SCHMIDMEIER
NaturEnergie
Projektteam für nachhaltige Prozessenergie

CO_2-NEUTRALE PROZESS ENERGIE SCHLÜSSELFERTIG & HOCHLUKRATIV

inklusive Datensammlung und Praxiswissen Biomasse-Kesselanlagen

Wegweiser für Umdenker und Macher

2023 / 4. Auflage

ÜBER 160 MIO. KG CO_2 EINGESPART!

Für Eilige: das erwartet Sie bei uns

- Wir sind weder Kesselhersteller noch Ingenieurbüro, sondern echte Problemlöser.
- Wir würden unsere Arbeit auch nicht als reines Packaging bezeichnen: Bei uns sind Leistungen wie Fördermittelbeschaffung, Durchführung von Genehmigungsverfahren oder die Brennstoffversorgung Teil des Gesamtpaketes.
- Wir konzipieren Anlagen immer als funktionale Gesamtanlagen. Deswegen schlafen unsere Kunden ruhig.
- Wir suchen unsere Partner genau aus: Unser weitreichendes Netzwerk besteht aus den besten Playern, die der Weltmarkt zu bieten hat.
- Wir haben mit fast allen Partnern Rahmenverträge, häufig sehr langfristige Exklusivverträge, abgeschlossen.
- Wir lassen uns niemals auf technologische Experimente ein. Das haben wir nicht nötig. Die grundlegende Technik in unserem Portfolio ist seit über 100 Jahren bestens bewährt.
- Wir sind frei und manchmal ein bisschen wild.
- Wir haben viel mehr Herzblut als alle anderen.
- Wir sind stolz auf jeden einzelnen unserer Kunden – jeder für sich ein echter Umdenker und Macher.

Über sechs Jahre sind vergangen, seit der 3. Auflage unserer Unternehmensbroschüre. In dieser Zeit hat sich unendlich viel getan:

Die Dekarbonisierung der Prozesswärme ist vom Nischenmarkt zum Massenthema mit einer Dynamik geworden, die für Viele vor ein paar Jahren unvorstellbar erschien.

Der brutale Überfall Putins auf die Ukraine hat uns allen vor Augen geführt, wie leichtsinnig es war, sich diesen energiepolitischen Abhängigkeiten auszusetzen.

Wir haben 12 Jahre lang in jedem Vortrag, jedem Kundengespräch genau davor gewarnt – der Ernst der Lage wurde der Politik und vielen Industrieunternehmen jedoch erst 2022 bewusst.

Mit dem Marktumfeld haben auch wir uns verändert: vom vielbelächelten Außenseiter in der Prozesswärme mit einer knappen Hand voll Mitarbeitern haben wir uns zum Marktführer für CO_2-neutrale Prozesswärme aus Holz in Europa entwickelt.

Wir durften und dürfen CO_2-neutrale Prozesswärmeanlage in verschiedensten Branchen und Anwendungszwecken zum Einsatz bringen: von der Lebensmittelindustrie zur Kräutertrocknung, Saftherstellung oder Hefeveredelung über Projekte in der Baustoffindustrie oder der Textilreinigung zur Versorgung von Gartenbaubetrieben oder Pharmaunternehmen.

Und wir verbreitern unsere Basis weiter:
Inzwischen decken wir mit fast 50 Mitarbeitern auch Bereiche wie Power-to-Heat oder CO_2-Abscheidung aus dem Rauchgas ab, um unsere Kunden auch für zukünftige Herausforderungen und Anforderungen aufzustellen.

Unsere Mitarbeiteranzahl hat sich nahezu verzehnfacht, wir haben zusammen einen eigenen Schweißfachbetrieb für Hochdruckleitungen etabliert, ein Hauptstadtbüro in Berlin eröffnet und wir bauen derzeit an einer hochmodernen Firmenzentrale für unsere Mitarbeiter an unserem Hauptsitz in Zeitlarn.

Besonders stolz macht uns, dass wir den Generationswechsel eingeleitet und in der täglichen Arbeit längst vollzogen haben. Ferdinand Schmidmeier ist seit 2020 Prokurist und verantwortet den gesamten technischen und verfahrenstechnischen Bereich.

Vor allem aber:
Wir haben das beste Team der Welt! Einen besonderen Dank an dieser Stelle! Lasst uns wild und kämpferisch bleiben!

Danke aber auch an unsere geschätzten Kunden, die diese hochkomplexen Projekte mit uns umsetzen - viele davon mit der größten Investition in der Firmengeschichte!

Wir sind stolz, dass wir für Euch arbeiten dürfen!

Ein paar Gedanken für unsere Leser aus der Politik und Verwaltung sowie den NGO´s und Denkfabriken in Berlin

2022 hat uns in aller Härte gezeigt, wie über Jahrzehnte gewachsene vermeintliche Gewissheiten innerhalb weniger Augenblicke abgelöst wurden. Der Angriffskrieg in der Ukraine hat uns unmissverständlich klargemacht, dass die energiewirtschaftliche Abhängigkeit von Russland ein großer Fehler war. Die Politik ist nun gefordert, die richtigen Weichen für die Zukunft zu stellen. Die Energiewende muss jetzt mit aller Kraft und kompromisslos vorangetrieben werden!

Vor diesem Hintergrund ist es unbegreiflich, dass die EU Gas und Atomkraft als nachhaltig eingestuft hat, während die Klimaschutzleistung der Holzenergie aktuell diskutiert wird. Es ist nahezu unerträglich, mit welcher Geschwindigkeit und in welchem Ausmaß ständig neue Hürden aufgebaut und von den Thinktanks in Berlin und Brüssel immer neue Beschränkungen gefordert werden – teils mit haarsträubenden Argumenten.

Das verhindert und behindert Klimaschutzprojekte mutiger Unternehmer. Die Bedenkenträger führen immer die gleichen Argumente ins Feld: neue Technologien oder neue Nutzungsmöglichkeiten für Biomasse oder neue Energieträger, die (vielleicht) in der übernächsten Generation zur Verfügung stehen werden. Gleichzeitig verzweifelt man in Berlin aktuell an der Beschaffung von Gas und wirft sich weiterhin zweifelhaften Regimen in die Arme.

Lasst uns endlich das nutzen, was uns heute zur Verfügung steht und jeden Tag nachwächst!

Und vor allem, lasst uns auf die Stimme von über 550 Wissenschaftlern hören, die sich in dem offenen Brief „Scientist Letter regarding the need for climate smart forest management“ für die politische Anerkennung der Klimaschutzleistung der nachhaltigen Waldwirtschaft und der Holzenergie einsetzen!

Die richtige Idee entwickeln • planen • genehmigen lassen • Fördermittel beschaffen • Hochbau (optional) und Anlage schlüsselfertig errichten • Brennstoff besorgen • die Gesamtanlage in Betrieb nehmen • beim Anlagenbetrieb unterstützen

Für immer Freunde sein.

Das ist für uns echter Turn-Key-Anlagenbau. Niemand in Europa kümmert sich umfassender und kompetenter um Ihr Vorhaben. Und das ausschließlich mit eigenem Personal und Inhouse Know-How.

Funktional bis 25.000 kW. Auch als Kraft-Wärme-Kopplung.
Wir entwickeln Energiekonzepte für Industrie und Gewerbe im Leistungsbereich bis 25.000 kW, auch als KWK-Anlagen inkl. Ökostromerzeugung. Unsere holzbefeuerten Dampfkessel erzeugen CO_2-neutrale Wärme und sind bei geringsten Aufwendungen für Wartung und Unterhalt hochwirtschaftlich - und das alles bei sehr kurzen Amortisationszeiten.

SCHMIDMEIER
NaturEnergie
Projektteam für nachhaltige Prozessenergie

1. Schmidmeier NaturEnergie 10

2. Herausforderungen unserer Zeit 16

3. Prozess- und Fernwärme aus Biomasse 22

4. Prozess- und Fernwärme aus Strom 36

5. Mitteltemperatur bis 300 °C in der Industrie 42

6. Hochtemperatur bis 950 °C in der Industrie 50

7. Unsere Klimaschutzzentrale 56

8. Klärschlamm- und Substrattrocknung 66

9. Genehmigungssituation 72

10. Fördermittel 78

11. Lieferprogramm 84

12. Datenblätter 104

13. Referenzen 114

Datensammlung und Praxiswissen Biomasse-Kesselanlagen 134

Inhaltsverzeichnis

1. Schmidmeier NaturEnergie

Dekarbonisierung der Industrie als Mission ... 10
Unsere Klimaschutzzentrale - Weg in die CO_2-Neutralität ... 11
Wir machen Betreiber stolz. Und unabhängig ... 12
Leistungsspektrum: Alles aus einer Hand ... 13
Wir knien uns rein und machen keine halben Sachen ... 14
Weitreichendes Netzwerk. Starke Partner ... 15

2. Herausforderungen unserer Zeit

In welcher Welt wollen wir leben? Das entscheiden wir heute ... 18
Die Welt am Abgrund: Kampf gegen den Klimawandel ... 19
Werden Sie unabhängig. Prozesswärme aus heimischer Biomasse ... 20
Wir bringen die Prozesswärmewende voran ... 21

3. Prozess- und Fernwärme aus Biomasse

Biomasse als Lösung ... 24
Biomasse hat die höchste Dienlichkeit in der Prozesswärme ... 25
Der Einsatz von nachhaltiger Biomasse ist aktiver Klimaschutz ... 26
Kaskadennutzung von Biomasse ist besonders nachhaltig ... 27
Anspruchsvolle Brennstoffe sind unsere Spezialität ... 28
Altholz: Gebrauchtholz als Energieträger ... 30
Kurzumtriebsplantagen ... 32
Grobkornbiomasse ... 33
Das 17. BImSchV-Ready-Programm ... 34
Qualitätssicherung und Altholzschulung ... 35

4. Prozess- und Fernwärme aus Strom

Ökostromerzeugung mit Batterie-Stromspeicher oder Hochtemperatur-Stromspeicher ... 38
Markteinschätzung ... 39
Stromkessel: Power to Heat / Hybridlösungen ... 40
Prozesswärme aus Strom ... 41

5. Mitteltemperatur bis 300 °C in der Industrie (Dampf)

Warum Dampf? Dampf rockt! ... 44
Kraft-Wärme-Kopplung mit Turbinen ... 45
Kraft-Wärme-Kopplung mit Expandern ... 47
Kraft-Wärme-Kopplung mit ORC-Modulen ... 48
Die Königsdisziplin: Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung ... 49

6. Hochtemperatur bis 950 °C in der Industrie (Heißgas)

Direkt beheizte System mit Heißgaszyklon bis 950 °C ... 52
Indirekte Systeme mit Reingaserzeugung bis 520 °C ... 54

7. KLIMASCHUTZZENTRALE

Mobile KLIMASCHUTZZENTRALE ... 58
Stationäre KLIMASCHUTZZENTRALE ... 59
Schematische Darstellung einer Gebrauchtholz-KWK-Anlage mit Abwärmenutzung im Fernwärmenetz ... 60
Schematische Darstellung einer Gebrauchtholz-KWK-Anlage mit Toploader ... 62
Schematische Darstellung und Regelperformance einer Pellet-Dampf-Anlage ... 64

8. Schlamm- und Substrattrocknung

Klärschlamm: Vom Rest- zum Wertstoff 68
Niedertemperaturtrocknungsverfahren: der Bandtrockner 69
Klärschlamm: Wärmebereitstellung und Trocknung aus einem Guss 70

9. Genehmigungsverfahren

Genehmigungsbedürftige Anlage und Art des Verfahrens 74
Emissionsgrenzwerte nach 1. BImSchV. 75
Emissionsgrenzwerte nach 44. BImSchV 76
Emissionsgrenzwerte nach 17. BImSchV 77

10. Fördermittel

Bundesförderung EEW - Modul 2 80
Bundesförderung EEW - Modul 4 81
Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) 82
Förderprogramm BioKlima (Bayern) 83

11. Lieferprogramm

Übersicht Lieferprogramm 86
Brennstofflager 88
Brennstofftransport- und Beschickungssysteme 89
Feuerungen für feuchte Brennstoffe von 400 bis 25.000 kW 90
Feuerungen für trockene, hochkalorische und Problem-Brennstoffe 91
Hybridkessel und Stromkessel 92
Stromerzeugung, Stromspeicher und Hochtemperatur-Speicher 93
Entaschungssysteme 94
Kesseltypen und Wärmetauscher 95
Entstickungsanlagen und behördliche Emissionsmesseinrichtungen 96
Rauchgasreinigungsanlangen 97
CO_2-Abscheidung 98
CO_2-Verflüssigung 99
Dampfturbinen und ORC-Anlagen 100
Wasseraufbereitung und Speisewasser-Systeme 101
Restwärmenutzung, -speicherung und -transport 102
Abwärmenutzung für Trocknung und Absorptionskälteanlagen 103

12. Datenblätter

Serie ACF 106
Serie ACR 107
Serie ACRP 108
Serie LCF 109
Serie LCR 110
Serie LCRP 111
Serie LCRP mit 17. BImSchV 112
Elektrische Flanschheizkörper System Schmidmeier 113

13. Referenzen

..... 114

Datensammlung und Praxiswissen Biomasse-Kesselanlagen

I. Brennstoffeigenschaften

Heizwerte und Aschegehalte unterschiedlicher Brennstoffe 136
Heizwerte unterschiedlicher Baumarten in Abhängigkeit vom Wassergehalt 137
Umrechnung Wassergehalt / Holzfeuchte 137
Erhöhung des Heizwertes durch Trocknung 137
Heizwertberechnung nach Wassergehalt 137
Spezifikation der Eigenschaften für Holzhackschnitzel und grobes Shredderholz nach DIN EN ISO 17225-1 138
Brennstoffspezifikation für Hackschnitzel nach DIN EN ISO 17225-4 140
Brennstoffspezifikation für Holzpellets nach DIN EN ISO 17225-2 gewerblicher Bereich 141
Brennstoffspezifikation für Holzpellets nach DIN EN ISO 17225-2 industrielle Verwendung 142
Gegenüberstellung der Grenzwerte von Gebrauchtholz und naturbelassenem Holz 143
Schüttdichten unterschiedlicher Einsatzstoffe 144
Rauchgas-Volumenströme für unterschiedliche Brennstoffe und Wassergehalte 145

II. Genehmigungsverfahren

Genehmigungsbedürftige Anlagen und Art des Verfahrens 146
1. BImSchV Zugelassene Brennstoffe 147
1. BImSchV Emissionsgrenzwerte 147
44. BImSchV Zugelassene Brennstoffe 148
44. BImSchV Emmissionswerte 148
17. BImSchV Zugelassene Brennstoffe 149
17. BImSchV Emissionsgrenzwerte 149

III. Wasserqualitäten

Anforderung an Kesselwasser und Speisewasser für Sattdampfkessel nach EN 12953-10 151

IV. Symbole und Kürzel

Gebräuchliche Symbole und Kürzel 153

V. Rohrleitungsbau

Inhalt einer Leitung in l/m 154
Rohrdurchmesser und Rohrgewinde (metr./inch) 154
Anschlusswerte (Richtwerte) für Pumpen bei Volumenstrom und Förderhöhe 155
Strömungsgeschwindigkeit in Rohrleitungen 156
Volumenstrom für Flüssigkeiten in Rohrleitungen 156
Rohrleitungsausdehnung bei versch. Leitungslängen und Temperaturen (in mm)s 157
Flanschabmessungen nach Druckstufen 158
Druckverluste für Sattdampf 159

VI. Wärmekapazitäten und Pufferspeicher

Pufferspeicherabmessungen 161
Speicherkapazitäten in kWh nach Volumen und Spreizung 161
Wärmekapazitäten für Wasser- / Frostschutzgemische 161

VII. Wärmekapazitäten unterschiedlicher Medien

spez. Kapazitäten Wasser/Eis/Sattdampf/Luft/Rauchgas/Altholz/naturbel. Hackschnitzel 163

VIII. Trocknungsprozesse

Trocknerkapazität in Abhängigkeit von Ein- und Ausgangsfeuchte 165

IX. Elektr. Anschluß, Stromverbrauch, Absicherung und Kabelquerschnitt

Richtwerte für elektr. Anschlussleistung von Biomassekesseln und deren Verbrauch an elektr. Energie 166
Gängige elektrische Absicherungen in kW und A mit Formel 167

X. Wasserdampftafel und Diagramme im Wasser-Dampfkreislauf

h-s-Diagramm für Wasser 168
T-s-Diagramm für Wasser 170
Spez. Dampferzeugungswärme in Abhängigkeit von Druck und Temperatur (Spilling-Diagramm) 171
h-x-Diagramm für feuchte Luft (Druck 0,999 bar) 172
Wasserdampftafel für Sattdampf 173
Wasserdampftafel für überhitzten Dampf 174
Entspannungsverdampfung in % 175

Dekarbonisierung der Industrie als Mission.

Die Prozesswärmewende in Deutschland liegt weit hinter den politischen Zielen zurück. Nur sechs Prozent der industriellen Prozesswärme wird aktuell aus erneuerbaren Energien bereitgestellt. Gas, Kohle und Öl sind immer noch die Platzhirsche, wenn es um die Energieversorgung der Industrie geht – und das wollen wir ändern!

Mit unseren Klimaschutzzentralen bringen wir die Prozesswärmewende in Deutschland voran und begleiten seit 2008 Unternehmen auf ihrem Weg in die CO_2-Neutralität.
Wir entwickeln passgenaue Dekarbonisierungskonzepte für Industrie, Gewerbe und Kommunen im Leistungsbereich von 500 bis 25.000 kW - auch als KW(K)K-Lösungen inkl. Ökostromerzeugung.

Dabei haben wir uns auf besonders nachhaltige Biomassebrennstoffe spezialisiert, die das Kaskadennutzungsprinzip leben und regionale Wertschöpfungskreise fördern.

Wir handeln aus Überzeugung und freuen uns darauf, Sie auf dem Weg in die CO_2-Neutralität zu begleiten!

6 Thesen für den Klimaschutz

1) Prozesswärme aus Rest- und Abfallbiomasse hat die höchste Systemdienlichkeit im Mittel- und Hochtemperaturbereich.
2) Holz zur Energiegewinnung aus nachhaltiger Waldwirtschaft ist CO_2-neutral.
3) Prozesswärme aus Gebrauchtholz lebt das Prinzip der Kaskadennutzung und erzielt die beste CO_2-Bilanz.
4) Dampf ist nicht speicherbar und muss Just-in-Time für die Industrie zur Verfügung stehen.
5) Gebrauchtholz ist DER Energieträger für den Mittelstand, vor allem in infrastrukturschwachen Regionen, wo keine Wasserstoffpipelines gelegt werden.
6) Kleine und mittlere Prozesswärmeanlagen bringen die dezentrale Energiewende voran und stärken die regionale Wertschöpfung und Biomassepotenzialhebung vor Ort.

Unsere Klimaschutzzentrale – Ihr Weg in die CO_2-Neutralität.

Die deutsche Industrie muss ihre Prozesswärme bis spätestens 2045 auf CO_2-neutrale Energieträger umstellen. Die gute Nachricht: Wir können Ihnen dabei helfen!

Die Schmidmeier NaturEnergie hat sich auf die Entwicklung von Dekarbonisierungskonzepten aus Biomasse und Ökostrom im Leistungsbereich von 500 bis 25.000 kW spezialisiert.

Eine Prozessumstellung auf Feststoffverbrennung oder KWK ist eine komplexe Angelegenheit. Wir sorgen mit einem Rundum-sorglos-Service dafür, dass Sie sich um Ihr Geschäft kümmern und ruhig schlafen können.

Wir analysieren Ihre Energiesituation und konzipieren eine effektive Lösung für Sie!

Unsere mobile Klimaschutzzentrale

Im Leistungsbereich bis 3.000 kW oder 4.500 kg/h Sattdampf bieten wir eine standardisierte Energiezentrale in Fertigbauweise an.

Die schlüsselfertigen Anlagen werden inklusive Brennstoffzuführung, Entaschung, Rauchgasreinigung, Ventilatoren und Schornstein im Doppelstock-Container errichtet.

Unsere Klimaschutzzentralen ersetzen oder ergänzen bestehende Anlagen im Plug & Play-Modus. Die mobilen Kesselhauslösungen sind in nur 14 Tagen nach Anlieferung einsatzbereit.

Unsere Stationäre Klimaschutzzentrale

Anlagen von 4.000 kW bis 25.000 kW errichten wir stationär in einem eigenen Kesselhaus.

Schmidmeier NaturEnergie übernimmt dabei die komplette Errichtung der Anlage inklusive Verkabelung und Verrohrung.

Auch den Bau von Kesselhaus und Brennstofflager können wir auf Kundenwunsch gerne übernehmen.

Wir machen Betreiber stolz. Und unabhängig.

Als Projektentwickler und Systemlieferant bietet Schmidmeier NaturEnergie funktionale Lösungen zur CO_2-neutralen Versorgung von Produktionsprozessen. Dabei ist unsere größte Freude der Stolz in den Augen unserer Kunden am Tag der Übergabe. Dafür kämpfen wir mit Leidenschaft und ganz viel Herzblut!

Weniger Kosten und viel Klimaschutz für energieintensive Branchen

Unsere Anlagen, ob integriert oder mobil, kommen überall dort zum Einsatz, wo leistungsstarke, langlebige und schnell regelbare Systeme für Profis gefordert sind:

- Lebensmittelindustrie
- Großwäschereien
- Baustoffhersteller
- Dämmstoffhersteller
- Holz- und Holzwerkstoffindustrie
- Chemische Industrie
- Medizin- und Pharmaindustrie
- Abfallentsorgungsunternehmen
- Energieversorgungsunternehmen

Wir senken Ihre Betriebskosten und schützen die Umwelt.

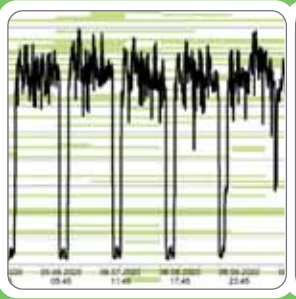
Wir entwickeln Energiekonzepte für Industrie und Gewerbe im Leistungsbereich bis 25.000 kW, auch als KWK-Anlagen inkl. Ökostromerzeugung. Unsere holzbefeuerten Dampfkessel erzeugen CO_2-neutralen Dampf und sind bei geringsten Aufwendungen für Wartung und Unterhalt hochwirtschaftlich - und das alles bei sehr kurzen Amortisationszeiten.

Seit über 15 Jahren sind wir im Sektor Biomassebrennstoffe europaweit aktiv. Als Praktiker und Mittelständler wissen wir, worauf es im Biomassemarkt ankommt. Zusammen mit kompetenten Partnern betreuen wir unsere Kunden von der Planung bis zur Brennstoffversorgung.

Unser Ziel ist es, Betriebe mit hohem Energieverbrauch langfristig auf eine CO_2-neutrale Energieproduktion umzurüsten. So senken wir Ihre Betriebskosten und schützen nachhaltig die Umwelt.

Leistungsspektrum: Alles aus einer Hand.

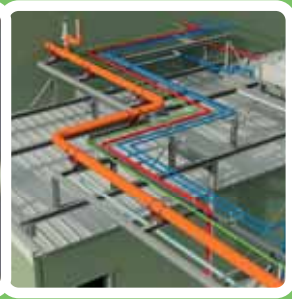
Vorplanung / Engineering



Lastgangauswertung

Förderanträge

Genehmigung



3D Rohrleitungsplanung/-Statik

Turnkey

Generalunternehmer Hochbau

Generalunternehmer Anlagenbau

Hochdruck-Rohrleitungsbau

Steuerung und Verkabelung

Betriebsunterstützung

Inbetriebnahme

Holzbeschaffung

Qualitätssicherung

Aschemanagement

Wir knien uns rein und machen keine halben Sachen.

Eine Prozessumstellung auf Feststoffverbrennung oder KWK ist eine komplexe Angelegenheit. Wir sorgen mit einem Rundum-sorglos-Service dafür, dass Sie sich um Ihr Geschäft kümmern und ruhig schlafen können. Wir analysieren Ihre Energiesituation, konzipieren eine effektive Lösung, wickeln Fördermittelbeschaffung und Genehmigung für Sie ab, errichten Ihre Anlage und nehmen Sie sicher in Betrieb. Auf Wunsch versorgen wir Sie dauerhaft mit Brennstoff.

Analyse Erstberatung

Wir kommen zu Ihnen, analysieren vor Ort Energieverbrauch, Lastgang und Platzverhältnisse.

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Wir erstellen gemeinsam mit Ihnen tiefgehende Wirtschaftlichkeitsanalysen und stellen Ihnen die erforderlichen Berechnungstools zur Eigenverwendung zur Verfügung. Weil wir auch Brennstofflieferverantwortung übernehmen, sind diese Analysen von Anfang an belastbar und eine solide Entscheidungsgrundlage.

Genehmigungsverfahren

Wir wickeln funktional Genehmigungsverfahren nach dem Bundesimmisionsschutzgesetz für Sie ab. Dazu zählen die Voruntersuchung zur Umweltverträglichkeitsprüfung, sämtliche Emissionsgutachten (Schallprognose, Luftschadstoffe) sowie die gutachterlichen Äußerungen nach Betriebssicherheitsverordnung.

Statik und Prüfstatik

Wir liefern für Kesselhaus, Bodenplatte, Silobehälter, Schornstein und Schornsteinfundament alle erforderlichen Statiken und Prüfstatiken.

Rohrleitungsbau

Im hauseigenen Rohrleitungsbau werden die benötigten Hochdruck-Rohrleitungen bis 80 bar / 400 °C für unsere Baustellen gefertigt- mit TÜV-zertifizierter werkseigener Produktionskontrolle

Brennstoffversorgung

Wir erstellen Markt- und Potentialanalysen zur Brennstoffverfügbarkeit vor Ort. Wir unterstützen Sie beim Aufbau der Brennstoffversorgung und den Vertragsverhandlungen mit den Lieferanten.

Konzept

Wir kennen Ihre Branche und Ihre Anwendung. Am Ende der Konzeptphase haben Sie eine Projektidee mit verbindlichen Angebotspreisen auf dem Tisch.

Fördermittelbeschaffung

Bund und Länder gewähren teils hohe Fördergelder für Klimaschutzmaßnahmen. Wir wissen Bescheid und wickeln für Sie den Papierkram ab.

Detail-Engineering

Wir planen die Anlage und deren Integration bis ins Detail, inklusive Aufstellungsplanung, Dampfkreislauf, Rohrleitungsplanung und Statik in 3D.

Errichtung und Realisierung

Wir errichten die Anlage schlüsselfertig, stehen Ihnen in jeder Phase des Projektes zur Seite und sorgen für einen reibungslosen Ablauf zwischen allen Gewerken.

CE-Konformität

Wir erstellen als Inverkehrbringer die erforderlichen Risikoanalysen und die CE-Konformitätserklärung für die gelieferte Anlage.

Brennstoff-Qualitätsmanagement

Wir erstellen Brennstoffqualitätssicherungssysteme und unterstützen Sie bei der Implementierung. Wir führen auch Sachkundeschulungen gem. §5 AltholzV durch.

Sie kümmern sich um Ihr Geschäft und schlafen ruhig. Wir übernehmen ab Oberkante Frostschutz.

Weitreichendes Netzwerk. Starke Partner.

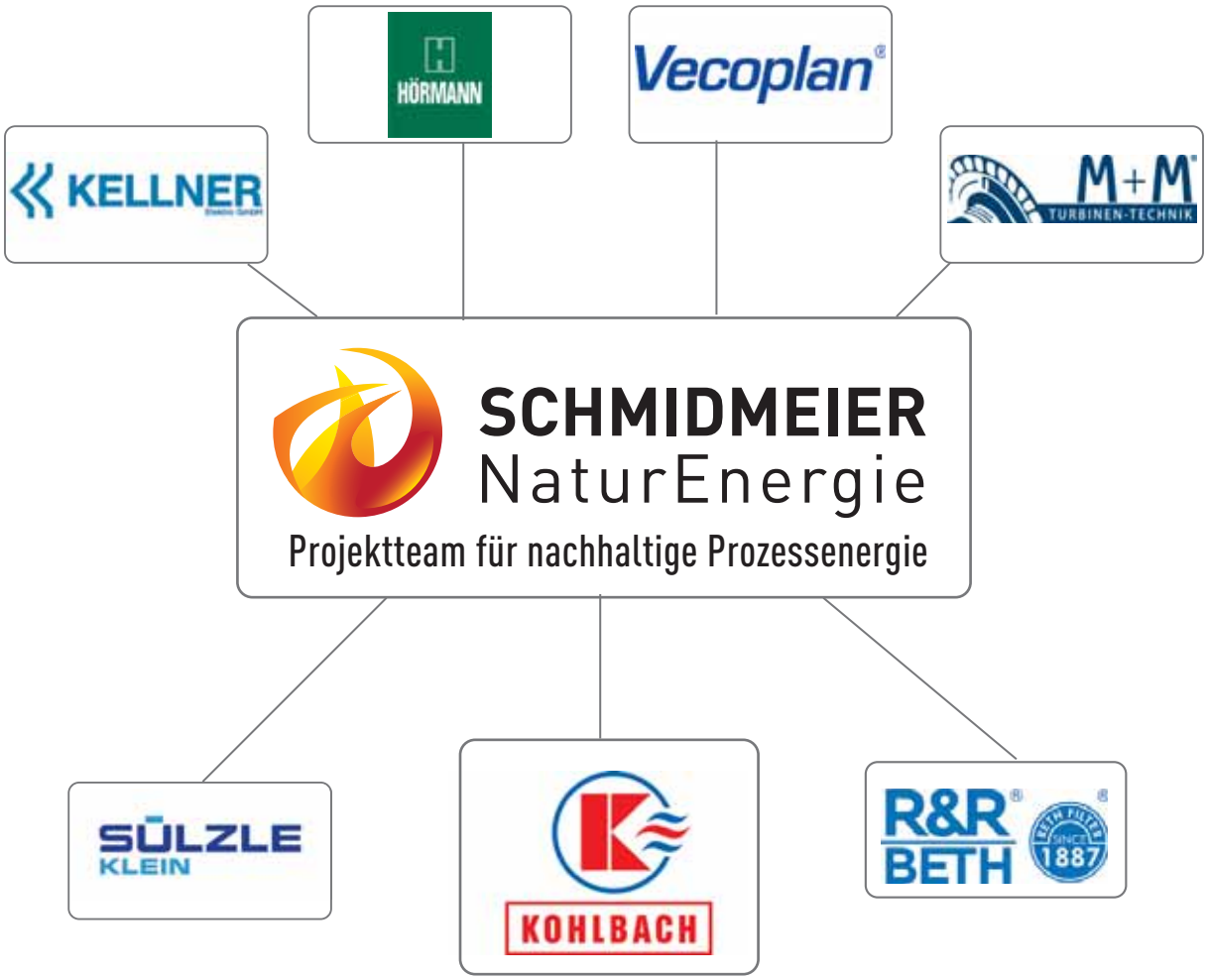
Ohne die richtigen Partner läuft auch bei uns nichts. Wir suchen uns für jedes Bauteil die besten Player im Markt und integrieren diese möglichst über langfristige Kooperationsverträge oder Rahmenverträge in unsere tägliche Arbeit. Bei uns weiß jeder Partner ganz genau, worauf es in unseren Projekten ankommt.

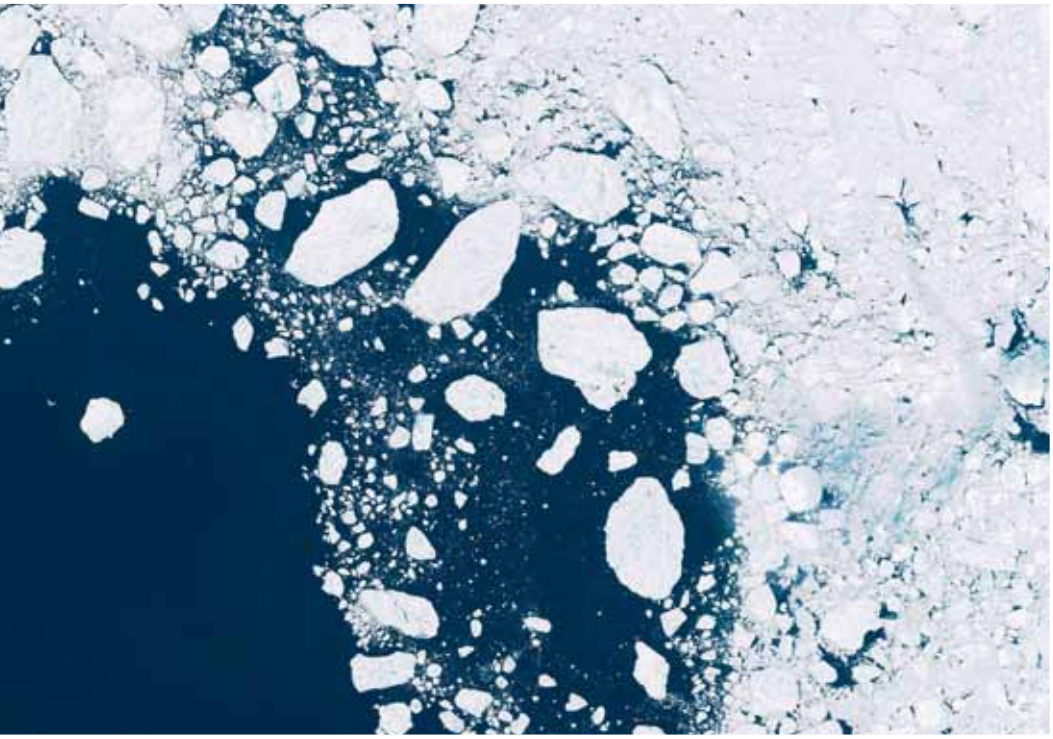
Wir sind stolz auf unsere langjährigen Partnerschaften:

Seit 2017 haben wir einen Exklusivvertrag mit der **Kohlbach Energieanlagen GmbH** für den Vertrieb von Biomassekesseln zwischen 500 kW und 25.000 kW in Deutschland. Das österreichische Unternehmen aus Wolfsberg zählt zu den Weltmarktführern für Feuerungs- und Kesselsysteme für Biomasse-Brennstoffe.

Bei unseren Gewebefiltern arbeiten wir mit der **R&R-BETH GmbH** zusammen. Das international tätige Unternehmen aus Thüringen zählt zu den Technologieführern im Bereich Absaug- und Entstaubungstechnik.

Bei der Klärschlammtrocknung setzen wir auf die **Sülzle Klein GmbH**. Das rheinland-pfälzische Unternehmen zählt zu den weltweit führenden Anlagenbauern im Bereich Eindickung, Entwässerung und Trocknung von Klärschlämmen.





2. HERAUSFORDERUNGEN UNSERER ZEIT

In welcher Welt wollen wir leben? Das entscheiden wir heute.

Der menschengemachte Klimawandel ist die größte Herausforderung unseres Jahrhunderts. Steigt die Erderwärmung über 1,5 Grad Celsius drohen katastrophale Folgen für die gesamte Menschheit. Machen wir weiter wie bisher, drohen wir bald die Klima-Kipppunkte zu erreichen. Ab dann liegt es nicht mehr im Handlungsspielraum der Menschheit, den Klimawandel zu stoppen, sondern die Gesetze der Physik übernehmen das Ruder, mit verheerenden Folgen für unsere Ökosysteme.

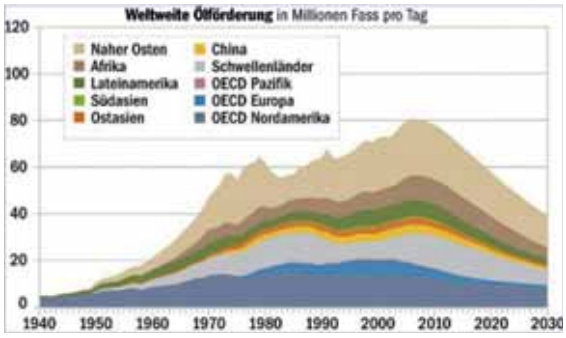
Die kommenden Generationen werden das Aus bei den fossilen Energieträgern erleben – in einigen hundert Jahren wird man sich fragen, wie wir innerhalb so kurzer Zeit ein in Millionen Jahren gewachsenes Rohstoff-Reservoir fast vollständig aufbrauchen konnten.
Holz hingegen zählt als nachwachsender Rohstoff zu den erneuerbaren Energiequellen. In heimischen Wäldern wird es nachhaltig und ökologisch sinnvoll produziert und stellt damit eine ideale Alternative dar.

Nur CO_2-neutral werden wir der Verantwortung gerecht, die wir gegenüber unseren Kindern tragen.

Prognose für den Meeresspiegel-Anstieg bis 2300

Erderwärmung	
begrenzt auf 1,5 °C	150 cm
begrenzt auf 2,0 °C	270 cm
begrenzt auf 3,0 °C	350 cm

Quelle: Climate Analytics



Wussten Sie, dass...

- der Juli 2021 der heißeste Monat seit Beginn der Wetteraufzeichnungen war?
- der Meeresspiegel um durchschnittlich 3,4 Millimeter im Jahr steigt und in 70 Jahren die Heimat von 200 Millionen Menschen im Meer versunken sein wird?
- beim Auftauen der Permafrostböden in Sibirien und Nordamerika gigantische Mengen Methan frei werden, die das Klima 30-mal stärker schädigen als CO_2?

Die Welt am Abgrund: Kampf gegen den Klimawandel.

Die ganze Welt hat sich am 12. Dezember 2015 im Kampf gegen den Klimawandel verbündet. Mit dem Übereinkommen von Paris wurde als zentrales Ziel eine Erderwärmung von maximal 2 °C – möglichst jedoch 1,5 °C – gegenüber der vorindustriellen Zeit beschlossen.
Dazu müssen die Treibhausgasemissionen weltweit zwischen 2045 und 2060 auf null zurückgefahren werden. Soll dieses 1,5 °C-Ziel ohne CCS-Technologie (carbon dioxide capture and storage), also die umstrittene CO_2-Abscheidung und unterirdische Speicherung an fossilen Großkraftwerken, erreicht werden, so bleibt nur ein Weg:

Die vollständige Umstellung der Verbrennung fossiler Energieträger auf erneuerbare Energien bis 2045 in allen Sektoren, nämlich Strom, Wärme und Verkehr.

Bild 1: Ölsand-Abbau in Kanada
Bild 2: Gletscherschmelze am Bernina (Schweiz)
Bild 3: LNG-Wahnsinn in Europa

Quelle: Handelsblatt

Wussten Sie, dass...

- der menschenverursachte Kohlenstoffausstoß rund 8 Milliarden Tonnen pro Jahr beträgt?
- laut des Groundswell-Berichts der Weltbank bis zum Jahr 2050 rund 216 Millionen Klimaflüchtlinge erwartet werden?
- das mit Erdgas enthaltene Methan die 20-fache Klimaschädlichkeit von CO_2 aufweist?

PARIS2015
COP21-CMP11

Werden Sie unabhängig. Prozesswärme aus heimischer Biomasse.

DERZEIT MASSIV GEHYPED OBWOHL HOCHGRADIG KLIMASCHÄDLICH - FLÜSSIGGASLAGER IN KATAR

Der Ukrainekonflikt hat uns schmerzlich vor Augen geführt, wie leichtsinnig es war, sich diesen energiepolitischen Abhängigkeiten auszusetzen.

Die in den letzten Jahren verschlafene Prozesswärmewende hat uns bewusst gemacht, wie verletzlich die deutsche Wirtschaft ist.

Die Prozesswärmewende ist nicht nur für den Klimaschutz zwingend notwendig, sondern auch für die energiepolitische Unabhängigkeit des Industriestandortes Deutschland.

Prozesswärme aus heimischer Biomasse bedeutet beides: Klimaschutz und Unabhängigkeit!

Wussten Sie, dass...

- allein in der Nordsee aus stillgelegten Förderbohrungen jährlich bis zu 17.000 Tonnen Methan entweichen?
- der klimaschädlichste Brennstoff gefracktes Flüssigerdgas (LNG) aus den USA ist?
- Großbritannien alle Fracking-Bohrungen aufgrund der hohen Erdbebengefahr gestoppt hat?
- eine in Pennsylvania durchgeführte Studie aus dem Jahr 2015 ein erhöhtes Risiko für Frühgeburten bei schwangeren Frauen festgestellt hat, die in der Nähe von Fracking-Betrieben leben?

Wir bringen die Prozesswärmewende voran!

In Deutschland wurde die industrielle Prozesswärmewende in den letzten Jahren nahezu verschlafen. Die Energiepreise für Gas und Öl waren so niedrig, dass ein Energieträgerwechsel für viele Unternehmen nicht attraktiv genug war. Auch die Politik hat über viele Jahre nur die Energiewende im Strombereich über milliardenschwere Förderprogramme angereizt. Das Ergebnis: Die Energiewende ist bisher eine reine Stromwende!

Dementsprechend ernüchternd fällt der Status Quo bei der industriellen Prozesswärme aktuell aus: Der Anteil der Erneuerbaren Energien liegt bei lediglich sechs Prozent.

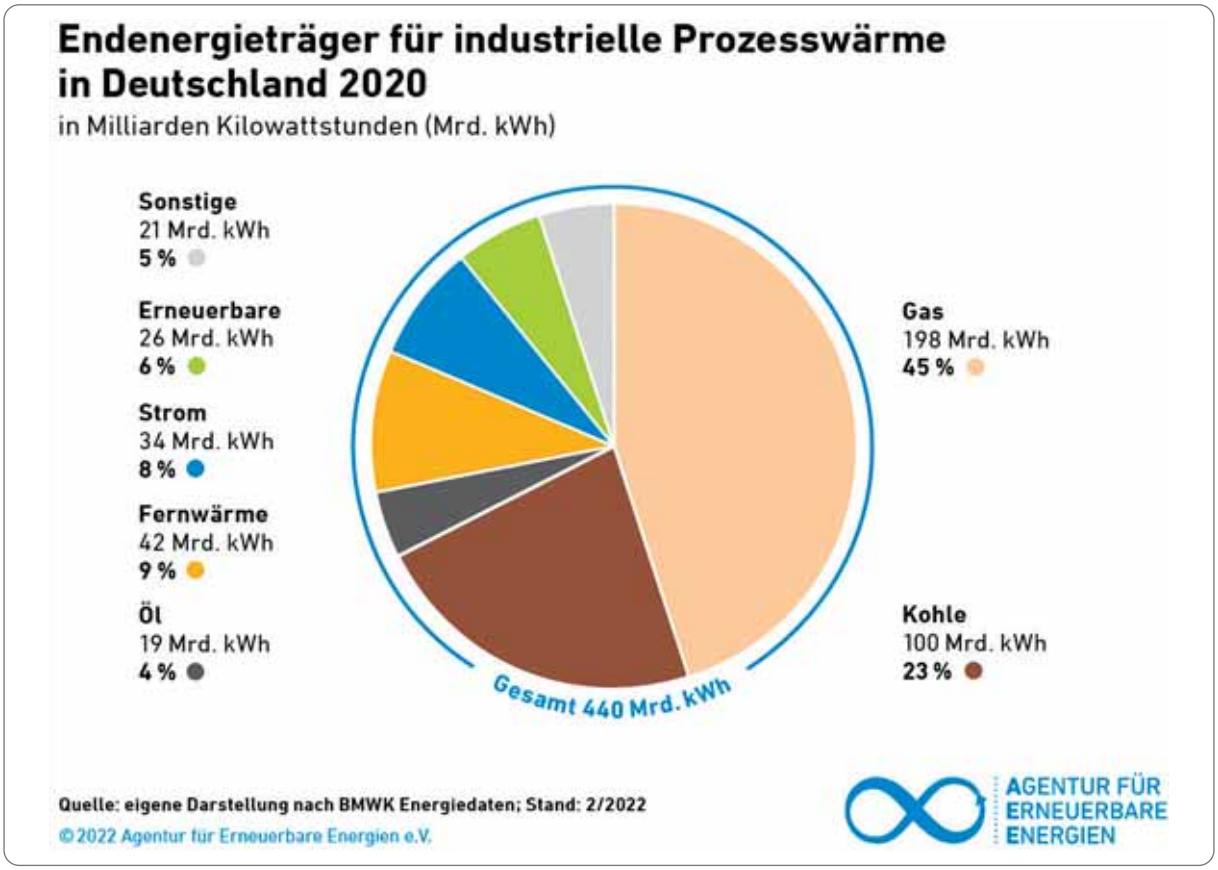
Dabei ist die Prozesswärme der industrielle Anwendungsbereich mit dem höchsten Energieverbrauch in Deutschland. Der jährliche Energiebedarf liegt bei ca. 440 Terawattstunden. Das entspricht rund 19 % des gesamten deutschen Endenergiebedarfs.

19 % des gesamten deutschen Endenergiebedarfes fallen auf die Prozesswärme

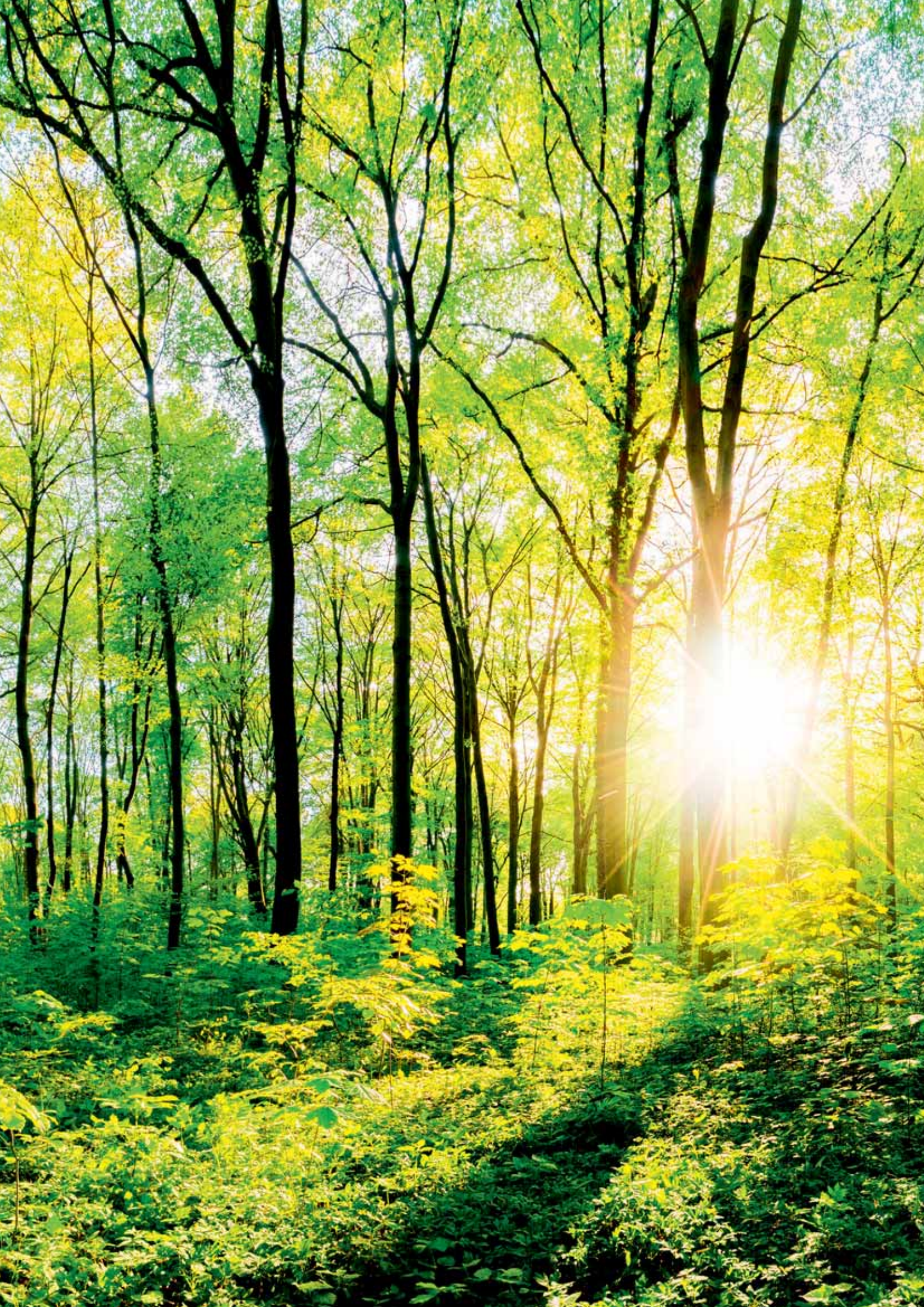
Erst seit kurzem findet ein Umdenken statt und die Politik setzt attraktive förderpolitische Reize zum Energieträgerwechsel in der Prozesswärme.

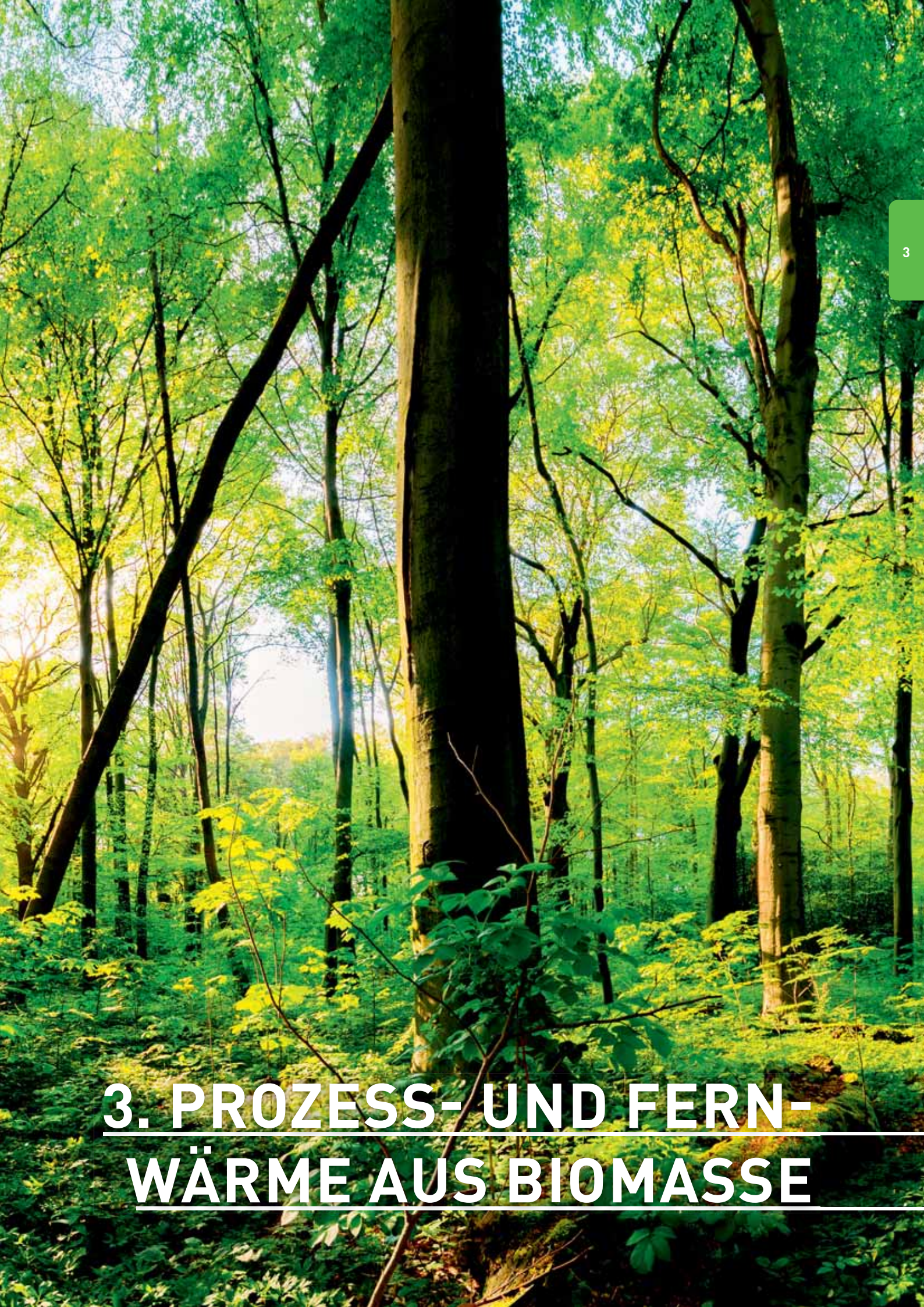
Der Großteil der rund 20.000 Dampfkessel zwischen 500 und 20.000 kW in Deutschland wird immer noch mit Öl und Gas betrieben.

Die gute Nachricht: Wir können helfen! Also krempeln wir die Ärmel hoch und packen es an!



Quelle: https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergietraeger-fuer-industrielle-prozesswaerme



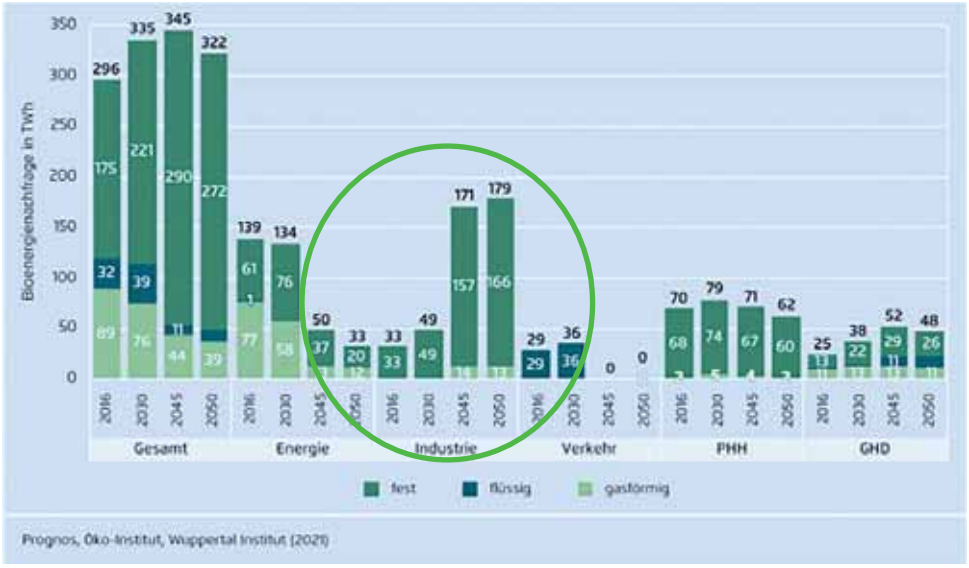


3. PROZESS- UND FERN-WÄRME AUS BIOMASSE

Biomasse als Lösung.

Biomasse ist ein CO_2-neutraler, speicherbarer und krisensicherer Energieträger, der in Deutschland nachhaltig zur Verfügung steht. Zur Erreichung der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 werden Biobrennstoffe aus Biomasse vor allem in der Industrie im Mittel- und Hochtemperaturbereich eine entscheidende Rolle spielen.

Wie groß die Biomassepotentiale für die industrielle Prozesswärmewende sind, verdeutlicht die richtungsweisende Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045" der Denkfabrik Agora Energiewende. Die Studie zeigt auf, dass der energetische Biomasseeinsatz in der Industrie von 33 TWh auf 179 TWh in 2050 zu steigern sein wird.



Zur Erreichung der Treibhausgasneutralität bis 2050 muss Biomasse vor allem in der Industrie als Energieträger eingesetzt werden.

