

ENERGY-GUARDIANS-SMART- SCHOOL-MANAGEMENTPLAN

FERDINAND PORSCHE GYMNASIUM

N.DELIVERABLE D.T1.6.1.

Version 01

03.04.2017

Edited by PP6 UNIBO and PP2 CERTIMAC





N.DELIVERABLE D.T1.6.1.

Version 01

03.04.2017

Edited by PP6 UNIBO and PP2 CERTIMAC



INHALT

	Seite
Ziele des Leitfadens	3
Vorteile eines Energy-Smart-School-Managementplans	5
Überblick über die Stufen des Leitfadens	6
Energetische Bestandsaufnahme	9
Energiemaßnahmenplan der Senior Energy Guardians	12
Umsetzung von Maßnahmen	14



1. ZIEL DES LEITFADENS

Mehr Nachhaltigkeit im Schulalltag ist nicht nur gut für die Umwelt, es ermöglicht Schulen auch die Einsparung von Kosten und verbessert die Lebensqualität aller.

Dieser Leitfaden soll Schulen bei Folgendem unterstützen:

- Verbesserung der Energieeffizienz
- Verbesserung der Nachhaltigkeit durch die Nutzung erneuerbarer Energien
- Effizientes Energiemanagement

Durch die Festlegung von drei Kernzielen wird den Schulen als Hilfestellung ein einfacher Handlungsablauf vorgegeben, sodass sie ihre Situation erkennen, Entscheidungen treffen und Maßnahmen ergreifen können.

1. **Ermitteln der aktuellen Situation bzw. des aktuellen Verbrauchs:** Den eigenen Energieverbrauch zu kennen ist der erste entscheidende Schritt, um zu verstehen, welche Verbesserungen vorgenommen werden können.
2. **Maßnahmen ergreifen bzw. einen Energieplan entwickeln:** Dies beinhaltet sowohl Änderungen bei der eingesetzten Technik als auch im Verhalten. Dabei unterstützen Vorlagen die Energy Guardians (Senior und Junior), den Energieverbrauch der eigenen Schule abzubilden und Verbesserungen zu planen.
3. **Überwachung und Austausch von Ergebnissen:** Die Überwachung des Energieverbrauchs ermöglicht es festzustellen, wie erfolgreich die umgesetzten Maßnahmen sind, und was noch verbessert werden könnte.

Im Allgemeinen stellen die Energiekosten nach den Personalkosten die zweitgrößten Ausgaben einer Schule dar. Des Weiteren macht der Energieverbrauch der Schulen, bis zu 60 % des Energieverbrauchs einer Stadt aus. In diesem Leitfaden werden Schulen, die am energy@school-Förderprogramm teilnehmen als "Pilotschulen" bezeichnet.

Dieser Leitfaden informiert, wie Maßnahmen, die die Energieeffizienz in Schulgebäuden verbessern und/oder die Nutzung von erneuerbaren Energien ermöglichen, geplant und umgesetzt werden können.

Der Leitfaden beschreibt die Vorteile einer verbesserten Energieeffizienz in Schulgebäuden und die voraussichtlichen Investitionen und Finanzierungsmöglichkeiten.

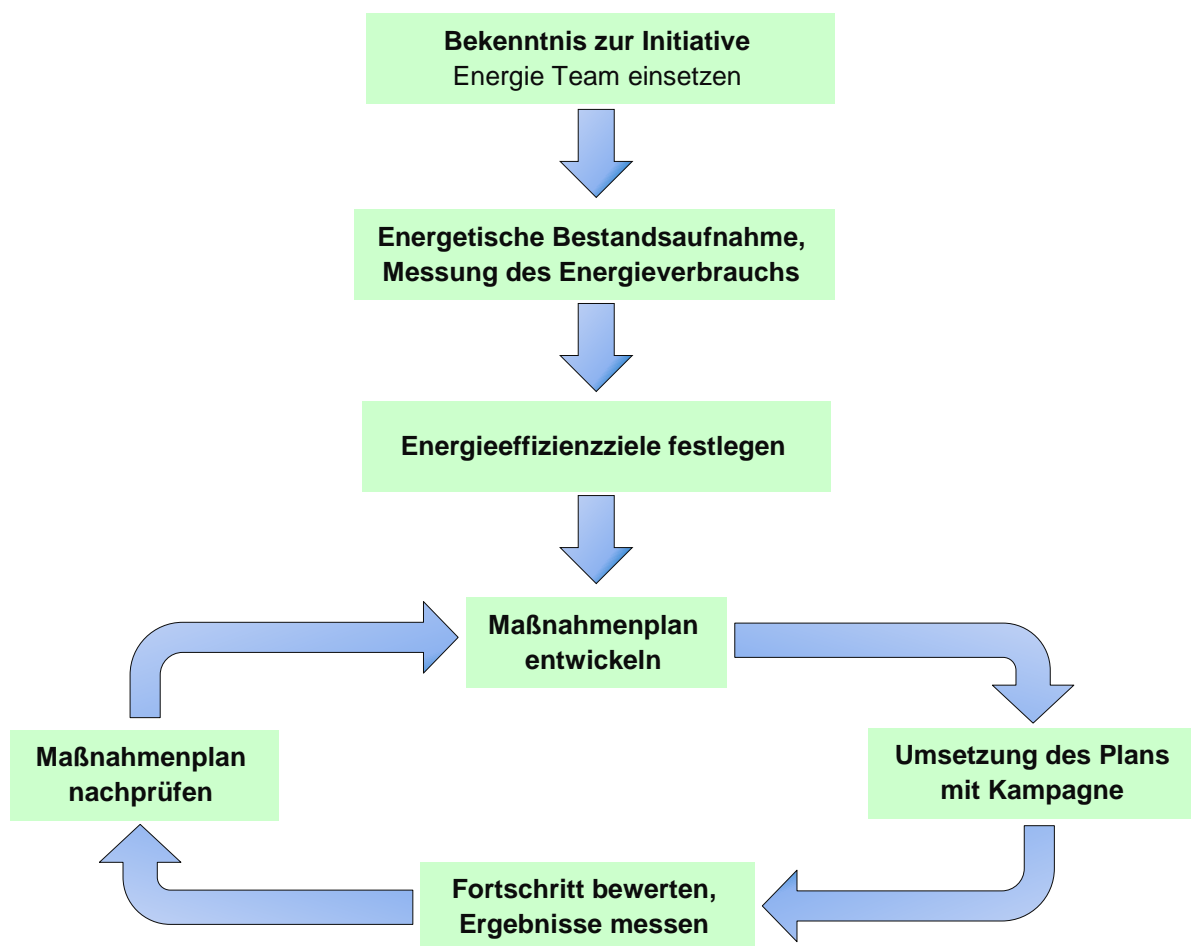
Der Leitfaden stellt wesentliche Energieeinsparmaßnahmen hervor, die von anderen Schulen gleichermaßen durchgeführt werden können. Des Weiteren soll gezeigt werden, wie einfache Verhaltensänderungen der Lehrer, Schüler und Eltern zu signifikanten Kosteneinsparungen führen können.

