MASTERARBEIT/ MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit/ Title of the Master Thesis

Verwendung von SST-Apps im Gesundheitswesen:

eine Analyse im Sprachenpaar Russisch-Deutsch

verfasst von/ submitted by

Aryuna Dorzhieva, BA

angestrebter akademischer Grad/ in partial fulfillment of the requirements for the degree of

Master of Arts (MA)

Wien, 2017/ Vienna 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt/ degree programme code as it appears on the student record sheet:	A065 331 342
Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet:	Masterstudium Dolmetschen Deutsch Englisch
Betreut von/ Supervisor:	Univ.-Prof. Mag. Dr. Mira Kadrić-Scheiber

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Erstellung dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

Danken möchte ich in erster Linie meiner Betreuerin Univ.-Prof. Mag. Dr. Mira Kadrić- Scheiber für Ihre Geduld, wichtige Denkanstöße und konstruktive Kritik bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Bartholomäus Wloka, MSc für seine fachliche Beratung und Hilfe bei der Recherche.

Mein tiefer Dank geht auch an meine Freunde und Studienkollegen, die während meines gesamten Studiums ihre Unterstützung anboten und für meine Sorgen stets ein offenes Ohr hatten.

Nicht zuletzt möchte ich meinem Freund danken, der mich immer wieder ermutigt und durch zahlreiche konstruktive Kritik beim Diskutieren der in dieser Masterarbeit angesprochenen Themen einen wesentlichen Beitrag geleistet hat.

Abschließend möchte ich meinen Eltern Soelma und Vladislav Dorzhiev danken, wie auch meiner ganzen Familie, für ihre unendliche Liebe und Unterstützung.

Унэн зурхэнһоо тандаа баяр хургэнэб!

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 2

0. EINLEITUNG 4

1. GRUNDLAGEN 6

1.1. Was ist Speech-to-Speech Translation? 6

1.2. Anwendungsbereiche der SST 7

1.3. Geschichte der Entwicklung der Speech-to-Speech Translation 8

1.3.1. Historische Vorentwicklung 8

1.3.2. Anfänge der Maschinellen Übersetzung 9

1.3.3. Entwicklung der Maschinellen Übersetzung ab 1970-1989 10

1.3.4. Relevante Projekte der SST 12

1.3.5. Aktuelle Entwicklungen und state-of-the-art 14

2. ARCHITEKTUR EINES SPEECH-TO-SPEECH TRANSLATION SYSTEMS 17

2.1. Automatische Spracherkennung 17

2.1.1. Geschichte der Spracherkennung 17

2.1.2. Ziele und Funktionsweise der Spracherkennung 18

2.1.3. Herausforderungen bei der Spracherkennung 20

2.2. Maschinelle Übersetzung 20

2.2.1. Regelbasierte Ansätze 21

2.2.1.1. Direkter Ansatz 22

2.2.1.2. Indirekter Ansatz 23

a. Transfer 23

b. Interlingua 24

2.2.2. Statistikbasierte Ansätze 25

a. Wortbasierte statistische Systeme 26

b. Phrasenbasierte statistische Systeme 27

2.2.3. Regelbasierte und statistikbasierte Systeme im Vergleich 27

2.2.4. Beispielbasiere Systeme 28

2.2.5. Kontextbasierte Systeme 29

2.2.6. Hybride Systeme 29

2.2.7. Neuronale Systeme 30

2.3. Sprachsynthese 30

3. DOLMETSCHEN IM GESUNDHEITSWESEN 34

3.1. Speech-to-Speech Translation im Gesundheitswesen 35

4. EXPERIMENT 38

4.1. Überblick ... **38**
4.2. Methodik der durchgeführten Evaluierung ... **39**
4.3. Forschungsfragen ... 40
5. EIGENSCHAFTEN DER SST-APPS ... 42
5.1. Yandex Translate ... **42**
5.1.1. Technischer Hintergrund ... **42**
5.1.2. User Interface ... **42**
5.1.3. Hauptmerkmale ... **46**
5.2. Microsoft Translator ... **47**
5.2.1. Technischer Hintergrund ... **47**
5.2.2. User Interface ... **47**
5.2.3. Hauptmerkmale ... **51**
5.3. Google Translate ... **53**
5.3.1. Technischer Hintergrund ... **53**
5.3.2. User Interface ... **53**
5.3.3. Hauptmerkmale ... **57**
6. TESTDIALOGE ... 59
6.1. Dialog I ... **59**
6.1.1. Überblick ... **59**
6.1.2. Analyse und Transkription ... **59**
6.2. Dialog II ... **65**
6.2.1. Überblick ... **65**
6.2.2. Analyse und Transkription ... **65**
6.3. Dialog III ... **72**
6.3.1. Überblick ... **72**
6.3.2. Analyse und Transkription ... **72**
7. DISKUSSION DER ERGEBNISSE ... 80
7.1. Diskussion der Ergebnisse der Fehleranalyse ... **80**
7.2. Kritik des eigenen Vorgehens ... **82**
8. SCHLUSSFOLGERUNG ... 83
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS ... 87
BIBLIOGRAPHIE ... 88
ANHANG ... 92