Quelle: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_01_DE_KNDE2045/KNDE2045_Langfassung.pdf

Auch der BDI - Bundesverband der Industrie e.V kommt in der Studie „Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft" zu dem Ergebnis, dass die in Deutschland nachhaltig verfügbare und energetisch nutzbare feste Biomasse aus systemischer Sicht vor allem in der Industrie eingesetzt werden muss.

Biomasse wird künftig zu einer Schlüsselressource der industriellen Prozesswärmewende in Deutschland.

Wussten Sie, dass...

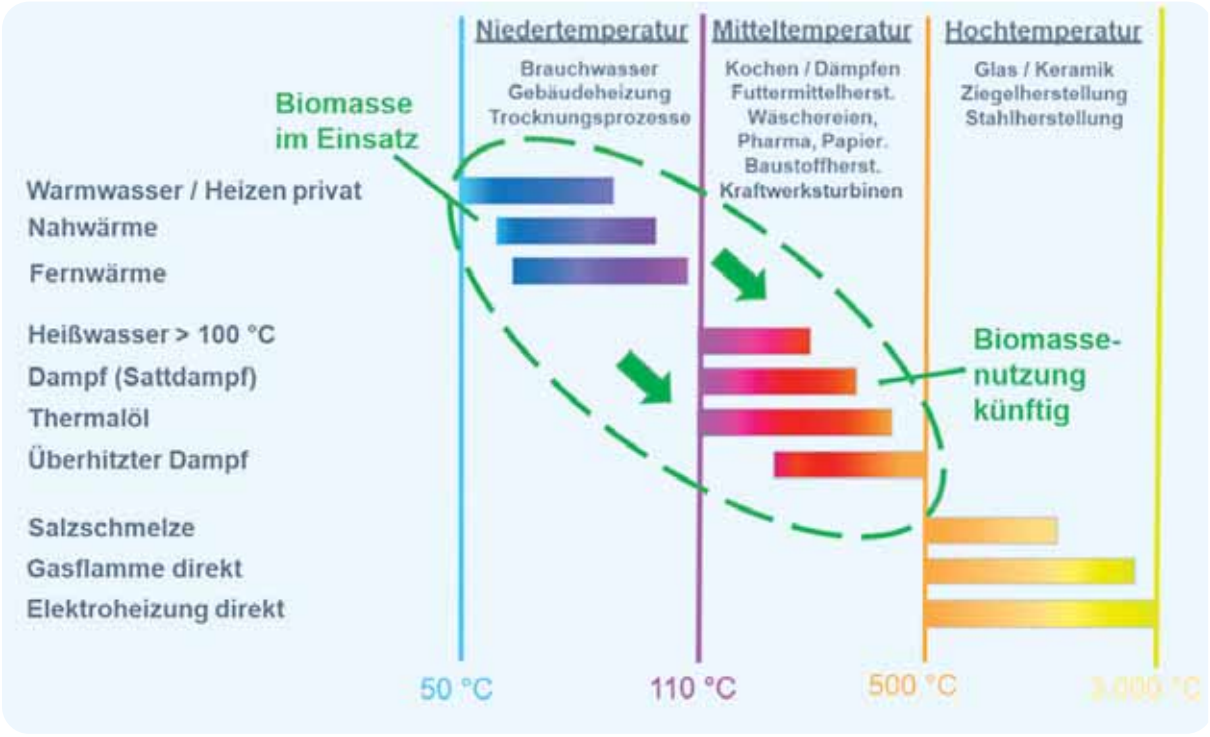
- die zehn energieintensivsten Branchen in Deutschland zu 90 Prozent Wärme im Mittel- und Hochtemperaturbereich benötigen?
- etwa zwei Drittel des industriellen Endenergieeinsatzes in Deutschland auf die Prozesswärme entfallen?
- für Solarthermie, Tiefengeothermie und Wärmepumpen nur Temperaturen unter 120 °C gut erschließbar sind?

[1] Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

[2] BDI - Bundesverband der Industrie e.V Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft

Biomasse hat die höchste Dienlichkeit in der Prozesswärme.

Die Prozesswärme ist der künftige Anwendungsbereich für Energie aus Biomasse. Nirgendwo liefert sie eine höhere Dienlichkeit als hier: Während man warmes Wasser für Heizzwecke künftig auch gut mit (Überschuss-)Strom erhalten und speichern kann, braucht es für Mittel- und Hochtemperaturanwendungen - wie z.B. Dampfprozesse - eine dem Verbrauch exakt folgende Erzeugung. Biomasse spielt ihre Stärke künftig vor allem im Mittel- und Hochtemperaturbereich aus.
Prozesswärme ist der Markt mit der höchsten Dienlichkeit der Bioenergie im Klimaschutz. Warmes Wasser alleine klappt auch mit Überschussstrom.



Biomasse ist zudem als einer der wenigen erneuerbarer Energieträger in der Lage 24/7 regelbare und CO_2-neutrale Prozessenergie zur Verfügung zu stellen.

Insbesondere der Biomasseeinsatz in kleineren und mittleren Feuerungsanlagen fördert dabei die regionale Wertschöpfung und dezentrale Energiewende.
Wie groß der Umstellungsbedarf auf Biomasse im Mittel- und Hochtemperaturbereich ist, zeigt eine Analyse der Agentur für Erneuerbare Energien anhand des industriellen Wärmebedarfs der zehn energieintensivsten Branchen in Deutschland.

Der Einsatz von nachhaltiger Biomasse ist aktiver Klimaschutz.

Der Einsatz von nachhaltiger Biomasse leistet einen essentiellen Beitrag zum Klimaschutz. Allein durch die energetische Nutzung von Holz werden in Deutschland jährlich rund 33 Millionen Tonnen CO_2 eingespart. Der Beitrag der deutschen Forst- und Holzwirtschaft zum Klimaschutz beträgt 127 Millionen Tonnen CO_2/Jahr.

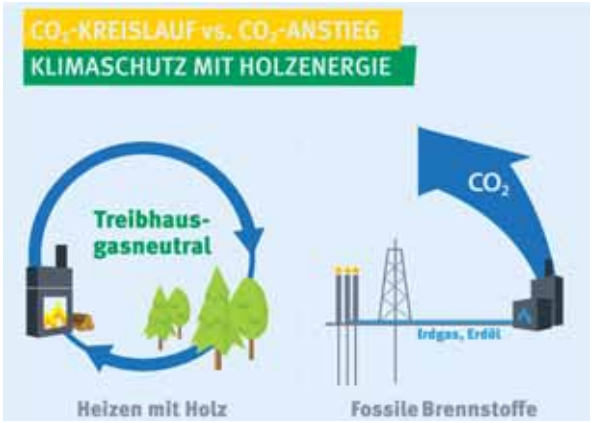
https://www.charta-fuer-holz.de/charta-service/grafiken-uebersicht/basisgrafiken

Nachhaltig verfügbare Biomasse

Biomasse darf jedoch nur dann als Energieträger eingesetzt werden, wenn sie aus nachhaltigen Quellen stammt. Insbesondere beim Einsatz von Holzbrennstoffen ist es entscheidend, dass die Holzentnahme nicht den Zuwachs übersteigt. In Deutschland nimmt die Menge an Holz pro Hektar seit Jahrzehnten kontinuierlich zu, es wird also weit weniger für die stoffliche und energetische Nutzung entnommen als nachwächst. In Deutschland wachsen jedes Jahr 122 Mio. m³ Holz nach und nur 76 Mio. m³ werden davon genutzt . Insgesamt beläuft sich der Holzvorrat in Deutschland auf ca. 3,9 Mrd. m³.

Der CO_2-Kreislauf der Holzenergie

In den deutschen Wäldern wächst jährlich mehr Holz nach als entnommen wird. Dadurch wird in der Sekunde, in der CO_2 durch die Holzverbrennung freigesetzt wird, dieses durch das Wachstums des Waldes in Deutschland direkt wieder gebunden. Dieser natürliche CO_2-Kreislauf lässt sich ganz einfach erklären: Während ihres Wachstums nehmen Pflanzen CO_2 aus der Luft auf. Bei der Verbrennung von Holz wird dieses CO_2 wieder an die Umwelt abgegeben. Die freigesetzte Menge entspricht genau der Menge, die bei der Verrottung des Baumes im Wald ohne menschliches Zutun frei würde. Es existiert also ein CO_2-neutraler Kreislauf. Im Gegensatz dazu wird beim Einsatz von Erdgas, Heizöl oder Kohle die Atmosphäre mit Kohlendioxid belastet, das vor Millionen von Jahren durch Pflanzen gebunden wurde und am besten für immer tief im Boden gelagert bliebe.



Quelle: FNR - Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe

Wussten Sie, dass...

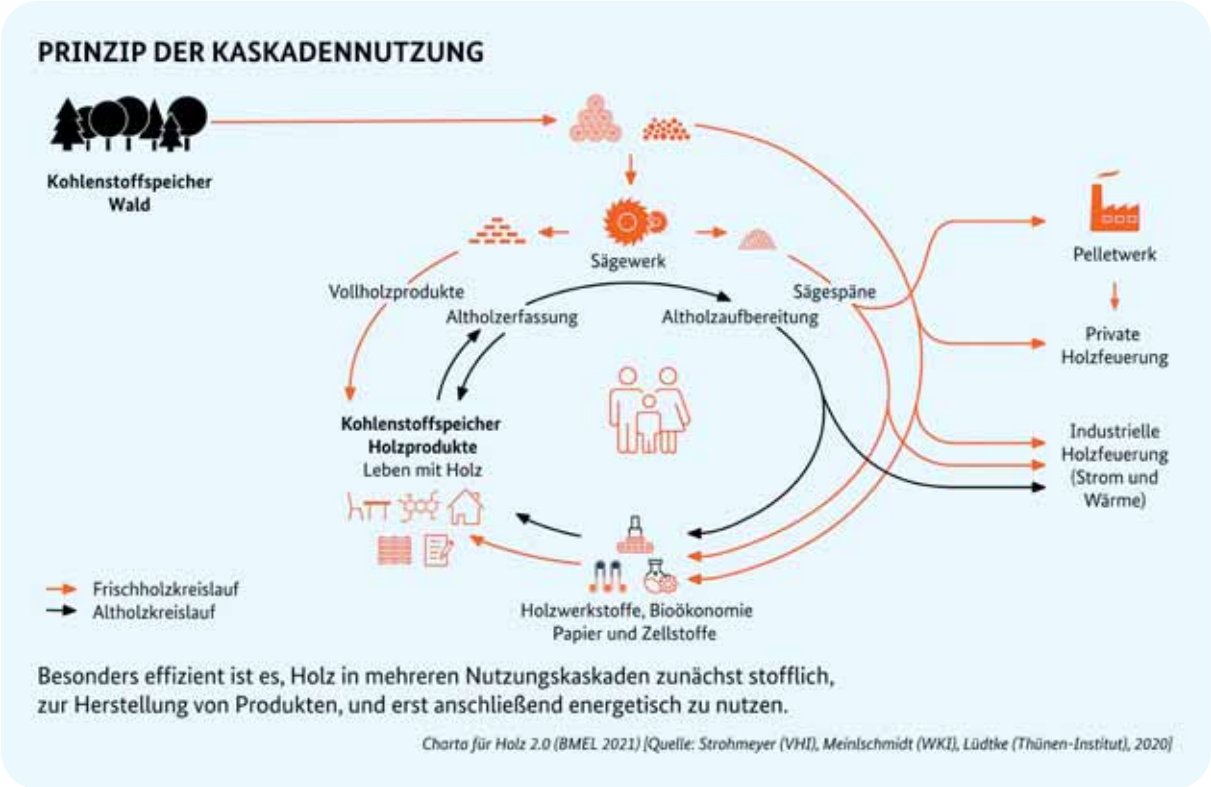
- der höchste jährliche Holzzuwachs auf der nördlichen Erdhalbkugel in Teilen Oberbayerns und Österreichs stattfindet?
- Deutschland das Land in Europa mit den höchsten Holzvorräten ist?
- ein ungenutzter Wald mit Blick auf die CO_2-Speicherung nicht von Vorteil ist, da durch die Verrottung des ungenutzten Holzes CO_2 unproduktiv freigesetzt wird?
- dass die CO_2-Aufnahme von alten Wäldern deutlich sinkt (Zuwachs stagniert!)?

Kaskadennutzung von Biomasse ist besonders nachhaltig.

Die Nutzung von Biomasse-Brennstoffen aus Abfall- und Reststoffen ist besonders nachhaltig und ressourceneffizient. Vor allem die Mehrfachnutzung von Holz im Rahmen der sogenannten Kaskadennutzung hat besonders positive Effekte auf den Klima- und Umweltschutz.

Bei der Kaskadennutzung sollte Biomasse so lange, so häufig und so effizient wie möglich zunächst stofflich genutzt werden und erst am Ende des Produktlebenszyklus energetisch verwertet werden.
Idealtypisch wird das Kaskadennutzungsprinzip bereits heute im Holzbereich gelebt. In Deutschland erzeugt jeder Einwohner direkt und indirekt rund 90 kg Gebrauchtholz pro Jahr. Diese Holzabfälle werden in Deutschland gesammelt und zu einem besonders klimafreundlichen Biobrennstoff aufbereitet. Die Verwertungsquote von Holzabfällen liegt in Deutschland bei nahezu 100 Prozent.

90 kg Altholz fallen pro Einwohner jährlich an.



Durch den Einsatz von Rest- und Abfallbiomassen können besonders nachhaltige Biobrennstoffe genutzt werden, die zur Erreichung der Klimaziele und Etablierung der Kreislaufwirtschaft im besonderen Maße beitragen. Die Verwertung von Rest- und Abfallbiomassen ist nicht nur kostengünstig, sondern stärkt auch die regionale Wertschöpfung.

Umweltbundesamt, Biomassekaskaden: Mehr Ressourceneffizienz durch Kaskadennutzung von Biomasse – von der Theorie zur Praxis. Dessau-Roßlau [2017].

Anspruchsvolle Brennstoffe sind unsere Spezialität.

Erntefrische Holzhackschnitzel zu verbrennen ist keine große Sache. Wir gehen einen Schritt weiter und kümmern uns um das, was überall und günstig verfügbar ist. Dazu braucht es viel Know-how, Erfahrung und die richtige Technik. Mit unseren wassergekühlten Rosten und Feuerräumen decken wir ein extrem breites Spektrum an Sonderbrennstoffen ab. Hochwirtschaftlich und langlebig.

INDUSTRIEPELLETS

RINDE

KURZUMTRIEB

GRÜNSCHNITT

GEBRAUCHTHOLZ A I

GEBRAUCHTHOLZ A II

WIR FINDEN FÜR JEDEN BRENNSTOFF EINE LÖSUNG!

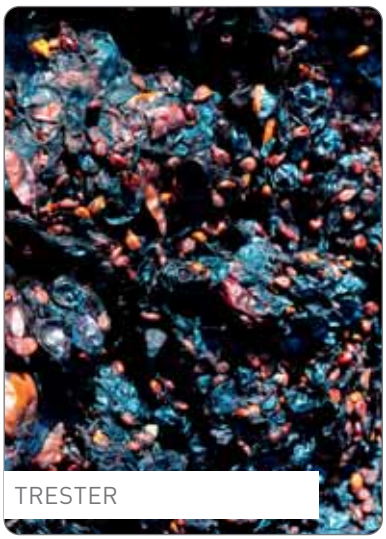
SIEBÜBERLÄUFE

PROZESSABFÄLLE

HACKSCHNITZEL

TREBER

KLÄRSCHLAMM


TRESTER

Sonst noch was? Ja, zum Beispiel:

- Maisspindeln
- Kakaoschalen
- Kaffeesatz
- usw.

Altholz:
Gebrauchtholz als Energieträger.

In Deutschland fallen jährlich ca. 8 Millionen Tonnen Altholz in Form von Gebraucht- und Industrieresthölzern an. Die wichtigsten Anfallquellen sind der Bau- und Abbruchsektor, die Verpackungs- und Holzindustrie sowie Siedlungsabfälle. Ca. 1,5 Millionen Tonnen Altholz gehen in die stoffliche Verwertung und ca. 6,5 Millionen Tonnen in die energetische Verwertung.

Die Altholzverordnung setzt in Deutschland den rechtlichen Rahmen für die Sammlung, Aufbereitung, stoffliche und energetische Verwertung von Altholz.

Altholz wird in vier Kategorien eingeteilt:

A I: Naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde.

A II: Verleimtes, gestrichenes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogen-organische Verbindungen in der Beschichtung (z.B. PVC) und ohne Holzschutzmittel.

A III: Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel.

A IV: Mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz.

Für die Prozesswärmeerzeugung in Anlagen, die unter die 44. BImSchV fallen, dürfen nur Gebrauchthölzer der Kategorie A I und A II eingesetzt werden.

Gebrauchtholzsortimente zur Prozesswärmeerzeugung (Anfall in % laut Bundesverband Altholz-Verwerter)

Altholzkategorie A I naturbelassen, sauber

25 %

Paletten, Gemüsekisten, Verschnitt, Sägespäne

Altholzkategorie A II verleimt, lackiert

49 %

Spanplatten, Innentüren, Paneele, Möbel

Altholzkategorie A III halogenorgan. beschichtet

1 %

Sperrmüll, Verbundmaterial, Möbel

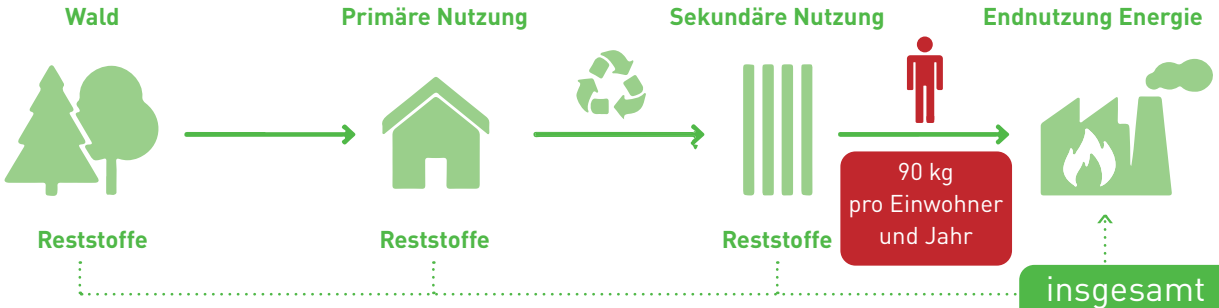
Altholzkategorie A IV mit Holzschutzmitteln

25 %

Bahnschwellen, Gartenmöbel, Dachstühle, Fenster

Nachhaltigkeit von Gebrauchtholz

Der Einsatz von Gebrauchthölzern als Biobrennstoff ist besonders nachhaltig. Im Rahmen der Kaskadennutzung wird Holz so lange, so häufig und so effizient wie möglich im Kreislauf geführt. Erst am Ende ihres Produktlebenszyklus werden Gebrauchthölzer als wertvoller Biobrennstoff zur Prozesswärmeerzeugung eingesetzt. In Deutschland erzeugt jeder Einwohner direkt und indirekt rund 90 kg Gebrauchtholz pro Jahr. In den kommenden Jahren wird mit einem erhöhten Anfall von Gebrauchthölzern im Baubereich gerechnet, da das Bauen mit Holz politisch und gesellschaftlich eine immer wichtige Rolle einnimmt.



Kaskadennutzung von Gebrauchthölzern

insgesamt
8 Mio.
Tonnen

EEG-Förderende für Altholzkraftwerke:

Nachdem die EEG-Anschlussförderung für Altholzkraftwerke von der EU-Kommission im Dezember 2021 gekippt wurde, gehen bis 2027 insgesamt 63 Anlagen mit einer Verwertungskapazität von ca. 6,2 Mio. Tonnen Altholz schrittweise aus der EEG-Förderung.

Höhere Brennstoffverfügbarkeit durch EEG-Förderende erwartet
Quelle: BAV / Eigene Darstellung

Durch das EEG-Förderende müssen die Bestandsanlagen ihre Wirtschaftlichkeit über die Altholzverwertungs-, Strom- und Wärmeerlöse sicherstellen.

Altholzkraftwerke ohne Wärmeauskopplung haben einen deutlichen Wettbewerbsnachteil.

Durch eine marktorientierte Stromerzeugung werden positive Effekte auf die Brennstoffverfügbarkeit erwartet.

Kurzumtriebsplantagen.

Energieholz auf Grenzertragsstandorten stärkt die Region und sichert Projekte langfristig ab

Dort, wo sich Landwirtschaft kaum noch lohnt – also auf Grenzertragsböden – entscheiden sich immer mehr Landwirte für die Produktion von Energieholz. Sie pflanzen Pappeln, Weiden oder Robinien an und ernten diese im Rhythmus von drei bis fünf Jahren im Spätwinter. Der größte Anbieter in Deutschland ist Vattenfall. Mit seiner Tochter Energy Crops organisiert der Energiekonzern auf über 2.000 ha Anbau, Pflege und Ernte für die Landwirte.

Energieholz mit ökologischen Vorteilen ohne mineralische Düngung sowie extensive Bewirtschaftung

Der weitgehende Verzicht auf Pflanzenschutzmittel, mineralische Düngung und die extensive Bewirtschaftung haben zahlreiche ökologische Vorteile. Die Plantagen bieten einen Rückzugsraum für die Tierwelt und die lange Bodenruhe während der Bewirtschaftung steigert den Humusgehalt und die Bodenfruchtbarkeit. Besonders wichtig: Der Pappelanbau benötigt im Gegensatz zu anderen Energiepflanzen sehr wenig Ressourcen. Der Anbau normaler einjähriger landwirtschaftlicher Kulturen emittiert rund 1.600 kg CO_2 pro Hektar und Jahr für Bodenbearbeitung, Düngung und Ernte. Vattenfall's Energieholzanbau auf dem Acker verursacht jedoch nur 200 kg CO_2-Emissionen pro Hektar und Jahr. Ferner reduziert der Verzicht auf mineralische Düngung die sonst in der Landwirtschaft häufig auftretenden Emissionen an Nitrat in das Grundwasser und an sehr klimaschädlichem Lachgas in die Atmosphäre drastisch.

Brennstoff	Primärenergiefaktor
KUP-Hackschnitzel (energy crops)	0,07*
Holzpellets o. Waldhackschnitzel	0,2
Heizöl, Erdgas, Flüssiggas	1,1
Braunkohle	1,2
Strom	1,8

** spezifische Lieferbeziehung zwischen energy crops und Vattenfall Heizkraftwerk in Berlin*

Foto Fläche im Sommer und Pflanzung: energy crops / Vattenfall

Foto Ernte: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg e.V.

Wussten Sie, dass...

- eine Pappel-Plantage – sind die etwa 10.000 Stecklinge je ha einmal gepflanzt – über 20 Jahre betrieben werden kann? Die Pflanzen treiben nach jeder Ernte im Frühjahr wieder aus.
- der Ertrag je Hektar trotz der extensiven Bewirtschaftung und der Problemstandorte, auf denen Kurzumtriebsplantagen i.d.R. stehen bei ca. 10 t Trockenmasse je ha und Jahr liegt?

Grobkornbiomasse.

Biobrennstoffe aus Rest- und Abfallbiomassen sind besonders nachhaltig und stärken das Kaskadennutzungsprinzip.

Vor allem der Einsatz von holziger Grobkornbiomasse (z.B. Siebüberläufe) als Regelbrennstoff in Biomasseheiz(kraft)werken kann noch deutlich gesteigert werden.

Insbesondere im Rahmen der Grünkompostierung können Materialfraktionen anfallen, die als wertvoller Biobrennstoff in 44. BImSchV-Anlagen eingesetzt werden können.

In der Regel wird Grobkorn aus dem Grünkompost vor Durchlaufen des Aufbereitungsprozesse den biologisch abbaubaren Abfällen zugeordnet. Durch gezielte Aufbereitungsschritte kann hier eine holzige Grobkornfraktion hergestellt werden, die als Biobrennstoff eingesetzt werden kann.

Wir erarbeiten zudem Qualitätssicherungssicherungssysteme für den Einsatz von Grobkornbiomassen in 44. BImSchV-Anlagen und unterstützen Sie bei der Implementierung.

Schmidmeier NaturEnergie unterstützt Sie im Rahmen der Genehmigungsverfahren bei der Einstufung von Grobkornbiomasse als Biobrennstoff.

Das 17. BImSchV-Ready-Programm.

Die Energieversorgung ist für jedes Unternehmen ein strategisches Schlüsselthema. Die gesetzlichen Anforderungen an den Klimaschutz, Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit werden immer anspruchsvoller.

Für Anlagenbetreiber ist es in Zukunft von entscheidender Bedeutung, ein möglichst breites Brennstoffband einsetzen zu können. Besonders bei Biobrennstoffen aus Rest- und Abfallbiomassen gibt es noch große Potentiale zu heben. Biobrennstoffe wie getrockneter Klärschlamm oder Althölzer der Kategorie A III und A IV stellen dabei besonders hohe Anforderungen an die Feuerungstechnik und den Immissionsschutz.

Schmidmeier NaturEnergie denkt schon heute die Zukunft mit. Beim „17. BImSchV-Ready-Programm" werden die Anlagen so geplant, dass eine technische Umrüstung zur Erfüllung der Anforderungen gem. 17. BImSchV möglich ist.

Biobrennstoffe wie Klärschlamm, Altholz der Kategorie A III und A IV fallen aufgrund der zu erwartenden Schadstoffbelastung abgasseitig unter die 17. BImSchV. Die 17. BImSchV stellt immissionsschutzrechtlich sehr strenge Anforderungen an die Abgasreinigung.

Schmidmeier NaturEnergie plant und baut ihre schlüsselfertige 17. BImSchV-Ready-Anlage.

Qualitätssicherung und Altholzschulungen.

Brennstoffqualitätssicherungskonzepte

Um die Biobrennstoffeigenschaft von Rest- und Abfallbiomassen gem. § 2 (7) 44. BImSchV sicherzustellen, bietet Schmidmeier NaturEnergie die Erarbeitung und Betreuung von Brennstoffqualitätssicherungskonzepten an.

Durch diese Brennstoffqualitätssicherungskonzepte wird sichergestellt, dass die eingesetzten Brennstoffe die Biobrennstoffeigenschaft gem. 44. BImSchV einhalten. So wird gewährleistet, dass in den Anlagen nur Brennstoffe eingesetzt werden, die den anlagentechnischen und gesetzlichen Anforderungen entsprechen.

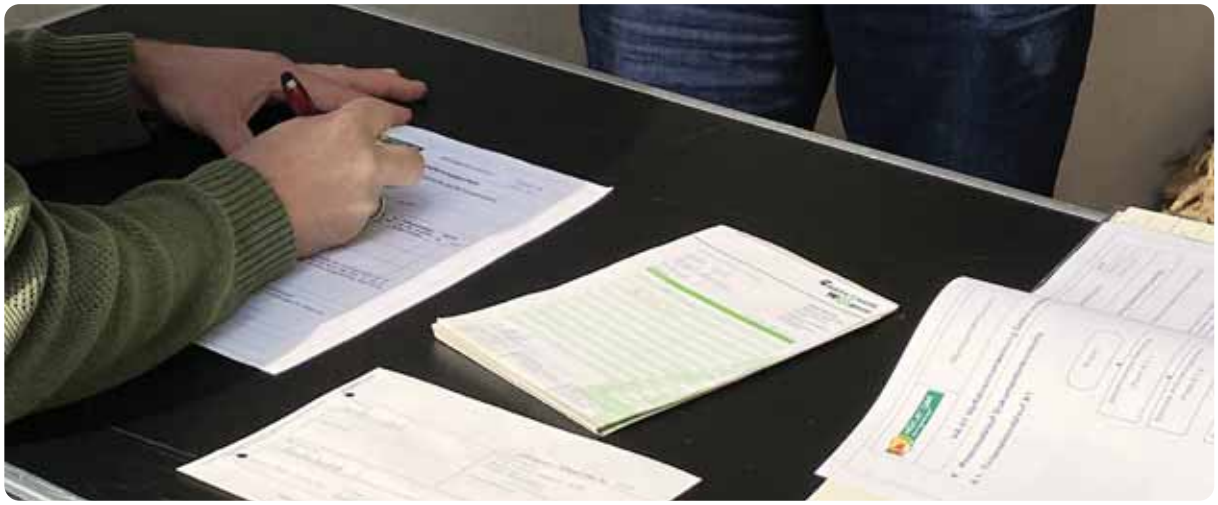
Die Brennstoffqualitätssicherungskonzepte werden brennstoff- und anlagenspezifisch an die Gegebenheiten vor Ort angepasst.

Altholzschulungen gem. AltholzV

Die Altholzverordnung schreibt in § 5 vor, dass das für die Zuordnung und Sortierung von Altholz eingesetzte Personal über die erforderliche Sachkunde verfügen muss.

Schmidmeier NaturEnergie bietet nun auch betriebliche Schulungen zum Nachweis der Sachkunde im Umgang mit Altholz an. Die Schulungen vermittelt folgende Inhalte:

- Altholzverwertung in Deutschland
- Altholzverordnung (AltholzV)
- Schadstoffe im Altholz
- Erkennung von Altholzsortimenten und Zuordnung zu Altholzkategorien
- Probennahme von Altholz
- Dokumentationswesen



4. PROZESS- UND FERN-WÄRME AUS STROM

Ökostromerzeugung mit Batterie-Stromspeicher oder Hochtemperatur-Energiespeicher.

Das Zeitalter der fossilen Energieträger geht zu Ende.
Um die Klimaschutzziele bis 2045 einzuhalten muss die Prozesswärmewende mit aller Kraft vorangetrieben werden. Die Politik erhöht kontinuierlich den Druck, um Dekarbonisierungsprozesse anzustoßen. Die Abkehr von fossilen Energieträgern ist aus ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Perspektive alternativlos.

Eines der wirkmächtigsten Politikinstrumente ist dabei das 2021 in Kraft getretene Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG). Durch die Einführung eines CO_2-Preises für fossile Brennstoffe wird der Einsatz von Gas und Öl zunehmend unwirtschaftlich.

Eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der Prozesswärme werden künftig Stromkessel spielen, die CO_2-neutral Warmwasser, Heißwasser oder Dampf erzeugen. Alternativ können auch Prozessmedien wie Öle und Gase direkt erwärmt werden.

Die Elektrifizierung industrieller Prozesse wird im Rahmen der Energiewende zunehmend an Bedeutung gewinnen. Mit unserem Hybrid- und Stromkesselprogramm denken wir schon heute die Zukunft mit.

Deswegen führen wir ein Lieferanten-Netzwerk an, welches neben den obligatorischen Kesselanlagen auch PV-Anlagen, Agro-PV-Anlagen und die für die industrielle Eigennutzung unerlässlichen Stromspeicher in verschiedenen Varianten anbietet.

Was sich zunächst einfach anhört, ist im zeitlichen Verlauf hochkomplex:

Einem häufig stark schwankenden Bedarf steht eine ebenfalls sehr stark schwankende Erzeugung – kombiniert mit einer stark schwankenden Verfügbarkeit - an Strom aus erneuerbaren Energien gegenüber.
Das Herzstück einer solchen Anlagen ist deshalb das geregelte Lastmanagement.

Dabei werden Bedarfe vorausgeplant, Verfügbarkeiten auf Preise abgeglichen, Wetterdaten und -Prognosen berücksichtigt – bis hin zum Einsatz sog. digitaler Zwillinge und künstlicher Intelligenz.

Das Wichtigste dabei:
All das kommt aus einer Hand, ist perfekt aufeinander abgestimmt und die Projektpartner sind immer die Gleichen!

Markteinschätzung.

Elektrifizierung: Energiewende unter Strom

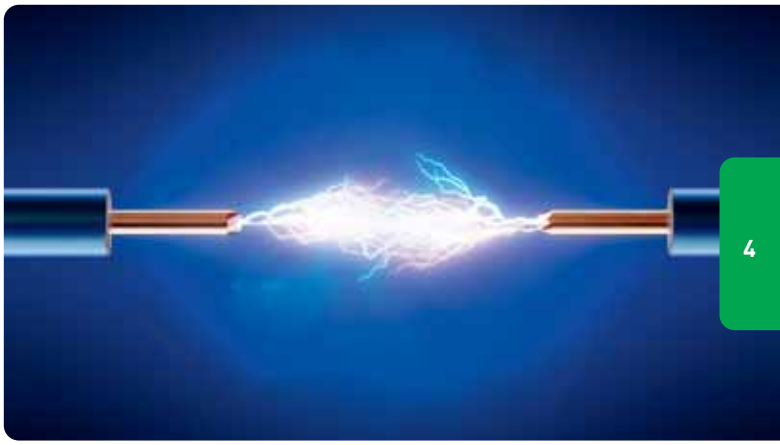
Durch die zunehmende Elektrifizierung wird sich der Strommarkt in den nächsten Jahren radikal verändern. Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2022) wird bis 2040 ein massiver Ausbau von Wind- und Sonnenenergie erfolgen. Bereits 2030 sollen schon rund 74 Prozent der Nettostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien stammen.

Um die EEG 2022-Ziele zu erreichen, ist folgender mittlerer jährlicher Bruttozubau notwendig :

- PV: über 20,0 GW ab 2025
- Wind Onshore: 9,5 GW ab 2025
- Wind Offshore: 6,0 GW ab 2029

Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird zu einer Senkung der Strompreise führen. Für die Stromentstehungskosten von erneuerbaren Energien prognostiziert das Fraunhofer ISE, dass insbesondere Solar- und Windkraftanlagen ab 2030 günstiger sein werden als bestehende konventionelle Kraftwerke.

Strombasierte Prozessenergie wird in Zukunft eine entscheidende Rolle bei der Prozesswärmewende spielen. Stromkessel sind nicht nur CO_2-neutral, sondern machen Sie auch unabhängig!



Mit unserem Team aus Experten unterstützen wir Sie beim Energieträgerwechsel!

Die entscheidende Frage ist:
Wann können wir loslegen?

Bis 2026 steigt der CO_2-Preis auf bis zu

65 €/t

JEDES SYSTEM IST NUR SO GUT,
WIE MAN ES SCHAFFT,
SCHNITTSTELLENRISIKEN ZU MINIMIEREN.

Stromkessel:
Power to Heat / Hybridlösungen.

Die Aufgabe ist gewaltig:
Bis 2045 soll die gesamte Wirtschaft in Deutschland dekarbonisiert sein.

Das gilt sowohl für den Rohstoffeinsatz als auch für die gesamte benötigte Energie.
Nachwachsende Rohstoffe werden dabei zukünftig eine größere Rolle in der Rohstoffherstellung spielen müssen – Energie wird mehr und mehr aus Quellen wie Wind und Solar kommen.

Minutengenaue Erzeugung ist allerdings derzeit nur mit sehr hohen Stromkosten möglich.

Erst wenn wir in 10 bis 15 Jahren den Ausbau im Bereich Wind und Solar vervielfacht haben werden, können wir in der Dampferzeugung den CO_2-neutralen Energieträger Holz durch Strom ersetzen.

Mit regenerativer elektrischer Energie realisieren wir vorzugsweise kleinere Anlagen an Standorten, die derzeit mit Biomasse technisch oder wirtschaftlich schwer darstellbar sind.

Auf Wunsch rüsten wir – beginnend ab 2023 – jeden Kessel mit Anschlussmöglichkeit für Flanschheizkörper aus.

Technisch gesehen ist die Erzeugung von Dampf aus Strom hocheffizient und hervorragend zu regeln – die Heizstäbe selbst arbeiten mit fast 100% Wirkungsgrad.

Variante Hybridkessel

Erweiterung der Biomassefeuerung mit einer elektrischen Beheizung im Großwasserraumkessel.
Die ergänzende Stromheizung steigert die Feuerungsleistung um 30-100%. Je nach tageszeitlicher Verfügbarkeit und Preis wird Storm stufenlos dazu- oder weggeregelt. Die Holzfeuerung bleibt mit mindestens 30% ihrer Last aktiv oder wird für längere Perioden ganz abgeschaltet.

Höchstmögliche Flexibilität bei geringstmöglichem Biomasse-Verbrauch.

Variante Stromkessel

Diesen Anlagentyp setzen wir immer dann ein, wenn:
- die benötigte Leistung zwischen 200-5.000 kW sind.

oder

- die Laufzeiten kurz oder extrem stark schwankend sind

oder

- der Kunde bereits heute Zugriff auf größere, günstigere Mengen CO_2-neutral erzeugten Strom hat – z. B. mit eigenem Wind- oder Solarpark oder größerer PV-Dachanlage.

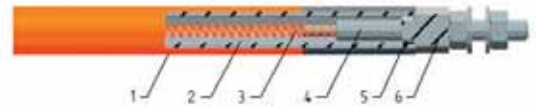
Prozesswärme aus Strom.

In der industriellen Prozesswärme wird elektrische Beheizungstechnik in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Wie bieten Lösungen im Bereich der elektrischen Warmwassererzeugung, der Dampferzeugung sowie der Dampfüberhitzung.

Prozesswärmeerzeugung mit Rohrheizkörpern

Die elektrische Erzeugung von Warmwasser oder Prozessdampf erfolgt mittels Rohrheizkörpern. Dabei wird elektrische Energie in Wärme umgesetzt und das zu beheizende Medium erwärmt.

Bei dem Rohrheizkörper handelt es sich um ein Edelstahlrohr, welches im Inneren eine Heizspirale beinhaltet. Damit die Heizspirale nicht an die Wandung des Rohres gelangt und zu einem Kurzschluss führt, ist diese Heizspirale mittels Magnesiumoxid in dem Rohr zentriert eingebettet.



1 Mantelrohr	4 Bolzen
2 Magnesiumoxyd	5 Dichtmasse
3 Heizleiterdraht	6 Keramische Endbuchse

Exkurs: Magnesiumoxid (MgO)?

Magnesiumoxid hat den strukturen Aufbau wie sehr feiner Sand. Das Besondere an dem MgO sind die hohe elektrische Isolationsfähigkeit sowie eine extrem gute Wärmeleitfähigkeit. Und das ist genau das was wir wollen:

- Hohe Isolationseigenschaften für die sichere Spannungsführung
- Extrem gute Wärmeleitfähigkeit um die Wärme ins Medium zu übertragen

Auf Grund dieser besonderen Eigenschaften von Magnesiumoxid wird dieses Material bei 99% aller Rohrheizkörper verwendet.

Achtung: Hier gibt es deutliche Unterschiede in der Reinheit und somit der Qualität. Unser Partner verwendet ausschließlich die höchste Güteklasse. Alles andere ist zweite Wahl und nicht zu gebrauchen.

Um die Wärmeleitfähigkeit zu verbessern, werden die Rohrheizkörper nach dem „Verfüllen" (gleichzeitiges einziehen der Heizspirale mit der Einbringung des MgO) gewalzt. Hierbei werden die Rohrheizkörper auf den Zieldurchmesser „zusammengepresst". Das MgO wird so fest verdichtet, dass es hart wie Beton wird. Perfekt für eine hohe Wärmeübertragung.

Rohrheizkörper in der industriellen Prozesswärme

Rohrheizkörper können für Prozesswärmeanwendungen von bis zu 700 °C und Leistungen bis 5 MW eingesetzt werden. Die Leistung kann erhöht werden, wenn mehrere Erhitzer parallel verwendet werden.

Die Dimensionierung und Auslegung der Anlage ist abhängig von:

- der Wärmemenge,
- den Temperaturen und Drücken,
- dem Spannungslevel der Schaltanlage,
- den Signalen und Regelungskonzepten sowie
- der Regelungsgenauigkeit.

Sie denken über die elektrische Warmwassererzeugung, Dampferzeugung oder Dampfüberhitzung nach? Sprechen Sie uns gerne an!

Vorteile der Elektrifizierung

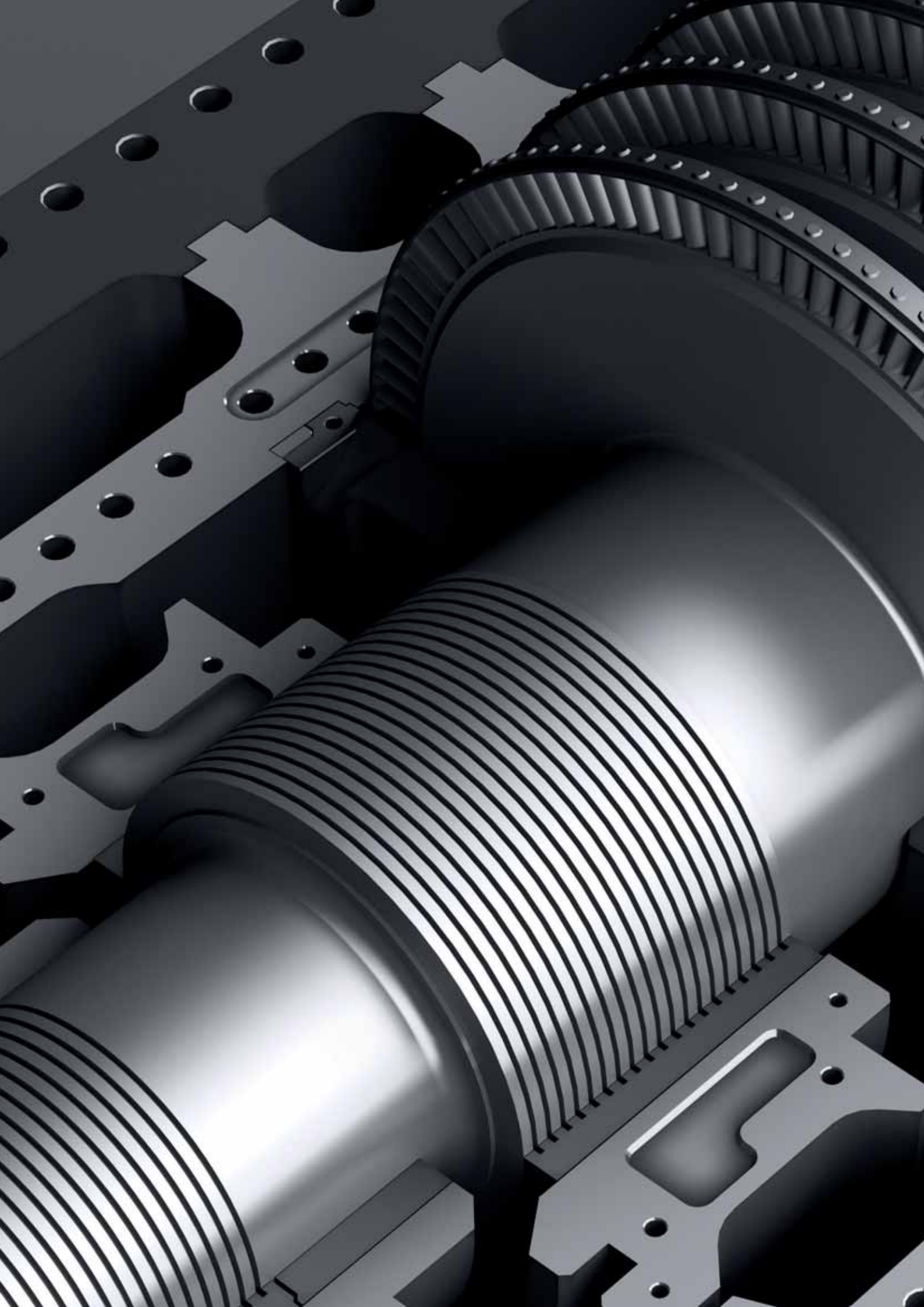
Extrem gute Regelbarkeit, schnell wie ein Lichtschalter, kein Schornstein und keine Gasleitungen. Exakte Temperaturregelung. Keine Abfälle. Keine Wartung und keine Abhängigkeit von Öl und Gas.

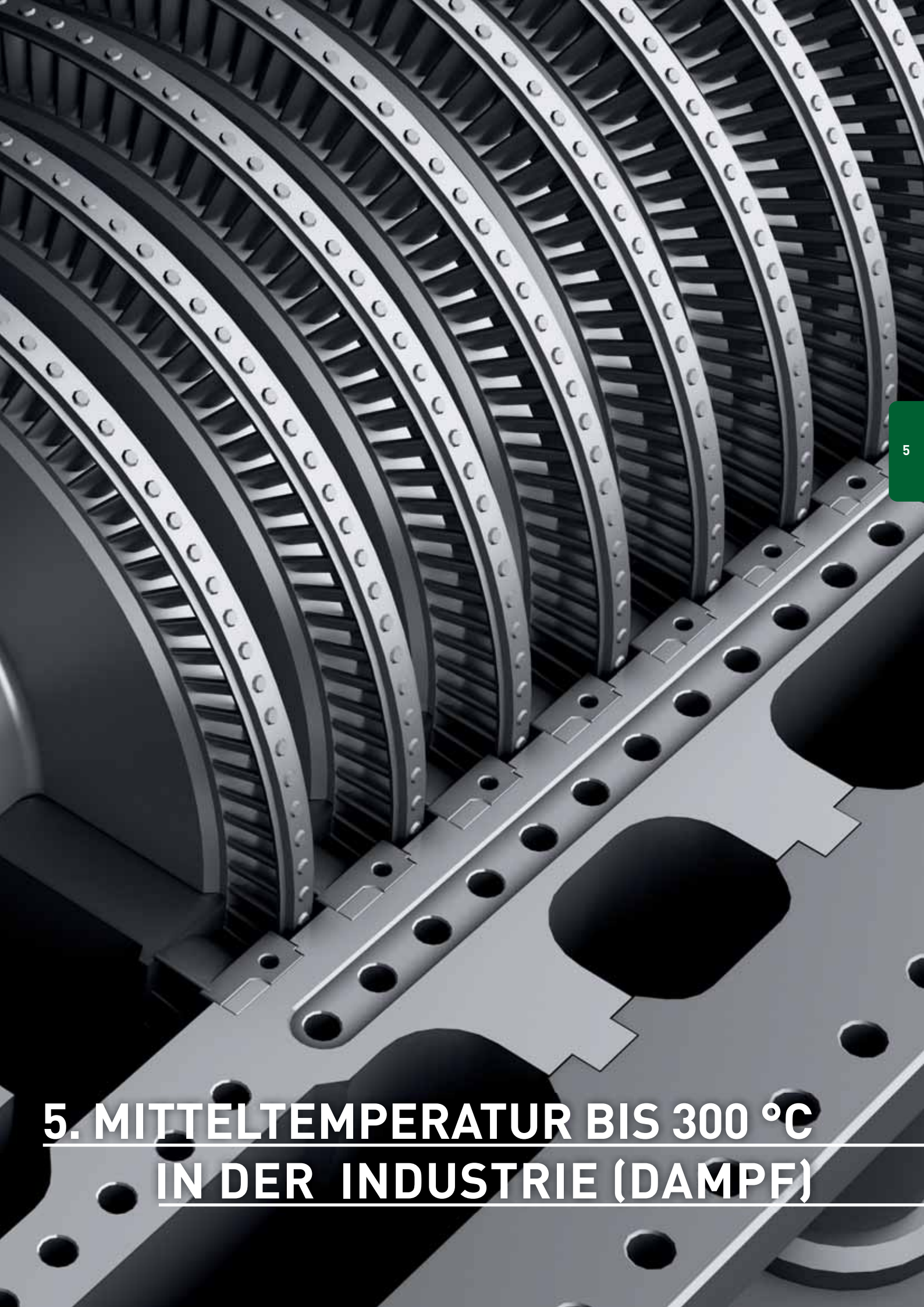
Mit Strom aus den erneuerbaren Energien sogar 100% CO_2 und damit noch unabhängiger. Gerade dann gut nutzbar, wenn Windparks vom Netz genommen werden müssen, weil wir zu viel elektrische Energie haben.

Also immer her damit. Wir elektrifizieren Sie gerne. Wir machen Sie fit dafür diverse Ressourcen gewinnbringend einzusetzen.

Wussten Sie, dass

- 49% des Brutto-Stromverbrauchs von erneuerbaren Energien geliefert worden sind?
- Deutschland mehr Strom an die Grenzstaaten exportiert als importiert (70 Mrd. kWh zu 50 Mrd. kWh)?
- rund 6 Mrd. kWh abgeregelt werden (nur aus erneuerbaren Energien)? Damit könnten mindestens 1,5 Mio. Haushalte für ein Jahr versorgt werden.
- das größte Windrad (Prototyp) der Welt 15 MWel Leistung produzieren kann?



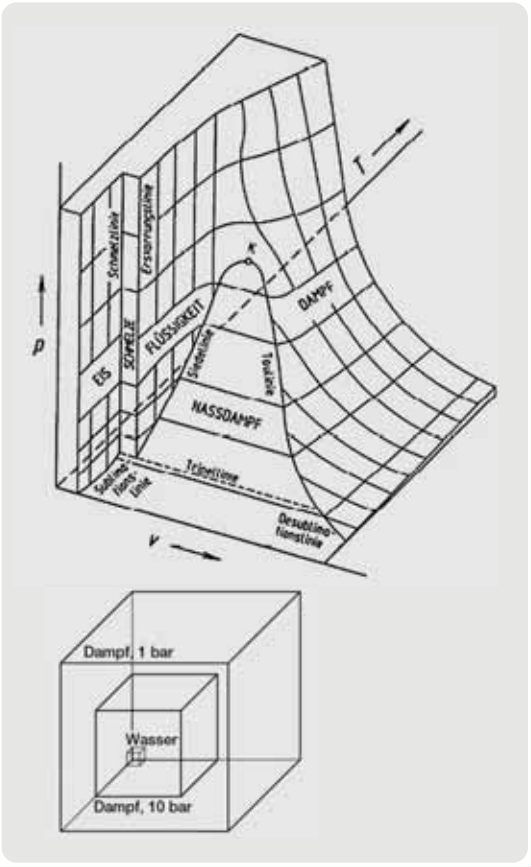


5. MITTELTEMPERATUR BIS 300 °C IN DER INDUSTRIE (DAMPF)

Warum Dampf? Dampf rockt!

Sattdampf mit 10 bar(ü) kann 24-mal mehr Energie transportieren als die gleiche Menge Warmwasser bei einer Spreizung von 20 K zwischen Vor- und Rücklauf. Das klappt bei Dampf mit 0 K Spreizung, also (theoretisch) ohne Abkühlung, nur über die Kondensation. Dabei muss der Dampf noch nicht einmal gepumpt werden und kondensiert auf das 1/100 Grad genau dort, wo es am kühlsten ist. Aus diesen Gründen setzt man weltweit in Großkraftwerken und zur Versorgung industrieller Prozesse mit hohem Wärmebedarf auf Dampf.

Stattdampf transportiert 24x mehr Energie als die gleiche Menge Warmwasser!



Medium	△	Leistung je 1000 kg/h	Energieinhalt relativ	m³ je MW
Warmwasser 95/75 °C, 4 bar(ü)	20 K	23,3 kW	1	43 m³/h
Heißwasser 200/170 °C, 20 bar(ü)	30 K	36,9 kW	1,58	27 m³/h
Thermalöl 250/200 °C, 6 bar(ü)	50 K	44,7 kW	1,92	23 m³/h
Sattdampf 10 bar(ü), 184/184 °C	0 K (theor.)	555,4 kW	**23,84**	< 2 m³/h

Wussten Sie, dass...

- man 4,8-mal so viel Energie aufwenden muss, um Wasser bei 100 °C zu verdampfen, als man vorher für das Erwärmen von 0 °C auf 100 °C benötigt hat? Das sind 419 kJ/kg für das Erwärmen und 2.015 kJ/kg für die Verdampfung (bei 10 bar(ü)).
- Wasser beim Verdampfen das 1.620-fache Volumen in Form von Dampf benötigt? Es sei denn, man setzt es unter Druck.

Kraft-Wärme-Kopplung mit Turbinen.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist die die gleichzeitige Umwandlung eingesetzter Energie in mechanische/ elektrische Energie und nutzbare Wärme innerhalb eines thermodynamischen Prozesses.

1 kWh Strom ist im Einkauf etwa 25 mal so teuer als Strom aus den von uns eingesetzten Brennstoffen mittlerer Qualität.

Unsere Anlagen liefern Temperaturen von 60 - 180 °C nach der Turbine in Form von Sattdampf oder Warmwasser.

Dampfturbine: 130 Jahre alt und plötzlich wieder aktuell! Und das auch ohne EEG.

Bauarten:

1.) Kondensationsturbine:

Die Kondensationsturbine ist der Standard in modernen Großkraftwerken. Die Stromerzeugung steht im Vordergrund, es wird mit hohen Eingangsparametern gearbeitet und bis ins Vakuum entspannt. Die Abwärme wird nicht mehr genutzt, der Abdampf in großen Kondensationsturbinen häufig mit Flusswasser kondensiert und zurück zum Kessel gepumpt - der Kreislauf ist geschlossen. Für uns ist dieser Anlagentyp vor allem bei Niedertemperatur Anwendungen relevant. Die Temperatur im Kondensator kann frei gewählt werden.

2.) Entnahmekondensationsturbine:

Sehr gängiger Turbinentyp in der PE-Erzeugung, häufig in Betrieben mit gekoppeltem Bedarf an Niedertemperaturwärme (aus dem Abdampf) und Mitteltemperaturwärme (z. B. in Form einer Dampfanwendung).
Hierfür wird in der Turbine eine „Anzapfung" vorgesehen, über die aus der Maschine Dampf, der bereits eine gewisse „Arbeit" in der Maschine verrichtet hat, entnommen und dem Prozess zurückgeführt wird.
Der verbleibende Dampf durchströmt die Maschine komplett und dient dabei der Stromerzeugung bis zu dem benötigten Temperaturniveau am nachgeschaltenen Kondensator.
Beide dieser Tauscher werden auf den jeweiligen Anwendungsfall designt und können innerhalb gewisser Grenzen geregelt werden.

5

Zu beachten ist Folgendes:

Die erzeugte Strommenge ist an den aktuellen Wärmedurchsatz der Anlage gekoppelt. Der elektrische Wirkungsgrad verschlechtert sich mit sinkendem Wärmedurchsatz.
Aber: großer Regelbereich, wenn man das in Kauf nimmt.

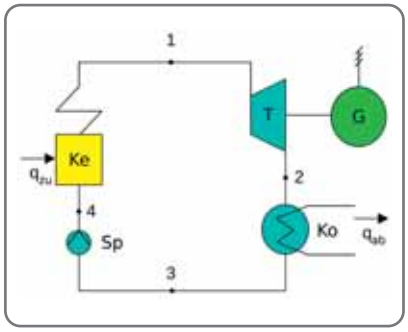
3.) Gegendruckturbine als Prozesswärme genutzt.

Klassische KWK-Anlagen in der industriellen Prozesswärmeerzeugung. Wärmegeführte Fahrweise, Strom wird quasi „nebenbei" mit erzeugt. Ein Kondensator nach der Turbine existiert nicht, der Dampf wird nach der Turbine entnommen und als Prozesswärme genutzt.
Die erzeugte elektrische Leistung ist auch hier an den Wärmedurchsatz der Anlage gekoppelt.

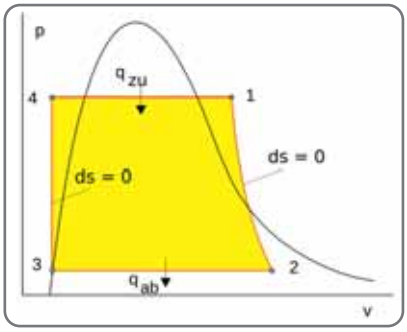
Bild 1:Siemens, CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>, via Wikimedia Commons
Bild 2:Ulrichulrich in der deutschsprachigen Wikipedia, der, CC BY-SA 3.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>, via Wikimedia Commons
Bild 3:Siemens, CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>, via Wikimedia Commons

Kraft-Wärme-Kopplung mit Turbinen.