Die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen bietet außerdem die Möglichkeit, den Schülern vor Ort anwendungsorientiertes Wissen zum Thema Energieverbrauch zu vermitteln. Der Leitfaden stellt Aktionen/Aufgaben vor, die Schülern durchführen können, sodass die Themen zu



nachhaltigen Energien und der Energiewende auf interessante und praxisnahe Weise im Unterricht durchgenommen werden können.

Der energy@school-Leitfaden sieht für die Erstellung eines Energy-Smart-School-Managementplans ein Vorgehen in sieben Stufen vor:



2. VORTEILE EINES ENERGY-SMART-SCHOOL-MANAGEMENTPLANS

Die Verbesserung der Energieeffizienz in Schulgebäuden bringt sowohl wirtschaftliche Nutzen als auch erhebliche Vorteile für den Energiebereich und die Umwelt:

1. Reduktion von Treibhausgasen und anderen Umweltschadstoffen: Durch Senkung des Energieverbrauchs bzw. durch Vermeidung oder Reduktion fossiler Energieträger.
2. Senkung der Energiekosten: Schulen geben aktuell jedes Jahr rund 75 € pro Schüler für Erdgas zum Heizen und 1,3 € pro Schüler für Strom aus. Abbildung 1 zeigt den durchschnittlichen Energieverbrauch einer Schule nach Verwendungszweck.

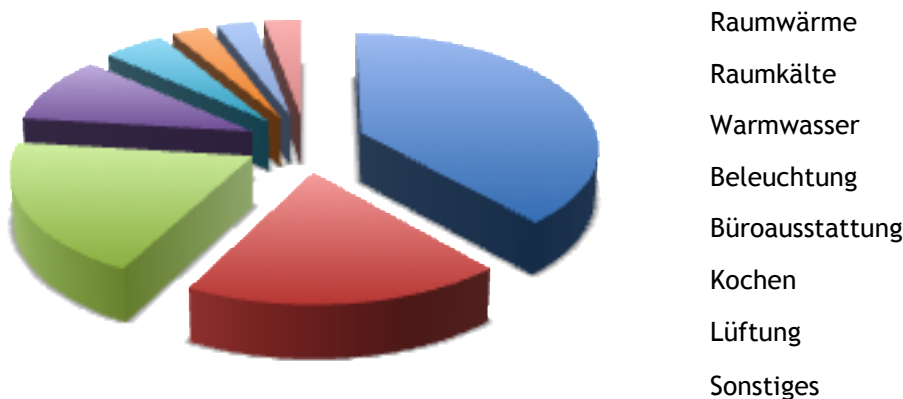


Abbildung 1: Durchschnittlicher Energieverbrauch einer Schule nach Verwendungszweck

3. Wirtschaftlicher Nutzen durch neue Arbeitsplätze und Marktentwicklung: Investitionen in Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz kann die lokale Wirtschaft stärken und die Entwicklung im Bereich der Energieeffizienzdienstleistungen fördern.
4. Verbesserung der Luftqualität im Gebäudeinneren. Beispielsweise durch die Begrenzung des CO₂-Gehalts im Klassenzimmer auf maximal 700 ppm (parts per million) werden schädliche Luftverunreinigungen (durch z. B. Schimmel, Hausstaubmilben, Schaben, bestimmte Chemikalien) vermindert oder durch die Optimierung der Raumtemperatur und -feuchte.
5. Erweiterung der Unterrichtsmöglichkeiten, Anpassung der Lehrpläne, um auf Energie- und Umweltthemen aufmerksam zu machen.



