

30 Years FDIBA

Proceedings of the 9th FDIBA Conference
Sofia, Bulgaria, 26 – 27 November 2020

FDIBA Conference Proceedings

Volume 4, November 2020

ISSN 2535–132X (Print)

ISSN 2535–1338 (Online)

30 Jahre FDIBA

Tagungsband der 9. FDIBA Konferenz
Sofia, Bulgarien, 26. – 27. November 2020

Tagungsbände der FDIBA Konferenz

Volumen 4, November 2020

ISSN 2535–132X (Gedruckt)

ISSN 2535–1338 (Online)



**Technische Universität Sofia
Karlsruher Institut für Technologie
Hochschule für Ökonomie und Management Essen
Technische Universität Braunschweig
Otto von Guericke Universität Magdeburg**

With the financial support of the German Academic Exchange Service

DAAD

Mit der Förderung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes

Technical Program Committee

Chair: Alexandar Tsenov

Mathias Kluwe
Christian Leßmann
Hristomir Yordanov

Organisation Committee

Chair: Hristomir Yordanov

Alexandar Tsenov
Yordan Yordanov
Marin Marinov
Daniel Kulesza

Reviewers

Akanksha Bhutani
Sasho Draganov
Vassil Galabov
Zwetelina Gankova-Ivanova
Georgi Chankov Georgiev
Velko Iltchev
Ivan Evgeniev Ivanov
Christian Leßmann
Thomas Maier
Mladen Milushev
Uwe Siart
Stefan Stefanov
Irina Topalova
Aleksandar Tsenov
Hristomir Yordanov
Ralitsa Zayakova-Krushkova

30 Years FDIBA

Proceedings of the 10th FDIBA Conference, Sofia, Bulgaria, 26-27 November, 2020

FDIBA Conference Proceedings, 2020, Volume 4

Alexandar Tsenov, Mathias Kluwe, Christian Leßmann, Hristomir Yordanov (Eds.)

Book size A4-ISO (210 × 297 mm), 62 pages

Paperback

Published by TU-Sofia Publishing House

Sofia, Bulgaria

December 2020

ISSN 2535-132X (Printed)

ISSN 2535-1338 (Online)

FDIBA Conference 2020 Program

26.11.2020 – 27.11.2020

Venue

The conference will be held online via a MS Teams Meeting.

Each presenter will share their screen with the presentation and will be available for a short discussion after their talk.

Thursday, 26. 11. 2020

16:00	Official Opening Ceremony
16:10	Plenary Talk Dr. Mladen Mladenov , FDIBA, TU-Sofia Admissibility of Hardcore Restrictions in License Agreements

Friday, 29. 11. 2020

Time	Presentation
13:00	Devina Manoeva Adressierbare LED/Buzzer-Signalstruktur als Optimierungsvorschlag für ein tragbares Anzeigesystem zur Förderung der Sichtbarkeit und der Sicherheit von urbanen E-Bike-Nutzer
13:20	Dimitrina Stefanova Counterclaim for invalidity of a trademark in court proceedings for infringement – “for” and “against”
13:40	Daniel Hristov, Hristomir Yordanov Phased Antenna Array Cross-Polarization Tuning
14:00	Vasil Kumanov Requirements for creating an Ad-Hoc network with nanosatellites
14:20	Emil Grigorov Summary of potential applications of nanofluids
14:40	Coffee Break
15:00	Peter Lang Digital Revolution and Economic Society
15:20	Thomas Gellrich, Soeren Hohmann Model-Based Design of a Cascade Control for Loop Heat Pipes
15:40	Thomas Mücke Smart Factory - Future of Parts Manufacturing - on the way to autonomous, model-based manufacturing
16:00	Gerald Götz Using Activity Structure Analyses to determine Waste of Resources in Maximum-Care Hospital perioperative Medicine
16:20	Zwetelina Gankova - Ivanova Wirtschaftliche Herausforderungen der Digitalisierung der Energetik
16:40	CLOSING

Note: All times are in East European Time (Bulgarian time)

THIS PAGE IS INTENTIONALLY LEFT BLANK

Contents

Plenary Talk	1
Admissibility of Hardcore Restrictions in License Agreements Stefan Stefanov, Mladen Mladenov	3
Students Session	11
Addressable LED/Buzzer structure as optimization proposal for wearable indicator system increasing visibility and safety of urban E-Bike users Devina Manoeva	13
Counterclaim for invalidity of a trademark in court proceedings for infringement – “for” and “against” Dimitrina Stefanova	17
Phased Antenna Array Cross-Polarization Tuning Daniel Hristov, Hristomir Yordanov	21
Requirements for creating an ad-hoc network with nanosatellites Vasil Kumanov	25
Summary of potential applications of nanofluids Emil Grigorov	29
General Session	33
Digital Revolution and Economic Society Peter Lang	35
Model-Based Design of a Cascade Control for Loop Heat Pipes Thomas Gellrich, Sören Hohmann	39
Smart Factory – Future of Parts Manufacturing – on the way to autonomous, model-based manufacturing Thomas Mücke	43
Using activity structure analyses to determine waste of resources in maximum-care hospital perioperative medicine Gerald Götz	47
Economic Challenges of the Digitalization of Energetics Zwetelina Gankova-Ivanova	51
Authors Index	55

THIS PAGE IS INTENTIONALLY LEFT BLANK

Plenary Talk

Chair: Alexandar Tsenov

THIS PAGE IS INTENTIONALLY LEFT BLANK

Admissibility of Hardcore Restrictions in License Agreements

Zulässigkeit von Kernbeschränkungen in Lizenzvereinbarungen

Invited paper

Stefan Stefanov*, Mladen Mladenov**

* Professor at the Technical University of Sofia,

Patent Attorney at the Bulgarian and the European Patent Office in Sofia and in Munich

** Assistant Professor at the Technical University of Sofia, Attorney-at-law in Bulgaria

Abstract — TTBER contains a list of hardcore (essential/fundamental) restrictions of the competition that are not admissible. The classification of a restriction as a hardcore restriction of competition depends on its nature and is based on a long time experience, which shows that such restrictions are almost always anti-competitive. The restriction of competition may stem from the subject matter of the license agreement itself or from certain features of the particular contractual relations (i.e. particular rights/obligations). Where a technology transfer agreement contains a hardcore restriction of competition, the license agreement shall be deemed to remain outside the scope of the block exemption as a whole. For the purposes of the TTBER, hardcore restrictions cannot be separated from the rest of the agreement. In the context of an individual assessment of the agreement, hardcore competition restrictions are unlikely to fulfill the four conditions of Article 101, Para. 3 of the TFEU.

Zusammenfassung — TT-GVO enthält eine Liste von Kernbeschränkungen (wesentlichen/grundlegenden) des Wettbewerbs, die nicht zulässig sind. Die Einstufung einer Beschränkung als Kernbeschränkung des Wettbewerbs hängt von ihrer Art ab und basiert sich auf langjähriger Erfahrung, die zeigt, dass solche Beschränkungen fast immer wettbewerbswidrig sind. Die Beschränkung des Wettbewerbs kann sich aus dem Gegenstand der Lizenzvereinbarung selbst oder aus bestimmten Merkmalen der jeweiligen Vertragsbeziehungen (d. H. Bestimmten Rechten / Pflichten) ergeben. Enthält ein Technologietransfervertrag eine Kernbeschränkung des Wettbewerbs, so bleibt die Lizenzvereinbarung außerhalb des Geltungsbereichs der gesamten TT-GVO. Für die Zwecke des TT-GVO können Kernbeschränkungen nicht vom Rest der Vereinbarung getrennt werden. Im Rahmen einer individuellen Bewertung von Lizenzvereinbarungen ist es unwahrscheinlich, dass die vier Bedingungen des Artikels 101, Abs. 3 des AEUV von den Kernbeschränkungen des Wettbewerbs erfüllt werden können.

I. INTRODUCTION

In the contemporary world of business, license agreements play a significant role and their importance for international technology transfer is growing [1]. Driven by the fast technological development and growing competition in the field of innovation, the entrepreneurs experience an increasing need for innovative products, which sometimes they are not able to create on their own. This makes them resort to cooperation with other business partners and thus leads to the increase of technology transfer, the main means of which is the license agreement [2]. Instead of doing their own research and development entrepreneurs issue new products by acquiring licenses for patented inventions and available know-how. Such approach is often more profitable and frequently is a standard business strategy for many entrepreneurs. As a consequence of the search for an adequate legal form of exchange of scientific and technical achievements in the conditions of globalization of scientific and technical progress and "capitalizing" on its results, the license agreement is firmly established in international contractual practice. Currently, it occupies ever more important place in international trade and contributes to the unimpeded dissemination of scientific and technical knowledge and experience. Today, the purchase and sale of licenses is one of the main forms of scientific and technical cooperation between separate countries. At present, trade in

intangible intellectual property has become one of the most profitable transactions in the world, along with banking, capital exports, international transport and tourism. In the last 15-20 years alone, revenues from licensing transactions have increased tenfold [3].

According to the prevailing international view, the license agreement is a "sui generis" agreement, i.e. an independent type of contract. Although it shares certain common features with the contracts of sale, rent, lease, option and company, regulated in Bulgaria by the Obligations and Contracts Act ("OCA") [4] and the Commercial Act ("CA") [5], and allows the use by analogy of legal norms governing these types of contracts, it must basically be judged according to its own rules. The current Bulgarian legislation, and more precisely the CA, in Chapter Thirty-five, introduced a rather scarce legal regulation of the license agreements, which until now, with the exception of Art. 30, 31, 32 and 32a of the Patents and Registration of Utility Models Act¹ ("PRUMA") [6] were not regulated at all.

A license agreement is usually a contract under which one party – the licensor, grants the other party – the licensee the full or limited use of legally protected inventions, trademarks, industrial designs, utility models and / or knowledge and know-

¹ The mentioned articles refer to the license readiness, the contractual license and the compulsory license.

how [7], for a certain period², against certain remuneration. In this sense is formed the legal definition of the license agreement provided in Art. 587 (1) of the CA. Art. 587 (2) of the CA introduces for the first time in the Bulgarian legislation the formal nature of the license agreement. Therewith the written form of the license agreement is a condition for its validity. By granting a license, the licensor usually undertakes to provide the legal and factual possibility for the use of the licensed object, whereby restrictive conditions may be imposed on this use in respect of territory, time, scope and others, as long as they are admissible by the applicable competition law of the respective country.

If based of the principle of autonomy of the will, the parties can choose the applicable law to the license agreement, then the choice of the applicable competition law is not possible, as it is part of the public law of the state where the license agreement takes effect, i.e. its provisions are subject to the so-called “ordre public” of the party concerned and may not be altered by contractual provisions.

Although the parties have contractual freedom in defining the clauses in the license agreement, based on the wide recognized “principle of autonomy of their will”, they cannot act in conflict with the provisions of the competition (antitrust) legislation in the respective countries, such as for example the Competition Protection Law (“CPL”) [8], adopted in Bulgaria since 2008. They apply especially to such contractual restrictions, which are placed mainly on licensee, go beyond the content of the protected rights and restrict free competition (so-called “principle of impact of the contract on the market”). This should take into account such restrictive conditions in the license agreement as: vertical price fixing, market distribution, obligations to purchase raw materials and equipment, “field-of-use” restrictions, boycotting certain buyers, attempts for market monopolization, discriminatory prices and conditions of sale, export ban, etc., which are usually inadmissible under the competition law of most countries. Restrictions to the licensor are also possible, such as: restrictions of the contractual freedom and of the content of the license agreement, the most favored party clause, communication and provision of future inventions and other objects of industrial property, the arbitration clause, etc.

License agreements, although they seem inadmissible, may be approved by the relevant completion office if the economic freedom of the licensee or another undertaking is not unfairly restricted and the size of the restrictions does not significantly distort competition in the market.

Competition law issues are usually beyond the reach of small and medium-sized enterprises, which generally do not dispose with trained professionals in this field among their staff. Nevertheless, the compliance with the competition requirements is of great importance for the admissibility, validity and implementation of license agreements. In general, competition law matters should be respected well enough and the competent advice of a specialist in this field should be well considered. In any case, the parties to the license agreement should seek from the outset to avoid restrictive clauses leading to conflicts with the competition legislation, otherwise it would be unacceptable for the licensor to provide on the basis of a void contract (one that conflicts with the competition law) his know-how or for the licensee to undertake the implementation

of significant unnecessary costs, which due to lack of legal ground (a valid contract) will not be reimbursed.

As one of the few studies of its kind on this complex issue in Bulgaria [9], the authors of this article aim to consider the competition law aspects of the admissibility of restrictive clauses in licensing agreements based on the legislation and case law in Bulgaria in comparison with the current European law and practice according to Regulation (EU) 316/2014 of the Commission of 21.03.2014 on the application of Art. 101, para. 3 of the Treaty on the Functioning of the European Union to Categories of Technology Transfer Agreements (“TTBER”)³ [10], and the Guidelines for the Application of Art. 101 of the Treaty on the Functioning of the European Union with regard to technology transfer agreements [11].

II. LICENSE AGREEMENT FOR PATENTS AND KNOW-HOW

The license agreement is a formal agreement. The legal requirement for this is contained in Art. 587 (2) of the CA and the form determined by law is the written form. By comparison, neither the German Patent Law [12], nor the European Patent Convention (“EPC”) [13], nor the Community Patent Convention (“PCA”) [14] prescribe a specific legal form for the license agreement. The written requirement in § 72 EPC and

§ 39 EPC applies only to the transfer of patent applications, respectively patents, through a commercial transaction, but does not apply to licensing. The 6th Amendment to the German Patent Law abolishes the provision of Art. 34, according to which license agreements that are relevant to competition must be concluded in writing, non-compliance with which leads to the nullity of the license agreement.

As a rule, the license agreement is binding only between the parties (inter partes). According to the requirement of art. 590 of the CA, it is subject to registration in the State Register of the Patent Office. After the registration is completed the provisions of the license agreement may be opposed to third parties that obtained the same rights but after the registration has occurred. This means that the second acquirer of the exclusive right to the licensed intellectual property should comply with the rights granted to the first acquirer of rights to the licensed intellectual property, whose license agreement is registered. From the point of view of contract law in Bulgaria, the registration is not part of the form prescribed by law for the validity of the contract. Therefore, its validity will be present without being entered in the register [15]. For comparison, the German Patent Law provides for the possibility of registering only contracts that grant exclusive licenses [12, Art 30 (4)]. At the request of the patent owner or the licensee, the Patent Office of the Federal Republic of Germany may register an exclusive license if it is proved that the other party agrees. However, the application for registration of an exclusive license is inadmissible if a license readiness is declared [12, Art. 23 (1)].

Decisive for determining the subject of the license agreement is the protected scope of the patent, whereas the latter is determined by the content of the patent claims. License agreements, in which the obligations and the rights of the contracting parties are not clearly defined, must be interpreted on the basis of the good faith and the legal customs at the time of their conclusion⁴. The legal framework in the German law is identical [12, Art. 157]. Additional patents to improve or

² The parties may abstain from determining the duration of the license, if they cannot estimate the duration of the market demand for the licensed product. The termination in this case is done through a notice on the grounds of art. 589 of the CA within the contractually stipulated term determined by the parties, and if such is not stipulated, the provision provides for a 6 months’ notice, but not earlier than one year from the first anniversary of the contract.

³ The TTBER replaces Commission Regulation (EC) No 772/2004 of 27 April 2004 on the application of Article 81(3) of the Treaty to categories of technology transfer agreements [16].

⁴ The interpretation of contracts is regulated in Art. 20 of the Obligations and Contracts Act [4].

support the implementation of an already patented invention may be the subject of separate licensing agreements. A license on the main patent does not automatically extend to the additional patent [17].

Know-how licensing agreements play an important role in the exchange of technical knowledge. In the Bulgarian literature know-how is defined as: “a set of scientific and technical achievements, production experience, knowledge and information of various nature with practical applicability and a certain economic value, containing secrets, not covered by legal protection and intended for certain production or for performing a specific task with the least amount of effort, time and energy” [18].

Until recently, there was no uniform definition of know-how in the Bulgarian legislation. Unlike the pre-war Law against Unfair Competition of 1940, the CPA of 2008 contains in Paragraph 1, item 9 of its Additional Provisions, a legal definition of the term “production or trade secret”. It provides that industrial or trade secrets (hereinafter referred to as “trade secrets”) are facts, information, decisions and data related to a business activity, the keeping in secrecy of which is in the interest of the rightful owners, wherefore they have taken the necessary measures⁵. According to Art. 3 of the Trade Secrets Protection Act (“TSPA”) of 2019 [21], trade secret means any commercial information, know-how and technological information that is not generally known or easily accessible, has commercial value and measures have been taken to keep it secret.

And in German literature there is no single definition of the term “know-how”. Differences of opinion arise in particular as to whether the object of the know-how must necessarily be secret and also whether only technical or commercial knowledge can be the object of know-how. The secret nature of know-how, i.e. its inaccessibility for specialists in the field, cannot be interpreted. It is important that the specialized knowledge at the time of the conclusion of the license agreement is not well known, and that the licensees can develop this specialized knowledge only if they invest significant time and money for this [22].

Art. 1, letter “i” of TTBER [10] provides a legal definition of the term “know-how” as follows: ‘know-how’ means a package of practical information, resulting from experience and testing, which is:

- i. secret, that is to say, not generally known or easily accessible,
- ii. substantial, that is to say, significant and useful for the production of the contract products, and
- iii. identified, that is to say, described in a sufficiently comprehensive manner so as to make it possible to verify that it fulfils the criteria of secrecy and substantiality.

In other words, TTBER is limited to technical manufacturing experience. The question of whether commercial (business) experience can be considered as know-how should be affirmatively answered. There is no important reason for the different treatment of technical and commercial know-how.

Based on the above, the authors conclude that the term “know-how” should be understood as knowledge and experience of production-technical, commercial and enterprise-managing (business) nature, which are not protected with

⁵ The term “production secrets” means confidential information of a technical and technological nature and confidential information such as management, commercial or trade information, which is typical for the trade secrets. Production secrets include, for example, operating costs within the company [19], [20].

exclusive rights, but are fully or partially kept secret or not easily accessible, have economic value and enable their user to carry out production and sale of goods and / or services, as well as to manage an enterprise [7].

III. HARDCORE RESTRICTIONS OF THE COMPETITION ACCORDING TO ART. 4 OF THE TTBER

Article 4 of the TTBER [10] contains a list of hardcore (essential/fundamental) restrictions of the competition that are not admissible. The classification of a restriction as a hardcore restriction of competition depends on its nature and is based on a long time experience, which shows that such restrictions are almost always anti-competitive [11, Para. 94]. The restriction of competition may stem from the subject matter of the license agreement itself or from certain features of the particular contractual relations (i.e. particular rights/obligations). Where a technology transfer agreement contains a hardcore restriction of competition [10, Art. 4, Para 1 – 2], the license agreement shall be deemed to remain outside the scope of the block exemption as a whole [11, Para. 95]. For the purposes of the TTBER, hardcore restrictions cannot be separated from the rest of the agreement. In the context of an individual assessment of the agreement, hardcore competition restrictions are unlikely to fulfill the four conditions of Article 101, Para. 3 of the TFEU.

A. *Agreements between competitors*

1) *Differentiation between reciprocal and non-reciprocal license agreements between competitors*

A number of hardcore restrictions in the TTBER distinguish between reciprocal and non-reciprocal agreements, and the hardcore restrictions for reciprocal license agreements between competitors are more demanding compared to the hardcore restrictions for non-reciprocal license agreements between competitors [11, Para. 98]. Reciprocal license agreements are agreements on cross-licensing of technologies that are competitive or that can be used to produce competing products. Non-reciprocal license agreements are agreements whereby only one party licenses its rights over a technology to the other party, or where, in the case of cross-licensing, the rights to the licensed technologies are not competing and cannot be used to produce competing products. A license agreement that contains an obligation of the licensee to transfer the improvements, or to counter-license its own improvements to the licensed technology to the licensor, does not qualify as reciprocal.

2) *Price restrictions between competitors*

Agreements between competitors aimed at fixing prices for products sold to third parties, including products containing the licensed technology, are inadmissible for the application of the TTBER [10, Art. 4, Para. 1]. Fixing prices between competitors is a restriction of competition by its purpose [11, Para. 99]. It can take the form of a direct agreement for a certain price to be invoiced, a price list with certain allowed maximum discounts, etc., regardless of whether the agreement refers to fixed, minimum, maximum or recommended prices. Price fixing can also be implemented indirectly by using deterrents against deviations from the agreed price level. An example in this sense would be stipulating the right on an increase of the license fee to be increased, if product prices fall below a certain level. However, the payment of a certain minimum license fee does not qualify as a case of price fixing.

Where the license fee is calculated on the basis of individual sales of the product, its amount has a direct effect on the marginal cost of the product and therefore has a direct

effect on the prices of the product⁶. If competitors use cross-licensing with reciprocal current royalties as a means of increasing downstream product market prices, these cross-licensing with reciprocal current royalties will be treated as price fixing if the agreement does not contain competition enhancing objectives [11, Para. 100]. As long as it does not benefit the consumer, it has no valid economic justification and is a cartel.

3) *Restriction of production between competitors*

The hardcore restriction of competition referred to in Article 4, Para. 1, letter “b” of the TTBER, applies only to reciprocal restrictions on production⁷ imposed on the parties [11, Para. 103]. This restriction does not apply to non-reciprocal agreements or to reciprocal agreements with restrictions on production imposed on one of the licensees (if the technology is licensed to more than one licensee), provided that the restriction on production only affects products manufactured with the licensed technology. Thus, hardcore restrictions are defined as reciprocal restrictions on the production of the parties, as well as restrictions on the production of the licensor with regard to his own technology. The purpose and the likely impact of such agreements is to reduce market volumes. Also unacceptable for the application of TTBER are agreements that reduce the parties’ incentive to expand production, for example by applying reciprocal current royalties per unit of production, which increase with the increase in production, or by mutually obliging each other to pay compensation to the other party, if a certain volume of production is exceeded. More favorable treatment of non-reciprocal quantitative restrictions is based on the consideration that a unilateral restriction does not necessarily lead to smaller volumes of products intended for the market, as well and due to the probability that the license agreement is not signed in bona fide when the restriction is non-reciprocal [11, Para. 104].

4) *Distribution of markets and customers between competitors*

Agreements by which competitors share markets and customers are intended to restrict competition [10, Art. 4, Para. 1(c)]. A reciprocal agreement whereby competitors agree not to produce in certain territories or not to carry out active and / or passive sales in certain territories, or to certain customers reserved for the other party, is considered a strict restriction of the competition by TTBER [11, Para. 105]. For example, reciprocal exclusive licensing between competitors is considered market sharing. There is no hard limit when, in a non-reciprocal agreement, the licensor grants an exclusive license to the licensee to produce in a given territory on the basis of the licensed technology and thus agrees not to produce the contract products in that territory or to supply them from it [10, Art. 4, Para. 1(b)-ii]. Such exclusive licenses do not exclude the application of TTBER regardless of the limits of the territory stipulated in the license agreement [11, Para. 107]. For the same reason, the block exemption also applies to non-reciprocal agreements whereby the parties agree not to sell actively or passively in an exclusive territory or to a group of exclusive customers reserved for the other party [10, Art. 4, Para. 1(b)-i]. For the implementation of the TTBER, the Commission interprets “active” and “passive” sales as defined in the Guidelines on Vertical Restraints [23]. Restrictions on a licensee or licensor to make active and/or passive sales in the territory or to a group of customers “belonging” to the other party to the agreement shall be block exempted, only if the

territory or group of customers is exclusively reserved for that other party [11, Para. 108].

Whether reciprocal or non-reciprocal, a license agreement whereby the licensor designates a single licensee in a territory, which means that third parties will not be licensed to produce in the territory in question on the basis of the licensor’s technology, is also not a hard limit [11, Para. 109]. This is because the agreement does not affect the ability of the parties to fully exploit the rights to their own technology in their respective territories.

Restrictions on licensees to non-reciprocal license agreements to execute active sales in the territory or to a group of customers allocated by the licensor to another licensee shall be block exempted up to the market share threshold [10, Art. 4, Para. 1(c)-v]. However, this implies that the protected licensee was not a competitor of the licensor when the agreement was concluded [11, Para. 110]. By allowing the licensor to provide a licensee, who has not previously been present on a certain market, with protection against active sales made by licensees, who are competitors of the licensor and who have established themselves on the respective market, is expected that the protected licensee will use the licensed technology more efficiently. However, it is not permissible for licensees to agree among themselves not to sell actively or passively in certain territories or to certain groups of customers. Such an agreement is considered a cartel between the licensees.

Restrictions for own use, i.e. requirements that the licensee may produce products incorporating the licensed technology only for his own use are also block exempted and do not constitute hardcore restrictions [10, Art. 4, Para. 1(c)-iii]. Where the product manufactured as per the license agreement is component of a machine, device or equipment, the licensee may be obliged to produce that component only in order to be included in its own products, but not to sell it to other producers. However, it must be able to sell the components as spare parts for its own products (machines, devices, equipment) and must therefore be able to supply components to third parties that provide after-sales services for those same products [11, Para. 111].

The list of hardcore restrictions excludes the licensee’s obligation under a non-reciprocal agreement to produce the contract products only for a specific customer in order to create an alternative source of supply for that customer [10, Art. 4, Para. 1(c)-iv]. One of the conditions for applying this exception to the hard limit is that the license is limited to the creation of an alternative source of supply for that particular customer [11, Para. 112]. However, this is not a condition for granting only one such license; more than one company may be licensed to make deliveries to the same specific customer.

Restrictions in agreements between competitors that limit the license to one or more product markets or technology areas of use do not constitute hardcore restrictions [11, Para. 113]. Such restrictions are block exempted up to a market share threshold of 20%, regardless whether the agreement is reciprocal or not. However, the block exemption applies provided that the restrictions on the scope do not go beyond the scope of the licensed technology, because where licensees are also restricted on the technical field in which they can exercise their own technology rights, the agreement is in fact a sharing of market.

The block exemption applies regardless of whether the scope of the restriction is symmetrical or asymmetrical, and the asymmetrical scope restriction in a reciprocal license agreement implies that both parties are only allowed to use the respective licensed technologies in different uses [11, Para. 114].

⁶ Point 98 of the Guidelines [11] concerning the application of Art. 81, Para. 3 of the EU Treaty.

⁷ Limitation on the production represents the limitation in the volumes that a party is allowed to produce and sell.

5) *Restrictions on the ability of the parties to carry out research and development*

Hardcore restrictions on competition are restrictions imposed on the ability of either party to carry out research and development, as both parties must have unrestricted freedom to carry out independent research and development [10, Art. 4, Para. 1(d)]. This rule applies whether the restrictions apply to an area covered by the license or to other areas [11, Para. 115]. Reciprocal obligation of the licensee to provide the future improvements of the licensed technology to the licensor is not considered a restriction on independent research and development. Furthermore, a restriction imposed to the licensee to carry out research and development with third parties is not considered a hardcore restriction, where the restriction is needed so that the licensor could protect its know-how from disclosure.

6) *Restrictions imposed on the licensee to use own technology*

Licensee should also not be restricted from using the rights to its own competing technology, provided that it uses the rights to the technology for which it has been licensed by the licensor [10, Art. 4, Para. 1(d)]. As regards the licensee's rights over its own competing technology, it must not be subject to restrictions on the place where it manufactures or sells, on the technological uses or product markets in which it produces, on the volumes produced or sold and the respective sell prices [11, Para. 116].

B. Agreements between non-competitors

Article 4, Para. 2 of the TTBER defines the strict licensing restrictions between non-competitors.

1) *Fixing prices*

A hardcore restriction on competition is the fixing of prices when selling products to third parties [10, Art. 4, Para. 2(a)]. In particular subject to this provision are restrictions which have as a direct or indirect purpose the setting of fixed or minimum selling prices, or a fixed or minimum price level that has to be observed by the licensor or licensee when selling products to third parties [11, Para. 118]. The limitation is evident in agreements where the selling price is directly determined, but the fixing of selling prices can also be achieved indirectly by fixing margins, the maximum level of discounts whereby the selling prices are tied to the selling prices of competitors, threats, intimidation, warnings, sanctions or termination of agreements in connection with non-compliance with a certain agreed price level. Direct or indirect methods for fixing prices may become more effective when combined with measures to detect price reductions, for example by introducing a price control system or an obligation on the licensee to report price deviations or when combined with measures, which reduce the licensee's motivation to lower its own selling price, for example by obliging the licensee to apply a "most-favored-customer clause", i.e. the obligation towards a customer to be provided with more favorable terms than any other customer. However, the mere provision of a list of recommended prices or the imposition of maximum prices on the licensee by the licensor shall not be deemed to lead to fixed or minimum selling prices.

2) *Restriction of passive sales of the licensor*

Hardcore restrictions of competition are defined as agreements or concerted practices having as a direct or an indirect purpose to limit passive sales to licensees of products that contain the licensed technology [10, Art. 4, Para. 2(b)]. Restrictions on passive sales imposed on the licensor may be the result of direct obligations (not to sell to certain customers or customers in certain territories or orders from such

customers to be forwarded to other licensees) or indirect measures aimed at making the licensor abstain from such sales (financial incentives and introduction of a system for control and verification of the destination of the licensed products) [11, Para. 119]. Quantitative restrictions on the production or distribution of licensed products may be an indirect means of limiting passive sales, but they alone cannot serve such purpose. The general hardcore restriction covering passive sales by licensors is subject to a number of exceptions, which are presented in the following paragraphs.

Restrictions on sales (active and passive) imposed on the licensor do not fall within the scope of Art. 4, Para. 2, letter "b" of the TTBER and all restrictions on the licensor's sales (active and passive) are block exempted up to the market share threshold of 30% [11, Para. 119]. The same applies to all restrictions on the active sales of the licensor, with the exception of active sales according to Art. 4, Para. 2, letter "b", item "v" of the TTBER. The exemption of restrictions on active sales is based on the assumption that such restrictions encourage investment, non-price competition and improvements in the quality of services provided by licensees by solving free rider problems and hold-up problems.

Restrictions on active and passive sales to licensor in an exclusive territory or to a group of customers with exclusive rights reserved to the licensor do not constitute hard restrictions on competition and are block exempted [10, Art. 4, Para. 2(b)-i]. It is considered that up to the market share threshold, these restrictions, while restricting competition, encourage the proliferation of anti-competitive technologies and the integration of these technologies into the licensee's producing assets [11, Para. 121]. The licensor is not required to manufacture with the licensed technology in this territory or for this group of customers, in order this territory or group of customers to be reserved by him.

The restriction by which the licensor undertakes to produce products incorporating the licensed technology only for its own use is also block exempted [10, Art. 4, Para. 2(b)-ii]. Where the contracted product is a component from a device, machine or equipment, the licensor may be obliged to use that product only to be included in its own products and not to sell it to other manufacturers [11, Para. 122].

The block exemption also applies to agreements whereby the licensor undertakes to manufacture the contract products only for a specific customer in order to provide that customer with an alternative source of supply [10, Art. 4, Para. 2(b)-iii]. In agreements between non-competitors, such restrictions are unlikely to fall within the scope of Article 101, para. 1 of the TFEU [11, Para. 123].

The block exemption also applies to agreements with licensees that operate at the "wholesale trade" level, whereby the same are obliged to sell only to retailers [10, Art. 4, Para. 2(b)-v]. This obligation allows the licensor to entrust the licensee with the "wholesale trade" [11, Para. 124] function and usually remains outside the scope of Article 101, para. 1 [24].

The block exemption also includes a restriction on the licensee to sell to unauthorized distributors [10, Art. 4, Para. 2(b)-iv]. Thus, the licensor may impose on the licensee the obligation to become part of a selective distribution system, provided that the licensees are allowed to sell both actively and passively to end users, without prejudice to the possibility for the licensee to be restricted by the "Wholesale trade" function [11, Para. 125]. In the territory in which the licensor uses a selective distribution system, it may not be combined with the designation of exclusive territories or groups of customers with exclusive rights where this would limit active or passive sales

to end-users,⁸ but may prohibit the licensee to carry out its activity from a place of establishment from which it is not allowed to carry out activity.

Restrictions on passive sales made by licensees in an exclusive territory or group of customers intended for another licensee, although usually a firm restriction, may fall outside the scope of Art. 101 (1) TFEU for some time, if the restrictions are objectively necessary for the protected licensee to enter a new market [11, Para. 126]. This is the case where licensees have to commit significant investments in production assets and promotional activities in order to enter and develop a new market. The risks to a new licensee may therefore be significant, as promotional costs and investments in assets are often irrecoverable, which means that upon termination of that particular activity, the investment cannot be used by the licensee for other activities or sold without significant losses. In most cases, a period of two years, from the date on which the licensee in question first places the contractual product on the market in the exclusive territory or has started to sell it to his exclusive group of customers, shall be considered sufficient for the licensee to recover investment, but in some special cases, however, a longer period of protection may be required. Also, the prohibition imposed on all licensees not to sell to certain categories of end-users may not restrict competition where such a restriction is objectively necessary for reasons of protection of the safety or health of the end-user due to the dangerous nature of the licensed product [11, Para. 127].

IV. INADMISSIBLE RESTRICTIONS

Article 5 of the TTBER regulates three types of restrictions which are not block exempted and therefore the positive and negative effects on competition must be assessed individually [11, Para. 128]. Thus, the block exemption of agreements which have as their object or effect:

- licensing or transferring in favor of the licensor the improvements to the licensed technology made by the licensee [10, Art. 5, Para 1(a)];
- non-challenge (i.e. direct or indirect obligations not to challenge the validity of the licensor's intellectual property), without prejudice to the possibility for the licensee to terminate the technology transfer agreement in case of an exclusive license, if the licensee disputes the validity of the license rights technology [10, Art. 5, Para 1(b)]; and
- limiting the licensee's ability to exercise its own technology rights, respectively limiting the ability of the parties to carry out research and development, unless this restriction is strictly necessary to prevent the disclosure of the license know-how to third parties [10, Art. 5, Para 2].

Even if the license agreement contains any of the restrictions regulated in Art. 5 of the TTBER, the block exemption may be applied to the agreement, if the admissible restrictions that are not affected by Art. 5 of the TTBER can be fulfilled separately from the inadmissible restrictions.

