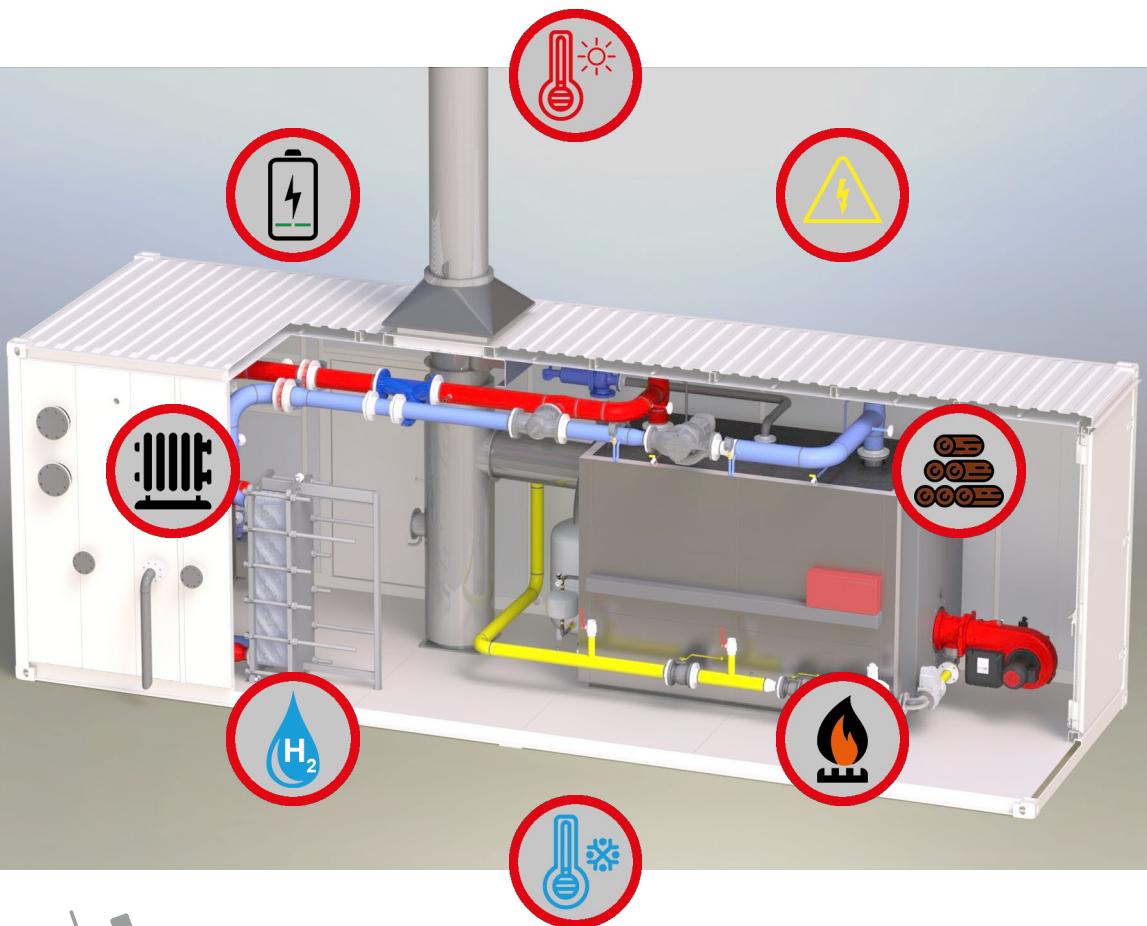


Markus Heigele, Lars Keller

Leitfaden für Mobile Energien

TECHNISCHE UND KAUFMÄNNISCHE LÖSUNGEN
FÜR EVENT, INDUSTRIE UND STAAT



Service-Hotline:
0800-12 24 100*

*Deutschlandweit ohne Gebühren telefonieren

Wir machen Kälte für Sie mobil.



