

Checkliste PV-Anlagen Teil 1

Vor dem Kauf	
Amortisationszeit (vereinfacht)	$\frac{\text{Investitionskosten [€] - Förderung [€]}}{\text{Einspeisevergütung [€ / kWh] x jährlicher Ertrag [kWh / a]}} = A [\text{Jahre}]$
Anlagenkosten	<ul style="list-style-type: none"> Siehe ‚Auswahl der Größe‘
Anschluß an das EVU-Netz	<ul style="list-style-type: none"> Anschluss durch einen vom EVU zugelassenen Elektriker. Anmeldung der Anlage beim zuständigen EVU durch den Elektroinstallateur. Einzuhalten sind die „Technische Anschlussbedingungen für den Anschluß an das Niederspannungsnetz TAB 2000“ und als Bestandteil davon die Richtlinie „Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz - Richtlinie für Anschluß und Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (4. Ausgabe 2001)“ Bezug elektrischer Energie von einem frei wählbaren Stromlieferant, für die Einspeisung des Solarstroms ist der örtliche Netzbetreiber zuständig.
Aufstellungsort	<ul style="list-style-type: none"> Solargenerator: Hausdach, (Garagen-)Flachdach, Fassade, Balkonbrüstung, (Terrassen-) Überdachung, Mast, Garten, ... Sind Leerrohre, Schächte oder freie Kaminzüge vom Dach zum Keller vorhanden? Lüftungspfannen für die Kabeldurchführung? Netzeinspeisegerät: am besten Ort mit gleichbleibend kühler Temperatur, stabiler Luftfeuchtigkeit und staubfreier Umgebungsluft (z.B. im Keller nah am Zählerschrank oder Sicherungskasten), bei Strangwechselrichtern u.U. in der Nähe der Modulstränge
Auswahl der Größe	<ul style="list-style-type: none"> Kriterium „Nutzbare Fläche“ bei derzeitiger Technik: ca. 9 -10 m² pro kW_p Kriterium „Verfügbares Budget“: ca. 5.000 – 10.000 € pro kW_p je nach Größe, Qualität, Technik, Ausstattung (z.B. Datenerfassung/Schnittstelle, Display, ENS) Kriterium „Gewünschter Energieertrag“: ca. 700 – 800 (selten 1.000) kWh pro kW_p
Baugenehmigung beim Bauamt bzw. der Kommunalverwaltung	<ul style="list-style-type: none"> Genehmigungsfrei bei Montage parallel zur Dachfläche oder Fassade Auflagen in einigen Bundesländern bei aufgeständertem Solargenerator Einschränkungen ggf. durch örtliche Bebauungspläne Genehmigungspflicht bei Denkmal- / Ensembleschutz <ul style="list-style-type: none"> ► möglichst gute Integration in das Gebäude mittels Solardachziegeln oder nicht einsehbarem Solargenerator Immer zu erfüllen: baurechtliche Bestimmungen <ul style="list-style-type: none"> ► Brandschutzanforderungen, Statik und Standsicherheit, Verkehrssicherheit, Abstandsflächen zu Grundstücksgrenzen Verantwortlich für die Einhaltung der Vorschriften ist (zunächst) der Bauherr
Befestigung auf Flachdach	<ul style="list-style-type: none"> Mechanisch feste Verankerung optimal bei Neubau oder Dachsanierung Lose Befestigung mit zusätzlichem Ballast zur Sturmsicherung (Dachstatik beachten) Montagewannen (aus Kunststoff, Metall, Faserzement) mit Beschwerung durch vorhandene Dachauflage (Kies, Platten, auch für Grasdächer) ► Gegenseitige Abschattung der Modulreihen vermeiden (Abstand mindestens das 4 bis 6fache der Modulreihenhöhe ► max. Belegung der Dachfläche ca. 40 %)
Befestigung auf Schrägdach	<ul style="list-style-type: none"> Über den Dachziegeln mit Dachhaken ► Belastung der Ziegel vermeiden sonst mittelfristige Zerstörung Alternativ spezielle Befestigungsziegel für gängige Pfannen- und Ziegeltypen
Beratung	<ul style="list-style-type: none"> Solarfachhandel, Energieberatungsstellen (s.a. www.hessenENERGIE.de), Elektroinstallateure, Ingenieurbüros
Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Wartungs- und Reparaturarbeiten ca. 0,5 bis 1 % der Investitionssumme Abschreibung der Errichtungskosten
Blick in die Zukunft	<ul style="list-style-type: none"> Vegetationen und Bebauungen (evtl. Absichten angrenzender Nachbarn) Eigene Absichten (z.B. späterer Dachausbau, Dachfenster, solarthermische Anlage)
Blitzschutz	<ul style="list-style-type: none"> Direkte Blitzeinschläge: das Eintrittsrisiko wird durch Solaranlagen i.A. nicht erhöht <ul style="list-style-type: none"> ► Errichtung einer Blitzschutzanlage (durch Fachbetrieb) i.d.R. nur bei exponierter Lage des Gebäudes bzw. Solargenerators; bei bestehender Blitzschutzanlage 0,5 m Mindestabstand des Solargenerators von Blitzableitern, keine Erdung o. Anschluß der Modulgestelle an Blitzableiter Indirekte Blitzeinschläge: Überspannungsableiter (Varistoren) im Generatoranschlusskasten und Netzeinspeisegerät <ul style="list-style-type: none"> ► Entfernung Überspannungsableiter zu Modulen mögl. kurz (unter 10 m !); Strangwechselrichter ohne Funktionskontrolle der Überspannungsableiter möglichst nahe an den Solargenerator
Dachintegration	<ul style="list-style-type: none"> Dichtigkeit des Daches und ausreichende Hinterlüftung der Module beachten, Investitionsmehrkosten etwa 10 bis 50 % über Anlagen mit aufgeständerten Modulen, Einsparung konventioneller Dacheindeckung, kürzere Montagezeit
Dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> Für spätere Wartungs- oder Änderungsarbeiten an Solaranlage oder Hauselektrik ► Technische Daten der Anlage und ggf. Montageanleitung, Inbetriebnahme- und Prüfprotokoll, Versicherungsverträge, Betriebsdaten mit Erfassung von Ausfällen, sonstigen Schriftwechsel
Einspeisevergütung	<ul style="list-style-type: none"> mindestens 50,62 Cent/kWh (99 Pfg) seit 1.4.2000 geregelt durch das Erneuerbare Energien Gesetz EEG, ab 2002 Degression für dann neu errichtete Anlagen um jährlich 5 %
Elektromog, EMV	<ul style="list-style-type: none"> Zusammengehörige Gleichstromleitungen möglichst eng aneinander und möglichst nicht entlang von Wechselstromleitungen verlegen Elektrische Leitungen und Geräte mit möglichst großen Abständen (mind. 2 m) von Erholungs- und Schlafbereichen (z.B. NEG im Keller installieren) Bei Einsatz von Netzfreeschaltern darauf achten, dass die Solarstromleitungen ausserhalb der freischaltbaren Zonen verlegt werden Unter Umständen Abschirmung von elektrischen Feldern durch bauliche Massnahmen (z.B. Metalldächern, spezielle Ausbauplatten) Untersuchungen zum Thema: Fraunhofer ISE Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg
Erntefaktor	<ul style="list-style-type: none"> Verhältnis gewonnener zu zur Anlagenherstellung eingesetzter Energie ca. 10 bis 15 (Energierücklaufzeit z.Z. 4 - 8 Jahre, in Zukunft etwa 2 - 3 Jahre)
Ertrag, zu erwartender	<ul style="list-style-type: none"> In der Regel 700 – 800 kWh/kW_p, selten bis zu 1.000 kWh/kW_p Ggf. Simulation mit Computerprogramm
Ertragsminderung	<ul style="list-style-type: none"> Siehe ‚Verschattung‘ sowie ‚Neigung und Orientierung‘
Förderung	<ul style="list-style-type: none"> Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW, Frankfurt/Main: www.kfw.de Übersichtstabelle Förderprogramme Hessen und Bund: www.hessenENERGIE.de
Garantie	<ul style="list-style-type: none"> Wichtig: Genaue Beschreibung der Garantieleistungen und –bedingungen. Leistungsgarantie oder besser Ertragsgarantie? Wie werden die Erträge begründet? Gibt es Einschränkungen? Entschädigungsregelung/-zahlungen bei Minderertrag?
