

## Projektbericht

# Einfluss von Erdwärmesondenfeldern auf Rasen- und Kunstrasensportflächen

ZHE.13292



Kunde:

**Stadt Zürich**  
**Energiebeauftragte und Grün Stadt Zürich**  
Louis Frei und Benjamin Frauenknecht  
Beatenplatz 2  
8001 Zürich

Bericht von:

Ecosens AG  
Hammerweg 1, CH-8304 Wallisellen  
Tel. +41 (0)44 537 09 30  
ecosens@ecosens.ch, www.ecosens.ch

Bearbeiter:

Sandra Laubis (Projektleitung)  
Andrea Bringolf (Projektassistenz)

Erstellt am:

4. Februar 2025

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der kommunalen Energieplanung verfolgt die Stadt Zürich das Ziel, bis 2040 netto null Treibhausgasemissionen und eine fossilfreie Wärmeversorgung zu erreichen. Ein zentrales Element dieser Strategie ist die Wärmennutzung aus Erdwärmesondenfeldern, die eine effiziente Wärmeversorgung und saisonale Energiespeicherung ermöglichen. Gleichzeitig wird grosser Wert auf die Vereinbarkeit der energetischen Ziele mit der Nutzung der Sportrasenflächen und dem Erhalt des Begleitgrüns in den Sportanlagen gelegt.

Das Projekt «Auswirkungen von Erdwärmesondenfeldern auf Sportrasen» wurde ins Leben gerufen, um die Herausforderungen bei der Planung und Umsetzung von Erdwärmesondenfeldern in städtischen Sportanlagen zu adressieren. Insbesondere werden die Auswirkungen von Erdwärmesonden auf die Bodentemperatur im Wurzelbereich von Begleitgrün und Sportrasen sowie die Problematik der Bodenverdichtung berücksichtigt. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Projektes ist die Abstimmung zwischen den verschiedenen Akteuren, um Verzögerungen und hohe Unterhaltskosten zu vermeiden und gleichzeitig eine langfristig nutzbare Spielfläche zu gewährleisten.

Im Rahmen des Projektes wurde eine Begleitgruppe gebildet, die sich aus Vertreter\*innen der städtischen Eigentümer\*innen, der Auftragnehmer\*innen für die Erdwärmesondenfelder, der Umweltfachstellen, der Nutzer\*innen und Betreiber\*innen von Sportanlagen sowie externen Sportrasenfachleuten zusammensetzt. Diese Gruppe traf sich mehrmals, um technische, organisatorische und ökologische Fragen zu klären und den Planungs- und Umsetzungsprozess zu begleiten.

Ergebnis des Projektes ist eine «Handlungsanweisung», die auf den Erkenntnissen der Begleitgruppe basiert und die Integration von Erdwärmesondenfeldern, Sportrasen und Begleitgrün in Planung und Ausführung fördert. Der Leitfaden enthält eine klare Strukturierung der Aufgaben und Verantwortlichkeiten in Form einer interaktiven Checkliste, die nach den SIA-Phasen gegliedert ist. Diese Checkliste stellt sicher, dass alle relevanten Akteure zum richtigen Zeitpunkt eingebunden werden, und unterstützt die Koordination zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten. Dadurch kann mittels einer gut abgesprochenen Planung ein Erdsondenfeld realisiert werden, ohne den Sportrasen negativ zu beeinflussen.

Die Checkliste mit den Modulen 1-4 wird nach Abschluss des Projektes zukünftigen Planer\*innen von Erdwärmesondenfeldern zur Verfügung gestellt. Da eine Validierung an einem konkreten Beispiel im Rahmen des Projektes nicht möglich war, bleibt die Checkliste vorerst ein Prototyp. Die Begleitgruppe legte den Ablauf zur Weiterentwicklung der Checkliste fest, definierte Rollen und benannte Verantwortliche.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>II</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>III</b>
<b>1 PROJEKTBERICHT</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Ausgangslage der kommunalen Energieplanung</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Vorgehen und Teilergebnisse der Begleitgruppe</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Handlungsanweisung für die Planung (vgl. Kapitel 2 und Kapitel 3)</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Die wichtigsten thematischen Erkenntnisse</b>	<b>10</b>
<b>2 MODULE STAND DER TECHNIK UND HANDLUNGSANWEISUNG</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Modul 1 – Projektablauf und Organisation</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Modul 2 – Erdsondenfelder &amp; -Speicher</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Modul 3 – Sportrasen</b>	<b>36</b>
<b>2.4 Modul 4 – Ökologie bei der Planung und Realisierung von EWS</b>	<b>45</b>
<b>3 CHECKLISTE FÜR DEN BAU UND PLANUNG</b>	<b>54</b>
<b>3.1 Einführung zur Handlungsanweisung für die Gesamtplanung von Erdwärmesondenfeldern</b>	<b>54</b>
<b>4 REFERENZ</b>	<b>57</b>
<b>4.1 Projektbericht</b>	<b>57</b>
<b>4.2 Module</b>	<b>57</b>
<b>5 ANHANG</b>	<b>60</b>

# 1 PROJEKTBERICHT

## 1.1 Zielsetzung

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden die Auswirkungen von Erdwärmesondenfeldern (EWSF) unter Rasen- und Kunstrasensportflächen ermittelt. Ziel war es, die Umwelteinflüsse der EWSF – d.h. ihre Auswirkungen auf den Untergrund und der Oberfläche – detailliert zu analysieren. Zudem sollten mögliche Einschränkungen für den Betrieb und den Unterhalt, die durch die EWSF entstehen können, ermittelt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden eine Grundlage für die Durchführung von Interessenabwägungen. Im Rahmen der Interessenabwägung wird geprüft, ob die ökologischen Auswirkungen, die durch den Bau von EWSF entstehen, so schwerwiegend sind, dass die Umsetzung von EWSF nicht angemessen wäre.

Für die Akzeptanz von angeordneten Verhaltensänderungen oder Massnahmen ist ein gemeinsames Verständnis aller Beteiligten unerlässlich. Eine einheitliche Sicht auf zentrale Bereiche wie Anforderungen auf Sportrasenflächen und die Anordnung der EWSF ist unabdingbar.

Ecosens schlug vor, diese Themen in der ersten Phase zu erarbeiten und die Ergebnisse durch das Gremium bestätigen zu lassen. Eine frühzeitige Abstimmung schafft Klarheit, vermeidet Missverständnisse und legt eine solide Basis für den weiteren Projektverlauf. So wird sichergestellt, dass alle Akteure an einem Strang ziehen und die Massnahmen eine breite Akzeptanz finden.

## 1.2 Ausgangslage der kommunalen Energieplanung

Gemäss Klimapolitik soll die Stadt Zürich bis spätestens 2040 das Ziel der Netto-Null-Treibhausgasemissionen erreichen (Art. 10 Abs. 3 lit. b der Gemeindeordnung). Im Bereich der Wärmeversorgung (Raumwärme, Warmwasser) bedeutet dies eine vollständige Verlagerung auf nicht fossile Energieträger. Die Stadt Zürich will dieses Teilziel in den innerstädtischen Quartieren mit hoher Bebauungsdichte durch einen massiven Ausbau der thermischen Netze erreichen. In den weniger dicht bebauten Randgebieten durch den Einsatz dezentraler Energiesysteme (v.a. Wärmepumpen).

Gemäss der kantonalen Energieplanung soll die Nutzung von Abwärme und Umweltwärme für die Energieversorgung Priorität haben. Die Stadt nutzt bereits ihre Abwärmequellen (KVA, Klärschlammverbrennungsanlage, Rechenzentren) mittels thermischer Netze, um möglichst grosse Teile des Siedlungsgebietes netto-null-konform mit Wärme zu versorgen. Das Ausbaupotenzial ist jedoch begrenzt. Insbesondere in den Wintermonaten ist der Wärmebedarf deutlich höher als die zur Verfügung stehende Abwärme. Die Spitzenlast wird derzeit noch fossil gedeckt. Daher kann die Wärmeversorgung nicht ausschliesslich auf Abwärme basieren. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von Abwärme und den Transportkosten über thermische Netze ist diese Art der Wärmeversorgung nicht für alle Gebiete geeignet.

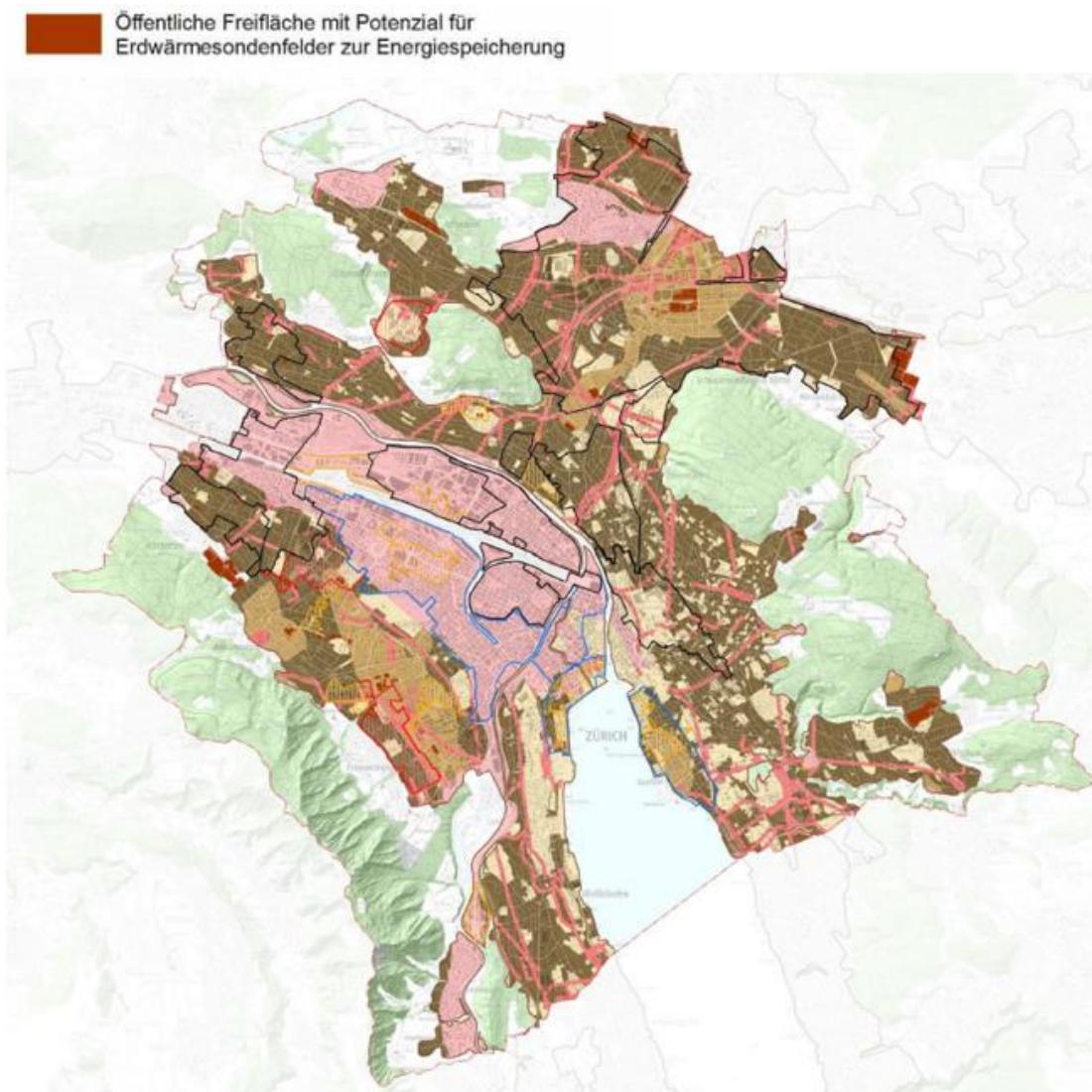
In Gebieten, in denen Abwärme nicht genutzt werden kann, muss vorrangig lokale Umweltwärme genutzt werden. Umweltwärme kann mithilfe von Wärmepumpen aus Grundwasser, Aussenluft oder dem Erdreich gewonnen werden. Im Vergleich zur Nutzung von Grundwasser und Aussenluft bietet das Erdreich den Vorteil, dass es in den Sommermonaten mit überschüssiger Wärme regeneriert und als Wärmespeicher genutzt werden kann. Durch die konstante Wärme des Erdreichs, dessen Temperatur im Winter nie unter 8 Grad sinkt, ist der Einsatz von Erdwärmesonden (EWS) besonders sinnvoll. Besonders an sehr kalten Tagen ist der Einsatz von EWS effizienter als der von Luft-Wasser-Wärmepumpen, deren Wirkungsgrad bei niedrigen Außentemperaturen deutlich abnimmt. Dies bedeutet, dass mit EWS eine saisonale Wärmespeicherung möglich ist. EWS eignen sich daher für grosse Teile des Siedlungsgebietes und sind für eine fossilfreie Wärmeversorgung von grosser Bedeutung.

Die Stadt Zürich hat dieses Potenzial und seine Bedeutung bereits in der Energieplanung von 2015 erkannt. Im Rahmen dieser Planung wurden öffentliche Freiflächen identifiziert, die für die Errichtung von Sondenfeldern zur Verfügung gestellt werden können. Die in der Themenkarte 10 ausgewiesenen Areale sind hauptsächlich Rasensportplätze. Beim Schulhaus «Im Isengrind» wurde bereits 2017 ein EWSF in der aussenliegenden Freihaltezone (Bewilligungsinstanz Kanton) unter der Rasensportfläche bewilligt und realisiert. Beim Schulhaus «Letzi» wird zurzeit ein EWSF unter einem Rasensportfeld realisiert. Für weitere städtische Liegenschaften sind EWSF auf öffentlichen Freiflächen in Planung. Ziel ist eine fossilfreie Wärmeversorgung der städtischen Liegenschaften.

Im Kontext der Nutzung von Freiflächen für Erdsondenfelder ergeben sich Fragen nach den potenziellen Auswirkungen solcher Sondenfelder auf die bestehenden Rasen- und Kunstrasenflächen bzw. auf die ökologische Qualität des Untergrunds. Die Auswirkungen sind in Bezug auf die Übereinstimmung solcher Bauten und Anlagen mit der Zonenkonformität in Erholungs- und Freihaltezonen relevant, da der Zonenzweck nicht eingeschränkt werden darf.

Nach Gesprächen mit Grün Stadt Zürich (GSZ), welche einen Grossteil dieser Zonen in der Eigentumsvertretung verantwortet, hat sich herausgestellt, dass vor der Realisierung von weiteren Erdwärmesonden auf Freiflächen, respektive vor einer Anpassung der Themenkarte 10, die Auswirkungen von Sonden auf die Umwelt (bodennahen Untergrund, Oberfläche und Bepflanzung) und den Betrieb der Rasen- und Kunstrasenflächen umfassend und objektiv ermittelt werden müssen. Dies ist seitens GSZ eine notwendige Voraussetzung, bevor dem Bau von weiteren EWS zugestimmt werden kann. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse können anschliessend jene Flächen identifiziert werden, bei denen EWSF realisiert werden können.

Ziel der kommunalen Energieplanung ist es, Klimaneutralität mit den Anforderungen an Sportrasenflächen inkl. Begleitgrün und deren Nutzung in Einklang zu bringen.



**Abbildung 1:** Kommunale Energieplanung: STRB Nr. 1077/2016 Themenkarte 10 Einsatz von Erdwärmesonden [1]

### 1.3 Vorgehen und Teilergebnisse der Begleitgruppe

Die Begleitgruppe (vgl. Anhang A Mitglieder der Begleitgruppe) für das Projekt «Erdwärmesondenfeld unter Sportrasen» wurde ins Leben gerufen, um die Anliegen der Beteiligten einzubringen und ein gemeinsames Verständnis für die Herausforderungen und Anforderungen des Projekts zu schaffen. Die Gruppe, bestehend aus Vertreter\*innen von städtischen Eigentümerschaften, EWSF-Energieversorger\*in, Umwelt-Fachstellen, Betreibenden und Nutzer\*innen von Sportanlagen, Energieplaner\*innen sowie einem externen Sportrasenexperten, traf sich zu mehreren Sitzungen, um technische, organisatorische und ökologische Fragestellungen zu klären und den Planungs- und Umsetzungsprozess zu begleiten.

Zur Vorbereitung der ersten Begleitgruppensitzung wurden Interviews mit den Planer\*innen und ausführenden Firmen des EWSF beim Schulhaus «Letzi» geführt. Es zeigte sich, dass der Baumschutz und der Bodenschutz grosse Herausforderungen darstellten, da es keine Schnittstellenkoordination zwischen den Baulosen gab und diese Themen weder im Vorprojekt noch im Termin- und Kostenplan berücksichtigt wurden. Die Gesamtprojektleitung der Energieversorger\*in wurde über die Ergebnisse informiert und es wurde für alle Beteiligten klar, dass durch eine entsprechend frühzeitige Einbindung des Bodenschutzes und des Baumschutzes diese Defizite behoben werden können.

In der *ersten Sitzung am 18. August 2024 [3]* stand das gemeinsame Verständnis der Grundlagen des Auftrages und der Zielsetzungen im Vordergrund. Fachvorträge zu den Anforderungen an Sportrasen, zu technischen und thermischen Aspekten der EWSF sowie zur Organisation der Bauphasen gaben wichtige Impulse. In einem anschliessenden Worldcafé wurden Herausforderungen und Erkenntnisse aus realisierten Projekten diskutiert. Es wurde deutlich, dass klare Prozesse in der Strategiephase und die Koordination zwischen den Baulosen für eine erfolgreiche Umsetzung essenziell sind.

Im Laufe der Diskussionen wurden die folgenden Schlüsselfragen zur Identifizierung der potenziellen ökologischen und betrieblichen Auswirkungen von EWSF auf Rasensport- und Kunstrasenplätze hervorgehoben:

- *Auswirkungen auf die Ökologie (naher Untergrund und Oberfläche bis in eine Tiefe von 1.5m):* Die Bauphase und der Betrieb von EWSF könnten sowohl den Untergrund als auch die Oberfläche beeinträchtigen. Während der Bauphase besteht insbesondere die Gefahr von irreversiblen Bodenverdichtungen durch Bohrarbeiten oder Baumaschinenverkehr. Im Betrieb könnten allfällige Veränderungen der Bodentemperatur das Begleitgrün beeinflussen.
- *Dauer der Auswirkungen auf die Ökologie:* Es gilt, zwischen temporären Störungen, wie sie während der Bauphase auftreten, und langfristigen Effekten, etwa durch thermische Veränderungen des Bodens, zu unterscheiden.
- *Auswirkungen auf die Nutzung und Instandhaltung:* EWSF könnten die Möglichkeiten zur Nutzung von Rasensport- und Kunstrasenflächen einschränken. Aspekte wie die Beleuchtung des Sportfeldes,

Bewässerungsanlagen oder Ballfangnetze müssen in die Planung integriert werden.

- *Betriebseinschränkungen während der Bauzeit:* Der Bau von EWSF führt zu einem vollständigen Nutzungsausfall der betroffenen Flächen während der Bauzeit und einige Wochen danach, bis der Sportrasen nachgewachsen ist. Es ist darauf zu achten, dass die Sperrung der Spielfelder und mögliche Verzögerungen die sportliche Nutzung so wenig wie möglich beeinträchtigen. Eine sorgfältige Planung der Bauzeit ist unerlässlich.

Die Diskussionspunkte des Workshops zeigten, dass klare Prozesse in der Strategiephase und die Koordination zwischen den Baulosen während der Bauphase für eine erfolgreiche Umsetzung unerlässlich sind. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen in die weiteren Arbeitsschritte zur Erstellung der Handlungsanweisung ein.

Die zweite *Sitzung am 19. September 2024* [4] vertiefte den «Handlungsbedarf» insbesondere hinsichtlich der Temperatureinflüsse auf die Begleitvegetation im Bereich der EWS und der Organisationsstrukturen für die Strategie- und Bauphasen. Die Begleitgruppe hat beschlossen, die Handlungsanleitung zur Minderung der festgestellten Auswirkungen in Form einer Checkliste über alle SIA-Phasen und die beteiligten Akteur\*innen zu erstellen. Nützliche Informationen finden Planer\*innen themenspezifisch in den Modulen (Modul 1-4).

In dieser Begleitgruppensitzung wurde der Antrag gestellt, das Thema Temperaturauswirkungen von EWSF auf die Begleitvegetation in einem Projektausschuss auf DC-Ebene (GSZ/EB) vorzustellen, um die Entscheidung herbeizuführen, dass dieses Thema in diesem Projekt ausreichend geklärt ist.

