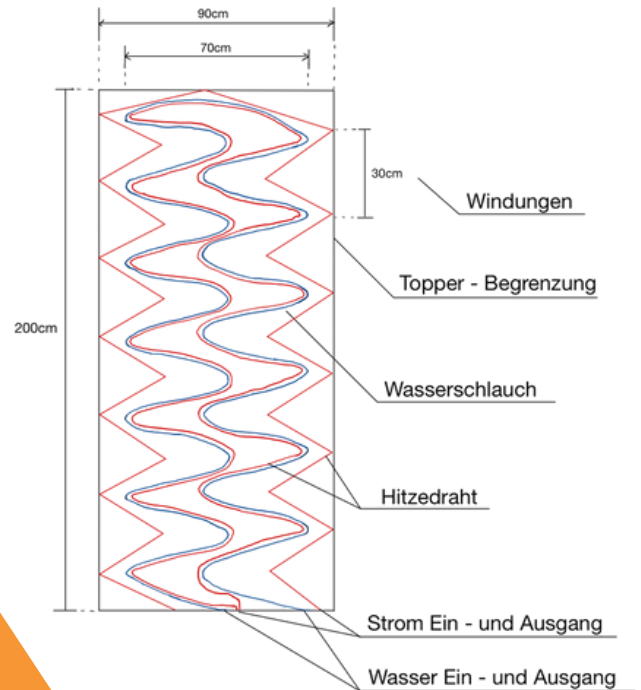


TEMPERATUR OPTIMIERT
SCHLAF PERFEKTIONIERT

WÄRMEREGULIERENDE MATRATZENAUFLAGE



Unser Konzept

- Problem: Schwitzen oder Frieren beim Schlafen, Einschlafprobleme, Muskelverspannungen
- ➔ mit wärmeregulierender Matratzenauflage Schlafkomfort optimieren und Schlafproblemen entgegenwirken
- nur Matratzenauflage, damit verwendbar für vorherige Matratze --> flexibel einsetzbar
- durch Smart-Home-App steuerbar, zusätzliche Informationen für guten Schlaf

Funktionsweise

- Kühl- und Heizsystem unabhängig voneinander
- Matratzenauflage mit Silikonschläuchen durchzogen
- durch Peltier-Element gekühltes Wasser
- Heizdraht wärmt
- darüber komfortable Schaumstoffschicht, atmungsaktiv, Memory-Schaum denkbar

Zielgruppen

- Personen mit Schlafproblemen
- Heiß- und Kälteschläfer
- Sportler, körperlich aktive --> positiv für Muskeln
- ältere Menschen (schlechtere Regulierung der Körpertemp.)
- schwangere Lebewesen (oft nächtliche Hitzewallungen)

Vorteile



Höhere Schlafqualität

Verkürzte Einschlafzeit, längere Schlafepisoden und verringert Verspannungen



Einfache Pflege und Wartung

Topperbezug separat waschbar, eigenständige Wasserfüllstandkorrektur



Energieeffizient

Stromsparende und leise Alternative zu Klimaanlage



Intelligente App-Steuerung

Temperatur bequem vom Bett aus steuern, Einschlaf Tipps und nützliche Add-Ons



Stylisches Design

Die Kühlvorrichtung ist ebenfalls als Nachttischablage verwendbar



Präsentiert

Temperatur optimiert,

Schlaf perfektioniert

WÄRMEREGULIERENDE MATRATZENAUFLAGE

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Konzept	4
a. Hardware	4
b. Software.....	5
c. Sicherheitsaspekte	5
3. Wirtschaftlicher Aspekt	6
a. Geschäftsmodell, Erlösbestandteile	6
b. Energie- und Strombilanz.....	6
4. Verbesserungspotential	7
5. Modellierung.....	7
6. Mitwirkende, Danksagung	7

1. Einleitung

Unser Konzept richtet sich an Personen mit Schlafproblemen, darunter ältere Menschen mit schlechterer Körpertemperaturregulierung und schwangere Frauen mit nächtlichen Hitzewallungen. Auch für Sportler bieten sich gesundheitliche Vorteile, da die thermische Unterstützung zur Verletzungsprävention, verbesserten Durchblutung, Muskelregeneration und -entspannung beiträgt. Unsere Initiative zielt darauf ab, die thermische Regulation des Körpers zu unterstützen und einen erholsamen Schlaf sowie maximalen Komfort zu gewährleisten. Dabei konzentrieren wir uns auf zwei Prinzipien.

Thermoneutralität: In einer thermoneutralen Umgebung gibt der Körper genau die nötige Wärme ab, um nicht zu überhitzen oder zu unterkühlen. Dies dadurch gesteigerte Energieeffizienz führt zu einem qualitativ besseren Schlaf, da temperaturregulierende Prozesse eingespart werden.

Die Idealtemperatur variiert dabei mit dem Gewicht und weiteren physiologischen Faktoren.¹ Diese wollen wir berücksichtigen und zusätzlich die Isolationsfähigkeit der Bettdecke einbeziehen, um eine sinnvolle Matratzentemperatur zu berechnen.

