

Forschungsbericht BWPLUS

**„Die Sonne tanken ist Wild!“ – PV-Carport mit
intelligenter Vernetzung und Ladeinfrastruktur**

von

Markus Romer, Thomas Fröhlich

Max Wild GmbH

Förderkennzeichen: BWPÜ 21101

Laufzeit: 01.01.2021 – 15.02.2022

Die Arbeiten des Baden-Württemberg-Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre
Sicherung (BWPLUS) werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

Mai 2022

„Die Sonne tanken ist Wild!“ – PV-Carport mit intelligenter Vernetzung und Ladeinfrastruktur



Abschlussbericht – 15.05.2022

Förderkennzeichen: BWPÜ 21101

Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
1. Kurzporträt der Max Wild GmbH	4
2. „Die Sonne tanken ist Wild!“ – das realisierte Pilotprojekt.....	5
2.1 Der Carport.....	5
2.2 Die PV-Anlage und AC-Technik	8
2.3 Die Ladesäuleninfrastruktur.....	9
2.4 Das Energie-Management-System.....	10
2.5 Das Ladekonzept.....	12
3. Zeitlicher Ablauf des Projektes.....	14
3.1 Ursprünglich geplantes Bauwerk.....	14
3.2 Zeitliche Verzögerungen im Projektverlauf.....	15
4. Kosten des Projektes	17
5. Zusätzliche Herausforderung: Das Anlagenzertifikat Typ A.....	19
6. Wirtschaftlichkeit des Projektes	23
7. Handlungsempfehlungen aus dem Projekt	25
7.1 Positive Faktoren.....	25
7.2 Negative Faktoren	25
7.2.1 Bauliche Empfehlungen aus dem Projektverlauf.....	25
7.2.2 Hinweise und Empfehlung hinsichtlich der Verordnung	30
8. Fazit	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schnitt des neuen und des bestehenden Solarcarports	5
Abbildung 2: Blick von Südosten auf den neuen Solarcarport.....	6
Abbildung 3: Untersicht des neuen Carports nach Fertigstellung	7
Abbildung 4: Übersicht auf den alten Carport 2013 (links) und neuen Carport 2022 (rechts)	8
Abbildung 5: Wechselrichter und Schaltschränke unterhalb des Carports	9
Abbildung 6: Konzept der intelligenten Vernetzung der Wallboxen	11
Abbildung 7: Übersicht zum Status des NAP und der Ladeinfrastruktur.....	11
Abbildung 8: Abrechnungskonzept zwischen der Max Wild GmbH, BayWa r.e. und TanKE GmbH.....	13
Abbildung 9: Schnitt des Adiwatt-Carports	14
Abbildung 10: Projektzeitplan ab Mai 2021.....	15
Abbildung 11: Überkopfverglasung eines Solarcarports.....	28
Abbildung 12: Seilzugkonstruktion als Alternative	29
Abbildung 13: Seilzugkonstruktion im Falle der Max Wild GmbH	30

Anmerkung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

1. Kurzporträt der Max Wild GmbH

Der Tradition verpflichtet, der Region verbunden, unseren Mitarbeitern dankbar.

Seit 1955 stehen wir von der Max Wild GmbH für diese Werte ein – aus Überzeugung. Das zeigen über 700 hochmotivierte „Profis ohne Grenzen“ und 50 Azubis, die diese Unternehmensphilosophie jeden Tag zum Leben erwecken. Sie machen das Familienunternehmen zu dem, was es ist: Einem zuverlässigen, innovativen und leistungsstarken Partner in den Bereichen Abbruch, Flächenrecycling, Tiefbau, Transporte, Logistik, Werkstattservice und Systementwicklung.

Die Zukunftsorientierung ist bei der Max Wild GmbH bereits in der Vision verankert: „Nachhaltige Lebensräume und Infrastrukturen für Generationen“.

Zum Startzeitpunkt des Pilotprojektes im Jahr 2020 verfügt die Max Wild GmbH bereits über einen umfassenden Photovoltaik-Anlagenpark mit einer installierten Leistung von insgesamt 2,1 Megawatt-Peak (MWp), verteilt auf mehrere Standorte sowie Batteriespeicher zur Optimierung des Eigenverbrauchs mit einer Kapazität von 168 Kilowattstunden (kWh).

Darüber hinaus sieht Max Wild das Recycling als zukünftigen Schlüsselfaktor der Baubranche. Die Max Wild GmbH schafft geschlossene Ressourcenkreisläufe vom Abbruch über die Aufbereitung bis zur Wiederverwendung in einer Hand. Bereits im Jahr 2020 konnten so über eine Million Tonnen Material durch die Max Wild GmbH unter anderem in einer innovativen nassmechanischen Aufbereitungsanlage recycelt werden.

Schon seit dem Jahr 2006 besitzt Max Wild das erste E-Fahrzeug für regionale Besorgungen. Zum aktuellen Stand (Mai 2022) verfügt die Max Wild GmbH über 17 Ladepunkte und auch DIE WERKSTATT ist bereits für die Reparatur und Wartung von Elektrofahrzeugen ausgerüstet.

Durch viele verschiedene Maßnahmen leistet die Max Wild GmbH ihren Beitrag zum Klimaschutz – als eine der größten Herausforderung der heutigen Zeit. So fügt sich das hier vorgestellte Pilotprojekt im Rahmen des Förderprogrammes „Förderung von Pilotprojekten im Vorfeld der Pflicht zur Parkplatzüberdachung mit Photovoltaikanlagen“ in den bereits seit 2005 verfolgten Ausbau Erneuerbarer Energien bei der Max Wild GmbH sowie in die aktive Elektrifizierung des Fuhrparks.

2. „Die Sonne tanken ist Wild!“ – das realisierte Pilotprojekt

2.1 Der Carport

Im Rahmen des Förderprogrammes für „Pilotprojekte im Vorfeld der Pflicht zur Parkplatzüberdachung mit Photovoltaikanlagen“ wurde ein Projekt der Max Wild GmbH mit 120.030 € durch das Umweltministerium Baden-Württemberg gefördert. Ziel des Pilotprojekts ist eine möglichst effiziente Sektorenkopplung, also eine Verknüpfung von Energie- und Verkehrswende sowie die optimale Ausnutzung versiegelter Flächen.

Der Solarcarport steht auf einem ca. 700 m² großen Mitarbeiterparkplatz der Hauptgeschäftsstelle von Max Wild in Illerbach, einem Ortsteil der Gemeinde Berkheim entlang der Bernhard-Riedmiller-Straße in ost-westlicher Ausrichtung. Der Carport hat eine Gesamtgrundfläche von 882 m² (140 m Länge und 6,3 m Breite) und bedeckt somit die Stellplätze zu 100%. Zusätzlich ragt der Carport in die Zufahrtsstraße hinein. Die 49 Stellplätze des Carports sind von den Mitarbeitern mit Firmenfahrzeugen und privaten PKWs, aber auch von Besuchern und Kunden frei nutzbar.

Das Design des Carports ist so gewählt, dass es optisch an das bereits 2013 erbaute Solarcarport direkt gegenüber angegliedert ist. In der nachfolgenden Abbildung 1 sind links der Schnitt des neuen PV-Carports und rechts der Schnitt des bereits bestehenden Carports zu sehen.

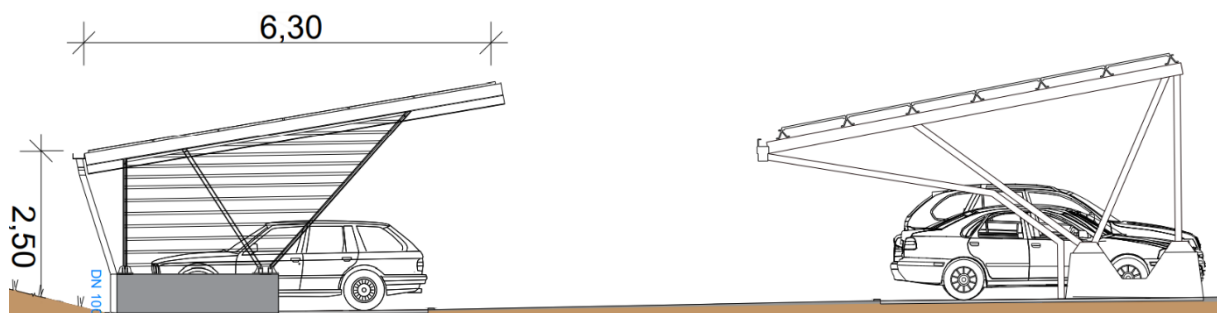


Abbildung 1: Schnitt des neuen und des bestehenden Solarcarports



Abbildung 2: Blick von Südosten auf den neuen Solarcarport

In der Ausschreibung des gesamten Projektes hat die BayWa r.e. Power Solutions GmbH als Generalunternehmer den Zuschlag erhalten. Als Subunternehmer wurde der Carport in Stahlbauweise von der MEISER Straßenausstattung GmbH in Deutschland produziert. Der Carport baut sich aus pulverbeschichteten Querrahmenkonstruktionen auf, welche in einem Abstand von 5,60 m aufgestellt wurden. Die Querrahmenkonstruktion besteht aus einem Riegelträger in Form einer Hutschiene, sowie drei Stützen, davon wurden zwei Stützenpaare V-förmig angeordnet. Durch die V-förmige Anordnung der Stützen entsteht eine horizontale Stabilität der Rahmen in Querrichtung. Zur Aussteifung in Längsrichtung, sind in jedem sechsten Feld Dach- und Wandverbände montiert.

