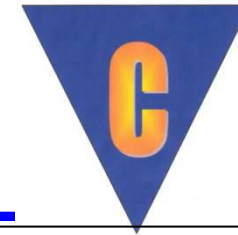


Übersicht der Infusionstechniken (Auszüge)

Torsten.Lorenz.@c-technologie.com

Update. 37

Innovative Infusionstechniken



Kompetenz in FVW

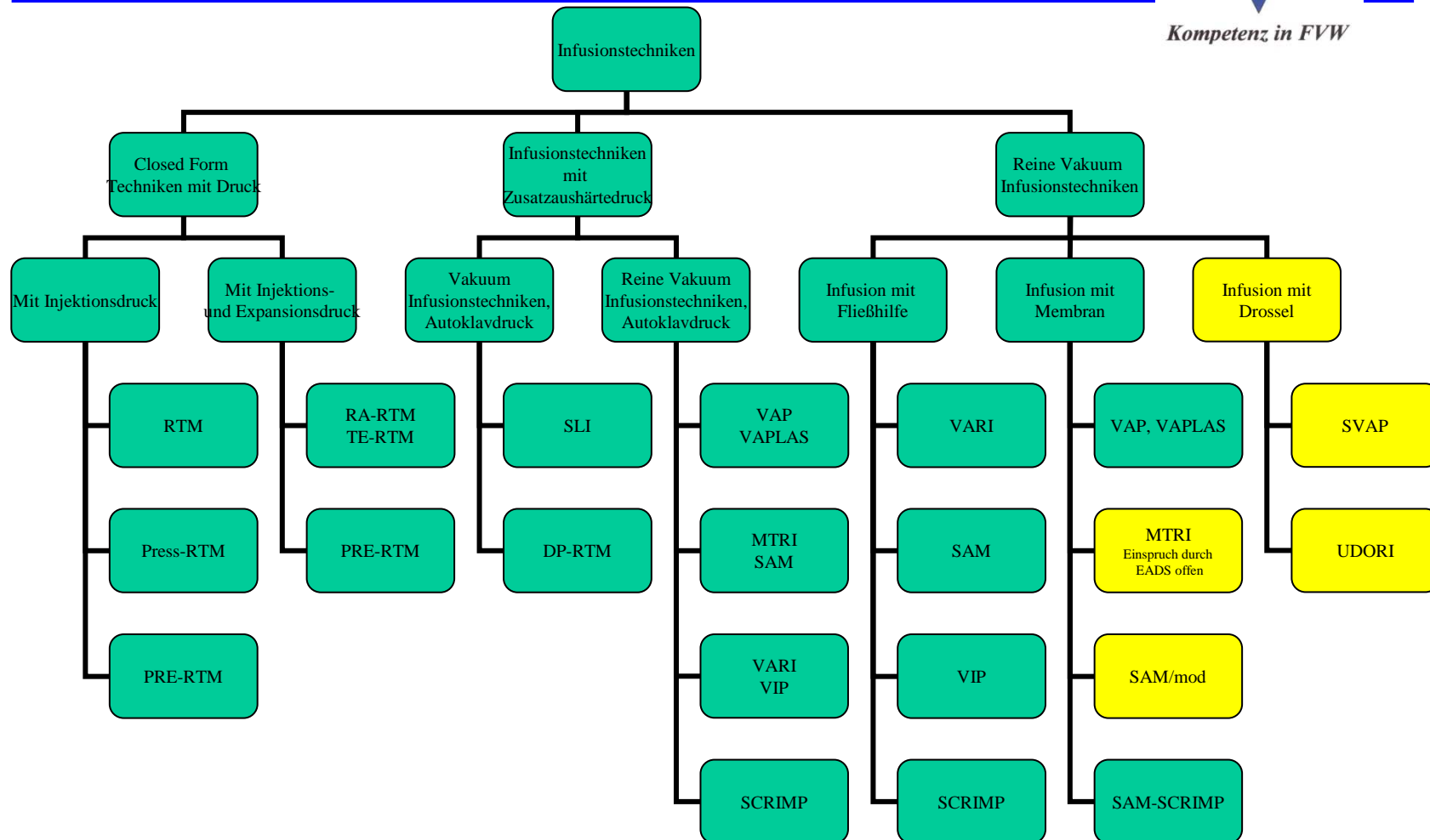
Inhalt

| | |
|---|---|
| -VAP | Vacuum Assisted Process |
| -VARI | Vacuum Resin Infusion |
| -VAPLAS | Vacuum Assisted Process for Light Aerostructures |
| -MTRI | MT-Resin Infusion |
| -SAM | Self Adjustable Membrane Techniques |
| -SLI | Single Line Injection |
| -VIP | Vacuum Infusion Processing |
| -DP-RTM | Different Pressure Resin Transfer Molding |
| -RTM | Resin Transfer Molding |
| -TE RTM | Thermal Expansion RTM |
| -RA RTM | Rubber RTM |
| -SCRIMP | Seeman Composites Resin Infusion Molding Process |
| -<u>PRE-RTM</u> | <u>Prepreg Resin Infusion</u> |
| -Dieses stellt nur eine Auswahl ohne Wertung zur Qualität der Verfahren da | |

