

Leitfaden zur Injektion

bei Diabetes mellitus

VDBD
VERBAND DER DIABETES-
BERATUNGS- & SCHULUNGSBERUFE
IN DEUTSCHLAND e.V.

Inhalt

Ziel 4
Einführung 6

A | PLAN: Erhebung der Ausgangslage: Mensch-Technik-Medikament 8

Individuelle Voraussetzungen des MmD 10
Körperlich/funktionell 10
Kognitiv/emotional 13
Sozial 13

Devices 14
Pens und Insulinspritzen 14
Merkmale von Injektionsnadeln 16
Sicherheits-Pen-Nadeln 19

Insuline und injizierbare Antidiabetika 20
Wirkstoffe 20
Konzentrationen 20
Lagerung 21

B | DO: Anleitung zur korrekten Injektion 22

Partizipative Entscheidungsfindung 24

Anleitung und Training zur Injektion von Insulinen und injizierbaren Antidiabetika 25
Handhabung von Pens und Insulinspritzen 25
Injektionsbereiche und Rotation 26
Durchführung der Injektion am Beispiel von Insulin 30
Entsorgung des Injektionsmaterials 35

C | CHECK: Überprüfung als proaktives Risikomanagement 36

Check persönliche Wahrnehmung und Erfahrungen des MmD 38

Check Handhabung und Abläufe: Wahrnehmung durch HCP 39

Check Haut 40
Lipodystrophien 42
Blutungen und Blutergüsse 44

D | ACT: Schulung, Training, Anpassung: Die Aufgabe der/des HCP als Begleiterin/Begleiter 46

Einsicht in die Notwendigkeit einer korrekten Injektion vermitteln 48

Schulung 49
Zielgruppen für Schulungen zur korrekten Injektion 49
Schulungsinhalte 49
Verwandte Medien 49

Wiederholungsschulungen 50

Ausblick: Zur Nachhaltigkeit dieses Leitfadens 52
Stichwortverzeichnis 54
Abkürzungsverzeichnis 55
Literatur 56
Impressum 71

Ziel

Subkutane Injektionen von Insulin sowie weiteren injizierbaren Antidiabetika sind eine tragende Säule der Diabetestherapie.

Die korrekte Injektionstechnik ist mitentscheidend für ein gutes Diabetes-Outcome. Fachliche Kompetenz, Schulung und Überprüfung sind hierbei grundlegende Aufgaben von Health Care Professionals (HCPs). Im Sinne von Qualitätsmanagement (QM) ist es wichtig, Prozesse zu planen, durchzuführen, immer wieder zu überprüfen und anzupassen.

Der vorliegende überarbeitete Leitfaden zur Injektion stellt bisherige Kenntnisse hierzu auf den Prüfstand, aktualisiert und liefert einen neuen Ansatz.



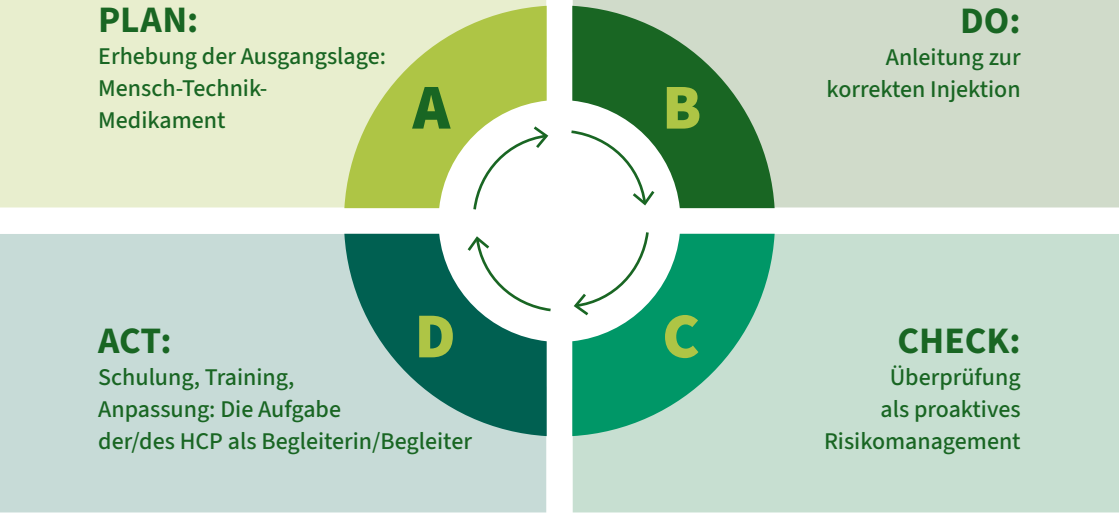
Einführung

Diese 3. überarbeitete Auflage des **Leitfadens zur Injektion bei Diabetes mellitus** folgt den im April 2025 veröffentlichten **„Advanced Insulin Injection Technique and Education with FITTER Forward Expert Recommendations“**. Diabetesspezialisten aus 13 Ländern waren daran beteiligt. Die Empfehlungen gelten weltweit.

Im Mittelpunkt von FITTER Forward stehen neue technische Entwicklungen, die Einbindung von Patientinnen und Patienten, strukturierte Schulungen und regelmäßige Überprüfung der Prozesse. Ziel sind bessere klinische Ergebnisse und möglichst geringe unerwünschte Nebenwirkungen (Literatur im Anhang dieses Leitfadens).

Im vorliegenden Leitfaden haben wir diese Neuerungen aufgenommen und umgesetzt. Wie auch in FITTER Forward konzentrieren wir uns auf die Injektionstherapie. Das Kapitel „Insulininfusion“ der 2. Auflage entfällt komplett. Die Vielfalt der hier zur Verfügung stehenden Materialien erfordert eine separate Betrachtung und sprengt den Rahmen dieses Leitfadens.

Wir haben einen Paradigmenwechsel in der Kommunikation vollzogen: Im Vordergrund stehen jetzt – weiterhin in Anlehnung an aktuelle Leitlinien – die Partizipative Entscheidungsfindung (PEF) im Rahmen von Beratung und Schulung sowie die Aufrechterhaltung des Schulungserfolgs durch Anwendung des PDCA-Zyklus aus dem QM.



Die **Gliederung** dieses Leitfadens folgt dem PDCA-Zyklus.

- **PLAN:** Erhebung der Ausgangslage: Mensch-Technik-Medikament
- **DO:** Anleitung zur korrekten Injektion
- **CHECK:** Überprüfung als proaktives Risikomanagement
- **ACT:** Schulung, Training, Anpassung: Die Aufgabe der/des HCP als Begleiterin/Begleiter

Studien belegen, dass sich bei täglichen Anforderungen – wie der Injektion von Insulin – schnell eine lässige Routine bei deren Umsetzung einschleicht. Umso wichtiger sind regelmäßige Überprüfungen. In Deutschland bieten sich dafür u. a. Kontrollen im Rahmen der Disease-Management-Programme (DMP) an.

QM bietet weiterhin die Möglichkeit nachhaltigen Handelns. Der Begriff **Nachhaltigkeit** findet sich als neuer Begriff in diesem Leitfaden und zielt auf Handlungsstrategien (ökologisch, ökonomisch und sozial) im Umgang mit den vorhandenen Ressourcen. Nachhaltigkeit und täglicher Umgang mit der chronischen Krankheit Diabetes mellitus haben unserer Meinung nach zahlreiche Berührungspunkte.
Dazu zählen ressourcenschonendes Vorgehen im Hinblick auf den Verbrauch von Medikamenten und Materialien, ein verbessertes Outcome durch Schulung (von Menschen mit Diabetes, Angehörigen, HCPs), das frühzeitige Erkennen von Veränderungen im Rahmen der Injektionstherapie und deren Einordnung sowie rechtzeitige Anpassung der Maßnahmen.
Die Diabetologie nachhaltiger zu machen, ist eine Forderung der AG Diabetes, Umwelt und Klima der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG). Als Angehörige der Schulungs- und Beratungsberufe für Menschen mit Diabetes mellitus möchten wir einen Beitrag leisten für nachhaltige Entwicklung.



PLAN:
Erhebung der Ausgangslage: Mensch-Technik-Medikament

Individuelle Voraussetzungen des Menschen mit Diabetes

Im Vorfeld der Injektionstherapie gilt es, die individuellen Voraussetzungen eines jeden Menschen mit Diabetes (MmD) wahrzunehmen und anzuerkennen.

Körperlich/funktionell

Diabetestyp

Die Verabreichung von Insulin ist für manche Diabetestypen (v. a. Typ 1) lebensnotwendig. Für andere Diabetestypen ist die Injektion antidiabetischer Medikamente eine von mehreren Therapieoptionen.

Kraft/Motorik

Sowohl Grob- als auch Feinmotorik sind zu überprüfen.
Zur Vorbereitung des Pens zur Injektion mit Nadelwechsel, Dosiseinstellung und Wechsel der Insulinpatrone bedarf es feinmotorischer Fähigkeiten. Dies gilt auch für das Herunterdrücken des Dosierknopfes oder des Kolbens einer Spritze sowie der gleichmäßigen Dosierung des ausgeübten Drucks (s. hierzu auch Aufbau der Pen-Nadeln).
Dazu verlangen Rotationsschemata eine gewisse Beweglichkeit von Rumpf und Armen.

Sinnesorgane

Sehen, Hören und Fühlen sind gefordert bei der Vorbereitung des Insulinpens und der Selbstinspektion der Haut.

Haut und subkutanes Fettgewebe

Die menschliche Haut gliedert sich in drei Schichten:

- Epidermis (Oberhaut)
- Dermis (Lederhaut)
- Subkutis (Unterhautfettgewebe)

Epidermis und Dermis bilden zusammen die Kutis. Die darunter liegende Unterhaut wird Subkutis genannt. Während die Epidermis aus mehreren verhornenden Epithelschichten besteht, enthält die Dermis neben einem feinen Kapillarnetz Talg- und Schweißdrüsen sowie die für die Temperaturregelung wichtige glatte Muskulatur.
Die darunter liegende Subkutis enthält das subkutane Fettgewebe, lockeres Bindegewebe, die größeren Blutgefäße und Nerven für die oberen Hautschichten.

Hautdicke

Nach FITTER liegt die Stärke der Kutis (Epidermis + Dermis) im Durchschnitt bei 2 mm. Ultraschall- und Magnetresonanztomographie (MRT)-Messungen kommen hier für unterschiedliche Altersgruppen, Geschlecht, Body-Mass-

Index (BMI) und geografische Herkunft der Teilnehmenden zu einheitlichen Ergebnissen. Die Dicke der Haut ist bei Kindern etwas geringer als bei Erwachsenen und nimmt mit dem Alter zu.
Sie ist relativ konstant und beträgt etwa 1,9 bis 2,4 mm über Injektionsbereiche, Alter, ethnische Zugehörigkeit, BMI und Geschlecht hinweg. Die Hautdicke (Epidermis und Dermis) in einem Injektionsbereich beträgt sehr selten mehr als 3,0 mm.

Subkutanes Gewebe
Die Dicke des Unterhautfettgewebes bei Erwachsenen variiert stark je nach Geschlecht, Injektionsbereich und BMI (s. Abb. 2). Frauen weisen im Vergleich ca. 5 mm mehr subkutanes Fettgewebe auf als Männer.
Die Stärke des subkutanen Gewebes ist bis zur Pubertät bei beiden Geschlechtern praktisch gleich. Danach entwickeln junge Frauen mehr Unterhautfettgewebe als junge Männer. Bei Jungen und jungen Männern besteht also längerfristig ein höheres Risiko für intramuskuläre Injektionen.

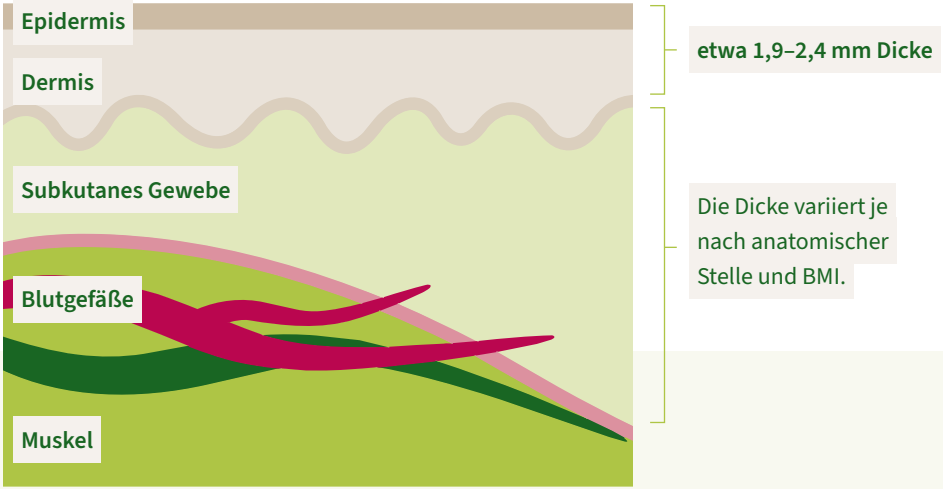


Abb. 1: Schema der Haut

Injektionsbereiche

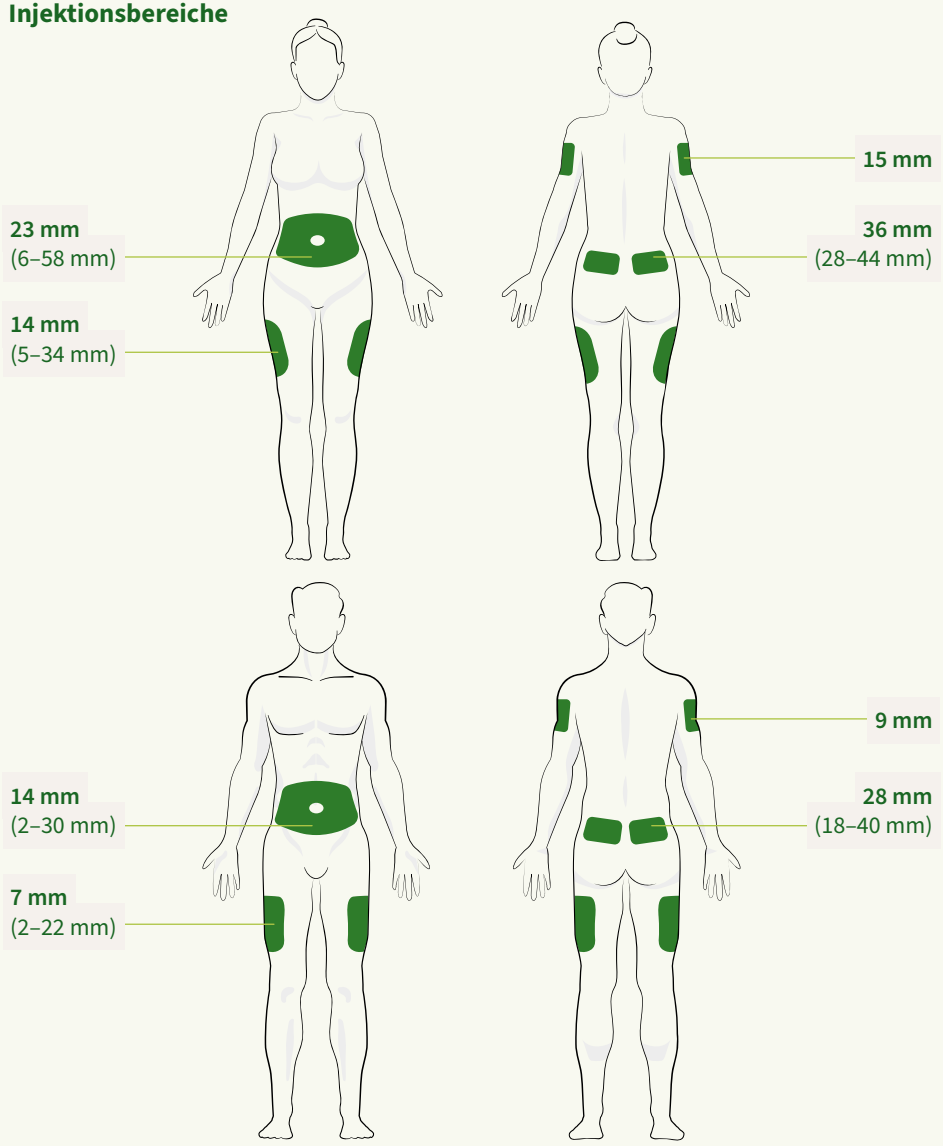


Abb. 2: Dicke des subkutanen Fettgewebes innerhalb der Injektionsbereiche

Kognitiv/emotional

Vor der Vermittlung des Wissens und der Handlungskompetenz (dem Können) ist das **Wollen** der Patientin/des Patienten zu erfragen.

- Ist der MmD bereit für eine Injektionstherapie?
- Gibt es Vorerfahrungen oder Bedenken gegen eine Insulintherapie?
- Besteht eine Nadelphobie?

Diabetes mellitus betrifft alle Altersklassen. Es ist zu überprüfen, ob die bzw. der Betroffene schon bzw. noch in der Lage ist, die Injektion selbst korrekt durchzuführen. Orientierung, Merkfähigkeit, Aufmerksamkeit, Erinnerungsfähigkeit und Sprachverständnis sind für eine Injektionstherapie bzw. das Erlernen der Injektionen notwendig.

Älteren Betroffenen kann ein Assessmentverfahren angeboten werden. Hier bietet sich der Geld-Zähl-Test nach Nikolaus an. Dieser prüft Nahvisus, Feinmotorik und Kognition – Fähigkeiten, die für eine korrekte Insulininjektion notwendig sind.

Sozial

MmD sind Mitglieder eines sozialen Gefüges. Dies ist bei der Injektionstherapie stets zu berücksichtigen.

- Wie sieht der Alltag des MmD aus (Tagesablauf, Arbeit, Freizeitaktivitäten)?
- Wird die neue Therapieoption vom Umfeld mitgetragen?
- Gäbe es bei funktionellen oder kognitiven Einschränkungen Unterstützung durch das soziale Umfeld (Familie etc.)?
- Wird ein externer Dienst benötigt?