Gleichstromkabel	<ul style="list-style-type: none"> Lüfterziegel oder einzufräsende Nut an der Unterkante eines Dachsteins zur Leitungsdurchführung durch die Dachhaut Leerrohr, stillgelegter Kamin, Installationsschacht, Außenwand hinterm Regenrohr Kurze Leitungen zwischen Solarmodulen, Anschlusskasten und Netzeinspeisegerät zur Minimierung der Energieverluste Ausgelegt für die auftretenden Spannungen und Ströme, kurz- und erdschlussicher, im Aussenbereich für den Ausseneinsatz geeignet (UV-, Ozon- und wärmebeständig)

Checkliste PV-Anlagen Teil 1

Informationen	<ul style="list-style-type: none"> „Technische Anforderungen, Planungs- und Installationshinweise“ vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten als Download (im pdf-Format) im Internet unter: www.mulf.hessen.de/umwelt/atomaufsicht/uebersicht.htm Informationen, Berechnungshilfen, Firmenadressen, Übersichten u.a.: <table border="0"> <tr> <td>www.boxer99.de</td> <td>www.mysolar.com</td> <td>www.sfv.de</td> <td>www.solarcontact.de</td> <td>www.solarinfo.de</td> </tr> <tr> <td>www.solarenergie.com</td> <td>www.solarfoerderung.de</td> <td>www.solar-na-klar.de</td> <td>www.solarportal24.de</td> <td>www.solarpraxis.de</td> </tr> <tr> <td>www.solarrechner.de</td> <td>www.solarserver.de</td> <td>www.solartechnikberater.de</td> <td>www.solid.de/solarspeicher</td> <td></td> </tr> </table> 	www.boxer99.de	www.mysolar.com	www.sfv.de	www.solarcontact.de	www.solarinfo.de	www.solarenergie.com	www.solarfoerderung.de	www.solar-na-klar.de	www.solarportal24.de	www.solarpraxis.de	www.solarrechner.de	www.solarserver.de	www.solartechnikberater.de	www.solid.de/solarspeicher	
www.boxer99.de	www.mysolar.com	www.sfv.de	www.solarcontact.de	www.solarinfo.de												
www.solarenergie.com	www.solarfoerderung.de	www.solar-na-klar.de	www.solarportal24.de	www.solarpraxis.de												
www.solarrechner.de	www.solarserver.de	www.solartechnikberater.de	www.solid.de/solarspeicher													
Installation	<ul style="list-style-type: none"> Arbeiten auf dem Dach nie ohne Absturzsicherung Spannungsführung der Module beachten (bereits bei schwachem Lichteinfall !) Freiliegende Kontakte gegen zufälliges Berühren schützen (Lichtbogengefahr !) Elektrische Leitungen nicht quetschen oder knicken Netzanschluss nur durch Fachbetrieb Zur eigenen Sicherheit z.B. Arbeitsschutzgesetz, Arbeitsstättenverordnung, Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften beachten 															
Neigung und Orientierung	<ul style="list-style-type: none"> Südausrichtung und 30° Neigung: optimal = 100 % Südwest oder Ostwest-Ausrichtung und 45° Neigung: ca. 95 % Ost- oder Westausrichtung und 25° - 40° Neigung: ca. 80 % zweiachsig, mechanische Nachführung (zusätzlicher Energieaufwand & Wartung ! mögl. Alternative: größere Generatorfläche) 120 bis 130 % Südfassade, senkrecht ca. 65 % 															
Performance Ratio (Qualitätskriterium)	$\frac{\text{gemessener Solarstromertrag [kWh]} \times 1 \text{ [kW / m}^2 \text{]}}{\text{Nennleistung [kWp]} \times \text{Globalstrahlung in Modulebene [kWh / m}^2 \text{]}} = \text{PR [\%]}$ <p style="text-align: right;">Performance Ratio i.d.R. pro Jahr oder Monat; gut 75 %, optimal 80 %</p>															
Service	<ul style="list-style-type: none"> Service vor Ort? Langfristig verfügbar? Zügiger Austausch von defekten Geräten? 															