Gegründet ist auf einem Betonsockel, welcher zeitgleich als Anprallschutz (verpflichtend nach Norm) dient. Zur Ableitung der Kräfte in den Untergrund wurden Doppel T-Stahl-Rammprofile in den Boden gerammt. Die Dacheindeckung bildet ein Trapezblech 35/207 zur vorgeschriebenen Sicherheit gegen herunterfallende Bauteile der Solarpanels sowie deren Befestigung.



Abbildung 3: Untersicht des neuen Carports nach Fertigstellung

Zur indirekten Beleuchtung des Carports bei Nacht wurden an den vertikalen Stützen LED-Strahler mit jeweils 20 Watt im passenden Farbton zur umliegenden Hofbeleuchtung und einem Dämmerungsschalter zur automatisierten Beleuchtung verbaut.

Damit der Carport direkt an der Bernhard-Riedmiller-Straße errichtet werden durfte, wurde die Verlängerung der Leitplanke über die gesamte Länge des Carports als Auflage in der Baugenehmigung gefordert. Das folgende Bild 4 zeigt die neue Leitplanke vor dem neuen Carport aus südwestlicher Sicht.

2.2 Die PV-Anlage und AC-Technik

Die Photovoltaik-Generatorenoberfläche beträgt 876,8 m² und ist somit deutlich größer als die Parkfläche selbst, da der Carport einen Meter über die Parkfläche in die Zufahrtsstraße ragt. Insgesamt wurden 474 PV-Module vom Typ ASTROnergy CHSM60M-HC-380 bei einer Neigung von 10° mit südlicher Ausrichtung sowie zwei Wechselrichter der Marke Huawei vom Typ SUN2000-100KTL-M1 und SUN2000-40KTL-M3 verbaut. Die erreichte PV-Generatorleistung von 180 kWp bzw. 3,67 kWp / Stellplatz hat dabei einen prognostizierten Ertrag von insgesamt 177.120 kWh pro Jahr. Wir gehen von einem Eigenverbrauchsanteil von 35,7 % aus, welcher sich aus einer technischen Simulation basierend auf dem Jahr 2021 ergeben hat. Im direkten Vergleich zum bestehenden Solarcarport (siehe nachfolgendes Bild 4) hat sich auf gleicher Fläche die installierte Leistung von 131 kWp (2013) auf 180 kWp (2022) um 37% erhöht.



Abbildung 4: Übersicht auf den alten Carport 2013 (links) und neuen Carport 2022 (rechts)

Die Wechselrichter sind witterungsgeschützt direkt unter dem Dach des Carports an der östlichen Stirnseite montiert. Unterhalb dieser Wechselrichter sind die Verteiler- und Schaltschränke der PV-Anlage und der Ladesäulen installiert, sodass sich ein zentraler „Technikplatz“ der gesamten Anlage ergibt.



Abbildung 5: Wechselrichter und Schaltschränke unterhalb des Carports

Insgesamt mussten zum Anschluss des gesamten Solarcarports inkl. der fünf Wallboxen 2 x (5 x 1 x 240 mm²) Einzeladern über eine Gesamtlänge von 280 Metern bis in die Trafostation der Max Wild GmbH gezogen werden. Da die Max Wild GmbH bereits im Jahr 2020 und 2021 neue Trafostationen mit einer Leistung von 1.800 kVA an diesem Standort errichtet hat und das kundeneigenen Arealnetz an der Mittelspannungsebene angeschlossen ist, musste für dieses Projekt der Netzanschlusspunkt nicht weiter ausgebaut werden. Die vorhandenen Leerrohre waren für diese Leitungen ebenfalls bis in die unmittelbare Nähe des Carports verfügbar. Lediglich ein kurzer Kabelgraben von den Leerrohren bis zu den Schaltschränken musste in Eigenleistung von Max Wild angelegt werden. Ohne diesen bereits ausgebauten Netzanschluss mit ausreichenden Reserven und den vorhandenen Leerrohren über das gesamte Firmengelände, wäre das Projekt erheblich teurer geworden.

2.3 Die Ladesäuleninfrastruktur

Unter dem Solar-Carport wurden fünf Wallboxen *Alfen Eve Double Pro*-line mit jeweils zwei Ladepunkten je 22 kW AC Leistung und Typ 2 Stecker installiert. Diese Wallboxen besitzen einen eichrechtskonformen Zähler, eine geeignete Schnittstelle zu Lastmanagementsystemen und einen RFID-Reader. Die Wallboxen sind an die vertikalen Stützen des Carports geklemmt, sodass jede Wallbox exakt zwischen zwei Parkplätzen platziert ist und diese versorgen kann. Die elektrischen Zuleitungen der Wallboxen erfolgen durch eine Kabelpitsche unterhalb des Daches zu den Schaltschränken.

Die Wallboxen am Carport sowie die bereits vorhandenen baugleichen Wallboxen am Firmenstandort sind an das Backendsystem der TankE GmbH angebunden und können mit der intelligenten Software-Lösung „Chargecloud“ gesteuert werden. Die Ladelösungen sind dabei in die Energieinfrastruktur vor Ort integriert und mit der Chargecloud-Plattform verbunden. Neben einer Übersicht über zugeordnete Ladepunkte werden in Chargecloud Ladevorgänge live angezeigt. Damit eine Überwachung der Wallboxen durch Max Wild möglich ist, wurde eine Zugangsbeschränkung mit Hilfe von Ladekarten im Max Wild Design eingerichtet. Mithilfe dieser Ladekarten können die Wallboxen freigeschaltet werden. Außerdem können im System Ladetarife personen- oder fahrzeugbezogen hinterlegt werden.

2.4 Das Energie-Management-System

Zusätzlich sind die Wallboxen in das dynamische Lastmanagement EASY ENERGY CORE der smart1 solutions GmbH integriert und werden abhängig von der aktuellen Bezugsleistung am Netzverknüpfungspunkt geregelt, um teure Lastspitzen zu vermeiden. Die Hardware des Energie-Management-Systems von smart1 ist in der Trafostation der Max Wild GmbH installiert und über Lichtwellenleiter mit den Wallboxen und über das Firmennetzwerk mit allen SolarLog-Einheiten (Überwachungsmodule) der bereits bestehenden Photovoltaikanlagen vernetzt. Dadurch kann zusätzlich sichergestellt werden, dass ein möglichst hoher Anteil des eigens erzeugten grünen Stroms aus den Photovoltaikanlagen zum Laden der E-Flotte benutzt werden kann. Das Konzept ist in der nachfolgenden Abbildung 6 nochmals schematisch dargestellt.

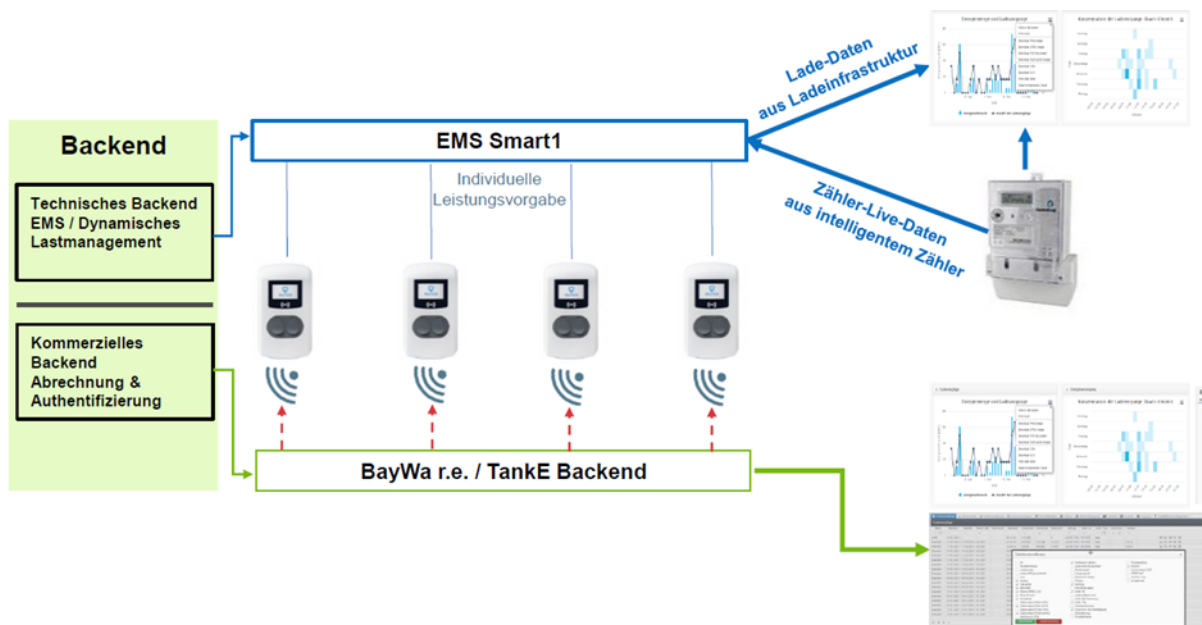


Abbildung 6: Konzept der intelligenten Vernetzung der Wallboxen

Nachfolgend sind einige Übersichten zu sehen, die über das Energiemanagementsystem abgerufen werden können. Es handelt sich dabei um Momentaufnahmen vom 20.04.2022:

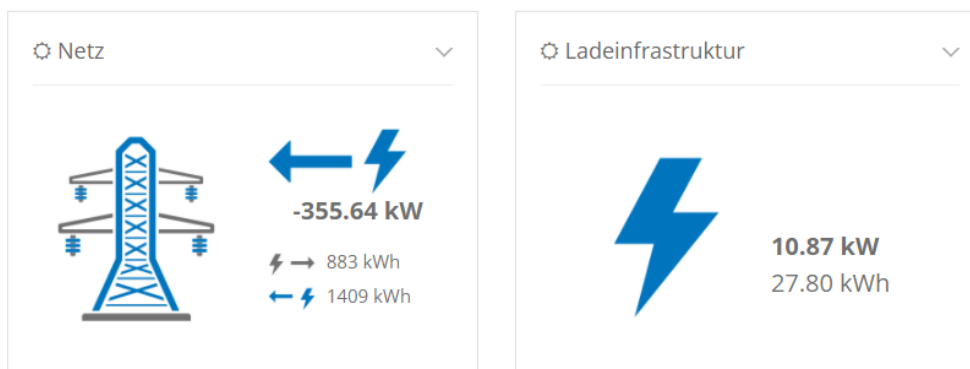


Abbildung 7: Übersicht zum Status des NAP und der Ladeinfrastruktur

Wie in Abbildung 7 zu sehen ist, wurde zu diesem Zeitpunkt deutlich mehr Strom produziert als verbraucht. Somit ergibt sich ein negativer Wert von - 355,64 kWh am Netzanschlusspunkt. Zeitgleich wurde zum Laden der E-Fahrzeuge eine Leistung von knapp 11 kW bezogen. Die an diesem Tag bereits geladene Gesamtmenge betrug 27,80 kWh.

2.5 Das Ladekonzept

Max Wild verfolgt aktiv die Verkehrswende, versucht den eigenen Fuhrpark umfassend zu elektrifizieren. Es wurde ein komplexes Ladekonzept erstellt, welches durch das hier beschriebene Projekt umgesetzt werden konnte.

Insgesamt konnte die Max Wild GmbH vier verschiedene Nutzergruppen der Ladesäuleninfrastruktur konzeptionell ausarbeiten:

1. Mitarbeiter mit einem E-Dienstfahrzeug
2. E-Poolfahrzeuge
3. Private E-Fahrzeuge von Mitarbeitern/-innen
4. Geschäftskunden mit E-Fahrzeugen

Dank der flexiblen Ladelösung der TankE GmbH und der eichrechtskonformen Hardware, konnten diese Use-Cases vollständig umgesetzt werden.

Den firmeneigenen Fahrzeugen werden dabei RFID-Ladekarten zugewiesen. Durch diese Ladekarten können die Ladesäulen auf dem Firmengelände kostenfrei freigeschalten und die geladenen Strommengen intern verbucht werden. Zudem können die Mitarbeiter von Max Wild die E-Fahrzeuge auch an öffentlichen Ladesäulen mittels dieser Ladekarte aufladen. Die Abrechnung der Ladevorgänge erfolgt automatisiert über das Backendsystem der TankE.

Private Fahrzeuge von Mitarbeitern können ebenfalls an den firmeninternen Wallboxen aufgeladen werden. Hierzu stellt TankE eine Business-App bereit, die jeder Mitarbeiter auf seinem Smartphone installieren kann. Dort muss der Mitarbeiter für private Ladungen lediglich ein Benutzerkonto anlegen, sein gewünschtes Zahlungsmittel hinterlegen und sich mittels eines einmaligen Codes, der von der Max Wild GmbH vergeben wird, registrieren. Die privat geladene Strommenge an den Ladesäulen der Max Wild GmbH kann nun automatisiert und regelkonform über TankE abgerechnet werden. Die Max Wild GmbH bekommt am Ende eines Kalendermonats eine Gutschrift für den dabei verbrauchten Strom. Das Schema ist in Abbildung 8 nochmals veranschaulicht.

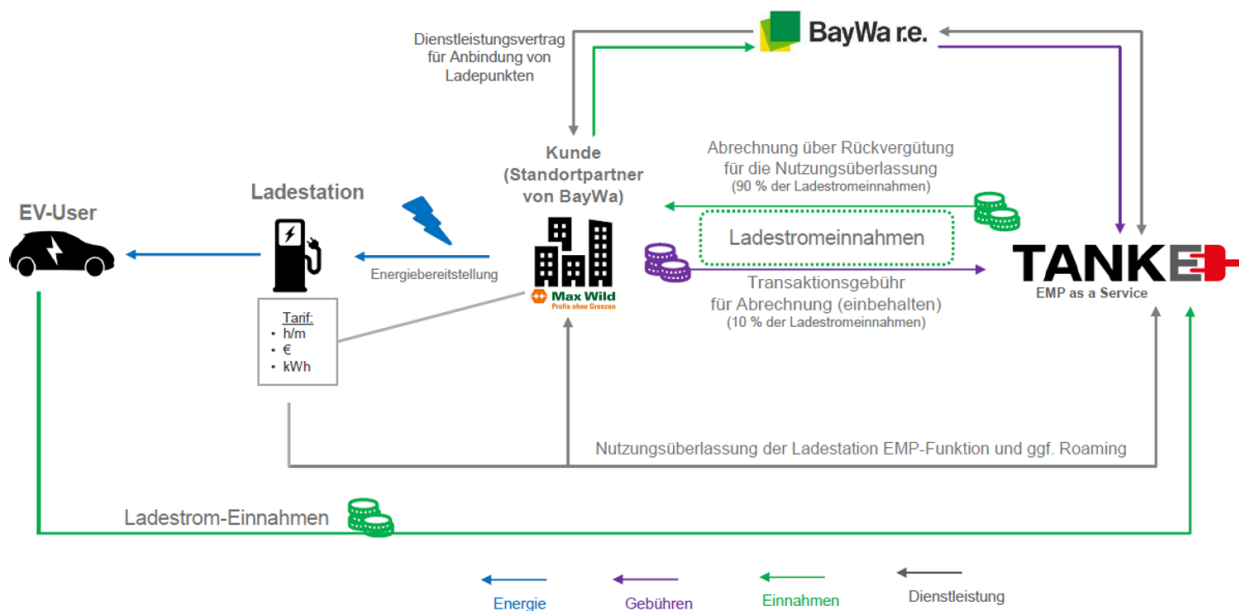


Abbildung 8: Abrechnungskonzept zwischen der Max Wild GmbH, BayWa r.e. und TanKE GmbH

Zusätzlich können die verschiedenen Nutzergruppen priorisiert werden. Das bedeutet, das Lastmanagement drosselt im Falle einer potenziellen Überschreitung eines festgelegten (Bezug-) Leistungswertes am Netzanschlusspunkt gestaffelt die Ladeleistung der verschiedenen Nutzer. Dies ermöglicht eine weitere Flexibilisierung indem beispielsweise kaufmännische Mitarbeiter, deren E-Fahrzeuge bis zu acht Stunden an einer Ladesäule angeschlossen ist, zuerst gedrosselt werden als beispielsweise das E-Fahrzeug eines Bauleiters, der nur für wenige Stunden im Büro ist und anschließend wieder auf die Baustelle fährt.

Die Max Wild GmbH verfügt aktuell über vier elektrische Poolfahrzeuge und ein elektrisches Dienstfahrzeug. Die Ladekarten wurden zu Beginn des Jahres 2022 an diese Fahrzeuge verteilt. Bis zum 20.04.2022 wurden bereits 2.703 kWh Strom über die installierten Wallboxen geladen.

3. Zeitlicher Ablauf des Projektes

3.1 Ursprünglich geplantes Bauwerk

Das ursprünglich geplante Bauwerk war eine freitragende Carportkonstruktion des französischen Herstellers Adiwatt.