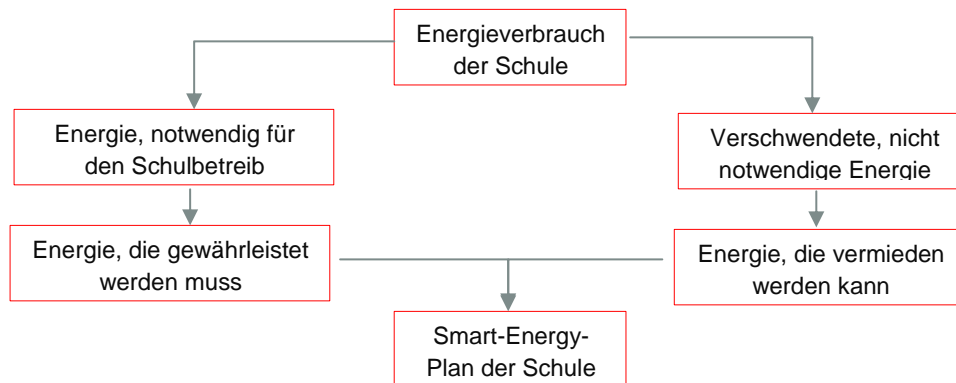
3. ÜBERBLICK ÜBER DIE STUFEN DES LEITFADENS

Der effektivste Weg, um den Energieverbrauch in Schulen zu reduzieren, umfasst eine umfangreiche, systematische Herangehensweise zur Verbesserung der Energieeffizienz.

Das Vorgehen gemäß dem Leitfaden beinhaltet sieben Stufen:

1. Bekenntnis zur Initiative

Nach dem Bekenntnis zur Erstellung eines Energy-Smart-School-Managementplans muss ein „Energieteam“ aus qualifizierten und motivierten Personen zusammengestellt werden, die im Folgenden für die Umsetzung der Energieeffizienzmaßnahmen verantwortlich sind. Das energy@school-Programm sieht für die Erstellung von Energieaudits, das Aufschluss über den Energieverbrauch einer Schule gibt, die Beauftragung von professionellen Energieexperten vor.



Energieverschwendung hängt direkt damit zusammen, wie die Personen im Schulalltag Energie verbrauchen. Die Aufgaben des „Energieteam“ sollten wie folgt verteilt werden:

- a. Die Technik liegt in der Verantwortung der Senior Energy Guardians, z.B. Lehrer
- b. Die alltägliche Umsetzung und Verhaltensänderung liegt in der Verantwortung der Junior Energy Guardians, d.h. der Schüler

Senior Energy Guardians sind bei der Implementierung des Smart-Energy-Managementplans und der technischen Umsetzung beteiligt. Des Weiteren wählen sie Junior Energy Guardians aus. Junior Energy Guardians werden beim Energieaudit miteinbezogen, damit diese Energieeffizienzmaßnahmen und deren Bedeutung verstehen lernen. Die Aufgabe der Junior Energy Guardians ist es herauszufinden, wo bzw. wie die Energie in der Schule verbraucht wird und welche Energieträger (Gas, Kohle, Holz, Pellets, Sonne, Wind) in welchem Ausmaß dafür eingesetzt werden. Ermittelt werden sollen dabei auch die jeweiligen Energiekosten nach Energieträger. Des Weiteren sollen sie auch den Energieverbrauch einzelner Geräte messen.

2. Energetische Bestandsaufnahme, Messung des Energieverbrauchs

Im zweiten Schritt wird betrachtet wie die Energie im Schulgebäude verbraucht wird und welche vorrangigen Möglichkeiten es gibt die Energieeffizienz zu verbessern. Die Senior Energy Guardians



müssen die Dokumentvorlage ausfüllen, die ihnen der NOC zur Verfügung stellt. Dort sollen Angaben zum Endenergieverbrauch der Schule, zur lokalen Energieerzeugung (falls vorhanden) und zu den verwendeten Emissionsfaktoren für die Berechnung der CO₂-Emissionen gemacht werden. Jede Schule sollte ihre Vorlage ausfüllen. Danach werden die Angaben aller Pilot-Schulen im Smart School Management Plan gesammelt.

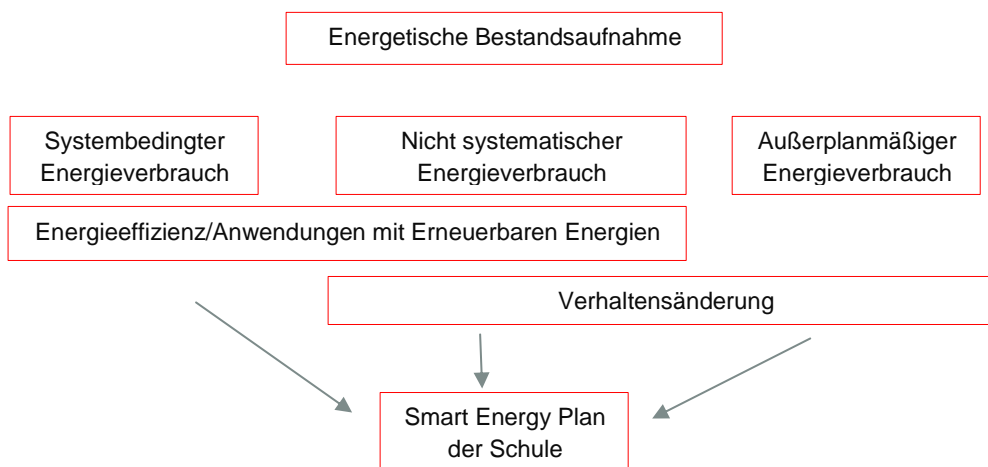
3. Energieeffizienzziele festlegen

Jede Schule sollte ein breites Portfolio an Energieeffizienzmaßnahmen zusammenstellen, die auf den Ergebnissen des technischen Energieaudits beruhen.