V. CONCLUSION

The group exemption of certain categories of technology transfer agreements is based on the presumption that, despite the fact that they fulfill the hypothesis of Art. 101, paragraph 1 of the TFEU, also fulfill the four conditions set out in Art. 101, paragraph 3 of the TFEU. However, if an agreement is outside the block exemption, it must first be analyzed whether in

individual cases it falls within the scope of Art. 101, paragraph 1 of the TFEU and if so, whether the conditions of Art. 101, paragraph 3 are met. There is no presumption that the agreements for technology transfer, which remain outside the block exemption, fall within the scope of art. 101, paragraph 1, or that they do not meet the conditions of art. 101, paragraph 3. When the market shares of the parties exceed the thresholds of the market share, specified in art. 3 of the TTBER, is not a sufficient reason to conclude that the agreement falls within the scope of Art. 101, paragraph 1. In such cases, an individual assessment of the likely effects of the agreement shall be made. It can usually be presumed that the agreements are prohibited by Art. 101 only when they contain strict restrictions of competition.

Agreements between competitors which contain strict restrictions on the freedom to set product prices are absolutely inadmissible. The TTBER does not allow any reservations, whether direct or indirect, which in any way limit the autonomous and independent decision to determine each of the parties. This applies to both reciprocal and non-reciprocal agreements. This approach must also be maintained in the adoption of the next technology transfer block exemption regulation (the current TTBER expires in 2026).

Restrictions on final output between competitors are also inadmissible, but unlike price restrictions, the TTBER allows exceptions in the case of non-reciprocal agreements and in the case of reciprocal agreements with several licensees but imposed on only one of them. The freer regime for imposing restrictions on final production than for imposing price restrictions leads to the conclusion that the Commission considers that production restrictions in the case of non-reciprocal agreements do not have competition distorting effect, while price restrictions in non-reciprocal agreements to be anti-competitive. Given that the price of the product is a function of the volume of products issued (usually a higher volume of production leads to a lower price of the unit), the production constraint results a certain price constraint. For this reason, the authors consider that restrictions on production must also be declared inadmissible in the same way as price restrictions are inadmissible.

The formulation of the admissibility of the distribution of markets and customers among competitors according to art. 4, para. 1, letter. "c", items "i" – "iv" of the TTBER can be defined as balanced in view of the requirements for having a properly functioning competition on the respective market. The same can be stated about the inadmissibility for limiting the opportunities for carrying out research and development activities according to Art. 4, para. 1, letter. "d" of the TTBER.

In agreements between non-competitors, unlike those between competitors, there is no absolute prohibition on price restrictions. There is a general ban on price restrictions, but some exceptions are allowed. It is permissible for one party to set maximum or recommended prices for the other, if these are not equal to a fixed or minimum selling price as a result of pressure or incentives offered by one of the parties. The possibility of allowing price restrictions between non-competitors, albeit in some specific cases, has its effects both on the development of competitive market relations in direct effect and on the development of technologies in indirect effect. When the non-competitor licensee is limited to determine the selling price of its products, due to contractual restrictions, and hence be deprived of the opportunity to take advantage of possible market opportunities for the sale of its products above the expected level, it fails to realize a benefit that it could convert both into capital and product development, and hence into finding innovative solutions that benefit the end-user. For this reason, the authors consider that price

⁸ This would lead to hardcore restriction in the sense of Art. 4, Para. 2, letter "c" TTBER.

restrictions between non-competitors should be arranged in the same mode as the regime of price restrictions between competitors.

The TTBER does not prohibit restrictions on production between non-competitors, unlike the same relations between competitors, but sets certain requirements for the distribution of markets and customers. Unlike the distribution of markets and customers between competitors, where it is permissible to limit only certain active sales, in the distribution of markets and customers between non-competitors, any restriction of active sales is permissible. The absence of a prohibition on restricting the production of non-competitors is not beneficial to competitors in the relevant market, given the fact that agreements between non-competitors for a given market usually are much more than agreements between competitors. Thus, the possibility of limiting production affects the price of the product, and hence the potential and level of development of competition in the market in general. Regarding the admissibility of any restrictions on active sales between non-competitors, it should be noted that such an approach also has a negative effect on competition and the development of the relevant market, as the deprivation of the right to active sales in a territory or customers for which exclusive license is not issued prevents the full development of the economic potential of the respective party to the licensing agreement with a view to the acquisition of new markets and the better realization and capitalization of investment and / or marketing decisions of the same.

The inadmissible restrictions according to art. 5 of the TTBER does not allow the group exemption of agreements that may reduce the incentives for innovation. Although the license agreement contains any of the excluded restrictions, the block exemption may apply to the agreement if the obligations not affected by the excluded restrictions can be performed separately from the obligations that fall under the excluded restrictions.

Finally, it could be concluded that in any case, the parties to the license agreement should strive from the outset not to include restrictive clauses that are contrary to competition law, as these might be null and void, and they often lead to the nullity of the license agreement itself. Otherwise, it would be impossible for licensor to regain the know-how provided, and the significant costs incurred by licensee would not be reimbursed due to lack of legal grounds.

REFERENCES

- [1] Michael Groß, *Der Lizenzvertrag*, Deutscher Fachverlag GmbH, Fachmedien Recht und Wirtschaft, Frankfurt am Main, 2015.
- [2] K. Bartenbach, A. Bartenbach, *Patentlizenz- und Know-How-Vertrag*, Verlag Dr. Otto Schmidt, 7th Issue, Köln 2013.
- [3] J. Pagenberg, D. Beier, *Lizenzverträge*, Carl Heymanns Verlag, Köln – München 2008, S. V.

- [4] Obligations and Contracts Act, *State Gazette*, Bulgaria, issue 275 as of 22.11.1950, in effect as of 1.01.1951, lastly supplemented in *State Gazette* issue 42 as of 22.05.2018
- [5] Commercial Act, *State Gazette*, Bulgaria, issue 48 as of 18.06.1991, in effect as of 1.07.1991, amended and supplemented multiple times.
- [6] Patents and Registration of Utility Models Act, *State Gazette*, issue 64/2006, in effect as of 09.11.2006, supplemented and amended multiple times.
- [7] S. Stefanov, "Der Know-How-Schutz nach bulgarischem Wettbewerbsrecht (Know-how protection according to the Bulgarian law)," in: *Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht – Internationaler Teil* (GRUR Int.), Carl Heymanns Verlag, Köln-Berlin-München, 1999, Book 11, p. 921-928.
- [8] Competition Protection Law, *State Gazette*, Bulgaria, issue 102 as of 28.11.2008, last amendments published in *State Gazette*, Bulgaria, issue 28 as of 05.40.2019.
- [9] S. Stefanov, "Wettbewerbsrechtliche Aspekte des Patentlizenzvertrages zwischen bulgarischen Unternehmen und EWG-Partner," in: *Beiträge zum Symposium „Probleme bei der Umstellung von der Planwirtschaft auf die Marktwirtschaft in Bulgarien“*, 12 - 14 Oktober 1991 in Sofia, Sammelband der TU-Braunschweig, Braunschweig 1992, p. 135 – 161.
- [10] Guidelines for the Application of Art. 101 of the Treaty on the Functioning of the European Union with regard to technology transfer agreements, *Official Journal* C89, 28.03.2014, p. 3-50.
- [11] Guidelines for the Application of Art. 101 of the Treaty on the Functioning of the European Union with regard to technology transfer agreements, *Official Journal* C89, 28.03.2014, Para. 105, p. 20.
- [12] Patentgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Dezember 1980 (BGBl. 1981 I S. 1), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 8. Oktober 2017 (BGBl. I S. 3546) geändert worden ist.
- [13] European Patent Convention, *State Gazette*, Bulgaria, issue 71/2010.
- [14] 89/695/EEC: Agreement relating to Community patents, signed in Luxembourg on 15.12.1989.
- [15] S. Stefanov, D. Stefanova, "License agreement - validity and registration," *Proceedings of the International Scientific Conference on Industrial Management*, Sozopol 19.-22.06.2011, TU-Sofia, Sofia 2011, Bulgaria pp. 1064-1070.
- [16] Commission Regulation (EC) No 772/2004 of 27 April 2004 on the application of Article 81(3) of the Treaty to categories of technology transfer agreements, *Official Journal*, L 123 as of 27.4.2004, p. 11.
- [17] Georg Benkard, *Patentgesetz, Gebrauchsmustergesetz*, 8th issue; Munich, 1998, §16.
- [18] E. Zlatarev, V. Hristoforov, *Commercial Law*, Bulgaria: Ciela, 2008, pp. 330 - 331.
- [19] Commission Decision No. 64 as of 29 June 1993, published in: Commission for Protection of Competition, Sofia, Bulgaria, 1994, p. 181.
- [20] M. Kodzhabashev, *Production and trade secret*, Bulgaria, Intellectual Property Magazine, issue No. 1/2002, p. 21.
- [21] Trade Secrets Protection Act, *State Gazette*, Bulgaria, issue 28 as of 05.04.2019.
- [22] Dieter Gaul, Kurt Bartenbach, Klaus Gennen, *Patentlizenz und-Know-How-Vertrag*; 4th issue; Köln 1997; Chapter 62, Paragraph 136.
- [23] Guidelines on Vertical Restraints, *Official Journal* C 130 as of 19.05.2010, p. 1, item 51.
- [24] Judgment of the Court of 25 October 1977, Metro SB-Großmärkte GmbH & Co. KG vs. Commission of the European Communities, Selective distribution systems, Case 26-76, *European Court Reports 1977 -01875*, ECLI identifier: ECLI:EU:C:1977:167

THIS PAGE IS INTENTIONALLY LEFT BLANK

Students Session

Chair: Marin Marinov

THIS PAGE IS INTENTIONALLY LEFT BLANK

Addressable LED/ Buzzer structure as optimization proposal for wearable indicator system increasing visibility and safety of urban E-Bike users

Adressierbare LED/Buzzer-Signalstruktur als Optimierungsvorschlag für ein tragbares Anzeigesystem zur Förderung der Sichtbarkeit und der Sicherheit von urbanen E-Bike-Nutzer

Devina Manoeva

Doktorandenschule der FDIBA, Technical University of Sofia
Sofia, Bulgaria, devina@tu-sofia.bg

Abstract — This article presents a contribution to research on wearable display systems for cyclists that promote their safety and visibility. For this purpose, a current model for a small and energy-efficient signal device was selected as an example and its technical specifications and design were critically analyzed. In search of a suitable alternative for the scientific project "AuRa" - Autonomous Bicycles, an optimization proposal with new design requirements and a new experimental structure (addressable LED / buzzer signal structure) was drawn up based on the example. The design was examined in the experimental part by QC test to partially validate its ergonomic applicability.

Zusammenfassung — Dieser Artikel stellt einen Beitrag zur Forschung über tragbare Anzeigesysteme für Fahrradfahrer vor, die ihre Sicherheit und Sichtbarkeit fördern. Zu dessen Zweck wurde exemplarisch ein aktuelles Modell für ein kleines und energieeffizientes Signalgerät ausgewählt und seinen technischen Spezifikationen und Design kritisch analysiert. Auf der Suche nach einer passenden Alternative für das wissenschaftliche Projekt "AuRa Autonome Fahrräder" wurde auf Basis des Beispiels ein Optimierungsvorschlag mit neuen Designanforderungen und neuer experimentellen Struktur (adressierbare LED/Buzzer-Signalstruktur) entworfen. Der Entwurf wurde im experimentellen Teil durch QC-Test untersucht, um seine ergonomische Anwendbarkeit teilweise zu validieren.

I. EINLEITUNG

Heutzutage erleben wir einen großen Umbruch in Bezug auf Mobilität. Die enorm überbevölkerten Städte weltweit brauchen schnell Mobilitätsalternativen, die sicherer, ökologischer und kompakter sind. Das autonome Fahren als mögliche und eher wahrscheinliche Zukunft der Mobilität bietet neue Bewegungsszenarien an [1].

Im Projekt „AuRa“ unternehmen Wissenschaftler der OVGU Magdeburg den ersten Schritt, um die Vision der „Sharing“-Mobilität als Dienstleistung auf autonom fahrenden Cargo-Bikes zu übertragen. Nutzer können ein Cargo-E-Bike per Handy bestellen, das autonom zum gewünschten Ort fährt. Dann kann man es mit seinem Gepäck zu einem Zielort manuell fahren und abschließend es entlassen, damit andere es weiter nutzen können [2]. Wenn das Fahrrad nicht mehr benötigt wird, fährt es autonom zu einem Depot oder zu dem nächsten Nutzer. Dies ermöglicht eine reale „Tür zu Tür“-Mobilität [3].

Der gewünschte Effekt des neuen Mobilitätsangebots betrifft eine breite Nutzung durch viele Nutzer. Eine zunehmende Nutzung von E-Bikes kann aber dazu führen, dass eine bessere und sicherere Interaktionsstrategie erforderlich wird. Sowohl beim autonomen als auch beim manuellen Fahren sollte die Interaktion zwischen dem autonomen Fahrzeug/ dem Nutzer und allen anderen Verkehrsteilnehmern über Licht- und Tonsignale möglich sein, um deren Sicherheit zu gewährleisten [4]. Das Profil des Fahrzeugs ist in beiden Situationen unterschiedlich: im autonomen Modus betrachtet

man das Fahrzeug als vollständig autonomes Fahrzeug (ohne Fahrer/Mensch), im manuellen Modus als herkömmliches Fahrzeug: E-Bike mit einem Nutzer. In diesem Artikel befassen wir uns mit dem manuellen Modus. Die Signalisierung während einer manuellen Fahrt ist besonders wichtig, damit andere sehen können, wohin ein Radfahrer möchte und was sein Vorhaben ist. Heutzutage ist zur Kommunikation der Absicht eine Handsignalisierung für die Links-/ Rechtskurve oder die Stoppanzeige erforderlich. Diese Art der Signalisierung kann jedoch keine gute Sicherheit gewährleisten. Um das Gleichgewicht zu halten, muss der Lenker immer mit beiden Händen gehalten werden. Der Nutzer sollte immer vorsichtig sein, wenn er seinen Arm verwendet.

Die Sichtbarkeit während einer manuellen Fahrt ist ebenfalls besonders wichtig, damit andere sehen können, wann ein Radfahrer auftaucht. Das deutsche Gesetz StVZO § 67a [5] definiert als fahrbereit ein Fahrrad mit funktionierenden Bremsen, Pedalen, einer Glocke zur Abgabe einer akustischen Warnung, es muss von vorne und hinten beleuchtet sein und Reflektoren haben. In StVZO gibt es jedoch kein Gesetz, das das Tragen von Helmen oder reflektierender Kleidung vorschreibt, was es anderen viel leichter macht, einen Radfahrer zu sehen. Ihre Verwendung ist nicht vorgeschrieben, kann aber eher als dringend bezeichnet werden.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Forschung über tragbare Anzeigesysteme für Radfahrer leisten, die ihre Sicherheit und Sichtbarkeit fördern. Zur Sicherung von optimaler Ergonomie-Bedingungen für die künftigen Nutzer von „AuRa“ wurde nach Recherche exemplarisch ein Modell ausgewählt, das ähnliche Funktionalitäten beinhaltet. Zu dem Zweck des Vorhabens wurde sein Design analysiert und

kritisch betrachtet. Im Anschluss wurde ein Optimierungsvorschlag in Form einer Anforderungsliste und einer experimentellen LED/Buzzer-Struktur entworfen. Das Konzept ist ursprünglich als eine Lösung für das Projekt „AuRa“ entworfen, könnte aber für alle E-Bike-Fahrer geeignet sein. Im experimentellen Teil wird in Zusammenarbeit mit Entwicklern elektronischer Hardware die Sicherheit und die Implementierung von den in der Struktur integrierten LED-Schaltkreisen untersucht, als Voraussetzung für die Ergonomie des angebotenen LED-Systems, das so nah am menschlichen Körper liegt. Auf dieser Weise soll sein Verhalten unter schwierigen Bedingungen geprüft werden.

II. RECHERCHE UND ANALYSE

Ein tragbares System für Fahrradfahrer, das Blinker sowohl vorne als auch hinten hat ist zu entwickeln. Ähnliche Entwürfe wurden neulich durch E-Bikes bekannt. WAYV [6] darstellt ein aktuelles Beispiel für so ein Anzeigesystem (Abb. 1). Nach Analyse dseiner Produktbeschreibung sind unten die Hauptvorteile des Systems gelistet, die die Modelauswahl argumentieren.

A. Designvorteile

- *Maximale Sichtbarkeit* - Es besteht sowohl aus einem tragbaren Gurt, der auch direkt an Rucksäcken befestigt werden kann, als auch aus einem Headset, das an den meisten belüfteten Helmen befestigt werden kann (höchster sichtbarer Punkt positioniert).

- *Einstellbares Design* - Gurt und Headset sind anpassbar, um Nutzern mit unterschiedlichen Größen und Formen gut zu passen. Das "AuRa"-Rad wird von unterschiedlichen Nutzern bestellt und benutzt. Daher betrachten wir diesen Punkt mit hoher Priorität.

- *Kompakt und leicht* - Der Gurt wiegt weniger als 200 Gramm, die Helmausrüstung wiegt weniger als 150 Gramm. Das Geschirr ist robust, aber flexibel. Es kann zusammen mit der Helmausrüstung in einer kleinen Tasche verstaut werde.

B. Technische Vorteile

- *Signalquelle* - Der Kabelbaum verfügt über mehr als 200 nahtlos integrierte superhelle LEDs, um Radfahrer super sichtbar zu machen.

- *Signalisierung* - Die LED-Anzeigen leuchten orange und die Hintergrundbeleuchtung ("X") - rot. Dieses Design basiert auf den etablierten Paradigmen für Fahrzeugbeleuchtung und -anzeige, die jeder bereits versteht.

- *Drahtloser Betrieb* - Die Kontrollleuchten für Gurtzeug und Helm werden gleichzeitig von einer abnehmbaren Fernfernbedienung am Lenker des Fahrrads gesteuert. Die Fernbedienung kann bedient werden, ohne den Griff beim Drehen einzustellen. Der Hebel wird mit dem Daumen nach oben oder unten gedrückt, um die Anzeigen zu aktivieren, und dann erneut gedrückt, um sie auszuschalten.

- *Wasserdicht* - Die gesamte Elektronik ist versiegelt und wasserdicht.

III. NEUES DESIGNKONZEPT ALS OPTIMIERUNGSVORSCHLAG FÜR EIN TRAGBARES ANZEIGESYSTEM FÜR E-BIKE NUTZER

Bei dem tragbaren LED-System WAYV [6] sind jedoch Nachteile zu finden wie z.B. keine Verbindung mit der Robotersteuerung. Der Robot braucht auch notwendige Daten für die aktive Position des Fahrers und seine Umgebung wie beispielsweise ob hinten Scheinwerfer seinen Körper beleuchten usw. Wenn der Robot aktiv beim Fahren ist soll das Signalisierungssystem sichtbar für die Fußgänger und fühlbar durch schwache Vibrationen (haptische Signale) für den Fahrradfahrer sein. Auf der Suche nach einer passenden Alternative für das Projekt "AuRa" sind auf Basis des Beispiels

in diesem Teil die neu definierten Designanforderungen für ein zukünftiges Konzept aufgelistet. Es wird „Adressierbare LED/Buzzer-Signalstruktur“ genannt. Abb. 1 veranschaulicht den Vergleich von den Funktionen zwischen dem tragbare LED-Anzeigesystem WAYV [6] (links) und dem Optimierungsvorschlag (rechts).



Abb.1. Beispiel: WAYV [6] (links) und Optimierungsvorschlag: Adressierbare LED/Buzzer-Signalstruktur (rechts).

Designanforderungen

- *Anzeigesystem, zentriert um ein Smartphone* - Für den Hardware-Controller und die Stromversorgung soll ein Anzeigesystem entwickelt werden, das sich um einen Smartphone-Controller dreht und die Leistung zur Steuerung die unabhängigen Funktionen des Anzeigesystems.

- *Drahtlose NFC-Verbindung* - Der Smartphone-Controller ist über eine kontaktlose NFC-Schnittstelle mit den Treibern der LED-Segmentanzeigen verbunden, die mit ISO / IEC 18000-3 Modus 1 (ISO / IEC 15963) kompatibel sind, einem Standard für tragbare elektronische Schaltungen.

- *Anwendungsszenarien* - Neben dem Anhalten und Abbiegen soll eine neue Anwendungsszenario und die zusätzlichen Symbole für „Vom E-Bike fallen/ Notfall/ Gefahr“ hinzugefügt werden. Eine weitere Aufgabe für den Smartphone-Controller wird das Erzeugen von Bildern/ Signalen mithilfe des LED-Segments, indem Helligkeit, Farbe gesteuert und zwischen den Leistungszuständen umgeschaltet werden können. Die Herausforderung bei der Erzeugung von Bildern auf LED-Segmentanzeigen besteht in der geringen Auflösung für die Anzeige von Text. Piktogramme sind die Hauptträger von Licht übertragenen Informationen und Nachrichten an die anderen Teilnehmer der städtischen Mobilität und Fußgänger.

- *Haptisches Feedback an den Nutzer* - Haptische Signale für zusätzliche Anwendungsszenarien wie "Fußgängerüberwegerkennung", "Beschleunigen", "Bremsen" sowie "Vorwärtskollisionswarnung" sollen hinzugefügt werden. Diese sollten haptische Vibrationen am Fahrradhelm aktivieren, um die Aufmerksamkeit des Radfahrers zu gewinnen. Die haptische Signalisierung/ Rückmeldung an den Nutzer kann auch nützlich sein, um andere Szenarien wie „Es befindet sich ein Auto hinter Ihnen“ anzuzeigen. Ein Lichtsensor auf der Rückseite sollte beispielsweise Scheinwerfer erkennen und dem Nutzer zu informieren.

- *Akustische Signalisierung* - Die E-Fahrzeuge sind normalerweise leise. Zur besseren Sicherheit soll noch eine

akustische Signalisierung als Funktion des Systems vorhanden sein, die einen zusätzlichen Warnton für Fußgänger erzeugen soll.

- *Intelligente LED-Drivers* - Die NFC-Schnittstelle verwendet die Pulsweitenmodulation (PWM) bei 25 kHz, um die Helligkeit der LEDs mit einer Genauigkeit von +/- 0,1% zu steuern. Dies ist das erste Mal, dass LED-Driver, die „Arbeitsstunden“ für jede LED in ihrem internen Speicher speichern können. Diese Informationen werden für das automatische CLO-System verwendet, um die hellen LEDs zu kompensieren, die sich im Laufe der Zeit verschlechterten.

IV. EXPERIMENTELLER TEIL

Nach der Anforderungsliste wurde eine neue experimentelle Struktur (E-Bike adressierbare LED/Buzzer-Struktur) entworfen (Abb. 2). Ihr Design erfordert dementsprechend eine umfangreiche ergonomische Validierung in Form von Tests, die die Anwendbarkeit des neuen Entwurfes sicherstellen. In Zusammenarbeit mit Entwicklern elektronischer Hardware wird in diesem experimentellen Teil vorerst die Sicherheit und die Implementierung von den in der Struktur angewandten LED-Schaltkreisen durch eine Reihe QC-Tests untersucht. Die LED-Schaltkreise sollten bei der künftigen Nutzung vorwiegend ganz nah am menschlichen Körper liegen. Daher soll ihr Verhalten unter schwierigen Bedingungen untersucht werden.

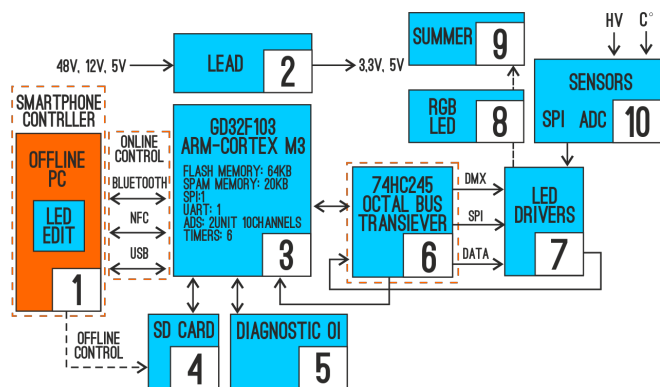


Abb.2. Adressierbare LED/Buzzer-Signalstruktur.

Eine einzelne vollfarbige LED mit Antriebsmechanismus, die im E-Bike-Signalisierungsbus verwendet wird, ist mit dem US8094102B2-Patent verwandt. Dementsprechend offenbart die Erfindung eine Gehäusestruktur einer vollfarbiger LED, die mit einem internen Treiber ausgestattet ist. LEDs haben einen IC in die LED eingebaut, der die Kommunikation über eine Ein-Draht-Schnittstelle ermöglicht. Dies bedeutet, dass viele hunderte LEDs mit einem Pin am Bl.6-Bustreiber-Controller gesteuert werden können. Die LED-Streifen haben 3 Pins: den Power-Pin, den Ground-Pin und den Daten-Pin (Din und Dout). Die Stromversorgungs- und Erdungsstifte versorgen die Kette mit Strom, während der Datenstift mit der Steuerung verbunden werden sollte. LED-Driver (Bl.7) treibt jede einzelne Signal Lampe (Bl.8) und/oder wo nötig direkt jeden einzelnen Summer (Bl.9) für haptische Signale. Die Ausgangsströme genügen für diese Ziele LED oder Summer zu treiben. Neue Entwicklung ist (Bl.10) die Sensoreinheit, die geeignete Eingänge für Temperatur und Lichtmessung besitzt. Diese Schaltung wird anstelle (Bl.7) serienhaft angelötet, bearbeitet aber keine Eingangsbytes am DI, sondern sendet Ausgangsbytes als Temperatur und Lichtmessergebnisse am

DO zu (Bl.7) und Microcontroller (Bl.3). Diese Struktur ist kein gutes Beispiel für Hardwarearchitektur, aber für ein tragbares Anzeigesystem lohnt sich die einfache Verdrahtung.

In unserem Testansatz wird eine Hard/Software Struktur (siehe Abb. 2, 3) wo jede neue tragbare LED-Anzeigesystem schnell getestet wird. Hier kann man Optik-, Temperatur-, Haptik- und Elektrik abhängigen Parameter bewerten und analysieren. Die QC-Tests richten sich nach dem Kommunikationspfad in Bezug auf Kabellänge, kapazitive Lasten, Ein/Aus Übergänge und Probleme mit der Stromversorgung. Das Datenübertragungsprotokoll verwendet einen einzelnen NZR-Kommunikationsmodus. Nach dem Zurücksetzen des Pixel-Einschaltens empfängt der DIN-Port Daten von der Steuerung, das erste Pixel sammelt anfängliche 24-Bit-Daten und sendet sie dann an den internen Daten-Latch der DO-Port. Nach der Übertragung 24bit für jedes Pixel bleibt das Signal in „0“ für die „RES“ Zeit. Pixel übernehmen die Auto-Reshaping Übertragungstechnologie, wodurch die Pixelkaskadenzahl nicht auf die Signalübertragung beschränkt ist, sondern nur von der Geschwindigkeit der Signalübertragung abhängt. Die RESET-Zeit ist größer als 280µs. Sie führt während der Unterbrechung nicht zu einem falschen Reset. Sie unterstützt die niedrigere Frequenz und die kostengünstige MCU (siehe Abb. 3).

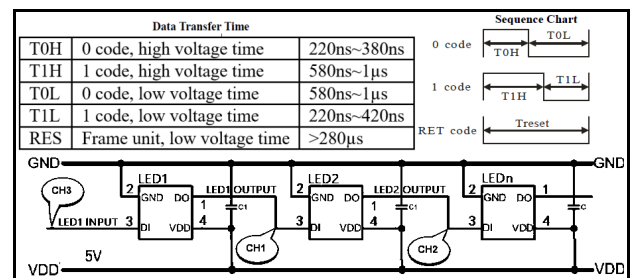


Abb. 3. Adressierbare LED/Buzzer "timings".

Zum Erzeugen des NRZ-Bitstroms wird ein Zeitgeber im PWM-Modus verwendet. Durch die Verwendung integrierter PWMs und DMA-Module kann die CPU bei der Erzeugung jedes einzelnen Bits entladen werden. Die Module in der Cortex-MCU können dies in einem sehr effektiven Modus tun und mehr als 4 adressierbare LED-Streifenkanäle gleichzeitig erzeugen. Der NRZ-Bitstrom selbst ist kein synchrones Timing, sondern eine Codierung, die entweder in einer synchronen oder einer asynchronen Übertragungsumgebung verwendet werden kann, dh mit oder ohne explizites Taktsignal. Aus diesem Grund ist es nicht unbedingt erforderlich zu diskutieren, wie die NRZ-Bitstromcodierung "auf eine nachlaufende Taktflanke" oder "während einer Taktperiode" wirkt, da alle Übergänge in der gegebenen Zeitspanne stattfinden, die den tatsächlichen oder implizierten integralen Takt darstellt Zyklus. Die eigentliche Frage ist, dass beim Abtasten der „H“ oder „L“ Zustand korrekt empfangen wird, vorausgesetzt, die Übertragungsleitung hat sich für dieses Bit stabilisiert, wenn der physikalische Pegel am empfangenden Ende abgetastet wird. NRZ-Bitstrom. Um die automatische Umformung der Übertragungstechnologie/ NRZ-Decodierung hervorzurufen und die Stabilisierung der DO-DI-Übertragungsleitung zu testen, werden 3-Kanal-Oszilloskopbilder beobachtet. Der Testgenerator für „Schwarz/0/Leerstromaufnahme“ und „Weiß/1/max. Stromaufnahme“ (siehe Abb. 4, 5) zeigen über 20 Parameter, die die Qualität der Lichtkette bewerten.

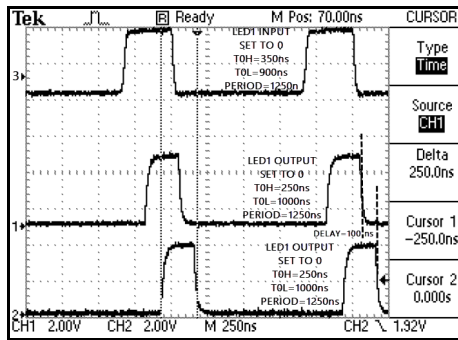


Abb. 4. Auto reshaping "SET ALL to 0" for standard clock period.

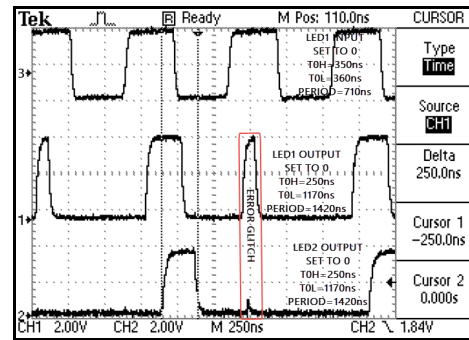


Abb.7 Auto reshaping "SET ALL to 0" for a bit lower than standard clock period.

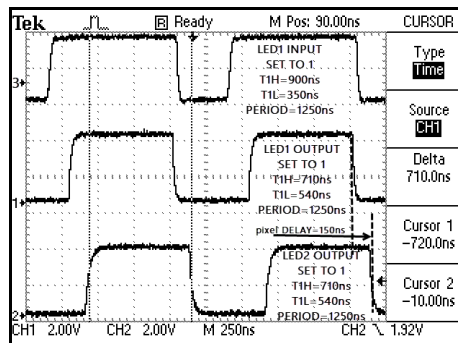


Abb. 5. Auto reshaping "SET ALL to 1" for standard clock period.

Nach dem ersten Test der adressierbaren LED / Buzzers-Struktur aus Abb. 4 haben wir einige QC-Tests durchgeführt und festgestellt, dass die LEDs auf seltsame Weise versagten. Grundsätzlich hatten 1/10 LEDs eine oder mehrere interne Dioden, die ausfielen. Jeder aktivierte Pixel zieht mehr als 60 mA aus der Stromversorgung, der Spannungspegel des Signals fällt unter 2V. Einige Pixel leuchten nicht und viele sind in falschen Farb- und Helligkeitsstufen aktiv. Dieser Zustand muss wegen thermischer Überhitzung vermieden werden. Typischerweise fiel die blaue Diode, aber gelegentlich rot oder grün und in seltenen Fällen mehrere oder alle drei Dioden aus. Der Fehler scheint temperaturempfindlich und in extremen Fällen auch druckempfindlich zu sein. Temperaturempfindlich zu sein bedeutet, dass nach einem Kaltstart mit weißer Helligkeit in etwa 30 Sekunden Probleme auftreten. Nach dem Aufwärmen (1-5 Minuten) verschwinden diese Probleme. Wenn es gestochen wird (Druck), ist es sehr wahrscheinlich, dass wir es dauerhaft beschädigen können. Der Testgenerator für „HF/1/Selbsterregung“ und „LF/0/Verdrahtung“ (siehe Abb. 6, 7) zeigen über 10 Parameter der Impulsstörung der Lichtkette bewerten.

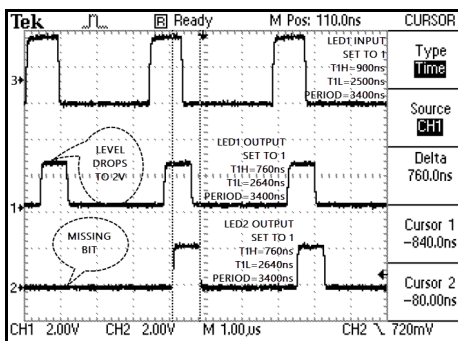


Abb.6. Auto reshaping "SET ALL to 1" for a bit higher than standard clock period.

V. KONSEQUENC

Die in der neuen Struktur dargestellten Hardware und Design sprechen für eine längere Lebensdauer, gute Sichtbarkeits-eigenschaften, Steuerung sowie kapazitive ergonomische Eigenschaften in Bezug auf technische Ausdauer und bilden daher eine gute Grundlage für weitere Experimente auf dem Gebiet der Subsysteme für ein neues Signalisierungssystem für E-Bike-Nutzer. Die Fortsetzung der Forschung kann eine letztendliche wissenschaftliche Begründung gewährleisten, welche Halbleiter wie LED-Pixel und Summer am besten für den neuen Entwurf geeignet sind. Darüber hinaus kommt die Frage wie die neuen Funktionalitäten wie das haptische und akustische Feedback am effektivsten gemeinsam in dieser Struktur mit-funktionieren können. Künftig sollten allgemein die tragbaren Signalisierungssysteme untrennbare Elemente der Ausstattung von E-Bikes sein. Vor diesem Punkt gäbe es noch Bedarf an Forschung.