Im *Projektausschuss auf DC-Ebene (GSZ/EB)* vom 7. November 2024 wurde die Frage diskutiert, ob der derzeitige Kenntnisstand über die Temperaturveränderungen durch EWS in 0-1,5 m Tiefe ausreicht, um abschätzen zu können, ob das Pflanzenwachstum durch EWSF signifikant beeinflusst wird. Bisherige Projektergebnisse (vgl. Begleitdokument [5] und Anhang D):

#### *Einfluss auf die Bodentemperatur*

- Witterung und Jahreszeit beeinflussen die obersten Meter des Bodens.
- Jahreszeitliche Schwankungen wirken bis ca. 15 m Tiefe, Klimaänderungen bis 80 m Tiefe.
- Temperaturunterschiede zwischen Bodentemperatur (1,5 m Tiefe) und Soletemperatur der EWS sind gering.

#### *Einflussfaktor Sonneneinstrahlung*

- Der Einfluss der Globalstrahlung auf die obersten 5 m des Bodens ist ca. 500-mal grösser als der Betrieb einer EWS. Der Faktor variiert je nach Jahreszeit (Winter: 50-fach, Sommer: 900-fach).

### Betriebscharakteristik von Erdwärmesonden

- Erdwärmesonden sind nicht kontinuierlich in Betrieb, wodurch sich die Bodentemperaturen (Tiefe 0-1,5 m) in den «Pausen» schnell erholen können.

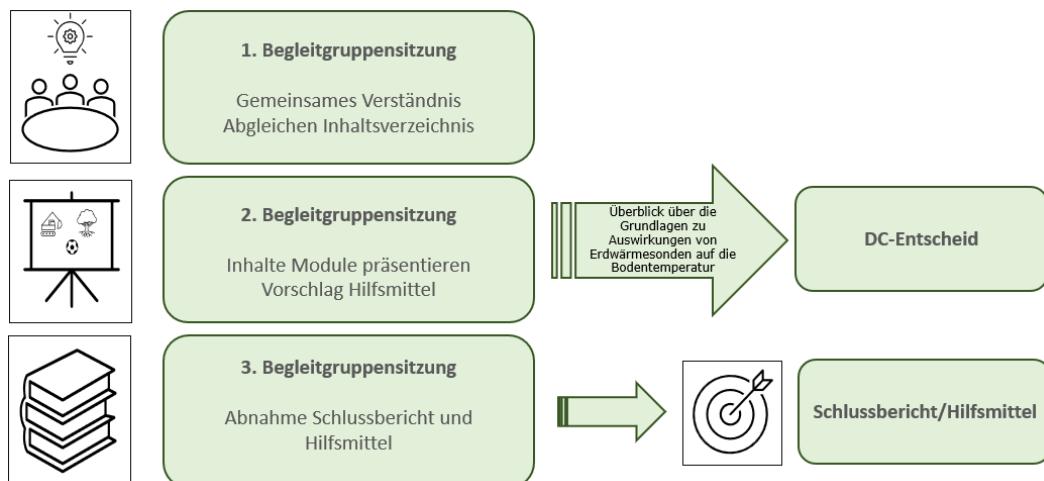
Da aus der Literatur keine Erkenntnisse vorliegen, werden Modellierungen oder Messungen als mögliche Massnahmen vorgestellt und diskutiert.

*Der Projektausschuss auf DC-Ebene (GSZ/EB) entschied, dass die Projektergebnisse [5] zu den Temperatureinwirkungen auf die Begleitvegetation mit dem Fokus Sportrasen ausreichend sind und keine weiteren Messungen oder Modellierungen für das vorliegende Projekt erforderlich sind.*

Der Abschlussbericht (Projektbericht) wurde in der *3. Sitzung* der Begleitgruppe am *9. Dezember 2024* [6] verabschiedet. An dieser Begleitgruppensitzung wurde auch die kontinuierliche Weiterentwicklung der praxisnahen Checkliste beschlossen.

Die praxisnahe Checkliste wird durch Erfahrungsrückmeldungen aus Pilotprojekten (z. B. von ewz, GSZ oder privaten Anwender\*innen) weiterentwickelt, wobei Grün Stadt Zürich (GSZ) Feedback von Projektbeteiligten sammelt. Die Arbeitsgruppe Energieversorgungsplanung (AG EVP) unter Leitung der Energiebeauftragten koordiniert die Optimierung, klärt offene Fragen und sorgt für regelmässige Updates. Best Practices und Lessons Learned werden zielgerichtet an relevante Akteur\*innen wie GSZ, AHB, ewz und die Energiebeauftragte kommuniziert.

Die Begleitgruppe leistete damit einen wichtigen Beitrag zur Klärung fachlicher und organisatorischer Fragen und stellte sicher, dass der Austausch zwischen den Stakeholdern zielgerichtet erfolgte. Der Prozess wurde von Ecosens moderiert.



**Abbildung 2:** Vorgehen der Begleitgruppe [3].

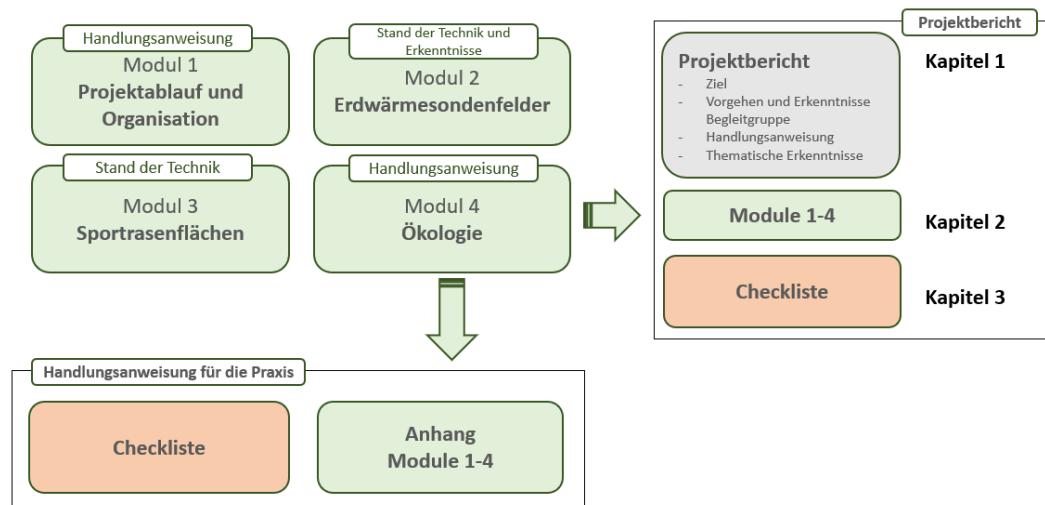
### Resultat

Die Begleitgruppe stellte fest, dass die vorgeschlagenen Abläufe und Organisations-

strukturen sowie der frühzeitige Einbezug des Sportamtes und von GSZ eine Umsetzung der EWSF im Einklang mit den Bedürfnissen von Nutzer\*innen, Sportrasen und Begleitgrün ermöglichen. Zudem konnte der Temperatureinfluss der EWSF auf das Begleitgrün aufgezeigt werden, wodurch die Realisierung weiterer EWSF nicht infrage gestellt wird.

#### 1.4 Handlungsanweisung für die Planung (vgl. Kapitel 2 und Kapitel 3)

Ziel der Begleitgruppe und der Projektleitung war es, eine praxisorientierte Handlungsanweisung als Checkliste für die Gesamtprojektleitung Bau eines EWSF zu entwickeln. Diese soll ein gemeinsames Verständnis der Anforderungen fördern, klare Aufgabenverteilungen schaffen und eine nachhaltige und standardisierte Planung von EWSF ermöglichen.



**Abbildung 3:** Kapitel 2 und 3 des Projektberichtes werden zur Handlungsanweisung

Die Handlungsanweisung mit der Checkliste und den Modulen 1 bis 4 steht nach Abschluss des Projektes zukünftigen Planer\*innen von EWSF zur Verfügung. Die Checkliste als Handlungsanweisung ist als Prototyp konzipiert und wird durch Rückmeldungen aus der Praxis weiterentwickelt. Sie bietet Gesamtplaner\*innen eine solide Grundlage für die erfolgreiche Planung und Umsetzung von Projekten mit EWSF.

Damit die Handlungsanweisung nach Abschluss des Projektes in sich abgeschlossen ist, kann es zu Wiederholungen im Projektbericht in Kapitel 2 und 3 kommen.

#### 1.4.1 Module 1-4:

Die Module fördern ein gemeinsames Verständnis, damit zukünftige Planungen rechtzeitig alle Aspekte berücksichtigen. Sie bieten eine thematische Vertiefung in die relevanten Planungs- und Umsetzungskonfliktfelder:

- Projektlauf und Organisation bei der Planung und Realisierung (Modul 1),
- EWSF mit Fokus auf die Temperatur in 0-1,5 m Tiefe (Modul 2),
- Sportrasen (Modul 3) mit dem Fokus auf Bauweise der Rasenfläche und Be- und Entwässerung und
- ökologische Aspekte mit dem Fokus auf Boden und Begleitgrün (Modul 4).

Sie zeigen den aktuellen Standard und das breite Anforderungsfeld für die Planung und Realisierung, ersetzen jedoch keine detaillierten Planungsgrundlagen für Fachexpert\*innen. Auf Ansprechpartner\*innen oder Normen wird verwiesen, diese werden jedoch nicht erläutert.



**Abbildung 4:** Übersicht der Module

#### Projektlauf und Organisation bei der Planung und Realisierung (Modul 1)

Zwei Schemata schaffen Klarheit über die Rollen und Verantwortlichkeiten bei Vorstudien und Machbarkeitsabklärungen in der SIA-Phase 2 und erleichtern die strategische Planung. Der Ablauf ist unterschiedlich, je nachdem ob der Initiator des Vorhabens ein\*e private\*r Energieversorger\*in, die/der Eigentümer\*in oder das ewz als städtischer Energieversorger ist.

Für die SIA-Phasen 3 bis 5 werden zwei Projektorganisationen empfohlen. Das Organigramm stellt die beteiligten Stellen dar, zeigt Schnittstellen auf und unterstützt die Koordination zwischen Auftragnehmer\*in und Beteiligten. Dabei wird unterschieden zwischen Initiant\*in Energieversorger\*in (ewz) und Auslöser einer Sanierung einer Sportanlage.

#### Fachmodule EWSF, Sportrasen und Ökologie (Module 2-4)

Die Module bündeln die in den Begleitgruppensitzungen erarbeiteten Grundlagen und liefern Hintergrundinformationen zu den Themen EWSF, Sportrasen und Ökologie.

### **1.4.2 Checkliste für Gesamtprojektleitung EWS über alle SIA-Phasen**

Die Begleitgruppe empfiehlt die Entwicklung einer klar strukturierten und leicht verständlichen Arbeitshilfe in Form einer Checkliste. Sie soll den Planer\*innen und der Energieversorger\*in als Hilfestellung für die Planung zukünftiger Projekte dienen.

Die interaktive Checkliste stellt die Aufgabenverteilung während der verschiedenen Phasen der SIA sicher und ermöglicht die effiziente Einbindung aller relevanten Akteure zum richtigen Zeitpunkt.

#### **Funktionen der Checkliste**

- Gliederung nach SIA-Phasen: Die Checkliste ist in die Phasen Vorstudie, Projektierung, Planung und Ausführung gegliedert.
- Aufklappbare Textfelder: Für jede Phase werden die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der beteiligten Akteure übersichtlich dargestellt.
- Die Checkliste gibt Anweisungen, um sicherzustellen, dass alle relevanten Schritte berücksichtigt werden.

#### **Ziele der Checkliste**

- ➔ Koordination: Sie unterstützt den strukturierten Einbezug der Akteur\*innen und fördert die Koordination zwischen Gesamtprojektleitung, Erdwärmesondenfeld-Unternehmen (Technik, Tiefbau, Bohrfirma), Sportrasenplaner\*in, Begleitgruppe der Stadt Zürich, Bodenkundlicher Baubegleitung und Sicherheitsbeauftragten.
- ➔ Effiziente Umsetzung: Die klare Zuordnung von Aufgaben und Schnittstellen ermöglicht einen reibungslosen Projektlauf.
- ➔ Berücksichtigung aller Aspekte: EWSF, Sportrasen und Begleitgrün werden gleichwertig in die Planung und Umsetzung integriert.

Diese Checkliste ist das zentrale Element der Handlungsanweisung und dient als Grundlage für die gesamte Projektorganisation.

## 1.5 Die wichtigsten thematischen Erkenntnisse

### 1.5.1 Bodentemperatur und Einflüsse der Erdwärmesonden (vgl. Modul 2)

#### Ausgangslage

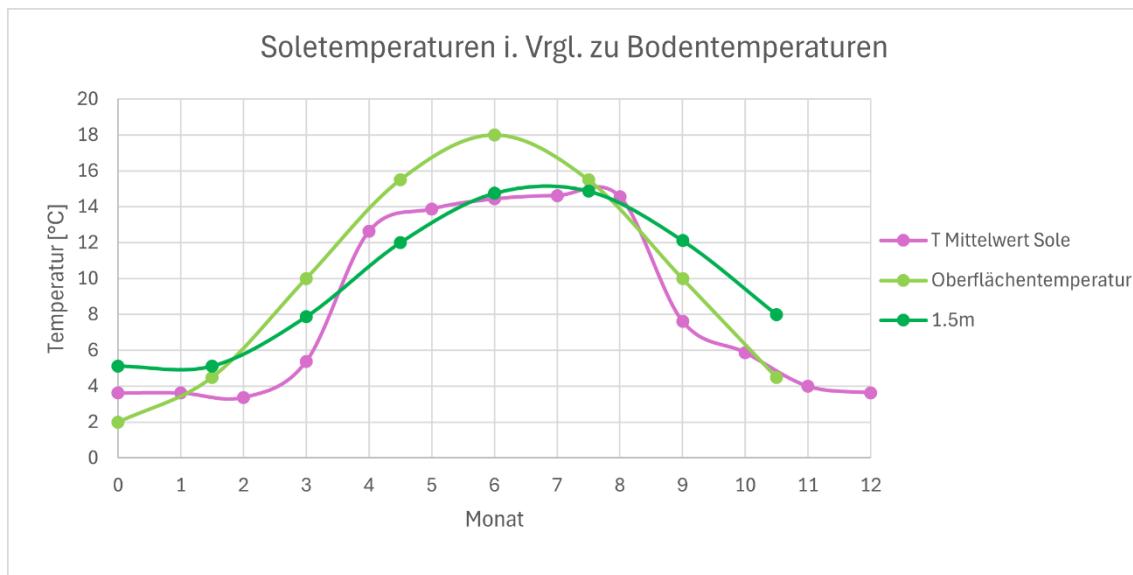
Die Bodentemperatur ist in den obersten Metern variabel: An der Oberfläche schwankt sie jahreszeitlich bedingt um ca. 16°C und stabilisiert sich ab ca. 15 m Tiefe bei ca. 10°C. In städtischen Gebieten ist sie aufgrund anthropogener Einflüsse oft höher als in ländlichen Regionen.

EWS entziehen intermittierend Wärme aus über 100 m Tiefe. EWSF werden nach SIA-Norm 384/6 so dimensioniert, dass die minimale Rücklauftemperatur der Sole nicht kälter als -3°C wird. Die tiefste Soletemperatur wird Ende Februar während zwei Tagen Dauerheizbetrieb simuliert.

Die EWS-Zuleitungen zwischen Bohrung und Wärmepumpe verlaufen in einer Tiefe von ca. 1,5 m und stehen potenziell im Austausch mit der Begleitvegetation, auf die sich diese Untersuchung konzentriert.

**Resultate** (vgl. Modul 2, Begleitdokument Projektausschuss auf DC-Ebene (GSZ/EB) (Anhang D) und Checkliste)

Die durchgeführten Abklärungen konnten zeigen, dass diese Zuleitungen keinen erheblichen Temperatureinfluss auf das Begleitgrün und den Sportrasen haben. Detaillierte Informationen finden sich in Kapitel 2 Modul 2.



**Abbildung 5:** Gegenüberstellen der saisonalen Bodentemperaturen beim Dolder, Zürich an der Erdoberfläche (hellgrün) und in 1.5 m Tiefe (dunkelgrün) [18] zu der mittleren Soletemperatur des EWSF des Schulhauses «Aemtler» (pink) [21].

### 1.5.2 Sportrasenflächen über EWSF

#### **Ausgangslage**

Sportrasenflächen erfordern eine sorgfältige Planung, einen fachgerechten Bau und eine kontinuierliche Pflege, um eine sichere und langlebige Spielfläche zu gewährleisten. Dabei sind Eigenschaften wie Wasserableitung und Ebenheit entscheidend, um Verletzungsrisiken zu minimieren und optimale Spielbedingungen zu schaffen.

#### **Erkenntnis**

In der Praxis führen jedoch eine unzureichende Kommunikation und Koordination zwischen den Beteiligten häufig zu Verzögerungen, erhöhten Pflegekosten und mangelnder Qualität der Rasenflächen. Insbesondere Verdichtungen des Untergrundes durch Bautätigkeiten wie z.B. die Erstellung von EWSF können den gewünschten Wasserabfluss der Rasenfläche erheblich beeinträchtigen und damit die Funktionalität und Haltbarkeit der Fläche gefährden.

#### **Resultat** (Vgl. Modul 3 und Checkliste)

Eine frühzeitige Zustandsanalyse des Untergrundes, die Abstimmung mit den Planenden des EWSF und den Nutzenden des Sportplatzes sowie eine kontinuierliche Qualitätskontrolle sind daher unerlässlich, um Planungsfehler zu vermeiden und die langfristige Bespielbarkeit der Flächen sicherzustellen. Ein standardisiertes Abnahmeprotokoll und eine enge projektbegleitende Zusammenarbeit tragen wesentlich zur erfolgreichen Umsetzung bei.

### 1.5.3 Rasentragsschicht des Sportrasens

#### **Ausgangslage**

Sportrasenflächen erfordern einen technischen Bodenaufbau, um den vielfältigen Anforderungen gerecht zu werden. Sportrasenflächen werden auf einer Rohplanie mit folgenden Schichten aufgebaut: Entwässerungsschicht (Drainage), Rasentragsschicht und Rasendecke.

Ein natürlich gewachsener Boden hingegen besteht aus dem A-Horizont (humusreicher Oberboden), dem B-Horizont (Unterboden) und dem C-Horizont (Untergrund).

#### **Erkenntnis**

Bei der Anlage von Sportrasenflächen wird der natürliche Bodenaufbau durch den Einbau von Drainagen gestört.

Auch bei Sporrasen ist ein sorgfältiger Umgang mit dem Boden unerlässlich. Bodenverdichtungen durch Bohrungen oder Tiefbauarbeiten sind irreversibel und erfordern oft eine Überarbeitung des Entwässerungskonzeptes.

## **Resultat**

Frühzeitige Erfassung der Bodenstruktur (z. B. lehmiger Unterboden) und die Einhaltung von Standards der bodenkundlichen Baubegleitung, wie z.B. das Vermeiden von Befahren der nassen Böden und die fachgerechte Bodenzwischenlagerung (z. B. Begrünung der Bodendepots), sichern die Bodenfunktion und -qualität nachhaltig.

### **1.5.4 Bodenschutz beim Bau von EWSF**

#### **Ausgangslage**

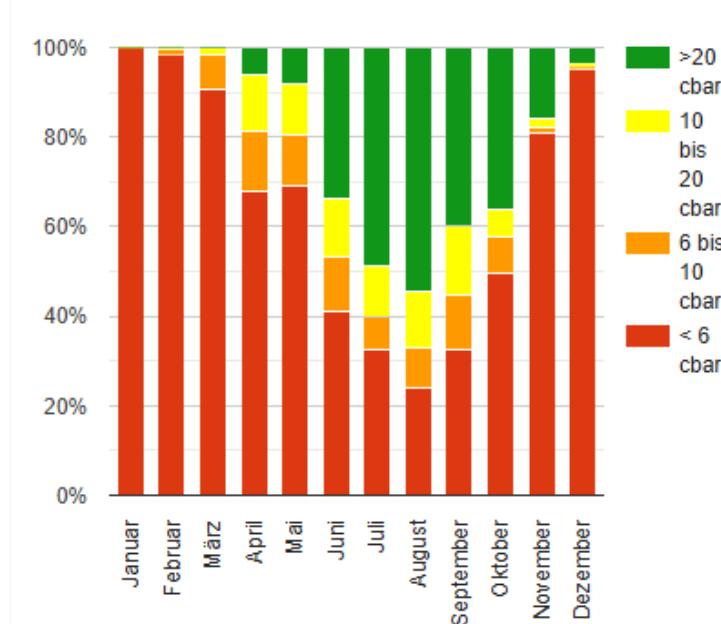
Sportrasenflächen benötigen einen gut durchlässigen Untergrund und eine zuverlässige Wasserableitung. Verdichtungen durch schwere Maschinen bei Tiefbauarbeiten oder Bohrungen für Erdwärmesonden beeinträchtigen diese Eigenschaften irreversibel, insbesondere bei nassen Böden.

#### **Erkenntnis**

Bodenschutzrichtlinien verbieten das Befahren bei Saugspannungen unter 10 cbar. In Zürich waren diese Bedingungen in den letzten zehn Jahren nur von Juni bis September erfüllt.