Die Abschätzung möglicher Energieeinsparungen hilft dabei ein angemessenes Portfolio an Zielsetzungen zu wählen, die klar und messbar sind. Jede Schule sollte sowohl kurzfristige als auch langfristige Ziele für die Verbesserung der Energieeffizienz definieren.

4. Maßnahmenplan entwickeln

Ein regelmäßig aktualisierter Maßnahmenplan ist notwendig, um die festgelegten Ziele zu erreichen. Die Entwicklung eines Maßnahmenplans beinhaltet das Aufstellen von Energieeffizienzzielen basierend auf der aktuellen energetischen Bestandsaufnahme.



Systembedingter Energieverbrauch: Dieser entspricht dem Energieverbrauch, der für den normalen Schulbetrieb erforderlich ist und sollte dem minimal benötigten Energiebedarf der Schule entsprechen. Um dieses Minimum zu erreichen müssen die Senior Energy Guardians in einer stufenweisen Herangehensweise technische Maßnahmen identifizieren, die die Energieeffizienz verbessern. Bei der Auswahl der technischen Maßnahmen sollte die Möglichkeit einer regenerativen Energieerzeugung berücksichtigt werden. Heizung und Kühlung sind typische Beispiele für systembedingten Energieverbrauch und machen dabei einen großen Anteil am Gesamtenergieverbrauch und damit auch an den Energiekosten aus. Heizung und Kühlung arbeiten nach festen Regel und die Festlegung der optimalen Raumtemperatur sowie der Austausch der Geräte ist üblicherweise Aufgabe eines professionellen Energiemanagers. Einsparungen beim Heizen oder Kühlen haben positive Auswirkungen auf die Energiekosten und können selbst mit kostengünstigen Maßnahmen erzielt werden. Eine Optimierung der Raumlufttemperatur kann



beispielsweise dadurch zustande kommen, dass eine Überhitzung oder Unterkühlung verhindert wird, indem der Kalt- oder Warmluftstrom z. B. durch das Fensteröffnen unterbunden wird.

Außerplanmäßiger Energieverbrauch: entspricht dem Energieverbrauch der direkt durch die Arbeit des Schulpersonals verursacht wird. Wenn das Personal bei der Verwendung von Geräten nicht auf energiesparsames Verhalten achtet und Computermonitore beispielsweise durchgehend eingeschaltet sind, wird Energie unnötig verschwendet (67 % des gesamten Energieverbrauchs eines Computers entfällt in der Regel auf den Bildschirm). Junior Energy Guardians sollten daher eine geeignete Vorgehensweise für Ihren Junior-Maßnahmenplan entwickeln, mit der energiesparsames Verhalten umgesetzt werden kann.

Nicht systematischer Energieverbrauch: hängt sowohl mit dem systembedingten Energieverbrauch als auch mit dem außerplanmäßigen Energieverbrauch zusammen und ist ein ausschlaggebender Faktor für den Energieverbrauch (z. B. Beleuchtung). Einerseits kann der systembedingte Energieverbrauch durch effizientere Leuchtmittel reduziert werden, andererseits kann der außerplanmäßige Energieverbrauch gesenkt werden indem das Tageslicht besser genutzt wird (dies kann die Kosten für Beleuchtung um 20 % reduzieren). Beide Maßnahmen zusammen stellen ein Beispiel dar, den nicht systematischen Energieverbrauch zu senken. Die Installation effizienter Leuchtmittel ist dabei Aufgabe der Senior Energy Guardians, wohingegen das Ausschalten der Lampen bei Tageslicht Aufgabe der Junior Energy Guardians ist.

5. Umsetzung des Maßnahmenplans und Überwachung des Fortschritts

Der vierte Schritt bei der Umsetzung des Maßnahmenplans ist die Entwicklung eines Aufzeichnungssystems, um kontinuierlich die Energieverbrauchsdaten zu erfassen und zu überprüfen. Dies ist besonders für die Evaluierung des Maßnahmenplans wichtig. Die effektive Nutzung eines Aufzeichnungssystems beinhaltet Folgendes:

- a. Regelmäßige Updates durchführen.
- b. Regelmäßige Überprüfungen vornehmen.
- c. Notwenige Veränderung der Maßnahmen identifizieren.



4. ENERGETISCHE BESTANDSAUFNAHME

In diesem Abschnitt sollen die Senior Energy Guardians eine energetische Bestandsaufnahme der teilnehmenden Pilotschulen durchführen. Die energetische Bestandsaufnahme lässt sich in drei Abschnitte unterteilen:

- a. Endenergieverbrauch: Hierzu sollen die Senior Energy Guardians Auskunft über den aktuellen Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträger geben.
- b. Energiebezug: Hierzu sollen die Senior Energy Guardians Angaben zum Bezug von “grünem” Strom und der regenerativen Energieerzeugung auf dem Schulgelände machen.
- c. CO₂-Emissionen: Hierzu sollen die Senior Energy Guardians die CO₂-Emissionen der Schule nach Sektoren berechnen.

Energiefaktoren

Energiefaktoren sind Koeffizienten für unterschiedliche Energieträger für die Berechnung des Endenergieverbrauchs.