Warm-Bath-Effekt: Eine Erwärmung ein bis zwei Stunden vor dem Schlafengehen, beispielsweise durch ein warmes Bad oder eine warme Dusche, verkürzt nachweislich die Zeit bis zum Einschlafen (um durchschnittlich 8,6 Minuten) und führt zu einem tieferen Schlaf.²

Zusätzlich sehen wir Potenzial für effizienteres nächtliches Heizen oder Kühlen, da wir uns auf den relevantesten Teilbereich des Schlafzimmers konzentrieren.

Anforderungsliste

- Ein Matratzentopper mit einem möglichst kompakten Zusatzgerät
- Leicht zu installieren (ohne Fachpersonal)
- Die Liegefläche erhitzen oder kühlen
- Einstellbare Wohlfühltemperatur (Temperaturregulierung)
- Temperaturspanne von 15° C bis 35° C (Soll-Wert)
- Zulässige Nutzbarkeit bei üblichen Raumtemperaturen (sowohl im Winter als auch im Sommer)
- Erhaltung der normalen Benutzbarkeit des Bettes (inklusive mechanischer Belastungen)
- Möglichst kühlendes Material
- App-Steuerung der Temperaturregulation
- Kompatibilität mit anderen Smart Home-Geräten (Nutzung des Matter-Standard)
- Einfache Wartung (Wasser kann vom Nutzer selbst eingefüllt werden)
- Modulbauweise für Nachhaltigkeit (Anreize für Reparatur statt Neukauf schaffen)
- Hygiene → potentielle Waschbarkeit durch einfache Trennung von Topper und Restsystem (Elektrische Bauteile, Wasserkreislauf)

¹ Nahon, K. J., Boon, M. R., Doornink, F., Jazet, I. M., Rensen, P. C. & Abreu-Vieira, G., Lower critical temperature and cold-induced thermogenesis of lean and overweight humans are inversely related to body mass and basal metabolic rate. *Journal Of Thermal Biology*, Kapitel 69, Seite 238–248, 2017.

² Harding, E. C., Franks, N. P., Wisden, W., *Sleep and Thermoregulation*, 2019.

2. Konzept

a. Hardware

Abb. 1: Draufsicht Matratzentopper

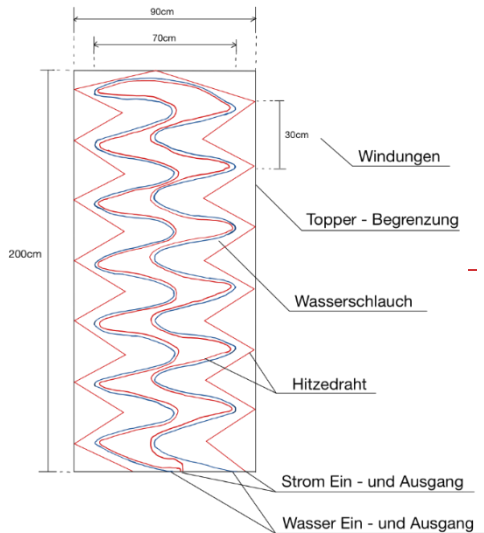


Abb. 2: Querschnitt Kühl- und Heizsystem innerhalb des Toppers

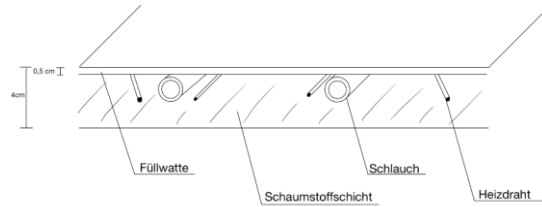
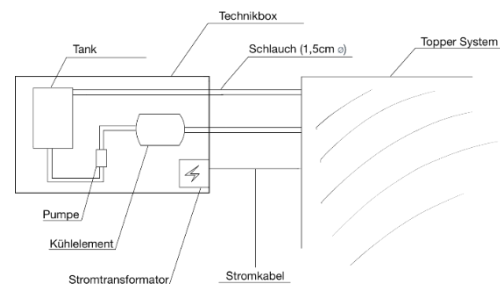


Abb. 3: Externes Heiz- und Kühlelement



Grundaufbau

Zentrales Element ist das Steuerelement (in unserem Fall das Silicon Laboratories EFR32MG24 Eval-Board). Es wird mit Eingangssignalen von mehreren Temperatursensoren versorgt. Diese sind sowohl im Matratzentopper (nahe der Oberfläche) als auch in den Kühl- und Wärmesystemen und im Zusatzgerät (für die allgemeine Raumtemperatur) platziert. Das Kühlsystem wird aus einem Peltier-Element, einer elektrischen Pumpe und in den Topper eingebetteten Silikonschläuchen gebildet. Ein simpler Heizdraht bildet das Heizsystem. Das Eval-Board reguliert das Wärme- und Kühlsystem unter Abgleich von Zieltemperatur und gemessener Temperatur. Die unterschiedlichen Temperatursensoren ermöglichen eine genauere Abstimmung der "gefühlten" Temperatur auf der Oberfläche, die durch Störfaktoren wie die eigene Körperwärme oder die Isolation der Bettdecke beeinflusst wird, mit der Temperatur innerhalb der Wärme- und Kühlsysteme. Ausgiebige Tests sind für die optimale Abstimmung vonnöten.

