



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



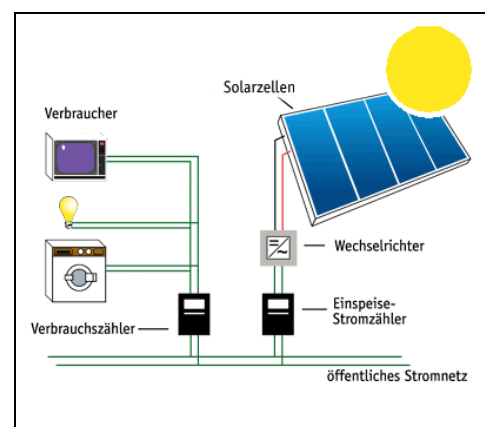
Wussten Sie, dass die Sonne pro Jahr etwa **10.000** mal mehr Energie auf die Erde abstrahlt, als derzeit Primärenergie (Erdöl, Gas, Kohle, Holz, etc.) verbraucht wird. Eine Abschätzung zeigt, dass der benötigte Jahresstrombedarf z.B. in Baden-Württemberg mittels Photovoltaik-Anlagen gedeckt werden könnte. Bei einem Wirkungsgrad von nur **10%** entspräche die dazu notwendige Solarzellenfläche etwa **1%** der Fläche von Baden-Württemberg, d.h. *weniger als die heute vorhandene Dachfläche*.



Da stellt sich die berechtigte Frage, warum diese kosten- und emissionsfreie Energie nicht viel mehr genutzt wird ?

Was ist Photovoltaik?

Bei Photovoltaikanlagen wird die Lichtenergie (Photonenenergie der Sonne) mit Hilfe von Silizium Photoelementen in elektrische Energie umgewandelt. Die daraus gewonnene Gleichspannung (meist 24V DC) wird mit einem sogenannten „Zerhacker“ (Wechselrichter) in Wechselspannung (meist 230V AC) umgewandelt. Die elektrische Energie wird entweder direkt verwendet oder im Regelfall ins öffentliche Netz eingespeist.





Allgemeinwissen Photovoltaik

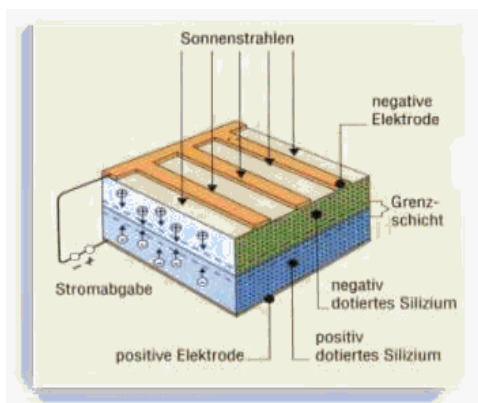
Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Von der Entdeckung...

Schon vor 150 Jahren haben Wissenschaftler entdeckt, dass bestimmte Materialien, sogenannte Halbleiter, unter gewissen Umständen in der Lage sind Strom zu leiten. Bereits Ende des 19-ten Jahrhunderts wurden Bauteile entwickelt die Licht in Elektrizität umwandelten; die Energieausbeute war dabei allerdings noch zu gering, um diese Zellen in einem größeren Umfang zur Energieerzeugung einzusetzen. Erst im Zuge der Vorbereitung der ersten Weltraumflüge ab ca. 1950 wurden verstärkt Forschungen auf diesem Gebiet durchgeführt, wobei im Vordergrund die Suche nach neuen, geeigneten Materialien für die Photovoltaikzellen stand. Schon sehr bald zeigte sich, dass das Element Silizium (Si) die besten Eigenschaften aufwies. Es eignet sich hervorragend für die Herstellung von Halbleitern und ist als das zweithäufigste chemische Element der Erde in großen Mengen verfügbar.

