

# **46th Annual Meeting of the Deutscher Kaelte und Klimatechnischer Verein 2020**

Deutsche Kaelte- und Klimatagung  
2020 Online

Online  
19-20 November 2020

Volume 1 of 2

ISBN: 978-1-7138-2423-7

**Printed from e-media with permission by:**

Curran Associates, Inc.  
57 Morehouse Lane  
Red Hook, NY 12571



**Some format issues inherent in the e-media version may also appear in this print version.**

Copyright© (2020) by Deutscher Kaelte- und Klimatechnischer Verein (DKV)  
All rights reserved.

Printed with permission by Curran Associates, Inc. (2021)

For permission requests, please contact Deutscher Kaelte- und Klimatechnischer Verein (DKV)  
at the address below.

Deutscher Kaelte- und Klimatechnischer Verein (DKV)  
Theodorstrasse 10  
D-30159 Hannover Germany

Phone: +49(0) 511 897 0814

Fax: +49(0) 511 897 0815

[info@dkv.org](mailto:info@dkv.org)

**Additional copies of this publication are available from:**

Curran Associates, Inc.  
57 Morehouse Lane  
Red Hook, NY 12571 USA  
Phone: 845-758-0400  
Fax: 845-758-2633  
Email: [curran@proceedings.com](mailto:curran@proceedings.com)  
Web: [www.proceedings.com](http://www.proceedings.com)

# TABLE OF CONTENTS

## VOLUME 1

### INHALTSVERZEICHNIS AA I (KRYOTECHNIK)

#### KRYOKONSERVIERUNG

I.01 TECHNISCHE ASPEKTE EFFIZIENTER KRYOKONSERVIERUNG VON GEWEBE .....	1
<i>O. Gryshkov</i>	
I.02 ROBOTERKOMPONENTEN FÜR DEN KRYOGENEN ARBEITSRAUM (REVIEWED) .....	9
<i>P. Jahn, A. Raatz</i>	
I.03 DEVELOPING A LN <sub>2</sub> -FREE SHIPPING SOLUTION FOR CRYOPRESERVED SAMPLES .....	23
<i>P. Kilbride</i>	
I.04 KRYOKONSERVIERTE PRÄZISIONSLUNGENSCHNITTE (PCLS) .....	36
<i>C. Ruppert</i>	

#### KRYOKONSERVIERUNG UND CRYOCOOLER

I.05 WELCHE FAKTOREN BEEINFLUSSEN DAS VORHANDENSEIN VON MIKROORGANISMEN IN KRYOTANKS? - EIN KULTURUNABHÄNGIGER ANSATZ .....	49
<i>F. Bajerski</i>	
I.06 EINE SOZIALWISSENSCHAFTLICHE PERSPEKTIVE AUF KRYOBIOLOGISCHE ANWENDUNGEN .....	60
<i>R. Liburkina</i>	
I.07A VALIDIERUNG DER KRYOKONSERVIERUNG VON TISSUE-ENGINEERING- KONSTRUKTEN IN KRYOBEUTELN .....	68
<i>S. A. Barker</i>	
I.07B ENTWICKLUNG EINES MIKROCONTROLLER-SYSTEMS ZUR TEMPERATUR- ÜBERWACHUNG IM TIEFTEMPERATURBEREICH EINER BIOBANK .....	74
<i>N. Göke</i>	
I.08 KONZEPTSTUDIE EINES ANGETRIEBENEN KALTTEILS FÜR LINEAR- STIRLINGKÜHLER .....	84
<i>M. Nussberger, I. Rühlich, C. Rosenhagen, M. Mai</i>	

#### ANLAGEN UND INDUSTRIELLE LÖSUNGEN

I.09 LECKAGEPRÜFUNG VON KRYOKOMPONENTEN .....	91
<i>J. Drache</i>	
I.10 EFFIZIENZSTEIGERUNG VON KRYOANLAGEN DURCH EINSATZ VON TURBINEN NACH DEM NEUESTEN STAND DER TECHNIK .....	101
<i>R. Herrmann, D. Curd, O. Amstutz</i>	

I.11 ANFORDERUNGEN AN DAS KÜHLSYSTEM FÜR LANGE HTSL-LEISTUNGSKABEL .....	108
<i>A. Alekseev, S. Grohmann, L. Decker</i>	
I.12 SUPRALEITENDE STROMKABEL: OPTIMIERUNG DER KÜHLTECHNIK .....	114
<i>F. Herzog, T. Kutz</i>	
I.13 PRODUKTENTWICKLUNG UND BAU EINER KRYOGENEN ARGONANLAGE .....	122
<i>P. Dalakov, C. Jaspers, C. Ziege</i>	

