



TECHNOLOGIE UND ANWENDUNG

 **EVATHERM**

A company for crystallization technology



EVATHERM

ist ein weltweit tätiges Unternehmen auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik mit den Schwerpunkten Eindampfung und Kristallisation.

EVATHERM ist ein eigenständiges Unternehmen mehrheitlich im Besitz ihrer Angestellten. Der Firmensitz befindet sich in der Schweiz, weitere Niederlassungen sind in Deutschland und Ungarn.

EVATHERM wurde anfang der 80er Jahre durch Spezialisten mit langjähriger Erfahrung in Thermodynamik und Verfahrenstechnik gegründet. Davor arbeiteten die Firmengründer über 20 Jahre lang in der Verdampferabteilung der ehemaligen ESCHER WYSS. In den Anfängen ihrer Geschichte war EVATHERM 10 Jahre ein Mitglied der damaligen HPD-Gruppe (USA). Aus dieser engen Zusammenarbeit resultierte eine spannende Verschmelzung von verschiedenen Technologien auf dem Gebiet der Eindampfung und Kristallisation.

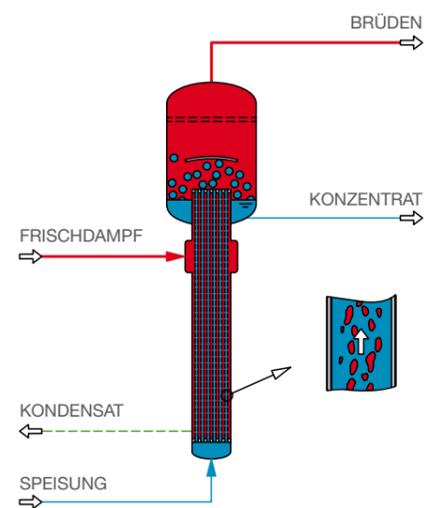
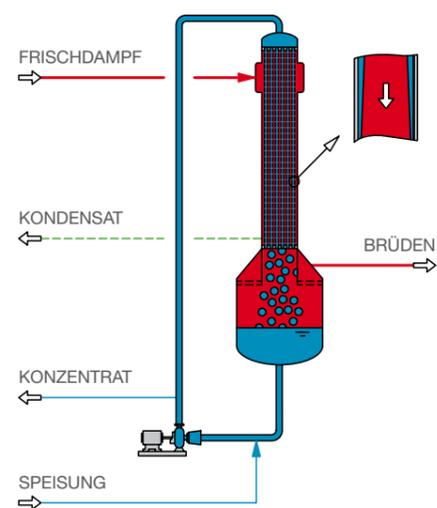
Innerhalb kurzer Zeit entwickelte sich EVATHERM zu einem mittelständischen Anlagenbauer. Dank dem umfassenden technologischen Know-how gehört sie heute weltweit zu den führenden Lieferanten von Eindampf- und Kristallisationsanlagen.

Dank innovativer Forschung und Entwicklung neuer Technologien wurde das Know-how kontinuierlich erweitert. Die hohe Fachkompetenz der EVATHERM Ingenieure ist in der langen Referenzliste zufriedener Kunden dokumentiert.

EINDAMPFUNG KRISTALLISATION



VERDAMPFER UND KRISTALLISATOREN



Fallfilm Verdampfer

Der Fallfilm Verdampfer wird vorzugsweise bei Anwendungen eingesetzt, bei welchen die Treibkraft zwischen Heizmedium und Verdampfungslösung klein ist.

In einem Fallfilm Verdampfer mit separatem Ausdampfkörper und Heizkammer wird die zu verdampfende Lösung in den oberen Teil der Heizkammer geführt, wo sie gleichmässig auf die Rohre verteilt wird. Die Fliessgeschwindigkeit der Lösung wird innerhalb der Rohre einerseits durch die Schwerkraft bestimmt, andererseits wird sie durch die entstandenen Brüden mitgerissen. Im unteren Teil der Heizkammer wird die Flüssig- von der Dampfphase getrennt. Die aufkonzentrierte Lösung wird somit aus dem unteren Teil des Ausdampfkörpers entnommen.

Die eigentliche Verdampfung geschieht innerhalb der Heizkammerrohre. Im Fallfilmverdampfer können dieselben nicht kristallisierenden Stoffe wie beim Steigrohrverdampfer hochkonzentriert werden. Das Hauptaugenmerk beim Fallfilmverdampfers liegt aber bei der Konzentrierung hochviskoser Lösungen.

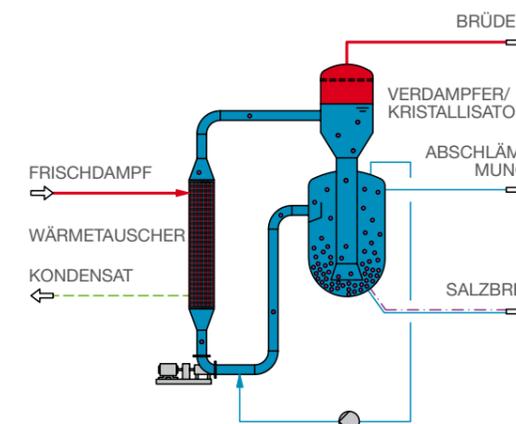
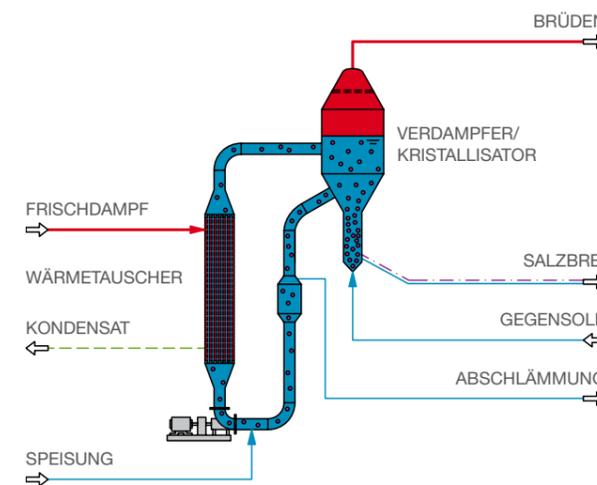
Die Verweilzeit der Lösung ist geringer als beim Steigrohrverdampfer. Die Kombination von kurzer Verweilzeit und der Möglichkeit, den Fallfilmverdampfer mit kleinem dT zu betreiben, macht ihn zum idealen Verdampfer für die Aufkonzentrierung von wärme-sensitiven Stoffen.