Erwärmung und Kühlung

Für die Bereitstellung der Wärme- und Kühlleistung unseres Produktes haben wir uns entschieden, auf die bewährten Technologien des Heizdrahtes und des Peltier-Elementes zurückzugreifen. Diese Entscheidung soll die Entwicklung des Prototyps und des marktreifen Produktes möglichst vereinfachen. Heizdrähte haben sich bereits in zahlreichen ähnlichen Anwendungen, wie Heizdecken und Wärmekissen, als benutzerfreundlich und kostengünstig erwiesen.

Peltier-Element

Das Peltier-Element ist aus Perspektive der Energiebilanz durchaus kritisch zu betrachten. Wir haben uns aus folgenden Gründen trotzdem für dieses Bauteil entschieden.

1. Verzicht auf Kühlmittel. Da es sich um eine körpernahe Applikation handelt, sollte Wasser eingesetzt werden können, welches gesundheitlich unbedenklich ist.

2. Kompaktheit
3. Geräuscharm (unter der Voraussetzung, dass die angestrebte Temperaturdifferenz nicht übermäßig groß ist, da nur wenig Abwärme abgeführt werden muss).

Diese Charakteristiken ermöglichen uns ein Zusatzgerät zu entwickeln, welches sich möglichst unauffällig in das Schlafzimmer des Kunden einfügt und keinen zusätzlichen Störfaktor für den Schlaf darstellt. Das ist besonders wichtig mit Hinblick auf die Installation, die in jedem Fall vom Kunden selbst vorgenommen werden soll (im Vergleich zu einem Klimagerät beispielsweise).

Matratzentopper

Unsere Wahl ist außerdem auf einen Matratzentopper gefallen, weil dieser auf ein bereits bestehendes Bett aufgezogen werden kann und keine weiteren Neuanschaffungen des Kunden erfordert. Eine Herausforderung dabei ist der Balanceakt zwischen möglichst guter Bereitstellung von Wärme und Kälte an der Oberfläche und gleichzeitiger Einhaltung von Komfortstandards und der Prävention von Verbrennungen.

b. Software

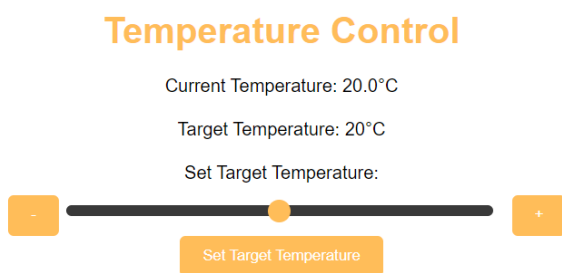


Abb. 4: Temperatursteuerung durch App (Smart-Home-Integration)

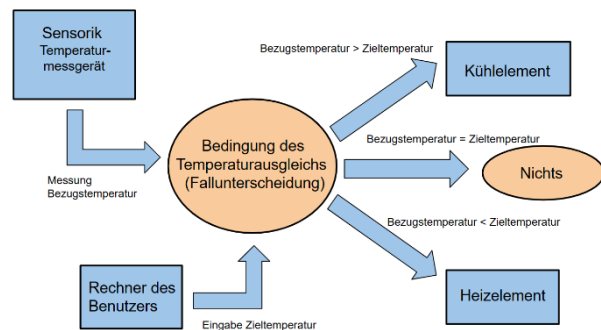


Abb. 5: Anforderungsschema an Software

Smart-Home-App

Die Temperaturregulierung kann manuell gesteuert werden. Zukünftig sind noch weitere innovative Funktionen integrierbar. Unter Berücksichtigung der Gesundheitsdaten des Nutzers sowie des Wetters soll die App geeignete Temperaturen vorschlagen. Der Nutzer gibt daraufhin Feedback in der App, wodurch das System intelligent regulieren kann. Natürlich bleibt die manuelle Steuerung weiterhin erhalten. Optional, aber empfehlenswert, ist die Nutzung einer Smart-Watch, welche die Aufzeichnung der Schlafverlaufsdaten durch beispielsweise Herzrhythmus und Atmungsüberwachung optimiert. Dadurch ist auch eine Schlafqualitätsauswertung möglich. Bewertungskriterien sind hierbei unter anderem die Schlaflatenz, Wachphasen, kontinuierliche Atmung und Bewegung im Schlaf.

Weitere Funktionen der App

- Schlafenszeit Erinnerung
- Weckfunktion
- Luftqualitätsmeldung: Empfehlung zum Lüften
- Musik- und Duftauswahl
- Tipps für schnelleres Einschlafen und bessere Schlafqualität

c. Sicherheitsaspekte

- nicht brennbare Materialien

- umfangreiche Kontrolle der Temperatur des Heizdrahtes
- besonders riss- und stichfest

3. Wirtschaftlicher Aspekt

a. Geschäftsmodell, Erlösbestandteile

Überschlagsrechnung

Material	Maße, Menge	Preis
Schaumstoff	1,8 m ² für 4 cm Höhe	54,83€
Schlauch	12 m	309,54€
Heizdraht	24 m	8,58€
„Topper“	1x	132,97€
Stoffbezug	1x	29,99€
		Zwischensumme 536,18€
		Mehrwertsteuer 1,19
		Summe pro Stück 638,05€
Personalkosten	3d Entwicklung á 8h 11 Personen, je 20€/h	5280€
weitere: Produktionskosten mglw. Lager- & Lieferkosten	--	--
<i>fiktive Rechnung</i>		
Kosten	500 Stück	324.305 € (5280€+500*638,05€)
Mindestpreis	1 Stück	648,61€ (324.305€/500)

