

# INDSIM

Technologie und innovative Technik für  
induktive Erhitzung der Metallkugeln



### PROJEKTZIELE

**Die Kommerzialisierung** der Ergebnisse von FTE – (Forschung und technischer Entwicklung), gerichtet auf die Entwicklung von Technologie und Ausrüstung (Induktionserwärmungsanlage, nachfolgend IEA genannt) für eine qualitativ hochwertige Erhitzung von Metallkugeln zu ihrer darauffolgenden Wärmebehandlung mit dem Erreichen eines seltsamen Doppeleffektes wie "Preis-Qualität-Verhältnis" für das Endprodukt.

### SCHWERPUNKT DER INNOVATION

**Die Innovation** besteht in der Entwicklung einer neuen Reihe von Induktionserwärmungsanlagen mit einer diskreten (digitalen) Querschnittsfläche, die eine Kombination des Auftriebes für Werkstückfreilauf (neue Konstruktion des Transportprofils) und der Vorrichtung zur Aufrechterhaltung einer vorgegebenen Leistung für jederzeitige Erhitzung der schnelllaufenden Werkstücke darstellt.

Das Ergebnis ist eine direkt gesteuerte Erhitzung für die darauffolgende Wärmebehandlung der Metallkugel auf die vorgegebene Tiefe und Temperatur in einem blitzschnellen on-line-Betrieb bis zu den Härtetemperaturen, wobei der axialsymmetrische Wirkungsgrad von 95 - 97% sichergestellt wird.



### IST-ZUSTAND

#### 2021

Auf Basis einer Pilotproduktionsanlage wurde die vollfunktionelle Muster-IEA hergestellt, die Leistungsparameter der Ausrüstung wurden unter realen Betriebsbedingungen (TRL 7\*) nachgewiesen.

#### 2020

Gefördert von Skolkovo Foundation hat das Projektteam die Aktivitäten zur Entwicklung eines integrierten Metallkugelerhitzungs-Modells für darauffolgende Integration in den entwickelten Induktionserwärmungsanlage - Prototyp für die Kugeln mit dem Durchmesser bis zu 40 mm eingeleitet.

#### 2018-2019

Unter Förderung von Innovationsförderungsfonds wurde MVP\*\* – eine innovative Induktionserwärmungsanlage für die Kugeln mit einem Durchmesser bis zu 20 mm entwickelt und getestet.

#### 2017-2021

Die Lösungen wurden in der Russischen Föderation patentiert, ein Patentrechtschutzantrag wurde in der Bundesrepublik Deutschland nach dem PCT-System (Patent Cooperation Treaty) angemeldet.

TRL\* – technology readiness level – internationale Skala der technologischen Reife einer Entwicklung.

MVP\*\* – minimum viable product – Ein Produkt mit einem Mindestmaß an Funktionen, was ausreicht, um die ersten Verbraucher zufrieden zu stellen.

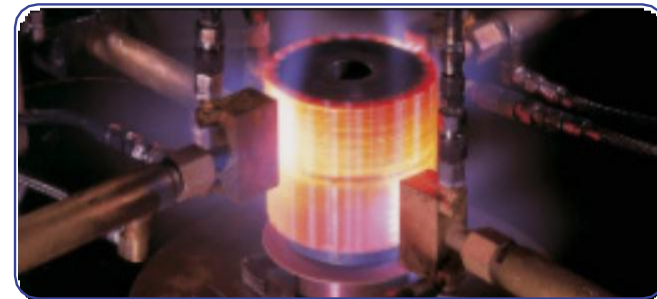


**Das niedrige Qualitätsniveau von Stahlkugeln**, die von den Unternehmen in der Russischen Föderation hergestellt werden, das als Konsequenz einen kurzen Lebensdauer hat, was zu einer TCO\* - Erhöhung führt.

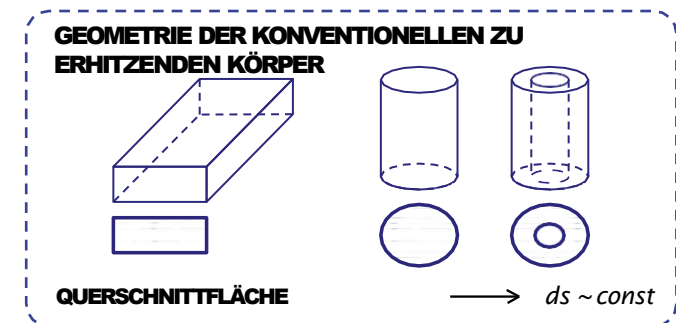
**Die Ursache** dafür sind veraltete Produktionstechnologien (vor allem Wärmebehandlung von Metall) und Ausrüstungen.

In den USA und der EU (Deutschland, Österreich usw.) haben sich in den letzten 15 Jahren die Technologien der induktiven Erhitzung für darauffolgende Wärmebehandlung von Metallprodukten verbreitet, die sich durch folgenden Vorteile auszeichnen:

- **direkte Erhitzung** - die Umwandlung der elektromagnetischen Feldenergie in die thermische Energie unmittelbar im Metallvolumen;
- relativ **einfache Temperatur- und Wärmeeindringtiefenregelung** (Erreichen der Volumehärte);
- **Hochgeschwindigkeitserwärmungsprozess** (innerhalb von Sekunden) - extrem geringer Entkohlungs- und Oxidationsgrad.



Bei allen bekannten Vorteilen der Verwendung der induktiven Erhitzung von Metallprodukten ist ihre **Anwendbarkeit bei der Gewährleistung der erforderlichen Gleichmäßigkeit der Erwärmung derzeit in der Weltpraxis** hauptsächlich bis auf die Produkte mit kontinuierlichem oder solchem ähnlichen Querschnittverlauf begrenzt.



TCO\* (Total Cost of Ownership) - die Gesamtbetriebskosten des Vermögenswerts; darunter versteht sich der Gesamtwert der Zielkosten, die der Eigentümer ab dem Zeitpunkt der Inbesitznahme bis zum Austritt aus dem Vermögensstand zu tragen hat sowie Erfüllung des gesamten Umfangs der Eigentumsverpflichtungen durch den Eigentümer.



**Entwicklung der energieeffizienten kontinuierlich betriebenen Ausrüstungen, die eine symmetrische Hochgeschwindigkeitserhitzung für eine vorgegebene Tiefe für die darauffolgende thermische Behandlung von kugelförmigen Erzeugnissen nahezu ohne Oxidation und Entkohlung ermöglichen.**

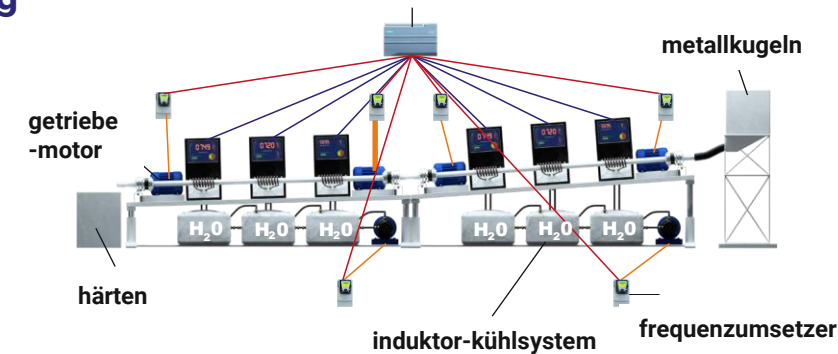
Dieser von der Industrie gewünschten Kombination von Erhitzungsparametern entspricht das Induktionsverfahren mit direkter und rapider Umwandlung (innerhalb von Sekunden - im Bruchteil einer Sekunde) von elektrischer Energie in die thermische Energie. Dieses Verfahren zeichnet sich durch die Einfachheit der Temperatur- und Wärmeeindringtiefenregelung. Nach dem Härten und Anlassen ermöglicht das die optimale Kombination der hohen Oberflächenhärte (Kontaktfestigkeit) von Erzeugnissen mit dem relativ formbaren Kern (Splitterfestigkeit) zu erreichen.

