

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: <http://www.enercon.de>
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0830840-0		
Datum	Sprache	DCC	Werk/Abteilung
2020-01-22	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Übersicht ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5	5
2	Komponenten der ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5	6
2.1	Generator	6
2.1.1	Passive Kühlung	6
2.2	Rotor	6
2.3	Nabe	6
2.4	Rotorlager	6
2.5	Gondel	6
2.6	Stromwandler	6
2.7	Turm	7
2.8	Umrichter	7
3	Steuer- und Sicherheitssystem	8
3.1	Drehzahlüberwachung	8
3.2	Drehmomentregelung	8
3.3	Rotorblattverstellung	8
3.4	Azimutsteuerung	8
3.5	Feststell- und Arretiersteuerung	9
3.6	Fundamenterdung	9
3.7	Blitzschutz	9
4	Weitere Optionen	10
4.1	Eisdetektor	10
4.2	Hinterkantenkämme	10
4.3	Befuerung	10
4.4	System zur Schattenwurfreduzierung	10
5	Fernüberwachung	11
6	Wartung	12
7	Technische Daten ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5	13

1 Übersicht ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5

Die E-147 EP5 ist mit einem 147-Meter-Rotor ausgestattet und für Windklasse IEC IIa ausgelegt. Die Stromerzeugung erfolgt getriebelos mit einem direkt angetriebenen Permanentmagneten und einem vollständigen IGBT-Leistungswandler (Insulated-Gate Bipolar Transistor). Die Windenergieanlage liefert 4,3 Megawatt Nennleistung und hat bei hohen Windgeschwindigkeiten einen hohen Wirkungsgrad. Dank dem passiven Kühlkonzept eignet sie sich besonders für raue klimatische Bedingungen. Die in den Komponentenspezifikationen enthaltenen Informationen haben stets Vorrang vor diesem Dokument.



Abb. 1: E-147 EP5, Innenansicht der Gondel

2 Komponenten der ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5

2.1 Generator

Der direktgetriebene Generator verfügt über eine Struktur bestehend aus Generator-Stator und Generator-Rotor, die nur die Drehmoment- und „internen“ Generatorlasten trägt, nicht die Kräfte von den Rotorblättern. Die Permanentmagnete im Generator-Rotor und das Kupferspulenpaket im Stator sind mit hochwertigem Harz vakuumimprägniert, was eine hohe Lebensdauer der Maschine garantiert.

2.1.1 Passive Kühlung

Die E-147 EP5 wird durch den natürlichen Luftstrom um den Stator gekühlt (passive Kühlung). Wärme wird von den Kupferspulen des Stators direkt über die Kühlrippen an der Außenfläche abgeführt. Bei höheren Lasten werden zusätzliche Kühlerlüfter zugeschaltet, um zum Wärmeaustausch des Innenteils beizutragen.

2.2 Rotor

Die Rotorblätter bestehen aus glasfaserverstärktem Epoxidharz. Die Rotorblätter haben einen innenliegenden Holm, der die Kräfte auf die gusseiserne Rotornabe überträgt. Das Rotorblatt ist mit einem 4-Punkt-Kugellager mit innenliegender Verzahnung um seine Achse gelagert. Alle Lager und Verzahnungen sind mit einem automatischen Schmiersystem ausgestattet, das softwaregesteuert ist.

2.3 Rotornabe

Die spezielle Hohlgussnabe überträgt die Blattkräfte und das Drehmoment durch ein steifes Doppelrotorlager in die Haupthohlwelle. Die Welle ist direkt mit dem Hauptrahmen verbunden und gewährleistet eine optimale Lastübertragung in den Turm. Die Rotornabe kann durch die Hohlwelle leicht betreten werden, was die Wartung erleichtert. Die Nabe enthält 3 elektrische Blattverstellmotoren.

2.4 Rotorlager

Die Rotorlager-Konstruktion besteht aus zwei Reihen Kegelrollenlager. Das kompakte Lager hat eine hohe Steifigkeit und ist ölgeschmiert, was einen reibungslosen Betrieb unter verschiedensten Bedingungen gewährleistet. Das Rotorlager wurde in Zusammenarbeit mit namhaften Lagerherstellern entwickelt.

2.5 Gondel

Die Glasfaser-Gondelabdeckung schützt alle Komponenten in der Gondel vor der Umwelt. Die Gondel verfügt über zwei Luken mit transparenter Abdeckung, um Tageslicht in die Gondel zu lassen. Eine Luke oben ermöglicht den Zugang zu den Sensoren der Windmessstation, eine Luke auf der Rückseite ermöglicht Hebearbeiten durch einen internen 500 kg starken Kran Gondel. Der Kran Gondel eignet sich zum Heben von Standardteilen wie Azimut- und Blattverstellgetrieben.