Preise sind aus Durchschnitts- von Einzelhandelspreisen ermittelt

b. Energie- und Strombilanz

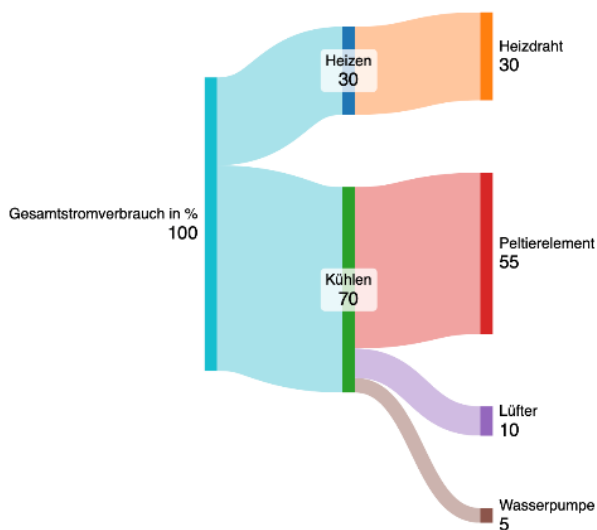


Abb. 6: Qualitative Energie- und Strombilanz mithilfe eines Sankey-Diagramms

4. Verbesserungspotential

Zusätzliche Features

- Besserer Komfort mit Memoryschaum
- Soundeffekte
- Düfte
- Design als Nachttisch

Kooperationen

- Industrie: Smart-Home Produkte, Smart-Watches
- Forschung: Schlaflabor
- Gesundheitssektor: betreutes Wohnen
- Finanziell: Krankenkassen

5. Modellierung

Zentrales Bauteil unserer Umsetzung ist das von Dresden Elektronik bereitgestellte Silicon Laboratories EFR32MG24 Eval-Board. Zur Darstellung der Hauptfunktionen der Bereitstellung von Wärme und Kühlung setzen wir symbolisch Leuchtdioden ein. Die Pumpe wird durch einen kleinen Elektromotor dargestellt. Die Temperatur simulieren wir über ein Potentiometer, der die Eingangssignale der Temperatursensoren innerhalb des Matratzentoppers ersetzt. Als besonders herausfordernd hat sich die Verstärkung des Ausgangssignals des Eval-Boards erwiesen. So war zunächst eine Steuerung der Leuchtdioden nicht möglich. Dieses Problem haben wir durch den Einsatz von Transistoren und Mosfets gelöst (Abb. 7).

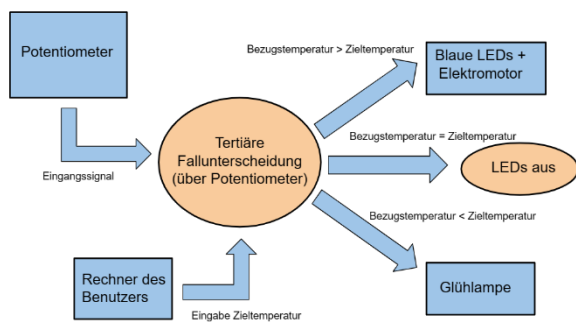


Abb. 7: Anforderungsschema an Modell

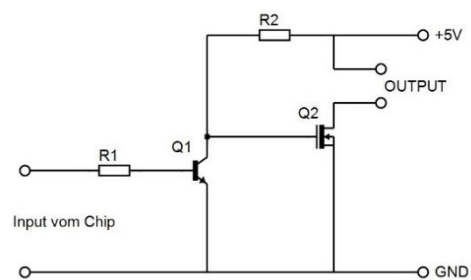


Abb. 8: Schaltplan Treiberstufe

6. Mitwirkende, Danksagung

Mitwirkende

Annika Pabst, Jarl Hähnel, Luisa Dumke, Matthias Jank, Franz Arnold, Elena M. Thorhauer, Tabea Ferse, Aleksander Marz, Liam Rosenbruch, Alexander Kusnezoff, und Paul Schulz

Danksagung

Unsere Teamcoaches, Fachcoaches, Profis und Experten haben uns tatkräftig unterstützt und die Zusammenarbeit hat großen Spaß gemacht. Ein besonderer Dank geht an die Veranstalter von BeING INSIDE 2024 und Dresden Elektronik, die als Kooperationspartner diese Veranstaltung ermöglicht haben.

2555



Stunden

WÄRMEREGULIERENDE MATRATZEN- AUFLAGE

● GRUPPE 6



GLIEDERUNG



01 Problem

02 Lösung

03 Zielgruppen

04 Konzept

05 Prototyp

06 App-Steuerung

07 Zukunft

08 Kooperationen



DAS PROBLEM

- Schlafprobleme betreffen 43% der deutschen Bevölkerung
- Hohe Sommertemperaturen und Kälte im Winter erschweren das Schlafen
- Gerade das Einschlafen bereitet vielen Menschen Probleme
- Die Temperaturregulierung ist dann besonders entscheidend
- Ein warmes Bad?
- Eine kühle Dusche?