Kinematik der Kugelbewegung entlang des Führungsprofils (freies Rollen) ist durch einen dreidimensionalen Zwang gekennzeichnet, die Richtung eigener Rotationsachse zu ändern.

**Gleichmäßige Dichte bei der Wechselwirkung der gesamten Oberfläche der sich bewegenden Kugel mit dem magnetischen Induktionsfluss im Induktor und konsequenterweise das Erreichen der gewünschten symmetrischen Erwärmung auf eine vorgegebene Tiefe** - schnell und damit energieeffizient, ohne Oxidation und Entkohlung, mit Ausschluss von Kosten für teure Strahlungsheizelemente und Gas-Heizöfen mit hoher Trägheit.

## LAYOUT DER GESAMTANLAGE

PLC für die Steuerung aller Anlagenkomponenten

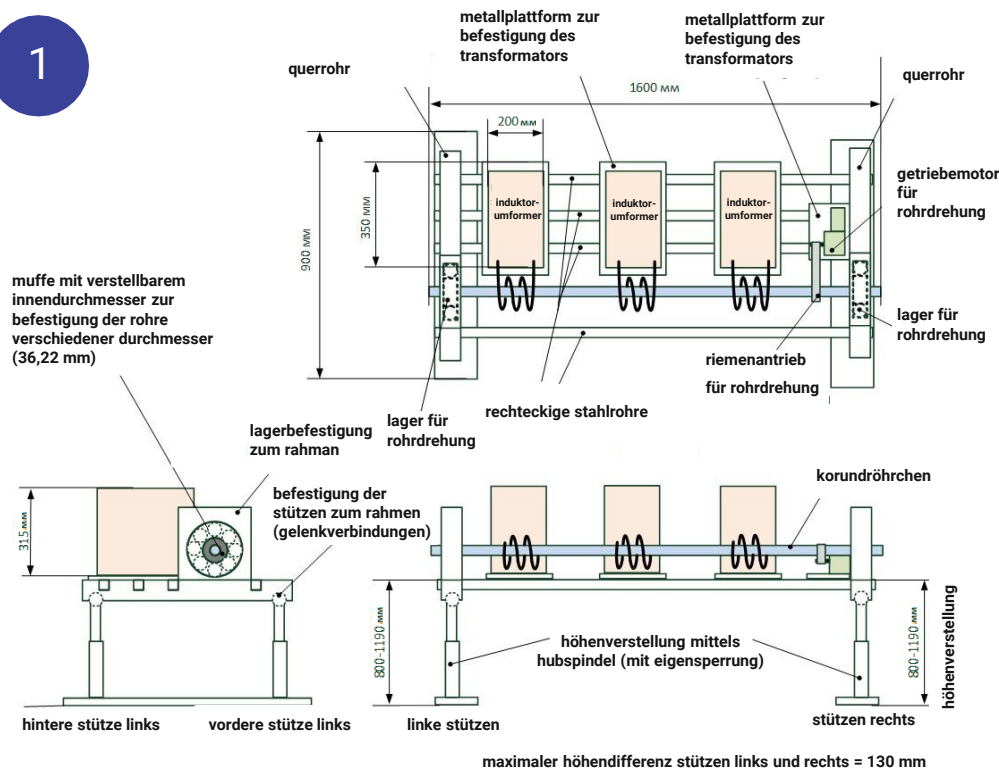


## MVP





1



Die Lösung des verkündeten Problems der hochwertigen Erhitzung von Metallkugeln für darauffolgende Wärmebehandlung wird mittels folgender Innovationen erreicht:

1

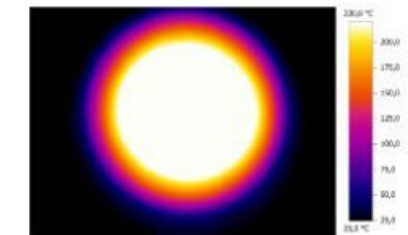
technologische Anlage (Ausrüstungen) zum Auftrieb für Kugeldrehung im elektromagnetischen Feld des Hochfrequenz-Strömen-Induktors (RF-Patent Nr. 2691354 vom 11.06.2019, internationale Patentanmeldung nach dem PCT-Verfahren Nr. PCT / RU2019 / 050223 vom 21.11.2019, Patentanmeldung in Deutschland Nr. 112019000202.3 vom 22.06.2020);

2

Sicherstellung der gleichmäßigen Dichte bei der Wechselwirkung der gesamten Kugeloberfläche mit dem elektromagnetischen Induktionsfeld im Induktor und konsequenterweise das Erreichen der gewünschten symmetrischen Erwärmung auf eine vorgegebene Tiefe und Temperatur (volumetrische Erwärmung);

3

Vorrichtung zum Aufrechterhalten einer vorgegebenen Heizleistung für die sich schnell bewegenden Werkstücke zu jedem Zeitpunkt (RF-Patent Nr. 172183 vom 30.06.2017).



2

Wärmebild nach dem Erhitzen der Kugel mit dem Durchmesser 18,2 mm

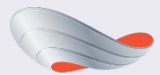


3

die eingesetzte Steuerung mit gesteigerter Wirksamkeit

Das technische Ergebnis des patentierten Satzes wesentlicher Merkmale ist die symmetrische Erhitzung von kugelförmigen Erzeugnissen in kontinuierlichen Induktoren in der Kombination mit den bekannten einzigartigen Vorteilen von thermischen Induktionsanlagen: energieeffiziente direkte Erwärmung praktisch oxidations- und entkohlungsfrei, hohe Leistungsfähigkeit und Genauigkeit der Regelung der vorgegebenen Heiztiefe und Temperatur.





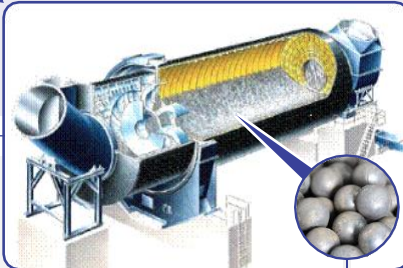
Metallinvest

**EVRAZ**

**Severstal**



## Eisenerzaufbereitung in der Metallurgie (Mahlkugeln in den Kugelmöhlen)



**Mahlkugeln**



**Bauindustrie** - Herstellung von Silikaten, Zement  
(Klinker - Zerkleinerung mit den Mahlkegeln in den Kugelmöhlen).

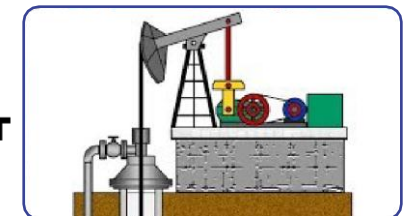
## Laufkugel



## Thermische Behandlung

Hightech-Methoden zum Erreichen der vorgegebenen Eigenschaften der kugelförmigen Oberflächen mittels symmetrisches Wärmediffusionslegieren (Chrom, Titan, Bor usw.)