Solarmodule	<ul style="list-style-type: none"> Solarzellen werden zu einem Modul verschaltet, Module zum Generator Auswahlkriterien sind: Verarbeitungsqualität, Wirkungsgrad (s.a. ‚Verschattung‘), Anschaffungskosten, Nennleistung [kW_p] und Fertigungstreuung (2 - 10 %), Produktgarantie (i.d.R. 6 - 24 Monate), Leistungsgarantie (Mindestleistung über 10 - 25 Jahre), Ertragsgarantie [kWh/a], Fortschreibung der Garantien bei Firmenumstrukturierungen, Testergebnisse (Fertigung, Leistung), Nachweis von Prüfergebnissen (s.a. ‚Stand der Technik‘), Konstruktion (geringe Erwärmung des Moduls durch geringste Abdeckungen auf der Rückseite und helle Hintergrundfolie, Abrutschen von Schmutz/Schnee ermöglichender Modulrahmen bzw. rahmenlos, Glasstärke besser 4 als 3 mm, strukturierte Glasoberfläche innen, hoher Randabstand der Zellen) 															
Solarstrom-Erzeugungskosten (vereinf. Berechnung)	$\frac{\text{Investitionskosten [€]} - \text{Förderungen [€]}}{20 \text{ [Jahre]} \times \text{jährlicher Ertrag [kWh / a]}} = \text{Solar-Strompreis [€ / kWh]}$															
Solarzellen	<ul style="list-style-type: none"> monokristalline Solarzellen polykristalline Solarzellen (erkennbar am Eisblumenmuster) Dünnschicht-Solarzellen (Einsatzgebiete eher elektr. Kleingeräte, Kleinmodule, aber auch Solarfassaden, Dachintegration) 															
Stand der Technik	<ul style="list-style-type: none"> Anlage muss dem Stand der Technik entsprechen PV-Module müssen CE-Kennzeichnung aufweisen und der IEC 61215 („Terrestrische Photovoltaik-Module mit Silizium-Solarzellen“) bzw. IEC 61646 („Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik-Module“) sowie der Schutzklasse II entsprechen (Achtung: „Fertigung gemäß IEC 61215“ heißt nicht unbedingt, dass entsprechende Tests erfolgreich bestanden wurden.) Netzspeisegerät (Wechselrichter) muss CE-Kennzeichnung besitzen Alle elektr. Leitungen müssen für auftretende Spannungen und Ströme ausgelegt sowie kurz- und erdschlusssicher sein (s.a. ‚Gleichstromkabel‘) 															
Statische Belastung	<ul style="list-style-type: none"> Zusätzliche Flächenlast ca. 0,25 kN/m² (ca. 15 % der zulässigen Gesamtlast); Prüfung der Dachstatik bei hohen Dachneigungen oder windexponierten Standorten 															
Steuern, Recht	<ul style="list-style-type: none"> Beim Ordnungsamt klären, ob eine Gewerbeanmeldung erforderlich ist (Ordnungsrecht) Bei Gewinnerzielung: Einkommensteuer sowie Gewerbesteuer (bei Gewinn aus gewerblicher Tätigkeit von mehr als 24.500 € pro Jahr) Verpflichtung zur Umsatzsteuer (bekannt als Mehrwertsteuer bzw. Vorsteuer) bei regelmäßig über 50 % Einspeisung (Ausnahme Kleinunternehmerregelung: bei Jahresumsatz im Vorjahr max. 16.620 € und im laufenden Jahr voraussichtlich nicht über 50.000 €) 															
Trennstelle	<p>Trennung der Solarstromanlage bei Ausfall oder Abschaltung des öffentlichen Stromnetzes aus Sicherheitsgründen wahlweise durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> Eine von EVU-Mitarbeitern jederzeit zugängliche Trennstelle (z.B. an der Hauswand oder an der Grundstücksgrenze) Dreiphasige Überwachung der Netzfrequenz und –spannung im Netzspeisegerät (Prüfung bei Inbetriebnahme und danach alle drei Jahre) ENS-Schaltung im Netzspeisegerät (gemäß E DIN VDE 0126), einphasig bis maximal 5 kW_p, dreiphasig bis maximal 30 kW_p 															