Steigrohr Verdampfer

Der Steigrohr Verdampfer findet hauptsächlich Anwendung bei der Aufkonzentrierung von nicht kristallisierenden Lösungen ohne Verkrustungstendenz.

Falls eine hohe Aufkonzentrierung in einer Stufe erforderlich ist, wird optimalerweise ein Steigrohrverdampfer eingesetzt. Der Betrieb des Steigrohrverdampfers ist unkompliziert. Die Lösung wird in den unteren Teil der Heizkammer eingespeist, wo sie mit Dampf oder einem anderen geeigneten Medium beheizt wird. Wenn der Dampfdruck der Lösung den Systemdruck erreicht oder überschreitet, setzt umgehend die Verdampfung ein.

Die Lösung steigt innerhalb der Rohre. Folglich entsteht zusätzlicher Brüden und so steigt die Geschwindigkeit des Flüssigkeit-Dampfgemisches bis zu einem Maximum am Ende der Rohre. Die Flüssig-Dampftrennung erfolgt im Ausdampfkörper durch Gravitation und mit Hilfe eines Tropfenabscheiders.



Zwangsumwälz Kristallisator

Der MSMPR (Mixed Suspension Mixed Product Removal) und der MSCPR (Mixed Suspension Classified Product Removal) Kristallisator sind die klassischen Apparate für die Kristallisation.

Wie der Name schon sagt, wird die Lösung in einem Zwangsumwälzverdampfer durch die Heizrohre gepumpt, um Ablagerungen und Verkrustungen zu verhindern. Der Salzbrei wird aus dem unteren Konus des Ausdampfkörpers entnommen und durch die Heizrohre gepumpt, wo Wärme zugeführt wird. Der Salzbrei gelangt danach zurück in den Ausdampfkörper, wo die Verdampfung stattfindet. Eine entsprechend hohe Flüssigkeitssäule muss über den Heizrohren gewährleistet sein, um eine Verdampfung in den Heizrohren zu unterbinden. Eine ausreichend grosse Menge an Salz wird im Umwälzsystem in Suspension gehalten, um Kristallkeime für das Kristallwachstum in der Siedezone zur Verfügung zu stellen. Durch die Beachtung dieser Grundprinzipien der Kristallisation lassen sich grobkörnige Salze herstellen bei minimalen Ablagerungen an den Rohren und Behälterwänden.

Der EVATHERM Radial Eintrittsadapter garantiert eine ausgezeichnete Durchmischung des Salzbreis im Ausdampfkörper. Dadurch wird der «thermischen Kurzschluss» auf ein Minimum reduziert.

Der MSCPR Kristallisator ist zusätzlich mit einem so genannten Salzsack (Elutriationskolonne) ausgerüstet. Die Gegensole verdrängt die Mutterlauge und somit kann reines Salz aus dem Kristallisator entnommen werden.

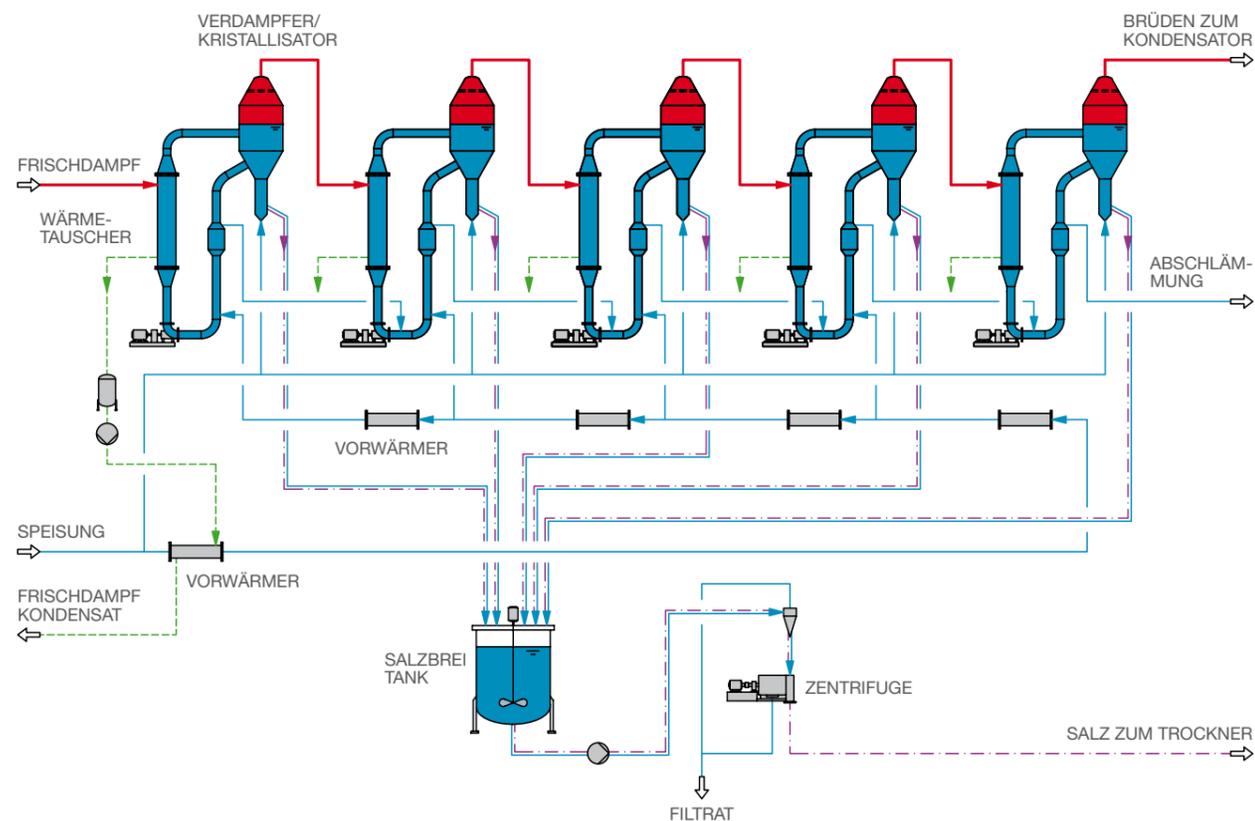
Wachstums Kristallisator

Wenn das Kristallwachstum kritisch ist, kann unser CSMPR (Classified Suspension Mixed Product Removal) Wachstums-kristallisator zum Einsatz kommen.

