

## ***Leistungsanalyse der IQ7 und IQ8 Series Microinverters durch PVSyst-Simulationen***



## Inhalt

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>Studienbeschreibung</b> .....	<b>3</b>
<b>Ergebnisse nach Region</b> .....	<b>6</b>
<b>Madrid</b> .....	<b>7</b>
<b>Amsterdam</b> .....	<b>8</b>
<b>München</b> .....	<b>9</b>
<b>Lyon</b> .....	<b>10</b>
<b>Schlussfolgerung</b> .....	<b>11</b>
<b>Rohdaten</b> .....	<b>11</b>
<b>Madrid</b> .....	<b>11</b>
<b>Amsterdam</b> .....	<b>12</b>
<b>München</b> .....	<b>13</b>
<b>Lyon</b> .....	<b>14</b>
<b>Versionsverlauf</b> .....	<b>15</b>

## Zusammenfassung

Aufgrund der Einführung der neuen IQ8 Series Microinverters in vielen europäischen Märkten sind nun mehrere Enphase Microinverters mit unterschiedlichen technischen Eigenschaften auf dem Markt erhältlich. Die älteren IQ7 Series Microinverters werden weiterhin erhältlich sein und könnten eine gute Option für kleinere Module mit niedrigeren Strömen sein. Die neuen IQ8 Series Microinverters bieten jedoch einen höheren Eingangsstrom (14 Ampere) und unterschiedliche Ausgangsleistungen je nach Modell (IQ8MC, IQ8AC und IQ8HC).

In vielen Situationen kann die Frage aufkommen, welcher Microinverter am besten zu meinem PV-Modul passt. Dieses Dokument bietet eine tiefe Analyse der Leistung der verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Microinverter und gibt ausreichend Informationen, um den idealen Microinverter für Ihr System auszuwählen. Um dies zu tun, werden wir mit der PVSyst-Software die Leistung jedes Mikroinverter mit mehreren auf dem Markt erhältlichen PV-Modulen simulieren.

Diese Simulationen werden Installateuren helfen zu wissen, welcher Mikroinverter für jedes PV-Modul mehr Leistung erzeugt, wobei die Verluste durch Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung detailliert aufgeführt werden. Für diese Studie werden wir eine ausgewählte Reihe von repräsentativen PV-Modulen aus dem europäischen Markt bewerten. Wenn ein vom Installateur gewähltes PV-Modul nicht auf der Liste steht, dann wird es ein ähnliches Produkt geben, das als Referenz verwendet werden kann.

## Studienbeschreibung

Wir werden uns auf fünf Modelle der Enphase Microinverters konzentrieren: IQ7A, IQ7+, IQ8MC, IQ8AC, and IQ8HC. Diese werden wir im Kontext von 10 unterschiedlichen PV-Modulen untersuchen und dabei Aspekte wie die Energieerzeugung am Ausgang des Microinverters, Leistungsabfall und Strombegrenzungsverluste erfassen.

Um die Effektivität jedes Microinverters mit den verschiedenen PV-Modulen vergleichen zu können, simulieren wir jeweils ein einzelnes Modul mit einem einzelnen Microinverter. So entstehen einfache Systeme, die sich problemlos analysieren lassen. Für jedes Kombinationspaar und jede Region haben wir 25 Simulationen durchgeführt. Wobei jede Simulation ein Betriebsjahr des Systems repräsentiert. Da wir von einer Lebensdauer von 25 Jahren für ein PV-System ausgehen, präsentieren wir die Ergebnisse der Energieerzeugung als die Gesamtenergie, die über diese Zeitspanne generiert wurde. Die entstandenen Verluste fassen wir als jährlichen Durchschnitt der Leistungsabfall- und Strombegrenzungsverluste über den gleichen Zeitraum zusammen.

Wichtig zu beachten ist, dass die Energieerzeugung aufgrund des Degradationsprozesses des PV-Moduls von Jahr zu Jahr abnimmt. Dementsprechend sinken auch die Verluste durch Leistungsabfall und Strombegrenzung jährlich und erreichen ihren Höchststand im ersten Betriebsjahr des Systems.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Microinverter-Modelle, die wir untersucht haben.

Mikroinverter-Modell:	Maximale Leistung (W)	Maximaler Eingangsstrom (A)
IQ7A Microinverter	366	10,2
IQ7+ Microinverter	295	12
IQ8MC Mikro-Wechselrichter	330	14
IQ8AC Mikro-Wechselrichter	366	14
IQ8HC Mikro-Wechselrichter	384	14

Tabelle 1: In dieser Untersuchung analysierte Modelle der Enphase Microinverters

Die nächste Tabelle zeigt die verschiedenen PV-Module, die wir analysiert haben.

Modell des PV-Moduls	Leistung (W)	Imp (A)	Isc (A)	Vmp (V)	Voc (V)
TSM-NEG9.28-425 (Trina Solar)	425	11,61	12,37	36,6	43,4
LR5-66HPH-515M (Longi Solar)	515	13,27	14,13	38,83	46,00
JKM430N-54HL4 (Jinko Solar)	430	13,49	14,23	31,88	38,49
HiKu CS3L-375MS (Canadian Solar)	375	10,94	11,61	34,3	41,00
HiKu CS3W-455MS (Canadian Solar)	455	11,02	11,66	41,3	49,3
JAM72S10-410/MR (JA Solar)	410	9,79	10,45	41,88	50,12
SPR-P6-415-BLK (Sunpower)	415	13,76	14,66	30,20	36,60
HiE-S490VI (Hyundai)	490	12,60	13,28	38,9	46,7
LR4-72HPH-460M (Longi Solar)	460	10,98	11,73	41,9	49,7
JAM54S30-410/MR (JA Solar)	410	13,04	13,95	31,45	37,32

Tabelle 2: PV-Module, die in dieser Studie analysiert wurden

Es ist wesentlich sich daran zu erinnern, warum wir PV-Module mit Enphase Microinverter bis zu einem DC/AC Verhältnis von 1,25 oder höher überdimensionieren.