Devices

HCPs müssen einen Überblick haben über Bau und Funktion der zur Injektion zur Verfügung stehenden Hilfsmittel.

Pens und Insulinspritzen

„Pen“ ist die englische Bezeichnung für ein Schreibgerät (Füller). Für MmD stehen als Injektionshilfe Fertigpens und wiederverwendbare Pens zur Verfügung. Allen gemein ist der grundsätzliche Aufbau aus Pen-Gehäuse mit innen liegender Gewindestange mit Stempel, Injektionsknopf mit Dosierring und Dosierfenster, Ampullenfach/Patronenhülse und einer Verschlusskappe. Über das Sichtfenster ist die eingestellte Medikamentendosis abzulesen bzw. zu justieren.

Fertigpens sind bereits mit Insulin oder Inkretin-Mimetikum befüllt und werden nach vollständigem Gebrauch entsorgt.

Bei **wiederverwendbaren Pens** werden die Insulinampullen eingelegt und nach Verbrauch ersetzt. Sie sind wegen der Kompatibilität von Ampullen und Pens an Hersteller gebunden.

Manche Insuline gibt es nur in Fertigpens – v. a. höher konzentrierte wie U200-, U300-, U700-Insuline. U100-Insuline gibt es in Patronen für wiederverwendbare Pens und in Fertigpens.

Andere injizierbare antidiabetische Medikamente (Inkretin-Mimetika und Kombinationen mit Insulin) gibt es nur in Fertigpens.



Abb. 3: Aufbau eines Pens

Die **Injektions- oder Pen-Nadeln** werden i. d. R. aufgesteckt oder aufgeschraubt. Stand September 2026 gibt es lediglich für ein Medikament einen Fertigpen mit aufgeschweißter Nadel.

Smart-Insulinpens sind wiederverwendbare Insulinpens mit NFC- oder Bluetooth-Technologie. Dies ermöglicht via App eine Konnektivität zu Smartphones und Glukosemesssystemen. Es wird unterschieden zwischen Insulinpens ohne Tracking-Funktionen bis hin zu Smart-Insulinpens mit erweiterter Entscheidungshilfe. Kompatibilitäten zwischen allen verschiedenen Systemen (Smart-Pens und Apps) sind noch nicht gegeben.

Insulinspritzen gibt es in Deutschland mit aufgeschweißter Kanüle. Sie sind lediglich für Einzel- und Notfälle (z. B. bei defektem Pen) gedacht und sollen nur für Insuline in der Konzentration U100 genutzt werden.

Die Nadellänge beträgt hier mindestens 8 mm. Dadurch wird gewährleistet, dass das Insulin immer vollständig aus der Pen-Patrone/Durchstechflasche aufgezogen werden kann. Die Entnahme von Insulin aus einem Insulin-Fertigpen wird ausdrücklich nicht empfohlen.



Abb. 4: U100-Insulinspritze

Merkmale von Injektionsnadeln

Zur Injektion von Insulin und anderen injizierbaren antidiabetischen Medikamenten stehen Nadeln mit unterschiedlichen Längen (mm- und Inch-Angaben auf der Packung) und unterschiedlichen Durchmessern (mm- und Gauge-Angaben auf der Packung) zur Verfügung. Es handelt sich um sterile Einwegprodukte.

Im Einzelnen gibt es:

- Pen-Nadeln
- Sicherheits-Pen-Nadeln
- Fest integrierte Nadeln zur Injektion bei „once weekly“ injizierbaren Antidiabetika
- Einweg-Insulinspritzen mit aufgeschweißter Nadel

Aufbau von Pen-Nadeln

Pen-Nadeln unterscheiden sich in fünf Dimensionen:

1. Nadellänge
2. Nadeldurchmesser außen und innen
3. Schliff
4. Beschichtung
5. Aufbau der Nadelbasis

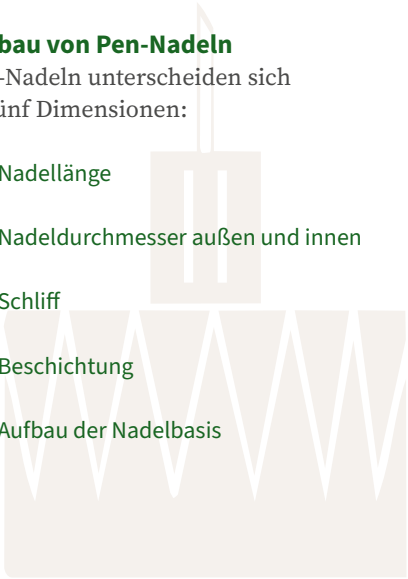


Abb. 5: Pen-Nadel

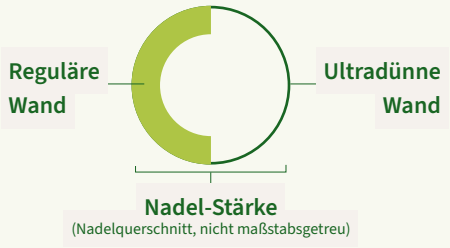
1 2

Länge und Außendurchmesser:

Nadellänge	Gauge (G)	Außendurchmesser (mm)
4 mm	32/32,5*/34*	0,23/0,22*/0,18*
5 mm	31/32	0,25/0,23
6 mm	31/32	0,25/0,23
8 mm**	30/31	0,25/0,30

Tab. 1: Übersicht über verfügbare Nadellängen und Gauge-Zahlen
Quelle: Herstellerangaben | *konisch | **laut FITTER Forward nicht mehr empfohlen

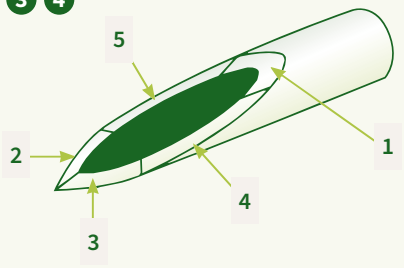
2



Gauge:
Gauge ist die Maßeinheit für den Außendurchmesser einer Kanüle. Je höher die Gauge-Zahl, desto feiner die Nadel. Der Durchfluss durch die feinen Nadeln wird durch dünnere Nadelwände optimiert.

Abb. 6: Pen-Nadel im Querschnitt – Gauge und unterschiedliche Wanddicken

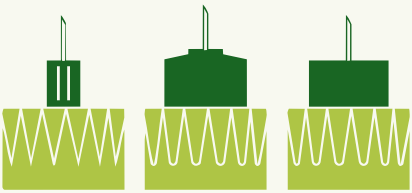
3 4



Schliff und Beschichtung:
Nadeln zur Injektion von Insulin und anderen injizierbaren antidiabetischen Medikamenten verfügen über mehrfach geschliffene Spitzen (bis zu 5 Abschrägungen) und silikonbeschichtete Oberflächen, die für einen hohen Injektionskomfort sorgen sollen.

Abb. 7: Schliff einer Pen-Nadel

5



Nadelbasis/Aufbau:
Die Basis von Pen-Nadeln ist unterschiedlich aufgebaut. Je breiter die Fläche, die mit der Haut in Kontakt kommt, desto besser die Druckverteilung während der Injektion.

Abb. 8: Basisaufbau von Pen-Nadeln

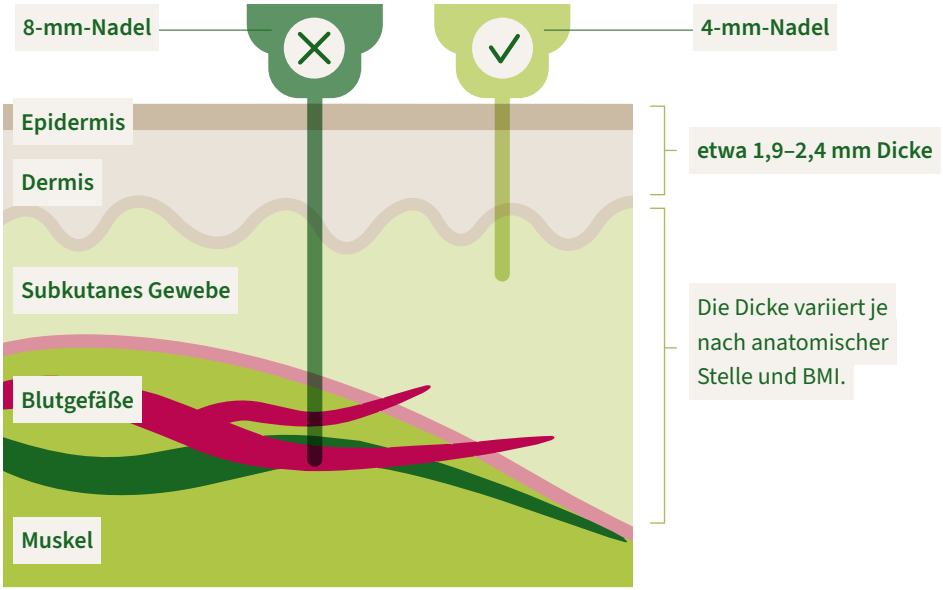


Abb. 9: Sicherheit durch kürzere Pen-Nadel

Kürzere und dünnere Nadeln sind heute in physiologischer und psychologischer Hinsicht sicherer und verträglicher. Nach FITTER Forward werden Nadellängen von mehr als 6 mm als zu lang beurteilt, da sie das Risiko einer intramuskulären Injektion erhöhen. Kurze Nadeln sind hinsichtlich der Stoffwechseleinstellung gleichwertig und haben in Bezug auf das Schmerzempfinden und psychologische Faktoren deutliche Vorteile. Dies gilt auch für Kinder und Menschen mit starkem Übergewicht.

Fazit

Die senkrecht eingestochene 4-mm-Pen-Nadel ist lang genug, um die Haut zu durchdringen und in das Unterhautfettgewebe zu gelangen. Es besteht nur ein geringes Risiko für eine intramuskuläre (oder intradermale) Injektion. Deshalb soll diese Länge als sicherste Pen-Nadel für Erwachsene und Kinder jeden Alters, Geschlechts und BMI betrachtet werden.

Sicherheits-Pen-Nadeln

Insulininjektionen werden in vielen Fällen von HCPs durchgeführt. Hier sind Nadelstichverletzungen weitverbreitet. Studien zeigen, dass deren Meldung aus einer Vielzahl von Gründen oft unterbleibt. Insulininjektionen durch Dritte müssen mit verletzungssicheren Instrumenten durchgeführt werden. Sicherheitsprodukte sollen immer dann empfohlen werden, wenn das Risiko einer Stichverletzung mit einer kontaminierten Nadel besteht (z. B. im Krankenhaus oder im Pflegebereich).

Sicherheits-Pen-Nadeln (verfügbar in 4 mm, 5 mm, 6 mm und 8 mm) verhindern ungewolltes Stechen nach Gebrauch. Sie verfügen über einen selbst auslösenden Injektionsmechanismus und machen ein Recapping überflüssig. Es gibt eine Reihe von Sicherheits-Pen-Nadeln, die das Risiko von Nadelstichverletzungen erheblich reduzieren.

Sicherheits-Pen-Nadeln sind in erster Linie für HCPs gedacht. Zur Selbstinjektion sollen sie nur in begründeten Einzelfällen bei folgenden Indikationen und auch nur nach Schulung genutzt werden:

- Sehbehinderung
- echte Phobie vor Nadeln
- auf HIV, HBV oder HCV seropositiv getestete Personen

Nadellänge	Gauge (G)	Außendurchmesser (mm)
4 mm	31/32	0,23/0,25
5 mm	30/31	0,25/0,3
6 mm	31	0,25
8 mm	29/30	0,3/0,33

Tab. 2: Merkmale zur Verfügung stehender Sicherheits-Pen-Nadeln

Weitere Unterscheidungsmerkmale von Sicherheits-Pen-Nadeln sind:

- Aufbau der Nadelbasis (flach/konturiert)
- Sichtkontrolle auf die ausgelöste Nadel möglich (ja/nein)
- Erhöhter Anpressdruck im Vergleich zu normalen Nadeln notwendig (ja/nein)
- Sicherheitsmechanismus (vorn/hinten/beidseits) vorhanden?



Abb. 10: Sicherheits-Pen-Nadeln

Insuline und injizierbare Antidiabetika

HCPs müssen einen Überblick haben über die zur Verfügung stehenden injizierbaren Antidiabetika und den korrekten Umgang damit.

Wirkstoffe

Es gibt schnell und langsam wirkende **Humaninsuline** und Mischungen aus beiden. Sie liegen i. d. R. in der Konzentration von 100 IE/ml vor.
Insulinanaloga liegen sowohl als schnell wirkende als auch als langsam wirkende Substanzen vor. Aktuell gibt es schnell wirkende Insulinanaloga in der Konzentration 100 E/ml und 200 E/ml. Diese reagieren bioäquivalent und bieten gleichzeitig den Vorteil eines geringeren Injektionsvolumens. Langsam wirkende Analoga liegen in der Konzentration 100 E/ml, 200 E/ml, 300 E/ml und als 700 E/ml vor. Bioäquivalenz besteht nicht. Das hochkonzentrierte Insulin 700 E/ml ist als wöchentlich zu applizierendes Insulin zu verstehen. **Mischinsuline** beinhalten ein bestimmtes voreingestelltes Verhältnis von kurz- und langwirksamen Insulinanteilen. NPH-Insuline müssen aufgrund ihrer kristallinen Struktur homogen aufgemischt werden.
Inkretin-Mimetika wie **GLP-1- und GIP/GLP1-Rezeptoragonisten** liegen als Injektionslösung vor. Es gibt sie als täglich und wöchentlich zu verabreichende Versionen, die nur in Fertigpens verfügbar sind.
Alle oben genannten Wirkstoffe werden subkutan injiziert. Intramuskuläre Injektionen sind zu vermeiden.

Konzentrationen

Insuline liegen in Konzentrationen von U100, U200, U300, U700 vor. U100-Insuline stehen sowohl in Insulinampullen für wiederverwendbare Pens als auch in Fertigpens zur Verfügung. Im medizinischen Bereich werden darüber hinaus Insulinflaschen (10 ml) eingesetzt.

Alle anderen Konzentrationen von Insulin finden sich nur in Fertigpens. Wegen der Gefahr der Falschdosierung darf hier keinesfalls Insulin mit einer Insulinspritze entnommen werden.

Insulinkonzentration	
U100	Glasampulle für wiederverwendbaren Pen Fertigpen Insulinfläschchen 10 ml
U200	Fertigpen
U300	Fertigpen
U700	Fertigpen

Tab. 3: Insulinkonzentration und zur Verfügung stehende Devices

Es ist wichtig, MmD darauf hinzuweisen, dass eine Einheit eines U100-Insulins einer Einheit eines Insulins anderer Konzentration entspricht. Einheit bleibt Einheit. Umrechnungen führen zur Fehldosierung.

Lagerung

Grundsätzlich sind Insuline und injizierbare antidiabetische Medikamente nach Angaben des Herstellers zu lagern. In Gebrauch befindliches Insulin, ob in Fertigpen, Insulinampulle oder Durchstechflasche, soll bei Zimmertemperatur aufbewahrt werden. Einen Monat nach Anbruch (das Datum soll auf dem Medikament vermerkt werden) ist es spätestens zu entsorgen. Das Verfallsdatum des Insulins darf nicht überschritten werden. Insulinvorräte sollen an einer Stelle im Kühlschrank gelagert werden, wo sie nicht einfrieren können.

Fazit

Zum Assessment gehört die mehrdimensionale exakte Erhebung der Ausgangslage beim MmD (körperlich/funktionell – kognitiv/emotional – sozial). Dabei soll die/der HCP einen aktuellen Überblick über verfügbare Devices und Medikamente haben. Für ein gutes Therapie-Outcome kommt es auf das Zusammenspiel aller Komponenten an!

DO:
Anleitung zur korrekten Injektion

Partizipative Entscheidungsfindung

Wichtig für eine nachhaltige und effiziente Therapie ist die über einen langen Zeitraum (lebenslange) korrekte Umsetzung der Injektion(en) im Alltag, i. d. R. durch den MmD selbst.
Im Begriff **partizipative Entscheidungsfindung** steckt das Wort „Partner". HCP und MmD treffen gemeinschaftlich eine Entscheidung über das weitere Vorgehen. Dabei interagieren sie gleichberechtigt miteinander in einem Abwägungs- und Entscheidungsprozess. Sie bringen unterschiedliche Informationen in den Prozess ein. Wahlmöglichkeiten (bezogen auf therapeutische Möglichkeiten und Hilfsmittel) werden kommuniziert. Beide Seiten begründen aktiv verbal die jeweilige Entscheidung und treffen eine gemeinsam getragene Übereinkunft.

Wozu ist der MmD bereit und welche Bedingungen müssen vonseiten der Therapie dafür erfüllt werden, damit es funktioniert und in den Alltag integriert werden kann?

Mit der Entscheidung für eine Insulintherapie bzw. der Injektion antidiabetischer Medikamente sind Präferenzen des MmD zu erfragen bzw. zu kommunizieren und eventuell bestehende Bedenken ernst zu nehmen und zu würdigen. Es gibt nicht die eine richtige Standardtherapie, sondern viele abzustimmende Optionen. Dazu zählen z. B. verschiedene Hilfsmittel (Pens, Nadeln), Insuline, Injektionsorte, Rotationsmuster, Tagesabläufe der MmD, um nur die wichtigsten zu nennen.

Anleitung und Training zur Injektion von Insulinen und injizierbaren Antidiabetika

Handhabung von Pens und Insulinspritzen

Ist die Auswahl der Hilfsmittel in Absprache mit den Betroffenen erfolgt, gelten für den Ablauf der Injektion Regeln wie in Kapitel „Durchführung der Injektion“ S. 30 dargestellt. Dabei ist die Bedienungsanleitung des jeweiligen Herstellers zwingend zu berücksichtigen.

Pens dürfen immer nur von einer bzw. für eine Person benutzt werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass das in die Patrone eingedrungene biologische Material dieser Person einer anderen injiziert wird.