## Erdölförderung (Rückschlagventile von Erdöltiefpumpen)



## Zu potenziellen Verbrauchern des Projektes gehören folgende Unternehmen:

1  
Etappe

- Elektrostahlwerk Oskol (AO „OEMK“)
- TENOVA LOI Thermprocess GmbH (Deutschland),
- MAGNATECH GmbH (Österreich),
- IHK Saarland GmbH (Deutschland),
- Eurozement Group,
- OOO «LeMAZ» (Ventile für Erdöltiefpumpen),
- OOO „Werk der gerätetechnischen Lager“

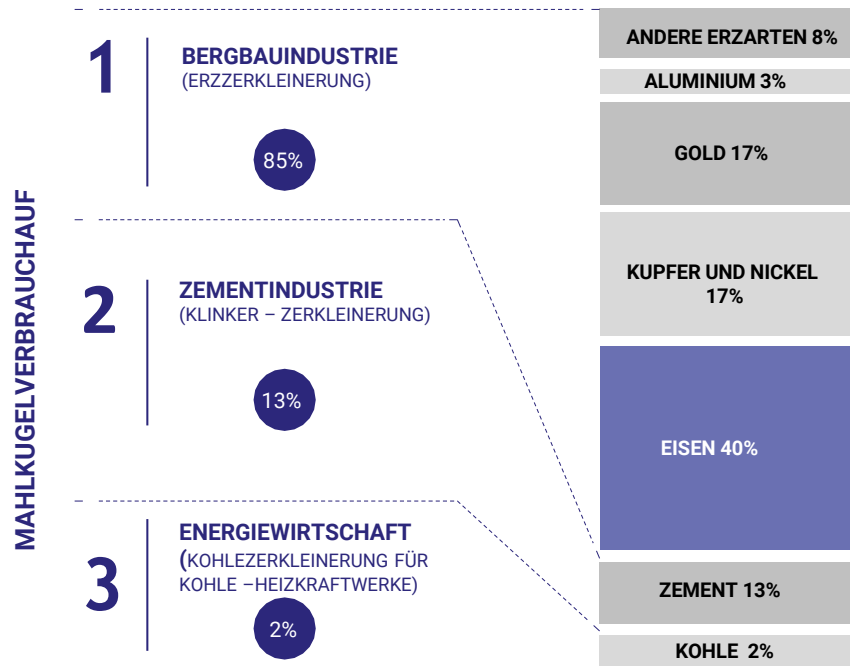
2  
Etappe

- Andere Betriebe/Unternehmen in der Russischen Föderation (EVRAZ Group, PAO „Severstal“),
- PAO NLMK, PAO MMK, Betriebe des staatlichen Unternehmens „Rosatom“, des
- staatlichen Unternehmens „Rostec“ und im Ausland (Deutschland, Österreich etc.)



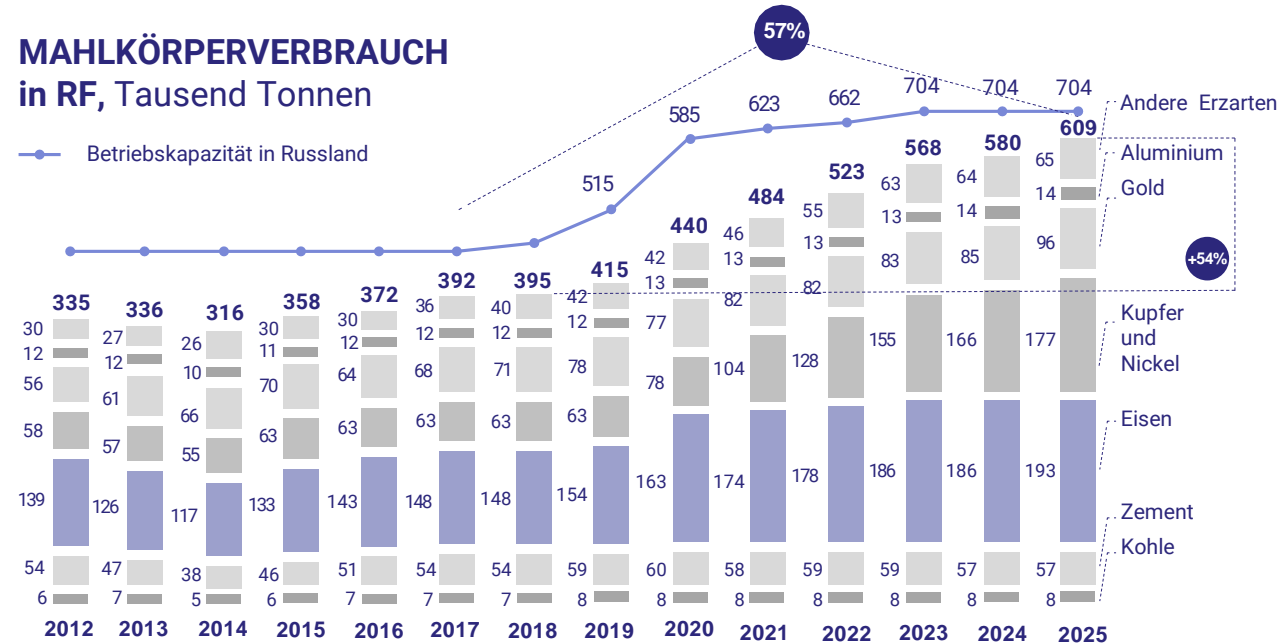
**Angesichts einer Reihe großer Projekte in den Bereichen Kupfer, Eisen und Gold ist zu erwarten, dass der Markt für Mahlkörper bis 2025 um das 1,5-fache wachsen wird.**

#### STRUKTUR MAHLKUGELVERBRAUCH AUF DEM RUSSISCHEN MARKT (2020, %)

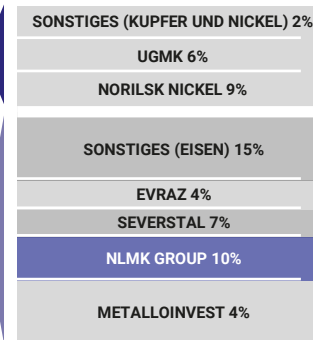
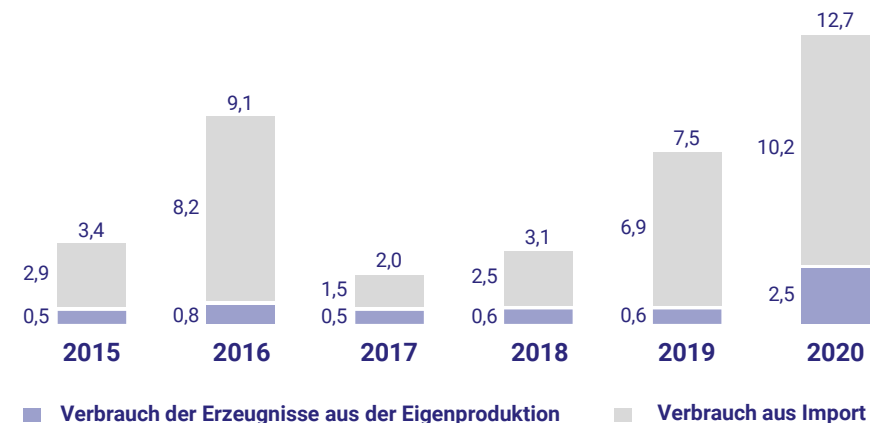