PV-Modulhersteller geben in der Regel die elektrischen Parameter ihrer Module für Standard-Testbedingungen (STC) an. Dies bedeutet eine Einstrahlung von 1000 W/m<sup>2</sup>, eine Zelltemperatur von 25°C und eine Luftmasse (AM) von 1,5. Diese Bedingungen werden bei den meisten Anlagen kaum erreicht, da zur Erzielung einer Einstrahlung von 1000 W/m<sup>2</sup> eine ideale Neigung und Ausrichtung des Systems erforderlich ist. Darüber hinaus bedeutet, wenn wir irgendwann dieses Einstrahlungsniveau erreichen, dass die Zelltemperatur normalerweise weit über 25°C liegt. Das heißt, unser PV-Modul wird fast immer unter seiner Nennleistung arbeiten. Durch die Überdimensionierung des PV-Moduls erzielen wir eine bessere Leistung des Microinverters, der länger nahe an seinem idealen Betriebspunkt arbeiten wird. Auch müssen wir bedenken, dass PV-Module Jahr für Jahr abbauen und die Enphase Microinverter so konzipiert sind, dass sie mindestens 25 Jahre halten. Daher mag ein DC/AC-Verhältnis von 1,30 im ersten Betriebsjahr zu hoch erscheinen, aber später verringert sich dieses Verhältnis.

Außerdem werden zur möglichst umfassenden Abdeckung des europäischen Kontinents Simulationen für vier verschiedene europäische Städte durchgeführt, jede mit einem anderen Einstrahlungsniveau. Diese Städte sind Madrid, Amsterdam, München und Lyon. Wenn Ihre Projekte nicht in einer dieser Städte liegen, können Sie die folgende Einstrahlungskarte verwenden, um die Stadt zu ermitteln, deren Einstrahlungsniveau dem an Ihrem Standort am ähnlichsten ist.



Abbildung 1: Europäische Karte der globalen horizontalen Einstrahlung. Quelle: Global Solar Atlas

Eine Reihe von gemeinsamen Parametern werden festgelegt, um die verschiedenen Simulationen ordnungsgemäß zu vergleichen.

Zunächst bestimmen wir die Systemparameter:

- Standorte und globale horizontale Einstrahlung (GHI):
  - o Madrid: 1823.6 kWh/m<sup>2</sup>
  - o Amsterdam: 1071.6 kWh/m<sup>2</sup>
  - o München: 1197.5 kWh/m<sup>2</sup>
  - o Lyon: 1360.0 kWh/m<sup>2</sup>
- Neigung: 25°
- Azimut: 0°

Zweitens legen wir die verschiedenen Systemverluste fest:

- Gleichstromverkabelungsverluste: 0%
- Verschmutzungsverluste: 0,8%
- Abgleichverluste: 0%
- LID-Verluste: 2%
- Modulqualitätsverluste: Angepasst an die jährliche Degradation jedes Modulherstellers.

Wir müssen berücksichtigen, dass die Systemparameter (25° Neigung und ein nach Süden ausgerichtetes System) für jede Region ideal sind. Sobald wir ein System mit geringerer Neigung oder einer anderen Ausrichtung als Süden haben, werden die vom System erzeugte Energie und die Verluste durch Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung abnehmen.

## Ergebnisse nach Region

Die verschiedenen Ergebnisse dieser Studie werden in vier verschiedenen Abschnitten dargestellt, jeweils für jeden Standort. Einige Schlussfolgerungen und Vergleiche zwischen den Standorten werden jedoch am Ende dargestellt.

Für jede Region werden zwei Diagramme erstellt. Zuerst ein Diagramm, das die über 25 Jahre von jedem Microinverter-Modell mit jedem analysierten PV-Modul erzeugte Gesamtenergie zeigt. Ein weiteres Diagramm stellt die durchschnittlichen Verluste aufgrund von Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung über einen Zeitraum von 25 Jahren für jede Kombination dar. Es ist wichtig zu beachten, dass die Verluste durch Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung im ersten Betriebsjahr am höchsten sind. Diese Verluste nehmen jedoch aufgrund der allmählichen Degradation der Module jedes Jahr ab und erreichen ihren niedrigsten Punkt im 25. Betriebsjahr. Die in den folgenden Diagrammen dargestellten Verluste repräsentieren die durchschnittlichen Verluste über die Betriebslebensdauer des Systems (25 Jahre); allerdings können wir in den ersten Betriebsjahren mit höheren Verlusten rechnen.

Madrid ist die Region mit dem höchsten Bestrahlungsniveau aller untersuchten Regionen. Daher ist die von jedem Microinverter erzeugte Energie in allen Fällen am höchsten. Andererseits präsentiert Amsterdam das niedrigste Bestrahlungsniveau. Daher die geringste Energieerzeugung. Wenn wir uns jedoch die Diagramme ansehen, die die Verluste durch Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung für jedes Microinverter-Modell darstellen, stellen wir fest, dass die Verluste umso höher sind, je höher das Strahlungsniveau der Region ist.

Wie erwartet, steigt die erzeugte Energie in jeder Region mit zunehmender Modulspitzenleistung. Die Unterschiede zwischen den Microinverter-Modellen für ein einzelnes PV-Modul sind jedoch bei Hochleistungs-PV-Modulen wie dem Hyundai 490 Wp oder dem Longi 515 Wp größer. Dies liegt daran, dass Microinverter mit geringerer Leistungsausgabe (IQ7+ und IQ8MC) im Vergleich zu den anderen Microinverter-Modellen erhebliche Leistungsbegrenzungsverluste aufweisen.