Der Wachstumskristallisator besteht aus zwei konzentrischen Teilen verbunden durch ein Zentralrohr. Der untere Teil (Wachstumszone) verfügt über das notwendige Volumen und begünstigt die Fluidisation des Fliessbettes. So kann die vorhandene Übersättigung optimal abgebaut werden und das Kristallwachstum wird positiv beeinflusst. Die Wachstumszone ist ein kontrolliertes Fliessbett, in welchem die Kristalle nach deren Partikelgrösse klassifiziert werden. Daraus resultiert ein kontrolliertes Kristallwachstum. Indem die Kristalle an einer spezifizierten Stelle aus dem Kristallisator entnommen werden kann eine vorgegebene Korngrössenverteilung erreicht werden.

Der obere Teil (Ausdampfkörper) ist für die eigentliche Ausdampfung bestimmt, wobei eine genügend grosse Ausdampfoberfläche und eine ausreichende vertikale Höhe für die Tropfenabtrennung vorzusehen ist. Die Umwälzung der Sole durch die Heizkammer erfolgt dabei durch eine externe Pumpe.

Unser Wachstumskristallisator kann eine enge Korngrössenverteilung grosser Kristalle hervorbringen. Typische Anwendungsbereiche sind in der Kristallisation von Ammoniumsulfat-, Ammoniumnitrat- und Kaliumchlorid-Salze zu finden.



Mehrstufige Eindampfung

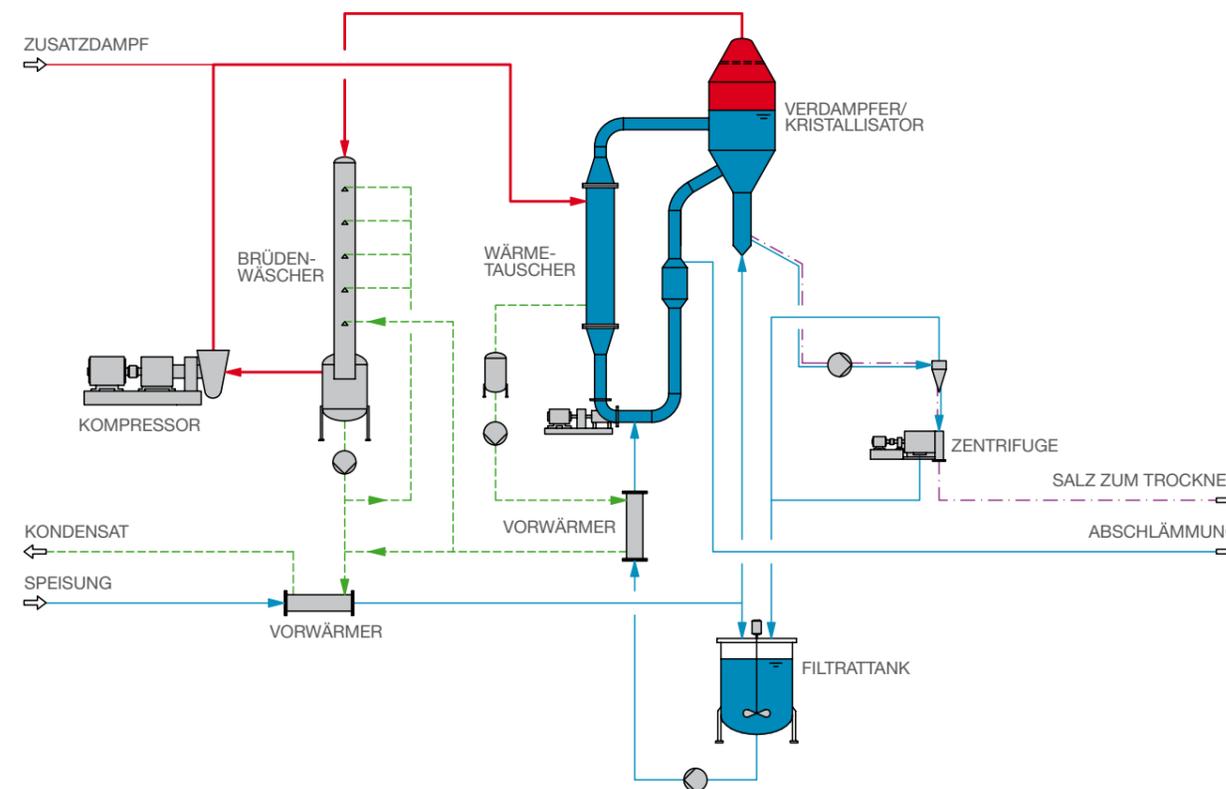
Wenn Niederdruckdampf als Energiequelle zur Verfügung steht, kann eine mehrstufige Vakuumeindampfung die richtige Wahl sein. Der Reinheitsgrad des Produktes lässt sich durch das entsprechende Elutriations- und Abschlämmsystem einstellen.

Die mehrstufige Eindampfung ist vielleicht der weitverbreitetste Prozess für Eindampfanlagen. Das Prinzip ist einfach, so wird die erste Stufe mit Frischdampf beheizt, die nachfolgenden Stufen werden mit den Brüden der jeweils vorhergehenden Stufe mit Energie versorgt. Mit steigender Stufenzahl lässt sich der Frischdampfverbrauch entsprechend reduzieren.

Die Anzahl der Stufen lässt sich nicht beliebig erhöhen, da das maximal zur Verfügung stehende Temperaturgefälle gegeben ist. Am unteren Ende des Temperaturbereiches (letzte Stufe) sind äussere Bedingungen wie Kühlwasser- oder Umgebungstemperatur bestimmende Faktoren. Am oberen Ende des Temperaturbereiches (erste Stufe) definieren der vorhandene Heizdampfdruck, die mechanische Auslegung und die Korrosionsbeständigkeit der Werkstoffe die Grenzen.

Eine optimale Auslegung zu erreichen bedeutet das Optimum zwischen Energie- und Investitionskosten zu finden. Neben der Wahl der wirtschaftlichsten Anzahl der Stufen spielt das Vorwärmungskonzept eine entscheidende Rolle. Ein ausgeklügeltes Vorwärmungssystem macht den Unterschied aus zwischen einer Standard- und einer «High-end» Anlage.

