

Schlussbericht, 09.2024

Energieeffizienzmassnahmen für die Betreiber von Golfinfrastrukturen



Autor

Nathanaël Gobat, enerprocess Sàrl

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.

Für den Inhalt ist alleine der Autor verantwortlich.

Inhalt

1.	Management Summary	4
2.	Einleitung	5
3.	Ist-Zustand	5
3.1	Typische Golfinfrastruktur	6
3.2	Emissionen und Energieverbrauch – Golfbranche	8
4.	Absenkpfad	9
4.1	Übersicht über die Massnahmen	10
4.2	Einstufung der Energieeffizienzmassnahmen	13
4.3	Umsetzung der Energieeffizienzmassnahmen	14
5.	Energieeffizienzmassnahmen PEIK	15
5.1	Elektrische Green-Mäher	15
5.2	Autonome elektrische Mäher – Fairways	16
5.3	Solarthermie	16
5.4	Optimierung Heizöl	17
5.5	Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage	18
5.6	Wärmerückgewinnung aus Abwasser – Vorwärmung Duschen	19
5.7	Optimierung Strom	19
5.8	Photovoltaikanlage	20
6.	Energieeffizienzmassnahmen – weitere Massnahmen	21
6.1	Umfassende Elektrifizierung des Maschinenparks	21
6.2	Sanierung der thermischen Hülle	22
6.3	Ersatz des Wärmeerzeugers	22
7.	Finanzierungsinstrumente	23
7.1	Finanzielle Förderprogramme	23
7.2	Rückerstattung der CO ₂ -Abgabe	24
7.3	Energie-Contracting	25
8.	Schlussfolgerung	25
9.	Quellen	26
10.	Anhang	26
10.1	Faktor CO ₂ / UBP	26

1. Management Summary

Die Golfbranche mit ihren spezifischen Infrastrukturen eignet sich gut für Energieeffizienzmassnahmen. Der vorliegende Bericht zeigt auf, welche Massnahmen umgesetzt werden können, und enthält Empfehlungen für die Betreiber von Golfinfrastrukturen und die bei ihnen tätigen Energiefachleute.

Eine typische Golfinfrastruktur umfasst neben der eigentlichen Spielfläche und Anlage auch Wartungs- und Instandhaltungsgebäude mit dem für Pflege und Unterhalt von Spielfläche und Anlage notwendigen Maschinenpark, Golfinfrastrukturen (Raum für Carts und Caddies, Ballraum, Übungsbereiche im Freien und/oder überdachte oder geschlossene Anlagen usw.), Sportinfrastrukturen (Garderoben, sanitäre Anlagen, Büros/Sekretariat usw.) sowie Erholungsbereiche und Gastronomieeinrichtungen (Lounge, Speisesaal, Terrasse, Küchen, Kühl- und Lagerräume). Golfinfrastrukturen werden meist saisonal betrieben (April bis Oktober), da das Winterhalbjahr in der Schweiz frost- und schneebedingt zum Golfen in der Regel nur beschränkt geeignet ist – mit Ausnahme vielleicht im Tessin und in bestimmten geschützten Lagen. Das Klima hat somit einen Einfluss auf die Betriebszeiten eines Golfplatzes.

Als Energieträger für den Betrieb einer Golfinfrastruktur dienen hauptsächlich Diesel (Unterhaltsgeräte und -maschinen), Heizöl für Gebäudebeheizung und Warmwasser sowie Strom für Golfinfrastrukturen und Gastronomie. Durchschnittlich betragen die Energiekosten **76 000 CHF/Jahr**, davon entfallen **27 000 CHF/Jahr (35 %)** auf Strom, **15 000 CHF/Jahr (20 %)** auf Heizöl und **34 000 CHF/Jahr (45 %)** auf Diesel ¹.

Das Netto-Null-Ziel für alle Golfinfrastrukturen bis 2035 ² soll durch den Verzicht auf fossile Energieträger und eine umfassende Optimierung der Effizienz und des Stromverbrauchs erreicht werden.

Aufgrund der besonderen Merkmale einer Golfinfrastruktur (Saisonabhängigkeit, in der Regel räumliche Nähe von Sportinfrastrukturen und Gastronomie) lassen sich verschiedene Synergien und Energieeffizienzmassnahmen realisieren, von denen einige sehr einfach umsetzbar sind:

- **Optimierung Strombedarf der Sportinfrastrukturen – Gastronomie.** In der Gastronomie ist der Strom (Öfen, Dampfzug) und Warmwasserbedarf sehr hoch. Die Lüftungssysteme sind meistens nicht für den effektiven Bedarf der Gastronomie eingestellt. Sie könnten deshalb gezielter reguliert werden. Weiter verfügt jede Golfinfrastruktur über eine Waschmaschine für die Garderoben und/oder die Gastronomie. Eine einfache, aber wirksame Massnahme besteht darin, beim nächsten Ersatz der Waschmaschine das Gerät direkt an das Warmwassernetz des Gebäudes anzuschliessen, damit es vorgewärmtes Wasser nutzen kann.
- **Thermische Optimierung der Sportinfrastrukturen – Gastronomie.** Da Golfinfrastrukturen saisonal betrieben werden, muss der Wärmebedarf der Gebäude im Winter durch eine feinere Regulierung der benötigten Temperatur minimiert werden. Eine weitere Massnahme besteht darin, den Betrieb der Umwälzpumpen zu optimieren (Warmwasserkreislauf).
- **Autonome Elektrifizierung des Maschinenparks – Fairways.** Für den Unterhalt der Fairways während der Saison werden zahlreiche Mäher eingesetzt. Als Effizienzmassnahme kommt die Anschaffung autonomer elektrischer Fairway-Mäher in Frage. Dies würde den Energieverbrauch in diesem Bereich erheblich senken und CO₂-Emissionen vermeiden. Mit der autonomen Elektrifizierung der Fairways werden zudem Arbeitsstunden für die Pflege der Fairways (Arbeitskräfte) reduziert und damit Kosten eingespart. Dies ist besonders in der heutigen Situation von Vorteil, wo Personal für den Golfplatzbetrieb sehr gesucht ist und zum Teil fehlt.
- **Thermische Solaranlage.** Im Sommer betrifft der gesamte Wärmebedarf das Warmwasser für die Duschen in den Garderoben. Eine sehr interessante Massnahme besteht in der Installation von thermischen Solaranlagen, die den Warmwasserbedarf von April bis Oktober decken. Angesichts des grossen Bedarfs

¹ Bei den ausgewiesenen Energiekosten handelt es sich um die durchschnittlichen Energiekosten einer Golfanlage in der Schweiz. Sie umfassen die gesamte Energie, die **direkt** für den Betrieb der Infrastrukturen und des Maschinenparks genutzt wird.

² Strategische Ziele von Swiss Golf: <https://swissgolf.ch/de/nachhaltigkeit/golf-nachhaltigkeit-in-der-schweiz/golf-course-2030-switzerland/> 16.10.2024

während der Sommermonate ist diese Massnahme im Vergleich zu anderen Heizlösungen sehr rentabel und kann deshalb nachdrücklich empfohlen werden.

- **Wärmerückgewinnung aus Abwasser – Duschen.** Während der Sommersaison ist der Wärmebedarf der Duschen wie erwähnt gross. Bei einer bevorstehenden Renovierung der Duschen kann eine spezifische Massnahme darin bestehen, eine Wärmerückgewinnung aus dem abfliessenden Duschwasser zur Kaltwasservorwärmung (vor der Mischbatterie) zu installieren. Mit der Vorwärmung des Kaltwassers sinkt der Warmwasserverbrauch und entsprechend auch die für die Wassererhitzung benötigte Energiemenge³.

Installation einer Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage. Im Bereich der Gastronomie wird der eher niedrige Kühlbedarf (Kühlräume) durch eine Kälteanlage gedeckt, die in der Regel nicht mit einer Wärmerückgewinnung versehen ist. Beim nächsten Ersatz wird dringend empfohlen, eine Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung für die Vorwärmung des Warmwassers (ergänzend zur Solarthermie) zu installieren. Weiter wird nachdrücklich die Montage einer Kälteanlage empfohlen, die als Wärmepumpe funktionieren kann, um die Räumlichkeiten während der Wintermonate frostsicher zu halten. Werden die Räumlichkeiten (Gastronomie und Garderoben) im Winter nicht genutzt und ist die Wärmedämmung nicht veraltet (vor 1990), lassen sie sich während der Wintermonate mit der thermischen Leistung der Kälteanlage (15–30 kW) mit Wärmepumpe vor Frost bewahren.

In einem zweiten Schritt werden weitere Massnahmen zur Senkung der Energiekosten empfohlen, etwa die Installation von Photovoltaikanlagen, der Ersatz von fossilen Heizungen, die Modernisierung der Beleuchtung mit LED usw. Diese Massnahmen sind allerdings weniger spezifisch für die Golfbranche.

Die zusätzlichen Massnahmen zur Senkung der CO₂-Emissionen wie die Sanierung der Gebäudehülle, die umfassende Elektrifizierung des Maschinenparks und der Ersatz der Wärmeerzeuger sind notwendig und wichtig. Dennoch müssen die Investitionen priorisiert und zuerst die Effizienzmassnahmen umgesetzt werden.

2. Einleitung

Dieses Dokument beschreibt zusammenfassend die Effizienzmassnahmen, die zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen der Betreiber von Golfinfrastrukturen (GI) umgesetzt werden können. Es wurde zuhanden der Dachorganisation des Golfsports in der Schweiz «Swiss Golf» verfasst.

Die Zusammenfassung basiert auf den Ergebnissen von PEIK-Energieberatungen (Programm von EnergieSchweiz), die 2023 in fünf Schweizer Golfanlagen durchgeführt wurden.

3. Ist-Zustand

In der Schweiz gibt es 89 Golfplätze mit mindestens neun Löchern, deren Clubs Mitglieder von Swiss Golf sind. Die Plätze neun weiterer Golfclubs liegen im Grenzgebiet in Frankreich und Deutschland. Die Schweiz zählt über 100 000 lizenzierte Golferinnen und Golfer. Gemäss dem Dachverband Swiss Olympic ist Swiss Golf nach der Anzahl lizenzierter Mitglieder der siebtgrösste Sportverband des Landes.

Die meisten Golfinfrastrukturen werden saisonal (April bis Oktober) betrieben, da der Golfsport wetterabhängig ist und unterhalb einer bestimmten Temperatur oder bei Frost oder Schnee nicht ausgeübt werden kann, da Schäden am Platz drohen.

In einem Golfclub (GC) ist zu unterscheiden zwischen der Bewirtschaftung der Infrastrukturen und der Organisation des sportlichen Bereichs. Für die Bewirtschaftung der Infrastrukturen sind häufig die Golfplatzbesitzer zuständig. Sie kann in Form einer Aktiengesellschaft oder Genossenschaft organisiert werden. Der sportliche Bereich wird in den meisten Fällen einem Verein und seltener einer Genossenschaft (z. B. GC Lausanne) übertragen. Diese Vereine/Genossenschaften sind statutarische Mitglieder von Swiss Golf. Die Mitarbeitenden sind je nach Beschäftigung und Aufgabenteilung dem Betreiber oder dem Verein unterstellt. Diese Unterstellung kann für die einzelnen GC sehr unterschiedlich ausgestaltet sein.

³ Die Reduktion des Wasserverbrauchs wurde in der Gesamteinsparung nicht berücksichtigt.