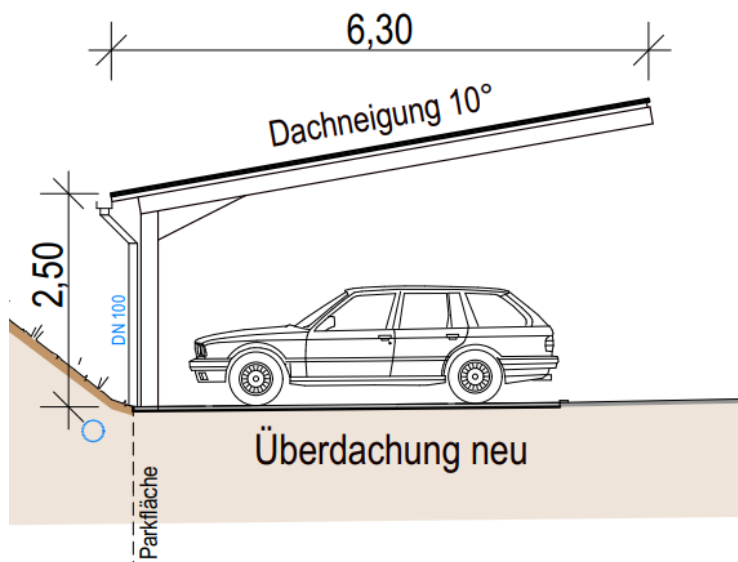


Abbildung 9: Schnitt des Adiwatt-Carports

Diese Konstruktion hätte den wesentlichen Vorteil, dass keine Parkplätze durch mittige Stützen verloren gehen. Die Maße des Carports sind dabei identisch zum realisierten Bauwerk. Leider konnte Adiwatt nicht die für den deutschen Markt notwendigen Zertifikate im Hinblick auf Stahlverarbeitung vorweisen. Diese Zertifikate wurden während der Prüfung durch den Prüfstatiker zwingend eingefordert. Im laufenden Prozess hat sich zudem herausgestellt, dass die landesüblichen Normen im Detail nicht bekannt waren, sondern eine Statik nach Eurocode angefertigt wurde. Ein weiteres Problem waren die sprachlichen Barrieren zwischen dem deutschen Prüfstatiker und dem französischen Statiker von Adiwatt. Diese Probleme führten dazu, dass im Oktober 2021 der Hersteller des Carports kurzfristig gewechselt werden musste. Das realisierte Carport der Firma Meiser ist in Kapitel 2 ausführlich beschrieben. Aus monetärer Betrachtungsweise hatte der Wechsel des Carportherstellers den Vorteil, dass keine großen Betonfundamente (min. 20 Fundamente je 4 m³) gegossen werden mussten und so erhebliche Kosten für die Fundamentierung eingespart werden konnten.

3.2 Zeitliche Verzögerungen im Projektverlauf

Im gesamten Prozess gab es keine materialbezogenen Lieferschwierigkeiten hinsichtlich der Carportkonstruktion und der PV-Anlage. Jedoch kam es zu einem unvorhergesehenen Produktionsstopp und somit langen Lieferzeiten der konformen Wallboxen. Grund hierfür ist laut dem Hersteller Alfen Beheer B.V., dass die für den deutschen Markt benötigten MID-konformen Stromzählern nicht lieferbar waren. Die Dauer der Verzögerung betrug mehrere Monate.

Große Verzögerungen sind durch den obligatorischen Lieferantenwechsel des Carportherstellers entstanden, da eine neue Statik sowie ein neuer geotechnischer Bericht erstellt und geprüft werden musste. Diese Verzögerungen führten dazu, dass die Projektfrist auf den 15.02.2022 verlängert werden musste. Anbei ist der ursprüngliche Projektzeitplan, der zu Beginn des Projektes erstellt wurde, abgebildet.

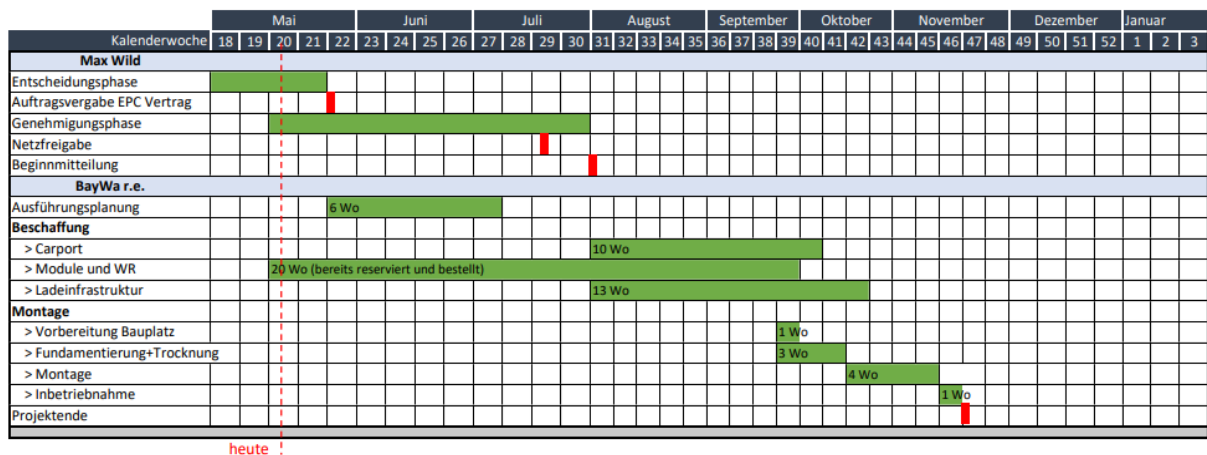


Abbildung 10: Projektzeitplan ab Mai 2021

Leider kam es in den verschiedenen Prozessen zu erheblichen Verzögerungen, weshalb auch die Projektfrist um zwei Monate verlängert werden musste. Nachfolgend ist eine Übersicht mit den wichtigsten Meilensteinen, sowie deren Dauer und die Gründe für Verzögerungen tabellarisch gegenübergestellt.

Tabelle 1: Realisierte Meilensteine und Verzögerungen

	Meilenstein	Datum	reale		Gründe für die Verzögerungen
			geplante Dauer in Tagen	Dauer in Tagen	
Förderung	Antrag auf Zuwendung	13.10.2020	-	162	
	Zuwendungsbescheid	24.03.2021	-	-	
	Bewilligung Aufstockung der Fördergelder	19.08.2021	-	-	
	Bewilligung Anpassung des Förderzeitraums	18.10.2021	-	-	
Genehmigungen	Bauantrag	05.05.2021		217	> Ausnahmeregelungen z.B. im Bebauungsplan
	Baugenehmigung	11.08.2021			> Mehrmalige Anpassungen der Schnitte durch Auftraggeber
	Wechsel des Carportherstellers	10.10.2021			> Der geotechnische Bericht beim Lieferantenwechsel musste erneut erstellt und geprüft werden.
	Baufreigabe	08.12.2021			> Die Statik musste ebenfalls erneut geprüft werden.
	Netzanfrage PV-Anlage	05.05.2021		21	
	Genehmigung d. Netzbetreiber	26.05.2021			
	Anfrage Ladesäulen	18.08.2021		72	Nach Aussage der Netze BW sind nur zwei Mitarbeiter für die Genehmigungen der Ladesäulen für ganz Oberschwaben zuständig; viele Anfragen durch Förderungen verursachen Verzögerungen und lange Genehmigungsprozesse.
	Genehmigung d. Netzbetreiber	29.10.2021			
Bau	Beginn Montage des Carports	08.12.2021		16	Schnelle Montage durch Just-in-Time Lieferungen; Montage des Carports, Belegung der PV-Module und Installation der AC-Technik erfolgten simultan innerhalb von 16 Tagen.
	Fertigstellung des Bauwerkes	24.12.2021			

Trotz der zeitlichen Hürden konnte das Bauwerk sowie die Ladesäulen und die Photovoltaikanlagen fristgerecht am 21.12.2021 in Betrieb genommen werden.

4. Kosten des Projektes

Wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, kam es zu einem nicht vermeidbaren Wechsel des Carportherstellers und der Carportkonstruktion. Außerdem hatten die Covid-Pandemie und der enge zeitliche Rahmen des Projektes maßgeblichen Einfluss auf die Kostenstruktur und -entwicklungen des Projektes. Somit gab es auch mehrfache Änderungen der geplanten Kosten während der Projektlaufzeit. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die geplanten und realisierten Kosten im Zeitverlauf gegenübergestellt. Die angegebenen Daten entsprechen dem Antrag auf Förderung (13.10.2020), dem Antrag auf Aufstockung der Förderung (11.06.2021), dem Antrag auf Verlängerung der Projektfrist (08.10.2021) und dem Ende der Projektlaufzeit (15.02.2022).