Bevor das Insulin aus der Durchstechflasche in **Insulinspritzen** aufgezogen wird, soll zuerst die der Dosis entsprechende Menge Luft aufgezogen und in die Durchstechflasche injiziert werden, um die Insulinentnahme zu erleichtern. Wenn in der Spritze Luftblasen zu sehen sind, klopft man gegen den mit der Nadel nach oben gehaltenen Spritzenkörper, bis die Blasen sich unter der Nadel gesammelt haben und durch Drücken des Kolbens entfernt werden können.
Wie Pen-Nadeln sollen auch Insulinspritzen nur einmal benutzt werden.

Für HCPs gilt: TRBA 250 (Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe) ist als zentraler Leitfaden für Arbeitssicherheit bei Tätigkeiten mit direktem oder indirektem Kontakt zu Biostoffen im Gesundheitssektor zu berücksichtigen.

Injektionsbereiche und Rotation

Geeignete **Injektionsbereiche** verfügen über ausreichend dickes subkutanes Fettgewebe. Daher kommen hier vor allem Bauch, Beine und Gesäß sowie Oberarm für die Injektion von Insulin infrage.

Nach den aktuellen Leitlinien und den Empfehlungen von FITTER Forward gibt es keine Empfehlung für zu bevorzugende Injektionsbereiche. Letztendlich entscheidet dies der MmD für sich – in Absprache mit der/dem HCP.

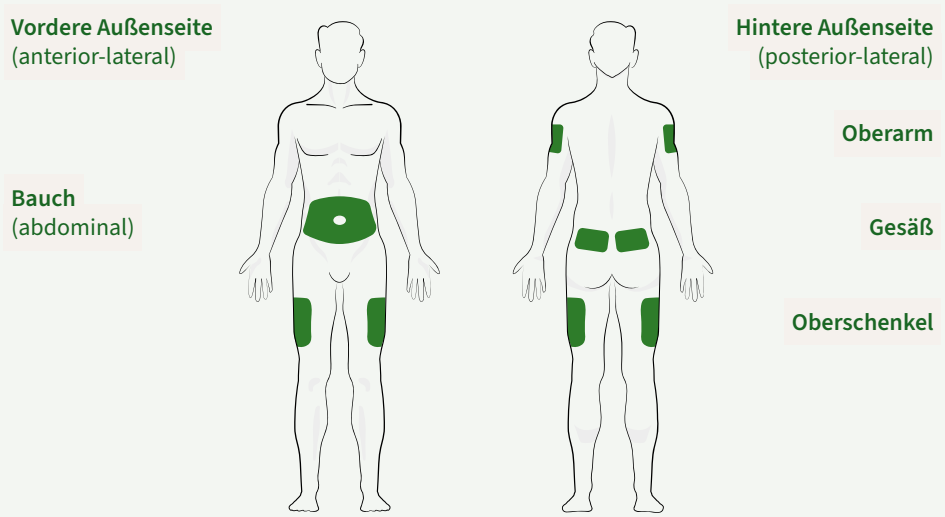


Abb. 11: Bereiche für Injektionszonen nach FITTER

Nach FITTER werden folgende Injektionszonen in diesen Bereichen empfohlen:

- **Bauch:** ca. 1 cm über der Schambeinfuge, ca. 1 cm unter der untersten Rippe, ca. 1 cm Abstand vom Bauchnabel sowie bis zu den Flanken
- **Oberschenkel:** oberes Drittel der Außenseiten (anterior-lateraler Aspekt)
- **Gesäß:** hinterer seitlicher Bereich (posterior-lateraler Aspekt)
- **Oberarme:** mittleres Drittel des hinteren Bereichs (posteriorer Bereich)

Dabei gilt der Oberarm als die am wenigsten empfohlene Stelle, da hier der als optimal geltende 90-Grad-Winkel nicht sicher eingehalten werden kann.

Empfehlungen zu den Injektionsbereichen während der Schwangerschaft

Auch während der **Schwangerschaft** ist der Bauch eine sichere Injektionsstelle für die Insulinverabreichung. Ausgehend von einer Verringerung des Bauchfetts durch die Ausdehnung der Gebärmutter sollen Schwangere mit Diabetes (jeder Art) eine 4-mm-Nadel verwenden.

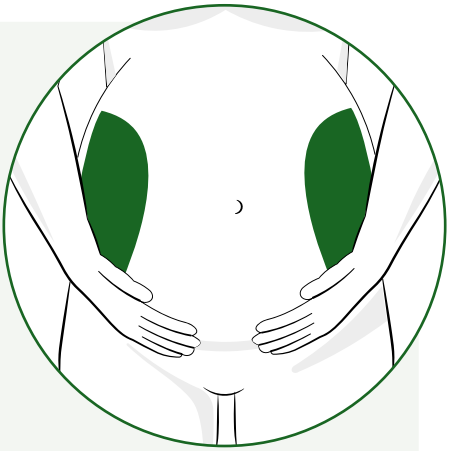


Abb. 12: Injektionsbereiche während der Schwangerschaft

- **Erstes Trimenon:**
  Patientinnen sollten darüber informiert werden, dass keine Änderung der Injektionsstelle oder -technik erforderlich ist.
- **Zweites Trimenon:**
  Die Insulininjektion kann in die Seiten des Bauchs (Flanke) erfolgen, sodass die Haut direkt über dem Fötus gemieden wird.
- **Drittes Trimenon:**
  Die Insulininjektion kann in eine korrekte Hautfalte in der Flanke erfolgen. Besorgte Patientinnen können auch in Oberschenkel, Oberarm oder die Seiten des Bauchs injizieren.

Rotation

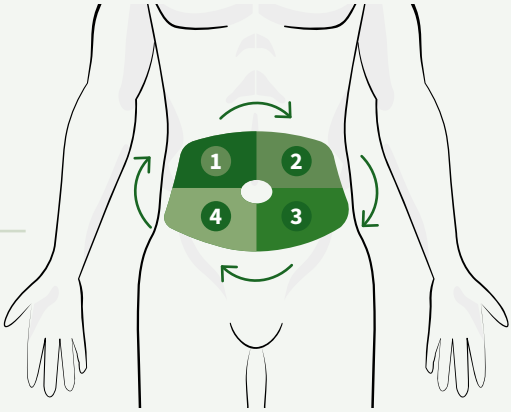
Die „1-cm-Regel“

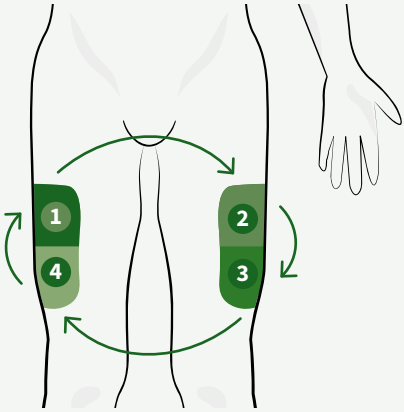
Innerhalb der ausgewählten Injektionsbereiche soll der MmD die Injektionsstelle jedes Mal wechseln. Dabei soll ein Mindestabstand von 1 cm zur vorausgegangenen Injektion eingehalten werden. Diese zu empfehlende **systematische Rotation** reduziert das Risiko von Lipodystrophien deutlich. Für und mit jedem MmD sollte ein individuelles Rotationsschema festgelegt und dokumentiert werden.

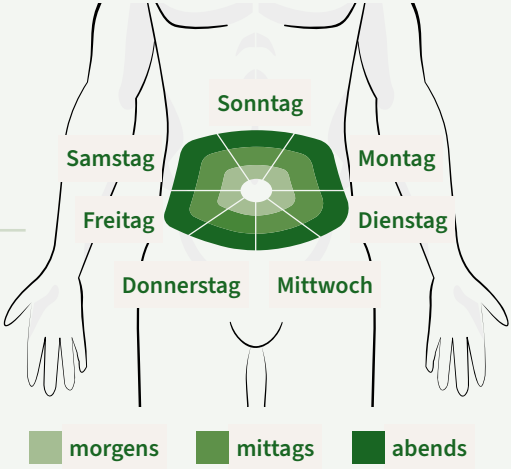
Injektionen in Narbengewebe, Dehnungsstreifen und/oder Tattoos sind, wenn möglich, zu vermeiden. Nie sollte injiziert werden in Hautbereiche, die Blutungen, Anzeichen von Infektionen, Ödemen und/oder Entzündungen zeigen. MmD sollen Insulin nicht durch die Kleidung hindurch injizieren; von einer korrekten Injektion kann nicht sicher ausgegangen werden. Eine Inspektion der Hautoberfläche vor jeder Injektion wird jedoch empfohlen: Ist die Haut sauber und intakt?
Externe (Pflege-)Dienste sollen auf die in den Injektionsplänen dokumentierten Injektionsbereiche und Rotationsschemata hingewiesen werden.

Rotationsmuster nach Quadranten

Rotationsmuster auf Wochenbasis







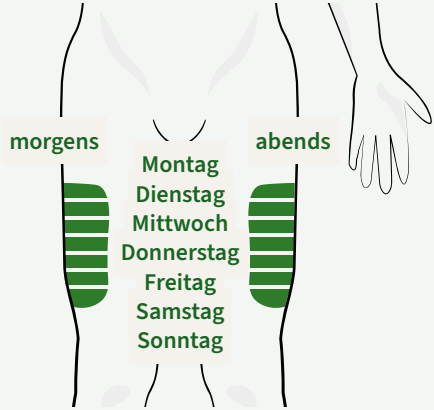


Abb. 13: Rotationsschemata

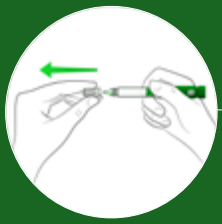
Durchführung der Injektion am Beispiel von Insulin



Hygienemaßnahmen einhalten!
Überprüfen der Injektionsstelle (Sauberkeit, Abstand zu vorheriger Stelle, keine Lipodystrophien oder Hautveränderungen erkennbar).
Überprüfen, ob das Medikament der Verordnung entspricht.



Bei klaren Insulinen entfällt dieser Schritt:
Resuspendieren: Pen 20× hin- und herschwenken.
Das Insulin muss gleichmäßig trüb sein.



Papiersiegel von neuer Pen-Nadel abziehen.
Pen-Nadel auf den Pen aufschrauben (senkrecht aufsetzen und aufschrauben).
Äußere und innere Schutzkappe entfernen.
→ **Wichtig:** Äußere Schutzkappe für die Entsorgung bereithalten.



Kontrolle der Pen-Funktion:
- 2 Einheiten einstellen.
- Den Pen mit der Kanüle senkrecht nach oben halten. und den Dosierknopf völlig durchdrücken.
- Insulin muss an der Nadelspitze austreten.
- Den Vorgang ggf. wiederholen, bis Insulin austritt.



Gewünschte Insulindosis einstellen.



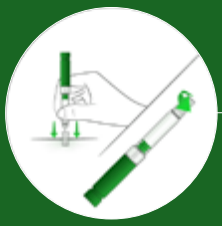
Hautfalte anheben – nur wenn nötig (s. Tab. 4).
Grundsätzlich kann bei Verwendung von 4-mm- und 5-mm-Nadeln auf die Bildung einer Hautfalte verzichtet werden.
Eine Hautfalte ist nur dann empfohlen, wenn befürchtet wird, dass der Abstand zwischen Hautoberfläche und Muskel weniger als die gewählte Nadellänge beträgt.



Pen-Nadel vollständig, gleichmäßig und zügig, im 90-Grad-Winkel zur Oberfläche der Haut einstechen.



Wirkstoff langsam und mit gleichmäßigem Druck senkrecht ins subkutane Gewebe injizieren.
Dosierknopf bis zum Anschlag mit dem Daumen eindrücken.
Der Daumen bleibt auf dem Injektionsknopf.
Mit dem Herausziehen der Nadel 10 Sekunden warten.
Pen-Nadel wieder gerade aus der Haut ziehen und ggf. Hautfalte loslassen.



Leere äußere Schutzkappe zum Abschrauben der Pen-Nadel benutzen.



Gebrauchte Pen-Nadel sicher entsorgen.

Abb. 14: Ablaufschema Insulininjektion mit Pen

Die Injektion mit Sicherheits-Pen-Nadeln



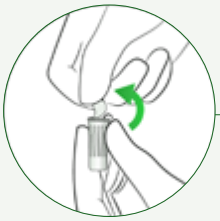
Auf die geltenden Hygienevorschriften (Krankenhaus, Pflegeeinrichtung, Pflegedienst, Praxis) achten.
Ggf. Einstichstelle und Septum der Insulinpatrone sorgfältig mit Hautantiseptikum bzw. Desinfektionsmittel behandeln und die notwendige Einwirkzeit beachten.



Überprüfen der Injektionsstelle (Sauberkeit, Abstand zu vorheriger Stelle, keine Lipodystrophien oder Hautveränderungen erkennbar).
Überprüfen, ob das Medikament der Verordnung entspricht.



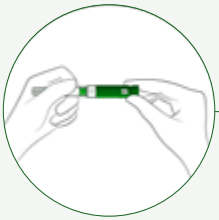
Bei klaren Insulinen entfällt dieser Schritt:
Resuspendieren: Pen 20× hin- und herschwenken.
Das Insulin muss gleichmäßig trüb sein.



Papiersiegel von der Schutzkappe der Sicherheits-Pen-Nadel entfernen.
Neue Kanüle senkrecht auf den Pen aufsetzen und aufschrauben.
Äußere Schutzkappe entfernen.



Funktionskontrolle: 1–2 Einheiten einstellen.
Den Pen mit der Kanüle senkrecht nach oben halten und den Dosierknopf völlig eindrücken.
Insulin muss an der Nadelspitze austreten.
Den Vorgang ggf. wiederholen, bis Insulin austritt.
Das ausgetretene Insulin läuft bei der Funktionskontrolle in das Innere der Abschirmung zurück und bleibt nach der Injektion als kleiner (!) Tropfen auf der Haut zurück.



Gewünschte Insulindosis einstellen.



Pen mit der ganzen Hand greifen (Daumen noch nicht auf dem Dosierknopf).
Liegt der Daumen schon jetzt auf dem Dosierknopf, kann das zu einem vorzeitigen Austreten des Insulins aus der Nadel führen!



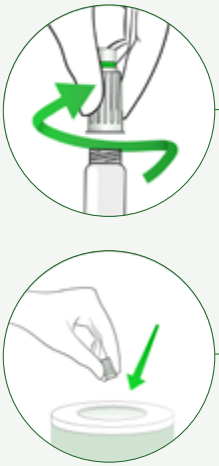
Falls nötig, Hautfalte (mind. 3 cm breit) bilden (s. Tab. 4).



Pen-Nadel senkrecht aufsetzen, Wirkstoff langsam undmit gleichmäßigem Druck senkrecht ins subkutane Gewebe injizieren.
Dosierknopf bis zum Anschlag mit dem Daumen eindrücken.
Der Daumen bleibt auf dem Injektionsknopf.
Wenn die automatische Abschirmung beim Eindringen der Nadel ausgelöst wird, ist ein deutliches „KLICK“ zu hören!



Mit dem Herausziehen der Nadel 10 Sekunden warten.
Pen-Nadel wieder gerade aus der Haut ziehen und ggf. Hautfalte loslassen.
Der evtl. auf der Haut zurückbleibende kleine Tropfen Insulin stammt von der Funktionskontrolle.



Nach dem Herausziehen der Sicherheits-Pen-Nadel ist die Kanülenspitze (Patientenseite) automatisch durch die transparente Abschirmung verriegelt.
Abschrauben der Sicherheits-Pen-Nadel:
Bei Sicherheits-Pen-Nadeln ist dabei ein Wiederaufsetzen der äußeren Schutzkappe nicht nötig.
Beim Abschrauben wird das hintere Ende der Kanüle (Pen-Seite) automatisch durch eine Abdeckung gesichert.

Verriegelte Sicherheits-Pen-Nadel in einem Abwurfbehälter entsorgen.
Pen-Kappe wieder auf den Pen stecken und den Pen bei Raumtemperatur lagern.
Dosismenge, Zeitpunkt der Injektion und Insulinart dokumentieren.

Abb. 15: Ablaufschema Insulininjektion mit Sicherheits-Pen-Nadel

Nützlichkeit einer Hautfalte

4-mm-Nadeln vermeiden mit größerer Sicherheit intramuskuläre Injektionen. Daher kann hier i. d. R. auf die Bildung einer Hautfalte verzichtet werden.

Kinder	Für Kinder < 6 Jahren wird lt. FITTER Forward die Bildung einer Hautfalte mit den kürzesten Nadeln empfohlen.
Schwangere	Ab dem 2. Trimenon kann die Bildung einer Hautfalte hilfreich sein.
MmD mit BMI < 19	4-mm-Nadeln und die Bildung einer Hautfalte werden empfohlen, um intramuskuläre Injektionen zu vermeiden.
Ältere Erwachsene	Die Empfehlung zur Bildung einer Hautfalte sollte individuell geschehen: Die Haut älterer Menschen ist oft dünner, trockener und weniger elastisch. Die Verteilung des Unterhautfettgewebes kann sich mit dem Alter ändern.

Tab. 4: Indikationen für die Bildung einer Hautfalte

Entsorgung des Injektionsmaterials

Pen-Nadeln und Spritzen

In Deutschland gibt es für Privathaushalte keine einheitlichen Vorschriften für die Entsorgung von kontaminiertem, biologischem Abfall. I. d. R. gehören Pen-Nadeln und Spritzen zum Restmüll (graue Tonne). Für eine fachgerechte Entsorgung sind die scharfen und spitzen Gegenstände in dafür vorgesehenen durchstichsicheren und verschließbaren Behältern zu sammeln.

Weitere Details zur Entsorgung sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen:

Fertigpens	Restmüll
Insulinampullen, leer	Abwurfbehälter und Restmüll
Insulinampullen, voll	Abwurfbehälter und Restmüll:
Insulinspritzen	Abwurfbehälter und Restmüll
Wiederverwendbare Pens	Restmüll
Kanülen (Stahl)	Abwurfbehälter und Restmüll
Papier (Verpackung, Nadelschutz)	Papiermüll
Pen-Nadeln	Abwurfbehälter und Restmüll
Sicherheits-Pen-Nadeln	Abwurfbehälter und Restmüll
Smart-Insulinpens	Elektroschrott

Tab. 5: Empfehlung zur Entsorgung von Diabetes-Hilfsmitteln

Fazit

Es gilt zu klären, wozu der MmD bereit ist und welche Bedingungen von Seiten der Therapie dafür erfüllt werden müssen, damit die Injektionstherapie korrekt umgesetzt und in den Alltag integriert werden kann. Zur korrekt umgesetzten Injektionstechnik bedarf es exakter Anleitung und ausreichender Übung. Dazu zählt auch die Einhaltung einer strukturierten Rotation.