Der Energiebedarf wird folglich massgeblich von der Nutzung für den Golfsport (Frühling bis Herbst) beeinflusst. Er entsteht hauptsächlich in folgenden Bereichen:

- **Golfanlagen:** Der Energiebedarf der Golfanlagen allein (Beleuchtung, Druckluft, Aufladen Batterien usw.) ist im Vergleich zum übrigen Energieverbrauch des Areals gering. In den meisten Golfanlagen macht das Pumpen (Platzbewässerung) einen eher geringen Anteil am Energiebedarf aus (5–10 MWh Strom/Jahr).
- **Unterhaltsgeräte und Maschinen für die Spielfläche und Anlage (Mäher für Greens, Fairways und Roughs, Bunkerrechen, Gebläse, Traktoren usw.):** Der Treibstoffverbrauch ($\frac{3}{4}$ Diesel, $\frac{1}{4}$ Benzin) stellt einen grossen Anteil von rund einem Drittel des Gesamtenergieverbrauchs dar. Es sind bereits einige Hybridmodelle (Diesel – Strom) erhältlich. Mehr und mehr bieten die Gerätehersteller Modelle an, die zu 100 Prozent elektrisch betrieben werden, unter anderem autonome Mähroboter.
- **Sportanlagen:** Die Sportanlagen (Garderoben, Sanitärräume, Büros/Sekretariat usw.) haben einen grossen Anteil am Energieverbrauch, insbesondere im Bereich Wärme (Heizung und Warmwasser). Als Energieträger dient hauptsächlich Heizöl.
- **Gastronomie:** Alle GC verfügen neben den Sportanlagen über Gastronomieräume. Energie wird in thermischer Form (Kälte und Wärme), zur Belüftung und für die Produktions- und Spülprozesse benötigt (Öfen, Braisièren, Geschirrspüler usw.). Als Energieträger wird hauptsächlich Strom genutzt.

Häufig wird das Restaurant unabhängig vom Sportverein oder Betreiber von einer Drittpartei geführt, welche die vom GC bereitgestellte Infrastruktur gegen Bezahlung von Miete und Nebenkosten (Heizung, Wasser, Strom, Abfallentsorgung usw.) nutzt. In manchen Fällen wird das Restaurant direkt vom GC-Betreiber bewirtschaftet, in anderen wird es als Joint Venture zwischen Geschäftsführer und Betreiber des GC betrieben.

Mit Blick auf das Energiemanagement wird die Umsetzung von Massnahmen zur Effizienzverbesserung unter Umständen verzögert oder erschwert, wenn mehrere Akteure (Eigentümer, Betreiber, Sportverein) vorhanden sind und der Verbraucher nicht Eigentümer der Anlagen ist. Es sind aber dennoch sehr gute Realisierungen von Anlagen möglich (beispielsweise Energie-Contracting mit Photovoltaik).

3.1 Typische Golfinfrastruktur

Eine typische Golfinfrastruktur wird mit rund 15 bis 20 Vollzeitäquivalenten (VZÄ) betrieben, die für einen 18-Loch-Parcours auf etwa 50 Hektaren und 50 bis 100 Wettbewerbe sowie jährlich 5000 bis 20 000 gespielte Runden zuständig sind. Eine GI verfügt zudem über Garderoben mit rund 50 bis 200 Plätzen und dazugehörigen Duschen, eine Werkstätte von 50 bis 100 m², einen Maschinenpark mit 10 bis 15 Mähern und anderen Nutzfahrzeugen sowie ein Restaurant mit 100 bis 200 Sitzplätzen und Küchen mit einer beheizten Gesamtfläche von 800 bis 1200 m². In der Regel werden die Infrastrukturen von April bis Oktober genutzt. In den Wintermonaten ist das Restaurant gewöhnlich geschlossen. Das Unterhalts- und Wartungsteam (Gärtnerinnen und Gärtner, Mechanikerinnen und Mechaniker usw.) sowie das Sekretariat arbeiten aber weiter.

Die Golfinfrastrukturen sind relativ homogen und weisen vergleichbare technische Einrichtungen (Heizung, Maschinenpark usw.) und eine ähnliche Nutzung auf. Nutzung und Grösse der Infrastrukturen (Anzahl gespielte Partien pro Jahr, Gebäudefläche und gepflegte Parcoursfläche) haben selbstverständlich einen Einfluss auf den Energieverbrauch.

Der Energieverbrauch beträgt rund 400 000 kWh/Jahr und ist etwa zu gleichen Teilen auf Strom, Treibstoff (Diesel/Benzin) und Heizöl/Pellets (Heizung) verteilt. Die Betriebskosten belaufen sich auf durchschnittlich 76 000 CHF/Jahr, die CO₂-Emissionen auf rund 92 t CO₂/Jahr (Strom, Heizöl und Diesel/Benzin). Der Energieverbrauch entspricht 206 Millionen UPB (Umweltbelastungspunkte) pro Golfinfrastruktur und Jahr

⁴. Der Begriff UPB wird im gesamten Bericht verwendet.

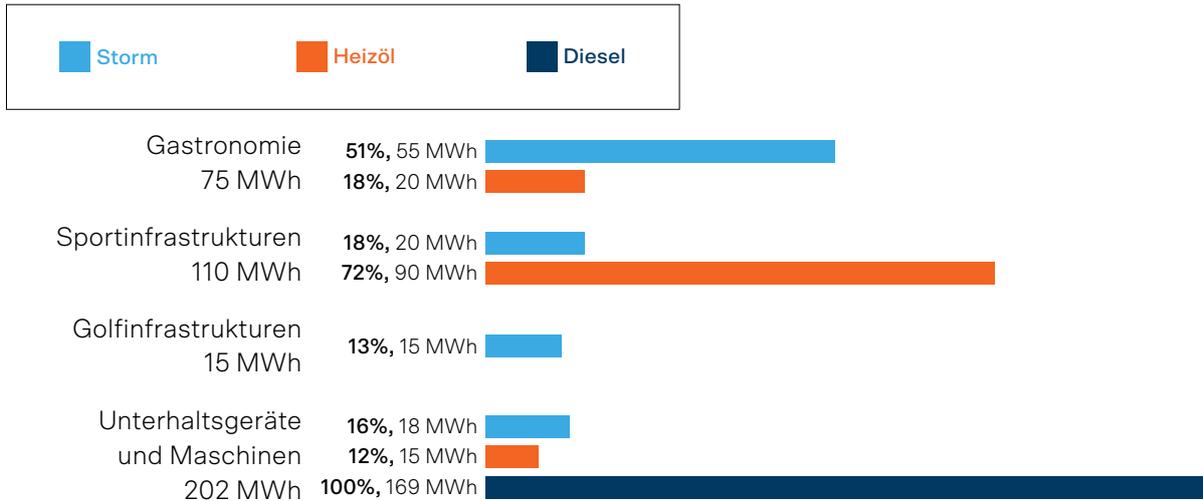
⁴ BAFU, Bundesamt für Umwelt, Themen Ökobilanzierung, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/methodische-grundlagen-von-ökobilanzen/methode-der-ökologischen-knappheit.html>

Energieverbrauch und CO₂-Emissionen nach Energieträger

	kWh/Jahr	% Energie	t CO ₂ /Jahr	UBP [-]	% Emissionen	CHF/Jahr
Heizung – Heizöl	129 903	0,32	34,42	53 130 259	0,372	15 588
Strom	108 867	0,27	13,93	57 590 643	0,150	27 217
Mobilité – Diesel	169 674	0,42	44,28	96 035 295	0,478	33 935
Total	408 444	1,00	92,64	206 756 197	1,00	76 740

Die Umrechnungsfaktoren werden im Anhang genauer erläutert.

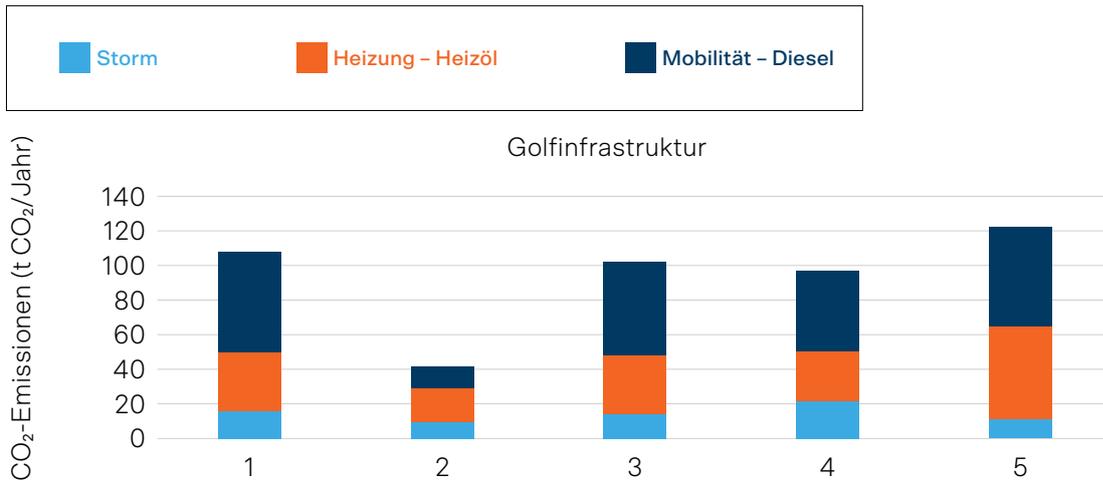
Verteilung des Energieverbrauchs nach Verbrauchsposten



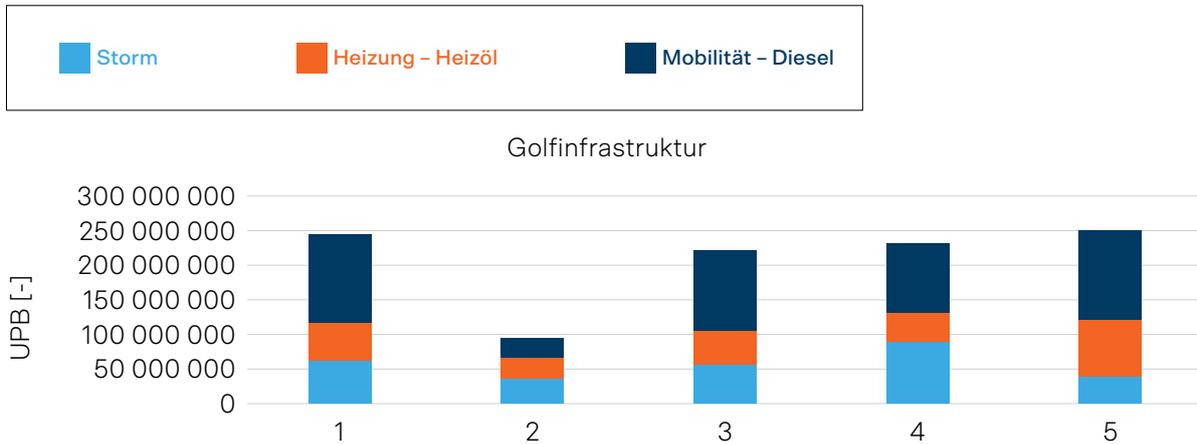
Die Verteilung des Energieverbrauchs zeigt, wie sich die Energieträger auf die einzelnen Verbrauchsposten konzentrieren:

- **Unterhaltsgeräte und Maschinen.** Auf diesen Posten entfällt der gesamte Treibstoffverbrauch für den Unterhalt des Parcours (Unterhaltsmaschinen).
- **Sportinfrastrukturen.** Die Sportinfrastrukturen bestehen hauptsächlich aus den Gebäuden für die Golferinnen und Golfer. Hauptverbrauchsposten ist das Heizöl für die Gebäudebeheizung und die Wasseraufbereitung (Duschen).
- **Gastronomie.** Bei diesem Posten ist der Stromverbrauch sehr hoch, da er sämtliche stromverbrauchenden technischen Einrichtungen umfasst (Kälteanlage, Lüftung, Öfen usw.).

