

Der HWK-Umweltberater

Photovoltaiknutzung im Handwerksbetrieb

46

# **Inhaltsverzeichnis**

1	Vorwort	. 3
2	Grundlagen der Photovoltaik	. 4
3	Photovoltaiknutzung im Betrieb	. 6
4	Lohnt sich PV in meinem Betrieb?	. 8
5	Rechtliche Aspekte von PV-Anlagen	12
6	Trends bei PV-Anlagen	14

# Impressum:

Herausgeber: Handwerkskammer des Saarlandes Hohenzollernstr. 47-49 66117 Saarbrücken

Redaktion: Simon Spath M.Sc

Verantwortlich für den Inhalt: Saar-Lor-Lux Umweltzentrum GmbH Hans-Ulrich Thalhofer Hohenzollernstr. 47-49

66117 Saarbrücken

Telefon: (0681) 58 09-206 · Fax: 0681 5809-222-206

E-Mail:umweltzentrum@hwk-saarland.de Internet:www.saar-lor-lux-umweltzentrum.de

### **Vorwort**

Eine wichtige Säule der deutschen Energiewende ist neben der Wind- und Bioenergie die Sonnenenergie, welche sowohl zur Wärme- als auch zur Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen (PV) genutzt werden kann. Die letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass die Sonnenenergie, mit ihrem stetig wachsenden Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland, einen erheblichen Beitrag zu den Klimaschutzzielen leisten kann. So wurde im Jahr 2020 mit einem Anteil von 10,5 % an der Nettostromerzeugung ein neuer Rekord verzeichnet!

Das Ziel der Bundesregierung ist es, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung bis zum Jahr 2030 auf 65 % zu steigern<sup>2</sup>. 2018 lag dieser Anteil noch bei knapp 35 %.<sup>3</sup> Das zeigt, dass die Relevanz der Photovoltaik in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird.

Handwerksbetriebe können von dieser Entwicklung gleich mehrfach profitieren. Einerseits bietet der Bau von PV-Freiflächen- und Dachanlagen Auftragsmöglichkeiten für z.B. das Elektro- und Dachdeckerhandwerk. Auf der anderen Seite wird angesichts stetig steigender Strompreise auch die eigene Stromerzeugung durch PV-Anlagen im Betrieb immer attraktiver. Durch die Nutzung des selbst erzeugten Stroms können Betriebe so nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, sondern gleichzeitig einen wirtschaftlichen Vorteil durch den günstigen Eigenverbrauch des Sonnenstroms erlangen.

Angesichts dieser Entwicklungen werden in diesem HWK-Umweltberater die Potentiale der PV für Handwerksbetriebe dargestellt. Zudem wird ein Blick auf aktuelle Trends und die rechtlichen Rahmenbedingungen geworfen. Da die Nutzung von PV-Freiflächenanlagen in Betrieben eher selten der Fall ist, liegt der Fokus auf Dachanlagen.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://energy-charts.info/charts/energy\_pie/chart.htm?l=de&c=DE&year=2020

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> https://www.gesetze-im-internet.de/eeg 2014/

<sup>3</sup> https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html

# 2 Grundlagen der Photovoltaik

Photovoltaikzellen bestehen aus Silizium und wandeln Sonnenlicht in elektrische Energie (Gleichstrom) um. Der produzierte Gleichstrom wird durch einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt und kann dadurch zum Betrieb von elektrischen Geräten genutzt werden. Der grundlegende Umwandlungsprozess ist komplett CO<sub>2</sub>-frei und unabhängig von fossilen Brennstoffen.