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Aufbau der automatischen Spracherkennung (Lee 2016: 623) 18

Abbildung 2: Dreieck nach Vauquois (Vauquois 1968: 254−260) 21

Abbildung 3: Funktionsweise des direkten MÜ-Systems (Hutchins 1992) 22

Abbildung 4: Transfermodell mit zwei Sprachpaaren (Hutchins 1992) 24

Abbildung 5: Interlingua-Ansatz (Carstensen et al. 2009) 25

Abbildung 6: Architektur eines TTS-Systems (Lee 2015: 628) 31

Abbildung 7: Zugriff der App auf weitere Instrumente, Yandex Translate 3.01 43

Abbildung 8: Visuelle Übersetzung, Yandex Translate 3.01 43

Abbildung 9: Offline-Übersetzung, Yandex Translate 3.01 43

Abbildung 10: Startbildschirm der App, Yandex Translate 3.01 44

Abbildung11:Verlaufsgeschichte und Favorites- Funktion, Yandex Translate 3.01 44

Abbildung12: Funktion der Offline-Übersetzung, Yandex Translate 3.01 45

Abbildung13: Einstellungen, Yandex Translate 3.01 45

Abbildung14: Funktion About, Yandex Translate 3.01 45

Abbildung15: Funktion Feedback, Yandex Translate 3.01 45

Abbildung16: Funktion Help, Yandex Translate 45

Abbildung17: Informationen zum Datenschutz, Microsoft Translator 3.0.25 48

Abbildung18: Startbildschirm der App, Microsoft Translator 3.0.25 48

Abbildung19: Zugriff der App auf das Mikrofon und Kamera, Mikrosoft Translate 3.0.25 48

Abbildung 20: Zulassung der App auf Aufnahme der Bilder und Videos, Microsoft Translator 3.0.25 48

Abbildung 21: Information zur Nutzung der Kamera durch die App, Microsoft Translator 3.0.25 48

Abbildung 22: Konversationsmodus, Microsoft Translator 3.0.25 49

Abbildung 23: Funktion der Unterhaltung mit mehreren Menschen, Microsoft Translator 3.0.25 49

Abbildung 24: Sprachführer, Microsoft Translator 3.0.25 49

Abbildung 25: Menü der App, Microsoft Translator, 3.0.25 50

Abbildung 26: Einstellungen der App, Microsoft Translator 3.0.25 50

Abbildung 27: Liste von Offline-Sprachen, Microsoft Translator 3.0.25 50

Abbildung 28: Zugriff der App auf andere Instrumente und Programme, Google Translate 5.10.0. 54

Abbildung 29: Auswahl der Sprachenpaar, Google Translate 5.10.0 54

Abbildung 30: Startbildschirm der App, Google Translate 5.10.0 54

Abbildung 31: Funktion der Handschrifteingabe, Google Translate 5.10.0 55

Abbildung 32: das Menü der App, Google Translate 5.10.0 55

Abbildung33: Funktion Tap-to-Translate, Google Translate 5.10.0 55

Abbildung 34: Funktion der Spracheingabe, Google Translate 5.10.0 55

Abbildung 35 Verwendung der Daten, Google Translate 5.10.0 56
Abbildung 36: Wortschatz der App, Google Translate 5.10.0 56
Abbildung 37: Hilfe- Funktion, Google Translate 5.10.0 56

0. EINLEITUNG

In einer zunehmend stark international vernetzten Welt spielt die Fähigkeit, über die Sprachbarrieren miteinander zu kommunizieren, eine zunehmend bedeutsame Rolle. Gleichzeitig wird das Sprachenlernen als zeitaufwändig und allgemein als mühsam und anstrengend empfunden. Aus diesem Grund besteht ein starker Bedarf an maschinellen Dolmetschsystemen, welche die transkulturelle Kommunikation kostengünstig unterstützen sollen.

Im Bereich der maschinellen Dolmetschsysteme wurden im vergangenen Jahrzehnt signifikante Fortschritte erzielt, was der Verbesserung der Spracherkennung und maschinellen Übersetzungstechnologien sowie der schnellen Verbreitung von mobilen Geräten zuzuschreiben ist.