DIE LÖSUNG



01

Wärmeregulierung

- Warm-Bath-Effekt zum besseren Einschlafen
- Keine kalten Füße im Winter
- Energie sparen durch weniger Heizen

02

Kältereulierung

- Kühle Unterlage im Sommer
- Kein Schwitzen und Wälzen
- Lokale Kühlung statt Klimaanlage

03

Individuelle Anpassung

- Temperaturregulierung von 15° C bis 35° C
- Feedback über die App

ZIELGRUPPEN



Schlafprobleme, -störungen

nächtliches Schwitzen, Schwierigkeiten beim Einschlafen und Durchschlafen

Ältere Menschen

Leiden unter einer schlechteren Körpertemperaturregulierung

Schwangere Frauen

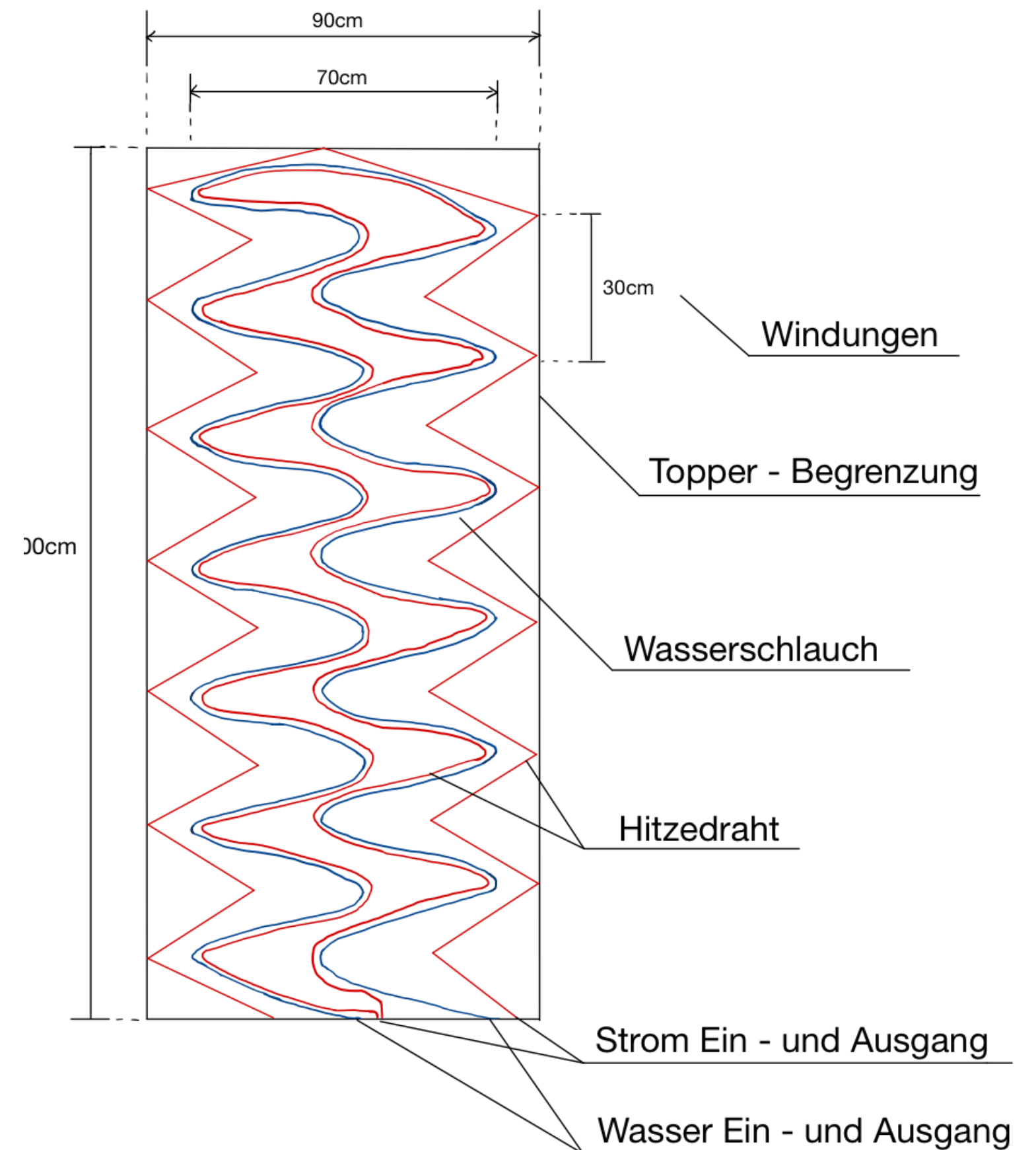
Leiden oft unter nächtlichen Hitzewallungen