DANKAUSSAGE

Der Beitrag ist im Rahmen der Forschungstätigkeiten des Vorhabens „AuRa“ Autonome Fahrräder“ entstanden. Dieses wird durch den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] T. Assmann, „Gewerbliche Nutzung von Lastenrädern - Modelle, Verwendung, Vorteile,“ in ACE Auto Club Europa e.V. (Hrsg.) (Ed.), *Mobilität gestalten, Stillstand verhindern* (S.60–62). ACE Auto Club Europa e.V., Berlin, pp. 60–62, 2018.
- [2] K. Krause, T. Assmann, S. Schmidt, and E. Matthies, “Autonomous driving cargo bikes – Introducing an acceptability-focused approach towards a new mobility offer,” in *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 6, 100135, 2020.
- [3] S. Zug, S. Schmidt, T. Assmann, K. Krause, S. Salzer, M. Seidel and V. Wohlgenuth, „BikeSharing der 5. Generation - Szenarien und Herausforderungen für den Einsatz autonom agierender Fahrräder,“ in J. Marx Gómez, A. Solsbach, Th. Klenke, *Smart Cities/Smart Regions – Technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Innovationen, Konferenzband zu den 10. BUIS-Tagen*, Springer Vieweg in press, 2019.
- [4] D. Manoeva, and S. Draganov, “Lighting utilization as a tool for interaction of small autonomous urban vehicles in mixed traffic environment”, in 11th Electrical Engineering Faculty Conference (Bulef), IEEE Library, 2019.
- [5] Federal Office of Justice, Germany. Bundesamt für Justiz, *Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) § 67 Lichttechnische Einrichtungen an Fahrrädern*, 8 Sept. 2019. [Online] Available: http://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/_67.html.
- [6] WAYV, 12 July 2019. [Online] Available: <https://wayv.uk>.

Counterclaim for invalidity of a trademark in court proceedings for infringement - "for" and "against"

Gegenklage auf Nichtigerklärung einer Marke im Verletzungsverfahren - „für“ und „gegen“

Dimitrina Stefanova

Faculty of German Engineering Education and Industrial Management, Technical University - Sofia
8, Kliment Ohridski Blvd, BG -1000, Sofia, Republic of Bulgaria, dimitrina.stefanova@gmail.com

Abstract — The report considers the possibility for the defendant in the claim’s proceedings for infringements of European Union mark to bring a counterclaim for declaration of invalidity of the mark. It is proposed to introduce this possibility in Bulgarian legislation as an alternative to the current method of declaring invalidity Bulgarian marks – only by starting a procedure in the Patent Office for “deletion” of a mark registration. The term “deletion” of the registration of the mark is now used in Bulgarian legislation. The current method organizes as a necessity two processes – one for deletion of the registration of the mark and other for infringements of the same mark. The latter is very often suspended until the decision of the first one become final. It is commented that introduction of the new possibility was not accepted as a legislative proposal in the new Law on marks and geographical indications, promulgated on 13.12.2019. The author finds the idea of the legislative proposal timely, modern and useful. It allows the above mention disputes to be resolved in one process and also save time. The author comments the “pros” and “cons” the legislative proposal. The author offers additional solutions to introduce this possibility in Bulgarian legislation in view of its advantages.

Zusammenfassung — In diesem Vortrag wird die Möglichkeit untersucht, ob der Beklagte im Antragsverfahren wegen Verletzung der Marke der Europäischen Union eine Gegenklage auf Erklärung der Ungültigkeit der Marke erheben kann. Es wird vorgeschlagen, diese Möglichkeit als Alternative zum derzeitigen Verfahren zur Erklärung der Nichtigkeit bulgarischer Marken in die bulgarische Gesetzgebung aufzunehmen, und zwar nur durch Einleitung eines Lösungsverfahrens beim Patentamt. Heutzutage wird der Begriff „Löschung“ der Markenregistrierung in der bulgarischen Gesetzgebung verwendet. Das derzeitige Verfahren organisiert als Notwendigkeit zwei Prozesse - einen zur Löschung der Markeneintragung und einen gegen Verletzung derselben Marke. Letzteres wird sehr oft ausgesetzt, bis die Entscheidung des ersten endgültig ist. Es wird angemerkt, dass die Einführung der neuen Möglichkeit nicht als Legislativvorschlag in das neue Gesetz über Marken und geografische Angaben aufgenommen wurde, das am 13.12.2019 in Kraft getreten ist. Der Autor findet die Idee des Legislativvorschlags zeitnah, modern und nützlich, weil dies die Beilegung der oben genannten Streitigkeiten in einem Prozess ermöglicht und spart auch Zeit. Der Autor kommentiert die „Vor- und Nachteile“ des Legislativvorschlags. Der Autor bietet zusätzliche Lösungen an, um diese Möglichkeit angesichts ihrer Vorteile in die bulgarische Gesetzgebung einzuführen.

I. NEW FACTS FOR BULGARIAN MARK LEGISLATION

In Republic of Bulgaria a new Law on Marks and Geographical Indication (LMGI) [1] was adopted. The law was promulgated in the State Gazette (SG), issue 98 of December 13, 2019 and entered into force 3 days after its promulgation¹ [2]. The law was drafted with two main objectives: “achieving compliance of national mark legislation with European Union law and with the legal protection systems of other Member States, as well as, improving the legal framework by overcoming of the existing regulatory gaps in the proceedings, speeding up the registration process and acquisition of rights, strengthening the legal protection”[3]. One legislative proposal the bill passed. This is to introduce an opportunity for the defendant in the claim proceedings for infringement of a

Bulgarian mark, to pursue his defense by means of a counterclaim – a counterclaim for a declaration of invalidity of the mark (i.e. to file a counterclaim for “deletion” of the mark registration according to the term actually used in the Bulgarian legislation).The author will consider this proposal in the report.

II. DECLARATION OF INVALIDITY OF EUROPEAN UNION MARK IN ACCORDANCE WITH EUROPEAN UNION LEGISLATION

Article 59 (“Absolute grounds for invalidity”), paragraph 1 of the Regulation (EU) 2017/1001 of the European Parliament and of the Council of 14 June on the European Union Trademark (The Regulation (EU) 2017/1001) provides that:“An European Union mark shall be declared invalid on application to the Office or on the basis of a counterclaim in infringement proceedings..”[4]. Therefore, under European Union law, there are two ways to declare a European mark invalid. The first is to submit an application for a declaration of invalidity to the Office. Thus, the application for declaration of invalidity is considered by the Cancellation division, whose

¹According to Article 5, paragraph 5 of the Constitution of the Republic of Bulgaria [2] “All normative acts are published. They shall enter into force three days after their publication, unless otherwise specified therein.”

decision may be subject to appeal to the Board of Appeal² etc. The second option is to declare the invalidity of the European mark in the court proceedings - when the defendant in the infringement proceedings files a counterclaim for invalidity of the European mark. The counterclaim, according to professor Stalev, “is the claim filed by the defendant against plaintiff and which is jointed for joint consideration with the initial claim in the proceedings instituted against him” [5, p.423]. It is also important that “the court rules on both claims” [5, p.425].

According to Article 124, (d) of the Regulation (EU) 2017/1001, the European trade mark courts shall have exclusive jurisdiction for declaration of invalidity of the European Union trade mark [4, Art.124, (d)]. According to Article 123, paragraph 1 of the Regulation (EU) 2017/1001, “The Member States shall designate in their territories as limited a number as possible of national courts and tribunals of first and second instance, which shall perform the functions assigned to them by this Regulation.” [4, Art.123, Para.1]. In the Republic of Bulgaria, the designation is made in Article 111, paragraph 7 of LMGI [1]. The Sofia City Court as a court of first instance and the Sofia Court of Appeal as a court of second instance are those “which are European Union trade mark courts within the meaning of Regulation (EU) 2017/1001” [1, Art.111, Para.7].

How and within what term a counterclaim may be filed prescribes Article 211, paragraph 1 and 2 of the Civil Procedure Code (CPC) [6, Art.211, Para.1 and 2].

Consequently, the European and Bulgarian legislation give the defendant the right, in a claim for infringement of a European mark on Bulgarian territory, to file a counterclaim for the declaration of invalidity of the European Union mark. The competent court will be Sofia City Court, as a court of first instance.

III. DELETION OF REGISTRATION OF MARK ACCORDING TO BULGARIAN LEGISLATION-PROBLEMS

A. Legislation

The LMGI does not give the defendant the right to file a counterclaim for “deletion” of registration of a Bulgarian mark in the claim proceedings for infringements³. If the defendant, in the claims proceedings for infringement of a Bulgarian mark, decide to request a deletion of the mark registration (at his defense), he must file a request to the Patent Office of the Republic of Bulgaria. Therefore, two different procedures will develop.

- According to Article 125 of the LMGI, in conjunction with Article 116 of the same Law, the claims for infringements of marks rights⁴ are subject to jurisdiction of the Sofia City Court, as a court of first instance [1, Art.125]. The decision on the dispute of the Sofia City Court may be appealed to the Sofia Court of Appeal [6, Art.258, Para.1]. The decision of Sofia Court of Appeal may be appealed to the Supreme Court of Cassation on very strict grounds. [6, Art.280, Para.1 and Para.2]. As a rule also, a cassation appeal is not allowed of the

decisions on commercial cases with a claim price of up to BGN 20 000 [6, Art.280, Para.3, Item 1].

- According to Article 69, paragraph 1, item 5 of the LMGI, Dispute Chambers consider requests for deletion of registration of marks [1, Art.69, Para.1, item 5]. According to Article 76, paragraph 8 of the LMGI, decisions shall be taken by the President of the Patent Office or by a Vice – President authorized by him [1, Art.76, Para.8]. Their decisions are subject to appeal before the Administrative Court –Sofia city [1, Art.84, Para.1]. The decision of the Administrative Court – Sofia City can be appealed to the Supreme Administrative Court [7, Art.208 in conjunction with Art.217, Para.1]. His decision is final.

Actually, these two different proceedings are interconnected. They are related to one mark. The first proceedings are for protection against infringements of the rights of the mark. The second proceedings seek to delete the registration from which the rights of the mark derive.

B. Practical cases:

According to Article 229, paragraph 1, item 4 of CPC, “the court suspends the proceedings when a case is considered in the same or another court, the decision on which will be relevant for the proper resolution of the dispute” [6, Art.229, Para.1, item 4].

Here are two practical cases in this regard:

- Case 1
In the first presented case, it was requested to suspend the appellate proceedings on the claims for violation before the Sofia Court of Appeal, until the completion of the proceedings on the request for deletion of the mark in the Patent Office. It was under the action of Article 182, paragraph 1, item “g” of the Civil Procedure Code⁵ [8]. The Sofia Court of Appeal has stayed the case [9], but its ruling was overturned by The Supreme Court of Cassation. The Supreme Court of Cassation accepts (by argument of its reasons) that the suspension on the application of Article 182, paragraph 1, item “g” of the CPC (revoked) may be justified if it is based on the finding that the trial is “in the same or another court”[10].
- Case 2
In another case, the suspension of the proceedings on claims for mark infringements is requested before the Sofia City Court on the grounds of Article 229, paragraph 1, item 4 of CPC. The reason is because there are two other proceedings at the same time which were related to the case – one was before the Patent Office for revocation of the mark, and the other was court proceedings before the Sofia City Court to establish bad faith in filing the application of the mark (which in practice aims to delete the mark registration) [11]. The Sofia City Court has refused to suspend the proceedings on claims for infringements of a mark and rules with the decision on them [12]. Sofia Court of Appeal, however, (after being seized with an appeal), considers as a matter of priority the issue of suspension of the proceedings under Article 229, paragraph 1, item 4 of the CPC [11]. Sofia Court of Appeal shares the considerations of the Sofia City Court for the refusal of the first request, as “according to the provision of

²According to Art.67 of Regulation (EU) 2017/1001 [4] “Any party to proceedings adversely affected by this decision may appeal”

³As commented LMGI [1, Art.36, Art. 38, Art.69, Para. 1, item 5 etc.] uses the term “deletion”.

⁴According to Article 116, paragraph 1 of the LMGI [1] some of the claims for infringements are: 1) establishing the fact of infringement; 2) termination of the violation and/or prohibition to perform the activity, which will constitute a violation; 3) compensation for damages; 4) seizure and destruction of the property, subject of the violation, including the means and materials for its commission. For more claims see Article 116 of the LMGI [1].

⁵According to Article 182, paragraph 1, item “g” of the Civil Procedure Code (revoked) [8]: “The court suspends the proceeding when a case is heard in the same or in another court, the decision on which will be relevant to the proper resolution of the filed claim”

Article 229, paragraph 1, item 4 of CPC, the court is obliged to suspend the proceedings, when a case is heard in the same or another court, the decision of which will be relevant for the proper resolution of the dispute. On the submitted request for revocation of the registered mark due to non – use is initiated proceedings before the Patent Office, which is an administrative body and not a court, and therefore the norm of Article 229, paragraph 1 of CPC is not applicable” [11]. According to Sofia Court of Appeal, however, “the subsequent request for suspension of the dispute on the grounds of preliminary ruling on the initiated and pending before the Sofia City Court proceedings for establishing bad faith in applying for the mark for registration is well –found.”[11]. The court set out very detailed reasons, justifying the suspension the proceedings on that request. The court came to the conclusion that “in the event of court dispute for bad faith in filing the application of the mark, its resolution will be important for the successful conduct of the establishing, convicting and constitutive claims under Article 76 of the LMGI”[11]. The Sofia Court of Appeal stops the proceeding until the conclusion of the case (for establishing bad faith) in Sofia City Court with an effective decision. The Supreme Court of Cassation upheld the ruling of the Sofia Court of Appeal [13]. The final conclusion is that the decision on the pending court proceedings before the Sofia City Court “is important for correct decision on the filed claims for violation” [13].

IV. PROPOSAL TO THE LAW ON MARKS AND GEOGRAPHICAL INDICATIONS

Group of lawyers and Industrial property representatives have made the following proposal to the draft LMGI: “According to the model of Regulation (EU) 2017/1001 to create a new article 117 “a” entitled “Protection against unlawful registration of a mark in infringement proceedings..”[14]. It consist in giving the defendant opportunity, (within the time limit for reply to statement of the claim), “to bring a counterclaim with which to request the deletion of the mark” [14]. Specific texts are suggested. The proposal was made in the course of public consultation of the draft law [14].

The proposal was not adopted on the following reasons:

“According to Directive (EU) 2015/2436, the texts of which are transported by the draft law, there is no obligation for Member States to provide for such a possibility in national law.

In addition, with the inclusion of the proposed text in the draft law, there is a danger of creating a contradictory practice in assessing the genuine use of a mark and/or its distinctive character, for which the Patent Office is competent.

The proposed option applies in countries, where the cases in which claims and appeals concerning the protection of the right to a trademark are heard, are specialized in the field of intellectual property.”[14]

Without analyzing the specific texts, proposed to the Law (this is beyond the scope of the report), the author support the general idea – to include in new LMGI, the possibility for the defendant in the claim proceedings for infringement of a Bulgarian mark, to file a counterclaim for declaration of invalidity of the mark.

The idea is also presented by Association of Bulgarian Employers’ organizations [15, Item 9].

Similar proposal was received between the first and second vote [16, Item XV].

The author presents the following arguments:

A. *With regard to Directive (EU) 2015/2436*

Even assuming that Article 45 of the Directive (EU) 2015/2436 [17] does not oblige the Republic of Bulgaria to introduce such a possibility in its legislation, there is no prohibition too.

The possibility is timely, modern and useful.

In the court proceedings on claims for infringements of rights of a mark, it will be allowed to consider the issue for invalidity of the mark. From validity of that mark the rights of the claim proceedings are derived.

The main advantages can be summarized as:

- On one hand, resolving the issue of mark invalidity can be relevant to the proper resolution on infringements claims. The court will rule on the claim(s) of plaintiff and on the counterclaim of the defendant in one case.
- On the other hand, the delay, which is logical consequence, while waiting for the cases, will be avoided.

B. *With regard to contradictory practice*

The second argument in the part that “a contradictory practice may be created in assessing the genuine use of a mark and/or its distinctive character” has some basis. It is quite possible that there is contradictory practice, especially at the beginning. Even in application of European Union legislation the different interpretations of legal norms cannot be avoided⁶. [18]. However, the author means that it may consider overcoming this risk.

Some of the possible options in this direction may be:

1) *To describe in more details these institutes in LMGI and in by-laws, on its implementation.*

2) *To organize joint meetings, seminars, international forums etc, to discuss controversial issues and more difficult topics for practice.*

3) *Even it is necessary, to organize special trainings for judges. The court is constituted by highly qualified jurists, (the judges are of exceptional qualification and erudition and among the best jurists as a rule). It is unlikely that entering into these specifics and in what it is necessary to be assessed the genuine use of a mark or its distinctive character, will make it difficult for them.*

All these proposals and others can be considered towards the synchronization of practice of the problematic issues.

C. *With regard to specialized courts*

The author cannot agree with the third argument, since as stated above, the Sofia City Court and the Sofia Court of Appeal are European Union mark courts within the meaning of Regulation (EU) 2017/1001 and deal with claims for invalidity of European marks. Why should these courts not consider similar cases regarding Bulgarian marks?⁷ [20]

V. CONCLUSION

In this report, the author briefly considered the issues “for” and “against” the introduction of the counterclaim for

⁶E.g. in the Case C -561/11 of the Court of Justice [18] is made a request for preliminary ruling and Interpretation of Article 9 (1) of Council Regulation (EC))207/2009 of 26 February 2009 on the Community trade mark [19]

⁷The same argument may be derived from: 1/ the Opinion of Attorney at Law Vassil Pavlov, made in Commission on legal issues on June 19, 2019 [20] when discussing the Draft Law on Marks and Geographical Indications, 2/ the “Opinion in the Draft Law on Marks and Geographical Indication” by Association of Bulgarian Employers’ organizations, [15, Item 9]

declaration of invalidity (i.e. for deletion of registration) of a Bulgarian mark in the proceedings on claims for infringements of mark rights. The author is “for” the introduction of this counterclaim in the Bulgarian legislation.

The advantages are in greater procedural efficiency, because in one proceeding, and not necessarily in two, interrelated issues can be resolved. It is assumed also that the existing “dispute” between the parties will be finally resolved in a shorter time.

Disadvantages can be overcome by: better regulation of the problematic legal institutes, organizing meetings, symposia, international or local forums and other to discuss sensitive topics, organizing trainings for judges etc.

The author stands on the principle of clear, flexible and simplified procedures in resolving various cases or legal disputes.

REFERENCES

- [1] Law on Marks and Geographical Indications, State Gazette, No 98, December 13 2019.
- [2] Constitution of the Republic of Bulgaria, State Gazette, No 56, July 13 1991, last amended and supplemented, SG No 100, December 18, 2015.
- [3] Bulgarian Patent Office, “Draft of new Law on Trademarks and Geographical Indications”, announcement posted on February 7, 2019 on <https://www.bpo.bg/bg/about/proekti-na-aktove>
(This page was visited on August 30, 2020).
- [4] Regulation (EU) 2017/1001 of the European Parliament and of the Council of 14 June 2017 on the European Union trade mark, OJ, L 154, 16.06.2017.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1001&from=EN>
(The page was visited on November 24, 2020).
- [5] Jivko Stalev, *Bulgarian Civil Procedure Law*, Ciela Publishing House, Sofia, 2000.
- [6] Civil Procedure Code, State Gazette №59, July 20, 2007, last supplemented, State Gazette №68, July 31, 2020.
- [7] Administrative Procedure Code, State Gazette, № 30, April 11, 2006, last amended and supplemented, State Gazette, № 98, November 17, 2020.
- [8] Civil Procedure Code, State Gazette № 12, February 8, 1952, revoked by Civil Procedure Code, State Gazette №59, July 20, 2007.
<https://ex-lege.info/%D0%BE%D1%82%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8-%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B5/>
(This page was visited on November 23, 2020).
- [9] Definition №165 of the Sofia Court of Appeal, Civil College, 3 rd composition of a closed session on 16.02.2009 in the case № 1133/2008.
- [10] Definition № 434 of 17.07.2009 of the Supreme Court of Cassation, College of Commerce, First Department, in Commercial case 263/2009.
- [11] Definition №2424 of 18.07.2019 of the Sofia Court of Appeal, in commercial case №3396/2019.
- [12] Decision № 617 of 02.04.2019 of the Sofia City Court, Commercial Department, in Commercial case 2485/2017.
- [13] Definition №146 of 25.03.2020 of the Supreme Court of Cassation, Commercial College, Second Department, in commercial case №2542/2019.
- [14] “Information on the opinions received after public consultations on the draft Decision of the Council of Ministers for adoption of the Law on Marks and Geographical Indications” – “Proposal by Attorney at Law Vassil Pavlov. Industrial Property Representative, Sevdalina Dzhemova, Industrial Property Representative, Attorney at Law Petar Kalpakchiev, Industrial Property Representative, Attorney at Law Kostadin Manev, Industrial Property Representative, Attorney at Law Alexandra Semerdjieva, Industrial Property Representative”, “Reasons for acceptance or non –acceptance”, pp 83-84,
<https://www.bpo.bg/uploaded/files/409-Spravka-obshtestveno-obsazhdane-ZMGO.pdf>
(The page was visited on November, 24, 2020).
- [15] “The Opinion in the Draft Law on Marks and Geographical Indication” by Association of Bulgarian Employers’ organizations –
https://www.bcci.bg/resources/files/%D0%90%D0%9E%D0%91%D0%A0-19.06_19_.pdf
(The page was visited on November 24, 2020).
- [16] Proposals of deputies between first and second vote, Proposals № 954-04-106, dated 03.07.2019, Jelio Boichev, Dimitar Danchev and Stanislav Vladimirov,
<https://www.parliament.bg/bills/44/954-04-106.pdf>
(The page was visited on September 21, 2020).
- [17] Directive (EU) 2015/2436 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2015 to approximate the laws of the Member States relating to trade marks, OJ L 336, 23.12.2015
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L2436&from=EN>
(The page was visited on November, 24, 2020)
- [18] Judgment of the Court – First Chamber, from February, 21, 2013, in Case C -561/11.
<http://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?jsessionid=DCC2A9D8EF3FE68C74B00E56C05806D6?text=&docid=134112&pageIndex=0&doclang=en&mode=lst&dir=&occ=first&part=1&cid=14713175>
(The page was visited on September 29, 2020).
- [19] Council Regulation (EC) No 207/2009 of 26 February 2009 on the Community trade mark (codified version), OJ L 78, 24.3.2009, No longer in force, Date of end of validity: 30/09/2017
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0207&from=EN>
(The page was visited on November, 24, 2020).
- [20] Protocol №97 of 19 June 2019 from the regular meeting on the Commission on legal issues of the National Assembly,
<https://parliament.bg/bg/parliamentarycommittees/members/2577/steno/ID/5617>
(The page was visited on November, 24, 2020)

Phased Antenna Array Cross-Polarization Tuning

Einstellung der Kreuzpolarisation von Gruppenantennen

Daniel Hristov^{*}, Hristomir Yordanov[†]

^{*}RaySat - Bulgaria, Sofia, Bulgaria, danielh@gilat.com, dhristov@fdiba.tu-sofia.bg

[†] Faculty of German Engineering and Economics Education, Technical University Sofia, Kliment Ohridski blvd. 8, 1756, Sofia, Bulgaria, hristomir.yordanov@fdiba.tu-sofia.bg

Abstract — The polarization purity is a key parameter of the antennas used for satellite communications. To obtain a sufficient polarization purity for a complex antenna system, especially for planar antennas, a specific tuning procedure must be performed. For this purpose, a brief description of the polarization states is presented, clarifying the subject of the polarization matching. A verified algorithm for tuning of polarization of phased antenna array is also presented and further developed to investigate the possibility to obtain a broadband polarization characteristic. Experimental results are presented and discussed.

Zusammenfassung — Die Polarisationsreinheit ist ein Schlüsselparameter bei Antennen in der Satellitenkommunikation. Um auch in komplexen Antennensystemen, wie beispielsweise in planaren Antennenanordnungen, eine ausreichende Polarisationsreinheit sicherzustellen, muss die Antenne in dieser Hinsicht speziell abgestimmt werden. Zu diesem Zweck wird eine kurze Beschreibung der Polarisationszustände gegeben, um die Problematik der Polarisationsanpassung zu verdeutlichen. Ein verifizierter Algorithmus zur Einstellung der Polarisation eines phasengesteuerten Antennenarrays wird ebenfalls vorgestellt und hinsichtlich einer breitbandigen Einstellung der Polarisationscharakteristik weiterentwickelt und untersucht. Abschließend werden experimentelle Ergebnisse dargelegt und diskutiert.

I. INTRODUCTION

The polarization purity plays a key role for optimal channel densification of the existing geostationary-satellite orbit (GSO) and especially of the emerging non-geostationary-satellite orbit (NGSO) constellations [1], [2]. The need for at least two active broadband connections at time – one with the rising satellite and one with the setting over the horizon – each of them usually with different polarizations, raises questions about the cross-polarization discrimination (XPD) tuning of electronically steerable phased antenna arrays (PAA), capable to provide multiple active beams at a time.

The goal of the current work is to propose a method for XPD optimization in a frequency band and to present results, obtained by different criterion for compensation.

The polarization purity can be influenced by any structure in the antenna's aperture proximity – e.g. supporting elements, housing or radome.

A complete characterization of an antenna polarization properties requires its full complex 2D pattern, represented with pattern matrix of the form:

$$F(\theta, \varphi) = \begin{bmatrix} f_{HH} & f_{VH} \\ f_{HV} & f_{VV} \end{bmatrix}$$

This matrix form is convenient for explanation of electromagnetic wave interaction with other structures during the wave propagation – i.e. for simulation of radar systems, but is inappropriate for common antenna systems characterization.

All possible polarization states of an electromagnetic (EM) system can be represented as a point on the Poincare sphere – Fig. 1, where the linear polarizations are located on its “equator”, the circular polarizations – on the sphere poles, and the elliptical polarizations – anywhere between them. The right-hand polarizations (elliptical and circular) are placed on the bottom/south hemisphere, the left-hand polarizations – on the north one. An important property of the Poincare sphere is that

polarization states placed on opposite points on the sphere surface are orthogonal to each other, hence to every polarization state corresponds a single orthogonal phase state.

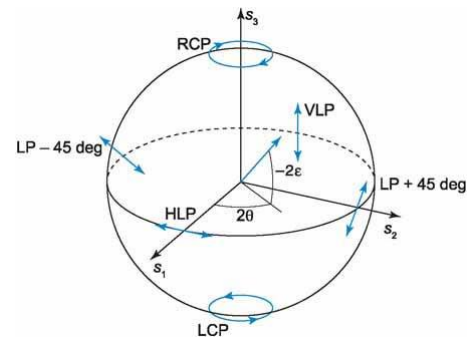


Fig. 1. The Poincare Sphere

In the praxis it is common to decompose the electric field vector on the major X and Y axis of a Cartesian coordinate system, known as the “third Ludwig definition” [4]:

$$E_{h,co} = E_{\theta} \cos \varphi - E_{\varphi} \sin \varphi \quad (1)$$

$$E_{v,xo} = E_{\theta} \cos \varphi + E_{\varphi} \sin \varphi \quad (2)$$

In the case of circular polarization, a polarization state can be described as a sum of two – left and right – waves with components [5]:

$$E_{lhcp} = \frac{E_{\theta} - jE_{\varphi}}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

$$E_{rhcp} = \frac{E_{\theta} + jE_{\varphi}}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

II. POLARIZATION CONTROL

In this section we will analyze the polarization control on a PAA, based on the magnitude of two orthogonal excitation waves. In the following analysis we will use the electric fields

E_V and E_H , which correspond to the antenna vertical and horizontal axes. We will consider the electric field, projected on a x - y plane, perpendicular to the beam direction z , as shown in Fig. 2. The goal of the amplitude control is to identify the appropriate attenuation factors for the excitation fields E_V and E_H , according to the required specification for the polarization in the xy plane.

For the ideal case – without aperture feed error and no radome depolarization – the fields E_V and E_H depend solely on the beam azimuth and tilt in respect to the boresight of the antenna.

The unit vectors \hat{h} and \hat{v} are specified by the antenna geometry. We select the unit vectors \hat{x} and \hat{y} of the projection plane such that for an elevation of 0° and for an azimuth of 0° the vector pairs \hat{x} and \hat{h} , and \hat{y} and \hat{v} are collinear. The projection plane for a beam with a different azimuth and elevation is obtained by adjusting the appropriate angles and without any roll along the beam axis z .

We consider a transmitting antenna with a beam with an elevation θ and azimuth φ . We can compute the projection of the antenna excitation fields E_H and E_V on the E_X and E_Y components of this beam using the following equations, which have been derived from the geometry of the problem, as shown in Fig. 2:

$$E_{VX} = E_V \sin \varphi \quad (5)$$

$$E_{VY} = E_V \sin \varphi \cos \theta \quad (6)$$

$$E_{HX} = E_H \cos \varphi \quad (7)$$

$$E_{HY} = -E_H \sin \varphi \cos \theta \quad (8)$$

From the sum of the coaxial projections – E_{VX} and E_{HX} – and E_{HY} and E_{VY} – the effective magnitude of the resulting vectors in the xy -plane can be derived:

$$E_X = \sqrt{(E_V \sin \varphi)^2 + (E_H \cos \varphi)^2} \quad (9)$$

$$E_Y = \sqrt{(E_H \sin \varphi)^2 + (E_V \sin \varphi \cos \theta)^2} \quad (10)$$

From the difference between E_X and E_Y one can calculate the amplitude correction for each excitation field E_V and E_H , as shown on Fig. 4.

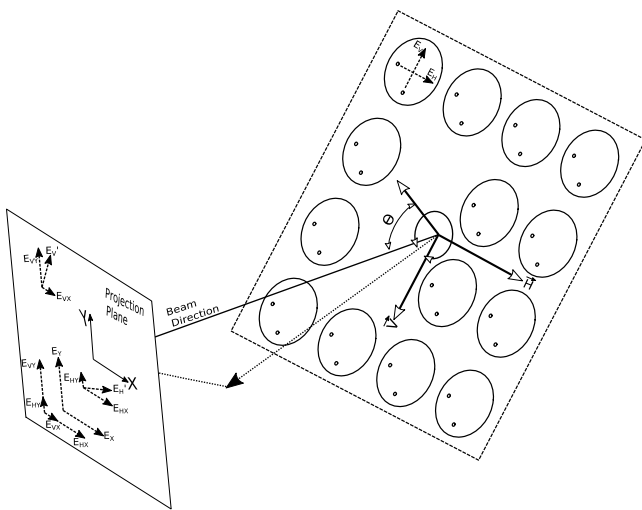


Fig. 2. Field components projection visualization

III. CW-TUNING CONSTRAINTS

The corrections, obtained as described in the previous section, can be used as a theoretical basis for further optimization of the antenna's XPD, as they do account solely the geometrical orientation of the beam in the space.

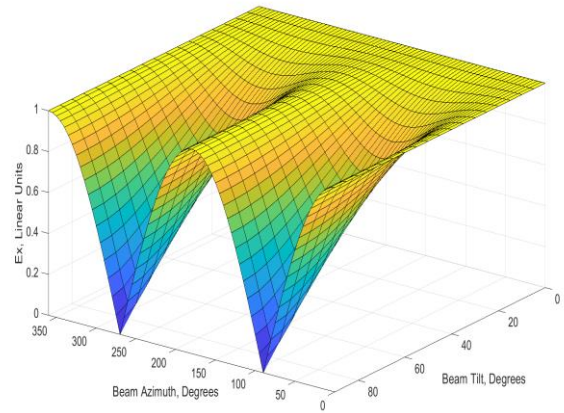


Fig. 3. E_X values as a function of beam position

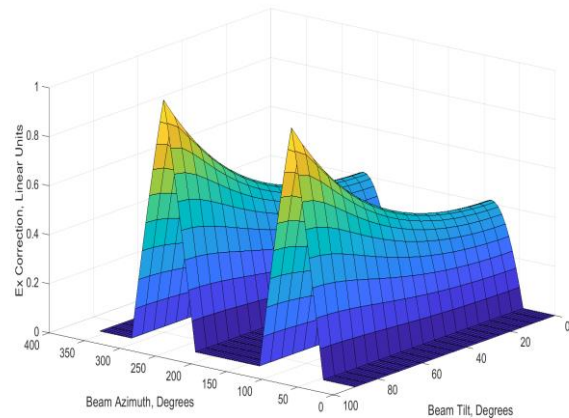


Fig. 4. E_X -corrections as a function of beam position

Different measurement and correction approaches for E_V and E_H component level and phase difference can be applied, depending on the available test facility and equipment. Because the estimations are based on the vector magnitude ratios, it is hard (or even impossible) to predict the XPD tuning behavior for more than a single CW frequency or an extremely narrow bandwidth.

IV. XPD TUNING PROCEDURE

As shown in the previous sections, the cross-polarization discrimination at the elements of a PAA depends on the beam direction. We can optimize the XPD by introducing phase and amplitude corrections for the E_V and E_H excitation fields. The corrections can be calculated for single frequency points, but it is not straightforward to estimate the broadband XPD characteristics of the antenna under those corrections. We propose an experimental setup which provides a set of correction coefficients, each of them with a specific frequency behavior.

The presented tuning procedure is split in two stages – identification of possible correction combinations and measuring each one over a broad frequency band.

The first stage itself is split in two substages – one for the identification of possible phase corrections, and one for the attenuation corrections. Considering the stronger effect of the phase deviation from the aimed 90° between the X- and Y- field components, the phase tuning is performed before the amplitude one.

The procedure for calculating the phase corrections is based on selecting a proper initial value, which is derived for short list of frequencies, and then measuring the antenna performance with this correction over a larger band.

In this works we consider three basic methods for selecting the phase and amplitude corrections:

- C-approach, delivering the correction providing a maximal XPD for the central operation frequency
- B-approach, delivering the correction for further optimization of the maximal XPD over the short list frequencies.
- W-approach, delivering the correction for optimization of the minimal XPD over the short list of frequencies.

The output of this stage can be represented as shown in Table I, where each row and column contains a correction obtained by a different approach. Depending on the PAA behavior different approaches could lead to the same result, reducing the count of unique correction combinations.

TABLE I. CORRECTION COMBINATIONS

Phase \ Att	Ca	Ba	Wa
Cp	Ca-Cp	Ba-Cp	Wa-Cp
Bp	Ca-Bp	Ba-Bp	Wa-Bp
Wp	Ca-Wp	Ba-Wp	Wa-Wp

The corrections marked with an “a” subscript correspond to the obtained attenuation corrections, and those with a “p” subscript - to the phase one.

A. Tuning Setup

The tuning setup consists of RF source, RF switch and two reference antennas for RHCP and LHCP- Fig. (5). The distance between the reference horns and the AUT meets the far-field criterion. Figure 5 depicts the corresponding phase shifting and level correction circuits on the feed lines for two patch elements of a PAA.