#### **Resultat** (vgl. Modul 4 und Checkliste)

Bei Arbeiten ausserhalb dieser Zeit ist eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) zwingend erforderlich. Schutzmassnahmen wie z.B. Baggermatratzen müssen bereits in der Machbarkeitsstudie (Kosten und Terminplan) berücksichtigt, in der Ausschreibung gefordert, während der Bauzeit umgesetzt und durch die BBB überwacht werden.



**Abbildung 6:** Mittlere Saugspannungsverteilung der Jahre 2013-2023 am Standort Reckenholz [36].

Abgetragener Boden soll grundsätzlich wiederverwendet werden, um die knappe Ressource Boden zu schonen. Dazu sind fachgerecht geplante Bodenzwischenlager erforderlich. Bereits im Vorprojekt ist ausreichend Platz einzuplanen und die Entwässerung des Bodenzwischenlagers sicherzustellen. Während der Bauphase ist auf ein fachgerechtes Abtragen des Bodens und den Aufbau des Depots zu achten. Einen Ansaat des Depots verhindert Erosion und Verschlammung. Die BBB begleitet und überwacht den gesamten Prozess.

### **1.5.5 Begleitgrün in Sportanlagen mit EWSF**

#### **Ausgangslage**

Ziel des Begleitgrüns bei Sportanlagen ist es, den ökologischen Wert und die ästhetische Qualität der Anlage zu verbessern.

#### **Erkenntnis**

Angesichts der durch die Klimaerwärmung steigenden Temperaturen im städtischen Raum und der Zunahme von Hitzetagen spielt das Begleitgrün eine entscheidende Rolle. Es wirkt als eine natürliche Kühlung. Allerdings wird die Resilienz sowohl der Sportrasenflächen als auch des Begleitgrüns durch häufigere Hitzetage erheblich beeinträchtigt.

#### **Resultat** (vgl. Modul 1 und Checkliste)

Damit das Begleitgrün diese Funktionen effektiv erfüllen kann, ist eine abgestimmte und sorgfältige Planung der EWSF unerlässlich.

## 2 MODULE STAND DER TECHNIK UND HANDLUNGSANWEISUNG

Die vorliegende Handlungsanweisung bietet eine strukturierte Grundlage für die Planung und Umsetzung von Projekten mit Erdwärmesondenfeldern (EWSF). Sie basiert auf den Erkenntnissen und Empfehlungen der Begleitgruppe und wurde entwickelt, um den Planungsprozess über alle relevanten SIA-Phasen hinweg zu unterstützen. Dabei steht die Integration von technischen, ökologischen und organisatorischen Aspekten im Vordergrund, um eine nachhaltige und effiziente Umsetzung zu gewährleisten.

Zentraler Bestandteil des Leitfadens sind die Fachmodule 1-4 sowie eine interaktive Checkliste, die als praxisorientierte Arbeitshilfe konzipiert wurde.

Die Module bieten eine thematische Vertiefung in den für den Bau von EWSF relevanten «Planungs- und Umsetzungskonfliktfeldern»:

- Organisation der Strategie- und Planungsphase (Modul 1 – Handlungsanweisung),
- EWSF mit Fokus auf die Temperatur in 0-1,5 m Tiefe (Modul 2 – Stand der Technik),
- Sportrasen mit dem Fokus Bauweise der Rasenfläche und Be- und Entwässerung (Modul 3- Stand der Technik),
- ökologische Aspekte mit dem Fokus Boden und Begleitgrün (Modul 4 - Handlungsanweisung).

Dabei werden aktuelle Standards dargestellt, die als Orientierungshilfe für die beteiligten Akteure dienen, ohne jedoch detaillierte Fachplanungen zu ersetzen.

Die Checkliste wiederum gliedert die Aufgaben und Verantwortlichkeiten klar nach den SIA-Phasen 2 bis 5 und berücksichtigt alle relevanten Akteure. Als interaktives Arbeitsmittel fördert sie eine effiziente Koordination zwischen Planer\*innen, Energieversorger\*innen und weiteren Beteiligten. Als Checkliste unterstützt sie zudem die gleichwertige Integration von EWSF, Sportrasen und Begleitgrün in den Planungsprozess.

Ziel dieser Handlungsanweisung ist es, ein gemeinsames Verständnis der Anforderungen zu schaffen, eine klare Aufgabenverteilung sicherzustellen und den Weg für eine nachhaltige und standardisierte Planung zukünftiger Projekte mit EWSF zu ebnen. Die Checkliste bleibt vorerst ein Prototyp, der sich in Pilotprojekten bewähren soll und eine wertvolle Grundlage für die Weiterentwicklung von Planungsinstrumenten in diesem Bereich bietet.

## 2.1 Modul 1 – Projektablauf und Organisation

### Handlungsanweisung



### Inhalt

- 2.1.1 Entscheidungsprozesse und Organisationsstrukturen
- 2.1.2 Strategische Phase 1: Themenkarte Potentialflächen
- 2.1.3 SIA-Phase 2: Machbarkeit
- 2.1.4 SIA-Phase 31-53 Projektorganisation

### 2.1.1 Entscheidungsprozesse und Organisationsstrukturen

Im Folgenden werden die Entscheidungsprozesse und Organisationsstrukturen beschrieben für den Bau von EWSF, die auf den Potentialflächen der kommunalen Energieplanung realisiert werden (vgl. Themakarte 10). Sie sollen helfen, die Abläufe zu verstehen und damit ein breit abgestütztes und rasches Vorgehen bei der Realisierung von EWSF auf Sportanlagen oder Schulhausarealen zu erreichen.

Die Gliederung erfolgt nach den SIA-Phasen.

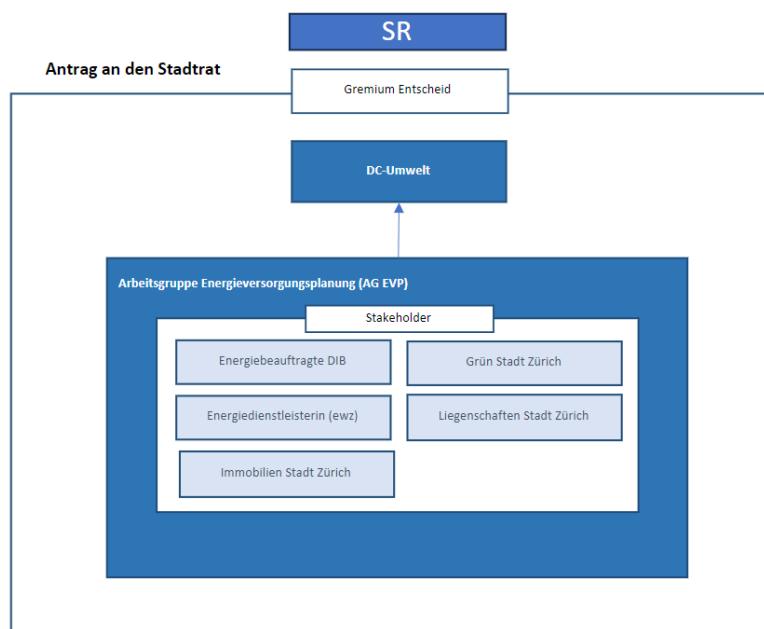
Die nachfolgenden Entscheidungsprozesse und Organisationsstrukturen werden anhand von Schemata veranschaulicht, die im Anhang C zusätzlich als A4-Auszug zur Verfügung gestellt werden.

### 2.1.2 Strategische Phase 1: Themenkarte Potentialflächen EWSF

**Ziel:** Die Themenkarte (vgl. Kapitel 1 **Abbildung 1:** Kommunale Energieplanung: STRB Nr. 1077/2016 Themenkarte 10 Einsatz von Erdwärmesonden [1]) zeigt das Potenzial der städtischen Flächen, die für EWSF genutzt werden können. Ziel der Themenkarte ist es, das Potenzial sichtbar zu machen und als Energiequelle für Nahwärmeverbünde oder thermische Netze zur Verfügung zu stellen.

**Beteiligte:** Die Arbeitsgruppe Energieversorgungsplanung (AG EVP), bestehend aus verschiedenen städtischen Dienststellen und Energie 360°, erarbeitet Vorschläge für die Themenkarte Potenzialflächen Erdwärmesondenfelder der kommunalen Energieplanung.

Der Stadtrat beschliesst die kommunale Energieplanung inkl. der Themenkarte Potenzialflächen. Damit können die Potenzialflächen Dritten für die Wärmegewinnung mittels EWSF zur Verfügung gestellt werden.



**Abbildung 7:** Involvierte Akteure bei der Festsetzung der Themenkarte Potenzialflächen EWSF im Rahmen der kommunalen Energieplanung.

### 2.1.3 SIA-Phase 2: Machbarkeit

In der Machbarkeitsphase werden zwei Ausgangssituationen mit unterschiedlichen Initiatoren beschrieben.

Die in den Abbildungen mit X gekennzeichneten negativen Entscheidungen bedeuten, dass das EWSF nicht realisiert wird.

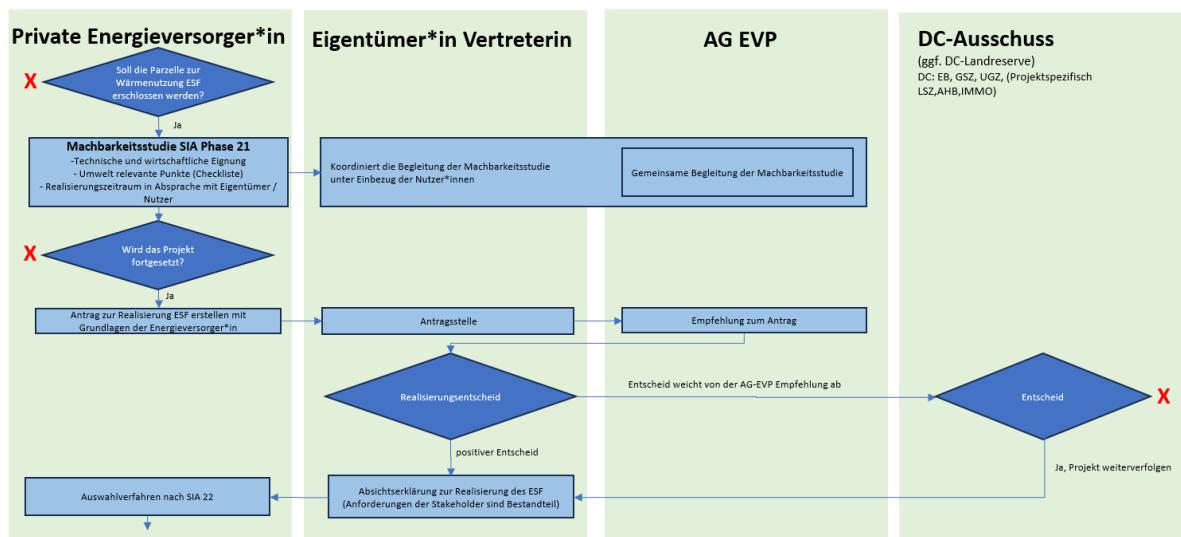
#### Variante A: Initiator ist ein\*e private\*r Energieversorger\*in

Der Prozess, wie ein\*e private\*r Energieversorger\*in vorgehen muss, um städtische Potenzialflächen für EWSF zu erschliessen, ist im folgenden Ablaufdiagramm dargestellt.

Die zentrale Verantwortung liegt bei der zuständigen Dienstabteilung, die als Eigentümervertretung und Ansprechpartner\*in für die/den private\*n Energieversorger\*in fungiert.

Die AG EVP begleitet die Machbarkeitsstudie und gibt der Eigentümervertreter\*in eine Empfehlung, ob die Fläche der/dem privaten Energieversorger\*in zur Verfügung gestellt werden soll. Dabei berücksichtigt die AG EVP, ob das Potenzial effizient (vollständig) genutzt und die Energie zielgerichtet eingesetzt wird.

Kommt die Eigentümervertretung zu einer abweichenden Entscheidung gegenüber der Empfehlung der AG EVP, entscheidet der DC-Ausschuss abschliessend, ob die Fläche der/dem privaten Energieversorger\*in zur Verfügung gestellt wird.

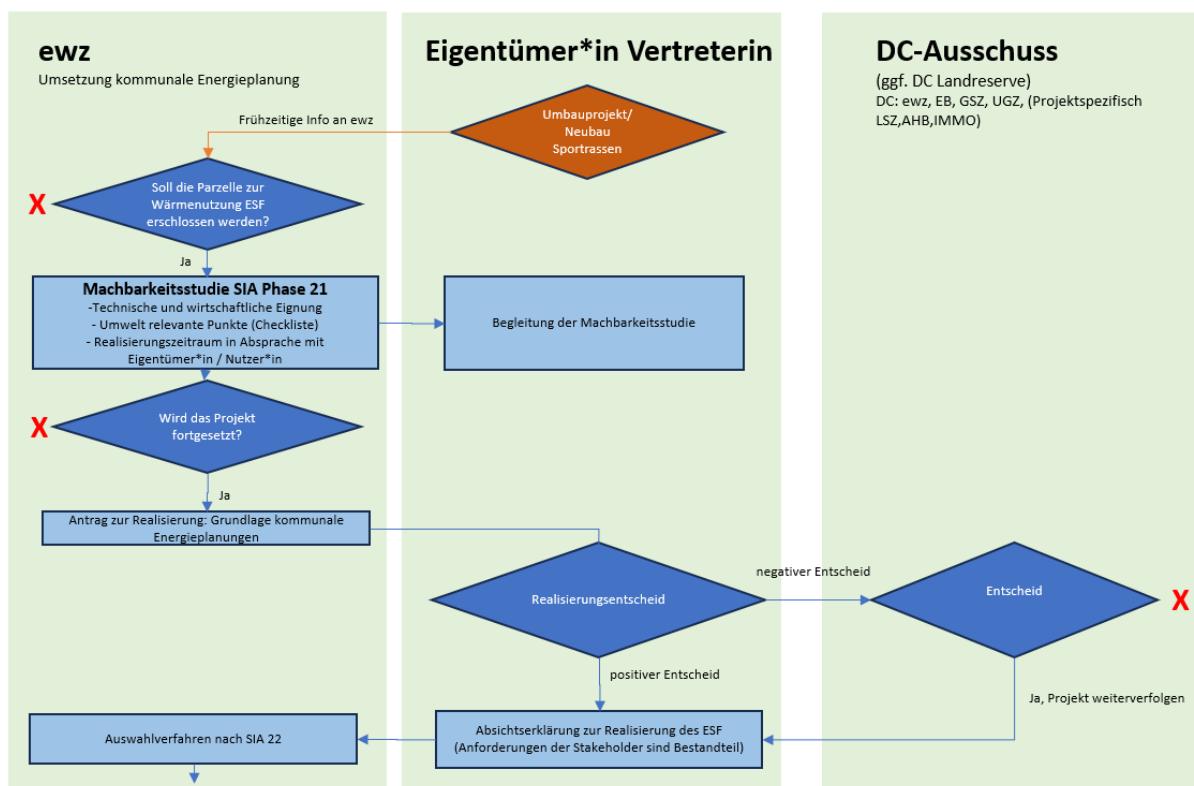


**Abbildung 8:** Variante A zeigt den Entscheidungsweg, falls die Initierung durch eine\*n private\*n Energieversorger\*in erfolgt. In diesem Fall wird die Machbarkeitsstudie durch die AG EVP begleitet. X kennzeichnet eine negative Entscheidung.

## **Variante B: Initiatoren sind Eigentümer\*innen-Vertreter\*innen oder das ewz (Umsetzung eines öffentlichen Auftrags)**

Dieser Prozess beschreibt den Ablauf, wenn das ewz die Potenzialflächen nutzen möchte, um Energiequellen für die thermischen Netze im Rahmen eines öffentlichen Auftrags bereitzustellen. Die AG EVP ist in diesem Fall nicht beteiligt, da die Nutzung des lokalen Umweltwärmepotenzials durch das ewz bereits im Rahmen der kommunalen Energieplanung festgelegt ist.

Falls die Eigentümervertretung Einwände gegen die Nutzung der Potenzialfläche erhebt, entscheidet der DC-Ausschuss abschliessend, ob die Fläche dem ewz zur Erfüllung des öffentlichen Auftrags zur Verfügung gestellt wird oder nicht.



**Abbildung 9:** Variante B zeigt den Entscheidungsweg, falls die Initiierung durch die Vertretung der Eigentümer\*in erfolgt. X kennzeichnet eine negative Entscheidung.

### **2.1.4 SIA-Phase 31-53 Projektorganisation**

Die folgenden Organigramme stellen eine Empfehlung für die Projektorganisation in der Planungs- und Realisierungsphase dar. Damit soll sichergestellt werden, dass die relevanten Organisationen und Beteiligten zum richtigen Zeitpunkt in das Projekt eingebunden werden, sodass allen Aspekten ausreichend Rechnung getragen wird. Für die Planung und Realisierung hat die Begleitgruppe die folgenden Organisationsstrukturen definiert, die vom jeweiligen Projektinitiator abhängen. Die Realisierung

von EWS kann entweder durch eine Gelegenheit, wie die Neugestaltung eines Sportfeldes, oder auf Initiative einer Energieversorger\*in erfolgen, beispielsweise wenn ein Nahwärmeverbundsystem umgesetzt werden soll.

Die Stadt Zürich sieht vor, dass der Bau von EWSF unter Sportanlagen oder Schulhäusern immer von einer städtischen Begleitgruppe begleitet wird. Diese setzt sich aus Vertreter\*innen der folgenden Bereiche zusammen:

- Baum-, Boden- und Naturschutz sowie Gartendenkmalpflege von Grün Stadt Zürich (GSZ)
- Sportanlagen des Sportamtes
- Produktverantwortung Sport- und Badeanlagen
- Eigentümer\*in

Die Gesamtprojektleitung wird gebeten, sich bei Projektstart mit den zuständigen Bereichen in Verbindung zu setzen.

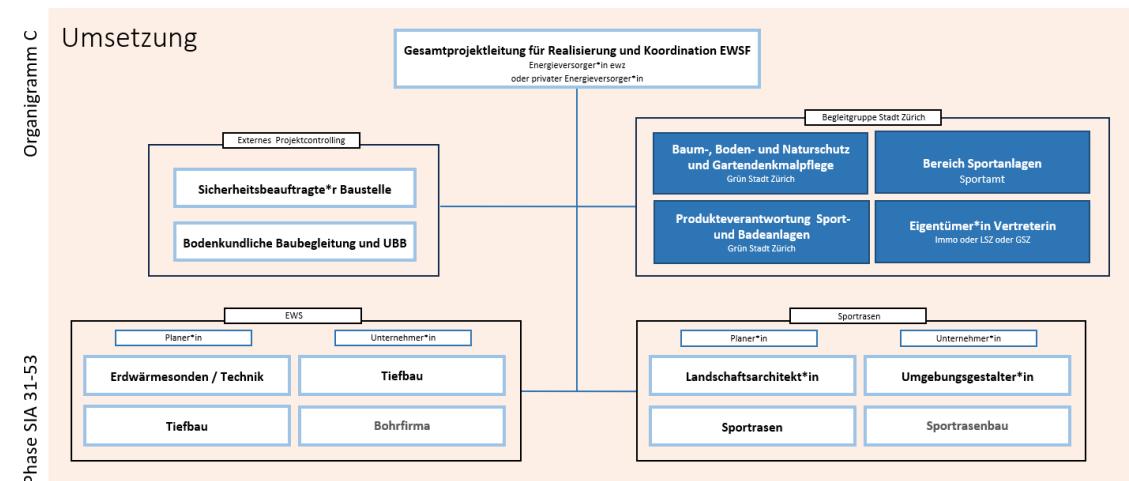
Die Koordination und Kontrolle der Schnittstellen zwischen den einzelnen Bau-Losen obliegt der Gesamtprojektleitung.

Der Sicherheitsbeauftragte der Baustelle kümmert sich auch um Sicherheitsaspekte, wie z.B. die Schulwegsicherung. Die Umweltbaubegleitung und die Bodenkundliche Baubegleitung unterstützen die Gesamtprojektleitung bei der Planung und führen Kontrollgänge während der Bauzeit durch. Umfang und Kommunikation werden vorab in einem Pflichtenheft Sicherheit, Umweltbaubegleitung (UBB) und Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) (vgl. Modul 4) festgelegt. Dies alles erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der oben genannten Begleitgruppe. Die Pflichtenhefte Sicherheit, UBB und BBB sind Bestandteil der Ausschreibungsgrundlagen in der SIA-Phase 4.

### Organigramm C: Initiation durch Energieversorger\*in (ewz oder privat)

Projekt: Bestehendes Sportfeld ohne Bedarf an Erneuerung des Sportfeldes seitens der Inhaber\*in oder der Nutzer\*innen

Voraussetzung: Realisierungsentscheid der Energieversorger\*in (ewz oder privat).