Innovative Infusionstechniken



Kompetenz in FVW



Innovative Infusionstechniken



Kompetenz in FVW

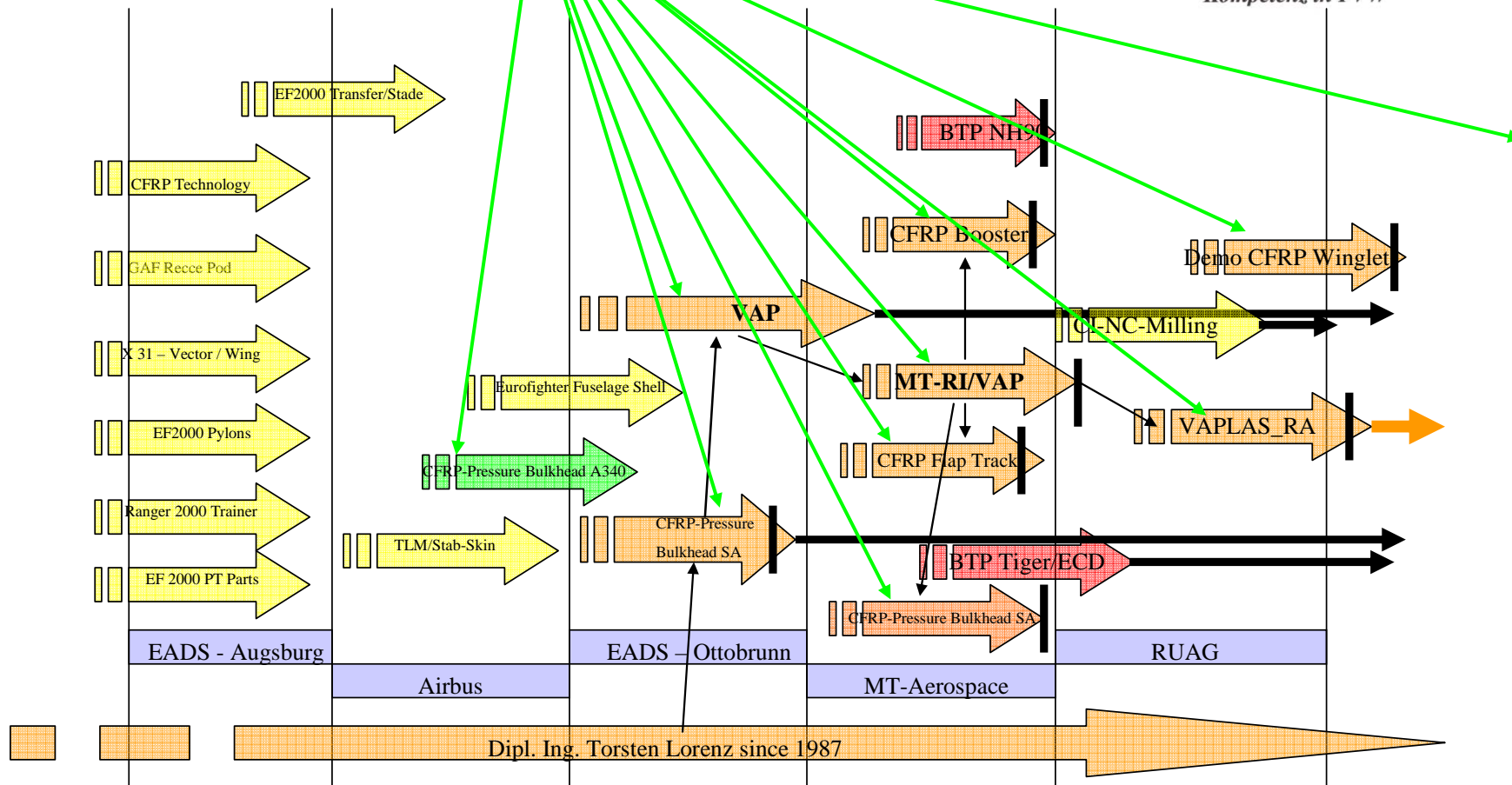
Anhand der vorliegenden Gliederung wird die Vernetzung der unterschiedlichen Ansätze sehr deutlich. Die Vielzahl der Bezeichnungen und Abkürzungen ist teilweise sehr irreführend, insbesondere da einige Verfahren als Patent (teilweise nur national, europäisch, nur US oder weltweit) geschützt sind. Allerdings hat jedes geschützte Verfahren meist sehr schnell ein „Gegenpatent“, um diese Schutzrechte auszuhebeln. Bei allen Verfahren kann man eigentlich grundsätzlich auf die Grundzüge RTM, Infusionstechnik in Analogie von „Hütter“ und Infusionstechniken mit Fließhilfe in Analogie „Seeman“ zurückführen. Alle Membranvarianten haben als Basis diese „Seeman – Idee“ als wichtigen Bestandteil und sind bei der Anwendung im US-Markt immer gefährdet.

Jedes der genannten Verfahren hat unbestritten Vorzüge, als auch Nachteile. Eine Verfahrensauswahl kann und sollte nicht nur auf eine Technik fixiert sein, sondern die Bedürfnisse des Produktes berücksichtigen. Hierzu zählen Merkmale wie: Größe, Geometrie, Dicke, Werkstoff, Anwendung, Kostenzielen, Qualitätsforderungen, Dokumentationspflichten, verfügbare Infrastruktur, Vorerfahrung der Anwender etc.. Schutzrechte sind eher in zweiter Linie zu betrachten, da diese meist leicht ausgehebelt werden (siehe Historie: Seemann-Patente u.a.). Das beste Schutzrecht ist und bleibt das persönliche Know How.

Innovative Infusionstechniken, History



Kompetenz in FVW



Gemeinsamkeiten:

Grundsätzlich bedürfen alle Infusionstechniken eine Werkzeuganordnung die die globale Harzverteilung sicherstellt, dieses ist besonders bei großflächigen und / oder ringförmigen Strukturen wesentlich.

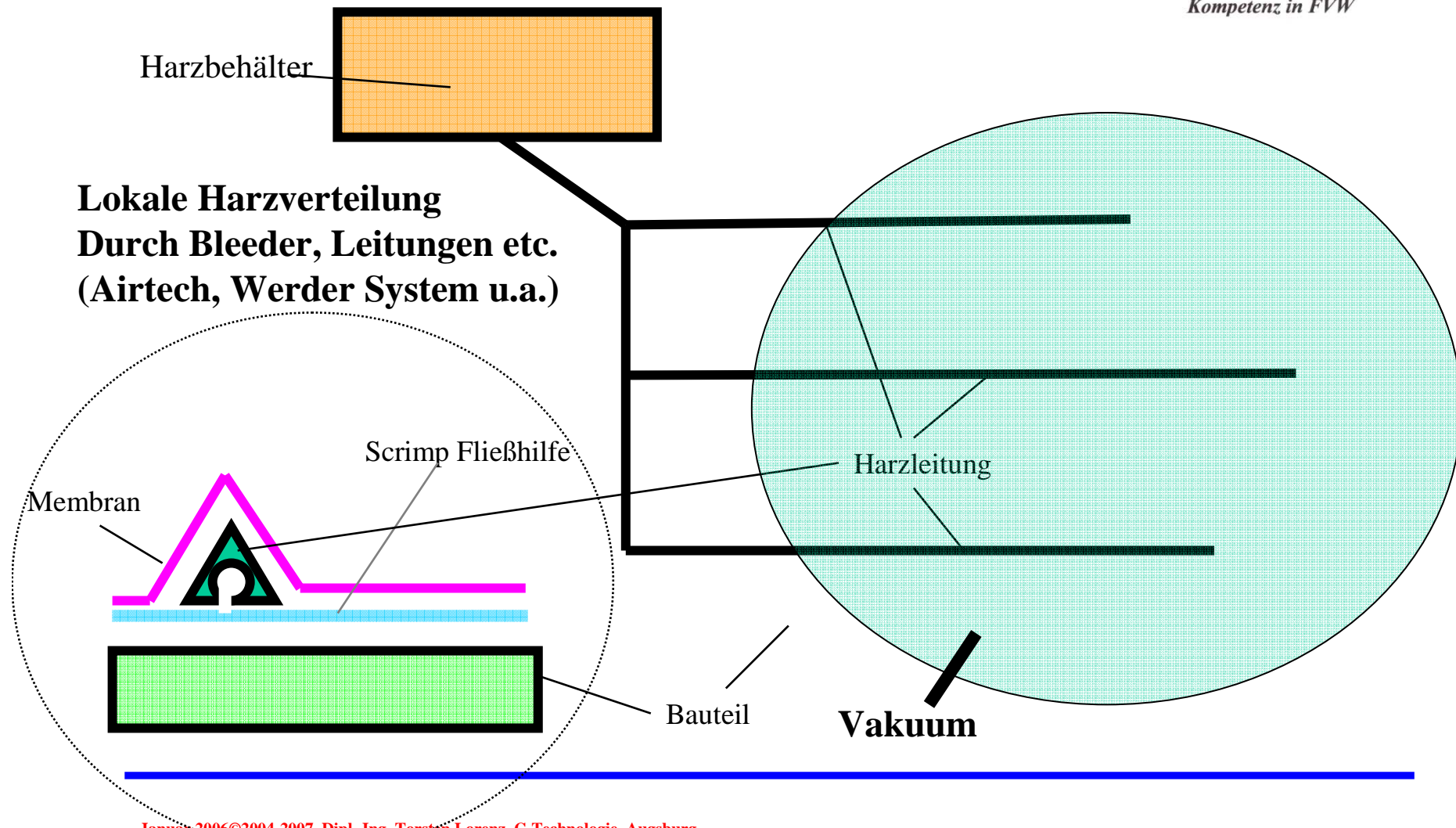
Im Folgenden wird eine mögliche Anordnung dargestellt wie sie z.B. bei VAP im SAMPE Vortrag EADS/Lorenz 2001 veröffentlicht wurde bzw. auch in den Unterlagen der Firma Airtech verfügbar ist (Lieferanten für Membrane: Fa. Airtech, Fa. WL-Gore, allgemeine Textilindustrie, Laborbedarf Chemische Filter und Drosseln, div. CT-Quellen je nach Anwendungstemperatur)

