenen sozialen Status eine 2,4-fach höhere Wahrscheinlichkeit, an Typ-2-Diabetes zu erkranken.

Neuseeland versucht, in einem groß angelegten Forschungsprojekt unter Verwendung von Daten aus unterschiedlichen Quellen, wie geografischen Daten, Google Earth, Angaben zu Bebauung, Fast-Food-Läden, Imbissbuden, Supermärkten, Obst-/Gemüseläden, Sportmög-

lichkeiten, dem Maß der bebauten Umwelt und weiteren Einflussfaktoren eine Kartierung gesundheitsfördernder und -schädlicher Faktoren vorzunehmen [Wiki, 2020]. Erste Ergebnisse zeigen, dass das Auftreten von Typ-2-Diabetes von demografischen Faktoren beeinflusst wird, räumlich geclustert ist und gesundheitsfördernde Ressourcen, wie Obst-/Gemüseläden, einen schützenden Effekt vor Typ-2-Diabetes haben.

**Das Auftreten von Typ-2-Diabetes wird von demografischen Faktoren beeinflusst, ist räumlich geclustert und gesundheitsfördernde Ressourcen haben einen schützenden Effekt vor Typ-2-Diabetes.**

Da der Zuckergehalt von Getränken ein nicht zu unterschätzender Risikofaktor für die Entwicklung von Typ-2-Diabetes ist, wurde von der Arbeitsgruppe von Keralis et al. [Keralis, 2020] untersucht, welche **Auswirkungen Steuern auf den Konsum zuckergesüßter Getränke** in Amerika hätten. Im Vergleich zu der Annahme einer eher bescheiden verlaufenden freiwilligen Zuckerreduktion der Industrie wurden drei Szenarien auf der Basis des Volumens der Getränke, des Zuckergehalts und des Preises berechnet. In einem Mikrosimulationsmodell, CVD-PREDICT (Cardiovascular Disease Policy Model for Risk, Events, Detection, Interventions, Costs, and Trends), wurden demografische und Ernährungsdaten aus dem National Health and Nutrition Examination Survey, politische Effekte und mit zuckergesüßten Getränken zusammenhängende Krankheiten aus Metaanalysen sowie die gesundheitsbezogenen Kosten integriert. Über die gesamte Lebensdauer würden die „Mengensteuer", eine „gestaffelte Steuer" und eine „Steuer auf den absoluten Zuckergehalt" jeweils 80,4 Mrd. US-Dollar, 142 Mrd. US-Dollar und 41,7 Mrd. US-Dollar an Steuereinnahmen generieren und 850 000 Fälle von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und 269 000 Fälle von Diabetes mellitus verhindern. Die gesundheitlichen Vorteile würden vor allem jungen Erwachsenen, Schwarzen und Hispanoamerikanern sowie Amerikanern mit niedrigerem Einkommen zugutekommen. Insgesamt würden 53,2 Mrd. US-Dollar Nettokosten eingespart und 2,44 Mio. qualitätsbereinigte Lebensjahre gewonnen werden. Selbst bei einem geringen zeitlichen Verlauf (10 Jahre) und einer geringeren (50 %) Weitergabe der Steuer für präventive Maßnahmen ist das Ergebnis der Modellrechnung robust, sodass die Autoren dies als eine sinnvolle Maßnahme empfehlen.

**Quellen:**


1. *American Diabetes Association: 3. Prevention or delay of type 2 diabetes: Standards of medical care in diabetes – 2021. Diabetes Care 2021; 44 (Suppl 1): S34–S39*
2. *Artzi NS, Shilo S, Hadar E, Rossman H, Barbash-Hazan S, Ben-Haroush A, Balicer RD, Feldman B, Wiznitzer A, Segal E: Prediction of gestational diabetes based on nationwide electronic health records. Nat Med 2020; 26: 71–76*
3. *Dalleg JD, Echipare JB, Flores R, ALba I, Balanay SM, Muclo J, Balcanao JF, Sungaben KA, Barao JN, Kiat-ong J, Dao-ayen N: Effectiveness of a technology-based strategy on adolescents' knowledge on diabetes mellitus. 1st International Conference on Community Health (ICCH 2019). Atlantis Press 2020; 20: 324–332*
4. *Heidemann C, Paprott R, Stühmann LM, Baumert J, Mühlenbruch K, Hansen S, Schiborn C, Zahn D, Gellert P, Scheidt-Nave C: Perceived diabetes risk and related determinants in individuals with high actual diabetes risk: results from a nationwide population-based survey. BMJ Open Diabetes Res Care 2019; 7: e000680*