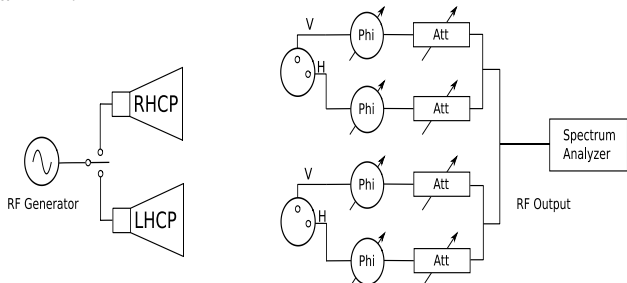


Fig. 5. XPD tuning setup

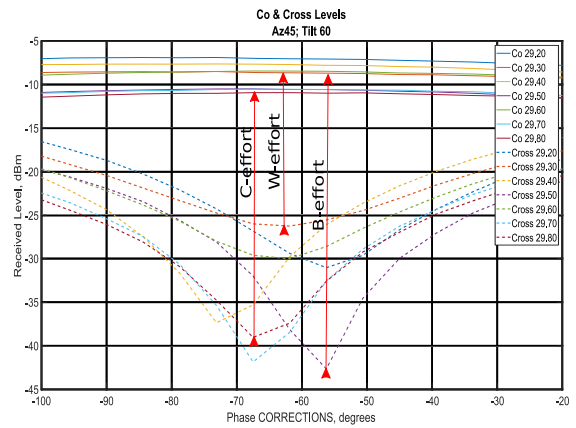


Fig. 6. Phase tuning. Measurement data. Raw Data.

B. Tuning Procedure

1) Phase Tuning

The phase tuning is performed by adding a phase shift for one of the linear components – \mathbf{V} or \mathbf{H} – and measuring the Co- and Cross-level for different frequencies on the receiver side. A typical obtained curve is displayed on Fig. 6 – for clarification of the process the range of phase corrections is wider than needed for the actual tuning procedure.

Graphically the analysis of the obtained power series can be described as choosing the points on the XPD surface, around which the further amplitude optimization will be performed.

Depending on the behaviour of the PAA, some of the correction values for different approaches can be equal.

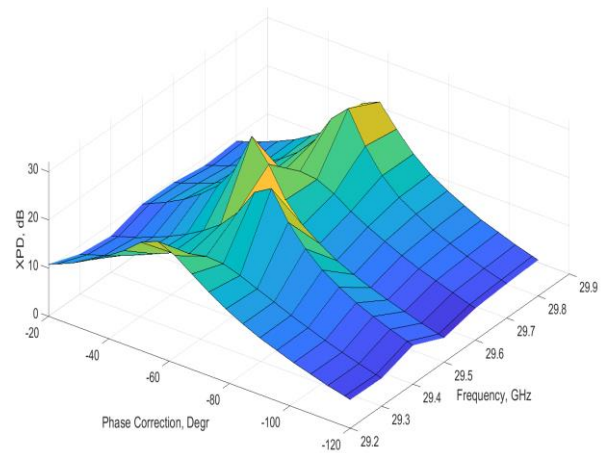


Fig. 7. Phase tuning. Measurement data. Surface representation

2) Amplitude Tuning

The amplitude tuning procedure resembles to the phase one with loading different gain corrections for the V- or H channel for particular phase correction.

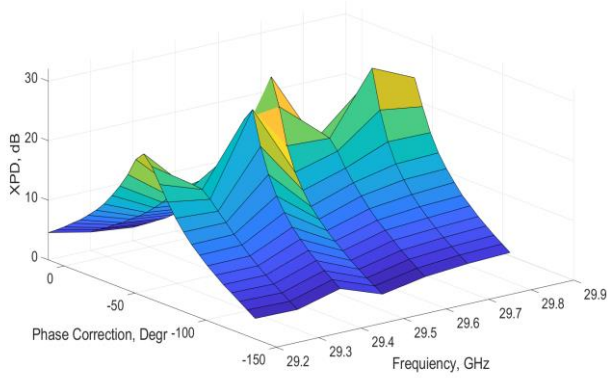


Fig. 8. Phase Optimization

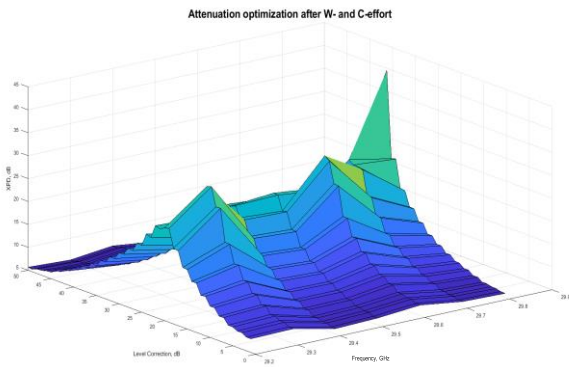


Fig. 9. Attenuation Optimization after Bp-effort

The complete procedure can be undertaken multiple times consequently in order to achieve better results. The optimization points defined by a particular optimization step will be used as initial point for the next one – i. e. the phase corrections, defined by the first optimization step, will be held constant during the obtaining the level correction coefficients.

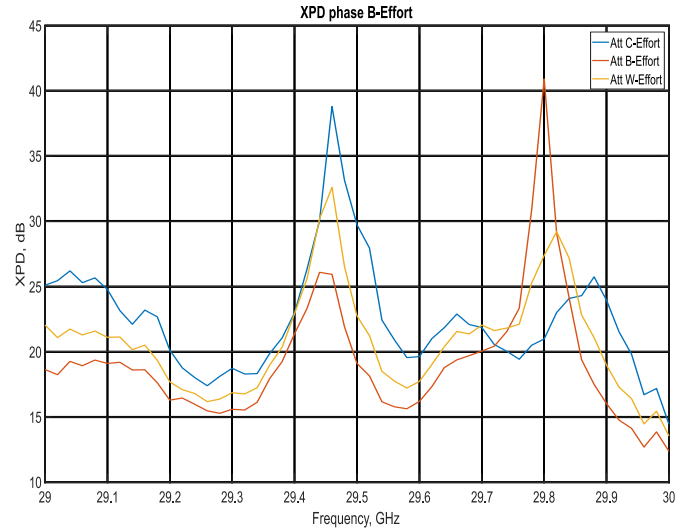


Fig. 10. Attenuation Optimization after phase W_p - and C_p -effort

V. DATA ANALYSIS AND CONCLUSIONS

For all combinations of phase and level corrections for a particular beam pointing direction, the XPD of the antenna was measured in the wide frequency band. The results for three of them are presented on Fig. 10.

Expectedly all submitted correction combinations provide an increase of the initial XPD.

All results were analyzed and sorted according the XPD behavior in the measured frequency band – minimal achieved XPD, lowest variances in the frequency band and the maximal achieved XPD. The obtained corrections values can be stored and applied according to the current connection requirements.

The optimal approach seems to be a sequential optimization with the W-effort – which leads to limitation of cross-polarization interferences in the band with lowest ripples in the XPD across it.

The B-Effort leads to extremely high XPD values for particular frequency, but on the cost of overall lowest XPD in the band.

REFERENCES

- [1] P. Vries et al., “A Risk Assessment Framework for NGSO-NGSO Interference”, December 2017
- [2] Christophe Braun, Andra M. Voicu, Ljiljana Simic and Petri Mähönen, *Should We Worry About Interference in Emerging Dense NGSO Satellite Constellations?* 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.
- [3] *IEEE Standard Test Procedures for Antennas*, IEEE Standard 149-1979, 1979
- [4] A.C. Ludwig, “The Definition of Cross Polarization”, *IEEE Trans.Antennas and Propagation*, vol. 21, no. 1, pp. 116-119, January 1973.
- [5] W. Stutzman, *Polarization in Electromagnetic Systems*, Artech House, Boston, 1992.

Requirements for creating an Ad-Hoc network with nanosatellites

Voraussetzungen für Aufbau von Ad-Hoc Netzen mit Nanosatelliten

Vasil Kumanov

Technical University of Sofia, Faculty of German Engineering Education and Industrial Management, Sofia, Bulgaria, e-mail: vasil.kumanov@fdiba.tu-sofia.bg

Abstract — The compact size of nanosatellites, the low cost for development and deployment and the numerous launching options make them a good fit for creating an ad-hoc network in space. Still, there are no missions that tackle all the challenges that such networks have. The currently used protocols that solve at least one of these challenges are introduced and the main characteristics of a protocol for space ad-hoc networks are presented after that. Based on that and the available deployment options the viability of such networks is shown.

Zusammenfassung — Die kompakte Größe von Nanosatelliten, die geringen Kosten für Entwicklung und Einsatz sowie die zahlreichen Startoptionen eignen sich gut für den Aufbau eines Ad-hoc-Netzwerks im Weltraum. Trotzdem gibt es noch keine Missionen, die sich mit den Herausforderungen solcher Netzwerke beschäftigen. Die derzeit verwendeten Protokolle sind diskutiert, die mindestens eine dieser Herausforderungen lösen. Danach sind die Anforderungen eines Protokolls für Weltraum-Ad-hoc-Netzwerke vorgestellt. Basierend darauf und den verfügbaren Einsatzmöglichkeiten wird die Realisierbarkeit solcher Netzwerke gezeigt.

I. INTRODUCTION

Small satellites like the nanosatellites provide a lot of promising options for space applications. Their characteristics like small size and limited power make them a good option for creating an ad-hoc network in space. Making such networks available in space has many benefits. For example it can reduce the latency in the network as well as the costs for maintaining and operating a space networks by reducing the number of required ground stations. A countless number of new applications can also be realized due to the available ISL (inter-satellite links). In the last decade many missions proved that communication between nanosatellites is possible, but none of them created a true ad-hoc network. Because these missions were focused on other tasks, they were either too small (only 2 or 3 nodes) or the protocols they used did not support creating and maintaining an ad-hoc network. We study the protocol requirements for an ad-hoc network, then we list the characteristics of such a network in space. As a next step we mention the protocols that are currently used in space for communication between satellites and what they are missing in order to be used in ad-hoc networks. Afterwards we discuss the deployment strategies of an ad-hoc network that are needed for deploying the nodes in space.

II. AD-HOC PROTOCOL REQUIREMENTS

An ad-hoc network is described as "a technology that enables untethered, wireless networking in environments where there is no wired or cellular infrastructure" [1]. When used with nodes that are battery powered, small in

size and randomly deployed, we could define the following characteristics that describe such a network and its nodes: mobility of the nodes, multihopping, self-organization, energy conservation and scalability. In order to identify the challenges for such networks with nanosatellites we separate the ad-hoc network in two groups - a terrestrial ad-hoc network - one that is deployed on Earth, and a space ad-hoc network - one that is deployed in space and we compare them with each other.

Energy conservation is required, because the nodes are normally battery operated and have limited power reserves. This is however more important for terrestrial ad-hoc networks than for satellite networks. The reason is that in the former case, the nodes are much smaller, hundreds of grams or less [2], which leads to smaller batteries, lower transmission power, and smaller antennas, while in the latter case the nanosatellites can weight up to 10kg, thus providing much more space. Even CubeSats that consist of a couple $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 10\text{cm}$ units (U), each with a weight of not more than 1.33kg are significantly more relaxed space- and power-wise [3].

The energy constraints lead to another requirement - the support of multihop transmissions. The limited transmission power reduces the maximum allowed distance between nodes. This means that a message has to travel multiple hops in order to reach its destination. Multihop transmissions in satellite networks can reduce the revisit times significantly, which, dependent on the application, can lead to reduction of the latency of the network, the number of satellites and the number of ground stations that are re-

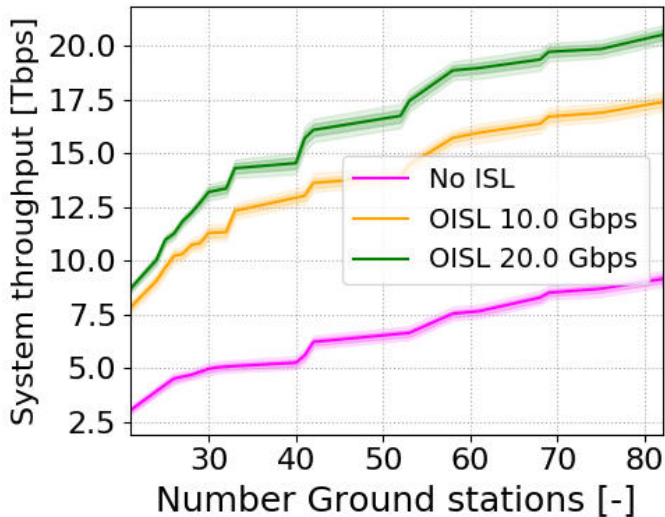


Fig. 1. OISL (optical ISL) impact on throughput for the Starlink constellation [4]

quired. On Fig. 1 the estimated impact of ISL (main requirement for multihop transmissions) on the throughput of the Starlink constellation is presented which shows that using ISL leads to a significant reduction of the required ground stations while keeping the same throughput.

Self-organization is crucial for terrestrial as well as for satellite ad-hoc networks. The satellites can be divided into two groups based on the presence of a propulsion - ones that do not have control over their position and such that can maintain the same position in space relative to the other nodes in the network. Nanosatellites very rarely have active propulsion system and for cubesats this is even more unlikely. For satellites without one, the network topology is defined based on the chosen orbits for the satellites and the deployment method. If the network is big enough so that it is not possible to launch all the nodes with just one launch vehicle, then it is very important that newly launched nodes can join an existing ad-hoc network when they are launched at later point in time. Therefore self-organization is very important for such networks from the beginning. For a small network where the nodes are sent in space with just one launching mission, the position of the nodes and their count is known and the nodes could be preconfigured with their relative position and available neighbors. This implies that no reorganizations are needed after that. However, unexpected events can occur that are not possible to predict - if one or more nodes fail on initial startup. Because of that, even for smaller networks self-organization is a requirement on launch. Another case is when a node stops functioning during the course of the mission due to faulty components, collision in space (with another satellite, meteors or other space debris) or because of drained battery. Additionally the deployment method could influence the topology due to mechanical tolerances or erroneous calculations and parameters for the separation, regardless of the dispenser used (e.g. Nanoracks CubeSat Deployer (NRCSD) from ISS or P-POD from a launching vehicle) [5]. A special case that is not part of this paper is when nodes are deployed in different orbits with different movement directions and when the nodes support

cross-seam ISLs. Because the nodes enter and leave the transmission range of other nodes all the time and for short periods, a constant reorganization of the network is needed.

This last point has direct impact on another characteristic of the ad-hoc networks - the mobility of nodes. To predict how the nodes move in a terrestrial ad-hoc network is difficult most of the time and often even impossible. Therefore mechanisms in the protocols on the different layers need to be implemented to have constant update of the topology of the network, the available nodes, their link parameters like distance, interference, throughput, etc. The satellite networks have advantage in this regard, because the position and movement of the nodes can be predicted precisely enough and the changes in the topology happen rarely and can be planned [6] even with unexpected influences during the deployment.

In terrestrial ad-hoc networks it is more probable to add new nodes to the network. In satellite missions adding new nodes does not happen that often so scalability does not seem to be an important requirement. However, recently a couple of huge satellite constellation were announced and some already started being deployed in stages (e.g. Starlink from SpaceX). This proves that even though less common in the past, in the future satellite constellation could be updated more often and on stages, the number of satellites in a constellation could also be changed during the planning and the launch of the mission (Starlink have updated their constellation a couple of times [7]). This suggests that scalability is important for future satellite networks.

III. CHARACTERISTICS OF A SATELLITE AD-HOC NETWORK

Based on the discussion in the previous section a possible satellite ad-hoc network has many common characteristics with a terrestrial one, but there are also some major differences. Therefore new protocols for space ad-hoc networks should be developed that take this into consideration. Below are summarized the characteristics that such protocols should have:

- target scenario is an uncontrolled constellation mission (UC) [8]. All other types of multi-satellite missions will be covered because UC is the worst case (compared to controlled constellations and formation flying). Additionally the nodes should travel in the same orbit or in neighboring orbits in the same direction. Cross-seam ISL is very difficult to implement and maintain and for nanosatellites it is almost impossible due to requirements like fast handover algorithms, smart antennas with narrow beam, fast varying distance with severe Doppler shifts and short visibility

TABLE I. COMPARISON BETWEEN CURRENTLY USED PROTOCOLS

	mobility of nodes	multi-hop	self-organizing	energy conservation	scalability
AX.25	yes	no	no	no	no
ATM	no	NA	no	yes	NA
S-Net	yes	yes	no	yes	yes*

*up to a certain node count, due to time division on physical layer

duration [9].

- use of either UHF or S-Band frequency. This is dependent on the application and performance requirements. For IoT applications UHF throughput is too low [6], but there are other application areas where UHF would be sufficient like space operation services [10]. Additionally this increased frequency reduces the size and mass of the transceivers and the size of the antenna [11], which is important for nanosatellites.
- the positions of the nodes relative to each other could be relatively stable. Nevertheless, the antenna through which a neighboring node is reachable, could change and the protocol should take this into account. A good example is described for the S-Net mission [6].
- the transmission distance should be 100km and more [6].
- the channel could be approximated with an AWGN model due to lack of shadowing and reflection [6].

IV. PROTOCOLS USED IN SPACE MISSIONS

There are three protocols for which information is publicly available and that have been or are currently in use for communication between satellites with potential to support ad-hoc networks: AX.25, ATM and S-Net, because they support one or more of the characteristics of a space ad-hoc network from the previous section.

AX.25 - used in FASTRAC mission after 2010 to exchange information between 2 satellites in the same orbit. It supports both connection-oriented and connection-less operation, but there is no information which operation type was used to the best of our knowledge. Point-to-multipoint is also supported by the protocol [12], but the communication is limited to point-to-point. The goal of the mission was to establish an ISL successfully in space and to exchange information that could be used for navigation[13]. ISL was successfully established and was used to exchange GPS coordinates. AX.25 works on top of the physical layer so amateur UHF band is chosen. The satellites used the same antenna for downlink to a ground station and for ISL communication. A second antenna was used on the receiver side to receive messages via ISL. The AX.25 protocol resides in the data link layer and uses CSMA/p-persistence algorithm [12], there was no cross-layer interaction and no power control or antenna steering.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) - although modified, it is used in the Iridium constellation since the late nineties [14] and also for the next generation of the constellation - Iridium NEXT, which launched in 2015. ATM is connection-oriented and was designed to support multiple types of data like audio, voice and data, with a later update it also supports IP over ATM. Even with the limited available information one can conclude that ATM is capable of supporting ISL. Iridium satellites have four ISLs to the neighboring satellites, 2 in the same orbit aft and forward and 2 more to satellites on different orbits [15]. Additionally, by adding telecommand and telemetry data in the data streams, the satellites can maintain permanent

connectivity with each other. Power control for each transmission is also present. The algorithm for channel access is TDMA, Ka-band is used for ISL.

S-Net Proprietary protocol - used in S-Net mission to demonstrate inter-satellite communication with distributed nanosatellites and additionally to test multi-hop communication between them [5]. For that reason 4 satellites are launched. Data exchange between the ISL module and the network controller is based on Proximity-1 protocol [6], which is proposed by CCSDS (TODO short info about Proximity-1, check also in [11], on p.23 about CCSDS). The 4 satellites are launched via a dispenser one after the other in 10s interval. This method causes different orbital parameters for each node like speed and drift. Since the satellites do not have propulsion system, the distance between the nodes increases over time. The satellites use S-Band for ISL and have overall 6 antennas for maintaining the ISL connections - one on each side of the CubeSat. Since the satellites are in line formation and moving in the same orbit, each satellite communicates with the one in front of it and the one in the back. On the physical layer it uses time division, which requires synchronization among the nodes. This is performed by the ground station. Two types of communication are tested during this mission that are based on short point-to-point sessions - using scheduling (tokens) or on a competitive basis (ALOHA-like protocols). This is on physical and data link layer. On the network layer a routing protocol based on Dijkstra's algorithm is used. This mission is one of the first to demonstrate multi-hop connection between nanosatellites.

Other notable missions that provided ISL are SNAP-1 and CanX-4&5 that launched in 2000 and 2014 respectively, but the publicly available information is very limited. This is the case also with the mission called "DARPA Blackjack", which, although very secret, announced publicly its goals to demonstrate space-based mesh networks and constellation autonomy [16].

All these protocols cover one or more of the requirements of an ad-hoc network, but none of them covers all, therefore currently it is not possible to create an ad-hoc network with nanosatellites in space.

V. DEPLOYMENT OF NODES FOR A SPACE AD-HOC NETWORK

The requirement for nodes to support ad-hoc network is not sufficient in order to create one in space. The deployment scenario of the satellites into space is very important and has to be taken into consideration. It differs significantly from deploying a network on the ground. For a typical ad-hoc network on the ground, the deployment of the nodes could be chosen either completely random (e.g. by dropping the nodes out of an airplane) or systematically (e.g. embedding in non-moving objects like buildings) [17]. Satellites cannot be deployed randomly, they are subject to regulations (e.g. radio frequency allocation) and to certifications (e.g. orbital debris mitigation compliance) [18]. Therefore nodes for satellite networks are deployed only by using a dispenser that has a limited capacity and limited options for choosing orbits and positions. Other imposed limitations are sequence, direction, velocity and time-interval. At the same time the risk of collision be-

tween the nodes during deployment or afterwards should be precisely analysed and avoided [5]. The deployment could happen via an airborne launch system, or from a dispenser from the International Space Station (ISS)[19]. If the network consists of huge number of nodes, then the mission should be divided into groups that are launched on different launch vehicles. Due to the huge costs of launching satellites, most often they are launched as a secondary payload, which limits the number of satellites per launch and the launch interval. The result of these limitation is that deployments of nodes happen in longer periods of time and that different groups of nodes get different space characteristics like altitude, drag, orbital inclinations etc. Because the nanosatellites have also a very limited life expectancy, which is typically around 1 year [20], the right planning and deployment of the mission is crucial. From an analysis of the launch opportunities from 2013, if all of them from around the world are used, a global coverage with cubesats is possible in a time frame of 6 months or less which gives at least 6 months of operation for the network [21]. In the next years this period will be significantly reduced, based on the number of launches of cubesat, which have increased 10 times from 2012 to 2017 and will increase even more in the next years [22].

VI. CONCLUSION

Based on the requirements of an ad-hoc network, a space ad-hoc network with nanosatellites is compared to a terrestrial one. This allows to define the specific characteristics that a node in a space ad-hoc network is required to have in order to create and maintain such a network. Until now there are no launched missions that targeted all these challenges. Three protocols are presented, that were used in successful space missions and tackled one or more of them. From the presented comparison it is apparent, that none of them can be used to create a space ad-hoc network, because there is at least one of the challenged that it does not solve. This proves the need for a new protocol for such applications. Finally the launching options are discussed and it is shown that there are enough of them that will make it possible to have all nodes deployed on time so that a space ad-hoc network can be built before the nanosatellites reach their end of life.

REFERENCES

- [1] P. Mohapatra and S. Krishnamurthy, *AD HOC NETWORKS: Technologies and Protocols*. Springer US, 2006.
- [2] K. Sohraby, D. Minoli, and T. Znati, *Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications*, 08 2006.
- [3] S. Lee *et al.* Cubesat design specification, rev. 13 (2015). Accessed: Sept. 10, 2020. [Online]. Available: https://www.cubesat.org/s/cds_rev13_final2.pdf
- [4] I. del Portillo Barrios, B. Cameron, and E. Crawley, "A technical comparison of three low earth orbit satellite constellation

- systems to provide global broadband," *Acta Astronautica*, vol. 159, 03 2019.
- [5] Z. Yoon, Y. Lim, S. Grau, W. Frese, and M. Garcia, "Orbit deployment and drag control strategy for formation flight while minimizing collision probability and drift," *CEAS Space Journal*, 03 2020.
- [6] Z. Yoon, W. Frese, and K. Briess, "Design and implementation of a narrow-band intersatellite network with limited onboard resources for IoT," *Sensors (Basel, Switzerland)*, vol. 19, 2019.
- [7] Space Exploration Holdings. Application for modification of authorization for the spacex ngso satellite system. Accessed: Sept. 10, 2020. [Online]. Available: https://licensing.fcc.gov/myibfs/download.do?attachment_key=2274315
- [8] S. Bandyopadhyay, R. Foust, G. Subramanian, S.-J. Chung, and F. Hadaegh, "Review of formation flying and constellation missions using nanosatellites," *Journal of Spacecraft and Rockets*, vol. 53, pp. 1–12, 03 2016.
- [9] K. Sidibeh and T. Vladimirova, "IEEE 802.11 optimisation techniques for inter-satellite links in leo networks," in *2006 8th International Conference Advanced Communication Technology*, vol. 2, 2006, pp. 1177–1182.
- [10] Z. Yoon, W. Frese, A. Bukmaier, and K. Brieß, "System design of an S-band network of distributed nanosatellites," *CEAS Space Journal*, vol. 6, 02 2014.
- [11] R. Radhakrishnan, W. Edmonson, F. Afghah, R. Rodriguez-Osorio, F. a, and S. Burleigh, "Survey of inter-satellite communication for small satellite systems: Physical layer to network layer view," 09 2016.
- [12] N. D. Beech W. and T. J., "AX.25 link access protocol for amateur packet radio," 1997, accessed: Sept. 10, 2020. [Online]. Available: <http://www.tapr.org/pdf/AX25.2.2.pdf>
- [13] S. Muñoz Toro, J. Greenbaum, G. Lightsey, T. Campbell, S. Stewart, and G. Holt, "The fastrac mission: Operations summary and preliminary experiment results," 08 2011.
- [14] K. Kusza and M. Paluszek, "Intersatellite links: Lower layer protocols for autonomous constellations," p. 13, 11 2000.
- [15] Iridium Constellation. Iridium next engineering statement. Accessed: Sept. 10, 2020. [Online]. Available: http://licensing.fcc.gov/myibfs/download.do?attachment_key=1031348
- [16] DARPA. Broad agency announcement blackjack pit boss. Accessed: Sept. 10, 2020. [Online]. Available: <https://www.darpa.mil/attachments/HR001119S0012-Amendment-02.pdf>
- [17] A. Kumar, D. Manjunath, and J. Kuri, "Chapter 8 - multiple access: Wireless networks," in *Communication Networking*, ser. The Morgan Kaufmann Series in Networking, A. Kumar, D. Manjunath, and J. Kuri, Eds. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2004, pp. 435 – 531.
- [18] J. Chin *et al.* Cubesat 101 basic concepts and processes for first-time cubesat developers. Accessed: Sept. 10, 2020. [Online]. Available: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_csl_i_cubesat_101_508.pdf
- [19] N. Crisp, K. Smith, and P. Hollingsworth, "Launch and deployment of distributed small satellite systems," *Acta Astronautica*, vol. 29, 04 2015.
- [20] J. Bouwmeester, M. Langer, and E. Gill, "Survey on the implementation and reliability of cubesat electrical bus interfaces," *CEAS Space Journal*, vol. 9, pp. 163–173, 2017.
- [21] A. Marinan, A. Nicholas, and K. Cahoy, "Ad hoc cubesat constellations: Secondary launch coverage and distribution," in *2013 IEEE Aerospace Conference*, 2013, pp. 1–15.
- [22] E. Kulu. Nanosatellite launches with forecasts. Accessed: Sept. 10, 2020. [Online]. Available: <https://www.nanosats.eu/>

Summary of potential applications of nanofluids

Zusammenfassung potentieller Anwendungsbereiche von Nanofluiden

Emil Grigorov

FDIBA, Technical University of Sofia, Sofia, Bulgaria

Abstract — Nanofluids are nanoscale suspensions in liquids. Due to the better material properties of the nanoparticles compared to a fluid, the expectation to achieve an improvement of the general behavior in heat transfer is high. The present work deals with the investigation of the effects of nanofluids on the change of heat transfer in a system. In the first part, a general presentation of nanofluids is carried out. Literature research on the behavior of the suspensions is presented. In the second part the latest state of the art on the application possibilities of nanofluids and the associated potential for improvement in heat transfer will be presented: solar thermal, automotive electronics and others. In the end, the most important challenges for the use of nanofluids will be briefly addressed.

Zusammenfassung — Nanofluide sind nanoskalige Suspensionen in Flüssigkeiten. Aufgrund der besseren Materialeigenschaften der Nanopartikel ist eine Verbesserung des allgemeinen Verhaltens bei der Wärmeübertragung zu erwarten. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung der Auswirkungen von Nanofluiden auf die Änderung der Wärmeübertragung in einem System. Im ersten Teil werden die allgemeinen physikalischen Eigenschaften der Nanofluide vorgestellt. Im zweiten Teil wird der neueste Stand der Technik über die Anwendungsmöglichkeiten von Nanofluiden und das damit verbundene Verbesserungspotenzial in verschiedenen Wärmeübertragungsprobleme vorgestellt, wie z.B.: Solarthermie, Automobilelektronik u.a. Am Ende, werden die wichtigsten Herausforderungen bei dem Einsatz von Nanofluiden kurz angesprochen.

I. EINFÜHRUNG

Die Optimierung der Wärmeeffizienz ist angesichts des ständig steigenden Energieverbrauchs in der heutigen Welt kritisch und herausfordernd. Die Verbesserung der Erwärmung oder Kühlung in einem industriellen bzw. alltäglichen Prozess kann zu Energieeinsparungen führen, die Prozesszeit verkürzen, die Wärmeleistung erhöhen oder die Lebensdauer von Anlagen verlängern. Daher sind Ingenieure und Wissenschaftler ständig auf der Suche nach Verbesserungspotenzial bei der Entwicklung neuer Technologien und Konzepte im Bereich der Wärmeübertragung. Eine aktive Möglichkeit die erwünschte Optimierung zu erreichen, kann über die Änderung der Stoffeigenschaften des eingesetzten Wärmeträgermediums erzielt werden. Häufig verwendete Wärmeträgerflüssigkeiten wie Wasser und Ethylenglykol (EG) weisen im Vergleich zu Feststoffen relativ niedrige Wärmeleitfähigkeiten auf [2]. Daher ist es berechtigt, die Verbesserung der thermischen Eigenschaften dieser Flüssigkeiten durch Zugabe fester Teilchen zu erwägen. Durch die Entwicklung der Nanotechnologien ist die Herstellung von Feststoffpartikeln im Nanometerbereich und auch ihre Dispergierung in einer Basisflüssigkeit möglich. Diese Arten von Suspensionen werden als Nanofluide bezeichnet [1].

Da die Transporteigenschaften von Nanofluiden (Wärmeleitfähigkeit, dynamische Viskosität) nicht nur vom Volumenanteil (ϕ) der Nanopartikel abhängen, sondern auch stark von anderen Parametern wie Partikelform, Größe, Mischungsverfahren, sind noch keine allgemeinen Zusammenhänge festgestellt, die das gemeinsame Verständnis der Nanofluidmechanismen erlauben. Verschiedene theoretische und experimentelle Arbeiten beschäftigen sich mit der Beschreibung von der Wärmeleitfähigkeit und der Viskosität von Nanofluiden, eine Zusammenfassung der in der Literatur vorgeschlagenen Korrelationen für die beiden Größen kann in [23-24] gefunden werden. Generell ist aber eine Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit und der dynamischen

Viskosität durch den Einsatz von Nanofluiden, im Vergleich zur Basisflüssigkeit zu erkennen [1]. Im Gegensatz dazu werden die Dichte und die Wärmekapazität von Nanofluiden physikalisch korrekt durch Mischungsregeln vorhergesagt. In Gleichung (1) ist die Beziehung für die Dichte eines Nanofluids (nf), in Abhängigkeit von der Dichte der Nanopartikel (np) und des Basisfluids (bf) dargestellt.

$$\rho_{nf} = \phi \rho_{np} + (1 - \phi) \rho_{bf} \quad (1)$$

Die Wärmekapazität eines Nanofluids lässt sich dann nach [25] folgendermaßen berechnen:

$$c_{p,nf} \rho_{nf} = \phi c_{p,np} \rho_{np} + (1 - \phi) c_{p,bf} \rho_{bf} \quad (2)$$

In Gleichung (2) kann man sehen, dass die Wärmekapazität des Nanofluids steigen würde, wenn die spezifische Wärme des Partikelmaterials höher als die des Basisfluids wäre. Ebenso würde die Wärmekapazität der Suspension abnehmen, wenn die spezifische Wärme des Feststoffs geringer als die des Basisfluids wäre. Die Werte für c_p für Feststoffpartikel sind typischerweise niedriger als die von reinen Flüssigkeiten [2]. Daher führt die Zugabe von Nanopartikeln in der Regel zu einer Verringerung der Wärmekapazität des Nanofluids, im Vergleich zur Basisflüssigkeit.

Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit werden für die Herstellung von Nanopartikeln vorwiegend Metallen (Cu, Al, Zn, Fe), Metalloxide (Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO, CuO) aber auch Diamanten verwendet [1].

Nanofluide werden seit fast zwei Jahrzehnten für Anwendungen als fortschrittliche Wärmeträgerflüssigkeiten betrachtet. Aufgrund der großen Vielfalt und Komplexität der Nanofluidsysteme ist jedoch noch keine Einigung über die Größenordnung der potenziellen Vorteile der Verwendung von den Suspensionen für Wärmeübertragungsanwendungen erzielt. In diesem Artikel wird deswegen eine Zusammenfassung des aktuellsten Stands der Literatur

bezüglich der Anwendungen und Herausforderungen von Nanofluiden zusammengestellt.

II. ANWENDUNGSBEREICHE VON NANOFLUIDEN

A. Allgemeine Betrachtungen

Die Erhöhung der effektiven Wärmeleitfähigkeit ist wichtig für die Verbesserung des Wärmeübertragungsverhaltens von Flüssigkeiten. Eine Reihe weiterer Variablen spielen ebenfalls eine Schlüsselrolle. So hängt beispielsweise der Wärmeübertragungskoeffizient für die erzwungene Konvektion in Rohren von vielen physikalischen Größen ab, die sich auf das Fluid oder die Geometrie des Systems beziehen, durch das das Fluid fließt. Diese Größen beinhalten intrinsische Eigenschaften des Fluids wie Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärme, Dichte und Viskosität sowie extrinsische Systemparameter wie Rohrdurchmesser und -länge sowie durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit [2].