### **KRYOGENE ROHRLEITUNGEN**

I.14 INSTALLATIONSMÖGLICHKEITEN FLEXIBLER, KRYOGENER ROHRLEITUNGEN .....	134
<i>J. Essler</i>	
I.15 SCHUTZ VOR VERDECKTER KORROSION [C.U.I.] IN KRYOGENEN, VORISOLIERTEN ROHRLEITUNGEN .....	141
<i>T. Hoss, W. Hoppe</i>	

### **NEUTRONENMODERATION UND KRYOSTATTECHNIK**

I.16 KALTE WASSERSTOFFISOTOPOLOGE AM TRITIUMLABOR KARLSRUHE .....	158
<i>R. Größle</i>	
I.17 BESTIMMUNG DES ORTHO-PARA-VERHÄLTNISSSES VON WASSERSTOFF MITTELS SCHALLGESCHWINDIGKEITS-MESSUNG .....	175
<i>S. Eisenhut, C. Haberstroh, M. Klaus, A. Schwab</i>	
I.18 ENTWICKLUNG EINES NEUTRONENMODERATORS MIT METHAN BEI $T < 10$ K .....	186
<i>A. Schwab, P. Zakalek, U. Rücker</i>	
I.19 HEAT LOAD BUDGETING OF A SUPERCONDUCTING INDUCTION HEATER'S COMMERCIAL CRYOCOOLER-BASED CRYOSTAT .....	198
<i>L. Busch</i>	

### **INHALTSVERZEICHNIS AA II.1 (GRUNDLAGEN UND STOFFE DER KÄLTE- UND WÄRMEPUMPENTECHNIK)**

#### **WÄRME- UND STOFFÜBERTRAGUNG**

II.1.01 THERMODYNAMISCHE BETRACHTUNG VON TRANSKRITISCHEN R744- GASKÜHLERN .....	207
<i>E. Gerstenberger</i>	
II.1.02 ANALYSE DES REIFWACHSTUMS IN GEKÜHLTEN KANÄLEN .....	216
<i>J. Klingebiel</i>	
II.1.03 UNTERSUCHUNG DES DYNAMISCHEN VERHALTENS VON PLATTENVERDAMPFERN BEI NIEDRIGER ÜBERHITZUNG (REVIEWED) .....	225
<i>L. Böse, M. Wensing</i>	
II.1.04 IN-SITU-AUSLEGEMETHODE FÜR KAPILLAREN .....	238
<i>B. Vetsch, T. Menzi</i>	

## **SIMULATION**

II.1.05 NEUES MODELL ZUR 1D-SIMULATION DER INDIREKTEN VERDUNSTUNGSKÜHLUNG (REVIEWED) .....	250
<i>K. Oetringer, A. Dümmler, J. Götsche</i>	
II.1.06 NUMERISCHE SIMULATION EINER EISBREISTRÖMUNG ZUR VORHERSAGE DER AGGLOMERATION .....	263
<i>S. Hefny, C. Thomas, U. Hesse</i>	
II.1.07 EINSATZPOTENZIALE VON ZEOTROPEN GEMISCHEN MIT GROßEM TEMPERATURGLEIT FÜR ORC-PROZESSE .....	271
<i>B. G. Bederna</i>	
II.1.08 DYNAMISCHE SIMULATION VON ABSORPTIONSKÄLTEANLAGEN .....	277
<i>M. Wernhart, R. Rieberer, S. Zlabinger</i>	

## **SIMULATION UND ALTERNATIVE PROZESSE**

II.1.09 SORPTIONSEFFEKTE BEI DER FÖRDERUNG GESÄTTIGTER MEHRPHASIGER FLUIDE .....	286
<i>S. Wagner, A. Luke</i>	
II.1.10 UNTERKÜHLUNG AUF GLAS-ARTIGEN METALLOBERFLÄCHEN (REVIEWED) .....	295
<i>S. Gund</i>	
II.1.11 PRAXISERFAHRUNGEN BEI DER PERFORMANCE-BEWERTUNG VON KÄLTEANLAGEN.....	306
<i>M. WolfC. Steiniger</i>	
II.1.12 EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG EINES CO <sub>2</sub> -SUBLIMATIONSKREISLAUFS .....	317
<i>Y. Xu, C. Thomas, U. Hesse</i>	