...zur Nutzung



Um Elektrizität aus Siliziumzellen erzeugen zu können, muss ähnlich wie bei einer Batterie Strom vom positiven zum negativen Pol fließen. Aus diesem Grund besteht eine Photovoltaikzelle aus zwei Schichten, einer positiv und einer negativ „dotierten“ Lage. Dotiert werden die einzelnen Schichten, indem dem Silizium bestimmte chemische Elemente beigemischt werden. Eine Solarzelle wird an der Oberseite mit Phosphor und an der Unterseite mit Bor besprüht. Die Oberseite hat 5 Elektronen und die Unterseite 3 Elektronen.

Die Elektronen versuchen ein Gleichgewicht zu erzielen (je 4 Elektronen). Da Silizium 4 Elektronen hat, dient es quasi nur als Transportmedium. Fällt Licht auf diese Zelle, entsteht eine Spannung zwischen diesen beiden Schichten, die an den Polen abgegriffen werden kann. Eine einzelne Zelle erzeugt allerdings nur sehr wenig Strom, daher werden viele Photovoltaikzellen zu einem Modul in Reihe zusammengeschaltet. Mehrere Module bilden einen PV-Generator.



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



In einem Modul werden die Solarzellen (typisch 72 Stück) in Reihe zusammengeschaltet. Eine Solarzelle hat eine Spannung von 0,5V und einen Strom von 3-7 Ampere (je nach Größe). Durch die Reihenschaltung, ergibt sich eine Modulspannung von 36 Volt und ein Strom von 5-7 Ampere. Auf diese Weise wird eine genügend hohe Spannung und Stromstärke bereitgestellt, um auch ganze Haushalte mit Elektrizität zu versorgen. Bevor der Strom aus Sonnenlicht eingespeist werden kann, muss er noch aufbereitet werden. Die Photovoltaikzellen liefern Gleichstrom der über einen sogenannten Wechselrichter in den üblichen 50 Hertz Wechselstrom umgewandelt werden muss. Bei sogenannten „Inselanlagen“ wird der Solar erzeugte Strom in Batterien gespeichert. So ist auch Nachts, oder bei geringer Sonneneinstrahlung eine geregelte Stromversorgung garantiert.



- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1-Solarmodule | 6-Wechselrichter |
| 2-Modulanschlußleitung | 7-Netzleitung |
| 3-Generatoranschlußkasten | 8-Zählerplatz |
| 4-Gleichstromhauptleitung | 9-Potentialausgleich |
| 5-DC-Freischaltung | 10-öffentliches Netz |

Wer war der Entdecker...

Der photovoltaische Effekt wurde 1839 vom französischen Physiker **Alexandre Edmond Becquerel** entdeckt.

Woher kommt der Name...

Die Bezeichnung Photovoltaik ist eine Kombination aus dem griechischen Wort für Licht und dem Namen des Italieners **Allessandro Volta**. Er war ein Pionier in der Erforschung der Elektrizität.



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



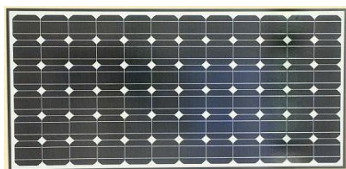
Vorteile der Photovoltaik

- kein Brennstoffverbrauch
- umweltfreundlich
- verschleißarm
- wartungsarm
- erzeugen einer hochwertigen Energieform (Strom)
- gut integrierbar
- modularer Aufbau von μ W bis GW, unabhängig von der Infrastruktur am Einsatzort

Nachteile der Photovoltaik

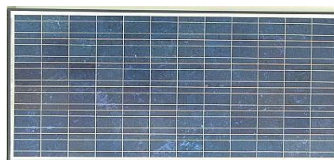
- wetterabhängig
- hoher Leistungsbedarf erfordert große Flächen

kommerziell verwendete Solarzellentypen



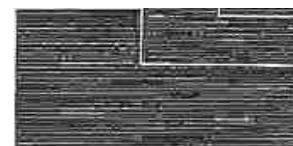
monokristalline Module

Wirkungsgrad ca. 15%



polykristalline Module

Wirkungsgrad ca. 13%



amorphe Module

Wirkungsgrad ca. 8%

Werden in einer Zellstruktur gezogen, bestehen aus einem Silizium-Kristall. Sind sehr aufwendig in der Herstellung.