Energieträger	kg _{EP}	kWh
1 kg Heizöl	1.01	11.744
1 kg Benzin	1.051	12.221
1 kg Diesel	0.95	11.047
1 kg Flüssiggas	0.789	9.169
1 l Flüssiggas	1.099	12.779
1 mc Flüssiggas	0.56	6.517
1 kg Erdgas	2.055	23.897
1 Smc Erdgas	1.126	13.093
1 kg feste Biomasse (25 % Feuchte)	0.82	9.535
	0.33	3.837
1 kWhe (Brutto-Eigenverbrauch)	0.2021	2.5
1 kWhe (Brutto-Endverbrauch)	0.086	1
1 kWht	0.086	1

Emissionsfaktoren

Emissionsfaktoren sind Koeffizienten die Emissionen pro Aktivitätseinheit bewerten. Die CO₂-Emissionen nach jeweiligem Energieträger werden berechnet, indem der Endenergieverbrauch mit dem entsprechenden Emissionsfaktor multipliziert wird. Bei den Angaben der Emissionsfaktoren für die fossilen Brennstoffe (Tabelle 1) und für erneuerbare Energien (Tabelle 2) sind an die Angaben des IPCC angelehnt.



Tabelle 1. Emissionsfaktoren fossiler Energieträger

Energieträger	tCO ₂ /MWh
Erdgas	0.202
Flüssiggas	0.231
Heizöl	0.267
Braunkohle	0.364

Tabelle 2. Emissionsfaktoren für lokale Strom und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien

Energieträger	tCO ₂ /MWh
Windkraft	0
Wasserkraft	0
Photovoltaik	0
Biogas	0.197
Holz	0,007
Geothermie	0
Solarthermie	0

IPCC Emissionsfaktoren sind nahezu Null, wenn Biobrennstoffe/Biomasse die Nachhaltigkeitskriterien erfüllen.

Tabelle 3. Emissionsfaktoren für Strom in den Ländern der teilnehmenden Projektpartner

Land	IPCC tCO ₂ /MWh					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Österreich	0.226	0.212	0.202	0.206	0.200	0.204
Deutschland	0.619	0.621	0.645	0.626	0.609	0.616
Ungarn	0.563	0.551	0.606	0.593	0.516	0.539
Italien	0.491	0.494	0.493	0.484	0.453	0.467
Polen	1.262	1.243	1.188	1.123	1.141	1.165
Slovenien	0.536	0.536	0.539	0.561	0.613	0.582

Quelle: Joint Research Centre of the European Commission. Letztes Update: Juli 2016

Kategorie	ENDENERGIEVERBRAUCH (kWh)													Gesamt	
	elektisch	thermisch	fossile Brennstoffe				regenerative Energien								
			Erdgas	flüssiges Erdgas	Heizöl	Braunkohle	Windkraft	Wasserkraft	Photovoltaik	Biogas	Holz	Solarthermie	Geothermie		
BELEUCHTUNG	52.092		-							11.778					52.092
RAUMHEIZUNG		496.208	496.208							-					496.208
RAUMKÜHLUNG			-							-					-
WARMWASSER- BEREITUNG	1.648	18.816	18.816							373					20.464
AUSSTATTUNG	17.353		-							3.924					17.353
KOCHEN	2.419		-							547					2.419
BELÜFTUNG	15.603	40.947	40.947							3.528					56.550
SONSTIGES	13.111		-							2.964					13.111
GESAMT	102.227	555.972	555.972							23.114					658.199

Kategorie	CO2 Emissionen (t)													Gesamt	
	elektisch	thermisch	fossile Brennstoffe				regenerative Energien								
			Erdgas	flüssiges Erdgas	Heizöl	Braunkohle	Windkraft	Wasserkraft	Photovoltaik	Biogas	Holz	Solarthermie	Geothermie		
BELEUCHTUNG	24,83	-	-												24,83
RAUMHEIZUNG	-	100,23	100,23												100,23
RAUMKÜHLUNG	-	-	-												-
WARMWASSER- BEREITUNG	0,79	3,80	3,80												4,59
AUSSTATTUNG	8,27	-	-												8,27
KOCHEN	1,15	-	-												1,15
BELÜFTUNG	7,44	8,27	8,27												15,71
SONSTIGES	6,25	-	-												6,25
GESAMT	48,73	112,31	112,31							-					161,04



5. ENERGIEMAßNAHMENPLAN DER SENIOR ENERGY GUARDIANS

In diesem Abschnitt sollen die Senior Energy Guardians die einzelnen Maßnahmen beschreiben, mit denen der systembedingte Energieverbrauch reduziert werden sollen. Dafür wird folgendes Schema vorgegeben:

- Kategorie (z. B. Raumheizung, Raumkühlung, Warmwasserbereitung, Beleuchtung, Kochen, Lüftung)
- Titel (Benennung der Maßnahme)
- Beschreibung der Maßnahme
- Wer kann was tun? (z. B. Schulleiter, Lehrer, Schüler, Eltern, Energiemanager, Senior Energy Guardians, Junior Energy Guardians)
- Umsetzungsbeginn
- Umsetzungsende
- Erwartete Kosten pro Maßnahme
- Erwartete Energieeinsparung pro Maßnahme
- Erwartete regenerative Energieerzeugung pro Maßnahme
- Erwartete CO₂-Einsparung pro Maßnahme

Die Maßnahmen werden unterteilt in „wesentliche“ und „wünschenswerte“ Maßnahmen. Ein Häkchen bedeutet, dass die Person mit einer bestimmten Jobfunktion am besten für die Umsetzung der Maßnahme geeignet ist. Für manche Maßnahmen kann es sinnvoll sein, eine ganze Anzahl unterschiedlicher Personen zu involvieren, für andere Maßnahmen wiederum bedarf es genau einen Spezialisten (z. B. einen Energiemanager).