**Abbildung 10:** Organigramm C zeigt das Planungs- und Bauorganigramm im Falle einer Initiierung durch das ewz.

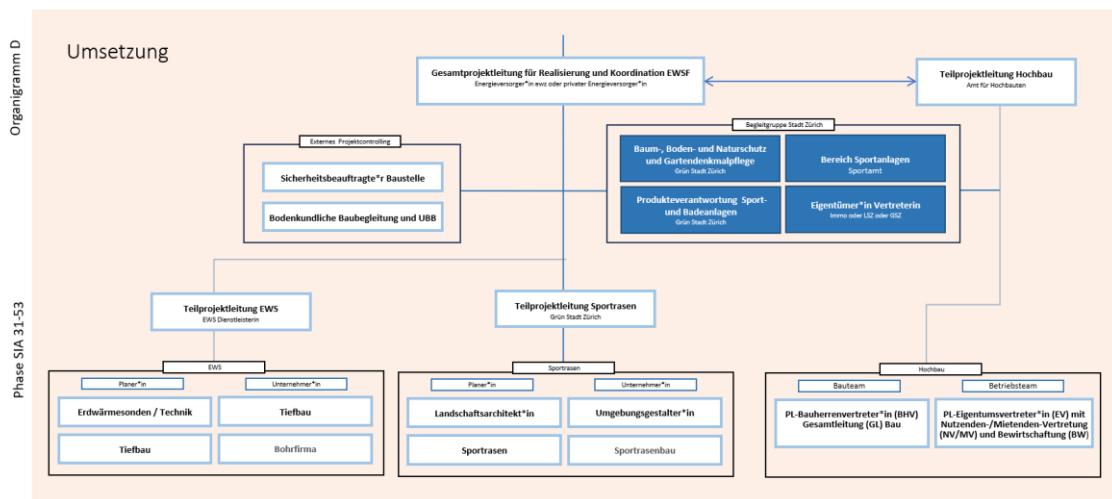
## Organigramm D: Auslöser Sanierung Sportanlage

*Initiant\*in:* Nutzer\*in (Sportamt/GSZ).

*Projekt:* Sanierung Sportanlage

*Voraussetzung:* Realisierungsentscheid des Wärmeabnehmers (ewz oder private\*r Energieversorger\*in vom EWSF).

Die Teilprojektleitung Hochbau richtet sich nach dem Handbuch Hochbau [7], welches die Rollen in Hochbauprojekten der Stadt Zürich beschreibt. Die Projektorganisation für die SIA-Phasen 3-5 ist in Kapitel 4.2 des Handbuchs beschrieben.



**Abbildung 11:** Organigramm D zeigt das Planungs- und Bauorganigramm im Falle einer Initiierung durch die private Erneuerung des Sportrasens oder Umbau des Sportfeldes.

Alle Diagramme aus dem Modul 1 sind in A4 Grösse im Anhang C zu finden.

## 2.2 Modul 2 – Erdwärmesondenfelder & -Speicher

Stand der Technik und Erkenntnisse Temperatur



### Inhalt

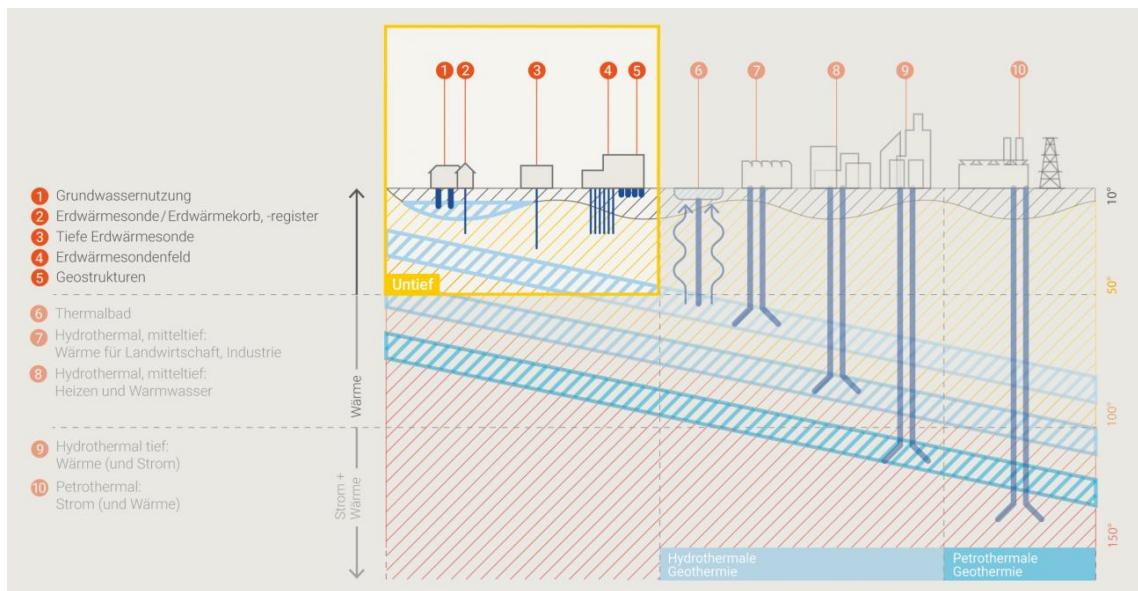
- 2.2.1 Erdwärmesondenfeld: Einleitung ins Thema
- 2.2.2 Funktionsweise einer
- 2.2.3 Materialanforderungen an
- 2.2.4 Auswirkungen von EWS und deren Zuleitungen auf die obersten Meter des Bodens
- 2.2.5 Bodentemperatur und Soletemperatur
- 2.2.6 Messdaten in der Stadt Zürich
- 2.2.7 Sonneneinstrahlung vs. Leistung/Wärmefluss EWS
- 2.2.8 Schlussfolgerung

## 2.2.1 Erdwärmesondenfeld: Einleitung ins Thema

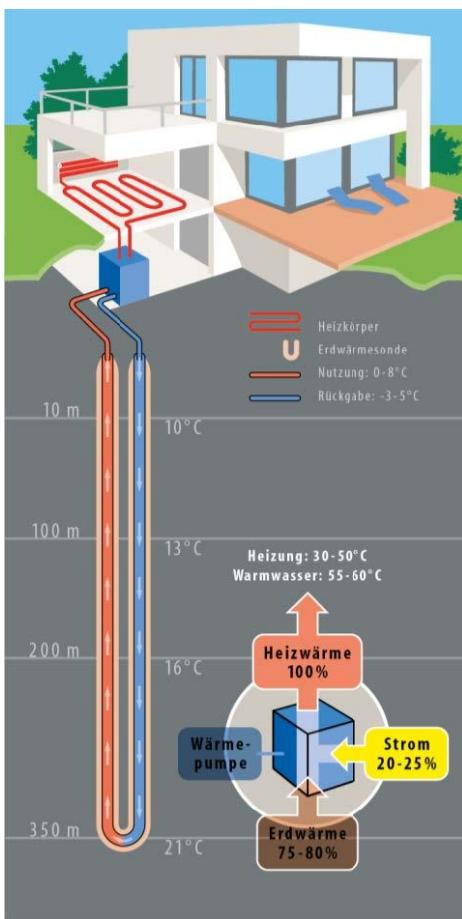
In diesem Modul wird zuerst eine grundlegende Übersicht zur Funktionsweise von Erdwärmesonden (EWS) und einigen damit verbundenen Materialanforderungen gegeben. Ziel ist es, ein Basisverständnis für die Nutzung von EWS zur Wärme-gewinnung und -speicherung zu vermitteln. Diese Informationen sollen als Grundlage für die weiterführenden Diskussionen zum Einfluss der EWS auf Sportrasenflächen und lokale Vegetation in der zweiten Modulhälfte dienen.

## 2.2.2 Funktionsweise einer EWS

Geothermie oder Erdwärme ist die gespeicherte Energie, die sich als Wärme unter der Erdoberfläche befindet. Mithilfe verschiedener Geothermieranlagen kann die Erdwärme je nach Ausgangslage und Zielansprüchen zur Wärme- oder Stromgewinnung genutzt werden. Dabei wird je nach Tiefe der geothermischen Anlage zwischen untiefen (bis 400 m) und tiefer Geothermie (ab 400 m) unterschieden. EWS sind Teil der untiefen Geothermie und werden zur Wärme-gewinnung oder als Speicher (heizen und kühlen) genutzt [11]. Mehrere EWS nebeneinander bilden ein Erdwärmesondenfeld (EWSF). **Abbildung 12** zeigt eine Übersicht über verschiedene Systeme zur Nutzung der Erdwärme. Für das Projekt «Erdwärmesondenfelder auf Sportrasenflächen» werden geothermische Anlagen der untiefen Geothermie (vgl. **Abbildung 12** Nr. 4) verwendet.



**Abbildung 12:** Übersicht Geothermie Typen [11] Nr. 3 zeigt eine einzelne tiefe Erdwärmesonde und Nr. 4 ein Erdwärmesondenfeld.



**Abbildung 13:** Schematische Darstellung der Funktionsweise einer Erdwärmesonde [16]

**Abbildung 13** zeigt schematisch die Funktionsweise einer EWS. Die EWS besteht aus zwei parallelen und unten U-förmig verbundenen Kunststoffrohren. In den Rohren zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf eine Trägerflüssigkeit (auch Sole oder Sondenfluid genannt), diese entzieht während der Zirkulation in der Sonde dem Untergrund Wärme. Eine Wärmepumpe an der Oberfläche entzieht dann dem Sondenfluid die enthaltene Wärme und nutzt diese zum Heizen oder zur Warmwasserbereitung im Haus (Weiterführende Informationen zur Funktionsweise einer Wärmepumpe können auf der [Website](#) der FWS [12] nachgelesen werden). Basierend auf diesem System kann die EWS nicht nur im Winter genutzt werden, um ein Haus zu heizen, sondern auch um dasselbe Gebäude im Sommer zu kühlen. Dabei wird überschüssige Wärme im Untergrund eingetragen. Dieser Vorgang wird Freecooling genannt [11][13].

### 2.2.3 Materialanforderungen an EWS

Die Rohrleitungen, welche für EWS verwendet werden, sollten korrosionssicher sein. Insbesondere geeignet sind daher Rohre aus reinen Kohlenwasserstoff-Polymeren, wie Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) oder Polybutylen (PB) [14]. Befinden sich in einem Bohrloch zwei Paar paralleler Rohrleitungen wird dies als Doppel U-Sonde bezeichnet. Die Doppel U-Sonde ist der in der Schweiz am häufigsten verwendete

Sondentyp. Der Leerraum zwischen der Sonde und der Bohrwand wird mit einer Hinterfüllung (Mörtel) aufgefüllt [8] [10].

Das Sondenfluid zirkuliert durch die Rohrleitungen, wobei gemäss den Vorgaben des SIA eine minimale mittlere Fluidtemperatur (definiert durch die Differenz zwischen Ein- und Austrittstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit) von -1,5°C einzuhalten ist. Falls diese Temperatur unterschritten wird und eine Vereisung droht, kann entweder die Leistung reduziert werden oder die EWS wird durch das Zuführen von Wärme regeneriert [15].

Das Sondenfluid besteht oft aus einem Wasser-Frostschutz-Gemisch. Die Verwendung dieser Solen stellt sicher, dass der Betrieb auch bei Minustemperaturen fortgeführt werden kann. Eine Sole, die aus einer Wasser-Ethylenglykol-Mischung besteht, ist bei bis zu -10°C frostsicher.

Es wird aber auch oft reines Wasser als Sondenfluid genutzt. Die ZHAW hat eine mehrjährige Studie durchgeführt, die zum Schluss gekommen ist, dass reines Wasser das beste Sondenfluid ist. Das Weglassen von Frostschutzmitteln hat verschiedene Vorteile. Es ist umweltfreundlich, billiger und führt zu einer niedrigeren Viskosität und somit einem geringeren Stromverbrauch der Umwälzpumpe. Um das Gefrieren des Wassers auch ohne Frostschutzmittel zu verhindern, sind zusätzliche Sondenmeter notwendig. Hierzu ist entweder eine vertiefte Bohrung der EWS um 30-50 % erforderlich, oder es müssen zusätzliche EWS installiert werden.[8]. Aus derselben Studie der ZHAW ist zudem ein umfassender Überblick über verschiedene Aspekte bei der Materialwahl beim Bau oder den Betrieb einer EWS hervorgegangen. Die entsprechenden Informationen sind auf der hierfür eigens eingerichteten [Webseite](#) einsehbar[9].

#### **2.2.4 Auswirkungen von EWS und deren Zuleitungen auf die obersten Meter des Bodens**

Derzeit gibt es keine Studien oder Erfahrungsberichte, die sich explizit mit der Auswirkung von EWS und deren Zuleitungen auf die obersten Meter des Bodens und somit auf das Pflanzenwachstum beschäftigt haben. Es gibt jedoch zwei Studien der Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW, Deutschland), *die den Einfluss von Fernwärmeleitungen (aber nicht EWS-Leitungen!) auf die Wurzeln untersucht haben*. Diese kommen zum Schluss, dass der physikalische Wärmeverlust von Fernwärmeleitungen weder einen positiv noch negativ erkennbaren Einfluss auf das Wurzelwachstum von Bäumen hat. Durch das gezielte Einbringen von poreurreichen Böden (Substraten) ist es möglich, das zukünftige Wurzelwachstum auf diese Bereiche zu konzentrieren und damit die Wahrscheinlichkeit eines Wachstums in eine unerwünschte Richtung (z.B. Leitungen) zu verringern. Eine schadensfreie Interaktion zwischen Wurzeln und Fernwärmeleitungen sei somit grundsätzlich möglich [25][26].

Diese Erkenntnisse beziehen sich aber auf Fernwärmeleitungen und können nicht direkt auf die Sole-Leitungen von EWS übertragen werden. Daher wird in den folgenden Unterkapiteln vertieft auf die vorhandenen Grundlagen dieser Thematik eingegangen und die darauf beruhenden Schlüsse für den Bau von EWS dargestellt.

## 2.2.5 Bodentemperatur und Soletemperatur

Die **Temperatur** des Bodens in den obersten Metern ist von Natur aus sehr variabel. Hinzu kommt der anthropogene Einfluss auf die Bodentemperatur. So sind zum Beispiel in urbanen Räumen höhere Bodentemperaturen zu erwarten als in landwirtschaftlichen Zonen [23].

Jedes EWSF wird je nach Energiebedarf bzw. Kühlbedarf dimensioniert und auf einer Fläche ausgelegt. Um die SIA-Norm 384/6 einzuhalten und damit die Sole in der EWS nicht einfriert, wird das Erdsondenfeld so dimensioniert, dass die minimale Rücklauftemperatur der Sole nicht kälter als -3°C wird. Gemäss SIA-Norm 384/6 wird die tiefste Temperatur der Sole in der Simulation in der Heizperiode bei kontinuierlicher Heizleistung über zwei Tage (Mindestdauer gemäss SIA-Norm 384/6 = 1 Tag) Ende Februar erreicht.

In einem EWSF wird die Bodentemperatur der obersten 0–1.5 m vom Erdreich neben der Sonneneinstrahlung von weiteren Faktoren beeinflusst:

- der Versickerung von Meteorwasser auf dem Erdsondenfeld
- die lokale mikro- und makroökologische Aktivität des Bodens
- die Verwurzelung des Bodens (Wurzeldichte im Boden)
- die lokale Bodenbeschaffenheit (Geologie, Schichtaufbau, Durchlässigkeiten der Schichten, Porosität)
- der Grundwasserstand
- anthropogene Bauten wie Keller in der Nähe des Erdsondenfelds
- der Geometrie der Auslegung der Erdsonden
- Abstände zwischen den Erdsonden

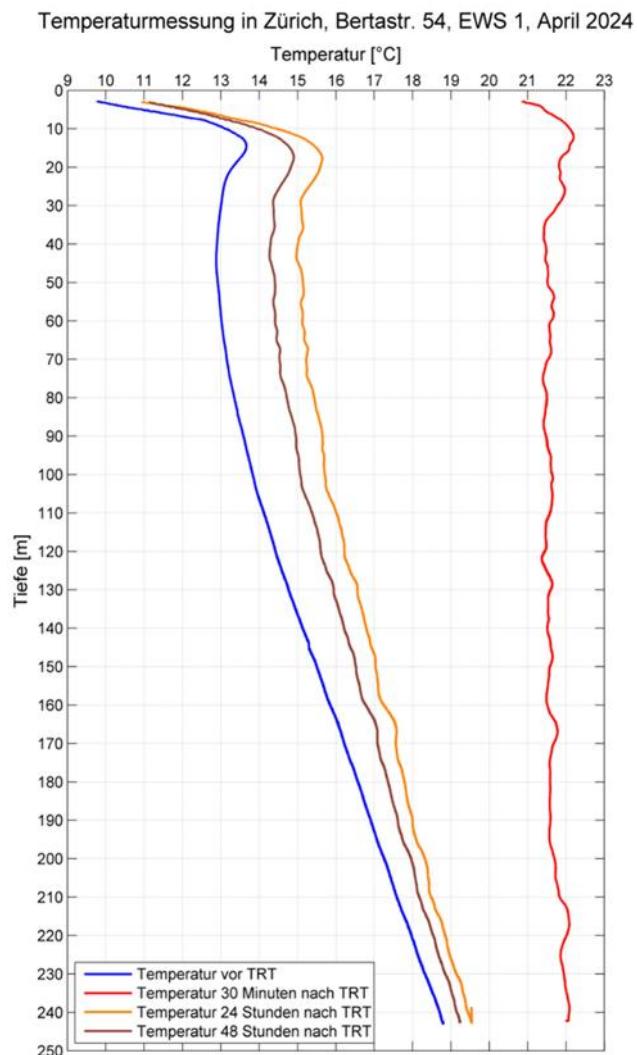
Neben der täglich variierenden Sonneneinstrahlung haben die oben genannten Bedingungen einen erheblichen Einfluss auf den Energiehaushalt im Boden und somit auf die Bodentemperatur.

Die Sonneneinstrahlung variiert nebst meteorologischen und klimatischen Faktoren für eine bestimmte Fläche auf folgendes:

- Breiten-/Längengrade
- Höhenmeter
- Jahreszeit
- Exposition
- Topografie
- Schattenwurf von Gebäude und der Vegetation (Bäume etc.)
- Wetterlage

Der Klimawandel führt zu einer langfristigen Erhöhung der Bodentemperaturen, da steigende Lufttemperaturen und häufigere Hitzewellen die Erwärmung des Bodens begünstigen.

## 2.2.6 Messdaten in der Stadt Zürich

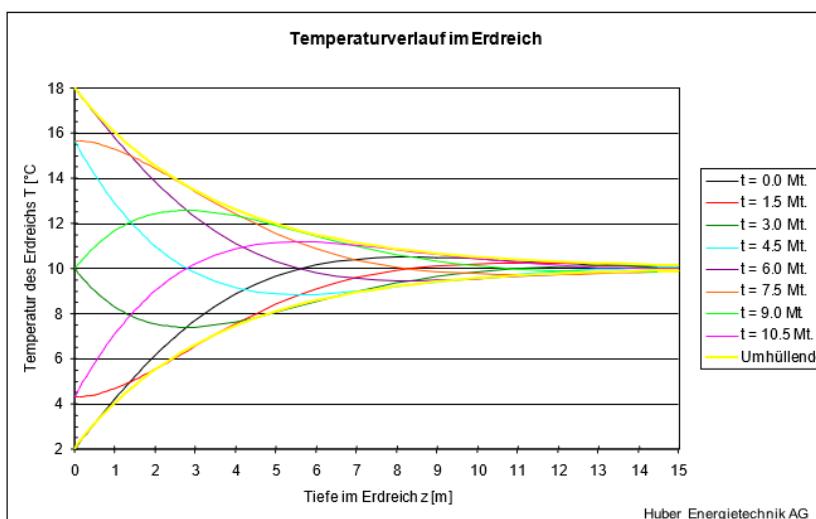


**Abbildung 14:** Erkenntnis aus einem TRT (Beispiel «Aemtler»)[20].

Bei den Testbohrungen im «Aemtler» [19] wurden Thermal Response Tests (TRT) [20] durchgeführt. Bei einem TRT wird in den Erdsonden Wasser zirkuliert und die Temperatur gemessen. Das Wasser wird 3-4 Tage erwärmt ( $\Delta T = \text{ca. } 12 \text{ K}$ ). Darauffolgend wird die Temperatur des in der Erdsonde zirkulierenden Wassers in 30 Minuten, 24 Stunden und 48 Stunden gemessen. Nach 30 Minuten hat sich die Temperatur in den oberen 15 m angefangen, an die Oberflächentemperatur von ca.  $10^\circ\text{C}$  ( $\Delta T = \text{ca. } 1 \text{ K}$  in 30 Minuten) anzupassen (vgl. **Abbildung 14**). Nach 24 Stunden ist die Erwärmung durch den TRT in den obersten 10 m nur noch marginal messbar. Am Beispiel dieses Testes ist gut zu beobachten, dass sich die natürlichen Temperaturen schnell wieder einpendeln. Eine Erdwärmesondenanlage

ist nicht dauernd 24 Stunden in Betrieb (unterschiedlich je nach Anlage und je nach Jahreszeit zwischen 5-15 Stunden pro Tag). Es gibt immer wieder längere Ruhezeiten. Während diesen Ruhezeiten kann sich die Temperatur in der Sole an die Umgebungstemperatur im Boden angleichen.