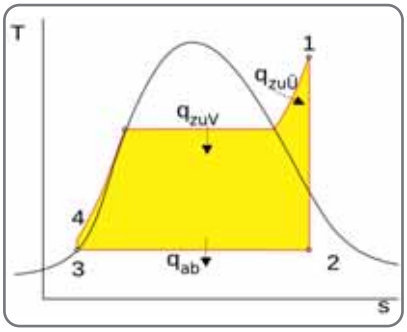
	Kondensations-turbine	Entnahme-Kondensations-turbine	Gegendruck-turbine
Verfügbar im Markt, Stand der Technik			
Anwendung	Großkraftwerk Kohle, Gas, oft reine Verstromung		
Leistung	bis 2.000 MW el		
Zudampf	bis zu 140 bar, bis zu 540°C		
Abdampf	Vakuum <0,00 bar(ü), 40 - 50°C		
elektrischer Wirkungsgrad	40 - max. 50 %		
Üblicher Prozessenergie-Einsatz in der Industrie / Große Anwendung			
Anwendung		Papierfabriken, Chemieparks (KWK)	Papierfabriken, Chemieparks (KWK)
Leistung		bis ca. 100 MW el	bis ca. 100 MW el
Zudampf		20 bis 80 bar / 250-500°C	20 bis 80 bar / 250-500°C
Abdampf		2 - 16 bar(ü)	2 - 16 bar(ü)
Wirkungsgrad		15 - 27 % je nach Entnahmedruck und -menge, Abdampf-Parameter und Maschinengröße	15 - 24 % je nach Entnahmedruck und -menge, Abdampf-Parameter und Maschinengröße
Üblicher Prozessenergie-Einsatz in der Industrie / kleinere Anwendung in Verbindung mit dezentraler Biomassenutzung			
Anwendung	Nahwärmenetze (KWK)	alle Industriebereiche (KWK)	alle Industriebereiche (KWK)
Leistung	300 kW bis 20 MW el	200 kW bis 10 MW el	200 kW bis 10 MW el
Zudampf	20 bis 60 bar / 250-400°C	20 bis 60 bar / 250-400°C	20 bis 60 bar / 250-400°C
Abdampf	Vakuum < 0,00 bar(ü), 80-100 °C	2 - 12 bar(ü), 140 bis 250°C	2-12 bar(ü), 140 - 250 °C
Gesamt-Wirkungsgrad	15-30 % je nach erforderlicher Warmwassertemperatur	10 - 24 % je nach Entnahmedruck und -menge, Abdampf-Parameter und Maschinengröße	10 - 20 % je nach Abdampf-Parameter und Maschinegröße



Clausius-Rankine-Prozess Schaltbild



Clausius-Rankine-Prozess im p-v-Diagramm



Clausius-Rankine-Prozess im T-s-Diagramm

Kraft-Wärme-Kopplung mit Expandern.

Eine vereinfachte Möglichkeit zum Kraft-Wärme-Kopplung stellen sogenannte Schrauben-Expander dar. Sie werden vor allem dort eingesetzt, wo Druckgefälle sinnvoll zur "Nebenbei"-Stromerzeugung genutzt werden können. Der Betrieb eines Expanders ist deutlich einfacher als der einer Turbine.

VORTEILE AUF EINEN BLICK

Einfache Technik und **geringe Drehzahlen**

Nutzung von **Sattdampf** möglich

Keine zusätzliche Schmierung nötig

Kompakte Aufstellung und **Verschaltung** und somit **perfekte Ergänzung zu Containern**

Vollwartungsverträge möglich

Dampfexpander eignen sich für Sattdampfanwendungen und zur Nutzung des Enthalpiegefälles bei vorhandenen Druckreduzierungen und für eher kleinere elektrische Nennleistungen.
Ein Dampfexpander entspannt den Dampf von einem Eingangsdruck bis auf einen gewünschten Solldruck und generiert dabei Strom. Das Funktionsprinzip eines Dampfexpander lässt sich am leichtesten erklären, wenn dieser mit einem rückwärts laufenden Schraubenkompressor verglichen wird. Mittels zweier schräg verzahnter, sich drehender Schraubenwellen - den schraubenförmigen Rotoren – treibt das Arbeitsmedium den nachgeschalteten Generator an. Dabei wird der eingesetzte Dampf in den Arbeitskammern, die zwischen den beiden Rotoren verlaufen, zum Austritt hin entspannt. Das Volumen dieser Arbeitskammer vergrößert sich zum Anlagenaustritt, wodurch der Dampfdruck reduziert und mechanische Arbeit an den Wellen der Rotoren verrichtet wird.
Die elektrischen Wirkungsgrade in Bezug auf die zuströmende thermische Leistung liegen im Bereich von 5 – 15 %. Gerade bei Prozessen mit mittleren und höheren Laufzeiten stellt sich der Einsatz eines Expanders oft hochwirtschaftlich dar.

Rotoren eines Dampfexpanders

Kraft-Wärme-Kopplung mit ORC-Modulen.

Als Alternative zum Dampfkreislauf bieten wir robuste Heißgas-ORC-Systeme an.

Dabei wird in einem vorgelagerten Wärmetauscher aus den 1.000 °C heißen Rauchgasen der Feuerung Heißluft mit ca. 550 °C erzeugt. Diese verdampft in einem separaten Kreislauf über einen weiteren Wärmetauscher ein organisches Arbeitsmedium, welches eine Stromturbine antreibt. Die Abwärme wird genutzt – im Gegensatz zu Gasturbinen eine sehr langlebige und unempfindliche Technologie.

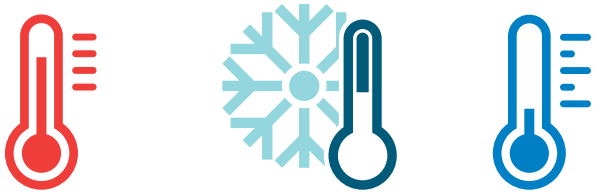
ORC-Modul von Turbine

Die Königsdisziplin: Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK).

Ein der größten energiewirtschaftlichen Herausforderungen in den nächsten Jahren ist die Dekarbonisierung der Industrie im Rahmen der Prozesswärmewende. Die Anforderungen der Industrie sind dabei hoch. Die Energie muss verlässlich und präzise regelbar bereitgestellt werden. Zusätzlich können komplexe Produktionsprozesse neben Wärme und Strom auch Kälte benötigen.

Wärme-Kälte-Kopplung ist perfekt zum Ausgleich von Sommerlöchern geeignet. Wir setzen dabei auf mit Abwärme betriebene Kältemaschinen. Wo auch immer Kälte benötigt wird, steigt die benötigte Leistung und damit der Wärmeabsatz an.

Mit unseren Absorptionskälteanlagen nutzen wir die Abwärme zur Erzeugung von Kälte. Je höher dabei das Antriebstemperaturniveau ist, desto niedrigere Kältetemperaturen sind möglich. Ideale Anwendungsbereiche für Niedertemperaturabwärme sind deshalb die Raumkühlung und Prozesskühlung oberhalb des Gefrierpunktes. Die Kälteleistungen liegen bei uns zwischen 100 bis 1.500 kW, Kältetemperaturen sind bis -10 °C möglich.



Wir planen und bauen schlüsselfertige, CO_2-neutrale und hocheffiziente (Kraft-)Wärme-Kälte-Kopplung-Anlagen.

Die Königsdisziplin:

Bei der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung wird die Abwärme nach der Turbine ganz oder teilweise in einer Absorptionskälteanlage in Kälte umgewandelt. Ökologischer geht es nicht.

Tieftemperatur-Absorptionskältemaschine bis -8°C

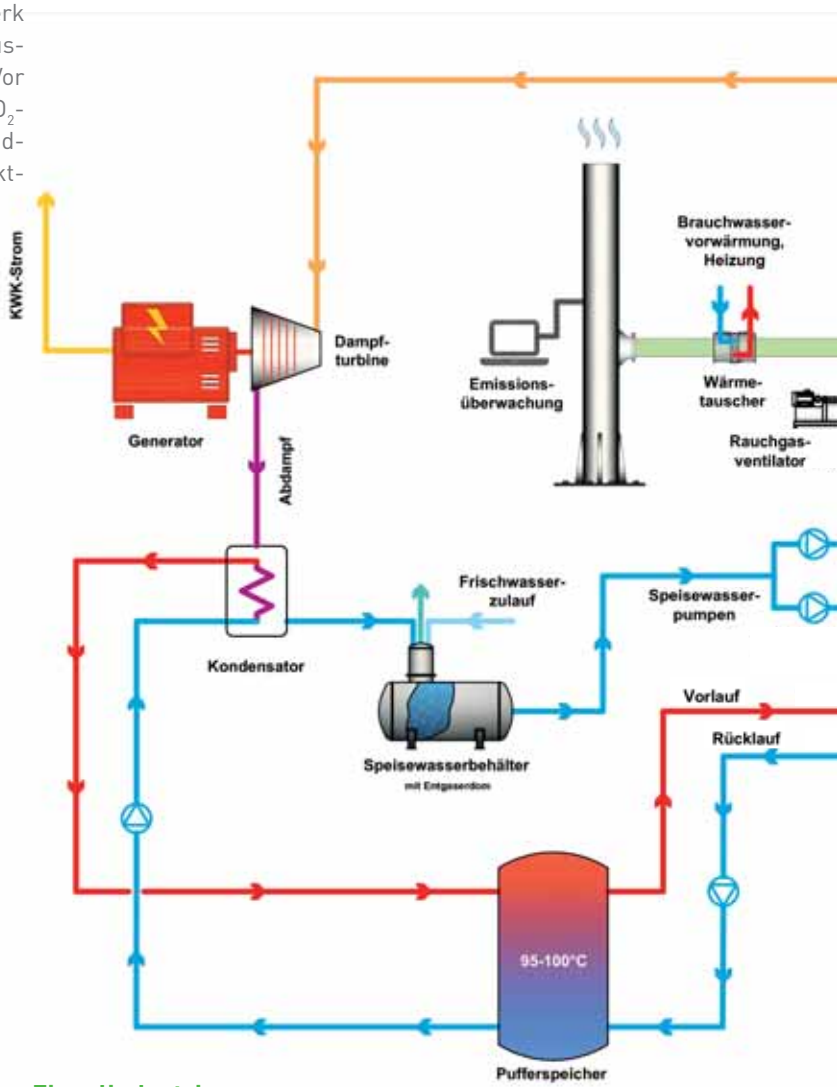
6. HOCHTEMPERATUR BIS 950 °C IN DER INDUSTRIE (HEISSGAS)

Direkt beheizte Systeme mit Heißgaszyklon bis 950 °C.

Der Einsatz von Biomasse für Hochtemperaturanwendungen zählt zur Königsdisziplin. Für die Umsetzung entsprechender Projekte braucht es echte Vordenker und Macher! Temperaturen von bis zu 950 °C sind mit direkt beheizten Systemen mit Heißgaszyklon realisierbar. Schmidmeier NaturEnergie setzt hier bereits erste Pilotprojekte in der Baustoffindustrie um.

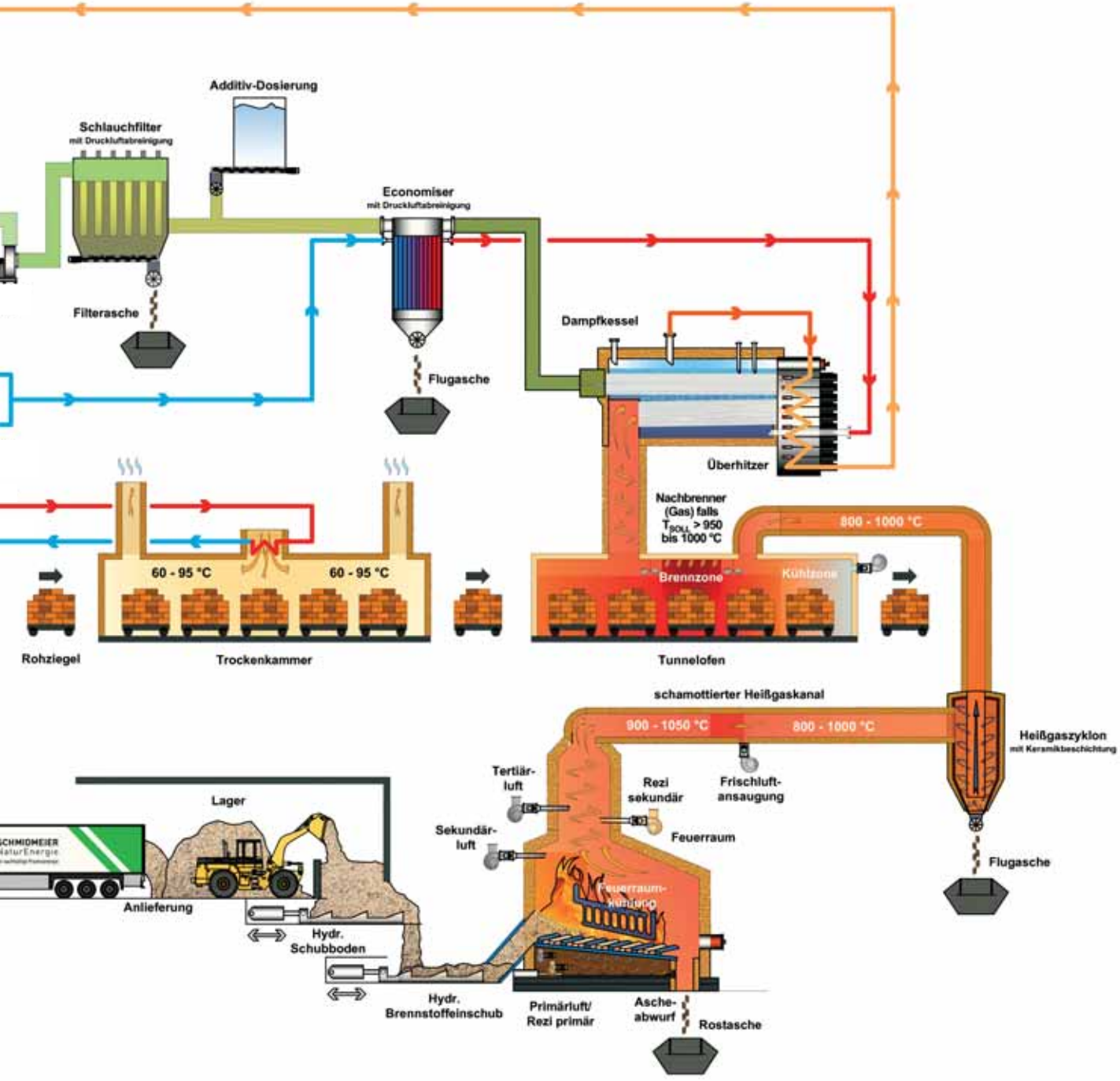
In Deutschland zählt vor allem die Ziegelindustrie aktuell zu den Pionieren beim Thema Prozesswärmewärmewende. Die Branche hat mit dem Innovationsnetzwerk Go2030 eine Plattform geschaffen, um die Treibhausgasemissionen in der Ziegelindustrie zu reduzieren. Vor allem die Energieversorgung soll auf nachhaltige CO_2-neutrale Energieträger umgestellt werden. Schmidmeier NaturEnergie beteiligt sich im Projekt „Direktverbrennung von Biomasse für den Ziegelbrand."

Bei der Ziegelherstellung zählen vor allem die Ziegeltrocknung und der Brand zu den energieintensiven Prozessen. Während für die Trocknung Temperaturen von durchschnittlich 50 – 120 °C benötigt werden, zählt der Brand mit 850 – 1.000 °C zu den Hochtemperaturanwendungen. Der Einsatz von nachhaltigen Biomassebrennstoffen bietet hier eine echte Alternative zu fossilen Energieträgern und Schmidmeier NaturEnergie arbeitet mit Volldampf an den ersten Leuchtturmprojekten mit!



LCRP als Heißgaserzeuger in der Ziegelindustrie

Die Ziegelindustrie packt die Prozesswärmewende an!



Indirekte Systeme mit Reingaserzeugung bis 520 °C.

Die Dekarbonisierung der Prozesswärme zählt in Deutschland zu den wichtigsten Meilensteinen, um die ambitionierten Klimaschutzziele zu erreichen. Energie aus Biomasse ist aufgrund ihrer hohen Dienlichkeit und Regelbarkeit der ideale Anwendungsbereich für die Prozesswärme. Mitteltemperaturanwendungen auf Biomassebasis sind in der Prozessenergie ein bedeutender zukünftiger Anwendungsbereich. Schmidmeier NaturEnergie plant und baut Biomasse-Heißgassysteme im Mitteltemperaturbereich bis 520 °C.

Leuchtturmprojekt: CO_2-neutrale Prozesswärme für die Baustoffindustrie

2022 hat die Schmidmeier NaturEnergie GmbH eines der modernsten Biomasse-Heißgassysteme zur Sandtrocknung in der Baustoffindustrie für die Karl Mossandl GmbH & Co realisiert.

Die Karl Mossandl GmbH & Co. produziert am Standort Rosenau (Bayern) hochwertigste Natursandqualitäten für Putze. Um als Komponente in der Putzindustrie verwendet werden zu können, sind vor allem höchste Qualitätsstufen in Bezug auf Reinheit und Trockengehalt erforderlich.

Dementsprechend hoch sind die Anforderungen an die Anlagenregelung, um das geforderte Temperaturniveau für den geforderten Trockengehalt einzuhalten.

Heißgasnutzung zur Sandtrocknung

Das von Schmidmeier NaturEnergie konzipierte Biomasse-Heißgassystem erzeugt mit einer Wärmetauscherleistung von 1.250 Kilowatt Heißluft für den Trocknungsprozess der Grundstoffe Sand und Kies.
Für die Sandtrocknung wird ein innovatives Verfahren eingesetzt, bei dem Verbrennungsgas zur Erzeugung von hochreiner, erhitzter Trocknerluft zur Versorgung des Sand-Trommeltrockners genutzt wird. Die Anlage ist technisch so konzipiert, dass die angesaugte Umgebungsluft vorab so gefiltert wird, dass eine Verschmutzung des Heißgases und eine damit einhergehende Verunreinigung des Trockengutes ausgeschlossen wird. Über einen speziellen Wärmetauscher wird in einem innovativen Verfahren Heißgas mit einer Temperatur von 450 °C für die Sandtrocknung erzeugt.

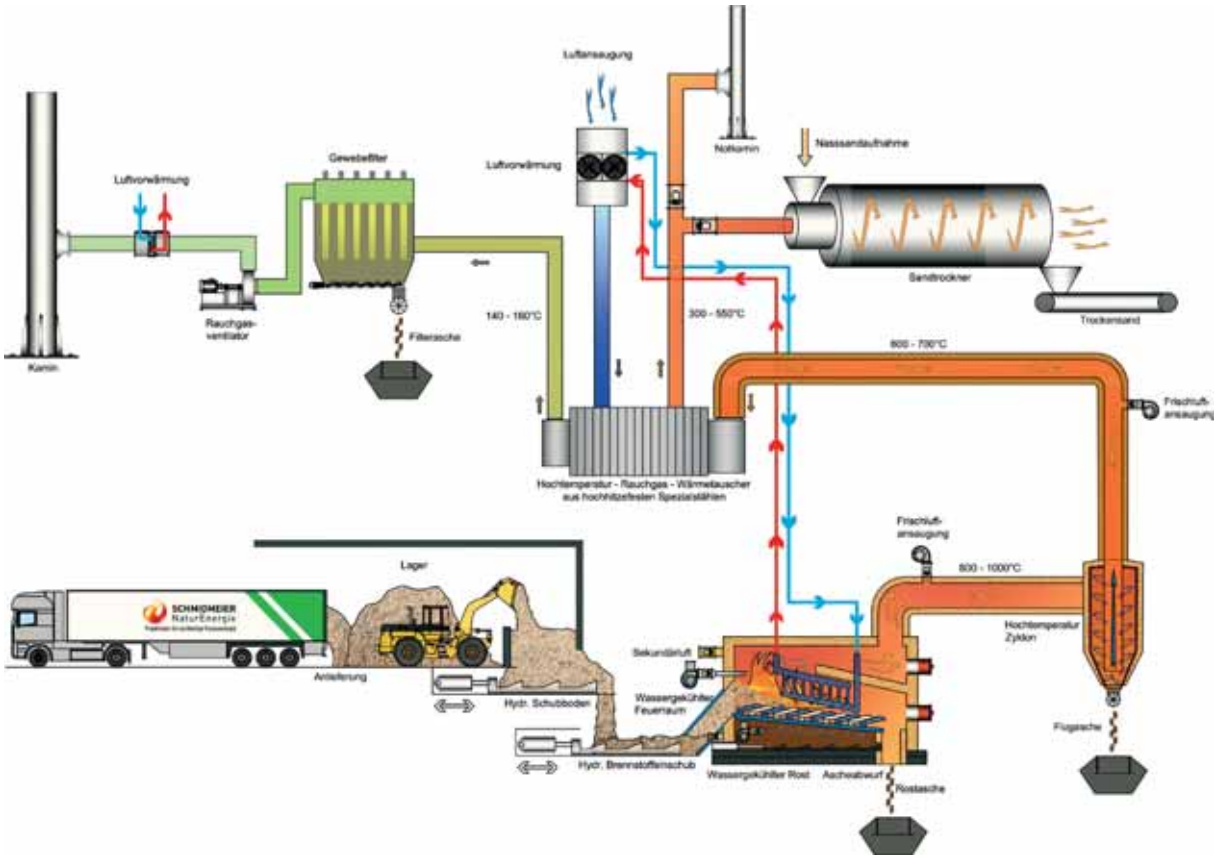
Übertragbarkeit auf andere Industriebereiche

Das Anlagenkonzept ist flexibel auf andere Industriebereiche anwendbar und kann im besonderen Maße zur Dekarbonisierung der industriellen Prozesswärme beitragen. Die Anlagenkonfiguration ermöglicht eine alternative Energiebereitstellung für bisher direkt mit fossilen Brennstoffen befeuerte Prozesse (z.B. Trocknungsprozesse in der Baustoffindustrie).

Die Karl Mossandl GmbH & Co. hat gemeinsam mit der Sievert SE, einer der marktführenden Anbieter von Premium-Baustoffen in Europa, Anfang 2022 das modernste Trockenmörtel Mischwerk Europas am Standort Mamming-Rosenau in Betrieb genommen. Weitere Anlagen sind in Planung.

Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauscher zur Erzeugung von Heißgas bis 450 °C

Biomasse spielt bei der Prozesswärmewende für die Baustoffindustrie eine wichtige Rolle



SCHMIDMEIER
NaturEnergie
Susteamer®LC

7. UNSERE KLIMASCHUTZZENTRALE

Mobile KLIMASCHUTZZENTRALE.

Prozessdampf und Heißwasser bis 3.000 kW aus dem mobilen Kesselhaus. Schlüsselfertig und sorgenfrei.

Flexibilität ist ein wichtiger Faktor. Darum bieten wir im Leistungsbereich bis 3.850 kW Feuerungswärmeleistung (entspricht 3.000 kW Nennwärmeleistung oder 4.500 kg/h Sattdampf) als Alternative zum klassischen Kesselhaus auch eine standardisierte Energiezentrale in Fertigbauweise an. Auch als Sonderausführung mit dem Erweiterungsmodul KWK mit Dampfturbine.

Mobile Kesselhauslösungen in nur 10 Tagen einsatzbereit!

Wir haben Prozessdampf aus Biomasse mobil gemacht.

Im Leistungsbereich bis 3.850 kW rollen schlüsselfertige Anlagen inkl. Brennstoffzuführung, Entaschung, Ventilatoren, Rauchgasreinigung und Ventilatoren im Doppelstock-Container auf Ihr Betriebsgelände. Die Klimaschutzzentrale ersetzt oder ergänzt Ihre bestehende Anlage im Plug & Play-Modus. Sie drehen nur noch den Schlüssel um.

TurnKey ist Trumpf. 6-mal Weltrekord seit 2013.

„Nur 10 Tage nach Eintreffen des ersten LKW auf der Baustelle war die Schlussrechnung bezahlt!“

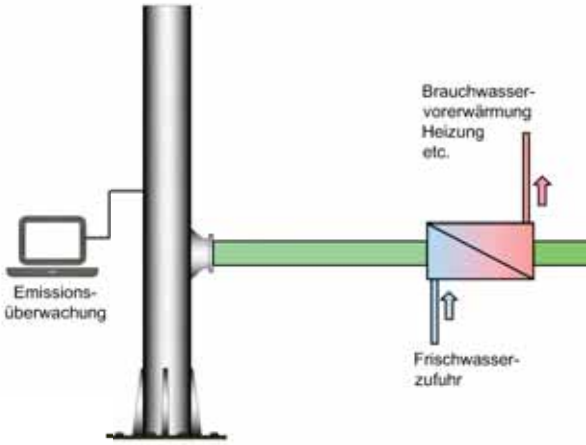
Thomas Schmidmeier

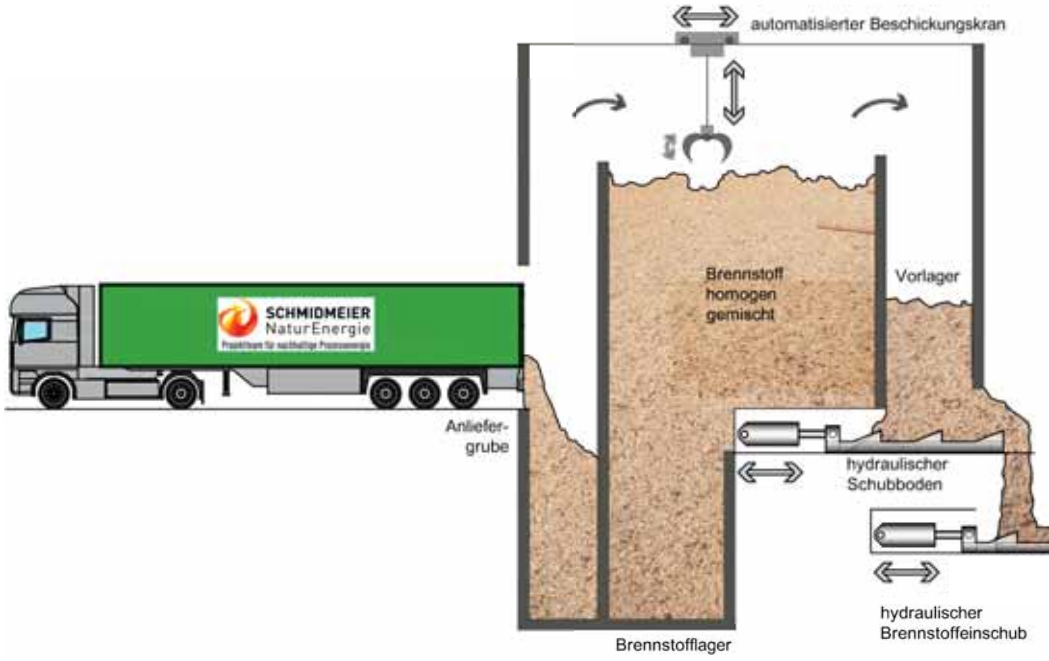
Stationäre KLIMASCHUTZZENTRALE.

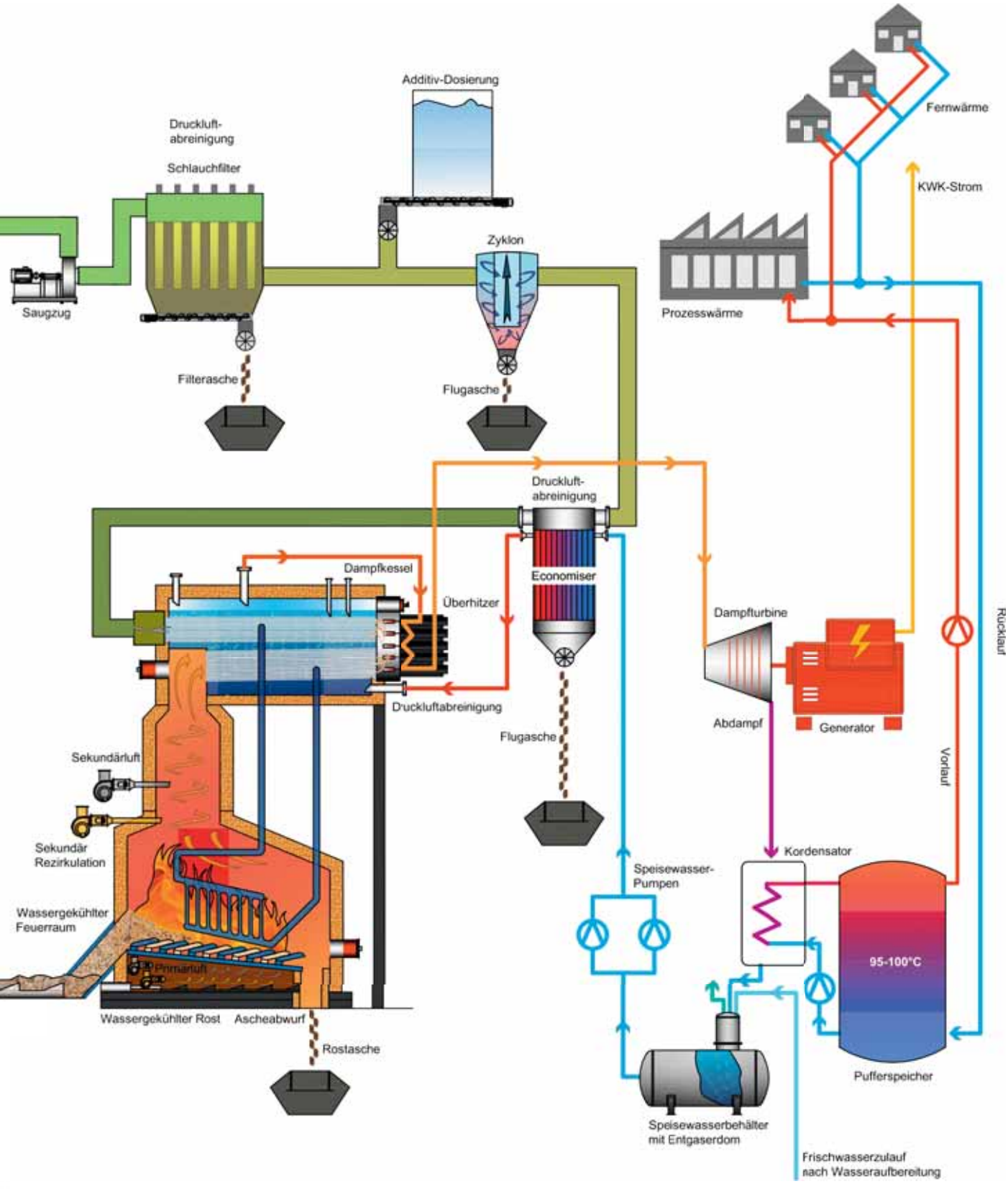
Prozessdampf und Heißwasser bis 25.000 kW aus dem stationären Kesselhaus. Schlüsselfertig und Sorgenfrei.

Wenn möglich, bekommen bei uns erst Anlagen größer 3.000 kW ein „richtiges“ Haus. Den Bau übernehmen wir auf Wunsch mit, viele gewerbliche Kunden erstellen diesen aber in Eigenregie. Dann arbeiten wir in der Vorplanung und Ausführungsplanung eng mit den ausführenden Unternehmen zusammen. Errichtung der Anlage, Verkabelung und die hydraulische Verrohrung übernehmen wir. Dazu gehören bei Bedarf selbst die Dampf- und Kondensatleitungen im Betrieb bis hin zu den Maschinenanschlüssen.

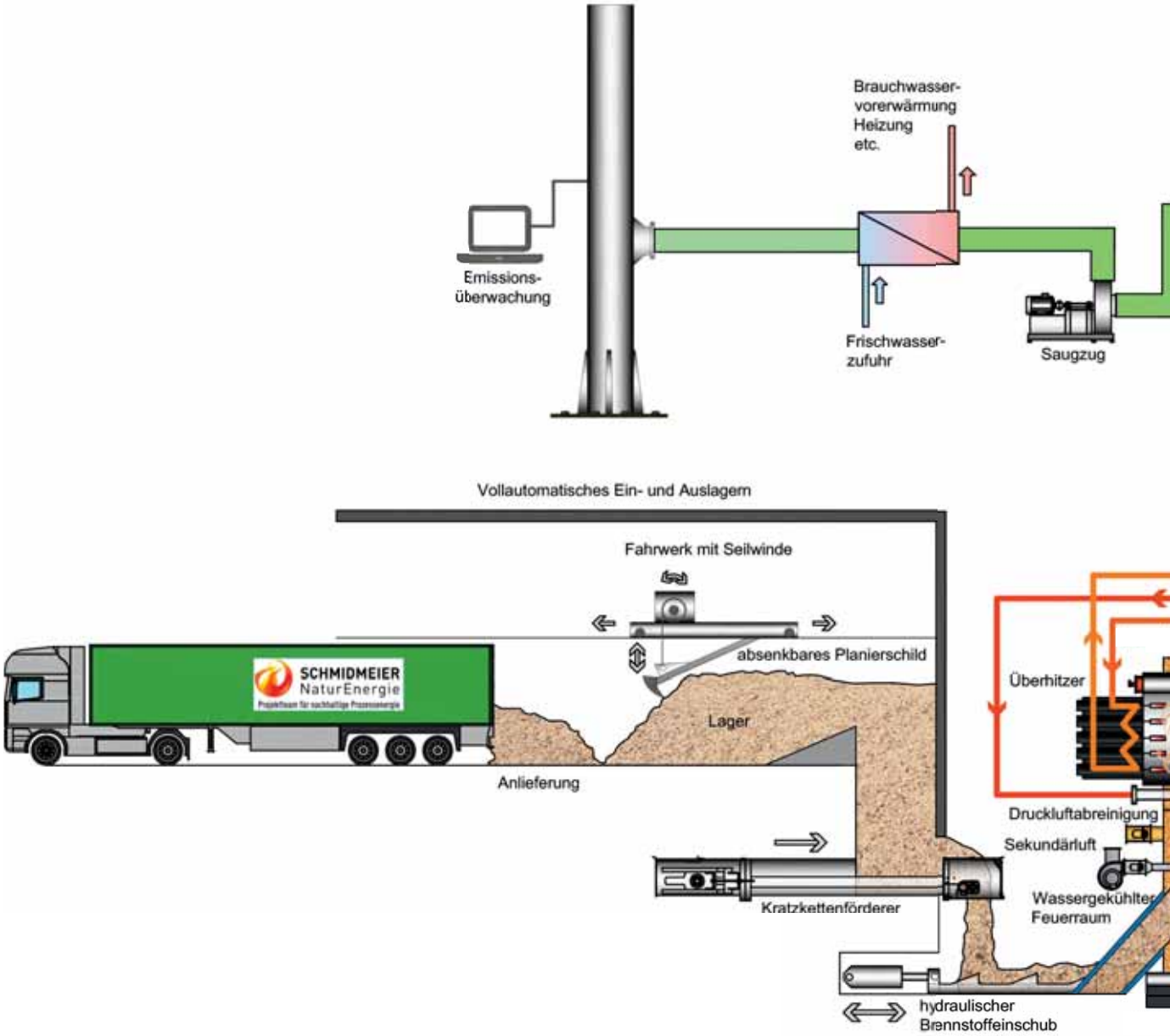
Schematische Darstellung einer Gebrauchtholz-KWK-Anlage mit Abwärmenutzung im Fernwärmenetz mit Beschickungskran.

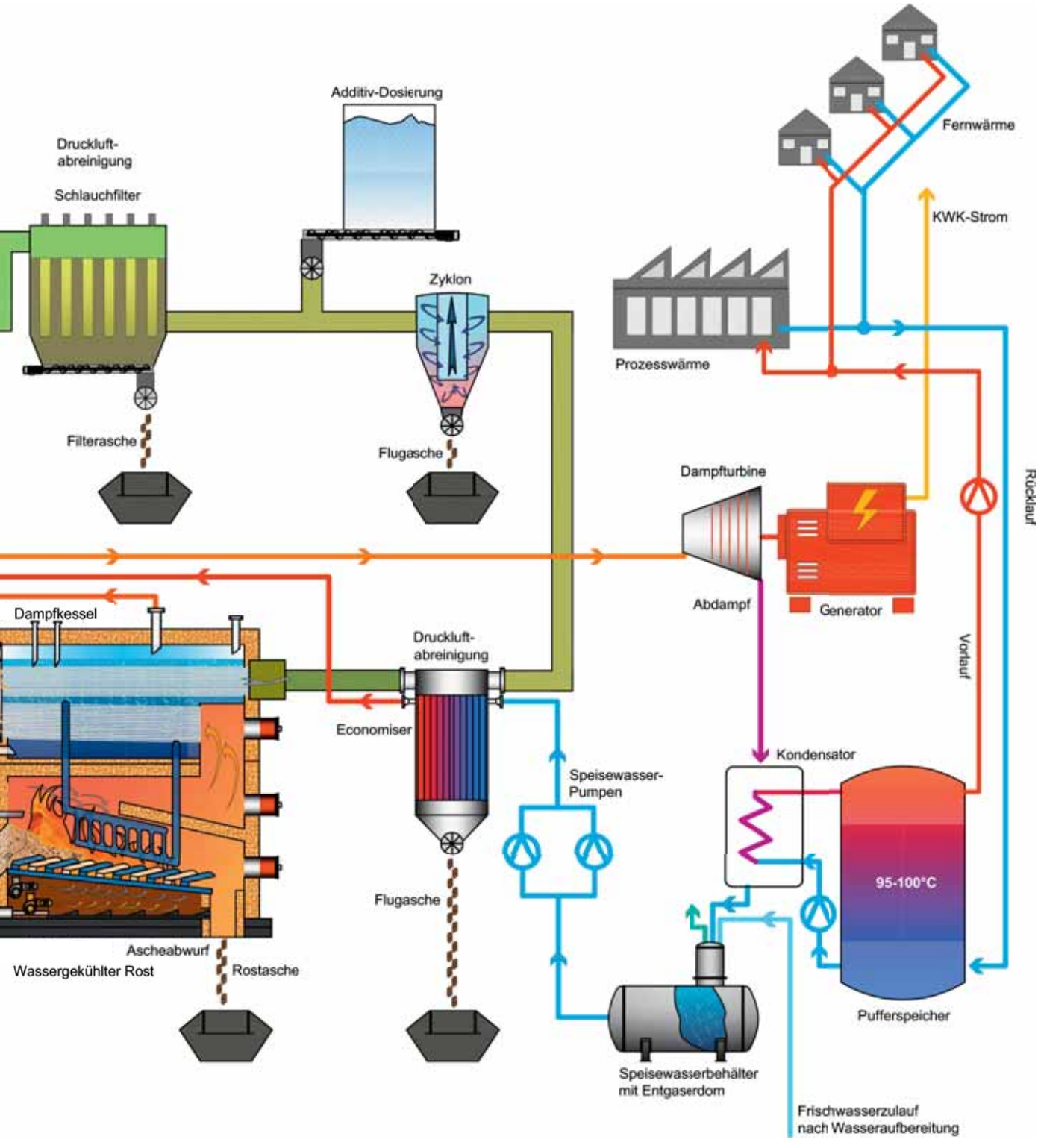




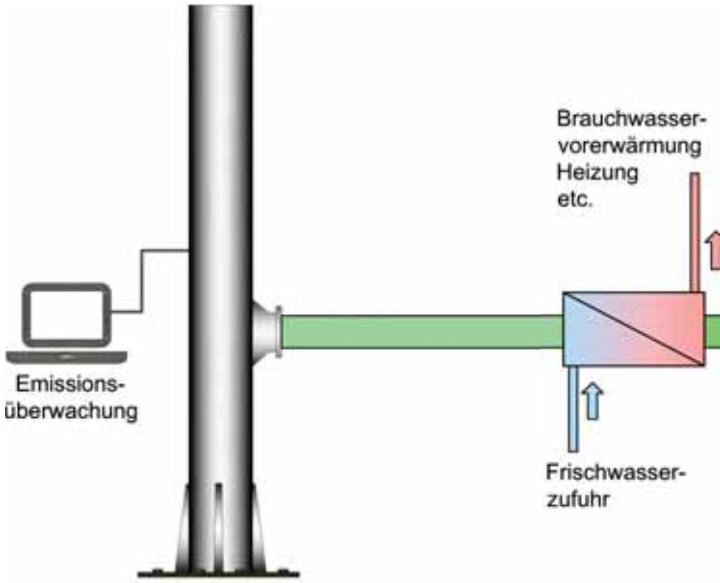

Additiv-Dosierung
Druckluft-
abreinigung
Schlauchfilter
Saugzug
Zyklon
Filterasche
Flugasche
Fernwärme
KWK-Strom
Prozesswärme
Druckluft-
abreinigung
Economiser
Dampfkessel
Überhitzer
Druckluftabreinigung
Flugasche
Dampfturbine
Abdampf
Generator
Rücklauf
Vorlauf
Sekundärluft
Sekundär
Rezirkulation
Wassergekühlter
Feuerraum
Primärluft
Wassergekühlter Rost
Ascheabwurf
Rostasche
Speisewasser-
Pumpen
Kordensator
95-100°C
Pufferspeicher
Speisewasserbehälter
mit Entgaserdom
Frischwasserzulauf
nach Wasseraufbereitung

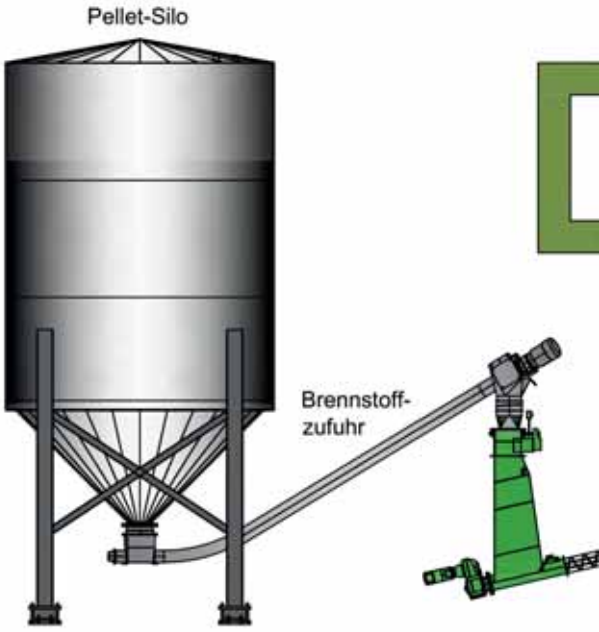
Schematische Darstellung einer Gebrauchtholz-KWK-Anlage mit Toploader.



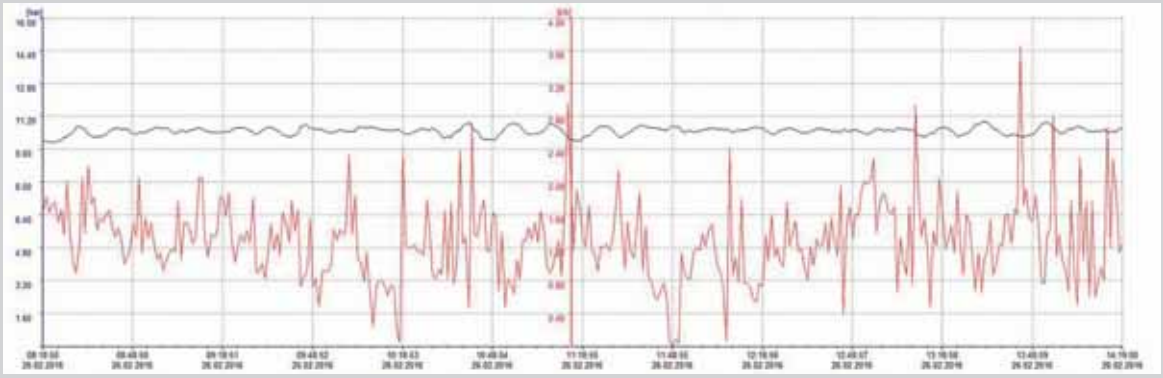

Additiv-Dosierung
Druckluft-
abreinigung
Schlauchfilter
Zyklon
Fernwärme
KWK-Strom
Prozesswärme
Filterasche
Flugasche
Dampfturbine
Abdampf
Generator
Rücklauf
Vorlauf
Dampfkessel
Druckluft-
abreinigung
Economiser
Kondensator
Speisewasser-
Pumpen
95-100°C
Flugasche
Ascheabwurf
Wassergekühlter Rost
Rostasche
Pufferspeicher
Speisewasserbehälter
mit Entgaserdom
Frischwasserzulauf
nach Wasseraufbereitung

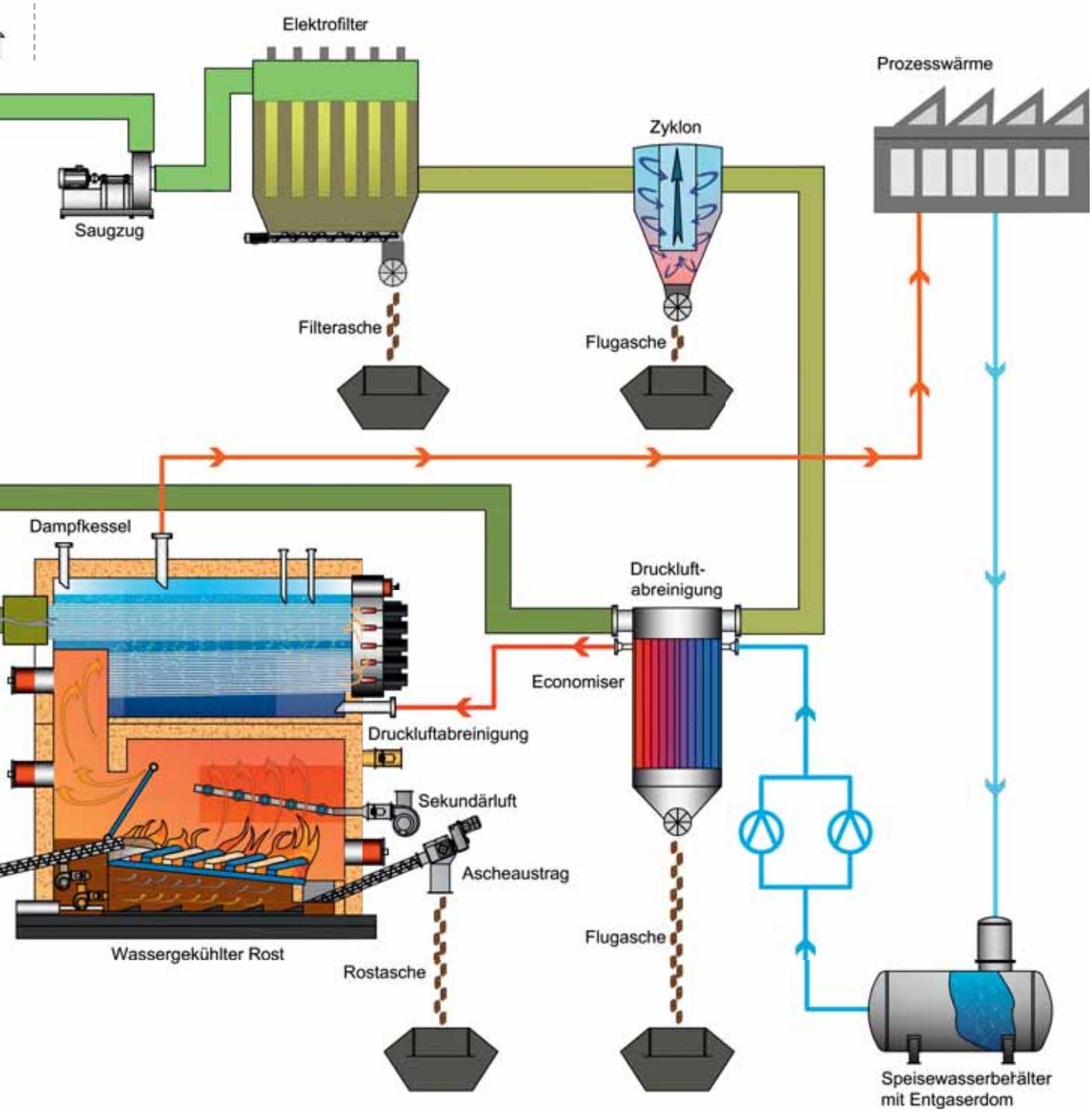
Schematische Darstellung und Regelperformance einer Pellet-Dampf-Anlage.





Regelperformance einer unserer Pellet-Dampfanlagen am Beispiel TopClean/Lohberg





8. SCHLAMM- UND SUBSTRATTROCKNUNG

Klärschlamm:
Vom Rest- zum Wertstoff.

Schlammvereinzelung bei 20 – 30%

In Deutschland fallen jährlich ca. 1,7 Millionen Tonnen Klärschlamm (Trockenmasse) an. In den letzten Jahren hat sich Klärschlamm zunehmend vom Rest- zum Wertstoff gewandelt. Der Klärschlammmarkt befindet sich zudem durch veränderte gesetzliche Rahmenbedingungen im Umbruch.

Gesetzliche Rahmenbedingungeng

Für die Verwertung und Entsorgung von Klärschlammen sind die Abfallklärschlammverordnung (AbfKlärV) und die Düngemittelverordnung von maßgeblicher Bedeutung.

Die Gesetzesänderungen haben weitreichende Auswirkungen auf den deutschen Klärschlammmarkt zur Folge. Zentral ist die künftige Rückgewinnungspflicht von Phosphor. Zudem dürfen Klärschlamme aus Anlagen ab einer Ausbaugröße von > 50.0000 Einwohnerwerte ab 2032 nicht mehr bodenbezogen verwertet werden.

Durch die starke Einschränkung der bodenbezogenen Klärschlammverwertung gewinnen thermische Verwertungsverfahren zunehmend an Bedeutung. Um Klärschlämme als Brennstoff einsetzen zu können, ist eine Teil- oder Volltrocknung notwendig.

Bedeutung der Klärschlammtrocknung nimmt weiter zu

Getrocknete Klärschlämme sind echte Energielieferanten: Der Energiegehalt von Klärschlamm im vollgetrockneten Zustand liegt zwischen 9 und 12 MJ/kg. Dieser Wert ist vergleichbar mit Braunkohle.

Trockener Klärschlamm hat gegenüber Nassschlamm, der direkt aus dem Klärprozess, kommt zudem zahlreiche Vorteile :

- Verringerung der Klärschlammmenge
- Bessere Lager- und Transportfähigkeit
- Bessere Förder- und Dosierbarkeit
- Hemmung mikrobiologischer Prozesse und hygienische Unbedenklichkeit
- Erhöhung des Heizwertes

Aktuell laufen zudem verschiedenste Vorhaben, um Verfahren zur großtechnischen Rückgewinnung von Phosphor zu erforschen. Von diesen Verfahren benötigen jedoch viele zumindest vorgetrockneten Klärschlamm, wodurch sich die Nachfrage erhöhen wird.
Die Trocknung von Klärschlamm wird in Zukunft ein wichtiger Prozessschritt für weitere Verwertungsoptionen.

Schmidmeier NaturEnergie bietet hier intelligente Dekarbonisierungslösungen an. Die schlüsselfertigen Konzepte beinhalten eine Kombination aus Wärmeversorgungsanlage und Trockner.

[1] Umweltbundesamt: Klärschlammentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, Dessau-Roßlau, Oktober 2018.

Niedertemperaturtrocknungsverfahren: der Bandtrockner.

Schmidmeier NaturEnergie setzt bei der Trocknung von Klärschlämmen auf Bandtrockner.

Das Niedertemperaturtrocknungsverfahren der Bandtrockner ist auf die Teil- oder Volltrocknung von kommunalen und industriellen Schlämmen abgestimmt. Die Systeme zeichnen sich durch sehr hohe Wirkungsgrade aus und sind sehr energieeffizient.

Der Trocknungsgrad kann auf einen Feststoffgehalt von 40 bis 90% TS des Endgranulats variabel eingestellt werden. Das getrocknete Granulat ist hygienisiert, gut lagerbar und äußerst staubarm.

Die Bandtrockner ermöglichen eine schonende Trocknung bei geringen Temperaturen. Die schonende Trocknung ermöglicht insbesondere in der besonders kritischen Leimphase einen störungsfreien Betrieb. Die Leimphase zählt zu den besonders kritischen Punkten bei der Trocknung. Die Klärschlämme haben hier einen Trockensubstanzgehalt zwischen ca. 45 und 65 Prozent und werden sehr klebrig und schwer handhabbar.

Bandtrockner zeichnen sich zudem durch einen geringen Wartungsaufwand aus und können im 24h-Betrieb ohne Beobachtung betrieben werden. Die Abluftbelastung und Geruchsemissionen liegen zudem unterhalb der geforderten Grenzwerte durch verbaute Einrichtungen zur Abluftbehandlung.

Durch den im Trockner verbauten Rückmischer können zudem Klärschlämme mit sehr hohen Wassergehalten von bis zu 95% angenommen werden. Das Trocknungssystem ist zudem so ausgelegt, dass nur sehr wenig Abwasser anfällt.