Bestehen aus vielen kleinen Kristallen in einem Blockverbund. Zellränder stören den Elektronenfluss, dies wird durch spezielle Techniken (Diffundierung mit Wasserstoffatomen) kompensiert.

Auf einem Träger wird eine sehr dünne Si-Schicht aufgedampft. So kann keine Kristallstruktur ausgebildet werden und der Halbleiter liegt in amorpher Form vor. Vorteil ist, die automatische Produktion im Druckverfahren, Nachteil ist, die Module altern.



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



andere Halbleitermaterialien für Solarzellen

Heute sind 95% aller Solarzellen aus Silizium. Es wird jedoch an einer Reihe anderer Materialsystemen erforscht, welche auf Grund ihrer Eigenschaften und Herstellungsmöglichkeiten Vorteile gegenüber Silizium bieten, die wichtigsten sind:

Kupfer-Indium-Diselenid (CIS)

polykristallin in Dünnschichttechnik, bisher erreichter Wirkungsgrad 14,1%

Gallium-Arsenid (GaAS)

Dünnschicht-Solarzelle, einkristallin, bisher erreichter Wirkungsgrad nicht konzentriertes Sonnenlicht ca. 23%, konzentriertes Sonnenlicht ca. 29% (bei Tandemzelle bis 37%)

Leistungsfähigkeit und Modulwirkungsgrad

Bei voller Sonneneinstrahlung (ca. 1000W pro qm) fallen auf eine Solarzelle von 10cm x 10cm 10 Watt. Eine Solarzelle kann dann je nach ihrer Güte eine elektrische Leistung von etwa 1 – 1,5 Watt abgeben. Das entspricht einem Wirkungsgrad von 10-15%. Scheint die Sonne nur mit halber „Kraft“, so halbiert sich auch die abgegebene Leistung einer Solarzelle. Um größere Leistungen bereitzustellen, werden die Zellen zu Modulen zusammen geschaltet. Damit lassen sich Photovoltaikanlagen für die verschiedensten Anwendungen aufbauen. Die Kenndaten eines Moduls sind dessen Ausgangsspannung und die Leistung bei 1000W/qm Sonneneinstrahlung und 25° Zelltemperatur (Nennleistung).



Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der Strahlungsenergie der Sonne zur erzeugten Energie eines Solarmoduls. Über 50% der Energie gehen schon durch Reflexion verloren, dazu kommen Leiterbahnen, Wärmeverluste etc...



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Berechnung des Wirkungsgrades am Bsp.

Modultyp: SHARP ND 162 E1 polykristallin 162 Wp

Leistung des Solarmoduls pro qm / 1000 Watt Strahlungsenergie der Sonne pro qm

Fläche Sharp ND 162 = 1,318 m * 0,994 m = 1,31 qm

daraus ergibt sich die Leistung des Moduls / qm = 162 W / 1,31qm = 123,66 W/qm

geteilt durch 1000 Watt pro qm ist der Wirkungsgrad: **12,36 %**

Der **Zellenwirkungsgrad** ist immer höher als der **Modulwirkungsgrad!** In einem Solarmodul liegen die Zellen auf Abstand, je nach Zellentyp und Zellenabstand ist der Modulwirkungsgrad unterschiedlich.

Warum Photovoltaik – was spricht für Solarstrom

- Die Sonne ist die größte und sicherste Energiequelle. Sie steht garantiert noch einige Milliarden Jahre zur Verfügung
- Solarenergie ist **saubere** und **kostenlose** Energie
- Die Energie zur Herstellung einer Photovoltaikanlage ist nach etwa 5 Jahren erwirtschaftet Danach liefert die Solaranlage reine **Energiegewinne**.
- Solarstromanlagen **rentieren sich** auch finanziell.
- Solarstromanlagen sind technisch ausgereift, haben eine **lange Lebensdauer** und sind eine erhebliche Wertsteigerung des Objektes
- Solaranlagen stehen für Lebensqualität und zeigen Umweltbewußtsein
- eine 2 kWp-Anlage erzeugt ca 36.000 kWh Strom in 20 Jahren und erspart der Umwelt ca. 27.000 kg CO₂-Emission, bzw. 11.000 Liter Öl

Photovoltaik ist unumstritten die Technik des 21. Jahrhunderts zur weltweiten Stromgewinnung. Der Markt, insbesondere in den Schwellenländern) verlangt nach dezentralen Energieeinheiten.