Weitere effektivere Varianten liegen bei C-Technologie vor

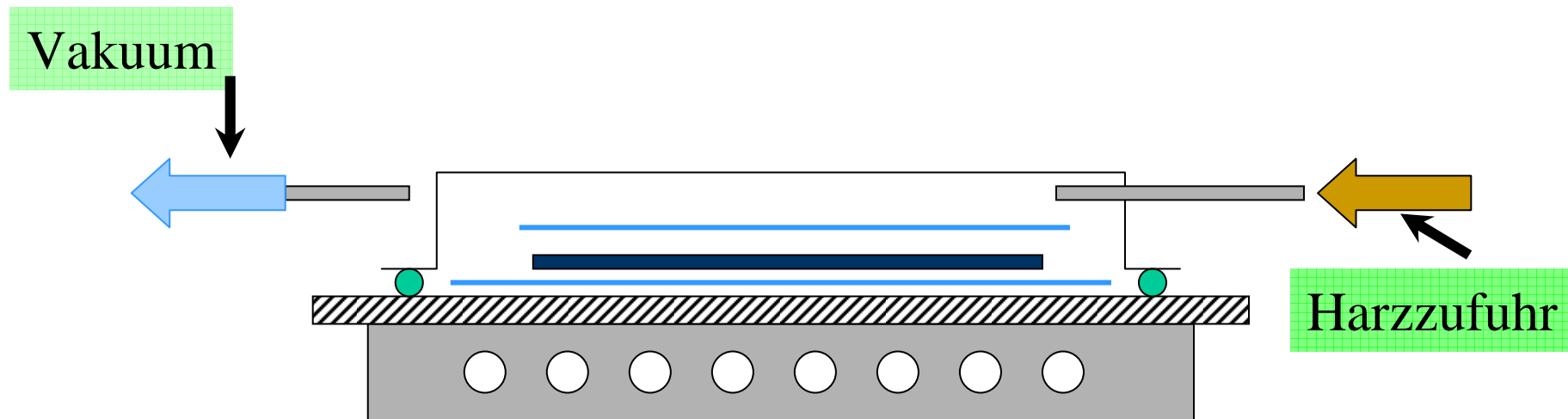


Kompetenz in FVW

Harzverteilung am Bauteil



Grundlagen (1.Stufe)



Kammer = Gelege und Injektionsraum

Grundlagen (1.Stufe), cont..

Das Harz wird einfach in horizontaler Richtung durch das Gelege gesaugt

Eine Temperatursteuerung der Viskosität erfolgt nicht

Der Fließwiderstand des Harzes ist abhängig von der Harzviskosität, vom Materialtyp, vom Gelegeaufbau, der Werkstoffdicke, von der Höhe der Vakuumleistung und des Wirkvakuums unter dem Vakuumsack etc.

Die Infusion ist damit eine natürliche Grenze gesetzt, nach ca. 500-700 mm ist der Prozess nicht mehr durchführbar, ohne erneute lokale Harzzufuhr und weitere lokale Absauger

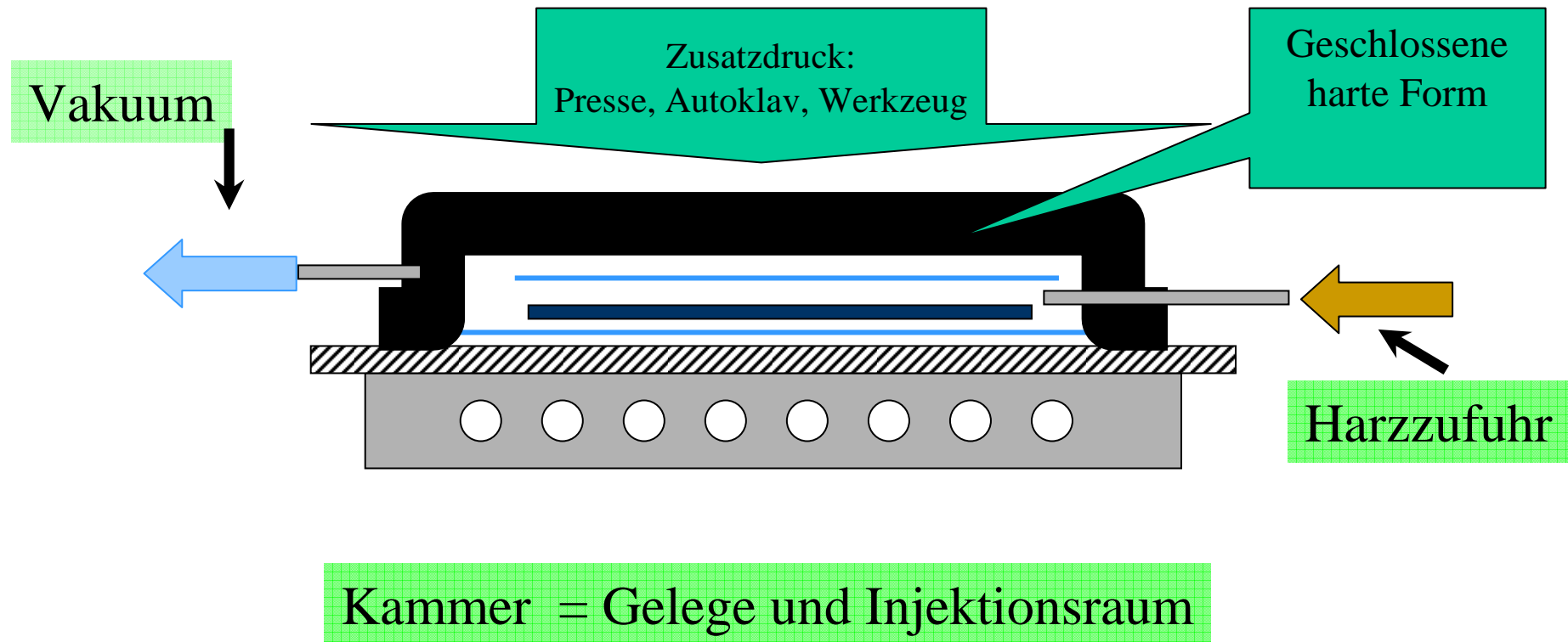
Durch diese Störungen in Verbindungen des nicht konstanten Fließwiderstandes kommt es zu Fließfronten die lokal vor- bzw. nacheilen und sich damit „überholen“.

Damit entstehen lokale Luftnester = Ausschuß

Aber diese Stufe 1 ist Grundlage für RTM

Prinzip RTM

Grundlagen (2. Stufe) = RTM



Grundlagen (2.Stufe), RTM, cont..