Im letzten Jahrzehnt finden moderne maschinelle Dolmetschsysteme in verschiedenen Bereichen eine zunehmend breite Anwendung. Diese Tendenz ist auch im Bereich der Medizin zu beobachten. Beispielsweise sind die europäischen Länder seit einigen Jahren mit nie zuvor gesehenen Flüchtlingswellen konfrontiert, welche eine enorme Belastung auf gesundheitlichen Einrichtungen verursacht hat. Darüber hinaus steigt der Medizintourismus sehr intensiv an. Laut veröffentlichten Schätzungen werden allein in Österreich 7000 bis 10.000 ausländische Patienten im Jahr behandelt. In Situationen, in der DolmetscherInnen nicht verfügbar sind, beziehungsweise die Kosten für den Sprachendienst zu hoch sind, ist die Anwendung von Dolmetsch-Apps eine potentielle Alternative. Moderne Dolmetsch-Apps können Ärzten, Krankenschwestern und anderen Mitarbeitern im medizinischen Bereich einen sofortigen Zugang zum einfachen benutzerfreundlichen und genauen Dolmetschen bei routinemäßigen Patientenkontakten ermöglichen. Dies könnte Sicherheit und Pflegequalität für Patienten, die eine andere Sprache als das Gesundheitspersonal sprechen, erheblich verbessern.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Thema *Speech-to-Speech Systeme* (SST) und deren Anwendung im medizinischen Bereich. Darüber hinaus wird im Rahmen dieser Arbeit ein Vergleich und Analyse der Leistung von drei SST-Apps: Yandex Translate, Microsoft Translator und Google Translate im Sprachenpaar Russisch-Deutsch durchgeführt.

Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich mit den theoretischen Grundlagen. Hier werden die wichtigsten Begriffe anhand relevanter dolmetschwissenschaftlicher und sprachtechnischer Literatur definiert. Des Weiteren werden wesentliche Meilensteine in der geschichtlichen Entwicklung des maschinellen Dolmetschens betrachtet. Zunächst werden einige wichtige Pionierprojekte der Speech-to-Speech Translation sowie aktuelle Entwicklungen dargestellt, um die technologischen Fortschritte in diesem Bereich nachverfolgen zu können. Darüber hinaus werden unterschiedliche Ansätze der maschinellen Übersetzung vorgestellt.

Kapitel 3 beleuchtet das Thema des Dolmetschens im Gesundheitswesen beziehungsweise die Verwendung von SST-Systemen. Kapitel 4 bietet eine Beschreibung des durchgeführten Experiments, wobei auf die Methode der Implementierung näher eingegangen wird und die Forschungsfragen formuliert werden.

Kapitel 5 widmet sich verschiedenen Charakteristika der untersuchten Apps, wie technischer Hintergrund, User Interface und Hauptmerkmale. Im Kapitel 6 wird die Leistung von Yandex Translate, Google Translate und Microsoft Translator mit Hilfe von Dialogen mit gesundheitlichem Kontext mittels einer Fehleranalyse bewertet.

Anschließend setzt sich Kapitel 7 mit der Schlussfolgerung und Beantwortung von Forschungsfragen auseinander.

1. GRUNDLAGEN

Dieses Kapitel widmet sich der Aufarbeitung der theoretischen Grundlagen der Speech-to-Speech Translation. Es werden die wichtigsten Termini zu diesem Thema definiert, gefolgt von einem Überblick über die Geschichte der Entwicklung des maschinellen Dolmetschens sowie einige Pionierprojekte und neuste Entwicklungen in diesem Bereich.

1.1. Was ist Speech-to-Speech Translation?

Heutzutage ist eine direkte Kommunikation mit Bild und Ton möglich, unabhängig davon wie groß die Distanz zwischen den Kommunizierenden ist. Die gesprochene Sprache ist die natürlichste Art der Kommunikation, aber nur wenn zwei Parteien eine gemeinsame Sprache sprechen. Wenn dies nicht der Fall ist, stellt sich ein Problem, welches durch Speech- to-Speech Translation kostengünstig gelöst werden soll.

Speech-to-Speech Translation (SST), im deutschsprachigen Raum häufig auch *maschinelles Dolmetschen* genannt, ist eine Technologie, die eine gesprochene Äußerung in einer Sprache in eine andere Sprache umwandelt. Ein SST-System ist mit einem Audiointerface ausgestattet, wobei es die gesprochene Äußerung des Redners aufnimmt und die gesprochene Übersetzung an den Zuhörer wiedergibt. Die Verdolmetschung wird durch auf dem Computer oder Smartphone installierte Software oder Applikation umgesetzt. Moderneste Technologie ermöglicht ein vollständiges Dolmetschen und befasst sich mit der kontinuierlichen Rede beziehungsweise soll natürlichen Klang, hohe Verständlichkeit und eine menschliche Sprachqualität haben (Lee 2015: 619; Fünfer 2013:13).