Um einen optimalen Anlagenwirkungsgrad bezüglich des Primärenergieverbrauchs zu erreichen, sollte der Dampf mit einem höheren Druck generiert werden, um die Exergie für eine Wärme-Kraftkopplungsanlage mit Dampfturbine oder besser mit Gas-Dampf-Turbine zu nutzen. Der Gegendruckdampf kann für das Beheizen der Eindampfanlage verwendet werden. Bei kleinen Ausdampfkapazitäten, wo der Einsatz einer Wärme-Kraftkopplungsanlage nicht wirtschaftlich ist, kann der Anlagenwirkungsgrad durch Einsatz einer thermischen Brüdenverdichtung (Dampfstrahlverdichter) erhöht werden.



Mechanische Brüdenverdichtung (MVR)

Wenn günstige elektrische Energie zur Verfügung steht, kann ein Verfahren mit mechanischer Brüdenverdichtung die logische Wahl sein. Die Weiterentwicklung der mechanischen Brüdenverdichtung durch EVATHERM ist heute zum Industriestandard geworden.

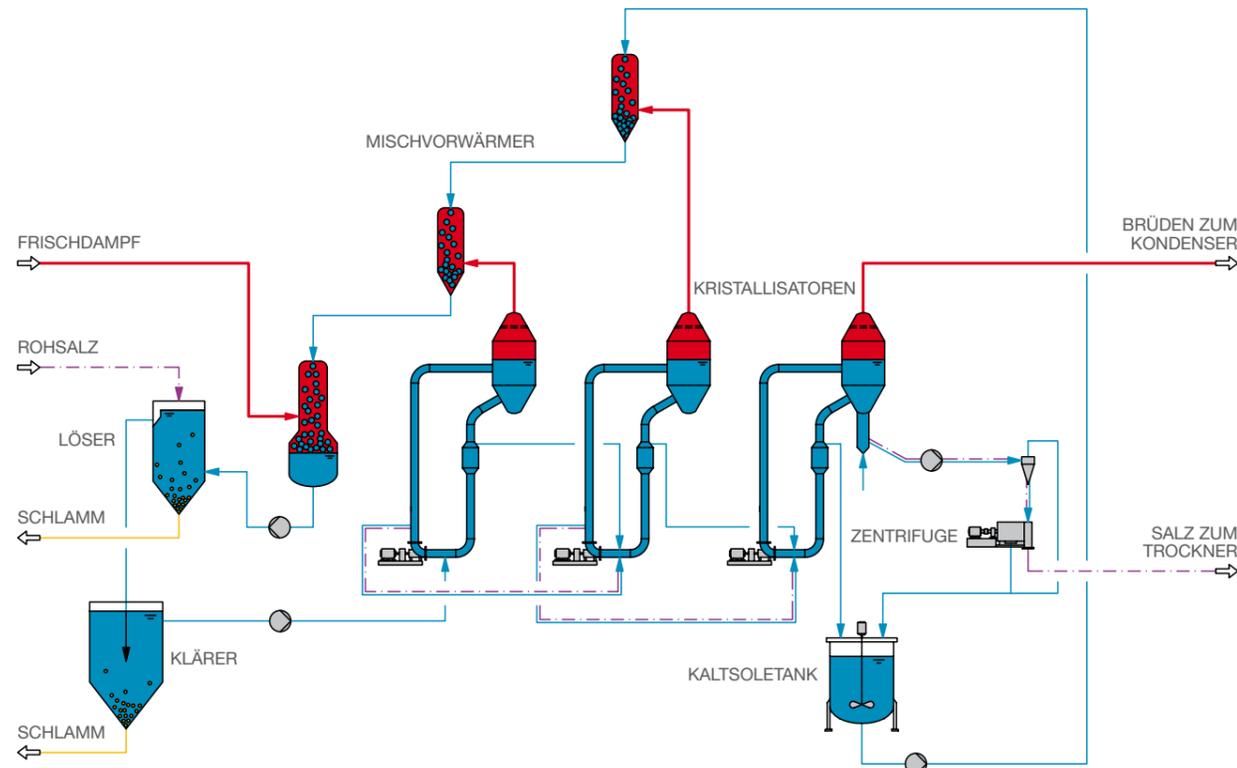
Eine Eindampfanlage mit mechanischer Brüdenverdichtung arbeitet wie eine «offene Wärmepumpe» (Carnot Prozess), wo die Brüden auf das Heizdampfdruckniveau komprimiert werden. Die Treibkraft für den Eindampfprozess resultiert aus der isentropischen Enthalpieerhöhung des Brüden dampfes. Das Brüdenkondensat und die Abschlämzung werden für die Vorwärmung der Speisung bis beinahe zur Betriebstemperatur genutzt. Wegen dieser intensiven Wärmerückgewinnung ist der Zusatzdampfverbrauch in den meisten Fällen fast Null.

Die Kompressoren sind volumetrische Rotationsmaschinen. Das bedeutet, sie arbeiten mit einem konstanten Volumenstrom bei einer gegebenen Drehzahl. Demzufolge variiert der Dampfmassenstrom je nach Saugdruck des Kompressors.

Die grossen Vorteile eines Brüdenverdichtungssystems sind:

- praktisch kein Dampfverbrauch
- kein Kühlwasserbedarf
- flexibler Betrieb

Die thermodynamische Auslegung einer MVR-Einheit muss sehr sorgfältig erfolgen, um den Kompressor in einem optimalen Betriebspunkt betreiben zu können. Sehr wichtig ist dabei die Auslegung des Kristallisators. Der so genannte «thermische Kurzschluss» muss minimiert oder gänzlich vermieden werden. Beste Resultate wurden mit dem **EVATHERM MSCPR Kristallisator** mit Radialem Eintrittsadapter erzielt.



Rekristallisation

Die Rekristallisation von kristallinem Salz ist ein Prozess, bei welchem höchste Salzreinheiten mit vergleichsweise tiefen Energie- und Chemikalienverbräuchen erreicht werden kann.

Im Gegensatz zu den zwei vorher beschriebenen Verfahren wird die Rekristallisationsanlage mit Salz in Feststoffform gespeisen. Grundsätzlich sind sowohl eine Kalt- als auch eine Heissauflösung des Salzes möglich. Nachstehend ist der Heissauflöseprozess beschrieben.