Bandtrockner

Klärschlammtrockner - Nassgut

Schlamm vor Trocknung 23 - 25% TS:

SUSDRYER® - Klärschlammtrockner

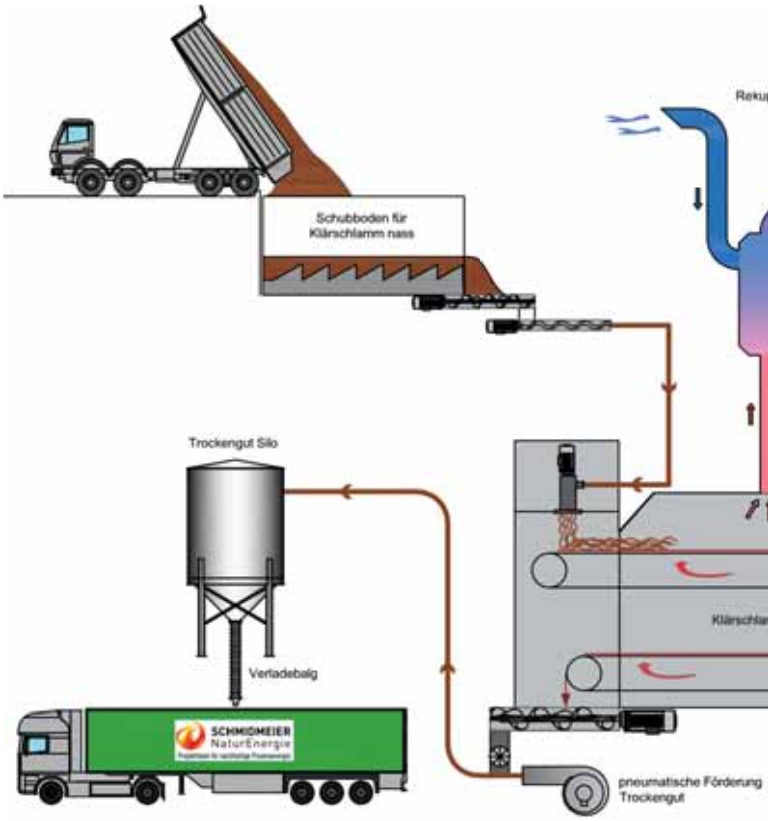
Klärschlammtrockner - Trockengut

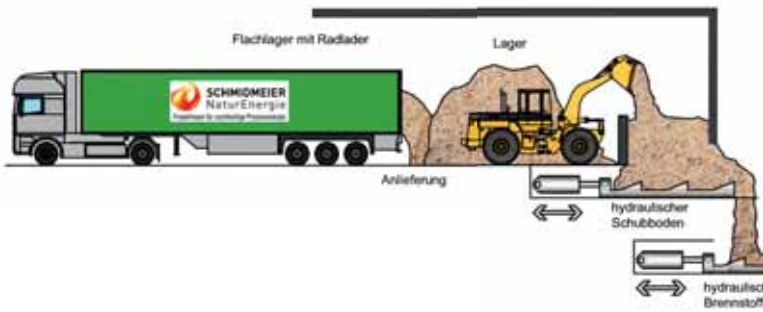
Schlamm nach Trocknung > 85% TS:

Abluftreinigung

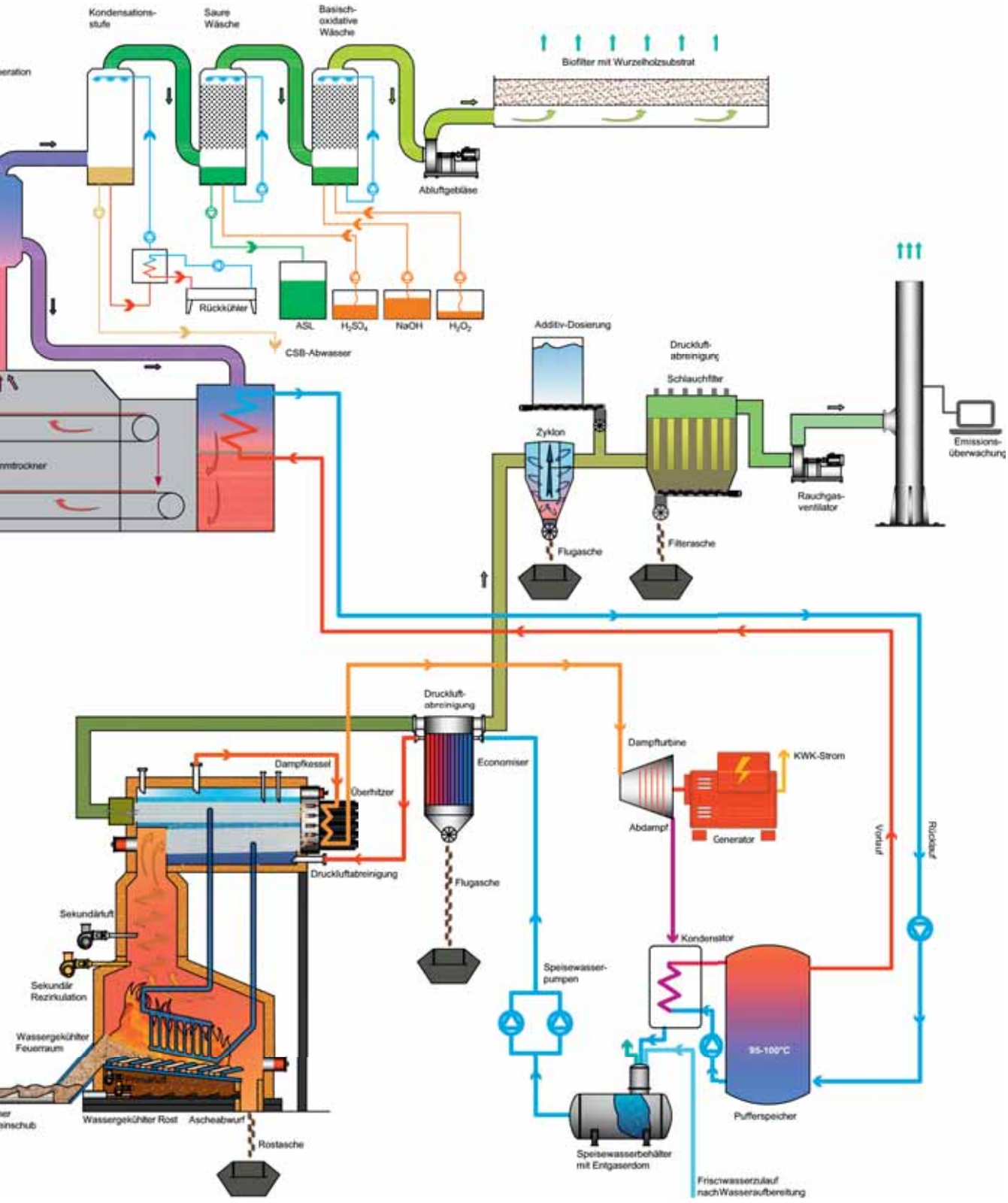
Klärschlamm: Wärmebereitstellung und Trocknung aus einem Guss.

Der SUSDRYER ist ein Gemeinschaftsprojekt der Unternehmen Sülzle Klein und Schmidmeier NaturEnergie zur hochlukrativen Schlammtrocknung mit Sonderbrennstoffen.





Trocknungsleistung	500 bis 20.000 kg/Stunde
Kesselleistung	400 bis 25.000 kW
Brennstoffe	Altholz, Rechengut, Landschafts-pflegematerial, Siebüberläufe
Option	KWK-Anlage mit Dampfturbine oder Heißgas-ORC
Amortisation	2 bis 5 Jahre



9. GENEHMIGUNGSVERFAHREN

Genehmigungsverfahren.

GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGEN UND ART DES VERFAHRENS

Energieerzeugungsanlagen

Anlagentyp	Brennstoff	Feuerungswärmeleistung bzw. Brennstoff-/Inputmenge	Genehmigungsbedarf	Emmissionsgrenzwerte, Rahmenbedingungen	Anlagennummer nach 4. BImSchV	Verfahrensart	IED-Anlage
Feuerung	naturbelassenes Holz	< 1 MW	Nein	1. BImSchV	-	-	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II aus eigenem Anfall	< 1 MW	Nein	1. BImSchV	-	-	Nein
Feuerung	naturbelassenes Holz (kein Abfall)	1 MW - 50 MW	Ja	44. BImSchV	1.2.1	V	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II aus eigenem Anfall	1 MW - 50 MW	Ja	44. BImSchV	1.2.1	V	Nein
Feuerung	andere naturbelassene feste Brennstoffe (kein Abfall)	1 MW - 50 MW	Ja	44. BImSchV	1.2.1	V	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II gem 13. BImSchV	< 3 t/h	Ja	44. BImSchV	8.1.1.5	V	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II gem AltholzV	< 3 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.5	V	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II gem 13. BImSchV	> 3 t/h	Ja	44. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	Altholz A I und A II gem AltholzV	> 3 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	Nicht gefährliche Abfälle, außer Altholz A I und A II	< 3 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.4	V	Nein
Feuerung	Nicht gefährliche Abfälle, außer Altholz A I und A II	> 3 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	Altholz A III		Ja	17. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	Altholz A IV		Ja	17. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	gefährliche Abfälle	> 10 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.1	G	Ja
Feuerung	gefährliche Abfälle	< 10 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.2	G	Nein

Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung

Trocknungsanlagen

Anlagentyp	Brennstoff	Feuerungswärmeleistung bzw. Brennstoff-/Inputmenge	Genehmigungsbedarf	Emmissionsgrenzwerte, Rahmenbedingungen	Anlagennummer nach 4. BImSchV	Verfahrensart	IED-Anlage
Trocknung	nicht gefährliche Abfälle	10 - < 50 t/d	Ja	TA Luft	8.10.2.2	V	Nein
Trocknung	nicht gefährliche Abfälle	> 50 t/d	Ja	TA Luft	8.10.2.1	G	Ja
Trocknung	gefährliche Abfälle	1 - < 10 t/d	Ja	TA Luft	8.10.1.2	V	Nein
Trocknung	gefährliche Abfälle	> 10 t/d	Ja	TA Luft	8.10.1.1	G	Ja

Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung

Anlagen zum Trocknen von Klärschlamm

Bauliche und betriebliche Anforderungen	Abgase sind an der Entstehungsstelle, zum Beispiel direkt am Trockner oder bei Ableitung aus der Einhausung, zu erfassen und einer Abgasreinigungseinrichtung zuzuführen.
Gesamtstaub	Die staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen die Massenkonzentration 10 mg/m³ nicht überschreiten.
Ammoniak	Die Emissionen an Ammoniak im Abgas dürfen den Massenstrom 0,10 kg/h oder die Massenkonzentration 20 mg/m³ nicht überschreiten.
Gasförmige anorganische Chlorverbindungen	Die Emissionen an gasförmigen anorganischen Chlorverbindungen der Nummer 5.2.4 Klasse III, angegeben als Chlorwasserstoff, dürfen im Abgas den Massenstrom 0,10 kg/h oder die Massenkonzentration 20 mg/m³ nicht überschreiten.
Organische Stoffe	Die Emissionen an organischen Stoffen im Abgas dürfen die Massenkonzentration 20 mg/m³, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht überschreiten. Die Anforderungen der Nummer 5.2.5 für die Emissionen an organischen Stoffen der Klassen I und II finden keine Anwendung.
Geruchsstoffe	Die Emissionen an Geruchsstoffen im Abgas dürfen die Geruchsstoffkonzentration 500 GE/m³ nicht überschreiten. Bei einer Abgasbehandlung mit Biofiltern oder vergleichbaren Verfahren darf der Rohgasgeruch reingasseitig nicht wahrnehmbar sein

Genehmigungsverfahren.

1. BIMSCHV ZUGELASSENE BRENNSTOFFE

ABSCHNITT 1

§3 BRENNSTOFFE

(1) Zugelassene Brennstoffe in Feuerungsanlagen entsprechend §3, 1. BImSchV:

(...)

4. naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde, insbesondere in Form von Scheitholz und Hackschnitzeln, sowie Reisig und Zapfen,

5. naturbelassenes nicht stückiges Holz, insbesondere in Form von Sägemehl, Spänen und Schleifstaub, sowie Rinde,

5a. Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzbriketts nach DIN 51731, Ausgabe Oktober 1996, oder in Form von Holzpellets nach den brennstofftechnischen Anforderungen des DINplus-Zertifizierungsprogramms „Holzpellets zur Verwendung in Kleinfeuerstätten nach DIN 51731-HP 5", Ausgabe August 2007, sowie andere Holzbriketts oder Holzpellets aus naturbelassenem Holz mit gleichwertiger Qualität,

6. gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten,

7. Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten,

8. Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner und Getreidebruchkörner, Getreideganzpflanzen, Getreideausputz, Getreidespelzen und Getreidehalmreste sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen,

(...)

13. sonstige nachwachsende Rohstoffe, soweit diese die Anforderungen nach Absatz 5 einhalten.

(3) Die in Absatz 1 Nummer 4 bis 8 und 13 genannten Brennstoffe dürfen in Feuerungsanlagen nur eingesetzt werden, wenn ihr Feuchtegehalt unter 25 Prozent bezogen auf das Trocken- oder Darrge wicht des Brennstoffs liegt. Satz 1 gilt nicht bei automatisch beschickten Feuerungsanlagen, die nach Angaben des Herstellers für Brennstoffe mit höheren Feuchtegehalten geeignet sind.

(4) Presslinge aus Brennstoffen nach Absatz 1 Nummer 5a bis 8 und 13 dürfen nicht unter Verwendung von Bindemitteln hergestellt sein. Ausgenommen davon sind Bindemittel aus Stärke, pflanzlichem Stearin, Melasse und Zellulosefaser.

(5) Brennstoffe im Sinne des Absatzes 1 Nummer 13 müssen folgende Anforderungen erfüllen:

1. für den Brennstoff müssen genormte Qualitätsanforderungen vorliegen,

2. die Emissionsgrenzwerte nach Anlage 4 Nummer 2 müssen unter Prüfbedingungen eingehalten werden,

3. beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb dürfen keine höheren Emissionen an Dioxinen, Furanen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen als bei der Verbrennung von Holz auftreten; dies muss durch ein mindestens einjährliches Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden,

4. beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb müssen die Anforderungen nach § 5 Absatz 1 eingehalten werden können; dies muss durch ein mindestens einjährliches Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden.(...)

1. BIMSCHV EMISSIONSGRENZWERTE

§ 5 FEUERUNGSANLAGEN MIT EINER NENNWÄRMELEISTUNG VON 4 KILOWATT ODER MEHR

Brennstoff nach § 3 Absatz 1	Nennwärmeleistung (Kilowatt)	Staub (g/m3)	CO (g/m3)	NO_x	C_{org}	SO_2	NH_3
1 bis 5 a	≥ 4	0,02	0,4	-	-	-	-
Nummer 6 bis 7	≥ 30 ≤ 500	0,02	0,4	-	-	-	-
Nummer 6 bis 7	> 500	0,02	0,3	-	-	-	-
Nummer 8 und 13	≥ 4 < 100	0,02	0,4	-	-	-	-

(2) Die in § 3 Absatz 1 Nummer 6 oder Nummer 7 genannten Brennstoffe dürfen nur in Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 30 Kilowatt oder mehr und nur in Betrieben der Holzbearbeitung oder Holzverarbeitung eingesetzt werden. (...)

Genehmigungsverfahren.

44. BIMSCHV ZUGELASSENE BRENNSTOFFE

ABSCHNITT 1

§2 BRENNSTOFFE

(...)

(7) „Biobrennstoffe“ im Sinne dieser Verordnung sind

1. die Produkte land- oder forstwirtschaftlichen Ursprungs aus pflanzlichem Material oder aus Teilen davon, sofern sie zur Nutzung ihres Energieinhalts verwendet werden, und

2. folgende Abfälle, falls die erzeugte Wärme genutzt wird:

a) pflanzliche Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft;

b) pflanzliche Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie;

c) natürliche, nicht gefährliche Hölzer aus der Landschaftspflege, sofern sie auf Grund ihrer stofflichen Beschaffenheit mit den Hölzern aus der Forstwirtschaft vergleichbar sind;

d) faserige pflanzliche Abfälle und Ablaugen aus der Herstellung von natürlichem Zellstoff und aus der Herstellung von Papier aus Zellstoff, sofern sie am Herstellungsort mitverbrannt werden;

e) Korkabfälle;

f) Holzabfälle mit Ausnahme von Holzabfällen, die infolge einer Behandlung mit Holzschutzmitteln oder infolge einer Beschichtung halogenorganische Verbindungen oder Schwermetalle enthalten können; hierzu gehören insbesondere Holzabfälle aus Bau- und Abbruchabfällen.

44. BIMSCHV EMISSIONSGRENZWERTE UND KONTINUIERLICHE MESSUNGEN

Abgasgrenzwerte nach MCP-Richtlinie / TA Luft 2017 für Neuanlagen > 1.000 kW (Referentenentwurf)								
Feuerungswärmeleistung in kW	Schadstoffgehalte in mg/Nm³ in der Abluft*							
	Gesamtstaub	CO	NO_x	C_{org}	SO_2	NH_3 (bei SNCR)	HCl	Hg
500 - 1.000*	35/30	370	750	50	-/300 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
1.001 - 2.499	35/30 [4]	220	370	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
2.500 - 4.999	35/30 [4]	220	370	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
5.000 - 15.000	20/30 [4]	220	300	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
15.001 - 20.000	20/30 [4]	220	300	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
20.001 - 50.000	20/20 [4]	220	200	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]

Alle Grenzwerte in mg/Nm³ bei 6 % Bezugssauerstoff.

* *gilt nur für genehmigungspflichtige Anlagen*

1 *gilt nicht für Holzabfälle*

2 *gilt nicht bei nasser SO_2-Abreinigung*

3 *gilt nur für Holzabfälle, außer Altholzklasse A I*

4 *alternativ zur qualitativ kontinuierlichen Messung ist der Nachweis des kontinuierlichen effektiven Betriebs des Filters möglich*

qualitativ kontinuierliche Messung

quantitativ kontinuierliche Messung

Genehmigungsverfahren.

17. BIMSCHV ZUGELASSENE BRENNSTOFFE

ABSCHNITT 1

§1 ANWENDUNGSBEREICH

(...)

1. feste, flüssige oder in Behältern gefasste gasförmige Abfälle oder

2. ähnliche feste oder flüssige brennbare Stoffe, die nicht in den Nummern 1.2.1, 1.2.2 oder Nummer 1.2.3 des Anhangs 1 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) aufgeführt sind, ausgenommen ähnliche flüssige brennbare Stoffe, soweit bei ihrer Verbrennung keine anderen oder keine höheren Emissionen als bei der Verbrennung von leichtem Heizöl auftreten können, oder

3. feste, flüssige oder gasförmige Stoffe, die bei der Pyrolyse oder Vergasung von Abfällen entstehen.

17. BIMSCHV EMISSIONSGRENZWERTE UND KONTINUIERLICHE MESSUNG

Abgasgrenzwerte 17. BlmSchV

Schadstoffgehalt in mg/Nm³ in der Abluft*									
Feuerungs-wärme-leistung in kW	**Gesamt-staub**	**CO**	**NO_x**	**Organic als Gesamt-C**	**SO_2**	**NH_3 (bei SCR)**	**HCl**	**HF**	**Hg**
< 50.000 Tagesmittelwert	10	50	200	10	50	10	10	1	0,03
ab 50.000 Tagesmittelwert	5	50	150	10	50	10	10	1	0,03
< 50.000 Halbstundenmittelwert	20	100	400	20	200	15	60	4	0,05
ab 50.000 Halbstundenmittelwert	20	100	400	20	200	15	60	4	0,05
alle Anlagen Jahresmittelwert	-	-	100	-	-	-	-	-	0,01

Befreiung von der kontinuierlichen Messung unter Umständen möglich

kontinuierliche Messung inkl. Abgastemperatur, -feuchtegehalt und -volumenstrom bindend. Weitere Schadstoffe können angeordnet werden.

Anlage 1	Zusätzliche Emissionsgrenzwerte für Schwermetalle und krebserzeugende Stoffe
Anlage 3	Regelung von (ggf. reduzierten) Emissionsgrenzwerten in Abfallverbrennungsanlagen
§6, Absatz 1	für Verbrennung von Abfall gilt: mind. 850 °C Verbrennungstemperatur für mind. 2 sec.
§6, Absatz 2	für Verbrennung von gefährlichen Abfall gilt: mind. 1.100 °C Verbrennungstemperatur für mind. 2 sec.

500 EURO
200 EURO
100 EURO
50 EURO
20 EURO

10. FÖRDERMITTEL

Bundesförderung EEW - Modul 2.

Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW)

Fördermöglichkeiten für biogene Prozesswärme:
Das Bundeswirtschaftsministerium hat sich entschieden, dem steigenden CO_2-Ausstoß in der Prozesswärme mit einem Förderprogramm statt mit Sanktionen entgegenzuwirken. Mit dem neuen Programm erhalten Umsteller auf Biomasse bis zu 55% Zuschuss beim Bau einer Biomassefeuerung.

Seit dem 01.04.2019 ist klar, dass auch die Brennstoffe Altholz A I und A II unter die Fördermaßnahme fallen.

Gefördert werden Biomassekessel, welche mindestens 50% Prozesswärme erzeugen. Die Bedingungen wurden gegenüber dem Vorgängerprogramm nochmals deutlich verbessert. So soll endlich eine Reduktion des CO_2-Ausstoßes in der Prozesswärme erreicht werden.

Auch die Förderhöhen wurden angehoben. Die Summe der Förderung der Investitionsmehrkosten für kleine und mittlere Unternehmen liegt bei bis zu 55% und für große Unternehmen bei bis zu 45%. Antragsteller dürfen jetzt auch Kontraktoren sein, wenn deren Kunden und Kundenprojekte förderfähig sind.

Förderfähige Vorhaben:

- Warmwasser-, Heißwasser-, Dampf- oder Thermalölkessel zur Erzeugung von Prozesswärme mit und ohne KWK
- inkl. der gesamten Peripherie und Einhausung
- inkl. zugehörige Brennstofflager mit Fördersystemen

Förderfähige Brennstoffe:

- Hackschnitzel aus naturbel. Holz, Landschaftspflegeholz, Holzpellets (auch Industriepellets)
- Säge- und Hobelspäne, Schleifstaub, Rinde
- Gebrauchtholz A I und A II
- Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe
- Sonstige nachw. Rohstoffe* (z.B. Siebüberlauf)

Art und Höhe der Förderung:

- Tilgungszuschuss (KfW) oder verlorener Zuschuß (BAFA)
- Finanzierung (bis zu 25 Mio. €) durch zinsgünstige Darlehen ab 1,00% eff. Jahreszins
- Förderhöhe:
  55% für kleine und mittlere Unternehmen
  45% für große Unternehmen
- Maximale Förderhöhe: 15 Mio. €

Förder- und Berechnungsgrundlage

- Förderung nach Allgemeiner Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO) Förderfähige Kosten sind Investitionsmehrkosten ggü. fossiler Vergleichsanlage, gilt für:
  - Neubauten
  - Ergänzung / Ersatz der Bestandsanlage

* Falls genormte Qualitätsanforderungen vorliegen und keine erhöhten Emissionen auftreten. Jährlicher Nachweis zwingend!

Neu seit 15.02.2022

- Es werden ab sofort auch Biomasse-KWK-Anlagen unter gewissen Vorraussetzungen in die Förderung aufgenommen
- Das Brennstoffspektrum wurde nochmals erweitert um „Sonstige nachwachsende Rohstoffe“. Darunter fallen beispielsweise:
  - » Siebüberläufe
  - » biogene Produktionsreste
  - » Allerdings: KEINE Förderung für 17. BlmSchV.- Anlagen!
  - » Bedingung für alle „Sonstigen nachwachsenden Rohstoffe“:
    - Es müssen genormte Qualitätsanforderungen vorliegen
    - Es dürfen keine erhöhten Emissionen (Staub, CO, Dioxine, Furane, PAK´s) auftreten - jährliche Nachweispflicht!

Bundesförderung EEW - Modul 4.

Königsdisziplin: Modul 2 und 4 können kombiniert werden

Förderfähige Vorhaben:

- Prozess- und Verfahrensumstellungen auf effiziente Technologien
- Energetische Optimierung
- Maßnahmen zur Abwärmenutzung
- Effiziente Bereitstellung von Prozesswärme und -kälte

Fördergrundlage:

- Vorhaben müssen nachweislich (Energieeinsparkonzept) zur Senkung führen von:
- Senkung Energieverbrauch
- Senkung fossiler Energieverbrauch
- Senkung der CO_2-Emissionen
- Amortisationszeit > 2 Jahre

Art und Höhe der Förderung:

- Tilgungszuschuss (KfW) oder verlorener Zuschuss (BAFA)
- Zuschusshöhe – 2 Deckel:
  - > max. 900 €/to CO_2/a bei KMUs) (max. 500 €/to CO_2/a bei Nicht-KMUs)
  - > max. 40 % d. förderfäh. Kosten bei KMUs (max. 30% der Mehrkosten bei Nicht-KMUs)
- Größter Hebel: Umbuchung CO_2 von Modul 2

Förder- und Berechnungsgrundlagen:

- Bei Neuanlage: Förderfähige Kosten = Mehrkosten der energieeffizienten Anlage ggü. einer weniger effizienten Anlage
- Anlagen müssen den gleichen Systemnutzen haben: Input, Emissionen, Personalaufwand

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).

Mit der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) schafft der Staat attraktive Anreize für den klimaneutralen Umbau der Wärmeversorgung. Das BEW sieht auch attraktive Förderkonditionen für den Einsatz von Biomasse vor.

Gefördert wird der Biomasseeinsatz in Netzen mit einer **Länge von 20 bis 50 km. Der Biomasseanteil an der** an der jährlich erzeugten Wärmemenge im Netz ist bei einer Betriebsstundendauer von maximal 4.000 h/a auf 25 % begrenzt.

In Netzen mit einer **Länge größer 50 km** ist der Biomasseanteil an der an der jährlich erzeugten Wärmemenge im Netz bei einer Betriebsstundendauer von maximal 2 500 h/a auf 15 % begrenzt.

Die Förderung richtet sich an:

- Unternehmen
- Kommunen
- kommunale Eigenbetriebe
- kommunale Unternehmen
- kommunale Zweckverbände
- eingetragene Vereine
- eingetragene Genossenschaften
- Contractoren

Das BEW gliedert sich in vier Module:

Modul 1 – Transformationspläne und Machbarkeitsstudien

- 50 Prozent der förderfähigen Kosten werden ge fördert
- Maximale Fördersumme: 2 Millionen Euro pro Antrag

Modul 2 – Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze

- 40 Prozent der förderfähigen Ausgaben werden gefördert
- Maximale Fördersumme: 100 Millionen Euro pro Antrag

Modul 3 – Einzelmaßnahmen (u.a. Biomassekessel)

- 40 Prozent der förderfähigen Ausgaben werden gefördert
- Maximale Fördersumme: 100 Millionen Euro pro Antrag

Modul 4 – Betriebskostenförderung

(nur Solarthermie und Wärmepumpe)

Förderfähige Biomasseanlagen:

Gefördert werden Biomassefeuerungsanlagen zur Versorgung von Wärmenetzen. Förderfähige Anlagen müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

a) Förderfähig sind immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige und genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen mit einer FWL unter 1 000 kW für den Einsatz naturbelassener Biomasse gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 4, 5, 5a, 8 oder Nr. 13 gem. 1. BImSchV

b) Biomasseanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung unter 1 000 kW, ausgenommen Anlagen nach Anh. 1 Nr. 1.2.4 gem. 4. BImSchV, müssen folgende Emissionsgrenzwerte einhalten:

- Kohlenmonoxid: 200 mg/m³ bei Feuerungswärmeleistung, 250 mg/m³ bei Teillastbetrieb (für Brennstoffe nach § 3 Absatz 1 Nummer 8 der 1. BImSchV)
- Staub: 15 mg/m³

c) Für Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von 1 000 kW oder mehr sowie Anlagen nach Anh. 1 Nr. 1.2.4 gem. 4. BImSchV gelten:

- Die Anforderungen der 44. BImSchV mit der Maßgabe, dass ein Emissionsgrenzwert für Gesamtstaub von 10 mg/m³ nicht überschritten wird,
- feuerungstechnischer Wirkungsgrad: mindestens 70 %.
- Sofern sich aus Rechtsvorschriften weitergehende Anforderungen ergeben, sind diese einzuhalten.

Förderfähige Brennstoffe:

- Landschaftspflegereste
- Straßenbegleitgrün
- Unbehandelte Resthölzer
- Altholz (A I, A II, A III)
- Treibgut aus Gewässerpflege
- Sägerestholz
- Industrielle Substrate (Schalen, Hülsen, Trester)
- Ernterückstände
- Stroh / strohähnliche Biomasse

Förderprogramm BioKlima (Bayern).

Förderung der CO_2-Vermeidung durch Biomasseheizanlagen:nDas Programm BioKlima der Landesregierung Bayern

Wer mit seinem Unternehmen etwas für den Klimaschutz tun will, kann sich erfreulicherweise von verschiedenen Förderprogrammen auf Landes- und Bundesebene unterstützen lassen. Die bayerische Landesregierung sieht in diesem Zusammenhang besonderen Handlungsbedarf bei der Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien. Um verstärkt Bioenergie zu nutzen, hat sie speziell für die CO_2-Vermeidung durch Biomasseheizanlagen eine Fördermöglichkeit geschaffen, die 2022 neu aufgelegt wurde: das Programm BioKlima.

Was wird gefördert und wie?

Im Rahmen des Programms werden Investitionen in neue, automatisch beschickte Biomassefeuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von mindestens 60 kW gefördert. Als Brennstoffe dürfen ausschließlich naturbelassene Brennstoffe und halmgutartige Biomasse eingesetzt werden.

Entscheidend ist zudem die CO_2-Einsparung nach 8 Jahren, das Förderprogramm definiert folgende Ziele:

Anlagengröße (Nennwärmeleistung)	CO_2-Vermeidung nach 8 Jahren
60 Kilowatt bis kleiner 200 Kilowatt	216 t CO_2
ab 200 Kilowatt bis kleiner 500 Kilowatt	720 t CO_2
ab 500 Kilowatt	1.800 t CO_2

Eine weitere Voraussetzung ist, dass die Mindestauslastung 1.500 Vollbetriebsstunden pro Jahr (Vbh/a) betragen muss. Die Anforderung an die Mindestauslastung wird anteilig reduziert, wenn z.B. Prozesswärme nur für einen begrenzten Jahreszeitraum benötigt wird. Zudem muss ein Pufferspeicher mit mindestens 30 l/kW Nennwärmeleistung installiert werden.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, kann eine Förderung in Form einer nicht rückzahlbaren Zuwendung als Anteilsfinanzierung gewährt werden. Förderfähige Kosten sind die Investitionsmehrkosten (im Vergleich zu ähnlichen, weniger umweltschonenden Investitionen).

Dazu zählen beispielsweise Mehrkosten für Biomassekessel, Filteranlage, Wärmespeicher usw. sowie bauliche Anlagen und Erschließungen und Planungskosten. Als Grundförderung liegt die Zuwendung der zuwendungsfähigen Kosten max. bei 30%, bei mittleren Unternehmen bei max. 35% und bei kleinen Unternehmen bei max. 40%. Zusätzlich 5% gibt es etwa für Biomasseheizsysteme mit Abgaswärmetauscher (Economiser) oder Abgaskondensationsanlage. Die Förderobergrenze beträgt für Biomasseheizwerke 250.000 Euro und für Biomasseheizsysteme mit Abgaswärmetauscher (Economiser) oder Abgaskondensationsanlage 300.000 Euro.

Wer kann von BioKlima profitieren?

Das Programm BioKlima steht natürlichen und juristischen Personen des Privatrechts offen, ebenso wie Personengesellschaften, kirchlichen Einrichtungen und juristischen Personen des öffentlichen Rechts der mittelbaren Landes- und Bundesverwaltung mit eigener Rechtsträgerschaft. Hersteller förderfähiger Komponenten sind ausgeschlossen.

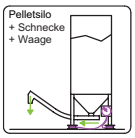
Was ist außerdem zu beachten?

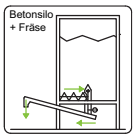
Spannend ist, dass eine Kombination mit anderen Fördermitteln möglich ist. Insgesamt dürfen es aber max. 45-65 % der zuwendungsfähigen Kosten sein, je nach Größe des Unternehmens. Wichtig ist zudem, dass eine Zweckbindungsfrist von 8 Jahren besteht und Ersatzinvestitionen, gebrauchte Anlagen, Eigenbauanlagen und Prototypen nicht gefördert werden.

11. LIEFERPROGRAMM

Übersicht Lieferprogramm.

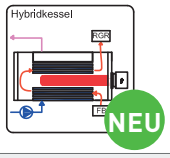
Lager-, Transport- und Beschickungssysteme

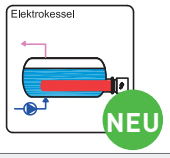


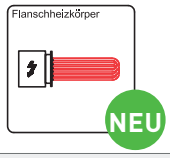


Feuerungssysteme Biomasse

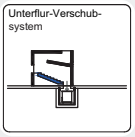
Stromkessel, Hybridkessel, Stromerzeugung und Speicherung



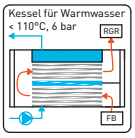


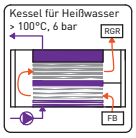


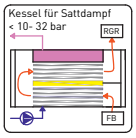
Entaschungssysteme



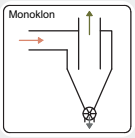
Kesseltypen und Wärmetauscher

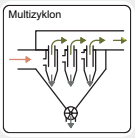


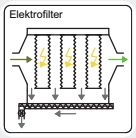




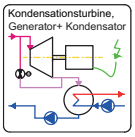
Rauchgasreinigung, Emissionsmessung und CO_2 Abscheidung

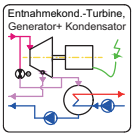


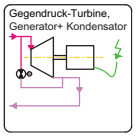




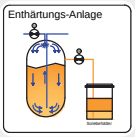
Dampfturbinen und ORC-Anlagen

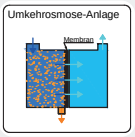


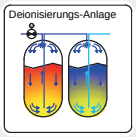




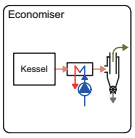
Wasseraufbereitung und Speisewassersysteme

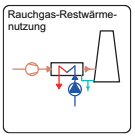


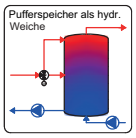


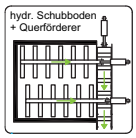


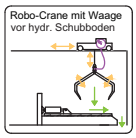
Wärmerückgewinnungsanlagen, Restwärmenutzung und Trockner





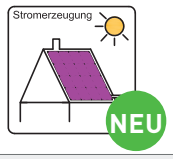


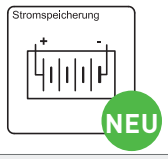




S. 86-87

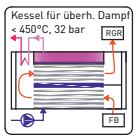
S. 88-89

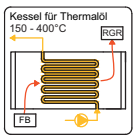


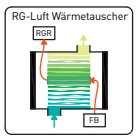


S. 90-91

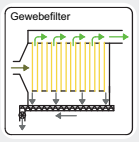
S. 92

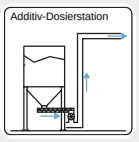


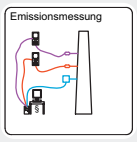


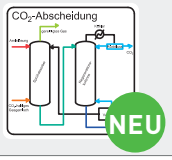


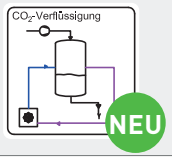
S. 93



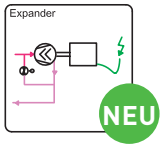


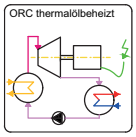




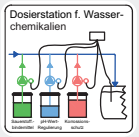


S. 94-97

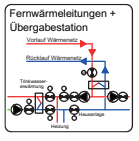


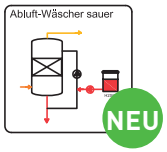


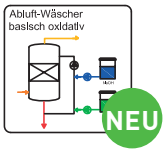
S. 98

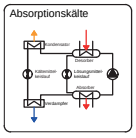


S. 99







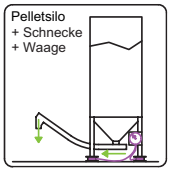


S. 100-101

11

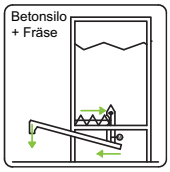
Brennstofflager.

Am Anfang steht das Brennstofflager. Wir bieten für jeden Einsatzzweck die richtige Lösung – für jede Anlagenkonfiguration und Leistung. Bei beengten Platzverhältnissen setzen wir auf Silolösungen. So versorgen wir Anlagen bis etwa 6 MW bei nur 3,5 x 3,5 m Platzbedarf für die Brennstofflagerung.

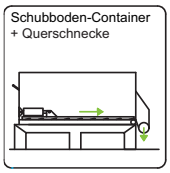


Standardversion für alle Pelletkessel. Das Silo steht auf Wiegezellen, so sind Füllstand und Verbrauch weltweit per Fernabfrage zu ermitteln. Nur geeignet für sehr gut rieselfähige Brennstoffe wie Pellets. Füllmengen 20 bis 200 m³ oder 13 bis 130 t. Befüllung pneumatisch per Silo-LKW.

Für große Lagermengen sehr gut rieselfähiger Brennstoffe – i.d.R. also ausschließlich Pellets. Die Verbrauchserfassung erfolgt in diesem Fall per Durchlaufwaage vor dem Kesseleinschub. Füllmengen 200 bis 6.000 m³ oder 130 bis 3.900 t. Befüllung über LKW-Schüttgosse und Elevator mit 100 t/h Leistung.



Für alle Brennstoffarten geeignet. Standard-Lagersystem in der Holzindustrie für Späne, Hackschnitzel etc. – auch für stark brückenbildende Materialien. Füllmengen 300 bis 5.000 m³ oder 75 bis 1.250 t. Befüllung pneumatisch, über Schrägförderer oder per Senkrechtschnecke. Entnahme über eingebaute, rotierende Fräse mit separatem Vorschubantrieb.

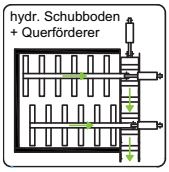


Sehr praktisches System zur Lagerung und Entleerung von Hackschnitzeln. Meist mit mind. zwei Andockstationen. Versorgung der Hydraulik über Aggregat vor Ort und Schnellkupplungen in den Leitungen. Entnahmesteuerung und Umschalten bei leerem Container auf die nächste Station erfolgt durch die Kesselregelung. Lagervolumen: max. 40 m³ je Einheit. Weitertransport per Schnecke oder Trogkettenförderer.

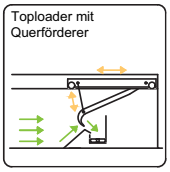
Stationär aufgebautes System zur Lagerung und Entleerung von Hackschnitzeln oder Schlämmen. Unser Standardsystem für Susdryer (Feuerung plus Klärschlammtrockner). Volumen 40 bis 100 m³. Befüllung über Rad- oder Teleskoplader. Ausgerüstet mit Wiegezellen, so sind Füllstand und Verbrauch weltweit per Fernabfrage zu ermitteln. Weitertransport per Schnecke oder Trogkettenförderer.

Brennstofftransport- und Beschickungssysteme.

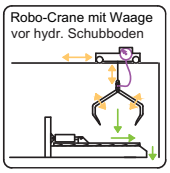
Wenn es um die Lagerung und den Umschlag größerer Mengen bei konstanter Anlieferung per LKW geht, sind Flachlager oder Kranlager die richtige Lösung. Hört sich einfach an, kann im Detail aber manchmal Kopfzerbrechen bereiten. Wie lagert man rationell ein, wie bekommt man den Brennstoff vom Lager in die Feuerung? Wir haben die Lösungen. Manche davon sind nicht ganz neu und erleben gerade eine Renaissance – so zum Beispiel ein uraltes Patent aus der Torfindustrie, heute Toploader genannt.



Hydraulisches Transportsystem für Flachlager. Für alle grobkörnigen Brennstoffarten geeignet. Standard-Lagersystem in vielen Biomasse-Heizwerken. Auch für sehr grobstückiges Material. Füllhöhe bis 4 m. Maximale Stranglänge: 10 m. Beliebig viele Förderstränge kombinierbar. Weitertransport per hydraulischem Querförderer unterhalb einer Abrisskante.



Die Brennstofflagerung erfolgt in einer Lagerbox mit Standardbreite 4, 5 oder 6 m und beliebiger Länge. Ein Fahrwerk mit einem absenkbaren Rechen lagert in der Box abgeladenes Material zunächst gegenüber der Tor-Box beginnend ein und zieht bei Bedarf kleine Mengen über eine schiefe Ebene auf einen Querförderer. Mittels unterschiedlich designter „Rechen" für praktisch alle Materialien geeignet. Füllmengen 100 bis ca. 750 m³ oder 25 bis 200 t. Es ist kein Radlader erforderlich. Weitertransport per Schnecke oder Trogkettenförderer.



Vollautomatisches intelligentes Ein- und Auslagerungssystem für sehr kompakte bis sehr große Flachlager. LKW kippen in Annahmegrube. Beliebige Lagerhöhe. Für alle grobkörnigen Brennstoffarten geeignet. Der Fahrwagen ist mit einem vollautomatischen Radarsystem zur Erfassung des Füllstandes auf der gesamten Hallenfläche ausgerüstet, der Greifer mit einer Waage zur Mengenerfassung. Weitertransport per hydraulischem Schubboden auf Kesselstoker.

Hydraulischer Schubboden

Toploader

Robo-Crane

Feuerungen für feuchte Brennstoffe von 400 bis 25.000 kW.

Bei professionellen Biomasseverbrennungen sind Feuerung und Kessel getrennte, meist übereinanderliegende Einheiten. In der Feuerung wird der Brennstoff gezündet, entgast und einer gestuften Verbrennung zugeführt. Die heißen Rauchgase beheizen den darüberliegenden Kessel. Alle unsere Anlagen sind mit einer fein geregelten Abgas-Rezirkulation ausgeführt. Die hier aufgeführten Feuerungstypen erbringen 100% ihrer Nennleistung bei 55% Brennstoff-Wassergehalt.

ACF

GEGENSTROMFEUERUNG für feuchte, kleinstückige Brennstoffe wie Späne und feine Hackschnitzel bis P45 und M30 bis M55+. Wassergekühlter Vorschubrost mit mehreren Zonen. Schamottiertes Gewölbe zur Wärmespeicherung. Beschickung mit Schneckenstoker, Rückbrandsicherung per Zellenradschleuse oder Doppelpendelklappe.

ACR

GEGENSTROMFEUERUNG für feuchte, grobstückige Brennstoffe wie Hackschnitzel und Shreddergut bis P100 und M30 bis M55+. Wassergekühlter hydraulischer Vorschubrost mit mehreren Zonen. Schamottiertes Gewölbe zur Wärmespeicherung. Beschickung mit Hydraulikstoker, Rückbrandschleuse mit Abschereinrichtung.

ACRP

Wartungsfreie MITTELSTROMFEUERUNG für feuchte, grobstückige Brennstoffe wie Hackschnitzel und Shreddergut bis P100 und M30 bis M55+. Wassergekühlter hydraulischer Vorschubrost mit mehreren Zonen. Schamottierte Feuerraumdecke zur Wärmespeicherung. Beschickung mit Hydraulikstoker, Rückbrandschleuse mit Abschereinrichtung.

Unser Partner:

KOHLBACH

Zusatzinfos:

Datenblatt siehe Seite: 106, 107, 108

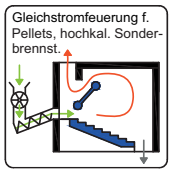
Heizwerte und Aschegehalte unterschiedlicher Brennstoffe Seite 136

Heizwerte unterschiedlicher Baumarten in Abhängigkeit vom Wassergehalt Seite 137

Feuerungen für trockene, hochkalorische Brennstoffe und Problembrennstoffe von 400 bis 25.000 kW.

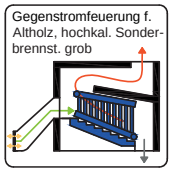
Trockene, hochkalorische Brennstoffe sind deutlich schwerer zu verbrennen als feuchtes Material – ganz einfach weil der kühlende Effekt des verdampfenden Wassers fehlt und die Bauteile deutlich höheren Belastungen ausgesetzt sind. Da braucht es Leistungsreserven in allen Gebläsen und der Feuerraumbelastung, verstärkte Primär- und Sekundär-Rezirkulation, hochvergütete Roststäbe und aktive Feuerraumkühlung. Wir setzen bei Problembrennstoffen ausschließlich auf wassergekühlte Roste und Feuerräume.

LCF



GLEICHSTROMFEUERUNG für trockene, hochkalorische und kleinstückige Brennstoffe wie Späne, feine Hackschnitzel und Pellets bis P45 und M10 bis M30. Wassergekühlter hydraulischer Vorschubrost mit mehreren Zonen. Wassergekühlter Feuerraum mit Flossenrohrwärmetauscher über dem Einschub. Beschickung mit Schneckenstoker, Rückbrandsicherung per Zellenradschleuse oder Doppelpendelklappe.

LCR



GEGENSTROMFEUERUNG für trockene, hochkalorische, grobstückige Brennstoffe wie Hackschnitzel und Shreddergut bis P100 und M10 bis M40. Wassergekühlter hydraulischer Vorschubrost mit mehreren Zonen. Wassergekühlter Feuerraum über seitliche Flossenrohrwärmetauscher in der kritischen Zone. Schamottiertes Gewölbe zur Wärmespeicherung. Beschickung mit Hydraulikstoker, Rückbrandschleuse mit Abschereinrichtung.

LCRP

Wartungsfreie MITTELSTROMFEUERUNG für trockene, hochkalorisch grobstückige Brennstoffe wie Hackschnitzel und Shreddergut bis P100 und M10 bis M40. Wassergekühlter hydraulischer Vorschubrost mit mehreren Zonen. Wassergekühlter Feuerraum über seitliche Flossenrohrwärmetauscher in der kritischen Zone. Beschickung mit Hydraulikstoker, Rückbrandschleuse mit Abschereinrichtung.

LCFP

Stationäre WIRBELSCHICHTFEUERUNG für sehr schwierige Brennstoffe wie Produktionsrückstände oder andere Abfallstoffe bis P63 und M10 bis M55+. Wasserrohrkessel in integrierter Bauweise. Beschickung mit Schneckenstoker, Rückbrandsicherung per Zellenradschleuse oder Doppelpendelklappe.

Unser Partner:

KOHLBACH

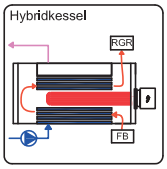
Zusatzinfos:

Datenblatt siehe Seite: 109, 110, 111, 112

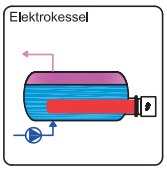
Brennstoffnormierung Holzhackschnitzel Seite 138

Brennstoffnormierung Holzpellets 141

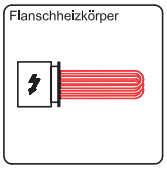
Hybridkessel und Stromkessel.



Der Biomassekessel ist zusätzlich mit einem elektrischen Flanschheizkörper im Großwasserraumkessel ausgerüstet. Die ergänzende Stromheizung steigert die Feuerungsleistung um 30 – 100 Prozent. Der Strom kann stufenlos dazu- oder weggeregelt werden. Die Holzfeuerung bleibt mit mindestens 30 Prozent ihr Last aktiv oder kann ganz abgeschaltet werden.

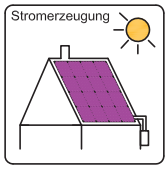


Stromkessel bieten wir im Leistungsbereich von 200 – 5.000 kW an. Dieser Anlagentyp wird vor allem dann eingesetzt, wenn die benötigte Leistung gering ist, die Laufzeiten kurz oder extrem stark schwankend sind oder Zugriff auf größere und günstigere Mengen CO_2-neutral erzeugter Strom besteht.

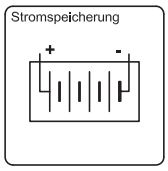


Für die elektrische Erzeugung von Warmwasser oder Prozessdampf werden Flanschheizkörper eingesetzt. Die Schaltstufen und Prozesssteuerungen werden individuell auf das jeweilige Projekt angepasst. Die Flanschheizkörper können für Prozesswärmeanwendungen von bis zu 700 °C und Leistungen bis 15 MW eingesetzt werden. Die Leistung kann erhöht werden, wenn mehrere Erhitzer parallel verwendet werden.

Stromerzeugung, Stromspeicher und Hochtemperatur-Speicher.



Für die Ökostromerzeugung mit Batteriestromspeicher oder Hochtemperaturenergiespeicher führen wir ein Lieferanten-Netzwerk, welches PV-Anlagen, Agro-PV-Anlagen und für die industrielle Eigennutzung Stromspeicher in verschiedenen Varianten anbietet. Wir bieten die komplette Planung und den Bau der schlüsselfertigen Anlagen an.

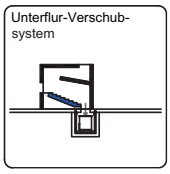


Für die Integration fluktuierender erneuerbarer Energieträger in industrielle Prozesse sind Batterie-Stromspeicher unverzichtbar. Stark schwankende Bedarfe bei stark schwankenden Verfügbarkeiten können nur durch ein geregeltes Lastenmanagement und den Einbau von Speichern gedeckt werden.

Entaschungssysteme.
Auch für Heavy-duty-Anwendungen.

Ein Teil von dem, was in eine Feuerung hineingeht, muss als Asche auch wieder heraus. Etwa 50 bis 70% von dem, was als Gesamtaschegehalt des Brennstoffes nicht verbrennen kann, ist die Rostasche. Der Rest landet in der Vorabscheidung (Zyklonasche, ca. 20 bis 30%) und im Feinfilter (Filterasche, ca. 10 bis 20%). Gerade bei Problembrennstoffen mit hohen Aschegehalten liegt oft auch eine sehr hohe Verschlackungsanfälligkeit vor. Dabei schmilzt die Asche und bildet Schlackebrocken bis hin zu glashartem mineralischen Material. Diese Schlacke kann Ascheförderer blockieren und beschädigen. Aber auch normale Asche ist sehr abrasiv. Deswegen gehen wir auf Nummer sicher und verbauen, wo immer möglich, keine Ascheförderer.

Am Ende des Vorschubrostes ist eine Querschnecke verbaut, die die Rostasche aus dem Feuerraum fördert. In einem Übergabekasten erfolgt die Umlenkung in die separat angetriebene Steigschnecke zum Rostaschebehälter. Wird eher bei kleineren oder bei Pelletfeuerungen eingesetzt.



Am Ende des Vorschubrostes fällt die Rostasche aus dem Feuerraum in einen unterirdischen Aschecontainer. Dieser Behälter sitzt in einem verfahrbaren Gestell und kann in einem unterirdischen Schacht seitlich unter der Feuerung herausgefahren und getauscht werden. Der Schacht ist gegen Falschlufteintritt mit einer luftdichten Türe verschlossen.

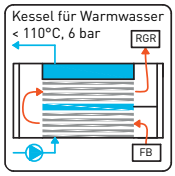
Am Ende des Vorschubrostes fällt die Rostasche aus dem Feuerraum in einen Ascheförderer – meist einen Trogkettenförderer – und von dort aus über eine Andockstation direkt in einen Absetzcontainer mit bis zu 15 m³ Inhalt. Dieser Behälter wird direkt vom LKW unter der Andockstation platziert. Diese Version liefern wir überall dort, wo nur Teilunterkellerung möglich ist.

Am Ende des Vorschubrostes fällt die Rostasche aus dem Feuerraum in eine Ascheschleuse und von dort aus über eine Andockstation direkt in einen darunterliegenden Absetzcontainer mit bis zu 15 m³ Inhalt. Dieser Behälter wird mit einem Verfahrwagen unter der Feuerung platziert. Diese Version liefern wir überall dort, wo Unterkellerungen möglich sind und große Aschemengen oder problematische Asche zu erwarten ist.

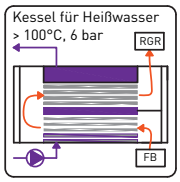
Am Ende des Vorschubrostes fällt die Rostasche aus dem Feuerraum in eine Ascheschleuse und von dort aus direkt in einen darunterliegenden Abrollcontainer mit bis zu 40 m³ Inhalt. Dieser Behälter wird direkt mit dem LKW unter der Feuerung platziert. Diese Version liefern wir i.d.R. inklusive Betonfertigteilen zur Aufständerung der Klimaschutzzentrale bei Abfallverbrennungsanlagen für Altholz und Siebüberläufe.

Kesselsysteme und Wärmetauscher.

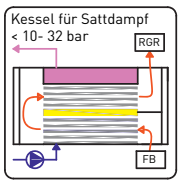
In den der Feuerung nachgelagerten Kesselsystemen erfolgt die Übertragung der Energie auf ein Wärmeträgermedium. Meist gibt die Anwendung des Kunden die Art dieses Mediums vor. Wir liefern Rauchrohr- oder Flammrohr-Rauchrohrkessel für jeden Einsatzzweck und jede Anwendung. Wichtig gerade bei Problembrennstoffen: große Rauchrohre (wir verbauen bei Altholz 100 mm) und vollautomatische, pneumatische Abreinigungskanonen.



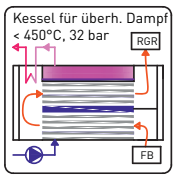
Klassischer, einfacher WARMWASSERKESSEL für Heizungsanwendungen < 110 °C. Üblicherweise 6 bar(ü) Absicherungsdruck. Bei uns auch im kleinen Leistungsbereich immer mit thermischer Ablaufsicherung oder notstromgesicherte Kühlung. Ausführung als Zweizug- oder Dreizugrauchrohrkessel.



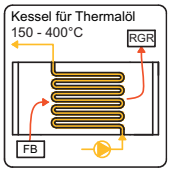
HEISSWASSERKESSEL > 110 °C. Druckbehälter mit Sicherheitsausrüstung nach EN 12953. Absicherungsdruck < 32 bar(ü) – auf Wunsch auch höher. Ausgeführt meist als Zweizugrauchrohrkessel. Bei höheren Drücken mit Membranwand-Eintrittskammer.



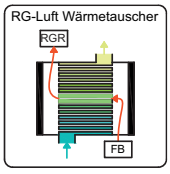
DAMPFERZEUGER für SATTDAMPF. Druckbehälter mit Sicherheitsausrüstung nach EN 12953. Standardausführung mit 16 bar(ü) Absicherungsdruck, üblich sind aber auch bis zu 32 bar(ü). Ausgeführt meist als Zweizugrauchrohrkessel.



DAMPFERZEUGER für ÜBERHITZTEN DAMPF mit geregeltem Überhitzer. Druckbehälter mit Sicherheitsausrüstung nach EN 12953. Der Dampf wird der Trommel im Sättigungszustand entnommen und dann im Überhitzer weiter erwärmt. Für konstante Verhältnisse wird später auf das tatsächlich benötigte Niveau heruntergeregelt. Standardausführung mit 22 bar(ü) Absicherungsdruck und Überhitzung auf 300 °C, auf Wunsch aber auch bis zu 450 °C für hocheffiziente Turbinen-Anwendungen. Ausgeführt meist als Zweizugrauchrohrkessel mit Überhitzer in der Wendekammer. Bei höheren Drücken mit Membranwand-Eintrittskammer.



THERMALÖLERHITZER als Rohrbündel-Wärmetauscher mit pneumatischer Abreinigung. Wärmeübertrager mit Sicherheitsausrüstung nach DIN 4754. Standardausführung bis 300 °C mit organischen Wärmeträgern, bis max. 400 °C mit synthetischen Wärmeträgerölen.



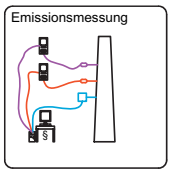
HEISSLUFTERZEUGER als Rauchgas-Luft-Wärmetauscher für die Erzeugung von sauberem Heizmedium. Wärmeübertrager mit Sicherheitsausrüstung. Standardausführung bis 550 °C Heißgastemperatur im Sekundärkreislauf. Vollautomatische, mechanische Abreinigung im Primärkreislauf.

Entstickungsanlagen und behördliche Emissionsmesseinrichtungen.

Bei allen Verbrennungsvorgängen entstehen Stickoxide – zum Teil aus dem Stickstoffanteil des Brennstoffes und bei hohen Temperaturen auch aus dem in der Luft enthaltenen Stickstoff. Die Schwierigkeit ist, dass mit einer Reduktion der Verbrennungstemperatur zur Vermeidung von NO_x-Emissionen der Ausstoß an Kohlenmonoxid anzusteigen droht. Der Grund hierfür: unvollständiger Ausbrand.

Wir setzen deshalb bei höheren N-Gehalten im Brennstoff grundsätzlich Entstickungsanlagen als SNCR-Anlagen (selektive nicht-katalytische Reduktion) ein und bereiten alle ausgelieferten Feuerungen seit Anfang 2017 für die Nachrüstung von Entstickungsanlagen vor.
Für größere Anlagen schreiben die Behörden vollautomatische Emissionsmessanlagen im Schornstein und die Speicherung der erhobenen Daten auf speziell zugelassenen Rechnern vor. Wir liefern diese Anlagen mit allen benötigten Sensoren und Auswertegeräten.