Die gängige Einheit für die Leistung einer PV-Anlage wird in Kilowattpeak angegeben (kWp). Im Saarland kann bei optimaler Ausrichtung, also einer Neigung von ca. 30° mit einer Ausrichtung nach Süden, ein spezifischer Ertrag<sup>4</sup> von ca. 950 kWh/kWp erreicht werden. Pro kWp installierte Leistung werden ca. 8 m² Dachfläche benötigt. Diese Werte können je nach Montageart, Ausrichtung und Neigung der Anlage variieren. PV-Anlagen können in folgende Kategorien gegliedert werden:

### Nach Montageart:

- Freiflächenanlagen (z. B. auf Ackerflächen)
- Anlagen an Gebäuden
  - PV-Aufdachanlagen
  - Dachintegrierte PV-Anlagen
  - PV-Anlagen an Fassaden

# Nach Betriebsform:

• Überschusseinspeisung:

Der produzierte Strom wird direkt zur Eigenstromversorgung genutzt. Der Überschuss wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Durch die Nutzung des günstigen PV-Stroms können Stromkosten eingespart werden. In den meisten Fällen ist Überschusseinspeisung die wirtschaftlichste Nutzung von PV-Strom und wird daher vorrangig in diesem Umweltberater betrachtet.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Spezifischer Ertrag = Erzeugte elektrische Energie in kWh pro 1 kWp installierte Leistung

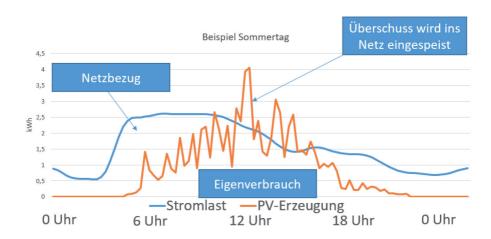


Abbildung 1: Die Graphik zeigt beispielhaft die Stromproduktion einer PV-Anlage (orange) und den Stromverbrauch (blau) an einem Sommertag mit Überschusseinspeisung. In den Zeiten in denen die Stromerzeugung nicht ausreicht, um den Strombedarf zu decken (hier: 0 – 12 Uhr und ca. 16 – 0 Uhr), wird Strom aus dem Netz bezogen. Überschüssiger Strom zur Mittagszeit (hier: 12 bis ca. 16 Uhr) wird in das Netz eingespeist und mit der EEG-Einspeisevergütung vergütet.

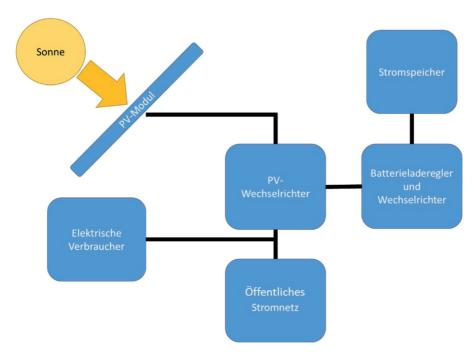


Abbildung 2: Schematische Darstellung – PV-Anlage mit Überschusseinspeisung und Stromspeichersystem

### Volleinspeisung:

Der produzierte Strom wird komplett in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Diese Betriebsform wird aktuell bei Neuanlagen kaum genutzt, da die Einspeisevergütung für Strom ins öffentliche Netz vergleichsweise niedrig ist.

PV-Inselanlagen
 Inselanlagen ermöglichen durch die Nutzung eines speziellen Wechselrichters eine autarke Stromversorgung. Durch einen Stromspeicher können auch Zeiten ohne Sonnenschein überbrückt werden. Inselanlagen sind nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossen.

# 3 Photovoltaiknutzung im Betrieb

Angesichts steigender Stromkosten wird die Nutzung von PV-Anlagen zur Eigenstromproduktion im Betrieb immer relevanter und wirtschaftlicher. Durch die in den letzten Jahren gesunkenen Modulkosten können Kosten pro produzierter Einheit elektrischer Energie (Stromgestehungskosten) von unter 9 Cent/kWh erreicht werden, was im Vergleich zu durchschnittlichen Strombezugskosten von Handwerksbetrieben deutlich niedriger ist. Um diesen Vorteil zu nutzen und die größtmögliche Wirtschaftlichkeit beim Betrieb der PV-Anlage zu erreichen, ist ein möglichst hoher Eigenverbrauchsanteil anzustreben. Das heißt, dass der Teil des PV-Stroms, der direkt im Betrieb verbraucht wird, möglichst hoch sein sollte. Folgende Faktoren beeinflussen den Eigenverbrauchsanteil:

- Verhältnis Stromproduktion zu Stromverbrauch
  Die richtige Größe der PV-Anlage ("Dimensionierung") ist ein wichtiger Aspekt.
  Je nach der zur Verfügung stehenden Dachfläche, können mehrere
  Anlagengrößen in Betracht kommen. Es sollte darauf geachtet werden, dass die
  installierte Leistung der PV-Anlage im richtigen Verhältnis zum Stromverbrauch
  steht, damit eine möglichst hohe Wirtschaftlichkeit erlangt werden kann (vgl.
  Kapitel 4).
- Stromlastprofil des Betriebs und Ausrichtung der PV-Anlage
  Wann wie viel Strom im Betrieb benötigt bzw. verbraucht wird, kann von
  Gewerk zu Gewerk sehr unterschiedlich sein; dieser Sachverhalt wird mittels
  unterschiedlicher "Lastprofile" dargestellt. Fällt z. B. der Großteil des Stromverbrauchs am Morgen an (z. B. Bäckerei), kann es sinnvoll sein, die PV-Anlage
  nach Osten auszurichten, um einen möglichst hohen Eigenverbrauchsanteil zu
  erreichen.

Durch gezielte Laststeuerung, also das gezielte einschalten von Stromverbrauchern zu Zeiten in denen die PV-Anlage viel Strom produziert, kann der Stromverbrauch an die Erzeugungskurve der PV-Anlage angepasst werden. So kann z.B. durch ein intelligentes Lademanagement von Elektrofahrzeugen, der Strom vom Dach zur Ladung von Elektrofahrzeugen genutzt werden.



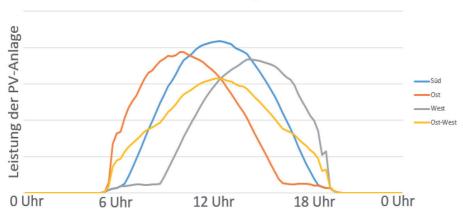


Abbildung 3: Darstellung des Tagesverlauf der Stromerzeugung von PV-Anlagen mit verschiedenen Ausrichtungen. Durch eine Ost-West-Anlage (gelb) kann eine breite Stromerzeugungskurve erreicht werden. Ost-Anlagen (orange) haben ihren Peak in der Stromproduktion am Vormittag wohingegen Westanlagen (grau) am Nachmittag den meisten Strom produzieren. Der höchste Ertrag mit einem Peak zur Mittagszeit kann durch eine Südausrichtung erreicht werden.

# Nutzung eines Stromspeichers

Der Eigenverbrauch des PV-Stroms kann durch einen Stromspeicher erhöht werden, der die überschüssige Energie zwischenspeichert und zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung stellt. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Speicher im richtigen Verhältnis zur Größe der PV-Anlage und zum Stromverbrauch ausgelegt wird. Die Wirtschaftlichkeit eines Stromspeichers kann von Fall zu Fall stark variieren und sollte entsprechend genau betrachtet werden.

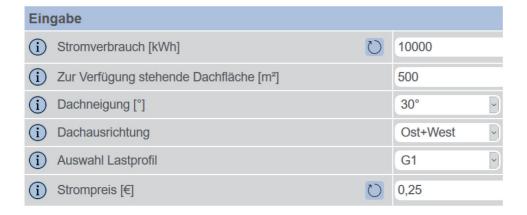
### 4 Lohnt sich PV in meinem Betrieb?

Um zu überprüfen, ob sich eine PV-Anlage im Betrieb lohnt, kann das "E-Tool" der "Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz" genutzt werden.

Registrierung und Zugang sind möglich über: www.energie-tool.de

Die speziell an die Bedürfnisse von Handwerksbetrieben angepasste, übersichtlich strukturierte digitale Anwendung, dient der Sammlung und Auswertung aller grundlegenden betrieblichen Energiedaten. Als eines von mehreren hilfreichen Zusatztools ist die auf den eigenen Betrieb angepasste Simulation einer PV-Anlage mit technischen und wirtschaftlichen Ergebnissen möglich.