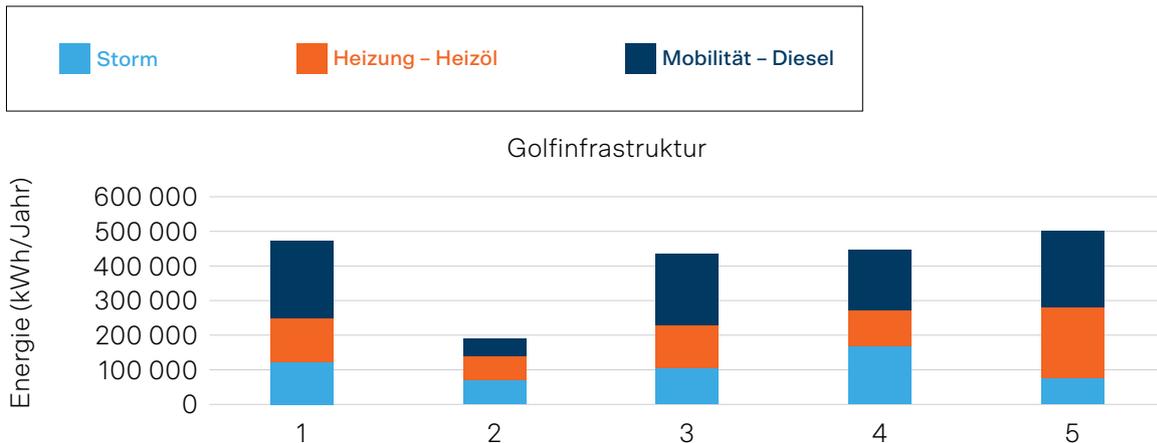
CO₂-Emissionen nach Energieträger



UBP nach Energieträger



Energieverbrauch nach Energieträger



3.2 Emissionen und Energieverbrauch – Golfbranche

Die gesamten CO₂-Emissionen aus der direkten Energienutzung (Treibstoff, Brennstoffe und Strom) der Golfbranche in der Schweiz betragen rund 9000 Tonnen jährlich. Drei Viertel dieser Emissionen entfallen auf die Verbrennung fossiler Energie vor Ort (Treibstoff (Mobilität) und Brennstoffe (Heizung)).

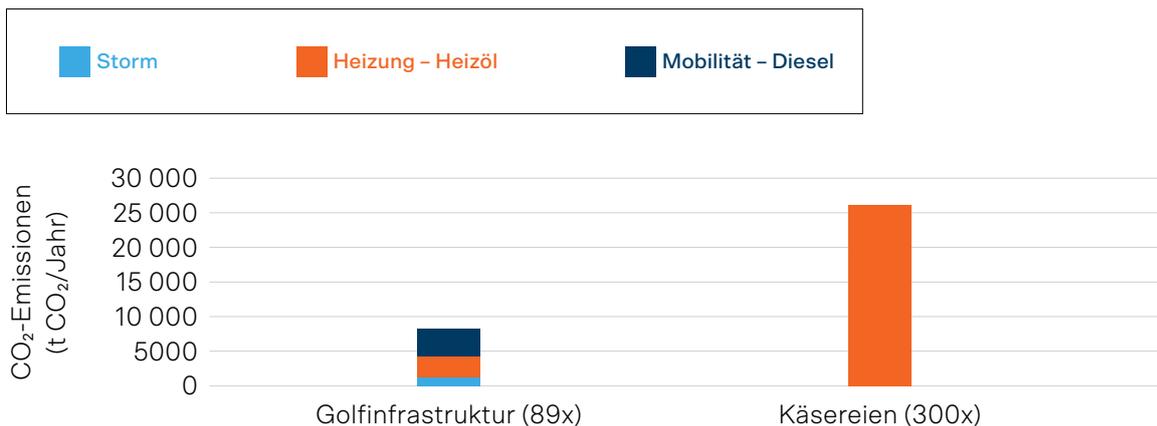
Energieverbrauch und CO₂-Emissionen – Golfbranche

	kWh/Jahr	% Energie	t CO ₂ /Jahr	UBP [-]	% Emissionen	CHF/Jahr
Heizung – Heizöl	12 730 478	0,32	3 374	4 728 593 036	0,37	1 527 657
Strom	10 668 966	0,27	1 366	5 125 567 227	0,15	2 667 242
Mobilität – Diesel	16 628 019	0,42	4 340	8 547 141 285	0,48	3 325 604
Total	40 027 463	1,00	9 079	18 401 301 548	1	7 520 503

Der Energieverbrauch beträgt 40 GWh/Jahr, wovon 12 GWh/Jahr auf den Strom entfallen. Dies entspricht dem Verbrauch von 2400 Schweizer Haushalten (4000 kWh Strom/Haushalt/Jahr). Die gesamte Umweltbelastung (UBP) der direkten energiebedingten Emissionen beläuft sich auf 18,4 Millionen UBPs. Dies entspricht der Umweltbelastung von 920 Personen in der Schweiz pro Jahr (20 Mio. UBPs/Person/Jahr⁵).

Im Vergleich zu anderen Wirtschaftsbranchen, beispielsweise Käsereien, zeigt sich, dass eine GI (92 t CO₂/Jahr) gleich viel CO₂ emittiert wie eine durchschnittliche Käserei (87 t CO₂/Jahr). Eine durchschnittliche GI ist «energetisch» und von der Struktur her (Verein – Genossenschaft) mit einer durchschnittlichen Schweizer Käsegenossenschaft in etwa vergleichbar. Die CO₂-Emissionen der Golfbranche (89 GI) entsprechen den CO₂-Emissionen eines Drittels der Käsereien, die Anspruch auf Rückerstattung der CO₂-Abgabe haben (300 Betriebe). Diese Zahlen betreffen nur die Brennstoffe. Nicht berücksichtigt werden Strom und mögliche Treibstoffe, welche die Käsereien verbrauchen.

Vergleich CO₂-Emissionen – Käsereien – Golfinfrastrukturen



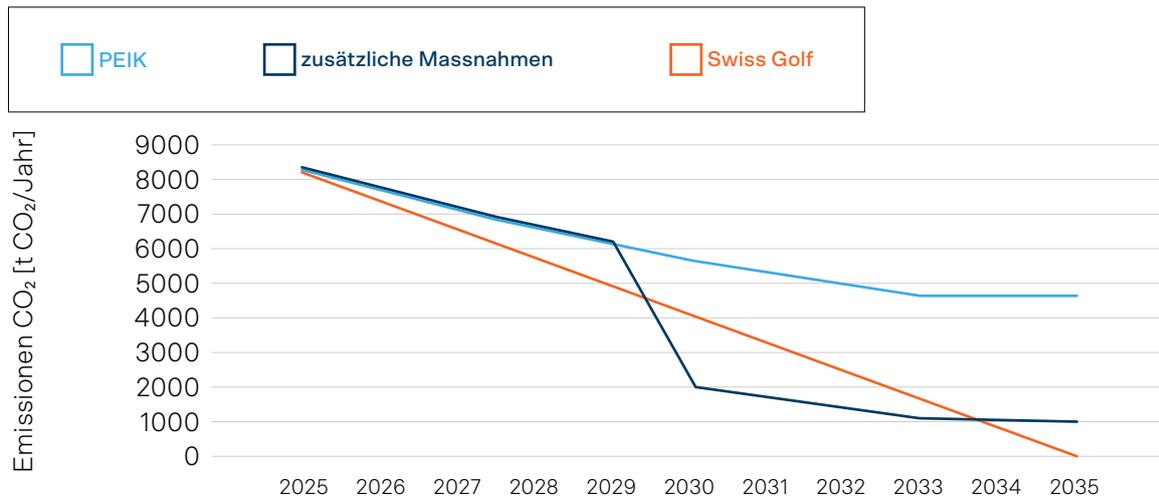
4. Absenkpfad

Die Golfbranche insgesamt kann anhand der PEIK-Effizienzmassnahmen schätzungsweise rund 3600 t CO₂/Jahr einsparen. Dies entspricht einer Senkung der heutigen Emissionen um rund ein Drittel.

Die in diesem Dokument erwähnten Emissionen betreffen ausschliesslich den Scope 1 (Verbrennung fossiler Energie – Treib- und Brennstoff) und den Scope 2 (Stromverbrauch). Im Scope 1 wurden die übrigen potenziellen Emissionen (Kältemittel usw.) nicht betrachtet.

⁵ ESU-services GmbH, Fachtagung Pusch, EAWG Dübendorf, 29.10.2014, N. Jungbluth

CO₂-Absenkpfad – Golfinfrastrukturen



Um eine grössere Reduktion zu erzielen, müssten weitere Energieeffizienzmassnahmen in Betracht gezogen werden, die nicht in den PEIK-Berichten aufgeführt sind. Diese Massnahmen sind in der Regel schwieriger umzusetzen, da die benötigte Technologie noch nicht immer verfügbar oder nicht rentabel ist (beispielsweise umfassende Elektrifizierung des Maschinenparks). Das Potenzial der zusätzlichen Massnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen wird auf 3650 t CO₂/Jahr geschätzt.

In der heutigen Situation ermöglicht die Elektrifizierung des Maschinenparks (Erwerb eines elektrischen Green-Mähers und eines elektrischen Fairway-Mähers) eine Senkung des Treibstoffverbrauchs um rund 2700 l Diesel/Golfplatz/Jahr (7,2 t CO₂/GC/Jahr).

Allerdings ist es noch sehr schwierig, die gesamte Fläche eines GC ausschliesslich mit den vorgeschlagenen elektrischen Modellen zu pflegen (mangelnde Autonomie, Ladeinfrastruktur usw.). Der Übergang erfolgt deshalb in der Regel schrittweise, wobei zu Beginn nur wenige, häufig noch hybride Maschinen angeschafft werden. Den GC wird jedoch empfohlen, sich Gedanken über ihre Strategie für den Ersatz von Maschinen zu machen, vor allem dann, wenn bestimmte thermische Maschinen das Ende ihrer Lebensdauer erreichen.

CO₂-Emissionen lassen sich nicht komplett vermeiden, da beim Stromerwerb für den Infrastrukturbetrieb immer Restemissionen bestehen bleiben. Es ist aber möglich, sämtliche direkt durch fossile Treib- und Brennstoffe (hauptsächlich Diesel und Heizöl) verursachten CO₂-Emissionen zu beseitigen. Die Branche strebt die CO₂-Neutralität des Golfbetriebs bis 2035 an. Dafür müssen die Emissionen gegenüber heute um rund 8000 t CO₂/Jahr gesenkt werden.

4.1 Übersicht über die Massnahmen

4.1.1 Durchschnittliche Golfinfrastruktur in der Schweiz

Um ihre Emissionen um rund **41 t CO₂/Jahr** (ca. 45 % der CO₂-Emissionen) zu reduzieren, muss eine GI **518 000 CHF** investieren. Davon entfallen zwei Drittel allein auf die Mobilität (Ersatz des thermischen Maschinenparks durch elektrische Maschinen). Bei einem durchschnittlichen Gewinn von rund 73 600 CHF/Jahr beläuft sich der Payback [Amortisationsdauer] auf rund 7,03 Jahre. Die Umweltbelastung wird um etwa 79 Millionen UBP – 40 Prozent gegenüber dem Ist-Zustand – verringert.