Der Energiemaßnahmenplan der Senior Energy Guardians wird bei den Maßnahmen berücksichtigt, die im Energiemaßnahmenplan der Junior Energy Guardians untersucht und entwickelt werden. Der Energiemaßnahmenplan der Junior Energy Guardians wird sich auf die Reduktion des außerplanmäßigen Energieverbrauchs und des nicht systematischen Energieverbrauchs konzentrieren.

Alle Maßnahmen müssen in der folgenden Vorlage festgehalten werden.

Kategorie	Titel der Hauptmaßnahme	Wer kann was tun?	Umsetzungsbeginn	Umsetzungs-ende	Erwartete Kosten	Erwartete Energieeinsparung (MWh/a)	Energieerzeugung durch EE (MWh/a)	Erwartete CO2 Einsparung (t/a)
BELEUCHTUNG	Beleuchtungssanierung LED-Retrofit		Juli 17	September 17	5.200	4,30		2,50
RAUMHEIZUNG	Heizungsregelung		September 17	März 18	-	83,4		20,3
RAUMKÜHLUNG								
WARMWASSERBEREITUNG	Einbau thermischer Solaranlage				11.300	9,4	9,4	2,3
BÜRO-AUSSTATTUNG								
KOCHEN								
BELÜFTUNG								
SONSTIGES	Verbesserung des baulichen Wärmeschutz		Juli 19	November 19	1.540.000	354,10		86,00
GESAMT					1.556.500	451,20	9,40	111,10



6. UMSETZUNG DER MASSNAHMEN

Die Maßnahmen beinhalten sowohl Änderungen der in der Schule verwendeten Technik als auch Verhaltensänderungen der Personen in der Schule.

Für die technischen Aspekte, wird die folgende Vorgehensweise empfohlen:

1. Energieverschwendung vermeiden.
2. Energie effizienter nutzen.
3. Erneuerbare Energien nutzen.

Die Maßnahmen um Energieverschwendung zu vermeiden werden im Rahmen des Maßnahmenplans der Junior Energy Guardians, im zweiten Jahr des energy@school-Maßnahmenplans entwickelt.

Energie effizienter Nutzen

In diesem Abschnitt des Leitfadens werden wesentliche technische Maßnahmen vorgestellt, die den Energieverbrauch reduzieren können. Diese Informationen können den Senior Energy Guardians dabei helfen die vorangegangene Tabelle zum Maßnahmenplan der Senior Energy Guardians auszufüllen.

Beleuchtung

Bis zu einem Drittel des gesamten Energieverbrauchs einer Schule wird durch die Beleuchtung verursacht, deren Energieeffizienz somit eine wesentliche Bedeutung zukommt.

Die Installation effizienter Leuchtmittel ist eine einfache Maßnahme, um den Energieverbrauch einer Schule zu senken. Mit den Energieaudits in den einzelnen Klassenzimmern und nach den Vorgaben des Junior Energy Guardians-Maßnahmenplans kann festgestellt werden, ob LEDs oder Leuchtstoffröhren geeignet sind, um die bisherigen ineffizienten Leuchtmittel zu ersetzen.

Mit der Installation von Bewegungsmeldern oder Tageslichtsensoren können zusätzlich signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. Durch den Einsatz von Präsenzmelder kann das Licht automatisch ausgeschaltet werden, wenn ein Raum nicht mehr benutzt wird.

Des Weiteren, kann die sinnvolle Nutzung des Tageslichts in Klassenzimmern den Energieverbrauch um bis zu 20 % verringern.

Empfohlene Lichtverhältnisse sind im Allgemeinen 240-500 lux (vgl. UNI EN 12464-1). An Arbeitsplätzen mit Werkbänken, Maschinen, in Laboren, Musik-, Lese- oder Computerräumen sind Lichtverhältnisse mit mehr als 300 lux empfehlenswert. In Korridoren, Treppenaufgängen, Versammlungshallen, Aufenthaltsräumen und Videoräumen sind auch weniger als 300 lux ausreichend.

Die Installation von Dimmern bietet Flexibilität und reduziert die genutzte Leistung. Dies ist insbesondere in Räumen mit gutem Tageslicht sinnvoll.



Beheizung und Kühlung

Heizen und Kühlen verursachen in einer Schule im Allgemeinen den größten Energieverbrauch.

Einer der Hauptmaßnahmen besteht darin die Thermostate der Raumtemperaturen in den Schulräumen auf 18-20° C im Winter und 24-27° C im Sommer zu begrenzen, um zu starkes Heizen bzw. Kühlen zu vermeiden. Die Temperaturbedürfnisse können während des Tages variieren, daher ist darauf zu achten, dass die Betriebsstunden der Heizung dem Zeitraum entsprechen, in dem der Heizbedarf hoch ist. Um dies sicherzustellen, sollten die Einstellungen monatlich überprüft und gegebenenfalls an die neuen Bedingungen angepasst werden. Die Zeitschaltuhren sollen so eingestellt sein, dass die optimale Temperatur im Gebäude genau dann erreicht wird, wenn Personen im Schulgebäude eintreffen und die Heiz- bzw. Kühlleistung heruntergefahren wird, sobald sich das Schulgebäude leert. Die optimale Einstellung der Zeitschaltuhr wird am besten über eine schrittweise Anpassung erreicht, sodass über einige Tage hinweg die Reaktion der Gebäudenutzer geprüft werden kann. Wird das Schulgebäude beispielsweise über die Woche hinweg zu unterschiedlichen Zeiten genutzt, so ist es sinnvoll eine Zeitschaltuhr mit individuellen Einstellmöglichkeiten für jeden Wochentag zu verwenden. Damit kann sichergestellt werden, dass die Heizung bzw. Kühlung nur dann arbeitet, wenn auch Bedarf dafür besteht. Diese Maßnahme kann mit Hilfe des Maßnahmenplans der JEGs umgesetzt werden.