Sportler, körperlich Aktive

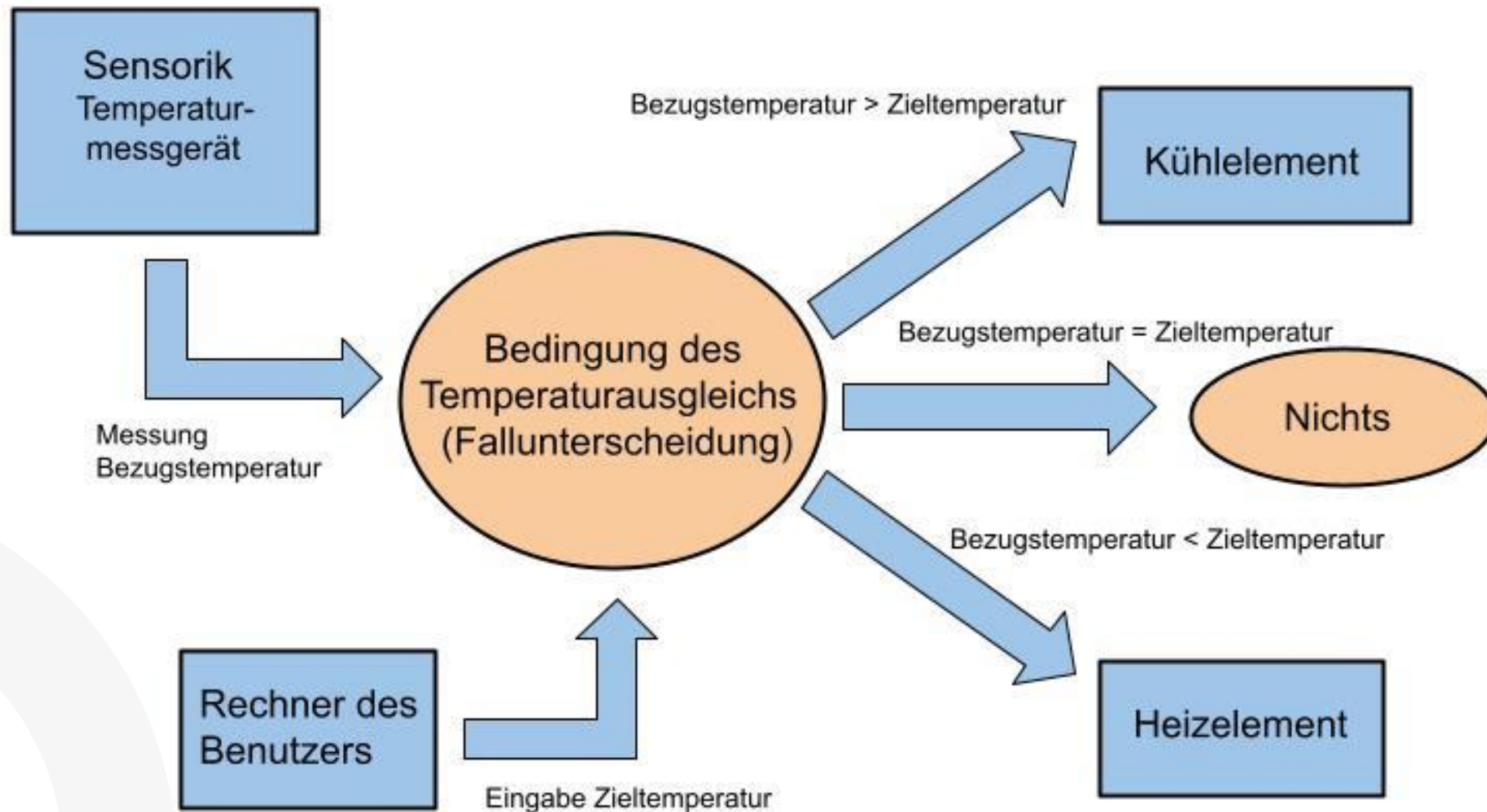
Kälte trägt beispielsweise zur Muskelregeneration und Verletzungsprävention bei, Wärme nützt der Muskelentspannung sowie Durchblutung