Die **Abbildung 15** zeigt die berechneten jahreszeitlichen Schwankungen der Untergrundtemperatur in Zürich [18]. In den obersten Metern wird die Untergrundtemperatur tiefergehend weniger von den Faktoren an der Oberfläche beeinflusst und die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen werden kleiner. Mit zunehmender Tiefe steigen die Untergrundtemperaturen wieder. Für den Bau von EWS sind die oberflächennahen Temperaturen nicht von Bedeutung und dementsprechend gibt es kaum Literatur, die sich mit dem Einfluss von EWS auf die obersten Meter auseinandersetzen.



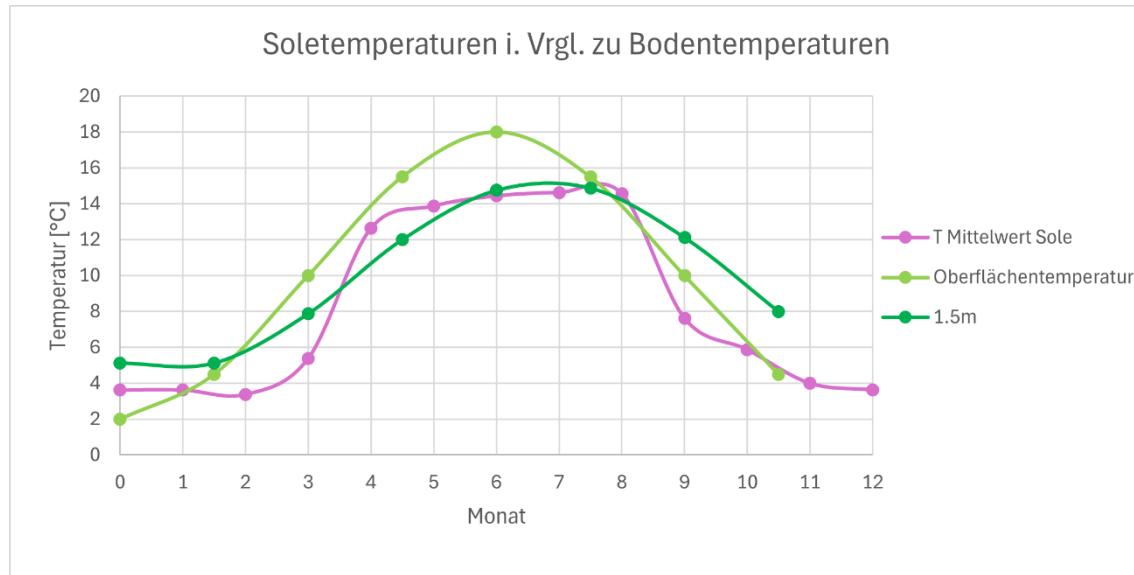
**Abbildung 15:** Bodentemperatur in Abhängigkeit der Tiefe und des Monats (Monat 0= Januar; Monat 6= Juli). Abbildung aus [18]

In **Abbildung 15** wird der folgende Punkt veranschaulicht:

- An der Oberfläche variiert die Bodentemperatur zwischen dem wärmsten und dem kältesten Monat ca. 16°C und nimmt konkav bzw. konvex mit der Tiefe ab, bis sich die Temperatur in 15 m Tiefe jahreszeitenunabhängig bei ca. 10°C einpendelt (kann auch ortsspezifisch bzw. durch die Klimaerwärmung wärmer als 10°C sein).

Vergleicht man die Sole-Temperaturen einer EWS-Anlage in Zürich [20] mit den in **Abbildung 16** dargestellten oberflächennahen Bodentemperaturen [18], ist die Temperaturdifferenz zwischen den einzelnen Temperaturen begrenzt / sehr klein. Dabei handelt es sich um das Beispiel einer spezifischen Anlage und die Berechnung eines einzelnen Temperaturgradienten. Beide können an anderen Standorten zu anderen Bedingungen sehr variabel sein. Hinzu kommt die Ungewissheit, wie sich der Klimawandel und die dadurch steigenden Bodentemperaturen auf das System

auswirken könnten. Um präzisere Aussagen zu treffen, wäre eine langfristige Studie notwendig. Des Weiteren ist, wie bereits oben erwähnt, zu beachten, dass bei der Nutzung der EWS die Einstellung der Wärmepumpen (WP) variieren kann (jede Wärmepumpenanlage ist leicht anders eingestellt und hat leicht andere Bedürfnisse abzudecken). Die WP werden in der Heizperiode nicht kontinuierlich Wärme aus dem Boden entziehen, je nach Heizbedarf und Leistung der WP ändert sich deren Laufzeit. Während den abgeschalteten Phasen regeneriert sich die Bodentemperatur bzw. passt sich die Bodentemperatur der Umgebung an (vgl. Geschwindigkeit Anpassung der Temperatur gemäss TRT oben).

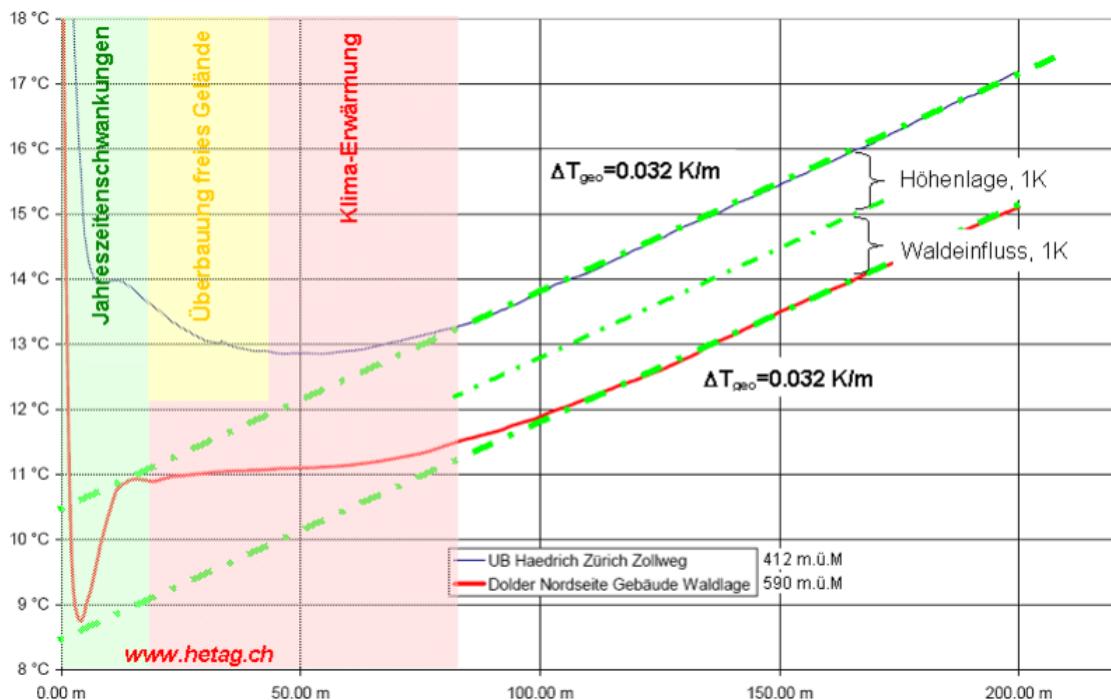


**Abbildung 16:** Gegenüberstellen der saisonalen Bodentemperaturen beim Dolder, Zürich an der Erdoberfläche (hellgrün) und in 1.5 m Tiefe (dunkelgrün) zu der mittleren Soletemperatur des EWSF des Schulhauses «Aemtler» (pink) (Daten aus [18][21])

Die **Abbildung 17** zeigt folgendes:

- Thermischer Gradient in der Tiefe (gemittelt ca. 3°C pro 100m) → Geothermischer Wärmefluss vom Erdinnern
- Einfluss der Temperatur bezüglich Höhenlage (ca. 1 K)
- Der Waldeinfluss bzw. Einfluss der Lage und der Vegetation (ca. 1 K)
- Einflussbereich der Klima-Erwärmung (ca. von 80 m bis 20 m unter Terrain)
- Von rund 20-40 Meter unter Terrain gibt es Einflüsse in der Temperatur durch Überbauungen (Städtische Gebiete) → erhöhte Temperaturen im Untergrund (diese sind übrigens auch in den Temperaturen im Grundwasser zu beobachten)
- Ab ca. 20–15 m unter Terrain übernehmen die Jahreszeitenschwankungen an Einfluss (gegenüber der Klima-Erwärmung und der Abkühlung der

Erdkruste bzw. geothermischen Wärmefluss / thermischer Gradient) → Globalstrahlung aus der Atmosphäre



**Abbildung 17:** Temperaturmessungen an zwei Standorten in Zürich [18]

## 2.2.7 Sonneneinstrahlung vs. Leistung/Wärmefluss EWS

Der Einfluss von EWS auf die Untergrundtemperatur hängt stark vom Energiefluss in den EWS ab sowie von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds. In **Abbildung 18** (Figur 10 Anhang D.4.3 in der SIA 384/6) wird die spezifische Leistung pro Meter EWS in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs angegeben und variiert bei typischen Bodenwerten von ca. 20–55 W/m. In typischen oberflächennahen Schichten hat die Wärmeleitfähigkeit eher kleine Werte. Dies bedeutet auch, dass dementsprechend weniger Leistung pro Meter EWS dem Untergrund entzogen werden kann (vgl. **Abbildung 18**, spezifische Leistung pro Meter: ~25–30 W/m bei Wärmeleitfähigkeit von: ~1.2–1.6 W/mK [20]). Da EWS typischerweise über mehrere hundert Meter Tiefe in die Erde eingebaut werden, ist die Einwirkung der EWS in der Tiefe gegenüber der Oberfläche viel höher. Die Einwirkung der Temperaturveränderungen von der Tiefe in die Oberfläche ist ebenfalls ein sehr langsamer Prozess. Zudem dominiert der Wetter- und Klimaeinfluss ziemlich stark. In **Abbildung 19** ist die Entwicklung der Globalstrahlung in Zürich in Bezug auf die Klimaerwärmung zu sehen. Der Trend zeigt, dass zukünftig mit einer erhöhten Globalstrahlung und daraus folgend mit einer erhöhten natürlichen Bodentemperatur (bzw. bis in eine Tiefe von rund 80 m) zu rechnen ist.

Figur 10 Spezifische Normleistung einer unbeeinflussten, freistehenden EWS mit  $De$  40 mm, Duplex, unter normierten Randbedingungen (100 m Sondenlänge, 10°C mittlere Bodentemperatur, Standardhinterfüllung und 1850 Vollaststunden) bei verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten und Wärmekapazitäten des Erdreichs

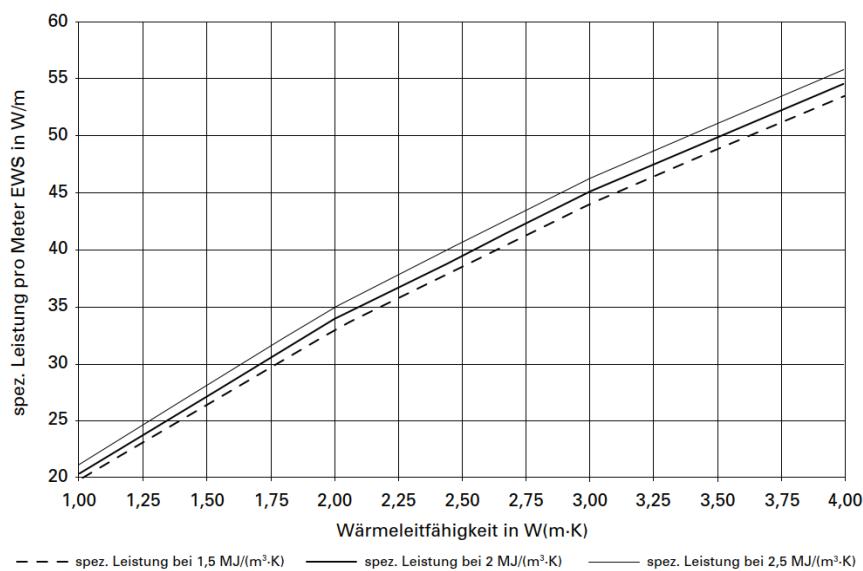


Abbildung 18: SIA 384/6, Copyright © 2021 by SIA Zurich

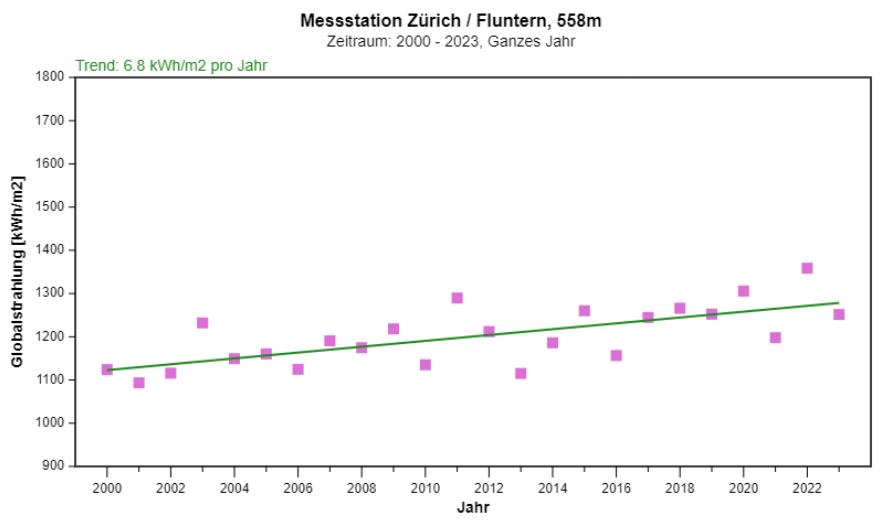
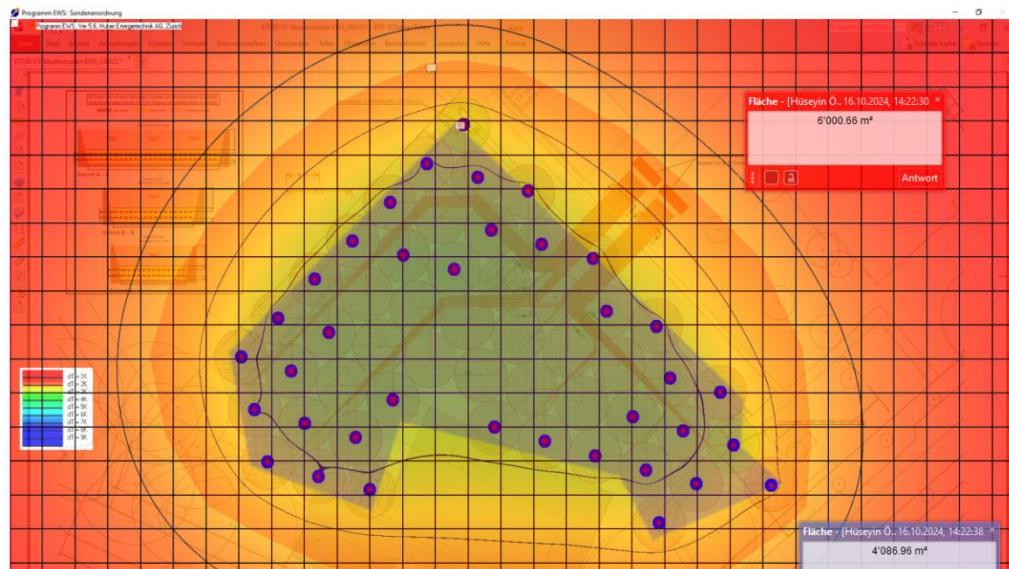


Abbildung 19: Entwicklung der Globalstrahlung in der Schweiz. Der längerfristige Trend (Klimaerwärmung) ist mit 6.8 kWh/m pro Jahr angegeben [22].

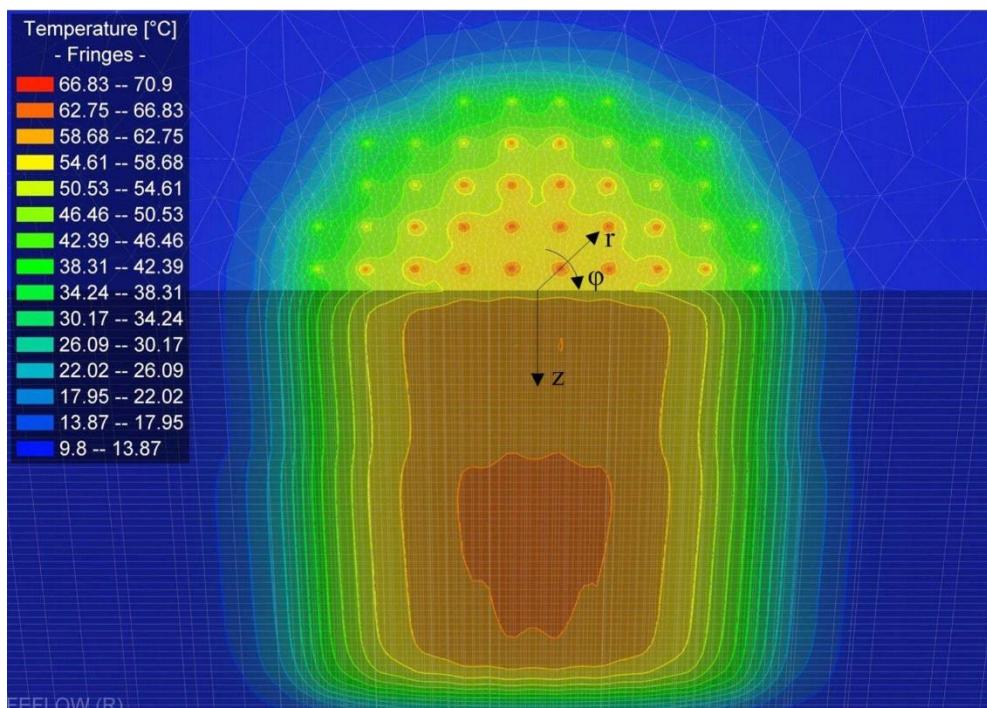
Die beeinflusste Fläche der Temperaturänderung nach 50 Jahren Nutzung des EWSF spielt eine wesentliche Rolle bei der Angabe des Einflusses im Vergleich zur globalen Sonnenstrahlung. Der **Massstab der Betrachtung** ist sehr **relevant** und wird bei einer vereinfachten Berechnung zu grossen Wertebereichen der Resultate führen. Für folgende Berechnung werden alle Faktoren der Oberfläche ausser der Sonnen-einstrahlung als Vereinfachung ignoriert. Der Energiehaushalt wird in der ersten Berechnung im Jahresmittel berechnet. Um den Bereich der variierenden **zeitlichen** Einflussgrössen zu zeigen, wird eine stark vereinfachte approximative Berechnung

während dem Winter- und dem Sommerhalbjahr vorgestellt. In **Abbildung 20** ist die Abkühlung im Untergrund nach 50 Jahren Nutzung gemäss Simulation [19] dargestellt. Die Abkühlung findet hauptsächlich im Untergrund statt und wird zur Visualisierung von der Simulationssoftware auf die Erdoberfläche projiziert. Hier sieht man am Beispiel der Dimensionierung des Erdsondenfelds beim Schulhaus «Aemtler» [19] in der Mitte der Fläche die gegenseitige Beeinflussung der Erdsonden besonders stark (stärkere Abkühlung aufgrund niedrigerer natürlicher Regeneration gegenüber den Erdsonden am äusseren Rand des Felds). Die Abkühlung in **Abbildung 20** wird auf eine 2D-Oberfläche projiziert.



**Abbildung 20:** Dimensionierung EWS-Feld mittels Simulation. Mittelwert der Temperaturänderung Erdsondenfeld im Volumen bis 240 m Tiefe. Flächenvergleich [19]

Die **Abbildung 21** zeigt eine Simulation mit der Software Feflow von einem Erdsondenfeld mit Wärmespeichernutzung (andere spezifische Anwendung / andere Temperaturbereiche) in 3-Dimensionen ( $r$ ,  $\varphi$ ,  $z$ ) mit der Variation der Wärmeverteilung und Beeinflussung der Erdsonden im Erdinnern. Der Massstab der Betrachtung ist das Erdsondenfeld mit ihrer ganzen Tiefe. In der **Abbildung 20** wird im Vergleich dazu der mittlere Wert an der Oberfläche in 2-Dimensionen ( $x$ ,  $y$ ) dargestellt. In der **Abbildung 21** ist gut zu erkennen, dass der Grossteil der Temperaturbeeinflussung durch die Erdsonden im Erdinnern stattfindet und an der Erdoberfläche kleiner ist.