SNCR-ENTSTICKUNGSANLAGEN mit Vorlagebehälter für Harnstoff, Dosierpumpe, Regelventilen und Eindüsung in der heißesten Zone des Feuerraumes. Wir arbeiten grundsätzlich mit druckluftbeaufschlagten Zweistoffdüsen, um die Anlagen flexibel betreiben und mit Druckluft kühlen und freispülen zu können.



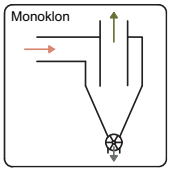
Emissionsrechner bereiten für die Behörden die Daten aus der Emissionsmessung auf und speichern diese in einem genormten Format ab. Messsonden am Schornstein entnehmen laufend Probegas und leiten dieses mittels beheizter Leitungen in den Analysenschrank. Dort stehen zur Auswertung zertifizierte Laborgeräte und ermitteln die Emissionen. Diese Rohdaten werden zur Auswertung an den Emissionsrechner übertragen. Üblich sind die Messung von Staub, CO und NO_x, seltener wird auch SO_2 erfasst.

Zusatzinfos:

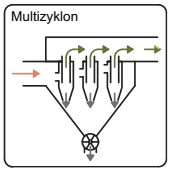
Abgasgrenzwerte nach:
1. BImSchV Seite 147
44. BImSchV Seite 148
17. BImSchV Seite 149

Rauchgasreinigungsanlagen.

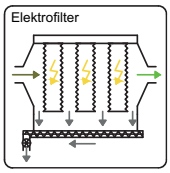
Moderne Biomasseanlagen arbeiten mit geringeren Staubemissionen als ein schlecht eingestellter Ölbrenner. Moderne Feinfilter ermöglichen eine Begrenzung des Ausstoßes auf Werte von unter 5 mg/Nm³ Abluft.



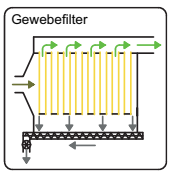
VORABSCHEIDER für Grobpartikel und eventuelle Funken nach dem Prinzip des Massenkraftabscheiders. Die Rauchgase werden tangential eingebracht und in schnelle, nach unten zunehmende Rotation versetzt. Schwere Partikel werden durch die Fliehkraft an die Wand gedrückt, abgebremst und rieseln nach unten. Monoklone können für abrasive Rauchgase auch in verschleißfester Ausführung (Hardox oder mineralische/keramische Auskleidung) ausgeführt werden. Abscheideleistung: 100 bis 200 mg/Nm³ je nach Auslegung.



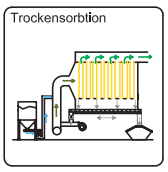
VORABSCHEIDER für Grobpartikel und eventuelle Funken nach dem Prinzip des Massenkraftabscheiders. Im Prinzip wie oben, jedoch wird der Massenstrom auf mehrere kleine Zyklone aufgeteilt. Die einzelnen „Pfeifen" können im Verschleißfall einfach getauscht werden – in unserem Fall sogar nahezu werkzeuglos. Etwas bessere Abscheidung bei Teillast als der Monoklon. Abscheideleistung: 100 bis 200 mg/Nm³ je nach Auslegung.



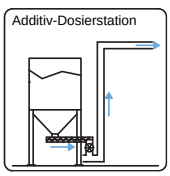
FEINABSCHEIDER nach dem Prinzip der elektrostatischen Aufladung. Die Staubteilchen werden in einem pulsierenden Hochspannungsfeld von 20.000 bis 100.000 V zwischen der emittierenden negativen Sprühelektrode und der geerdeten Niederschlagselektrode sehr stark aufgeladen. Sie lagern sich an der Niederschlagselektrode an und werden dort in regelmäßigen Abständen per Klopfwerk abgereinigt. Keine Additivdosierung möglich. Geringer Druckverlust, verstopfungsfreier Betrieb. Abscheideleistung: 5 bis 15 mg/Nm³ je nach Auslegung und Güte der Vorabscheidung.



FEINFILTER nach dem Prinzip des Oberflächenfilters. Die Staubteilchen bilden auf den Gewebeschläuchen oder –taschen einen Filterkuchen, der mit zunehmender Dicke selbst als Filter wirkt. In Abhängigkeit vom Differenzdruck werden die Elemente immer wieder per Druckluftimpuls von innen abgereinigt. Der Staub fällt in den Austragetrichter. Wird bei der Abfallverbrennungen eingesetzt. Vorteil: Im Filterkuchen können zudosierte Additive (Precoating) ihre Wirkung entfalten und Schadstoffe binden. Abscheideleistung: 2 bis 15 mg/Nm³ je nach Auslegung.



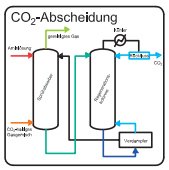
Bei Verbrennungsprozessen entstandene Schadstoffe können mittels trockener Rauchgasreinigungsverfahren entfernt werden. Bei der trockenen Rauchgasreinigung setzen wir adsorptive Verfahren.



ZUBEHÖRTEIL für Oberflächen-Feinfilter. Additive wie feinstvermahlenes Kalksteinmehl, Kalkhydrat, Natriumbicarbonat (Backpulver) oder Herdofenkoks und Aktivkohle werden in den Rauchgasstrom eindosiert, neutralisieren im Filterkuchen die Schadstoffe und werden dann mit abgeschieden. Ein Teil davon kann rezirkuliert werden und damit mehrfach zur Anwendung gebracht werden. Zusätzlich schützt das sog. Precoating das Filtergewebe vor Verkleben durch Feuchtigkeit und Kondensation.

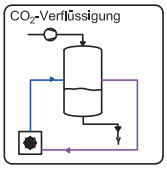
CO_2-Abscheidung.

Eine CO_2-Abscheidung aus dem Rauchgas verwandelt eine CO_2-neutrale, mit Holz befeuerte Kesselanlage in eine CO_2-Senke!



CO_2-Abscheidung ist ein Verfahren zur Reduzierung von CO_2-Emissionen durch die technische Abspaltung am Biomasseheizkraftwerk. Das CO_2 kann anschließend für industrielle Anwendungen eingesetzt werden. Als Komplettanbieter rüsten wir Anlagen mit entsprechenden Systemen aus.

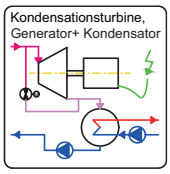
CO_2- Verflüssigung.



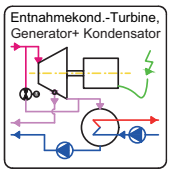
Wenn gasförmiges CO_2 abgekühlt und unter Druck gesetzt wird, kann es verflüssigt werden. Bei der Verdichtung und durch Kühlung entsteht eine farblose Flüssigkeit mit einer vergleichbaren Dichte von Wasser. Bei Bedarf rüsten wir Anlagen mit entsprechenden Systemen aus.

Dampfturbinen und ORC-Anlagen.

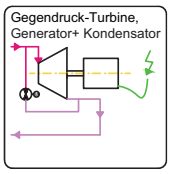
Diese Maschinen bilden das Herzstück von KWK-Anlagen. In jedem Kohle- oder Atomkraftwerk auf der Welt arbeitet eine Dampfturbine – wie eben auch in Biomasseheizkraftwerken. Wegen des verhältnismäßig kleinen Maßstabs setzt man hier jedoch einfach zu fertigende und robuste Gleichdruckturbinen ein.
Die Netzfrequenz wird bei diesen sehr flexibel einsetzbaren Maschinen über Frequenzumrichter gehalten. Dadurch sind Drehzahlschwankungen kein Problem mehr. In ORC-Anlagen laufen ebenfalls Turbinen. Jedoch nutzt man hier die speziellen Eigenschaften von bestimmten organischen und synthetischen Medien, die bei niedrigeren Temperaturen und/oder Drücken eine Turbine anzutreiben vermögen. Die Wirkungsgrade liegen jedoch meist unterhalb denen von Wasser-Dampf-Kreislauf-Prozessen.



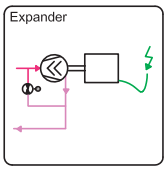
Klassische NIEDERDRUCK-DAMPFTURBINE. Der Dampf wird bis zum Sättigungszustand oder sogar in den Nassdampfbereich hinein entspannt. Im nachgeschalteten Kondensator wird bei unter 100 °C Abdampftemperatur ein Vakuum erzeugt, um eine möglichst hohe Stromausbeute bei Temperaturen von bis zu < 60 °C zu erreichen. Unsere Standard-Eingangsparameter: 22 bar(ü), überhitzt auf 300 °C. Bevorzugte Bauform bei kleinen, insbesondere getriebelosen Turbinen. Elektr. Wirkungsgrade: 100–300 kW: 12–15%, 300–600 kW: 15–18%, ab 600 kW: 18–20%.



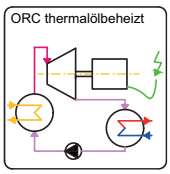
NIEDERDRUCK-DAMPFTURBINE mit ZWISCHENENTNAHME, beispielsweise von benötigtem Prozessdampf. Ansonsten wie oben. Unsere Standard-Eingangsparameter: Heißdampf, 22 bar(ü), überhitzt auf 300 °C oder Sattdampf, 25 bar(ü). Elektr. Wirkungsgrade wegen der Zwischenentnahme unterhalb der Kondensationsturbine mit 100% Massendurchsatz.



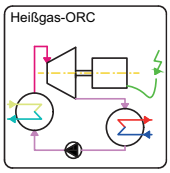
GEGENDRUCK-DAMPFTURBINE zur Nutzung des Abdampfes im teilüberhitzten Zustand als Prozesswärme deutlich über 100 °C. Unsere Standard-Eingangsparameter: 22 bar(ü), überhitzt auf 300 °C oder Sattdampf 25 bar(ü), in Verbindung mit Wasserrohrkesseln auch bis 60 bar(ü) und Überhitzung auf 400 °C. Elektr. Wirkungsgrade 10–20%, sehr stark abhängig von den Abdampfparametern.



Bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) setzen wir auch auf EXPANDER. Die Anlagen zeichnen sich durch einfache Technik und geringen Drehzahlen ohne zusätzlichen Schmierungsaufwand aus. Die Nutzung von Sattdampf ist Standard. Durch die kompakte Aufstellung und Verschaltung sind sie die perfekte Ergänzung zu Anlagen in Containerbauweise. Bei Bedarf sind Vollwartungsverträge möglich.



ORC-TURBINEN arbeiten mit einem Medium, das im Gegensatz zu Wasser einen herabgesetzten Siedepunkt hat. In Verbindung mit Biomassekesseln wird ein Primärkreis mit Thermalöl vorgeschaltet. Der Thermalölkreislauf beheizt dann den Verdampfer des Arbeitsmediums. Unsere Standard-Eingangsparameter: Thermalöl 250 °C. Elektr. Wirkungsgrade: 10–18%.

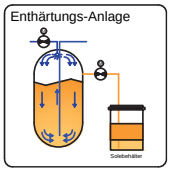


Sonderform einer ORC-TURBINE, bei der der Verdampfer für das Arbeitsmedium mit Heißluft betrieben wird. Das System wurde zur Abgasverstromung von BHKW's entwickelt. In Verbindung mit Biomassekesseln sollte ein Abgas-Luft-Wärmetauscher vorgeschalten werden, um eine Verschmutzung des Verdampfers zu verhindern. Unsere Standard-Eingangsparameter: Heißluft: 530 °C. Elektr. Wirkungsgrade: 10–15%.

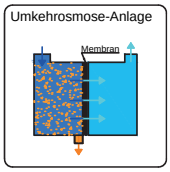
Wasseraufbereitung und Speisewassersysteme.

In der Natur kommt Wasser als Reinstoff, also ohne gelöste Stoffe, nicht vor. Es finden sich praktisch immer Verunreinigungen, wenn auch möglicherweise in kaum messbaren Konzentrationen.

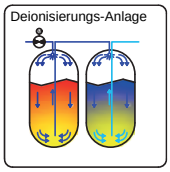
Viele der gelösten Stoffe sind in Kesselanlagen tabu. Deswegen wird das Wasser vor dem Eintritt aufbereitet. Enthärtung, Entsalzung und Entgasung sind dabei die wichtigsten Grundschritte.



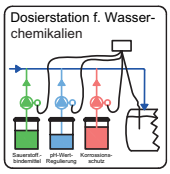
ENTHÄRTUNGSANLAGE nach dem Prinzip des Kationenaustausches. Kationenaustauscher-Anlagen binden in einem mit Kationenaustauscherharz gefülltem Behälter Ca- und Mg-Ionen. In regelmäßigen Abständen wird „regeneriert", d.h. die aufgenommen Härte-Ionen im Harz werden durch Na-Ionen aus dem Regeneriersalz ersetzt und ausgespült. In unseren Dampfkesseln wird die Resthärte des zugeführten Wassers kontinuierlich gemessen und die Anlage bei Grenzwertüberschreitung notabgeschaltet. Die Anlagen arbeiten vollautomatisch. Wir liefern sie in jeder benötigten Kapazität.



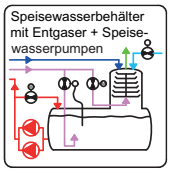
TEIL-ENTSALZUNGSANLAGE nach dem Prinzip der Umkehrosmose. Im kontinuierlichen Betrieb wird vorenthärtetes Wasser durch feinporige Membranen gepresst. Der größte Teil unerwünschter Salze bleibt zurück und wird als Konzentrat verworfen. Der durch die Membranen diffundierte Volumenstrom heißt Permeat und wird als sogenanntes teilentsalztes Wasser in Dampfkesseln verwendet.



VOLL-ENTSALZUNGSANLAGE nach dem Prinzip der Elektrodeionisation. Im kontinuierlichen Betrieb wird vorenthärtetes und teilentsalztes Wasser (Permeat) durch eine Kombination aus elektromagnetischem Feld, Anionen- und Kationenaustauschermembran und Mischbettaustauscher völlig von Salzen befreit. Das dabei entstandene Reinstwasser heißt Deionat und wird als sogenanntes VE-Wasser in Dampfturbinenkreisläufen verwendet.



DOSIERANLAGE für Wasserchemie. Vollautomatische Dosiersysteme für die bedarfsgerechte Zudosierung benötigter Chemikalien wie z. B. zur Abbindung von Resthärte, Restsauerstoff oder zur pH-Wert-Regulierung. Die Anlagen stellen wir projektspezifisch nach Rohwasseranalyse zusammen.



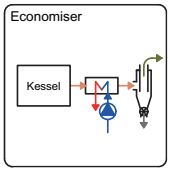
SPEISEWASSERBEHÄLTER mit ENTGASERDOM. Das aus der Produktion oder dem Turbinenkreislauf zurückströmende Kondensat sowie das aufbereitete Zusatzwasser wird beim Einströmen über den Entgaserdom durch geregelte Dampfzufuhr beim Herabrieseln über mehrere Kaskaden entgast. Der Behälter selbst wird durch Dampfbeheizung bei leichtem Überdruck ständig auf ca. 105 °C gehalten. Wir liefern auch Sonderformen mit höheren Betriebstemperaturen. Faustformel für die Behältergröße: 0,5- bis 1,0-fache Dampfleistung in Litern.

Zusatzinfos:

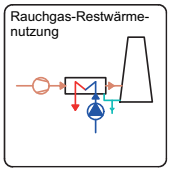
Wasserqualitäten für Speisewasser, Kessel und Turbine Seite 151

Restwärmenutzung, -speicherung und -transport.

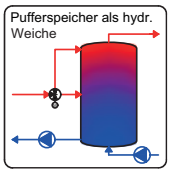
Je nach Typ und Bauart einer Anlage stellen sich hinter dem Hauptwärmeübertrager (Kessel) unterschiedliche Rauchgastemperaturen ein. Mit nachgelagerten Systemen wird das Rauchgas zur Steigerung der Gesamteffizienz weiter abgekühlt, bevor es in die Atmosphäre abgegeben wird. Die zurückgewonnene Wärme wird entweder wieder direkt dem Kessel zugeführt (Speisewasser-Economiser bei Dampfkesseln) oder im Pufferspeicher eingelagert, um Schwankungen zwischen Wärmeanfall und -bedarf auszugleichen.



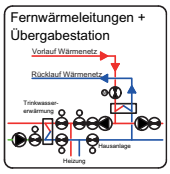
Im ECONOMISER wird das von den Speisewasserpumpen aus dem Speisewasserbehälter zum Kessel geförderte 105-grädige Wasser vor Kesseleintritt vorgewärmt. Die Rauchgase kühlen sich dabei je nach Auslegung auf etwa 140 bis 180 °C ab. Ausführung als Wasserrohr-Economiser oder – bei Problembrennstoffen – als Rauchrohr-Economiser. Alle Systeme sind bei uns mit vollautomatischen Druckluft-Abreinigungskanonen ausgerüstet.



RESTWÄRMENUTZUNGSANLAGEN entziehen dem Rauchgas unmittelbar vor dem Schornstein die Restenergie. Da es dabei häufig zu Kondensation kommt, spricht man auch von Brennwertsystemen. Die Tauscher selbst und die nachfolgenden Bauteile müssen korrosionsfest ausgeführt sein. Kombinierbar bei Dampfkesseln mit dem Economiser. Abgastemperaturen im Schornstein bis < 40 °C.



Im PUFFERSPEICHER wird die zurückgewonnene Wärme „zwischengelagert". Gute Speichersysteme verfügen über zahlreiche Einbauten zur Volumenstromberuhigung und ermöglichen ein optimales „Schichten" der Wärme. Wichtig: Jeder Puffer ist nur so effizient wie das Pufferspeichermanagement, also die richtige Programmierung rund um Einspeisung und Entnahme aus dem Puffer. Wir liefern von 5.000 bis zu 100.000 l Maximalgröße (kaskadierbar) inklusive Isolierung auch für Außenaufstellung. Temperaturen: 105 °C (Standard) bis 200 °C.



In der FERNWÄRMEÜBERGABESTATION wird die im Fernwärmeleitungsnetz zirkulierende Wärme an den Verbraucher „übergeben" und gezählt. Wir bieten eine Vielzahl von Möglichkeiten an, z. B. mit separatem Tauscher zur Brauchwassererwärmung beim Kunden oder zur Rückspeisung überschüssiger Solarwärme ins Netz. Leitungen und Übergabestationen werden mit hohen Zuschüssen gefördert.

Zusatzinfos:

Pufferspeicher-Abmessungen Seite 159

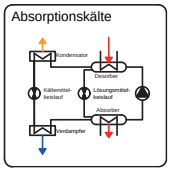
Abwärmenutzung für Trocknung und Absorptionskälteanlagen.

Insbesondere in KWK-Anlagen stellt sich oft die Frage: Wohin mit der Wärme? Wir lieben Trocknungsprozesse. Sie sind eine wunderbare Wärmesenke. Ganzjährig und gleichmäßig zu betreiben. Niedertemperaturwärme ist gut nutzbar und der Prozess passt oft sehr gut ins Leistungsspektrum unserer Kunden. Wir liefern passend zur Anlage auch Bandtrockner jeder Größe und Bauart.

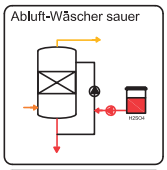
Perfekt zum Ausgleich von „Sommerlöchern“ geeignet sind auch mit Abwärme betriebene Kältemaschinen. Wo auch immer Kälte benötigt wird, steigt üblicherweise im Sommer die benötigte Leistung und damit der Wärmeabsatz an. Wir liefern Absorber jeder Größe.

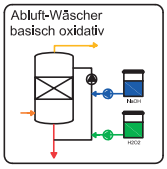
BANDTROCKNER sind die erste Wahl, wenn es um kontinuierliche Niedertemperatur-Trocknungsprozesse geht. Sie sind für praktisch jedes Medium ab 25% TS-Gehalt (darunter mit Rückmischung) geeignet, arbeiten extrem produktschonend und effizient. Üblicherweise wird die Luft von oben nach unten durch Produkt und Band gefahren. Das Band mit dem zu trocknenden.

Wärmeaustauscher, die zur Aufheizung von Trocknerluft dienen, können mit den Heizmedien Heißwasser, Sattdampf oder Thermalöl betrieben werden. Wir bieten die Planung und Ausführung entsprechender Systeme an.

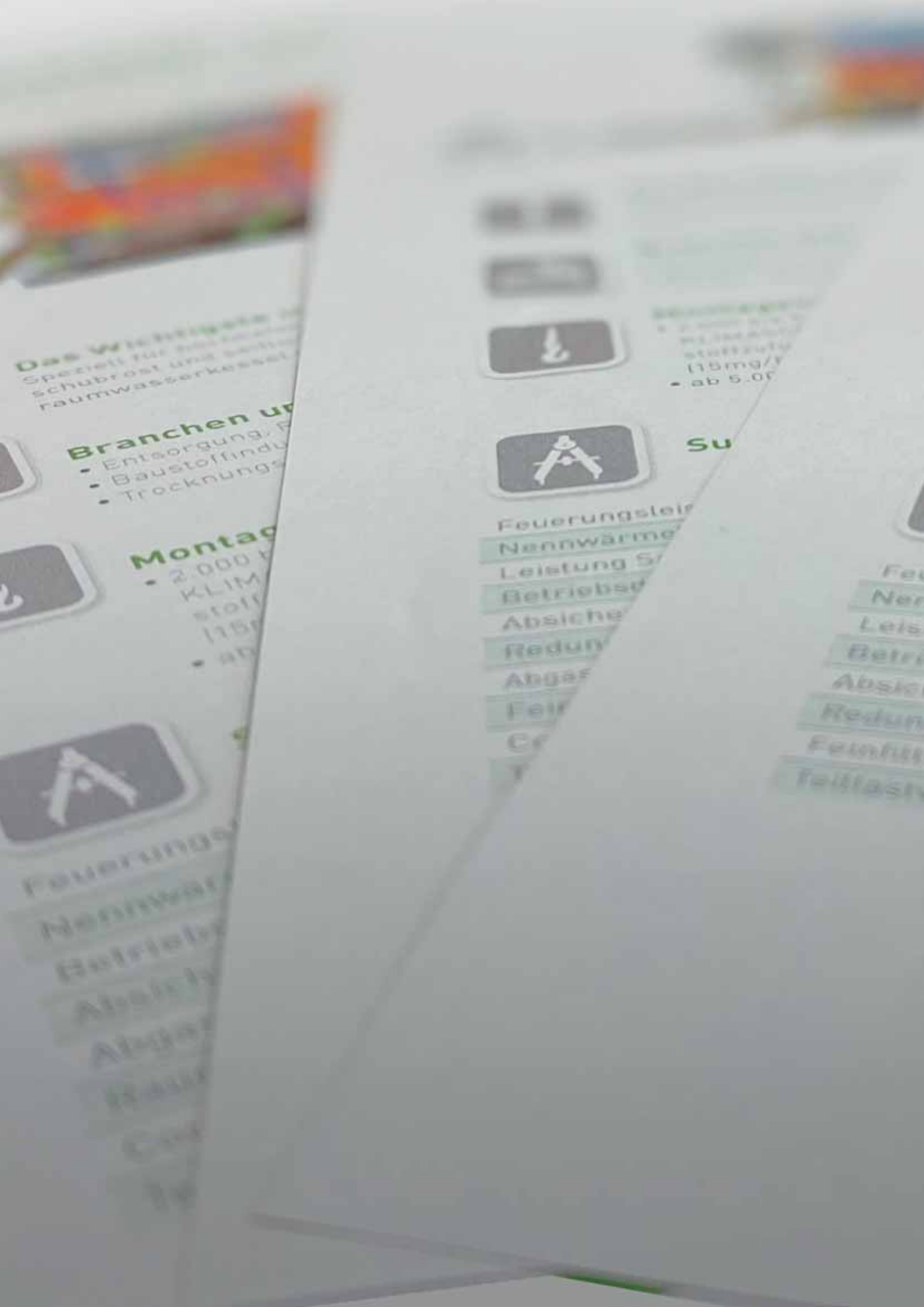


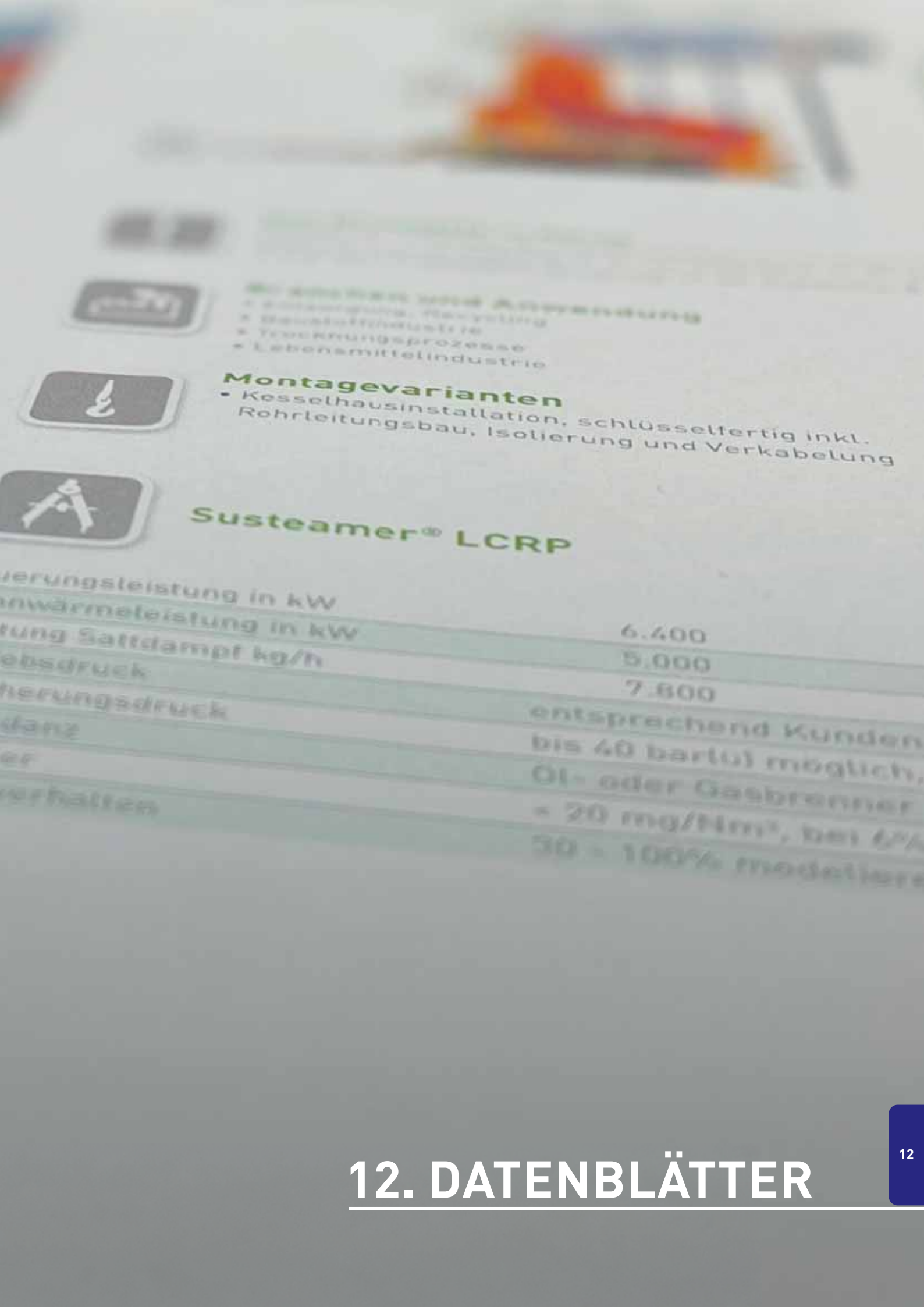
ABSORPTIONSKÄLTEANLAGEN nutzen Abwärme zur Erzeugung von Kälte. Je höher das Antriebstemperaturniveau, desto niedrigere Kältetemperaturen sind möglich. Ideale Anwendungen für Niedertemperaturabwärme sind deshalb Raumkühlung und Prozesskühlung oberhalb des Gefrierpunktes. Kälteleistungen: 100 bis 1.500 kW, Kältetemperaturen bis -10 °C. Anwendungsbeispiel: 95 °C Antriebswärme = -5 °C Kältetemperatur (auslegungsabhängig).





Chemische Abluftwäscher zeichnen sich durch eine hohe Korrosionsbeständigkeit bei praktisch unbegrenzten Abluftvolumenströmen aus. Die Systeme sind platzsparend und zeichnen sich durch geringe Betriebskosten, einfache Wartung und einfaches Handling aus.



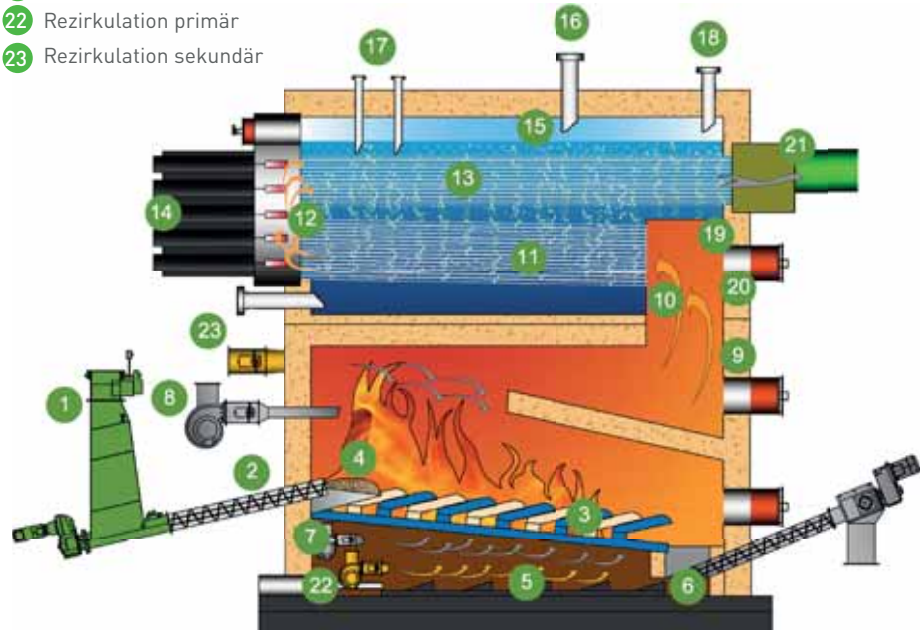


12. DATENBLÄTTER

Serie ACF.

FÜR INDUSTRIELLEN 24/7-BETRIEB, AUCH FÜR SCHWIERIGE BRENNSTOFFE

1. Dosierbehälter
2. Stokerschnecke
3. wassergek. Rost
4. Pelleteinschub
5. hydraulische Unterrostentaschung
6. Ascheaustrag
7. Primärluftgebläse
8. Sekundärluftgebläse
9. Schamott
10. Kesseleintritt
11. 1. Rauchrohrzug
12. Wendekammer
13. 2. Rauchrohrzug
14. pneumatische Abreinigung
15. Dampfraum
16. Dampfentnahme
17. Wasserstandsregler
18. Sicherheitsventil
19. Kesselmantel
20. Revisionsöffnung
21. Rauchgasübertritt zum Eco
22. Rezirkulation primär
23. Rezirkulation sekundär



Brennstoff-Wassergehalt

eher nass

Brennstoff-Körnung

feiner Brennstoff

Luftführung

Gegenstrom

Feuerungswärmeleistung in kW	525	775	1.025	1.275	1.550	1.925	2.550	3.200	3.850	5.100	6.400	7.675	8.950	10.225	11.500
Nennwärmeleistung in kW	400	600	800	1.000	1.200	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
Leistung Sattdampf kg/h	600	900	1.200	1.500	1.800	2.200	3.000	3.700	4.500	6.000	7.500	9.000	10.500	12.000	13.500
Betriebsdruck + Kesselvarianten	Sattdampf, Heißdampf, Warmwasser, Heißwasser, Heißgas														
Absicherungsdruck	bis 40 bar(ü) möglich, Überhitzer optional														
Emissionen	nach 44. BImSchV (siehe Seite 76)														
Containeranlage	optional betriebsbereiter, DGRL- geprüfter Doppelstock Container (bis 3.000 kW Nennwärmeleistung)														
Teillastverhalten	30 - 100% modulierend, darunter taktend														

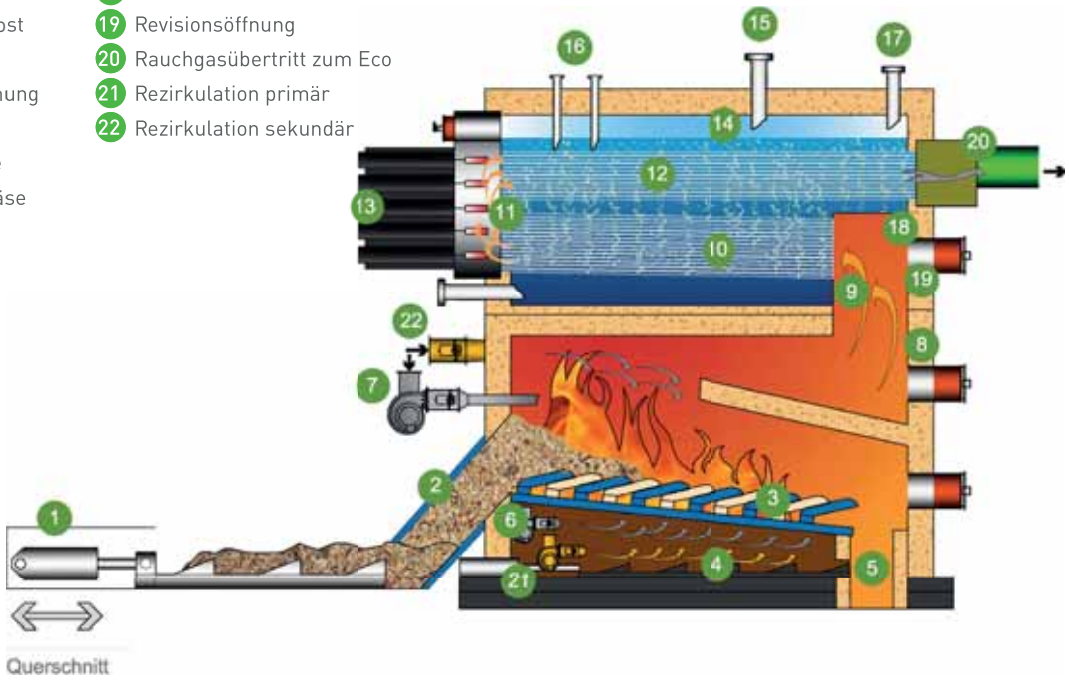
Beispielhafte Brennstoffe

kleinstückiges Hackgut, feuchte/nasse Späne

Serie ACR.

FÜR INDUSTRIELLEN 24/7-BETRIEB, AUCH FÜR SCHWIERIGE BRENNSTOFFE

1. Hydraulikstoker
2. Kompressionszone wassergekühlt
3. wassergekülter Rost
4. hydraulische Unterrrostentaschung
5. Ascheschleuse
6. Primärluftgebläse
7. Sekundärluftgebläse
8. Schamott
9. Kesseleintritt
10. 1. Rauchrohrzug
11. Wendekammer
12. 2. Rauchrohrzug
13. pneumatische Abreinigung
14. Dampfraum
15. Dampfentnahme
16. Wasserstandsregler
17. Sicherheitsventil
18. Kesselmantel
19. Revisionsöffnung
20. Rauchgasübertritt zum Eco
21. Rezirkulation primär
22. Rezirkulation sekundär



Brennstoff-Wassergehalt

eher nass

Brennstoff-Körnung

grober Brennstoff

Luftführung

Gegenstrom

Feuerungswärmeleistung in kW	525	775	1.025	1.275	1.550	1.925	2.550	3.200	3.850	5.100	6.400	7.675	8.950	10.225	11.500
Nennwärmeleistung in kW	400	600	800	1.000	1.200	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
Leistung Sattdampf kg/h	600	900	1.200	1.500	1.800	2.200	3.000	3.700	4.500	6.000	7.500	9.000	10.500	12.000	13.500
Betriebsdruck + Kesselvarianten	Sattdampf, Heißdampf, Warmwasser, Heißwasser, Heißgas														
Absicherungsdruck	bis 40 bar(ü) möglich, Überhitzer optional														
Emissionen	nach 44. BImSchV (siehe Seite 76)														
Containeranlage	optional betriebsbereiter, DGRL- geprüfter Doppelstock Container (bis 3.000 kW Nennwärmeleistung)														
Teillastverhalten	30 - 100% modulierend, darunter taktend														

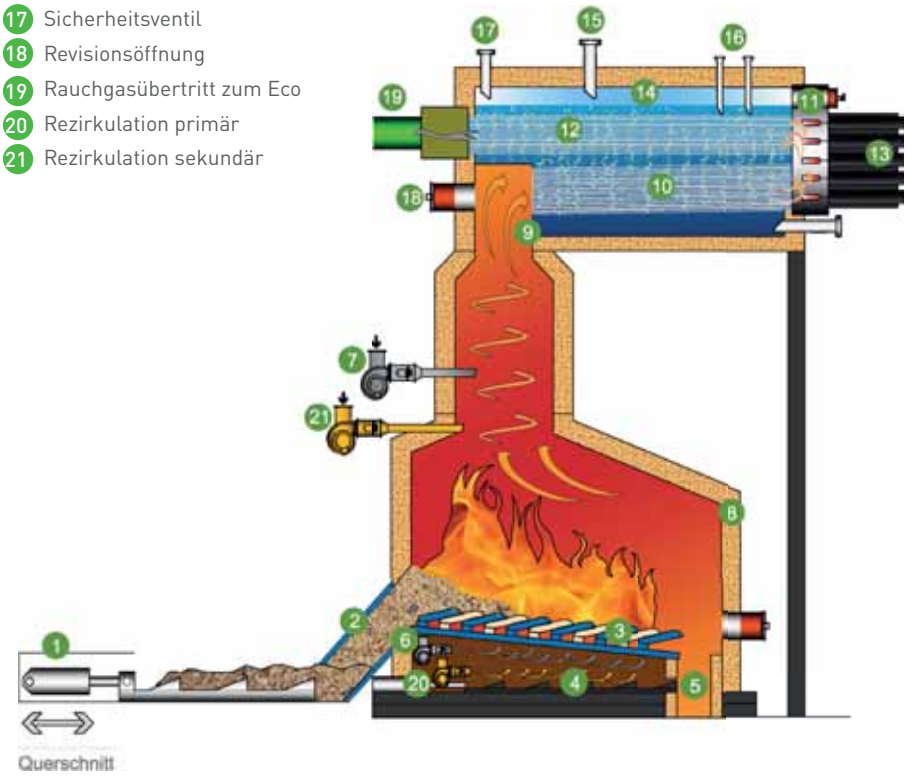
Beispielhafte Brennstoffe

Hackschnitzel frisch, Landschaftspflegematerial, Rinde, feuchte Späne

Serie ACRP.

FÜR INDUSTRIELLEN 24/7-BETRIEB, AUCH FÜR SCHWIERIGE BRENNSTOFFE

1. Hydraulikstoker
2. Kompressionszone wassergekühlt
3. wassergek. Rost
4. hydraulische Unterrostentaschung
5. Ascheschleuse
6. Primärluftgebläse
7. Sekundärluftgebläse
8. Schamott
9. gekühlter Kesseleintritt
10. 1. Rauchrohrzug
11. Wendekammer
12. 2. Rauchrohrzug
13. pneumatische Abreinigung
14. Dampfraum
15. Dampfentnahme
16. Wasserstandsmessung
17. Sicherheitsventil
18. Revisionsöffnung
19. Rauchgasübertritt zum Eco
20. Rezirkulation primär
21. Rezirkulation sekundär



Brennstoff-Wassergehalt

eher nass

Brennstoff-Körnung

grober Brennstoff

Luftführung

Mittelstrom

Feuerungswärmeleistung in kW	6.400	7.675	8.750	11.650	14.200	19.800
Nennwärmeleistung in kW	5.000	6.000	7.500	10.000	12.000	16.000
Leistung Sattdampf kg/h	7.500	9.000	11.200	15.000	18.000	24.000
Betriebsdruck + Kesselvarianten	Sattdampf, Heißdampf, Warmwasser, Heißwasser, Heißgas					
Absicherungsdruck	bis 40 bar(ü) möglich, Überhitzer optional					
Emissionen	nach 44. BImSchV (siehe Seite 76)					
Teillastverhalten	30 - 100% modulierend, darunter taktend					

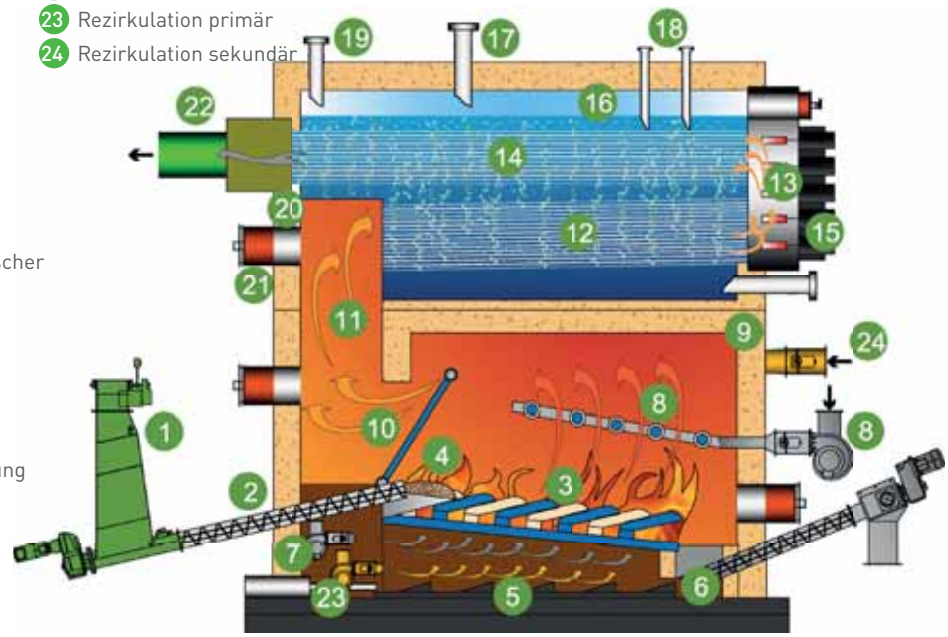
Beispielhafte Brennstoffe

Hackschnitzel frisch, Landschaftspflegematerial, Rinde, feuchte Späne

Serie LCF.

FÜR INDUSTRIELLEN 24/7-BETRIEB, AUCH FÜR SCHWIERIGE BRENNSTOFFE

1. Dosierbehälter
2. Stokerschnecke
3. wassergek. Rost
4. Pelleteinschub
5. hydraulische Unterrostentaschung
6. Ascheaustrag
7. Primärluftgebläse
8. Sekundärluftgebläse
9. Schamott
10. Flossenrohr Wärmetauscher seitlich
11. Kesseleintritt
12. 1. Rauchrohrzug
13. Wendekammer
14. 2. Rauchrohrzug
15. pneumatische Abreinigung
16. Dampfraum
17. Dampfentnahme
18. Wasserstandsregler
19. Sicherheitsventil
20. Kesselmantel
21. Revisionsöffnung
22. Rauchgasübertritt zum Eco
23. Rezirkulation primär
24. Rezirkulation sekundär



Brennstoff-Wassergehalt

eher trocken

Brennstoff-Körnung

feiner Brennstoff

Luftführung

Gleichstrom

Feuerungswärmeleistung in kW	1.114	1.671	3.342	5.012	6.683
Nennwärmeleistung in kW	1.000	1.500	3.000	4.500	6.000
Leistung Sattdampf kg/h	1.500	2.200	4.500	6.700	9.000
Betriebsdruck + Kesselvarianten	Sattdampf, Heißdampf, Warmwasser, Heißwasser, Heißgas				
Absicherungsdruck	bis 40 bar(ü) möglich, Überhitzer optional				
Emissionen	nach 44. BImSchV (siehe Seite 76)				
Containeranlage	optional betriebsbereiter, DGRL- geprüfter Doppelstock Container (bis 3.000 kW Nennwärmeleistung)				
Teillastverhalten	30 - 100% modulierend, darunter taktend				

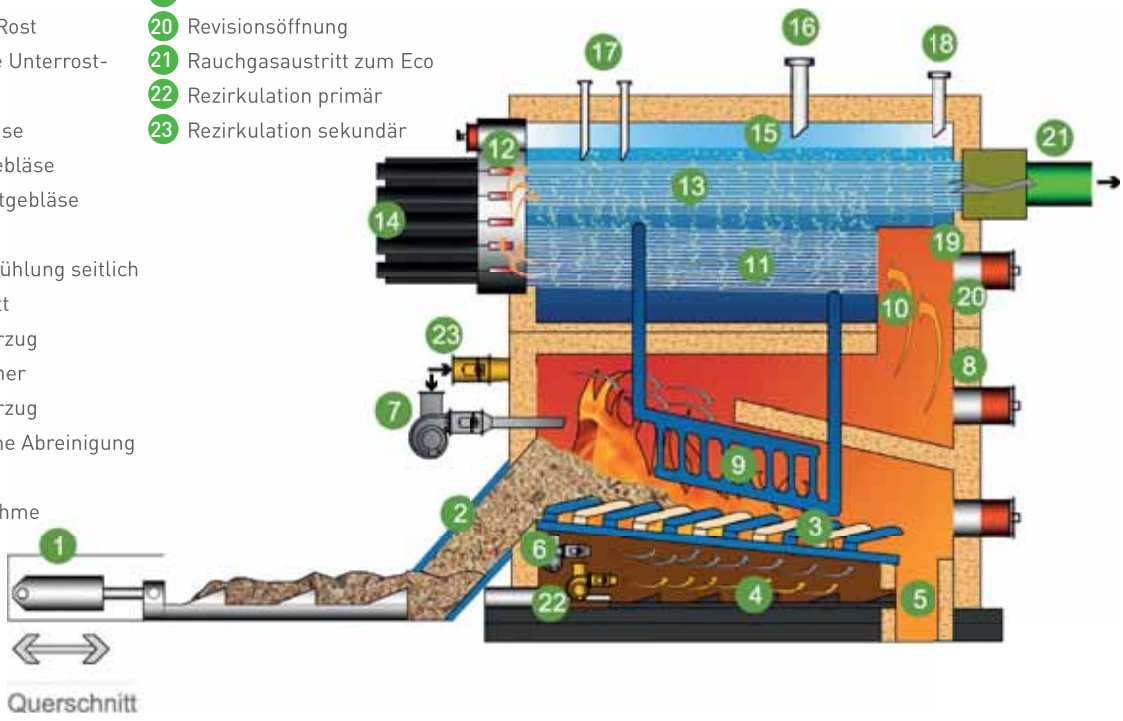
Beispielhafte Brennstoffe

Holzpellets, Kakaoschalen, Kerne, trockene Späne

Serie LCR.

FÜR INDUSTRIELLEN 24/7-BETRIEB, AUCH FÜR SCHWIERIGE BRENNSTOFFE

1. Hydraulikstoker
2. Kompressionszone wassergekült
3. wassergek. Rost
4. hydraulische Unterrost-entaschung
5. Ascheschleuse
6. Primärluftgebläse
7. Sekundärluftgebläse
8. Schamott
9. Feuerraumkühlung seitlich
10. Kesseleintritt
11. 1. Rauchrohrzug
12. Wendekammer
13. 2. Rauchrohrzug
14. pneumatische Abreinigung
15. Dampfraum
16. Dampfentnahme
17. Wasserstandsregler
18. Sicherheitsventil
19. Kesselmantel
20. Revisionsöffnung
21. Rauchgasaustritt zum Eco
22. Rezirkulation primär
23. Rezirkulation sekundär



Querschnitt

Brennstoff-Wassergehalt

eher trocken

Brennstoff-Körnung

grober Brennstoff

Luftführung

Gegenstrom

Feuerungswärmeleistung in kW	1.250	1.250	1.925	1.925	2.550	3.200	3.850	5.100	6.400	7.675
Nennwärmeleistung in kW	800	1.000	1.200	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000	5.000	6.000
Leistung Sattdampf kg/h	1.200	1.500	1.800	2.200	3.000	3.700	4.500	6000	7.500	9.000
Betriebsdruck + Kesselvarianten	Sattdampf, Heißdampf, Warmwasser, Heißwasser, Heißgas									
Absicherungsdruck	bis 40 bar(ü) möglich, Überhitzer optional									
Emissionen	nach 44. BImSchV (siehe Seite 76)									
Containeranlage	optional betriebsbereiter, DGRL- geprüfter Doppelstock Container (bis 3.000 kW Nennwärmeleistung)									
Teillastverhalten	30 - 100% modulierend, darunter taktend									

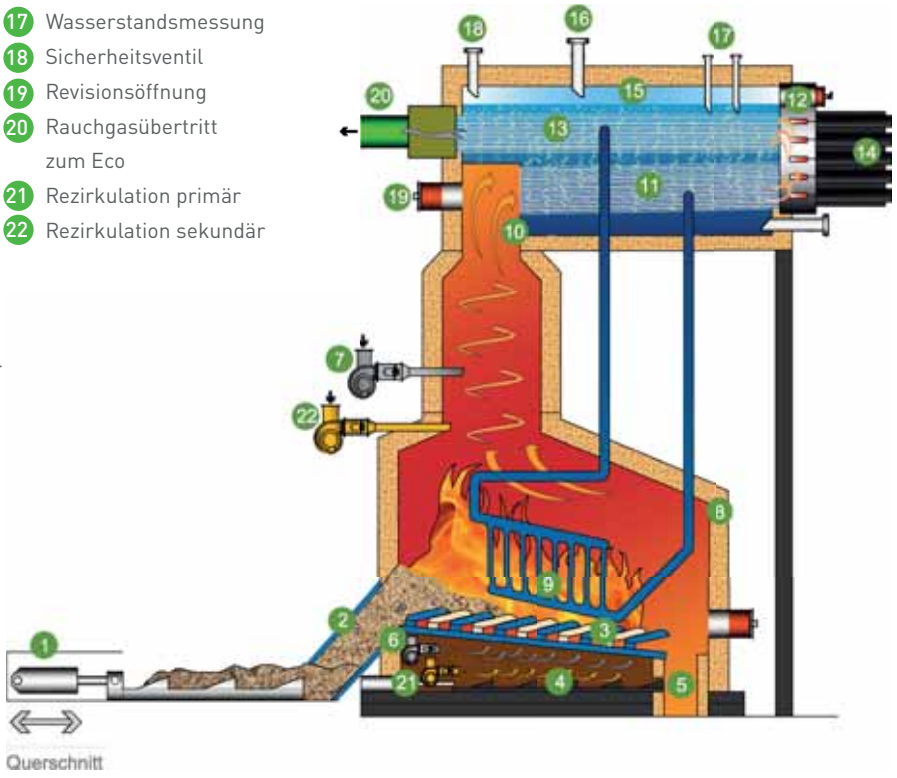
Beispielhafte Brennstoffe

Altholz, Siebüberläufe, Landschaftspflegematerial und Sonderbrennstoffe

Serie LCRP.

FÜR INDUSTRIELLEN 24/7-BETRIEB, AUCH FÜR SCHWIERIGE BRENNSTOFFE

1. Hydraulikstoker
2. Kompressionszone wassergekühlt
3. wassergek. Rost
4. hydraulische Unterrostentaschung
5. Ascheschleuse
6. Primärluftgebläse
7. Sekundärluftgebläse
8. Schamott
9. Flossenrohr Wärmetauscher seitlich (links/rechts)
10. gekühlter Kesseleintritt
11. 1. Rauchrohrzug
12. Wendekammer
13. 2. Rauchrohrzug
14. pneum. Abreinigung
15. Dampfraum
16. Dampfentnahme
17. Wasserstandsmessung
18. Sicherheitsventil
19. Revisionsöffnung
20. Rauchgasübertritt zum Eco
21. Rezirkulation primär
22. Rezirkulation sekundär



Brennstoff-Wassergehalt

eher trocken

Brennstoff-Körnung

grober Brennstoff

Luftführung

Mittelstrom

Feuerungswärmeleistung in kW	6.400	7.675	8.750	11.650	14.200	19.800
Nennwärmeleistung in kW	5.000	6.000	7.500	10.000	12.000	16.000
Leistung Sattdampf kg/h	7.500	9.000	11.200	15.000	18.000	24.000
Betriebsdruck + Kesselvarianten	Sattdampf, Heißdampf, Warmwasser, Heißwasser, Heißgas					
Absicherungsdruck	bis 40 bar(ü) möglich, Überhitzer optional					
Emissionen	nach 44. BImSchV (siehe Seite 76)					
Teillastverhalten	30 - 100% modulierend, darunter taktend					

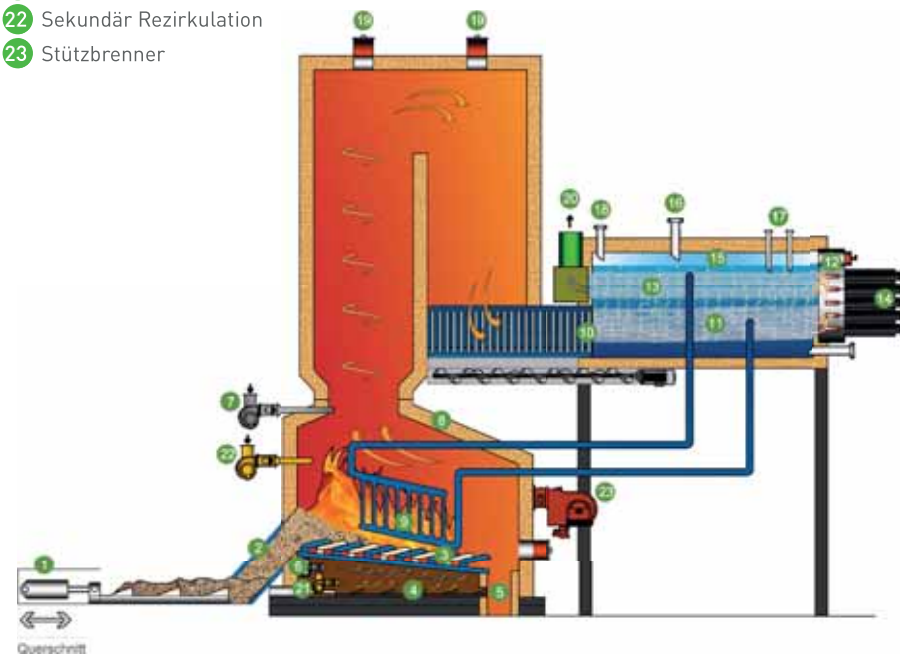
Beispielhafte Brennstoffe

Altholz, Siebüberläufe, Landschaftspflegematerial und Sonderbrennstoffe

Serie LCRP mit 17. BImSchV.