Die signifikantesten Verluste finden wir, wenn wir den IQ7+ mit Hochleistungsmodulen kombinieren, dies ist auf Leistungsbegrenzungsverluste zurückzuführen. Aus dem gleichen Grund sind die Verluste auch ziemlich erheblich, wenn der IQ8MC Microinverter mit Hochleistungsmodulen kombiniert wird. Andererseits zeigt der IQ7A Microinverter keine sehr hohen Verluste bei Hochleistungsmodulen. Allerdings können wir hohe Verluste feststellen, wenn wir dieses Modell mit Hochstrommodulen wie dem Jinko 430 Wp, Sunpower 415 Wp und dem JA Solar (54S30) 410 Wp kombinieren. Dies liegt daran, dass der IQ7A Microinverter den Strom bei 10,2 A begrenzt, was Strombegrenzungsverluste erzeugt.

**Madrid**

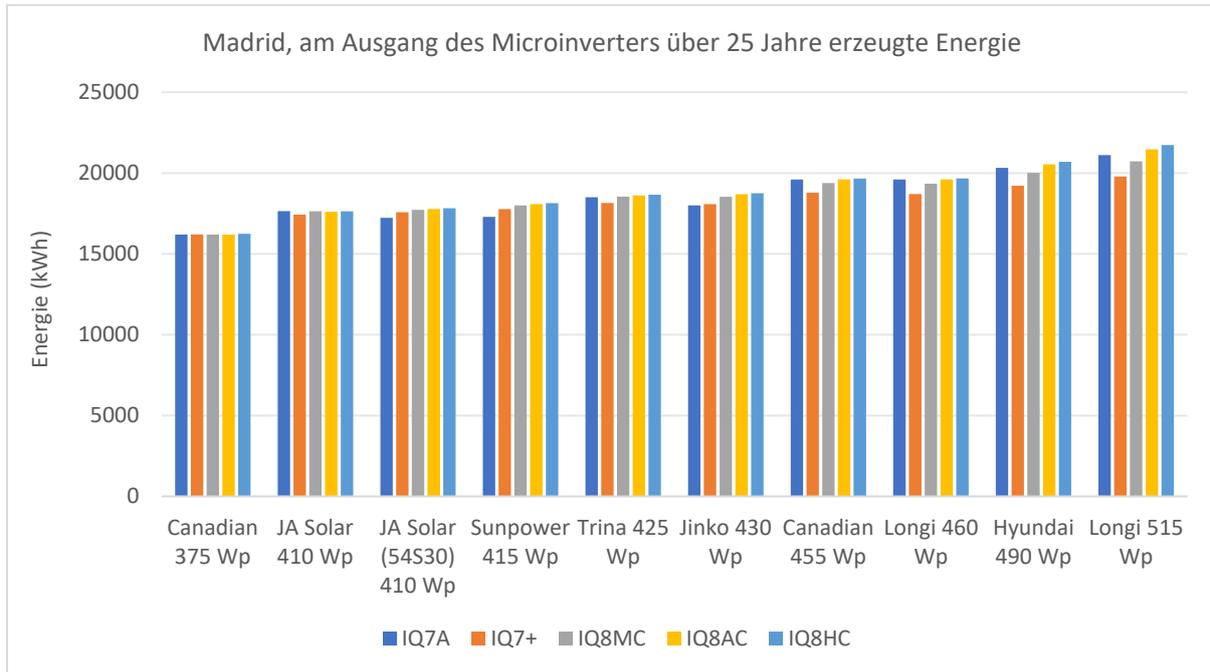


Abbildung 2: Energie, die an jedem Microinverter-Ausgang für jede Kombination in Madrid erzeugt wurde