**Abbildung 21:** Temperaturänderung unter einem Erdsondenfeld (Beispiel eines Wärmespeichers 16 [24] -> deshalb andere Temperaturbereiche, jedoch ähnliche physikalische Prozesse wie bei einem normalen EWSF)

Im folgenden Beispiel wird die Simulation des projektierten Erdsondenfelds beim Schulhaus «Aemtler» wieder herangezogen. Dabei wird die vom Wärmeentzug betroffene Fläche von 6'000 m<sup>2</sup> (Fläche des Erdsondenfelds ca. 4'000 m<sup>2</sup>) betrachtet. Der jährliche Wärmeeintrag bzw. Wärmeentzug wurde aus der Dokumentation [19] entnommen:

- Fläche des Erdsondenfelds: ca. 6'000 m<sup>2</sup>
- Jährlicher Wärmeeintrag: 211'568 kWh/Jahr
- Jährlicher Wärmeentzug: 354'453 kWh/Jahr
- Jährliche Globalstrahlung (Messstation Zürich Fluntern): 1200 kWh/m<sup>2</sup> (vgl. **Abbildung 19**)

Berechnung der Energieflüsse pro Quadratmeter:

- Wärmeeintrag pro m<sup>2</sup>: 211'568 kWh/6'000 m<sup>2</sup> = 35,26 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr
- Wärmeentzug pro m<sup>2</sup>: 354'453 kWh/6'000 m<sup>2</sup> = 59,08 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr
- Netto-Wärmefluss pro m<sup>2</sup> (Entzug - Eintrag):  
59,08 kWh/m<sup>2</sup> - 35,26 kWh/m<sup>2</sup> = 23,82 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr

## Zwischenfazit: Sonneneinstrahlung vs. Leistung/Wärmefluss EWS

Zieht man davon die Wärmeverteilung in den obersten 5 m ab, die je nach Fall schätzungsweise ca. 10% des Sondenflusses ausmacht (inkl. Zuleitungen), so reduziert sich der Wert für den Einfluss der EWS in den obersten 5 m auf unter 3 kWh/m<sup>2</sup>. Der Wärmeeinfluss der EWS in den obersten 5 m des Untergrundes beträgt somit weniger als **0,5 %** der natürlichen Sonneneinstrahlung (in diesem Beispiel ca. **500**-fach höherer Einfluss).

### Saisonale Unterschiede:

Im **Winterhalbjahr** wäre die Globalstrahlung ca. 300 kWh/ m<sup>2</sup> pro Halbjahr und der Wärmeentzug aus dem Untergrund (Annahme jährlicher Wärmeentzug gänzlich im Winterhalbjahr) während dieser Zeitperiode ca. 60 kWh/ m<sup>2</sup>. Analog zur oberen Berechnung würden wir die Annahme von ca. 10% für die oberen 5 m übernehmen (= 6 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr), dies würde einen ca. **50**-fach höheren Einfluss der Sonnenstrahlung bedeuten.

- **Winterhalbjahr Globalstrahlung:** ca. 300 kWh/m<sup>2</sup>
- **Winterhalbjahr Wärmeentzug:** ca. 60 kWh/m<sup>2</sup> → Anteil obere 5 m ca. 10% → 6 kWh/m<sup>2</sup>
- $300 \text{ kWh/m}^2 / 6 \text{ kWh/m}^2 = \mathbf{50}$

Im **Sommerhalbjahr** nimmt der Wärmeeintrag (z.B. über passive Kühlung Freecooling) zu, der Wärmeentzug aus den Erdsonden hingegen ab. Wir nehmen aufgrund Erfahrungswerte von ähnlichen Projekten an, dass der Netto-Wärmefluss 1/6 vom Winterhalbjahr ist:

- **Sommerhalbjahr Globalstrahlung:** ca. 900 kWh/m<sup>2</sup>
- **Sommerhalbjahr Wärmeentzug:** ca. 10 kWh/m<sup>2</sup> → Anteil obere 5 m ca. 10% → 1 kWh/m<sup>2</sup>
- $900 \text{ kWh/m}^2 / 1 \text{ kWh/m}^2 = \mathbf{900}$

Auch im Winterhalbjahr ist der Wärmeeintrag der globalen Sonneneinstrahlung gegenüber dem Wärmeentzug durch das Erdsondenfeld (Beispiel Schulhaus «Aemtler») um ein Vielfaches höher (ca. 50-fach). Im Sommerhalbjahr steigt der Einfluss der Sommereinstrahlung (ca. 900-fach). Im Jahresschnitt ist der Einfluss auf den Energiehaushalt des Bodens durch die Erdsonden ca. 500-fach tiefer als der globalen Sonneneinstrahlung. **Die gerechneten Werte sind stark vom Massstab der Betrachtung (Fläche) und der Dimensionierung des Erdsondenfelds abhängig.** Nicht berücksichtigt werden unter anderem die Laufzeit der WP und die Regenerationsphasen dazwischen. Durch Simulationen von unterschiedlichen Modellen könnten gezielt gesuchte Parameter eruiert werden.

### 2.2.8 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse aus der Literatur sind eindeutig, dass in den ersten 15 m unter Terrain die Sonneneinstrahlung der markanteste Parameter für die Untergrundtemperatur ist. Der Einfluss eines EWSF auf die oberflächennahen Temperaturen wird gesamthaft

(grossflächig und zeitlich über eine längere Zeit) gesehen klein sein. Jedoch ist unklar, wie sich die genaue bodennahe Temperatur über einen längeren Zeitraum beziehungsweise über eine Reihe variabler kleiner Zeiteinheiten (z.B. Saisonwechsel oder Hitzewelle) und in einer kleineren Fläche (nahe an einer EWS oder in der Nähe von Zuleitungen) verhält. Anhand der Literaturrecherche für diesen Bericht konnte nicht endgültig geklärt werden, ob und in welcher Weise sich das Rasenwachstum langfristig durch die Einwirkung eines EWSF verändert. Zukünftige Messungen und Simulationen können helfen, diese Frage zu beantworten.

## 2.3 Modul 3 – Sportrasen

Stand der Technik



### Inhalt

- 2.3.3 Anforderungen und Herausforderungen bei Planung und Bau
- 2.3.2 Bauweisen von Rasenbausystemen
- 2.3.3 Ausführung Bau und Anlegen der Rasenfläche

### **2.3.1 Anforderungen und Herausforderungen bei Planung und Bau**

Naturrasenflächen für Sportzwecke stellen hohe Anforderungen an Planung, Bau und Pflege, um Sportlerinnen und Sportlern eine sichere und widerstandsfähige Spielfläche zu bieten. Dazu gehört die Fähigkeit des Rasens, harte Schläge und Sprünge abzufedern und somit das Verletzungsrisiko zu minimieren. Da es in der Schweiz bisher keine verbindlichen Normen für den Bau und Unterhalt von Sportplätzen gibt, orientiert man sich im Allgemeinen am deutschen DIN-Standard 18035-4. Diese Norm definiert wesentliche Qualitätskriterien wie die Ebenflächigkeit mit einer Toleranz von +/- 10 mm, eine dichte und widerstandsfähige Grasnarbe von über 90 %, eine hohe Scherfestigkeit von 60-90 kPa, ein optimales Ballrollverhalten von 6-10 m und einen Wasserabfluss von 30-60 mm/h [29].

Trotz der technischen Entwicklungen in diesem Bereich kommt es in der Praxis jedoch häufig zu unzureichender Kommunikation und Koordination zwischen den verschiedenen Beteiligten – von Bauherr\*innen und Fachplaner\*innen über Eigentümer\*innen bis hin zu zuständigen Kommissionen. Dieser fehlende Austausch führt oft zu mangelhaften Bauausführungen, Verzögerungen, erhöhten Pflegekosten und letztlich zu Rasenflächen, die nicht den notwendigen Standards entsprechen und nur eingeschränkt bespielbar sind. Ein standardisiertes Abnahmeprotokoll und eine enge Absprache während des gesamten Projekts sind daher unverzichtbar, um die langfristige Qualität und Bespielbarkeit zu gewährleisten.

Es wird empfohlen, vor Baubeginn eine Zustandsanalyse des Rasens durchführen zu lassen. Dadurch kann der aktuelle Zustand besser bewertet werden, was eine wichtige Grundlage für die spätere Planung und Umsetzung eines Ersatzbaus nach den Bauarbeiten darstellt. Eine frühzeitige Information der zuständigen regionalen Sportplatzkommission ist ebenfalls ratsam. Dies ermöglicht den Vereinen, rechtzeitig nach Alternativplätzen für die Bauphase und die anschliessende Pflegephase zu suchen. Gleichzeitig können während der Projektphase neue Anforderungen an den Platz diskutiert und in die Planung einbezogen werden.

### **2.3.2 Bauweisen von Rasenbausystemen**

Es kann grundsätzlich zwischen drei Rasenbausystemen unterschieden werden. Die bodennahe Bauweise, die mehrschichtige bodennahe Bauweise und die Bauweise mit Flächendrainage, welche im Folgenden genauer beschrieben werden. Abgesehen von diesen beiden gibt es auch gewisse Hybridvarianten. Diese werden hier nicht genauer beschrieben, ausführliche Informationen finden sich in der Planungsgrundlage Naturrasen der Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen auf Seite 10 [27].

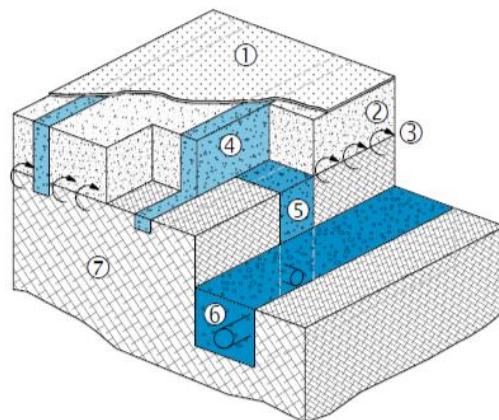
Im Modul 4 Ökologie werden die Horizonte eines natürlich gewachsenen Bodens dargestellt. Da der Boden über Jahrtausende entstanden ist und durch unsachgemässen Umgang zerstört werden kann, ist er durch das Umweltschutzgesetz geschützt und muss nachhaltig bewirtschaftet und erhalten werden. Der Aufbau eines technischen Sportrasens unterscheidet sich deutlich von einem natürlich gewachsenen Boden. Was beim Bodenschutz für die Rasentragschicht und die Erhaltung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrunds zu beachten ist, wird in Modul 4 behandelt.

## Bodennahe Bauweise mit Rohr-/ Schlitzdrainage

### **Einschichtig**

Über dem Baugrund mit einer Rohrdrainage wird die Rasentragschicht einschichtig eingebaut und mit dem Untergrund verzahnt. Die Drainschlitzte werden vor der Begrünung eingebaut.

- ① Rasendecke
- ② Rasentragschicht
- ③ Verzahnung/Planum
- ④ Schlitzdrainage
- ⑤ Sauger/Saugerleitung
- ⑥ Sammler/Sammlerleitung
- ⑦ Baugrund

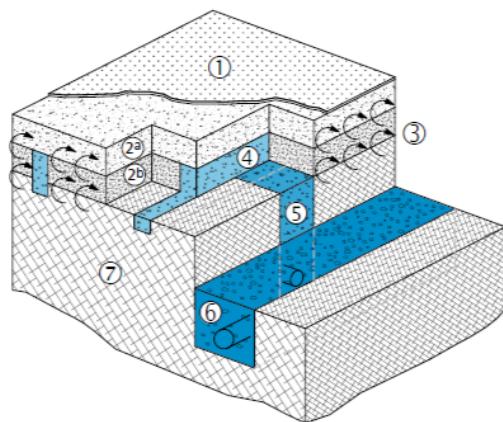


**Abbildung 22:** Einschichtige Rasentragschicht mit Schlitzdrainage [27]

### **Mehrschichtig**

Über dem Baugrund mit einer Rohrdrainage wird die Rasentragschicht in mehreren Schichten eingebaut. Dabei werden die verschiedenen Schichten untereinander verzahnt. Die Drainschlitzte werden vor der Begrünung eingebaut.

- ① Rasendecke
- ②<sup>a</sup> Rasentragschicht Fertigmischung
- ②<sup>b</sup> Rasentragschicht Ortsmischung
- ③ Verzahnung/Planum
- ④ Schlitzdrainage
- ⑤ Sauger/Saugerleitung
- ⑥ Sammler/Sammlerleitung
- ⑦ Baugrund

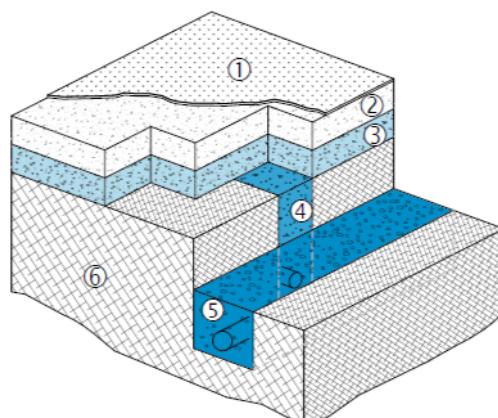


**Abbildung 23:** Mehrschichtige Rasentragschicht mit Schlitzdrainage [27]

## Bauweise mit Flächendrainage

Über dem Baugrund mit Rohrdrainage wird eine Drain schicht, darüber die Rasentragschicht eingebaut.

- ① Rasendecke
- ② Rasentragschicht
- ③ Drainschicht
- ④ Sauger/Saugerleitung
- ⑤ Sammler/Sammlerleitung
- ⑥ Baugrund



**Abbildung 24:** Aufbau mit Flächendrainage [27]

**Tabelle 1:** Übersicht über die Eigenschaften der drei verschiedenen Rasenbauweisen [30]

	<b>Einschichtige bodennahe Bauweise</b>	<b>Mehrschichtige bodennahe Bauweise</b>	<b>Bauweise mit Flächendrainage</b>
Nutzungsstunden	Ca. 650h / Jahr (März bis Oktober)	Ca. 750h / Jahr (März bis Oktober)	Ca 900h / Jahr (März bis November)
Stärken	Günstigste in der Anschaffung  Nachhaltige Bauweise  Speichert Wasser und Nährstoffe  Gutmütiges Verhalten (Regeneration)	Günstiger als die Drainschichtbauweise  Nachhaltige Bauweise  Speichert Wasser und Nährstoffe  Höhere Nutzungsstunden als die bodennahe Bauweise	Hohe bis sehr hohe Belastung  Fussballarenen mit Rasenheizungen  Bei sehr unterschiedlichem Baugrund (Auffüllungen, bei zu erwartenden Setzungen) oder über Bauteilen (beispielsweise Tiefgaragen)  Günstigste Spielstunde bei einer hohen Belastung
Schwächen	Grosses Know-How der Sportplatzbauer notwendig  Nutzungseinschränkungen bei schlechten Wetterverhältnissen  Wetterrisiko Bauzeit	Grosses Know-How der Sportplatzbauer notwendig  Nutzungseinschränkungen bei schlechten Witterungsverhältnissen  Wetterrisiko Bauzeit  Höhere Anschaffungskosten als die bodennahe Bauweise	Unterhalt und Pflegeaufwand hoch  Später Start im Frühjahr ohne Rasenheizung  Alle Materialien werden angeliefert

### 2.3.3 Ausführung Bau und Anlegen der Rasenfläche

Für alle Sportrasen gilt ein einheitlicher Aufbau: Zunächst das Rohplanum, mit einer Baugrunddrainage und verschiedenen Werkleitungen. Darauf folgt die Rasentrag schicht, die entweder mit Sickerschlitzten oder einer Drainschicht ausgeführt wird. Im Folgenden wird die Konstruktion der einzelnen Schichten in der Reihenfolge ihrer Erstellung detailliert beschrieben.

#### 2.3.3.1 Baugrund im Erdplanum

Bevor mit dem Bau eines neuen Sportrasenfeldes begonnen werden kann, müssen die vorhandenen Bodenverhältnisse mit Hilfe von Felduntersuchungen beurteilt

werden. Bei ungünstigen hydrologischen oder geologischen Verhältnissen müssen zusätzliche Abklärungen getroffen werden. Dazu gehören:

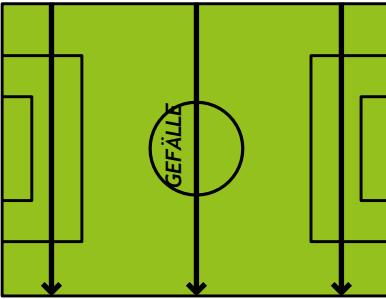
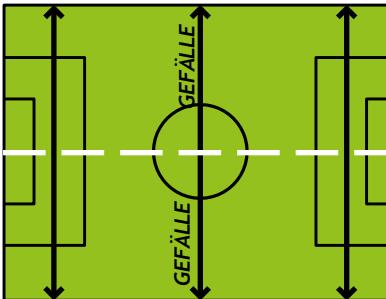
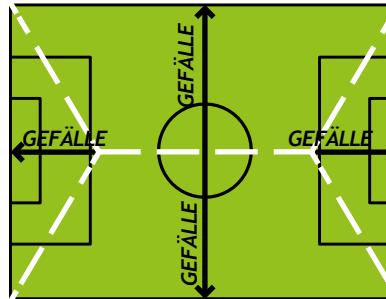
- Instabile Baugrundverhältnisse
- Ehemalige Moore
- Felsen und Hanglagen (Hangwasser)
- Grundwasserspiegel mit max. Wasserspiegel < 80 cm
- Schadstoffbelastung im Oberboden und Unterboden

Nach dem Abtrag des Oberbodens, ist der Baugrund die unterste zu bearbeitende Schicht. Dieser soll dasselbe Gefälle wie die finale Oberfläche besitzen. Die Wasser durchlässigkeit des Terrains soll gleichmässig und auf der gesamten Fläche mindestens 30 mm/h betragen [28].

### 2.3.3.2 Entwässerung

Falls der Baugrund die Anforderungen an die Entwässerung nicht erfüllt, ist eine Entwässerungseinrichtung notwendig. Diese besteht aus einem Oberflächengefälle, Drainschlitz (Sickerschlitz) und Sauger- und Sammelleitungen. Es gibt verschiedene Gefällvarianten.

**Tabelle 2:** Übersicht über die verschiedenen Oberflächengefälle zur Entwässerung eines Sportrasens [28]

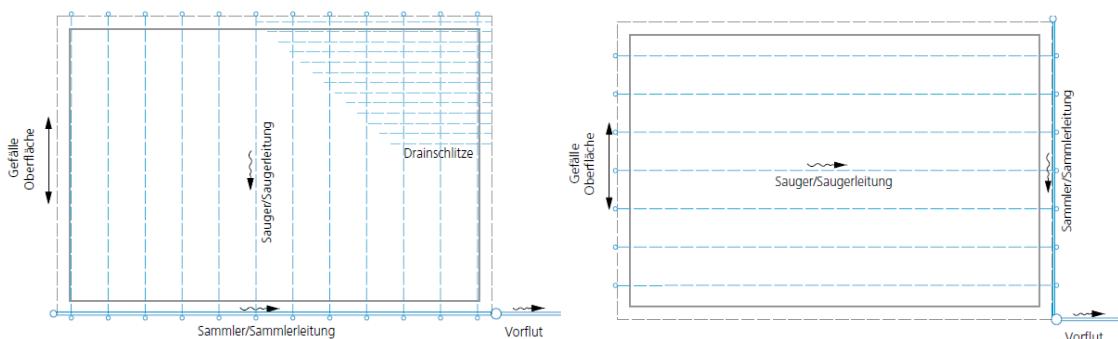
Pultdachgefälle	Satteldachgefälle	Walmdachgefälle
		
		
Üblich bei Hanglagen.	Am besten geeignet, ist die Regelbauweise	Bei Rundbahnen und in Stadien üblich.

Das Gefälle auf Spielfeldern ist abhängig von der Belagsart. In der Regel werden Höchstgefälle mit 0.5 bis 0.8 % festgelegt. In Ausnahmesituationen kann auf Rasenspielfeldern ein maximales Quergefälle von 1 % und Längsgefälle von 0.5 % erstellt

**Tabelle 3:** Übersicht zu den verschiedenen Teilen des Entwässerungssystems [27]

	<b>Drainschlitz</b>	<b>Saugerleitung</b>	<b>Sammelleitung</b>
Abstand	1,00-1,50 m	6,00-10,00 m	Nur eine Sammelleitung
Breite	min. 6-8 cm	min. 40 cm	Min. 50-60 cm
Rohre	-	O min. 100 mm, Spulstutzen vorsehen	O min. 150 mm, Spulstutzen vorsehen.
Tiefe	Der Schlitz sollte den Saugergraben ca. 10 cm durchdringen (Tragschicht 15 cm = Schlitztiefe 25 cm).	60 cm ab fertiger Oberfläche	Grabentiefe richtet sich nach der Tiefe der Saugerleitung (min. 10 cm tiefer als die Einleitung).
Verfüllung	Rundkies 4-8 mm, bei sehr feinteilhaltigen Boden 2-8 mm.	Rundkies 8-16 mm. Wird eine gröbere Kornung gewählt, ist an der Grabenoberfläche eine 15 cm starke Filterschicht einzubauen.	Rundkies 8-16 mm. Wird eine gröbere Kornung gewählt, ist an der Grabenoberfläche eine 15 cm starke Filterschicht einzubauen
Gefälle	-	min. 0,3 %, besser 0,5 %	min. 0,5 %

Je nach Rasenbausystem befindet sich die Sammelleitung entlang der längeren oder kürzeren Seite des Spielfeldes.