FÜR INDUSTRIELLEN 24/7-BETRIEB, AUCH FÜR SCHWIERIGE BRENNSTOFFE

1. Hydraulikstoker
2. Kompressionszone wassergekühlt
3. wassgerkühlter Rost
4. hydraulische Unterrostentaschung
5. Ascheschleuse
6. Primärluftgebläse
7. Sekundärluftgebläse
8. Schamott
9. Flossenrohr Wärmetausche seitlich (links/rechts)
10. gekühlter Kesseleintritt
11. 1. Rauchrohrzug
12. Wendekammer
13. 2. Rauchrohrzug
14. pneumatische Abreinigung
15. Dampfraum
16. Dampfentnahme
17. Wasserstandsregler
18. Sicherheitsventil
19. Revisionsöffnung
20. Rauchgasübertritt zum Eco
21. Primär Rezirkulation
22. Sekundär Rezirkulation
23. Stützbrenner



Brennstoff-Wassergehalt

eher trocken

Brennstoff-Körnung

grober Brennstoff

Luftführung

Mittelstrom

Feuerungswärmeleistung in kW	6.400	7.675	8.750	11.650	14.200	19.800
Nennwärmeleistung in kW	5.000	6.000	7.500	10.000	12.000	16.000
Leistung Sattdampf kg/h	7.500	9.000	11.200	15.000	18.000	24.000
Betriebsdruck + Kesselvarianten	Sattdampf, Heißdampf, Warmwasser, Heißwasser, Heißgas					
Absicherungsdruck	bis 40 bar(ü) möglich, Überhitzer optional					
Emissionen	nach 44. BImSchV (siehe Seite 76) bzw. 17. BImSchV (siehe Seite 77)					
Teillastverhalten	30 - 100% modulierend, darunter taktend					

Beispielhafte Brennstoffe

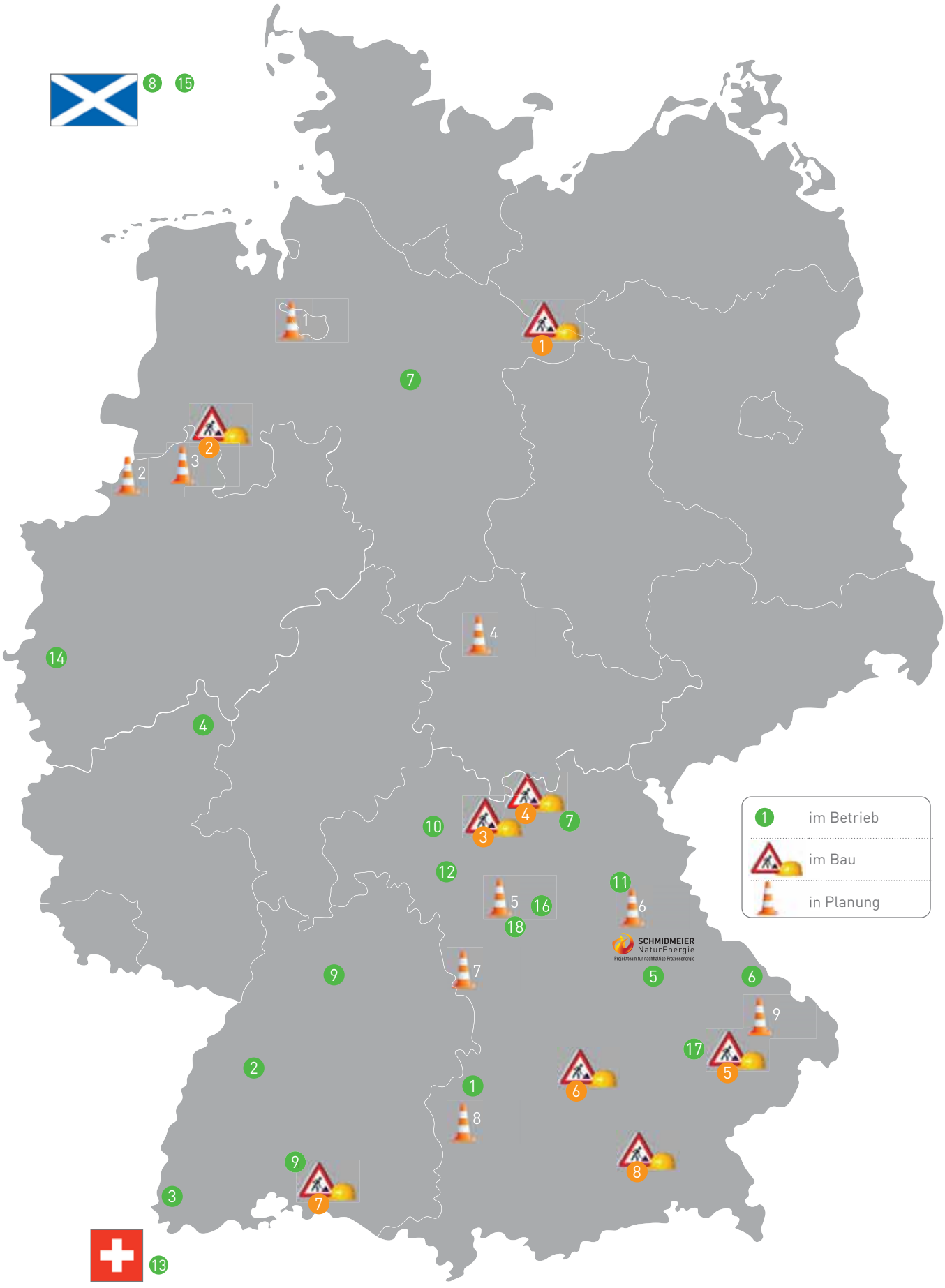
Altholz, Siebüberläufe, Landschaftspflegematerial und Sonderbrennstoffe

Elektrische Flanschheizköper System Schmidmeier.

	Leistungsgröße / Spannung	Größe Thyristorstufe	Größe Schützstufe	Anzahl Schützstufen	Flanschgröße Nennweite / Druckstufe	Blattstärke P355GH 16 bar / 210 °C	Einbaulänge	unbeheizte Länge	Kühlstrecke	Klemmenkasten B x H x T (mm)	Abmessungen Schaltanlage (mm)
Typ 1	400 V 250 kW	250 kW	-	-	DN150 PN40	28 mm	2.250	300	250	500 x 500 x 300	1.400 x 2.200 x 600
Typ 2	400 V 500 kW	200 kW	100 kW	3	DN200 PN40	36 mm	3.000	300	250	600 x 760 x 210	2.200 x 2.200 x 600
Typ 3	400 V 1.100 kW	183,4 kW	91,7 kW	10	DN400 PN40	50 mm	3.000	370	300	1.100 x 1.200 x 500	3.400 x 2.200 x 600
Typ 11	690 V 250 kW	250 kW	-	-	DN150 PN40	28 mm	2.500	300	250	500 x 500 x 300	1.400 x 2.200 x 600
Typ 12	690 V 500 kW	200 kW	100 kW	3	DN200 PN40	36 mm	3.000	300	250	600 x 760 x 210	2.200 x 2.200 x 600
Typ 13	690 V 1.100 kW	366,8 kW	183,4 kW	4	DN400 PN40	52 mm	3.000	370	300	1.100 x 1.200 x 500	3.000 x 2.200 x 600
Typ 14	690 V 2.200 kW	400 kW	200 kW	9	DN450 PN40	57 mm	3.000	360	300	1.100 x 1.200 x 500	3.800 x 2.200 x 600
Typ 15	690 V 3.600 kW	422,2 kW	211,8 kW	15	DN600 PN 40	75 mm	3.000	420	350	1.100 x 1.200 x 500	4.800 x 2.200 x 600
Typ 16	690 V 5.500 kW	423 kW	211,5 kW	24	DN700 PN25	88 mm	3.000	400	350	1.400 x 1.600 x 500	7.000 x 2.200 x 600

13. REFERENZEN

Unsere Projekte im Überblick.



IM BETRIEB

1	Projekt Burgau	Frey Textilreinigung GmbH
2	Projekt Baiersbronn	KAFA Karl Kallfaß GmbH & Co. KG
3	Projekt Lauchringen	Franz Simmler GmbH & Co. KG
4	Projekt Nistertal	Güldenkron Fruchtsaft Kellerei GmbH
5	Projekt Ödenthal	Schmidmeier NaturEnergie GmbH
6	Projekt Lohberg	Top Clean GmbH & Co. KG
7	Projekt Fuhrberg	Fraunhofer UMSICHT für Stadtwerke Hannover
8	Projekt Drimnin, Schottland	Drimnin Ncn´ean Distillery
9	Projekt Lauffen am Neckar	Multicolor GmbH
10	Projekt Gänheim	Kaisermühle GmbH & Co. KG
11	Projekt Hahnbach	Veolia Umweltservice Süd GmbH & Co. KG
12	Projekt Kitzingen	Blumquadrat GmbH
13	Prokt Willisau, Schweiz	Argolite AG
14	Projekt Hückelhoven	WEP Wärme-, Energie- und Prozesstechnik GmbH
15	Projekt Brora, Schottland	
16	Projekt Nürnberg	Scherzer Gemüse GmbH
17	Projekt Dingolfing	Karl Mossandl GmbH & Co KG
18	Projekt Heilsbronn	Höfler GbR Bio-Gemüse
19	Projekt Feulersdorf 1	Scherzer und Boss Fruchtgemüse GmbH

Folgende Anlagen befinden sich bereits im Bau, wir erwarten die Fertigstellung 2023.

IM BAU

1 Projekt Lüchow
2 Projekt Bramsche
3 Projekt Bamberg
4 Projekt Feulersdorf 2
5 Projekt Moos
6 Projekt Pfaffenhofen
7 Projekt Singen
8 Projekt Bruckmühl

IN PLANUNG

1 Projekt Bremen
2 Projekt Ochtrup
3 Projekt Saerbeck
4 Projekt Oppershausen
5 Projekt Nürnberg 2
6 Projekt Freihung
7 Projekt Dinkelsbühl
8 Projekt Kirchheim
9 Projekt Hengersberg

Projekt Baiersbronn:

Projektdaten	
Betreiber	KAFA Karl Kallfaß GmbH & Co. KG
Branche	Textilreinigung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2013
Nennwärmeleistung	2.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	3.000 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 12 barü, Absicherung 16 barü
Jährliche Wärmeleistung	4.600 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost
Kessel	liegender 3-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Zyklon und Gewebefilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletsilo

Projekt Burgau 1:

Projektdaten	
Betreiber	Frey Textilreinigung GmbH
Branche	Textilreinigung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2011
Nennwärmeleistung	2.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	3.000 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 12 barü, Absicherung 16 barü
Jährliche Wärmeleistung	6.400 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost
Kessel	liegender 3-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Zyklon und Gewebefilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletbunker mit Schubboden

Projekt Nistertal:

Projektdaten	
Betreiber	Güldenkron Fruchtsaft Kellerei GmbH
Branche	Lebensmittel - Fruchtsaftherstellung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2015
Nennwärmeleistung	2.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	3.000 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 10 barü, Absicherung 13 barü
Jährliche Wärmeleistung	4.400 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost
Kessel	liegender 3-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Multizyklon und Gewebefilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletsilo

Projekt Lauchringen:

Projektdaten	
Betreiber	Franz Simmler GmbH & Co. KG
Branche	Lebensmittel - Konfitürenherstellung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2015
Nennwärmeleistung	850 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	1.300 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 10 barü, Absicherung 16 barü
Jährliche Wärmeleistung	1.300 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	stehender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Funkenabscheider und Gewebefilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletsilo

Projekt Lohberg:

Projektdaten	
Betreiber	Top Clean GmbH & Co. KG
Branche	Textilreinigung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2014
Nennwärmeleistung	2.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	3.000 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 12 bar(ü), Absicherung 16 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	5.600 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Funkenabscheider und Gewebefilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletsilo

Projekt Zeitlarn:

Projektdaten	
Betreiber	Schmidmeier NaturEnergie
Branche	Energieversorgung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2014
Nennwärmeleistung	130 kW (Warmwasser)
Kesselparameter	Vorlauftemperatur 90 °C
Jährliche Wärmeleistung	250 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung
Kessel	stehender 3-Zug-Großwasserraum-kessel
Rauchgasreinigung	Zyklon und Elektrofilter
Brennstoffart	wahlweise Hackschnitzel, Holzpellets, Versuchsbrennstoffe
Brennstofflager	Brennstoffbunker mit Schneckenaus-tragung

SCHMIDMEIER
NaturEnergie
Projektteam für nachhaltige Prozessenergie

Projekt Drimnin/Schottland:

In Zusammenarbeit mit unserem Vertriebspartner re:heat

Projektdaten	
Branche	Lebensmittel - Spirituosenherstellung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2017
Nennwärmeleistung	850 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	1.300 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 7 bar(ü), Absicherung 13 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	2.000 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Multizyklon
Brennstoffart	Hackschnitzel
Brennstofflager	Brennstoffbunker mit Schneckenaustragung

Projekt Fuhrberg:

Projektdaten	
Betreiber	Fraunhofer UMSICHT für Stadtwerke Hannover
Branche	Energieversorgung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2016
Nennwärmeleistung	400 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	600 kg/h
Kesselparameter	Heißdampf, Betrieb 27 bar(ü) / 250 °C, Absicherung 32 bar(ü) // 280 °C
Jährliche Wärmeleistung	1.300 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation
Kessel	stehender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Warmwassereconomiser für Wärmenetz
Rauchgasreinigung	Multizyklon, Elektrofilter
Brennstoffart	Hackschnitzel
Brennstofflager	Brennstoffbunker mit Schubboden

Projekt Gänheim:

Projektdaten	
Betreiber	Kaisermühle GmbH & Co. KG
Branche	Futtermittelproduktion
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2017
Nennwärmeleistung	375 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	570 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 8 bar(ü), Absicherung 10 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	600 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerungmit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer Rauchgasrezirkulation
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Elektrofilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletsilo

Projekt Lauffen am Neckar:

Projektdaten	
Betreiber	Multicolor GmbH
Branche	Pulverbeschichtung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2018
Nennwärmeleistung	3.000 kW (Heißdampf)
Dampfleistung	4.200 kg/h
Kesselparameter	Heißdampf, Betrieb 28 bar(ü) / 250 °C, Absicherung 32 bar(ü) // 300 °C
Jährliche Wärmeleistung	10.000 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel mit Überhitzer
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	Brennstofflagerhalle mit Automatikkran

Projekt Willisau, Schweiz:

Projektdaten	
Betreiber	Argolite AG
Branche	HPL-Herstellung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2018
Nennwärmeleistung	2.500 kW (Heißwasser)
Kesselparameter	Vorlauftemperatur 160 °C
Jährliche Wärmeleistung	6.000 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Rauchgasreinigung	SNCR, Elektrofilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletsilo

Projekt Kitzingen:

Projektdaten	
Betreiber	Blumquadrat GmbH
Branche	Energieversorgung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2018
Nennwärmeleistung	8.000 kW (Warmwasser)
Kesselparameter	Vorlauftemperatur 90 °C
Jährliche Wärmeleistung	14.400 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 3-Zug-Großwasserraumkessel
Rauchgasreinigung	SNCR, Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	Brennstofflagerhalle mit Automatikkran

Projekt Hahnbach:

Projektdaten	
Betreiber	Veolia Umweltservice Süd GmbH & Co. KG
Branche	Entsorgung, Klärschlammtrocknung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2018
Nennwärmeleistung	1.200 kW (Warmwasser)
Kesselparameter	Vorlauftemperatur 95 °C
Jährliche Wärmeleistung	9.600 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Rauchgasreinigung	Multizyklon, Rauchgasübergabe an Klärschlammtrockner
Brennstoffart	Landschaftspflegematerial
Brennstofflager	Brennstoffbunker mit Schubboden

Projekt Brora, Schottland:

Projektdaten	
Branche	Lebensmittel - Spirituosenherstellung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2021
Nennwärmeleistung	3.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	4.600 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 12 bar(ü), Absicherung 16 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	9.000 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Elektrofilter
Brennstoffart	Hackschnitzel
Brennstofflager	Toploader

In Zusammenarbeit mit unserem Vertriebspartner

re:heat

Projekt Hückelhoven:

Projektdaten	
Betreiber	WEP Wärme-, Energie- und Prozess-technik GmbH
Branche	Energieversorgung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2021
Nennwärmeleistung	3.000 kW (Heißdampf)
Dampfleistung	4.200 kg/h
Kesselparameter	Heißdampf, Betrieb 21 bar(ü) / 300 °C, Absicherung 24 bar(ü) // 350 °C
Jährliche Wärmeleistung	15.000 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühl-tem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel mit Überhitzer
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Elektrofilter
Brennstoffart	Hackschnitzel
Brennstofflager	Toploader

Projekt Nürnberg:

Projektdaten	
Betreiber	Scherzer Gemüse GmbH
Branche	Pflanzenproduktion - Gemüse
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2021
Nennwärmeleistung	2x 4.000 kW (Warmwasser)
Kesselparameter	Vorlauftemperatur 95 °C
Jährliche Wärmeleistung	26.000 MWh/a
Feuerung	2x Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	2x liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Rauchgasreinigung	2x SNCR, Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	Brennstofflagerhalle mit Automatikkran

Projekt Heilsbronn:

Projektdaten	
Betreiber	Höfler GbR Bio-Gemüse
Branche	Pflanzenproduktion - Gemüse
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2022
Nennwärmeleistung	3.000 kW (Warmwasser)
Kesselparameter	Vorlauftemperatur 90 °C
Jährliche Wärmeleistung	8.400 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Rauchgasreinigung	SNCR, Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	Brennstofflagerhalle mit Schubboden

Projekt Dingolfing:

Projektdaten	
Betreiber	Karl Mossandl GmbH & Co.
Branche	Baustoffindustrie - Sandtrocknung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2022
Heißgasleistung:	1.250 kW (Heißgas)
Jährliche Wärmeleistung	2.800 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Wärmetauscher:	Heißgas-Frischluft-Wärmetauscher
Restwärmenutzung:	Warmwassereconomiser zur Luftvorwärmung
Rauchgasreinigung	Hochtemperaturzyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	Brennstoffbunker mit Schubboden

Projekt Lüchow:

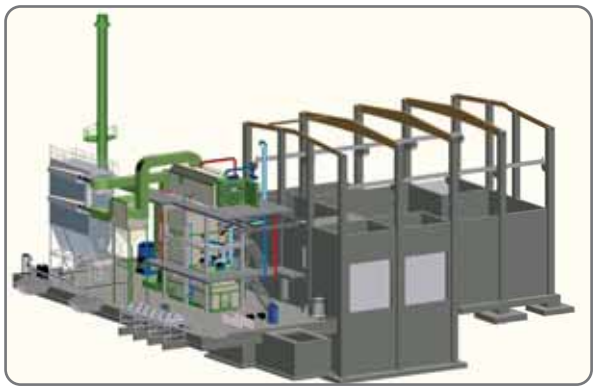
Projektdaten	
Betreiber	Steinicke Haus der Hochlandgewürze GmbH
Branche	Lebensmittel - Kräutertrocknung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2023
Nennwärmeleistung	8.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	12.200 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 25 bar(ü), Absicherung 30 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	32.000 MWh/a
Feuerung	Mittelstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	SNCR, Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	3x Toploader

Projekt Feulersdorf 1:

Projektdaten	
Betreiber	Scherzer und Boss Fruchtgemüse GmbH
Branche	Pflanzenproduktion - Gemüse
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2022
Nennwärmeleistung	6.000 kW (Warmwasser)
Kesselparameter	Vorlauftemperatur 95 °C
Jährliche Wärmeleistung	25.000 MWh/a
Feuerung	Mittelstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Rauchgasreinigung	SNCR, Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II, Landschaftspflegematerial
Brennstofflager	Brennstofflagerhalle mit Schubboden

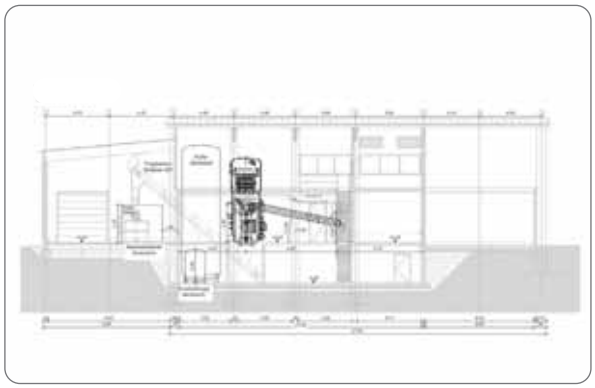
Projekt Singen:

Projektdaten	
Betreiber	Gärtnersiedlung Produktion GmbH&Co. KG
Branche	Pflanzenproduktion - Gemüse
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2023 (geplant)
Nennwärmeleistung	8.000 kW (Warmwasser)
Kesselparameter	Vorlauftemperatur 90 °C
Jährliche Wärmeleistung	32.000 MWh/a
Feuerung	Mittelstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Rauchgasreinigung	SNCR, Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	Brennstofflagerhalle mit Automatikkran



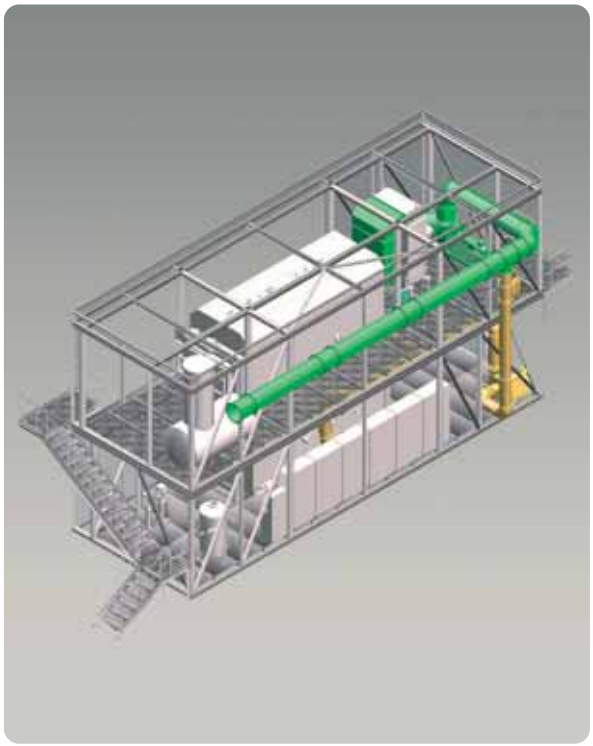
Projekt Moos:

Projektdaten	
Betreiber	Bayernwerk Natur GmbH für Arco Clean Energy
Branche	Energieversorgung, Lebensmittel - Brauerei
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2023 (geplant)
Nennwärmeleistung	1.500 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	2.300 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 12 bar(ü), Absicherung 16 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	4.500 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewasserekonomiser
Rauchgasreinigung	Multizyklon und Elektrofilter
Brennstoffart	Hackschnitzel
Brennstofflager	Brennstoffbunker mit Schubboden



Projekt Pfaffenhofen:

Projektdaten	
Betreiber	Daiichi Sankyo Europe
Branche	Pharmaproduktion
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2024 (geplant)
Nennwärmeleistung	3.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	4.500 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 8 barü, Absicherung 16 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	14.000 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Elektrofilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletsilo

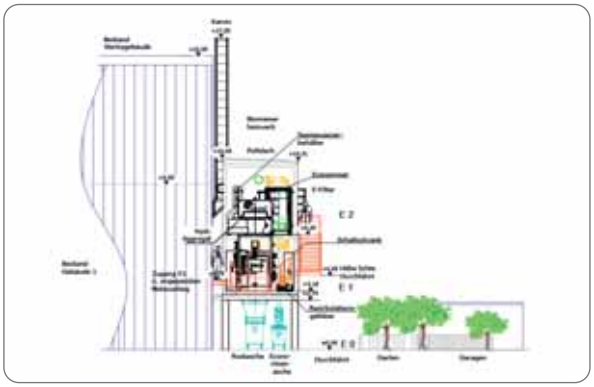


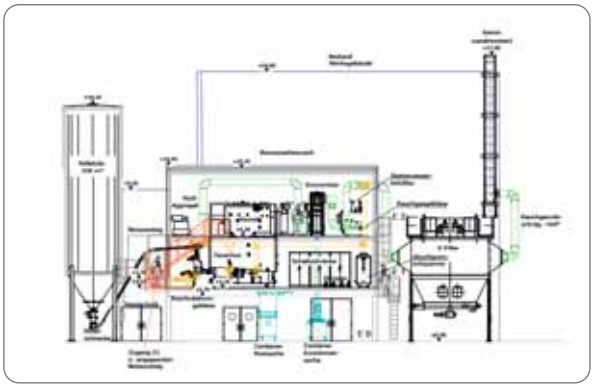
Projekt Bramsche:

Projektdaten	
Betreiber	Leiber GmbH
Branche	Lebensmittel - Bierhefeveredelung
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2023 (geplant)
Nennwärmeleistung	9.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	13.800 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 25 bar(ü), Absicherung 30 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	51.000 MWh/a
Feuerung	Mittelstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	SNCR, Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	Brennstofflagerhalle mit Automatikkran

Projekt Bamberg:

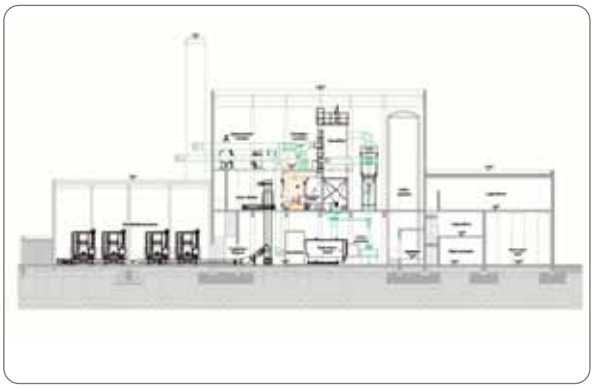
Projektdaten	
Betreiber	Ofa Bamberg GmbH
Branche	Produktion orthopädischer Produkte
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2024 (geplant)
Nennwärmeleistung	1.000 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	1.500 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 10 barü, Absicherung 16 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	2.000 MWh/a
Feuerung	Gleichstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	Elektrofilter
Brennstoffart	Industriepellets
Brennstofflager	Pelletsilo





Projekt Bruckmühl:

Projektdaten	
Betreiber	SALUS Haus Dr. med Otto Greither Nachf. GmbH & Co. KG
Branche	Pharma- und Heilmittelproduktion
Turn-Key	Schmidmeier NaturEnergie
Inbetriebnahme (Jahr)	2024 (geplant)
Nennwärmeleistung	2.500 kW (Sattdampf)
Dampfleistung	3.800 kg/h
Kesselparameter	Sattdampf, Betrieb 12 barü, Absicherung 16 bar(ü)
Jährliche Wärmeleistung	7.800 MWh/a
Feuerung	Gegenstromfeuerung mit wassergekühltem Vorschubrost sowie primärer und sekundärer Rauchgasrezirkulation und wassergekühltem Feuerraum
Kessel	liegender 2-Zug-Großwasserraumkessel
Economiser	Speisewassereconomiser
Rauchgasreinigung	SNCR, Multizyklon und Gewebefilter mit Additivdosierung
Brennstoffart	Gebrauchtholz A I / A II
Brennstofflager	3x Schubbodencontainer



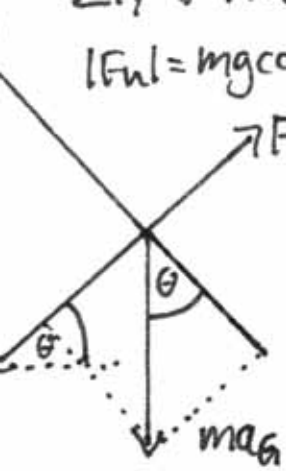
$|F_N| = mg\cos\theta$; $\Sigma F_x = ma_x$

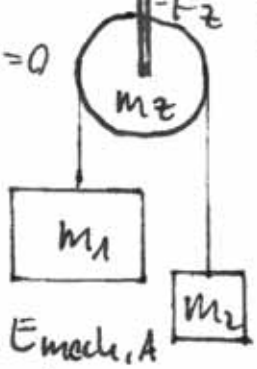
$\mu_{R,H} = \frac{mg\sin\theta_{max}}{mg\cos\theta_{max}}$

$= \tan\theta_{max}$

$F_{R,H,max} = -\mu_{R,H} mg\cos\theta = 0$

$= -mg\sin\theta_{max}$





$F = m_2 g + 2F_S$

$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dh}\frac{dh}{dt}$

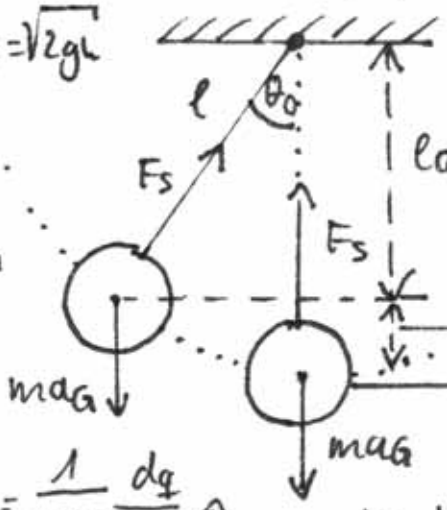
$= \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)} g$

$v = \sqrt{\frac{2(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)} gh}$

$v_e = \sqrt{2gl}$

$E_{mech,E} = E_{mech,A}$

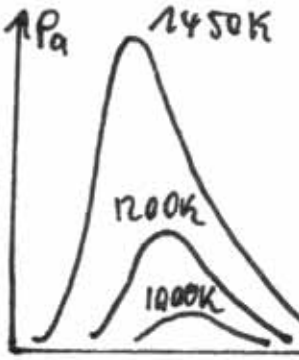
$\frac{1}{2}mv_E^2 + mgy_E = \frac{1}{2}mv_A^2 + mgy_A$



$l\cos\theta_0 = l - h$

$\frac{1}{2}mv_E^2 = mgh$

$h = l - l\cos\theta_0$



$d = n\frac{\lambda_n}{2}$; $n = 1, 2, 3.$

$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$; $E_n = \frac{p_n^2}{2m}$

$E_4 = 16E_1 = \frac{h^2}{2m\lambda_n^2}$

$E_3 = 9E_1$

$E_2 = 4E_1$

E_1

x

d

$p_n^2 \frac{h^2}{8md^2} = n^2 E_1$

$\frac{h^2}{8md^2}$

$|E_E - E_A|$

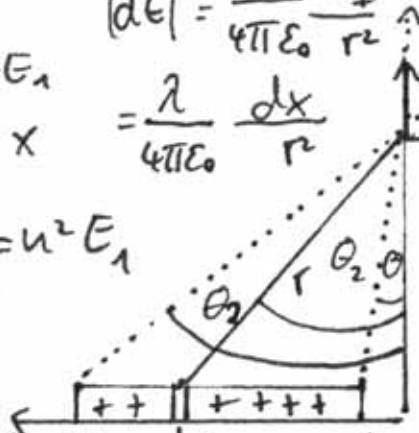
$|dE| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{r^2}$

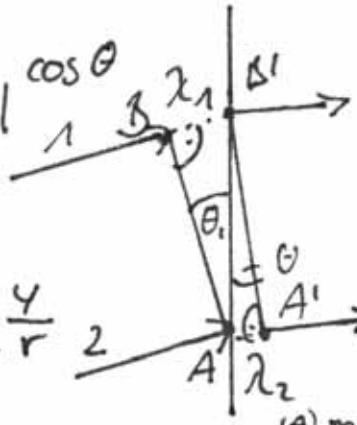
$= \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dx}{r^2}$

$dE_y = |dE|\cos\theta$

$dE_y = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dx}{r^2}\frac{y}{r}$

$= \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{y\,dx}{r^3}$





$\lambda_1 = \frac{u_1}{f}$; $\lambda_2 =$

$\sin\theta_2 = \frac{\lambda_2}{AB'}$

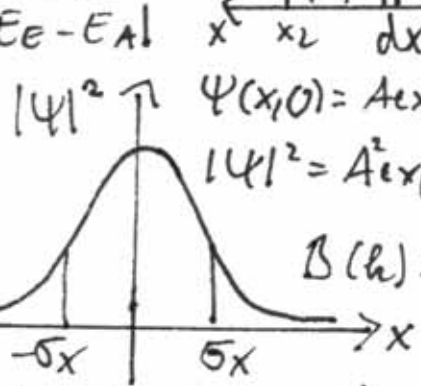
$\sin$

$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

$p_1 = \frac{m^{(A)}v}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = mv\cdot\frac{1}{\sqrt{1-}}$

$(v_2^{(A)})^2 = (v_B^{(A)})^2 + [-v$

$\frac{1}{\delta}\frac{1}{\delta_B} = \sqrt{1-(v_2^{(A)})^2}$

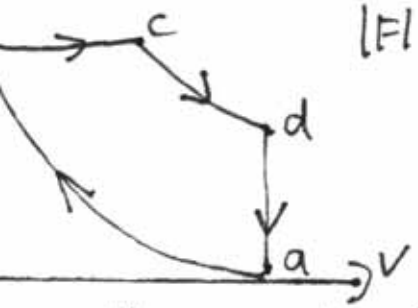


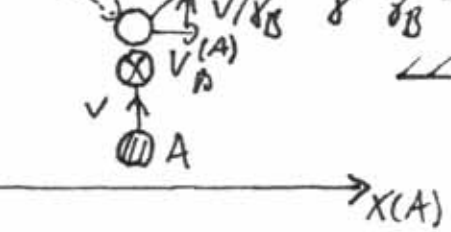
$\psi(x,0) = A\exp\left(-\frac{x^2}{4\sigma_x^2}\right)e^{ik_0x}$

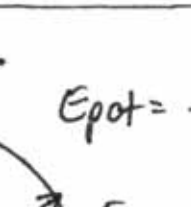
$|\psi|^2 = A^2\exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}\right)$

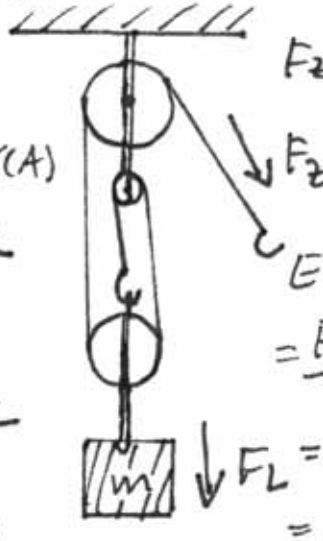
$B(k) = \frac{\sigma_x}{\sqrt{\pi}}e^{-\sigma_x^2(k-k_0)^2}$

$\psi(x,t) = A\cos(k_0x - \omega t)$



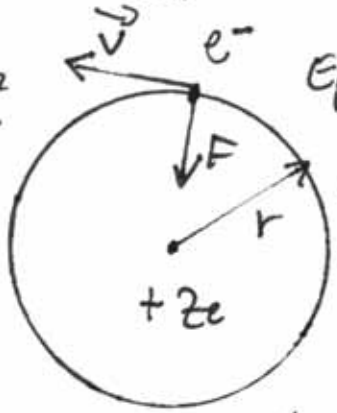






$|F| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r}$

$= \frac{mv^2}{r}$

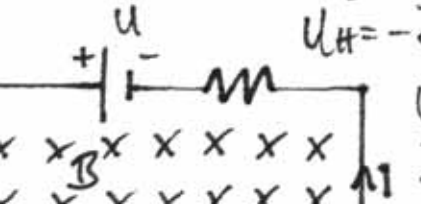


$E_{pot} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r}$

$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r}$

$E_{pot} = -2E_{kin}$



$U_H = -\int\vec{s}\cdot\left(\frac{n}{V}\right)de$

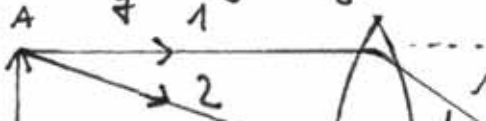
$U_H = E_{Hb} = vdB_b$

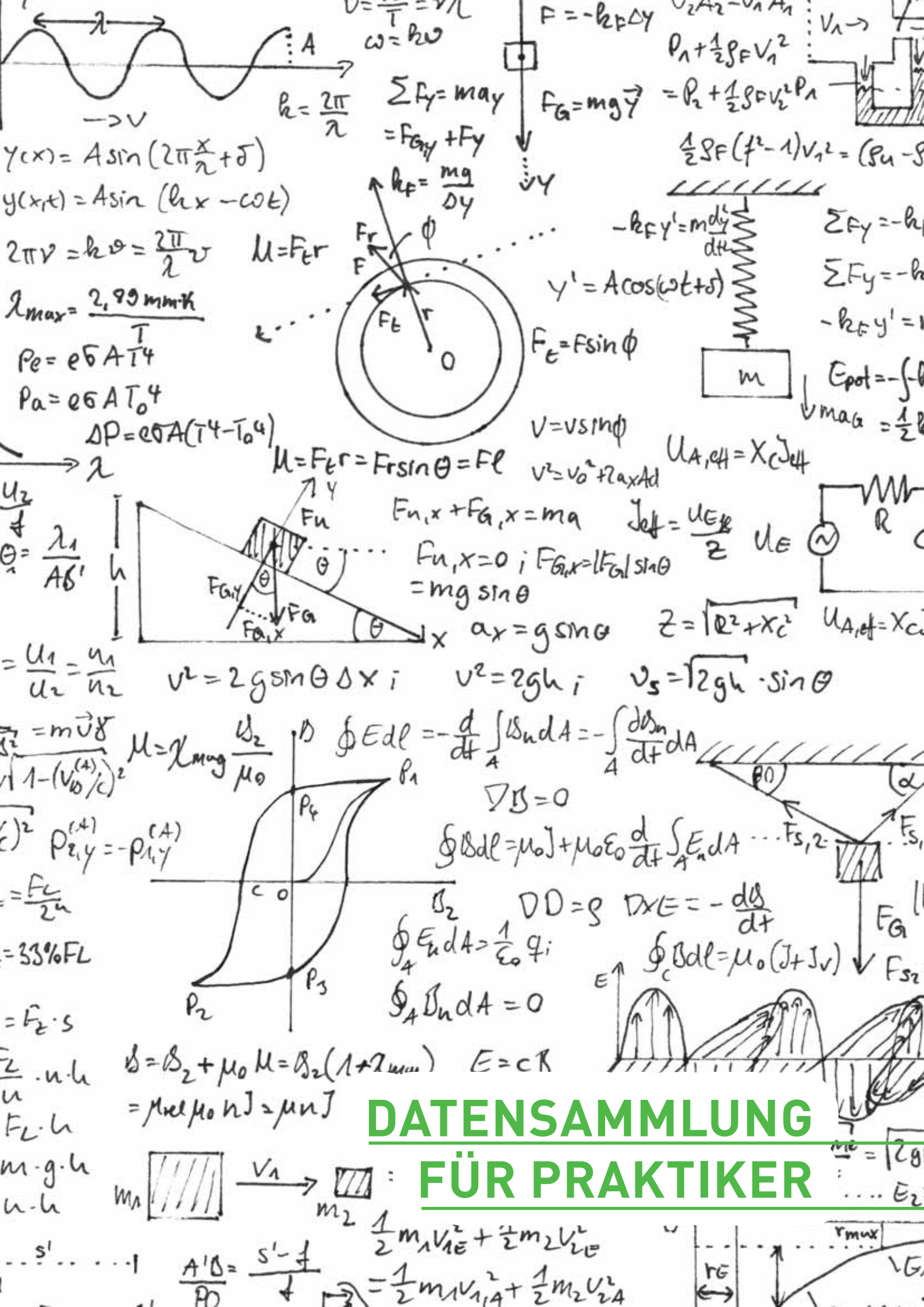
$J = \frac{n}{V}qvdA$

$E_{pot} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r}$

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze(e)}{r}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $s =$





DATENSAMMLUNG FÜR PRAKTIKER

Brennstoffeigenschaften

HEIZWERTE UND ASCHEGEHALTE UNTERSCHIEDLICHER BRENNSTOFFE (RICHTWERTE)

Absolut trockenes Holz (atro): Wassergehalt = 0 %
Lufttrockenes Holz (lutro): Wassergehalt = 15–20 %

Brennstoffart (Energieträger)	Heizwert (Energievergleich)		Aschegehalt
	MJ/kg	kWh/kg	ca. %
fossile Brennstoffe			
Heizöl (EL)	42,00 MJ/kg	11,70 kWh/kg	-
Erdgas	37,00 MJ/kg	10,28 kWh/m³	-
Flüssiggas Propan (kg)	46,00 MJ/kg	12,90 kWh/kg	-
Flüssiggas Propan (l)	24,00 MJ/kg	6,60 kWh/l	-
Steinkohle	29,00 MJ/kg	8,06 kWh/kg	2,0–7,0
Braunkohle	15,00 MJ/kg	4,17 kWh/kg	6,0–8,0
Koks	29,00 MJ/kg	8,06 kWh/kg	9,0–12,0
Holz und holzartige Brennstoffe			
Fichte, atro, ohne Rinde	18,70 MW/kg	5,20 kWh/kg	0,7
Kiefer, atro, ohne Rinde	18,70 MJ/kg	5,20 kWh/kg	0,7
Buche, atro, ohne Rinde	18,00 MJ/kg	5,00 kWh/kg	0,6
Eiche, atro, ohne Rinde	18,00 MJ/kg	5,00 kWh/kg	0,6
Pappel, atro, ohne Rinde	18,00 MJ/kg	5,00 kWh/kg	1,8
Holzpellets	18,00 MJ/kg	5,00 kWh/kg	0,5
Waldhackgut vom Schlagabraum	14,50–16,50 MJ/kg	4,00–4,60 kWh/kg	5,0–11,0
Waldhackgut Ganzbaum	15,00–17,00 MJ/kg	4,20–4,70 kWh/kg	2,0–3,5
Gebrauchtholz, lutro	15,10–17,30 MJ/kg	4,20–4,80 kWh/kg	5,0–10,0
Landschaftspflegematerial, lutro	14,00–17,50 MJ/kg	3,85–4,85 kWh/kg	8,0–20,0
Nadelholz-Rinde	15,00–20,00 MJ/kg	4,20–5,55 kWh/kg	4,5–8,0
sonstige Biomasse			
Stroh (W = 15 %)	13,00–14,40 MJ/kg	3,60–4,00 kWh/kg	4,0–10,0
Getreide	15,10–17,30 MJ/kg	4,20–4,80 kWh/kg	16,0–19,0
Spelzen	12,00–15,00 MJ/kg	3,33–4,17 kWh/kg	8,0–12,0
Ölsaaten	23,40–25,20 MJ/kg	6,50–7,00 kWh/kg	5,0–6,0
Presskuchen	25,20 MJ/kg	6,50 kWh/kg	6,0–8,0
Klärgas	21,60–25,20 MJ/kg	6,00–7,00 kWh/m³	-
Biogas aus landwirt. Reststoffen	19,80–27,00 MJ/kg	5,50–7,50 kWh/m³	-
Deponiegas	18,00–21,60 MJ/kg	5,00–6,00 kWh/m³	-
Klärschlamm vorentwässert 25 % TS, 50 % Glühverlust	0,70 - 1,40 MJ/kg	0,20 - 0,40 kWh/m³	individuell
Klärschlamm teilgetrocknet 65 % TS, 50 % Glühverlust	6,00 - 8,00 MJ/kg	1,60 - 2,20 kWh/m³	individuell
Klärschlamm vollgetrocknet 90 % TS, 50 % Glühverlust	10,00 - 13,00 MJ/kg	2,80 - 3,60 kWh/m³	individuell
Grobkornmasse/LPM	individuell	individuell	individuell
Grobkornmasse/Bioabfall	individuell	individuell	individuell

Brennstoffeigenschaften

HEIZWERTE UNTERSCHIEDLICHER BAUMARTEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM WASSERGEHALT

Absolut trockenes Holz (atro): Wassergehalt = 0%
Lufttrockenes Holz (lutro): Wassergehalt = 15–20%
Frisch geschlagenes Holz: > 50% Wassergehalt

Wassergehalt (%)		0	15	20	30	50
Baumart / Dichte[1]	**Maßeinheit**	**Heizwert in kWh**				
Fichte	kg	5,20	4,32	4,02	3,44	2,26
379 kg TM/fm	Fm	1971	1926	1904	1863	1713
	RM	1380	1348	1333	1304	1199
	Srm HS[2]	788	770	762	745	685
Kiefer	kg	5,20	4,32	4,02	3,44	2,26
431 kg TM/fm	Fm	2241	2190	2166	2118	1948
	RM	1569	1533	1516	1483	1364
	Srm HS[2]	896	876	866	847	779
Buche	kg	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
558 kg TM/fm	Fm	2790	2724	2692	2631	2411
	RM	1953	1907	1885	1841	1687
	Srm HS[2]	1116	1090	1077	1052	964
Eiche	kg	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
571 kg TM/fm	Fm	2855	2788	2755	2692	2467
	RM	1999	1951	1929	1884	1727
	Srm HS[2]	1142	1115	1102	1077	987
Pappel	kg	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
353 kg TM/fm	Fm	1765	1723	1703	1664	1525
	RM	1236	1206	1192	1165	1067
	Srm HS[2]	706	689	681	666	610

[1] Werte in kg Trockenmasse je Fm ohne Berücksichtigung von Trockenschwund (Raumdichte nach Kollmann 1982)
[2] Srm HS: Schüttraummeter Hackschnitzel
Quelle: LWF Merkblatt 12 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Juli 2014

UMRECHNUNG WASSERGEHALT / HOLZFEUCHTE

Wassergehalt w in %	0	10	15	20	25	30	40	50	60
Holzfeuchte u in %	0	11	18	25	33	43	67	100	150

ERHÖHUNG DES HEIZWERTES DURCH TROCKNUNG

Wassergehalt w in %	50	40	30	20	10
Heizwert in %	100	125	152	178	204

HEIZWERTBERECHNUNG NACH WASSERGEHALT

$$H_i = \frac{H_{i\,(WF)}\ [MJ/kg] * (100 - w) - 2{,}443 * W}{100}$$

$H_{i(WF)}$ = Heizwert wasserfrei
W = Wasser

Beispiel:

$$H_i\ (15\%) = \frac{18{,}72\ MJ / kg * (100 - 15) - 2{,}443\ MJ / kg * 15}{100}$$

$$H_i\ (15\%) = 15{,}54\ MJ / kg = 4{,}32\ kWh / kg$$

Brennstoffeigenschaften

SPEZIFIKATION DER EIGENSCHAFTEN FÜR HOLZHACKSCHNITZEL UND GROBES SHREDDERHOLZ NACH DIN EN ISO 17225-1

Größe und Größenverteilung P (= particle size)				
	Hauptanteil [b] > 60 %	Grobanteil	Maximale Länge von Partikeln [c]	Maximale Querschnittsfläche des Grobanteils [d]
P16S	3,15 < P ≤ 16 mm	≤ 6 % > 31,5 mm	≤ 45 mm	≤ 2 cm²
P16	3,15 < P ≤ 16 mm	≤ 6 % > 31,5 mm	≤ 150 mm	
P31S	3,15 < P ≤ 31,5 mm	≤ 6 % > 45 mm	≤ 150 mm	≤ 4 cm²
P31	3,15 < P ≤ 31,5 mm	≤ 6 % > 45 mm	≤ 200 mm	
P45S	3,15 < P ≤ 45 mm	≤ 10 % > 63 mm	≤ 200 mm	≤ 6 cm²
P45	3,15 < P ≤ 45 mm	≤ 10 % > 63 mm	≤ 350 mm	
P63	3,15 < P ≤ 63 mm	≤ 10 % > 100 mm	≤ 350 mm	
P100	3,15 < P ≤ 100 mm	≤ 10 % > 150 mm	≤ 350 mm	
P200	3,15 < P ≤ 200 mm	≤ 10 % > 250 mm	≤ 400 mm	
P300	3,15 < P ≤ 300 mm	festzulegen	festzulegen	
Feingutanteil F (< 3,15 mm m-%) (= particle fines)				
F05	≤ 5 %			
F10	≤ 10 %			
F15	≤ 15 %			
F20	≤ 20 %			
F25	≤ 25 %			
F30	≤ 30 %			
F30+	> 30 % (Höchstwert ist anzugeben)			
Wassergehalt M (= moisture content)				
M10	≤ 10 %			
M15	≤ 15 %			
M20	≤ 20 %			
M25	≤ 25 %			
M30	≤ 30 %			
M35	≤ 35 %			
M40	≤ 40 %			
M45	≤ 45 %			
M50	≤ 50 %			
M55	≤ 55 %			
M55+	> 55 % (Höchstwert ist anzugeben)			
Aschegehalt A (m-% auf wasserfreier Bezugsbasis) (= ash content)				
A0.5	≤ 0,5 %			
A0.7	≤ 0,7 %			
A1.0	≤ 1,0 %			
A1.5	≤ 1,5 %			
A2.0	≤ 2,0 %			
A3.0	≤3,0 %			
A5.0	≤ 5,0 %			
A7.0	≤ 7,0 %			
A10.0	≤ 10,0 %			
A10.0+	> 10,0 % (Höchstwert ist anzugeben)			

Brennstoffeigenschaften

SPEZIFIKATION DER EIGENSCHAFTEN FÜR HOLZHACKSCHNITZEL UND GROBES SHREDDERHOLZ NACH DIN EN ISO 17225-1 (FORTSETZUNG)

Stickstoff, N (m-% auf wasserfreier Bezugsbasis) ISO 16948		
N0.2	≤ 0,2 %	Normativ: chemisch behandelte Biomasse (1.2.2.; 1.3.2.) Informativ: sämtliche Brennstoffe, die nicht chemisch behandelt wurden (s. vorstehende Ausnahmen)
N0.3	≤ 0,3 %	
N0.5	≤ 0,5 %	
N1.0	≤ 1,0 %	
N1.5	≤ 1,5 %	
N2.0	≤ 2,0 %	
N3.0	≤ 3,0 %	
N3.0+	> 3,0 % (Höchstwert ist anzugeben)	
Schwefel, S (m-% auf wasserfreier Bezugsbasis) ISO 16994		
S0.02	≤ 0,02 %	Normativ: chemisch behandelte Biomasse (1.2.2.; 1.3.2.) Informativ: sämtliche Brennstoffe, die nicht chemisch behandelt wurden (s. vorstehende Ausnahmen)
S0.03	≤ 0,03 %	
S0.04	≤ 0,04 %	
S0.05	≤ 0,05 %	
S0.08	≤ 0,08 %	
S0.10	≤ 0,10 %	
S0.10+	> 0,10 % (Höchstwert ist anzugeben)	
Chlor, Cl (m-% auf wasserfreier Bezugsbasis) ISO 16994		
Cl0.02	≤ 0,02 %	Normativ: chemisch behandelte Biomasse (1.2.2.; 1.3.2.) Informativ: sämtliche Brennstoffe, die nicht chemisch behandelt wurden (s. vorstehende Ausnahmen)
Cl0.03	≤ 0,03 %	
Cl0.05	≤ 0,05 %	
Cl0.07	≤ 0,07 %	
Cl0.10	≤ 0,10 %	
Cl0.10+	> 0,10 % (Höchstwert ist anzugeben)	
Heizwert, Q (MJ/kg oder kWh/kg im Anlieferungszustand) oder Energiedichte, E (MJ/m³ Schüttvolumen oder kWh/m³ Schüttvolumen) ISO 18125		Kleinster Wert ist anzugeben.
Schüttdichte (BD) (kg/m³ im Anlieferungszustand) ISO 17828		
BD150	≥ 150	Die Angabe wird empfohlen, wenn der Handel auf Volumenbasis erfolgt.
BD200	≥ 200	
BD250	≥ 250	
BD300	≥ 300	
BD350	≥ 350	
BD400	≥ 400	
BD450+	> 450 (kleinster Wert ist anzugeben	
Ascheschmelzverhalten[f] (°C) CEN/TS 15370-1 [4]		Sollte angegeben werden.

a Für die Herstellung von grobem Schredderholz wird oft Rohmaterial mit einem hohen Gehalt an Steinen verwendet, z. B. Stümpfe/Wurzeln oder Holz aus Gärten/Parks. Es wird empfohlen, den Höchstgehalt dieser Steine in m-% festzulegen, da die Deklaration des Aschegehalts alleine möglicherweise keine hinreichenden Informationen zur Beschreibung der Auswirkungen einer Charge von grobem Schredderholz auf Beschickungs- und Verbrennungsprozesse liefert. Der Gehalt an Steinen wird durch Handsortierung des Anteils > 3,15 mm und Wägen der Steine bestimmt. Für die Bestimmung ist eine ausreichend große Probe zu verwenden, siehe ISO 18135. Kleine Steine, Sand und Boden, die durch das 3,15-mm-Sieb hindurchgehen, tragen zum Aschegehalt bei, jedoch nicht zum Gehalt an Steinen.

b Die numerischen Werte (P-Klasse) der Maße sind auf die Partikelgrößen (Masseanteil mindestens 60 %) bezogen, die durch die angegebene Sieblochgröße mit runden Löchern (ISO 17827-1) passen. Für Holzhackschnitzel und grobes Schredderholz für die Verwendung in häuslichen und kleinen gewerblichen Feuerstätten sind S-Klassen zu verwenden. Die niedrigste mögliche Eigenschaftsklasse ist anzugeben.

c Länge und Querschnittsfläche sind nur für die Partikel zu bestimmen, die sich im Grobanteil befinen. In einer Probe von etwa 10 Liter dürfen höchstens 2 Stücke die maximale Länge überschreiten, wenn die Querschnittsfläche < 0,5 cm² beträgt.

d Für die Messung der Querschnittsfläche wird empfohlen, ein transparentes Geodreieck zu verwenden, die Partikel orthogonal (rechtwinklig) hinter dem Geodreieck anzuordnen und die maximale Querschnittsfläche dieser Partikel mit Hilfe des cm²-Rasters zu schätzen.

e Die niedrigste mögliche Eigenschaftsklasse ist anzugeben. Bestimmte Heizkessel erfordern einen Mindestgehalt an Wasser, der angegeben werden sollte.

f Bei einigen Brennstoffen aus Biomasse, z. B. Eukalyptus, Pappel, Kurzumtriebs-Plantagenholz, sollte besonders auf das Ascheschmelzverhalten geachtet werden. Es wird empfohlen, dass sämtliche charakteristischen Temperaturen (Temperatur am Beginn der Schrumpfung (SST), Erweichungstemperatur (DT), Halbkugeltemperatur (HT) und Fließtemperatur (FT) bei oxidierenden Bedingungen angegeben werden sollte.