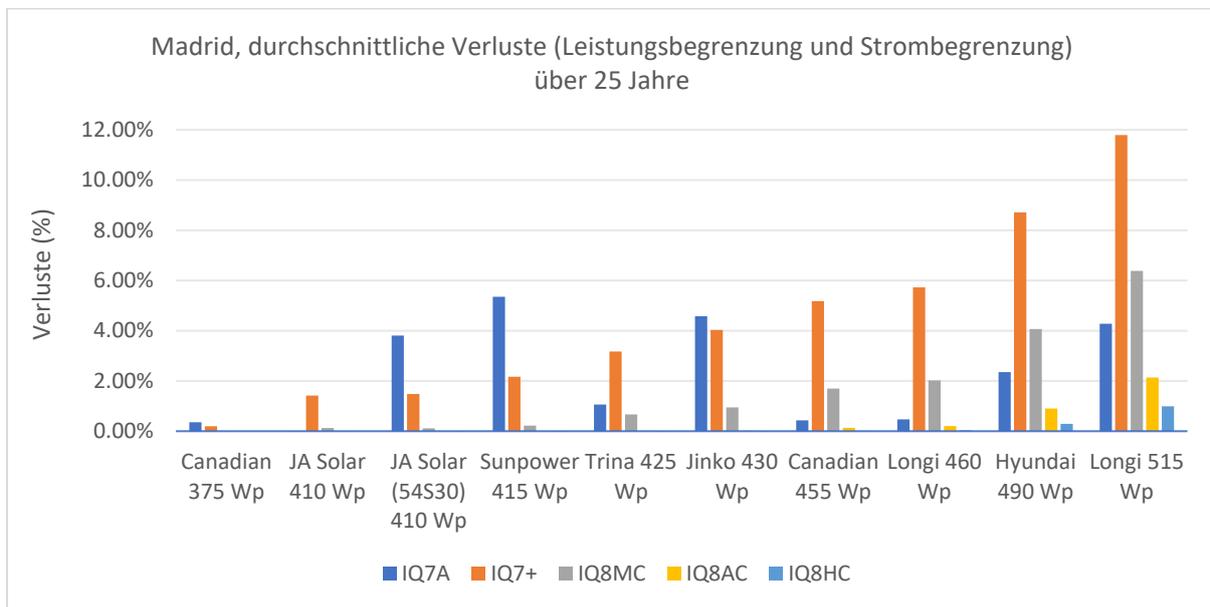


Abbildung 3: Durchschnittliche Verluste für jede Kombination in Madrid

**Amsterdam**

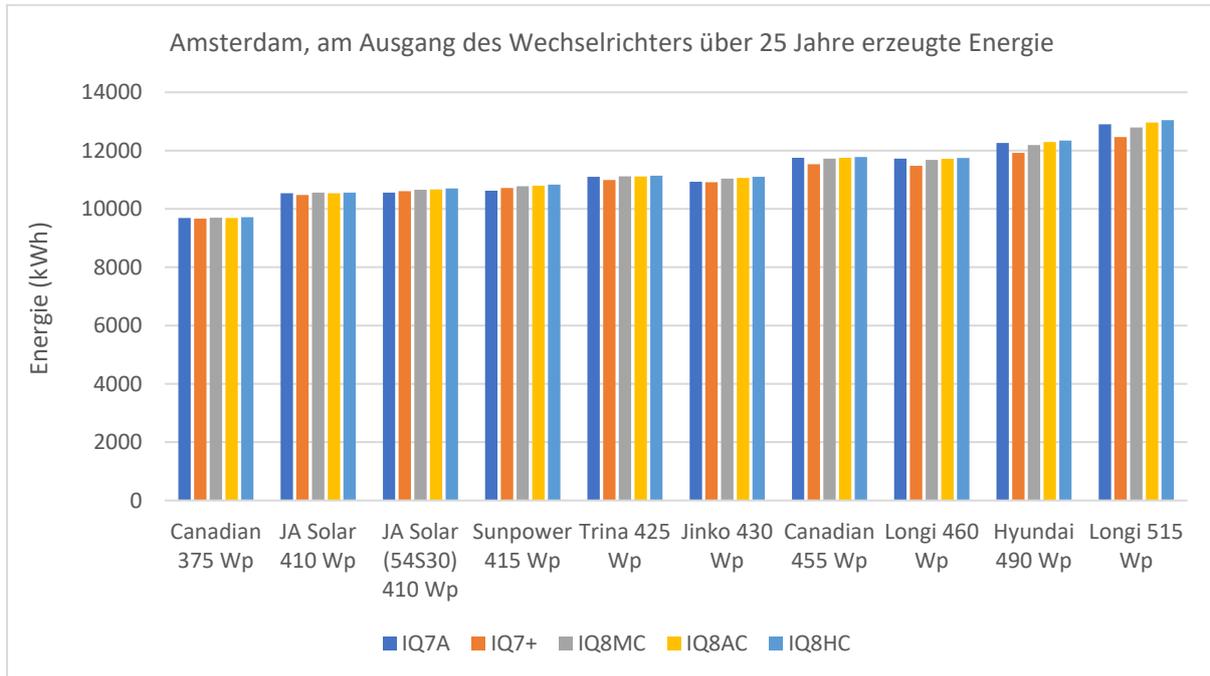


Abbildung 4: Energie, die an jedem Microinverter-Ausgang für jede Kombination in Amsterdam erzeugt wurde