Die Gondel enthält 12 Azimutmotoren und 12 hydraulische Bremssättel.

2.6 Stromwandler

Die Stromwandlung befindet sich im unteren Teil des Turms und besteht aus einem wassergekühlten Back-to-Back-Umrichter, der mit IGBTs ausgestattet ist.

2.7 Turm

Für die E-147 EP5 wird ein modularer Stahlturm (MST) verwendet. Der MST ist eine kostengünstige, leichte und einfach zu transportierende Lösung, um höhere Nabenhöhen zu erreichen. Die Bausteine des MST sind abgekantete Stahlbleche, die jeweils etwa 11 Meter hoch sind. Der Turm wird in Kisten mit gestapelten Blechen auf Standard-LKWs transportiert.

Eine Zugangstür ist am Turmfuß verbaut und eine Sicherheitssteigleiter mit Steigsperrre und eine Aufstiegshilfe sind innen angebracht. Jede Turmsektion verfügt über eine Notbeleuchtung. Die Generatorkabel, Gondelstromkabel und Kommunikationsleitungen werden über Kabelhalterungen zur Turmspitze geführt.

2.8 Umrichter

Die Generatorleistung mit variabler Frequenz wird gleichgerichtet und in eine konstante Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz umgewandelt (AC-DC-AC-Wandlung) und in das Netz eingespeist. Ein Vollumrichter wird verwendet, um die Qualität der elektrischen Leistung zu optimieren und unerwünschte Phänomene zu minimieren. Der Umrichter gewährleistet maximale Flexibilität für alle unterschiedlichen Netzumstände. Der Umrichter regelt die Leistung in Abhängigkeit von der Drehzahl der Windenergieanlage und hält sie konstant auf Nennleistung.

3 Steuer- und Sicherheitssystem

Regler überwachen und steuern den Betrieb der Windenergieanlage rund um die Uhr. Das System ist modular aufgebaut. Die Regler sind gegenseitig durch eine Kommunikationsleitung verbunden. Alle Funktionen und Sensoren der Windenergieanlage werden rund um die Uhr überwacht und gesteuert. Die Hauptregelung befindet sich in der Gondel und ist über ein optisches Glasfaserkabel mit den Regelungen am Turmfuß verbunden. Die Steuerungs- und Sicherheitsfunktionen erfolgen lokal in der Nähe der Prozesse.

3.1 Drehzahlüberwachung

Die Drehzahlüberwachung überwacht und regelt automatisch die Rotordrehzahl und die Blattverstellung für einen optimalen und sicheren Betrieb. Das System arbeitet rotorblattspezifisch und ist vollständig synchronisiert. Für einen sicheren Betrieb wird zusätzlich eine Notverstellung durch drei unabhängige Batterieeinheiten ermöglicht. Eine zusätzliche Rotorhaltebremse steuert die doppelten Sicherungsstifte, die zum Blockieren des Rotors verwendet werden.

Die Hauptfunktion der Drehzahlüberwachung besteht darin, die Rotordrehzahl innerhalb eines bestimmten Bereichs zu steuern. Diese Funktion wird mit 3 unabhängigen Blattverstellmotoren realisiert. Die Winkel der drei Rotorblätter sind während des Betriebs synchronisiert.

Das Sicherheitssystem (Not-/Schutzsystem) ist um die gleichen drei unabhängigen Blattverstelleinheiten aufgebaut. Wechselstrom-Blattverstellmotoren, gespeist von Supercap-Energiequellen, stellen die Rotorblätter unabhängig voneinander in eine sichere Position.

Fällt eine Blattverstelleinheit aus, übernehmen die anderen beiden die Regelung. Die Supercaps werden während des Betriebs kontinuierlich auf Verschleiß überwacht. Vor jeder Inbetriebnahme wird das Sicherheitssystem überprüft, indem die Rotorblätter mit Hilfe des Wechselstrom-Blattverstellmotors und des Supercaps verstellt werden, um sicherzustellen, dass das System funktioniert. Die Systemhardware befindet sich in den Hauptsteuerschränken, die in der Rotornabe, der Gondel und dem Turmfuß untergebracht sind.