Das Verständnis der Fluideigenschaften bei einem Nanofluid ist ausschlaggebend für die Ermittlung der Veränderungen in den Wärmeübertragungsverhältnissen. Viele Studien befassen sich somit mit den Auswirkungen der Volumenkonzentration, Material und Größe der verwendeten Nanopartikel auf die Wärmeübertragungsverhältnisse im System. Generell wird eine Erhöhung der gemessenen Wärmeübertragungseffekte betrachtet, bei Erhöhung der Volumenkonzentration und der Nanopartikelgröße. So werden in [3] die thermischen Eigenschaften von drei verschiedene Nanopartikeln in Wasser experimentell und numerisch bestimmt. Die Wärmeleitfähigkeit und Viskosität von den Nanofluiden werden für Volumenkonzentrationen zwischen 1% und 2,5% ermittelt. Die gemessenen Daten zeigen, dass die Wärmeleitfähigkeit und die Viskosität mit ansteigender Volumenkonzentration zunehmen. Die Simulationsergebnisse kommen zu dem Schluss weiterhin, dass der Reibungsfaktor und die Nusselt-Zahl (Nu) mit zunehmender Volumenkonzentration zunehmen. In [4] wird wiederum die Wärmeleitfähigkeit für sieben Nanopartikelgrößen im Bereich von 8 bis 282 nm von Al_3O_2 -Nanofluid gemessen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Verbesserung in der Fluidwärmeleitfähigkeit abnimmt, sobald die Partikelgröße unter 50 nm sinkt. Die Autoren führen diese Abnahme auf eine Abnahme der Wärmeleitfähigkeit der Nanopartikel selbst ab dieser Partikelgröße zurück. In [3] wird eine Steigerung der Wärmeleitfähigkeit eines Al_3O_2 Nanofluids um 38%, bei einer Partikelgröße von 5 nm und um 33% bei 50 nm Partikel, mit Erhöhung der Massenkonzentration der Nanopartikel auf etwa 20%. Andere Studien zeigen dagegen eine sehr geringfügige Änderung (<1%) bei Vergrößerung der Nanopartikel und Erhöhung ihrer Volumenkonzentration [6].

In [6] und [11] wird experimentell für Aluminiumoxid (Al_3O_2) und Siliziumdioxid (SiO_2) gezeigt, dass das thermische Verhalten newtonscher Nanofluiden durch die in der Literatur (z.B. [2]) gegebenen Korrelationen für die Nu -Zahl für einphasige Wärmeübertragungsprozesse in guter Näherung beschrieben wird. Es sind, laut den Autoren, keine anomalen Phänomene erkennbar, die an den thermischen Prozessen beteiligt sind, sodass die bekannten Korrelationen der Form:

$$Nu = f(GEO, Re_{nf}, Pr_{nf}) \quad (3)$$

für die Beschreibung einer Nanofluidströmung verwendet werden können. Dabei fasst GEO die geometrischen Parameter des Systems zusammen, Re_{nf} und Pr_{nf} repräsentieren die entsprechende Reynolds- bzw. Prandl-Zahl des Nanofluids.

Eine Reihe weiterer Studien beschäftigt sich mit der numerischen Beschreibung des Verhaltens von Nanofluiden. In

[12] wird z.B. eine Untersuchung der Entwicklung der erzwungenen konvektiven Wärmeübertragung und des Druckabfalls einer Nanofluidströmung in einem Rohr unter konstanter Wandrandbedingung, vorgestellt. Die einphasige homogene und zwei zweiphasige Modelle mit konstanten und temperaturabhängigen Eigenschaften werden vorgestellt und verwendet, um ihre Beschreibung des dargestellten Problems zu bewerten. Die Ergebnisse werden einem intensiven Vergleich mit den verfügbaren experimentellen Daten und numerischen Werken in der Literatur unterzogen. Es wird beobachtet, dass das zweiphasige Lagrange Modell (DPM) die Werte der Wärmeübertragungskoeffizienten deutlich überschätzt und die Ergebnisse des Mischungsmodells eine unrealistische Zunahme der Wärmeübertragung zeigt, insbesondere für hohe Partikelvolumenanteile.

Eine weitere Frage, bezüglich der Nanofluidanwendungen bezieht sich auf die veränderte Menge, der abgegebenen bzw. zugeführten thermischen Energie im Vergleich zum Basisfluid. In [11] wird von fünf unabhängigen Forschungsgruppen experimentell gezeigt, dass die Erhöhung der Nu -Zahl beim Nanofluid, unabhängig vom verwendeten Material, Größe sowie Konzentration der Nanopartikel, der Erhöhung des Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zum Basisfluid entspricht, wenn ähnliche thermodynamische und fluidmechanische Verhältnisse in der Strömung (gleiche Re und Pr) herrschen. Die Erhöhung liegt zwischen 10 % - 15 %. Andere Studien berichten von einer deutlich höheren Vergrößerung des Wärmeübergangskoeffizienten (20%-40%) [28-31]. Aus diesem Grund ist das Potential und die genaue Auswirkungen von Nanofluiden auf die Wärmeübertragung noch umstritten.

B. Solarthermie und Wärmepumpen

Eine Anwendungsmöglichkeit die beschriebenen Eigenschaften von Nanofluiden praktisch einzusetzen, bieten Solarabsorber, bei denen die aufgenommene Sonnenwärme direkt oder indirekt an die Solarflüssigkeit abgegeben wird und über den Solarkreislauf an den jeweiligen Speicher verbracht wird. Der am häufigsten verwendete Solarkollektor ist die schwarze Oberfläche als Strahlungsabsorber, dessen thermische Energieeffizienz, aufgrund der schlechten Stoffeigenschaften der Arbeitsflüssigkeit, in den meisten Fällen relativ gering ist. So wird in [10] die Wirkung von einem Al_3O_2 Nanofluid als Arbeitsmedium für einen direkten Solarabsorber untersucht. Der Extinktionskoeffizient von dem wasserbasiertem Nanofluid wird bewertet, indem die Größe der Nanopartikel und der Volumenanteil variiert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Partikelgröße einen minimalen Einfluss auf die optischen Eigenschaften von dem Nanofluid hat. Andererseits ist der Extinktionskoeffizient linear proportional zum Volumenanteil. Die Verbesserung ist vielversprechend beim Volumenanteil von 1,0% und das Nanofluid ist für die Lichtwelle nahezu undurchsichtig. Ähnliche Ergebnisse werden in [13] und [31,33] beobachtet. Eine Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades um 31,64% wird gemessen bei dem Einsatz eines Al_3O_2 Nanofluids mit 1,5% Volumenkonzentration.

Der Einsatz von Nanofluiden als Arbeitsflüssigkeiten in Kälte-, Klima- und Wärmepumpensystemen hat genauso viel Aufmerksamkeit und Interesse erweckt wie bei solarthermischen Anlagen. So wird beispielsweise in [5] TiO_2 in Kombination mit R22 in einer Wärmepumpe als Kältemittel eingesetzt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zugabe von Nanopartikeln kaum eine Auswirkung auf die vom Verdampfer aufgenommene Wärme hat. Eine leichte Erhöhung von der im Kondensator abgegebenen Wärmemenge wird auf der anderen Seite gemessen. Als Ergebnis, verglichen mit der Verwendung von reines R22, bei Verwendung von R22 + TiO_2 wird der

COP-Wert des Kühlkreislaufs leicht verringert, der COP-Wert des Heizzyklus wird jedoch erhöht.

C. Automobilindustrie

Die ständig wachsende Energiekrise sowie der enorme Kraftstoffverbrauch heutzutage, haben zu einem Wettbewerb zwischen Automobilherstellern geführt. Dementsprechend müssen die Konstrukteure die aerodynamischen Konstruktionen von Fahrzeugen verbessern, um den Energiebedarf zur Überwindung der Widerstandskraft zu reduzieren. Laut [13] gehen mehr als 50% der gesamten Fahrzeugenergie bei der Überwindung des Luftwiderstands verloren. Mitverantwortlich dafür ist die große Kühlerposition in der Fahrzeugfront. Daher ist es erforderlich, schlechtes Kühlmedium, wie z.B. EG-Wasser-Gemisch, durch bessere Flüssigkeiten, z.B. durch Nanofluide zu ersetzen, um Wärme aus kleineren Größen abzuführen.

Viele Forscher werden angezogen, die Verwendung von Nanofluiden als Motorkühlmittel experimentell oder numerisch zu untersuchen. Die meisten Studien berichten von einer deutlichen Verbesserung der thermischen Eigenschaften durch den Einsatz von Nanofluiden, im Vergleich zu herkömmlichen Kühlmitteln. Darüber hinaus geben einige Autoren an, dass die Stirnfläche des Kühlers durch den Einsatz von nanofluidbasierten Kühlmitteln um bis zu 10% reduziert werden kann [14-15]. Dies wiederum kann dazu führen, den Luftwiderstand zu reduzieren und bis zu 5% Kraftstoff zu ersparen. Die Motorkühlung ist nicht die einzige mögliche Anwendung von Nanofluiden in der Automobilindustrie. Nanofluide können auch zur Kühlung anderer beweglicher Teile in einem Fahrzeug eingesetzt werden. In [16-17] werden Nanopartikel in Motorgetriebeöl dispergiert. Die Autoren berichten von einer höheren thermischen Leistung beim Einsatz von den Suspensionen, da sie sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Geschwindigkeiten die niedrigsten Arbeitstemperaturen in der Getriebe erzeugen.

D. Elektronik

Die Wärmeübertragung bei mittleren und niedrigen Temperaturen kann ebenfalls durch die veränderten Stoffeigenschaften der Nanofluide beeinflusst werden. Diese werden als Arbeitsflüssigkeit in Wärmerohren und Thermosiphons eingesetzt, die für die kompakte Gerätekühlung, z.B. in elektronischen Geräten, eingesetzt werden. Darüber hinaus berichten einige Autoren über den verbesserten Einsatz von Nanofluiden in Flüssigkeitsblöcken in der Elektronik Kühlung, im Vergleich zu herkömmlichen Flüssigkeiten. Tatsächlich können die innovativen Kühlmethode wie Minikanalsysteme zusammen mit Nanofluiden die Effizienz der Wärmeabfuhr erheblich verbessern und den Kühlbedarf von hochwärmeezeugenden elektronischen Geräten decken.

In [18] wird eine experimentelle Untersuchung der Wärmeübertragung von Kühlmitteln mit suspendierten Nanopartikeln (Al_3O_2) in einem Radialflusskühlgerät durchgeführt. Es wird eine gleichmäßige, laminare radiale Strömung eines Nanofluids zwischen einer erwärmten Scheibe und einer flachen Platte mit axialer Kühlmittleinspritzung berücksichtigt. Die Studie bestimmt den Einfluss von Volumenkonzentration und *Re*-Zahl auf die mittlere *Nu*-Zahl. Mit zunehmender Konzentration wird der konvektive Anteil der Wärmeübertragung verbessert, lokale *Nu*-Zahl nimmt zu. Parallele Kanalflüssigkeitsblöcke werden am häufigsten verwendet, wenn es um Kühlkörper in der Elektronik Kühlung mit Nanofluiden geht. Diese Kühlkörper verfügen in der Regel über runde oder rechteckige Kanäle. In [9] wird der Einfluss von Nanofluiden auf die Wirksamkeit eines parallelkanaligen

Flüssigkeitsblocks für die Kühlung eines Central Processing Unit (CPU) numerisch und experimentell untersucht. Die experimentelle Studie wird für Wasser und CuO-Wasser Nanofluid durchgeführt, während die numerische Simulation für den laminaren Strömungsbereich eingesetzt wird. Die thermische Verbesserung mit dem Nanofluid beträgt bis zu 7,7%, im Vergleich zum reinen Wasser.

In [8] wird die Wärmeübertragungsleistung eines konventionellen Mikrokanal-Flüssigkeitsblocks mit kreisförmigen Kanälen unter Verwendung von drei verschiedenen Nanofluiden bewertet, TiO_2 -Wasser, Al_3O_2 -Wasser und CuO-Wasser. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die thermische Wirksamkeit durch die Verwendung von CuO-Wasser-Nanofluid als Kühlmittel deutlich verbessert, die Al_3O_2 -Wasser und TiO_2 -Wasser Suspensionen weisen dagegen eine geringere Verbesserung auf. Ähnliche Ergebnisse werden in [32,35-36] betrachtet.

In [7] wird der Einsatz von TiO_2 -Wasser und Al_3O_2 -Wasser Nanofluide als Kühlmittel in einem Wärmerohr bewertet, der mit einer thermoelektrischen Kühlung verbunden ist. Im Vergleich zu den anderen herkömmlichen Kühlverfahren zeigt diese kombinierte Kühltechnik mit Nanofluiden eine höhere Reduktion der Chiptemperatur. Es wird gezeigt, dass die Nanofluide neben der Temperaturdifferenz zwischen Kühlmittel und Heizwand auch zur Verringerung des Wärmewiderstands führen.

III. HERAUSFORDERUNGEN BEI DER ANWENDUNG VON NANOFLUIDEN

In vielen Studien wird der Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit von Nanofluiden die größte Aufmerksamkeit geschenkt. Der Einsatz von suspendierten Fluiden erscheint in einer Vielzahl von Anwendungen vielversprechend. Die Entwicklung des Gebiets wird allerdings durch (i) mangelnde Übereinstimmung der Ergebnisse verschiedener Forscher, (ii) schlechte Charakterisierung und Herstellung von Suspensionen, (iii) mangelndes theoretisches Verständnis über die verantwortlichen Mechanismen, behindert. Weitere experimentelle Studien und Arbeiten zur konvektiven Wärmeübertragung von Nanofluiden sind erforderlich, um diese Hindernisse zu überwinden. Viele Aspekte, wie die Wärmeleitfähigkeit, die Brownsche Bewegung von Partikeln, die Partikelmigration und die Veränderung der thermophysikalischen Eigenschaften mit der Temperatur und der Zeit (Stabilität), müssen bei der konvektiven Wärmeübertragung mit Nanofluiden sorgfältig berücksichtigt werden.

Die Information über die Wechselwirkung von Nanomaterialien innerhalb des Basisfluids hat eine große Bedeutung für den Einsatz von Nanofluiden in industriellen Anwendungen. Die Agglomeration unter den Partikeln ist aufgrund interaktiver Kräfte ein häufiges Problem, das die Dispersion und die Rheologie von Nanosuspensionen beeinflussen. Der Einfluss der Agglomeration auf die Stabilität von Nanofluiden kann durch die Einführung verschiedener mechanischer und chemischer Techniken zur Verlängerung der Dispersion von suspendierten Partikeln in Flüssigkeiten reduziert werden.[8, 37]

Der entstehende Druckabfall ist einer der wichtigsten Parameter, der die Effizienz der Nanofluidanwendung bestimmt. Druckverlust und Pumpleistung sind eng miteinander verbunden. Nur wenige Eigenschaften haben einen direkten Einfluss auf den Druckverlust eines Kühlmittels oder Heizmediums: Dichte und Viskosität. Es ist zu erwarten, dass Flüssigkeiten mit höherer Dichte und Viskosität einen höheren Druckverlust aufweisen. In [19] und [20] werden die Viskosität von Al_3O_2 -Nanofluiden und ZnO -Nanofluiden auf

Ethylenglykolbasis gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zähigkeit von Nanofluiden deutlich höher als die vom Basisfluid liegt. Somit erhöht sich die erforderliche Pumpenleistung um 25%. In [21] wird die Dichte von verschiedenen Nanofluiden numerisch überprüft. Die berechneten höheren Werte, im Vergleich zum Basisfluid (Wasser) deuten auf eine Erhöhung der Druckverluste hin. Mehrere Studien zeigen, dass der Druckabfall von Nanofluiden signifikant ansteigt. So wird in [34] das thermische Design von kompakten Wärmetauschern mit Nanofluiden untersucht. Die Messungen zeigen, dass der Druckabfall von 4% Al_2O_3 – Wasser Nanofluid fast doppelt so hoch ist wie der vom Basisfluid.

Die höheren Produktionskosten von Nanofluiden gehören zu den Gründen, die ihre Anwendung in der Industrie behindern können. Nanofluiden können entweder einstufig oder zweistufig hergestellt werden [1]. Die beiden Methoden erfordern allerdings anspruchsvolle und teure Ausrüstungen und Techniken. Laut [26-27] gehören die hohen Herstellungskosten von Nanofluiden zu den größten Nachteilen und Hindernisse für ihre breitere Anwendung.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] V. Bianco, O. Manca and S. Nardini. *Heat Transfer Enhancement with Nanofluids*. s.l. : CRC Press, 2011.
- [2] B. Blomert. *VDI-Wärmeatlas*. s.l. : Springer Verlag, 2013.
- [3] R. Issa “Effect of Nanoparticles Size and Concentration on Thermal and Al_2O_3 -Water Nanofluids” *Heat and Mass Transfer*. 2016.
- [4] M. Beck, Y. Yanhui, P. Warriar and A Teja. “The effect of particle size on the thermal conductivity of nanofluids” in *Journal of Nanoparticle Research*. 11(5), 2008, pp. 1129-1136.
- [5] H. Li, W. Yang, Z. Yu, L. Zhao. “The performance of a heat pump using nanofluid ($\text{R}22+\text{TiO}_2$) as the working fluid – an experimental study” in *Energy Procedia* vol 75, 2015, pp. 1838-1843.
- [6] V. Mikkola, S. Puupponen, H. Granbohm and A. Seppälä. “Influence of particle properties on convective heat transfer of nanofluids” in *International Journal of Thermal Sciences*. vol 184, 2017, pp. 187-195.
- [7] N. Putra, Y. Ferdiansyah and N. Iskandar. “Application of nanofluids to a heat pipe liquid-block and the thermoelectric cooling of electronic equipment” in *Experimental Thermal and Fluid Science* vol 35 2011, pp. 1274-1281
- [8] M.R.Sohela, R.Saidurab, M. Sabri, M. Kamalisarvestania, M.M.Elias and A. Ijama. “Investigating the heat transfer performance and thermophysical properties of nanofluids in a circular micro-channel” in *International Communications in Heat and Mass Transfer* vol. 42, 2013, pp. 75-81
- [9] M. Al-Rasheda, G. Dzidob, M. Korpyśb, J. Smolkac and J. Wójcikb. “Investigation on the CPU nanofluid cooling” in *Microelectronics Reliability* vol 63, 2016, pp. 159-165.
- [10] A. Kumar, T. Pradyumna, Ghosh Pradyumna and J. Sarkar “Solar water heating using nanofluids - A comprehensive overview and environmental impact analysis” in *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 2013.
- [11] M. Buschmann, R. Azizian, T. Kempe, J. Julia, R. Martinez-Cuenca, B. Sunden, Z. Wu., A. Seppälä and T. Ala-Nissila “Correct interpretation of nanofluid convective heat transfer” in *International Journal of Thermal Sciences*. vol. 129, 2018, pp. 504-531.
- [12] A. Albojamal und K. Vafai. „Analysis of single phase, discrete and mixture models, in predicting nanofluid transport” in *International Journal of Heat and Mass Transfer* vol 114, 2017, pp. 225-237
- [13] R.Saidura, T.C.Menga, Z.Saidab, M.Hasanuzzamanb, A.Kamyara. “Evaluation of the effect of nanofluid-based absorbers on direct solar collector” in *International Journal of Heat and Mass Transfer* vol 55 2012, pp. 5899-5907
- [14] R. Bhogare and B. Kothawale “A Review on applications and challenges of Nanofluids as coolant in Automobile Radiator” *International Journal of Scientific and Research Publications* vol 3 2013.
- [15] D. Singh, J. Toutbor and G. Chen “Heavy vehicle systems optimization merit review and peer evaluation” *Annual Report*. 2009.
- [16] W. Nduku. “Ethylene glycol (EG)-based nanofluids as a coolant for automotive radiator” *Asia Pacific Journal on Computational Engineering*. vol 3, 2016.
- [17] M. Vashghani, E. Marzbanrad, E. Marzbanrad and C. Zamani. “Thermal conductivity and viscosity of TiO_2 -engine oil nanofluids” in *International Journal of Nanomechanics Science and Technology* vol 4 2014, pp 145-156.
- [18] F. Ali, K. Aamina, I. Tlili, M. Gohar “Effects of Different Shaped Nanoparticles on the Performance of Engine-Oil and Kerosene-Oil: A generalized Brinkman-Type Fluid model with Non-Singular Kernel” in *Scientific Reports*. vol 8, 2018.
- [19] R.Saidur, T. Meng, Z. Said “Evaluation of the effect of nanofluid-based absorbers on direct solar collector” in *International Journal of Heat and Mass Transfer* vol 5, 2012, pp 5899-5907.
- [20] JH, Lee, K Hwang, S. Jang, B. Lee, J. Kim, S. Choi “Effective viscosities and thermal conductivities of aqueous nanofluids containing low volume concentrations of Al_2O_3 nanoparticle” in *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2008.
- [21] J. Routbort, D. Singh, E. Timofeeva, W. Yu and D. France “Pumping power of nanofluids in a flowing system” in *Journal of Nanoparticle Research* vol 13, 2011, pp. 931-937.
- [22] P. Namburu, D. Das, K. Tanguturi and R. Vajjha “Numerical study of turbulent flow and heat transfer characteristics of nanofluids considering variable properties” in *International Journal of Thermal Science* vol 49, 2009, pp. 290-302
- [23] W. Xiang-Qi and A. Mujumdar “A review on nanofluids - part I: theoretical and numerical investigations” in *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. vol 25, 2008, pp. 613-630.
- [24] J. Meyer, S. Adio und M. Sharifpur. “The Viscosity of Nanofluids: A Review of the Theoretical, Empirical, and Numerical Models” *Heat Transfer Engineering*. vol 37, 2015, pp 387-421.
- [25] L. Zhou, B. Wang, X. Peng “On the Specific Heat Capacity of CuO Nanofluid” in *Advances in Mechanical Engineering*” 2015.
- [26] J. Lee, I. Mudawar. “Assessment of the effectiveness of nanofluids for singlephase and two-phase heat transfer in micro-channels” *International Journal of Heat and Mass Transfer* vol 50, 2007, pp. 452-463.
- [27] JH, Lee, K. Hwang, S. Jang, B. Lee, J. Kim, S. Choi and C. Choi “Effective viscosities and thermal conductivities of aqueous nanofluids containing low volume concentrations of Al_2O_3 nanoparticles” in *International Journal of Heat and Mass Transfer*, vol 51, 2008, pp. 2651-2656
- [28] A. Tiwari, P. Ghosh and J. Sarkar. „Heat transfer and pressure drop characteristics of CeO_2 /water nanofluid in plate heat exchanger” in *Applied Thermal Eng.* vol 57, 2013, pp. 24-32.
- [29] M. Pantzali, A. Mouza and S. Paras. „Investigating the efficacy of nanofluids as coolants in plate heat exchangers (PHE)” in *Chemical Engineering Science* vol 64, 2009, pp. 3290-3300
- [30] V. Kumara, A. Tiwari and S. Ghosh “Characterization and performance of nanofluids in plate heat exchanger” in *Materials Today: Proceedings* vol 4. 2017, pp. 4070-4048.
- [31] H. Arya, M. Sarafraz, O. Pourmehran, M. Arjomadi “Heat transfer and pressure drop characteristics of MgO nanofluid in a double pipe heat exchanger” in *Heat and Mass Transfer*. vol 55 2019, pp. 1769-1781
- [32] M.Rao, D. Sreeramulu, and D. Asiri. “Experimental Investigation of Heat transfer rate of Nanofluids using a Shell and Tube Heat exchanger” in *Materials Science and Engineering*. 2016.
- [33] E. Favale, G. Colangelo, A. Risi, M. Milanese and D. Laforgia “Experimental test of an innovative high concentration nanofluid solar collector” in *Applied Energy* vol 154, 2015, pp.874-881.
- [34] M.R.Sohela, S.S. Khaleduzzaman, R. Saidur, A. Hepbasli, M.F.M. Sabri and I. Mahbul. „An experimental investigation of heat transfer enhancement of a minichannel heat sink using Al_2O_3 - H_2O nanofluid” in *International Journal of Heat and Mass Transfer* vol 74, 2014, pp. 164-172.
- [35] W. Duangthongsuk. “Thermal and Hydraulic Performances of Nanofluids Flow in Microchannel Heat Sink with Multiple Zigzag Flow Channels” in *Materials Science and Engineering*. 2017, MATEC Web of Conferences 95, 03011.
- [36] V. Vasu, K. Krishna and A. Kumar. “Heat transfer with nanofluids for electronic cooling” *International Journal Mater Prod Technology* vol 34, 2009.
- [37] S. Ilyas, R. Pendyala and N. Marneni “Preparation, Sedimentation and Agglomeration of Nanofluids” in *Engineering Applications of Nanotechnology* vol 37, 2014, pp. 2011-2021.

General Session

Chair: Aleksandar Tsenov

THIS PAGE IS INTENTIONALLY LEFT BLANK

Digital Revolution and Economic Society

Digitale Revolution und Wirtschaftsgesellschaft

Peter Lang

FOM Hochschule für Oekonomie und Management

Abstract — The digital revolution will significantly change the organization and social order of our Society. New forms of IT-based production (for example industry 4.0) will require new forms of cooperation in the economy and in the society. "Entrepreneurs" and "Intrapreneurs" will be of primary importance in the future. What this economic society can look like, what kind of working life can be expected, and how the societies can ensure a high level of employment integrating cyberspace and physical space (society 5.0) is also subject of this article.

Zusammenfassung — Die digitale Revolution wird die Organisation und die soziale Ordnung unserer Gesellschaft erheblich verändern. Neue Formen der IT-basierten Produktion (zum Beispiel Industrie 4.0) werden neue Formen der Zusammenarbeit in Wirtschaft und Gesellschaft erforderlich machen. "Unternehmer" und "Intrapreneure" werden in Zukunft von vorrangiger Bedeutung sein. Wie diese Wirtschaftsgesellschaft aussehen kann, welche Art von Arbeitsleben zu erwarten ist und wie sie ein hohes Beschäftigungsniveau durch die Integration von „Cyberspace“ „Lebenswelt“ (society 5.0) gewährleisten kann, ist ebenfalls Gegenstand dieses Artikels.

I. DIGITAL REVOLUTION IS IN PROGRESS

The term "Digital Revolution" refers to the global changes in the economy and in the society brought up by the invention of microchips, which have brought up a change in technologies as well as in all spheres of life [4].

From 1947 to 1979 the transistor paved the way for the development of advanced digital computers. During the 1950s and 1960s government, military and other organizations made use of computer systems. The computer and the first cellphones became familiar machines in the 1980s and became a necessity for many jobs. By 1992 the World Wide Web has been introduced, and by 1996 the internet became a normal part of many business operations and a part of everyday life.

By 2000 a really "Digital Revolution" has begun to spread all over the world; mobile phones were commonly seen, the number of internet users continued to grow, and the television started to transition from using analog to digital signals. By 2010 Mobile communication has become very important, as nearly 70 percent of the world's population owns a mobile phone. The tablet computers (2015) surpass personal computers with the use of the internet and the promise of cloud computing services.

Our current situation and the near future is characterized by a steadily accelerating development of digitalization and tremendous changes in communication, interaction, spatial mobility and industrial production [9]. Transaction and information costs worldwide are falling due to the development of the new technologies and will continue to decline in the coming decades. Under such conditions, a society's ability to innovate becomes the decisive determinant of corporate success and economic prosperity. Only those who can produce new products, services, forms of organization etc. will be able to take a prominent position in global competition [12]. Artificial intelligence will push this development more and more in the future.

Policies often ignore effects of traditional economic and bureaucratic processes. Therefore imitation, stagnation and retrogression remain. Access to innovative ideas is usually obstructed by institutional barriers, bureaucratic structures,

party-political nepotism or political-career-oriented opportunism.

Policy alternatives lie far beyond traditional dogmas and are neither comprehensible nor feasible for the majority of the political bureaucrats beyond the dominant mainstream. Old politicians have no ideas (see A. Merkel in FRG [16]) and the young politicians often are just copying old concepts (see S. Kurz in Austria [8]). It is therefore significant that approaches to solve future problems originate from private consulting [18].

The rapid evolution and adoption of big data by industry has leapfrogged the discourse to popular outlets, forcing academic pressure to catch up. Academic journals in numerous disciplines, which will benefit from a relevant discussion of big data, have yet to cover the topic. Many business cases exploiting big data have been realized in recent years. Twitter, LinkedIn, Facebook Netflix etc. are examples of companies in the social networking domain [15]. But this is only the "technical side" of the rapid development. Also important is the socio-economic side of the upcoming changes in the society.

II. SOCIO ECONOMIC BASIC MODELS

By the end of the 1980s, three fundamental socio-economic models could be distinguished from each other. The "Work centered Society", the "Leisure oriented Society", and the "Differentiation Society" [11].

A. The Work centered Society

The term refers to the model of a society that is "work centered". Its outstanding mark is high working hours per capita. In particular, Japan and Korea in the past are associated with this model. Secondary virtues such as work discipline, diligence and correct execution of technically standardized activities are positively associated with this concept. Bureaucracy, lack of mobility and lack of interest in culture and education, however, are negative aspects.

Toward the end of the 1960s, the working-class model started to move in East Asia. This was especially true in Japan, but increasingly also in Korea. But now these times when per capita working hours in these countries were almost twice as high as in Europe are a thing of the past. Today only for 28

percent of the Japanese success in the job is still a priority life goal [1].

B. *The Leisure oriented Society*

The European leisure society fits in well with the parole of the German Trade Unions "Pappi belongs to me on Saturday". Its expression today ranges from the indispensable winter, summer or intermediate vacation, the private garden and dacha cultivating to the almost obligatory golf game. Symptomatic of this type are also demands for more leisure time as an instrument of employment policy, the regulation of shop opening hours, etc. However, the realization of these leisure entitlements requires steadily increasing productivity due to their cost effects under increasing international competitive pressure. This, in turn, contributes to increasing long time unemployment despite positive growth rates of the real social product. The European leisure oriented society has thereby received a cynical aftertaste, since too many people have as unemployed (especially in the south of Europe) an almost unlimited amount of "free" time [2].

C. *The Differentiation society*

The differentiation society is a model that is oriented towards the internal social developments of the USA. A strong differentiation of incomes favored a relatively high employment of the lower skilled income groups through low-wage employment. This Anglo-American model has led to greater flexibility, deregulation and cost reductions through repression of the state. This position (Thatcherism) has given the United States, the United Kingdom and New Zealand an employment aura of wonder [11].

However, an unequal distribution of incomes has occurred as well as an uneven distribution of labor and work content. For this reason, critics speak of a divided society in which a vertical differentiation of qualifications, incomes and assets is increasingly emerging.

D. *Vertical Society and Balanced Society*

The essential feature of a vertical society is the strong inequality of income, wealth and labor. They create work elites who perform interesting and high-paying jobs, which are significantly different from the majority of employees. They have to settle for moderately paid "average work" with a low degree of satisfaction.

A small group of privileged people enjoy attractive work content. The higher the income, the longer one works. The categories working time and free time flow into each other. Apparently this part of society is privileged by the development. At the same time, this development is an expression of increasing social imbalance, the social and economic consequences can lead to considerable tensions.

A well-balanced society is characterized by less differentiation in all the fields outlined. The main feature of this type is, above all, the inclusion of a broader workforce in demanding work content. This can promote satisfaction and income effects may eliminate existing disparities beyond the world of work. At the same time, the potentials of society can be optimally mobilized and implemented through independence, flexibility and diversity into economic progress and growth. Their spillover effects can thus have an economic stimulus in those parts of society that do not already participate in the process of self-determination and independence.

A well-balanced society is therefore also visionary referred as a "society 5.0" [10]. This means a human-centered society that balances economic advancement with the resolution of social problems by a system that highly integrates cyberspace and physical space. It may be seen as an utopia for the new

economic society of the "Digital Age" following the present "Society 4.0".

III. THE "NEW ECONOMIC SOCIETY"

However, this will only be achieved if companies and the state succeed in setting the political course, the organizational structures an adapted law system for such a future [6].

A. *Intrapreneurs, Entrepreneurs and Flat Hierarchies*

On the basis of a good education, satisfaction and motivation are essential prerequisites for motivation and creativity. Equally important are self-determination and the possibility of self-realization through a satisfying activity. Extensive self-employment of employees in the design of work processes and contents or the integration into work teams with flat clear tasks and accepted task sharing largely fulfill these requirements. Even in larger companies, self-employment, self-determination and direct connection to the success of dependently employed employees can develop self-reliant entrepreneurs within the company - "intrapreneurs". To achieve this, vertical corporate structures must increasingly be replaced by horizontal ones. Hierarchical corporate structures are currently still necessary, because they serve to minimize information and transport costs. With further growth and wider use of new information technologies, they are becoming increasingly unnecessary [12], as we can see in the actual "Covid-Crisis".

This already reveals the basic concept for a future economic order. An end-to-end horizontalization of the economy would mean that "vertical" employment contracts do not exist anymore. Each employee would become a largely autonomous and self-reliant employee - the "entrepreneur". In the economy of the future, there will no longer be any hierarchical structure like in today's companies. They will consist of a network of horizontal value-added relationships organized in network structures. Numerous papers are published on the technical side of this subject. Most of which, however, are in the area of computer science and are less concerned with socioeconomic aspects.

The outlined corporate structures are no utopias today. The number of temporary employment contracts in Germany has increased by approx. 10 percent p. a. Temporary employment agencies and their intermediary services are gradually being replaced by computer exchanges of equal partners in a project. This development is already evident in much of the craft industry and commerce. On these exchanges, two independent entrepreneurs (in contrast to the "dependent" intrapreneurs) establish direct relationships and conclude a project-related contract in which the nature of the services to be provided are determined. This cooperation does not take place on a permanent basis. It is time-limited and project-related. A highly flexible form of cooperation outside the usual competition rites will be established.

"New forms of work" will exist with more one-man companies, a change of employment 2-3 times a career and more long distance working or working from home. Many people will no longer be firmly bound to jobs and businesses. They will work in links on an order and project basis [3]. It is easy to see that this requires significant changes in people's skills and mentalities.

B. *Virtual Companies and Outsourcing*

Virtual companies and outsourcing refer to different strategies for dissolving obsolete hierarchical resource relationships and rigid value chains. Virtual companies have more resources in their activities than they own. They acquire

project-related and time-limited necessary resources and capacities, thus gaining high flexibility at a low fixed cost burden. Outsourcing aims also on a reduced corporate risk. Former departments become independent entities outside the company (spin-offs). These act independently and offer their services also to other companies. They collaborate with other spin-offs on a project-related basis, which they can compete with in other areas.

External services (e.g. consultancy and special assistance) are used for precisely specified projects. Efficiency advantages are mobilized by high responsiveness, customer- or market-specific solutions, free partner choice, low follow-up costs, limited overheads and above all high motivation of the equal partners. As a result of these changes traditional corporate or market boundaries are becoming less important. Business units and entire industries are moving beyond their traditional fields (business migration). The ability to respond dynamically to changing customer requirements is more important to the company's success than the production of traditional products.