**Abbildung 25:** Anordnung der Sammelleitungen für die Entwässerung bei bodennahem Aufbau (links) und mit Flächendrainage (rechts) [27]

### 2.3.3.3 Drainschicht

Bei der Bauweise mit Flächendrainage wird auf dem Rohplanum unter der Rasentragschicht eine Drainschicht mit einer Mindeststärke von 12 cm eingebaut. Diese Drainschicht dient dazu, Niederschläge aufzunehmen, gleichmäßig zu verteilen und an die Saugerleitungen weiterzuleiten.

### 2.3.3.4 Rasentragschicht

Die Rasentragschicht ist die Vegetationsschicht unter der Grasnarbe. Sie ist verantwortlich für Wurzelwachstum und Entwässerung. Die Belastbarkeit der Grasnarbe ist sehr stark von der Qualität der Rasentragschicht abhängig. Deshalb muss die Rasentragschicht bestimmte technische Anforderungen erfüllen [27]:

- Erhöhte Wasserdurchlässigkeit
- Gute Wasser- und Nährstoffspeicherung
- Ausreichendes Porenvolumen
- Optimale Scherfestigkeit
- Frostsicherheit
- Pflanzenverträglichkeit und pH-Wert
- Ebenheit und Gefälle
- Lagerungsdichte

Die Rasentragschicht kann entweder direkt vor Ort gemischt werden oder fertig geliefert werden. Zur Bildung der Rasentragschicht müssen die Anforderungen der DIN-Norm 18035 Teil 4 erfüllt werden. Diese beinhaltet folgende Punkte [31]:

- Baustoffeigenschaften
- Korngrößenverteilung
- Wasserdurchlässigkeit
- Gehalt an organischer Substanz
- Bodenreaktion
- Nährstoffversorgung
- Prüfverfahren
- Rollrasen oder Ansaat

Zuletzt folgt die Begrünung, diese kann entweder durch Ansaat oder Fertigrasen erreicht werden.

**Tabelle 4:** Vergleich der beiden Begrünungsoptionen Rollrasen und Ansaat [27]

	<b>Rollrasen</b>	<b>Ansaat</b>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Relativ rasche Benutzbarkeit nach Fertigstellung (bei Normalsoden nach ca. 4 Wochen, bei Dicksoden nach 2-3 Tagen)</li> <li>· Unabhängiger von der Jahreszeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Die Rasenmischung kann individueller an spezielle Verhältnisse angepasst werden</li> <li>· Ebenheit der Rasenfläche</li> <li>· Preis</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Gefahr von Filzbildung &gt; schlechte Wasserdurchlässigkeit</li> <li>· Gefahr von Horizontbildung durch unterschiedliche Tragschichtsubstrate</li> <li>· Unebenheiten durch unterschiedliche Sodendicken</li> <li>· Höherer Preis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Längere Fertigstellungspflege (siehe Kapitel 5.5 Fertigstellungspflege) und dadurch Wartefrist bis zur Benutzung</li> <li>· Jahreszeit abhängig</li> </ul>

### 2.3.3.5 Fertigstellung/ Pflegestufen

Die Fertigstellungspflege ist ebenfalls Teil der Erstellung eines Sportrasens. Sie beinhaltet alle Massnahmen ab der Bauabnahme (nach Ansaat) bis zur Schlussübergabe (volle Belastbarkeit des Sportrasens), dementsprechend sollten die vorgesehenen Massnahmen bereits im Werkvertrag der Bauausführung enthalten sein. Der Sportrasen ist zur Abnahme bereit, wenn die Grasnarbe geschlossen ist (max. handgrosse Lücken) und die Grasarten gut verwurzelt sind (ca. 4 Vegetationsmonate nach der Saat). Zur Fertigstellungspflege gehören unter anderem folgenden Punkte [29]:

**Bewässern:** Um ein zügiges Wachstum zu bewirken, darf der Keimling nicht austrocknen. Dies wird mit natürlichen Regenfällen nicht erreicht, daher ist eine regelmässige Bewässerung wichtig. Abhängig vom Klima, der Rasensorte, Zeitpunkt im Wachstum können Wassermenge und Bewässerungshäufigkeit variieren.

**Düngen:** Düngung erfolgt nach einem speziellen Düngeprogramm, das auf die Nährstoffverhältnisse des Bodens abgestimmt ist. Eine ausreichende Versorgung mit Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) ist essenziell. Zusätzlich sollte der Magnesium- und Eisengehalt regelmäßig geprüft und bei Bedarf ergänzt werden, angepasst an Witterungsbedingungen und die Rasenentwicklung. Die zweite Dünung sollte nach ca. 4 Wochen (nach dem dritten Schnitt), die Dritte nach ca. 8 Wochen erfolgen.

**Mähen:** Die Anzahl der Schnitte bis zur Übergabe sollte im Werkvertrag definiert werden. Der erste Schnitt sollte mit einer leichten Maschine und bei guter Witterung durchgeführt werden, um Schäden zu vermeiden. Danach sind noch sieben Folgeschnitte empfohlen.

**Besanden, Aerifizieren, Vertikulieren, Striegeln:**

Abhängig von der Art der Rasentragschicht und dem gewählten Bauystem empfiehlt sich eine Besandung gemäß den geltenden Normen

sowie, falls erforderlich, ein Aerifizieren und eine Nachsaat. Ebenso ist ein regelmässiges Striegeln sinnvoll.

Spezielle Massnahmen bei Fertigrasen:

Neben der oben beschriebenen ersten Fertigstellungspflege kann eine zweite Fertigstellungspflege erfolgen. Diese muss jedoch separat im Werkvertrag geregelt sein und erstreckt sich über 1-2 Jahre.

Die Abnahme erfolgt mithilfe einer Checkliste nach SIA und oder nach DIN. Dabei wird untersucht, ob die Rasenfläche in einem abnahmefähigen Zustand ist (Deckung Bewuchs 90 %, Wurzeltiefe 10 cm, Ebenflächigkeit).

#### 2.3.3.6 Anforderungen bzgl. Räumlicher Flexibilität der Sportflächen

Wie Fundamente Ballnetze, Bewässerungsanlagen, Flutlichtanlagen und Weitere.

Die horizontale Verlegetiefe der Leitungen zur EWS richtet sich nach der Fundamenttiefe der geplanten Einbauten.

Bereits im Vorprojekt sind obige Rahmenbedingungen von Betreibern und GSZ einzuholen.

## 2.4 Modul 4 – Ökologie bei der Planung und Realisierung von EWS

### Handlungsanweisung



### Inhalt

- 2.4.1 Ökologisch-nachhaltige Planung von EWS
- 2.4.2 Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)
- 2.4.3 Ökologische Baubegleitung (OeBB) des Begleitgrüns

### 2.4.1 Ökologisch-nachhaltige Planung von EWS

Das Modul 4 bietet eine Orientierungshilfe, um EWSF ökologisch und nachhaltig zu planen, ohne die Anforderungen an den Boden und das Begleitgrün zu gefährden. Dabei steht die Balance zwischen technischer Machbarkeit und ökologischer Verantwortung im Vordergrund.

Die städtische Begleitgruppe für EWS-Projekte hat Fachpersonen für Baum-, Boden- und Naturschutz sowie Gartendenkmalpflege (vgl. Modul 1 Organisation).

Im vorliegenden Modul werden Leitlinien und Werkzeuge aufgeführt, um diese Aspekte effektiv zu integrieren und eine langfristig umweltverträgliche Nutzung sicherzustellen.

Ergänzt werden diese durch eine Liste von Fachstellen und Links zu bodenkundlichen und ökologischen Experten, die bei Fragen weiterhelfen.

Schwerpunkte des Moduls:

#### **Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)**

- Bodenqualität sichern: Frühzeitige Zustandsanalysen und kontinuierliche Qualitätskontrolle.
- Bodenverdichtung vermeiden: Schutz vor Schäden durch Bautätigkeiten, um die Wasserableitung und Bodenvitalität zu sichern.
- Sorgsamer Umgang mit dem Boden: Sicherstellen, dass bodenrelevante Arbeiten sachgerecht umgesetzt werden (Berücksichtigung der Bodenfeuchte etc.)
- Bodendepots managen: Fachgerechte Lagerung und Wiederverwendung von Ober- und Unterboden, begleitet durch bodenkundliche Baubegleitung (BBB).

#### **Ökologische Baubegleitung (OeBB) des Begleitgrüns**

- Schutz und Erhalt: Bäume, Sträucher und wertvolle ökologische Flächen gezielt schützen.
- Schutzobjekte integrieren: Historische Anlagen und ökologische Schutzflächen in die Planung aufnehmen.

## 2.4.2 Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)

### 2.4.2.1 Einführung in den Bodenschutz

Der Boden wird in drei Horizonte (Schichten) eingeteilt. Der Oberboden ist die oberste, humusreiche Bodenschicht und entspricht in der Regel dem A-Horizont. Der Unterboden, bodenkundlich auch B-Horizont genannt, umfasst die weniger belebten Bodenschichten. Darunter folgt der Untergrund (C-Horizont). Pflanzenwurzeln (z.B. von Bäumen) können bis in den unverwitterten Unterboden reichen. Gemäss Umweltschutzgesetz (USG Art. 7 Abs. 4 bis Satz 2) gilt nur die oberste unversiegelte Erdschicht, auf der Pflanzen wachsen können, als Boden. Nicht durchwurzelbarer, unverwitterter Untergrund gilt nicht als Boden.

Die bodenkundlich definierten Horizonte sind massgebend für die Ableitung der Eigenschaften als Grundlage für die Festlegung der erforderlichen Bodenschutzmassnahmen.

Für Sportrasen, an den hohe Anforderungen gestellt werden, sind natürlich gewachsene Böden in der Regel nicht geeignet. Stattdessen kommt ein technischer Bodenaufbau zum Einsatz, wie er in Modul 3 «Sportrasen» erläutert wird. Da Böden (A- und B-Horizonte) Jahrhunderte für ihre Entwicklung benötigen, sind sie unabhängig von ihrer Nutzung immer zu schützen und zu erhalten.



**Abbildung 26:** Die Definitionen des Bodens und der Geltungsbereich der Umweltschutzgesetzgebung [32]

### 2.4.2.2 Aufgaben des BBB

Die Bodenkundliche Baubegleitung [32] unterstützt die Gesamtprojektleitung in den SIA-Phasen 2-5 des EWS-Projektes und stellt den fachgerechten Umgang mit dem Boden sicher, indem sie z.B. die Umsetzung der baustellenspezifischen Schutzmassnahmen inkl. Abnahmen sicherstellt, beratend tätig ist und gemeinsam mit der

Bauleitung und der Bauunternehmung Lösungen bei unvorhergesehenen Problemen erarbeitet.

### **Planungsphase** (SIA-Phase 2-3) [32][33]:

- Pflichtenheft mit Kommunikationswegen und Rollenverständnis erarbeiten
- Beschreibung des Ausgangszustandes
- Wiederherstellungsziele und Zeitplan der Arbeiten
- Minimieren der Eingriffsfläche und des Bodenabtrags
- Anforderungen an das Bodenzwischenlagerdepots formulieren [34]
- Anforderungen an die Baupiste inkl. lastverteilenden Massnahmen formulieren [35]
- Definition und Begleitung der Festlegung von Zufahrten, Pisten und temporären Installationsflächen

### **Bauphase** (SIA-Phase 4-5)[32][34][35][36]:

- Kontrolle der Zufahrten, Pisten und temporären Installationsflächen
- Protokolliert und informiert GSZ und Bauherr\*in über Verstöße
- Überwachung des Bodenabtrags und Zwischenlagerung, falls notwendig Zwischenbegrünungen und Entwässerung definieren und begleiten
- Auswahl der Maschinen und Raupenfahrzeuge beurteilen beim Befahren des Bodens (Kritischer Punkt Verdichtung) Kritischer Faktor «Bodenfeuchte» überwachen → Massnahmen definieren → Freigabe der Bauarbeiten
- Rohplanie- und Entwässerung-Abnahme vor dem Anlegen des Sportrasens

#### 2.4.2.3 Bodenschutzmassnahmen beim Bau einer EWS

Der Bodenschutz ist auf Baustellen durch die Verordnung über die Belastung des Bodens festgelegt. Die Sektion Boden des Bundesamts für Umwelt BAFU im Modul «Sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen» (Teil der Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen» [32]) wichtige Schritte zum sachgerechten Umgang mit Böden beim Bauen festgehalten. Diese Schritte gelten auch beim Bau einer EWS-Anlage.

### **Kritische Prüfung der Auswirkungen der saisonalen Bauplanung**

Eine frühzeitige kritische Prüfung des Bauterminplans (SIA-Phase 2) im Hinblick auf die saisonale Planung ist erforderlich, um mögliche Auswirkungen auf die erforderlichen Bodenschutzmassnahmen abschätzen zu können. Es ist zu klären, ob der

geplante Bauzeitraum unter Berücksichtigung der saisonalen Witterungsbedingungen, wie z.B. Niederschlagsmenge, geeignet ist. Damit soll sichergestellt werden, dass lastverteilende Schutzmassnahmen wie Baupisten, Entwässerungssysteme oder die fachgerechte Zwischenlagerung des abgetragenen Bodens rechtzeitig geplant, budgetiert und damit auch termingerecht umgesetzt werden können.

### **Boden befahren oder einer anderen Auflast aussetzen**

Während dem Bau einer EWS wird der Boden durch das Befahren mit Bohrgeräten, Baumaschinen oder Transportfahrzeuge beansprucht. Grundsätzlich gilt, je feuchter ein Boden ist, desto geringer ist seine mechanische Belastbarkeit. Wird ein feuchter Boden trotzdem befahren, führt das zur Bodenverdichtung. Dies hat zur Folge, dass das Wasser nicht mehr versickern kann. Die natürliche Sickerfähigkeit des Bodens kann dann nur mit erheblichem Aufwand – sowohl zeitlich als auch finanziell – wiederhergestellt werden.

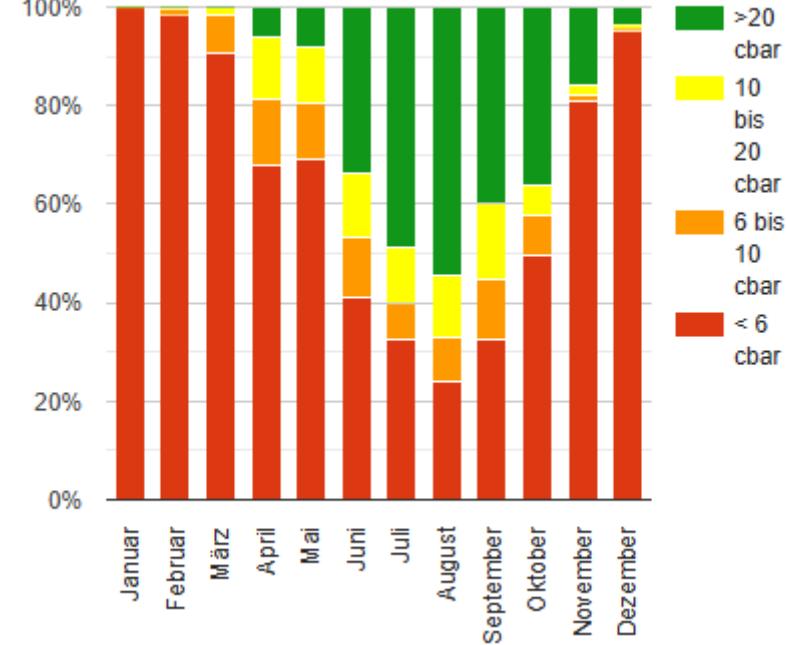
Daher gelten abhängig von der Bodenfeuchtigkeit Belastungsvorschriften. Bei einer Saugspannung von  $<10$  cbar sollte der Boden weder befahren noch einer Auflast ausgesetzt werden, während bei  $\geq 10$  cbar der Boden mit Raupenbaumaschinen befahren oder einer Auflast ausgesetzt werden kann, unter Berücksichtigung der Maschinenkennwerte und Einsatzgrenzen. Übersteigt der Kontaktflächendruck der jeweiligen Maschinen  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  darf der Boden nicht direkt befahren werden und es müssen Schutzkörper angebracht werden.

In der Praxis hat sich folgende Regel bewährt [36]:

- $<6$  cbar Saugspannung; keine Eingriffe und kein Befahren möglich
- $6-10$  cbar Saugspannung; Eingriffe in den Boden ohne Befahren möglich
- $>10$  cbar Saugspannung; Befahren des Bodens je nach Einsatzgrenze der entsprechenden Maschinen möglich
- $>20$  cbar Saugspannung; Befahren erlaubt

Die Bodenfeuchte kann vor Ort mit einem Tensiometer bestimmt oder von der Homepage der kantonalen Fachstelle für Bodenschutz [36] entnommen werden. Von November bis März sind in 80 % der Zeit bodenrelevante Arbeiten aufgrund hoher Bodenfeuchte oder ungeeigneter Bedingungen, wie dem Befahren mit schweren Fahrzeugen, nicht möglich (vgl. Abbildung 27). Bei der Arbeitsplanung in diesem Zeitraum sind deshalb genügend Ausfalltage miteinzuberechnen.

Bei feuchten Bodenverhältnissen führt das Abtragen oder Aufbringen von Boden zu Verdichtungen, zur Zerstörung der Bodenstruktur und damit zur Verminderung der Bodenfruchtbarkeit bzw. bzw. einem schlechten Wachstum des Sportrasens. Ein verdichteter Unterboden ist viel schwieriger zu lockern als ein verdichteter Oberboden. Deshalb gelten die Bodenschutzmassnahmen auch für das Befahren des Unterbodens.



**Abbildung 27:** Mittlere Saugspannungsverteilung der Jahre 2013-2023 am Standort Reckenholz ZH [36]

Daneben gilt es unnötige Belastungen zu vermeiden. Der Boden wird nur da beansprucht, wo es zwingend notwendig ist, die Anzahl Fahrten ist möglichst klein zu halten und Strassen- oder Baufahrzeuge befahren den Boden nicht direkt.

### Erschliessung und Installationsflächen

Baustellenerschliessungen sowie -installationen sind in der Regel nur temporär. Wann immer möglich sollten dafür bereits versiegelte Flächen benutzt werden. Falls dies nicht möglich ist, ist der Boden durch eine Lastverteilung mithilfe von Schutzkörpern [35] zu schützen. Diese werden auf direkt auf dem gewachsenen Boden platziert ohne vorherigen Bodenabtrag. Das Ausmass der Schutzkörper ist projektspezifisch in Abhängigkeit der Bodeneigenschaften und der vorgesehenen Nutzung. Die Schutzkörper sind so zu unterhalten, dass keine Spurrinnen entstehen können und die Schutzfunktion langfristig gewährleistet ist.

### Abtrag und Umlagerung von Boden

Beim Bodenabtrag und der darauffolgenden Umlagerung ist es ebenfalls wichtig, die natürliche Bodenstruktur möglichst zu erhalten. Ober- und Unterboden werden getrennt abgetragen. Liegt die Saugspannung unter 6 cbar, darf der Boden aufgrund einer zu geringen mechanischen Belastbarkeit nicht bewegt werden.

## **Zwischenlagerung von abgetragenem Boden**

Das Bodenzwischenlager wird auf einem gewachsenen Boden angelegt. Ober- und Unterboden sowie unterschiedliche Bodeneigenschaften oder Belastungsgrade werden getrennt gelagert und gekennzeichnet.

Die Standardhöhe für Oberbodenzwischenlager ist eine Höhe von 1,5 m und für Unterboden eine Höhe von 2,5 m. Sie kann in Abhängigkeit der Lagerungsdauer, der Bodeneigenschaften und der Form des Zwischenlagers geringfügig variiert werden. Die Lagerfläche muss sickerfähig sein (nicht Einstauen und keine Muldenlage, sonst Drainage erstellen). Niederschlagswasser muss ungehindert aus dem Zwischenlager abfließen können.

Bodenzwischenlager sind zu bewirtschaften und zu pflegen. Sie sind umgehend zu begrünen und sind auf Neophyten und Unkräuter zu überwachen.

## **Nachsorge**

Die Nachsorge für den wieder aufgetragenen Boden ist auch nach dem Abschluss des Bauprojektes relevant. Im Falle eines Sportrasens oberhalb der neuen EWS, ist ein spezifisches Pflegekonzept (siehe. Modul 3) zu erstellen.

