



LEITFADEN

STROMSPEICHER FÜR SOLARE EIGENVERSORGUNG UND ELEKTRO-TANKSTELLEN

Der Ratgeber für Wirtschaftlichkeit, Technik,
Anbieter und Produkte

In Kooperation mit  **DGS**
Franken

denersol
solutions for energy systems

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

was sind Energiespeicher denn nun? Die Achillesferse der Energiewende, wie einige meinungsmachende Medien seit Jahren kolportieren¹? Nur eine Flexibilitätsoption von vielen, wie das Bundeswirtschaftsministerium seit ein paar Jahren propagiert²? Oder „strategisches Schlüsselement zur Generalisierbarkeit eines Energieträgers“, wie der Träger des alternativen Nobelpreises Herrmann Scheer bereits im Jahre 2006 postulierte³?

Vielleicht liegt die Wahrheit – wie so oft – zwischen all den Meinungen und den sicher häufig auch interessengeleiteten Positionen. Fest steht jedenfalls: So weit die Meinungen über Energiespeicher auch auseinandergehen, die technologische Bandbreite und Anwendungsvielfalt steht dem in nichts nach. Der Bedarf nach passgenauen und kostengünstigen Energiespeichern steigt, und wir stehen hier erst am Anfang einer unaufhaltsamen Entwicklung. Sei es wegen Klimaschutz-Verpflichtungen, Ausbau der erneuerbaren Energien oder bedingt durch die Transformation des Verkehrssektors.



Dietmar Geckeler,
*Inhaber und
Geschäftsführer
denersol*

Gleichzeitig fließen nach großen Ankündigungen der Automobilhersteller Investitionen im Milliardenbereich in die Verbesserung heutiger und die Entwicklung neuer Technologien im Bereich der Akkumulatoren und Batterietechnik. Dies hat bereits zur Halbierung der Preise für stationäre Batteriespeicher in den letzten vier Jahren beigetragen und zur Installation von mehr als 200.000 Solar Heimspeichern alleine in Deutschland geführt⁴.

Die Anwendungsmöglichkeiten und daraus resultierende Geschäfts- und Erlösmodelle sind deshalb ein Schwerpunkt im vorliegenden Leitfaden. Der Fokus unserer Analyse sind dabei die Anbieter von Komplett-Lösungen. Diese unterscheiden sich oftmals gerade nicht in der verwendeten Batterietechnologie, sondern vor allem durch die Leistungselektronik und die (oft proprietäre) Steuerungstechnik. Und die machen aus Anwender- und Systemsicht in vielen Fällen den Unterschied.

¹ <https://www.welt.de/sonderthemen/energiewende/article169169919/Auf-der-Spielwiese-wird-es-langsam-ernst.html>

² <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2018/01/Meldung/direkt-erklart.html>

³ <http://www.hermannscheer.de/de/index.php/pressemitteilungen-2006-archivmenupressemitteilu-90/416-energiespeicher-ebnen-den-weg-zur-energieautonomie>

⁴ <https://www.solarwirtschaft.de/2020/06/10/200-000-solarstromspeicher-installiert>, abgerufen am 22.11.2020