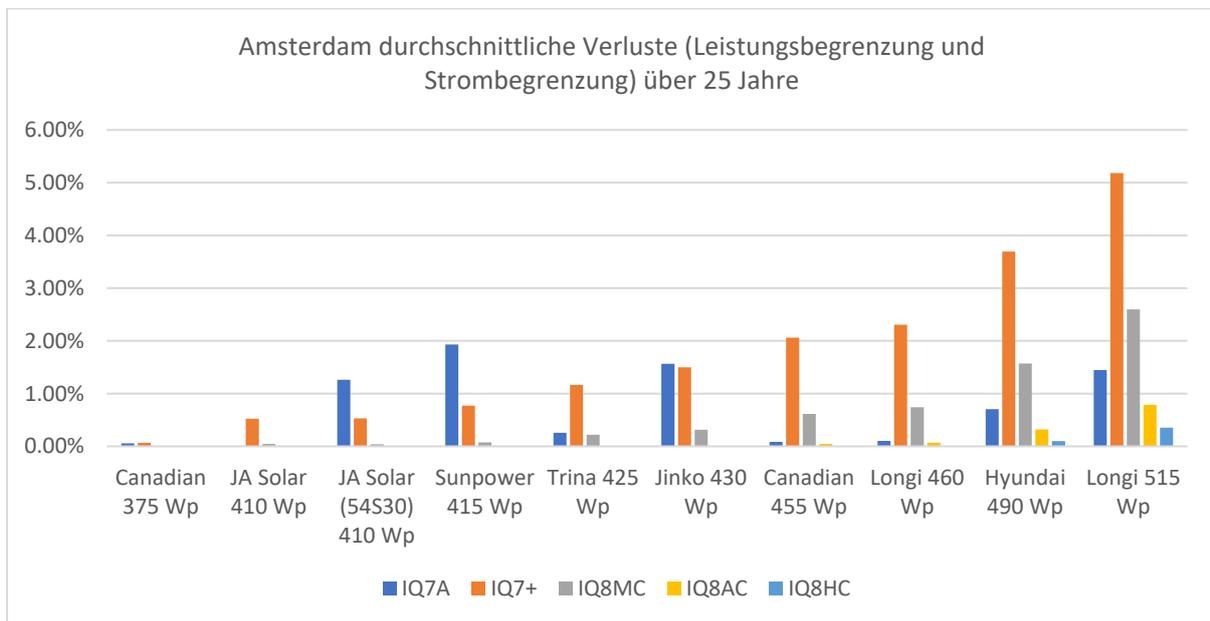


Abbildung 5: Durchschnittliche Verluste für jede Kombination in Amsterdam

**München**

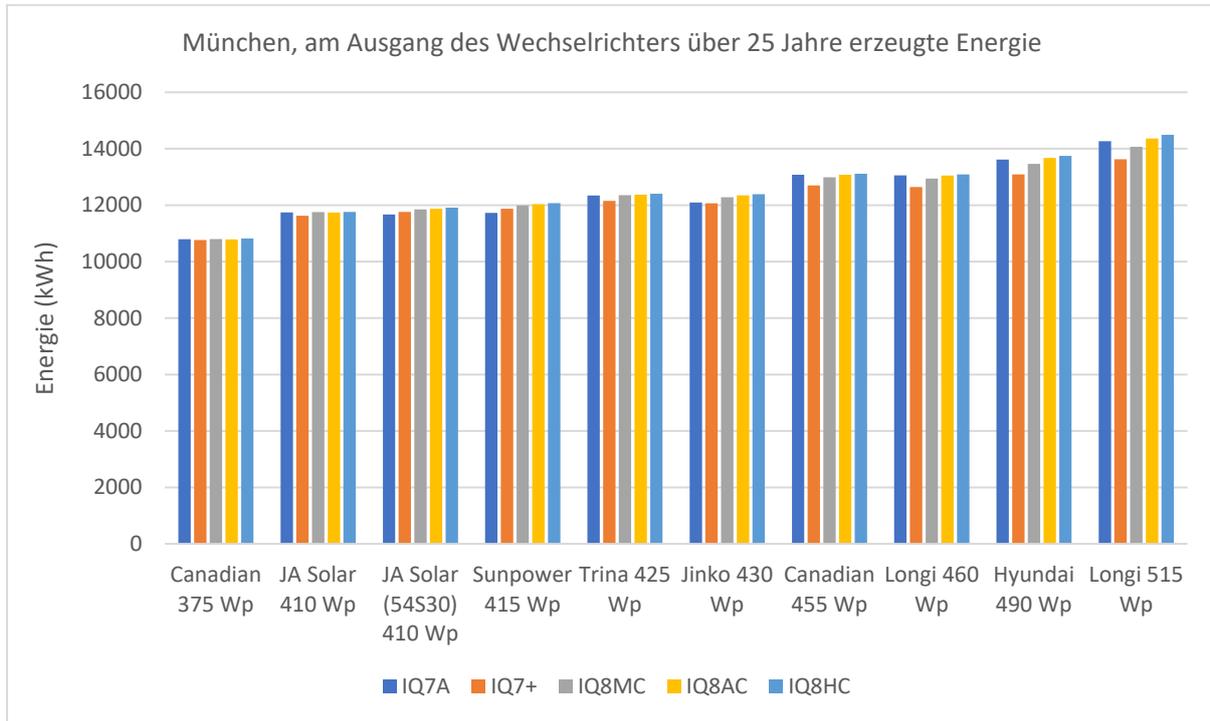


Abbildung 6: Energie, die an jedem Microinverter-Ausgang für jede Kombination in München erzeugt wurde