Heute ist immer noch die Hälfte der Weltbevölkerung ohne Stromanschluß. Photovoltaik ist die einzige Lösung für eine

„gerechte, umweltfreundliche und friedliche Energiegewinnung“.



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Die häufigsten Fragen kurz beantwortet...

Wo kann ich eine Photovoltaikanlage aufbauen?

Grundsätzlich können Photovoltaikanlagen überall dort installiert werden, wo ausreichend Licht hinfällt. Einen optimalen Ertrag bietet eine südorientierte Fläche mit 30° Neigung. Eine Abweichung nach Südwest / Südost oder Neigung zwischen 10° und 60° verringern den Energieertrag nur geringfügig. Verschattungen durch Bäume, Nachbarhäuser u.ä. sollten allerdings vermieden werden. Ihr Solarprofi verfügt über entsprechende Messwerkzeuge, um die tatsächliche Ertragsminderung durch Verschattungen zu ermitteln. Bei einem Flachdach spielt nur die Verschattung eine Rolle. Die Module werden hier auf 30° „aufgeständert“ und nach Süden ausgerichtet. Bei einer Fassade (senkrechte Montage) liegt der Ertrag ca. 20% - 25% niedriger.

Wie groß muss eine Photovoltaikanlage sein?

Da unter den derzeitigen Vergütungsbedingungen der gesamte Solarstrom in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird, richtet sich die Größe der Anlage nicht zwangsläufig nach dem eigenen Stromverbrauch. Bei einer netzgekoppelten Anlage kann daher die Größe von der verfügbaren Dachfläche abhängig gemacht werden.

Welche Fläche benötigt eine Photovoltaikanlage?

Eine Photovoltaikanlage auf einem Schrägdach mit einer Nennleistung von ca. 1.000 Watt (1,0 kWp) benötigt ca. 8 – 10qm Dachfläche.
Eine Photovoltaikanlage auf einem Flachdach oder Freiland mit einer Nennleistung von ca. 1.000 Watt (1,0 kWp) benötigt ca. 17 – 20 qm Dachfläche.

Was bedeutet kWp?

Das kWp, sprich Kilowatt-Peak (engl. Peak=Spitze), ist die Einheit für die Spitzenleistung (=Nennleistung) eines PV-Generators unter Standardtestbedingungen.

Wird mein Dach undicht?

Nein, bei einem Pfannendach werden die Pfannen nicht beschädigt. Die Dachhaken werden auf die Dachsparren geschraubt und ragen unter den Dachpfannen hervor. Die Anlage kann wieder abgeschraubt werden und das Dach ist wieder wie vorher. Ebenso gibt es spezielle Dachhaken für Biberschwanz, Schiefer u.s.w. Voraussetzung ist natürlich eine korrekte Planung des Montagegestells bezüglich Schneelast und Windlast. Qualitativ hochwertige Montagegestelle bestehen aus Aluminium und Edelstahlkomponenten und sind vom TÜV zertifiziert.



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Bei einem Flachdach werden die Gestelle auf einer Bautenschutzmatte berührungslos auf das Dach gestellt. Die Gestelle werden mit Ballast gegen Windlasten gestützt.

Kann ich eine Photovoltaikanlage anstatt Dachpfannen einsetzen?

Grundsätzlich ja. Es gibt heute technisch sehr ausgereifte Systeme zur InDach-Montage, welche auch das Problem der ausreichenden Hinterlüftung lösen um Verluste durch das thermische Verhalten der Solarmodule zu minimieren.

Was ist das thermische Verhalten von Photovoltaikmodulen?