Tabelle 2: Entwicklung der Kosten des Gesamtprojektes

Gegenstand	Geplante Kosten 13.10.2020	Geplante Kosten 11.06.2021	Geplante Kosten 08.10.2021 (Meiser Carport)	Realisierte Kosten 15.02.2022 (Schlussnachweis)
Baugenehmigung inkl. Prüfstatik, geologischem Gutachten, Pläne	10.000 €	15.000 €	15.000 €	29.767 €
Leitplanke	-	4.818 €	4.818 €	4.542 €
Fundamentierung	Inkl.	43.110 €	12.000 €	12.000 €
Carportkonstruktion	196.378 €	139.006 €	139.006 €	139.006 €
Photovoltaikgenerator	69.872 €	69.945 €	69.945 €	69.945 €
AC-Technik	Inkl.	58.265 €	55.005 €	55.005 €
Ladesäulen inkl. 1 Jahr Backendsystem	29.038 €	31.632 €	31.632 €	31.632 €
Energie-Management-System	16.574 €	23.242 €	23.242 €	23.242 €
Kabelgraben	-	-	-	6.460 €
Summe exkl. Förderung netto	321.862 €	385.933 €	350.648 €	371.599 €
Bewilligte Fördergelder	96.768 €	120.030 €	106.281 €	106.171 €
Summe inkl. Förderung netto	225.094 €	265.903 €	244.367 €	265.428 €

Grün: Förderfähige Kosten

Veränderungen vom 13.10.2020 zum 11.06.2021

Die Veränderungen der geplanten Kosten vom 13.10.2020 (Antrag auf Zuwendung) bis zum 11.06.2021 (Antrag auf Aufstockung der Fördergelder) sind im Zwischenbericht vom 25.08.2021 ausführlich beschrieben. Die wesentlichen Änderungen sind hierbei beispielsweise die Erweiterung der Leitplanke entlang der Bernhard-Riedmiller-Straße über die gesamte Länge der Parkplatzfläche auf Kosten der Max Wild GmbH als Auflage und Bedingung der Baugenehmigung vom 11.08.2021. Diese Verpflichtung wurde kurz zuvor in Abstimmungen mit dem zuständigen Straßenbauamt

Biberach bekannt. Außerdem kam es zu mehreren Anpassungen der Schnitte und Pläne, sodass die geplanten Kosten für die Planung und Genehmigung des Solarcarports angestiegen sind. Darüber hinaus mussten die Fundamente aufgrund der Ergebnisse des geologischen Gutachtens deutlich größer dimensioniert werden. Des Weiteren haben sich die Preise vor allem für den Stahl als auch für die Wallboxen gesteigert, sodass eine Erhöhung der Fördergelder auf 120.030 € bewilligt wurde.

Veränderungen vom 11.06.2021 zum 08.10.2021

Wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, kam es zu einem nicht vermeidbaren Wechsel des Carportherstellers. Durch diese neue Konstruktion konnte ein günstigeres und ressourcen-schonenderes Fundament, bestehend aus kleineren Betonsockeln und Rammpfählen gewählt werden. Die geplanten Kosten für die Fundamentierung konnten erheblich gesenkt werden. Trotz des kurzfristigen Wechsels zum deutschen Hersteller MEISER GmbH konnte der angebotene Preis von der BayWa r.e. auf gleichem Niveau gehalten werden. Insgesamt konnten die Gesamtkosten durch die Anpassung der Fundamente und kleineren Anpassungen in der AC-Technik um 35.285 € gesenkt werden.

Veränderungen der geplanten Kosten (08.10.2021) zu den realisierten Kosten (15.02.2022)

Leider mussten durch den Herstellerwechsel auch die Schnitte und Pläne für die Baugenehmigung erneut angepasst werden. Außerdem musste die Prüfstatik erneut durchgeführt werden. Dies führte auch zu einer erneuten Erstellung des geologischen Gutachtens, wodurch sich insgesamt die geplanten Genehmigungskosten verdoppelten. Außerdem musste ein größerer Kabelgraben am Carport hergestellt werden, da sich ein verfügbares Leerrohr während dem Zugversuch der Kabel als defekt herausstellte. Trotz vermehrter Lieferengpässen bei elektronischen Bauteilen konnten durch die frühzeitige Bestellung der BayWa r.e. alle anderen geplanten Kosten entsprechend dem Angebot eingehalten werden.

5. Zusätzliche Herausforderung: Das Anlagenzertifikat Typ A

Erst im Zuge der Mitteilung des Netzverknüpfungspunktes der Photovoltaikanlage durch den Netzbetreiber am 26.05.2021 wurde uns mitgeteilt, dass durch den Bau der Anlage unser gesamter Solarpark am Standort Illerbachen nach den „Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz der Netze BW“ nachweislich ist und somit ein „Anlagenzertifikat Typ A“ ausgestellt werden muss. Da die Max Wild GmbH am Standort Illerbachen seit dem Jahr 2005 laufend den Ausbau der Erneuerbaren Energien verfolgt, wird durch den Bau des Solarcarports die maximale Grenze von 950 kWp Gesamterzeugungsleistung am Netzanschlusspunkt überschritten. Somit sind alle an diesem Standort befindlichen PV-Anlagen, unabhängig von deren Größe oder EEG-Einstufung, nach der VDE 4110 in das Anlagenzertifikat Typ A einzubeziehen.

Beschreibung des Anlagenzertifikats gemäß VDE 4110

Dieses Netzanschlusszertifikat dient der Bestätigung für den Netzbetreiber, dass die Anlage alle vorgeschriebenen Netzanschlussregeln einhält. Bis April 2019 war dieses Zertifikat erst ab einer kumulierten Anschlussleistung von 1.000 kW am Netzverknüpfungspunkt nötig, aber seit der Novelle der VDE Anschlussrichtlinie 4110:2018-11 ist ab 135 kW Zertifikat Typ B (reduzierte Variante) und ab 950 kW Zertifikat Typ A (ausführliche Variante) notwendig. Derart anspruchsvolle Anschlussrichtlinien kommen ursprünglich aus der Windkrafttechnik, ab etwa 1.000 kW, da ab dieser Größenordnung die Netzurückwirkungen für den Netzbetreiber bemerkbar werden. Im süddeutschen Raum belasten die vielen kleinen PV-Anlagen zwischen 100 kW und 1.000 kW das größtenteils nicht digitalisierte Mittel- und Niederspannungsnetz, resultierend wurden die Richtlinien verschärft und angepasst. Problematisch ist diese strengere Norm hauptsächlich für historisch gewachsene Infrastrukturen, da die aktuellen Richtlinien für das Regelungs- und Sicherheitskonzept der gesamten Anlage, also alle PV-Anlagen an diesem Netzanschlusspunkt, anzuwenden sind und damit auch Anlagen mit Bestandschutz überarbeitet werden müssen. Der Zertifizierer muss ein Simulationsmodell (digitaler Zwilling) vom Kundennetz anfertigen und Ausfälle und Stabilitätsprobleme simulieren. Ein gutes Ergebnis mit zulässigem Anlagenverhalten ergibt dann die Konformitätserklärung.

Für dieses Modell muss der gesamte Bestand aufgenommen und dokumentiert werden, dabei ebenfalls Kabeltypen und -längen, Sicherungen, Steuerungstechnik aller

relevanter Betriebsmittel und Erzeugungsanlagen, was oft nicht bekannt ist. Die begrenzte Anzahl an staatlich akkreditierten Zertifizierern führt zu Wartezeiten von über 6 Monaten bis zu einem Jahr und die Preise haben sich seit 2020 verdoppelt. Teilweise gibt es sogar Auftrags- bzw. Neukundenstopps. Die Gesamtkosten sind stark objektabhängig. Bei gewachsenen Strukturen über große Areale können Kosten im Bereich von 30.000 – 50.000 € möglich sein, exklusive Kosten für Umbaumaßnahmen und geforderte Nachrüstungen. Die endgültige Einspeisegenehmigung gibt es erst nach einreichen der Konformitätserklärung, die gutachterlich bestätigt, dass alle Richtlinien eingehalten und die Anlage zulässig funktioniert. Die reguläre Gesamtdauer des Zertifizierungsprozesses beträgt teilweise 6 - 12 Monate ab Bearbeitungsbeginn.

Das konkrete Problem bei der Max Wild GmbH

In der Praxis ist die Anwendung der VDE 4110 Norm bei einer historisch gewachsenen Anlage, wie die der Max Wild GmbH, zu einer nicht kalkulierbaren Hürde geworden.

Die Norm wurde konzipiert, um die Netzsicherheit zu gewährleisten. Doch bei einem historisch gewachsenen Anlagenpark werden die einzelnen PV-Anlagen komplett in Frage gestellt, die vor ein paar Jahren *Stand der Technik* waren und bereits viele Jahre fehlerfrei in das öffentliche Stromnetz eingespeist haben.

So ist bei Bestandsanlagen die normgerechte Ausführung des Schutz- und Regelkonzeptes oft nur mit sehr großem Aufwand ausführbar. Konkret sind im Falle der Max Wild GmbH folgende Komponenten sehr zeit- und ressourcenintensiv und führten zu einem nicht vorhersehbaren Mehraufwand:

1. Das Schutzkonzept

Die Kosten für eine neue Übergabestation, in der das Schutzkonzept zentral realisiert werden könnte, übersteigen die Wirtschaftlichkeit der neuen PV-Anlage. Daher muss die Auslösung des Schutzes auf der Niederspannungsseite dezentral geschehen. Dies ist ein großer Eingriff in den Bestand. Es müssen Steuerleitungen ausgehend von der Trafostation bis zu jeder einzelnen PV-Anlage gezogen werden. Herausfordernd ist dies, da vor allem die langen Leitungswege und der begrenzte Platz in den alten Schaltschränken für doppelte Leistungsschalter vor Ort große Probleme bereitet.