## **ALTERNATIVE PROZESSE UND ADSORPTION**

II.1.13 SOLAR-SORPTIVE GEWINNUNG VON TRINKWASSER AUS DER LUFT IN ARIDEN GEBIETEN .....	327
<i>T. Theimel</i>	
II.1.14 REGELUNG DES LÖSUNGSUMLAUFS VON EINSTUFIGEN ABSORPTIONSKÄLTEANLAGEN ZUR EFFIZIENZSTEIGERUNG IM BETRIEB .....	341
<i>S. Petersen</i>	
II.1.15 DESIGN STRUKTURIERTER ADSORBENS-KOMPOSITE FÜR DIE ADSORPTIVE KÜHLUNG (REVIEWED) .....	354
<i>M. Scherle, U. Nieken</i>	
II.1.16 WASSER/ETHANOL - ADSORPTIONSKÄLTEMASCHINE UNTER 0°C .....	374
<i>M. Entrup</i>	
II.1.17 UNTERSUCHUNG DER AUSTREIBEREINHEIT EINER DIFFUSIONS- ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINE MIT PLATTENAUSTREIBER .....	385
<i>J. Brunder, K. Spindler, K. Stergiaropoulos</i>	

## **ADSORPTION UND SONDERTHEMEN**

II.1.18 ENTWICKLUNG UND VALIDIERUNG EINES SYSTEMMODELLS EINER OFFENEN FLÜSSIGSORPTIONSANLAGE (REVIEWED) .....	396
<i>W. Mandow</i>	
II.1.19 ENERGIEEFFIZIENTE REGELUNG DER RÜCKKÜHLUNG VON ABSORPTIONSKÄLTEANLAGEN .....	409
<i>S. Petersen</i>	
II.1.20 VISUALISIERUNG UND OPTIMIERUNG DER FLÜSSIGKEITSVERTEILUNG IN EINEM PLATTENABSORBER .....	421
<i>N. Mirl, K. Spindler, K. Stergiaropoulos</i>	
II.1.21 STABILITÄT DES KALTDAMPFPROZESSES BEI ÄNDERUNG DES NEIGUNGSWINKELS .....	436
<i>L. Brendel, J. E. Braun, E. Groll</i>	

## **FLÜSSIGEIS**

II.1.22 PARTIKELMORPHOLOGIE IN FLÜSSIGEISSPEICHERSYSTEMEN .....	446
<i>C. Steffan, U. Hesse</i>	
II.1.23 VERBLOCKUNGSVERHALTEN VON FLÜSSIGEIS IN WÄRMEÜBERTRAGERN .....	460
<i>T. Wenzel</i>	

## **INHALTSVERZEICHNIS AA II.2 (ANLAGEN UND KOMPONENTEN DER KÄLTE- UND WÄRMEPUMPENTECHNIK)**

### **VERDICHTER**

II.2.01 PARAMETERSTUDIE EINES NEUARTIGEN SCHUKEYROTATIONSVERDICHTER (REVIEWED) .....	471
<i>B. Cui, M. Gottschlich, U. Lüdersen, S. Kabelac</i>	
II.2.02 LEBENSDAUERVERSUCHE AN PROPANVERDICHTERN .....	484
<i>K. Steinjan, M. Böhm</i>	
II.2.03 NOISE-VIBRATION-HARSHNESS: HERAUSFORDERUNGEN FÜR ELEKTRISCHE KÄLTEMITTELVERDICHTER .....	492
<i>L. Löhmer, F. Wieschollek</i>	
II.2.04 USING 1D SIMULATION TO ASSESS THE TRANSIENT MOTOR BEHAVIOR IN A RECIPROCATING COMPRESSOR .....	499
<i>J. Tuhovčák, C. Altenhofen</i>	

### **KÄLTEMITTEL/ MODULKOPPLUNG**

II.2.05 SUBLIMATION VON CO <sub>2</sub> -TROCKENEIS ZUR KÜHLUNG BEI TEMPERATUREN UNTER -50°C .....	511
<i>P. Röllig, J. Germanus</i>	