INHALT

Vorwort	4
1 Hintergrund	5
1.1. Motivation und Ziele	5
1.2. Aufbau und Struktur	6
1.3. Methodik	7
1.4. Unabhängigkeit	8
2 Stromspeicher für solare Eigenversorgung und Elektromobilität	11
2.1 Hintergrund: Mobile und stationäre Speicher	11
2.2 Marktentwicklung Batteriespeicher	21
2.3 Marktentwicklung Solar Photovoltaik	24
2.4 Elektro-Mobilität und Ladeinfrastruktur	26
2.5 Strompreis- und Netzentgeltentwicklung	37
3 Anwendungs- und Einsatzfelder	43
4 Öffentliche Förderung und regulatorischer Rahmen	44
4.1 Förderprogramme	44
4.1.1 Batteriespeicher	44
4.2 Rechtliche Rahmenbedingungen	49
4.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen für die Errichtung und Betrieb von Ladesäulen	49
4.2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen für Batteriespeichersysteme	54
4.2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen für Solar Photovoltaik	57
5 Auslegung und Dimensionierung	58
6 Erlösquellen und Wirtschaftlichkeit	59
7 Anbieter und Lösungen	63
7.1 Unternehmen allgemein, Strategie und Vertrieb	63
7.1.1 Aktive Zeit im Geschäftsfeld Batteriespeicher	63
7.1.2 Art des Unternehmens	63
7.1.3 Anzahl der Mitarbeiter	64
7.1.4 Anzahl der Mitarbeiter im Geschäftsbereich Batteriespeicher	64
7.1.5 Wertschöpfungsstufen im Geschäftsfeld Batteriespeicher	65
7.1.6 Technologische Kern-Kompetenz	65
7.1.7 ISO 9001 Zertifikat	66
7.2 Leistungen	66
7.2.1 Aktive Unterstützung	66
7.2.2 Ansprechpartner im Fehlerfall	67
7.2.3 „Service-Hotline“ Service	67

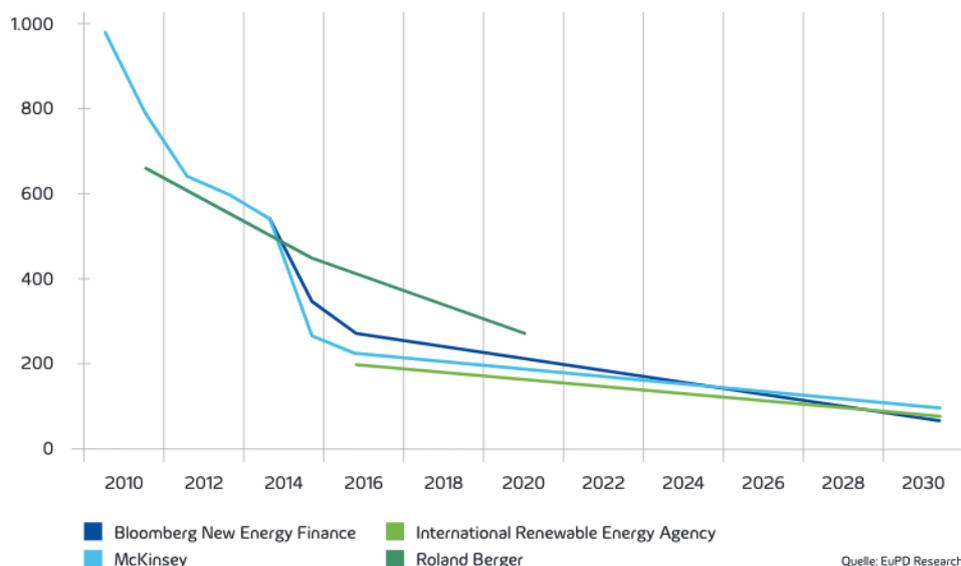
7.2.4	Servicevertrag.....	68
7.2.5	Reaktionszeiten im Fehlerfall	68
7.3	Produktmerkmale der Systeme für E-Mobilität.....	69
7.3.1	„Kaskadierbarkeit“ der Produkte - Grenzen	69
7.3.2	Ladepunkte bzw.die Ladestation (=Power Dispenser) für E-Fahrzeuge	69
7.3.3	Aufladen der Batterie.....	70
7.3.4	Systeme Notstromfähig und Notstrom-Betriebsoptionen	70
7.4	Merkmale der eingesetzten Batteriemodule.....	71
7.4.1	Produktgarantie.....	71
7.4.2	Zertifikate für Batteriespeicher-Komplettsystem	71
7.4.3	Leistungsgarantie und Lebensdauer	72
7.4.4	Zyklen-Lebensdauer	72
7.4.5	Hersteller der Batterie-Zellen	73
7.4.6	Nachrüstung von Batteriemodulen.....	73
7.5	Merkmale der Energiemanagementsystems (EMS).....	74
7.5.1	Mögliche Betriebsmodi	74
7.5.2	„Stacken“ von Anwendungsfällen - Optionen	74
7.5.3	Wetterprognosebasierte Steuerung des Systems.....	75
7.5.4	User interfaces.....	75
7.5.5	Schnittstellen des EMS.....	76
7.5.6	Ansteuerung der Systeme von Aussen.....	76
8	Referenzprojekte und ausgewählte „best practice“- Beispiele.....	77
8.1	Schnellladung von E-Fahrzeugen an Supermarkt durch Spitzenlastkappung, Vermeidung von Netzausbau	77
8.2	Stromspeicher im MW-Bereich zur Spitzenlastkappung und Versorgung eines Schnellladeparks	88
8.3	“Multi-Use” im Gewerbe: Vermeidung von Netzausbau, Spitzenlastreduktion, Eigenversorgungsoptimierung und Ladung E-Fahrzeugeflotte.....	98
8.4	Inselbetriebsfähiges 80 kW-DC-Schnellladen und PV-Eigenversorgungsoptimierung ohne Netzausbau für Gewerbebetrieb.....	102
8.5	Inselbetriebsfähiges Energiemodell eines Einfamilienhauses mit PV-Anlage, Elektro-Tankstelle und Ziel maximaler Autarkie.....	108
9	Unternehmensprofile	114
10	Fazit und Zusammenfassung	141
	Autor	142
	Anbieterverzeichnis	144
	Abbildungsverzeichnis	145
	Impressum.....	148