Paulik (2010) unterscheidet zwischen Speech-to-Speech Translation (SST) und Spoken Language Translation (SLT). Im Rahmen der SST werden häufig zwei Begriffe verwendet: Speech-to-Speech Translation und Übersetzung von gesprochener Sprache (eng. spoken language translation). SST konzentriert sich eher auf die Sprachausgabe als auf den Text, die mit Hilfe von Sprachsynthese erreicht werden kann. SLT bezieht sich auf die Übersetzung der gesprochenen Sprache im Alltag, die oft Füllwörter, Wiederholungen und Selbstkorrekturen enthält (Paulik 2010: 11).

Ein SST-System ist eine Software, die freie ununterbrochene Rede in verschiedenen Sprachen nahezu simultan dolmetscht. Die übersetzte Ausgabe soll menschlich klingen und eine natürliche Sprachmelodie nachahmen. Eine der populärsten SST-Apps ist Google Translate, das zwischen mehr als 90 Sprachen übersetzt. Im Rahmen dieser Arbeit werden drei SST-Apps, Yandex

Translate, Google Translate und Microsoft Translator, anhand von drei Dialogen im medizinischen Kontext getestet.

1.2. Anwendungsbereiche der SST

Die Entwicklung der SST nutzt Ergebnisse der Forschungsbereiche der Sprachverarbeitung, Spracherkennung und der künstlichen Intelligenz. Die Aufgabe eines SST-Systems besteht darin, eine sprecherunabhängige kontinuierliche Sprache mit umfangreichem Wortschatz zu erkennen und zu verstehen. Es muss korrektes Dolmetschen liefern, beziehungsweise angemessen artikulierte Audioausgabe in Echtzeit produzieren. SST-Systeme können in verschiedenen Bereichen des Lebens angewendet werden.

In der Geschäftskommunikation wird sehr häufig Telekommunikation benötigt. Ein in das Telefonsystem integriertes SST-System ist eine Mehrwertleistung. Es ermöglicht einen interaktiven gesprochenen Dialog, der für effektive Verhandlungen und Entscheidungstreffen vom Vorteil ist. Ein SST-System für mehrere Sprachen hilft kleinen Unternehmen und Organisationen kosteneffizient internationale Kontakte zu knüpfen.

Vor allem sind Militär- und Sicherheitsanwendungsbereiche eine wichtige treibende Kraft für die Entwicklung der Sprachübersetzungstechnologien. Beispielsweise wurde SST-Software für das Sprachpaar Englisch-Arabisch entwickelt, um US-amerikanische Militäroperationen im Nahen Osten zu unterstützen. Es hat den Soldaten und den Ärzten geholfen mit Zivilisten zu kommunizieren, als menschliche Dolmetscher nicht verfügbar waren (vgl. Lee 2015:619). Ähnliche Systeme werden auch für die Friedenmissionen der Vereinten Nationen in verschiedenen Ländern genutzt.

Eine weitere populäre Anwendung der SST-Systeme ist die Unterstützung von Touristen im Ausland. In den meisten Fällen sind die Übersetzungen auf Standardaussagen beschränkt, die von Dialog-Korpora und Interaktionen in touristischen Situationen extrahiert wurde. Die aktuellste Forschung gilt den SST-Systemen, die mit "spontaner Sprache" umgehen können (vgl. Hutchins 2015:132). Darüber hinaus werden auch zahlreiche SST-Systeme für den medizinischen Bereich entwickelt.

Zunehmende Globalisierung und Einwanderung in Europa und in die USA hatten eine zunehmende Anforderungen in fremdsprachiger Kommunikation in medizinischen und staatlichen Einrichtungen zufolge. Beispielsweise hat Spoken Translation Inc. (STI) ein kommerzielles System mit hoher Genauigkeit und umfassender linguistischer und thematischer Abdeckung erarbeitet. Das System soll den nicht englischsprachigen Patienten helfen, mit den Ärzten, Krankenschwestern und anderem medizinischen Personal in Englisch zu kommunizieren (vgl. Dillinger/Seligman 2006: 1).

Auch im Bildungsbereich kommen SST-Systeme zum Einsatz. 2005 wurde das Projekt *the Lecture Translator* vom Karlsruher Institut für Technologie und Carnegie Mellon University umgesetzt. Das System transkribiert Texte und dolmetscht Reden von deutschsprachigen Professoren ins Englische, Spanische oder Französische in Echtzeit (vgl. Fügen/Waibel 2007:1).