Energieeffizienzmassnahmen PEIK

Bezeichnung Massnahme	Kosten [CHF]	Energieträger	Einsparung [kWh/Jahr]	Einsparung [l Heizöl- Diesel/Jahr]	Einsparung Ersatz [kWh/ Jahr]	Gewinn [CHF/Jahr]	Payback [Jahre]	Einsparung CO ₂ [t CO ₂ / Jahr]	UPB [-]
Elektrische Green-/ Fairway-Mäher	80 000	Diesel	27 648	2 765	-3 456	4 402	9,09	7,22	13 820 544
Solarthermie	37 500	Heizöl	20 404	2 040	0	2 449	9,77	5,41	8 345 425
E-Mobilität Traktor	100 000	Diesel	21 875	2 188	-5 313	2 437	19,58	5,80	9 570 938
Autonome Fairway-Mäher	200 000	Diesel	43 920	4 392	-4 800	50 784	3,94	11,46	22 319 520
Optimierung Heizöl	300	Heizöl	13 602	1 360	0	1 632	0,18	3,6	5 563 043
Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage	15 000	Heizöl	11 746,5	1 175	0	1 410	10,6	3,11	4 804 319
Wärmerückgewinnung aus Abwasser – Vorwärmung Joulia-Duschen	20 000	Heizöl	5 508	551	0	661	15,1	1,46	2 252 729
Optimierung Strom	3 270	Strom	6 375	0	0	1 594	0,49	0,8	3 372 587
Photovoltaikanlage	62 000	Strom	18 774	0	0	8 295	7,5	2,40	9 931 552
Total	518 070,2		169 853	14 470,3	-13 568,5	73 663	7,03	41,3	79 980 655

Die zusätzlichen Massnahmen (ohne PEIK-Massnahmen) ermöglichen ebenfalls eine erhebliche Reduktion der CO₂-Emissionen (Reduktion um rund 41 t CO₂/Jahr) sowie der Umweltbelastung (58 Mio. UPB/Jahr).

Zusätzliche Energieeffizienzmassnahmen

Bezeichnung Massnahme	Kosten [CHF]	Energieträger	Einsparung [kWh/Jahr]	Einsparung [l Heizöl- Diesel/Jahr]	Einsparung Ersatz [kWh/ Jahr]	Gewinn [CHF/Jahr]	Payback [Jahre]	Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	UPB [-]
Umfassende Elektrifizierung des Maschinenparks	480 000	Diesel	76 231	7 623	-15 246	10 709	44,8	20,20	35 081 353
Gebäudesanierung (thermische Hülle)	200 000	Heizöl	25 243	2 524	0	3 029	66,0	6,69	10 324 486
Ersatz Wärmeerzeuger	70 000	Heizöl	53 399	5 340	-16 952	2 170	32,3	14,15	12 872 589
Total	750 000	0	154 873	15 487	-32 198	15 908	47	41	58 278 427

4.1.2 Golfanlagen in der Schweiz insgesamt

Die erforderlichen Investitionen zur Senkung der Emissionen um rund **3670 t CO₂/Jahr** (ca. 45 Prozent der CO₂-Emissionen) belaufen sich für die gesamte Branche (89 GI) auf **46 Millionen CHF**. Davon entfallen zwei Drittel allein auf die Mobilität (Ersatz des thermischen Maschinenparks durch elektrische Maschinen). Bei einem durchschnittlichen Gewinn von rund **6,3 Millionen CHF/Jahr** beträgt der Payback etwa 7,3 Jahre. Die Umweltbelastung wird um rund 7,1 Milliarden UBP/Jahr – 40 Prozent gegenüber dem Ist-Zustand – verringert.

Energieeffizienzmassnahmen PEIK

Bezeichnung Massnahme	Kosten [CHF]	Energieträger	Einsparung [kWh/Jahr]	Einsparung [l Heizöl-Diesel/Jahr]	Einsparung Ersatz [kWh/Jahr]	Gewinn [CHF/Jahr]	Payback [Jahre]	Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	UBP
Elektrische Green-/Fairway-Mäher	7 120 000	Diesel	2 460 672	246 067	-307 584	391 803	9,1	642	1 230 028 416
Solarthermie	3 337 500	Heizöl	20 404	2 040	0	2 449	9,8	481	742 742 839
E-Mobilität Traktor	8 900 000	Diesel	1 946 875	194 688	-472 813	216 887	19,6	516	851 813 438
Autonome Fairway-Mäher	17 800 000	Diesel	3 908 880	390 888	-427 200	4 519 776	3,9	1 020	1 986 437 280
Optimierung Heizöl	26 700	Heizöl	1 210 540	121 054	0	145 265	0,2	321	495 110 788
Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage	1 335 000	Heizöl	1 045 439	104 544	0	125 453	10,6	277	427 584 347
Wärmerückgewinnung aus Abwasser – Vorwärmung Joulia-Duschen	1 780 000	Heizöl	490 203	49 020	0	58 824	15,1	130	200 492 876
Optimierung Strom	291 030	Strom	567 411	0	0	141 853	2,1	72,6	300 160 207
Photovoltaikanlage	5 518 018	Strom	1 670 904	0	0	738 224	7,5	213,9	883 908 110
Total	46 108 248	0	13 321 327	1 108 301	-1 207 597	6 340 533	7,27	3 674	7 118 278 301

Die zusätzlichen Massnahmen (ohne PEIK-Massnahmen) ermöglichen ebenfalls eine erhebliche Verringerung der CO₂-Emissionen (Reduktion um rund 3600 t CO₂/Jahr) sowie der Umweltbelastung (5,1 Mrd. UBP/Jahr).

Zusätzliche Energieeffizienzmassnahmen

Bezeichnung Massnahme	Kosten [CHF]	Energieträger	Einsparung [kWh/Jahr]	Einsparung [l Heizöl-Diesel/Jahr]	Einsparung Ersatz [kWh/Jahr]	Gewinn [CHF/Jahr]	Payback [Jahre]	Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	UPB [-]
Umfassende Elektrifizierung des Maschinenparks	42 720 000	Diesel	6 784 529	678 453	-1 356 906	953 065	45	1 798	3 122 240 399
Gebäudesanierung (thermische Hülle)	17 800 000	Heizöl	2 246 648	224 665	0	269 598	>40	595	918 879 220
Ersatz Wärmeerzeuger	6 230 000	Heizöl	4 752 526	475 253	-1 508 738	193 119	32	1 259	1 145 660 415
Total	66 750 000	0	13 783 703	1 378 370	-2 865 644	1 415 781	47	3 653	5 186 780 034

4.2 Einstufung der Energieeffizienzmassnahmen

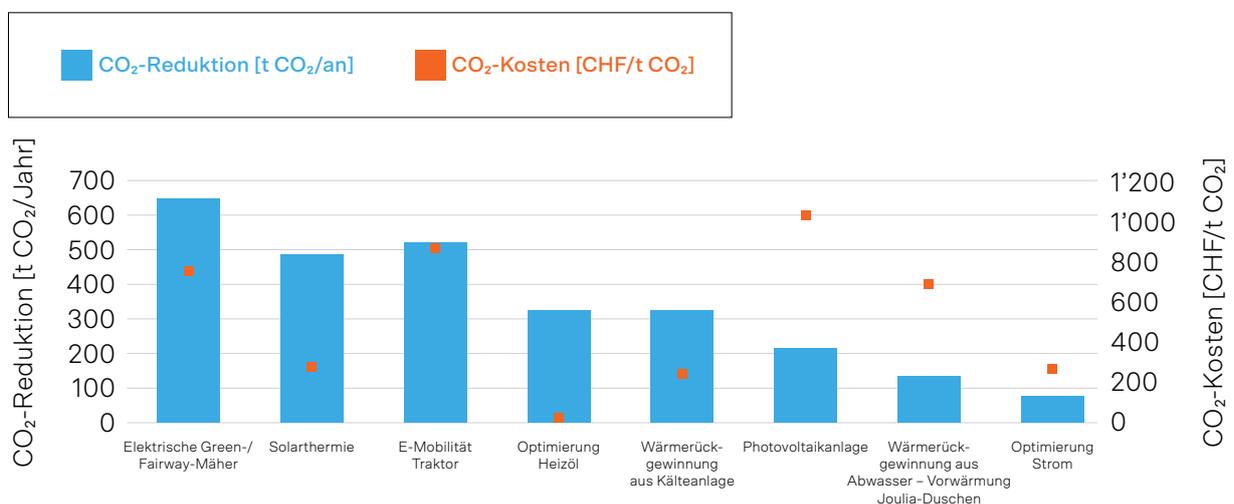
Die Massnahmen werden nach Kosten [CHF/eingesparte t CO₂] und Einsparpotenzial [t CO₂/Jahr] priorisiert.

Gemessen an diesen Kriterien sind diejenigen Massnahmen am interessantesten, welche die fossilen Energieträger (Treib- und Brennstoffe) direkt reduzieren. Empfohlen werden die folgenden Massnahmen:

- **Solarthermie:** Installation einer thermischen Solaranlage (1/GI).
- **Optimierung Heizöl:** Massnahmen zur Optimierung der Heizanlagen.
- **Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage:** Installation einer Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage (sofern dies machbar ist), um die überschüssige Wärme im Heiz-/Warmwassernetz zu nutzen.

Massnahmen im Bereich Mobilität (Elektrifizierung der Mäher und elektrische Traktoren) bieten ein grosses Einsparpotenzial, sind aber im Verhältnis zu den vermiedenen CO₂-Emissionen [t CO₂/Jahr] sehr teuer in der Umsetzung.

Massnahmen zur CO₂-Reduktion nach Einsparpotenzial und Kosten



Weiter werden die Massnahmen nach ihrer Wirtschaftlichkeit (Paybackdauer) geordnet. Es werden die gleichen Massnahmen empfohlen wie bei der vorangehenden Klassierung:

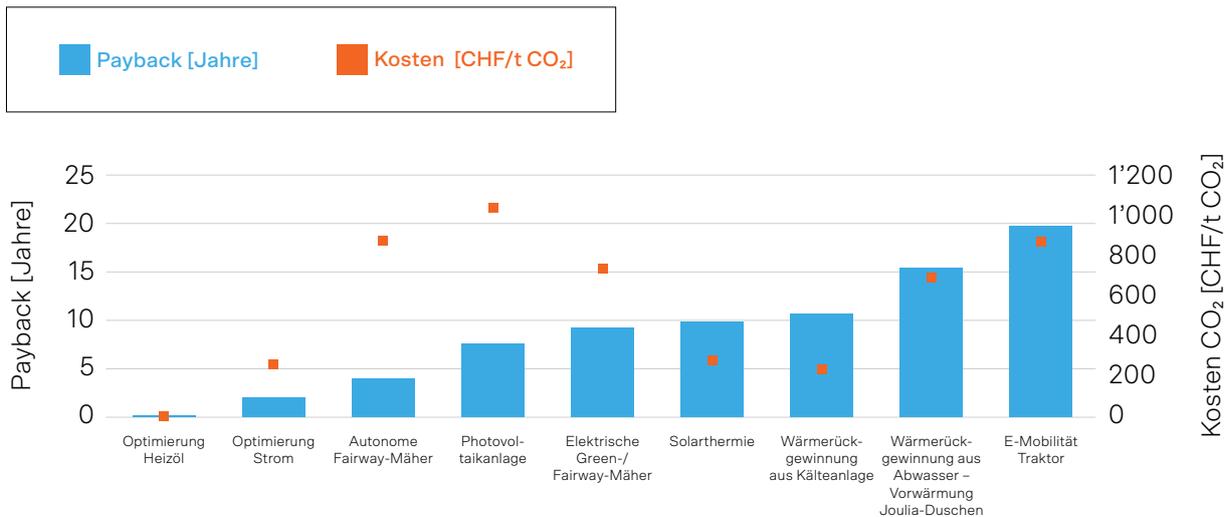
- **Solarthermie:** Installation einer thermischen Solaranlage (1/GI).
- **Optimierung Brennstoffe:** Massnahmen zur Optimierung der Heizanlagen.