Stellen Sie sicher, dass die Thermostate nicht Luftzügen, dem direkten Sonnenlicht, einer Heizung oder der IKT-Ausrüstung ausgesetzt sind.

Berücksichtigen Sie bei der Einstellung der Thermostate, dass jeder Grad warmer oder kälter den Energieverbrauch um bis zu 10 % erhöhen kann. Weitere Hinweise:

1. Deckenventilatoren sind eine gute Alternative zu Klimaanlage. Sie sind wesentlich preisgünstiger zu installieren, zu betreiben und instand zu halten. Umkehrlüfter können in einen Wintermodus gesetzt werden, der es ermöglicht die aufgestiegene warme Luft an der Decke mit der kälteren weiter unten zu durchmischen. Dadurch kann die Raumtemperatur mit weniger Heizlast gleichmäßig gehalten werden.
2. Türdichtungen bieten eine preisgünstige und effektive Möglichkeit, die Heiz- bzw. Kosten zu reduzieren und die thermische Behaglichkeit in den Klassenzimmern und Büros zu verbessern, indem der Luftzug an den Türen verringert wird. Türdichtungen sollten vor allem in älteren Gebäuden, mit großen Spalten unter den Türen, eine hohe Priorität erhalten.
3. Unterschiedliche Arten von Glas- und Raumumhüllungen haben einen Einfluss auf das Licht und die Isolierung des Raums. Zwei- oder dreifach Verglasung sind dabei für alle neuen Fenster Pflicht und erhöhen den Komfort und die Energieeinsparungen. Dies gilt insbesondere für Fenster die nach Norden ausgerichtet sind oder sich an ausgesetzten Stellen befinden.
4. Türen, die offengelassen werden, können zu signifikanten Wärmeverlusten im Winter und Kälteverlusten im Sommer führen. Energie, die zum Heizen oder Kühlen der Räume aufgewendet wird, wird somit unnötig verschwendet. Automatische Türschließer sind eine gute Möglichkeit die Heiz- bzw. Kühlverluste zu vermeiden.



5. Schulen können Ihren Heiz- bzw. Kühlbedarf auch durch einfache Regeln bzw. Motto verringern, wie z. B. “dress for the weather” - die Kleiderwahl entsprechend dem Wetter anzupassen.
6. Die Installation von Wärmepumpen in den Räumen kann sowohl im Winter als auch im Sommer den Komfort erhöhen. Heizen und Kühlen ist möglich und innerhalb von Grenzen regelbar. Wärmepumpen sind sehr effizient und produzieren durchschnittlich 3 kWh thermische Energie, bei einem Verbrauch von 1 kWh elektrischer Energie. Damit erhöhen Sie den Strombedarf, reduzieren den Gesamtenergieverbrauch aber um zwei Drittel.

Warmwasserheizung

Wenn in einer Schule eine elektrische Warmwasserheizung dazu genutzt wird, eine sehr große Menge an Warmwasser bereitzustellen, kann es sinnvoll sein, diese durch eine mit Erdgas befeuerte Anlage zu ersetzen. Ist der Warmwasserbedarf eher niedrig, kann hingegen die Installation von effizienten Durchlauferhitzern geeignet sein.

Bei der Verwendung eines Warmwasserboilers ist die Installation einer Zeitschaltuhr sinnvoll, sodass der Boiler aufhört zu heizen, wenn kein Warmwasser mehr benötigt wird. Dadurch kann verhindert werden, dass der Boiler 24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche, Energie verbraucht, um die Warmwassertemperatur konstant zu halten.

Die Festlegung einer Warmwassertemperatur von maximal 38-42°C kann ebenfalls das Verschenden von Energie verhindern.

Geräteausstattung

Die steigende Anzahl der elektrischen Geräte der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) in Schulen wirkt sich deutlich auf deren Energiebedarf aus. Computer, IKT und die Büroausstattung können bis zu einem Drittel des Energieverbrauchs ausmachen.

Maßnahmen in diesem Bereich werden im Maßnahmenplan der Junior Energy Guardians näher betrachtet und beschrieben.

Regenerative Energieerzeugung

Regenerative Energietechnologien nutzen für die Energieerzeugung natürliche, unbegrenzte Energiequellen.

Die Installation von regenerativer Energieerzeugungsanlagen ist eine kosteneffektive Strategie um den Energiebedarf und die Kosten der Schule zu senken.

Photovoltaikanlagen können einen strategischen Ansatz darstellen, um den Energieverbrauch der Wärmepumpen, der Beleuchtung oder der elektrischen Geräte während des Tages zu decken. Durch die Nutzung von Energiespeichern kann die am Tag nicht benötigte Energie gespeichert und während der Nacht verwendet werden.

Auch thermische Solaranlagen für die Warmwasseraufbereitung werden zunehmend kosteneffektiv und können den Verbrauch von Erdgas deutlich verringern.