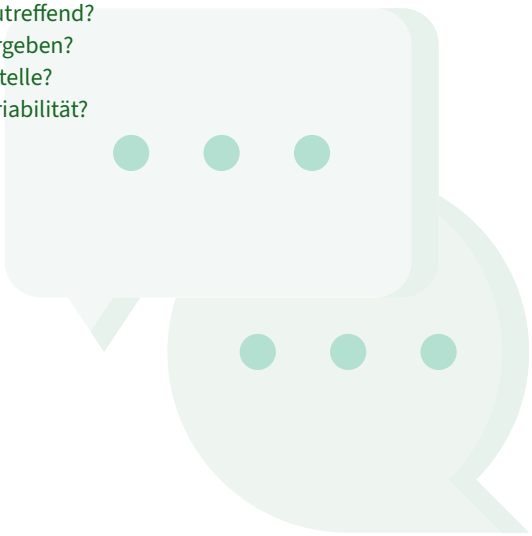
CHECK:
Überprüfung als proaktives Risikomanagement

Check persönliche Wahrnehmung und Erfahrungen des MmD

Das Prinzip der partizipativen Entscheidungsfindung sieht im Prozess des (aktiven) Diabetesmanagements den engmaschigen, kontinuierlichen Kontakt zwischen MmD und HCP vor. Dazu gehört auch die gemeinsame Überprüfung der Injektionstechnik im offenen Dialog, um langfristig das Risiko von Injektionsfehlern zu minimieren.

Persönliche Erfahrung des MmD erfassen

- Wie geht es dem MmD mit der Insulininjektion?
- Sind Fragen aufgetaucht?
- Fühlt der MmD sich sicher im Umgang mit dem Injektionsgerät?
- Wie kommt sie/er mit regelmäßigen Injektionen zurecht?
- Ist der Insulinplan anwendbar/noch zutreffend?
- Haben sich Änderungen in Abläufen ergeben?
- Gibt es Veränderungen der Injektionsstelle?
- Gibt es Veränderungen der Glukosevariabilität?



Check Handhabung und Abläufe: Wahrnehmung durch HCP

Die routinemäßige, strukturierte Kontrolle der Injektionstechnik ist Aufgabe der/des HCP. Es gilt, mögliche Veränderungen sowie Schulungs- und/oder Beratungsbedarf zu erkennen.

FITTER Forward empfiehlt ein mindestens jährliches Assessment.

Check Pen-Vorbereitung und Dosisabgabe

Nadel	Papier entfernt? Kanüle korrekt aufgeschraubt/aufgesteckt? Äußere Schutzhülle entfernt? Innerer Nadelschutz entfernt? Nadel-Reuse?
Insulin	Noch genügend Medikament in der Patrone? Dosis richtig eingestellt? Wie wird die Dosiseinstellung kontrolliert (gesehen, gezählt, gefühlt)? Ggf. Resuspension durchgeführt? Funktionskontrolle durchgeführt?
Hautkontrolle	Ablauf wie eingeübt?
Pen-Haltung	Korrekt?
Dosierknopf	Bis Anschlag gedrückt? Druckaufwand gleichgeblieben?
Nach Dosisabgabe	Bis 10 gezählt? Nadel gerade herausgezogen? Rücklauf Insulin?

Tab. 6: Checkliste zum Injektionsassessment

Veränderungen erkennen/erfragen

Spritzplan	Wird verordnetes Insulin nach Plan verabreicht? Zum richtigen Zeitpunkt? Das richtige Insulin? In der richtigen Dosierung? Ins richtige Injektionsareal?
Injektionsstellen	Rotationsmuster wie gehabt? Vorliebe für einzelne Stellen?
Insulinmenge	Durch MmD verändert? Mehr? Weniger?
Tagesabläufe	Veränderte Aktivitäten, Zeiten, Muster?
Bewegungsabläufe	Langsamer, hastiger, unkoordinierter?
Feinmotorik	Greifen, Drücken, Schrauben möglich?
Sinnesorgane	Sehen, Hören?
Kognition	Erinnern, Merken, adäquates Reagieren?

Tab. 6: Checkliste zum Injektionsassessment

Check Haut

Untersuchung der Injektionsstellen (durch HCP und/oder MmD!)

Vor allem Lipohypertrophien sind oft schwer erkenn- und/oder palpierbar und somit häufig unterdiagnostiziert. Hier hat sich die Sonografie – wenn verfügbar – als eine sensible und objektive Methode zur Entdeckung früher Lipohypertrophie-Stadien entwickelt.

Die **Inspektion der Injektionsstellen** ist Teil eines aktiven Risikomanagements. Injektionsstellen sollen regelmäßig sowohl in Augenschein genommen als auch abgetastet (palpiert) werden; Läsionen sind oft leichter zu fühlen als zu sehen.

Nachschauen – abtasten!

Die Zustimmung zur Inspektion und Untersuchung der Injektionsstellen muss vor der Untersuchung eingeholt werden. Angenehme Raumtemperatur und gute Lichtverhältnisse werden vorausgesetzt. Die Untersuchung der Injektionsstellen

kann im Sitzen, Stehen oder Liegen erfolgen, dabei achten HCPs auf saubere, warme Hände. Ultraschallgel oder Lotion können unterstützend zur Erhöhung der Sensibilität eingesetzt werden.
Die Haut wird auf Veränderungen und Verfärbungen sowie auf sichtbare Erhebungen oder Vertiefungen untersucht.

Unterschiede in der Festigkeit des Gewebes werden ertastet und die Größe der Lipodystrophie ermittelt und dokumentiert. Mit kreisenden Bewegungen und leichtem Druck mit zwei bis drei Fingern wird die Lipohypertrophie lokalisiert. Der Übergang vom normalen Gewebe zum härteren Lipohypertrophie-Gewebe ist i. d. R. gut tastbar. Der Betroffene selbst soll die Gewebsveränderungen erkennen und selbst ertasten können.
Alternative Injektionsstellen müssen nun gemeinsam festgelegt werden. Hierzu gehört das Erlernen des Rotationsschemas, um zukünftig Lipohypertrophien zu vermeiden.
Die beschriebenen Untersuchungen werden als Best Practice empfohlen und können nicht durch Studien belegt werden.

Palpation

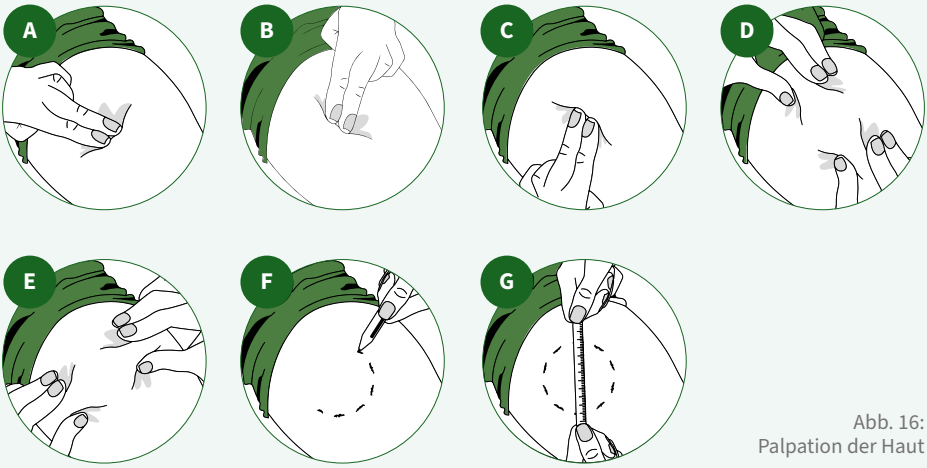


Abb. 16:
Palpation der Haut

Lipodystrophien

Die vielfache Injektion von Insulin kann zu Störungen im subkutanen Fettgewebe (**Lipodystrophien**) führen, die bereits subklinisch die Glukosewerte negativ beeinflussen können.
Es wird differenziert zwischen:

- **Lipoatrophien**: dem Verlust von Adipozyten, klinisch manifestiert als Dellen und Krater an der Injektionsstelle
- **Lipohypertrophien:** der Vergrößerung der Adipozyten, klinisch dargestellt als Schwellungen/Knötchen des Fettgewebes
- **der Amyloidosis**: der Akkumulation von Amyloiddepots.

Die am häufigsten gefundene **Lipohypertrophie** tritt bei 37–64 % aller Erwachsenen mit einer Insulintherapie auf. Als mögliche Ursachen gelten:

- Hohe Insulindosen häufig an gleicher Injektionsstelle
- Ungenügender Wechsel der Injektionsstellen
- Wiederholte Verletzung von Haut und subkutanem Gewebe
- Wiederverwendung von Nadeln

Es gilt als nachgewiesen, dass sich die Resorption von Insulin bei Injektion in Lipohypertrophien von der in gesundes Gewebe deutlich voneinander unterscheidet:

- Die Insulinkonzentration im Blut ist bei Injektion in Lipohypertrophien um ein Drittel vermindert.
- Die postprandialen Blutglukosewerte waren im Vergleich zur Injektion in gesundes Gewebe deutlich erhöht. Der HbA1c-Wert, die Rate unerklärter Hypoglykämien und die glykämische Variabilität stellen sich bei MmD mit Lipohypertrophien deutlich verschlechtert dar.

Lipoatrophien und Amyloidosis treten deutlich seltener auf. **Lipoatrophien** können grundsätzlich an allen Injektionsstellen vorkommen. Es handelt sich am ehesten um eine lokale Immunreaktion gegen Fettzellen, möglicherweise durch Insulinkristalle ausgelöst. In Einzelfällen treten sie sowohl bei Verwendung von Humaninsulin als auch bei Verwendung von Insulinanaloga auf. Injektionen in Lipoatrophien verursachen Schwankungen in der Insulinaufnahme.

Kutane Amyloidosen entstehen durch eine Ansammlung und Ablagerung von Insulinpartikeln (Insulinfibrillen) an der Einstichstelle. Diese knötchenartigen Strukturen können ebenfalls die Resorption von Insulin beeinflussen.

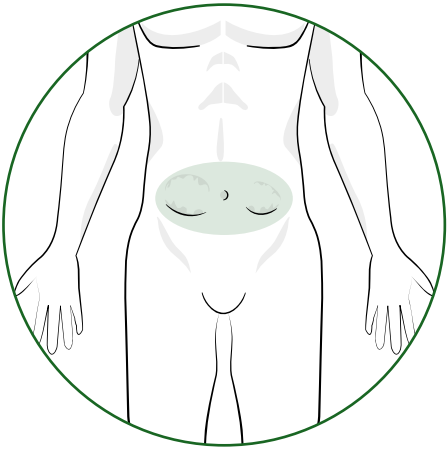


Abb. 17: Abdominale Lipohypertrophien

Lipohypertrophien bieten ein differentes Bild. Gentile hat im Jahr 2020 die häufigsten Formen der Lipohypertrophien nach morphologischem Erscheinungsbild in vier Subtypen A–D unterteilt. Er beschreibt deren Merkmale unter den Aspekten Inspektion, Palpation und Konsistenz.

Typ A
- hervorstehende Knoten < 4 cm
- Inspektion: deutlich sichtbar
- Palpation: gut tastbar
- Konsistenz: rau, elastisch

Typ B
- hervorstehende Knoten ≥ 4 cm
- Inspektion: deutlich sichtbar
- Palpation: gut tastbar
- Konsistenz: rau, elastisch

Typ C
- flache, leicht hervorstehende Verhärtungen
- Inspektion: kaum sichtbar
- Palpation: kaum, meist nur durch Zusammendrücken ertastbar
- Konsistenz: elastisch

Typ D
- Knoten
- Inspektion: schwer erkennbar, da kaum sichtbar
- Palpation: tiefes Abtasten und Drücken notwendig, um sie festzustellen
- Konsistenz: fest-elastisch

„Therapie“ der Lipohypertrophien
Lipohypertrophie(n) sollen für weitere Injektionen gemieden werden. Nach Diagnose/Entdeckung und Dokumentation wird das weitere Vorgehen wie folgt besprochen:

- Lipohypertrophien markieren, dokumentieren
- Injektionsstellen wechseln
- Dosisanpassung bei entstehendem Hypoglykämierisiko besprechen
- Ggf. Vorteil schnellwirksamer Insulinanaloga durch deren schnellere Resorption und geringere lokale Interaktion besprechen
- Engmaschiges Glukosemonitoring empfehlen
- Rotationsschema anwenden
- Wiederverwendung von Pen-Nadeln vermeiden

Lipohypertrophien können sich unter korrigierter Injektionstechnik mit weitgehender Meidung des Injektionsareals verkleinern.
Für schwere Fälle wird in FITTER Forward auch die Fettabsaugung genannt.

Für die Therapie der Lipoatrophie werden heute ein antiinflammatorischer Ansatz durch die Anwendung von Glukokortikoiden und die Laserbehandlung diskutiert.

Blutungen und Blutergüsse

Bei der Injektion treffen die Nadeln gelegentlich kleine Blutgefäße, was lokale Blutungen oder Blutergüsse hervorruft. Die Länge der verwendeten Nadel hat hier keinen Einfluss. Ungünstige Auswirkungen solcher Blutungen auf die Resorption des Insulins oder die Glukosewerte sind nicht bekannt.

Allerdings ist die vermehrte Blutungsneigung bei Anwendung von Antikoagulanzien und/oder Thrombozytenaggregationshemmern zu beachten. Nadeln mit einem geringen Durchmesser und breiterer Nadelbasis (gleichmäßigere Druckverteilung) können hilfreich sein.

Achtung Hypoglykämierisiko!

Der Wechsel der Injektionsstellen bei Lipohypertrophien sowie die durch Nutzung (zu) langer Pen-Nadeln evozierte intramuskuläre Injektionen bergen das Risiko für hypoglykämische Reaktionen.

Insbesondere bei Veränderungen der Injektionstechnik sollen daher ggf. Dosisreduktionen durchgeführt und Glukosewerte entsprechend beobachtet werden.

FITTER Forward weist im Hinblick auf die Entstehung von Lipohypertrophien auf einen Vorteil von schnell wirksamen Analoga im Vergleich zu Normalinsulinen hin – ursächlich hierfür wird die schnellere Resorption genannt.

Fazit

Durch ein proaktives Risikomanagement sollen langfristig Injektionsfehler minimiert werden.
Dazu gehört auch die regelmäßige, standardisierte und strukturierte Überprüfung der Injektionstechnik – einschließlich der Injektionsbereiche.
Lipodystrophien sollen rechtzeitig erkannt werden.

ACT:
Schulung, Training, Anpassung:
Die Aufgabe der/des HCP als Begleiterin/ Begleiter

Einsicht in die Notwendigkeit einer korrekten Injektion vermitteln

Eine Therapie mit Insulin muss i. d. R. lebenslang durchgeführt werden. Um den optimalen Nutzen des anabolen Hormons (pharmakodynamisch und pharmakokinetisch) und weiterer injizierbarer Antidiabetika zu erhalten, ist die korrekte Applikation notwendig. Mit Erlernen der korrekten Injektionstechnik und deren regelmäßiger Überprüfung sollen die bestmögliche Wirkung erreicht und Nebenwirkungen vermieden werden.

Gewünschte Wirkung:
Klinische Ergebnisse möglichst im Zielbereich
Insulinbedarf ggf. senken
Ggf. Senkung von Hypoglykämierate und Hypoglykämietiefe sowie Glättung der glykämischen Variabilität
HBA1c im Zielbereich
Verringerung des Risikos für Lipodystrophien

(Unerwünschte) Nebenwirkungen können sein:
Unerwünschte glykämische Ergebnisse (Hypo- oder Hyperglykämien)
Übermäßige Schmerzen bei der Injektion
Hautkomplikationen

Schulung

Die Schulung zum Thema Injektion folgt strukturiert den in Kapitel B dokumentierten Abläufen einer korrekten Injektion. Zusätzliche Inhalte sind die in Kapitel C dargestellten Inspektionen und das Erkennen und Einordnen von Warnzeichen.

Zielgruppen für Schulungen zur korrekten Injektion

- MmD, die eine Insulintherapie erhalten
- Betroffene mit Diabetes Typ 2 sollten in der Schulung ohne Insulin bereits erfahren, dass Injektionen eine Therapieoption darstellen. Das Ziel ist es, möglichst früh eine Vertrautheit mit den dazugehörigen Devices zu erlangen.
- Angehörige
- HCPs als Anwender und Multiplikatoren

Schulungsinhalte

- Bedeutung einer korrekten Injektionstechnik
- Hilfsmittel vorstellen, Handhabung üben und trainieren
- Durchführung einer Injektion (demonstrieren, anleiten, üben)
- Rotationsschemata (besprechen, aussuchen, dokumentieren)
- Hautkontrolle einschließlich Untersuchung auf Lipodystrophien (z. B. Palpation)
- Warnzeichen (erkennen, selbst damit umgehen können, mitteilen)
- Hypoglykämien

Verwandte Medien

- Für Injektion notwendige Hilfsmittel
- Demomaterialien (visuell und taktil) – z. B. aus Schulungsprogrammen
- Lehrvideos
- Merkblätter (z. B. Bedeutung korrekte Injektion, Ablauf, Lipodystrophien, Rotationsschemata)

Wiederholungs-schulungen

Es gibt wenige Studien, die untersuchen, wie lange ein Schulungserfolg anhält. Gentile et al. sind dieser Frage in der ISTERP-2-Studie nachgegangen. Gut geschulte MmD TD2, die die ISTERP-1 Studie erfolgreich durchlaufen hatten, wurden nach 6 Monaten in 2 Gruppen aufgeteilt, eine Kontroll- und eine Interventionsgruppe. Die Kontrollgruppe erhielt keine weiteren Schulungen. Die Interventionsgruppe erhielt 2 weitere Schulungen sowie 4 Telefonkontakte. Nach 6 Monaten wurden die beiden Gruppen anhand folgender Parameter verglichen:

- Fehler bei der Injektionstechnik
- Hypoglykämierate und glykämische Variabilität
- tägliche Insulindosis
- HBA1c
- Verwendung von kaltem Insulin
- Lipodystrophien

In allen Bereichen (außer Verwendung von kaltem Insulin) zeigte die Interventionsgruppe bessere Ergebnisse.