II.2.06 N <sub>2</sub> O-CO <sub>2</sub> -GEMISCHE ALS KÄLTEMITTEL FÜR TEMPERATUREN UNTER -50 °C (REVIEWED) .....	523
<i>E. Melito, M. Kauffeld, T. Maurath</i>	
II.2.07 BESSER ALS R-744! KONZEPTE FÜR WEITERE EINSATZGRENZEN UND HÖHERE EFFIZIENZ .....	537
<i>K. Schwennesen, R. E. Low</i>	
II.2.08 CHALLENGES WHEN SELECTING FUTURE PROOF WORKING FLUIDS FOR HIGH TEMPERATURE HEAT PUMPS .....	546
<i>A. Cohr Pachai</i>	
II.2.09 ENERGIEEFFIZIENTE VERSCHALTUNG VON PROPAN- KÄLTEANLAGENMODULEN (REVIEWED) .....	552
<i>T. Guth, S. Schädlich</i>	

## VOLUME 2

### **UMWELT, WÄRMEÜBERTRAGER UND ÖL**

II.2.10 PERSISTENTE ABBAUPRODUKTE VON F-GASEN .....	566
<i>D. Behringer, F. Heydel</i>	
II.2.11 CHARAKTERISIERUNG VON KÄLTEMITTELVERFLÜSSIGERN UND - VERDAMPFERN IN KÄLTEANLAGEN UND WÄRMEPUMPEN (REVIEWED) .....	577
<i>T. Will, J. Köhler</i>	
II.2.12 VERHALTEN EINES NH <sub>3</sub> -VERDAMPFERS VOM BEREICH GERINGER ÜBERHITZUNG BIS ZUR ÜBERFLUTUNG .....	594
<i>F. Sperl</i>	
II.2.13 ROTIERENDER VERDAMPFER FÜR EINE WÄRMEPUMPE ODER KÄLTEMASCHINE .....	609
<i>O. Schmid, M. Kauffeld</i>	
II.2.14 UNTERSUCHUNGEN AN KLEINKÄLTEVERDICHTERN .....	622
<i>M. Cop, C. Thomas, U. Hesse</i>	

### **ÖL / NETZPROBLEME / VENTILATOREN**

II.2.15 EXPERIMENTELLE ANALYSE EINES SCHMIERMITTELS FÜR KOHLENWASSERSTOFF-KÄLTEMITTELGEMISCHE (REVIEWED) .....	631
<i>K. Stöckel</i>	
II.2.16 NETZPROBLEME: PHASENÜBERWACHUNG FÜR VERDICHTER, PUMPEN UND VENTILATOREN .....	640
<i>C. Ellwein</i>	
II.2.17 HOCHEFFIZIENTER AXIALVENTILATOR MIT BREITEM ANWENDUNGSSPEKTRUM .....	651
<i>P. Stern</i>	
II.2.18 UNTERSUCHUNG EINER KOMMERZIELLEN R744 SUPERMARKTKÄLTEANLAGE MIT EJEKTORTECHNOLOGIE .....	660
<i>C. Schlemminger, J. Doll</i>	

## **KOMPONENTEN UND ANLAGENSYSTEME**

II.2.19 LEISTUNGSVERHALTEN VON SCHRAUBENVERDICHTERN IM LANGZEITBETRIEB .....	669
<i>A. J. Höß</i>	
II.2.20 EJEKTOREN FÜR WÄRMEPUMPEN - GROBAUSLEGUNG MITTELS 1D STRÖMUNGSSIMULATION (REVIEWED) .....	679
<i>A. Buruzs</i>	
II.2.21 INNOVATIVE LIBR/H <sub>2</sub> O ABSORBER-TECHNOLOGIEN FÜR NIEDRIGE KÄLTETRÄGERTEMPERATUREN .....	694
<i>D. Gorlovsky</i>	

## **INHALTSVERZEICHNIS AA III (KÄLTEANWENDUNG)**

### **R-744**

III.01 WIRKUNG VON EJEKTOREN IN CO <sub>2</sub> WÄRMEPUMPEN .....	697
<i>A. Heggin</i>	
III.02 VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG VON EFFIZIENZSTEIGERNDEN MAßNAHMEN AN EINER TRANSKRITISCHEN CO <sub>2</sub> -VERSUCHSKÄLTEANLAGE (REVIEWED) .....	716
<i>C. Doerffel, C. Thomas, U. Hesse</i>	
III.03 DIREKTES KÜHLEN, KLIMATISIEREN UND HEIZEN MIT CO <sub>2</sub> IN EINEM SYSTEM OHNE ZWISCHENKREISLAUF .....	722
<i>M. Descasper, J. Schönenberger</i>	
III.04 SCHWINGUNGSTECHNISCHE OPTIMIERUNG VON KÄLTEAGGREGATEN FÜR DEN EINSATZ AUF LASTKRAFTWAGEN .....	732
<i>T. Pfliehinger, J. Kröger</i>	