2. Das Regelkonzept:

Hierbei ist die Schwierigkeit, dass bestimmte Anlagenteile die Blindleistung machen müssen, aber dies teils gar nicht können. Viele Anlagenteile müssen hierfür noch mal überarbeitet werden. Oft sind die Fachfirmen dafür nicht mehr am Markt und zum Teil werden die Wechselrichter gar nicht mehr gebaut bzw. supportet. Die Altanlage muss dann von der neuen Anlage ausgeregelt werden. Das führt dazu, dass bei ungünstigen Netzverhältnissen die PV-Anlagen in der Wirkleistung reduzieren, um die geforderte Blindleistung bereitstellen zu können. Dass die bereitgestellte Blindleistung dann aber oft auf der Netzseite aufgrund des Strombezugs der Firma kaum einen Effekt hat, wird nicht betrachtet.

Die Verteilnetzbetreiber wissen um die Thematik – Sonderwege werden von den technisch versierten Mitarbeitern oft für sinnvoll erachtet. Diese haben aber keinerlei Entscheidungsbefugnis, da alle Kunden diskriminierungsfrei gleichbehandelt werden müssen und somit größere Ausnahmeregelungen nicht gerechtfertigt sind.

Aktuell wird von diversen Fachfirmen abgeraten eine PV-Anlage in einem bestehenden Anlagenpark zuzubauen, wenn die Grenze ≥ 950 kW überschritten wird, da die wirtschaftliche Betrachtung nicht mehr darstellbar ist. Die für dieses Zertifikat geplanten Kosten der einzelnen Komponenten der Max Wild GmbH sind in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengefasst aufgeführt.

Tabelle 3: Zusätzliche Kosten durch das Anlagenzertifikat Typ A

Gegenstand	Betrag
Fernwirktechnik	12.771 €
Regelungskonzept	10.267 €
Schutzkonzept	ca. 25.000€
Planung, Dokumentation	3.510 €
Anlagenzertifizierung	28.500 €
Summe exkl. Förderung netto	80.048 €
Abzgl. anteilige Förderung	9.114 €
Summe inkl. Förderung netto	70.934 €

Somit ergeben sich nach Förderung nicht einkalkulierte Mehrkosten in Höhe von 70.934 € netto. Zusätzlich müssen die Schutzeinrichtungen nach VDE alle vier Jahre überprüft werden. Diese Kosten konnten bisher noch nicht beziffert werden, da sich das Schutzkonzept noch in Planung befindet.

Wir appellieren an die Politik und an die Netzbetreiber in dieser VDE-Norm eine Ausnahmeregelung für Bestandsanlagen und historisch gewachsene PV-Anlagenparks zu integrieren oder zumindest differenzierte Anforderungen an einzelne PV-Anlagen an demselben Netzanschlusspunkt beispielsweise in Abhängigkeit von der einzelnen Anlagengröße (installierten Leistung) vorzunehmen!

6. Wirtschaftlichkeit des Projektes

Entgegen der Wirtschaftlichkeitsberechnung im Zwischenbericht vom 25.08.2021 haben sich die gesamten Projektkosten deutlich erhöht. Die Kosten sind von dem damals angenommenen 312.934 € auf die realisierten 371.599 € um etwa 19 % gestiegen. Die Förderung konnte nur leicht angepasst werden, weshalb sich der Eigenanteil der Max Wild GmbH von 215.709 € auf 265.428 €, also um 23 %, erhöht hat.

Gemäß der ersten Simulation (2020) wurde ein Stromertrag des Solarcarports von 193.955 kWh pro Jahr erwartet. In einer erneuten Simulation 2021 konnte die potenzielle Verschattung durch die gegenüber befindlichen Bäumen sowie eine genauere Prognose anhand der Erfahrungswerte der umliegenden PV-Anlagen durchgeführt werden. Der simulierte Stromertrag vermindert sich auf 177.120 kWh und der Eigenverbrauch erhöht sich von 32,6 % auf 35,7 %.

Die finanziellen Erlöse und eingesparten Kosten durch die PV-Anlage schlüsseln sich wie folgt auf:

1. Bei einem aktuellen Strombezugspreis der Max Wild GmbH von 23,5 ct/kWh ergibt sich ein jährlicher Kostenvorteil gegenüber dem öffentlichen Netz von 14.873 € bei einem Eigenverbrauch von 63.288 kWh. Die EEG-Umlage wurde entsprechend der angekündigten Reduzierung auf 0 % zum Juli 2022 bereits exkludiert.
2. Da die Anlage größer als 100 kWp ist, fällt sie in die Direktvermarktung. Für diese Dienstleistung können zusätzliche Kosten von ca. 1.200 € p.a. (Direktvermarktungsgebühren, etc.) kalkuliert werden. Für den eingespeisten Strom erhält die Firma Max Wild den Marktpreis, sowie eine Marktprämie, welchen die Differenz zwischen dem durchschnittlichen Marktpreis zum jeweiligen Zeitpunkt und einem vorher definierten Wert ausgleicht. Für April 2021 lag dieser Wert bei 5,76 ct/kWh. Rechnet man die monatliche Degression mit 1,4 % liegt die gesamte Vergütung bei einer Inbetriebnahme ab November 2021 noch bei 5,22 ct/kWh. Damit liegt die jährliche Vergütung für den eingespeisten Strom bei ca. 5.942 €.

Insgesamt liegt der Kostenvorteil in Kombination mit den Erlösen aus der Direktvermarktung somit bei ca. 19.615 € pro Jahr.

Die statische Amortisation des Projektes liegt somit bei 13,5 Jahren. Ohne Förderung würde sich diese auf ca. 18,9 Jahre verschlechtern. Sofern nun noch die einmaligen Mehrkosten der Anlagenzertifizierung hinzugezogen werden (ohne die regelmäßigen Folgekosten durch Schutzprüfungen), liegen die Gesamtkosten bei 451.647 € mit einer statischen Amortisation von 23 Jahren und somit deutlich über der angenommenen Lebensdauer der PV-Anlage von 20 Jahren.

Die wirtschaftliche Betrachtung ist stark vereinfacht. Es wurden keine Finanzierungskosten berücksichtigt, aber andererseits auch keine Strompreissteigerungen angenommen. Außerdem wird mit einem statischen Eigenverbrauchsanteil von 35,7 % gerechnet. Perspektivisch werden die Stromkosten, aber auch der Strombedarf (somit auch der Eigenverbrauchsanteil) zunehmen. Die wirtschaftliche Betrachtung in diesem Fall lässt sich somit als ein pessimistisches Szenario verstehen.

Tatsächlich hat die PV-Anlage bisher von Januar bis März 31.378 kWh Strom erzeugt. Dieser Ertrag liegt etwa 26,45 % über der technischen Prognose. Leider liegen aufgrund des noch fehlenden Anlagenzertifikates keine Abrechnungen des EVU vor, daher kann keine Aussage zum tatsächlichen Eigenverbrauch getroffen werden.

7. Handlungsempfehlungen aus dem Projekt

7.1 Positive Faktoren

Im gesamten Projektverlauf wurden die direkten Gespräche mit sämtlichen Entscheidungsträgern als wichtiger positiver Faktor gesehen. Durch die direkten Gespräche mit den verschiedenen Ämtern, Statiker, Projektleiter und Bauleiter konnten so Missverständnisse vorgebeugt und schnell beseitigt werden.

Durch den direkten Zugang zum Großhandel und den Forecast bei Bestellungen der BayWa r.e. bei den Komponenten der PV-Anlage konnten Schwankungen der Preise und der Lieferzeiten gut abgefangen werden. Ebenso wurden durch ein detaillierteres Vertragsverhältnis aller Parteien die Verantwortungsbereiche klar definiert und die geplanten Kosten konnten trotz der Ausnahmesituation durch die Pandemie weitestgehend eingehalten werden.

Ein weiterer wichtiger Faktor sind die eigenen Kompetenzen der Max Wild GmbH. Durch den eigenen Geotechniker konnte der zweite geotechnische Bericht innerhalb weniger Tage angefertigt werden. Ebenso konnten kleinere Arbeiten wie beispielsweise das Ausheben des Kabelgrabens kurzfristig durchgeführt oder auch fehlendes oder defektes Werkzeug während der Carportmontage kurzfristig ersetzt werden.

Außerdem hat sich im Projektverlauf gezeigt, dass ein deutsches Statikbüro, welches die landesüblichen Normen kennt, von Vorteil ist, da bei Problemen oder offenen Fragen ohne Kommunikationsbarrieren die direkte Absprache mit dem Prüfstatiker möglich ist.

7.2 Negative Faktoren

7.2.1 Bauliche Empfehlungen aus dem Projektverlauf

Verlust von Parkplätzen

Durch die gewählte Konstruktionsart des Carports ist es bei der Max Wild GmbH zu einem Verlust von 12 % der ursprünglichen Parkplätze durch die mittige Platzierung der Betonsockel gekommen. Zudem wurde für die Technik (Schaltschränke und Wechselrichter) ein ganzer Parkplatz benötigt, da diese Schränke dauerhaft zugänglich sein müssen und so entsprechende Begrenzungen installiert werden mussten. Wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, war ursprünglich eine freitragende Konstruktion geplant, deren Stützen vor der eigentlichen Parkfläche platziert sind. Zwar hätte man so keinen

Verlust von Parkfläche, jedoch ist diese Konstruktionsart aufgrund der aufwändigen Fundamentierungsarbeiten um ca. 43.000 € teurer.