#### MAHLKÖRPERVERBRAUCH in RF, Tausend Tonnen

— Betriebskapazität in Russland



#### STRUKTUR VERBRAUCH VON AUSRÜSTUNGEN ZUR ERZEUGUNG VON MAHLKUGELN IN RUSSLAND 2015-2020, MRD. RUBEL



NLMK GROUP VERBRAUCHT ~10% VON DEN MAHLKUGELN AUF DEM RUSSISCHEN MARKT



# 09 WETTBEWERBLICHE LÖSUNGEN (TEIL 1)



Auswertbare Parameter	Name des Herstellers der Kugellagerkugel 40 mm (Weltmarktführer in der Branche)				
	Projekt	Konzern SKF (Schweden)	Konzern Nachi-Fujicoshi (Japan)	Konzern Schaeffler Group (Deutschland)	Staatliche Lagerwerke* **** (Russland)
Name des Herstellers der Induktionsausrüstung	ООО «NPP Sytem»	Emag Eldec Induction GMBH	Denki Kogyo Co.	Inductoheat Europe GMBH	Allrussisches wissenschaftliches Forschungsinstitut für HF-Strom namens V.P. Vologdin
Modell der Induktionsausrüstung	IHP 1	Custom Line MF	PTG Type 100	Inductoheat SP 11	-
Grad der achsensymmetrischen Verarbeitung, %	95-97 *	90-92	90-92	90	88-90
Heizgeschwindigkeit, C/sec.	bis 125	100-150	90-160	90-100	80-100
Ausgangsstrom-Regelbereich des Induktionswandlers, A	400-2000	1000-3000	bis 2500	bis 2400	bis 3000
Heiztiefen-Steuerkanal (Induktorstrom-Betriebsfrequenz, kHz)	30-60	8-20	0,3-80	5-200	8
Oberflächenhärte (bis), HRC	62-67	62-67	62-67	62-67	58-62
Volumenhärte, HRC	GOST 7524-2015 **	GOST 7524-2015	GOST 7524-2015	GOST 7524-2015	GOST 7524-89
Kugelheiztemperatur, C	bis 1000	850-900	850-900	800-950	850-930
Durchmesser der zu erheizenden Kugeln, mm	In der 1. Etappe bis 40	bis 80	bis 96	Bis 80	bis 90
TCO-Reduktionspotential ****,%	bis 25****	bis 10	bis 10	bis 10	-
Ausrüstungskosten, Mio. US-Dollar (incl. Montage- und IBN-Arbeiten)	1,4 (zum Kurs per 03.2020 ohne Service)	2,1 (zum Kurs per 03.2020 ohne Service)	2,7 (zum Kurs per 03.2020 ohne Service)	2,37 (zum Kurs per 03.2020 ohne Service)	..*****
Preis einer Tonne Kugel, in Bezugseinheit	1 130***	1 650	1 930	1 720	1 250
Perspektiven der Importsubstitution	ja	Weltexporteur	Weltexporteur	Weltexporteur	RF-Markt

\*- Der Vorteil wird durch die von NPP Sistema48 LLC patentierte Ausrüstung erzielt; \*\* - V Härtegruppe; \*\*\*- Etwapreis unter Berücksichtigung der Kosten der damit verbundenen Weiterverarbeitungsstufen; \*\*\*\*- TCO - die Gesamtbetriebskosten des Vermögenswerts; \*\*\*\*\* - Es gibt einen seltenen gekoppelten Doppel-Effekt: eine Steigerung der Qualität des Produkts bei gleichzeitiger Senkung seiner Kosten für den Verbraucher aufgrund der angewandten Innovationen (effiziente Heiztechnologie, Ausrüstung für achsensymmetrisches Heizen); \*\*\*\*\*- eine Reihe von den Werken in der Russischen Föderation, die die Produktionskapazitäten der UdSSR-Unternehmen übernahmen: wie z.B. Gasverarbeitungswerk (GPZ)-2, GPZ-10, GPZ-11, Samaraer Lagerwerk (SPZ)-4.9 und andere, die Standardheiz-technologien zum Härten verwenden;\*\*\*\*\*-Die Bewertung ist aufgrund der Wertminderung der Ausrüstung und ihrer Zeitabschreibung schwierig.Vorlagen: [https://cdn.eldec.net/fileadmin/user\\_upload/user\\_upload/Dateien/produkt\\_prospekte/eldec\\_generator/eldec\\_generators\\_russian\\_2017.pdf](https://cdn.eldec.net/fileadmin/user_upload/user_upload/Dateien/produkt_prospekte/eldec_generator/eldec_generators_russian_2017.pdf); <https://www.denkikogyo.co.jp/en/business/hf/product/induction/ptg.html>; <https://inductoheat.eu/products/statipower-sp11-radio-frequency-induction-power-supply/?lang=en>; Bericht Nr. №2889/19 vom 17.10.2019 über die Bewertung des Marktwerts eines immateriellen Vermögenswerts, durchgeführt durch LLC "Aprice".

# 10 WETTBEWERBSLÖSUNGEN (TEIL 2)



Auswertbarer Parameter	Name des Herstellers der Kugellagerkugel 40 mm (Weltmarktführer in der Branche)						
	Projekt	Arrium (Australien)	Gerdau Ameristeel (Brasilien)	AIA Engineering (Indien)	ME Elecmetal (USA)	Vitkovic (Tschechien)	O3MK (Russland)
Name des Herstellers der Induktionsausrüstung	ООО «NPP System48»	Danieli (Italien)	keine Informationen aus offenen Quellen erhältlich	Nicht relevanter Vergleich wegen Gießerei	Sauer Austria GMBH (Österreich)	KOCH H&K (Deutschland)	Wisdri (China)
Grad der Achsensymmetrieverarbeitung, %	95-97 *	80-85	90	90	80-85	80-85	70-80
Heizgeschwindigkeit, C/sec.	bis 125	bis 135	90-130	Guss	bis 100	bis 140	bis 120
Ausgangsstrom-Regelbereich des Induktionswandlers, A	400-2000	610-2700	700-2500	-	-	350-4000	1000-2000
Heiztiefen-Steuerkanal (Induktorstrom-Betriebsfrequenz, kHz)	30-60	2,3-2,9	4	-	2,5	3	2,2
Oberflächenhärte (bis), HRC	62-67	62-67	62-64	58-62	62-65	62-67	48-54
Volumenhärte, HRC	GOST 7524-2015**	GOST 7524-2015	-	-	GOST 7524-2015	GOST 7524-2015	GOST 7524-2015
Werkstückheiztemperatur, C	bis 1000	1000-1200	1050-1170	-	1020-1200	1040-1200	1050-1150
Durchmesser der hergestellten Kugeln, mm	in der 1. Etappe bis 40	bis 120	bis 180	bis 180	bis 120	bis 120	bis 120
TCO-Reduktionspotential ****, %	bis 30****	bis 20	bis 10	bis 10	bis 20	bis 20	bis 20
Ausrüstungskosten, Millionen US-Dollar (incl. Montage- und IBN-Arbeiten)	1,4 (zum 03.2020 ohne Service)	2,1 (zum Kurs per 1997, incl. 3 Jahre Service)	keine Informationen aus offenen Quellen erhältlich	Nicht relevanter Vergleich wegen Gießerei	..*****	4,2 (zum Kurs per 2009; incl. 5 Jahre Service)	16,1***** Geplante Kosten des Projekts - Baubeginn im Jahr 2020.
Preis einer Tonne Kugel, in Bezugseinheit	781***	1 150	1 221	1 300	1 170	1 070	1 070
Perspektiven der Importsubstitution	ja	Weltexporteur	Weltexporteur	Weltexporteur	Weltexporteur	Weltexporteur	ja

\*- Vorteile durch die Bearbeitung des Metallkugels und nicht des Werkstücks; \*\* - Härtegruppe V; \*\*\*- Der Legierungskomponenten-Anteil im Werkstück nimmt ab, die direkte Erwärmung auf eine vorgegebene Tiefe anstelle der indirekten Erwärmung durch die Schutzatmosphäre bzw. jeweilig der Durchwärmung vor dem Walzen; \*\*\*\*-die Gesamtbetriebskosten des Vermögenswerts; \*\*\*\*\* - Es gibt einen seltenen Doppel-Effekt: eine Steigerung der Produktqualität bei gleichzeitiger Senkung seiner Kosten für den Verbraucher dank den angewandten Innovationen (effiziente Heiztechnologie, Ausrüstung für achsensymmetrische Aufheizung);) \*\*\*\*\*- Es ist geplant, eine Produktionsanlage für Kugeln mit einem Durchmesser über 40 mm zu bauen.