KONZEPT

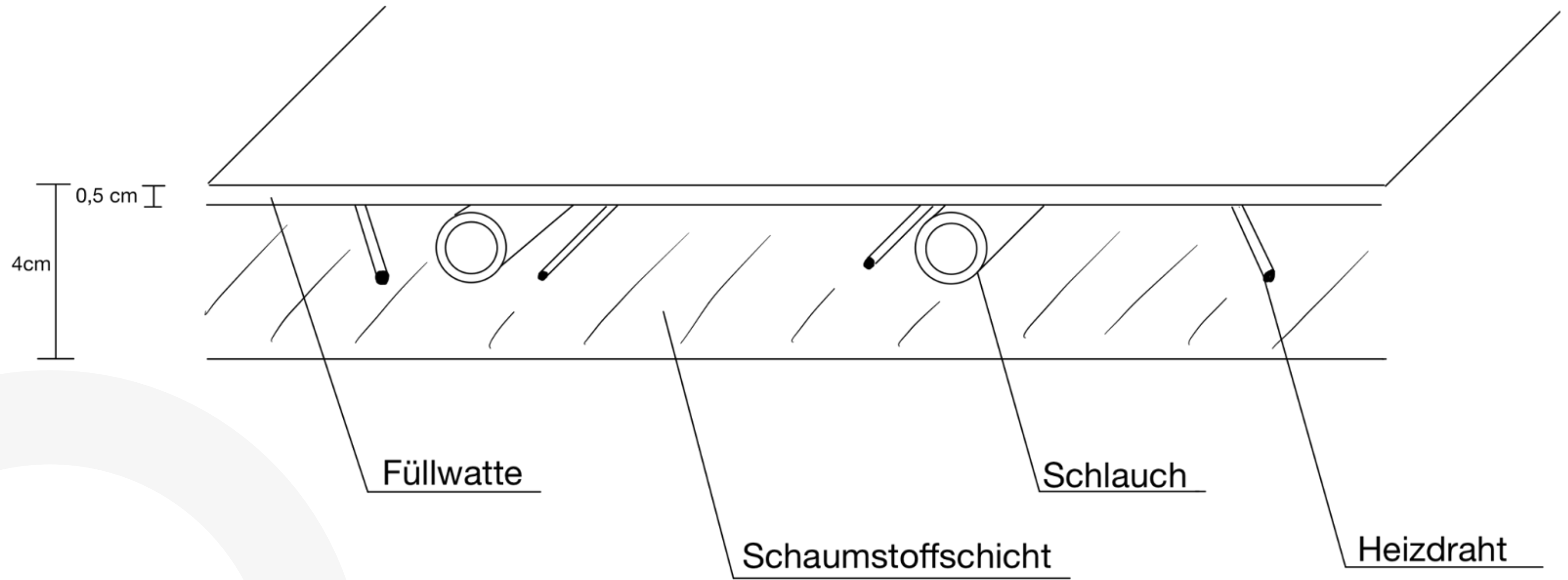
- Matratzentopper
- Schlauchsystem mit Wasser
- Heizdraht
- Externes, kompaktes Zusatzgerät mit Steuerung, Peltier-Element, Wassertank und Kühlung
- Matter-kompatibel Schnittstelle mit App-Anbindung