Das Harz wird einfach in horizontaler Richtung durch das Gelege gesaugt

Eine Temperatursteuerung der Viskosität erfolgt durch z.B. beheizbare Pressen

Der Fließwiderstand des Harzes ist abhängig von der Harzviskosität, vom Materialtyp, vom Gelegeaufbau, der Werkstoffdicke, von der Höhe der Vakuumleistung, des Überdruckes und des Wirkvakuums im geschlossenen Werkzeug etc.

Entstehende Luftnester werden „herausgedrückt“ (Überdruck), durch Simulationssoftware werden die idealen Einlass- und Auslaßpunkte definiert. Allerdings sind diese theoretischen Berechnungen sehr störanfällig, so daß zusätzlich mittels Versuchen (Try and Error) versucht wird die optimale Werkzeuganordnung zu finden.

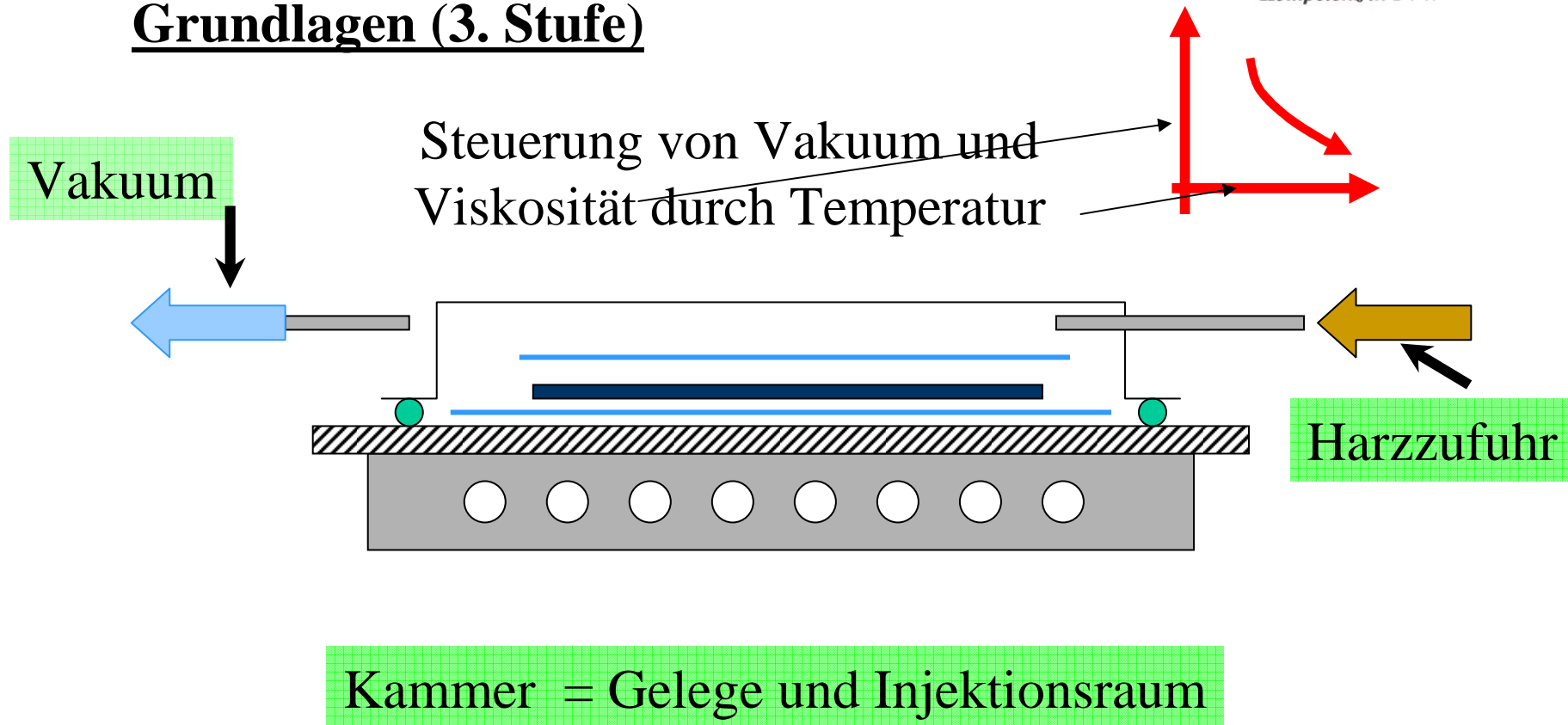
Sobald diese vorliegt ist der RTM Prozess serienmäßig kostengünstig reproduzierbar



Kompetenz in FVW

Prinzip gesteuerte Infusionstechnik

Grundlagen (3. Stufe)



Grundlagen (3.Stufe)

Im Prinzip wird bei dieser Technik der gleiche Aufbau wie in der Stufe 1 gewählt.

Zur Reduzierung wird nicht der Lagenaufbau oder die Vakuumanordnung geändert, sondern der Fließwiderstand des Harzsystems durch eine aktive Beeinflussung der Viskosität durch Temperatur herbeigeführt.

Damit wird allerdings die Topfzeit, bzw der Reaktionsstart ungünstig beeinflusst und begrenzt damit die Bauteilgröße erheblich. Das Risiko einer Exothermie ist gegeben

Für kleine Bauteile ist dieses Verfahren auch in Kombination mit der Ausprägung RTM gut einsetzbar.

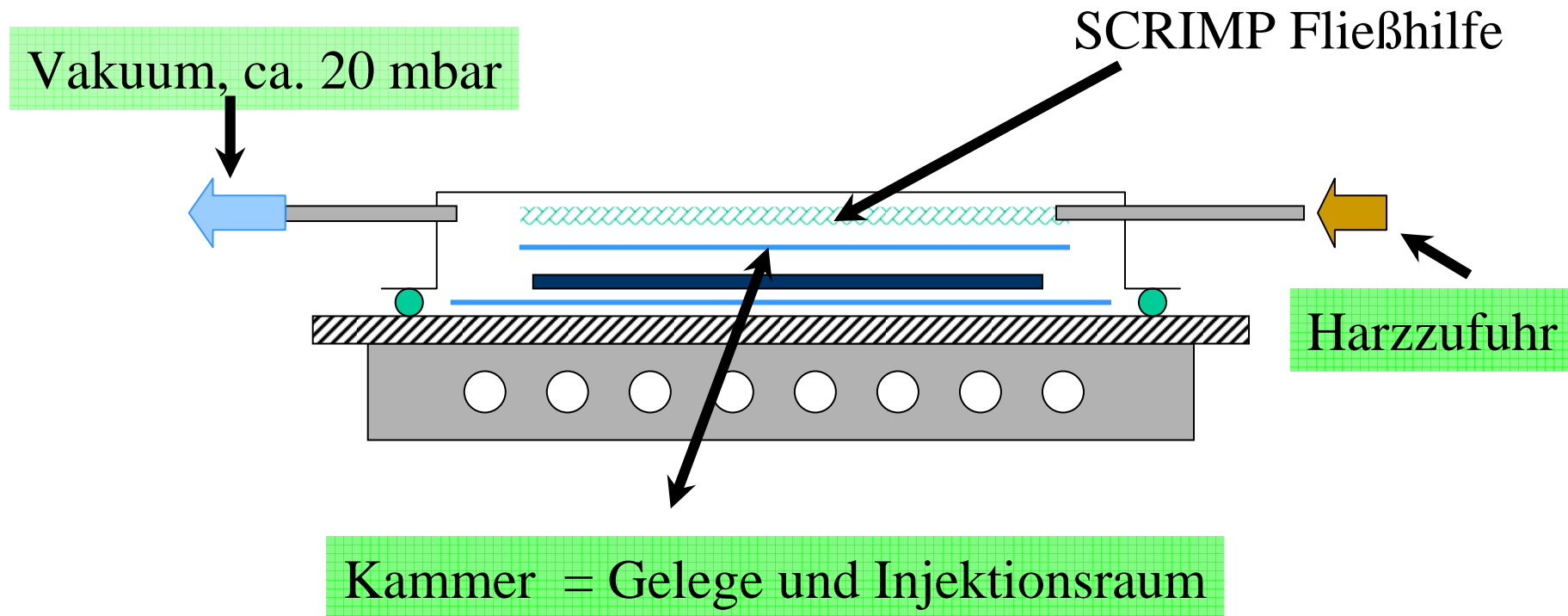
Als Sonderform ist auch die Anordnung von identischen Vakuum- und Harzzuleitung möglich (Sigle Line Injection), diese dokumentier, daß der Vakuumaufbbau der entscheidende Faktor ist nicht irgendwelche Anordnungen die eine bessere Entgasung ermöglichen