Auflagen: [http://www.infomine.ru/files/catalog/28/file\\_28.pdf](http://www.infomine.ru/files/catalog/28/file_28.pdf); <http://www.asms.ru/upload/iblock/57f/57f11461880499f5fcd7e58ba7d43671f.pdf>; Bericht Nr. 889/19 vom 17.10.2019 über die Bewertung des Marktwerts eines immateriellen Vermögenswerts, durchgeführt durch LLC "Aprice"; <http://www.metalloinvest.com/media/press-releases/423943/>

# 11 ZUSÄTZLICHE VORTEILE, DIE NICHT IN DEN TABELLEN ENTHALTEN SIND



## Zu den wichtigsten Wettbewerbsvorteilen der vorgeschlagenen Heiztechnik und -ausrüstungen gehören:

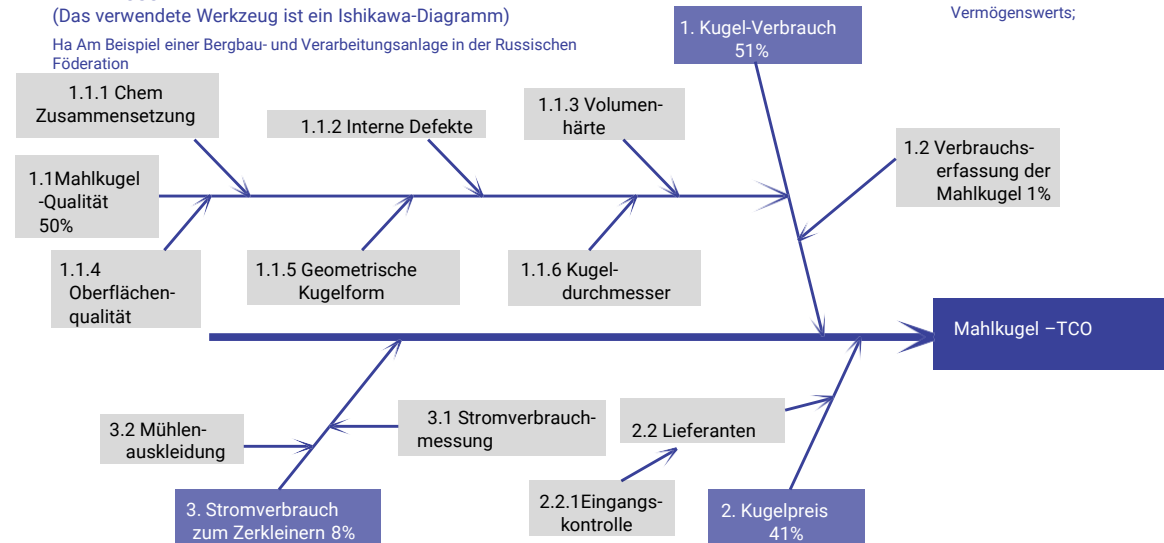
- Erhöhung der Metallkugel-Lebensdauer um das 1,3-2-fache (die Möglichkeit, die Splitterfestigkeit einer Metallkugel - ein formbarer Kugeln im Verhältnis zur Härte auf der Oberfläche - zu erzielen);
- Verringerung des Gehalts an Legierungskomponenten im Werkstück um **7-11%**;
- Reduzierung des Energieverbrauchskosten für die Erhitzung eines Werkstückes bis zu **28%**;
- Reduzierung der die Gesamtbetriebskosten des Vermögenswerts (TCO) für ein Metallkugel **um 15 - 27,5%** je nach Branche;
- Temperierungsgeschwindigkeit - ca. **125°C/s** (nahezu keine Oxidation und Entkohlung des Kugelmaterials durch die Schnelligkeit des Temperierungsvorganges);
- Die Technologie des Hochgeschwindigkeitserhitzens von Stahl zum Härten, die die Überhitzung und das Wachstum von Austenitkorn ausschließt, die Endstruktur - Dispersität des aufkommenden nadelförmigen Martensits mit einer minimalen Menge an Restaustenit bestimmt, was die Erhöhung der Kugelhärte beeinflusst und zu einer Verringerung der Wahrscheinlichkeit signifikanter Härtespannungen führt;
- "Flexibilität" der Parametrierung der **Anlageneinstellungen** durch die Aufteilung der Heizzone (zum Beispiel, sind 14 Zonen für einen Kugeldurchmesser von 40 mm vorgesehen) und die Möglichkeit, den Heizmodus in jeder Zone zu steuern;
- **Umweltfreundlicher** Temperierungsvorgang.

TCO\* (Total Cost of Ownership) - die Gesamtbetriebskosten des Vermögenswerts; darunter versteht sich der Gesamtwert der Zielkosten, die der Eigentümer ab dem Zeitpunkt der Inbesitznahme bis zum Austritt aus dem Vermögensstand zu tragen hat sowie Erfüllung des gesamten Umfangs der Eigentumsverpflichtungen durch den Eigentümer.

### ANALYSE VON FAKTOREN, DIE DIE MAHLKUGELN-TCO \* BEEINFLUSSEN

(Das verwendete Werkzeug ist ein Ishikawa-Diagramm)

Ha Am Beispiel einer Bergbau- und Verarbeitungsanlage in der Russischen Föderation



\* - die Gesamtbetriebskosten des Vermögenswerts;

## Radizierung von Mahlkegel - TCO \* um 27,5 %

**Selbstkosten-  
abnahme bis 11%**

**Erhöhung der  
Lebensdauer bis  
2-fach**

Reduzierung des Legierungsstoffe-Gehaltes  
im Werkstück

Möglichkeit der AXISYMMETRISCHEN  
Erhitzung des Kugelwerkstoffes bis zu einer vorgegebenen Tiefe

Steigerung der Anlageneffizienz (direkte Erhitzung  
des Kugelwerkstoffes mittels elektromagnetischer Feldenergie)

Möglichkeit, einen plastischen Kugeln zu erreichen -  
Erzielung des ANTI-SPLITTING-Effekts  
(SPLITTERFESTIGKEIT)

Kugeloberflächenerhitzung bis zu einer vorgegebenen Tiefe  
(kein Energieverbrauch zum Produktkern-Erhitzen)

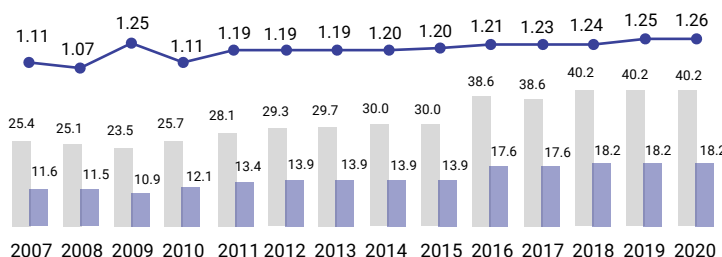
Hochgeschwindigkeitstemperierung (kein stundenlanger  
Stromverbrauch erforderlich)