For the success of a company the separation of traditional vertical structures is inevitable. Current developments show that in the future there will no longer be rigid corporate pyramids. Open networks in which people think and act not vertically, but horizontally will be the normal platform. In addition to the gain in flexibility, horizontal structures mean greater motivation of the participants and by this greater ability to innovate. Many companies of the future will therefore have virtual structures that represent networks of temporary cooperation of independent partners and thus are capable of highest market performance. Modern information technologies and big data enable this development and promote it considerably. This is the digital revolution we are faced with [5].

C. New Communication Channels

The world wide web and its big users and developers like Apple, Google and others are currently the epitome of a global and innovative network. Through its current and future range of services, it represents the necessary technical prerequisite for the functioning of the future society. However, in its history it is also a parable for the possible success and growth opportunities of horizontal networks in other spheres.

Successful innovators form the starting nodes of a network. Joint projects are the first virtual companies. The development of efficient exchange mechanisms between the network nodes on the one hand and between the markets on the other results in a highly dynamic competition of know-how, offering high profit opportunities. The high profits of start-up companies attract investors. Funding for future projects will be set up (self-financing). Through the development of its own "network culture", a set of rules is gradually being developed that codifies exchange and entry modalities. Once the network has established itself, larger companies are integrated as sub-networks or ousted as outsiders. The result is a world-spanning network that is self-optimizing as its nodes undergo self-learning in the emerging international and interdisciplinary communication. Gradually, the integration of economy, ecology, culture, education, technology and information takes place in common structures. The density of the global network is increasing at a rapid pace and is also affecting media and political development by the possibility to use "Big Data" [5].

D. Changed Ownership and Investor Behavior

Property, influence and management structures are also changing worldwide. While the identity of owners and entrepreneurs was typical even in large business units until the 1960s, this changed considerably until the end of the

millennium. Employees in managerial positions who have no (significant) ownership of the company are increasingly coming to the fore. This is especially true in Germany for medium-sized companies, if the heirs of the generation decide to dispense with the participation in the management of the inherited companies, or even sold them. Personal ties to companies, industries or corporate traditions are behind the interest in high returns or sales revenues.

The executives face large, often institutional investors (funds) that are gaining global influence. These managers are not interested in preserving traditionally grown structures, but favor rates of appreciation and returns on the funds entrusted to them. Management structures and concepts that do the best in this regard are therefore increasingly supported by them. Here it becomes clear that owners and investors are also increasingly interested in horizontal networking.

It is easy to see that all this requires internationally and nationally considerable changes in the organizational and legal framework of our economy and society.

E. Changed Role of the State

In this future society the present role of the state and its shaping of economic relations will become less important. Most of the government's tasks will be taken over by social and local institutions, because they can fulfill them more efficiently. Large companies are already planning and operating globally, regionally and locally and are therefore active in areas that used to be largely reserved for state actors. The problem-solving techniques of functional units - state, region, enterprise - will therefore have to converge more and more over the next few years.

The new society 5.0 will be based largely on self-organization and individual self-realization. It will be characterized by non-hierarchical, network-like structures in which one communicates and decides horizontally. To this end, the current legal and organizational structure of state-building must be considerably changed. Specifically, the following changes are necessary: Tax advantages for the further education of employees, redistribution of supportive measures in favor of innovative industries, tax reductions for employee stock ownership, the conversion of the capital-based pension insurance with the legal obligation to invest a minimum share in micro-enterprises (venture capital).

In this context, education content needs to be changed and developed, education, research and infrastructure spending in all sectors must be significantly increased.

However, institutional, organizational conditions within societies also play a role. These include the introduction of a compulsory school and study year abroad as well as special courses (through colleges, courses, etc.) for intrapreneurs. The components of internationality and self-employment must be anchored more than ever in education and training. Added to this must be a communication offensive that recognizes employee participation in changing corporate success as an appropriate and essential source of income for the future and arouses understanding of the need to promote venture capital for micro-enterprises.

For the transition phase to the new society and in phases of crisis, a basic social security is mandatory, which applies to all members of society and guarantees their material existence. On the one hand, it serves as social security in the traditional sense. On the other hand, it serves as a material basis for education and training measures, as they are necessary in certain phases of life [17].

F. Self-realization and willingness to learn

The working life of the present is still divided into three sections: the training and education section at the beginning of life, the work and leisure section in the middle of life, the retirement or retirement section at the end of life. This temporal life profile is regarded by many as immutable. Therefore, there is a strong lobby for its preservation, in which structural conservatives of all political camps work together. The state education system is therefore still almost completely focused on this rigid pattern of life and misleads the majority of people in their professional development. It often prevents a change in the life plans and thus contributes to misguided orientation and inflexibility to life-long frustration. The future will need lifelong education and training concepts that provide the content adapted to the different life phases. At the same time, it is necessary to integrate the knowledge and experiences of the active participants in the economic process into their teaching offers.

Latent knowledge is thus activated and codified for others. The development of the knowledge base must be continuously integrated into the content of the training. This is already evident in the education system, with small and flexible universities surpassing highly subsidized public universities in terms of high attractiveness and efficiency. Intrapreneurs and entrepreneurs can emerge only from such a system and act only under its conditions. Through the meaningful cooperation of both types, they could provide for the satisfaction of the highest need that people (according to Maslow), the self-realization.

On the one hand, this will create a society that will give its citizens a better, more "meaningful" life. On the other hand, motivation and efficiency are increased. In conjunction with the effects of the reorganization of the economy outlined above to form networks with flat hierarchies, economic effects are released which are not possible in today's hierarchically and bureaucratically organized economic order. However, self-realization, intra- and entrepreneurship are closely related. In order to reach the highest level of need satisfaction, conditions are necessary that do not actually exist. From "lifetime employment" to "lifetime employability" is the concept that aims for a "lifelong learning individual"[13].

IV. VALUE CREATION AND EMPLOYMENT

Creative work will increasingly displace routine and unskilled work. The work will serve, to a far greater extent than today, the individual self-realization and be detached from the prevailing view today that it is merely a necessary evil for the material assurance of actually desirable leisure time. This increase in motivation will increase production readiness and productivity, so that a significant increase in the value of the services will be achieved. For the foreseeable future, this will still be the privilege of a growing, but still relatively small, class of service providers.

However, their value orientation plays a key role in the achievement of high employment. If high incomes are created in the dynamic core of the society, their use already creates superior consumption (ranging from high-quality recreational activities to domestic service benefits). This is the base of employment in those sectors which are not yet included in the core of the society. However, modern services, domestic services etc., need to be freed from their current stigmas and bureaucratic obstacles. In addition, the innovative activities in the international competition open up lucrative markets, which are conditioned by technological availability monopolies and can be used with absolute advantage. The new economic society thus triggers a sustained, growth-securing process,

which also may transfer itself to the remaining parts of society through internal links and multiplier effects.

The problem of unemployment will, in the long run, also decline due to structural effects on the labor market. So in this new society the limits of working time, education time and free time will be fluent. As more and more people must become independent entrepreneurs, unemployment recedes. A self-employed person can work less or more, depending on the order situation. He may occasionally need basic care, but he cannot become unemployed in the traditional sense. Therefore, a material basic security provided by the state will be an absolutely necessary base for the independent search process for lucrative and satisfying activities and it also allows for further or re-qualification if it is necessary in the working life cycle [6].

This innovation-dependent view increasingly informs the content and boundaries of the policy debate at the governmental level, at the firm level, and the way in which individuals interpret the economic and political contexts that structure their lives to create a new society which we really can call "society 5.0" [10].

REFERENCES

- [1] Casey, Catherine, *Work, Self and Society*, London 1995.
- [2] Dahl, Gordon, *Work, Play, and in a Leisure-oriented Society*, Augsburg Publishing House, 1972.
- [3] Dömes, Karl, "Das ist die Arbeitswelt von morgen", in: *Frankfurter Rundschau* 19. 11. 2016
- [4] Dholakia, Nikhlesh/Fritz, Wolfgang/Dholakia, Ruby Roy/Mundorf Norbert, "Online Marketing: An Introduction to the E-Commerce Revolution", in: N. Dholakia et al (eds.), *Global E-Commerce an Online Marketing*, London 2002, pp. 1 – 13.
- [5] Gandomi, Amyr/ Hayder, Mutaza, "Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics" in: *International Journal of Information Management*, Volume 35, Issue 2, April 2015, pp. 137-144.
- [6] INSITE, "The Innovation Society", in: <http://www.insiteproject.org/perspectives/innovation-society/>, 9.1.2018.
- [7] Kijima, Kyoichi, "Why Stratification of Networks Emerges in Innovative Society: Intelligent Poly-Agent Systems Approach", in: *Computational & Mathematical Organization Theory*, June 2001, Volume 7, Issue 1, pp 45–62.
- [8] Kurz, Sebastian, "Die Regierung steht", in: <https://secure.sebastian-kurz.at/regierungsverhandlungen/programm/>, 9.1.2018.
- [9] Lang, Franz Peter, "Digitization is changing our world", in: *Herald of Kyiv National University of Trade and Economics (KNUTE)*, No. 4(126), Kiv UA 2019, pp. 74-84.
- [10] Lobe, Adrian, "Japans smarte Utopie", in: <https://www.zeit.de/kultur/2017-04/japan-gesellschaft-zukunft-automatisierungcebit? 9.4. 2017>
- [11] Luhmann, Nicolas, "Differentiation of Society", in: *The Canadian Journal of Sociology*, Vol. 2, No. 1 (Winter, 1977), pp. 29-53.
- [12] Münt, Gunnar, *Dynamik von Innovation und Außenhandel*, Heidelberg 1996.
- [13] Nelson, Richard L. (ed.), *National Innovation Systems: A comparative Analysis*, Oxford University Press, 1993.
- [14] Porter, Michael E., *Wettbewerbsstrategie*, 7. Aufl., Frankfurt/Main, 1962.
- [15] Pääkkönen, Pääka/Pakala, Daniel, "Reference Architecture and Classification of Technologies, Products and Services for Big Data Systems", in: *Big Data Research*, Volume 2, Issue 4, December 2015, pp.166 -186.
- [16] Naumann, Florian, „New York Times“ fällt ein vernichtendes Urteil über Kanzlerin Merkel“, in: *Merkur.de*, <https://www.merkur.de/politik/kanzlerin-merkel-am-pranger-new-york-times-mit-vernichtendem-urteil-deutschland-ist-komplett-zr-13190514.html>, 6.11.2020.
- [17] Van der Leeuw, Sander (2015): "For every solution there are many problems", in: *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, Vol. 112, No. 2, November 2012, pp. 105–116.
- [18] Wetzker, Konrad/Strüven, Peter/Bilmes, Linda J (1989) (eds.), *Gebt uns das Risiko zurück: Strategien für mehr Arbeit*, Wien 1989.

Model-Based Design of a Cascade Control for Loop Heat Pipes

Modellbasierter Entwurf einer Kaskadenregelung für Loop Heat Pipes

Thomas Gellrich and Soeren Hohmann

Karlsruhe Institute of Technology, Institute of Control Systems,
Kaiserstr. 12, Karlsruhe, e-mail: thomas.gellrich@kit.edu

Abstract — This paper presents the model-based design of a cascade control for loop heat pipes (LHPs). LHPs are passive, two-phase heat transport systems, which have been developed for the thermal control of aerospace systems. Through evaporation and condensation, the working fluid inside the loop transports large amounts of heat from the heat source to the heat sink. For a constant temperature near the heat source, the LHP itself must be controlled. It is common practice to control the temperature of the compensation chamber (CC), which governs the evaporator temperature of the LHP as the nearest measurable LHP temperature to the heat source. However, changes of the dissipated heat at the heat source and of the temperature at the heat sink disturb the evaporator temperature when controlling the CC temperature at a fixed setpoint temperature. For this reason, a cascade control is designed based on a nonlinear dynamical model of the LHP in this work. Thus, not only the CC temperature, but also the evaporator temperature is controlled in two control loops. In addition, the influences on the evaporator temperature during LHP operation are decreased compared to the direct control of the evaporator temperature.

Zusammenfassung — Diese Arbeit präsentiert den modellbasierten Entwurf einer Kaskadenregelung für Loop Heat Pipes (LHPs). LHPs sind passive, zweiphasige Wärmetransportsysteme, welche für die Thermalkontrolle von Luft- und Raumfahrtssystemen entwickelt wurden. Durch Verdampfung und Kondensation transportiert das Arbeitsmedium im Kreislauf große Wärmemengen von der Wärmequelle zur Wärmesenke. Für eine konstante Temperatur an der Wärmequelle muss die LHP selbst geregelt werden. Typischerweise wird die Temperatur der Kompensationskammer (CC) geregelt, die die Verdampfungstemperatur der LHP als die nächstgelegene, messbare Temperatur zur Wärmequelle bestimmt. Jedoch stören die Änderungen der dissipierten Wärme der Wärmequelle und der Senkentemperatur die Verdampfungstemperatur, wenn die CC-Temperatur auf eine feste Solltemperatur geregelt wird. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit eine Kaskadenregelung auf Basis eines nichtlinearen, dynamischen Modells der LHP entworfen. Dadurch können in zwei Regelungsschleifen nicht nur die CC-Temperatur, sondern auch die Verdampfungstemperatur geregelt werden. Des Weiteren werden die Einflüsse auf die Verdampfungstemperatur während des Betriebs der LHP im Vergleich zur direkten Regelung der Verdampfungstemperatur verringert.

I. INTRODUCTION

Loop heat pipes (LHPs) are widely used for the thermal control of satellite components [1]. Their working principle is based on capillary forces in a primary wick instead of mechanical pumping forces. Besides the passive driving force for the mass flow, the two-phase system reaches a high thermal conductance at a small temperature difference between the heat source, which is the electronics in a satellite component, and the heat sink through the evaporation and condensation of the working fluid. The transient mass distribution in the entire loop is balanced by the two-phase compensation chamber (CC). In addition, this CC supplies the primary wick with liquid through the secondary wick for a continuous heat transport. For a more detailed description of the LHP working principle, the reader is referred to [2]. To keep the temperature of the heat source in a small temperature corridor during LHP operation, the LHP operating temperature itself must be controlled

against changing operating conditions. First, the temperature of the heat sink, e.g. the radiator of the satellite, at the LHP condenser changes due to the variable insolation of the satellite in space. Second, the amount of dissipated heat of the electronics near the LHP evaporator depends on their operating status. A widely used control strategy is the application of a control heater on the balancing CC [3]. For the control heater, two-point-controllers [4], [5], [6] and proportional-integral-derivative (PID) controllers [5], [6] for different directly controlled LHP temperatures have been designed heuristically and tested experimentally. However, the common method of maintaining the LHP operating temperature in a small corridor is to control the CC temperature [3]. This method yields the most stable temperatures and the least risk for temperature oscillations at low powers compared to directly controlling the evaporator temperature or the heat source temperature [6]. Due to the recent development of an dynamical control model

of the LHP in [7] for the model-based control design for the control heater, more sophisticated control algorithms can be designed to improve the overall thermal control performance of the LHP. Current model-based controllers focus on the sole control of the CC temperature [8], [9]. Hence, an adequate model-based control design for the evaporator temperature of the LHP should improve the temperature control of the electronics, which is the main goal of the thermal control of satellite components with LHPs.

In this paper, a cascade control based on linear feedback controllers for the control heater is designed based on the recently developed nonlinear dynamical model in [7]. Instead of directly controlling the evaporator temperature as the nearest measurable LHP temperature to the heat source, the inner loop of the cascade control still controls the CC temperature, while the outer loop controls the evaporator temperature. By separating the system's dynamics into two parts for the two cascaded control loops, the overall control performance is improved compared to the direct control in a single control loop. Another advantage of the cascade control structure is the simple extension of the single LHP control loops in the literature based on the CC temperature with another outer control loop based on the evaporator temperature to preserve their benefits in the inner control loop. The additional lightweight temperature sensor on the evaporator is often already integrated in the LHP system for monitoring the interface between the heat transport system and the heat source.

In Section II, the dynamical LHP model is described. After the design of the cascade control in Section III, the numerical results of the introduced cascade control in comparison with the direct control are shown in Section IV, followed by the conclusions in Section V.

II. DYNAMICAL LHP MODEL

The nonlinear dynamical LHP model developed in [7] is taken as the control model for the subsequent cascade control design:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}(\mathbf{x}(t), u(t), \mathbf{d}(t)), \quad (1a)$$

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{x}(t), \quad (1b)$$

with $\mathbf{x}(t) = [T_{cc}(t), T_{ev}(t), T_{co}(t)]^\top$, $u(t) = \dot{Q}_{cc}(t)$, and $\mathbf{d}(t) = [\dot{Q}_{ev}(t), T_{sk}(t)]^\top$. The nonlinear state-space model (1) contains the CC temperature $T_{cc}(t)$, the evaporator temperature $T_{ev}(t)$, and the condenser temperature $T_{co}(t)$ as state variables $x_1(t), \dots, x_3(t)$ in $\mathbf{x}(t)$. These state variables correspond to the mean temperatures in the colored subsystems depicted in the schematic of the LHP in Fig. 1. Furthermore, the input variable $u(t)$ describes the heat input $\dot{Q}_{cc}(t)$ by the control heater on the CC. Finally, the external influences on the LHP by the heat source and the heat sink are included in $\mathbf{d}(t)$ as disturbance variables $\dot{Q}_{ev}(t)$, the heat flow to the evaporator, and $T_{sk}(t)$, the temperature of the heat sink. All three state variables are measurable outputs $y_1(t), \dots, y_3(t)$ of the system and form the output vector $\mathbf{y}(t)$.

The nonlinear differential equations of the LHP state-space model (1) are defined as follows (In order to ease

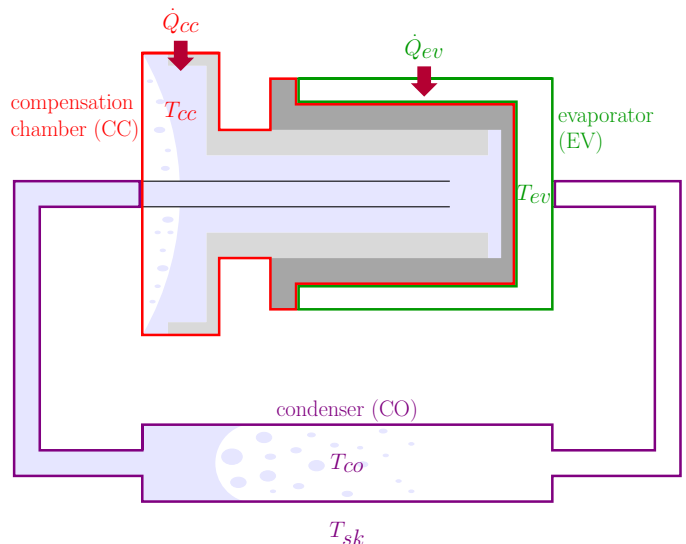


Fig. 1. Schematic of the LHP (cf. [2])

notation, time dependencies are dropped):

$$f_1 = \frac{1}{C_{cc}} \cdot \left(\dot{m} \cdot \bar{c}_p^l \cdot (T_{co} - T_{cc}) + \dot{Q}_{cc} + \frac{1}{R_{lk}} \cdot (T_{ev} - T_{cc}) \right), \quad (2)$$

$$f_2 = \frac{1}{C_{ev}} \cdot \left(\dot{m} \cdot (\bar{c}_p^l \cdot (T_{cc} - T_{ev}) - \Delta h_{ev}^v) + \dot{Q}_{ev} - \frac{1}{R_{lk}} \cdot (T_{ev} - T_{cc}) \right), \quad (3)$$

$$f_3 = \frac{1}{C_{co}} \cdot \left(\dot{m} \cdot (\bar{c}_p^l \cdot (T_{ev} - T_{co}) + \Delta h_{ev}^v) - \frac{1}{R_{co}} \cdot \left(\frac{T_{ev} + T_{co}}{2} - T_{sk} \right) \right), \quad (4)$$

with the lumped thermal capacities C_{cc} , C_{ev} , and C_{co} of the corresponding subsystems, \bar{c}_p^l being the mean specific isobaric heat capacity of the respective liquid phase, Δh_{ev}^v being the specific heat of evaporation, and \dot{m} being the mass flow rate of the working fluid. The parameters R_{lk} and R_{co} correspond to the thermal resistances of the heat flow from the evaporator to the CC as part of the heat input $\dot{Q}_{ev}(t)$ and of the heat flow from the condenser to the heat sink, respectively. The parameters are determined in a chosen operating point, where the system reaches a steady state, as described in [7].

III. MODEL-BASED CASCADE CONTROL DESIGN

The structure of the LHP cascade control is presented in Fig. 2.

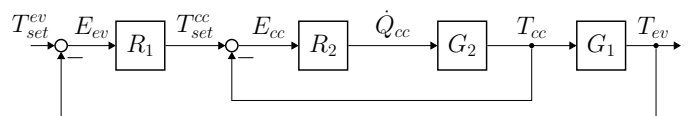


Fig. 2. Cascade control of the LHP

As depicted in Fig. 2, the total LHP system is subdivided into two single-input-single-output (SISO) subsystems for both cascaded control loops. These SISO subsystems are

described by transfer functions in the Laplace domain with the complex variable s . For the model-based design of the two cascaded linear feedback controllers $R_1(s)$ and $R_2(s)$, the corresponding subsystems $G_1(s)$ and $G_2(s)$ are derived from the nonlinear LHP state-space model (1).

At first, the nonlinear LHP state-space model (1) is linearized at the chosen operating point, which yields the following linear LHP state-space model:

$$\Delta \dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}_{lin} \cdot \Delta \mathbf{x}(t) + \mathbf{b}_{lin} \cdot \Delta u(t) + \mathbf{E}_{lin} \cdot \Delta \mathbf{d}(t), \quad (5a)$$

$$\Delta \mathbf{y}(t) = \mathbf{C}_{lin} \cdot \Delta \mathbf{x}(t), \quad (5b)$$

with $\Delta \mathbf{x}(t) = [\Delta T_{cc}(t), \Delta T_{ev}(t), \Delta T_{co}(t)]^\top$, $\Delta u(t) = \Delta \dot{Q}_{cc}(t)$, and $\Delta \mathbf{d}(t) = [\Delta \dot{Q}_{ev}(t), \Delta T_{sk}(t)]^\top$. The matrices in (5) are defined as

$$\mathbf{A}_{lin} = \begin{bmatrix} -\mathcal{A} & \frac{1}{C_{cc}R_{lk}} & \frac{1}{C_{cc}}(\dot{c}_p \dot{m}) \\ \mathcal{B} & -\mathcal{B} & 0 \\ 0 & \mathcal{C} & -\frac{1}{C_{co}}\left(\dot{c}_p \dot{m} + \frac{1}{2R_{co}}\right) \end{bmatrix}, \quad (6)$$

$$\mathbf{b}_{lin} = \begin{bmatrix} \frac{1}{C_{cc}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$$\mathbf{E}_{lin} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \frac{1}{C_{ev}} & 0 \\ 0 & \frac{1}{C_{co}R_{co}} \end{bmatrix}, \quad (8)$$

$$\mathbf{C}_{lin} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (9)$$

with the substitute parameters

$$\mathcal{A} = \frac{1}{C_{cc}} \left(\dot{c}_p \dot{m} + \frac{1}{R_{lk}} \right), \quad (10)$$

$$\mathcal{B} = \frac{1}{C_{ev}} \left(\dot{c}_p \dot{m} + \frac{1}{R_{lk}} \right), \quad (11)$$

$$\mathcal{C} = \frac{1}{C_{co}} \left(\dot{c}_p \dot{m} - \frac{1}{2R_{co}} \right). \quad (12)$$

The linearized LHP state-space model (5) is converted by the Laplace transformation into the transfer functions $G_1(s)$ and $G_2(s)$ of the LHP subsystems in both control loops as follows:

$$G_1(s) = \frac{\Delta T_{ev}(s)}{\Delta T_{cc}(s)} = \frac{\mathcal{B}}{s + \mathcal{B}}, \quad (13)$$

$$\begin{aligned} G_2(s) &= \frac{\Delta T_{cc}(s)}{\Delta \dot{Q}_{cc}(s)} \\ &= [1 \ 0 \ 0] \cdot (s \cdot \mathbf{I} - \mathbf{A}_{lin})^{-1} \cdot \mathbf{b}_{lin}. \end{aligned} \quad (14)$$

First, a feedback controller $R_2(s)$ for the inner control loop is designed according to the transfer function $G_2(s)$ in (14). Then, the inner control loop

$$G_{c1}(s) = \frac{R_2(s)G_2(s)}{1 + R_2(s)G_2(s)} \quad (15)$$

is combined with the transfer function $G_1(s)$ in (13) to form the transfer function

$$G_{c2}(s) = G_{c1}(s) \cdot G_1(s), \quad (16)$$

of the controlled subsystem for the second feedback controller $R_1(s)$ in the outer loop.

The combination of a P and a PI controller is commonly used in the industry for its good performance [10]. For the stationary accuracy of the entire cascade control loop, an integral part in one of the controllers is sufficient [11]. Thus, the transfer functions of both controllers are given as

$$R_1(s) = \frac{\Delta T_{set}^{cc}(s)}{\Delta E_{ev}(s)} = K_{p1} \cdot \frac{1 + T_1 s}{s}, \quad (17)$$

$$R_2(s) = \frac{\Delta \dot{Q}_{cc}(s)}{\Delta E_{cc}(s)} = K_{p2}. \quad (18)$$

The three controller parameters K_{p1} , T_1 , and K_{p2} in (17) and (18) can be calculated with the robust response time algorithm in MATLAB (see [12]). With sufficient phase margins and limited robust response times for both controllers, the stability of the control loop and a continuous heat transfer are ensured, since the self-sufficient LHP working principle limits the maximal CC temperature gradient. For improved stability characteristics of the overall cascade control, the dynamics of the inner control loop should be faster than the dynamics of the outer control loop [11], i.e. a smaller robust response time of the inner control loop.

IV. NUMERICAL RESULTS

The validation of the proposed cascade control for the temperature control of LHPs is performed with the experimentally validated numerical LHP simulation of [13]. This simulation, which was already adapted and used for controller validation in [9], provides a safe test environment for LHP controllers based on the variation of the measurable LHP temperatures by a control heater. The following operating point (*op*) is chosen, where the LHP reaches steady-state conditions at the desired setpoint temperature $T_{set}^{ev} = 28.58 \text{ }^\circ\text{C}$. In the operating point, the model parameters are determined, and the nonlinear LHP state-space model (1) is linearized:

TABLE I. VALUES OF THE STATE VARIABLES, INPUT VARIABLES, AND MODEL PARAMETERS IN THE CHOSEN OPERATING POINT

operating point	model parameter
$\dot{Q}_{cc}^{op} = 4.653 \text{ W}$	$C_{cc} = 12.00 \text{ J K}^{-1}$
$\dot{Q}_{ev}^{op} = 60.00 \text{ W}$	$C_{ev} = 3.000 \text{ J K}^{-1}$
$T_{sk}^{op} = 0.000 \text{ }^\circ\text{C}$	$C_{co} = 9.000 \text{ J K}^{-1}$
$T_{cc}^{op} = 26.86 \text{ }^\circ\text{C}$	$R_{lk} = 1.004 \text{ K W}^{-1}$
$T_{ev}^{op} = 28.58 \text{ }^\circ\text{C}$	$\dot{m} = 50.32 \text{ mg s}^{-1}$
$T_{co}^{op} = 0.000 \text{ }^\circ\text{C}$	$R_{co} = 0.221 \text{ K W}^{-1}$

Following the procedure in Sec. 3, the three controller parameters are determined with a phase margin of 60.00° and a robust response time of 14.00 s and 18.62 s as

$$K_{p1} = 0.153 \text{ s}^{-1}, \quad T_1 = 2.556 \text{ s}, \quad K_{p2} = 1.960 \text{ W K}^{-1}.$$

For the comparison of the relevant disturbance responses of the introduced cascade control loop in Fig. 2 and a direct feedback control loop of the evaporator temperature, a PI

controller $R_3(s)$ is designed based on the transfer function $G_3(s)$ of the total evaporator system:

$$G_3(s) = \frac{\Delta T_{ev}(s)}{\Delta \dot{Q}_{cc}(s)} = [0 \ 1 \ 0] \cdot (s \cdot \mathbf{I} - \mathbf{A}_{lin})^{-1} \cdot \mathbf{b}_{lin}. \quad (19)$$

Accordingly, the transfer function $R_3(s)$ of the corresponding PI controller is given by

$$R_3(s) = \frac{\Delta \dot{Q}_{cc}(s)}{\Delta E_{ev}(s)} = K_{p3} \cdot \frac{1 + T_3 s}{s}, \quad (20)$$

with the controller parameters

$$K_{p3} = 0.089 \text{ W K}^{-1} \text{ s}^{-1}, \quad T_3 = 14.55 \text{ s}$$

at a phase margin of 60.00° and a robust response time of 18.73 s.

The performance of the presented cascade control (dashed red) in comparison with the performance of the direct controller (dotted green) for a typical LHP disturbance profile is depicted in Fig. 3.

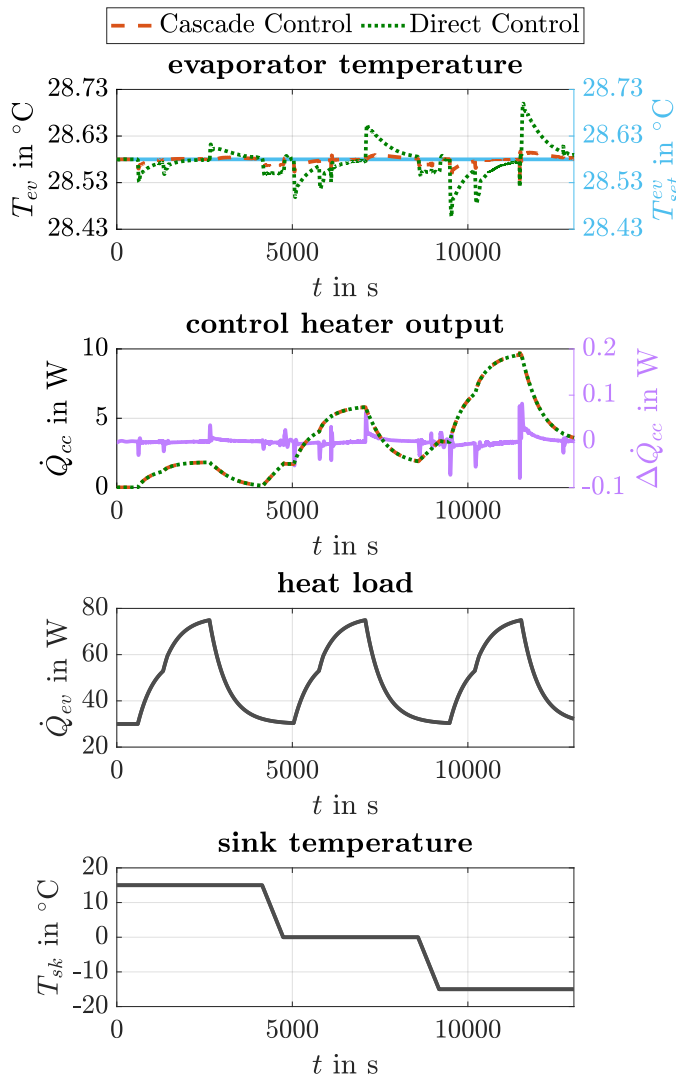


Fig. 3. Disturbance response of the presented cascade control loop in comparison with the direct control loop

Despite the changes of \dot{Q}_{ev} and T_{sk} in the third and fourth subplot, both controllers keep T_{ev} near T_{set}^{ev} (solid

light blue) in the upper subplot. However, the over- and undershoots in T_{ev} due to the disturbance changes are reduced visibly by the cascade control resulting in an overall smoother T_{ev} than with the direct controller. The improvement of the control performance is emphasized quantitatively by the root mean square error (RMSE) between T_{ev} and T_{set}^{ev} for both controllers, which are $\text{RMSE} = 0.007 \text{ K}$ for the cascade control and $\text{RMSE} = 0.033 \text{ K}$ for the direct controller. Thus, T_{ev} is kept in a smaller corridor by the cascade control as intended.

V. CONCLUSIONS

A cascade control for the temperature control of LHPs has been designed based on a dynamical LHP state-space model. By controlling not only the CC temperature, as commonly done in the literature, but also the evaporator temperature as the nearest measurable temperature to the heat source, an improved temperature control performance of the LHP has been achieved compared to the direct control of the evaporator temperature. With the improved LHP temperature control, an improved thermal control of aerospace systems in general is possible. For a complete validation of the proposed LHP controller, its application on a LHP test bench is required in future work. Nevertheless, the simulation results have already shown the promising benefits of the cascade control for LHPs.

REFERENCES

- [1] K. Shukla, "Heat pipe for aerospace applications—an overview," *Journal of Electronics Cooling and Thermal Control*, vol. 5, no. 1, pp. 1–14, 2015.
- [2] J. Ku, "Operating characteristics of loop heat pipes," in *SAE Technical Paper No. 1999-01-2007*. SAE International, 1999.
- [3] —, "Methods of controlling the loop heat pipe operating temperature," in *SAE Technical Paper No. 2008-01-1998*. SAE International, 2008.
- [4] D. Khurstalev, C. Stouffer, J. Ku, J. Hamilton, and M. Anderson, "Temperature control with two parallel small loop heat pipes for GLM program," *Frontiers in Heat Pipes*, vol. 5, no. 9, 2014.
- [5] J. Ku, K. Paiva, and M. Mantelli, "Loop heat pipe transient behavior using heat source temperature for set point control with thermoelectric converter on reservoir," in *9th Annual International Energy Conversion Engineering Conference*. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2011.
- [6] —, "Loop heat pipe operation using heat source temperature for set point control," NASA Technical Reports Server, Tech. Rep. 20110015274, 2011.
- [7] T. Gellrich, T. Schuermann, F. Hobus, and S. Hohmann, "Model-based heater control design for loop heat pipes," in *2nd IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA)*. IEEE, 2018.
- [8] T. Gellrich, S. Meinicke, P. Knipper, S. Hohmann, and T. Wetzel, "Two-degree-of-freedom heater control of a loop heat pipe based on stationary modeling," in *48th International Conference on Environmental Systems (ICES)*, 2018.
- [9] T. Gellrich, X. Zhang, S. Schwab, and S. Hohmann, "Nonlinear model identification adaptive heater control design for loop heat pipes," in *3rd IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA)*. IEEE, 2019.
- [10] P. Krishnaswamy, G. Rangaiah, R. Jha, and P. Deshpande, "When to use cascade control," *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 29, no. 10, pp. 2163–2166, 1990.
- [11] A. Visioli, *Practical PID control*. Springer London, 2006.
- [12] MathWorks, *Control system toolbox user's guide*, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, USA, 2020.
- [13] S. Meinicke, P. Knipper, C. Helfenritter, and T. Wetzel, "A lean approach of modeling the transient thermal characteristics of loop heat pipes based on experimental investigations," *Applied Thermal Engineering*, vol. 147, pp. 895–907, 2019.