## **MOBILE KÄLTEANLAGEN/ GRÖßERE KÄLTEANLAGEN**

III.05 R744-KÄLTEANLAGE MIT WÄRMEPUMPENFUNKTION FÜR BAHNANWENDUNGEN (REVIEWED) .....	743
<i>P. Schrank, R. Rieberer</i>	
III.06 UNTERSUCHUNG DES DRUCKVERLUSTS VON KFZ-KÄLTEMITTELEITUNGEN MIT R1234YF (REVIEWED) .....	757
<i>R. Meinert, G. Schmitz</i>	
III.07 NEUARTIGE SOFTWARELÖSUNG VIRTUS CAELUM .....	770
<i>F. Ringwald</i>	
III.08 ENERGY EFFICIENT DATA CENTRE COOLING SYSTEMS WITH INDIRECT EVAPORATIVE COOLING .....	778
<i>M. Ciucas</i>	



## **GEFRIERTROCKNUNG**

III.09 MODELLENTWICKLUNG UND -VALIDIERUNG EINES KÄLTETECHNISCHEN PROZESSES ZUR GEFRIERTROCKNUNG .....	790
<i>T. Keller, M. Kovar</i>	

## **TRANSPORTKÄLTE, WASSERSTOFF UND LABORGERÄTETECHNIK**

III.10 DIE KÜHLKETTE IM SEETRANSPORT - DER ERFOLG DES KÜHLCONTAINERS .....	798
<i>Y. Wild</i>	
III.11 EINSATZ VON WASSERSTOFF IM ZUKÜNFTIGEN ENERGIESYSTEM - FOKUS: GEBÄUDEWÄRMEVERSORGUNG .....	816
<i>V. Weinmann, N. Gerhardt</i>	
III.12 ERFAHRUNGEN DER LABORINDUSTRIE MIT DER UMSETZUNG DER F-GASE- VERORDNUNG DAMALS UND HEUTE .....	825
<i>B. Ladwig</i>	
III.13 ALTERNATIVE KÄLTEMITTEL IM LICHT DER F-GASE-VERORDNUNG: ENTSCHEIDUNGSPROZESSE UND TECHNISCHE ERWÄGUNGEN .....	833
<i>P. Raulff</i>	

## **ILLEGALER HANDEL MIT KÄLTEMITTEL**

III.14 ILLEGALER HANDEL MIT KÄLTEMITTELN – EINE HERAUSFORDERUNG FÜR DIE GESAMTE BRANCHE .....	844
<i>J. Gerstel</i>	

## **ABSORPTIONSANLAGEN / SUPERMARKTKÄLTE**

III.15 ANWENDUNG VON AMMONIAK-WASSER ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINEN IN GEWERBLICHEN UND INDUSTRIELLEN BEREICHEN .....	853
<i>C. Heyse</i>	
III.16 INTEGRATION EINER KOMPRESSIONSKÄLTEANLAGE IN EIN FLÜSSIGSORPTIONSSYSTEM (REVIEWED) PRÄSENTATION .....	864
<i>L. Völker</i>	
III.17 ANALYSE EINER GASBEFEUERTEN ABSORPTIONSWÄRMEPUMPE MIT KÄLTEMITTELGEKÜHLTEN ABGASWÄRMEÜBERTRAGER (REVIEWED) .....	875
<i>P. Wagner</i>	
III.18 EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF "WATERLOOP" REFRIGERATION SYSTEMS FOR SUPERMARKETS .....	890
<i>P. Koschel</i>	