Prinzip SCRIMP



Kompetenz in FVW

Grundlagen (5. Stufe)



Grundlagen (5.Stufe)

Diese wohl mit Abstand innovativste Lösung, das sogenannte SCRIMP Verfahren (Seemann Composites Resin Infusion Process) hat die größte Anwendungen für Infusionstechniken gebracht. Vornehmlich erfolgten diese Im Boostrumpfbau, bei der Windenergie und bei Containern (Start Mitte der 80er Jahre)

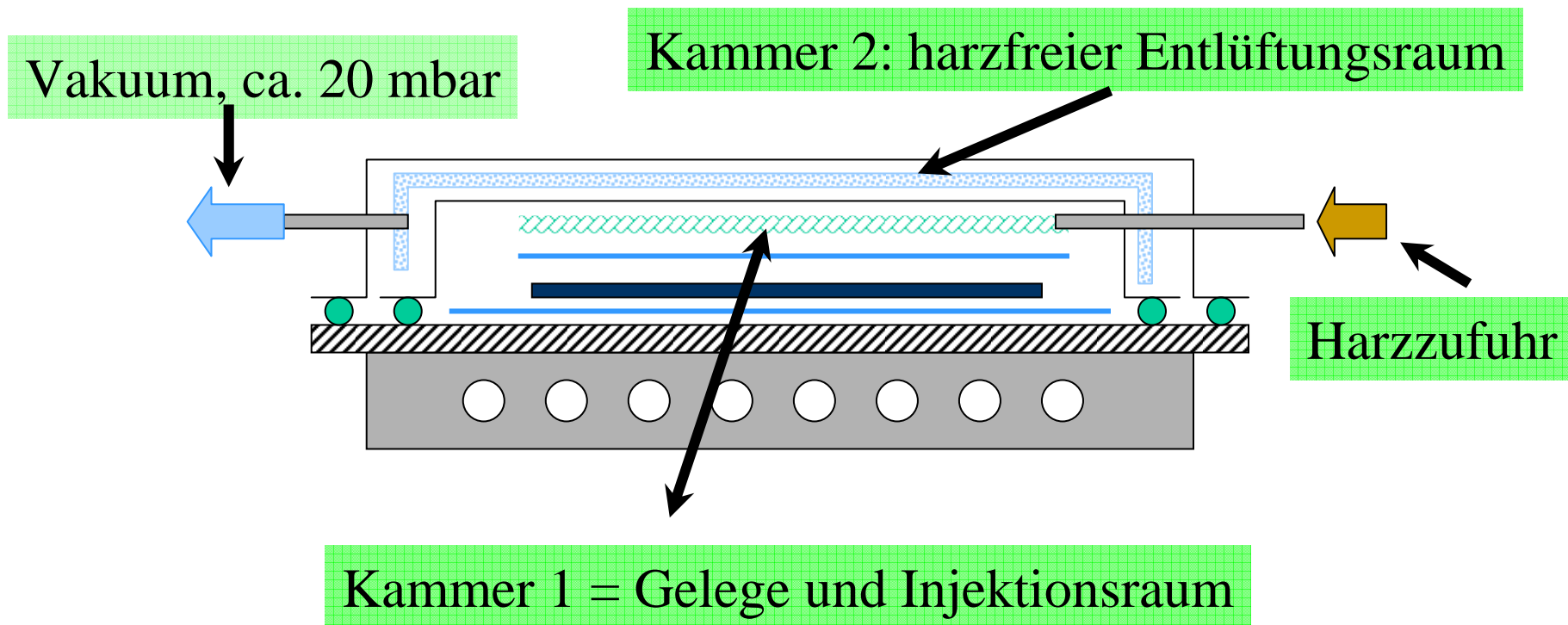
Das Prinzip beruht darauf, daß prinzipiell nicht mehr das Harz in horizontaler Richtung durchgesaugt, reingedrückt wird, sondern bewußt das gesamte Harz an der Oberfläche des Laminats global verteilt wird. Hierbei finden Verteilergewebe Anwendung, die man auch als Abstandshalter zwischen Vakuumfolie und Laminat einstufen kann und somit einen Fließkanal für das Harz auf der gesamten Bauteiloberfläche bildet.

Das Harz hat somit nur noch den Infusionsweg Bauteildicke, anstatt Länge und Breite.

Das Verfahren geht für Niedertemperatursysteme ausgezeichnet, hat aber noch den Nachteil, daß Fließfronten entstehen, die bei ungeschickter Werkzeuganordnung zu Luftnestern führen.

Interessant ist das dieser Prozess durch die transparenten Folien beobachtet werden kann

Grundlagen (6.Stufe)



Quelle: Patentschrift

Grundlagen (6. Stufe)

Eine weitere Steigerung der Qualität ist die Anwendung von Membranen im sogenannten Zwei Kammer System, auch als VAP Verfahren bekannt.