Fazit

Die Studie belegt, dass sich gerade bei täglichen Anforderungen schnell eine lässige Routine einschleicht. Umso wichtiger sind Überprüfungen in 3- bis 6-monatigen Abständen und bei Bedarf Wiederholungsschulungen. In Deutschland bieten sich dafür die Kontrollen im Rahmen der DMPs an, die von HCPs genutzt werden sollten.



Ausblick: Zur Nachhaltigkeit dieses Leitfadens

Aspekte des nachhaltigen Lernens wie Vermittlung von Fachwissen, Trainieren richtiger Anwendung unter Verknüpfung der Bedürfnisse und Bedarfe des MmD sowie das Erkennen von Warnzeichen unter der Diabetestherapie und der Umgang damit werden in diesem Leitfaden dargestellt. Die Umsetzung all dieser Maßnahmen ist von unschätzbarem Wert für eine geglückte Diabetestherapie.

In Deutschland gibt es geschätzt 2 Millionen Menschen mit Diabetes, die eine Insulintherapie durchführen. Pens stehen heute als Fertig- oder wiederverwendbare Variante zur Verfügung. Nach Benutzung sollen Pen und Patrone sowie die verwendeten Nadeln empfehlungsgemäß entsorgt werden. Die Verordnung von Fertigpens übersteigt die von wiederverwendbaren (Injektions-)Systemen/Geräten um das Dreifache.

Mit diesem Leitfaden sollen MmD und HCPs für Aspekte nachhaltigen Handelns sensibilisiert werden. Auf die Bedeutung von Schulung und proaktivem Risikomanagement wurde hingewiesen.

Ohne MmD in ihrer Wahl für ein geeignetes Hilfsmittel einzuschränken, die Therapiesicherheit und regulatorische wie hygienische Anforderungen außer Acht zu lassen, soll hier – im Sinne eines **nachhaltigen Umgangs mit Medikamenten und Materialien** – die Frage nach Möglichkeiten einer ressourcenschonenden Entsorgung gestellt werden.

A. Recycling
Es existieren für Deutschland aktuell keine/zu wenig Recyclingprogramme für Fertigpens – sie werden mit leerer Ampulle direkt entsorgt – d. h. für die Wiederverwertung der verschiedenen Bestandteile Kunststoff, Metall, Gummi, dem Spezialglas der Insulinpatrone, Platinen-Chips und Batterien besteht Nachholbedarf.

B. Steigerung der Verordnung von wiederverwendbaren Pens
Im Vergleich dazu verfügen wiederverwendbare Pens über eine auswechselbare Glaspatrone, sodass der anfallende Abfall deutlich geringer ausfällt.

C. Längere Pen-Nutzung
Eine längere Pen-Nutzung ergibt sich durch höhere Konzentrationen der Insuline, größere Volumina der Patrone und Once-weekly-Injektionen.

Stichwortverzeichnis

Stichwort	Seite
Act	**46**
Amyloidosis	42
Blutungen, Blutergüsse	28, 44
Check	**36**
Do	**22**
Durchführung der Injektion	25, 30, 49
Entsorgung	35, 53
Fertigpen	14, 15, 20, 21, 35, 52, 53
FITTER Forward	6, 16, 18, 26, 34, 39, 44, 45
Gauge	16, 17, 19
Hautdicke	10, 11
Hautfalte	27, 31, 33, 34
Hypoglykämie, Hypoglykämierisiko und -rate	42, 43, 44, 45, 48, 49, 50
Injektionsbereiche, -stellen	11, 12, 26, 27, 28, 40, 41, 42, 44, 45
Injektionstechnik	4, 35, 38, 39, 44, 45, 48, 49, 50
Inkretin-Mimetika	14, 20
Insulinanaloga	20, 42, 44
Insuline	14, 15, 20, 21, 24, 25, 26, 30, 32, 53
Insulinspritze	14, 15, 16, 20, 25, 35
Lipoatrophie	42, 44
Lipodystrophie	28, 30, 32, 41, 42, 45, 48, 49, 50
Lipohypertrophie	40, 41, 42, 43, 44, 45
Nachhaltigkeit	7, 52
Nadelbasis, -aufbau	16, 17, 19, 44
Nadelbeschichtung	16, 17
Nadellänge	15, 16, 18, 19, 31, 44
Nadelschliff	16, 17
Palpation	41, 43, 49
Partizipative Entscheidungsfindung	6, 24, 38
Pen-Nadeln	10, 14, 15, 16, 17, 19, 25, 35, 44, 45
Plan	**8**
Resuspension	39
Reuse	39
Rotation, Rotationsschema und -muster	10, 26, 28, 29, 35, 40, 41, 49
Schulung	4, 6, 7, 19, 47, 49, 50, 52
Schwangerschaft	27
Sicherheits-Pen-Nadeln	16, 19, 32, 34, 35

Stichwort	Seite
Smart-Insulinpen	15, 35
Subkutanes Fettgewebe	10, 11, 18, 26
Voraussetzungen des MmD: kognitiv, emotional, sozial	10, 13
Wiederverwendbarer Pen	14, 15, 20, 21, 35, 52, 53

Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body-Mass-Index
DDG	Deutsche Diabetes Gesellschaft
DMP	Disease-Management-Programm
FITTER	Forum for Injection Technique and Therapy Expert Recommendations 2016
FITTER Forward	Forum for Injection Technique and Therapy Expert Recommendations 2025
GIP	Gastrointestinal Peptide
GLP1	Glukagon-Like-Peptide
HbA1c	Glykosyliertes Hämoglobin
HCP/s	Health Care Professional/s
MmD	Menschen mit Diabetes
MRT	Magnetresonanztomographie
NPH	Neutrales Protamin Hagedorn
PEF	Partizipative Entscheidungsfindung
QM	Qualitätsmanagement
U = Unit	englisch für Insulineinheiten
TRBA	Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe
VDBD	Verband der Diabetes-Beratungs- und Schulungsberufe in Deutschland e.V.

Verwendete englische Begriffe:

Device	Geräte, Hilfsmittel
Reuse	Wiederverwendung, hier von Pen-Nadeln

Literatur

1 Adams D, Elliott TS. A comparative user evaluation of three-needle protective devices. Br J Nurs 2003;12:470–474. doi: 10.12968/bjon.2003.12.8.11273

2 Adams D, Elliott TS. Impact of safety needle devices on occupationally acquired needlestick injuries: a four-year prospective study. J Hosp Infect;64:50-55. doi: 10.1016/j.jhin.2006.04.012

3 Adams, D, Elliot, TS. Safety-engineered needle devices: evaluation prior to introduction is essential. J Hosp Infect 2001:79 (2):174-175. doi: 10.1016/j.jhin.2011.05.020

4 Ahern J, Mazur ML. Site rotation. Forcast 2001: 54, 66-68.

5 Alexander HG, Dugdale AE. Fascial planes within subcutaneous fat in humans. Eur J Clin Nutr. 1992 Dec;46(12):903-6. PMID: 1483420.

6 American Association of Diabetes Educators (AADE). Insulin Pump Therapy: Best practices in choosing and using infusion devices. 2011.

7 American Diabetes Association Position Statements: Insulin Administration. Diabetes Care 2004;27:106-S107.

8 American Diabetes Association Resource Guide 2003: Insulin Delivery. Diabetes Forecast 2003;56:59-76.

9 Ampudia-Blasco FJ, Hasbum B, Carmena R. A new case of lipoatrophy with lispro insulin in insulin pump therapy: is there any insulin preparation free of complications? Diabetes Care. 2003 Mar;26(3):953-4. doi: 10.2337/diacare.26.3.953

10 Ampudia-Blasco FJ, Girbes J, Carmena R. A case of lipoatrophy with insulin glargine: long-acting insulin analogs are not exempt from this complication. Diabetes Care. 2005 Dec;28(12):2983. doi: 10.2337/diacare.28.12.2983

11 Anderson G, Meyer D, Herrman CE, Sheppard C, Murray R, Fox EJ, Mathena J, Conner J, Buck PO. Tolerability and safety of novel half milliliter formulation of glatiramer acetate for subcutaneous injection: an open-label, multicenter, randomized comparative study. J Neurol. 2010 Nov;257(11):1917-23. doi: 10.1007/s00415-010-5779-x

12 Annersten M, Frid A. Insulin pens dribble from the tip of the needle after injection. Pract Diab Int 2000;17:1 09-111.

13 Annersten M, Willman A. Performing subcutaneous injections: a literature review. Worldviews Evid Based Nurs. 2005;2(3):122-30. doi: 10.1111/j.1741-6787.2005.00030.x

14 Ariza-Andraca CR, Altamirano-Bustamante E, Frati-Munari AC, Altamirano-Bustamante P, Graef-Sanchez A. Delayed insulin absorption due to subcutaneous edema. Arch Invest Med 1991;22:229-233.

15 Asakura T, et al. A step to prevent blood in the cartridge of an insulin pen. (in Japanese only) Progress in Medicine 2003;23(11):3066-3071.

16 Asakura T, Seino H, Kageyama M, Yohkoh N. Technical Study of Injection Force of Insulin Injectors: At which Angle to Push the Button. (Japanese only) Progress in Medicine 2009;29:1851-1856.

17 Asakura T. Comparison of Clinically Relevant Technical Attributes of Five Insulin Injection Pens. Journal Diabetes Science and Technology 2011; 5(5):1203-1209. doi: 10.1177/193229681100500527

18 Association for Diabetescare Professionals (EADV). Guideline: The Administration of Insulin with the Insulin Pen. EADV Netherlands), September 2008.

19 Bain A, Graham A. How do patients dispose of syringes? Pract Diab Int 1998;15:19-21.

20 Bantle JP, Neal L, Frankamp LM. Effects of the anatomical region used for insulin injections on glycemia in type I diabetes subjects. Diabetes Care. 1993 Dec;16(12):1592-7. doi: 10.2337/diacare.16.12.1592

21 Bantle JP, Weber MS, Rao SM, Chattopadhyay MK, Robertson RP. Rotation of the anatomic regions used for insulin injections day-to-day variability of plasma glucose in type 1 diabetic subjects. JAMA 1990;263:180 2-1806.

22 Barola A, Tiwari P, Bhansali A, Grover S, Dayal D. Insulin-Related Lipohypertrophy: Lipogenic Action or Tissue Trauma? Front Endocrinol (Lausanne). 2018 Oct 30;9:638. doi: 10.3389/fendo.2018.00638

23 Baron AD, Kim D, Weyer C. Novel peptides under development for the treatment of type 1 and type 2 diabetes mellitus. Curr Drug Targets 2002;2:63-82.

24 Bärtsch U, Comtesse C, Wetekam B. Insulinpens in der Diabetesbehandlung. Ther Umsch 2006;63:398-404.

25 Bartus B. Psychische Auffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1. Kinder- und Jugendarzt 2001;8(32):654-662.

26 Becker D. Individualized insulin therapy in children and adolescents with type 1 diabetes. Acta Paediatr Suppl. 1998 Oct;425:20-4. doi: 10.1111/j.1651-2227.1998.tb01246.x

27 Beltrand J, Guilmin-Crepon S, Castanet M, Peuchmaur M, Czernichow P, Levy-Marchal C. Insulin allergy and extensive lipoatrophy in child with type 1 diabetes. Horm Res. 2006;65(5):253-60. doi: 10.1159/000092515

28 Bergenstal RM, Strock ES, Peremislov D, Gibney MA, Parvu V, Hirsch LJ. Safety and efficacy of insulin therapy delivered via a 4mm pen needle in obese patients with diabetes. Mayo Clin Proc. 2015 Mar;90(3):329-38. doi: 10.1016/j.mayocp.2014.12.014

29 Birkebaek NH, Solvig J, Hansen B, Jorgensen C, Smedegaard J, Christiansen JS. A 4-mm needle reduces the risk of intramuscular injections without increasing backflow to skin surface in lean diabetic children and adults. Diabetes Care. 2008 Sep;31(9):e65. doi: 10.2337/dc08-0977

30 Birkebaek NH, Johansen A, Solvig J. Cutis/subcutis thickness at insulin injection sites and localization of simulated insulin boluses in children with type 1 diabetes mellitus; need for individualization of injection technique? Diabetic Medicine 1998;15:965-971.

31 Blanco M, Hernández MT, Strauss KW, Amaya M. Prevalence and risk factors of lipohypertrophy in insulin-injecting patients with diabetes. Diabetes Metab. 2013 Oct;39(5):445-53. doi: 10.1016/j.diabet.2013.05.006

32 Bohannon NJ. Insulin delivery using pen devices. Simple-to-use tools may help young and old alike. Postgrad Med. 1999 Oct 15;106(5):57-8, 61-4, 68. doi: 10.3810/pgm.1999.10.15.751

33 Bolick N, et al. Performance Qualification of a Novel Subcutaneous Insulin Infusion Set using Medical Imaging. Diabetes. 2015;64(Suppl 1): A278.

34 Bossi AC, Ansah EO. Bent needles: another problem in glycaemic control. Diabetes Care, 2008 Oct;31(10):e70. doi: 10.2337/dc08-0932

35 Bossi AC, Veronesi G, Poerio CS, et al. A Prospective Study for Introducing Insulin Pens and Safety Needles in a Hospital Setting. The SANITHY Study. Current Diabetes Reviews 2016 ;12(4):460-467. DOI: 10.2174/1573399811666150806150210

36 ter Braak EW, Woodworth JR, Bianchi R, Cerimele B, Erkelens DW, Thijssen JH, Kurtz D. Injection site effects on the pharmacokinetics and glucodynamics of insulin lispro and regular insulin. Diabetes Care. 1996 Dec;19(12):1437-40. doi: 10.2337/diacare.19.12.1437

37 Brady K, Avner JR, Khine H. Perception and attitude of providers toward pain and anxiety associated with pediatric vaccine injection. Clin Pediatr (Phila). 2011 Feb;50(2):140-3. doi: 10.1177/0009922810384721

38 Broadway CA. Prevention of insulin leakage after subcutaneous injection. Diabetes Educ. 1991 Mar-Apr;17(2):90. doi: 10.1177/014572179101700203

39 Brown A, Steel JM, Duncan C, Duncan A, McBain AM. An assessment of the adequacy of suspension of insulin in pen injectors. Diabet Med. 2004 Jun;21(6):604-8. doi: 10.1111/j.1464-5491.2004.01206.x

40 Buchholz G, Cureu B, Liersch J, Schnellbächer E. (2016). Leitfaden zur Injektion bei Diabetes mellitus. (Hrsg.: Verband der Diabetes-Beratungs- und Schulungsberufe in Deutschland e.V).

41 Burdick P, Cooper S, Horner B, Cobry E, McFann K, Chase HP. Use of a subcutaneous injection port to improve glycemic control in children with type 1 diabetes. Pediatr Diabetes. 2009 Apr;10(2):116-9. doi: 10.1111/j.1399-5448.2008.00449.x

42 Caffrey RM. Diabetes under Control: Are all Syringes created equal? Am J Nursing 2003;1 03:46-49.

43 Calara F, Taylor K, Han J, Zabala E, Carr EM, Wintle M, Fineman M. A randomized, open-label, crossover study examining the effect of injection site on bioavailability of exenatide (synthetic exendin-4). Clin Ther. 2005 Feb;27(2):210-5. doi: 10.1016/j.clinthera.2005.02.008

44 Catambing I, Villa M. Ultrasonographic Measurement of Skin and Subcutaneous Thickness at Insulin Injection Sites among Adult Filipinos with Diabetes. Journal of the ASEAN Federation of Endocrine Societies 2014;9 (1):24-32. DOI:10.15605/jafes.029.01.04

45 Cefalu WT, Mathieu C, Davidson J, Freemantle N, Gough S, Canovatchel W; OPTIMIZE Coalition. Patients' perceptions of subcutaneous insulin in the OPTIMIZE study: a multicenter follow-up study. Diabetes Technol Ther. 2008 Feb;10(1):25-38. doi: 10.1089/dia.2008.0249

46 Chantelau E, Lee DM, Hemmann DM, Zipfel U, Echterhoff S. What makes insulin injections painful? BMJ. 1991 Jul 6;303(6793):26-7. doi: 10.1136/bmj.303.6793.26

47 Chantelau EA, Praetor R, Praetor J, Poll LW. Relapsing insulin-induced lipoatrophy, cured by prolonged low-dose oral prednisone: a case report. Diabetol Metab Syndr. 2011 Dec 6;3(1):33. doi: 10.1186/1758-5996-3-33

48 Chowdhury TA, Escudier V. Poor glycaemic control caused by insulin induced lipohypertrophy. BMJ. 2003 Aug 16;327(7411):383-4. doi: 10.1136/bmj.327.7411.383

49 Clauson PG, Linde B. Absorption of rapid-acting insulin in obese and nonobese NIDDM patients. Diabetes Care 1995;18:986-991.

50 Cocoman A, Barron C. Administering subcutaneous injections to children: what does the evidence say? Journal Child Young People Nurs 2008;2:84-89. doi:10.12968/jcyn.2008.2.2.28201

51 Conwell LS, Pope E, Artiles AM, Mohanta A, Daneman A, Daneman D. Dermatological complications of continuous subcutaneous insulin infusion in children and adolescents. J Pediatr. 2008 May;152(5):622-8. doi: 10.1016/j.jpeds.2007.10.006

52 Costigliola V, Frid A, Letondeur C, Strauss K. Needlestick injuries in European nurses in diabetes. Diabetes Metab. 2012 Jan;38 Suppl 1:S9-14. doi: 10.1016/S1262-3636(12)70976-X

53 Cox Dary, Mohr David C. Managing difficulties with adherence to injectable mediations due to blood, injection, and injury phobia and self-injection anxiety. American Journal of Drug Delivery, American Journal of Drug Delivery, 1(3):215-221. doi:10.2165/00137696-200301030-00005

54 Cullen BL, Genasi F, Symington I, Bagg J, McCreaddie M, Taylor A, Henry M, Hutchinson SJ, Goldberg D. Potential for reported needle stick injury prevention among healthcare workers in NHS Scotland through safety device usage and improvement of guideline adherence: an expert panel assessment. J Hosp Infect 2006;63: 445-451. doi: 10.1016/j.jhin.2006.04.008

55 Cureu B, Drobinski E, Liersch J, Schnellbächer E, Stäblein H. (2011). Die Injektion bei Diabetes mellitus. (Hrsg.: Verband der Diabetes-Beratungs- und Schulungsberufe in Deutschland e.V.), 2011.