Brennstoffeigenschaften

BRENNSTOFFSPEZIFIKATION FÜR HACKSCHNITZEL NACH DIN EN ISO 17225-4

	Qualitätsklasse	Einheit	A1	A2	B1	B2
Normativ	**Herkunft und Quelle** nach DIN EN ISO 17225-1		1.1.1 Vollbäume ohne Wurzeln[a] 1.1.3 Stammholz 1.1.4 Waldrestholz 1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzrückstände	1.1.1 Vollbäume ohne Wurzeln[a] 1.1.3 Stammholz 1.1.4 Waldrestholz 1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzrückstände	1.1 Wald- und Plantagenholz sowie anderes naturbelassenes Holz[b] 1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzrückstände	1.1 Wald- und Plantagenholz und anderes naturbelassenes Holz[b] 1.2 Industrie-Restholz 1.3 Chemisch unbehandeltes Gebrauchtholz
	Partikelgröße, P, ISO 17827-1	mm	Ist aus Tabelle S. 138 auszuwählen			
	Wassergehalt, M[c] ISO 18134-, ISO 18134-2	m-%	M10 ≤ 10 M25 ≤ 25	M35 ≤ 35	Höchstwert ist anzugeben	
	Aschegehalt, A, ISO 18122	m-% wasserfrei	A1.0 ≤ 1,0	A1,5 ≤ 1,5	A3.0 ≤ 3,0	
	Schüttdichte, BD[d], ISO 17828	kg/m³ Schüttvolumen im Anlieferungszustand	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200 BD250 ≥ 250	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200 BD250 ≥ 250 BD300 ≥ 300	Kleinster Wert ist anzugeben.	
	Stickstoff, N, ISO 16948	m-% wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	N1.0 ≤ 1,0	
	Schwefel, S, ISO 16994	m-% wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	S0.1 ≤ 0,1	
	Chlor, Cl, ISO 16994	m-% wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Cl0.05 ≤ 0,05	
	Arsen, As, ISO 16968	m/kg wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	≤ 1,0	
	Cadmium, Cd, ISO 16968	m/kg wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	≤ 2,0	
	Chrom, Cr, ISO 16968	m/kg wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	≤ 10,0	
	Kupfer, Cu, ISO 16968	m/kg wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	≤ 10,0	
	Blei, Pb, ISO 16968	m/kg wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	≤ 10,0	
	Quecksilber, Hg, ISO 16968	m/kg wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	≤ 0,1	
	Nickel, Ni, ISO 16968	m/kg wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	≤ 10,0	
	Zink, Zn, ISO 16968	m/kg wasserfrei	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	≤ 100,0	
Informativ	**Heizwert,** Q[e], ISO 16968	MJ/kg oder kWh/kg im Anlieferungszustand	Kleinster Wert ist anzugeben.		Kleinster Wert ist anzugeben.	

a Mit Ausnahme von Klasse 1.1.1.3 Kurzumtriebs-Plantagenholz, wenn Grund zu der Vermutung besteht, dass eine Kontamination des Bodens vorliegt, die Anpflanzung der Speicherung von Chemikalien gedient hat oder wenn die wachsenden Bäume mit Klärschlamm (aus der Abwasseraufbereitung oder chemischen Prozessen) gedüngt wurden.
b Mit Ausnahme der Klassen 1.1.5 Stümpfe/Wurzeln und 1.1.6 Rinde.
c Die niedrigste mögliche Eigenschaftsklasse ist anzugeben. Bestimmte Heizkessel erfordern einen Mindestgehalt an Wasser, der angegeben werden sollte. Klasse M10 für den Wassergehalt gilt für künstlich getrocknete Holzhackschnitzel.
d Die Schüttdichte ist bei Nadelholz geringer als bei Laubholz.
e Hinsichtlich der Berechnung des Heizwertes im Anlieferungszustand siehe ISO 17225-1.

Quelle: DIN EN ISO 17225-4:2014-09 / EN ISO 17225-4:2014 (D)

Brennstoffeigenschaften

BRENNSTOFFSPEZIFIKATION FÜR HOLZPELLETS FÜR DIE VERWENDUNG IM GEWERBLICHEN UND HÄUSLICHEN BEREICH NACH DIN EN ISO 17225-2

	Eigenschaftsklasse, Bestimmungsverfahren	Einheit	klassifizierte Holzpellets für häuslichen und gewerblichen Bereich		
			A1	A2	B
Normativ	**Herkunft und Quelle,** ISO 17225-1		1.1.3 Stammholz 1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzrückstände[a]	1.1.1 Vollbäume ohne Wurzeln 1.1.3 Stammholz 1.1.4 Waldrestholz 1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzrückstände[a]	1.1 Wald- und Plantagenholz sowie anderes naturbelassenes Holz 1.2 Industrie-Restholz 1.3.1 Chemisch unbehandeltes Gebrauchtholz
Normativ	**Durchmesser** D[b] und **Länge** L[c], ISO 17829	mm	D06, 6 +/- 1; 3,15 < L ≤ 40 D08, 8 +/- 1 3,15 < L ≤ 40	D06, 6 +/- 1; 3,15 < L ≤ 40 D08, 8 +/- 1 3,15 < L ≤ 40	D06, 6 +/- 1; 3,15 < L ≤ 40 D08, 8 +/- 1 3,15 < L ≤ 40
Normativ	**Wassergehalt,** M, ISO 18134-1, ISO 18134-2	m-% im Anlieferungszustand, Bezugsbasis Feuchtmasse	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10
Normativ	**Aschegehalt**[d], A, ISO 18122	m-% wasserfrei	A0.7 ≤ 0,7	A1.2 ≤ 1,2	A2.0 ≤ 2,0
Normativ	**Mechanische Festigkeit,** DU, ISO 17831-1	m-% im Anlieferungszustand	DU97.5 ≥ 97,5	DU97.5 ≥ 97,5	DU96.5 ≥ 96,5
Normativ	**Feingutanteil,** F[e], ISO 18846	m-% im Anlieferungszustand	F1.0 ≤ 1,0	F1.0 ≤ 1,0	F1.0 ≤ 1,0
Normativ	**Additive**[f]	m-% im Anlieferungszustand	≤ 2 Art und Menge sind anzugeben	≤ 2 Art und Menge sind anzugeben	≤ 2 Art und Menge sind anzugeben
Normativ	**Heizwert,** Q, ISO 18125	MJ/kg oder kWh/kg im Anlieferungszustand	Q16.5 ≥ 16,5 oder Q4.6 ≥ 4,6	Q16.5 ≥ 16,5 oder Q4.6 ≥ 4,6	Q16.5 ≥ 16,5 oder Q4.6 ≥ 4,6
Normativ	**Schüttdichte,** BD[g], ISO 17828	kg/m³ im Anlieferungszustand	BD600 ≥ 600	BD600 ≥ 600	BD600 ≥ 600
Normativ	**Stickstoff,** N, ISO 16948	m-% wasserfrei	N0.3 ≤ 0,3	N0.5 ≤ 0,5	N1.0 ≤ 1,0
Normativ	**Schwefel,** S, ISO 16994	m-% wasserfrei	S0.04 ≤ 0,4	S0.05 ≤ 0,5	S0.05 ≤ 0,5
Normativ	**Chlor,** Cl, ISO 16994	m-% wasserfrei	Cl0.02 ≤ 0,2	Cl0.02 ≤ 0,2	Cl0.03 ≤ 0,3
Normativ	**Arsen,** As, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
Normativ	**Cadmium,** Cd, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Normativ	**Chrom,** Cr, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
Normativ	**Kupfer,** Cr, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
Normativ	**Blei,** Pb, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
Normativ	**Quecksilber,** Hg, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Normativ	**Nickel,** Ni, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
Normativ	**Zink,** Zn, ISO 16968		≤ 100,0	≤ 100,0	≤ 100,0
Informativ	**Asche-Schmelzverhalten**[h], CEN/TS 15370-1 [4]	°C	sollte angegeben werden	sollte angegeben werden	sollte angegeben werden

a Vernachlässigbare Mengen an Leim, Schmierfett und anderen Additiven der Holzproduktion, die in Sägewerken bei der Produktion von Holz und Holzerzeugnissen aus naturbelassenem Holz eingesetzt werden, sind zulässig, wenn alle chemischen Parameter der Pellets eindeutig innerhalb der Grenzwerte liegen und /oder die Konzentrationen zu gering sind, um berücksichtigt zu werden.

b Anzugebende gewählte Größe der Pellets D06 od D08.

c Die Menge an Pellets, die länger als 40 mm sind, kann 1 % (Masseanteil) beantragen. Die maximale Länge muss ≤ 45 mm sein. Pellets sind länger als 3,15 mm, wenn sie auf einen Rundlochsieb von 3,15 mm zurückbleiben. Es wird empfohlen, die Menge an Pellets, m-%, anzugeben, die kürzer sind als 10 mm.

d Für Brenner und Heizöfen für den Hausgebrauch wird ein Aschegehalt von < 0,5 % empfohlen.

e Am Werkstor beim Transport von Schüttgut (zum Zeitpunkt der Verladung) und in kleinen (bis zu 20 kg) und großen Säcken (zum Zeitpunkt des Abpackens) oder bei der Lieferung an den Endverbraucher.

f Art von Additiven zur Unterstützung der Herstellung, Lieferung oder Verbrennung (z. B. Presshilfsmittel, inhibitoren der Schlackebildung oder andere Additive, wie z. B. Stärke, Maismehl, Kartoffelmehl, planzliches Öl, Lignin).

g Es wird empfohlen, den tatsächlichen Wert der Schüttdichte anzugeben. Das ist besonders wichtig bei Brennern und Heizöfen für den Hausgebrauch ohne automatische Steuerung der Luftzufuhr, die somit empfindlich gegenüber Schwankungen der Schüttdichte sind. Der Höchstwert für die Schüttdichte beträgt 750 kg/m³.

h Es wird empfohlen, dass sämtliche charakteristischen Temperaturen (Temperatur am Beginn der Schrumpfung (SST), Erweichungstemperatur (DT), Halbkugeltemperatur (HT) und Fließtemperatur (FT)) bei oxidierenden Bedingungen angegeben werden sollten. Eine andere Vorveraschungstemperatur als 550°C sollte angegeben werden.

Brennstoffeigenschaften

BRENNSTOFFSPEZIFIKATION FÜR HOLZPELLETS FÜR DIE INDUSTRIELLE VERWENDUNG NACH DIN EN ISO 17225-2

	Eigenschaftsklasse, Bestimmungsverfahren	Einheit	klassifizierten Holzpellets für die industrielle Verwendung		
			I1	I2	I3
Normativ	**Herkunft und Quelle,** ISO 17225-1		1.1 Wald- und Plantagenholz sowie anderes naturbelassenes Holz 1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzrückstände[a]	1.1 Wald- und Plantagenholz sowie anderes naturbelassenes Holz 1.2.1 Chemisch unbehandelte Holzrückstände[a]	1.1 Wald- und Plantagenholz sowie anderes naturbelassenes Holz 1.2 Industrie-Restholz 1.3.1 Chemisch unbehandeltes Gebrauchtholz
Normativ	**Durchmesser** D[b] und **Länge** L[c], ISO 17829	mm	D06, 6 +/- 1; 3,15 < L ≤ 40 D08, 8 +/- 1 3,15 < L ≤ 40	D06, 6 +/- 1; 3,15 ≤ L ≤ 40 D08, 8 +/- 1 3,15 ≤ L ≤ 40 D10, 10 +/- 1; 3,15 ≤ L ≤ 40	D06, 6+/- 1; 3,15 ≤ L ≤ 40 D08, 8 +/- 1 3,15 ≤ L ≤ 40 D10, 10 +/- 1; 3,15 ≤ L ≤ 40 D12, 12 +/- 1; 3,15 ≤ L ≤ 40
Normativ	**Wassergehalt,** M, ISO 18134-1, ISO 18134-2	m-% im Anlieferungszustand, Bezugsbasis Feuchtmasse	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10
Normativ	**Aschegehalt**[d], A, ISO 18122	m-% wasserfrei	A1.0 ≤ 1,0	A1.5 ≤ 1,5	A3.0 ≤ 3,0
Normativ	**Mechanische Festigkeit,** DU, ISO 17831-1	m-% im Anlieferungszustand	97,5 ≤ DU ≤ 99,0	97,0 ≤ DU ≤ 99,0	96,5 ≤ DU ≤ 99,0
Normativ	**Feingutanteil,** F[e], ISO 18846	m-% im Anlieferungszustand	F4.0 ≤ 4,0	F5.0 ≤ 5,0	F6.0 ≤ 6,0
Normativ	**Additive**[e]	m-% im Anlieferungszustand	< 3 Art und Menge sind anzugeben	< 3 Art und Menge sind anzugeben	< 3 Art und Menge sind anzugeben
Normativ	**Heizwert,** Q, ISO 18125	MJ/kg oder kWh/kg im Anlieferungszustand	Q16.5 ≥ 16,5	Q16.5 ≥ 16,5	Q16.5 ≥ 16,5
Normativ	**Schüttdichte,** BD[a], ISO 17828	kg/m³ im Anlieferungszustand	BD600 ≥ 600	BD600 ≥ 600	BD600 ≥ 600
Normativ	**Stickstoff,** N, ISO 16948	m-% wasserfrei	N0.3 ≤ 0,3	N0.3 ≤ 0,3	N0.6 ≤ 0,6
Normativ	**Partikelgrößenverteilung von Pellet-Ausgangsmaterial,** ISO 17830	m-% wasserfrei im Gleichgewichtszustand	≥ 99 % (< 3,15 mm) ≥ 95 % (< 2,00 mm) ≥ 60 % (< 1,00 mm)	≥ 98 % (< 3,15 mm) ≥ 90 % (< 2,00 mm) ≥ 50 % (< 1,00 mm)	≥ 97 % (< 3,15 mm) ≥ 85 % (< 2,00 mm) ≥ 40 % (< 1,00 mm)
Normativ	**Schwefel,** S, ISO 16994	m-% wasserfrei	S0.05 ≤ 0,5	S0.05 ≤ 0,5	S0.05 ≤ 0,5
Normativ	**Chlor,** Cl, ISO 16994	m-% wasserfrei	Cl0.03 ≤ 0,03	Cl0.05 ≤ 0,05	Cl0.1 ≤ 0,1
Normativ	**Arsen,** As, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0
Normativ	**Cadmium,** Cd, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
Normativ	**Chrom,** Cr, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 15,0	≤ 15,0	≤ 15,0
Normativ	**Kupfer,** Cr, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 20,0	≤ 20,0	≤ 20,0
Normativ	**Blei,** Pb, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 20,0	≤ 20,0	≤ 20,0
Normativ	**Quecksilber,** Hg, ISO 16968	mg/kg wasserfrei	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Normativ	**Zink,** Zn, ISO 16968		≤ 200,0	≤ 200,0	≤ 200,0
Informativ	**Asche-Schmelzverhalten**[h], CEN/TS 15370-1 [4]	°C	sollte angegeben werden	sollte angegeben werden	sollte angegeben werden

a Vernachlässigbare Mengen an Leim, Schmierfett und anderen Additiven der Holzproduktion, die in Sägewerken bei der Produktion von Holz und Holzerzeugnissen aus naturbelassenem Holz eingesetzt werden, sind zulässig, wenn alle chemischen Parameter der Pellets eindeutig innerhalb der Grenzwerte liegen und/oder die Konzentrationen zu gering sind, um berücksichtigt zu werden.

b Anzugebende gewählte Größe der Pellets D06, D08, D10 oder D12.

c Die Menge von Pellets, die länger als 40 mm sind, kann 1 % (Masseanteil) betragen. Die maximale Länge muss ≤ 45 mm sein. Pellets sind länger als 3,15 mm, wenn sie auf einem Rundlochsieb von 3,15 mm zurückbleiben. Es wird empfohlen, die Menge an Pellets, m-%, anzugeben, die kürzer sind als 10 mm-

d Am Werkstor beim Transport von Schüttgut (zum Zeitpunkt der Verladung) und großen Säcken (zum Zeitpunkt des Abpackens oder bei der Lieferung an den Endverbraucher).

e Art von Additiven zur Unterstützung der Herstellung, Lieferung oder Verbrennung (z. B. Presshilfen, Inhibitoren der Schlackebildung oder andere Additive, wie z. B. Stärke, Maismehl, Kartoffelmehl, pflanzliches Öl, Lignin).

f Der Höchstwert für die Schüttdichte beträgt 750 kg/m3.

g Es wird empfohlen, dass sämtliche charakteristische Temperaturen (Temperatur am Beginn der Schrumpfung (SST), Erweichungstemperatur (DT), Halbkugeltemperatur (HT) und Fließtemperatur (FT) bei oxidierenden Bedingungen angegeben werden sollten.

Brennstoffeigenschaften

GEGENÜBERSTELLUNG DER GRENZWERTE VON GEBRAUCHTHOLZ UND NATURBELASSENEM HOLZ

Element/Verbindung	Vorgaben gemäß Altholzverordnung (AltholzV) für Recyclingholz zur stofflichen Verwertung (mg/kg Trockenmasse)	Klassifizierung von Holzhackschnitzel DIN EN ISO 17225-4 Tab. 2 B2 (mg/kg Trockenmasse)
Antimon	–	–
Arsen	2	< 1
Blei	30	< 10
Cadmium	2	< 2
Chrom	30	< 10
Chlor	600	< 500
Fluor	100	–
Kupfer	20	< 10
Nickel	–	≤ 10
Pentachlorphenol (PCP)	3	–
polychlorierte Biphenyle (PCB)	5	–
Schwefel (Gew.-% TS)	–	≤ 0,1
Stickstoff (Gew.-% TS)	–	≤ 1,0
Quecksilber	0,4	< 0,1
Zink	–	≤ 100

Brennstoffeigenschaften

SCHÜTTDICHTEN UNTERSCHIEDLICHER EINSATZSTOFFE

Brennstoffart (Energieträger)	Schüttdichte kg/m3	
Fossile Brennstoffe		
Heizöl EL	830-860	
Erdgas	0,7-0,84	
Biogas	1,2	
Flüssiggas Propan	530	
Flüssiggas Butan	595	
Braunkohle	740	
Steinkohle	870	
Biomasse	**Weichholz**	**Hartholz**
Sägemehl (W 40)	140-170	160-190
Hobelspäne (W 20)	50-90	80-100
Hackschnitzel (W 50)	300	450
Hackschnitzel (W 30)	215	315
Hackschnitzel (W 15)	180	260
Stammholz (W 50)	900	1000-1100
Scheitholz Ster W 50	310	440
Scheitholz Ster W 30	365	540
Scheitholz Ster W 10	285	435
Pellets W 10	650	670
KUP-Hackschnitzel W 40	250	n.a.
Altholz grob geschredert W 25	150-170	
Sonstiges		
Ersatzbrennstoffe lose	120-150	
Ersatzbrennstoffe verdichtet	180-220	
Kunststoffschnitzel	100-150	
Holzkohle	200-400	
Siebüberläufe (W 30)	200-250	
Maisspindeln	200-300	
Stroh Quaderballen	140	
Getreide	150	
Getreidespelzen	170	
Ölsaatgut	700	
Ölkuchen	780	
Klärschlamm abgepresst (25 % TS)	950	
Klärschlamm trocken (90 % TS)	540-700	

Quellen:
Quelle 1 (Mehrere): *http://energieberatung.ibs-hlk.de/planbio_brennst.htm*
Quelle 2 (Altholz 150): *https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/ifvu/evt/ressourcen/dateien/Veroeffentlichungen/Beckmann_90-07/Be-103.pdf?lang=de*
Quelle 3 (Mehrere): *https://www.tatup-journal.de/tatup031_leib03a.php*
Quelle 4 (Mais): *http://www.mollet.de/info/schuettgutdichte.html*
Quelle 5 (LPM): *https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Tagungen/1.4_Letalik.pdf*
Quelle 6 (EBS): *http://www.levien-recycling.de/lieferform-ebs/*
Quelle 7 (Stroh): *https://books.google.de/books?id=etS9CwAAQBAJ&pg=PA629&dq=Sch%C3%BCttdichte+Stroh&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjDq8Tc7KXaAhWsw6YKHREjAm4Q6AEILjAB#v=onepage&q=Sch%C3%BCttdichte%20Stroh&f=false*
Quelle 8 (Stroh): *https://books.google.de/books?id=jaGjBgAAQBAJ&pg=PA204&dq=Sch%C3%BCttdichte+Stroh&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjDq8Tc7KXaAhWsw6YKHREjAm4Q6AEIODAD#v=onepage&q=Sch%C3%BCttdichte%20Stroh&f=false*
Quelle 9 (Ölsaaten u. a.): *http://www.bv-net.de/deutsch/080_service/08600_schuettguttabelle.htm*
Quelle 10 (Spelzen): *http://lvt.wzw.tum.de/fileadmin/Vorlesungen/Brauereianlagen/02_Schuettgutsilos_SW.pdf*

Brennstoffeigenschaften

RAUCHGAS-VOLUMENSTRÖME FÜR UNTERSCHIEDLICHE BRENNSTOFFE UND WASSERGEHALTE (GILT FÜR JEWEILS 1.000 KW SATTDAMPF)

		Rauchgasmenge nach Kessel			Rauchgasmenge vor Kamin		
		Normvolumenstrom	Betriebsvolumenstrom		Normvolumenstrom	Betriebsvolumenstrom	
Brennstoff	Brennstoffwas-sergehalt	Nm³/h	Bm³/h	° C	Nm³/h	Bm³/h	° C
Pellets	5%	2.561	4.608	190	1.633	2.938	190
Hackgut	20%	3.066	5.637	200	1.883	3.461	200
	35%	3.050	5.608	200	2.070	3.805	200
	55%	3.035	5.580	200	2.791	5.131	200
Altholz AI / AII	5%	2.990	5.558	205	1.525	2.835	205
	15%	2.965	5.450	200	1.588	2.920	200
	30%	2.913	5.240	190	1.720	3.095	190

Umrechnung Bm³-Nm³

Näherungsformel, gilt für ideale Gase und konstantem Druck

$$V_B = V_N \cdot \frac{273 + t\,[C°]}{273}$$

Genehmigungsverfahren

GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGEN UND ART DES VERFAHRENS

Energieerzeugungsanlagen

Anlagentyp	Brennstoff	Feuerungswärmeleistung bzw. Brennstoff-/Inputmenge	Genehmigungsbedarf	Emmissionsgrenzwerte, Rahmenbedingungen	Anlagennummer nach 4. BImSchV	Verfahrensart	IED-Anlage
Feuerung	naturbelassenes Holz	< 1 MW	Nein	1. BImSchV	-	-	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II aus eigenem Anfall	< 1 MW	Nein	1. BImSchV	-	-	Nein
Feuerung	naturbelassenes Holz (kein Abfall)	1 MW - 50 MW	Ja	44. BImSchV	1.2.1	V	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II aus eigenem Anfall	1 MW - 50 MW	Ja	44. BImSchV	1.2.1	V	Nein
Feuerung	andere naturbelassene feste Brennstoffe (kein Abfall)	1 MW - 50 MW	Ja	44. BImSchV	1.2.1	V	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II gem 13. BImSchV	< 3 t/h	Ja	44. BImSchV	8.1.1.5	V	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II gem AltholzV	< 3 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.5	V	Nein
Feuerung	Altholz A I und A II gem 13. BImSchV	> 3 t/h	Ja	44. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	Altholz A I und A II gem AltholzV	> 3 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	Nicht gefährliche Abfälle, außer Altholz A I und A II	< 3 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.4	V	Nein
Feuerung	Nicht gefährliche Abfälle, außer Altholz A I und A II	> 3 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	Altholz A III		Ja	17. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	Altholz A IV		Ja	17. BImSchV	8.1.1.3	G	Ja
Feuerung	gefährliche Abfälle	> 10 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.1	G	Ja
Feuerung	gefährliche Abfälle	< 10 t/h	Ja	17. BImSchV	8.1.1.2	G	Nein

Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung

Trocknungsanlagen

Anlagentyp	Brennstoff	Feuerungswärmeleistung bzw. Brennstoff-/Inputmenge	Genehmigungsbedarf	Emmissionsgrenzwerte, Rahmenbedingungen	Anlagennummer nach 4. BImSchV	Verfahrensart	IED-Anlage
Trocknung	nicht gefährliche Abfälle	10 - < 50 t/d	Ja	TA Luft	8.10.2.2	V	Nein
Trocknung	nicht gefährliche Abfälle	> 50 t/d	Ja	TA Luft	8.10.2.1	G	Ja
Trocknung	gefährliche Abfälle	1 - < 10 t/d	Ja	TA Luft	8.10.1.2	V	Nein
Trocknung	gefährliche Abfälle	> 10 t/d	Ja	TA Luft	8.10.1.1	G	Ja

Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung

Anlagen zum Trocknen von Klärschlamm

Bauliche und betriebliche Anforderungen	Abgase sind an der Entstehungsstelle, zum Beispiel direkt am Trockner oder bei Ableitung aus der Einhausung, zu erfassen und einer Abgasreinigungseinrichtung zuzuführen.
Gesamtstaub	Die staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen die Massenkonzentration 10 mg/m³ nicht überschreiten.
Ammoniak	Die Emissionen an Ammoniak im Abgas dürfen den Massenstrom 0,10 kg/h oder die Massenkonzentration 20 mg/m³ nicht überschreiten.
Gasförmige anorganische Chlorverbindungen	Die Emissionen an gasförmigen anorganischen Chlorverbindungen der Nummer 5.2.4 Klasse III, angegeben als Chlorwasserstoff, dürfen im Abgas den Massenstrom 0,10 kg/h oder die Massenkonzentration 20 mg/m³ nicht überschreiten.
Organische Stoffe	Die Emissionen an organischen Stoffen im Abgas dürfen die Massenkonzentration 20 mg/m³, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht überschreiten. Die Anforderungen der Nummer 5.2.5 für die Emissionen an organischen Stoffen der Klassen I und II finden keine Anwendung.
Geruchsstoffe	Die Emissionen an Geruchsstoffen im Abgas dürfen die Geruchsstoffkonzentration 500 GE/m³ nicht überschreiten. Bei einer Abgasbehandlung mit Biofiltern oder vergleichbaren Verfahren darf der Rohgasgeruch reingasseitig nicht wahrnehmbar sein

Genehmigungsverfahren

1. BIMSCHV ZUGELASSENE BRENNSTOFFE

ABSCHNITT 1

§3 BRENNSTOFFE

(1) Zugelassene Brennstoffe in Feuerungsanlagen entsprechend §3, 1. BImSchV:

(...)

4. naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde, insbesondere in Form von Scheitholz und Hackschnitzeln, sowie Reisig und Zapfen,

5. naturbelassenes nicht stückiges Holz, insbesondere in Form von Sägemehl, Spänen und Schleifstaub, sowie Rinde,

5a. Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzbriketts nach DIN 51731, Ausgabe Oktober 1996, oder in Form von Holzpellets nach den brennstofftechnischen Anforderungen des DINplus-Zertifizierungsprogramms „Holzpellets zur Verwendung in Kleinfeuerstätten nach DIN 51731-HP 5", Ausgabe August 2007, sowie andere Holzbriketts oder Holzpellets aus naturbelassenem Holz mit gleichwertiger Qualität,

6. gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten,

7. Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten,

8. Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner und Getreidebruchkörner, Getreideganzpflanzen, Getreideausputz, Getreidespelzen und Getreidehalmreste sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen,

(...)

13. sonstige nachwachsende Rohstoffe, soweit diese die Anforderungen nach Absatz 5 einhalten.

(3) Die in Absatz 1 Nummer 4 bis 8 und 13 genannten Brennstoffe dürfen in Feuerungsanlagen nur eingesetzt werden, wenn ihr Feuchtegehalt unter 25 Prozent bezogen auf das Trocken- oder Darrge wicht des Brennstoffs liegt. Satz 1 gilt nicht bei automatisch beschickten Feuerungsanlagen, die nach Angaben des Herstellers für Brennstoffe mit höheren Feuchtegehalten geeignet sind.

(4) Presslinge aus Brennstoffen nach Absatz 1 Nummer 5a bis 8 und 13 dürfen nicht unter Verwendung von Bindemitteln hergestellt sein. Ausgenommen davon sind Bindemittel aus Stärke, pflanzlichem Stearin, Melasse und Zellulosefaser.

(5) Brennstoffe im Sinne des Absatzes 1 Nummer 13 müssen folgende Anforderungen erfüllen:

1. für den Brennstoff müssen genormte Qualitätsanforderungen vorliegen,

2. die Emissionsgrenzwerte nach Anlage 4 Nummer 2 müssen unter Prüfbedingungen eingehalten werden,

3. beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb dürfen keine höheren Emissionen an Dioxinen, Furanen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen als bei der Verbrennung von Holz auftreten; dies muss durch ein mindestens einjährliches Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden,

4. beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb müssen die Anforderungen nach § 5 Absatz 1 eingehalten werden können; dies muss durch ein mindestens einjährliches Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden.(...)

1. BIMSCHV EMISSIONSGRENZWERTE

§ 5 FEUERUNGSANLAGEN MIT EINER NENNWÄRMELEISTUNG VON 4 KILOWATT ODER MEHR

Brennstoff nach § 3 Absatz 1	Nennwärmeleistung (Kilowatt)	Staub (g/m3)	CO (g/m3)	NO_x	C_{org}	SO_2	NH_3
1 bis 5 a	≥ 4	0,02	0,4	-	-	-	-
Nummer 6 bis 7	≥ 30 ≤ 500	0,02	0,4	-	-	-	-
Nummer 6 bis 7	> 500	0,02	0,3	-	-	-	-
Nummer 8 und 13	≥ 4 < 100	0,02	0,4	-	-	-	-

(2) Die in § 3 Absatz 1 Nummer 6 oder Nummer 7 genannten Brennstoffe dürfen nur in Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 30 Kilowatt oder mehr und nur in Betrieben der Holzbearbeitung oder Holzverarbeitung eingesetzt werden. (...)

Genehmigungsverfahren

44. BIMSCHV ZUGELASSENE BRENNSTOFFE

ABSCHNITT 1

§2 BRENNSTOFFE

(...)

(7) „Biobrennstoffe“ im Sinne dieser Verordnung sind

1. die Produkte land- oder forstwirtschaftlichen Ursprungs aus pflanzlichem Material oder aus Teilen davon, sofern sie zur Nutzung ihres Energieinhalts verwendet werden, und

2. folgende Abfälle, falls die erzeugte Wärme genutzt wird:

a) pflanzliche Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft;

b) pflanzliche Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie;

c) natürliche, nicht gefährliche Hölzer aus der Landschaftspflege, sofern sie auf Grund ihrer stofflichen Beschaffenheit mit den Hölzern aus der Forstwirtschaft vergleichbar sind;

d) faserige pflanzliche Abfälle und Ablaugen aus der Herstellung von natürlichem Zellstoff und aus der Herstellung von Papier aus Zellstoff, sofern sie am Herstellungsort mitverbrannt werden;

e) Korkabfälle;

f) Holzabfälle mit Ausnahme von Holzabfällen, die infolge einer Behandlung mit Holzschutzmitteln oder infolge einer Beschichtung halogenorganische Verbindungen oder Schwermetalle enthalten können; hierzu gehören insbesondere Holzabfälle aus Bau- und Abbruchabfällen.

44. BIMSCHV EMISSIONSGRENZWERTE UND KONTINUIERLICHE MESSUNGEN

Abgasgrenzwerte nach MCP-Richtlinie / TA Luft 2017 für Neuanlagen > 1.000 kW (Referentenentwurf)								
Feuerungswärmeleistung in kW	Schadstoffgehalte in mg/Nm³ in der Abluft*							
	Gesamtstaub	CO	NO_x	C_{org}	SO_2	NH_3 (bei SNCR)	HCl	Hg
500 - 1.000*	35/30	370	750	50	-/300 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
1.001 - 2.499	35/30 [4]	220	370	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
2.500 - 4.999	35/30 [4]	220	370	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
5.000 - 15.000	20/30 [4]	220	300	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
15.001 - 20.000	20/30 [4]	220	300	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]
20.001 - 50.000	20/20 [4]	220	200	10	-/200 [1]	30	-/45 [2]	-/0,05 [3]

Alle Grenzwerte in mg/Nm³ bei 6 % Bezugssauerstoff.

* *gilt nur für genehmigungspflichtige Anlagen*

1 *gilt nicht für Holzabfälle*

2 *gilt nicht bei nasser SO_2-Abreinigung*

3 *gilt nur für Holzabfälle, außer Altholzklasse A I*

4 *alternativ zur qualitativ kontinuierlichen Messung ist der Nachweis des kontinuierlichen effektiven Betriebs des Filters möglich*

qualitativ kontinuierliche Messung

quantitativ kontinuierliche Messung

Genehmigungsverfahren

17. BIMSCHV ZUGELASSENE BRENNSTOFFE

ABSCHNITT 1

§1 ANWENDUNGSBEREICH

(...)

1. feste, flüssige oder in Behältern gefasste gasförmige Abfälle oder

2. ähnliche feste oder flüssige brennbare Stoffe, die nicht in den Nummern 1.2.1, 1.2.2 oder Nummer 1.2.3 des Anhangs 1 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) aufgeführt sind, ausgenommen ähnliche flüssige brennbare Stoffe, soweit bei ihrer Verbrennung keine anderen oder keine höheren Emissionen als bei der Verbrennung von leichtem Heizöl auftreten können, oder

3. feste, flüssige oder gasförmige Stoffe, die bei der Pyrolyse oder Vergasung von Abfällen entstehen.

17. BIMSCHV EMISSIONSGRENZWERTE UND KONTINUIERLICHE MESSUNG

Abgasgrenzwerte 17. BlmSchV

Schadstoffgehalt in mg/Nm³ in der Abluft*									
Feuerungs-wärme-leistung in kW	**Gesamt-staub**	**CO**	**NO_x**	**Organic als Gesamt-C**	**SO_2**	**NH_3 (bei SCR)**	**HCl**	**HF**	**Hg**
< 50.000 Tagesmittelwert	10	50	200	10	50	10	10	1	0,03
ab 50.000 Tagesmittelwert	5	50	150	10	50	10	10	1	0,03
< 50.000 Halbstundenmittelwert	20	100	400	20	200	15	60	4	0,05
ab 50.000 Halbstundenmittelwert	20	100	400	20	200	15	60	4	0,05
alle Anlagen Jahresmittelwert	-	-	100	-	-	-	-	-	0,01

Befreiung von der kontinuierlichen Messung unter Umständen möglich

kontinuierliche Messung inkl. Abgastemperatur, -feuchtegehalt und -volumenstrom bindend. Weitere Schadstoffe können angeordnet werden.

Anlage 1	Zusätzliche Emissionsgrenzwerte für Schwermetalle und krebserzeugende Stoffe
Anlage 3	Regelung von (ggf. reduzierten) Emissionsgrenzwerten in Abfallverbrennungsanlagen
§6, Absatz 1	für Verbrennung von Abfall gilt: mind. 850 °C Verbrennungstemperatur für mind. 2 sec.
§6, Absatz 2	für Verbrennung von gefährlichen Abfall gilt: mind. 1.100 °C Verbrennungstemperatur für mind. 2 sec.

Wasserqualitäten

ANFORDERUNG AN KESSELWASSER UND SPEISEWASSER FÜR SATTDAMPFKESSEL NACH EN 12953-10

Kesselwasser für Sattdampf und Heißwasserkessel	Einheit	Kesselwasser für Dampfkessel			Kesselwasser für Dampfkessel
		Speisewasserleitfähigkeit > 30 µS/cm		Speisewasserleit-fähigkeit ≤ 30µS/cm	Kesselwasser für Dampfkessel
Betriebsdruck	bat (0,1 MPa)	> 0,5 bis 20	> 20	> 0,5	Gesamtbereich
Aussehen	-	klar, kein stabiler Schaum			
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	< 6000[a]	entsprechend EN 12953-10	< 1500	< 1500
ph-Wert bei 25 °C [a]	-	10,5 bis 12,0	10,5 bis 11,8	10,0 bis 11,0[b, c]	9,0 bis 11,5[d]
Säurekapazität bis pH 8.2	mmol/l	1 bis 15[a]	1 bis 10[a]	0,1 bis 1,0[c]	< 5
Kieselsäure (SiO_2)	mg/l	entsprechend EN 12953-10			-
Phosphat (PO_4)[e]	mg/l	10 bis 30	10 bis 30	6 bis 15	-
Organische Substanzen	-	siehe Fußnote[f]			-

a Mit Überhitzer sind 50 % des angegebenen oberen Wertes als maximaler Wert zu betrachten.
b Grundeinstellung des pH-Wertes durch Einspritzen von Na_3PO_4, zusätzlich NaOH-Einspritzung nur, wenn der pH-Wert < 10 beträgt.
c Beträgt die Leitfähigkeit des Kesselspeisewassers hinter stark sauerm Kationenaustauscher < 0,2 µS/cm und seine Na + K-Konzentration < 0,010 mg/l, ist eine Phosphat-einspritzung nicht erforderlich; alternativ dazu kann AVT-Fahrweise(Konditionierung mit flüchtigen Alkalisierungsmitteln, pH-Wert des Speisewassers pH ≥ 9,2 und pH-Wert des Kesselwassers pH ≥ 8,0) angewandt werden. In diesem Fall muss die Leitfähigkeit hinter stark saurem Kationenaustauschwer < 5 µS/cm betragen.
d Sind NE-Werkstoffe, z. B. Aluminium, im System vorhanden, können sie einen niedrigen pH-Wert und ein niedrigere Leitfähigkeit erforderlich machen, jedoch hat der Schutz des Kessels Vorrang.
e Wird Phosphat verwendet, sind unter Berücksichtigung aller anderen Werte höhere PO_4-Konzentrationen zulässig, z. B. mit ausgeglichener oder koordinierter Phospatbehandlung.
f siehe [c] in unterer Tabelle

Speisewasser für Satt-Dampfkessel (<20 bar)	Einheit	Speisewasser für Dampfkessel mit Feststoffgehalt		Zusatzwasser für Heißwasserkessel
Betriebsdruck	bar (0,1 MPa)	> 0,5 bis20	> 20	Gesamtbereich
Aussehen	-	klar,frei von Schwebstoffen		
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	siehe Tabelle für Kesselwasser		
ph-Wert bei 25 °C [a]	-	> 9,2[b]	> 9,2[b]	> 7,0
Gesamthärte (Ca + Mg)	mmol/l	> 0,01[c]	> 0,01	> 0,05
Eisen (Fe)	mg/l	< 0,3	< 0,1	< 0,2
Kupfer (Cu)	mg/l	< 0,05	< 0,03	< 0,1
Kieselsäure (SiO_2)	mg/l	nicht festgelegt, nur Anhaltswerte für Kesselwasser relevant		-
Sauerstoff (O_2)	mg/l	< 0,05[d]	< 0,02	-
Öl / Fett	mg/l	< 1	<1	< 1
Organische Substanzen	-	siehe Fußnote[e]		

a Bei Kupferlegierungen im System muss der pH-Wert im Bereich 8,7 bis 9,2 gehalten werden.
b Mit enthärtetem Wasser > 7,0 unter Berücksichtigung des pH-Wertes des Kesselwasser nach Tabelle.
c Bei Betriebsdrücken < 0,5 MPa ist eine Gesamthärte von 0,05 mmol/l zulässig.
d Beschränkt auf kontinuierlichen Betrieb und/oder unter Einsatz eines Speisewasservorwärmers; bei intermittierendem Betrieb oder Betrieb ohne Entgaser sind Filmbildner und/oder überschüssige Sauerstoffbindemittel zu benutzen.
e Allgemein sind organische Substanzen Mischungen von verschiedenen Verbindungen. Die Zusammensetzung solcher Mischungen und das Verhalten ihrer Komponenten unter den Bedingungen des Kesselbetriebs sind schwer vorherzusehen. Organische Substanzen können sich zu Kohlensäure oder anderen sauern Produktion zersetzen, die die Säure-leitfähigkeit erhöhen und Korrosion und Ablagerungen verursachen.Sie können ebenso zu Schaum- und/oder Belagbildung führen, die so gering wie möglich zu halten sind.

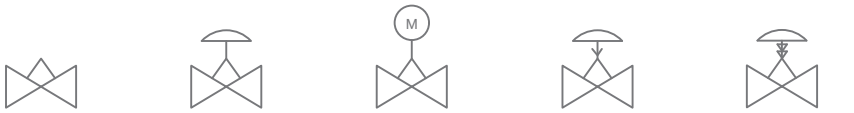
Die genannten Parameter sind Anhaltswerte. Erforderliche Wasserwerte sind projektspezifisch zu vereinbaren.
Erforderliche Wasserwerte für Warmwasser-, Heißdampf- oder Turbinensystem sind projektspezifisch zu vereinbaren.

Gebräuchliche Symbole und Kürzel

ARMATUREN

Armatur Allgemein | Absperr-ventil | Schieber | Kugel-hahn | Absperr-klappe | Rück-schlag-klappe | Rück-schlag-ventil

STELLVERHALTEN / ANTRIEBE



Armatur mit Regel-kegel (stetig) | Armatur mit Regel-kegel und pneumati-schem Antrieb | Armatur mit Regel-kegel und motori-schem Antrieb | Armatur mit Regel-kegel und pneumati-schem Antrieb bei Aus-fall der Hilfsenergie geschlossen | Armatur mit Regel-kegel und pneuma-tischem Antrieb schnellschließend

KLAPPEN

Absperr-klappe | Absperrklappe mit Regelkegelcharakte-ristik (stetig) | Rückschlag-klappe

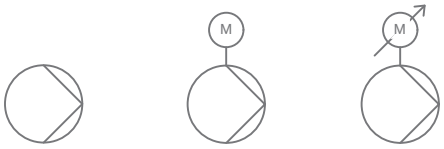
SONSTIGE ARMATUREN

Kondensat-ableiter | Be-/Entlüf-tung | Wärmeaus-tauscher | Rückkühler

ENDVERBINDUNGEN

Absperr-ventil geflanscht | Absperr-ventil ge-schweißt | Absperr-ventil ge-schraubt

PUMPEN



Pumpe mit motorischen Antrieb | Pumpe mit motorischen Antrieb drehzahl-geregelt

GEBRÄUCHLICHE KÜRZEL FÜR MESS- UND REGELSTELLEN NACH EN62424 (PCE) UND DIN19227

Messstellen:

örtliches Messgerät (Druck-Anzeige) | Fernmessgerät wirkt auf zentrale Leittechnik (Druck+Anzeige+Regelung) | Fernmessgerät wirkt auf zentrale Leittechnik (Druck+Anzeige+Rege-lung+binärer Schaltvorgang - bei steigendem Messwert) | Fernmessgerät wirkt auf örtlichen Leitstand (Druck-Anzeige)

	Erstbuchstabe (Messgröße)		Ergänzungs-buchstabe		Folgebuchstabe (Art der Messgrößenverarbeitung)
D	Dichte	D	Differenz	A	Alarm bei Grenzwertüberschreitung
E	Elektrische Größen	F	Verhältnis	C	Selbsttätige, fortlaufende Regelung
F	Durchfluss, Volumenstrom	J	Messstellenabfrage	I	Anzeige (Istwert)
H	Handeingabe, Handeingriff	Q	Summe, Integral	H	oberer Grenzwert (High)
L	Standhöhe, Niveau			L	unterer Grenzwert (Low)
P	Druck			O	Optisches Signal
Q	Qualitätsgrößen (Analysewerte, Stoffeigenschaften)			R	Registrierung (z.B. mit dem Schreiber)
S	Drehzahl, Geschwindigkeit			S	Steuerung, Schaltung
T	Temperatur			Z	Noteingriff, Schutz durch Auslösung
V	Viskosität			+	oberer Grenzwert
W	Gewichtskraft, Masse			/	Zwischenwert
				-	unterer Grenzwert

Rohrleitungsbau

INHALT EINER LEITUNG IN l/m

Rohre (Abmessungen und Gewichte)
Siederohr Stahl DIN EN 10220, nahtlos [Ersatz für DIN 2448]

Rohrnennweite nach DIN 2440		Außen-Ø	Normalwanddicke	Rohrgewicht	Wasserinhalt	Rohr + Wasser
[Zoll]	[DN]	[mm]	[mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]
1/8"	6	10,2	1,6	0,34	0,04	0,38
1/4"	8	13,5	1,8	0,52	0,08	0,60
3/8"	10	17,2	1,8	0,68	0,15	0,83
1/2"	15	21,3	2,0	0,95	0,24	1,19
3/4"	20	26,9	2,3	1,40	0,39	1,79
1"	25	33,7	2,6	1,99	0,64	2,63
1 1/4"	32	42,4	2,6	2,55	1,09	3,64
1 1/2"	40	48,3	2,6	2,93	1,46	4,39
2"	50	60,3	2,9	4,11	2,33	6,44
2 1/2"	65	76,1	2,9	5,24	3,88	9,12
3"	80	88,9	3,2	6,76	5,35	12,11
4"	100	114,3	3,6	9,83	9,01	18,84
5"	125	139,7	4,0	13,39	13,62	27,01
6"	150	168,3	4,5	18,18	19,93	38,11
8"	200	219,1	5,9	31,02	33,75	64,77
10"	250	273,0	6,3	41,44	53,26	94,69
12"	300	323,9	7,1	55,47	75,33	130,80
14"	350	355,6	8,0	68,58	90,58	159,16
16"	400	406,4	8,8	86,29	118,73	205,01
18"	450	457,0	10,0	110,24	149,99	260,22
20"	500	508,0	11,0	134,82	185,51	320,33
24"	600	610,0	12,5	184,19	268,78	452,97

ROHRDURCHMESSER UND ROHRGEWINDE (METR./INCH)

Rohrnennweite nach DIN 2440		Außendurchmesser	Innendurchmesser	Innenquerschnitt	Wandstärke
[Zoll]	[DN]	[mm]	[mm]	[cm²]	[mm]
1/8"	6	10,20	6,20	0,30	2,00
1/4"	8	13,50	8,80	0,61	2,35
3/8"	10	17,20	12,50	1,22	2,35
1/2"	15	21,30	16,00	2,00	2,65
3/4"	20	26,90	21,60	3,67	2,65
1"	25	33,70	27,20	5,82	3,25
1 1/4"	32	42,40	35,90	10,15	3,25
1 1/2"	40	48,30	41,80	13,80	3,25
2"	50	60,30	53,00	22,10	3,65
2 1/2"	65	76,10	68,80	37,20	3,65
3"	80	88,90	80,80	50,70	4,05
4"	100	114,30	105,30	87,00	4,50
5"	125	139,70	130,00	133,50	4,85
6"	150	165,10	155,40	190,00	4,85

Rohrleitungsbau

ANSCHLUSSWERTE (RICHTWERTE) FÜR PUMPEN BEI VOLUMENSTROM UND FÖRDERHÖHE

	1 Pumpe (z. B. Flowserve)	Vordruckpumpe + Hauptpumpe (z. B. Grundfos)
16 bar, 1,6 to, 1.200 kW Kessel	7,5 kW	1,5 kW + 5,5 kW
16 bar, 2,66 to, 2.000 kW Kessel	11 kW	1,5 kW + 5,5 kW
16 bar, 3,33to, 2.500 kW Kessel	15 kW	1,5 kW + 7,5 kW
16 bar, 4,2 to, 3.000 kW Kessel	18,5 kW	1,5 kW + 11 kW
25 bar, 2,66 to 2.000 kW Kessel	11 kW	1,5 kW + 5,5kW
25 bar, 3,33 to, 2.500 kW Kessel	15 kW	3 kW + 7,5 kW
25 bar, 4,2 to, 3.000 kW Kessel	18,5 kW	3 kW + 11 kW
25 bar, 6,6 to, 5.000 kW Kessel	30 kW	3 kW + 15 kW

Rohrleitungsbau

STRÖMUNGSGESCHWINDIGKEIT IN ROHRLEITUNGEN

Fluid (Medium)	Art der Rohrleitung	Druckbereich P (bar)	Durchflussgeschwindigkeit w (m/s)
Wasser	Trink- und Brauchwasser – Hauptleitungen		1 - 2
	Trink- und Brauchwasser – Fernleitungen		bis 3
	Trink- und Brauchwasser – Ortsnetze		0,6 - 0,7
	Trink- und Brauchwasser – Hausleitungen		2
	Speisewasser-Saugleitungen		⩾ 0,5 bis ⩽ 1
	Speisewasser-Druckleitungen		⩾ 2 bis ⩽ 6
	Kondensatleitungen - Saugleitung		⩾ 0,5 bis ⩽ 1
	Kondensatleitungen - Druckleitung		⩾ 1 bis ⩽ 3
	Kessellauge- und Abschlammleitung (ohne Entspannungsdampf)		⩾ 1 bis ⩽ 2
	Kessellauge- und Abschlammleitung (mit Entspannungsdampf)	⩽ 1 > 1 bis ⩽ 5"	10 - 15 15 - 20"
	Kühlwasser – Druckleitung		⩾ 1,0 bis ⩽ 3,5
	Dampfleitungen	< 10	10 - 20
	Dampfleitungen	⩽ 1	10 - 15
	Dampfleitungen	> 1 bis ⩽ 5	15 - 25
	Dampfleitungen	> 5 bis ⩽ 10	25 - 35
	Dampfleitungen	> 10 bis ⩽ 40	35 - 40
Nassdampf	Dampfleitungen	> 40 bis ⩽ 100	40 bis ⩽ 60
Sattdampf	**Überhitzerdampf: wie unter Sattdampf, jedoch mit Wahl der jeweils „höheren" Geschwindigkeit**		
	Sicherheitsventil-Ausblaseleitungen und Anfahrleitungen (auch Entlüftungsleitung Mischkühler)	gegen atmosphärischen Druck	⩽ 70
	Brüden- und Abdampfleitungen, Entspannungsdampf in Kondensatleitungen (offenes System)	gegen atmosphärischen Druck	10 - 25
	Ferndampfleitungen	< 40	⩽ 20
	Druckluftleitungen		⩾ 10 bis ⩽ 20
	Verbrennungsluftkanäle Saugleitung		⩾ 8 bis ⩽ 20
Sattdampf	Verbrennungsluftkanäle Druckleitung		⩾ 15 bis ⩽ 30
	Abgaskanäle bis Anschluss Kamin		⩾ 8 bis ⩽ 16
	Gasfernleitungen bis 2 bar		4 - 20
Luft	Gasfernleitungen bis 5 bar		11 - 35
	Gasfernleitungen über 5 bar		15 - 40
	Gas-Haushaltsleitungen		1
Rauchgas	Dünnflüssiges Hydrauliköl		3
Erdgas	2,5 - 4°E bei 50 °C bei 10 bar		
	bei 25 bar		3,5
	bei 50 bar		4
	bei 100 bar		4,65
Öl	bei 300 bar		5
	2,5 - 4°E bei 50 °C bei 10 bar		
	bei 25 bar		3,5
	bei 50 bar		4
	bei 100 bar		4,65
	bei 300 bar		5

VOLUMENSTROM FÜR FLÜSSIGKEITEN IN ROHRLEITUNGEN

Je enger die Rohrleitung bei gleichem Druchfluss, umso größer ist der Druckverlust und die Gefahr von Druckstößen.