2.2 Marktentwicklung Batteriespeicher

Das Erreichen des Klimapolitischen Ziel Deutschlands, besagt eine dezentrale Erzeugungsstruktur, die auf den stark fluktuierenden erneuerbaren Energien basiert. Eine Netzstabilität mit diesen Bedingungen ist komplex. Folglich gilt der Ausbau an Erneuerbare Energien als einer der Treiber um einen höheren Bedarf an Speicherkapazität. Der zweite globaler Treiber ist die E-Mobilität, denn es ist voraussehbar, dass bald Millionen Elektrofahrzeugen mit Batterien zum Ausstatten sind (1).

Jahr zu Jahr steigt die Stromspeicherproduktion bedeutsam. Gegenüber 2018 ist diese im 2019 um 34% gestiegen. Heute beträgt die vorhandene kumulierte Speicherkapazität 10GWh. Im Jahr 2030 ist diese auf 198GWh erwartet zu wachsen. Im letzten Jahrzehnt ist der Preis von Li-Ion Batterien, 80% günstiger geworden (2). Produktionskosten von Li-basierte Stromspeicher sind, aufgrund Lernkurveneffekten in der Materialwissenschaft, der Verbesserung der Effizienz und Energiedichte der Batterien, prognostiziert zu fallen. Somit werden gleichzeitig Gesamtkosten signifikant sinken. Abbildung 1 zeigt die erwartete Kostendegression (US\$/kWh) für Li-Ion Batterien am Weltmarkt. (1)

Abbildung 1: Kostendegression (US\$/kWh) für Li-Ion Batterien am Weltmarkt (3)



Es gibt in Deutschland 500.000 Stromintensive Unternehmen, die in Gewerbebatteriespeicher zur Netzentgeltoptimierung interessiert sind. Weitere 2 Mio. Betriebe, würden Gewerbespeicher in anderen Einsatzfelder brauchen, wie Notstromversorgung oder Eigenverbrauchsoptimierung (2).

Gegenüber Batterie-, chemischen und thermischen Speichern, haben Pumpspeicher so gut wie kein Wachstum in den letzten 3 Jahren erfolgt. Die Umsatzerlöse der Energiespeicherbranche in DE sind stets gewachsen und werden weiter steigen, doch der Pumpspeicher Anteil stagniert seit 2016, wie in Abbildung 2 zu sehen ist (4).