3.2 Drehmomentregelung

Die Windenergieanlage ist drehzahl geregelt. Der Unterschied zwischen dem aerodynamischen und dem elektromechanischen Drehmoment bestimmt die Rotordrehzahl bei Teillast. Das Gegenmoment wird entsprechend der Windgeschwindigkeit und dem ankommenden Drehmoment optimiert und folgt einer optimalen Schnelllaufzahl. Während Vollastbedingungen wird die Ausgangsleistung mittels Drehmomentregelung konstant gehalten. Das vom Generator erzeugte Gegenmoment wird vom Umrichter gesteuert.

3.3 Rotorblattverstellung

Die Windenergieanlage verfügt über drei unabhängige Blattverstelleinheiten zur Regelung der Blattwinkel. Die Blattregelung stellt sicher, dass die Drehzahl und die Lasten innerhalb der Bemessungsgrenzen liegen. Wenn die Nenndrehzahl nicht erreicht wird, ist der Blattwinkel die meiste Zeit in der Arbeitsposition fixiert. Dies gewährleistet eine optimale Blattspitzengeschwindigkeit, um die gewonnene Leistung stabil zu halten.

3.4 Azimutsteuerung

Der Azimutmechanismus enthält ein Azimut-Drehkranzlager und 12 Azimutantriebe. Um ein Durchrutschen des Systems zu vermeiden, wenn der Rotor in Position ist, wird eine aktiv betätigte Azimutbremse angewendet. Diese Bremse wird während der Azimutbewegung gelöst. Die Windenergieanlagensteuerung übernimmt die Azimutbewegung, wobei Wind- und Drehsensoreingaben berücksichtigt werden. Die Steuerung minimiert Azimutbelastungen und Azimutbewegungen.

3.5 Feststell- und Arretiersteuerung

Die Windenergieanlage verfügt über eine hydraulische Betriebsbremse, um die Windenergieanlage in einer Stillstandsposition zu halten. Der Rotor muss immer arretiert sein, wenn die Rotornabe betreten wird. Die Arretierung der Windenergieanlage kann über die beiden im Generator integrierten und manuell betätigten Arretiereinrichtungen erfolgen. Die Arretiereinrichtungen sind über Sensoren mit der Steuerung verbunden. Sobald die Sensoren feststellen, dass die Sicherungsstifte platziert sind, kann die Sicherheitsluke geöffnet werden, die den Zugang zur Rotornabe ermöglicht.

3.6 Fundamenterdung

Der Haupterdungstrang beginnt mit Überspannungsableitern und führt durch den drehungsfreien Generatorträger zu Gondel und Turm und schließlich in die Fundamenterder. Die Fundamentbewehrung und die Erdungselektroden bilden zusammen den zentralen Erdungspunkt der Windenergieanlage, an den alle Erdungsanschlüsse angeschlossen sind. Die Erdung des Fundaments hängt von den örtlichen Bodenverhältnissen ab. Der Erdungswiderstand entspricht den Anforderungen der örtlichen Behörden. Der maximale Widerstand sollte nicht höher als 2,5 Ohm sein.

Leiterringsystem: Die Außenbewehrung ist in 1 m Höhe als erste Stufe des Ringleiters galvanisch verbunden (entsprechend 50 mm² Kupfer). Der zweite Ring besteht aus einem geschlossenen Kupferleiterringsystem von 50 mm² in einem Abstand von 1 m vom Fundament und 1 m unter dem Boden. Dieser Ring ist mit dem ersten Bewehrungsring verbunden. Der Kupferleiterringsystem ist mit mindestens 2 kupferbeschichteten Erdungselektroden verbunden. Die Länge des Stabs hängt vom Widerstand ab, der erreicht werden kann.

3.7 Blitzschutz

Alle wichtigen Komponenten wie Rotorblätter, Lager und Elektronik sind durch Blitzschutzeinrichtungen gegen Blitzeinschlag geschützt. Die Blitzschutzkomponenten der Rotorblätter sind mit der Hauptstahlkonstruktion verbunden, um die Lager über 3 Kupferbürstenableiter zu umgehen. Die Anemometer- und Befuerungsmasten/-stangen haben ebenfalls Fangeinrichtungen, die alle an die Gondel, den Turm und das Fundament angeschlossen sind. Die elektronischen Geräte und Sensoren sind ordnungsgemäß mit der Erdungsanlage verbunden und durch Stahlgehäuse geschützt.