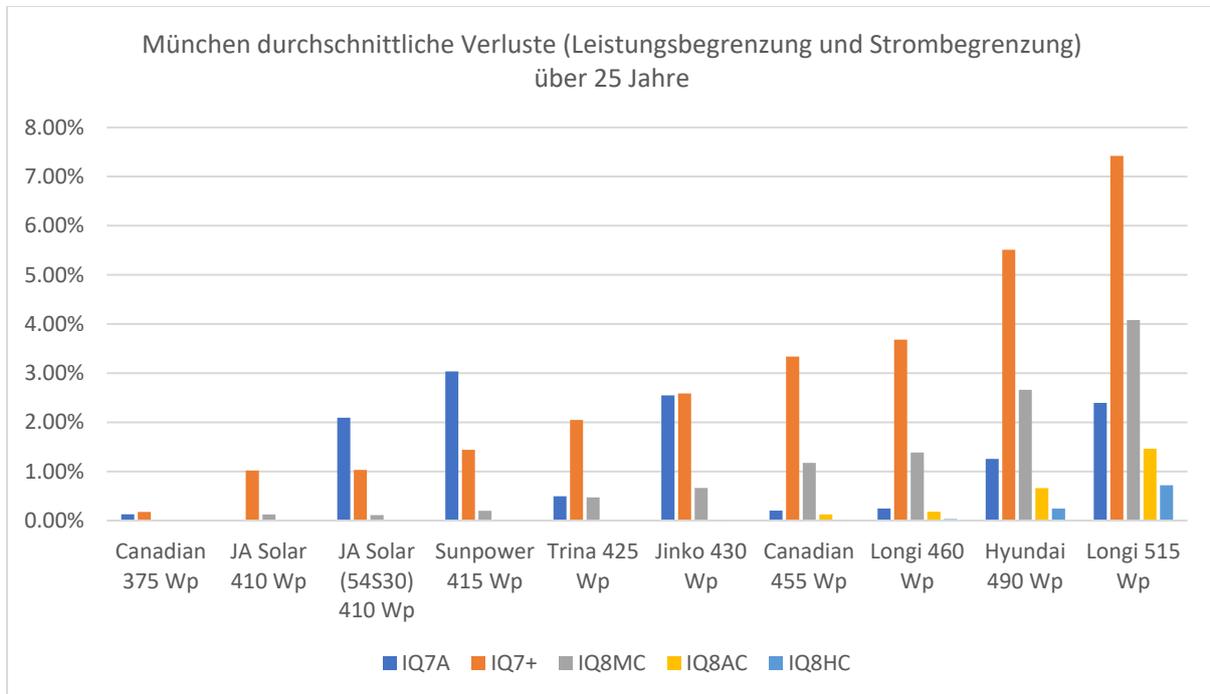


Abbildung 7: Durchschnittliche Verluste für jede Kombination in München

**Lyon**

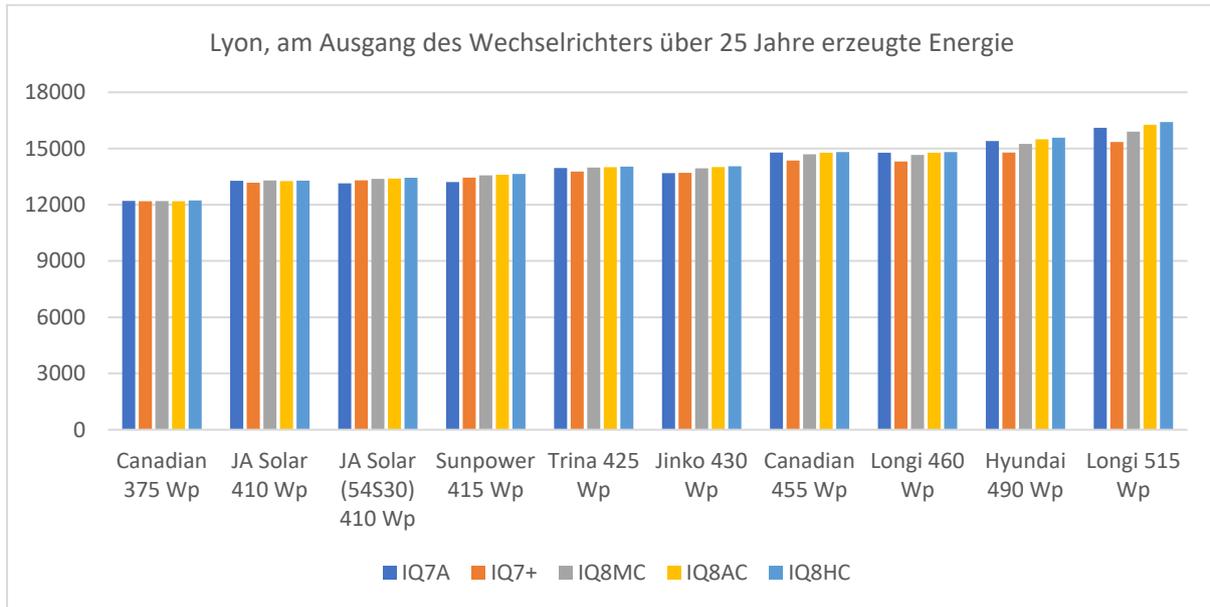


Abbildung 8: Energie, die an jedem Microinverter-Ausgang für jede Kombination in Lyon erzeugt wurde

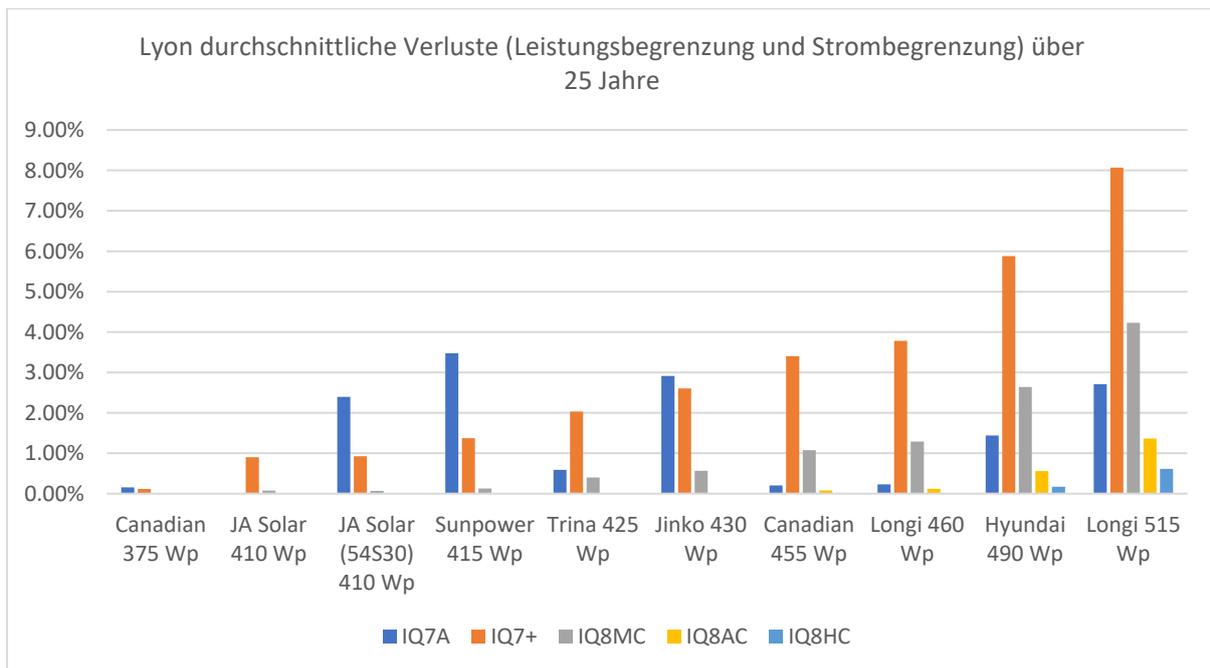


Abbildung 9: Durchschnittliche Verluste für jede Kombination in Lyon

## Schlussfolgerung

Mit diesen Ergebnissen können wir schlussfolgern, dass die neuen IQ8 Series Microinverter besser gerüstet sind, um leistungsstärkere Module und solche mit höherem Strom zu unterstützen, als die IQ7 Series Microinverter. Allerdings zeigt sich der IQ7A Microinverter im Vergleich zum neuen IQ8MC Microinverter, der eine geringere Leistung hat als der alte IQ7A, gelegentlich immer noch als nützlich. Beispielsweise könnte der IQ7A Microinverter eine bessere Leistung als der neue IQ8MC Microinverter erbringen, wenn wir leistungsstarke Module (bis zu 440-480 W, je nach Region) mit einem niedrigen Strom am maximalen Leistungspunkt (zwischen 10,5 A und 11,5 A, je nach Region) verwenden.