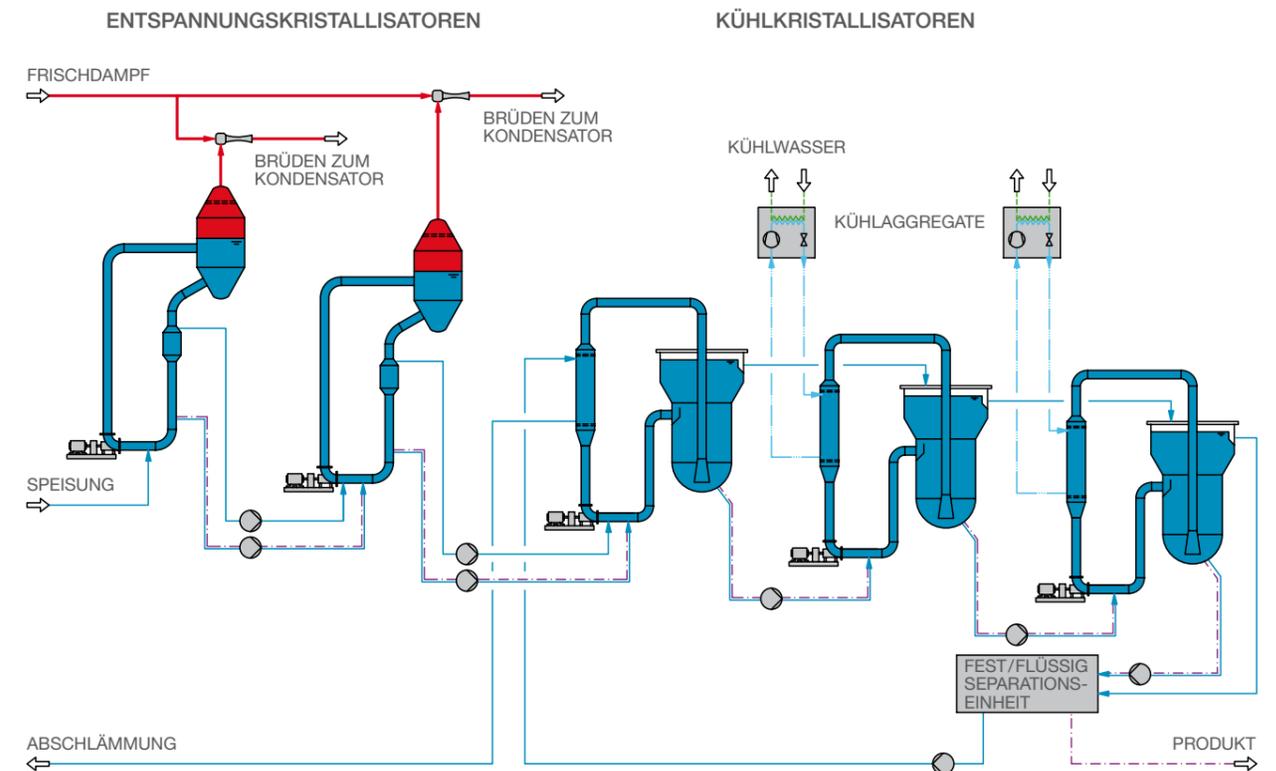
Der Rekristallisationsprozess ist sehr ähnlich einer Multiflash-Eindampfanlage. Die untersättigte Kreislaufsole wird unter Zugabe von festem Salz unter atmosphärischem Druck gesättigt. Die Sole wird in mehrere Entspannungsverdampfer geführt, welche bei verschiedenen Drücken arbeiten. Durch den Temperaturabfall in den einzelnen Stufen verdampft Wasser und demzufolge beginnt wegen der Übersättigung die Kristallisation. Die Abschlammung aus der letzten Stufe wird durch Mischvorwärmerkolonnen gepumpt, in welchen die kalte, gesättigte Sole mit den heißen Brüden aus den Verdampfern vermischt wird. Schlussendlich ist die heiße, aus den Mischvorwärmern austretende Sole untersättigt und gelangt zurück in den Sättiger. Die Wärmeverluste aus dem Prozess werden in zusätzlichen Wärmetauschern kompensiert.

Besonders vorteilhaft wirkt sich die Anwendung einer Wärme-Kraftkopplung in Form eines Dieselaggregates aus, wo die Abwärme für die Kompensation der Wärmeverluste verwendet werden kann.

Die spezifischen Vorteile dieses Verfahrens sind offensichtlich:

- sehr hohe Produktreinheit
- tiefer spezifischer Dampfverbrauch
- tiefer Chemikalienverbrauch
- beinahe neutrale Wasserbilanz
(nur wenig Zusatzwasser wird benötigt)

Eine weitere interessante Alternative bietet die Kombination der **Rekristallisation mit mechanischer Brüdenverdichtung**, wo die Brüden der letzten Stufe auf das Druckniveau des Heizdampfes komprimiert werden.



Kühlkristallisation

Die Kühlkristallisation kann angewendet werden, wenn der Löslichkeitsgradient der Lösung mit sinkender Temperatur stark zunimmt oder eine Verdampfung des Lösungsmittels vermieden werden soll.

Abhängig von der spezifischen Zielsetzung kann eine Vakuum-Kühlkristallisation oder eine Oberflächen Kühlkristallisation (atmosphärischer Prozess) gewählt werden.

Bei der Vakuum-Kühlkristallisation entsteht die Übersättigung der Lösung sowohl durch die Verdampfung des Lösungsmittels als auch durch die Abkühlung der Lösung. Die Kristallisatoren sind als Entspannungsverdampfer konzipiert ganz ähnlich den Verdampfern beim Rekristallisationsprozess. Das Vakuum wird durch Hochleistungsdampfstrahlverdichter mit nachgeschalteten Kondensatoren generiert.

Bei der Oberflächen Kühlkristallisation andererseits ist die Übersättigung nur ein Resultat der Abkühlung der Lösung. Die EVATHERM Oberflächen-Kühlkristallisatoren sind charakterisiert durch eine exakte Kontrolle der Übersättigung und durch eine begrenzte Verkrustungstendenz, sogar bei sehr tiefen Temperaturen. Es sind bereits Anlagen mit Betriebstemperaturen von -10°C bis -20°C erfolgreich realisiert worden.