Rentable Mietlösungen
für Kälte, Klima, Wärme
und Strom.



acr chiller rent GmbH
www.acr-rent.de



Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

Lars Keller, Markus Heigele

Leitfaden für Mobile Energien

1. Auflage 2023

ISBN: 978-3-96143-112-0 (Print)

ISBN: 978-3-96143-113-7 (E-Book)

© 2023 ITM InnoTech Medien GmbH

Lechfeldstraße 13, 86507 Kleinaitingen

Telefon: +49 8203 950 18 45

Internet: www.innotech-medien.de, www.recknagel-online.de

Lektorat: Kirstin Sommer

Satz und Gestaltung: e-Mediateam Michael Franke, Bottrop

Druck: Druckhaus Götz GmbH, Ludwigsburg

Titelbild: Alois Müller GmbH, Gutenbergstraße 12, 87781 Ungerhausen, www.alois-mueller.com

Printed in Germany

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen die Autoren, die Herausgeber und der Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Lars Keller und Markus Heigele

Leitfaden für Mobile Energien

Vorwort

Jede Zeit hat ihre Herausforderungen. Nach vielen Jahren der entspannten Energieversorgung ist nun richtig „Druck auf dem Kessel“. Mit dem Krieg in der Ukraine ist das Thema „Energieversorgung Standort Deutschland“ tägliches Gespräch auf allen Kanälen. Die langjährig bewährte Lösung, Strom und Erdgas bzw. Heizöl günstig einzukaufen, und deren jederzeitige Verfügbarkeit wackeln mächtig.

Die oft gestellte Frage, wann sich eine neue Anlage amortisiert, ist nun nicht mehr die einzige Frage, die es zu beantworten gilt. Was ist Ihnen Versorgungssicherheit wert? Schreiben Sie doch mal für sich selbst einen Euro-Betrag hinter diese Frage. Auf einmal sind Unternehmen offen für eine breitere Diskussion und lassen auch weiche Faktoren in die Entscheidungsfindung einfließen.

Die Randbedingungen für eine stabile und bezahlbare Energieversorgung ändern sich schnell. Parallel wird der politische Druck auch noch in Richtung CO₂-Neutralität erhöht und eine Transformation der bestehenden Areal-Versorgung ist für viele Unternehmen, aber auch Fernwärmeversorger, unausweichlich.

Was tun?

Ändert sich das Umfeld schnell, so sollte man auch sich selbst bzw. sein Unternehmen diesen Veränderungen schnell anpassen können. Das bedeutet aus unserer Sicht, Resilienz im Bereich Energie aufzubauen. Doch diese Transformation eines kompletten Unternehmens, eines Gebäudereals oder eines Fernwärmenetzes benötigt Zeit. Zeit für ein Transformationskonzept, Zeit für die Planung, Zeit für die Ausschreibung, Zeit für die Umsetzung samt Lieferzeiten für entsprechende Komponenten und Anlagenteile.

Eine mobile Anlage kann hier Abhilfe schaffen, oder ein kleines Puzzle aus mehreren, verschiedenen mobilen Anlagen, sprich ein modularer Aufbau aus mobilen Einzelmodulen.

Schnelle Verfügbarkeit, Versorgungssicherheit, „Kauf von Zeit“ zur Transformation, rasche Substitution von fossilen Energieträgern gepaart mit kaufmännischen Varianten – auf den Punkt gebracht heißt dies: Die eigene Energieversorgung zentralisieren und flexibilisieren.

Hands on! Gehen wir es gemeinsam an.

Mai 2023

Lars Keller

Markus Heigele

Autoren



Dipl.-Ing. (FH)
Markus Heigle

Nach meiner Lehre als Gas- und Wasserinstallateur habe ich Versorgungstechnik an der Fachhochschule in München studiert und danach eine Weiterbildung zum Gebäudeenergieberater absolviert. Im Anschluss daran war ich mehrere Jahre in einem TGA-Ingenieurbüro planerisch tätig mit Schwerpunkt auf Krankenhaustechnik und Pharmaindustrie. Ich war über zwölf Jahre als Vertriebs- und Projektierungsingenieur für renommierte deutsche Hersteller in der Heizungsbranche unterwegs und bin seit kurzem als Key-Account-Manager bei einem mittelständischen Anlagenbauer beschäftigt. Ich verstehe mich als Sparringspartner rund ums Thema Energie. Mir macht es Spaß, Dinge im Team umzusetzen und permanent Neues kennenzulernen.