Andererseits haben wir festgestellt, dass die Auswahl des richtigen Microinverter-Modells in Regionen mit hohen Einstrahlungswerten, wo die Verluste durch Strombegrenzung und Leistungsbegrenzung deutlich höher sind, von größerer Bedeutung ist als in weniger sonnenreichen Regionen. Darüber hinaus haben wir nachgewiesen, dass die Leistungsabgabe des PV-Moduls in Gebieten mit geringer Einstrahlung höher sein könnte, während in Gebieten mit hoher Einstrahlung, wie zum Beispiel Madrid, die Verwendung von PV-Modulen mit einer Leistungsabgabe von über 500 Wp Verluste nahe 1% über die Lebensdauer des PV-Systems bedeuten kann.

## Rohdaten

### Madrid

	IQ7A	IQ7+	IQ8MC	IQ8AC	IQ8HC
Canadian 375 Wp	16196	16208,7	16195,9	16191,3	16239,9
JA Solar 410 Wp	17646,5	17432,5	17637,4	17605,6	17639,2
JA Solar (54S30) 410 Wp	17231,3	17582,1	17725,1	17770,6	17828,7
Sunpower 415 Wp	17290,5	17774,5	18006,8	18078	18138
Trina 425 Wp	18503	18151,1	18546	18617,2	18662,8
Jinko 430 Wp	18006,6	18080,8	18532,5	18689,5	18751,7
Canadian 455 Wp	19603,7	18786,4	19389,4	19609,1	19664,7
Longi 460 Wp	19606,8	18703,8	19344,1	19610,1	19674,6
Hyundai 490 Wp	20328	19218,1	20021,7	20543,9	20695,6
Longi 515 Wp	21114,1	19785,6	20729,4	21471,2	21733,7

Tabelle 3: Energie, die an jedem Microinverter-Ausgang für jede Kombination in Madrid erzeugt wurde

	IQ7A		IQ7+		IQ8MC		IQ8AC		IQ8HC	
	Leistungs-Begrenzung	Strom-Begrenzung								
Canadian 375 Wp	0,00%	0,35%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
JA Solar 410 Wp	0,00%	0,00%	1,42%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
JA Solar (54S30) 410 Wp	0,01%	3,80%	1,46%	0,03%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

	IQ7A		IQ7+		IQ8MC		IQ8AC		IQ8HC	
Sunpower 415 Wp	0,02%	5,33%	2,15%	0,02%	0,22%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%
Trina 425 Wp	0,08%	0,98%	3,17%	0,00%	0,67%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Jinko 430 Wp	0,35%	4,23%	4,03%	0,00%	0,95%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%
Canadian 455 Wp	0,22%	0,21%	5,18%	0,00%	1,69%	0,00%	0,14%	0,00%	0,02%	0,00%
Longi 460 Wp	0,29%	0,19%	5,73%	0,00%	2,02%	0,00%	0,20%	0,00%	0,03%	0,00%
Hyundai 490 Wp	1,70%	0,66%	8,71%	0,00%	4,07%	0,00%	0,91%	0,00%	0,29%	0,00%
Longi 515 Wp	3,69%	0,59%	11,79%	0,00%	6,38%	0,00%	2,13%	0,00%	0,99%	0,00%

Tabelle 4: Verluste durch Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung für jede Kombination in Madrid

## Amsterdam

	IQ7A	IQ7+	IQ8MC	IQ8AC	IQ8HC
Canadian 375 Wp	9690,9	9668,1	9697,5	9687,2	9717,2
JA Solar 410 Wp	10537,8	10478,8	10561,1	10534,9	10557,3
JA Solar (54S30) 410 Wp	10560,4	10610,1	10656,4	10666,9	10702,5
Sunpower 415 Wp	10624,2	10716,6	10776,6	10796,3	10833,2
Trina 425 Wp	11101,4	10990,9	11117,8	11112,1	11141,2
Jinko 430 Wp	10928,5	10913,4	11038,3	11064,2	11100,6
Canadian 455 Wp	11754,9	11533,3	11724	11750,7	11778,7
Longi 460 Wp	11723,3	11479	11680,9	11719,9	11749,1
Hyundai 490 Wp	12263,6	11919,6	12189,1	12291,6	12342,1
Longi 515 Wp	12903,7	12461,9	12790,1	12964,3	13042,4

Tabelle 5: Energie, die an jedem Microinverter-Ausgang für jede Kombination in Amsterdam erzeugt wurde

	IQ7A		IQ7+		IQ8MC		IQ8AC		IQ8HC	
	Leistungs- Begrenzung	Strom- Begrenzung								
Canadian 375 Wp	0,00%	0,06%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
JA Solar 410 Wp	0,00%	0,00%	0,52%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
JA Solar (54S30) 410 Wp	0,00%	1,26%	0,53%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sunpower 415 Wp	0,01%	1,93%	0,77%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Trina 425 Wp	0,02%	0,24%	1,17%	0,00%	0,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Jinko 430 Wp	0,09%	1,47%	1,50%	0,00%	0,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Canadian 455 Wp	0,06%	0,03%	2,06%	0,00%	0,62%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%
Longi 460 Wp	0,08%	0,02%	2,31%	0,00%	0,74%	0,00%	0,07%	0,00%	0,01%	0,00%