4 Öffentliche Förderung und regulatorischer Rahmen

4.1 Förderprogramme

4.1.1 Batteriespeicher

Neben der Bundesregierung haben auch viele Bundesländer erkannt, dass Stromspeicher auf Basis von Batterien eine zentrale Rolle bei der Transformation des Energiesystems spielen. Deshalb gibt es sowohl auf Bundes- als auch Landesebene interessante Förderprogramme zur Unterstützung der Markteinführung. Die Wichtigsten davon sind in nachfolgender Tabelle aufgelistet:

Abbildung 20: Übersicht wichtiger Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene

Name Förderprogramm	Anwendungsgebiet	Bundesland	Was wird gefördert?	Reines Speicher-Förderprogramm	Art der Förderung	Laufzeit Förderprogramm
Erneuerbare Energien – Speicher (KfW Nr. 275)	Bundesweit (Deutschland)	Alle	Batteriespeichersysteme mit PV-Anlagen bis 30 kWp	Ja*	Kredit mit Tilgungszuschus	Ende 2018
Energieeffizient Bauen (KfW Nr. 153) - KfW 40 plus	Bundesweit (Deutschland)	Alle	u.a. Stromspeichersystem zur Erfüllung KfW 40 plus	Nein**	Kredit mit Tilgungszuschus	Befristung nicht bekannt
10.000-Häuser-Programm Bayern, Programmteil PV-Speicher-Programm	Landesprogramm	Bayern	Stromspeicher in Verbindung mit Errichtung einer Solar PV-Anlage (bis 30 kWp)	Ja*	Zuschuss	offiziell 31. Juli 2022. EnergieSystemHaus ist am 27.01.20 abgelaufen. Die Beantragung eines Zuschusses für eine Ladestation für Elektrofahrzeuge über das PV-Speicher-Programm ist ab sofort (04.11.2020) nicht mehr möglich.
Solar-Speicher-Programm	Landesprogramm	Rheinland-Pfalz	Stromspeicher in Verbindung mit Errichtung einer Solar PV-Anlage	Ja*	Zuschuss	Auf 5 Mio. € Fördersumme begrenzt. Stand 23.11. sind 3.994 Anträge eingegangen, davon wurden 2.488 bearbeitet.
progres.nrw Markenführung 2020 - Breitenprogramm	Landesprogramm	Nordrhein-Westfalen	u.a. Batteriespeicher mit neuer PV-Anlage	Nein**	Zuschuss	Anträge (voraussichtlich) wieder ab 04.02.2020 möglich. Laufzeit bis 30. Juni 2021
Stromspeicher-Richtlinie Berlin	Landesprogramm	Berlin	Stromspeicher in Verbindung mit Errichtung einer Solar PV-Anlage	Ja*	Zuschuss	Max. 3 Mio. € bis Ende 2021
Solar Invest - Förderung des Eigenstromverbrauchs	Landesprogramm	Thüringen	u.a. Energiespeicher	Nein**	Zuschuss	bis zum 10.11.2020
Richtlinie Speicherförderung	Landesprogramm	Sachsen-Anhalt	Stromspeicher in Verbindung mit Errichtung einer Solar PV-Anlage (30 / 100 kWp)	Ja*	Zuschuss	Förderbudget für die Jahre 2020 und 2021 ist ausgeschöpft.
Stromspeicher mit/ohne Ladestation (RL Speicher)	Landesprogramm	Sachsen	Stromspeicher, einschließlich Quartierspeicher mit/ohne Ladestation	Ja*	Zuschuss	Antragsstopp ab 23.09.2020
Photovoltaik-Batteriespeicher in Verbindung mit dem Neubau oder der Erweiterung einer bestehenden PV-Anlage	Landesprogramm	Niedersachsen	Stromspeicher in Verbindung mit Errichtung einer Solar PV-Anlage mit einer Leistung von mindestens 4 kWp	Ja*	Zuschuss	75 Mio € Fördervolumen, Antragsstellung bis spätestens bis 30.9.2022
RENplus 2014 - 2020	Landesprogramm	Brandenburg	u.a. Speichersysteme, Energieberatungen, Energiekonzepte	Nein**	Zuschuss	bis Ende 2020, aber bis spätestens 14.08.2020 die Anträge mit vollständigen und prüffähigen Unterlagen in der ILB vorliegen.