Eine Kombination beider Technologien zeigt das obige Schema. Eine durchdachte **Kälteenergierückgewinnung** macht diesen Prozess zu einer wertvollen und wirtschaftlichen Alternative zu anderen Verfahren.

Mögliche Anwendungsgebiete können sein:

- Na_2SO_4 / Glaubersalz Kristallisation
- Kali- und Magnesiumsalz Rückgewinnung

ANWENDUNGEN

Die Einsatzgebiete der EVATHERM Technologien sind so vielfältig wie die chemische Industrie selbst. Zuverlässige Technologien, gut funktionierende Anlagen und die Fähigkeit zur Kooperation mit den Kunden sind die Stärken des Unternehmens.

Wir verbessern kontinuierlich die vorhandenen Technologien mit dem Ziel der höheren Energieeffizienz, besseren Produktqualitäten und tieferen Betriebskosten. Aufgrund der engen Zusammenarbeit mit den Kunden und den fundierten Erfahrungen in der chemischen Industrie entwickeln wir neue, den Bedürfnissen der Kunden angepasste Verfahren.

Unsere verfahrenstechnischen Anlagen und Ausrüstungen werden seit vielen Jahren in den verschiedensten Anwendungen erfolgreich eingesetzt. Nachfolgend einige typische Einsatzgebiete:

Salinentchnik

Salz ist ein wichtiger Bestandteil des Lebens. Der Bedarf der Industrie an hochreinem NaCl wächst stetig. Die Herstellung von NaCl gehört zu den energie-intensivsten Verfahren in der Basischemie.

Die Wahl des geeigneten Verfahrens unter Berücksichtigung sämtlicher Umwelt- und Energieaspekte ist für die langfristige Wirtschaftlichkeit sehr entscheidend.

EVATHERM gehört zu den weltweit führenden Engineering Unternehmen für die Salzindustrie. Unabhängig vom vorhandenen Rohmaterial, – Solar- oder Steinsalz, Sole oder Meerwasser – wir haben das optimale Verfahren, welches die spezifischen Gegebenheiten des Kunden in Bezug auf Energieeffizienz, Produktqualität und Reststoffentsorgung berücksichtigt.

Mehre Millionen Tonnen Salz werden jährlich in zahlreichen EVATHERM Salinen weltweit hergestellt.

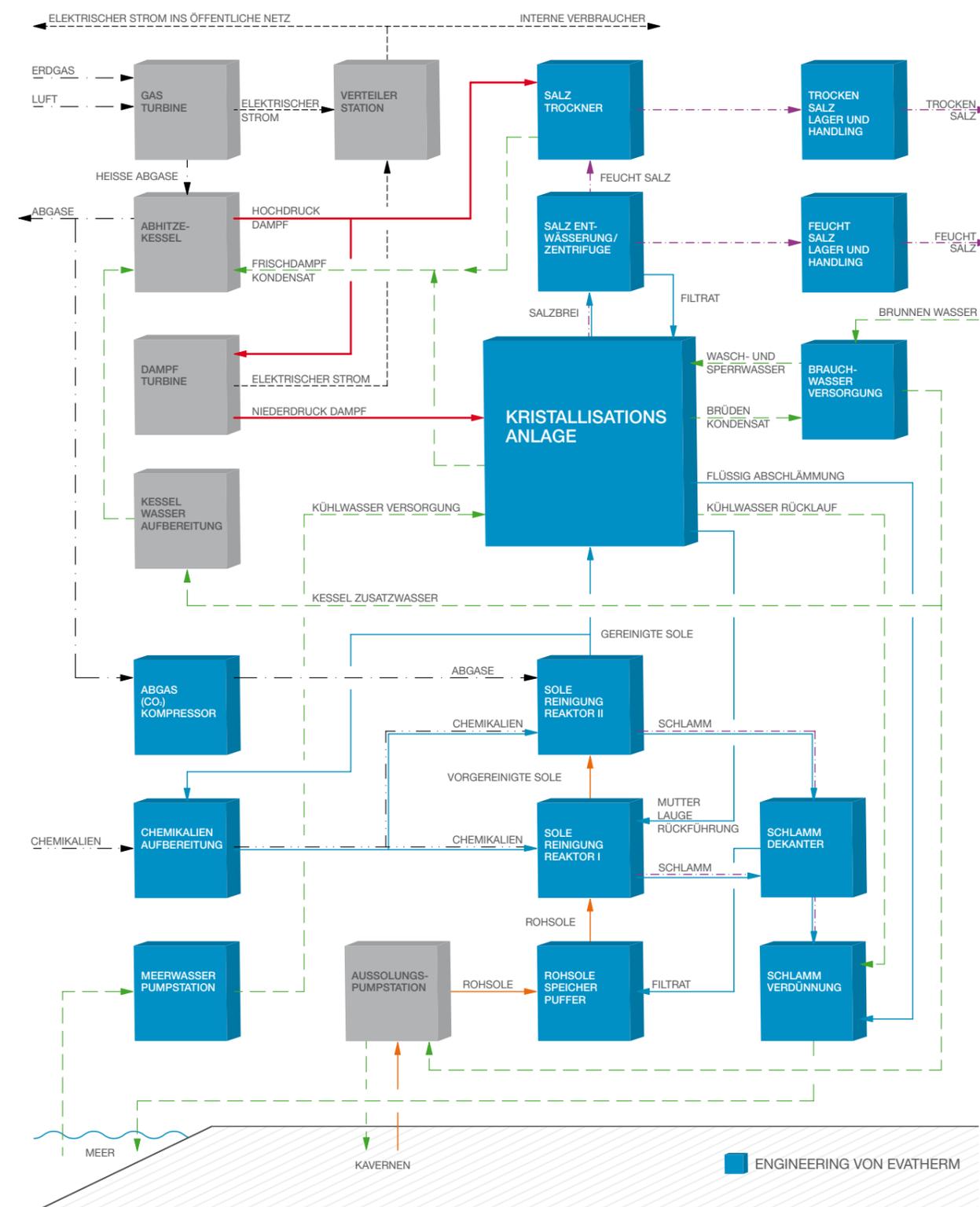
Wir haben das Know-how und die Leistungsfähigkeit das gesamte technische Spektrum einer modernen Saline anzubieten:

- Solarsalinen (durch Partner)
- Salzwasch Anlagen
- Aussolung (durch Partner)
- Chemische Solereinigung
- Vakuumsalz Anlagen mit Brüdenverdichtung, mehrstufige Anlagen und Rekristallisation
- Salzhandlung und Abpackung