Im Menü "Zusatztools" (Tab. "PV Berechnungs-Tool") sind im ersten Schritt folgende Parameter einzugeben:



 Stromverbrauch: Hier tragen Sie den Jahresstromverbrauch ihres Betriebes ein (aktuellstes Jahr). Sofern sie das E-Tool bereits nutzen, um die Energiedaten Ihres Betriebes auszuwerten, übernimmt das Tool an dieser Stelle automatisch den aktuellsten Stromverbrauchswert.

- Dachfläche: Zur Verfügung stehende freie Dachfläche in m² auf der eine PV-Anlage installiert werden kann. Auf der freien Dachfläche sollten keine Schornsteine, Fenster oder Gauben vorhanden sein, damit die Photovoltaikmodule problemlos installiert werden können. Zu große Verschattungen, z.B. durch benachbarte Bäume, senken den Ertrag der PV-Anlage.
- Dachneigung: Neigungswinkel der Dachfläche auf der die PV-Anlage installiert werden kann. Größtmögliche Erträge können in Deutschland mit einer Dachneigung zwischen 30° und 35° erreicht werden.

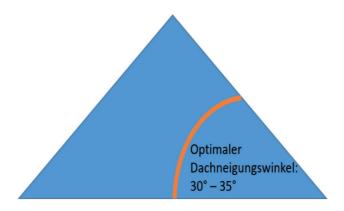


Abbildung 4: Der Optimale Neigungswinkel für PV-Anlagen liegt zwischen 30° und 35°. Auch bei abweichenden Neigungswinkeln können gute Erträge erzielt werden.

• Dachausrichtung: Himmelsrichtung nach der die freie Dachfläche ausgerichtet ist. Für einen hohen Stromverbrauch in den Mittagsstunden ist eine Ausrichtung nach Süden optimal. Mit einer Südausrichtung lassen sich die höchsten Erträge erzielen. Bei hohem Stromverbrauch morgens und nachmittags kann eine Ost-West-Anlage den Eigenverbrauchsanteil erhöhen und somit zu einer erhöhten Wirtschaftlichkeit beitragen. Eine Ausrichtung nach Norden bringt kaum Erträge und ist daher im Tool nicht auswählbar.

 Auswahl Lastprofil: Jahreslastprofil des Stromverbrauchs des Betriebs, welches angibt zu welcher Tageszeit wie viel Strom verbraucht wird. Wählbar sind folgende Lastprofile:

Тур	Beschreibung	Beispiel
G0	Gewerbe allgemein	
G1	Gewerbe mit Hauptaktivität werktags 8-18 Uhr; geringer Verbrauch am Wochenende	Büros, Praxen, Werkstätten etc.
G2	Gewerbe mit starkem bis überwiegendem Ver- brauch in den Abend- stunden	Tankstellen, Geschäfte mit erheblicher Schau- fensterfläche, Abendgast- stätten
G3	Gewerbe durchlaufend (auch Wochenende)	Kühlhäuser, Läden mit Kühlbedarf
G4	Verbrauch fast aus- schließlich während La- denöffnungszeiten; Werktags bis abends; Samstags bis nachmittags	Laden/Friseur
G5	Schwerpunkt des Ver- brauchs ab 3 Uhr früh; in der Nacht zum Samstag ab Mitternacht. Relativ geringer Tagverbrauch	Bäckerei mit Backstube
G6	Landwirtschaftsbetriebe	Landwirtschaftsbetriebe

• Strompreis: Aktueller Preis zu dem Sie Ihren Strom beziehen in €/kWh. Bei vorheriger Erfassung von Stromdaten im Rahmen eines Energiedatenmanagements mittels E-Tool wird der vorhandene Wert automatisch an dieser Stelle übernommen.

Auf Grundlage der eingegebenen Parameter gibt das Tool technische Ergebnisse für ein Durchschnittsjahr und wirtschaftliche Ergebnisse für den Gesamtbetrachtungszeitraum von 20 Jahren aus. Die jeweiligen Werte werden für zwei verschiedene Varianten ausgerechnet:

### • Variante 1 - maximaler Ertrag:

Bei dieser Variante wird die größtmögliche Anlage, welche auf der angegebenen freien Dachfläche des Betriebs installiert werden kann, für die Simulation genutzt.