## **INHALTSVERZEICHNIS AA IV (KLIMATECHNIK UND WÄRMEPUMPENANWENDUNG)**

### **FLEXIBILISIERUNG, DIGITALISIERUNG**

IV.01 DIGITALER ZWILLING EINER WÄRMEPUMPE FÜR DIE PROGNOSEBASIERTE BETRIEBSFÜHRUNG .....	903
<i>R. Jentsch</i>	
IV.02 KÄLTENETZ FÜR HÖHERE EFFIZIENZ UND NETZDIENLICHKEIT .....	918
<i>B. Nienborg</i>	
IV.03 FLEXIBILISIERUNG EINES WÄRMEPUMPENSYSTEMS DURCH NUTZUNG EINER EXERGIEBASIERTEN REGELSTRATEGIE .....	928
<i>M. Eydner, T. Henzler, K. Stergiaropoulos</i>	
IV.04 VIRTUELLER PRÜFSTAND ZUR BEWERTUNG CLOUDBASIERTER ALGORITHMEN FÜR DIE GEBÄUDEAUTOMATION .....	934
<i>T. Storek, M. Baranski, D. Müller</i>	

### **WÄRMEPUMPEN IN MEHRFAMILIENHÄUSERN, EFFIZIENZSTEIGERUNG**

IV.05 WÄRMEPUMPEN FÜR MEHRFAMILIENHÄUSER IM BESTAND .....	935
<i>J. Wapler, S. Hess</i>	
IV.06 GROßWÄRMEPUMPEN ZUR NAHWÄRMEVERSORGUNG – UNTERSUCHUNG VON BETRIEBSSTRATEGIEN (REVIEWED) .....	948
<i>S. Xiao, D. Nefodov, T. Urbaneck</i>	
IV.07 EINFLUSS VON TRINKWASSER-SYSTEMVARIANTEN AUF DIE PERFORMANCE VON WÄRMEPUMPEN IN MEHRFAMILIENHÄUSERN .....	962
<i>M. Kropp, M. Lämmle</i>	
IV.08 EXPERIMENTELLE VERSUCHE ZU VER- UND ENTEISUNG AM LUFT/SOLE-WÄRMEÜBERTRAGER .....	977
<i>J. Metz</i>	

### **INDUSTRIE- UND HOCHTEMPERATUR-WÄRMEPUMPEN**

IV.09 LEISTUNG EINER N-BUTAN HOCHTEMPERATUR-WÄRMEPUMPE .....	995
<i>B. Windholz</i>	
IV.10 EFFIZIENTE INDUSTRIELLE ABWÄRMENUTZUNG MIT WÄRMEPUMPEN IN DER STAHLINDUSTRIE .....	1007
<i>F. Helminger</i>	
IV.11 R600-HOCHTEMPERATURWÄRMEPUMPE - MESSDATEN BEI SUB- UND TRANSKRITISCHEM BETRIEB (REVIEWED) .....	1019
<i>M. Verdnik</i>	
IV.12 REGELUNG EINER ROTATIONSWÄRMEPUMPE .....	1029
<i>A. Längauer</i>	

## **FELDVERSUCHE**

IV.13 FELDMESSUNG VON WÄRMEPUMPEN IM EFH-BESTAND MIT FOKUS AUF DIE HEIZKREISTEMPORATUREN .....	1038
<i>D. Günther</i>	
IV.14 WÄRMEPUMPEN IM PRAXISTEST - MESSDATENBASIERTE ANALYSE DES BETRIEBSVERHALTENS .....	1055
<i>M. Prinzing</i>	
IV.15 SCHALLIMMISSIONEN VON LUFTWÄRMEPUMPEN .....	1062
<i>B. Nienborg</i>	
IV.16 KUEHA: KÜHLEN MIT DER VORHANDENEN HEIZUNGSANLAGE .....	1074
<i>M. Arendt</i>	

## **KÄLTEMITTEL FÜR WÄRMEPUMPEN**

IV.17 KÄLTEMITTELREDUKTION IN PROPAN-WÄRMEPUMPEN - AKTUELLE ARBEITEN .....	1083
<i>L. Schnabel</i>	
IV.18 ENERGIEEFFIZIENZ UND NACHHALTIGKEIT VON HFO BASIERENDEN KÄLTEMITTEL-LÖSUNGEN MIT NIEDRIGEM GWP IN WÄRMEPUMPEN-ANWENDUNGEN .....	1091
<i>H.-D. Küpper</i>	
IV.19 INTEGRIERTE AUSLEGUNG VON KÄLTEMITTEL, -KREIS & SYSTEM .....	1101
<i>C. Vering</i>	
IV.20 AUSLEGUNGSTOOL ZUR ENERGIEEFFIZIENTEN KÜHLUNG VON GEBÄUDEN .....	1109
<i>A. Dümmler, K. Oetringer, J. Göttsche, S. Lambach</i>	

## **Author Index**