Ebenfalls dringend empfohlen werden die Massnahmen der elektrischen Optimierung und allfällige Photovoltaikanlagen.

Mit Blick auf die Energieerzeugung [erzeugte kWh/m² Dachfläche] und die CO₂-Emissionen rangiert eine thermische Solaranlage aus folgenden Gründen vor einer Photovoltaikanlage:

- **Energieeffizienz.** Im Verhältnis zur beanspruchten Dachfläche [m²] liegt der Energieertrag einer thermischen Solaranlage [erzeugte kWh/m² Fläche] für den spezifischen Fall einer GI sehr deutlich über demjenigen einer Photovoltaikanlage.
- **Integration in das Energiesystem.** Eine thermische Solaranlage integriert sich hinsichtlich des Bedarfs (Warmwasserbedarf im Sommer) der GI besser.
- **Senkung der CO₂-Emissionen.** Mit einer thermischen Solaranlage werden die CO₂-Emissionen stark reduziert, da auf die Verwendung fossiler Brennstoffe verzichtet werden kann. Eine Photovoltaikanlage reduziert die CO₂-Emissionen nur geringfügig, da der CO₂-Gehalt im Schweizer Strommix bereits tief ist.

Massnahmen zur CO₂-Reduktion nach Payback und Kosten



4.3 Umsetzung der Energieeffizienzmassnahmen

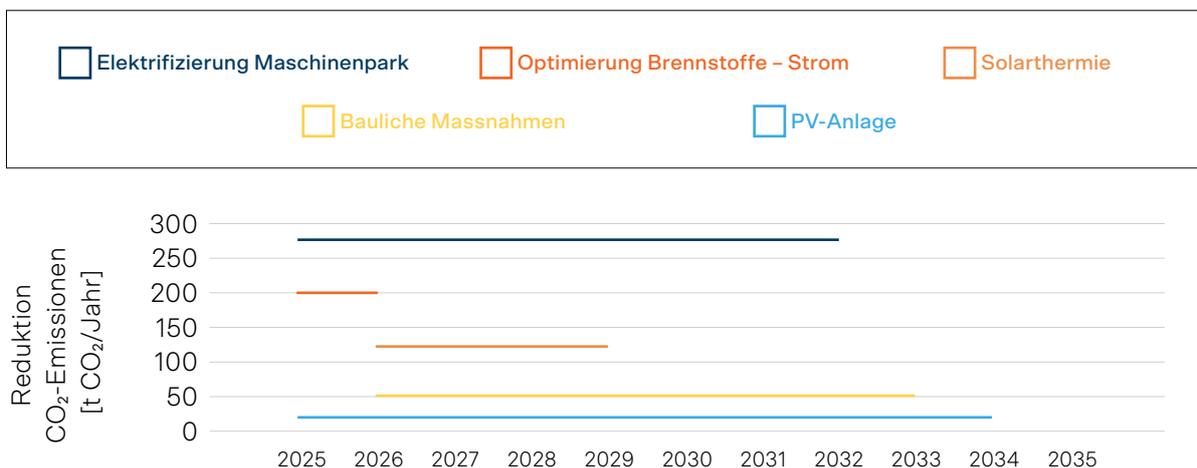
Bei der Umsetzung der Energieeffizienzmassnahmen ist es wichtig, diese zu priorisieren, um das Reduktionsziel zu erreichen.

Zur Realisierung der Ziele müssen bestimmte Massnahmen zwingend vorrangig umgesetzt werden. Dabei handelt es sich um folgende Massnahmen:

- **Optimierung Strom- und Brennstoffverbrauch.** Die Optimierungsmassnahmen sind innerhalb weniger Monate rentabel und zwingend notwendig. Sinnvollerweise werden sie zuerst umgesetzt. Die Massnahmen ermöglichen eine Reduktion des Energiebedarfs und verbrauchs.
- **Solarthermie.** Die Integration der Solarthermie in die GI ist die erste Lösung zur Erzeugung erneuerbarer Energie, die umgesetzt werden sollte. Sie eignet sich gut zur Deckung des Bedarfs (Entsprechung Wärmebedarf und Produktion). Ein Verzicht auf eine Investition in die Solarthermie hätte zur Folge, dass der Energieverbrauch eines anderen erneuerbaren Energieträgers (Strom, Holz usw.) ansteigen würde, was energetisch nicht sinnvoll ist.
- **Bauliche Massnahmen.** Bei den baulichen Massnahmen handelt es sich um die Wärmerückgewinnung aus abfliessendem Duschwasser sowie aus Kälteanlagen. Diese Massnahmen sind beim Ersatz von Anlagen (Duschen und Kälteanlage) zwingend umzusetzen.

Vor der Realisierung dieser Massnahmen ist eine individuelle Energieanalyse (z. B. PEIK-Beratung) durchzuführen, um das Einsparpotenzial für die einzelnen GC zu ermitteln und zu beziffern.

Zeitliche Planung der Umsetzung der Energieeffizienzmassnahmen



Eine fachliche Begleitung hilft, einen Überblick über die umzusetzenden Massnahmen zu erlangen und die erforderlichen Investitionen zu priorisieren.

Der GC kann die Umsetzungsbegleitung von EnergieSchweiz (Kostenübernahme von 50 % des Stundenansatzes der Energiefachperson bis 13 000 CHF) in Anspruch nehmen, die im Anschluss an eine PEIK-Energieberatung vorgesehen ist.

5. Energieeffizienzmassnahmen PEIK

In diesem Kapitel werden die im PEIK-Bericht ermittelten Energieeffizienzmassnahmen kurz vorgestellt. Die verschiedenen Massnahmen werden für eine typische Golfinfrastruktur (GI) beschrieben.

5.1 Elektrische Green-Mäher

Mit dem Ersatz des Maschinenparks durch 100 Prozent elektrische Modelle lässt sich der Treibstoffverbrauch für das Mähen der Greens senken.

Gegenwärtig werden die Greens mit hybriden oder 100 Prozent fossilen Maschinen gepflegt. Beim nächsten Ersatz kann in 100 Prozent elektrische Modelle investiert werden. Elektrische Modelle reduzieren nicht nur die CO₂-Emissionen, sondern auch das Risiko von Lecks im Hydrauliksystem/Tank und Folgeschäden am Green.

Mit 100 Prozent elektrischen Modellen kann aber nicht der gesamte Parcours abgedeckt werden (geringe Autonomie). Um ein vollständig autonomes Mähen des Platzes sicherzustellen und die damit verbundenen CO₂-Emissionen vollständig zu vermeiden, ist eine Kombination mit zusätzlichen Lösungen erforderlich, die für längere Strecken besser geeignet sind (automatische Mäher usw.). Es wird empfohlen, beim Ersatz des Maschinenparks in eine 100 Prozent elektrische Maschine zu investieren.

Die Elektrifizierung des Maschinenparks führt zu einem zusätzlichen Stromverbrauch (rund 1700 kWh/Mäher/Jahr). Verschiedene Hersteller bieten Produkte (elektrische Mäher) für den Markt an.

Energieträger	Diesel	Investitionen [CHF]	80 000 (Mehrkosten gegenüber Diesel)
Einsparung [kWh/Jahr]	27 048 (Diesel) - 3456 (Strom)	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	4402
Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	7,22	Payback [Jahre]	7,5

Elektrischer Mäher Toro



5.2 Autonome elektrische Mäher – Fairways

Die CO₂-Emissionen einer Golfanlage stammen hauptsächlich aus dem Treibstoffverbrauch. Sie werden durch den Maschinenpark – Mäher, Traktoren und weitere Unterhaltsfahrzeuge – verursacht.

Eine Massnahme zur Senkung des Treibstoffverbrauchs ist die Elektrifizierung des Maschinenparks. Diese lässt sich beim geplanten Ersatz von fossil betriebenen Verbrennungsfahrzeugen durch elektrische Modelle umsetzen.

Eine zweite Möglichkeit zur Elektrifizierung des Maschinenparks ist die Installation von autonomen elektrischen Mähern (Mährobotern). Wie in Hausgärten können mit autonomen elektrischen Mähern ohne menschliche Eingriffe zahlreiche Rasenflächen gepflegt werden. Sehr gut dazu geeignet sind die Fairways und das Ballsammeln im Übungsbereich. Neben geringeren Energiekosten ermöglicht der Einsatz von elektrischen Mähern eine erhebliche Einsparung von Arbeitskräften für den Unterhalt (Einsparung von rund 430 Stunden/Jahr, d. h. 15 Stunden/Woche). Gegenwärtig existieren noch keine autonomen Green-Mäher.

Der durchschnittliche Maschinenpark für den Bedarf eines typischen 18-Loch-Parcours (Fairways und Ballsammeln im Übungsbereich) erfordert acht autonome Mäher.

Energieträger	Diesel	Investitionen [CHF]	200 000
Einsparung [kWh/Jahr]	43 920 (Diesel) -4800 (Strom)	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	4402 (Energie) 43 200 (Arbeitskräfte)
Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	11,64	Payback [Jahre]	3,9

Autonome elektrische Mäher



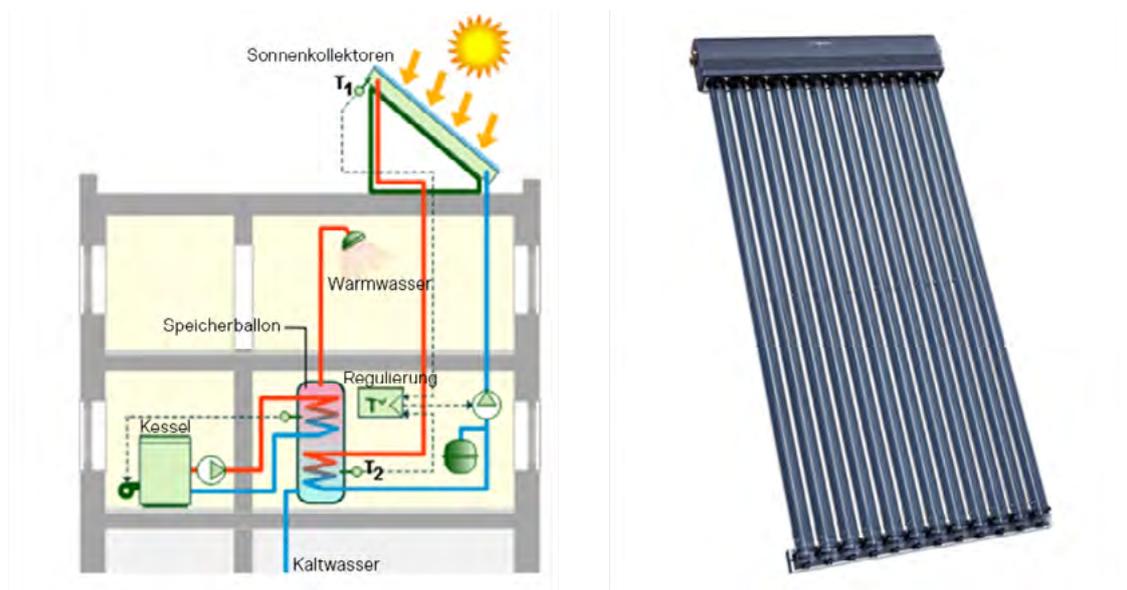
5.3 Solarthermie

Die Installation von thermischen Solarkollektoren ist für einen GC besonders sinnvoll und interessant. Um die Nutzung von thermischen Solarkollektoren zu maximieren, muss der Bedarf mit der Produktion übereinstimmen (April bis Oktober). Da es sich beim Wärmebedarf von GI vor allem um Warmwasserbedarf während der Golfsaison (April bis Oktober) handelt, ist diese Voraussetzung erfüllt.