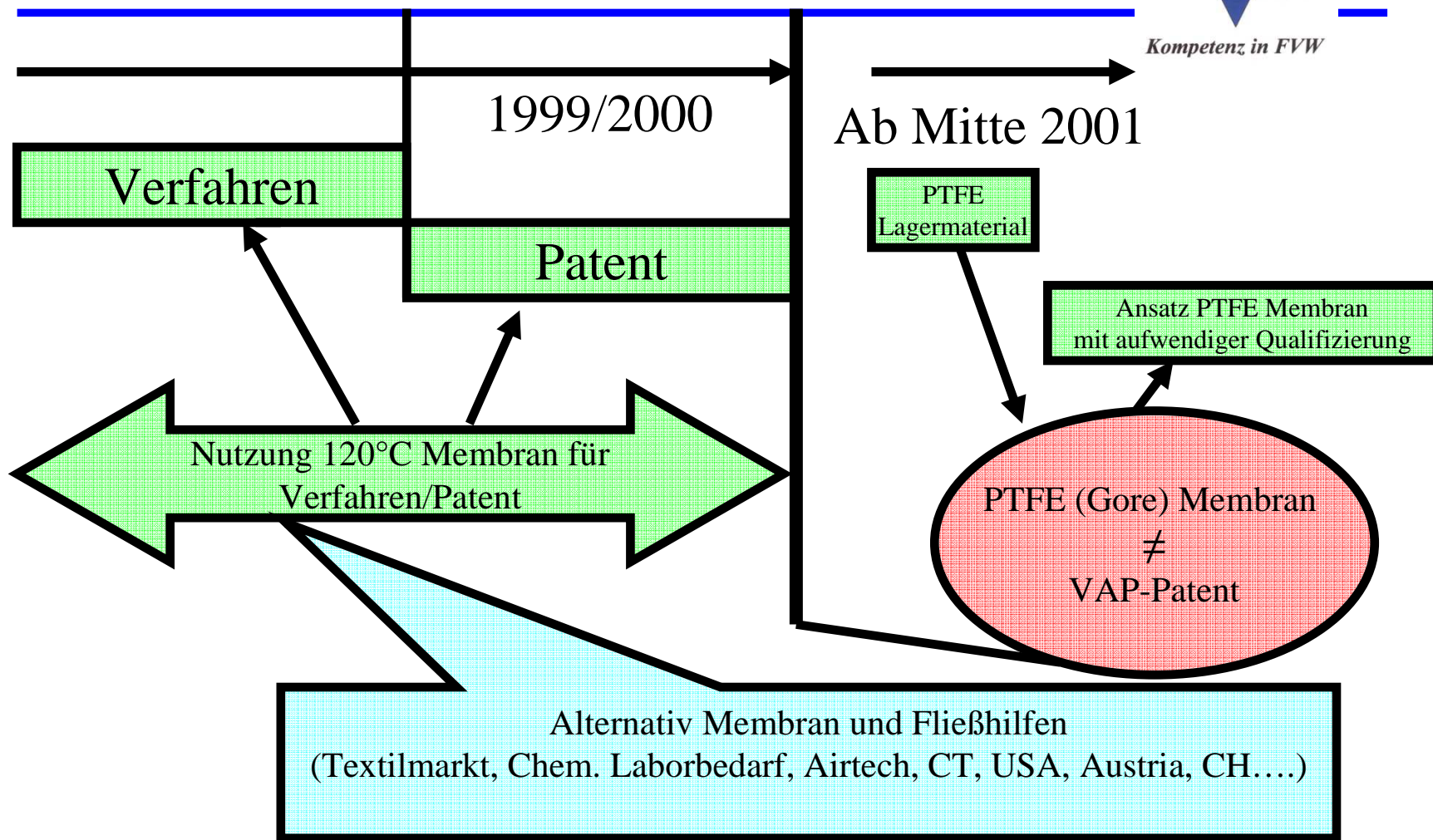
Hierbei wird während des Vakuumsaugens eine optimale Entlüftung des Laminats gewährleistet, Absaugung immer senkrecht zum Laminat. Dadurch wird eine homogene Kavität erzeugt, die eine einwandfreie Durchtränkung gewährleistet.

Der Schlüssel zu guten Bauteilen ist dabei eindeutig das optimierte gleichmäßige Vakuum in der Infusionskammer und die Verwendung von nicht entgasten Heißhärtenden Harzsystemen, die den Faservolumenanteil günstig beeinflussen.

Das Hauptproblem dieser Anordnung ist die Regelung der Harzzufuhr, da ja jedes eingeführte Harz in der Kammer bleibt



PTFE Membran \neq VAP Patent



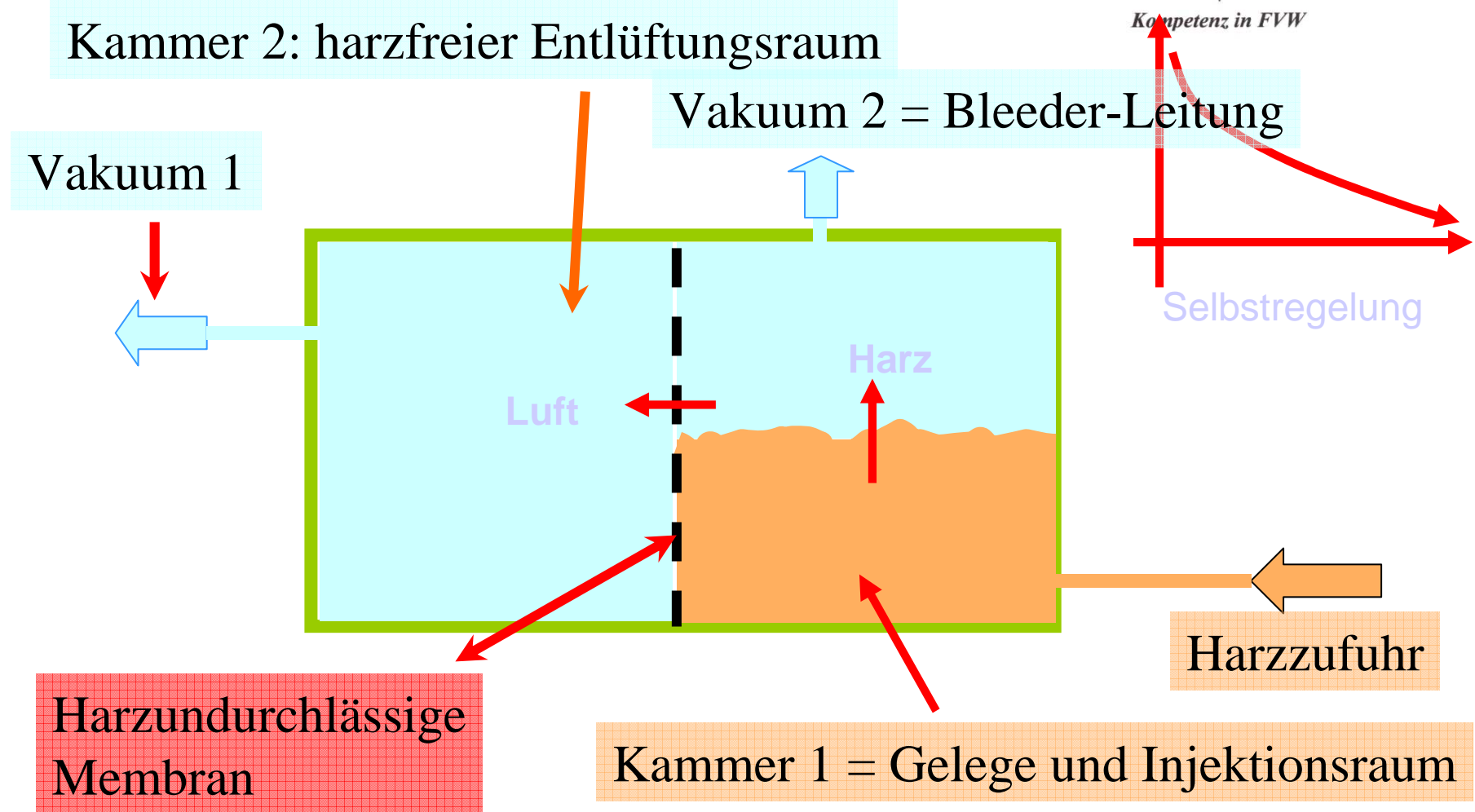
Kompetenz in FVW

Prinzip von MTRI-Bleeder

(real fehlende Kammer drei)