### • Variante 2 - maximale Rendite:

Bei dieser Variante wird die Anlagengröße bestimmt, mit welcher die kürzeste Amortisationszeit, also die größtmögliche Wirtschaftlichkeit, erreicht werden kann. In den meisten Fällen, ist die Anlage am wirtschaftlichsten, wenn ein möglichst hoher Eigenverbrauchsanteil erreicht werden kann, da dann ein entsprechend großer Anteil der Stromkosten eingespart werden kann.

### Ergebnis

Technische Ergebnisse:	Variante 1: Maximaler ERTRAG	Variante 2: Maximale RENDITE	
i Erzeugte Energie PV [kWh]	52.705	4.216	
(i) Netzeinspeisung PV [kWh]	45.431	1.107	
(i) Selbstverbrauchter PV-Strom [kWh]	7.274	3.109	
(i) Netzbezug [kWh]	2.726	6.891	
(i) Eigenverbrauchsanteil	14%	74%	
(i) Autarkiegrad	73%	31%	
i Anlagengröße [kWp]	63	5	

Wirtschaftliche Ergebnisse:	Variante 1: Maximaler ERTRAG	Variante 2: Maximale RENDITE	
i) geschätze Investitionskosten	62.018,11€	7.432,14€	
(i) Amortisierungszeit [Jahre]	14	11	
i Stromgestehungskosten	0,08€	0,11€	
interner Zinsfuß	4,19%	7,86%	

Außerdem werden verschiedene Diagramme erstellt, welche die simulierten Ergebnisse visualisieren. So werden z.B. in folgendem Diagramm der Netzbezug und der Eigenstromverbrauch der simulierten PV-Anlage in den jeweiligen Monaten dargestellt.

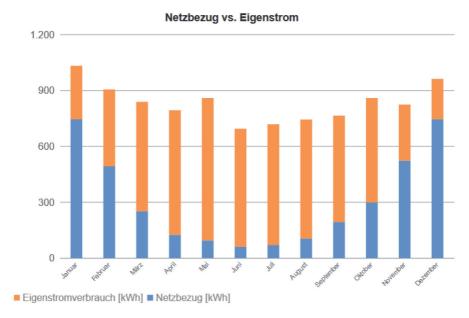


Abbildung 5: Eigenstromverbrauch und Netzbezug der simulierten PV-Anlage in kWh. Die Höhe der beiden Säulen ergibt den gesamten Stromverbrauch des Betriebs im jeweiligen Monat.

# 5 Rechtliche Aspekte von PV-Anlagen

Im Folgendem werden die wichtigsten rechtlichen Aspekte in Bezug auf PV-Anlagen aufgelistet:

# Erneuerbare Energie Gesetzt (EEG 2021)5:

Im EEG 2021 werden die wichtigsten Rahmenbedingungen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland festgelegt. In Bezug auf Photovoltaik werden im EEG z.B. die Höhe der zu entrichtenden Umlage auf Eigenverbrauch und die anzulegenden Werte, welche für die Höhe der Vergütung aus PV-Anlagen relevant sind, festgelegt. Außerdem beinhaltet das Gesetz die Bedingungen für das Ausschreibungsverfahren für größere PV-Anlagen (ab 750 kWp).

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> https://www.gesetze-im-internet.de/eeg\_2014/

# Entsorgung von PV-Altmodulen6:

Bei der Entsorgung von PV-Altmodulen wird zwischen folgenden Fällen unterschieden:

### • Private Haushalte:

PV-Altmodule von privaten Haushalten können ordnungsgemäß bei Sammelstellen von öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern zurückgegeben werden. Außerdem ist die Rückgabe bei Rücknahmestellen von Herstellern und Vertreibern möglich. Im Einzelfall sollte vor Rückgabe bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern bzw. beim Hersteller oder Vertreiber angefragt werden.