Ziel ist, während der Sommersaison jegliche Wärmeerzeugung einzustellen und den gesamten Wärmebedarf (April bis Oktober) zu decken. Die Massnahme «Solarthermie» ist eine der wichtigsten Massnahmen zur Treibhausgasreduktion in den GC. Sie ermöglicht eine Senkung um durchschnittlich 7 t CO₂/Jahr/GC (2653 l Heizöl/Jahr/GI).

Energieträger	Heizöl	Investitionen [CHF]	37 500
Einsparung [kWh/Jahr]	26 526	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	3183
Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	7,03	Payback [Jahre]	7,5

Schema thermische Solaranlage



energieplus-lesite.be – Viessmann-Kollektoren

Es existieren finanzielle Fördermöglichkeiten des Gebäudeprogramms (Umsetzungsbegleitung PEIK), um die Kosten der Anlage zu senken.

5.4 Optimierung Heizöl

Beim Heizöl sind Optimierungsmassnahmen am Ölheizungssystem einfach umzusetzen (kostengünstige Massnahmen, die nicht zwingend eine Technikerin oder einen Techniker benötigen).

Es handelt sich um die folgenden Massnahmen:

- **Reduktion der Warmwasserzirkulation.** Ausserhalb der Betriebszeiten (Nacht) kann die Warmwasserzirkulation angehalten und so Wärme gespart werden (geringere Strahlungsverluste).
- **Nachtabenkung der Temperatur.** In den meisten GI wird die Nachttemperatur nicht geregelt (Nachtabenkung). Durch eine Temperaturreduktion während der nicht belegten Periode (Winter) sind ebenfalls grosse Energieeinsparungen möglich.
- **Optimierung der Betriebszeiten der Lüftungsanlage.** In den meisten Golfanlagen und insbesondere in deren Küchen ist die Belüftung häufig schlecht geregelt und funktioniert ON/OFF 14 Stunden pro Tag. Wird die Belüftung nur während der effektiven Nutzung der Küche verwendet, können bis zu zwei Stunden pro Tag eingespart werden. Die Lüftungsanlage verfügt über ein Register zur Erwärmung der Umluft (Wärmetauscher Heizkreislauf/Luft). Mit der Verringerung der Anzahl Betriebsstunden werden hauptsächlich thermische Einsparungen erzielt (Heizöleinsparung).

Energieträger	Heizöl	Investitionen [CHF]	300
Einsparung [kWh/Jahr]	13 602	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	1632
Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	3,6	Payback [Jahre]	0,18

Die Umsetzung ist einfach (Anpassung der Vorgaben). Für diese Massnahme existiert neben der von PEIK vorgesehenen Umsetzungsbegleitung keine besondere finanzielle Förderung.

Warmwasser-Umwälzpumpe und Monoblock-Lüftungsanlage



5.5 Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage

In den Golfinfrastrukturen mit Restaurant besteht Kühlbedarf zur Konservierung von Nahrungsmitteln in Kühlräumen (10 bis 30 m³).

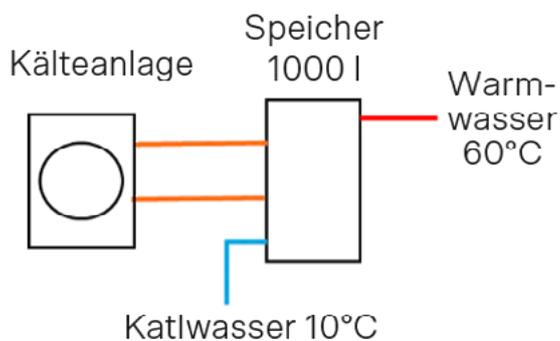
In den meisten Fällen sind die Kälteerzeuger (Kälteleistung 4 und 15 kW) von den übrigen technischen Einrichtungen getrennt. Beim Ersatz der Kälteeinheit besteht eine Massnahme darin, eine Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage zu installieren, um das Warmwasser vorzuheizen. Um Kälte zu erzeugen, geben Kälteanlagen Wärme ab, die zur Vorwärmung von Warmwasser genutzt werden kann.

Weiter wird dringend empfohlen, Kälteanlagen mit Kältemitteln einzusetzen, die nicht künftig verboten sein werden (natürliche Kältemittel oder HFO). Die Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage ermöglicht eine Einsparung von bis zu 1200 l Heizöl/Jahr, d. h. ca. 3 t CO₂/Jahr, und führt nicht zu einer Erhöhung des Stromverbrauchs.

Diese Massnahme ergänzt die Solarthermie. Es liegt keine Doppelzählung von Energie vor. Die Investition (15 000 CHF) umfasst lediglich den Anschluss der Rückgewinnung an die Warmwassererzeugung ohne Ersatz der Kälteanlage.

Energieträger	Heizöl	Investitionen [CHF]	15 000
Einsparung [kWh/Jahr]	11 746	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	1410
Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	3,11	Payback [Jahre]	10,6

Prinzipschema – Wärmerückgewinnung



5.6 Wärmerückgewinnung aus Abwasser – Vorwärmung Duschen

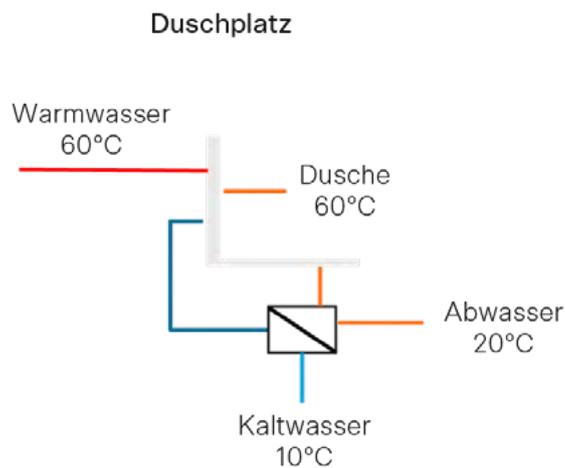
Nach dem Golfspiel nutzen die Golferinnen und Golfer Garderoben (Umkleiden und Duschen). Im Durchschnitt verfügt eine Golfinfrastruktur über drei bis acht Duschen pro Garderobe (je eine Garderobe für Frauen und Männer), insgesamt also im Mittel über zehn Duschen. Ein Duschplatz wird während der Spielsaison von April bis Oktober durchschnittlich dreimal täglich benutzt.

Wie bei den meisten Duschen in der Schweiz wird die Temperatur anhand einer Mischbatterie (Warm-/Kaltwasser) eingestellt. Bei Einrichtungen mit hohem Warmwasserbedarf (Hotels, Schwimmbäder usw.), zu denen auch die Garderoben der Golfinfrastrukturen zählen, würde eine Energieeffizienzmassnahme darin bestehen, eine Wärmerückgewinnung aus Abwasser zur Vorwärmung von Kaltwasser zu installieren. Da das Kaltwasser so mit einer höheren Temperatur zugeführt wird, können Warmwasserverbrauch und damit Wärmebedarf reduziert werden.

Diese Massnahme ist im Falle einer Renovierung sämtlicher Umkleideräume (bauliche Massnahme) interessant und erlaubt es, den Wärmebedarf deutlich zu senken. In den Kosten (20 000 CHF für 10 Duschen) nicht enthalten sind die erneuerbare Wärmeerzeugung und die vollständige Renovierung der Umkleideräume.

Energieträger	Heizöl	Investitionen [CHF]	20 000
Einsparung [kWh/Jahr]	5508	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	661
Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	1,46	Payback [Jahre]	15,1

Schema Vorwärmung Warmwasser – Dusche



5.7 Optimierung Strom

Beim Strom sind Optimierungsmassnahmen an verschiedenen Stromverbrauchern einfach umzusetzen (kostengünstige Massnahmen, die nicht zwingend eine Technikerin oder einen Techniker benötigen).

Es handelt sich um die folgenden Massnahmen:

- **Optimierung der Betriebszeiten der Lüftungsanlage.** In den meisten GI ist die Lüftungsanlage vielfach schlecht geregelt und funktioniert ON/OFF 14 Stunden pro Tag. Im Verhältnis zur effektiven Nutzung der Küche können bis zu zwei Stunden pro Tag eingespart werden. Mit der Verringerung der Anzahl Betriebsstunden wird der Stromverbrauch dieses Postens reduziert.
- **Vorwärmung Warmwasser Waschmaschine.** Alle GC verfügen über mindestens eine Waschmaschine für die Wäsche der Mitglieder und des Restaurants, die zwei- bis dreimal täglich mit 60 °C-Programmen betrieben wird. Die Massnahme besteht darin, die Maschine beim Ersatz direkt am Warmwasser anzuschliessen und so die interne elektrische Erhitzung einzusparen (rund 50 % des Stromverbrauchs eines Waschganges).

- **Vorwärmung Warmwasser Geschirrspülmaschine.** Wie bei der Waschmaschine besteht die Massnahme darin, das Wasser für den ersten Reinigungszyklus mit Warmwasser vorzuwärmen, um eine Erhitzung (10–80 °C) durch die Maschine selbst zu vermeiden.
- **Beleuchtung.** Eine einfache Massnahme ist der Ersatz alter Neonröhren durch LED (ohne Austausch der Träger) und der Leuchtmittel durch LED-Technik. Diese Massnahme kann durch den Betreiber umgesetzt werden.
- **Reduktion der Druckluft.** Die GI verfügen über einen Kompressor zur Reinigung von Schuhen und Fahrzeugpark. Eine Massnahme besteht in der Reduktion des Drucks auf 4 bis 5 Bar (in den meisten Kompressoren beträgt der Druck heute 10 Bar).

Energieträger	Strom	Investitionen [CHF]	3270
Einsparung [kWh/Jahr]	6375	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	1594
Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	0,8	Payback [Jahre]	0,49

Die Umsetzung ist einfach (Anpassung der Vorgaben). Für diese Massnahme existiert neben der von PEIK vorgesehenen Umsetzungsbegleitung keine besondere finanzielle Förderung.

Optimierungsmassnahmen Strom (Reduktion Druckluft und Warmwasseranschluss Waschmaschine)



5.8 Photovoltaikanlage

Der Stromverbrauch in den GI ist hoch. Ergänzend zu den Energieeffizienzmassnahmen lassen sich die Stromkosten senken, indem eine Photovoltaikanlage installiert und damit Strom erzeugt wird.

Durch die Installation einer Photovoltaikanlage wird kein Strom eingespart. Hingegen ist es möglich, den Anteil des aus dem Netz bezogenen Stroms zu verringern, welcher teurer ist als der selbst erzeugte Strom.

Für eine durchschnittliche GI wird eine Photovoltaikanlage mit **50 kWp** (Fläche: **250 m²**) benötigt, welche **54 785 kWh Strom/Jahr** erzeugt. Bei dieser Fläche und für den monatlichen Stromverbrauch beträgt der Eigenverbrauchsanteil 35 Prozent (18 774 kWh Strom/Jahr, d. h. Einsparungen von **4694 CHF/Jahr**). 35 Prozent des erzeugten Stroms werden somit vor Ort verbraucht. Die übrigen 65 Prozent werden über das Stromnetz zu einem Verkaufspreis von 10 Rp./kWh Strom verkauft (d. h. **3601 CHF/Jahr**).