Möglichkeit der gesicherten Freiheit von  
OXIDATION UND ENTKOHLUNG  
durch die Schnelligkeit des Temperierungsvorganges

# 12 EFFIZIENZ FÜR DIE BRANCHEN \*



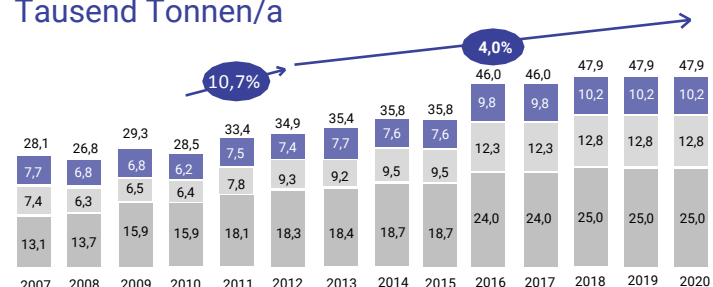
## Erzaufbereitungsvolumen und Intensität des Mahlkörper- Verbrauchs



- Erzaufbereitungsvolumen, Mio. Tonnen
- Produktionsvolumen Erzkonzentrat Mio. Tonnen
- Spezifischer Verbrauch an Mahlkörpern pro Tonne verarbeitetes Erz, kg/ t

Im Zuge der Lagerstätten-gewinnung wird eine Abnahme der spezifischen Konzentrat-ausbeute pro Tonne verarbeitetes Erz erwartet.

## Verbrauchsvolumen an Mahlkörpern, Tausend Tonnen/a



- Mahlkugeln, D 40 mm
- Mahlkugeln, D 60 mm
- Mahlkugeln, D 100 mm

Der spezifische Mahlkörpern-Verbrauch pro Tonne des verarbeiteten Erzes wird aufgrund einer allmählichen Abnahme des Anreicherungsvermögens weiter zunehmen.

## Mahlkugeln-TCO

(Datenanalyse des Ishikawa-Diagramms – s. vorherige Folie)

Mahlkugelnverbrauch 51% (niedrige Mahlkugeln-Qualität)

Kugelpreis 41% (hohe Selbstkosten der Kugelproduktion)

Stromverbrauch zum Zerkleinern 8%

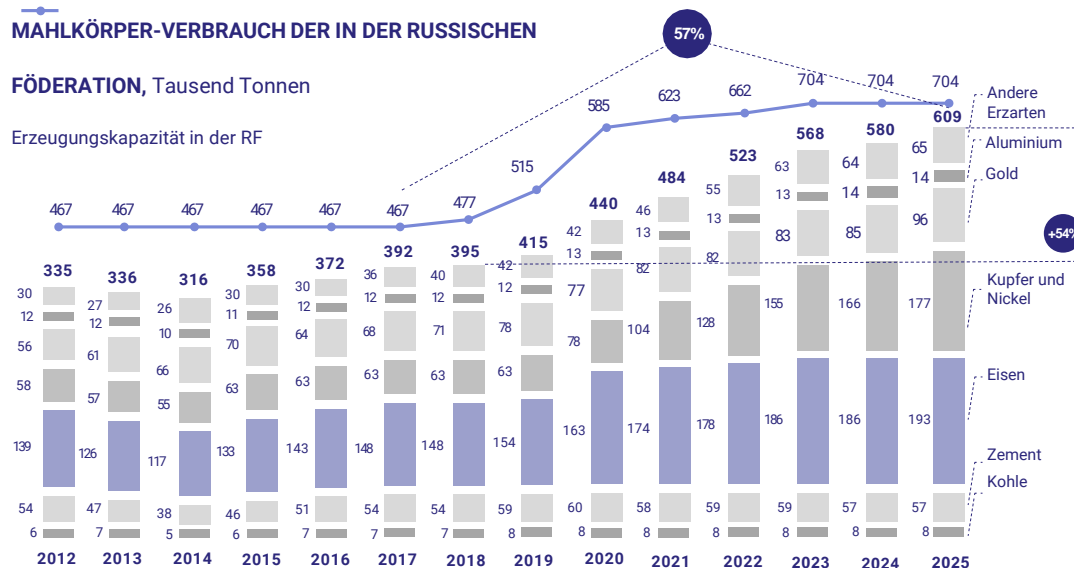
\*am Beispiel einer Bergbau- und Verarbeitungsanlage in der Russischen Föderation

Angesichts einer Reihe großer Projekte in den Bereichen Kupfer, Eisen und Gold ist zu erwarten, dass der Markt für Mahlkörper bis 2025 um das 1,5-fache wachsen wird.

## MAHLKÖRPER-VERBRAUCH DER IN DER RUSSISCHEN

FÖDERATION, Tausend Tonnen

Erzeugungskapazität in der RF



Jahresparameter	Ein der Bergbau- und Aufbereitungskom binate in der RF	RF zum Jahr 2025
Verbrauchswerte, tausend tonnen	47,9	609
Aufwendungen, mio.rub.	1 916	24 360
TCO, mio.rub.	4 673	branchenabhängig
Entgangener gewinn um 1% der TCO – reduzierung, mio.rub.	46,7	branchenabhängig

# 13 GESCHÄFTSMODELL DES PROJEKTES \*



\* - nach der A. Osterwalder- Methode.



# 14 AUDIT DER ERGEBNISSE IM RAHMEN DER PROJEKTENTWICKLUNG



## Veröffentlichungen in Fachzeitschriften (darunter auch im Ausland)

Entwicklung von Technologie und Ausrüstung für die axialsymmetrische Induktionshärtung von Stahlmahlkugeln // Chernye Metally. - Moskau - 2020 - №6. - S. 11-16

Research on the heat condition of Journal of Chemical Technology and Metallurgy. - Vol. 2020, No. 1. – pp. 163–170 (Bulgarien)

Untersuchung des Erwärmungsprozesses von Stahlmahlkugeln in einer innovativen Induktionsanlage // Izvestia der staatlichen Universität für Elektrotechnik, St. Petersburg -"LETI".-St. Petersburg - 2020 - Nr. 6. - S. 92-104

Berechnung und Entwicklung einer experimentellen Induktionsanlage zur symmetrischen Härtung von Stahlmahlkugeln // Chernye Metally. - Moskau - 2019 - №4. - S. 51-57

Induction Heating Plant for Heat Treatment of Spherical Metal Products // Russian Metallurgy (Metally). – Vol. 2015, No. 12. – pp. 985–992 (Deutschland)

Development and investigation of a symmetric induction heating unit for spherical shape metal ware // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. - Vol. 2018, No. 5. – pp. 1009–1016 (Bulgarien)

Analyse des Einflusses elektromagnetischer Kräfte auf die Kinematik der Kugelbewegung im Prozess der achsensymmetrischen Induktionserwärmung // Elektrotechnische Systeme und Komplexe. - Magnitogorsk - 2017. - №2. - S. 67-73

## Immaterielle Aktiva

Internationale Patentanmeldung nach dem PCT-Verfahren Nr. PCT / RU2019 / 05023 vom 21. 11.2019.

Patentanmeldung in Deutschland Nr. 112019000202.3 vom 22.06.2020.