Smart Factory - Future of Parts Manufacturing - on the way to autonomous, model-based manufacturing

Smart Factory - Zukunft der Teilefertigung - auf dem Weg zur autonomen, modellbasierten Fertigung

Thomas Mücke

Siemens Industry Software GmbH, Stuttgart, Germany, thomas.muecke@siemens.com

Abstract — The Smart Factory achieves an increase in flexibility in the production process due to current resources, capacities and utilization under consideration from customer orders structure. Based on the Consideration from products- and production-information at CAD features from 3D models of components and the current information from the machine tool, it's possible to create on a automatically way serialized NC programs, which is the basis for self-organizable and autonomous parts production. Continuous improvements can be achieved by means of high-frequency data from the machine tool and analytical observations.

Zusammenfassung — Die Smart Factory erzielt eine Steigerung bei der Flexibilität im Produktionsprozess aufgrund aktueller Ressourcen, Kapazitäten und Auslastungen unter Berücksichtigung des Kundenauftragsnetzes. Hierbei werden unter Betrachtung von Produkt- und Fertigungsinformationen von CAD-Features am 3D-Modell des Bauteiles und den aktuellen Informationen aus der Werkzeugmaschine serialisierte NC-Programme automatisiert erstellt, welche die Basis für eine selbstorganisierbare und autonome Teilefertigung darstellen. Mittels Hochfrequenzdaten aus der Werkzeugmaschine können durch analytische Betrachtungen kontinuierliche Verbesserungen erzielt werden.

I. EINLEITUNG

Die Smart Factory “die Fabrik der Zukunft, also die intelligente Fabrik” muss flexibler und effizienter sein [1]. Die heutigen transaktionsorientierten Abläufe auf Basis des ERP-Systems mit den Fertigungsaufträgen stoßen hier an die Grenzen. Aufgrund der fixen Zuordnung von Arbeitsgängen, NC-Programmen, Ressourcen und daraus abzuleitenden Kapazitäten ist eine autonome und selbstorganisierbare Teilefertigung nur schwer abbildbar. Heutige ERP- und produktionsnahe Optimierungssysteme können aufgrund der festen Arbeitspläne die notwendige flexible Abarbeitung aufgrund des Top-Down -Ansatzes nicht, bzw. nur schwer unterstützen.

Mittels neuer Methodiken aufgrund von Echtzeitdaten aus der Werkzeugmaschine und definierten Strukturen in den CAD-Modellen sind in Abhängigkeit der Fertigungssituation, serialisierte NC-Programme erstellbar. Dies wiederum bildet die technische Basis, um die Produktion der Zukunft aufgrund der situativen Betrachtung des Prozesses mittels einem Bottom-up-Ansatz zu optimieren. Echtzeitdaten zu jedem NC-Satz liefern zur Bearbeitung und jedem CAD-Feature aufgrund der Daten-durchgängigkeit die notwendigen Informationen, um technologische und qualitative Verbesserungen in einem stetigen Optimierungsprozess zu erzielen.

II. HERZSTÜCK DER SMART FACTORY

Die Smart Factory hat die Basis im Produktentstehungsprozess. Damit eine flexible Produktion auf Basis von CAD-Features möglich ist, sind konstruktive Vorgehensweisen zu berücksichtigen. Notwendige Produkt- und Fertigungsinformationen (PMI) müssen im CAD-Modell enthalten sein, damit in der Fertigung auf Basis von Operationen und Operationsplänen und Maschinenzuständen und Belegungen im Shopfloor optimiert werden kann. Dadurch

ist eine autonome Produktion möglich, wodurch mittels *machine learning* eine stetige Optimierung sichergestellt ist. Somit ist eine hohe Integration in die Werkzeugmaschine notwendig, um über Echtzeitdaten und aktuelle Belegungen die dementsprechenden Ermittlungen aufgrund des aktuellen Zustandes zu berücksichtigen.

III. STAND DER ENTWICKLUNGEN

Um die Flexibilität dementsprechend zu erzielen sind u.a. dementsprechende übergeordnete Aufgaben in den Gesamtprozessen zu betrachten. Die nachfolgend dargestellten Themenblöcke stellen die wichtigsten Funktionen dar, welche für die Smart Factory notwendig sind. Aufgrund der assoziativen Zusammenhänge zwischen den Features im CAD-Modell und dem NC-Programm auf der Steuerung mit den durchgängigen Ressourceninformationen, den Echtzeitdaten aus der Maschine können analytische Betrachtungen erstellt werden. Basierend auf den Datenbeständen können Optimierungen in den Engineering-Prozess zurückgeführt werden. Des Weiteren kann flexibel die aktuelle Situation in der Fertigung und die Auftragsituation an Maschinen berücksichtigt werden.

A. Bidirektionale CAD/CAM-Kette

Damit im Planungsprozess die Informationen aus der Fertigung berücksichtigt werden können, wird ein bidirektionaler Datenaustausch benötigt [2]. Heute ist i.d.R. aufgrund dem Postprozessor nach dem CAM-Prozess die Datendurchgängigkeit nicht vorhanden. Heutige Verfahren gehen vom CAD-Modell aus, um das NC-Programm nach DIN 66025 zu generieren. Ein assoziativer Datenrückfluss aus dem Prozess ist i.d.R. nicht vorhanden, wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt ist.

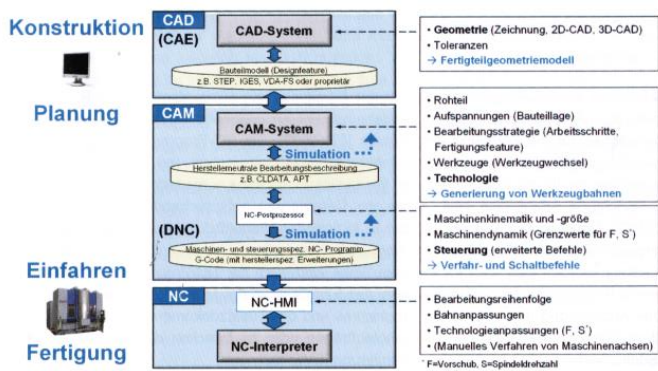


Abb. 1: Bisheriger CAD/CAM-Prozess (Top-Down-Ansatz) [2]

Um Informationen aus dem Bearbeitungsprozess stetig zu optimieren ist ein Zugriff auf Prozessdaten ein wesentlicher Bestandteil der Smart Factory. Hierbei werden z.B. über Wissensdatenbanken auf Basis von Prozessdaten zum Bearbeitungsprozess Informationen aus der Maschine betrachtet. Somit können über Regelwerke Optimierungen auf Feature-Ebene erzielt werden, um für ähnliche Bearbeitungsobjekte technologische, prozesstechnische oder qualitätsrelevante Verbesserungen stetig zu erzielen. In der u.a. Abbildung ist eine Möglichkeit für den bidirektionalen Datenaustausch dargestellt.

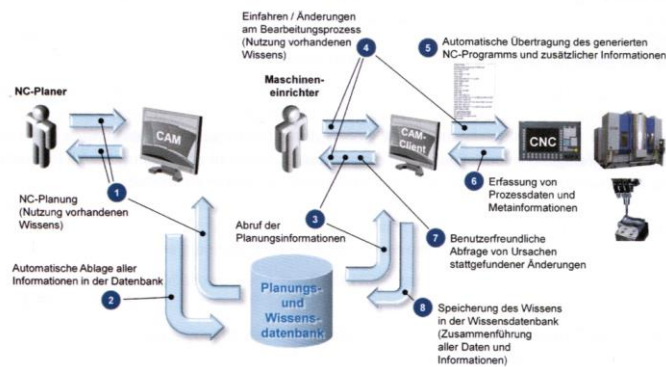


Abb. 2: Bidirektionaler Datenaustausch und wissensbasierter NC-Programmierung [2]

Aus Sicht der Forschung und der Aktualität gibt es zur Flexibilisierung in der Produktion mehrere Realisierungsansätze. Hierbei gewinnen die Echtzeitdaten aus der Steuerung mit der Datendurchgängigkeit des 3D-Modells immer mehr an Bedeutung. Ein anderes Beispiel bildet das AIF-Projekt zur „Entwicklung einer MultiCAM 4.0 Lösung zur ad-hoc Generierung von CAD/CAM-Programmierungen für alternative CNC-Maschinen“ [3]. Hierbei wird mittels einer Technologiedatenbank und Operationselementen eine automatisierte Umprogrammierung auf andere Maschinen und anderen Fertigungsbedingungen realisiert, um die Produktion flexibel gestalten zu können.

B. Echtzeitdaten aus der Maschine

Damit die Planung auf die aktuelle Belegung zugreifen kann, muss die Ressourcenbetrachtung zu jeder Zeit aus der Maschine mit den aktuellen Belegungen, Reststandzeiten, etc. abgreifbar sein. Somit können über tiefe Integrationen in die Werkzeugmaschine detaillierte Werkzeuginformationen importiert und aktuelle Statusinformationen u.a. mit Reststandzeiten abgerufen werden. Aufgrund der hohen Integrationstiefe und der Assoziativität können zur Nachvollziehbarkeit jedes CAD-Features die genutzten Werkzeuge, Anpassungen bei der Bearbeitung, Modifikationen an der Steuerung, etc. betrachtet werden. Hierzu werden bei der

Verwendung von Ressourcen, Fertigungseinrichtungen, etc. technische und logistische Verfügbarkeiten werkübergreifend auf Operationsebene im Shopfloor berücksichtigt [4].

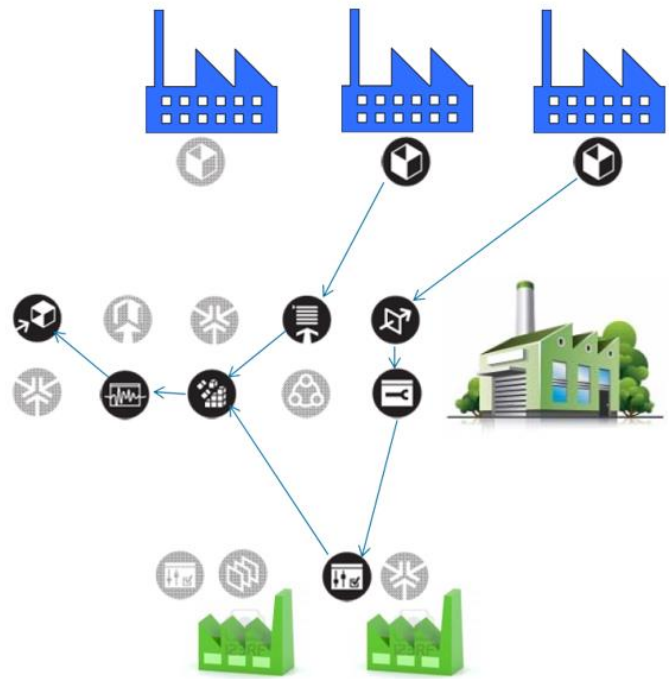


Abb. 3: Werkübergreifende Berücksichtigung von Ressourcen und Kapazitäten [4]

C. Hochfrequenzdaten aus der Maschine (Edge-Computing)

Über die Sinumerik Edge, wie das Beispiel [5] zeigt, können Echtzeitdaten zu jeder Operation, zu jedem NC-Satz mittels Hochfrequenzdaten ausgelesen werden. Somit werden Realtime-Daten den NC-Sätzen mit Vorschüben, Drehzahlen, Leistungsdaten, aktuellen Positionsdaten, etc. zugeordnet. Dadurch sind Technologiedaten auswertbar, ebenso können Qualitätsinformationen von Feature im Bauteil analysiert werden. Aufgrund dieser Informationen ist die Datenbasis für verschiedene Bereiche nutzbar, wie vorausschauende Wartung, Qualitätsbetrachtungen, Technologiedaten und Prozessdatenauswertung für MDE, etc..

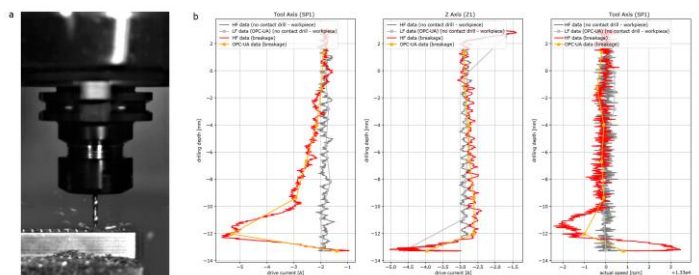


Abb. 4: Beispiel einer Bohroperation und deren Bearbeitung, basierend auf den Daten aus Sinumerik Edge [5]

Aufgrund der Datenkonsistenz können z.B. Werkzeugkosten auch auf die Bauteilkosten umgerechnet werden, um den Maschinenstundensatz mit den Fixkosten zu reduzieren. Mittels detaillierten Daten zu jedem NC-Feature ist somit eine Nachverfolgbarkeit gegeben, bei welcher auch Änderungen an der Steuerung z.B. am Potentiometer auf Operationsebene nachvollziehbar sind.

Basierend auf den Echtzeitdaten können über analytische Betrachtungen, Regressionsanalysen und Regelwerken z.B. Fertigungskosten optimiert werden [6]. Dies ist aufgrund der

serialisierten Werkzeuginformationen mit den Echtzeitdaten aus der Maschine möglich. Somit ist die Basis gelegt, ähnliche Operationen mit verbesserten Prozesswerten abzubilden und dadurch ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess zwischen Engineering und Produktion realisierbar.

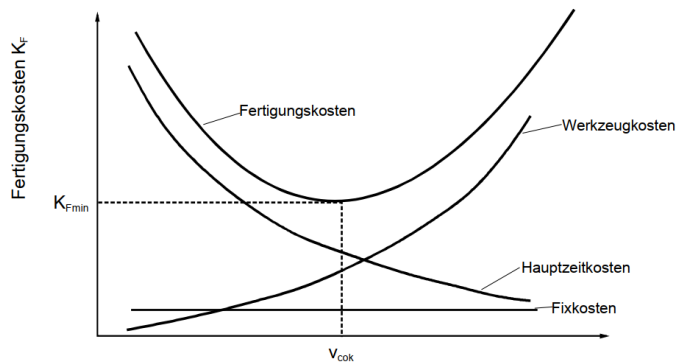


Abb. 5: Fertigungskosten in Abhängigkeit der Schnittgeschwindigkeit [7]

IV. ANFORDERUNGEN AN DIE SMART – FACTORY

Eine der Anforderungen ist die Wandlungsfähigkeit in der Produktion [1]. Somit werden die starren und transaktionsorientierten Vorgaben von ERP und MES aufgebrochen, wie es bereits durch anwendungsnahe Forschungsprojekte realisiert ist. Dadurch entstehen die Effekte einer hohen Flexibilität in der Teilefertigung, da die realen Bedingungen, freie Maschinenkapazitäten, Ressourcen, etc. berücksichtigt werden. Hierzu ist die vertikale und horizontale Integration und der Berücksichtigung des durchgängigen Engineerings die Voraussetzung, um assoziative Daten aus dem Produktionsprozess ins Engineering zurückzuführen. [8]



Abb. 6: 4 Aspekte von Industrie 4.0 [8]

V. MÖGLICHE REALISIERUNG EINER SMART FACTORY

Um eine Smart Factory zu realisieren, benötigt es einen stufenweisen Ansatz, der modular aufgebaut ist, welcher über mehrere Digitalisierungsstufen bis zur autonomen Fertigung geht. Hierzu ist es von Bedeutung, dass die Gesamtstrategie der Unternehmen mit einer Digitalisierungsstrategie zusammen betrachtet wird. Hierzu bietet Siemens für die Teilefertigung auf Basis eines kontinuierlichen Ausbaus (Stufenkonzept) der Digitalisierung bis zu neuen Geschäftsmodellen die u.a. Strategie.[9]

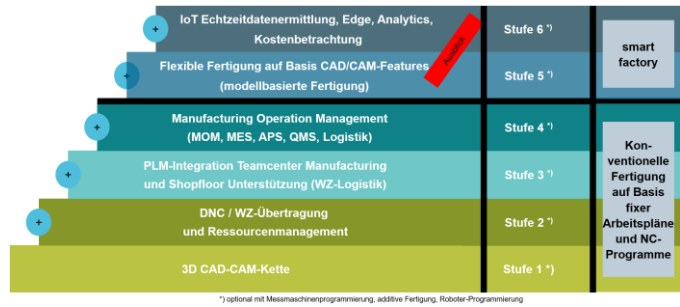


Abb. 7: Siemens Stufenkonzept auf dem Weg zur Smart Factory [8]

Somit kann über den Reifegrad eines Reifegradmodells die Digitalisierungsstrategie mittels eines planbaren Budgets umgesetzt werden.

VI. VORTEILE EINER SMART FACTORY

Bei Digitalisierungsprojekten gibt es zunächst die Effekte zur Steigerung der Effizienz, Qualität und Reduzierung von Kosten, wie es auch der VDMA [10] darstellt.

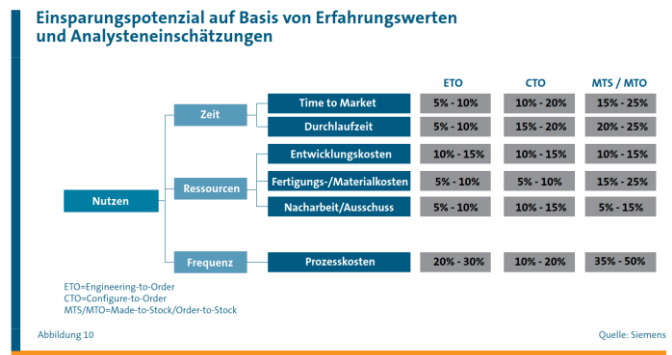


Abb. 8: Potenziale / Nutzen bei Einführung eines PLM – Systems [9]

Dieser Auszug aus den Effekten, welcher hier durch den Entwicklungs- und Konstruktionsbereich dargestellt ist, wird durch eine ganzheitliche Optimierung über den gesamten Wertschöpfungsprozess verstärkt.

Basierend auf den Echtzeitdaten aus dem Prozess, der Analytik, machine learning und anderen Verfahren sind neue Geschäftsmodelle im Bereich der Teilefertigung abbildbar. Diese haben erhebliche Vorteile bei Flexibilität und Kapitalbindung, welche eine Reduzierung der IT- und Prozesskomplexität zugleich bedingt. Hierzu bildet die Datendurchgängigkeit des Engineerings und die vertikale Integration aufgrund der Echtzeitdaten aus der Maschine die Basis. Die gewonnenen Daten werden übergreifend für verschiedene Bereiche, wie Prozessdaten für die Produktion, Instandhaltung oder auch zur Optimierung von Technologiedaten der CAM-Programmierung genutzt. Mittels des Konzepts von Siemens können die Maschinen über Security-Konzepte angebunden werden, um auch die Daten-sicherheit in einer heterogenen und vernetzten Welt sicherzustellen.

Aufgrund der horizontalen Integration über eine IoT-Plattform können Informationen werksübergreifend, als auch zwischen Lieferanten und Kunden geteilt werden, so dass neue Formen von Geschäftsmodellen realisierbar sind, wie Pay per use, etc. Hierbei kann nicht nur die Maschinennutzung verrechnet werden, sondern es wird auch die Basis geschaffen, um z.B. Werkzeuge zu mieten, Werkzeuge für bestimmte Operationen des Bauteiles zu optimieren und die Werkzeuglogistik über eine IoT-Plattform bereitzustellen. Dies hat eine erhebliche Auswirkung auf die Flexibilität, Kapitalbindung und interne Aufwände.

Diese Möglichkeiten führen dazu den Standort Deutschland mit intelligenten Fabriken weiter wettbewerbsfähig zu halten. Dadurch sind ebenso Bauteile welche heute in Billiglohnländern hergestellt werden durch automatisierte und digitalisierte Abläufe in Hochlohnländern zu gleichen Gesamtkosten herstellbar. Dies trägt auch zu einer nachhaltigen und ökonomischen Bilanz bei, da hiermit die weltweiten Lieferketten reduziert werden. Somit führen intelligente Produktionsabläufe zu einer verbesserten Ökobilanz, stärken die lokalen Unternehmen und reduzieren zugleich die weltweiten und hochkomplexen Abhängigkeiten in der Logistik.

LITERATUR

- [1] Hashem Badra, Jivka Ovtcharova, "Smart Factory of the Future- More efficient, more flexible, faster and more sustainable", in *FDIBA Conference Proceedings*, vol3, Nov. 2019, pp.67-70
- [2] Mirco Vitr, "CAM-NC-Kopplung für einen durchgängigen, bidirektionalen Informationsfluss zwischen Planung und Fertigung", ISBN 978-3-86359-078-9, 2012
- [3] Janis Ochel, "Entwicklung einer MultiCAM 4.0 Lösung zur ad-hoc Generierung von CAD/CAM-Programmierungen für alternative CNC-Maschinen", *AIF*, 2020
- [4] VDI Automatisierungskongress, "Anforderungen an Leitsystem durch Industrie 4.0", Research Gate, Automatisierungskongress Baden-Baden, *GMA-Fachausschuss*, 2014
- [5] Stefan Trabesinger, "Analysis of High Frequency Data of a Machine Tool via Edge Computing", *ScienceDirect 10th Conference on Learning Factories*, 2020
- [6] Thomas Mücke, "Informationssystematik zur Optimierung von Konstruktions- und NC-Prozessen", ISBN 978-3-7448-7892-0, 2017
- [7] Fritz Klocke, "Ermittlung und Optimierung wirtschaftlicher Schnittbedingungen", *Fertigungstechnik 1-Übung 7-Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre*, 2015
- [8] Bitkom, VDMA, ZVEI, "Umsetzungsstrategie Industrie4.0, Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0", *VDMA*, 2015
- [9] Thomas Mücke, Marian Rasokat, "Produktivitätssteigerung durch eine modellbasierte Teilefertigung; Digitale Zwillinge – Basis für die Smart Factory", MAV-ISSN 0343-043X, 2020
- [10] VDMA, "Leitfaden Investitionsrechnung für Digitalisierungsprojekte und Industrie 4.0 Vorhaben", *VDMA*, 2018

Using Activity Structure Analyses to determine Waste of Resources in Maximum-Care Hospital perioperative Medicine

Tätigkeitsstrukturanalysen zur Ermittlung von Ressourcenverschwendung in der perioperativen Medizin einer Klinik der Maximalversorgung

Gerald Götz

Technology Management, Munich Clinic gGmbH,
Munich, Germany | gerald.goetz@muenchen-klinik.de

Abstract - Decreasing hospitalization periods and increasing pressure on doctors and nurses in hospitals require fields of action to reduce non-value-adding activities, particularly in perioperative medicine. Using activity structure analyses, disruptions and waste of resources were determined in an exploratory study in a maximum-care hospital. Procedural as well as technological fields of action were identified to optimize perioperative processes and improve job satisfaction.

Zusammenfassung - Die anhaltende Verkürzung der Verweildauern und der steigende Druck auf Ärzte und Pflegekräfte in Kliniken erfordert Handlungsfelder zur Reduzierung nichtwertschöpfender Tätigkeiten insbesondere in der perioperativen Medizin. Mittels Tätigkeitsstrukturanalysen wurden dazu im Rahmen einer explorativen Studie in einer Klinik der Maximalversorgung Störungen und Verschwendungen ermittelt und prozessual/technologische Handlungsfelder zur Optimierung perioperativer Prozesse sowie zur Verbesserung der Arbeitszufriedenheit identifiziert.

EINLEITUNG

Die anhaltende Verkürzung der Verweildauern in Kliniken hat erhebliche Auswirkungen auf perioperative Prozesse und erhöht den Druck auf Ärzte und Pflegekräfte. Die Bewertung erbrachter Leistungen ergibt aus Sicht des klassischen OP-Managements hierzu aus Kennzahlen [1] [2], die unter anderem die Auslastung eines OP-Saals, die OP-Zahl sowie die Prozesszeiten wie morgendliche Pünktlichkeit, Wechselzeiten zwischen den Operationen und deren Aufschlüsselung nach Verantwortlichkeiten jeweiliger Teilprozesse zu Grunde legen. Sie weisen jedoch nicht den durch die primären Leistungserbringer Ärzte und Pflegekräfte tatsächlich wahrgenommenen Aufwand aus.

In der Bewertung von Effizienz aus Sicht der primären Leistungserbringer sind stattdessen logistische und technologische Elemente sowie zahlreiche in der perioperativen Medizin zu gestaltende fach- und berufsgruppenübergreifende Schnittstellen für die Leistungserfassung aufwandsbestimmend [3]. Im klassischen OP-Controlling sind keine Kennzahlen ausgewiesen, die den durch die beteiligten Berufsgruppen tatsächlich abverlangten Aufwand zur Ergebnisbringung abbildet. Das Krankenhausmanagement ist deshalb nach wie vor nur lückenhaft in der Lage, wesentliche Merkmale der Struktur- und Prozessqualität anhand vorhandener Kennzahlen zu beurteilen. Durch dieses Informationsdefizit sind Verbesserungspotentiale insbesondere zur Aufwandsreduktion bei der Erbringung klinischer Leistungen kaum identifizierbar, obwohl das Sozialgesetzbuch V den Leistungserbringern hierzu eindeutige Pflichten auferlegt [4] [5].

I. STAND DER FORSCHUNG, HANDLUNGSBEDARF UND ZIEL

Trotz des themenbeherrschenden und per Gesetz postulierten Wirtschaftlichkeitsgebots im Gesundheitswesen lassen sich bislang kaum Nachweise in klassischen Studienformaten finden, in denen messbar Effizienzpotentiale in perioperativen Leistungsbereichen abgebildet sind.

Es stellte sich deshalb die Aufgabe, zur Absicherung der prozessualen Leistungserbringung erstmals systematisch Handlungsfelder zur Reduzierung nichtwertschöpfender perioperativer Tätigkeiten zu ermitteln.

Anhand von Tätigkeitsstrukturanalysen und Interviews in Einzel- und Gruppenform sollte festgestellt werden, ob identifizierte nicht wertschöpfende und somit unter den Begriff Verschwendung fallende Tätigkeiten auf wesentliche Problemcluster eingrenzbar sind, um daraus Handlungsfelder und Maßnahmen für prozessual-technologische Verbesserungen in der perioperativen Medizin ableiten zu können.

DURCHFÜHRUNG UND METHODIK

Die Ermittlung der Handlungsfelder zur Reduzierung nichtwertschöpfender Tätigkeiten im Sinne der Zielsetzung der Studie erfordert die kategorisierte Zuordnung der Aussagen aus Tätigkeitsstrukturanalysen und Interviews zu problem-treibenden Teilprozessen des perioperativen Patientendurchlaufs einer Klinik. Die Studie unterstellt, dass sich für die prozessbezogene Erhebung, der daraus folgenden Analyse und Bewertung von Verschwendung sowie die Ermittlung von Handlungsfeldern zur Reduzierung nichtwertschöpfender Tätigkeiten die Beschreibung der Kernprozesse des klinischen Patientendurchlaufs innerhalb eines wie 2014 von Götz/Richter

veröffentlichten Prozess-Hauses Klinik [6] (vgl. Abb. 1) auf perioperative Prozesse anwenden lässt. Unterstützt wird diese Hypothese durch die Darstellung des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik BSI, in der relevante Teilprozesse und Aufgaben kritischer Dienstleistungen in der stationären Versorgung mit vergleichbarer Struktur und Begrifflichkeit ausgewiesen werden [7].

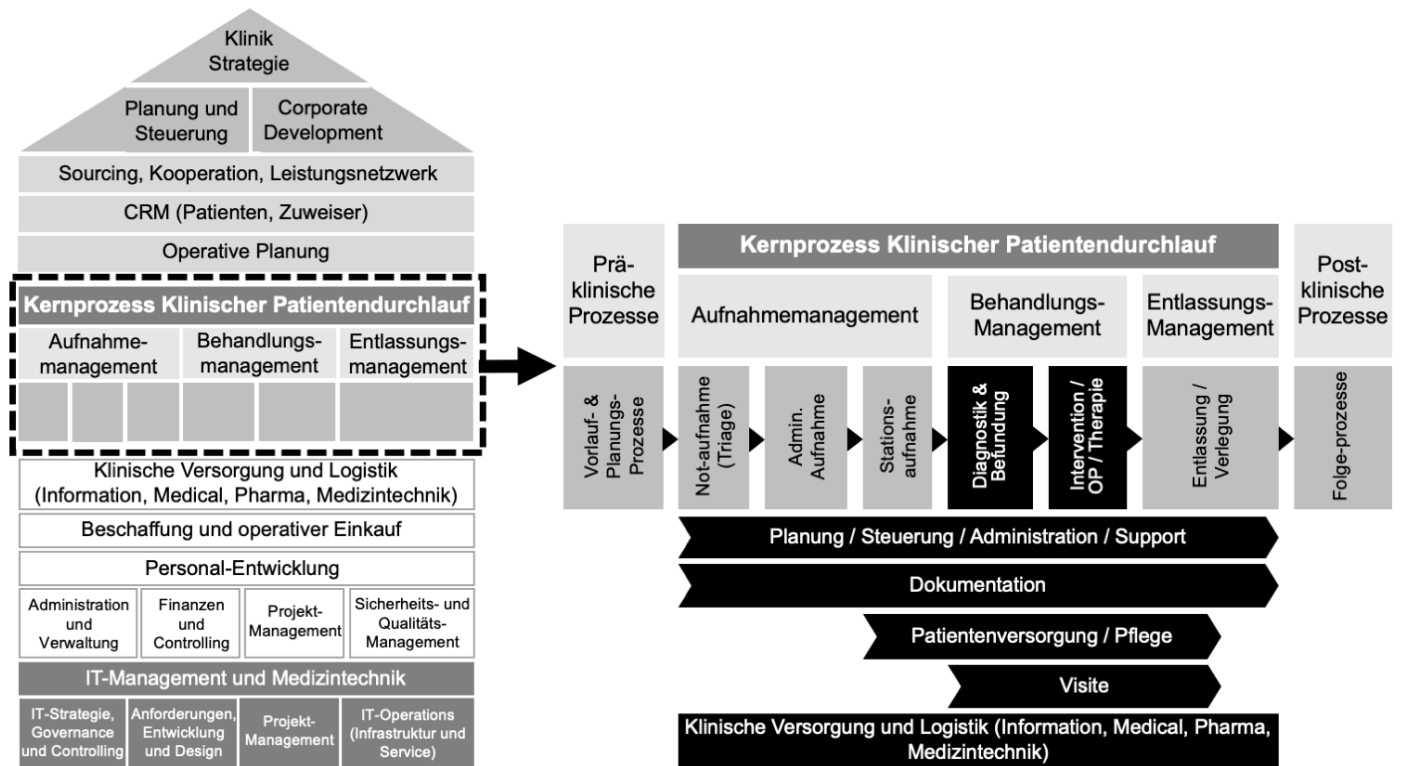


Abb. 1 Prozesshaus-Klinik (li.); Klinische Prozess-Landkarte (re.) mit perioperativen Teilprozessen (schwarz unterlegt)

Die prozessbezogene Erhebung von Verschwendung beginnt mit der Tätigkeitsstrukturanalyse auf der Grundlage eines einheitlichen Fragenkatalogs. Mit dessen Hilfe werden alle anfallenden Tätigkeiten aufgenommen und anschließend analysiert. Dabei kann unterschieden werden, ob diese die Grundfunktion einer Stelle erfüllen (Kerntätigkeiten), die Kerntätigkeiten unterstützen (Nebentätigkeiten) oder ob sie die Organisation des Unternehmens unterstützen (organisatorische Tätigkeiten). Mit Hilfe der Tätigkeitstrukturanalyse kann herausgefunden werden, wie lange bestimmte Tätigkeiten dauern und wer diese Tätigkeiten durchführt [8].

Der Wissensbedarf zur Teilnahme an Tätigkeitsstrukturanalysen und Interviews erfordert Expertenwissen [8]. Als Experten gelten Personen, der/die aufgrund langjähriger Erfahrung über bereichsspezifisches Wissen und Können zu einem bestimmten Sachverhalt verfügen [8]. Die befragten Experten sollen mittels eines Fragebogens neben der direkten Beschreibung von einzelnen Aufgaben, Zeitanteilen, Schnittstellen und Einschätzungen zu Effektivität und Effizienz der Aufgaben auch Vorschläge zu Verbesserungen machen. Die Auswahl der an Tätigkeitsstrukturanalysen und Interviews teilnehmenden Experten leitet sich aus der Fragestellung bzw. dem vorher bestimmten Untersuchungsziel ab.

Zur Analyse und Bewertung der Verschwendung werden aus personenbezogenen Tätigkeitsstrukturanalysen (n = 21) und Gruppeninterviews (n = 17) aus allen teilnehmenden Berufsgruppen (n = 10) signifikante Tätigkeiten pro Tag mit ihren jeweiligen Zeitanteilen dokumentiert [9]. Zur Validierung

der Angaben und Aussagen zu problemtreibenden Prozessen aus den Tätigkeitsstrukturanalysen und Interviews wurden in den relevanten Tätigkeitsbereichen Multimomentaufnahmen [10] (n = 8) durch unabhängige Fremdbeobachtung durchgeführt.

Für die Inhaltsanalyse von Experteninterviews werden Kategorien anhand bestimmter Aussagen gebildet.

Die Kategorienbildung erfolgt induktiv, da sie nicht Grundlage einer Ausgangshypothese sind, sondern unmittelbar aus den Interviews entstammen.

In einem ersten Schritt werden dazu Feststellungen der Experten zu nichtwertschöpfenden Tätigkeiten ermittelt und daraus passende Schlüsselbegriffe entwickelt. Im zweiten Schritt werden die Schlüsselbegriffe miteinander verglichen, mit einem übergeordneten Kategoriebegriff [11] verbunden und der klinischen Prozess-Landkarte zur Eingrenzung auf perioperative Teilprozesse zugeordnet (vgl. Abb. 1).