Verfügbarkeit (Qualitätskriterium)	$\frac{365 \text{ [d/a]} - \text{Ausfallzeit [d/a]}}{365 \text{ [d/a]}} \times 100 \% = \text{Verfügbarkeit [\%]}$ <p style="text-align: right;">Ziel: Anlage ohne Störungen bzw. Ausfallzeiten = 100 %</p>															
Verschattung	<ul style="list-style-type: none"> bereits kleine Teilabschattungen können zu erheblichen Ertragseinbußen führen → Minimierung ggf. durch Umsetzung von Antennen, Kürzung schattenwerfender Bäume, Änderung von Freileitungen, ausreichende Abstände zu Hindernissen (z.B. Schornsteinen), niedrige Systemspannung, Verschattung der Module entsprechend dem Schattenverlauf, evtl. Verschattungsanalyse (Computersimulation, Sonnenstandanalyse), bei Flachdächern maximale Flächenbelegung i.d.R. ca. 40 % 															
Versicherung	<ul style="list-style-type: none"> Betriebshaftpflichtversicherung abdeckbar über eine bestehende Gebäudehaftpflichtversicherung oder private Haftpflichtversicherung, Achtung: Bauherrenhaftpflicht während der Bauphase! Schäden an der Solaranlage durch Gefahren wie z.B. Feuer, Blitzschlag, Sturm/Hagel, Leitungswasser integrierbar in die Wohngebäudeversicherung Allgefahrendeckung (Vollkasko) sollte Schäden versichern u.a. durch Erdbeben, Erdsenkung, Erdbeben, Hochwasser, Überschwemmung, Sturm, Frost, Hagel, Brand, Blitzschlag, Explosion u. Löschungen, Überspannung, Kurzschluss, Konstruktions-, Material-, Ausführungs- und Bedienungsfehler, Diebstahl, Sabotage, Vandalismus Leistungsumfang Erstattung des Zeitwerts oder der Wiedererrichtung? inkl. Fahrt-, Montage-, Frachtkosten? Selbstbehalt? Erstattung des Produktionsausfalls? 															
Wechselrichter	<ul style="list-style-type: none"> Netzspeisegerät (NEG) zur Umwandlung des solaren Gleichstroms in netzkonformen Wechselstrom (Durchschnittliche Effizienz bzw. Wirkungsgradverlauf bei Teillast (0 – 100 %) ist wichtiger als Maximalwirkungsgrad) Erfassung von Betriebsdaten, Anzeige von Fehlermeldungen Maximum-Power-Point-Regelung (MPP) der Spannung und des Stroms zur Optimierung der Generatorleistung Installationsort sollte hinsichtlich Temperatur und Feuchtigkeit gemäßigt sein (Vorsicht bei nicht gedämmten Dachböden ! s.a. ‚Aufstellungsort‘) Mögliche Ausstattung: Display, ENS, Rechnerschnittstelle, Fernabfrage Ertragsmessungen in NEG weisen i.d.R. keine hohe Messgenauigkeit auf 															
Zähler, Zählerschrank	<ul style="list-style-type: none"> Platz im Zählerschrank für den Einbau eines separaten Einspeisezählers erforderlich 															

Checkliste PV-Anlagen Teil 2

Nach der Inbetriebnahme	
Regelmäßige Kontrollen Eine PV-Anlage arbeitet nahezu wartungsfrei. Besonders wenn die Anlage keine automatische Funktionskontrolle oder Fehlerwarneinrichtungen aufweist, empfiehlt sich jedoch das regelmäßige Ablesen des Stromzählers und Kontrollen der Anlage, um frühzeitig Störungen erkennen und ggf. Ertragseinbußen zu vermeiden.	