Die Anlagekosten betragen durchschnittlich **62 000 CHF** (finanzielle Förderung abgezogen, d. h. 1240 CHF/installierte kWp). Aus wirtschaftlicher Sicht ist eine Photovoltaikanlage interessant. Sie senkt die CO₂-Emissionen (Stromeinsparung) aber nur geringfügig.

Energieträger	Strom	Investitionen [CHF]	62 000
Einsparung [kWh/Jahr]	18 774 (Netz)	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	8295 (Total) 4694 (Eigenverbrauch) 3601 (Verkauf über Netz)
Einsparung CO ₂ [t CO ₂ /Jahr]	2,40	Payback [Jahre]	7,5

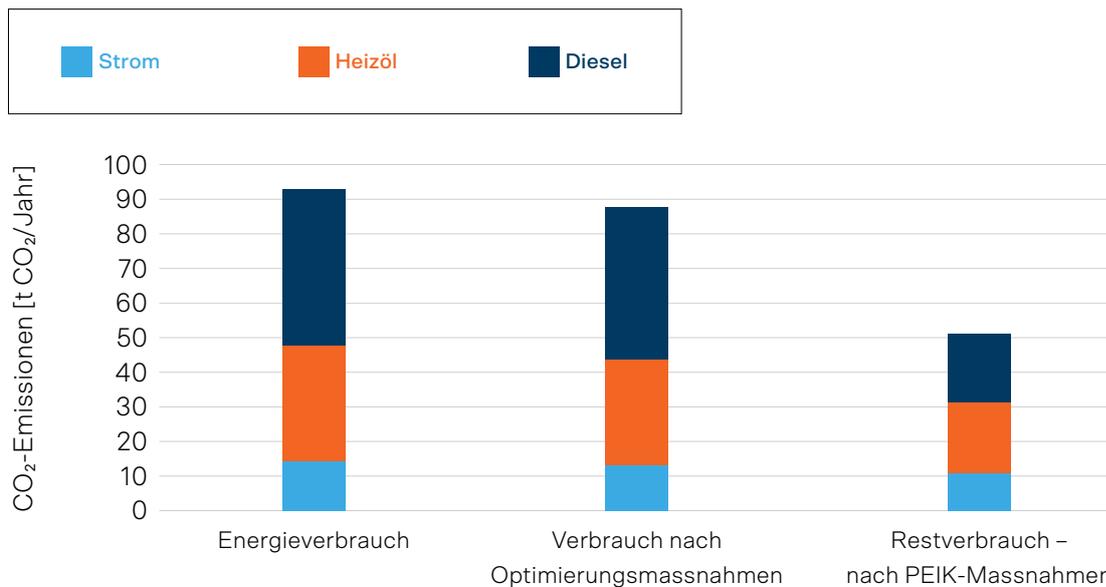
Die Umsetzung ist ziemlich standardisiert (in der Schweiz breit eingeführte Technologie). Die finanzielle Förderung (Pronovo) ist in der Offerte des Installationsunternehmens häufig inbegriffen und beträgt rund 15 bis 25 Prozent der Anfangsinvestition.

6. Energieeffizienzmassnahmen – weitere Massnahmen

Da das Netto-Null-Ziel mit den im PEIK-Bericht für die Pilotphase empfohlenen Massnahmen nicht ganz erreicht werden kann, werden ergänzende Massnahmen vorgeschlagen. Die Massnahmen werden aber nicht alle im Detail berechnet.

Die Abbildung unten zeigt, dass nach der Umsetzung aller PEIK-Massnahmen CO₂-Emissionen in Höhe von schätzungsweise rund 50 t CO₂/Betrieb/Jahr verbleiben, hauptsächlich in den Bereichen Heizung (Heizöl) und Mobilität (Diesel).

Reduktion der CO₂-Emissionen nach Massnahmentyp



Da jeder Energieverbrauch CO₂-Emissionen verursacht, werden natürlich CO₂-Emissionen bestehen bleiben. Ziel ist, die direkten CO₂-Emissionen (Treib- und Brennstoffe) zu vermeiden und die Bilanz der energiebedingten CO₂-Emissionen in den Golfinfrastrukturen sehr stark zu verkleinern.

6.1 Umfassende Elektrifizierung des Maschinenparks

Trotz der Umsetzung der Massnahme «5.1 Elektrische Green-Mäher» bleibt beim Mähen der Greens ein geringer Treibstoffverbrauch bestehen. 100 Prozent elektrische Modelle bieten nicht die erforderliche elektrische Autonomie für eine gewöhnliche Nutzung (Mähen aller Parcoursflächen), ohne dass die Maschinenzahl erhöht werden müsste.

Die heutigen elektrischen Modelle verfügen über Batteriekapazitäten von 10 bis 25 kWh, was einer elektrischen Autonomie für 1,5 bis 3 Stunden, d. h. für vier bis acht Löcher, entspricht. Für diesen Posten muss deshalb die technologische Entwicklung bei den Herstellern abgewartet werden, bis ein 100 Prozent elektrischer Maschinenpark möglich ist, ohne dass die Zahl der Maschinen stark erhöht werden muss.

Energieträger	Diesel	Investitionen [CHF]	480 000 (Green-Mäher)
Einsparung [kWh/Jahr]	76 231 (Diesel) -15 246 (Strom)	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	10 709
Einsparung CO₂ [t CO₂/Jahr]	20,2	Payback [Jahre]	>20 Jahre

Die geschätzte Investition beträgt 120 000 CHF pro Mäher (durchschnittlich 4 Green-Mäher), d. h. 480 000 CHF, wobei die technologische Entwicklung und der Rückgang der Batteriekosten berücksichtigt werden.

6.2 Sanierung der thermischen Hülle

Die Gebäude zahlreicher Golfinfrastrukturen sind kaum gedämmt (Bau vor 1990). Eine Massnahme, die nicht Teil der PEIK-Energieberatung ist, besteht in der Gebäudesanierung (Aussendämmung der Fassaden, Ersatz von Fensterrahmen und -scheiben, Dämmung des Dachs usw.).

Dieser Posten erfordert hohe Investitionen von mindestens 200 000 CHF/Golfinfrastruktur, wobei der Energieverbrauch um schätzungsweise 40 Prozent verringert werden kann.

Energieträger	Heizöl	Investitionen [CHF]	200 000
Einsparung [kWh/Jahr]	25 243	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	3029
Einsparung CO₂ [t CO₂/Jahr]	6,69	Payback [Jahre]	>20 Jahre

Da sich die Situation der einzelnen Golfplätze unterscheidet, kann das Einspar- und Investitionspotenzial nicht beziffert werden. Für diese Massnahme sind Fördermittel zur Verbesserung der Gebäude-Energieeffizienz verfügbar, siehe Kapitel Finanzielle Förderprogramme.

Sehr empfehlenswert ist es zudem, eine energetische Gebäudeanalyse der GEAK durchführen zu lassen. Dabei werden der thermische Ist-Zustand aufgezeigt und die erforderlichen Massnahmen beziffert.

6.3 Ersatz des Wärmeerzeugers

Nach den Massnahmen zur Senkung des Wärmeverbrauchs (Wärmerückgewinnung aus Abwasser, thermische Optimierung usw.) und zur erneuerbaren Wärmeerzeugung (Solarthermie und Wärmerückgewinnung aus Kälteanlage) ist es unter Umständen notwendig, einen zusätzlichen Wärmeerzeuger zu installieren.

In diesem Fall wird empfohlen, aufgrund des geringen verbleibenden Wärmebedarfs diesen Ersatz erst im Anschluss an die Installation der Solarthermie vorzunehmen.

Energieträger	Heizöl	Investitionen [CHF]	70 000
Einsparung [kWh/Jahr]	53 399 (Heizöl) -16 952 (Strom)	Finanzieller Gewinn [CHF/Jahr]	3029
Einsparung CO₂ [t CO₂/Jahr]	6,69	Payback [Jahre]	14,15

Zur erneuerbaren Wärmeerzeugung zusammen mit der thermischen Solaranlage werden die folgenden Lösungen empfohlen:

- Wärmepumpe Typ Luft oder Wasser (Erdwärmesonde)
- Anschluss an ein Fernwärmenetz (falls vorhanden und machbar)

In Anbetracht der Umsetzung der PEIK-Energieeffizienzmassnahmen für den Posten Heizung (thermische Solaranlage), der geografischen Lage der Golfinfrastrukturen (hauptsächlich unter < 1000 m über Meer) und des Temperaturniveaus (Wärme Gebäude) wird von der Installation von Pelletheizungen dringend abgeraten.

Die Anschaffung einer Holzheizung (Pellets) kann aber bei alten geschützten Gebäuden begründet sein (erforderliche hohe Temperatur und keine Möglichkeit für die Installation einer Luft-/Wasser-Wärmepumpe).

Für den Ersatz des Wärmeerzeugers sind Fördermittel verfügbar, siehe Kapitel Finanzielle Förderprogramme.

7. Finanzierungsinstrumente

Für die Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen stehen zahlreiche Finanzierungsinstrumente (Förderprogramme usw.) zur Verfügung, welche die Golfinfrastrukturen in Anspruch nehmen können.

7.1 Finanzielle Förderprogramme

Im Energiebereich existieren verschiedene Möglichkeiten zur finanziellen Unterstützung von Energieanalysen/-beratung und zur Förderung von Energieeffizienzmassnahmen:

- **Förderung von Massnahmen.** Für die verschiedenen Arten von Massnahmen (Gebäudehülle, Maschinenpark usw.) und Energieeinsparungen (Emissionsreduktion, Stromreduktion, erneuerbare Wärmeerzeugung usw.) stehen verschiedene Programme zur Verfügung:
 - **Energieproduktion.** Die erneuerbare Wärmeerzeugung (Solarthermie, Holzenergie usw.) wird über die Gebäudeprogramme der einzelnen Kantone gefördert.
 - **Stromproduktion.** Die Stromerzeugung (Photovoltaikanlagen) wird durch die Einmalvergütung (EIV) über die Stelle Pronovo unterstützt, die das Förderprogramm im Auftrag des Bundes abwickelt.
 - **Reduktion von Treib- und Brennstoffen.** Die Klik-Programme zielen auf die Reduktion direkter CO₂-Emissionen in den Bereichen Gebäude, Mobilität und Unternehmen ab.
 - **Stromeffizienz.** Zur Senkung des Stromverbrauchs von Prozessen (ohne Infrastrukturen) können die Pro-Kilowatt-Programme Stromeffizienzmassnahmen fördern (Ersatz von Pumpen und Kälteanlagen usw.).
 - **Swiss Olympic Klimafonds.** Die Stiftung Swiss Olympic unterstützt über ihren Klimafonds die Umsetzung von Nachhaltigkeitsmassnahmen.
 - **Andere Programme.** Einige Kantone (z. B. Waadt mit dem Programm REE für mittelgrosse Verbraucher) oder Gemeinden fördern Energieeffizienzmassnahmen.
- **Förderung von Energieanalysen/-beratung.** Vor der Projektumsetzung sind Studien/Analysen zur Evaluation der zu realisierenden Arbeiten durchzuführen. Die wichtigsten Energieberatungen sind:
 - **PEIK – Energieberatung für KMU.** Subventionierte Beratung für Unternehmen mit Vorschlägen für Effizienzmassnahmen für technische Anlagen und Prozesse (< 500 MWh Strom/Jahr). Die Analyse der Gebäudehülle ist nicht Teil von PEIK. Das Erstgespräch ist kostenlos. PEIK übernimmt einen Teil der Kosten für die Umsetzungsbegleitung durch Energieberaterinnen und Energieberater in den KMU.
 - **GEAK (Gebäudeenergieausweis der Kantone).** Energieanalyse der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik, wobei hauptsächlich Massnahmen vorgeschlagen werden, die vom Gebäudeprogramm in der Deutschschweiz gefördert werden. In der Romandie heisst das Programm CECB (Certificat énergétique cantonal des bâtiments).
 - **Impulsberatung «erneuerbar heizen».** Spezifische und kostenkoste Energieberatung für den Heizungsersatz, ergänzend zu einer PEIK-Energieanalyse.