* Gefördert wird tatsächlich nur der Batteriespeicher, aber meist in Verbindung mit Errichtung einer neuen Solar PV-Anlage

** Gefördert wird neben einem Batteriespeicher auch Energieeffizienzmaßnahmen oder andere Technologiebausteine

Die Programme, die bis Ende 2020 befristet, bzw. im Laufe des Jahres 2020 bereits ausgelaufen sind, wurden farblich grau hervorgehoben, da hier aktuell keine Antragsstellung mehr möglich ist. Alle anderen Programme haben entweder keine Befristung oder laufen noch bis Ende 2020, 2021 oder 2022.



Zahlreiche Förderprogramme mit Laufzeiten 2020/2021/2022 vorhanden. Jedes Programm hat Eigenheiten, viele sind aber an KfW 275 angelehnt.



Einige Förderprogramme, die zunächst bis Ende des Jahres befristet waren, werden auch 2021 weitergeführt.

8 Referenzprojekte und ausgewählte „best practice“-Beispiele

8.1 Schnellladung von E-Fahrzeugen an Supermarkt durch Spitzenlastkappung, Vermeidung von Netzausbau

Ein Erfahrungsbericht der Smart Power GmbH

Der folgende Erfahrungsbericht gibt einen interessanten Einblick in konkrete Betriebserfahrungen bei der Integration von Speichersystemen im Zusammenhang mit Elektromobilität bzw. Schnellladung an einem Berliner Supermarkt.

Über die Smart Power GmbH

Die Smart Power GmbH wurde im Jahr 2014 als Startup gegründet und beschäftigt sich mittlerweile als mittelständisches Unternehmen mit der Integration von individuellen Speichersystemen in Gewerbe, Industrie und insbesondere auch bei Stadtwerken und Energieversorgern. Das Leistungsspektrum der Firma reicht dabei von der Konzeptionierung und Planung bis zur kompletten schlüsselfertigen Erstellung und Netzeinbindung der Speichersysteme. Betrieb und Wartung werden optional angeboten.

Im Zusammenhang mit der Elektromobilität sind die derzeit üblichen Projektgrößen meist im Bereich einiger hundert kWh, wie auch im folgenden Referenzprojekt beschrieben.

Referenzprojekt in einem Berliner Supermarkt

– Hauptanwendung zunächst Peak-Shaving

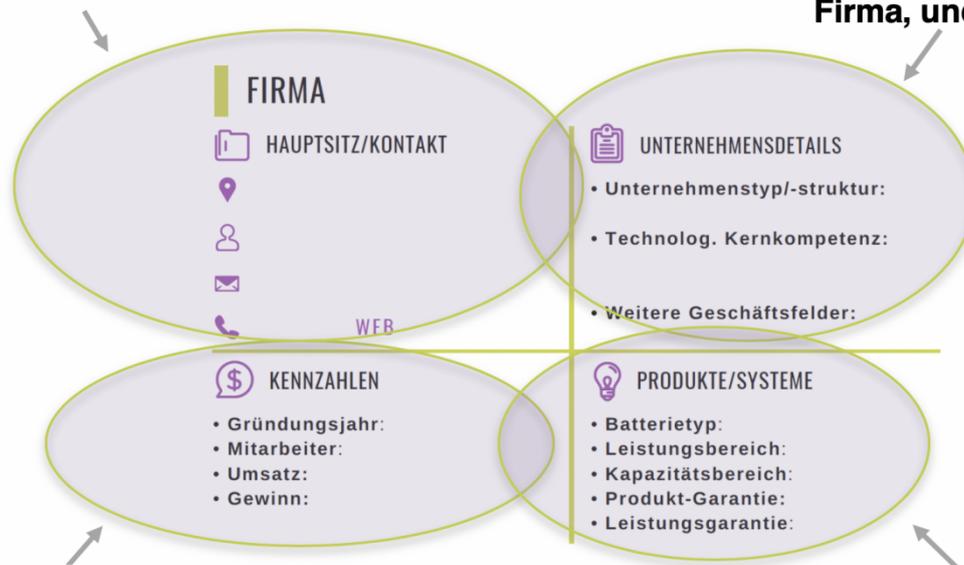
Im hier beschriebenen Best-Practice-Beispiel handelt es sich um ein Projekt aus dem Jahr 2017, das in einem Berliner Supermarkt installiert wurde. Das Speichersystem wurde in einem kundenspezifischen Container untergebracht (*Abbildung 37*) und weist eine Leistung von 100 kVA bei einem nutzbaren Energieinhalt von 250 kWh auf.