Patent der Russischen Föderation RU 2691354 vom 11.06.2019. "Die Anlage zur axialsymmetrischen Inline-Induktionserwärmung von kugelförmigen Erzeugnissen,,

Patent der Russischen Föderation RU 172183 vom 30. Juni 2017. "Vorrichtung für Induktor-Steuerung,,

**Das Projekt wird von den führenden Entwicklungsinstitutionen der Russischen Föderation unterstützt**



## Expertenanerkennung des Projekts an spezialisierten Standorten

Startup Tour 2019 - Sieg

II. II. Platz in der Sektion Energieeffiziente Technologien, Startup Village 2019



# 15 Beurkundung von den Kunden



## TENOVA LOI Thermprocess GmbH (Deutschland)

**tenova**  
LOI THERMPROCESS

24.02.2020  
OOO «НПП Системы»  
390021, Россия, г. Липецк,  
ул. Пушкина, д. 13, корпус 2, пом. А  
Тел.: +7 (904) 690-26-01  
Генеральный директор  
Г-ну Титову С.С.

TENOVA LOI Thermprocess GmbH  
Am Lohbergweg 25, D-45141 Essen  
Tel. 0049 201 1893-917  
E-Mail: Dmitry.Sergeev@tenova.com

«ЛОИ Термпроцесс ГмбХ»  
Промышленный район  
125857, Москва  
Гусевский пер. дом 10, стр. 4  
Тел. (495) 905 95 08  
Факс (495) 905 95 09, 906 619  
E-mail: sasha.kuznetsov@tenova.com  
E-mail: sasha.kuznetsov@loi-thermprocess.com

Уважаемый Сергей Сергеевич!

Ознакомившись с разработкой ООО «НПП Системы» технологии и оборудованием индукционного осясимметричного нагрева металлоизделий с дисперсионной плазмой поперечного сечения, специально изготовленного вашего предприятия, мы готовы рассмотреть возможность совместного сотрудничества.

На основании R&D и представленных на рассмотрение данных, мы готовы рассмотреть возможность совместного сотрудничества.

Based on R&D and target indicators submitted for consideration, heating rate 80-125 °C/sec, range of regulation of the induction converter output current 400-2000 A, inductor current operating frequency 30-60 kHz, we believe that this technology has the potential and we are ready to consider the possibility of joint cooperation.

ООО «НПП Системы»  
Генеральный директор  
С.С. Титов

ООО «НПП Системы»  
Генеральный директор  
С.С. Титов

ООО «НПП Системы»  
Генеральный директор  
С.С. Титов

ООО «НПП Системы»  
Генеральный директор  
С.С. Титов

**tenova**  
LOI THERMPROCESS

С уважением,  
Дмитрий Сергеевич  
Dmitry Sergeev

Sincere regards,  
Dmitry Sergeev

Руководитель отдела по продажам в странах СНГ LOI Thermprocess GmbH  
Генеральный директор LOI Thermprocess GmbH в России

Sales Area Manager CIS of LOI Thermprocess GmbH  
Head of the Representative Office of LOI Thermprocess GmbH in Russia

ООО «НПП Системы»  
Генеральный директор  
С.С. Титов

ООО «НПП Системы»  
Генеральный директор  
С.С. Титов

ООО «НПП Системы»  
Генеральный директор  
С.С. Титов

ООО «НПП Системы»  
Генеральный директор  
С.С. Титов

## Magnatech GmbH (Österreich)

**Magnatech**  
Automation & Engineering

Ingensbrunn und Haidelsbrunn 4045  
Leutnerstrasse 146 6A-5  
A-1030 Wien  
AUSTRIA  
Tel. Fax: +43-1-3121118  
Mobil: +43-676-3121046  
Email: office@magnatech.at

Wien, 16.3.2020

Sehr geehrter Herr Titov!

Unsere Experten, die das Wissen der von Ihnen Unternehmen entwickelten Produkte im Detail analysieren haben, weisen auf die Dringlichkeit und Aktualität der durchgeführten Forschungen hin und bestätigen die Integrität der Anwendungsbereiche. Ich bin mir sicher, dass die entwickelte Ausstattung und Technologie die Qualität der Identifizierung erhöhen wird, die in verschiedenen Schritten der Industrie verwendet werden.

Unsere Unternehmen haben von Interesse an der Umsetzung dieser Technologie in einem eigenen Produktionsunternehmen und für bereit, die Frage der Zusammenarbeit in Richtung der Entwicklung der Produkte, die die vorliegenden Ziele in der ECT und anderen zu prüfen.

Wir freuen uns, Sie zu begrüßen.  
Michael Leisnerberger  
Michael Leisnerberger

Wien, 16.3.2020

Sehr geehrter Herr Titov!

Unsere Experten, die das Wissen der von Ihnen Unternehmen entwickelten Produkte im Detail analysieren haben, weisen auf die Dringlichkeit und Aktualität der durchgeführten Forschungen hin und bestätigen die Integrität der Anwendungsbereiche. Ich bin mir sicher, dass die entwickelte Ausstattung und Technologie die Qualität der Identifizierung erhöhen wird, die in verschiedenen Schritten der Industrie verwendet werden.

Unsere Unternehmen haben von Interesse an der Umsetzung dieser Technologie in einem eigenen Produktionsunternehmen und für bereit, die Frage der Zusammenarbeit in Richtung der Entwicklung der Produkte, die die vorliegenden Ziele in der ECT und anderen zu prüfen.

Wir freuen uns, Sie zu begrüßen.  
Michael Leisnerberger  
Michael Leisnerberger

## IHK Saarland GmbH (Deutschland)

**IHK Saarland**

Besuch einer Delegation aus dem Gebiet Lipetz in der IHK Saarland am 27.06.2019

Am 27. Juni 2019 hat der Generaldirektor der Gesellschaft mit beschränkter Haftung (OOO) „NPP Sistemy“, Sergei Sergeevich Titov, das Projekt „Entwicklung der Technologie und innovativer Ausrüstung für asymmetrische Induktionserwärmung von Metallergüssen mit einer diskreten Querschnittfläche“ im Rahmen einer Arbeitskonferenz mit anschließender Unterzeichnung einer Absichtserklärung für eine weitere Zusammenarbeit zwischen der Industrie und Handelskammer des Saarlandes und des Gebietes Lipetz, die in Saarbrücken (Deutschland) stattgefunden hat, präsentiert.

Selbst der deutschen Delegation der Industrienternehmer wurde bemerkt, dass die Einführung dieser Innovation in die bestehenden technologischen Verfahren zur Herstellung von Metallgüssen ein großes Potenzial bietet. Außerdem wurde Interesse an der Zusammenarbeit bei der Umsetzung des Projekts in den deutschen Märkten, einschließlich der technologischen Partnerschaft und der weiteren Förderung innovativer Produkte von OOO „NPP Sistemy“ bekundet.

Director of International Department IHK Saarland  
Oliver Groll

## Eurozement Group

**Eurozement**

АО «Евроцемент»  
г. Липецк, ул. Пушкина, д. 13, корпус 2, пом. А  
Тел.: +7 (904) 690-26-01  
Генеральный директор  
Г-ну Титову С.С.

Уважаемый Сергей Сергеевич!

В ответ на Ваше информационное письмо хочу отметить, что наше предприятие «Евроцемент» является частью международного промышленного холдинга «EUROCEMENT group», который входит число крупнейших частных мировых цементных компаний, объединяя ряд цементных заводов в России и за рубежом, а также заводов по производству бетона, ЖБИ, карьеры со добычей природных материалов.