56 Cureu B, Drobinski E, Liersch J, Schnellbächer E, Stäblein H. (2012). Praktische Anleitung zur Injektion bei Diabetes mellitus mit dem Pen. (Hrsg.: Verband der Diabetes-Beratungs- und Schulungsberufe in Deutschland e.V.), 2012.

57 Danish Nurse Organization (2006). Evidence-based Clinical Guidelines for Injection of Insulin for Adults with Diabetes Mellitus.

58 Davidson MB. No need for the needle (at first). Diabetes Care. 2008 Oct;31(10):2070-1. doi: 10.2337/dc08-1283

59 Davis SN, Renda SM. Psychological insulin resistance: overcoming barriers to starting insulin therapy. Diabetes Educ. 2006 Jun;32 Suppl 4:146S-152S. doi: 10.1177/014572170603204s01

60 De Coninck C, Frid A, Gaspar R, Hicks D, Hirsch L, Kreugel G, Liersch J, Letondeur C, Sauvanet JP, Tubiana N, Strauss K. Results and analysis of the 2008-2009 Insulin Injection Technique Questionnaire survey. J Diabetes. 2010 Sep;2(3):168-79. doi: 10.1111/j.1753-0407.2010.00077.x

61 de la Peña A, Yeo KP, Linnebjerg H, Catton E, Reddy S, et al. Subcutaneous Injection Depth Does Not Affect the Pharmacokinetics or Glucodynamics of Insulin Lispro in Normal Weight or Healthy Obese Subjects. J Diabetes Sci Technol. 2015;9:1-7. https://doi.org/10.1177/1932296815573865

62 de Meijer PH, Lutterman JA, van Lier HJ, van't Laar A. The variability of the absorption of subcutaneously injected insulin: effect of injection technique and relation with brittleness. Diabet Med. 1990 Jul;7(6):499-505. doi: 10.1111/j.1464-5491.1990.tb01431.x

63 De Villiers FP. Lipohypertrophy - a complication of insulin injections. S Afr Med J 2005;95:858-859.

64 Dejgaard A, Murmann C. Air bubbles in insulin pens. Lancet. 1989 Oct 7;2(8667):871. doi: 10.1016/s0140-6736(89)93043-2

65 Deming W.E.: Out of the Crisis. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge 1982, S. 88.

66 Deutsche Diabetes Gesellschaft. Therapie des Typ-1-Diabetes. S3-Leitlinie Version 5.1. 2023. AWMF-Registernummer: 057-013. https://register.awmf.org/assets/guidelines/057-013l_S3-Therapie-Typ-1-Diabetes_2023-09_1.pdf

67 Diamond S, Matok I. Pharmacists' anticipated pain compared to experienced pain associated with insulin pen injection and fingertip. Canadian Journal of Diabetes. 35:282-286, 2011. https://doi.org/10.1016/S1499-2671(11)53012-6

68 DiMatteo RM, DiNicola DD (Hrsg.), (1982). Achieving patient compliance. The psychology of medical practitioner´s role. Oxford: 233-256.

69 Drobinski E., Risch E.: Einfluss einer qualifizierten Schulung von Patienten mit Diabetes mellitus durch Diabetesberater/innen und Diabetesassistenten/innen auf Stoffwechseleinstellung, Lebensqualität und Therapieverhalten. Diabetologie und Stoffwechsel 2008;3-A175;2008.https://doi.org/10.1055/s-2008-1076322

70 Ezzo J. Donner T, Nickols D, Cox M. Is Massage Useful in the Management of Diabetes? A Systematic Review. Diabetes Spectrum 2001;14:218-224.

71 Famulla S, Hövelmann U, Fischer A, Coester HV, Hermanski L, Kaltheuner M, Kaltheuner L, Heinemann L, Heise T, Hirsch L. Insulin Injection Into Lipohypertrophic Tissue: Blunted and More Variable Insulin Absorption and Action and Impaired Postprandial Glucose Control. Diabetes Care. 2016 Sep;39(9):1486-92. doi: 10.2337/dc16-0610

72 Fink, L.D. (2003): Creating Significant Learning Experiences. An Integrated Approach to Designing College Courses. Josey Bass, S. 33.

73 Fleming DR, Jacober SJ, Vandenberg MA, Fitzgerald JT, Grunberger G. The safety of injecting insulin through clothing. Diabetes Care. 1997 Mar;20(3):244-7. doi: 10.2337/diacare.20.3.244

74 Fore J. A review of skin and the effects of aging on skin structure and function. Ostomy Wound Manage. 2006;52(9):24-35. quiz 36-37.

75 Frid A, Linde B. Clinically important differences in insulin absorption from the abdomen in IDDM. Diabetes Res Clin Pr 1993;21:137-141.https://doi.org/10.1016/0168-8227(93)90061-9

76 Frid A, Gunnarsson R, Güntner P, Linde B. Effects of accidental intramuscular injection on insulin absorption in IDDM. Diabetes Care. 1988 Jan;11(1):41-5. doi: 10.2337/diacare.11.1.41

77 Frid A, Hirsch L, Gaspar R, Hicks D, Kreugel G, Liersch J, Letondeur C, Sauvanet JP, Tubiana-Rufi N, Strauss K; Scientific Advisory Board for the Third Injection Technique Workshop. New injection recommendations for patients with diabetes. Diabetes Metab. 2010 Sep;36 Suppl 2:S3-18. doi: 10.1016/S1262-3636(10)70002-1

78 Frid A, Linde B. Computed tomography of injection sites in patients with diabetes mellitus. Injection and Absorption of Insulin. Stockholm, 1992.

79 Frid A, Linde B. Intraregional differences in the absorption of unmodified insulin from the abdominal wall. Diabet Med. 1992 Apr;9(3):236-9. doi: 10.1111/j.1464-5491.1992.tb01768.x

80 Frid A. Fat thickness and insulin administration, what do we know? Infusystems Int 2006;5:17-19.

81 Frid AH, Kreugel G, Grassi G, Halimi S, Hicks D, Hirsch LJ, Smith MJ, Wellhoener R, Bode BW, Hirsch IB, Kalra S, Ji L, Strauss KW. New Insulin Delivery Recommendations. Mayo Clin Proc. 2016 Sep;91(9):1231-55. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.06.010

82 Frid AH, Hirsch LJ, Menchior AR, Morel DR, Strauss KW. Worldwide Injection Technique Questionnaire Study: Injecting Complications and the Role of the Professional. Mayo Clin Proc. 2016 Sep;91(9):1224-30. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.06.012

83 Frid A, Hirsch L, Gaspar R, Hicks D, Kreugel G, Liersch J, Letondeur C, Sauvanet JP, Tubiana-Rufi N, Strauss K; Scientific Advisory Board for the Third Injection Technique Workshop. New injection recommendations for patients with diabetes. Diabetes Metab. 2010 Sep;36 Suppl 2:S3-18. doi: 10.1016/S1262-3636(10)70002-1

84 Frid A. Worldwide Injection Technique Questionnaire Study: Population Parameters and Injection Practices. Mayo Clin Proc. 2016; 91(9): 1212-1223. Supplement German: Fragebogen Deutsch.

85 Frid AH, Kreugel G, Grassi G, et al. New insulin delivery rec-ommendations. Mayo Clin Proc. 2016;91(9):1231-1255. https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.06.010

86 Fu AZ, Qiu Y, Radican L. Impact of fear of insulin or fear of injection on treatment outcomes of patients with diabetes. Curr Med Res Opin. 2009 Jun;25(6):1413-20. doi: 10.1185/03007990902905724

87 Grassi G, Scuntero P, Trepiccioni R, Marubbi F, Strauss K. Optimizing insulin injection technique and its effect on blood glucose control. J Clin Transl Endocrinol. 2014 Jul 23;1(4):145-150. doi: 10.1016/j.jcte.2014.07.006

88 Gasperoni C, Salgarello M. Rationale of subdermal superficial liposuction related to the anatomy of subcutaneous fat and the superficial fascial system. Aesthetic Plast Surg. 1995 Jan-Feb;19(1):13-20. doi: 10.1007/BF00209305

89 Genev NM, Flack JR, Hoskins PL, Overland JE, Yue DK, Turtle JR. Diabetes education: whose priorities are met? Diabet Med. 1992 Jun;9(5):475-9. doi: 10.1111/j.1464-5491.1992.tb01820.x

90 Gentile S, Agrusta M, Guarino G, Carbone L, Cavallaro V, Carucci I, Strollo F. Metabolic consequences of incorrect insulin administration techniques in aging subjects with diabetes. Acta Diabetol. 2011 Jun;48(2):121-5. doi:10.1007/s00592-009-0172-x

91 Gentile S, Guarino G, Della Corte T, et al; AMD-OSDI Study Group on Injection Techniques and Nefrocenter Research and Nyx Start-up Study Group. Insulin-induced skin lipohypertrophyin type 2 diabetes: a multicenter regional survey in southern Italy. Diabetes Ther. 2020;11(9):2001-2017. https://doi.org/10.1007/s13300-020-00876-0

92 Gentile S, Guarino G, Della Corte T, et al; AMD-OSDI Study Group on Injection Technique; Nefrocenter Research and Nyx Start-up Study Group. The durability of an intensive, structured education-based rehabilitation protocol for best insulin injection practice: the ISTERP-2 study. Diabetes Ther. 2021;12(9):2557-2569. https://doi.org/10.1007/s13300-021-01108-9

93 Gentile S, Guarino G, Della Corte T, Marino G, Satta E, Pasquarella M, Romano C, Alfrone C, Strollo F; AMD-OSDI Study Group on Injection Technique, Nefrocenter Research and Nyx Start-Up. Role of Structured Education in Reducing Lypodistrophy and its Metabolic Complications in Insulin-Treated People with Type 2 Diabetes: A Randomized Multicenter Case-Control Study. Diabetes Ther. 2021 May;12(5):1379-1398. doi: 10.1007/s13300-021-01006-0

94 Gentile S, Guarino G, Della Corte T, et al; AMD-OSDI Study Group. Bruising: a neglected, though patient-relevant complication of insulin injections coming to light from a real-life nationwide survey. Diabetes Ther. 2021;12(4):1143-1157. https://doi.org/10.1007/s13300-021-01026-w

95 Gentile S, Guarino G, Della Corte T, Marino G, Satta E, Pasquarella M, Romano C, Alfrone C, Giordano L, Loiacono F, Capece M, Lamberti R, Strollo F; Nefrocenter Research and Nyx Start-up, AMDOSDI Study Group on Injection Techniques, and ANIAD. The Economic Burden of Insulin Injection-Induced Lipohypertophy. Role of Education: The ISTERP-3 Study. Adv Ther. 2022 May;39(5):2192-2207. doi: 10.1007/s12325-022-02105-5. Epub 2022 Mar 19. Erratum in: Adv Ther. 2022 Jun;39(6):3058. doi: 10.1007/s12325-022-02147-9

96 Gentile S, Guarino G, Giancaterini A, Guida P, Strollo F; AMD-OSDI Italian Injection Technique Study Group. A suitable palpation technique allows to identify skin lipohypertrophic lesions in insulin-treated people with diabetes. Springerplus. 2016 May 5;5:563. doi: 10.1186/s40064-016-1978-y

97 Gentile S, Satta E, Guarino G, Strollo F; AMD-OSDI Study Group on Injection Technique. Lipodystrophies from insulininjection: an update of the Italian Consensus Statement of AMD-OSDI Study Group on Injection Technique. Diabetology. 2023;4(1):119-127. doi:10.3390/diabetology4010013

98 Gentile S, Strollo F, Ceriello A; AMD-OSDI Injection Technique Study Group. Lipodystrophy in insulin-treated subjects and other injection-site skin reactions: are we sure everything is clear? Diabetes Ther. 2016;7(3):401-409. https://doi.org/10.1007/s13300-016-0187-6

99 Gibney MA, Arce CH, Byron KJ, Hirsch LJ. Skin and subcutaneous adipose layer thickness in adults with diabetes at sites used for insulin injections: implications for needle length recommendations. Curr Med Res Opin. 2010 Jun;26(6):1519-30. doi: 10.1185/03007995.2010.481203

100 Ginsberg BH, Parkes JL, Sparacino C. The kinetics of insulin administration by insulin pens. Horm Metab Res. 1994 Dec;26(12):584-7. doi: 10.1055/s-2007-1001764

101 Goodpaster BH, Kelley DE, WingJohnson D, Cormack G, Abrahams P, and Dixon A. Computed tomographic observations on subcutaneous fat: implications for liposuction. Plast Reconstr Surg 97: 387–395, 1996.

102 Gorman CK. Good hygiene versus alcohol swabs before insulin injections. Diabetes Care. 1993 Jun;16(6):960-1. doi:10.2337/diacare.16.6.960

103 Grassi G, Scuntero P, Trepiccioni R, Marubbi F, Strauss K. Optimizing insulin injection technique and its effect on blood glucose control. J Clin Transl Endocrinol. 2014 Jul 23;1(4):145-150. doi: 10.1016/j.jcte.2014.07.006

104 Griffin ME, Feder A, Tamborlane WV. Lipoatrophy associated with lispro insulin in insulin pump therapy: an old complication, a new cause? Diabetes Care. 2001 Jan;24(1):174. doi: 10.2337/diacare.24.1.174

105 Guerci B, Sauvanet JP. Subcutaneous insulin: pharmacokinetic variability and glycemic variability. Diabetes Metab. 2005 Sep;31(4 Pt 2):4S7-4S24. doi: 10.1016/s1262-3636(05)88263-1

106 Guo L, Klonoff D C, Al Sifri S N, et al. Consensus Recommendations on Lipohypertrophy: Insights From an International Panel of Experts. diabetes-research-and-clinical-practice Juli 2026. https://doi.org/10.1016/j.diabres.2026.113401

107 Haines L, Wan KC, Lynn R, Barrett TG, Shield JP. Rising incidence of type 2 diabetes in children in the U.K. Diabetes Care. 2007 May;30(5):1097-101. doi: 10.2337/dc06-1813

108 Hambridge K. The management of lipohypertrophy in diabetes care. Br J Nurs. 2007 May 10-23;16(9):520-4. doi: 10.12968/bjon.2007.16.9.23428

109 Hamilton JG. Needle Phobia: a neglected diagnosis. J Fam Pract. 1995 Aug;41(2):169-75.

110 Hanas R, Adolfsson P, Elfvin-Akesson K, Hammaren L, Ilvered R, Jansson I, Johansson C, et al. Indwelling catheters used from the onset of diabetes decrease injection pain and pre-injection anxiety. J Pediatr 2002;140:315-320. doi: 10.1067/mpd.2002.122470

111 Hanas R, Ludvigsson J. Experience of pain from insulin injections and needle phobia in young patients with IDDM. Pract Diab Int 1997;14:95-99.https://doi.org/10.1002/pdi.1960140404

112 Hanas SR, Carlsson S, Frid A, Ludvigsson J. Unchanged insulin absorption after 4 days' use of subcutaneous indwelling catheters for insulin injections. Diabetes Care. 1997 Apr;20(4):487-90. doi: 10.2337/diacare.20.4.487

113 Hauner H, Stockamp B, Haastert B. Prevalence of lipohypertrophy in insulin-treated diabetic patients and predisposing factors. Exp Clin Endocrinol Diabetes. 1996;104(2):106-10. doi: 10.1055/s-0029-1211431

114 Heinemann L, Braune K, Carter A, Zayani A, Krämer LA. Insulinstorage: a critical reappraisal. J Diabetes Sci Technol. 2021;15(1):147-159. https://doi.org/10.1177/1932296819900258

115 Heinemann L. Bruising-An Ignored Issue? J Diabetes Sci Technol. 2022 Jul;16(4):799-803. doi: 10.1177/19322968211065066

116 Heise T, Nosek L, Dellweg S, et al. Impact of injection speed and volume on perceived pain during subcutaneous injections into the abdomen and thigh: a single-centre, randomized controlled trial. Diabetes Obes Metab. 2014 Oct;16(10):971-6. doi: 10.1111/dom.12304

117 Henriksen JE, Djurhuus MS, Vaag A, Thye-Ronn P, Knudsen D. Hother-Nielsen O, Beck-Nielsen H. Impact of injection sites for soluble insulin on glycaemic control in type 1 (insulin-dependent) diabetic patients treated with a multiple insulin injection regimen. Diabetologia 1993;36:752-758. doi: 10.1007/BF00401147

118 Henriksen JE, Vaag A, Hansen IR, Lauritzen M, Djurhuus MS, Beck-Nielsen H. Absorption of NPH (isophane) insulin in resting diabetic patients; evidence for subcutaneous injection in the thigh as preferred site. Diabetic Medicine 1991;8:453-457. https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.1991.tb01631.x

119 Herdman M, Larck C, Hoppe Schliesser S, Jelic T. Biological contamination of insulin pens in a hospital setting. Am J Health Syst Pharm 2013;70:1244-1248. doi: 10.2146/ajhp120728

120 Hildebrandt P. Skinfold thickness, local subcutaneous blood flow and insulin absorption in diabetic patients. Acta Physiol Scand 1991;603:41-45.