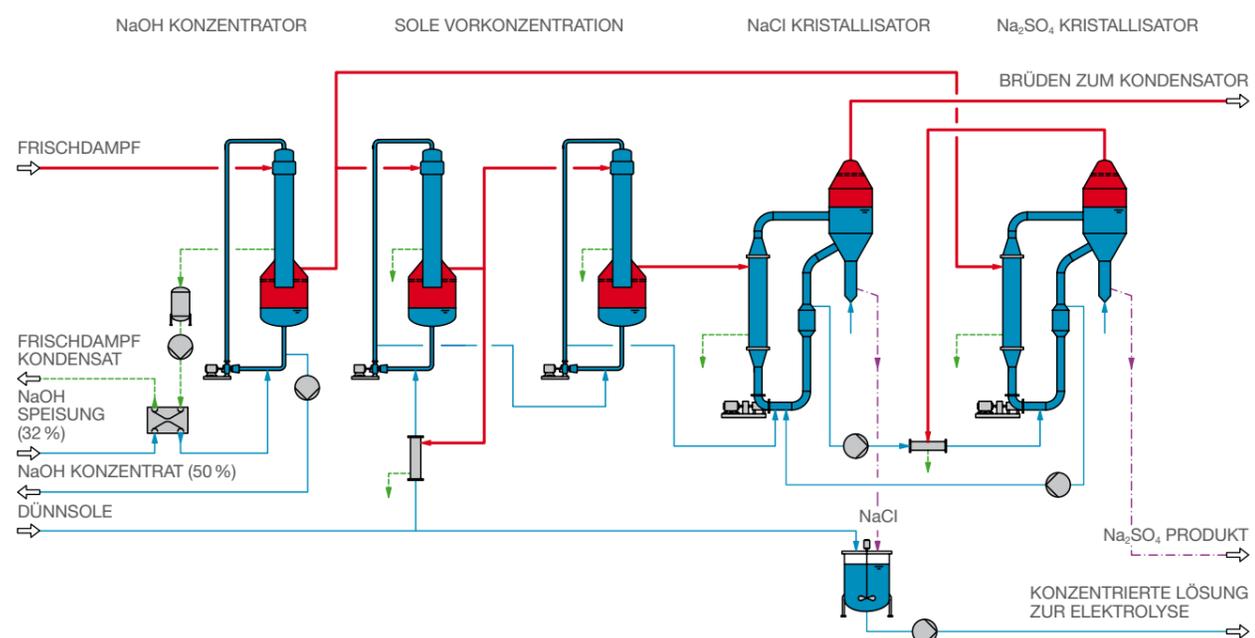
Die **Chemische Solereinigung** ist der Schlüssel zur optimalen Salzzreinheit mit tiefem Chemikalienverbrauch. Wir besitzen langjährige Erfahrung in der Batch-Reinigung und liefern Systeme, welche alle relevanten Faktoren für ein bestmögliches Resultat in Betracht zieht.

Eine moderne Saline besteht nicht nur aus einer Eindampfanlage. Darüber hinaus muss der gesamte Produktionsprozess beginnend mit der Rohmaterialversorgung bis zum Endprodukt Handling berücksichtigt werden. Besondere Aufmerksamkeit ist der Energieerzeugung zu widmen, welcher eine entscheidende Rolle bei der Rentabilität einer Vakuumsaline zukommt. Das nachfolgende Blockdiagramm zeigt ein Beispiel solch einer übergreifenden Betrachtungsweise, wo die Energieerzeugung durch eine Wärme-Kraftkopplung in den Gesamtprozess integriert ist.

Block Diagramm einer modernen Saline



ANWENDUNGEN



Chloralkali Industrie

Die Chloralkali Industrie ist ein integrierender Bestandteil der Wirtschaft in vielen Ländern weltweit. EVATHERM bringt innovative Lösungen für den Solekreislauf, die Sulfatentfernung und für die Laugenaufkonzentrierung.

Ausser dem Know-how für **Laugenaufkonzentrierung-** und für **moderne Salz- und Solereinigungsanlagen**, besitzt EVATHERM eine geeignete Technologie für die thermische Sulfatentfernung aus der Dünnssole. Anstelle der Fällung mit Ba-Salzen, kann ein **Verfahren für die thermische Sulfatentfernung** eine umweltfreundlichere und wirtschaftlichere Alternative bedeuten. Mit der so genannten fraktionellen Kristallisation werden die Sulfate in Form von Na_2SO_4 auskristallisiert, dies ist ein wertvolles Nebenprodukt für die Industrie. Unterschiedliche Löslichkeiten der einzelnen Komponenten bei verschiedenen Temperaturen sind die Triebkraft für die selektive Abtrennung von Na_2SO_4 aus einer NaCl - Na_2SO_4 - NaClO_3 -Sole.

Die Kombination einer Natronlauge Eindampfung mit dem thermischen Sulfatentfernungsverfahren ist eine der neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Chloralkali Industrie (siehe obiges Schema). Eine durchdachte dampfseitige Verknüpfung der Verfahren bringt signifikante Einsparungen bei der thermischen Energie als auch bei den Investitionskosten.

Unsere Technologie für die **Hypochlorid Rückgewinnung** ist ein bedeutender Beitrag zu unserem Bekenntnis zum Umweltschutz.

CHEMISCHE INDUSTRIE

EVATHERM's Eindampf- und Kristallisationsysteme werden in vielen verschiedenen Industriezweigen für die Verarbeitung von anorganischen und organischen Substanzen eingesetzt. Die nachfolgende Auflistung zeigt einige Hauptanwendungsgebiete in der chemischen Industrie:

Kali- und Düngemittel Industrie

- Kristallisation von verschiedenen Kali- und Nitratsalzen
- Abwasserbehandlung
- Magnesium Salz Rückgewinnung

Caprolactam Industrie

- Kristallisation von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- und viele andere...