9 Unternehmensprofile

- Nachfolgend sind die **13 analysierten Unternehmen** jeweils im **Profil** dargestellt.
- Für jedes Unternehmensprofil wird eine Seite verwendet.
- Die Firmenprofile sind wie folgt aufgebaut:

Adresse und Kontaktdaten

Diversifizierung?, Art der Firma, und Kernkompetenz:



Kennzahlen (unter Angabe der Quelle)

Produktportfolio, Garantien

Anmerkungen:

- Verwendete **Quellen für die Kennzahlen:**
 - a) Veröffentlichung auf Webseite des jeweiligen Unternehmens.
 - b) Veröffentlichung auf Unternehmensregister, abgerufen im September 2020 (<https://www.unternehmensregister.de>).
 - c) Eigene Angabe des jeweiligen Unternehmens (Als direkte Antwort auf unseren Fragebogen oder sonstige Veröffentlichung des Unternehmens).
 - d) Veröffentlichung auf www.wikipedia.de.
→ Das Kürzel „n.b.“ (=nicht bekannt) steht dafür, dass uns keine gesicherten Informationen vorlagen.
- Neben der Angabe der verwendeten Quelle ist für die Kennzahl (sofern verfügbar) auch das **Referenzjahr** angegeben, auf welches diese sich **bezieht**.
- Neben dem Unternehmensprofil ist auf einer 2. Seite noch zwei **Referenzprojekte steckbriefartig** beschrieben sowie ein **Link zu weiteren Referenzen** des Unternehmens beigefügt. Soweit diese öffentlich verfügbar waren oder vom Unternehmen zur Verfügung gestellt wurden.

Ads-tec Energy GmbH



HAUPTSITZ / KONTAKT

ads-tec Energy GmbH
Heinrich-Hertz-Str. 1
D-72622 Nürtingen

Rudolf Gerschek
Vertrieb / Sales
Energy Storage
R.Gerschek@ads-tec.de

UNTERNEHMENSDETAILS

- **Unternehmenstyp/-struktur:** KMU
- **Technolog. Kompetenz:**
Batterieentwicklung und -technik
Fertigung von Battery packs // EMS
- **Weitere Geschäftsfelder:** Industrial
IT

KENNZAHLEN

- **Gründungsjahr:** 1985
- **Mitarbeiter:** 250
- **Umsatz:** 50- 100 Mio. € (c) *
- **Gewinn:** -0,2 Mio. € (2017, b)*

*Daten aus ads-tec Holding GmbH

PRODUKTE/SYSTEME

- **Batterietyp:** Lithium-Ionen
- **Leistungsbereich:** 18 – 1800 kW
standalone und multiple
- **Kapazitätsbereich:** 18,6 – 2400 kWh
standalone und multiple
- **System-Garantie:** 2 Jahre
- **Batterieggarantie:** 10 Jahre
- **Leistungsgarantie:** 6 – 10 Jahre

PRODUKTE:

StoraXe® PowerBooster:



StoraXe® HPC Booster / HPC Dispenser:



Quelle: <https://www.ads-tec.de/energy-storage/industrial-infrastructure.html>

Referenzprojekte:

Projektname	PowerBooster für Ladeinfrastruktur
Standort	Stuttgart, Deutschland
Primärer Anwendungsfall	Leistungsbereitstellung & Lastspitzenkappung im leistungsbegrenzten Verteilnetz
Inbetriebnahmejahr	2018
Zeitraum von Planung bis Inbetriebnahme	von 07/2017 bis 10/2018
Speichertechnologie	Li-Ion (NMC)
(Geplante) elektrische Nennleistung	100 kW
Speicherkapazität	244 kWh