4 Weitere Optionen

4.1 Eisdetektor

Optional kann ein Eisdetektor installiert werden. Ein spezieller Eisdetektor, der auf der Gondeloberseite platziert ist, kann Eisbildung erkennen. Dies bringt die Windenergieanlage in einen normalen Stoppzustand, wodurch das Risiko eines Eiswurfs vermieden wird. Dies kann von den Behörden gemäß den lokalen Vorschriften in Gebieten mit Vereisungsgefahr verlangt werden.

4.2 Hinterkantenkamm

In geräuschempfindlichen Bereichen sind optional Hinterkantenkämme an den Rotorblättern erhältlich, die den Geräuschpegel reduzieren.

4.3 Befeuerung

Um sicherzustellen, dass die lokalen Anforderungen erfüllt werden, kann optional eine Befeuerung hinzugefügt werden. Die Befeuerung kann an der Spitze des Generators platziert werden. In Windparks kann die Befeuerung synchronisiert werden.

4.4 System zur Schattenwurfreduzierung

ENERCON bietet ein eigenes flexibles und wirksames System zur Reduzierung des Schattenwurfs an. Das System kann gemäß spezifischen Kundenanforderungen und/oder lokalen Vorschriften konfiguriert werden.

5 Fernüberwachung

Standardmäßig sind alle ENERCON Windenergieanlagen über das ENERCON SCADA System mit der regionalen Serviceniederlassung verbunden. Diese kann jederzeit die Betriebsdaten von jeder Windenergieanlage abrufen und ggf. sofort auf Auffälligkeiten und Störungen reagieren.

Auch alle Statusmeldungen gehen über das ENERCON SCADA System an eine Serviceniederlassung und werden dort dauerhaft gespeichert. Nur so ist gewährleistet, dass alle Erfahrungen aus dem praktischen Langzeitbetrieb in die Weiterentwicklung der ENERCON Windenergieanlagen einfließen können.

Die Anbindung der einzelnen Windenergieanlagen läuft über den ENERCON SCADA Server, der üblicherweise in der Übergabestation oder in dem Umspannwerk eines Windparks aufgestellt wird. In jedem Windpark ist ein ENERCON SCADA Server installiert.

Das ENERCON SCADA System, seine Eigenschaften und seine Bedienung sind in separaten Dokumenten beschrieben.

Auf Wunsch des Betreibers kann die Überwachung der Windenergieanlagen von einer anderen Stelle übernommen werden.

6 **Wartung**

Um den dauerhaft sicheren und optimalen Betrieb der Windenergieanlage sicherzustellen, muss diese in regelmäßigen Abständen gewartet werden.

Die Windenergieanlage wird regelmäßig, je nach Anforderung mindestens einmal jährlich, gewartet.

Bei der Wartung werden alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen geprüft, z. B. Blattverstellung, Windnachführung, Sicherheitssysteme, Blitzschutzsystem, Anschlagpunkte zur Personensicherung und Sicherheitssteigleiter. Die Schraubverbindungen an den tragenden Verbindungen (Hauptstrang) werden geprüft. Alle weiteren Komponenten werden einer Sichtprüfung unterzogen, bei der Auffälligkeiten und Schäden festgestellt werden. Verbrauchte Schmierstoffe werden nachgefüllt.

Die Wartungsintervalle und Wartungsumfänge können je nach regionalen Richtlinien und Normen abweichen.

7 Technische Daten ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5

Allgemein	
Konstruktionsstandards	Gemäß IEC 61400-1 Ausgabe 3
Bemessungslebensdauer	20 Jahre
Komponentenfarbe	RAL 7035

Betriebs- und Bemessungsdaten	
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Ausschaltwindgeschwindigkeit	25,0 m/s (10-Minuten-Durchschnitt)
Windgeschwindigkeit bei Nennleistung	12,5 m/s
Bemessungswindklasse	Ila IEC 61400-1 Ausgabe 3
Überlebenswindgeschwindigkeit $V_{e50} = 1,4 \times V_{ref}$	59,5 m/s (IEC-Windklasse Ila)
Schräganströmung von unten	8° gemäß IEC 61400-1
Temperaturbereich Betrieb	Standard -10 °C, +40 °C (Herabsetzung zwischen -10 °C und -20 °C und über +30 °C)
Temperaturbereich Standby	Standard -20 °C, +50 °C
Geräusentwicklung bei 7 m/s in 10 m Höhe (mit Kamm)	Berechnet 106,6 dB(A)

Rotorblatt	
Rotorblattlänge	71,8 m
Radius Rotorblatt (Naben-)befestigungssockel	3,2 m
Drehrichtung	Im Uhrzeigersinn
Gewicht	22 954 kg
Material	Glasfaser und Epoxidharz