Waschmittel Industrie

- Herstellung von Na_2SO_4

Kraftwerk Industrie

- Behandlung von Kühlturm Abschlammungen

Zellstoff Industrie

- Schwarzlauge Eindampfung

Bergbau- und Metall Industrie

- Eindampfung von kontaminiertem Abwasser
- Metall Rückgewinnung
- Behandlung von galvanischen Abwässern

Umweltschutz

Sämtliche Industriebereiche sind heutzutage durch das steigende Umweltbewusstsein herausgefordert. Jede Branche muss ihre Verantwortung gegenüber der Umwelt durch Vermeidung von Abfällen und Rückgewinnung von Wertstoffen wahrnehmen. Unser Beitrag zu diesen Bemühungen sind innovative Aufkonzentrierungs-, Reinigungs- und Trennverfahren für:

- Eindampfung von Abwässern aus Rauchgaswäschern
- «Zero Discharge» Systeme für Kraftwerke
- Selektive Wertstoffrückgewinnung aus Abwässern
- Lauge- und Säureaufkonzentrierungsanlagen



DIENSTLEISTUNGEN

Unsere Geschäftstätigkeit umfasst Engineeringleistungen, Lieferung von Hauptausrüstungen und von schlüsselfertigen Anlagen. Umfassende technische Dienstleistungen vervollständigen unsere Angebotspalette, wie zum Beispiel

Consulting

- Wirtschaftlichkeitsstudien
- Betriebs- und Anlagenanalyse

Engineering Studien

- Basic Engineering Leistungen
- HAZOP Untersuchungen
- Behörden Engineering

Anlagenbau

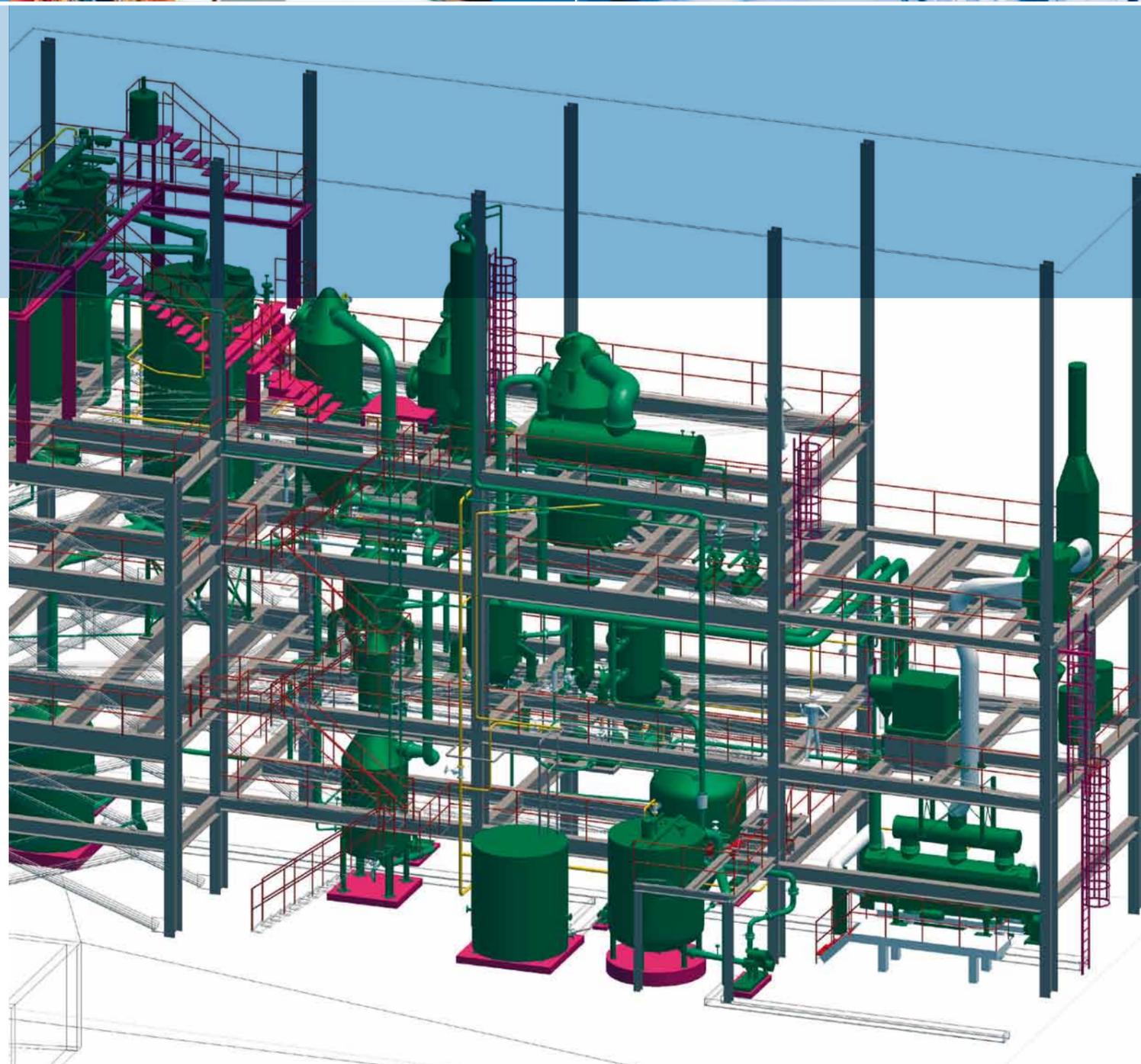
- Detail Engineering Leistungen
- Ausrüstungslieferung
- Anlagen Modernisierung
- Schlüsselfertige Anlagen

After-Sales Dienstleistungen

- Montageüberwachung
- Training des Betriebspersonals
- Inbetriebsetzung
- Ersatzteil Lieferung
- Revision

Technikum

Als ein Ausdruck unseres Versprechens zur kontinuierlichen Verbesserung unserer Technologien, haben wir ein modernes Labor und Technikum geschaffen. Viele unserer Projekte beginnen hier, sei es eine neues Verfahren oder die Bestimmung von unbekanntem Stoffwerten.





HAUPTSITZ SCHWEIZ

EVATHERM AG
Hintermättlistr. 3
Gewerbepark
CH – 5506 Mägenwil
Tel. +41 62 889 79 00
Fax +41 62 889 79 01
info@evatherm.com
www.evatherm.com

DEUTSCHLAND

EVATHERM GmbH
Dübener Strasse 17
D – 06774 Muldestausee
Tel. +49 342 08 71 295
Fax +49 342 08 71 297
ibu@evatherm.com

UNGARN

EVATHERM KFT
Beregszász tér 16
H – 1118 Budapest
Tel. +36 1 246 37 77
Fax +36 1 246 37 87
cpr@evatherm.com