Projektname	Batteriegepufferter High Power Charger
Standort	Nürtingen, Deutschland
Primärer Anwendungsfall	Powerboosting / Spitzenlastkappung und Vermeidung Netzausbau
Inbetriebnahmejahr	2019
Zeitraum von Planung bis Inbetriebnahme	von 06/2019 bis 10/2019
Speichertechnologie	Li-Ion (NMC)
(Geplante) elektrische Nennleistung	320 kW
Speicherkapazität	244 kWh

Weitere Referenzen:

<https://www.ads-tec.de/unternehmen/news/energy-storage.html>

Autor

denersol

Spezialist für innovative Geschäftsmodelle in der Energiewirtschaft.

Experte für dezentrale Energielösungen und –konzepte basierend auf erneuerbaren Energien. Schwerpunkte Photovoltaik, (stationäre) Energiespeicher und Ladeinfrastruktur für Elektromobilität

Dietmar Gecker

Inhaber und Geschäftsführer denersol



Ausbildung

- Dipl.-Ing. (FH) Verfahrens- und Umwelttechnik, Hochschule Heilbronn
- Certified Product Manager (MSC), Projektentwickler für Energiegenossenschaften (Energiewende jetzt!)

Vorherige Positionen (Auswahl):

- Siliken S.A., Valencia (Spanien): Senior Project Manager Wasserstoff, Brennstoffzellen und stationäre Energiespeicher
- Heliocentris Energiesysteme GmbH, Berlin: Product & Business Development Manager für stationäre Energiemanagementsysteme
- SiG Solar GmbH, Stuhr: Leiter Business Unit Neue Energiesysteme

KONTAKT

Dietmar Geckeler

Tel. +49 (0)30 520 04 34 40

Fax +49 (0)30 520 04 34 41

info@denersol.com

ADRESSE

Rudower Chaussee 17
D-12489 Berlin

www.denersol.com

Anbieterverzeichnis

Ads-tec Energy GmbH.....	115
Alfen SE	117
Beck Automation GmbH	119
Enercon GmbH.....	121
Fenecon GmbH	123
Intilion GmbH	125
IRIS Energy GmbH.....	127
Pfenning Elektroanlagen GmbH	129
SMA Solar Technology AG	131
Smart Power GmbH & Co. KG	133
TESVOLT GmbH.....	135
VARTA Storage GmbH	137
XelectriX POWER GmbH	139

Impressum

Herausgeber

Denersol

Dietmar Geckeler

Rudower Chaussee 17

D-12489 Berlin

Fon: +49 (0)30 520 04 34 40

Fax: +49 (0)30 520 04 34 41

info@denersol.com

www.denersol.com

USt-IdNr: DE274682307

V.i.S.d.P.

Dietmar Geckeler

Autoren

Dietmar Geckeler

Carla Payá Alemany

Co-Autor

Hans Urban

Projektleitung

Dietmar Geckeler

Korrektorat

Pier 3 Marketing GmbH

Gestaltung

Carla Payá Alemany

Pier 3 Marketing GmbH

Redaktionsschluss

22.11.2020

Bildnachweise

Adobe Stock, Shutterstock

Haftungshinweis:

Dieser Leitfaden ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, Veränderung und jede sonstige Art der Verwendung des Leitfadens oder von Teilen außerhalb des rein privaten Bereichs ist ohne vorherige Zustimmung von denersol untersagt.

Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Kopien, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeisung in elektronische Systeme.

Der Leitfaden wurde mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt.

Da Fehler jedoch nie auszuschließen sind, und die Inhalte Änderungen unterliegen können, weisen wir auf Folgendes hin: denersol übernimmt keine Gewähr für Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der in diesem Leitfaden bereitgestellten Informationen.

Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen, oder durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen unmittelbar verursacht werden, ist eine Haftung von denersol ausgeschlossen, sofern nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässigeres Verschulden zur Last gelegt werden kann.

© denersol, Dietmar Geckeler

Dietmar Geckeler
Rudower Chaussee 17 | 12489 Berlin

+49 (0)30 520 04 34 40
info@denersol.com

www.denersol.de

In Kooperation mit



denersol
solutions for energy systems