В последнее время имеет место тенденция роста требований к уровню качества мелочей шпоров, используемых для возведения в шпоровых мелочах (в т.ч. при разрыве скрепера). В 2016 г. вышел Межгосударственный стандарт ГОСТ 7524-2015 «Шпоре мелочей стальные для шпоровых мелочей. Технические условия», в котором, по сравнению с ГОСТ 7524-89, вводится понятие объема твердости.

В этой связи следует отметить, что реализация ООО «НПП Системы» проекта в направлении создания индукционного электрофизического (прямого преобразования энергии электромагнитного поля в объеме нагреваемого изделия) оборудования непрерывного действия, обеспечивающего симметричный на заданную глубину (за счет изменения рабочей частоты тока индуктора в диапазоне 30-60 кГц) нагрева (диапазон регулирования выходного тока индукционного преобразователя 400-2000 А) под термостатом (до заданных температур 800-900 °C) изделий параболонной формы без окисления и обезуглероживания (скорость нагрева составляет 80-125 °C/сек) исключительно актуальна для ряда отраслей

2

промышленности, в частности в массовых производственных мелочах тел для шпоровых мелочей, применяемых на цементных заводах.

Металлические шпоре, утвержденные по разработкой Вашей предприятием технологии на базе инновационного оборудования, могут быть рассмотрены со стороны нашего предприятия. Как следствие, мы готовы рассмотреть возможность их применения в случае соответствия шпоре ГОСТ 7524-2015 (IV и V группа твердости).

Генеральный директор  
И.М. Зыкин

И.М. Зыкин

## АО „ОЕМК“

**Металлоинвест**  
ОАО

Адрес: 390021, Россия, г. Липецк, ул. Пушкина, д. 13, корпус 2, пом. А  
Тел.: +7 (904) 690-26-01  
Генеральный директор  
Г-ну Титову С.С.

Уважаемый Сергей Сергеевич!

В ответ на Ваше письмо сообщаем следующее. Компания ООО «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», ведущий производитель и поставщик металлопродукции и металлообрабатывающего завода (ГМК) на мировом рынке, один из региональных производителей высококачественной стали, реализует проект по строительству шпорового стана на Осиповском электрометаллургическом комбинате. Строительство собственного шпорового стана позволит снизить зависимость от основных производителей и поставщиков мелочей шпоров, что повысит эффективность деятельности Компании.

Проект ООО «НПП Системы» под названием «Разработка технологии и инновационного оборудования индукционного осясимметричного нагрева металлоизделий с дисперсионной плазмой поперечного сечения» представляет несомненный интерес и актуален в части повышения уровня качества мелочей стальных шпоров.

Отмечая важность использования предлагаемой технологии для достижения скорости процесса нагрева, порядка 125 °C/сек, и его равномерности воздействия на шпоре с учетом наличия наклона управления глубины прогрева (объемная твердость в соответствии с ГОСТ 7524-2015). При успешной реализации стадии проекта в части разработки прототипа указанного оборудования наше предприятие готово рассмотреть варианты сотрудничества в направлении его использования.

Главный инженер  
КА. Чернов

## Administration Region Lipetz

**ГЛАВА АДМИНИСТРАЦИИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

2019.11.2019  
И.П. Артемьев

Уважаемый Виктор Феофанович!

Настоящим письмом сообщаем, что в Липецкой области реализуется инновационный проект «Разработка технологии и инновационного оборудования индукционного осясимметричного нагрева металлоизделий с дисперсионной плазмой поперечного сечения» компании ООО «НПП Системы» - участника проекта создания и обеспечения функционирования Инновационного центра «Сколково».

Администрация Липецкой области отмечает высокую потенциал инновационных эффектов от коммерциализации указанного проекта в регионе, а также наличие потребности в разработках и производстве со стороны промышленных предприятий РФ и ЕС (в т.ч. Германии), а также реализации в Липецкой области основной промышленной площадки Группы компаний ИИМБ, в одном из инновационных кластеров международного промышленного холдинга «Евроцемент групп» - потенциальных потребителей продукции ООО «НПП Системы».

Принимая во внимание (в т.ч. микро- и мини-гранты) поддержку разработчиков инновационного проекта ООО «НПП Системы» со стороны Инновационной организации Фонда развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий.

Со своей стороны администрация Липецкой области провозглашает оказывать активную поддержку ООО «НПП Системы» в направлении коммерциализации разработываемого инновационного проекта.

Глава администрации Липецкой области  
И.П. Артемьев

# 16 PROJEKTEAM (SCHLÜSSELFIGUREN)



**TITOV SERGEY**

**Founder CEO/Generaldirektor/**

Projektleiter - Dr.-Ing., Autor der Projektidee; leitet ein Projektteam, das in der Startup Tour 2019 gewonnen, den 2. Platz in der Sektion Startup Village 2019 belegt und in den anderen Innovationswettbewerben teilgenommen hat. Entwickler einer Strategie zur Organisation des Verkaufs der ersten Produktcharge im Jahr 2019 - einer Charge von Kugeln mit einem Durchmesser von bis zu 20 mm, gehärtet gemäß der entwickelten Technologie. Ausbildung unter Anleitung von McKincey & Co-Spezialisten (auch in Deutschland). Verantwortlich für die Entwicklung und Umsetzung der Entwicklungsstrategie des Unternehmens; die Gesamtführungsaufgabe in der produktionswirtschaftlichen Tätigkeit des Unternehmens; die Interaktion mit den externen Handelspartnern; die Organisation der Arbeit im Betrieb, gezielt auf die effektive Zusammenwirkung aller Funktionsbereiche des Unternehmens; sonstige Fragen.



**BEZDENESHNYCH DANIIL**

**CTO / Chefingenieur /**

Dr.-Ing., verantwortlich für das komplette Management des technischen Teils der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für das Projekt; Entwicklung der Projekt-, Arbeits- und As-Built-Dokumentation; Suche und Entwicklung von den technischer Lösungen in Rahmen des Projekts; Berechnungen der Kostenkalkulationen beim Bewerten der technischen Aspekte für die Umsetzung des Projekts; Inbetriebnahme und Einrichten der Ausrüstung.



**MESCHERYAKOV VICTOR**

**CRO / wissenschaftlicher Projektleiter /**

Doktor der Technischen Wissenschaften. Betreuung von über 17 Forschungs- und Entwicklungsprojekten, Autor von über 70 russischen und ausländischen Patenten, über 350 veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten. Verantwortlich für technische Beratung im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten; Suche und Analyse von Informationen zu speziellen wissenschaftlichen und technischen Fragen; Analyse der erzielten praktischen Ergebnisse usw.



**KOFANOV ALEXANDER**

**CMO / Bereichsleiter Entwicklung /**

Verantwortlich für die Zusammenfassung der Information über Trends auf dem Kernmarkt (Benchmarking); Suche nach potenziellen Geschäftspartner; Analyse von Präsentationsmaterialien für die Zusammenarbeit mit den potenziellen Geschäftspartnern im Bereich Produktvertrieb usw.; Organisation von Geschäftstreffen im Rahmen des Projekts; Beratung im Rahmen der Zusammenarbeit mit den Administrationsvertretern verschiedener Ebenen.



**KOVALENKO OLEG**

**TO / Specialist in metal physics /**

Kompetenz auf dem Gebiet der Materialwissenschaft, einschließlich der Metallphysik. Verantwortlich für die technologischen der Wärmebehandlung von Metallprodukten mit diskreter Querschnittsfläche. Autor von mehr als 15 wissenschaftlichen und technischen Publikationen in den führenden Fachpublikationen der Russischen Föderation.



**SYSTEM<sup>48</sup>**

innovation as a style of thinking