Die Links zu den vorgestellten Fördermöglichkeiten sind im Anhang aufgeführt. Die Informationsplattform Energiefranken zeigt detailliert, welche Förderprogramme in den einzelnen Gemeinden zur Verfügung stehen.

Übersicht über die Förderprogramme für die Schweizer Golfinfrastrukturen

Förderung Umsetzung der Massnahmen	Energieproduktion	Wärme	Das Gebäudeprogramm dasgebaeudeprogramm.ch
		Strom	Pronovo pronovo.ch
	Energieeffizienz der Prozesse	Treib-/Brennstoffe	Klik klik.ch
		Strom	ProKilowatt prokilowatt.ch
			Swiss Olympic Klimafonds swissolympic.ch/klimafonds Kantonale Programme : VD, usw.
Förderung Beratung/Analysen		Technische Anlagen/Prozesse	PEIK peik.ch
		Gebäudehülle	CECB geak.ch
		Heizung	Impulsberatung «erneuerbar heizen» erneuerbarheizen.ch
		Umsetzungsbegleitung	PEIK
			Plattform/aggregator von Informationen nach Gemeinde www.energiefranken.ch

7.2 Rückerstattung der CO₂-Abgabe

Im Rahmen des neuen CO₂-Gesetzes, das am 1. Januar 2025 in Kraft getreten ist, wird die bisher bestimmten Branchen vorbehaltene Rückerstattung der CO₂-Abgabe (vorbehaltlich der endgültigen Fassung der CO₂-Verordnung, Herbst 2024) allen Unternehmen offenstehen.

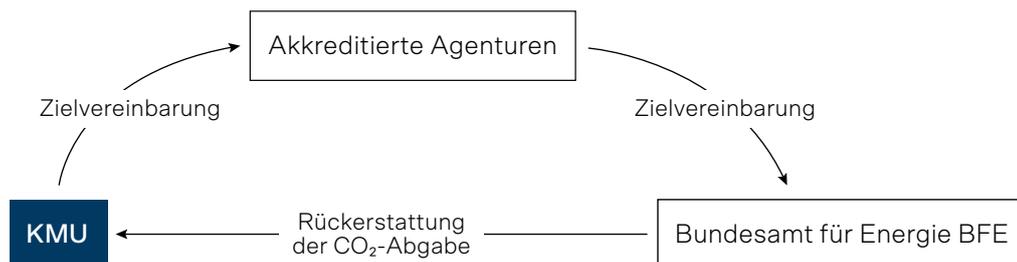
Das Prinzip bei der Rückerstattung der CO₂-Abgabe besteht darin, dass sich das Unternehmen durch eine Zielvereinbarung (ZV) verpflichtet, seine CO₂-Emissionen durch Energieeffizienzmassnahmen zu reduzieren, und ihm im Gegenzug die CO₂-Abgabe rückerstattet wird. Die CO₂-Abgabe (aktuell 120 CHF/t CO₂) wird auf fossile Brennstoffe (Heizöl, Propan, Erdgas usw.) erhoben. Treibstoffe (Diesel und Benzin) sind nicht betroffen.

Zielvereinbarungen können mit Energiespezialistinnen und Energiespezialisten abgeschlossen werden, die von einer der beiden vom Bund beauftragten Agenturen akkreditiert sind:

- **Act Cleantech Agentur Schweiz (act):** act-schweiz.ch
- **Energieagentur der Wirtschaft (EnAW):** enaw.ch

Die Zielvereinbarung muss ein ambitioniertes Ziel zur Verbrauchsreduktion mittels Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen beinhalten. Für Golfinfrastrukturen, bei denen bereits eine PEIK-Energieberatung durchgeführt wurde, kann dies eine interessante Massnahme sein.

Schema Rückerstattung CO₂-Abgabe

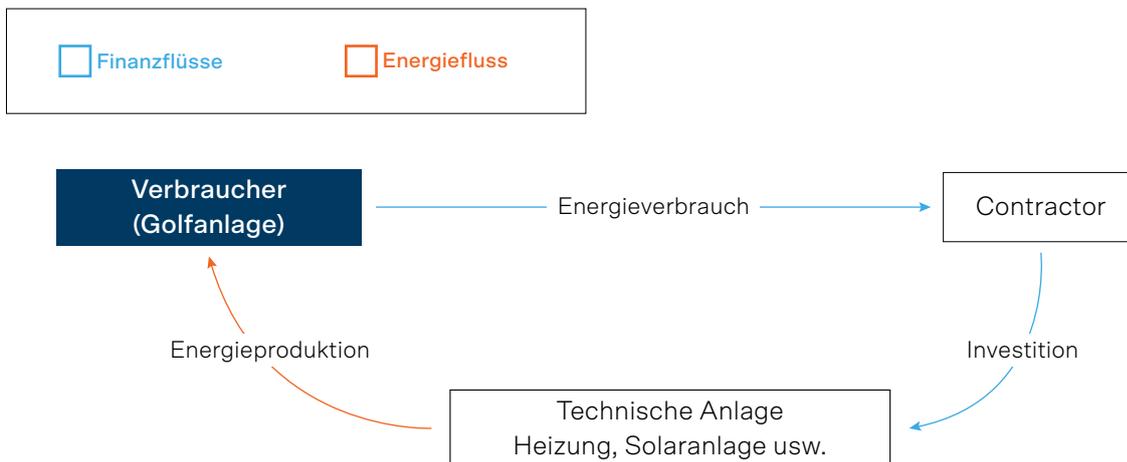


7.3 Energie-Contracting

Eine Möglichkeit der Finanzierung ist das Energie-Contracting. Dieses Geschäftsmodell wird gelegentlich bei der Finanzierung von Heiz- und Stromerzeugungsanlagen (Photovoltaikanlagen) eingesetzt.

Der Verbraucher (Golfinfrastruktur) investiert nicht selbst in die Energielösung, sondern bezahlt dem Contractor je nach Höhe der bezogenen Energie einen entsprechenden Betrag. Der Contractor, der selbst nicht Verbraucher ist, finanziert die Investition und wird vom Verbraucher bezahlt.

Modelle für das Energie-Contracting



8. Schlussfolgerung

Eine typische Golfinfrastruktur umfasst neben der eigentlichen Spielfläche und Anlage auch Wartungs- und Instandhaltungsgebäude mit dem für Pflege und Unterhalt von Spielfläche und Anlage notwendigen Maschinenpark, Golfinfrastrukturen (Raum für Carts und Caddies, Ballraum, Übungsbereiche im Freien und/oder überdachte oder geschlossene Anlagen usw.), Sportinfrastrukturen (Garderoben, sanitäre Anlagen, Büros/Sekretariat usw.) sowie Erholungsbereiche und Gastronomieeinrichtungen (Lounge, Speisesaal, Terrasse, Küchen, Kühl- und Lagerräume). Golfinfrastrukturen werden meist saisonal betrieben (April bis Oktober), da das Winterhalbjahr in der Schweiz frost- und schneebedingt zum Golfen in der Regel nur beschränkt geeignet ist – mit Ausnahme vielleicht im Tessin und in bestimmten geschützten Lagen. Das Klima hat somit einen Einfluss auf die Betriebszeiten eines Golfplatzes.

Die durch den Energieverbrauch der Branche (89 Schweizer Golfinfrastrukturen) entstehenden CO₂-Emissionen werden auf 8245 t CO₂/Jahr geschätzt. Die entsprechende Umweltbelastung beträgt 18,4 Milliarden UBP. Eine Golfanlage verursacht rund 92 t CO₂/Jahr, wovon drei Viertel auf fossile Treib- und Brennstoffe entfallen.

Die Energieeffizienzmassnahmen, die sich aus der Synthese der in fünf Pilot-Golfbetrieben realisierten PEIK-Berichte ergeben, zeigen, dass sich mit mess- und umsetzbaren Massnahmen CO₂-Emissionen in Höhe von 45 t CO₂/Jahr (rund 50 % der durchschnittlichen jährlichen Emissionen) einsparen lassen.

Zur Erreichung des Netto-Null-Ziels sind weitere Energieeffizienzmassnahmen umzusetzen, die in der PEIK-Energieberatung nicht identifiziert wurden. Diese Massnahmen betreffen die verbleibenden CO₂-Emissionen bei den Unterhaltsmaschinen und bei den Gebäuden (Sanierung der Gebäudehülle).

Um das Netto-Null-Ziel im Scope 1 und 2 zu erreichen, sind die Energieeffizienzmassnahmen und -anstrengungen zu priorisieren. Kurzfristig (2024–2026) wird dringend empfohlen, Energieanalysen durchführen zu lassen und die einfachen Massnahmen zur Energieoptimierung umzusetzen.

Für die zweite Phase wird empfohlen, den einfachsten Teil des Maschinenparks (autonome elektrische Fairway-Mäher) zu elektrifizieren und eine thermische Solaranlage für den Wärmebedarf im Sommer sowie eine

Photovoltaikanlage zu installieren. In der letzten Phase sind die Gebäude zu sanieren und schliesslich der übrige Maschinenpark zu elektrifizieren.

Um das Netto-Null-Ziel möglichst kostengünstig und effizient zu erreichen, sollte diese Abfolge unbedingt beachtet werden. Tatsächlich können Massnahmen der letzten Phase mit Massnahmen der ersten Phase kollidieren (beispielsweise Überdimensionierung eines Wärmeerzeugers, ohne dass Optimierungsmassnahmen umgesetzt worden sind). Für eine teilweise Finanzierung der Energieeffizienzmassnahmen bei begrenzten finanziellen Mitteln stehen zahlreiche Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten zur Verfügung.

Die von der Branche angestrebte CO₂-Neutralität ist sehr ambitioniert, aber «technisch» bis 2035 machbar, sofern die Massnahmen entsprechend dem empfohlenen Zeitplan umgesetzt werden.

9. Quellen

- Übersicht über die wichtigsten Kältemittel, BAFU, September 2020 bafu.admin.ch → Themen → Thema Chemikalien → Fachinformationen → Bestimmungen und Verfahren → Kältemittel
- Das Gebäudeprogramm, dasgebaeudeprogramm.ch
- Ökobilanz (Datenbank 2021), KBOB, Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB, kbob.admin.ch
- ESU-services GmbH, Fachtagung Pusch, EAWAG Dübendorf 29.10.2014, N. Jundbluth
- Aktionsplan Nachhaltigkeit – Effektiv und effizient – Handbuch für Golfclubs und Golfplatzbetreiber:innen, Swiss Golf, 2021
- Ökobilanzierung und Ökoeffizienzanalyse (SEBI) für sechs GEO-zertifizierte Golfplätze von Swiss Golf und Abschätzung der Umweltwirkung der Schweizer Golffläche, Umtec Technologie AG, T. Pohl, 05.10.2021

10. Anhang

10.1 Faktor CO₂ / UBP

Für die Umrechnung der Energieträger in CO₂-Äquivalente und Umweltbelastungspunkte (UBP) werden folgende Faktoren verwendet:

Energieträger	Äquivalent [kg CO ₂ /kWh]	Quelle	UBP [UBP / kWh]
Heizöl	0,265	BAFU, Emissionsfaktor	409
Strom	0,128	Umweltbilanz Strommix CH 2018	529
Diesel	0,261	BAFU, Emissionsfaktor	566