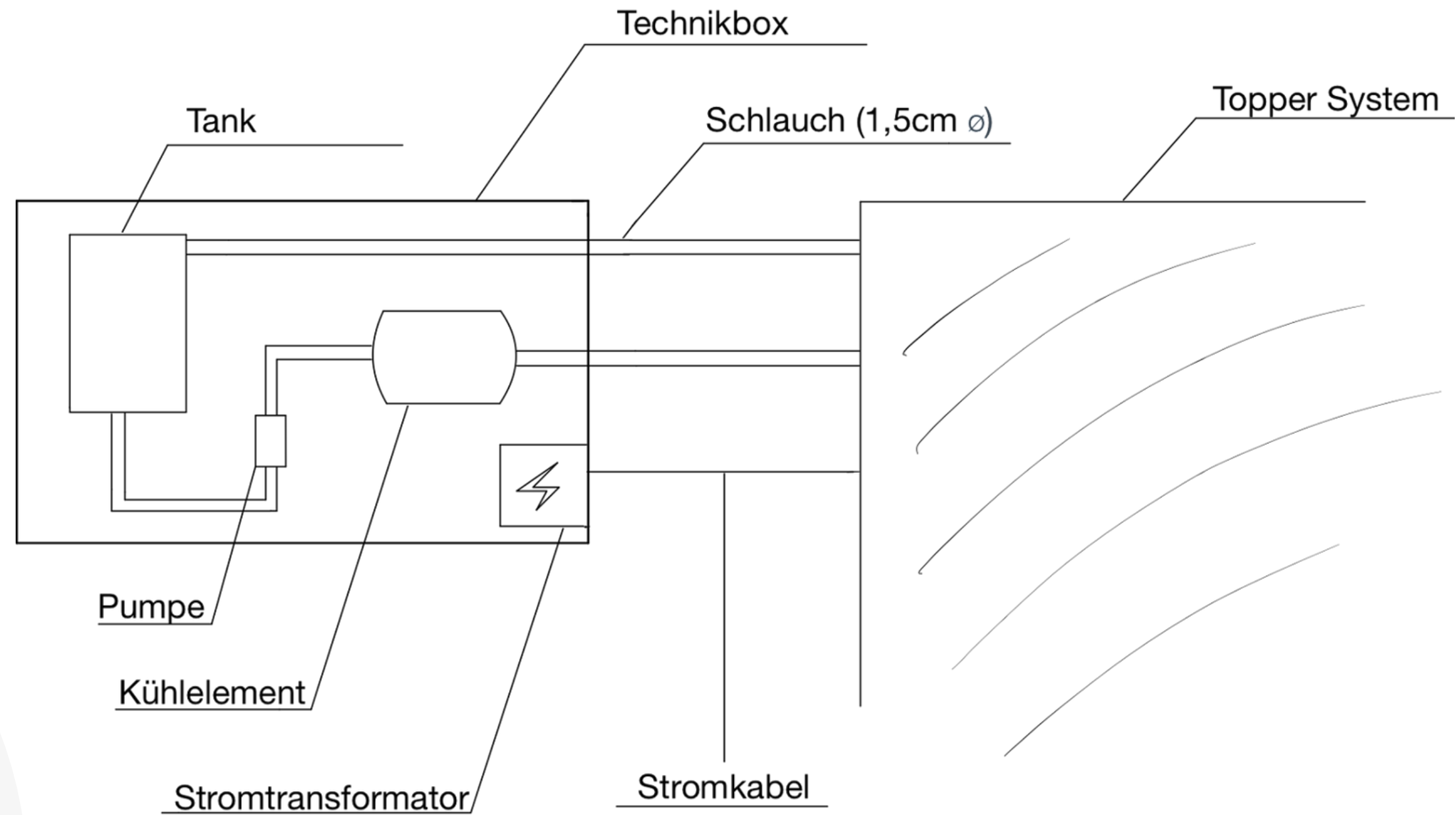
ANFORDERUNGSSCHEMA



SEITENANSICHT



HEIZ- UND KÜHLSYSTEM



PROTOTYP UND MODELLIERUNG



APP-STEUERUNG

NUTZERFREUNDLICHE BEDIENUNG



Temperature Control

Current Temperature: 20.0°C

Target Temperature: 20°C

Set Target Temperature:



Intelligente Regulierung

- Ideale Temperaturen zugeschnitten auf Nutzer (Gesundheitsdaten)
- Verlaufstracking und Feedback an App für zukünftige automatisierte Regulierung
- Manuelle Einstellung möglich

Einbindung Smart-Produkte

- Smart-Watches für Herzrhythmus-Aufzeichnung
- Auswertung Schlafqualität durch Integration weiterer Sensorik (Bewegung, Atmung, Schlaflatenz, Wachphase)

Zusätzliche Funktionen

- Schlafenszeit Erinnerung
- Weckfunktion
- Luftqualitätsmeldung
→ Empfehlung zum Lüften
- Musik- und Duftauswahl
- Tipps für schnelleres Einschlafen und bessere Schlafqualität

ZUKUNFT

01 Soundeffekte

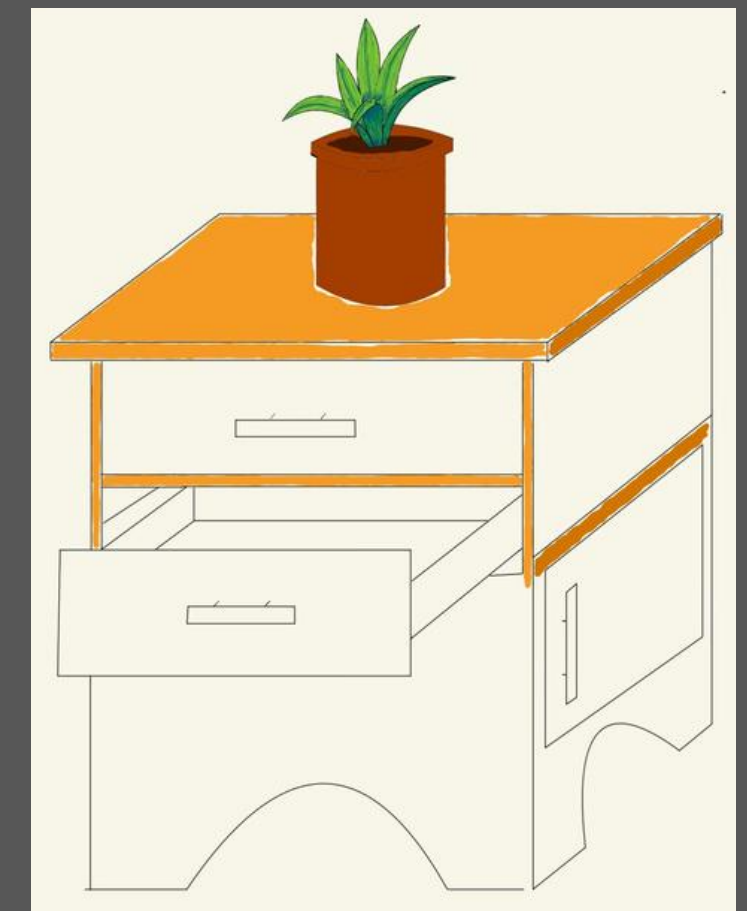
- Musik hilft beim Einschlafen und Entspannen
- Der Schlaf wird durch entspanntes Einschlafen signifikant verbessert

02 Düfte

- Verwandle dein Schlafzimmer in eine Wohlfühloase
- Düfte tragen zur Entspannung bei und sorgen für ein erfrischtes Aufwachen am Morgen

03 Externer Tank als Nachttisch

- effektive Nutzung des eingenommenen Platzes



KOOPERATIONEN

Industrie

Smart-Watches



Apple-Watch

Gesundheitssektor

Pflege



Seniorenheim

Forschung

Schlaflabor



IBMT Dresden

DANKE

● HABEN SIE NOCH FRAGEN?



BILDQUELLEN

- AI-generated by Magic Media™
- <https://www.philips.com/c-dam/b2c/better-sleep-and-breathing/how-do-sleep-trackers-actually-work/how-do-sleep-trackers-actually-work-thumb.jpg>
- <https://www.techsagar.com/wp-content/uploads/2021/05/sleep-tracker-1024x512.png>
- https://tu-dresden.de/ing/elektrotechnik/ibmt/ressourcen/bilder/logo_ibmt_ma_tublue-01.png/@@images/037f00c6-ff1d-42e7-879b-6687d07e5734.png
- <https://www.bodydesignstyle.com/wp-content/uploads/2022/02/pexels-photo-4498483.jpeg>