Kompetenz in FVW

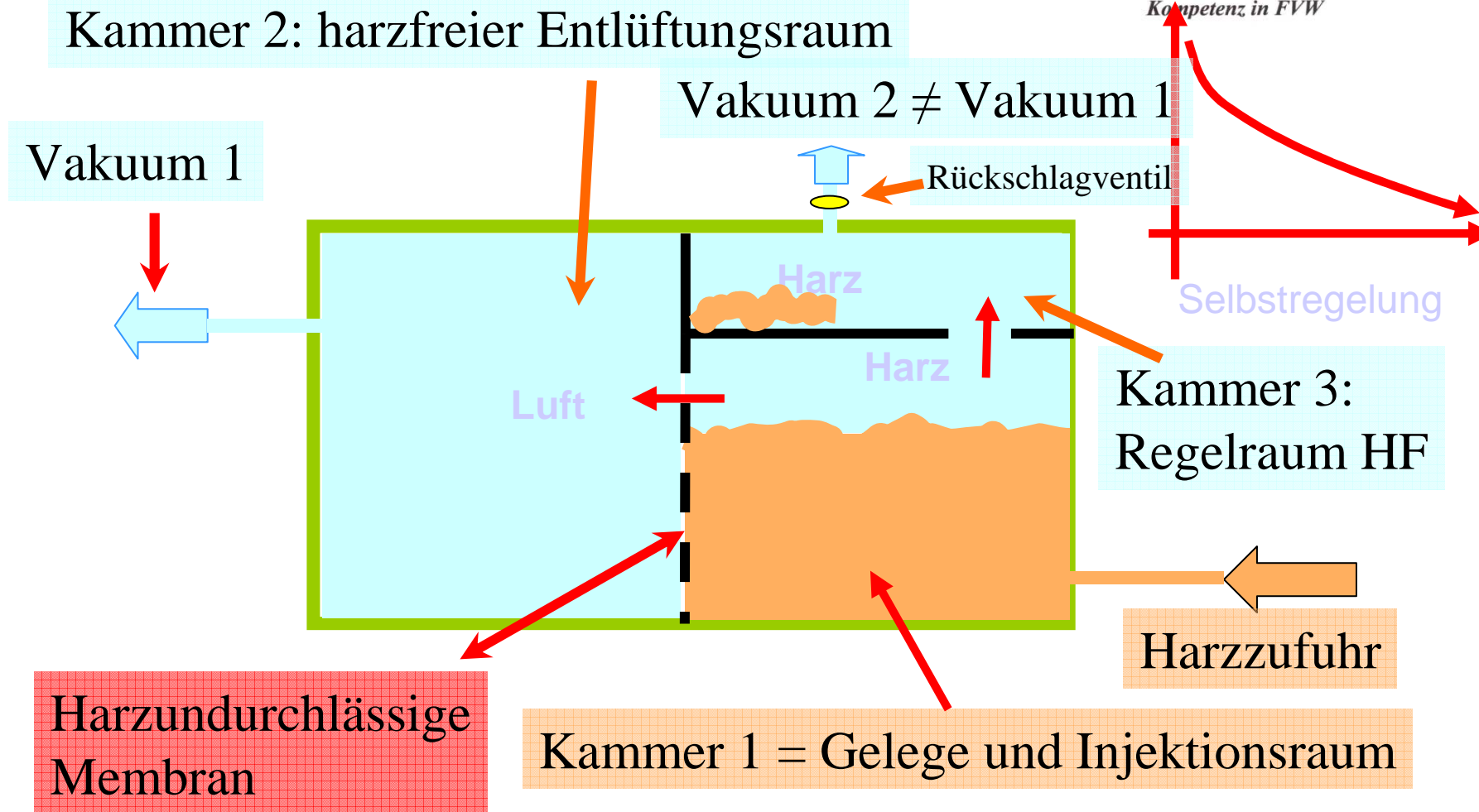


Prinzip von MTRI

(Real 3 Kammer System)



Kompetenz in FVW



Prinzip von VAPLAS

(Real 4 Kammer System für Komplexanwendungen)