### Nicht-private Nutzer

- Module, die vor dem 24.10.2015 in Verkehr gebracht wurden:
   Entsorgung durch den Besitzer unter Beachtung der Meldepflichten nach §30
   ElektroG
- Module, die seit dem 24.10.2015 in Verkehr gebracht wurden:
   Rücknahme durch den Hersteller der PV-Module bzw. durch seinen Bevollmächtigten

# Marktstammdatenregister:

Neue PV-Anlagen müssen mit einer Frist von einem Monat in das Marktstammdatenregister eingetragen werden, welches aktuelle Daten zur Strom- und Gasversorgung online in einer Datenbank sammelt und bereitstellt (https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR).

13

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Sicherer Umgang mit PV-Altmodulen – Bundesverband Solarwirtschaft

# 6 Trends bei PV-Anlagen

Durch aktuelle Entwicklungen, z.B. die CO<sub>2</sub>-Bepreisung von fossilen Brennstoffen wie Öl und Gas, werden weitergehende Nutzungsformen von Solarstrom immer interessanter.

So kann es z.B. Sinn machen, überschüssigen PV-Strom in Kombination mit einem Heizstab oder einer Wärmepumpe zum Heizen oder Kühlen zu nutzen. Insbesondere die Nutzung zur Kühlung kann für Betriebe interessant sein, da der größte Kühlbedarf in den Sommermonaten anfällt, in denen die PV-Anlage die größte Menge an Strom produziert.

Außerdem kann PV-Strom durch intelligentes Lademanagement zum Laden der Batterie eines Elektrofahrzeuges genutzt werden.

Durch die beschriebene zusätzliche Nutzung des PV-Stroms kann der Eigenverbrauchsanteil der Anlage gesteigert werden und somit zu einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Anlage beitragen.

# Anmerkung:

Diese Broschüre ist als Druckversion und als elektronische Version verfügbar. Sie enthält Verlinkungen zu mehreren Webseiten oder Dokumenten. In der Online-Version können diese Links direkt angeklickt werden:

http://www.saar-lor-lux-umweltzentrum.de/hwk-umweltberater/ In der Druckversion kann der folgende QR-Code dazu verwendet werden, um auf die verschiedenen Umweltbroschüren auf der Homepage des Saar-Lor-Lux Umweltzentrums zuzugreifen.



Publikationsliste			
> Der HWK-Umweltberater 46	Photovoltaiknutzung im Handwerksbetrieb	2020	Kostenlos
> Der HWK-Umweltberater 45	Abfallentsorgung – Das sollten Handwerksbetriebe wissen	2020	Kostenlos
➤ Der HWK-Umweltberater 44	Klimaschutz im Handwerk	2019	Kostenlos
➤ Der HWK-Umweltberater 43	Umweltvorschriften im Betrieb	2019	Kostenlos
➤ Der HWK-Umweltberater 42	Das neue Elektrogesetz	2019	Kostenlos
➤ Der HWK-Umweltberater 41	Umgang mit Gefahrstoffen	2018	Kostenlos
➤ Der HWK-Umweltberater 40	Abfälle im Bauhandwerk	2017	Kostenlos
> Der HWK-Umweltberater 39	Energetische Sanierung von Gebäuden mit Denkmalschutz oder erhaltenswerter Bausubstanz	2017	Kostenlos
> Der HWK-Umweltberater 38	Betriebliches Mobilitätsmanagement und Elektromobilität als Energieeffizienz- Maßnahmen im Betrieb	2016	Kostenlos

Die vorliegende Broschüre wurde mit großer Sorgfalt erarbeitet. Eine Gewähr für Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben kann jedoch nicht übernommen werden. Für Anregungen und Hinweise aus der Praxis ist der Herausgeber dankbar (Stand 12/2020).

Diese Broschüre wurde gefördert durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr des Saarlandes.



# Wünschen Sie weitere Informationen?

# Informationen? Rufen Sie uns an!





Wirsind dabei!

# Saar-Lor-Lux Umweltzentrum GmbH

Hohenzollernstr. 47–49 66117 Saarbrücken

Telefon: (06 81) 58 09-2 06 Telefax: (06 81) 58 09-222-206

E-Mail: umweltzentrum@hwk-saarland.de