Dipl.-Ing. (FH)
Lars Keller

Nach meinem Fachabitur in Wirtschaft und Recht habe ich eine Lehre als Zentralheizungs- und Lüftungsbauer abgeschlossen. Nach einiger Praxiserfahrung auf dem Bau schlug ich den Weg zum Studium der Versorgungstechnik an der Fachhochschule in München ein. Das zweite Praxissemester sowie einen Gastaufenthalt an der Universität von Bologna verbrachte ich dabei in Italien. Das Studium in München habe ich mit der Diplomarbeit in Lüftungs- und Klimatechnik mit Note 1 abgeschlossen. Rund 20 Jahre lang sammelte ich beruflich im technischen Vertrieb und in der Projektierung von Kälte- und Klimaanlage, Großkältezentralen und mobilen Energielösungen bei einem der größten Hersteller der HVAC-Branche Erfahrung. Mit diesem tiefen, fachlichen Hintergrund als Basis

publiziere ich seit 2004 Fachbücher in der Recknagel Edition. Durch die lange Präsenz in der Klima- und Kältebranche kann ich auf ein großes Netzwerk zugreifen und werde gerne als Gastautor in diversen Fachzeitschriften oder als Redner auf Fachsymposien gebucht. Jedes Jahr investiere ich einen vier- bis fünfstelligen Betrag in meine Weiterbildung im Bereich Persönlichkeitsentwicklung, Finanzwesen, Verkaufs-Skills und Fachwissen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
I. Grundlagen	11
1 Elektrische Grundlagen	12
1.1 Struktur und Aufbau der elektrischen Energieversorgung in Deutschland	12
1.2 Elektrosicherheit	12
1.2.1 Wirkung von Körperströmen	14
1.2.2 Personenschutz gegen gefährliche Körperströme	16
1.3 Netzformen und Netzsysteme	18
1.3.1 TN-System	19
1.3.2 IT-System	23
1.3.3 Vor- und Nachteile der Netzformen [8]	23
1.4 Schutzeinrichtungen	25
1.4.1 Zulässige Schutzeinrichtungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag und Fehlbedienung	25
1.4.2 Sachwertschutz gegen Überströme	25
1.4.3 Schutzeinrichtungen	28
1.4.4 Schutzarten	31
1.5 Drehfeld	32
1.6 Gleich- und Wechselspannung und Leistung	34
1.6.1 Elektrische Leistung	35
1.6.2 Gleichspannung	36
1.6.3 Wechselspannung	36
1.6.4 Dreiphasen-Wechselstrom bzw. Drehstrom	37
1.7 Frequenz	38
1.8 Anlaufschaltungen	39
1.8.1 Direktstart	39
1.8.2 Teilwicklungsanlauf (part winding)	39
1.8.3 Stern-Dreieck-Schaltung (Y/ Δ)	40
1.8.4 Sanftanlaufgerät (Softstart)	42
1.8.5 Phasenanschnitt	44
1.8.6 Frequenzumrichter (FU)	44
1.9 Anlaufstrom	49
1.10 Erdung	50