Kompetenz in FVW

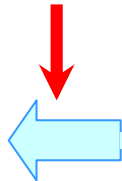
Kammer 2: harzfreier Entlüftungsraum

Vakuüm 2 \neq Vakuüm 1

Vakuüm 1

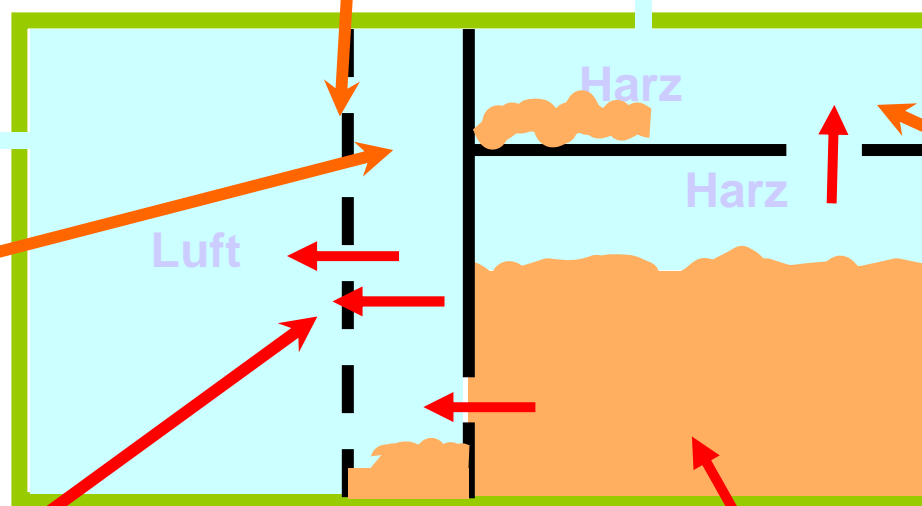


Rückschlagventil



Selbstregelung

Kammer 4:
Regelraum HF
und Entgasung



Kammer 3:
Regelraum HF

Harzzufuhr

Harzundurchlässige
Membran

Kammer 1 = Gelege und Injektionsraum

Prinzip von VAPLAS-LC

Vereinfachte optimierte Serienlösung

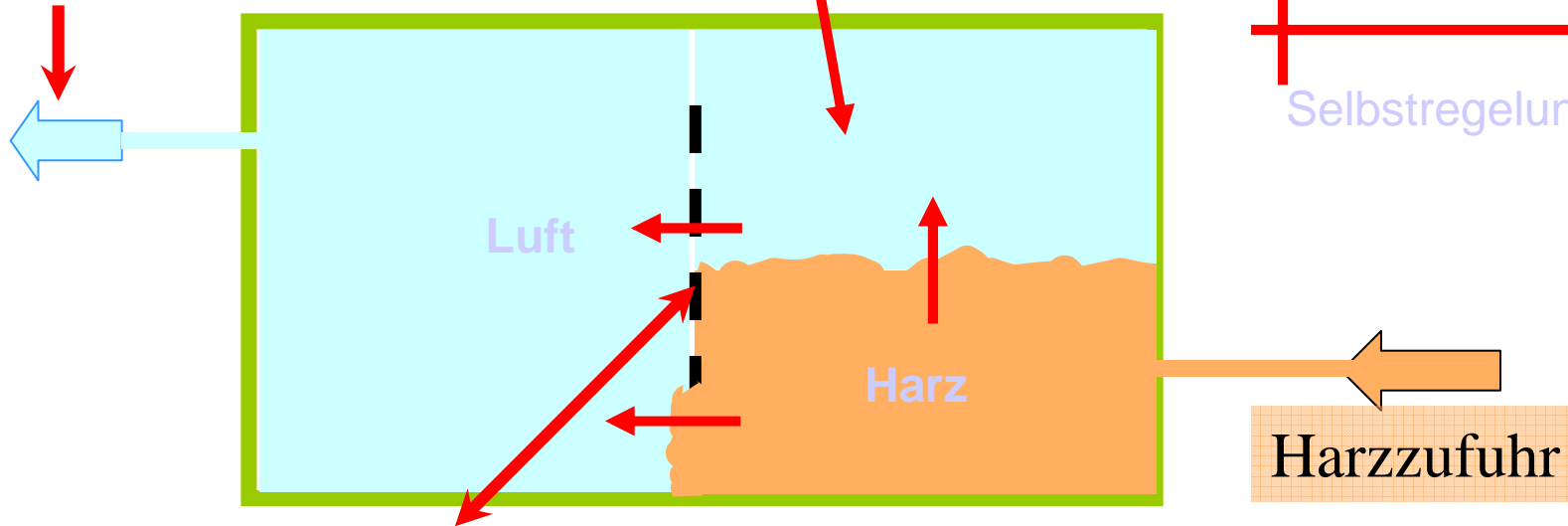


Kompetenz in FVW

Vakuum, ca. 20 mbar

Kammer 1

Gelege, Injektionsraum,
Harz und Regelraum



Selbstregelung

Harzundurchlässige Membran,
schwimmend und selbstjustierend

Grundlagen: Zusammenfassung

Grundsätzlich ist es bei der Infusionstechnik nie das Problem irgendein Harz in irgendein Gelege zu infiltrieren.

Jedes CFK Gelege läßt sich mit Harz durchtränken

Das Problem ist immer die Luftführung und das Vakuum

Grundlagen: Fließfronten

Ebenfalls ein sehr interessantes Thema bei allen Anwendern ist das immer wieder angeführte Thema: Fließfronten.

Es sein einfach darauf hingewiesen, daß im Infusionsraum ein Vakuum erzeugt wird, bevor eine Harzinfusion erfolgt. Damit gilt: vor dem Harzantritt liegt ein Vakuum an (typisch ca. 20 mbar), damit füllt sich dieser Raum mit Harz bis zum Druckgleichgewicht (automatisch), also somit mit ca. 2% „Fehlstelle“ (plus flüchtige Bestandteile des Harzsystems).

Damit ist ersichtlich, das das sogenannte Fließfront Management ehr Untergeordnete bis keine Relevanz hat, da Probleme mit diesen Effekten nur auftreten, wenn die Vakuum- oder Temperaturführung mangelhaft ist. Fließfronten sind kein reales Problem, sofern der Prozeß der Infusion richtig gehandhabt wird.

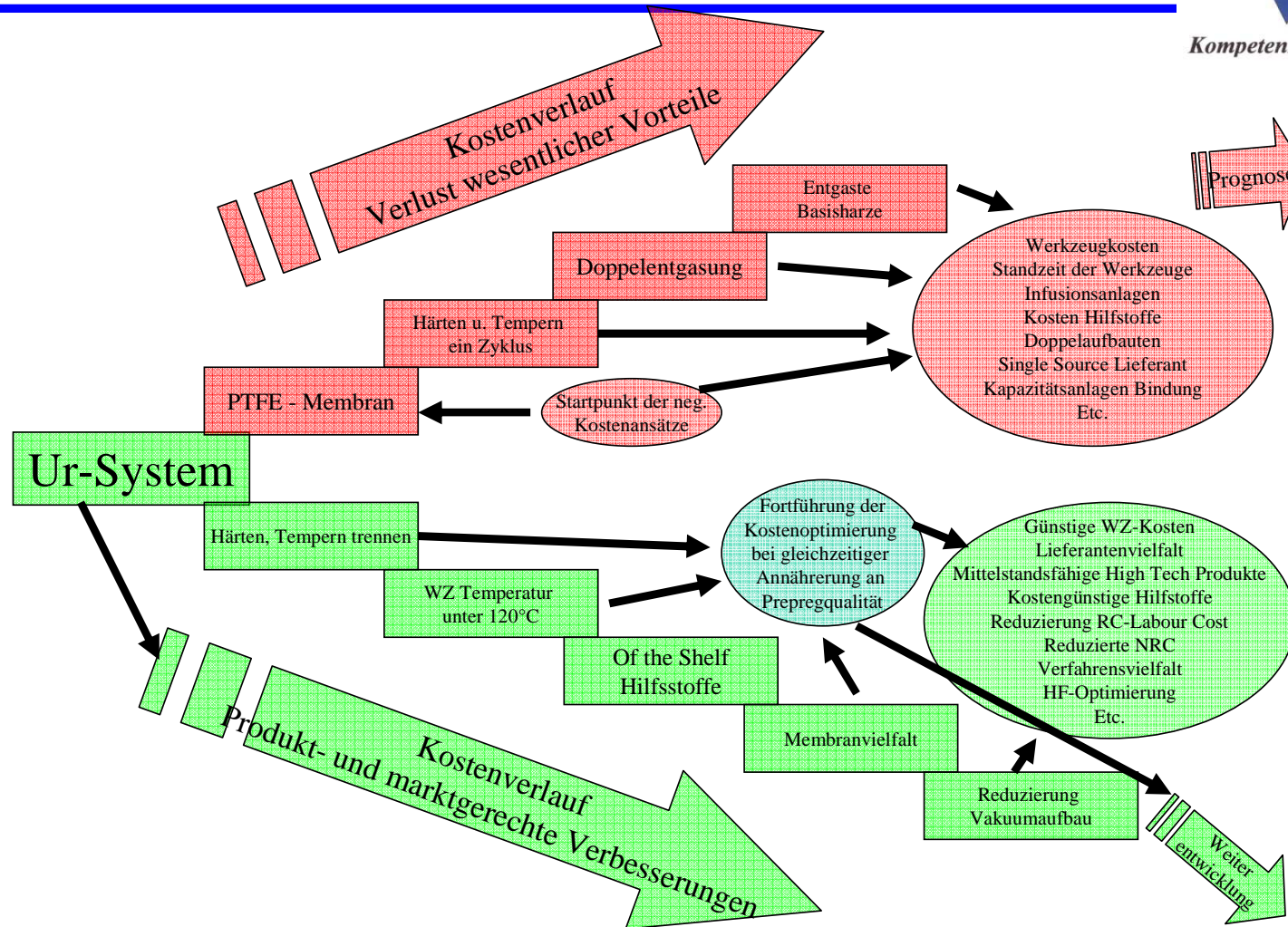


Kompetenz in FVW

Eine erfolgreiche Infusion ist allein von der Vakuumführung abhängig und die damit zusammenhängende Entsorgung der Luft.

Die Infusion erfolgt immer selbstständig und regelt sich selbst und stellt sich auf den natürlichen Fasergehalt von ca. 56 – 58 Vol % ein.

Eine Steigerung des Faservolumengehalts läßt sich nur durch die Verwendung von Trockenen Unigelegen in die Dimension von Prepregs bringen





Kompetenz in FVW

Weitere Verfahren.....SVAP.....UDORI.....SVAP,.....SA>M

auf Anfrage

Kontakt:

Torsten.Lorenz@c-technologie.com

Am Webereck 10a

86157 Augsburg

0049-821-2197422