	IQ7A		IQ7+		IQ8MC		IQ8AC		IQ8HC	
Hyundai 490 Wp	0,52%	0,19%	3,69%	0,00%	1,57%	0,00%	0,32%	0,00%	0,10%	0,00%
Longi 515 Wp	1,21%	0,23%	5,18%	0,00%	2,60%	0,00%	0,79%	0,00%	0,35%	0,00%

Tabelle 6: Verluste durch Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung für jede Kombination in Amsterdam

## München

	IQ7A	IQ7+	IQ8MC	IQ8AC	IQ8HC
Canadian 375 Wp	10793,8	10764,7	10800,5	10789,6	10822
JA Solar 410 Wp	11743	11627,1	11755,7	11735,7	11759,4
JA Solar (54S30) 410 Wp	11670,4	11760,8	11851,5	11871,7	11910,9
Sunpower 415 Wp	11726,7	11873,8	11994	12030,4	12070,8
Trina 425 Wp	12340,6	12148,2	12352,4	12373,4	12405
Jinko 430 Wp	12093,8	12065,8	12280,6	12346,8	12387,9
Canadian 455 Wp	13080,5	12702,2	12989	13077	13114,8
Longi 460 Wp	13053,5	12641,7	12942,2	13050,1	13092,3
Hyundai 490 Wp	13614,2	13087,7	13461,6	13669,5	13748,6
Longi 515 Wp	14264,1	13626,9	14068,6	14364,5	14490,5

Tabelle 7: Energie, die an jedem Microinverter-Ausgang für jede Kombination in München erzeugt wurde

	IQ7A		IQ7+		IQ8MC		IQ8AC		IQ8HC	
	Leistungs-Begrenzung	Strom-Begrenzung								
Canadian 375 Wp	0,00%	0,13%	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
JA Solar 410 Wp	0,00%	0,00%	1,02%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
JA Solar (54S30) 410 Wp	0,01%	2,08%	1,03%	0,00%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sunpower 415 Wp	0,03%	3,01%	1,44%	0,00%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Trina 425 Wp	0,06%	0,44%	2,05%	0,00%	0,47%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Jinko 430 Wp	0,26%	2,29%	2,59%	0,00%	0,66%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%
Canadian 455 Wp	0,15%	0,05%	3,34%	0,00%	1,17%	0,00%	0,13%	0,00%	0,02%	0,00%
Longi 460 Wp	0,20%	0,04%	3,68%	0,00%	1,39%	0,00%	0,18%	0,00%	0,03%	0,00%
Hyundai 490 Wp	0,99%	0,26%	5,51%	0,00%	2,66%	0,00%	0,66%	0,00%	0,24%	0,00%
Longi 515 Wp	2,12%	0,28%	7,42%	0,00%	4,08%	0,00%	1,46%	0,00%	0,72%	0,00%

Tabelle 8: Verluste durch Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung für jede Kombination in München

**Lyon**

	IQ7A	IQ7+	IQ8MC	IQ8AC	IQ8HC
Canadian 375 Wp	12201,5	12189	12199,6	12191,9	12229,4
JA Solar 410 Wp	13279,9	13172,2	13293,3	13263,3	13290,1
JA Solar (54S30) 410 Wp	13143,9	13304,9	13377,1	13399,5	13443,7
Sunpower 415 Wp	13213,5	13450,9	13564,5	13601,6	13647
Trina 425 Wp	13961,2	13769	13984,7	14001,4	14036,7
Jinko 430 Wp	13685,9	13707,2	13943,6	14010,2	14056,4
Canadian 455 Wp	14784,3	14358,1	14687,6	14777,6	14814,2
Longi 460 Wp	14779	14307	14658,1	14772,4	14812,9
Hyundai 490 Wp	15394,7	14786,3	15243,3	15488,4	15573
Longi 515 Wp	16103,4	15350,7	15899,5	16268,4	16411

Tabelle 9: Energie, die an jedem Microinverter-Ausgang für jede Kombination in Lyon erzeugt wurde

	IQ7A		IQ7+		IQ8MC		IQ8AC		IQ8HC	
	Leistungs-Begrenzung	Strom-Begrenzung								
Canadian 375 Wp	0,00%	0,15%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
JA Solar 410 Wp	0,00%	0,00%	0,90%	0,00%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
JA Solar (54S30) 410 Wp	0,01%	2,39%	0,92%	0,01%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sunpower 415 Wp	0,02%	3,45%	1,36%	0,01%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Trina 425 Wp	0,04%	0,55%	2,03%	0,00%	0,40%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Jinko 430 Wp	0,17%	2,75%	2,60%	0,00%	0,57%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Canadian 455 Wp	0,11%	0,09%	3,40%	0,00%	1,07%	0,00%	0,08%	0,00%	0,01%	0,00%
Longi 460 Wp	0,15%	0,08%	3,78%	0,00%	1,29%	0,00%	0,12%	0,00%	0,02%	0,00%
Hyundai 490 Wp	1,01%	0,43%	5,88%	0,00%	2,64%	0,00%	0,56%	0,00%	0,17%	0,00%
Longi 515 Wp	2,30%	0,40%	8,07%	0,00%	4,23%	0,00%	1,36%	0,00%	0,61%	0,00%

Tabelle 10: Verluste durch Leistungsbegrenzung und Strombegrenzung für jede Kombination in Lyon

## Versionsverlauf

Version	Datum	Beschreibung
WHP-00005-1.0	August 2023	Leistung der Microinverter-Modelle in verschiedenen Regionen