2	Hydraulische Grundlagen	51
2.1	Eigenschaften von Wasser und sonstigen Wärmeträgern	51
2.2	Eigenschaften von Ölen	55
2.3	Wasserrechtliche Anforderungen bei Betrieb mit wasser- gefährdenden Stoffen	56
2.4	Druckverlustberechnung bei Fluiden	57
2.5	Pumpenkunde, Regelungsmöglichkeiten und hydraulische Einbindung	61
3	Thermodynamische Grundlagen	71
3.1	Begriffsdefinitionen	71
3.1.1	Lufttemperatur	71
3.1.2	Absolute und relative Feuchte der Luft	71
3.1.3	Luftdichte	73
3.1.4	Spezifische Wärmekapazität der Luft	73
3.1.5	Latente und sensible Wärme der Luft	73
3.1.6	Enthalpie der Luft	74
3.1.7	Luftdruck	74
3.2	Aufbau und Parameter im h-x-Diagramm	74
3.2.1	Aufbau des h-x-Diagramm	74
3.2.2	Behaglichkeitsfeld	75
3.3	Anwendung im h-x-Diagramm	77
3.3.1	Mischen von Luft	78
3.3.2	Erwärmen von Luft	79
3.3.3	Kühlen von Luft (mit und ohne Entfeuchten)	80
3.4	Luftführung	83
4	Kältetechnische Grundlagen	88
4.1	Aggregatzustandsänderungen	88
4.2	Kältekreislauf/log-p-h-Diagramm	90
4.3	Hauptkomponenten von Kaltwassersätzen/Wärmepumpen	97
4.4	Kältemittel	101
4.5	Effizienzzahlen und Berechnung der notwendigen elektrischen Leistung	102
5	Schalltechnische Grundlagen	104
5.1	Eigenschaften von Schall	105
5.2	Schalldämmung (Luftschall/Körperschall)	106
5.3	Schalldämpfung	107

II.	Brennstoffe	109
1	Lagergebundene Brennstoffe	112
1.1	Fossile Brennstoffe	112
1.1.1	Heizöl	113
1.1.2	Liquified Petroleum Gas (LPG) / Flüssiggas	115
1.2	Erneuerbare Energieträger	116
1.2.1	Holzpellets	117
1.2.2	Hackgut/Hackschnitzel	123
2	Leitungsgebundene Brennstoffe	128
2.1	Erdgas	128
2.2	Strom	131
3	Zusammenfassung/Matrix	136
III.	Anwendungstechnik	139
1	Erzeugung	140
1.1	Wärme	140
1.1.1	Niedertemperaturkessel	140
1.1.2	Brennwertkessel	144
1.1.3	Dampferzeuger	146
1.1.4	Holzpelletkessel	150
1.1.5	Hackgutkessel	153
1.1.6	Wärmepumpe	155
1.1.7	Elektro-Direktheizung	159
1.2	Kälte	162
1.2.1	Kompressionswasserkühlsätze	165
1.2.2	Rückkühler und freie Kühler/Airhandler	170
1.2.3	Tiefkälte (TK)	177
1.2.4	Kühlcontainer und -zellen	179
1.3	Strom	192
1.3.1	Stromaggregate	194
1.3.2	Blockheizkraftwerk	217
1.3.3	Brennstoffzelle	221
1.3.4	Kombinierte Photovoltaik-Systeme	221
2	Speichertechnologie	224
2.1	Heizwasserpufferspeicher/Kaltwasserpufferspeicher	224
2.2	Phasenwechelspeicher und sensible Speicher	226
2.3	Batteriespeicher	229



3	Verbindungstechnik	233
3.1	Hydraulik	233
3.2	Elektrik (Kabel)	236
3.3	Regelungstechnik (Schnittstellen Gebäudeleittechnik)	240
IV.	Kaufmännische Varianten	243
1	Kaufen	245
2	Mieten	246
3	Mietkauf	250
4	Leasing	251
5	Contracting	252
6	Zusammenfassung/Matrix	253
V.	Organisation und Projektablauf	255
1	Anforderungen definieren	257
2	Passenden Erzeuger fixieren	258
3	Check Aufstellort	259
4	Genehmigung, behördliche Vorgaben	262
5	Inbetriebnahme und Übergabe	264
6	Überwachung, Service, technisches Personal im Betrieb	265
VI.	Projektberichte	267
VII.	Anhang	277
1	Physikalische Grundlagen	278
1.1	Druck	278
1.2	Arbeit, Energie und Leistung	279
2	Umrechnungstabellen	281
3	Quellenverzeichnis	283
	Alphabetisches Firmenverzeichnis	289
	Inserentenverzeichnis	292