Rotor	
Typ	3-blättrig, horizontale Achse
Position	Aufwind
Durchmesser	147 m
Überstrichene Rotorfläche	16 972 m ²
Rotordrehzahl	Variable Drehzahl
Rotordrehzahl bei Nennleistung	10,38 U/min
Rotordrehzahl bei Einschaltstrom	3,83 U/min
Geschwindigkeitsregulierung	Rotorblattverstellung

Rotornabenmaterial	Gusseisen (EN-GJS-400-18-LT)
Rotornabengewicht	48 300 kg

Generator	
Typ	Mehrpole synchron
Nenn Drehzahl	10,38 U/min
Spannung	Niederspannung
Felderregung	Permanentmagnet
Generatorgewicht	115 000 kg
Schutzart	IP54
Kühlung	Natürliche Luftströmung (Kühlrippen)
Durchmesser	5,5 m
Temperatursensoren	PT-100
Betriebsbremse	Hydraulisches Bremssystem
Windenergieanlagen-Hauptwelle	Hohlwelle + Rotorlagereinheit
Verbindungen zu Gondel und Nabe	Hochfeste Schrauben

Gondel	
Tragkonstruktionsmaterial	Gusseisen (EN-GJS-400-18-LT)
Gondel-Gesamtmasse	48 000 kg (ohne Generator)
Azimutlager	Drehkranz
Azimutantrieb	Elektromotoren und Getriebeantriebe
Azimutbremse	Aktive Bremssättel
Azimutrate	0,3 °/s
Windgeschwindigkeit und Flügelsensoren	Beheizte Windfahne und Schalenanemometer
Verbindungen zu Turm und Gondel	Hochfeste Schrauben
Wartungsausrüstung	Kran Gondel 500 kg

Turm	
Typ	Modularer Stahlturm (MST)
Nabenhöhe	126 m/132 m/155 m
Unterer Durchmesser	10 m/11 m/12 m
Oberer Durchmesser	3,2 m
Verbindungen	Flansche verschraubt mit hochfesten Schrauben
Korrosionsschutz	C4

Erdung	
Maximaler Erdungswiderstand	Gemäß IEC 61024
Tiefenelektroden	Minimal 2x 50 mm ² Kupfer oder Stahläquivalent Maximaler Widerstand 2,5 Ohm
Ringelektroden	Minimum 1x 50 mm ²
Fundamentbewehrung	Verbunden mit Erdungselektroden

Netzanbindung	
Netzseitige Spannung der Windenergieanlage	690 V
Spannungspegel	Mittelspannung, nominal $\pm 10\%$
Spannungsabweichungen	Verhältnis von negativer zu positiver Sequenz max. 2 %
Frequenzniveau	50 oder 60 Hz $\pm 2\%$
Maximale harmonische Spannungsverzerrung am Netzanschlusspunkt (NAP) ohne Windenergieanlage	Gemäß IEC 61400-1

Umrichter	
Typ	IGBT
Kühlung	Wasser-/luftgekühlt
Netzanbindung	AC-DC-AC
Netzseitiger Typ	3 Phasen
Netzseitige Anbindung	Motorbetriebener Hauptleistungsschalter
Netzfiltertopologie	LCL
Regelungsbetrieb	Drehmomentreferenz
Leistungsfaktorstandard	Steuerbar zwischen 0,92 und 1,00, voreilend oder nacheilend
Stromqualität	THD <4 %
Strommessung	+ und – kWh
Schutz	Überspannungsableiter 10 kA
Schutzart	IP 54
Einschaltstrom beim Start	Kein Einschaltstromstoß
Netzseitige Spannung	690 V

Blattverstelleinheit	
Typ	Elektrisch betätigt
Prinzip	3 unabhängige Blattverstelleinheiten
Blattwinkelbereich	0 bis 90°
Notfall	Wechselstrommotoren + Supercap-Stromversorgung

Regelungssystem	
Hauptregelungstyp	SPS
Drehzahlüberwachung	Blattverstellantriebsregelung und Übergeschwindigkeitsschutz
Gondelsteuerung	Rotorgeschwindigkeitsregelung/Alarmbehandlung/Azimutsteuerung/Wind, Temperatur, Beschleunigung, Kabelverdrillung und andere Messungen/Datenprotokollierung
Steuerung der Komponenten im Turmfuß	Bedienpanel MMS
Interne/externe Kommunikation	Glasfaser/Internetverbindung