Richtige Platzierung der Wallbox

Eine weitere Herausforderung ist die „richtige“ Platzierung der Wallbox. Die verschiedenen E-Fahrzeuge haben keine einheitliche Platzierung der Ladebuchse (am Heck oder an der Front unter dem Fahrzeuglogo). Rückwärts parkende Fahrzeuge mit einer Ladebuchse an der Front des Fahrzeuges können daher nur bei einem geeignet langen Ladekabel die Wallbox nutzen. Außerdem sollte sichergestellt werden, dass man selbst bei einer voll belegten Parksituation um das Fahrzeug herumlaufen kann. So können Schäden durch das Ladekabel am Fahrzeug vermieden und die Bedienung der Wallbox sichergestellt werden.

Ressourcenrucksack und alternative Konstruktionsformen

Das Ziel dieses Carports soll sein, langfristig Treibhausgas (THG)-Emissionen zu vermeiden und somit einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Eine Beton-Stahlkonstruktion mit einer Dachhaut aus einem Trapezblech ist jedoch CO₂-intensiv in der Herstellung. Um annähernd beurteilen zu können, welche Emissionen durch einen solchen Carport verursacht werden, folgt eine Berechnung der Emissionen für die verbauten Materialien.

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die für das Carport der Max Wild GmbH eingesetzten Materialien. Zum Stahl gehört dabei die Stahl-Konstruktion sowie die Rammpfähle und der Stahlrahmen der Betonsockel. Die Emissionsfaktoren stammen aus einem Infoblatt zu CO₂-Faktoren, veröffentlicht durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle im Jahr 2021.

Tabelle 4: Emissionen der verbauten Materialien

Verbautes Material	[kg]	[t]	CO ₂ -Faktor in t CO ₂ -äquiv. / t	Emissionen in t CO ₂ -äquiv.
Stahl	23.696,0	23,7	2,18	51,71
Stahl	9.464,0	9,5	2,18	20,65
Stahl	5.720,0	5,7	2,18	12,48
Stahlblech verzinkt	7.235,3	7,2	2,49	18,04
Beton	67.000,0	67,0	0,061	4,10

Quelle: BAFA (Hrsg.), 2021: Informationsblatt CO₂-Faktoren.

Insgesamt wurden im Rahmen dieses Projektes 38.880 kg Stahl, 7.235 kg Stahlblech und ca. 67.000 kg Beton verbaut. Diesen Materialien können in Summe ca. 106.980 kg CO₂-äquiv. zugeordnet werden.

Dem gegenüber stehen die potenziellen CO₂-Einsparungen durch den erzeugten grünen Strom. Die Einsparungen werden durch den aktuellen Emissionsfaktor für eine Kilowattstunde Strom abzüglich dem Emissionsfaktor für PV-Anlagen berechnet. Der Emissionsfaktor für PV-Strom berücksichtigt dabei die ausgestoßenen Emissionen für die Herstellung und die nachfolgende Entsorgung der PV-Module.

Tabelle 5: Emissionsfaktor Strom

	kg CO ₂ -äquiv. / kWh
Emissionsfaktor Strom	0,732
abzgl. Emissionsfaktor PV	0,056
effektive Vermeidung	0,676

Quelle: BAFA (Hrsg.), 2021: Informationsblatt CO₂-Faktoren.

Es ergibt sich somit eine effektive Vermeidung von 0,676 kg CO₂-äquivalente je kWh PV-Strom. Bei einem Ertrag von 177.120 kWh entspricht dies einer effektiven Einsparung von 119 t CO₂-äquivalente pro Jahr.

Konkret bedeutet dies, dass die ökologische Amortisation des ausschließlich verbauten Materials des Carports statisch 0,89 Jahre beträgt. Wichtig ist hierbei zu beachten, dass es sich dabei rein um das verbaute Material handelt. Im Rahmen dieses Berichtes konnten die ausgestoßenen Emissionen für die Verarbeitung des Materials, den Transport von Material, Maschinen und Arbeitskräften sowie die Montage und die Entsorgung nicht berücksichtigt werden. Es wäre daher unseres Erachtens sinnvoll eine umfassende Ökobilanz (LCA) durchzuführen, um die gesamten Emissionen und die tatsächliche ökologische Amortisation derartiger Projekte im gesamten Lebenszyklus festzustellen.

Ressourcenschonende Alternativen

Um dennoch die CO₂-Bilanz zu verbessern, wurde nach alternativen Überdachungslösungen gesucht:

1. Material Holz

Bei gleichem Fundament und durch den Ersatz der Stahlkonstruktion ab Sockel durch eine Holzkonstruktion kann diese Bilanz deutlich verbessert werden.

Bei einem Emissionsfaktor für Holz von 0,11829 t CO₂-äquiv./ t ergibt sich eine einmalige Einsparung von 48.910 kg CO₂-äquivalente gegenüber der realisierten Stahlkonstruktion.

2. Überkopfverglasung

Eine Dachkonstruktion ausschließlich aus Glas-Glas-Photovoltaik-Modulen ohne ein darunter befindliches Trapezblech wäre innovativer und optisch ansprechender (siehe Abbildung 11). Durch die Durchlässigkeit des Sonnenlichtes wird der Carport optisch aufgelockert. Zusätzlich schont diese Bauweise Ressourcen, da kein zusätzliches Trapezblech über die gesamte Dachfläche benötigt wird. Insgesamt hätten so in dem aktuellen Projekt 18.040 kg CO₂-äquivalente durch das redundante Trapezblech eingespart werden können.



Abbildung 11: Überkopfverglasung eines Solarcarports

Quelle: Wolfenstein Konrad, 17.08.2021, Solarcarport Überkopfmontage. URL: <https://xpert.digital/wp-content/uploads/2021/08/solarcarport-ladestation-solarmodule-ueberkopfmontage.png>

Die Mehrkosten für zertifizierte Glasmodule (Überkopfverglasung) belaufen sich in einem vergleichbaren Angebot auf über 38.000 € netto. Grund hierfür ist, dass es zum Zeitpunkt der Ausschreibung in Deutschland nur sehr wenige Hersteller gab, die die notwendigen Zertifizierungen für Überkopfverglasung-PV-Module besitzen. Da diese Kosten nicht Bestandteil des Förderprogrammes sind, wurde auf die kostengünstigeren konventionellen Module zurückgegriffen. Da diese Art der PV-Module zukünftig für Parkplatzüberdachungen und für Agri-PV-Projekte dank der Lichtdurchlässigkeit ideal ist, gehen wir von einer stark ansteigenden Nachfrage nach diesen Modulen aus. Daher sollte sichergestellt werden, dass deutsche Modulhersteller eine notwendige Zertifizierung erhalten können.

3. Seilzug-Konstruktion

Neben einem massiven Carport wurden auch Angebote für Seilzug-PV-Überdachungslösungen eingeholt. Diese Variante ist deutlich ressourcenschonender und erfüllt gleichzeitig die Pflicht die versiegelte Parkplatzfläche doppelt zu nutzen. Außerdem werden bei dieser Variante die Module bei Hagel oder Schnee eingefahren und bei Sonnenschein wieder ausgefahren. Dadurch können witterungsbedingte Beschädigungen und niedrigere Stromerträge durch eine verschattende Schneedecke vermieden werden.