121 Hildebrandt P. Subcutaneous absorption of insulin in insulin-dependent diabetic patients. Influence of species, physico-chemical properties of insulin and physiological factors. Dan Med Bull. 1991 Aug;38(4):337-46

122 Hirsch L, Byron K, Gibney M. Intramuscular risk at insulin injection sites-measurement of the distance from skin to muscle and rationale for shorter-length needles for subcutaneous insulin therapy. Diabetes Technol Ther. 2014 Dec;16(12):867-73. doi: 10.1089/dia.2014.0111

123 Hirsch L, Gibney M, Berube J, Manocchio J. Impact of a modified needle tip geometry on penetration force as well as acceptability, preference, and perceived pain in subjects with diabetes. J Diabetes Sci Technol. 2012;6(2):328-335. https://doi.org/10.1177/193229681200600216

124 Hirsch L, Klaff L, Bailey T, Gibney M, Albanese J, Qu S, Kassler-Taub K. Comparative glycemic control, safety and patient ratings for a new 4 mm\32G insulin pen needle in adults with diabetes Curr Med ResOpin 2010;26:1531–1541. doi: 10.1185/03007995.2010.482499

125 Hirsch, L., et al. Continuous Subcutaneous Insulin Infusion (CSII) sets: Reduced flow interruptions with a novel catheter set. Diabetes 2015;64(Suppl 1): A274-A275. Presented ADA 2015.

126 Hofman PL, Behrensdorf Derraik JG, Pinto TE, Tregurtha S, Faherty A, Peart JM, Drury PE, Robinson E, Chi RT, Donsmark, M, Cutfield WS. Defining the Ideal Iniection T echniques When Using 5-mm Needles in Children and Adults. Diabetes Care 2010;33:1940-1944. doi: 10.2337/dc10-0871

127 Hofman PL, Derraik JG, Pinto TE, Tregurtha S, Faherty A, et al. Defining the Ideal Injection Techniques When Using 5-mm Needles in Children and Adults. Diab Care. 2010 Sep;33(9):1940-4. doi: 10.2337/dc10-0871

128 Hofman PL, Lawton SA, Peart JM, Holt JA, Jefferies CA, Robinson E, Cutfield WS. An angled insertion technique using 6-mm needles markedly reduces the risk of intramuscular injections in children and adolescents. Diabet Med. 2007 Dec;24(12):1400-5. doi: 10.1111/j.1464-5491.2007.02272.x

129 Holstein A, Stege H, Kovacs P. Lipoatrophy associated with the use of insulin analogues: a new case associated with the use of insulin glargine and review of the literature. Expert Opin Drug Saf. 2010 Mar;9(2):225-31. doi: 10.1517/14740330903496402

130 https://de.wikipedia.org/wiki/Ursache-Wirkungs-Diagramm

131 https://deming.org/explore/pdsa/

132 https://der-prozessmanager.de/aktuell/wissensdatenbank/pdca-zyklus

133 https://en.wikipedia.org/wiki/Needle_gauge_comparison_chart

134 https://pqsg.de/seiten/openpqsg/mobil/hintergrund-standard-pdca.htm

135 https://www.diabetes-news.de/uebersicht-insulin-praeparate

136 https://www.kcgeriatrie.de

137 https://www.lpb-bw.de/dossier-nachhaltigkeit

138 https://www.lpb-bw.de/themen/wirtschaft-und-umwelt/nachhaltigkeit

139 Huang ES, John P, Munshi M. Multidisciplinary approach for the treatment of diabetes in the elderly. Aging health 2009; 5:2:207-216. https://doi.org/10.2217/ahe.09.3

140 Huang J, Yeung AM, Kerr D, et al. Lipohypertrophy and insulin: an old dog that needs new tricks. Endocr Pract. 2023;29(8): 670-677. https://doi.org/10.1016/j.eprac.2023.04.006

141 Huzaira M, Rius F, Rajadhyaksha M, Anderson RR, González S. Topographic Variations in Normal Skin, as Viewed by In Vivo Reflectance Confocal Microscopy. J Invest Dermatol 2001;116:846–852. doi: 10.1046/j.0022-202x.2001.01337.x

142 Ibarra, L.S.-D. and Gallego, F., Factors related to lipohypertrophy in insulin-treated diabetic patients: role of educational intervention. Prac Diab Int 1998, 15: 9-11. https://doi.org/10.1002/pdi.1960150108

143 Ignuat D, Fu H. Comparison of Insulin Diluent Leakage Postinjection Using Two Different Needle Lengths and Injection Volumes in Obese Patients with Type 1 or Type 2 Diabetes Mellitus. J Diabetes Sci Technol 2012;6: 389-393. doi: 10.1177/193229681200600226

144 Jagger J, Perry J, Gomaa A, Phillips EK. The impact of U.S. policies to protect healthcare workers from bloodborne pathogens: the critical role of safety-engineered devices. J Infect Public Health. 2008;1(2):62-71. doi: 10.1016/j.jiph.2008.10.002

145 Jain SM, Pandey K, Lahoti A, Rao PK. Evaluation of skin and subcutaneous tissue thickness at insulin injection sites in Indian, insulin naïve, type-2 diabetic adult population. Indian J Endocrinol Metab. 2013 Sep;17(5):864-70. doi: 10.4103/2230-8210.117249.

146 Jamal R, Ross SA, Parkes JL, Pardo S, Ginsberg BH. Role of injection technique in use of insulin pens: prospective evaluation of a 31-gauge, 8-mm insulin pen needle. Endocr Pract. 1999 Sep-Oct;5(5):245-50. doi: 10.4158/EP.5.5.245

147 Jansà M, Colungo C, Vidal M. Actualización sobre técnicas y sistemas de administración de la insulina (II). [Update on insulin administration techniques and devices (II)]. Av Diabetol 2008;24:255-269.

148 Jehle PM, Micheler C, Jehle DR, Breitig D, Boehm BO. Inadequate suspension of neutral protamine Hagendorn (NPH) insulin in pens. Lancet. 1999 Nov 6;354(9190):1604-7. doi: 10.1016/S0140-6736(98)12459-5

149 Ji L, Sun Z, Li Q, Qin G, Wei Z, Liu J, Chandran AB, Hirsch LJ. Lipohypertrophy in China: Prevalence, Risk Factors, Insulin Consumption, and Clinical Impact. Diabetes Technol Ther. 2017 Jan;19(1):61-67. doi: 10.1089/dia.2016.0334

150 Johansson UB, Amsberg S, Hannerz L, Wredling R, Adamson U, Arnqvist HJ, Lins PE. Impaired absorption of insulin aspart from lipohypertrophic injection sites. Diabetes Care. 2005 Aug;28(8):2025-7. doi: 10.2337/diacare.28.8.2025

151 Jørgensen JT, Rømsing J, Rasmussen M, Møller-Sonnergaard J, Vang L, Musaeus L. Pain assessment of subcutaneous injections. Ann Pharmacother. 1996 Jul-Aug;30(7-8):729-32. doi: 10.1177/106002809603000703

152 Joy SV. Clinical pearls and strategies to optimize patient outcomes. J Am Acad Nurse Pract. 2007;19(11 Suppl 1):15-20.

153 Kahara T, Kawara S, Shimizu A, Hisada A, Noto Y, Kida H. Subcutaneous hematoma due to frequent insulin injections in a single site. Intern Med. 2004 Feb;43(2):148-9. doi: 10.2169/internalmedicine.43.148

154 Kaiser P, Maxeiner S, Weise A, Nolden F, Borck A, Forst T, Pfützner A. Assessment of the mixing efficiency of neutral protamine Hagedorn cartridges. J Diabetes Sci Technol. 2010 May 1;4(3):652-7. doi: 10.1177/193229681000400320

155 Karges B, Boehm BO, Karges W. Early hypoglycaemia after accidental intramuscular injection of insulin glargine. Diabet Med. 2005 Oct;22(10):1444-5. doi: 10.1111/j.1464-5491.2005.01654.x

156 Kelley DE, Thaete FL, Troost F, Huwe T, Goodpaster BH. Subdivisions of subcutaneous abdominal adipose tissue and insulin resistance. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2000 May;278(5):E941-8. doi: 10.1152/ajpendo.2000.278.5.E941

157 King L. Subcutaneous insulin injection technique. Nurs Stand. 2003 May 7-13;17(34):45-52; quiz 54-5. doi: 10.7748/ns2003.05.17.34.45.c3388

158 Kiss P, De Meester M, Braeckman L. Needlestick injuries in nursing homes: the prominent role of insulin pens. Infect Control Hosp Epidemiol. 2008 Dec;29(12):1192-4. doi: 10.1086/592407

159 Klonoff DC. The pen is mightier than the needle (and syringe). Diabetes Technol Ther. 2001 Winter;3(4):631-3. doi: 10.1089/15209150152811261

160 Klonoff DC, Berard L, Franco DR, Gentile S, Gomez OV, Hussein Z, Jain AB, Kalra S, Anhalt H, Mader JK, Miller E, O'Meara MA, Robins M, Strollo F, Watada H, Heinemann L. Advance Insulin Injection Technique and Education With FITTER Forward Expert Recommendations. Mayo Clin Proc. 2025 Apr;100(4):682-699. doi: 10.1016/j.mayocp.2025.01.004

161 Klonoff DC, Zhang JY, Shang T, Mehta C, Kerr D. Pharmacoadherence: An Opportunity for Digital Health to Inform the Third Dimension of Pharmacotherapy for Diabetes. Journal of Diabetes Science and Technology. 2021;15(1):177-183. doi:10.1177/1932296820973185

162 Koivisto VA, Felig P. Alterations in insulin absorption and in blood glucose control associated with varying insulin injection sites in diabetic patients. Ann Intern Med. 1980 Jan;92(1):59-61. doi: 10.7326/0003-4819-92-1-59

163 Kølendorf K, Bojsen J, Deckert T. Clinical factors influencing the absorption of 125I-NPH insulin in diabetic patients. Horm Metab Res. 1983 Jun;15(6):274-8. doi: 10.1055/s-2007-1018694

164 Kreugel G, Beter HJM, Kerstens MN, Maaten ter JC, Sluiter WJ, Boot BS. Influence of needle size on metabolic control and patient acceptance. Europ Diab Nursing 2007;4:51-55. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/edn.77

165 Kreugel G, Keers JC, Jongbloed A, Verweij-Gjaltema AH, Wolffenbuttel BHR. The influence of needle length on glycemic control and patient preference in obese diabetic patients. Diabetes 2009;58:A117.

166 Lasagni C, Seidenari S. Echographic assessment of age-dependent variations of skin thickness: A study on 162 subjects. Skin Res Technol. 1995 May;1(2):81-5. doi: 10.1111/j.1600-0846.1995.tb00022.x

167 Laurent A, Mistretta F, Bottigioli D, Dahel K, Goujon C, Nicolas JF, Hennino A, Laurent PE. Echographic measurement of skin thickness in adults by high frequency ultrasound to assess the appropriate microneedle length for intradermal delivery of vaccines. Vaccine. 2007 Aug 21;25(34):6423-30. doi: 10.1016/j.vaccine.2007.05.046

168 Le Floch JP, Herbreteau C, Lange F, Perlemuter L. Biologic material in needles and cartridges after insulin injection with a pen in diabetic patients. Diabetes Care. 1998 Sep;21(9):1502-4. doi: 10.2337/diacare.21.9.1502

169 Ligthelm RJ, Kaiser M, Vora J, Yale JF. Insulin use in elderly adults: risk of hypoglycemia and strategies for care. J Am Geriatr Soc. 2012 Aug;60(8):1564-70. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.04055.x

170 Lippert WC, Wall EJ. Optimal intramuscular needle-penetration depth. Pediatrics. 2008 Sep;122(3):e556-63. doi: 10.1542/peds.2008-0374

171 Lo Presti D, Ingegnosi C, Strauss K. Skin and subcutaneous thickness at injecting sites in children with diabetes: ultrasound findings and recommendations for giving injection. Pediatr Diabetes. 2012 Nov;13(7):525-33. doi: 10.1111/j.1399-5448.2012.00865.x

172 Loveman E, Frampton GK, Clegg AJ. The clinical effectiveness of diabetes education models for Type 2 diabetes: a systematic review. Health Technol Assess. 2008 Apr;12(9):1-116, iii. doi: 10.3310/hta12090

173 Ludescher B, Rommel M, Willmer T, Fritsche A, Schick F, Machann J. Subcutaneous adipose tissue thickness in adults - correlation with BMI and recommendations for pen needle lengths for subcutaneous self-injection. Clin Endocrinol (Oxf). 2011 Dec;75(6):786-90. doi: 10.1111/j.1365-2265.2011.04132.x

174 Lumber T. Tips for site rotation. When it comes to insulin. where you inject is just as important as how much and when. Diabetes Forecast 2004;57:68-70.

175 Mader JK, Fornengo R, Hassoun A, et al. Relationship between lipohypertrophy, glycemic control, and insulin dosing: a systematic meta-analysis. Diabetes Technol Ther. 2024;26(5): 351-362. https://doi.org/10.1089/dia.2023.0491

176 Maljaars C. Scherpe studie naalden voor eenmalig gebruik [Sharp study needles for single use] Diabetes and Levery 2002;4:36-37.

177 Mangan J, Levine E, Barrett K. Insulin-Induced Lipohypertrophy Treated With Liposuction: A Review of Case Reports. Plast Surg (Oakv). 2025 Feb;33(1):116-122. doi: 10.1177/22925503231198095

178 Markman B, Barton FE Jr. Anatomy of the subcutaneous tissue of the trunk and lower extremity. Plast Reconstr Surg. 1987 Aug;80(2):248-54. doi: 10.1097/00006534-198708000-00015

179 Marran K, Segal D. SKINNY – SKIN thickness and Needles in the Young. S Afr J CH 2014;8(3):92-95. doi:10.7196/SAJCH.687.

180 Martinez L, Consoli SM, Monnier L, Simon D, Wong O, Yomtov B, Guéron B, Benmedjahed K, Guillemin I, Arnould B. Studying the Hurdles of Insulin Prescription (SHIP): development, scoring and initial validation of a new self-administered questionnaire. Health Qual Life Outcomes. 2007 Aug 29;5:53. doi: 10.1186/1477-7525-5-53

181 McCarthy JA, Covarrubias B, Sink P. Is the traditional alcohol wipe necessary before an insulin injection? Dogma disputed. Diabetes Care. 1993 Jan;16(1):402. doi: 10.2337/diacare.16.1.402a

182 McVey E, Keith S, Herr JK, Sutter D, Pettis RJ. Evaluation of Intradermal and Subcutaneous Infusion Set Performance Under 24-Hour Basal and Bolus Conditions. J Diabetes Sci Technol. 2015 Aug 27;9(6):1282-91. doi: 10.1177/1932296815598327

183 Meece J. Dispelling myths and removing barriers about insulin in type 2 diabetes. Diabetes Educ. 2006 Jan-Feb;32(1 Suppl):9S-18S. doi: 10.1177/0145721705285638

184 Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. Science. 1965 Nov 19;150(3699):971-9. doi: 10.1126/science.150.3699.971

185 Meneilly GS, Knip A, Tessier D. Canadian Diabetes Association Clinical Practice Guidelines Expert Committee. Canadian Diabetes Association 2013 clinical practice guidelines for the prevention and management of diabetes in Canada: diabetes in the elderly. Can J Diabetes. 2013;37(Suppl 1):S184-S190.

186 Meyer B, Lindau A-K, Vogt M, Antosch-Bardohn J. Kann Bildung die Welt verändern? Impulse für eine transformative Pädagogik und BNE. Beltz, 2025.

187 Mudaliar SR, Lindberg FA, Joyce M, Beerdsen P, Strange P, Lin A, Henry RR. Insulin aspart (B28 asp-insulin): a fast-acting analog of human insulin: absorption kinetics and action profile compared with regular human insulin in healthy nondiabetic subjects. Diabetes Care. 1999 Sep;22(9):1501-6. doi: 10.2337/diacare.22.9.1501

188 Murao S, Murao K, Nagata T, Shimizu M, Miyai Y. Repeated insulin injection without site rotation affects skin thickness eultrasonographic and histological evaluation. J Diabetes Investig. 2022;13(6):997-1003. https://doi.org/10.1111/jdi.13753

189 Murao S, Hirata K, Ishida T, Takahara J. Lipoatrophy induced by recombinant human insulin injection. Intern Med. 1998 Dec;37(12):1031-3. doi: 10.2169/internalmedicine.37.1031

190 Nagai Y, Ohshige T, Arai K, Kobayashi H, Sada Y, Ohmori S. Comparison between shorter straight and thinner microtapered insulin injection needles. Diab Tech Ther 2013;15(7):550-555. https://doi.org/10.1089/dia.2012.0334

191 Nagase T, Iwaya K, Iwaki Y, Kotake F, Uchida R, Oh-i T, Sekine H, Miwa K, Murakami S, Odaka T, Kure M, Nemoto Y, Noritake M, Katsura Y. Insulin-derived amyloidosis and poor glycemic control: a case series. Am J Med. 2014 May;127(5):450-4. doi: 10.1016/j.amjmed.2013.10.029

192 Nagase T, Katsura Y, Iwaki Y, Nemoto K, Sekine H, Miwa K, Oh-I T, Kou K, Iwaya K, Noritake M, Matsuoka T. The insulin ball. Lancet. 2009 Jan 10;373(9658):184. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60041-6

193 Nath C. Mixing insulin: shake, rattle, or roll? Nursing. 2002 May;32(5):10. doi: 10.1097/00152193-200205000-00003

194 Nir Y, Paz A, Sabo E, Postman I. Fear of injections in young adults: prevalence and associations. Am J T rop Med Hyg 2003;68:341-344.

195 Occupational Safety and Health Administration. Occupational exposure to bloodborne pathogens: needlesticks and other sharps injuries; finale rule. Federal Register 2001; 66: 5317.