Silizium-Solarmodule haben ein temperaturabhängiges Spannungsverhalten (physikalisches Gesetz). Bei zunehmender Temperatur sinkt die Spannung, da Elektronen durch Wärmeenergie wandern können und für die Leistung der Solarzelle verloren gehen. Darum erreichen Photovoltaikanlagen im Sommer auch nur 85% der Nennleistung. Auch die Wahl des geeigneten Montagegestells ist ein wichtiger Faktor um thermisch bedingte Verluste zu vermeiden.

Wie arbeitet ein Wechselrichter?

Wechselrichter arbeiten automatisch und speisen immer die maximale Leistung ins Netz ein. Hier wird automatisch der Punkt der maximalen Leistung ermittelt (MPP). Wechselrichter erreichen heute Wirkungsgrade von bis zu 98%. Voraussetzung hierfür ist die optimale Planung der Wechselrichter zu den verwendeten Modulen. Wechselrichter müssen nicht gewartet werden. Die Lebenserwartung entspricht jedem elektronischen Gerät z.B. Fernseher. Namhafte Hersteller wie SMA Solartechnology geben bis zu 10 Jahre Garantie auf ihre Produkte.

Benötige ich eine Baugenehmigung zur Errichtung einer Photovoltaikanlage?

Nein, Photovoltaikanlagen benötigen keine Baugenehmigung solange sie am Gebäude montiert sind. Das gilt auch für Flachdächer.

Gibt es Fördermittel?

Dank des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wird regenerativ erzeugter Strom, z.B. von Photovoltaikanlagen, besonders vergütet, wenn er in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Die Vergütung wird grundsätzlich für die Dauer von 20 Kalenderjahren zuzüglich der Monate des Inbetriebnahmejahres gezahlt. Die Vergütungssätze sind im EEG geregelt, z.B. im Jahr 2006 für eine Aufdachanlage/Schallschutzwand bis 30 kWp = 51,8 Cent/kWh, größer 30 kWp = 49,28 Cent/kWh, über 100 kWp = 48,74 Cent/kWh. Förderprogramme, wie zinsgünstige Darlehen, werden von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) angeboten.



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Wie viel Energie produziert eine Photovoltaikanlage?

Als Faustregel gilt in unseren Breitengraden ein Energieertrag von 750 – 950 kWh pro kWp installierter Anlagenleistung und Jahr. Eine fundierte Hochrechnung erstellt der Solarprofi anhand der solaren Strahlungsdaten für den konkreten Standort.

Wie kann ich photovoltaischen Strom nutzen?

Bei einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage wird aufgrund der erhöhten Einspeisevergütung in der Regel der gesamte produzierte Solarstrom ins öffentliche Netz eingespeist und an den Netzbetreiber verkauft. Für den Eigenbedarf können Sie dann Ökostrom auf dem freien Markt beziehen. Darüber hinaus kann Solarstrom direkt dort genutzt werden, wo kein Netzanschluss vorhanden ist, z.B. elektronische Kleingeräte (an Autobahnen, Parkscheinautomaten), abgelegene Ferienhäuser etc.. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit werden diese sogenannten Inselanlagen in der Regel mit einer Batterieanlage als Energiespeicher ausgestattet.

Was kostet eine Photovoltaikanlage?

Zurzeit liegen die Preise etwa zwischen 5.500 und 8.000 EUR pro kWp Leistung inkl. Installation und Mehrwertsteuer. Betreiber einer netzgekoppelten Solarstromanlage wirtschaften potentiell gewinnträchtig und sind somit berechtigt, die Mehrwertsteuer vom Fiskus zurückzufordern. Genaue Details sollten mit einem Steuerberater besprochen werden.

Rentiert sich die Anschaffung einer Solarstromanlage?

Auf Grund der erhöhten Einspeisevergütung liegt der Betrieb einer Solarstromanlage im Bereich der Wirtschaftlichkeit. Je nach Größe und Beschaffenheit der Anlage ergibt sich eine mehr oder weniger hohe Rendite.