DN [mm]	bei v = 1 m/s [V m³/h]	bei v = 2 m/s [V m³/h]
6	0,1	0,2
10	0,28	0,56
13	0,48	0,96
15	0,65	1,3
20	1,15	2,3
25	1,8	3,6
32	3	6
40	4,5	9
50	7	14
65	12	24
80	18	36
100	28	56
125	45	90
150	65	130
175	87	174
200	115	230
225	145	290
250	180	360
300	257	515
350	350	700
400	450	900
450	575	1150
500	715	1430

Rohrleitungsbau

ROHRLEITUNGSAUSDEHNUNG BEI VERSCH. LEISTUNGSLÄNGEN UND TEMPERATUREN (IN MM)

Rohrlänge[m]	Warmwasseranlage	Sattdampf 5 bar(a)	Sattdampf 15,5 bar(a)	Überhitzter Dampf 22,5 bar(a)	
	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
1	1,06	1,76	2,41	3,20	4,02
5	5,31	8,78	12,03	15,98	19,38
10	10,63	17,55	24,05	31,96	38,76
20	21,25	35,10	48,10	63,92	77,52
30	31,88	52,65	72,15	95,88	116,28
40	42,50	70,20	96,20	127,84	155,04
50	53,13	87,75	120,25	159,80	193,80
60	63,75	105,30	144,30	191,76	232,56
70	74,38	122,85	168,35	223,72	271,32
80	85,00	140,40	192,40	255,68	310,08
90	95,63	157,95	216,45	287,64	348,84
100	106,25	175,50	240,50	319,60	387,60

Abschätzung der Längenänderung [mm] einer Rohrleitung aus dem Werkstoff P235GH von Umgebungtemperatur 15°C auf Betriebstemperatur

Rohrleitungsbau

FLANSCHABMESSUNGEN NACH DRUCKSTUFEN

Vorschweißflanschen für PN 6 „EN 1092“ aus Stahl St. 37-2, für Gasschmelzschweißung und elektrische Schweißung, Außenrand, Dichtleiste und Schweißkante bearbeitet mit Schraubenlöchern – **schwarz**

äuß. Rohr- Ø mm	DN	Flansch- Ø mm	Flansch- Dicke mm	Lochkreis Ø mm	Schraubenlochzahl		
					Ø mm	Stück	
21,3	15	80	12	55	11	4	ISO
26,9	20	90	14	65	11	4	ISO
33,7	25	100	14	75	11	4	ISO
38	32	120	14	90	14	4	DIN
42,4	32	120	14	90	14	4	ISO
44,5	40	130	14	100	14	4	DIN
48,3	40	130	14	100	14	4	ISO
57	50	140	14	110	14	4	DIN
60,3	50	140	14	110	14	4	ISO
76,1	65	160	14	130	18	4	ISO
88,9	80	190	16	150	18	4	ISO
108	100	210	16	170	18	4	DIN
114,3	100	210	16	170	18	4	ISO
133	125	214	18	200	18	8	DIN
139,7	125	240	18	200	18	8	ISO
159	150	265	18	225	18	8	DIN
168,3	150	265	18	225	18	8	ISO
219,1	200	320	20	280	18	12	ISO
273	250	375	22	335	18	12	ISO
323,9	300	440	22	395	22	12	ISO

Vorschweißflanschen für PN 16 „DIN 1092“ aus Stahl St. 37-2, für Gasschmelzschweißung und elektrische Schweißung, Außenrand, Dichtleiste und Schweißkante bearbeitet mit Schraubenlöchern – **schwarz**

äuß. Rohr- Ø mm	DN	Flansch- Ø mm	Flansch- Dicke mm	Lochkreis Ø mm	Schraubenlochzahl		
					Ø mm	Stück	
21,3	15	95	14	65	14	4	ISO
26,9	20	105	16	75	14	4	ISO
33,7	25	115	16	85	14	4	ISO
38	32	140	106	100	18	4	DIN
42,4	32	140	16	100	18	4	ISO
44,5	40	150	16	110	18	4	DIN
48,3	40	150	16	110	18	4	ISO
57	50	165	18	125	18	4	DIN
60,3	50	165	18	125	18	4	ISO
76,1	65	185	18	145	18	4	ISO
88,91)	80	200	20	160	18	4	ISO
88,9	80	200	20	160	18	8	ISO
108	100	220	20	180	18	8	DIN
114,3	100	220	20	180	18	8	ISO
133	125	250	22	210	18	8	DIN
139,7	125	250	22	210	18	8	ISO
159	150	285	22	240	23	8	DIN
168,3	150	285	22	240	23	8	ISO
219,1	200	340	24	295	23	12	ISO
273	250	405	26	355	26	12	ISO
323,9	300	460	28	410	26	12	ISO
355,6	350	520	30	470	26	16	ISO

Vorschweißflanschen für PN 16 „DIN 1092“ DN 15 -1 50: PN40,„DIN 1092“ ab DN 200: PN 25, „DIN 1092“ aus Stahl St. 37-2, für Gasschmelzschweißung und elektrische Schweißung, Außenrand, Dichtleiste und Schweißkante bearbeitet mit Schraubenlöchern – **schwarz**

äuß. Rohr- Ø mm	DN	Flansch- Ø mm	Flansch- Dicke mm	Lochkreis Ø mm	Schraubenlochzahl		
					Ø mm	Stück	
21,3	15	95	16	65	14	4	ISO
26,9	20	105	18	75	14	4	ISO
33,7	25	115	18	85	14	4	ISO
38	32	140	18	100	18	4	DIN
42,4	32	140	16	100	18	4	ISO
44,5	40	150	16	110	18	4	DIN
48,3	40	150	16	110	18	4	ISO
60,3	50	165	18	125	18	4	ISO
76,1	65	185	18	145	18	4	ISO
88,9	80	200	20	160	18	8	ISO
114,3	100	220	20	180	18	8	ISO
139,7	125	250	22	210	18	8	ISO
159	150	285	22	240	23	8	DIN
168,3	150	285	22	240	23	8	ISO
219,1	200	340	24	295	23	12	ISO

Rohrleitungsbau

DRUCKVERLUSTE FÜR SATTDAMPF

Der Druckverlust in Sattdampfleitungen berechnet sich näherungsweise wie folgt:

1. Widerstandwert C gesamt für den zu betrachtenden Rohrleitungsabschnitt aus der nachfolgenden Tabelle ermitteln.

DN	C' Rohrleitung [1/m]	C Absperrventil	C T-Stück	C 90 °C-Bogen
10	1,52	-	4,2	0,5
15	1,37	4,75	3,7	0,5
20	1,03	4,75	3,5	0,5
25	0,82	4,80	3,4	0,5
32	0,64	4,85	3,3	0,5
40	0,52	4,90	3,2	0,5
50	0,41	5,00	3,1	0,5
65	0,32	5,10	3,0	0,5
80	0,26	5,30	3,0	0,5
100	0,21	5,50	3,0	0,5
125	0,16	5,70	3,1	0,5
150	0,14	5,90	3,2	0,5
200	0,10	6,20	3,4	0,5
250	0,08	6,60	3,6	0,5
300	0,07	7,00	3,9	0,5
350	0,06	7,50	4,3	0,5
400	0,05	7,90	5,0	0,5
500	0,04	8,50	6,5	0,5

2. Druckverlust nach folgender Näherungsformel berechnen:

$$\Delta p = c_{ges} \cdot \frac{p \cdot v^2}{2}$$

Δp = Druckverlust [Pa]
p = Dichte aus Dampftafel [kg/m³]
v = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

Wärmekapazität und Pufferspeicher

PUFFERSPEICHERABMESSUNGEN (RICHTWERTE)

Speicher-volumen	5.210 l	6.490 l	6.990 l	8.170 l	9.740 l	11.840 l	14.300 l	20.020 l	25.320 l	30.000 l	40.000 l	50.000 l	60.000 l	80.000 l	100.000 l
Abmessungen															
Durch-messer	1.800 mm	1.600 mm	1.600 mm	2.000 mm	2.000 mm	2.500 mm	2.500 mm	3.000 mm	3.000 mm	3.000 mm	3.000 mm	3.000 mm	3.000 mm	3.500 mm	3.500 mm
Höhe	2.356 mm	3.493 mm	3.743 mm	2.952 mm	3.452 mm	2.960 mm	3.460 mm	3.482 mm	4.232 mm	5.000 mm	6.500 mm	7.500 mm	9.000 mm	9.200 mm	11.000 mm
Mantel-höhe	1.500 mm	2.750 mm	3.000 mm	2.000 mm	2.500 mm	1.500 mm	2.000 mm	1.750 mm	2.500 mm	3.500 mm	5.000 mm	6.250 mm	7.750 mm	7.150 mm	9.250 mm
Kippmaß	2.760 mm	3.710 mm	3.940 mm	3.370 mm	3.810 mm	3.490 mm	3.910 mm	4.000 mm	4.600 mm	Kran	Kran	Kran	Kran	Kran	Kran
Gewicht	389 kg	603 kg	653 kg	553 kg	678 kg	615 kg	804 kg	974 kg	1.369 kg	3.000 kg	3.500 kg	5.000 kg	6.000 kg	8.000 kg	9.000 kg

SPEICHERKAPAZITÄTEN IN KWH NACH VOLUMEN UND SPREIZUNG *

Speicherinhalt	Temperaturspreizung im Speicherbetrieb				
	20 K	30 K	40 K	50 K	60 K
5.000 l	116 kWh	174 kWh	232 kWh	291 kWh	349 kWh
10.000 l	232 kWh	349 kWh	465 kWh	582 kWh	698 kWh
20.000 l	465 kWh	698 kWh	930 kWh	1.163 kWh	1.396 kWh
30.000 l	698 kWh	1.047 kWh	1.396 kWh	1.745 kWh	2.094 kWh
50.000 l	1.163 kWh	1.745 kWh	2.326 kWh	2.908 kWh	3.489 kWh
100.000 l	2.316 kWh	3.489 kWh	4.652 kWh	5.815 kWh	6.978 kWh
200.000 l	4.652 kWh	6.978 kWh	9.304 kWh	11.630 kWh	13.956 kWh

** alle Werte für Wasser*

WÄRMEKAPAZIÄTEN FÜR WASSER-/FROST-SCHUTZGEMISCHE

		spez. Wärmekapazität	
Beimischung Glykol	**Frostschutz**	**kJ / (kg * K)**	**kWh / (t * K)**
0%	-	**4,18**	**1,161**
20%	-6 ° C	4,10	1,139
27%	-10 ° C	3,99	1,108
33%	-15 ° C	3,90	1,083
39%	-20 ° C	3,79	1,053
43%	-25 ° C	3,72	1,033
47%	-30 ° C	3,64	1,011
54%	-40 ° C	3,50	0,972

Wärmekapazitäten unterschiedlicher Medien

SPEZ. KAPAZITÄTEN WASSER / EIS / SATTDAMPF/ LUFT / RAUCHGAS / ALTHOLZ / NATURBEL. HACKSCHNITZEL

Wasser

(20 °C; p_{atm}) : 4,1851 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ = 1,1625 $\frac{kWh}{m^3 \cdot K}$

Eis

(0 °C; p_{atm}) : 2,060 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ = 0,5722 $\frac{kWh}{m^3 \cdot K}$

Heißdampf

(300 °C; 27 bar (ü)) : 2,4949 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ = 0,6930 $\frac{kWh}{t \cdot K}$

(400 °C; 40 bar (ü)) : 2,3734 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ = 0,6592 $\frac{kWh}{t \cdot K}$

Sattdampf

DRUCK [bar(ü)]	2	5	8	10	12	14	16	20	24
$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	2,2618	2,4800	2,6602	2,7678	2,8685	2,9645	3,0568	3,2339	3,4044
$\frac{kWh}{t \cdot K}$	0,6283	0,6889	0,7389	0,7688	0,7968	0,8235	0,8491	0,8983	0,9457

Luft

(20 °C; p_{atm}) : 1,005 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ = 1,1944 $\frac{kJ}{m^3 \cdot K}$ = 0,3318 $\frac{Wh}{m^3 \cdot K}$

Rauchgas
(120 °C; p_{atm}) bei folgenden Brennstoffen

Altholz

(WG25 %) : 1,110 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ = 0,9835 $\frac{kJ}{m^3 \cdot K}$ = 0,2732 $\frac{Wh}{m^3 \cdot K}$

Naturbelassenes Holz
(z.B. Landschaftspflegematerial)

(WG35 %) : 1,144 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ = 1,0136 $\frac{kJ}{m^3 \cdot K}$ = 0,2816 $\frac{Wh}{m^3 \cdot K}$

Trocknungsprozesse

TROCKNERKAPAZITÄT IN ABHÄNGIGKEIT VON EIN- UND AUSGANGSFEUCHTE

Inputströme (Outputströme) von Trocknern in Abhängigkeit der Ein- und Ausgangsfeuchten für Trocknerverdampfungsleistung 1.000 kg H_2O/h (linear skalierbar)

Outputmaterial % TS	Inputmaterial % TS											
	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	50%	60%	70%	80%
10%	2.000											
	1.000											
20%	1.333	2.000	4.000									
	333	1.000	3.000									
30%	1.200	1.500	2.000	3.000	6.000							
	200	500	1.000	2.000	5.000							
40%	1.143	1.333	1.600	2.000	2.667	4.000	8.000					
	143	333	600	1.000	1.667	3.000	7.000					
50%	1.111	1.250	1.429	1.667	2.000	2.500	3.333	5.000				
	111	250	429	667	1.000	1.500	2.333	4.000				
60%	1.091	1.200	1.333	1.500	1.714	2.000	2.400	3.000	6.000			
	91	200	333	500	714	1.000	1.400	2.000	5.000			
70%	1.077	1.167	1.273	1.400	1.556	1.750	2.000	2.333	3.500	7.000		
	77	167	273	400	556	750	1.000	1.333	2.500	6.000		
75%	1.071	1.154	1.250	1.364	1.500	1.667	1.875	2.143	3.000	5.000	15.000	
	71	154	250	364	500	667	875	1.143	2.000	4.000	14.000	
80%	1.067	1.143	1.231	1.333	1.455	1.600	1.778	2.000	2.667	4.000	8.000	
	67	143	231	333	455	600	778	1.000	1.667	3.000	7.000	
85%	1.063	1.133	1.214	1.308	1.417	1.545	1.700	1.889	2.429	3.400	5.667	17.000
	63	133	214	308	417	545	700	889	1.429	2.400	4.667	16.000
90%	1.059	1.125	1.200	1.286	1.385	1.500	1.636	1.800	2.250	3.000	4.500	9.000
	59	125	200	286	385	500	636	800	1.250	2.000	3.500	8.000
95%	1.056	1.118	1.188	1.267	1.357	1.462	1.583	1.727	2.111	2.714	3.800	6.333
	56	118	188	267	357	462	583	727	1.111	1.714	2.800	5.333

Formeln

Input [kg/h] = Wasserverdampfungsleistung [kg/h] / ((1-TS,in [dezimal]) - TS,in [dezimal] / TS,out [dezimal] * (1 - TS,out [dezimal]))
Output [kg/h] = Input [kg/h] - Wasserverdampfungsleistung [kg/h]

Elektr. Anschluß, Stromverbrauch, Absicherung und Kabelquerschnitt

RICHTWERTE FÜR ELEKTRISCHE ANSCHLUSSLEISTUNG VON BIOMASSEKESSELN UND DEREN VERBRAUCH AN ELEKTRISCHER ENERGIE

Anlagentyp	Beschickung (beispielhaft)	Anschlußleistung in kW_{el} je MW Kesselleistung	Stromverbrauch
Pellet-Dampfkessel	Silo mit Förderschnecken	14 - 60	24 - 47
Frischholz-Warmwasserkessel	Schubboden mit Querförderer	26 - 42	22 - 32
Frischholz-Dampfkessel	Toploader mit Trogkettenförderer	26 - 42	22 - 32
Gebrauchtholz-Warmwasserkessel	Schubboden mit Trogkettenförderer	25 - 43	22 - 34
Gebrauchtholz-Dampfkessel	Krananlage mit Schubboden als Tagesbunker	25 - 43	22 - 34

Achtung: Richtwerte! Genaue Daten nach Anlagenauslegung, Kesselauslastung, Beschickungssystem, Brennstoffart, erforderliche Pumpengröße usw. haben großen Einfluß auf die tatsächlichen Werte!

Elektr. Anschluß, Stromverbrauch, Absicherung und Kabelquerschnitt

GÄNGIGE ELEKTRISCHE ABSICHERUNGEN IN KW UND A MIT FORMEL FÜR UMRECHNUNG VON KW IN A UND VON A IN KW BEI 230 V UND 400 V (RICHTWERTE)

Normkabelquerschnitte	Kabellänge	Spannung	max. Strombelastbarkeit	max. Leistung	Art des Leiters
1,5 mm²	100 m	230 V	13,4 A	3,1 kW	Mehrdrähtiger Leiter
2,5 mm²	100 m	230 V	17,6 A	5,7 kW	Mehrdrähtiger Leiter
4 mm²	100 m	230 V	24,0 A	7,8 kW	Mehrdrähtiger Leiter
6 mm²	100 m	230 V	30,3 A	9,9 kW	Mehrdrähtiger Leiter
10 mm²	100 m	230 V	40,9 A	13,3 kW	Mehrdrähtiger Leiter
1,5 mm²	50 m	400 V	13,4 A	9,3 kW	Mehrdrähtiger Leiter
2,5 mm²	50 m	400 V	17,6 A	12,2 kW	Mehrdrähtiger Leiter
4 mm²	50 m	400 V	24,0 A	16,6 kW	Mehrdrähtiger Leiter
6 mm²	50 m	400 V	30,3 A	21,0 kW	Mehrdrähtiger Leiter
10 mm²	50 m	400 V	40,9 A	28,3 kW	Mehrdrähtiger Leiter
16 mm²	50 m	400 V	55,7 A	38,6 kW	Mehrdrähtiger Leiter
25 mm²	50 m	400 V	74,8 A	51,8 kW	Mehrdrähtiger Leiter
35 mm²	50 m	400 V	91,0 A	63,0 kW	Mehrdrähtiger Leiter
50 mm²	50 m	400 V	110,8 A	76,8 kW	Mehrdrähtiger Leiter
70 mm²	50 m	400 V	140,4 A	97,3 kW	Mehrdrähtiger Leiter
4 mm²	20 m	690 V	24,0 A	28,7 kW	Mehrdrähtiger Leiter
6 mm²	20 m	690 V	30,3 A	36,2 kW	Mehrdrähtiger Leiter
10 mm²	20 m	690 V	40,9 A	48,9 kW	Mehrdrähtiger Leiter
16 mm²	20 m	690 V	55,7 A	66,6 kW	Mehrdrähtiger Leiter
25 mm²	20 m	690 V	74,8 A	89,4 kW	Mehrdrähtiger Leiter
35 mm²	20 m	690 V	91,0 A	108,8 kW	Mehrdrähtiger Leiter
50 mm²	20 m	690 V	110,8 A	132,4 kW	Mehrdrähtiger Leiter
70 mm²	20 m	690 V	140,4 A	167,8 kW	Mehrdrähtiger Leiter
95 mm²	20 m	690 V	173,6 A	207,4 kW	Mehrdrähtiger Leiter
120 mm²	20 m	690 V	216,6 A	258,8 kW	Eindrähtiger Leiter
150 mm²	20 m	690 V	248,3 A	296,8 kW	Eindrähtiger Leiter
185 mm²	20 m	690 V	286,4 A	342,3 kW	Eindrähtiger Leiter
240 mm²	20 m	690 V	340,8 A	407,3 kW	Eindrähtiger Leiter
300 mm²	20 m	690 V	393,0 A	469,7 kW	Eindrähtiger Leiter

Die Angaben sind ohne Gewähr und müssen bei jedem Bauvorhaben überprüft und neu berechnet werden.
Die Werte beziehen sich auf ein NYY-J / NNY-O Starkstromkabel, Werte können für andere Kabeltypen deutlich abweichen.
Die Werte basieren auf einem Reduzierungsfaktor von 0,7 auf Grund von erhöhten Umgebungstemperaturen (40°C) sowie einer Häufung von Leitern / Kabeln (Verlegart). Eine erhöhte Kabellänge ist ebenfalls zum Teil betrachtet worden.
Die Werte beziehen sich auf einem cos Phi Wert von 0,9, bei rein ohmschen Lasten kann dieser auch bis zu ca. 1,0 betragen.

FORMELN:

Drehstrom 400 V

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

I_B = Betriebsstrom [A]
U = Spannung [V]
P =Elektrische Leistung [kW]
cos φ = Leistungsfaktor [Annahme = 0,9]

$$I_N = I_B \cdot 1{,}35$$

I_N = Betriebsstrom
1,35 = Faktor für Leistungsfaktor

Wechselstrom 230 V

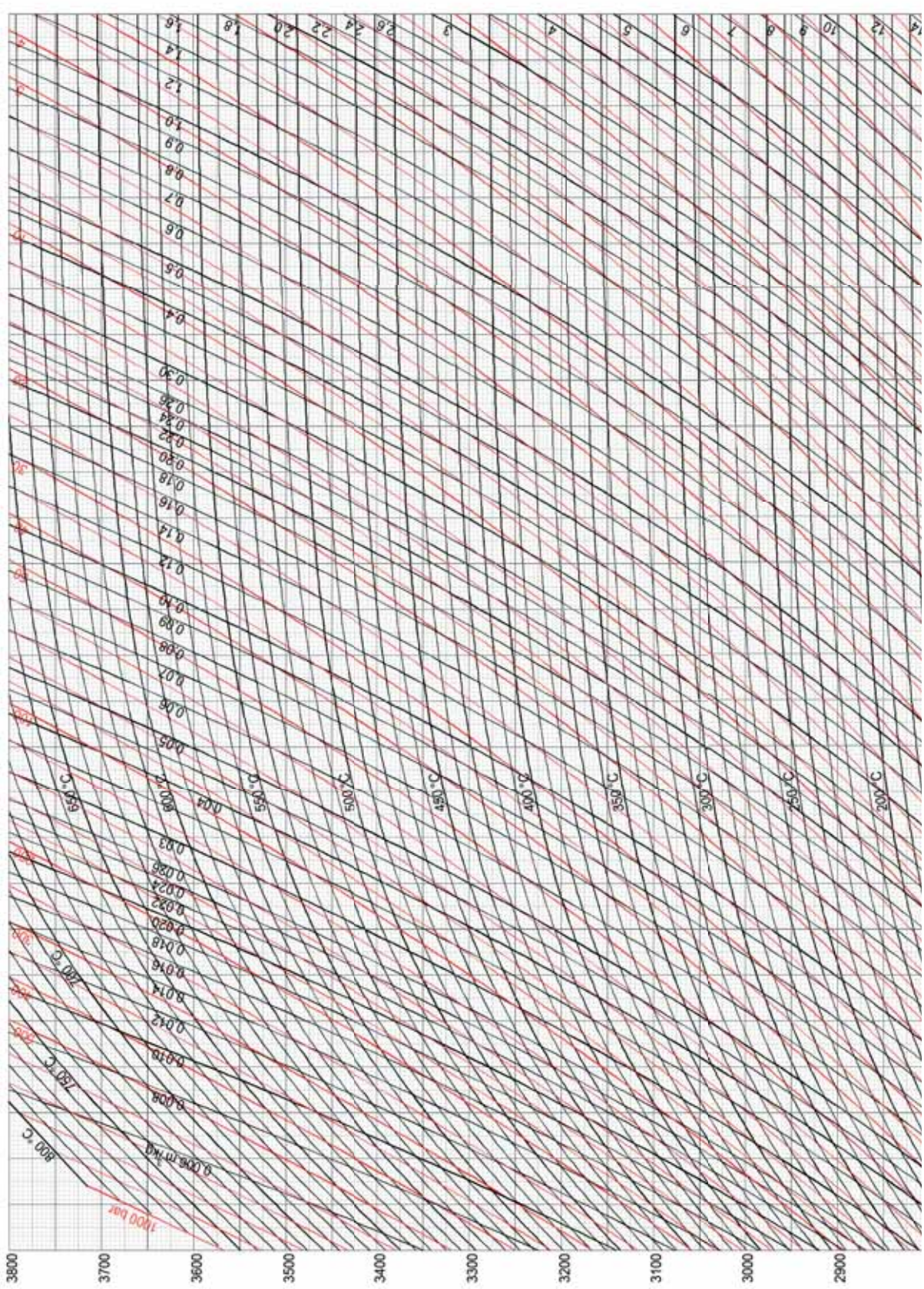
$$I_B = \frac{P}{U}$$

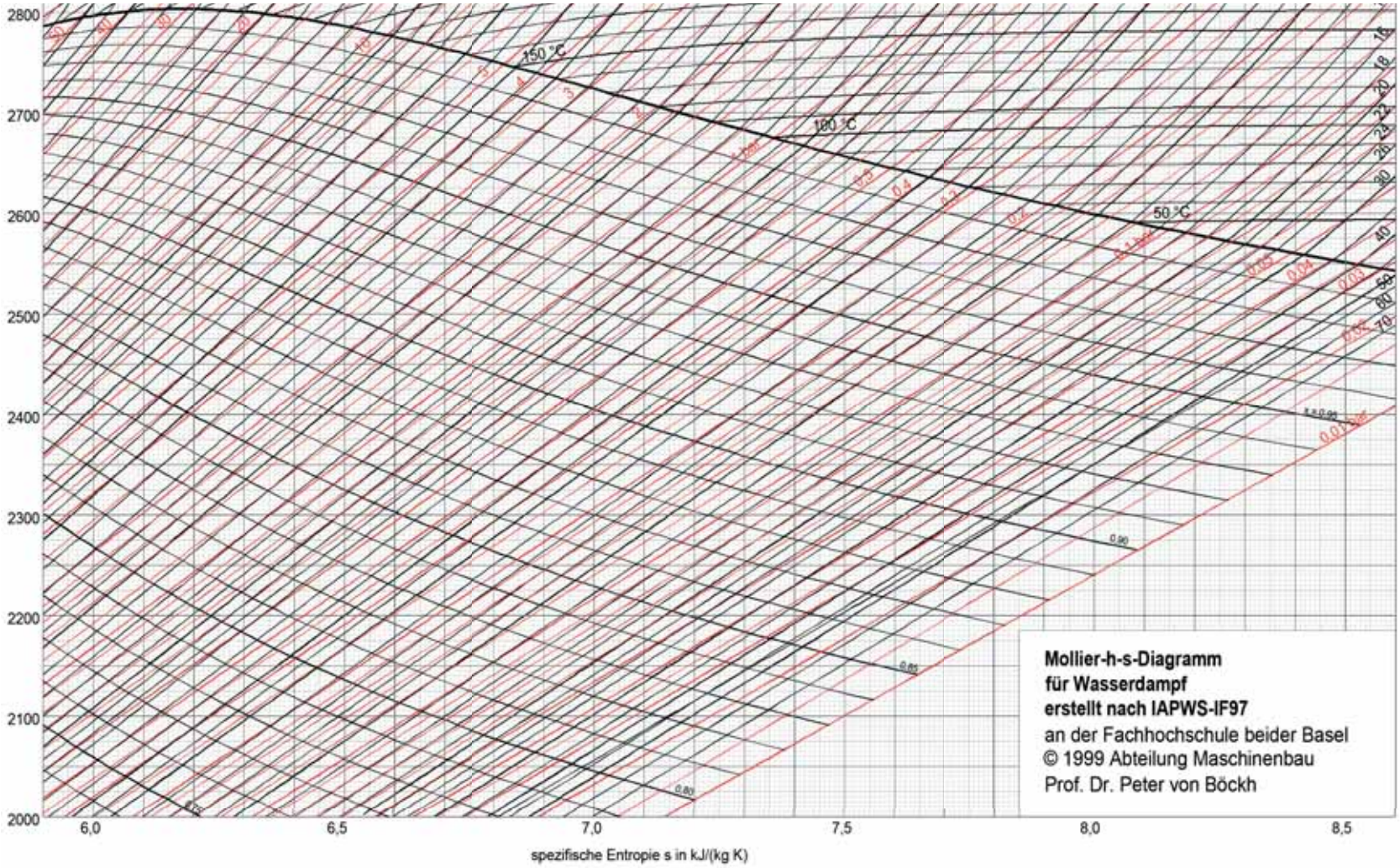
$$I_N = I_B \cdot 1{,}35$$

I_N = Betriebsstrom
1,35 = Faktor für Leistungsfaktor

Wasserdampftafel und Diagramme im Wasser-Dampfkreislauf

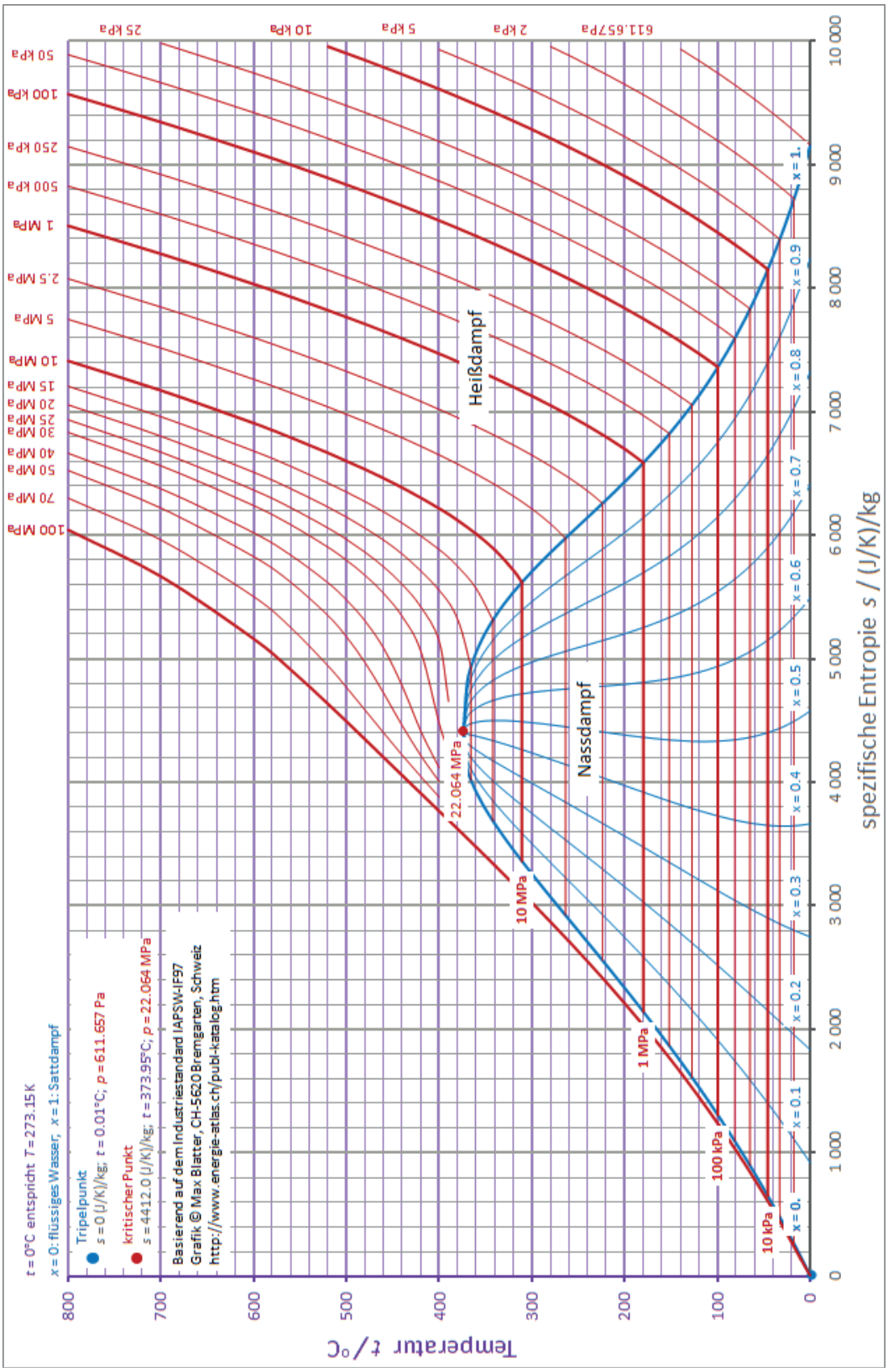
H-S-DIAGRAMM FÜR WASSER




2800
2700
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
6,0
6,5
7,0
7,5
8,0
8,5
spezifische Entropie s in kJ/(kg K)
150 °C
100 °C
50 °C
Mollier-h-s-Diagramm
für Wasserdampf
erstellt nach IAPWS-IF97
an der Fachhochschule beider Basel
© 1999 Abteilung Maschinenbau
Prof. Dr. Peter von Böckh

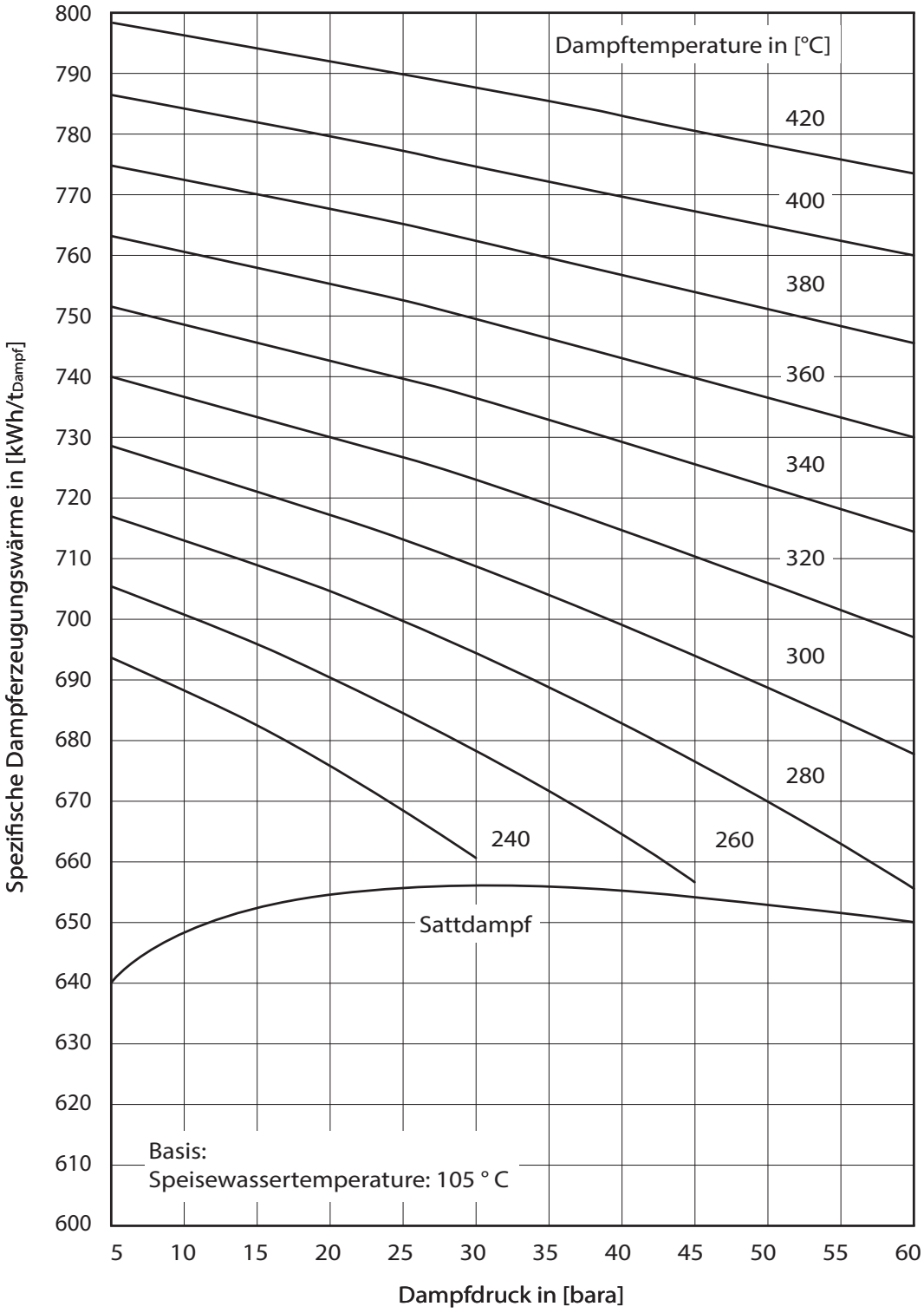
Wasserdampftafel und Diagramme im Wasser-Dampfkreislauf

T-S-DIAGRAMM FÜR WASSER



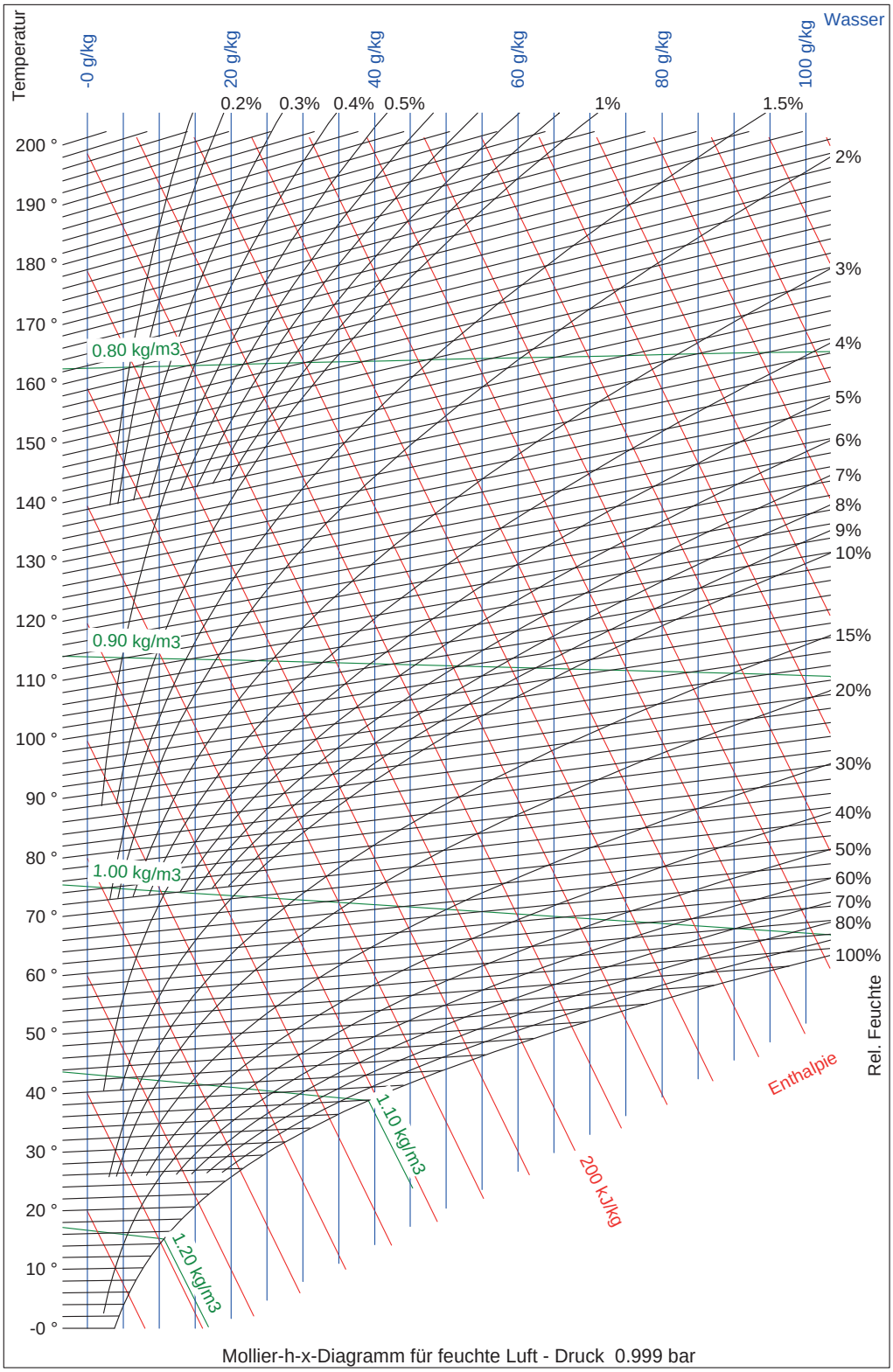
Wasserdampftafel und Diagramme im Wasser-Dampfkreislauf

SPEZ. DAMPFERZEUGUNGSWÄRME IN ABHÄNGIGKEIT VON DRUCK UND TEMPERATUR (SPILLING-DIAGRAMM)



Wasserdampftafel und Diagramme im Wasser-Dampfkreislauf

H-X-DIAGRAMM FÜR FEUCHTE LUFT (DRUCK 0,999 BAR)



Mollier-h-x-Diagramm für feuchte Luft - Druck 0.999 bar

Quellenangabe, andere Drücke, Temperatur-, Feuchtebereiche: www.dolder-ing.ch > Wissen > Lüftung, Klima

Wasserdampftafel und Diagramme im Wasser-Dampfkreislauf

WASSERDAMPFTAFEL FÜR SATTDAMPF

absoluter Druck p bar(a)	Überdruck p bar(ü)	Temperatur t_s °C	spezif. Volumen Siedewasser v' m³/kg	Dampfvolumen v'' m³/kg	Dampfdichte p'' kg/m³	Enthalpie des Wassers h' kJ/kg	Enthalpie des Dampfes h'' kJ/kg	Verdampfungs-wärme r kJ/kg
0,050	-0,950	32,90	0,0010052	28,19	0,03547	137,77	2561,6	2423,8
0,075	-0,925	40,32	0,0010079	19,24	0,05198	168,77	2574,9	2406,2
0,100	-0,900	45,83	0,0010102	14,67	0,06814	191,83	2584,8	2392,9
0,200	-0,800	60,09	0,0010172	7,650	0,13070	251,45	2609,9	2358,4
0,300	-0,700	69,12	0,0010223	5,229	0,19120	289,30	2625,4	2336,1
0,400	-0,600	75,89	0,0010265	3,993	0,25040	317,65	2636,9	2319,2
0,50	-0,50	81,35	0,0010301	3,240	0,3086	340,56	2646,0	2305,4
0,60	-0,40	85,95	0,0010333	2,732	0,3661	359,93	2653,6	2293,6
0,70	-0,30	89,96	0,0010361	2,365	0,4229	376,77	2660,1	2283,3
0,80	-0,20	93,51	0,0010387	2,087	0,4792	391,72	2665,8	2274,0
0,90	-0,10	96,71	0,0010412	1,869	0,5350	405,21	2670,9	2265,6
1,00	0	99,63	0,0010434	1,694	0,5904	417,51	2675,4	2257,9
1,50	0,50	111,37	0,0010530	1,159	0,8628	467,13	2693,4	2226,2
2,00	1,00	120,23	0,0010608	0,8854	1,129	504,70	2706,3	2201,6
2,50	1,50	127,43	0,0010675	0,7184	1,392	535,34	2716,4	2181,0
3,00	2,00	133,54	0,0010735	0,6056	1,651	561,43	2724,7	2163,2
3,50	2,50	138,87	0,0010789	0,5240	1,908	584,27	2731,6	2147,4
4,00	3,00	143,62	0,0010839	0,4622	2,163	604,67	2737,6	2133,0
4,50	3,50	147,92	0,0010885	0,4138	2,417	623,16	2742,9	2119,7
5,00	4,00	151,84	0,0010928	0,3747	2,669	640,12	2747,5	2107,4
5,50	4,50	155,46	0,0010969	0,3426	2,920	655,78	2751,7	2095,9
6,00	5,00	158,84	0,0011009	0,3155	3,170	670,42	2755,5	2085,0
6,50	5,50	161,99	0,0011046	0,2925	3,419	684,12	2758,8	2074,0
7,00	6,00	164,96	0,0011082	0,2727	3,667	697,06	2762,0	2064,9
7,50	6,50	167,75	0,0011116	0,2554	3,915	709,29	2764,8	2055,5
8,00	7,00	170,41	0,0011150	0,2403	4,162	720,94	2767,5	2046,5
8,50	7,50	172,94	0,0011182	0,2268	4,409	732,02	2769,9	2037,9
9,00	8,00	175,36	0,0011213	0,2148	4,655	742,64	2772,1	2029,5
9,50	8,50	177,66	0,0011244	0,2040	4,901	752,81	2774,2	2021,4
10,00	9,00	179,88	0,0011274	0,1943	5,147	762,61	2776,2	2013,6
11	10	184,07	0,0011331	0,1747	5,637	781,13	2779,7	1998,5
12	11	187,96	0,0011386	0,1632	6,127	798,43	2782,7	1984,3
13	12	191,61	0,0011438	0,1511	6,617	814,70	2785,4	1970,7
14	13	195,04	0,0011489	0,1407	7,106	830,08	2787,8	1957,7
15	14	198,29	0,0011539	0,1317	7,596	844,67	2789,9	1945,2
16	15	201,37	0,0011586	0,1237	8,085	858,56	2791,7	1933,2
17	16	204,31	0,0011633	0,11660	8,575	871,84	2793,4	1921,5
18	17	207,11	0,0011678	0,11030	9,065	884,58	2794,8	1910,3
19	18	209,80	0,0011723	0,10470	9,555	896,81	2796,1	1899,3
20	19	212,37	0,0011766	0,09954	10,05	908,59	2797,2	1886,6
21	20	214,85	0,0011809	0,09489	10,54	919,96	2798,2	1878,2
22	21	217,24	0,0011850	0,09065	11,03	930,95	2799,1	1868,1
23	22	219,55	0,0011892	0,08677	11,52	941,60	2799,8	1858,2
24	23	221,78	0,0011932	0,08320	12,02	951,93	2800,4	1848,5
25	24	223,94	0,0011972	0,07991	12,51	961,96	2800,9	1839,0
26	25	226,04	0,0012011	0,07686	13,01	971,72	2801,4	1829,6
27	26	228,07	0,0012050	0,07402	13,51	981,22	2801,7	1820,5
28	27	230,05	0,0012088	0,07139	14,01	990,48	2802,0	1811,5
29	28	231,97	0,0012126	0,06893	14,51	999,53	2802,2	1802,6
30	29	233,84	0,0012163	0,06663	15,01	1008,40	2802,3	1793,9
32	31	237,45	0,0012237	0,06244	16,02	1025,40	2802,3	1776,9
34	33	240,88	0,0012310	0,05873	17,03	1041,80	2802,1	1760,3
36	35	244,16	0,0012381	0,05541	18,05	1057,60	2801,7	1744,2
38	37	247,31	0,0012451	0,05244	19,07	1072,70	2801,1	1728,4
40	39	250,33	0,0012521	0,04975	20,10	1087,40	2800,3	1712,9
42	41	253,24	0,0012589	0,04731	21,14	1101,60	2799,4	1697,8
44	43	256,05	0,0012657	0,04508	22,18	1115,40	2798,3	1682,9
46	45	258,75	0,0012725	0,04304	23,24	1128,80	2797,0	1668,3
48	47	261,37	0,0012792	0,04116	24,29	1141,80	2795,7	1653,9
50	49	263,91	0,0012858	0,03943	25,36	1154,50	2794,2	1639,7
55	54	269,93	0,0013023	0,03563	28,07	1184,90	2789,9	1605,0
60	59	275,55	0,0013187	0,03244	30,83	1213,70	2785,0	1571,3
65	64	280,82	0,0013350	0,02972	33,65	1241,10	2779,5	1538,4
70	69	285,79	0,0013513	0,02737	36,53	1267,40	2773,5	1506,0
75	74	290,50	0,0013677	0,02533	39,48	1292,70	2766,9	1474,2
80	79	294,97	0,0013842	0,02353	42,51	1317,10	2759,9	1442,8
85	84	299,23	0,0014009	0,02193	56,61	1340,70	2752,5	1411,7

Wasserdampftafel und Diagramme im Wasser-Dampfkreislauf

WASSERDAMPFTAFEL FÜR SATTDAMPF (FORTSETZUNG)

absoluter Druck p bar(a)	Überdruck p bar(ü)	Temperatur t_s °C	spezif. Volumen Siedewasser v' m³/kg	Dampfvolumen v'' m³/kg	Dampfdichte p'' kg/m³	Enthalpie des Wassers h' kJ/kg	Enthalpie des Dampfes h'' kJ/kg	Verdampfungs-wärme r kJ/kg
90	89	303,31	0,0014179	0,02050	48,79	1363,70	2744,6	1380,9
95	94	307,21	0,0014351	0,01921	52,06	1386,10	2736,4	1350,2
100	99	310,96	0,0014526	0,01804	55,43	1408,00	2727,7	1319,7
120	119	324,65	0,0015268	0,01428	70,01	1491,80	2689,2	1197,4
140	139	336,64	0,0016106	0,01150	86,99	1571,60	2642,4	1070,7
160	159	347,33	0,0017103	0,009308	107,40	1650,50	2584,9	934,3
180	179	356,96	0,0018399	0,007489	133,40	1734,80	2513,9	779,1
200	199	365,70	0,0020370	0,005877	170,20	1826,50	2418,4	591,9
221,20	220,20	374,15	0,0031700	0,003170	315,50	2107,40	2107,4	0

WASSERDAMPFTAFEL FÜR ÜBERHITZTEN DAMPF

absoluter Druck	Überdruck	spezifische Enthalpie in kJ/kg bei einer Dampftemperatur in °C							
p	p								
bar(a)	bar(ü)	200	220	240	260	280	300	320	340
1	0	2875,4	2915,0	2954,6	2994,4	3034,4	3074,4	3114,8	3155,3
2	1	2870,5	2910,5	2951,1	2991,4	3031,7	3072,1	3112,6	3153,3
3	2	2865,5	2906,6	2947,5	2988,2	3008,9	3069,7	3110,5	3151,4
4	3	2860,4	2902,3	2943,9	2985,1	3026,2	3067,2	3108,3	3149,4
5	4	2855,1	2898,0	2940,1	2981,9	3023,4	3064,8	3106,1	3147,4
6	5	2849,7	2893,5	2936,4	2978,7	3020,6	3062,3	3103,9	3145,4
7	6	2844,2	2888,9	2932,5	2975,4	3017,7	3059,8	3101,6	3143,4
8	7	2838,6	2884,2	2928,6	2972,1	3014,9	3057,3	3099,4	3141,4
9	8	2832,7	2879,5	2924,6	2968,7	3012,0	3054,7	3097,1	3139,4
10	9	2826,8	2874,6	2920,6	2965,2	3009,0	3052,1	3094,9	3137,4
11	10	2820,7	2869,6	2916,4	2961,8	3006,0	3049,6	3092,6	3135,3
12	11	2814,4	2864,5	2912,2	2958,2	3003,0	3046,9	3090,3	3133,2
13	12	2808,0	2859,3	2908,0	2954,7	3000,0	3044,3	3088,0	3131,2
14	13	2801,4	2854,0	2903,6	2951,0	2996,9	3041,6	3085,6	3129,1
15	14	2794,7	2848,6	2899,2	2947,3	2993,7	3038,9	3083,3	3127,0
16	15	-	2843,1	2894,7	2943,6	2990,6	3036,2	3080,9	3124,9
18	17	-	2831,7	2885,4	2935,9	2984,1	3030,7	3076,1	3120,6
20	19	-	2819,9	2875,9	2928,1	2977,5	3025,0	3071,2	3116,3
22	21	-	2807,5	2866,0	2920,0	2970,8	3019,8	3066,2	3112,0
24	23	-	-	2855,7	2911,6	2963,8	3013,4	3061,1	3107,5
26	25	-	-	2845,2	2903,0	2956,7	3007,4	3056,0	3103,0
28	27	-	-	2834,2	2894,2	2949,5	3001,3	3050,8	3098,5
30	29	-	-	2822,9	2885,1	2942,0	2995,1	3045,4	3093,9
32	31	-	-	2811,2	2875,8	2934,4	2988,7	3040,0	3089,2
34	33	-	-	-	2866,2	2926,6	2982,2	3034,5	3084,4
36	35	-	-	-	2856,3	2918,6	2975,6	3028,9	3079,6
38	37	-	-	-	2846,1	2910,4	2968,9	3023,3	3074,8
40	39	-	-	-	2835,6	2902,0	2962,0	3017,5	3069,8
42	41	-	-	-	2824,8	2893,5	2955,0	3011,6	3064,8
44	43	-	-	-	2813,6	2884,7	2947,8	3005,7	3059,7
46	45	-	-	-	3802,0	2875,6	2940,5	2999,6	3054,6
48	47	-	-	-	-	2866,4	2933,1	2993,4	3049,4
50	49	-	-	-	-	2856,9	2925,5	2987,2	3044,1
55	54	-	-	-	-	2831,8	2905,7	2971,0	3030,5
60	59	-	-	-	-	2804,9	2885,0	2954,2	3016,5
70	69	-	-	-	-	-	2839,4	2918,3	2987,0
80	79	-	-	-	-	-	2786,8	2878,7	2955,3
90	89	-	-	-	-	-	-	2834,3	2920,9
100	99	-	-	-	-	-	-	2783,5	2883,4
110	109	-	-	-	-	-	-	2723,5	2841,7
120	119	-	-	-	-	-	-	-	2794,7
130	129	-	-	-	-	-	-	-	2740,6

Wasserdampftafel und Diagramme im Wasser-Dampfkreislauf

WASSERDAMPFTAFEL FÜR ÜBERHITZTEN DAMPF (FORTSETZUNG)

absoluter Druck	Überdruck	spezifische Enthalpie in kJ/kg bei einer Dampftemperatur in °C							
p	p								
bar(a)	bar(ü)	360	380	400	420	440	460	480	500
1	0	3196,0	3237,0	3278,2	3319,7	3361,4	3403,4	3445,6	3488,1
2	1	3194,2	3235,4	3276,7	3318,3	3360,1	3402,1	3444,5	3487,0
3	2	3192,4	3233,7	3275,2	3316,8	3358,8	3400,9	3443,3	3486,0
4	3	3190,6	3232,1	3273,6	3315,4	3557,4	3399,7	3442,1	3484,9
5	4	3188,8	3230,4	3272,1	3314,0	3356,1	3398,4	3441,0	3483,8
6	5	3187,0	3228,7	3270,6	3312,6	3354,8	3397,2	3439,8	S
7	6	3185,2	3227,1	3269,0	3311,2	3353,4	3395,9	3439,6	3481,6
8	7	3183,4	3225,4	3267,5	3309,7	3352,1	3394,7	3437,5	3480,5
9	8	3223,7	3266,0	3308,3	3350,8	3350,8	3393,5	3436,3	3479,4
10	9	3179,7	3222,0	3264,4	3306,9	3349,5	3392,2	3435,1	3478,3
11	10	3177,9	3220,3	3262,9	3305,4	3348,1	3391,0	3434,0	3477,2
12	11	3176,0	3218,7	3261,3	3304,0	3346,8	3389,7	3432,8	3476,1
13	12	3174,1	3217,0	3259,2	3302,5	3345,4	3388,5	3431,6	3475,0
14	13	3172,3	3215,3	3258,2	3301,1	3344,1	3387,2	3430,5	3473,9
15	14	3170,4	3213,5	3256,6	3299,7	3342,8	3386,0	3429,3	3472,8
16	15	3168,5	3211,8	3255,0	3298,2	3341,4	3384,7	3428,1	3471,7
18	17	3164,7	3208,4	3251,9	3295,3	3338,7	3382,2	3425,8	3469,5
20	19	3160,8	3204,9	3248,7	3292,4	3336,0	3379,7	3423,4	3467,3
22	21	3156,9	3201,4	3245,5	3289,4	3333,3	3377,1	3421,1	3465,1
24	23	3153,0	3197,8	3242,3	3386,5	3330,6	3374,6	3418,7	3462,9
26	25	3149,0	3194,3	3239,0	3283,5	3327,8	3372,1	3416,3	3460,6
28	27	3145,0	3190,7	3235,8	3280,5	3325,1	3369,5	3413,9	3458,4
30	29	3140,9	3187,0	3232,5	3277,5	3322,3	3367,0	3411,6	3456,2
32	31	3136,8	3183,4	3229,2	3274,5	3319,5	3364,4	3409,2	3454,0
34	33	3132,7	3179,7	3225,9	3271,5	3316,8	3361,8	3406,8	3451,7
36	35	3128,4	3175,9	3222,5	3268,4	3314,0	3359,2	3404,4	3449,5
38	37	3124,2	3172,2	3219,1	3265,4	3311,2	3356,6	3402,0	3447,2
40	39	3119,9	3168,4	3215,7	3262,3	3308,3	3354,0	3399,6	3445,0
42	41	3115,5	3164,5	3212,3	3259,2	3305,5	3351,4	3397,7	3442,7
44	43	3111,1	3160,6	3208,8	3256,0	3302,6	3348,8	3394,7	3440,5
46	45	3106,7	3156,7	3205,3	3252,9	3299,8	3346,2	3392,3	3438,2
48	47	3102,2	3152,8	3201,8	3249,7	3296,9	3343,5	3389,8	3435,9
50	49	3097,6	3148,8	3198,3	3246,6	3294,0	3340,9	3387,4	3433,7
55	54	3085,9	3138,6	3189,3	3238,5	3286,7	3334,2	3381,2	3427,9
60	59	3074,0	3128,3	3180,1	3230,3	3279,3	3327,4	3375,0	3422,2
70	69	3049,1	3106,7	3161,2	3213,5	3264,2	3313,7	3362,4	3410,6
80	79	3022,7	3084,2	3141,6	3196,2	3248,7	3299,7	3349,6	3398,8
90	89	2994,8	3060,5	3121,2	3178,2	3232,7	3285,3	3336,5	3386,8
100	99	2964,8	3035,7	3099,9	3159,7	3216,2	3270,5	3323,2	3374,6
110	109	2932,8	3009,6	3077,8	3140,5	3199,4	3255,5	3309,6	3362,2
120	119	2898,1	2982,0	3054,8	3120,7	3182,0	3240,0	3295,7	3349,6
130	129	2860,2	2952,7	3030,7	3100,2	3164,1	3224,2	3281,6	3336,8

ENTSPANNUNGSVERDAMPFUNG IN %

p_{zu} \ p_{ab}	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
4	6,1	4,8	3,7	2,6	1,6	0,8	-	-	-	-
5	6,9	5,5	4,4	3,4	2,4	1,6	1,4	-	-	-
6	7,5	6,2	5,0	4,0	3,0	2,2	2,7	2,0	-	-
7	8,7	7,4	6,3	5,3	4,3	3,5	3,8	3,1	2,4	-
8	9,8	8,5	7,4	6,4	5,4	4,6	4,9	4,2	3,5	2,2
9	10,8	9,5	8,4	7,4	6,5	5,7	5,8	5,1	4,5	3,2
10	11,7	10,5	9,3	8,3	7,4	6,6	6,7	6,0	5,3	4,1
11	12,5	11,3	10,2	9,2	8,3	7,5	7,5	6,8	6,1	4,9
12	13,3	12,1	11,0	10,0	9,0	8,3	8,3	7,6	7,0	5,7
13	14,1	12,8	11,7	10,8	9,8	9,1	9,0	8,3	7,7	6,4
14	14,8	13,5	12,4	11,5	10,5	9,8	9,7	9,0	8,4	7,2
15	15,4	14,2	13,1	12,2	11,3	10,5	10,4	9,7	9,1	7,8
16	16,1	14,9	13,8	12,8	11,9	11,1	11,0	10,3	9,7	8,5
17	16,7	15,5	14,4	13,4	12,5	11,7	11,6	10,9	10,3	9,1
18	17,3	16,0	15,0	14,0	13,1	12,4	12,2	11,5	10,9	9,7
19	17,8	16,6	15,5	14,6	13,7	12,9	12,8	12,1	11,5	10,3
20	18,4	17,1	16,1	15,1	14,3	13,5	13,3	12,6	12,0	10,8

Drücke p_{zu} und p_{ab} in bar (ü).
Entspannungsverdampfung in % der Masse.

SCHMIDMEIER
NaturEnergie

Projektteam für nachhaltige Prozessenergie

Wir knien uns rein.
Wir sind gut vernetzt.
Wir haben Leidenschaft.
Wir tun es gern und es macht uns Spaß.

Honorarordnungen und Stundenabrechnungen sind uns fremd. Geld fließt nur dann, wenn Sie umsetzen, was wir an Fakten auf den Tisch legen.

Wer andere mitreißen und begeistern will, braucht Herzblut und eine Mission: „Die perfekte Verknüpfung von Ökologie und Ökonomie."

Wir lieben unsere Arbeit und sind stolz auf das, was wir tun. Dass wir Spaß daran haben, spürt man schnell.

Probieren Sie es aus!

Schmidmeier NaturEnergie GmbH
Zum Weinberg 3a
93197 Zeitlarn/Ödenthal

Telefon: +49 (0)941 696 69-0
Telefax: +49 (0)941 696 69-60
E-Mail: info@schmidmeier.com

www.schmidmeier.com