Sichtkontrolle der Generatorfläche	<ul style="list-style-type: none"> Teilabschattung verursachenden Schmutz (z.B. einzelne Blätter, Vogelkot, Blütenpollen, Ruß, Schnee) sofort entfernen (Wasserstrahl) nach ein paar Jahren Schmutzfilm auf den Glasscheiben entfernen
Mindestens monatliche Kontrolle	<ul style="list-style-type: none"> Funktionsanzeigen z.B. am Netzeinspeisegerät (Betrieb ohne Fehlermeldung?) Strangsicherungen in Ordnung? (Anzeige oder - soweit möglich - am Bauteil selbst: i.d.R. im Generatoranschlusskasten) Überspannungsableiter in Ordnung? (Anzeige oder - soweit möglich - am Bauteil selbst: Sichtfenster weiß oder rot?) Ablesen des Stromeinspeisezählers (Erfassung möglichst zum Ersten des Monats, bei dieser Gelegenheit die Bezugszähler für Strom, Gas und Wasser notieren -> Verbrauchskontrolle)
Halbjährliche Kontrolle	<ul style="list-style-type: none"> Generatoranschlusskasten (<i>eingedrungene Insekten, Feuchtigkeit etc.</i>)
Nach starken Gewittern	<ul style="list-style-type: none"> Sicherungen und Überspannungsableiter überprüfen, ggf. ausgelösten FI-Schalter wieder einschalten (s.a. 'Mindestens monatliche Kontrolle')
Erfolgsvergleich (s.a. „Vor dem Kauf“)	<ul style="list-style-type: none"> Vergleich des solaren Ertrags [kWh/kW_p] mit Anlagen in der Region (Achtung: Messeinrichtung des Netzeinspeisegerätes i.d.R. zu ungenau für den Vergleich verschiedener Anlagen – geeigneter ist der Stromzähler.) Performance Ratio (s. „Vor dem Kauf“) auf Basis der örtlichen Strahlungsdaten (Aktuelle Monatswerte z.B. in Zeitschriften wie ‚Photon‘ und ‚Sonnenenergie‘; Korrekturfaktor für Generatormeigung berücksichtigen!) Verfügbarkeit (s. „Vor dem Kauf“) Erfahrungsaustausch (Vereine, Verbände, Solarfirmen, Solar-Stammtische etc.)
Notizen	<ul style="list-style-type: none"> Besonders die Unregelmäßigkeiten/Defekte bei Routinekontrollen notieren (betroffene Komponente wie z.B. Solargenerator, Wechselrichter, Länge des Ausfalls etc. - sehr hilfreich bei evtl. späteren Fehlerbehebungen)
Für den Fachmann	
Inbetriebnahme- und Prüfprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung der Messungen alle drei Jahre (bei dieser Gelegenheit prüfen: Befestigung der Module, sonstige Schraubenverbindungen, Verschiebung des Dachstuhls, Verspannung der Modulfläche, Kabel und Kabelführung innen und außen, Klemmenanschlüsse, Steckverbindungen etc.)
Netzeinspeisegerät ohne ENS	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholungsprüfung alle drei Jahre mit Protokoll
Fehleranalyse	
Minderertrag	<ul style="list-style-type: none"> Auslegung des Netzeinspeisegeräts zu gering kombiniert mit Leistungsabregelung (aus dem MPP-Bereich) Modulstrang ausgefallen (Leitungsbruch, lose Klemmenverbindung, abgeschattete Solarzellen, Erdschluß eines Strangkreises, Strangsicherung defekt sofern vorhanden) Defekt des Netzeinspeisegeräts Defekt eines Solarmoduls (Blitzschlag, Vandalismus, Bypassdiode) Alterserscheinung der Solarmodule (Qualitätsfrage bzw. in den ersten Monaten normal bei amorphen Modulen)
Display am Netzeinspeisegerät ist abgeschaltet	<ul style="list-style-type: none"> kein solarer Ertrag oder Fehlerquelle: Gleichstrom-Hauptschalter, Steckverbindungen zum Netzeinspeisegerät, Strangsicherungen, Isolationsfehler, Klemmenverbindungen, Leitungsbrücke zwischen Modulen
Meldung „Netzfehler“	<ul style="list-style-type: none"> trotz solarem Angebot ► Fehlerquelle: Netzausfall, Netzsicherungen, FI-Schalter, Zählervorsicherungen, Netzanschlußleitung
Häufiges Ein-/Ausschalten des Netzeinspeisegerätes	<ul style="list-style-type: none"> Gründe: hohe Umgebungstemperatur, Auslegung des Netzeinspeisegeräts zu gering, Randgebiet der Stromversorgung, landwirtschaftliche Maschinen, Aufzüge, Industriebetriebe
Lautes Brummen des Netzeinspeisegerätes	<ul style="list-style-type: none"> Einstellung durch den Fachmann oder Defekt von Bauteilen
Leistungsspitzen über Nennleistung	<ul style="list-style-type: none"> Leistungsspitzen von 20 bis 30 % über der Nennleistung des Generators [kW_p] sind ein Indiz für einen einwandfreien Zustand der Anlage