Und: Die Lebenserwartung einer Photovoltaikanlage ist höher als 20 Jahre!

Muss der photovoltaische Strom ins Netz eingespeist werden?

Nein, der Strom kann auch im eigenen Haushalt verbraucht werden und nur der Überschuss ins Netz eingespeist werden. Wirtschaftlich interessant ist bei erhöhter Vergütung allerdings nur die komplette Einspeisung.

Welche Lebensdauer hat eine Photovoltaikanlage?

Die Modulhersteller geben Garantien zwischen 10 und 25 Jahren. Die Lebenserwartung derzeitiger Photovoltaikanlagen liegt bei 30 Jahren und darüber. Generell sind Photovoltaikanlagen sehr wartungs- und störungsarm.



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Wie hoch sind die jährlichen Kosten einer Photovoltaikanlage?

Die Kosten einer Photovoltaikanlage bestehen aus:

- Zählermiete; der Energieversorger kann eventuell eine Zählermiete berechnen
- Versicherung; eine Allgefahren-Versicherung kostet ca. 10 bis 20 EURO je kWp installierter Leistung pro Jahr.
- Wartung; eine generelle Wartung ist nicht notwendig. Trotzdem, für den Fall der Fälle, ist eine Rücklagenbildung von 1% der Nettoanschaffungssumme zu empfehlen.

Montagebeispiele von Photovoltaikanlagen

Satteldachmontage:





Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Flachdachmontage





Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Freilandmontage





Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



nachgeführte Photovoltaikanlage:



Nachführsysteme

Diese Systemvariante ist erhältlich für Freiflächen und zum Anbau und Aufbau an Gebäuden.

Nachführsystem erwirtschaften einen Mehrertrag von **35 – 45%** gegenüber starren Systemen.



Allgemeinwissen Photovoltaik

Sparteam
Service und Vertrieb
Lars Grunenberg



Maximale Sonnenausbeute...

Mit diesen Systemen wird sie zur Realität. Durch den Einsatz von DEGERtraker-Nachführanlagen, haben Sie die Zeichen der Zeit erkannt: Neben dem Denken und Handeln im Sinne von Umweltschutz und Natur profitieren Sie auch von Ertragssteigerung und der damit verbundenen Amortisation.

Wartungsfrei. Langlebig. Recyclbar...

Die auf diese anspruchsvollen Parameter ausgelegten Systeme werden im ISO 9001 zertifizierten Betrieb umweltschonend in Serie hergestellt. Insgesamt sind die DEGERtraker-Systeme zu 100 % als wirklicher Wertstoff recycelbar. Im Vergleich zu starren Systemen fällt nach Ablauf der Gebrauchsdauer 40 % weniger an Elektroschrott an!

Kurze Montagezeit...

Vormontierte Komponenten und eine detaillierte Aufbauanleitung ermöglichen eine Montagezeit von unter zwei Stunden (Mast aufgestellt).

Auf diese Technik können Sie bauen...

Die patentierte Steuerung und die als Gebrauchsmuster geschützte Mechanik wurden bereits im Jahr 2000 mit dem Erfinderpreis Baden-Württemberg ausgezeichnet - so erfüllen DEGERtraker die Ansprüche von Fachleuten und Investoren gleichermaßen.

Die nachgewiesene Statik der DEGERtraker basiert auf DIN 1055-4 (8.86) und DIN 1056 (10.84).

Wirtschaftlichkeit...

am Beispiel einer 100 kWp-Anlage in einer Region in der starre Systeme ca. 950 kWh / kWp pro Jahr leisten.

Ertrag starr in 20 Jahren:	1.900.000 kWh bei 43 ct/kWh = €	817.000,-
DEGERtraker in 20 Jahren:	2.660.000 kWh bei 43 ct/kWh = €	1.143.800,-

Mehrerlös	€	326.800,-
------------------	----------	------------------

Höhere Anschaffungskosten gegenüber starr ca.	€	60.000,-
---	---	----------

mehr Gewinn	€	266.800,-
--------------------	----------	------------------

.... **mehr Ertrag – verdoppelte Rendite**