Verwendung von Geräten

Schulen können signifikante Energieeinsparungen erzielen, indem sie sich für energieeffiziente Geräte entscheiden.

1. Kühlschränke: Kühl- und Gefrierschränke verbrauchen eine große Menge Energie, da sie 24 Stunden pro Tag, 7 Tage die Woche betrieben werden. Führen Sie die folgenden Maßnahmen durch, um sicherzugehen, dass ihre Kühlgeräte möglichst effizient betrieben werden:
 - a. Stellen Sie Kühl- und Gefrierschränke entfernt von Wärmequellen auf.
 - b. Gefrierschränke arbeiten effizienter wenn sie voll sind.
 - c. Überprüfen Sie die Dichtungen und stellen Sie sicher, dass keine kalte Luft entweichen kann.
 - d. Lassen Sie die Türen nicht unnötig offenstehen.
 - e. Entfrosteten Sie die Geräte regelmäßig.
2. Küchen und Kantinen: Küchen und Kantinen tragen wesentlich zum Energieverbrauch einer Schule bei. Führen Sie die folgenden Schritte durch, um möglichst viel Energie einzusparen:
 - a. Kontrollieren Sie die Temperaturkurve bevor Sie die moderne Cateringausrüstung verwenden.
 - b. Schalten Sie Öfen, Grills, Fritteusen nach der Benutzung sofort aus und stellen Sie sicher, dass sich die Geräte nicht im Stand-by-Modus befinden.
 - c. Halten Sie Kühl- und Gefrierschränktüren geschlossen und entfrosteten Sie diese Geräte regelmäßig.
 - d. Schalten Sie Küchenarbeitsgeräte, Abzugshauben und die Beleuchtung aus, wenn diese nicht in Benutzung sind.
 - e. Reduzieren Sie die Trocknungszeit der Geschirrspülmaschinen.

Verhaltensänderung

Verbesserung des Nutzerverhaltens (Sonnenschutz, Fensterlüftung)

Die Gebäudehülle bietet Möglichkeiten für den Nutzer aktiv zur Energieeinsparung beizutragen. Beispielsweise kann der Sonnenschutz gezielt dazu eingesetzt werden die solaren Gewinne zu beeinflussen: Im Winter können diese den Heizwärmebedarf senken und im Sommer einer Überhitzung des Gebäudes entgegenwirken. Desweiteren kann mit einer bedarfsgerechten Fensterlüftung der Energieverbrauch auf ein notwendiges Maß reduziert werden. Unter der Annahme, dass durch die bedarfsgerechte Fensterlüftung ca. 10 % des Lüftungswärmeverlustes



eingespart werden können, ergibt sich ein Einsparpotenzial von 15.200 kWh/a an Heizenergie bzw. 870 €/a an Heizkosten.

Bedarfsabhängige Heizungsregelung

Die Regelung der Versorgungsanlagen (Heizung, Beleuchtung, Belüftung) muss so eingestellt sein, dass außerhalb der Nutzungszeiten der Energieverbrauch ohne Beschädigungen der Anlagen (Frostschutz, Aufheizphase) auf ein Mindestmaß abgesenkt ist. Eine Raumtemperaturabsenkung während der Ferien- und Wochenenden mindert den Heizenergiebedarf um ca. 20 %. Bei der untersuchten Schule war diese Absenkung seit Januar 2016 nicht wirksam. Das Einsparpotenzial liegt bei 7.460 €. Es ist zu beachten, dass Maßnahme 4 erst mit Umsetzung von Maßnahme 5 voll wirksam ist. Daher wird das Einsparpotenzial zwischen den Maßnahmen aufgeteilt. Durch Anpassung der Heizungsregelung werden 15 %-Punkte des Einsparpotenzials im Wärmebereich (ca. 4.800 €/a) behoben.

Zugriff der SEGs auf die Energieverbrauchswerte

Die Schule verfügt derzeit über eine automatisierte Energieverbrauchserfassung, die täglich Werte an das Amt für Umweltschutz übermittelt. Um die Zusammenarbeit mit der Schule und dem Energiemanager zu verbessern, sollten die Energieverbrauchsdaten den SEGs (Senior-Energy-Guardians) online zur Verfügung gestellt werden. Durch die regelmäßige gemeinsame Überwachung wird ein Einsparpotenzial von 5 % der Betriebskosten bei Strom und Wärme in Höhe von 53.290 € im Schuljahr 2015/2016 erwartet. Das Einsparpotenzial aufgrund der intensiven Überwachung beträgt ca. 2.660 €/a.

Verbesserung des Nutzerverhaltens (Beleuchtung, Elektrogeräte)

Die Beleuchtungsregelung in Bestandsschulgebäuden wird überwiegend von Hand ausgeführt, daher ist hier mit einer Sensibilisierung der Nutzer ein großes Einsparpotenzial gegeben. Die vorliegende Schule hat bereits seit vielen Jahre eine Schüler Klima-AG und beteiligt sich am städtischen Energiesparprojekt LESS. Die Sensibilisierung der Nutzer stellt zudem eine fortlaufende Aufgabe dar, die von den Energy-Guardians übernommen werden kann. Werden für den Stromverbrauch für die Beleuchtung und der Ausstattungsgeräte ein Einsparpotenzial von 10 % zugrunde gelegt, können 7.300 kWh/a des Stromverbrauchs bzw. 1.520 €/a an Stromkosten eingespart werden.