196 Okamura S, Hayashino Y, Kore-Eda S, Tsujii S. Localized amyloidosis at the site of repeated insulin injection in a patient with type 2 diabetes. Diabetes Care. 2013 Dec;36(12):e200. doi: 10.2337/dc13-1651

197 Overland J, Molyneaux L, Tewari S, Fatouros R, Melville P, Foote D, Wu T, Yue DK. Lipohypertrophy: does it matter in daily life? A study using a continuous glucose monitoring system. Diabetes Obes Metab. 2009 May;11(5):460-3. doi: 10.1111/j.1463-1326.2008.00972.x

198 Owens DR, Coates PA, Luzio SD, Tinbergen JP, Kurzhals R. Pharmacokinetics of 125I-labeled insulin glargine (HOE 901) in healthy men: comparison with NPH insulin and the influence of different subcutaneous injection sites. Diabetes Care. 2000 Jun;23(6):813-9. doi: 10.2337/diacare.23.6.813

199 Partanen TM, Rissanen A. Insulin injection practices, Pract Diab Int 2000;17:252-254.

200 Patel PJ, Benasi K, Ferrari G, Evans MG, Shanmugham S, Wilson DM, Buckingham BA. Randomized trial of infusion set function: steel versus teflon. Diabetes Technol Ther. 2014 Jan;16(1):15-9. doi: 10.1089/dia.2013.0119

201 Perriello G, Torlone E, Di Santo S, Fanelli C, De Feo P , Santusanio F, et al. Effect of storage temperature on pharmacokinetics and pharmadynamics of insulin mixtures injected subcutaneously in subjects with type 1 (insulindependent) diabetes mellitus. Diabetologia 1988;31:811 -815. https://link.springer.com/article/10.1007/BF00277482

202 Petry SF, Petry FW, Petry JK, Gäth S, Heinemann L. Diabetes Technology and Waste: A Real-World Study in a Specialized Practice in Germany. J Diabetes Sci Technol. 2025 Nov;19(6):1561-1569. doi: 10.1177/19322968241257004

203 Pickup JC, Yemane N, Brackenridge A, Pender S. Nonmetabolic complications of continuous subcutaneous insulin infusion: a patient survey. Diabetes Technol Ther. 2014 Mar;16(3):145-9. doi: 10.1089/dia.2013.0192

204 Polonsky WH, Fisher L, Guzman S, Villa-Caballero L, Edelman SV. Psychological insulin resistance in patients with type 2 diabetes: the scope of the problem. Diabetes Care. 2005 Oct;28(10):2543-5. doi: 10.2337/diacare.28.10.2543

205 Polonsky WH, Jackson R. What's so tough about taking insulin? Addressing the problem of psychological insulin resistance in type 2 diabetes. Clin Diab 2004;22:147-150. https://doi.org/10.2337/diaclin.22.3.147

206 Pugliese G, Germanson TP, Bartley J, Luca J, Lamerato L, Cox J, Jagger J. Evaluating Sharps Safety Devices: Meeting OSHA's Intent. Infection Control and Hospital Epidemiology 2001; 22: 456-458. doi:10.1086/501934

207 Rassam AG, Zeise TM, Burge MR, Schade DS. Optimal administration of lispro insulin in hyperglycemic type 1 diabetes. Diabetes Care. 1999 Jan;22(1):133-6. doi: 10.2337/diacare.22.1.133

208 Rave K, Heise T, Weyer C, Herrnberger J, Bender R, Hirschberger S, Heinemann L. Intramuscular versus subcutaneous injection of soluble and lispro insulin: comparison of metabolic effects in healthy subjects. Diab Med 1998;15:747-51. https://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1096-9136(199809)15:9%3C747::AID-DIA664%3E3.0.CO;2-V

209 Reach G. Patient non-adherence and healthcare-provider inertia are clinical myopia. Diabetes Metab. 2008 Sep;34(4 Pt 1):382-5. doi: 10.1016/j.diabet.2008.02.008

210 Renard E, Guerci B, Leguerrier AM, Boizel R; Accu-Chek FlexLink Study Group. Lower rate of initial failures and reduced occurrence of adverse events with a new catheter model for continuous subcutaneous insulin infusion: prospective, two-period, observational, multicenter study. Diabetes Technol Ther. 2010 Oct;12(10):769-73. doi: 10.1089/dia.2010.0073

211 Richardson T, Kerr D. Skin-related complications of insulin therapy: epidemiology and emerging management strategies. Am J Clin Dermatol. 2003;4(10):661-7. doi: 10.2165/00128071-200304100-00001

212 Richtlinie 2010/32/EU des Rates vom 10. Mai 2010 zur Durchführung der von HOSPEEM und EGÖD geschlossenen Rahmenvereinbarung zur Vermeidung von Verletzungen durch scharfe/spitze Instrumente im Krankenhaus- und Gesundheitssektor. Amtsblatt der Europäischen Union L134/66-72. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0032

213 Rini C, Roberts BC, Morel D, Klug R, Selvage B, Pettis RJ. Evaluating the Impact of Human Factors and Pen Needle Design on Insulin Pen Injection. J Diabetes Sci Technol. 2019 May;13(3):533-545. doi: 10.1177/1932296819836987

214 Rissler J, Jørgensen C, Rye Hansen M, Hansen NA. Evaluation of the injection force dynamics of a modified prefilled insulin pen. Expert Opin Pharmacother. 2008 Sep;9(13):2217-22. doi: 10.1517/14656566.9.13.2217

215 Rubino A, McQuay LJ, Gough SC, Kvasz M, Tennis P. Delayed initiation of subcutaneous insulin therapy after failure of oral glucose-lowering agents in patients with Type 2 diabetes: a population-based analysis in the UK. Diabet Med. 2007 Dec;24(12):1412-8. doi: 10.1111/j.1464-5491.2007.02279.x

216 Schmeisl 2009, Schmeisl GW, Drobinski E. Koinzidenzen: Injektionsgewohnheiten, Lipohypertrophien, Glukoseschwankungen. Diabetes Stoffw Herz 2009;18:251-258. https://silo.tips/download/diabetes-stoffwechsel-und-herz-5

217 Schmid V, Hohberg C, Borchert M, Forst T, Pfützner A. Pilot study for assessment of optimal frequency for changing catheters in insulin pump therapy-trouble starts on day 3. J Diabetes Sci Technol. 2010 Jul 1;4(4):976-82. doi: 10.1177/193229681000400429

218 Schuler G, Pelz K, Kerp L. Is the reuse of needles for insulin injection systems associated with a higher risk of cutaneous complications? Diabetes Res Clin Pract. 1992 Jun;16(3):209-12. doi: 10.1016/0168-8227(92)90119-c

219 Schwartz S, Hassman D, Shelmet J, Sievers R, Weinstein R, Liang J, Lyness W. A multicenter, open-label, randomized, two-period crossover trial comparing glycemic control, satisfaction, and preference achieved with a 31 gauge x 6 mm needle versus a 29 gauge x 12.7 mm needle in obese patients with diabetes mellitus. Clin Ther. 2004 Oct;26(10):1663-78. doi: 10.1016/j.clinthera.2004.10.007

220 Seidenari S, Giusti G, Bertoni L, Magnoni C, Pellacani G. Thickness and echogenicity of the skin in children as assessed by 20-MHz ultrasound. Dermatology. 2000;201(3):218-22. doi: 10.1159/000018491

221 Seyoum B, Abdulkadir J. Systematic inspection of insulin injection sites for local complications related to incorrect injection technique. Trop Doct. 1996 Oct;26(4):159-61. doi: 10.1177/004947559602600406

222 Sim KH, Hwang MS, Kim SY, Lee HM, Chang JY, Lee MK. The appropriateness of the length of insulin needles based on determination of skin and subcutaneous fat thickness in the abdomen and upper arm in patients with type 2 diabetes. Diabetes Metab J. 2014 Apr;38(2):120-33.

223 Sindelka G, Heinemann L, Berger M. Frenck W , Chantelau E. Effect of insulin concentration, subcutaneous fat thickness and skin temperature on subcutaneous insulin absorption in healthy subjects. Diabetologia 1994;37:377-380.

224 Singha A, Bari R, Bhattacharjee R, et al. Insulin asparteinduced lipoatrophy treated successfully with glucocorticoid injection. AACE Clin Case Rep. 2017;3(3):E187-E189. https://doi.org/10. 4158/EP161492.CR

225 Smith CP, Sargent MA, Wilson BP, Price DA. Subcutaneous or intramuscular insulin injections. Arch Dis Child. 1991 Jul;66(7):879-82. doi: 10.1136/adc.66.7.879

226 Smith DR, Leggat PA. Needlestick and sharps injuries among nursing students. J Adv Nurs. 2005 Sep;51(5):449-55. doi: 10.1111/j.1365-2648.2005.03526.x

227 Sonoki K, Yoshinari M, Iwase M, Tashiro K, Iino K, Wakisaka M, Fujishima M. Regurgitation of blood into insulin cartridges in the pen-like injectors. Diabetes Care. 2001 Mar;24(3):603-4. doi: 10.2337/diacare.24.3.603

228 Springs MH. Shake, rattle, or roll?."Challenging traditional insulin injection practices" Am J Nursing 1999;99:14. https://doi.org/10.1097/00000446-199907000-00012

229 Strauss, K., Gols, H.D., Hannet, I., Partanen, T.-M. and Frid, A. A pan-European epidemiologic study of insulin injection technique in patients with diabetes. Pract Diab Int 2002, 19: 71-76. https://doi.org/10.1002/pdi.314

230 Strauss K, De Gols H, Letondeur C, Matyjaszczyk M, Frid A. The second injection technique event (SITE), May 2000, Barcelona, Spain. Pract Diab Int 2002;19:17-21. https://doi.org/10.1002/pdi.276

231 Strauss K, WISE Consensus group. WISE recommendations to ensure the safety of injections in diabetes. Diabetes Metab. 2012 Jan;38 Suppl 1:S2-8. doi: 10.1016/S1262-3636(12)70975-8.

232 Strauss K. Insulin injection techniques: Report from the 1st International Insulin Injection Technique Workshop, Strasbourg, France—June 1997. Pract Diab Int 1998 ;15:16-20. https://doi.org/10.1002/pdi.1960150609

233 Swift B, Hawkins PN, Richards C, Gregory R. Examination of insulin injection sites: an unexpected finding of localized amyloidosis. Diabetic Medicine; Oct. 2002; 19: 881–886. https://doi.org/10.1046/j.1464-5491.2002.07581.x

234 Swindle LD, Thomas SG, Freeman M, Delaney PM. View of Normal Human Skin In Vivo as Observed Using Fluorescent Fiber-Optic Confocal Microscopic Imaging. J Invest Dermatol 2003;121:706–712. https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2003.12477.x

235 Tafeit E, Möller R, Jurimae T, Sudi K, Wallner SJ. Subcutaneous adipose tissue topography (SA T-Top) development in children and young adults. Coll Antropol 2007;31:395-402.

236 Tan CY, Statham B, Marks R, Payne PA. Skin thickness measurement by pulsed ultrasound: its reproducibility, validation and variability. Br J Dermatol. 1982 Jun;106(6):657-67. doi: 10.1111/j.1365-2133.1982.tb14702.x

237 Tandon N, Kalra S, Balhara YP, Baruah MP, Chadha M, Chandalia HB, Chowdhury S, Jothydev K, Kumar PK, V MS, Mithal A, Modi S, Pitale S, Sahay R, Shukla R, Sundaram A, Unnikrishnan AG, Wangnoo SK. Forum for Injection Technique (FIT), India: The Indian recommendations 2.0, for best practice in Insulin Injection Technique, 2015. Indian J Endocrinol Metab. 2015 May-Jun;19(3):317-31. doi: 10.4103/2230-8210.152762

238 Tarantola A, Golliot F, Astagneau P, Fleury L, Brücker G, Bouvet E; CCLIN Paris-Nord Blood and Body Fluids (BBF) Exposure Surveillance Taskforce. Occupational blood and body fluids exposures in health care workers: four-year surveillance from the Northern France network. Am J Infect Control. 2003 Oct;31(6):357-63. doi: 10.1016/s0196-6553(03)00040-3

239 Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 250. Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege. Ausgabe November 2025. GMBl Nr. 34-37 vom 10.11.2025, 1. Änderung GMBl Nr. 38 vom 14.11.2025.

240 Thatcher G. Insulin injections. The case against random rotation. Am J Nursing 1985;85:690-692.

241 Thethi TK, Rao A, Kawji H, Mallik T, Yau CL, Christians U, Fonseca V. Consequences of delayed pump infusion line change in patients with type 1 diabetes mellitus treated with continuous subcutaneous insulin infusion. J Diabetes Complications. 2010 Mar-Apr;24(2):73-8. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2009.03.002

242 Thow JC, Coulthard A, Home PD. Insulin injection site tissue depths and localization of a simulated insulin bolus using a novel air contrast ultrasonographic technique in insulin treated diabetic subjects. Diabetic Medicine 1992;9:915-920.

243 Thow JC, Home PD. Insulin injection technique: depth of injection is important. Brit Med J 1990;30 1:3-4.

244 Thow JC, Johnson AB, Marsden S, Taylor R, Home PD. Morphology of palpably abnormal injection sites and effects on absorption of isophane(NPH) insulin. Diabet Med. 1990 Nov;7(9):795-9. doi: 10.1111/j.1464-5491.1990.tb01494.x

245 Torrance T. An unexpected hazard of insulin injection. Pract Diab Int 200 2;19:63. https://doi.org/10.1002/pdi.319

246 Vaag A, Pedersen KD, Lauritzen M, Hildebrandt P, Beck-Nielsen H. Intramuscular versus subcutaneous injection of unmodified insulin: consequences for blood glucose control in patients with type 1 diabetes mellitus. Diabet Med. 1990 May;7(4):335-42. doi: 10.1111/j.1464-5491.1990.tb01401.x

247 van Bon AC, Bode BW, Sert-Langeron C, DeVries JH, Charpentier G. Insulin glulisine compared to insulin aspart and to insulin lispro administered by continuous subcutaneous insulin infusion in patients with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. Diabetes Technol Ther. 2011 Jun;13(6):607-14. doi: 10.1089/dia.2010.0224

248 Van Doorn LG, Alberda A, Lytzen L. Insulin leakage and pain perception with NovoFine 6 mm and NovoFine 12 mm needle lengths in patients with type 1 or type 2 diabetes. Diabetic Medicine 1998;1:S50.

249 Vardar B, Kizilci S. Incidence of lipohypertrophy in diabetic patients and a study of influencing factors. Diabetes Res Clin Pract. 2007 Aug;77(2):231-6. doi: 10.1016/j.diabres.2006.12.023

250 Veronesi G, Poerio CS, Braus A, Destro M, Gilberti L, Meroni G, Davis EM, Bossi AC. Insulin therapy in hospitalized patients with diabetes: determinants of nurse satisfaction using pen devices. Clinical Diabetes and Endocrinology, 2015, 1-15. https://link.springer.com/article/10.1186/s40842-015-0015-3

251 Vidal M, Colungo C, Jansà M. Actualización sobre técnicas y sistemas de administración de la insulina (I). [Update on insulin administration techniques and devices (I)]. Av Diabetol 2008;24:175-190.

252 Vora JP, Burch A, Peters JR, Owens DR. Relationship between absorption of radiolabeled soluble insulin, subcutaneous blood flow, and anthropometry. Diabetes Care. 1992 Nov;15(11):1484-93. doi: 10.2337/diacare.15.11.1484

253 Wang W, Guo X, Shen G, Bai G, Wei Z, Liu J, Hirsch L, Strauss K. Skin and subcutaneous tissue thickness at insulin injection sites in Chinese diabetes patients: Clinical implications. Diabetes Metab. 2016 Nov;42(5):374-377. doi: 10.1016/j.diabet.2016.04.010

254 Wei ET, Koh E, Kelly MS, Wright LA, Tylee TS. Patient errors in use of injectable antidiabetic medications: A need for improved clinic-based education. J Am Pharm Assoc (2003). 2020 Sep-Oct;60(5):e76-e80. doi: 10.1016/j.japh.2020.02.030 https://doi.org/10.1016/j.japh.2020.02.030

255 Workman B. Safe injection techniques. Nurs Stand. 1999 Jun 16-22;13(39):47-53; quiz 54. doi: 10.7748/ns1999.06.13.39.47.c2623

256 Wright S, Yelland M, Heathcote K, Ng SK. Fear of needles, nature and prevalence in general practice. Australian Family Physician 2009;38(3):172-176.

257 Xatzipsalti M, Alvertis H, Vazeou A. Laser treatment for lipoatrophy in children with diabetes type 1. Diabetol Int. 2021;13(2):452-455. https://doi.org/10.1007/s13340-021-00547-w

258 Young RJ, Hannan WJ, Frier BM, Steel JM, et al. Diabetic lipohypertrophy delays insulin absorption. Diabetes Care 1984;7:479-480. https://doi.org/10.2337/diacare.7.5.479

259 Zambanini A, Newson RB, Maisey M, Feher MD. Injection related anxiety in insulin-treated diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 1999 Dec;46(3):239-46. doi: 10.1016/s0168-8227(99)00099-6

260 Zehrer C, Hansen R, Bantle J. Reducing blood glucose variability by use of abdominal insulin injection sites. Diabetes Educ. 1990 Nov-Dec;16(6):474-7. doi: 10.1177/014572179001600609

261 Zeyfang A, Zeeh J, Bahrmann A, Kugler JN, Heppner HJ. Diabetes mellitus im Alter [Diabetes mellitus in old age]. Z Gerontol Geriatr. 2021 Feb;54(1):61-71. German. doi: 10.1007/s00391-020-01815-1

Notizen

Notizen

Impressum

Herausgeber
Verband der Diabetes-Beratungs- und
Schulungsberufe in Deutschland e.V. (VDBD)
Habersaathstr. 31
10115 Berlin
www.vdbd.de

3. Auflage September 2026
2. Auflage November 2016
1. Auflage Mai 2011

Autorinnen
Dr. Jutta Liersch, Dipl. Oecotrophologin
Elisabeth Schnellbächer, Diabetesberaterin DDG
Gabriele Buchholz, Diabetesberaterin DDG

Redaktion
Dr. Gottlobe Fabisch

Gestaltung
Susanne Appelhanz
Studio für visuelle Gesundheitskommunikation
www.appelhanz.de

Danksagung und Bildmaterial
Die Entwicklung dieses Leitfadens wurde von embecta GmbH
ohne inhaltliche Einflussnahme unterstützt.
Das Unternehmen hat die Stammdaten
für das Bildmaterial zur Verfügung gestellt.

Druck
Umweltdruckerei Berlin
Sportfliegerstraße 9
12487 Berlin

RECYCLED
Papier aus Recyclingmaterial
FSC® C106855
FSC www.fsc.org

VDBD

VERBAND DER DIABETES-
BERATUNGS- & SCHULUNGSBERUFE
IN DEUTSCHLAND e.V.