5. Hill-Briggs F, Adler NE, Berkowitz SA, Chin MH, Gary-Webb TL, Navas-Acien A, Thornton PL, Haire-Joshu D: Social determinants of health and diabetes: a scientific review. Diabetes Care 2021; 44: 258–279
6. Keralis JM, Javanmardi M, Khanna S, Dwivedi P, Huang D, Tasdizen T, Nguyen QC: Health and the built environment in United States cities: measuring associations using Google Street View-derived indicators of the built environment. BMC Public Health 2020; 20: 215
7. Kopitar L, Kocbek P, Cilar L, Sheikh A, Stiglic G: Early detection of type 2 diabetes mellitus using machine learning-based prediction models. Sci Rep 2020; 10: 11981
8. Kulzer B, Kröger J: Digitale Prävention des Typ-2-Diabetes. In: Kulzer B, Heinemann L: Digitalisierungs- und Technologiereport Diabetes 2020. Kirchheim, Mainz, 2020: 168–176
9. Liu H, Li J, Leng J, Wang H, Liu J, Li W, Liu H, Wang S, Ma J, Chan JC, Yu Z, Hu G, Li C, Yang X: Machine learning risk score for prediction of gestational diabetes in early pregnancy in Tianjin, China. Diabetes Metab Res Rev 2020: e3397
10. Painter SL, Lu W, Schneider J, James R, Shah B: Drivers of weight loss in a CDC-recognized digital diabetes prevention program. BMJ Open Diabetes Res Care 2020; 8: e001132
11. Reifegerste D, Wiedicke A, Temmann LJ: Medienberichterstattung zu Präventions- und Therapiemöglichkeiten an den Beispielen Diabetes mellitus und Depression. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2021; 64: 28–36
12. Shen J, Chen J, Zheng Z, Zheng J, Liu Z, Song J, Wong SY, Wang X, Huang M, Fang PH, Jiang B, Tsang W, He Z, Liu T, Akinwunmi B, Wang CC, Zhang CJP, Huang J, Ming WK: An innovative artificial intelligence-based app for the diagnosis of gestational diabetes mellitus (GDM-AI): development study. J Med Internet Res 2020; 22: e21573
13. Stein N, Delury K, Paruthi J: One-year clinical outcomes of an artificial intelligence-based digital diabetes prevention program. 2020. https://www.lark.com/wp-content/uploads/2020/05/Lark-1-year-Outcomes-of-AI-based-DPP.pdf (Zugriff: 02.01.2021)
14. Stöckl D, Rückert-Eheberg IM, Heier M, Peters A, Schipf S, Krabbe C, Völzke H, Tamayo T, Rathmann W, Meisinger C: Regional variability of lifestyle factors and hypertension with prediabetes and newly diagnosed type 2 diabetes mellitus: the population-based KORA-F4 and SHIP-TREND studies in Germany. PLoS One 2016; 11: e0156736
15. Sweet CC, Jasik CB, Diebold A, DuPuis A, Jendretzke B: Cost savings and reduced health care utilization associated with participation in a digital diabetes prevention program in an adult workforce population. J Health Econ Outcomes Res 2020; 7: 139–147
16. Tönnies T, Rathmann W: Epidemiologie des Diabetes in Deutschland. In: Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG), diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe: Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2021. Kirchheim, Mainz, 2020: 10–17
17. Toro-Ramos T, Michaelides A, Anton M, Karim Z, Kang-Oh L, Argyrou C, Loukaidou E, Charitou MM, Sze W, Miller JD: Mobile delivery of the diabetes prevention program in people with prediabetes: randomized controlled trial. JMIR Mhealth Uhealth 2020; 8: e17842
18. Van Rhoon L, Byrne M, Morrissey E, Murphy J, McSharry J: A systematic review of the behaviour change techniques and digital features in technology-driven type 2 diabetes prevention interventions. Digit Health 2020; 6: 2055207620914427
19. Wiki J, Kingham S, Campbell M: A geospatial analysis of type 2 diabetes mellitus and the food environment in urban New Zealand. Soc Sci Med 2020: 113231
20. World Health Organization: WHO guideline recommendations on digital interventions for health system strengthening. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2019. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/311941/ 9789241550505-eng.pdf?ua=1 (Zugriff: 02.01.2021)
21. Ye Y, Xiong Y, Zhou Q, Wu J, Li X, Xiao X: Comparison of machine learning methods and conventional logistic regressions for predicting gestational diabetes using routine clinical data: a retrospective cohort study. J Diabetes Res 2020; 2020: 4168340
22. Zhang L, Shang X, Sreedharan S, Yan X, Liu J, Keel S, Wu J, Peng W, He M: Predicting the development of type 2 diabetes in a large Australian cohort using machine-learning techniques: longitudinal survey study. JMIR Med Inform 2020; 8: e16850