ERGEBNISSE

Für die qualifizierte Ermittlung von Treibern von Ressourcenverschwendung in der perioperativen Medizin wurden aus insgesamt 436 protokollierten Feststellungen aus Tätigkeitsstrukturanalysen, Interviews und Multimomentaufnahmen zu nichtwertschöpfenden Tätigkeiten inklusive Mehrfachnennungen 248 Hauptthemen ermittelt und daraus Schlüsselbegriffe entwickelt. Aus den Schlüsselbegriffen konnten 10 Kategorien abgeleitet und perioperativen Teilprozessen zugeordnet werden (vgl. Tab. 1). Das ermittelte Gesamtpotential von Handlungsfeldern zur Reduzierung nichtwertschöpfender Tätigkeiten findet sich bezogen auf die perioperativen Teilprozesse im Teilprozess „Planung/Steuerung/Administration/Support“ mit einem Anteil von 36%. Die Kategorie „Planung, Koordination“ bildet darin mit 70 von 195 Feststellungen den Schwerpunkt der Verschwendungspotentiale.

Mit Blick auf die Kategorien zur Ressourcenverschwendung über alle perioperativen Teilprozesse bilden „Informationslogistik“, „Planung,

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] M. Bauer *et al.*, "The German perioperative Procedural Time Glossary, A concerted recommendation of the German societies of anaesthesiology, surgery and operating room management", *Anesthesiologie und Intensivmedizin*, Vol. 57, pp. 669-683, Nov. 2016
- [2] *Qualitätsindikatoren Intensivmedizin*, Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin, 3rd edition, 2017. Online: <https://www.divi.de/images/Dokumente/PeerReview/170610-qualitaetsicherung-intensivmedizin-peer-review-qualitaetsindikatoren-liste-indikatoren-2017-3-auflage.pdf> (30.07.2020)
- [3] Friederich P. *Wertstromanalyse und Prozesskostenrechnung vor und nach Prozessinnovation zentralvenöser Katheterisierung*, S. 41f., Freie wissenschaftliche Arbeit, 2016
- [4] KW/Waltermann SGB V § 12 Randnummer. 4. 2019
- [5] KKW/Waltermann SGB V § 12 Randnummer. 5., 2019
- [6] Götz, Richter, *Modernes Krankenhaus-Management richtet die IT-Serviceorganisation an den klinischen Prozessen aus*; Krankenhaus-IT Journal 6/2014
- [7] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik; *Informationssicherheit in der stationären medizinischen Versorgung – Rahmenbedingungen, Status Quo, Handlungsfelder, Prozesse und Aufgaben im Krankenhaus*; Seite 8-9; 2020
- [8] Krüger J., Technische Universität Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Fachgebiet Montagetechnik und Fabrikbetrieb: *LeanProductionPharma, Entwicklung eines Ganzheitlichen Produktionssystems für mittelständische Pharmaunternehmen zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit*, 2017, S. 176f.
- [9] Zollondz, *Grundlagen des Lean Management*, 2013
- [10] REFA Bundesverband eingetragener Verein Darmstadt, Institut für angewandte Arbeitswissenschaft, *Standardmethoden zur Produktivitätssteigerung und Prozessoptimierung, Multimomentaufnahmen*, Industrial Engineering 2. Auflage 2015
- [11] Mayring P. *Qualitative Inhaltsanalyse*. In: Mey G., Mruck K. (eds) *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Springer, Wiesbaden 2002. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26887-9_52

Teilprozesse der perioperativen Prozess-Landkarte	Schlüssel-Begriffe aus Tätigkeitsstruktur-Analysen und Interviews								Anzahl Schlüsselbegriffe über alle Teilprozesse der perioperativen Prozess-Landkarte
	Diagnostik / Befundung	Intervention / OP / Therapie	Entlassung / Verlegung	Planung / Steuerung / Administration / Support	Dokumentation	Patientenversorgung / Pflege	Visite	Klinische Versorgung und Logistik / Medical, Pharma / Medizintechnik	
Arztbrief, Befunde	1	1	0	0	11	0	0	0	13
Aus- und Weiterbildung	0	1	0	10	0	1	0	0	12
Klinikinterne Dienstleistung	0	0	0	1	0	5	0	4	10
DRG-Fallabrechnung	0	0	6	7	6	0	0	0	19
Informationslogistik	20	10	0	30	23	12	2	0	97
Kommunikation	2	2	0	12	1	2	3	0	22
Material- und Gerätelogistik	0	20	0	20	0	3	0	24	67
Personal, Interprofessionalität	1	8	0	13	8	11	0	0	41
Planung, Koordination	4	8	0	70	0	8	0	1	91
Prozesse Quality Gates Prozessdisziplin	2	9	2	32	9	3	7	0	64
Anzahl Schlüsselbegriffe je Teilprozess der perioperativen Prozess-Landkarte	30	59	8	195	58	45	12	29	436

Tab. 1 Identifizierte Schlüsselbegriffe in Teilprozessen der perioperativen Prozess-Landkarte

Koordination“ sowie „Material- und Gerätelogistik, gefolgt von Prozesse, Quality Gates und Prozessdisziplin die Schwerpunkte. Nach Aussagen der der an Tätigkeitsstrukturanalysen und Interviews teilnehmenden Personen war die Zuordnung aller Aussagen und Angaben vollständig und ohne Einschränkung möglich, mithin ein Indiz für die Validität der empirischen Zuordnung auf der Grundlage der Hypothese der klinischen Prozess-Landkarte. Damit war jeder im Rahmen der Tätigkeitsstrukturanalyse erfasste Arbeitsschritt zur Identifikation problemtreibender Teilprozesse einem dieser Teilprozesse zuordenbar und im Ergebnis eine perioperative Prozess-Landkarte ausweisbar.

DISKUSSION UND AUSBLICK

Die Ergebnisse der Tätigkeitsstrukturanalysen weisen auf eine Reihe prozessualer und organisatorischer Handlungsfelder für die Optimierung, der Erhöhung der Wertschöpfung sowie der Verbesserung der Arbeitszufriedenheit innerhalb der perioperativen Medizin hin. In allen untersuchten Tätigkeitsbereichen und Berufsgruppen ließen sich Merkmale der Ressourcenverschwendung feststellen. Hervorzuheben ist dabei, dass rund 73% der kategorisierten Feststellung zur Ressourcenverschwendung nicht den primären ärztlichen Funktionen zuzuordnen sind. Die ermittelten Verschwendungspotentiale und Handlungsfelder finden Eingang in ein bereits laufendes Realisierungsvorhaben der München Klinik zur umfassenden Digitalisierung und Prozessoptimierung der perioperativen Medizin. Die Erfolgswirksamkeit wird im Rahmen einer projektbegleitenden Studie gemessen.

THIS PAGE IS INTENTIONALLY LEFT BLANK

Economic Challenges of the Digitalization of Energetics

Wirtschaftliche Herausforderungen der Digitalisierung der Energetik

Zwetelina Gankova – Ivanova

Faculty of Economics, Technical University of Gabrovo
Gabrovo, Bulgaria, e-mail: zwetelina_gankova_7@yahoo.de

Abstract — In view of the new dynamic business models and the increasing competition in the global markets, many sectors and companies in the economy as a whole, and especially in the energy sector, are currently facing the need for a comprehensive review of their existing strategies. In this scenario, digitalization plays a key role. The aim of this paper is to analyze the economic aspects and the impacts of the digitalization of the energetic in the European Union, Bulgaria and the leading countries of the world and to draw basic conclusions on the problems and challenges facing Bulgaria.

Zusammenfassung — Angesichts der neuen dynamischen Geschäftsmodelle und der zunehmenden Konkurrenz auf den globalen Märkten werden viele Branchen und Unternehmen in der Wirtschaft insgesamt und speziell im Energiebereich derzeit mit der Notwendigkeit einer umfassenden Überprüfung ihrer bestehenden Strategien konfrontiert. In diesem Szenario spielt die Digitalisierung eine Schlüsselrolle. Das Ziel des vorliegenden Beitrages besteht darin, die wirtschaftlichen Aspekte und die Einflüsse der Digitalisierung der Energetik in der Europäischen Union, in Bulgarien und in führenden Ländern der Welt zu analysieren und grundlegende Schlussfolgerungen zu den Problemen und Herausforderungen für Bulgarien zu ziehen.

I. EINFÜHRUNG

Angesichts der neuen dynamischen Geschäftsmodelle und der zunehmenden Konkurrenz auf den globalen Märkten werden viele Branchen und Unternehmen in der Wirtschaft insgesamt und speziell im Energiebereich derzeit mit der Notwendigkeit einer umfassenden Überprüfung ihrer bestehenden Strategien konfrontiert. In diesem Szenario spielt die Digitalisierung eine Schlüsselrolle. Die digitalen Technologien und die Chancen, die sie schaffen, sind die treibende Kraft für ihren Erfolg.

Von besonderem Interesse ist die Digitalisierung in einem so wichtigen Wirtschaftszweig wie die Energiewirtschaft. Die Digitalisierungsprozesse im Energiesektor in der Europäischen Union (EU) sind Gegenstand vorrangiger politischer Diskussionen. Im Rahmen der HIGH-LEVEL CONFERENCE auf dem EU-Strommarkt haben die Energieminister der EU-Mitgliedstaaten am 19. September 2017 in Tallinn die so genannte E-Energie-Declaration [5] unterschrieben. Sie legt die Motive bzw. die Ziele der Digitalisierung des europäischen Energiesystems sowie der nationalen Energiesysteme der Mitgliedstaaten fest.

Das Ziel des vorliegenden Beitrages besteht darin, die wirtschaftlichen Aspekte und die Einflüsse der Digitalisierung der Energetik in der Europäischen Union, in Bulgarien und in führenden Ländern der Welt zu analysieren und grundlegende Schlussfolgerungen zu den Problemen und Herausforderungen für Bulgarien zu ziehen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen folgende miteinander verbundene Aufgaben gelöst werden:

Erstens: Systematisierung strategischer Leitlinien für die Entwicklung des Energiesektors im Kontext der Digitalisierung (Industrie 4.0).

Zweitens: Auf der Grundlage einer Analyse der Institutionalisierungsprozesse der Digitalisierung im Energiesektor der EU zu zeigen, dass dieser unumkehrbare und

weitreichende Prozess alle Mitgliedstaaten, einschließlich Bulgariens, betrifft.

Drittens: Begründung der wirtschaftlichen Vorteile und der potenziellen Probleme bei der Einführung der Digitalisierung in die Energetik.

II. DIE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE ENERGETIK WELTWEIT

Zu den grundlegenden Herausforderungen, denen sich die Energetik gegenüberstellt, können folgende hervorgehoben werden:

Erstens: Steigende Stromnachfrage. Aufgrund des Ausstiegs aus der Rezession, des Anstiegs des Wohlergehens der Bürger in den Industrieländern und des weltweiten Bevölkerungswachstums wird mit einem Anstieg des Energieverbrauchs gerechnet. Es wird erwartet, dass weitere Stromverbraucher bis zum Jahr 2035 hinzukommen: 1,3 Milliarden Menschen, die derzeit keinen Zugang zu Elektrizität haben; 2,7 Milliarden Menschen, die derzeit "auf Brennholz kochen"; 1,6 Milliarden aufgrund des weltweiten Bevölkerungswachstums. Infolgedessen wird der Stromverbrauch im angegebenen Zeitraum von 40 auf 50 % steigen. [4], [8]

Zweitens: Veränderung der Qualitätsmerkmale des Strombedarfs. Die weltweite Industrialisierung innerhalb der sogenannten "vierte Industrierevolution" wird auf einer neuen technologischen Basis stattfinden, die in Bezug auf die Zuverlässigkeit der Energieversorgung und der Stromqualität empfindlich ist. Dies bestimmt die Entstehung und Entwicklung der "digitalen Nachfrage", deren relativer Anteil in einer Reihe von Ländern nach Ansicht einiger Autoren bis zum Jahr 2030 etwa 20-30 % ausmachen wird.

Drittens: Umweltherausforderungen. Nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) verursacht die Elektroenergetik 42 % der Treibhausgase und ist gleichzeitig eine wesentliche Quelle von Schadstoffen. Auf der Internationalen Klimakonferenz 2015 in Paris wurde ein

internationales Abkommen unterzeichnet, um den durchschnittlichen Temperaturanstieg des Planeten auf einem Niveau unter 2°C zu begrenzen, das von allen Ländern eingehalten werden sollte. Aber auch ohne Rücksicht auf die Frage der globalen Erwärmung führt die zunehmende Nutzung fossiler Brennstoffe zu einer Verschlechterung der Umwelt, die nicht nur die Lebensqualität, sondern auch die Höhe der Ausgaben im privaten und öffentlichen Sektor, der sozialen Sicherheit, des Gesundheitswesens, der Umweltereignisse betrifft. Gleichzeitig ist in den Ländern mit höherem Einkommensniveau die Nachfrage nach grüner, zuverlässiger und erschwinglicher Energie als ein wichtiges Element der Lebensqualität gestiegen. Aber auch in den neuen Industrieländern wie z. B. China ist eine anwachsende Nachfrage nach besseren Umweltlösungen zu beobachten.

Viertens: Investitions Herausforderungen. Da die Energiesysteme der entwickelten Industrieländer in ihrer heutigen Form in den 1950er und 1960er Jahren errichtet wurden, sind erhebliche Wartungs-, Erneuerungs- und Modernisierungskosten erforderlich. Die herkömmlichen industriellen Energiesysteme wurden mit einem hohen Maß an staatlicher Finanzierung und Investitionen aus privaten Quellen aufgebaut. In den letzten 30 Jahren wird jedoch in den meisten Ländern eine Beschränkung der staatlichen Interventionen in der Wirtschaft beobachtet, da dem Finanzdefizit, den Verpflichtungen im Sozialsektor usw. Rechnung getragen werden muss.

Fünftens: Herausforderungen der Urbanisierung. Im Jahr 2012 lag der relative Anteil der städtischen Bevölkerung des Planeten bei über 50 %, und die Urbanisierung in den Industrieländern setzte sich mit einer beschleunigten Geschwindigkeit fort. Es wird beispielsweise erwartet, dass fast 60% der chinesischen Bevölkerung bis 2025 in den Städten leben werden. Der Ausbau bestehender und aufstrebender neuer Städte führt zu einem Übergang zur Energetik der neuen Generation: mit einer hohen Kapazitätskonzentration, hoher Nachhaltigkeit und mit Wachstumsmöglichkeit, was so wenig wie möglich Boden für die Nutzung der Energiestandorte erfordert und akzeptable Kosten für den Anschluss an die Infrastruktur bietet. Die Urbanisierung und der Anstieg des städtischen Energieverbrauchs stellen auch eine ökologische Herausforderung dar, da die hohe Konzentration der Erzeugung von Kohle- und Gaskraftwerken in den Städten zur Schaffung eines ungesunden Mikroklimas und eines gesundheitsgefährdenden Lebensumfelds führt, wie dies derzeit in China der Fall ist.

Daher stehen Regulierungsbehörden und Energieunternehmen weltweit vor der komplizierten Aufgabe, die wachsende Nachfrage in der Energetik als eine Voraussetzung für Wirtschaftswachstum, soziale Stabilität und für den Ausbau und/oder die Reproduktion der Strominfrastruktur zu befriedigen. Wohl oder übel ist es für alle Wirtschaftssubjekte höchst unangemessen, den neuen "Superzyklus" innerhalb des traditionellen Strommodells in Bezug auf seine Kosten, niedrige Effizienz und Umweltverschmutzung sowie die lange Anschlusszeit an das Elektrizitätssystem ins Visier zu nehmen.

III. STRATEGISCHE LEITLINIEN

Das Erscheinungsbild der Elektroenergetik wird in naher Zukunft durch folgende technologische und marktstrategische Trends bestimmt:

Erstens: Ökologisierung neuer Technologien für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen (EE). Der Wert des Stroms aus verschiedenen Quellen ändert sich in Richtung der Verringerung des Wertes von Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Die Dynamik des Abstiegs in den letzten

Jahren war signifikant. So sank der Wert von Windparks von 1980 bis 2013 um das Zehnfache, 2014 reduzierten Photovoltaikmodule ihre Preise um 75 % gegenüber 2009. Die Stromregulierung (LCOE unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten) für alternative Energien zeigt einen anhaltenden Trend, die Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen den traditionellen Technologien näher zu bringen.

Zweitens: Tiefe Dezentralisierung der Stromerzeugung. Die Geschwindigkeit und Einfachheit der Systeme der dezentralen Erzeugung (mit Gas, lokalen Brennstoffen oder erneuerbaren Quellen) ist viel geringer als die in öffentlichen Netzen – all dies führt zu einer umfassenden Entwicklung der weltweiten verteilten Energie. Dieser Trend wird sich mit dem Aufkommen von Stromspeichern verstärken.

Drittens: Verbreitung von Technologien und Praxis der Energieeinsparung. Den Messdaten zufolge wird die Energieintensität des BIP der Mitgliedstaaten der Organisationen jährlich um mehr als 2% gesenkt, obwohl eine der wichtigsten Quellen zur Senkung des spezifischen Energieverbrauchs von Energieressourcen und Energie der Autotransport, die Elektroenergetik ist. Dieser Prozess wird durch die Betonung verstärkt, die die Management-Elite auf die Verringerung der Brennstoffkomponenten im nationalen Energiesektor insgesamt legt – eine Antwort auf den erwarteten Anstieg des Wettbewerbs um Ressourcen und das Streben danach, die Abhängigkeit von energieexportierenden Ländern zu verringern.

Viertens: Verbreitung digitaler Netze und Smart-Managementsysteme. Die Infrastruktur auf Kosten digitaler Technologien und Automatisierung wird zu einem aktiven adaptiven Element des Energiesystems. In Kombination mit den intellektuellen Managementsystemen kommerzieller und technologischer Prozesse wird die Netzwerkinfrastruktur in eine neue cyberphysische Plattform für eine flexible und effiziente Energieversorgung der Nutzer umgewandelt.

Fünftens: Veränderung des Verhaltensmodells der Verbraucher. Der Verbrauch wird immer mobiler und flexibler. Die Verbraucher werden zu Stromversorgern und stehen im Widerspruch zu den Normen der traditionellen Regulierung des Strommarktes und erfordern die sog. "Energiedemokratie". So steht in Deutschland fast die Hälfte des gesamten Marktes für erneuerbare Energien inzwischen unter der Kontrolle von Haushalten und Landwirten, und nur 12 % der Aktiva befinden sich direkt im Besitz der Energy Supply Instruments (IRENA). In den USA könnten etwa 30% der Haushalte potenziell mit Sonnenkollektoren ausgestattet werden, und nach den Prognosen von Accenture-Unternehmen werden bis 2025 beispielsweise 5% der Haushalte energieunabhängig sein. In Europa wird ihr relativer Anteil doppelt so niedrig sein.

Sechstens: Verbreitung neuer Finanztechnologien. Das Aufkommen neuer Technologien im Finanzsektor (Blockchain, Smart Contract, Decentralized Autonomous Organizations) schafft die Möglichkeit für eine großangelegte Anziehungskraft privater Investitionen in Energie, die Monetarisierung von Verbraucherdienstleistungen, die Bildung verschiedener Energieaustauschpraktiken.

Im Zusammenhang mit der Anhäufung einer "kritischen Masse" der Veränderungen kann argumentiert werden, dass sich die Welt – vorerst vor allem die Avantgarde der Länder im Ausland – von 2008 bis 2012 endlich auf die Realisierung des Szenarios für die Entwicklung von Hightech-Strom zubewegt hat. Dieser Prozess ist gerechtfertigt, weil eine Infrastrukturindustrie den Übergang der Weltwirtschaft zu einer intensiveren wissenschaftlichen, technologischen und Innovationsentwicklung sowie eine Ausweitung des globalen Entwicklungsraums widerspiegelt – auf Kosten der

wachsenden Zahl von Ländern mit schnell wachsender Industrie.

Es sollte jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass der neue Hightech-Elektroenergiesektor eine Lösung nur für die Reichen oder die aktivsten Entwicklungsländer mit ihren mächtigen Industriesektoren und einem hohen Maß an Wohlbefinden ist. Die zunehmende Urbanisierung, die industrielle Entwicklung, die Liquidierung von "Energiearmut" und andere Aufforderungen in den Industrieländern können nur auf Kosten von Hochenergie-technologien gelöst werden. Diese Volkswirtschaften können einfach kein traditionelles Energiesystem aufbauen. Dies ist ein sehr komplexes und teures System (im Vergleich: der Wert des US-Energiesystems – mehr als 1 Billion Dollar), das komplexe Kompetenzen und eine große Anzahl von qualifizierten Arbeitskräften für Management und Service erfordert. Im Gegensatz dazu werden neue Lösungen im Elektrizitätssektor in voller Übereinstimmung mit den allgemeinen Vorschriften für die Entwicklung des Hochtechnologiesektors immer zugänglicher.

IV. DIGITALISIERUNG DER ENERGETIK IN DER EUROPÄISCHEN UNION

Die Dynamik der Entwicklung und der Umfang der Anwendbarkeit der Informationstechnologien haben erhebliche Auswirkungen auf den Energiesektor sowohl weltweit als auch innerhalb der Europäischen Union. Dies beinhaltet erhebliche Änderungen in ihren Regulierungsvorschriften, in der institutionellen Bereitstellung und Governance. Der Wandel in diesem Sektor ist äußerst komplex, da seine Produkte in die Pläne und Programme zur Erreichung der Ziele in jedem der anderen Wirtschaftsräume einbezogen sind. Darüber hinaus sollten die Organisations- und Governance-Prozesse des Energiesektors auch im Rahmen der EU-Ziele in Bezug auf eHealth, die Entwicklung des elektronischen Geschäftsverkehrs, die Digitalisierung aller Sektoren, den Aufbau der so genannten intelligenten Städte usw. verwirklicht werden.

Dieser Beitrag über die Digitalisierungsprozesse im Energiesektor der EU konzentriert sich hauptsächlich auf die E-energy declaration "E-Energie" [5], die am 19. September 2017 von den Energieministern der EU-Mitgliedstaaten im Rahmen der hochrangigen Konferenz über den Strommarkt in Tallinn unterzeichnet wurde. Sie legt die Motive bzw. die Ziele der Digitalisierung des europäischen Energiesystems und der nationalen Energiesysteme der Mitgliedstaaten fest. Die Gründe in der Erklärung, die den Einsatz digitaler Technologien im europäischen Energiesystem ausdrücklich begründen, sind folgende:

- Es wird das enorme Potenzial der digitalen Lösungen im Energiesektor und die Notwendigkeit einer besseren Zusammenarbeit in allen Sektoren hervorgehoben, um die gemeinsamen Energie- und Umweltziele zu erreichen;
- Es wird betont, dass die Digitalisierung des Energiesektors die bestehenden Verbraucher erleichtert und das Entstehen künftiger Verbraucher impliziert, die die Entscheidungsfindung in der Marketinggestaltung und die Einführung neuer Technologien zum Nutzen aller Marktteilnehmer positiv beeinflusst;
- Es wird anerkannt, dass die Bereitstellung digitaler Lösungen am effektivsten ist, indem gute Praktiken ausgetauscht und unterschiedliche Finanzierungsmöglichkeiten genutzt werden.

Infolgedessen wird ein Beschluss formuliert, der von den Energieministern der einzelnen EU-Mitgliedstaaten unterstützt

wird, und zwar: Es wird zur Offenheit aufgerufen und der Wandel hin zur Digitalisierung des Energiesektors wird unterstützt, und die damit mit sich bringenden Veränderungen, Innovationen und neuen Geschäftsmodellen.

Die vorrangigen Leitlinien zum Erreichen dieses Ziels sind folgende: Die digitalen Technologien sollen in der gesamten technologischen Kette der Stromerzeugung, -umwandlung und -übertragung sowie in den Prozessen ihres Verbrauchs bei den Verbrauchern eingesetzt werden. Ziel ist es, durch den Aufbau intelligenter Netze bessere Möglichkeiten zur Integration nationaler Energiesysteme in das gesamteuropäische Energienetz zu schaffen, um die Ziele der Europäischen Energiestrategie [5] und der Europäischen Energieunion zu erreichen, einschließlich des Pakets für die Energieunion [4] und des Fahrplans für die Energieunion [8] (Rahmenstrategie für eine widerstandsfähige Energieunion und eine zukunftsorientierte Klimaschutzpolitik).

Darüber hinaus und im Zusammenhang mit der nachhaltigen Entwicklung der europäischen Energetik wird die Digitalisierung auch als Instrument für die Weiterentwicklung und Entwicklung dezentraler Netzsysteme zur Speicherung von Energie aus Haushalten, einschließlich der Entwicklung und Einführung von Blockchain-Technologie zur Stabilisierung des Stromnetzes, betrachtet. [4], [7].

Institutionell werden die Digitalisierungsprozesse in der EU-Energie von folgenden Institutionen entwickelt und verwaltet:

- Ausschuss für Industrie, Forschung und Energie des Europäischen Parlaments;
- Rat "Verkehr, Telekommunikation und Energie" des Rates der Europäischen Union;
- Direktion Energetik der Europäischen Kommission;
- Sektion "Verkehr, Energetik, Infrastrukturen, Informationsgesellschaft" des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses;
- Ausschuss für Umweltfragen und Klimawandel des Ausschusses der Regionen;
- Europäische Investitionsbank;
- Agentur für die Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden
- Euratom-Versorgungsagentur;
- Exekutivagentur für kleine und mittlere Unternehmen;
- Exekutivagentur für Innovationen und Netze;
- Gemeinsame Unternehmen Brennstoffzellen und Wasserstoff

Außerung der durchgeführten Untersuchung im Rahmen des Arbeitsprogramms des EU- Ausschusses für Beschäftigung und soziale Angelegenheiten (EMPL) [8] wurden keine Themen hervorgehoben, welche Nachteile in sozialer Hinsicht mit sich bringen würden und bei dem umfangreichen Ersetzen der menschlichen Ressourcen durch die sog. Smart-Anlagen entstehen könnten. Die Forderungen zur Errichtung von einem integrierten Energiemarkt, der diverse Energieträger, Waren und Dienstleistungen anbietet wird, erweist sich als eine besonders große Herausforderung vor den Verfassern und den Durchführenden der jeweiligen Richtlinien, wodurch der institutionelle Rahmen zur deren Verwirklichung sichergestellt wird.

V. WIRTSCHAFTLICHE PROBLEME UND HERAUSFORDERUNGEN

Angesichts der neuen dynamischen Geschäftsmodelle und der zunehmenden Konkurrenz in ihren Märkten sehen sich viele Branchen und Unternehmen derzeit mit der

Notwendigkeit einer umfassenden Überprüfung ihrer bestehenden Strategien konfrontiert.

Die Digitalisierung spielt in diesem Szenario eine Schlüsselrolle. Die digitalen Technologien und die Chancen, die sie schaffen, werden die treibende Kraft für den Erfolg in einer zunehmend digitalen Zukunft sein. Dies gilt sowohl für die Unternehmen als auch für die Volkswirtschaften.

Obwohl die Digitalisierung in Bulgarien zu einem obligatorischen Bestandteil des Geschäfts wird, ist es für das Land noch ein weiter Weg.

Erstens: Die Digitalisierung wird vor allem als eine Möglichkeit wahrgenommen, Ressourcen, Prozesse und Interaktionen zu optimieren. Die Mehrheit der Unternehmen in Bulgarien sieht in der Digitalisierung eine Möglichkeit, den Ressourceneinsatz zu optimieren, ihre Produktion zu automatisieren, ihre Interaktion mit Kunden und Lieferanten zu verbessern und ihre Prozesse zu integrieren. Gleichzeitig hat die Wirtschaft in Bulgarien keine hohen Erwartungen an das Gewinnwachstum und die Reduzierung des ökologischen Effekts infolge der Digitalisierung.

Zweitens: Die Digitalisierung bedeutet nicht Arbeitsplatzverlust, aber digitale Kompetenzen werden zunehmend gefragt. Die Wirtschaft in Bulgarien rechnet nicht mit besonderen Schocks und Arbeitsplatzverlusten durch die Digitalisierung. Gleichzeitig haben die Unternehmen eine klare Vorstellung davon, welche Art von Mitarbeitern in diesem Bereich in den kommenden Jahren benötigt wird. Neben Technologie- und Ingenieursexperten liegt ein weiterer Fokus auf Experten mit strategischen Kompetenzen wie der Entwicklung und Umsetzung neuer Geschäftsstrategien, dazu gehört die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle und des digitalen Marketings.

Drittens: Die Ergebnisse der Umfrage [2], [8] zeigen deutlich, dass die Digitalisierung kein unbekanntes Konzept für die bulgarischen Unternehmen. Doch obwohl sich die meisten Unternehmen in Bulgarien des Potenzials der Digitalisierung für die Entwicklung und den Ausbau ihres Geschäfts bewusst sind, gibt fast ein Drittel von ihnen zu, dass sie keine umfassende digitale Strategie haben. Die Strategien selbst sind, soweit sie zur Verfügung stehen, eher kurz- und mittelfristig und zentral verwaltet.

Viertens: Unzureichende Qualifikationen der Mitarbeiter behindern die weitere digitale Transformation. Die Qualifizierung der Mitarbeiter und die Größe der Investitionen stellen ein großes Hindernis für das bulgarische Geschäftsleben im Hinblick auf die weitere Umsetzung digitaler Technologien und Prozesse dar. Diese Meinung wird von fast der Hälfte der Befragten geteilt. Darüber hinaus erfordern die Unternehmen größere Vorhersehbarkeit und Klarheit bei den Auswirkungen.

Es ist jedoch klar zu betonen, dass die Digitalisierung nicht nur mit einer technologischen Kompetenz verbunden ist, sondern auch als ein soziales Phänomen zu verstehen ist. In diesem Sinne ist die Unternehmenskultur entscheidend, damit die richtig ausgewählten Fachkräfte in einem effektiven Team arbeiten können und sich praktische Erfahrungen aus anderen Branchen einholen. In Bezug auf die Digitalisierung ist eine neue Denkweise ebenfalls zu entwickeln, damit die Flexibilität der Unternehmensstrukturen gewährleistet wird. Dabei ist es erforderlich, dass die Geschäftsführungen innovativ denken und handeln sollen und bereit sind Risiken einzugehen.

Ist ein Unternehmen daran bestrebt, erfolgreich in einer digitalisierten Wirtschaftswelt zu sein, sollte es einige Eigenschaften aufweisen, die nachhaltig zu entwickeln sind.

Ein erfolgreiches digitales Unternehmen charakterisiert sich durch:

1. Datenkompetenz: Das „Daten orientiertes Denken“ ist die Kernkompetenz, die für jedes Unternehmen unbedingt notwendig ist. Dabei ist jede Veränderung am Markt aufmerksam zu verfolgen, damit neue Dienstleistungen und Waren angeboten werden können. Ein solches Unternehmen soll über eine zentrale Systeminfrastruktur mit moderner IT, Freiräume für die Fachkräfte, Gestaltungsfreiheiten und eine positive Feedback-Kultur verfügen.

2. Kundenorientierung: In diesem Zusammenhang sind die Kundenwünsche systematisch zu erfassen und zu analysieren und das zentrale Ziel dabei ist, langfristige, stabile und effiziente Kundenbeziehungen aufzubauen. Durch die Digitalisierung können neue Geschäftsmodelle angeboten werden, damit ein ständiger Kontakt mit den Kunden aufgebaut wird.

3. Aktives Entrepreneurship: Die Energiebranche weist eben gute Potenziale auf, Innovationen einzuführen. Als Folge der Digitalisierung und der immer intensiveren Nutzung von erneuerbaren Energiequellen als Megatrends verändert sich auch der Energiesektor, der einer Energiewende unterliegt, wobei neue Modelle und Mechanismen ins Leben gerufen werden.

VI. SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Unbestreitbar ist, dass die Digitalisierung alle Wirtschaftsbereiche prägen wird. Aufgrund der Big Data wird es möglich, die Prozesse in den Unternehmen auch im Energiesektor zu verbessern.

2. Diverse neue Geschäftsmodelle können in die Unternehmen eingeführt werden, jedoch werden neue Kompetenzen im Umgang mit Daten gebraucht, damit sie schnell erfasst, analysieren und in die Praxis umgesetzt werden.

3. Damit ein Unternehmen innovativ agiert, ist eine offene und flexible Unternehmenskultur erforderlich, die den Mitarbeitern und Fachkräften viele Freiräume zulässt. Diese Veränderung ist tiefgreifend und wird den Wandel langfristig aktiv vorantreiben.

Ob die Energiebranche den Sprung in die Digitalisierung schaffen könnte? Dieser Sprung ist erforderlich, obwohl nicht jedes Unternehmen es schaffen könnte, sich in der digitalen Energiewelt durchzusetzen. Für alle, die diesen Wandel erleben und meistern wollen, ist auch der Kulturwandel erforderlich.

LITERATURVERZEICHNISS

- [1] Albersmann, Joachim; Gunther Dütsch, Gunther; Martin, Jule; Theile, Hannes; Erken, Emre und Kern Dominik, *Die digitalisierte dezentrale Energieversorgung von morgen gestalten*, Pricewaterhouse Coopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 2017
- [2] AHK Deutsch Bulgarische Industrie- und Handelskammer, *Digitalization Survey Bulgaria*, AHK, Sofia, 2018
- [3] Dobes, G. M.; Oehlmann, M.; Meyerhoff, J.; Liebe, U., *Erneuerbare Energien und Landschaftswandel. Einstellungen und Präferenzen zum Ausbau Erneuerbarer Energien in Ökologisches Wirtschaften*, 1.2015.
- [4] Energiewirtschaft 2020. *White Paper zur Zukunft der Energiebranche*, Management Circle AG
- [5] Tallin E-energy declaration, www.smartem.eu/wp-content/uploads/2017/09/Tallinn-e-energy-declaration-final.pdf
- [6] Grabietz, A.; Trevisan, B.; Jakobs, E.-M., „Lokale Akzeptanz von Energiemixen in Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ 25. Jg., Heft 1, April 2016, S. 61 - 66
- [7] Hertig, Y.; Teufel, S. „Prosumer Involvement in Smart Grids: the Relevance of Energy Prosumer Behavior in Sustainable Organization“, *Proceedings of Selected Papers of the 35th International Conference on Organizational Science Development*, March 16th-18th 2016, Portoroz, Slovenia. S. 30-41.

Roth, Ines, „Digitalisierung in der Energiewirtschaft. Technologische Trends und ihre Auswirkungen auf Arbeit und Qualifizierung“, *Working Paper Forschungsförderung*, Nummer 073, Mai 2018, Hans Böckler Stiftung

Authors Index

Gankova-Ivanova, Zvetelina, 51

Gellrich, Thomas, 39

Grigorov, Emil, 29

Götz, Gerald, 47

Hohmann, Sören, 39

Hristov, Daniel, 21

Kumanov, Vasil, 25

Lang, Peter, 35

Manoeva, Devina, 13

Mladenov, Mladen, 3

Mücke, Thomas, 43

Stefanov, Stefan, 3

Stefanova, Dimitrina, 17

Yordanov, Hristomir, 21