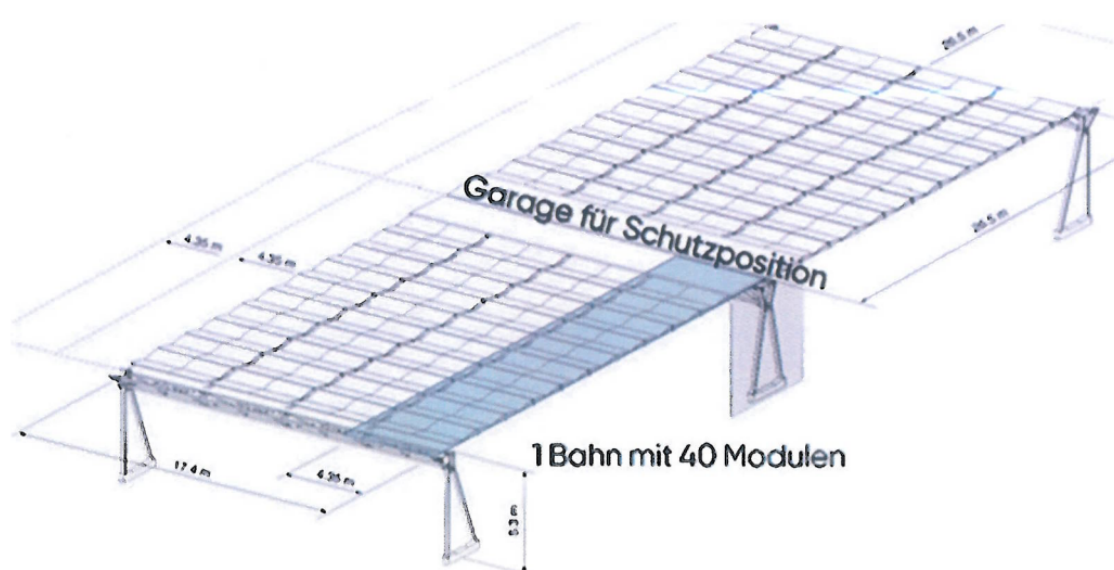


Abbildung 12: Seilzugkonstruktion als Alternative

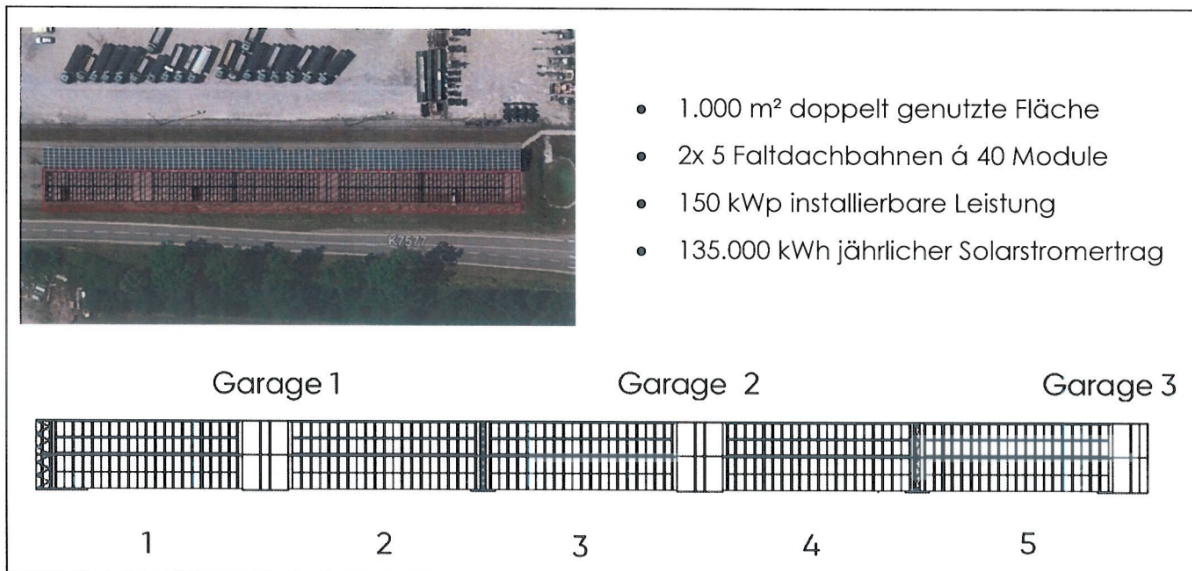


Abbildung 13: Seilzugkonstruktion im Falle der Max Wild GmbH

Leider hat sich gezeigt, dass mit dieser Konstruktionsart ca. 30 kWp weniger Leistung auf dem Parkplatz von Max Wild installiert werden kann. Außerdem betragen die Kosten der reinen Tragkonstruktion 374.400 € netto zzgl. PV-Generator. Die Gesamtkosten des Projektes hätten sich dabei um Faktor 2 erhöht. Die potenzielle Förderung dieser Technologie als „Dachersatz“ konnte im Rahmen dieses Projektes nicht final beantwortet werden. Aus diesen Gründen wurde die konventionelle Überdachungslösung gewählt. Die tatsächliche Ressourceneinsparungen und die Auswirkungen auf die CO₂-Bilanz bei dieser Bauweise können ebenfalls aufgrund fehlender Daten nicht ermittelt werden.

7.2.2 Hinweise und Empfehlung hinsichtlich der Verordnung

Bezogen auf die Verordnung des Umweltministeriums zu den Pflichten zur Installation von Photovoltaikanlagen auf Dach- und Parkplatzflächen (Photovoltaik-Pflicht-Verordnung – PVPf-VO) vom 11. Oktober 2021 wollen wir im Zuge dieses Forschungsprojektes einige Hinweise aus der Praxis liefern.

§ 2 Abs. 4: Es geht nicht klar hervor, ob zu den Kosten der Photovoltaikanlage die gesamte Carportkonstruktion gehört, oder nur die direkte Unterkonstruktion der PV-Module. Dies sollte in Kombination mit § 7 Wirtschaftliche Unzumutbarkeit richtiggestellt bzw. klar definiert werden.

Darüber hinaus ist nicht klar definiert, ob Folgekosten wie beispielsweise ein Anlagenzertifikat (siehe Kapitel 5) als „sonstige Systemkosten“ zu den Kosten der Photovoltaikanlage zählen, auch wenn die Photovoltaikanlage auf dem Carport nur bedingt

betroffen ist. Wie bereits beschrieben, müssen alle an diesem Netzanschlusspunkt befindlichen Anlagen nach der aktuell gültigen VDE – Norm zertifiziert werden.

Außerdem wird in der Verordnung nicht genau definiert, wann eine Parkplatzfläche als versiegelt gilt. Diese Definition wäre vor allem für Schotterparkplätze oder Plätzen aus anderem natürlichen (durchlässigen) Material sinnvoll.

Leider wird in der Verordnung nicht auf die Wirtschaftlichkeit vorhandener PV-Anlagen eingegangen. Ein Beispiel hierzu:

Häufig sieht man Unternehmen z.B. Supermärkte mit großen Photovoltaikanlagen auf deren Dachflächen. Die Dimensionen der PV-Anlagen sind meist auf den Strombedarf des Unternehmens angepasst. Die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage hängt seit dem Wegfall der EEG-Vergütung vollständig von den eingesparten Stromkosten, also der Eigenverbrauchsquote, ab. Ist dieses Unternehmen nun verpflichtet eine weitere PV-Anlage an diesem Standort zu errichten, so ist die gesamte Wirtschaftlichkeit der Bestandsanlage nicht mehr gegeben. In der Verordnung sollten daher bestehende PV-Anlagen am selben Netzverknüpfungspunkt berücksichtigt werden und die Pflicht ggf. vom Strombedarf des Unternehmens der vergangenen Jahre abhängig gemacht werden. Eine reine Betrachtung der Anschaffungskosten der PV-Anlage im Verhältnis zu den Baukosten des Parkplatzes halten wir für falsch.

Unter den ökologischen Zielsetzungen soll das Gesetz den Ausbau von Photovoltaikanlagen im Kampf gegen den Klimawandel fördern, um die THG-Emissionen zu senken. Hierzu ist es richtig, bereits versiegelte Flächen zu bevorzugen, bevor Freiflächenanlagen auf Grünflächen und Wiesen gebaut werden. Es sollte jedoch geprüft werden, ob es wirklich notwendig ist, ausnahmslos eine nach deutschen Auflagen rechtskonforme Parkplatzüberdachung mit großem Ressourcenrucksack aufzubauen, um dort eine PV-Anlage zu installieren. Die aktuell kostengünstigsten Carportkonstruktionen bestehen u.a. aus den Materialien Stahl und Beton, welche eine schlechte THG-Bilanz aufweisen (hier über 106 Tonnen CO₂-äquivalente). Unser Lösungsvorschlag hierfür wäre über eine Art „Ausgleichsfläche“ diese Versiegelung von Parkraum zu kompensieren. Ein Unternehmen könnte so weiterhin beim Bau eines Parkplatzes bzw. jeder Form von neu versiegelter Bodenfläche verpflichtet sein, eine PV-Anlage zu errichten. Diese kann aber auf vorhandene umliegende Infrastrukturen z.B. Gebäudedächer oder sogar auf Dächern an anderen Standorten des Unternehmens errichtet werden. Man könnte dann auf die teure und unter ökologischen Gesichtspunkten

weniger sinnvolle Dachkonstruktion verzichten. Zusätzlich werden die Bauämter entlastet. Vertraglich sollte hierfür auch die Verwendung von Power Purchase Agreements (PPA – Verträge) geprüft werden. Außerdem könnten durch die Nutzung der „Ausgleichsflächen“ die Wirtschaftlichkeit von Bestandsanlagen sichergestellt werden.

8. Fazit

Wir sind davon überzeugt, dass der Ausbau der Erneuerbaren Energien zum Kampf gegen die Klimakatastrophe wichtig ist. Günstige Energie bei einer Verringerung von Abhängigkeiten und das bei einem steigenden Strombedarf durch den Ausbau der Elektromobilität und die Zunahme elektrifizierter Wärmegewinnung in Deutschland sind dabei nur einige Vorteile der Erneuerbaren Energien. Ein Solarcarport verkörpert dabei die ideale Sektorenkopplung von Energieerzeugung und Mobilität bei einer vorbildlichen Nutzung versiegelter Flächen.

Dennoch sollte das Gesetz hinsichtlich der Definitionen und der Wirtschaftlichkeit von Bestandsanlagen überarbeitet werden. Eine Förderung ressourcenschonender Überdachungslösungen oder eine Ausnahmeregelung mittels „Ausgleichsflächen“ wäre aus ökologischer und ökonomischer Sicht sinnvoll.

Ebenfalls wird seitens der Max Wild GmbH eine Überarbeitung der VDE 4110 für Bestandsanlagen dringend empfohlen.