### **2.4.3 Ökologische Baubegleitung (OeBB) des Begleitgrüns**

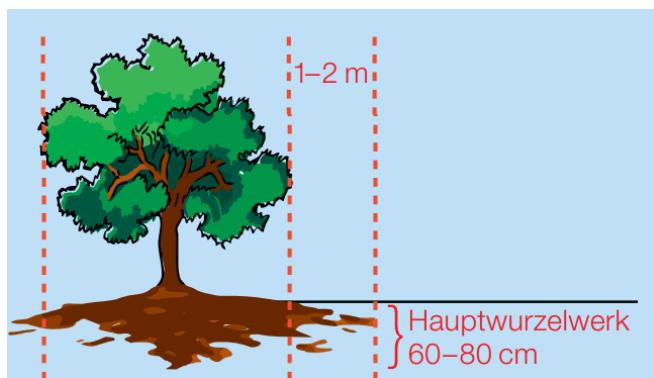
#### **2.4.3.1 Baumschutz**

Ein Baum ist geschützt und darf nicht ohne Bewilligung gefällt werden, wenn er:

- auf Basis des Planungs- und Baugesetzes (Inventare, wertvolle Bestände) unter Schutz gestellt wurde.
- durch weitere Bestimmungen mit einem rechtskräftigen Stadtratsbeschluss geschützt und dies im Grundbuch eingetragen ist.
- in einem BZO-Baumschutzgebiet steht (Stammumfang grösser als 80 Zentimeter).

In der Stadt Zürich hat die Planung von Bepflanzungen Vorrang vor der Planung von Werkleitungen. Damit Bäume ihre natürliche Kronengrösse erreichen und ihre Ökosystemleistungen vollumfänglich erbringen können, brauchen sie genügend Platz für ihre Wurzeln. Grosskronige Bäume beanspruchen für ihre Wurzeln einen unterirdischen Raum von 20 bis 30 m<sup>2</sup> [41]. Fehlt dieser Platz, bleiben die Bäume frühzeitig in ihrer Entwicklung stehen und verlieren an Vitalität.

Baumschutz betrifft die Krone und den Wurzelbereich. Die meisten Wurzeln befinden sich nahe der Oberfläche. Der Wurzelbereich ist 1 bis 2 m grösser als die Baumkrone.



**Abbildung 28:** Illustration des Wurzelbereichs eines Baumes [39]

Deshalb ist es wichtig, dass bereits für die Machbarkeitsstudie die Dimensionen aller Baumkronen und das Alter der Bäume erfasst und durch ein Baumgutachten belegt werden, damit der Schutzperimeter bzw. die Sperrzone um die Bäume festgelegt werden kann.

Grün Stadt Zürich (GSZ) ist immer in die Planung einzubeziehen. Es liegt in der Verantwortung des ewz bzw. der privaten Energieversorger\*in, den Baumschutz vorausschauend und stufengerecht über alle SIA-Phasen hinweg zu berücksichtigen und umzusetzen.

Als Grundlagen dienen:

- Baumschutzgebiete der Stadt Zürich [37]
- Baumkataster der Stadt Zürich [38]
- Vegetation Standard Stadträume [40]
- Merkblatt Baumschutz auf Baustellen [39]

#### 2.4.3.2 Heckenschutz

Sträucher und Hecken erfüllen wichtige Funktionen im Siedlungsraum. Sie dienen vielen Pflanzen und Tieren als Lebensraum und als Vernetzungselement. Die Heckenfläche umfasst die bestockte Fläche sowie einen Krautsaum. In der Landwirtschaftszone beträgt der Krautsaum beidseitig mindestens 3 m. Das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966 (SR 451) zählt Hecken zu den besonders schützenswerten Lebensräumen. Es muss deshalb vermieden werden, dass eine Hecke (Bestockung und Krautsaum) durch den Bau des EWSF beeinträchtigt wird.

Deshalb ist es wichtig, dass Hecken bereits in der SIA-Phase 2 erfasst werden. GSZ ist immer in die Planung einzubeziehen [42].

Es ist die Pflicht des ewz bzw. der privaten Energieversorger\*in den Heckenschutz in allen SIA-Phasen stufengerecht zu integrieren.

#### 2.4.3.3 Wertvolle ökologische Flächen

Sportanlagen können ökologisch wertvolle Flächen umfassen. GSZ gibt gerne Auskunft über das Schutzobjekt.

#### 2.4.3.4 Schutzobjekte

Das Inventar der Schutzobjekte kann über die Katasterauskunft im Internet abgerufen werden. [www.katasterauskunft.stadt-zuerich.ch](http://www.katasterauskunft.stadt-zuerich.ch)

Falls sich ein Schutzobjekt auf dem Planungsareal befindet, nehmen sie bitte mit der zuständigen Fachstelle Kontakt auf.

### **Kontaktstellen**

Grün Stadt Zürich: [Kontaktpersonen Freiraumberatung](#)

Stadt Zürich: [Denkmalschutzobjekte](#) (OGD) und [Baumschutzgebiete Stadt Zürich](#)

Naturschutz Stadt Zürich; [Naturschutz und Stadtökologie](#)

### 3 CHECKLISTE FÜR DEN BAU UND PLANUNG

#### 3.1 Einführung zur Handlungsanweisung für die Gesamtplanung von Erdwärmesondenfeldern

Die vorliegende Handlungsanweisung wurde im Rahmen des vorliegenden Projektes entwickelt, um den Gesamtplaner\*innen der Energieversorger eine praxisnahe und strukturierte Unterstützung bei der Planung und Umsetzung von Projekten mit Erdwärmesondenfeldern (EWSF) zu bieten.

Ziel ist es, klare Prozesse und Verantwortlichkeiten zu definieren, die eine reibungslose Koordination zwischen allen Beteiligten sicherstellen und dabei alle relevanten Aspekte - von der Erdwärmesondenfelder-Technik über den Sportrasenaufbau bis hin zur Ökologie - gleichwertig berücksichtigen.

#### **Ziel der Handlungsanweisung**

Die Handlungsanweisung dient als Leitfaden, um:

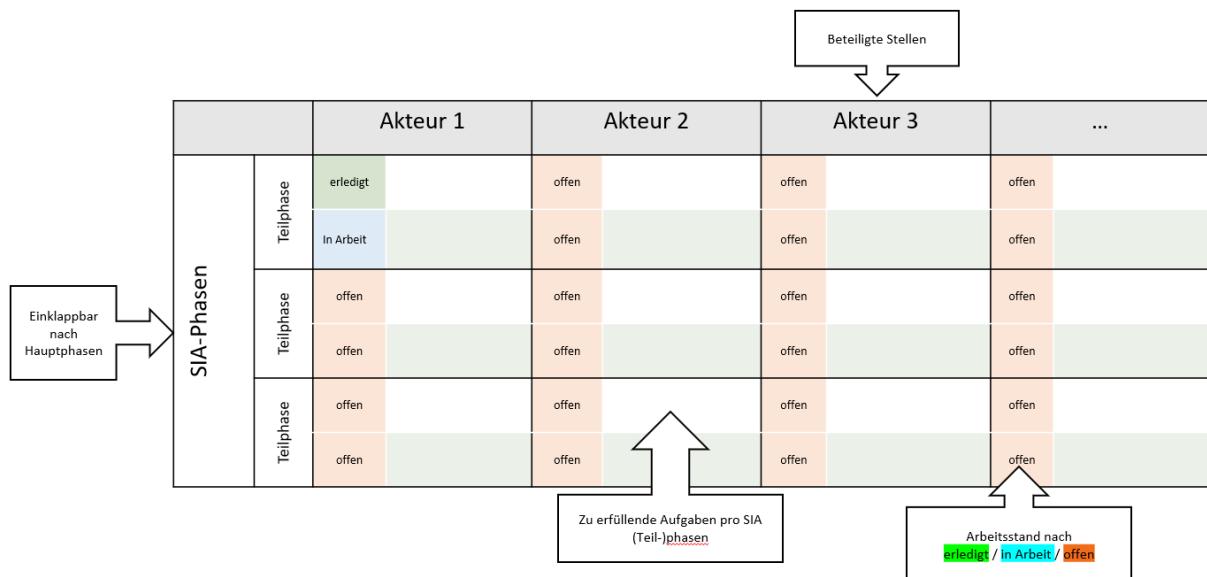
- **ein gemeinsames Verständnis** der Anforderungen an Planung und Umsetzung von EWSF zu schaffen,
- **eine effiziente Koordination** zwischen Projektleitung, Planer\*innen und weiteren Akteuren sicherzustellen,
- **alle relevanten Aspekte** wie Boden- und Baumschutzschutz, Begleitgrün und Sportrasenanlegung in die Planung zu integrieren und
- **einen standardisierten Ansatz** für zukünftige Projekte zu etablieren.

#### 3.1.1 Zentrales Hilfsmittel: Die Checkliste

Die Checkliste ist das Kernstück der Handlungsanweisung und dient als interaktive Arbeitshilfe. Sie stellt sicher, dass alle relevanten Schritte berücksichtigt werden, und erleichtert die Aufgabenverteilung zwischen den Akteuren.

#### **Funktionen der Checkliste:**

- **Gliederung nach SIA-Phasen:** Die Checkliste umfasst die Phasen Vorstudie, Projektierung, Planung und Ausführung.
- **Aufklappbare Textfelder:** Klare Darstellung von Aufgaben und Verantwortlichkeiten je Phase.
- **Checkliste:** Praktische Anweisungen für die Gesamtprojektleitung, um alle Schritte systematisch abzudecken.



**Abbildung 29:** Aufbau der Checkliste der Handlungsanweisung für Planung und Bau

### Ziele der Checkliste:

Koordination: Unterstützung einer strukturierten Zusammenarbeit zwischen Projektleitung, Technik, Tiefbau, Sportrasenplanung, ökologischer Begleitung und Sicherheitsbeauftragten.

### Kontinuierliche Weiterentwicklung der Checkliste:

Um den Prototyp der Checkliste zu einem breit abgestützten Instrument weiterzuentwickeln, werden folgende Schritte unternommen:

- Erfahrungsrückfluss und Bereitstellung einer Plattform für den Austausch in der Arbeitsgruppe Energieversorgungsplanung (AG EVP)

*Erste Anwendung:* Der Prototyp wird in Pilotprojekten getestet (z.B. durch private Anwender\*innen oder Organisationen wie ewz und GSZ).

*Feedbackprozess:* GSZ erfasst das Feedback von der Gesamtprojektleiter\*in, den Planer\*innen und der Umweltbegleitgruppe, einschliesslich Herausforderungen und Verbesserungsvorschlägen.

*Koordination:* Die AG EVP unter der Leitung der Energiebeauftragten begleitet die Umsetzung und stellt sicher, dass offene Fragen bei der Optimierung geklärt werden und veranlasst, dass die Checkliste periodisch optimiert und aktualisiert wird.

*Kommunikation:* Die AG EVP stellt sicher, dass Best Practices und Lessons Learned zielgruppengerecht an alle relevanten Akteure (z.B. GSZ, AHB, ewz) kommuniziert werden.

Projektierung und Bau Grün Stadt Zürich;

[GSZ-PGA-Projekte-und-Bau@zuerich.ch](mailto:GSZ-PGA-Projekte-und-Bau@zuerich.ch)

Leitung Arbeitsgruppe Energieversorgungsplanung (AG EVP);  
[energiebeauftragte@zuerich.ch](mailto:energiebeauftragte@zuerich.ch)

### 3.1.2 Thematische Module zur Vertiefung

Zusätzlich zur Checkliste bietet die Handlungsanweisung vier Module, die spezifische Themen vertiefen:

- **Projektablauf und Organisation** bei der Planung und Realisierung (Modul 1; Handlungsanweisung),
- **EWSF** mit Fokus auf die Temperatur in 0-1,5 m Tiefe (Modul 2; Stand der Technik und Erkenntnisse Bodentemperatur),
- **Sportrasen** mit dem Fokus auf Bauweise der Rasenfläche und Be- und Entwässerung (Modul 3; Stand der Technik),
- **Ökologie** mit dem Fokus auf Boden und Begleitgrün (Modul 4; Handlungsanweisung).



**Abbildung 30:** Thematische Module der Handlungsanweisung

Die Module bieten themenspezifische Einblicke, um die fachlichen Herausforderungen aufzuzeigen und eine abgestimmte Planung zu fördern. Sie dienen der Orientierung und der Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses für die Herausforderungen der einzelnen Fachbereiche, die bei der Realisierung von EWSF unter Sportrasenflächen zusammenspielen, und ersetzen nicht die detaillierte Fachkenntnis im jeweiligen Fachbereich.

Die Checkliste der Handlungsanweisung ist als Prototyp konzipiert und wird in der Praxis durch Feedback geschärft. Sie bietet Gesamtplaner\*innen eine solide Grundlage für die erfolgreiche Planung und Umsetzung von Projekten mit EWSF.

## 4 REFERENZ

### 4.1 Projektbericht

- [1] Kommunale Energieplanung: STRB Nr. 1077/2016 Themenkarte Einsatz von Erdwärmesonden
- [2] Kanton Zürich, [Messnetz Bodenfeuchte](#); Homepage
- [3] Dokumentation der ersten Begleitgruppensitzung «Auswirkungen von Erdwärmesondenfelder auf Sportrasen» vom 18. August 2024
- [4] Protokoll der zweiten Begleitgruppensitzung «Auswirkungen von Erdwärmesondenfelder auf Sportrasen» vom 19. September 2024
- [5] Ecosens; Projektausschuss auf DC-Ebene (GSZ/EB) 07.11.2024; Begleitdokument: Überblick über die Grundlagen zu Auswirkungen von Erdwärmesonden auf die Bodentemperatur vom 18.10.2024
- [6] Protokoll der dritten Begleitgruppensitzung vom 9. Dezember 2024

### 4.2 Module

#### Modul 1

- [7] [Handbuch](#) für Hochbauten der Stadt Zürich «Wir bauen für Zürich» Version 1.1, März 2024

#### Modul 2

- [8] UVEK/BFE (Hrsg.) Hubbuch, M. (ZHAW), Huber, A. (Huber Energietechnik AG) & Bargetzi, A. (ZHAW) (2014), Optimierung von Erdwärmesonden, Effizienzsteigerung für kleinere Anlagen Schlussbericht.
- [9] ZHAW, 2014, Optimierung von Erdwärmesonden, <https://www.erdsondenoptimierung.ch/> [Stand: 2014]
- [10] Bundesverband Geothermie (2023), Erdwärmesonde, <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/e/erdwaermesonde> [Stand: 2023]
- [11] Geothermie Schweiz, <https://geothermie-schweiz.ch/geothermie/geothermie-uebersicht/> [Stand: unbekannt].
- [12] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS): <https://www.fws.ch/category/die-waermepumpe/>
- [13] AWEL (Hrsg.) (2010), Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser – Planungshilfe.
- [14] VDI (Hrsg.) (2021), Thermische Nutzung des Untergrundes, VDI 4640 Blatt 1.
- [15] SIA (Hrsg.) (2021), Erdwärmesonden, SIA 384/6:2021.

- [16] Geothermie Schweiz (Hrsg.) (2018), Leitfaden Erdwärmesonden (EWS), Fragen- Antworten- Lösungen im Überblick.
- [17] Geotherm AG (Hrsg.) (n.n.), Merkblatt: Baustellen für Erdwärmesonden.
- [18] Huber, A. (2014), Bodentemperaturen und geothermischer Wärmefluss in der Schweiz.
- [19] Jäckli Geologie AG, Özdürük, H. (2024) Simulation zur Temperaturveränderung in 50 Jahren.
- [20] Jäckli Geologie AG, (Hrsg.), Sutter, E.& Hobohm, L. (Geo Explorers AG) (2024), Thermal Response Test – Bertastrasse 54, Parzelle WD2376, 8003 Zürich.
- [21] Jäckli Geologie AG, (Hrsg.), Özdürük, H. (2024), Erdwärmesondenprojekt Schulhaus Aemtler, Min/Max Temperaturen Sondenfluid, Parzelle WD2376, 8003 Zürich.
- [22] Oberli Engineering GmbH (n.n.), Wetter/Meteo und Klima- Entwicklung der Globalstrahlung, Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer in der Schweiz. <https://obeng.ch/Obeng2/Pages/Page.aspx?Id=7382>
- [23] Ouarghi, J. (2017), Einfluss des Klimas und der Landnutzung auf den Energiehaushalt an der Oberfläche sowie die Boden- und Grund-wassertemperatur, Dissertation, Freie Universität Berlin.
- [24] Bauer D., Heidemann W., Diersch H.-J. G., Müller-Steinhagen H. (2008), Untersuchungen zur Grundwasserbeeinflussung von Erdsonden-Wärmespeichern, Der Geothermiekongress 2008.
- [25] AGFW (Hrsg.) (2020): Untersuchung der Interaktion zwischen Bäumen/Baumwurzeln und unterirdischen Fernwärmeleitungen. Abschlussbericht zum Verbundforschungs-vorhaben.
- [26] AGFW (Hrsg.) (2023): Praxisvalidierung langfristiger Schutzmassnahmen von Bäumen/ Baumwurzeln in Versuchsstrecken unterirdischer Fernwärmeleitungen in Frankfurt a.M. und Chemnitz. Abschlussbericht zum Verbundforschungsvorhaben FW-Vegetation 2.

### **Modul 3**

- [27] BASPO, Magglingen Fachstelle Sportanlagen (Hrsg.), Gruber, H. (2016), 121 – Naturrasen – Planungsgrundlagen.
- [28] Sportplatzkommission SFV (Hrsg.) (2007), Planung, Bau und Unterhalt von Fussballsportanlagen.
- [29] Rinderknecht, M. (2019), Abnahme von Naturrasenflächen, Inbetriebnahme und Pflegestufen für einen nachhaltigen Sporrasen.
- [30] Rinderknecht, M. (2024), Input Referat zu Sporrasenflächen in der 1. Begleitgruppensitzung des Projektes «Erdwärmesondenfelder unter Sporrasenflächen».

[31] DIN 18035-4, Sportplätze- Teil 4: Rasentragflächen

#### **Modul 4**

- [32] BAFU (Hrsg.) 2022: Sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen. Bodenschutzmassnahmen auf Baustellen. Ein Modul der Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2112
- [33] Kanton Zürich, FaBo, Pflichtenheft für die bodenkundliche Baubegleitung
- [34] Kanton Zürich, FaBo, Merkblatt Umgang mit Boden bei Bauvorhaben
- [35] Kanton Zürich, FaBo, Lastverteilende Massnahmen, 2. Juli 2008
- [36] Kanton Zürich, [Messnetz Bodenfeuchte](#); Homepage
- [37] Stadt Zürich, Amt für Städtebau, [Baumschutzgebiet Stadt Zürich](#), 6. September 2016
- [38] Grün Stadt Zürich GSZ, [Baumkataster der Stadt Zürich](#), maps.stadt-zuerch.ch
- [39] Grün Stadt Zürich, [Merkblatt Baumschutz auf Baustellen](#) der Stadt Zürich
- [40] Tiefbauamt, [Vegetation Standards Stadträume](#), 20. November 2024
- [41] Grün Stadt Zürich, [Baumgruben mit Baumsubstrat](#), Merkblatt für Planende, Januar 2023
- [42] Grün Stadt Zürich, Hecken, Homepage

Wallisellen, 13. Dezember 2024

Sandra Laubis

## 5 ANHANG

- A Mitglieder Begleitgruppe
- B Abkürzungen

## ANHANG A

### Mitglieder Begleitgruppe

Der Prozess wurde von der Begleitgruppe mit folgenden Mitgliedern begleitet:

- Frauenknecht Benjamin Co-PL (GSZ)
- Frei Louis Co-PL (DIB)
- Wickart Marcel (DIB)
- Bischof Sara Christina (GSZ)
- Kaiser Daniela (GSZ)
- Bagnoli Davide (IMMO)
- Hegglin Raffael (IMMO)
- Kappeler Marcel (SSD)
- Glättli Sandra (UGZ)
- Schmid Manuel (UGZ)
- Wilhelm Hanspeter (UGZ)
- Fehlmann Stefan (AHB)
- Lutz Stefan (LSZ)
- Rinderknecht Martin (Sportrasen GmbH)
- Leumann Pascal (ewz)
- Laubis Sandra (Ecosens, Moderation)
- Bringolf Andrea (Ecosens)

## ANHANG B

### **Abkürzungen**

AfB	Amt für Baubewilligungen
AfS	Amt für Städtebau
AG EVP	Arbeitsgruppe Energieversorgungsplanung
AHB	Amt für Hochbauten
BBB	Bodenkundliche Baubegleitung
DA	Dienstabteilung
DC	Dienstabteilungs-Chef*in
DIB	Departement der Industriellen Betriebe
EB	Energiebeauftragte
EWSF	Erdwärmesondenfeld
ewz	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
GSZ	Grün Stadt Zürich
IMMO	Immobilien Stadt Zürich
LSZ	Liegenschaften Zürich
OeBB	Ökologische Baubegleitung
SR	Stadtrat
SSD	Schul- und Sportdepartement
TAZ	Tiefbauamt der Stadt Zürich
UBB	Umweltbaubegleitung
UDEL	Umweltdellegation
UGZ	Umwelt und Gesundheitsschutz Zürich