Die Erfindung des Smartphones hat unsere Einstellung zu mobilen Geräten radikal verändert (vgl. Lee 2015:619). Ein Smartphone ist eine gute Plattform für den Einsatz und die Popularisierung der SST wegen seiner Benutzerfreundlichkeit, hoher Portabilität und großflächiger Anwendung. Ein Smartphone mit einer Übersetzungsfunktion wird dem Benutzer eine stärkere Kommunikationsfähigkeit und erweiterten Zugang zu Informationsquellen ermöglichen. Auch bei einer Reise ins Ausland sind Menschen in der Lage mit Hilfe von Smartphones und SST Apps „natürlich“ mit den Einheimischen zu kommunizieren. Des Weiteren kann ein SST-System als Lernhilfe für den Spracherwerb benutzt werden.

1.3. Geschichte der Entwicklung der Speech-to-Speech Translation

Im Folgenden wird ein Überblick über die wichtigsten Meilensteine in der Entwicklung der MÜ gegeben sowie die relevantesten und neuste Projekte im Bereich der SST beleuchtet.

1.3.1. Historische Vorentwicklung

Die Entwicklung der Komponenten eines SST-Systems, die automatische Spracherkennung (ASR), die maschinelle Übersetzung (MÜ) und die Sprachsynthese erfolgten unabhängig voneinander.

Die ersten Ideen, die mit der MÜ in Zusammenhang gebracht werden können, reichen bis ins 17. Jahrhundert zurück. Eine davon ist ein Konzept einer universellen Sprache, der sogenannten mechanischen Wörterbücher. Trotz dieser Bemühungen ergaben sich erst am Anfang des 20. Jahrhunderts die ersten realistischen Möglichkeiten MÜ umzusetzen. Im Jahr 1933 wurde ein Patent in Russland und Frankreich an George Artsrouni und Petr Smirnov- Trojanskij erteilt.

Das Patent von Artsrouni war eine universelle Übersetzungsmaschine, die als ein mechanisches multilinguales Wörterbuch fungieren konnte. Trojanskij hat ein Gerät patentiert, welches ebenso universell einsetzbar war und als mechanisches multilinguales Wörterbuch agieren konnte, ging aber dabei einen Schritt weiter und beschrieb den gesamten Übersetzungsprozess auf Basis universeller Symbole (Esperanto-basiert), die für die Kodierung und Auslegung grammatischer Funktionen nötig sind (vgl. Hutchuns 2003: 1; Schwanke 1991: 69).

Ein wesentlicher Impuls für die Weiterentwicklung der MÜ wurde im Jahr 1946 gesetzt, durch die Zusammenarbeit von britischem Kristallograph und Leiter des Rechenzentrums der Universität London Andrew Booth und Warren Weaver, Vizepräsident der Rockefeller Foundation.

Booth suchte damals die Möglichkeit zur Finanzierung eines neuen Großrechners für seine Universität, dazu war es wichtig neue sinnvolle Aufgaben für eine solche Anlage zu finden, um das Interesse der amerikanischen Förderinstitutionen zu wecken (vgl. Schwanke 1991: 64). Booth und Weaver entwickelten eine Idee der MÜ, die auf einem Wörterbuchvergleich basierte. 1948 wurde ein erstes Übersetzungssystem durch Booth und R.H. Richens vorgestellt, welches sich nicht nur auf Wort-für-Wort Übersetzungen beschränkte, sondern durch den Vergleich von Wortstämmen und Wortendungen im beschränkten Umfang Sätze syntaktisch analysieren konnte (vgl. Krenz/Ramlow 2008:16).

1.3.2. Anfänge der Maschinellen Übersetzung

Das berühmte Weaver Memorandum von 1949 gilt als die Geburtsstunde der automatischen Übersetzungssysteme. In diesem Memorandum wurden verschiedene Methoden der MÜ vorgestellt beziehungsweise wie man diverse Probleme der MÜ lösen kann, zum Beispiel die Ambiguität von zu übersetzenden Wörtern. Laut Weaver konnte das Problem der Mehrdeutigkeit von Wörtern durch das Hinzufügen eines ausreichenden Kontexts gelöst werden (Hutchins 2003:2; Schwanke 1991:65).

In der 50er Jahren wurden drei Grundansätze der MÜ entwickelt. Der erste Ansatz war das Model der direkten Übersetzung „direct translation", in der die Übersetzung von AT in die ZT mit minimaler Analyse und syntaktische Umstrukturierung erfolgte. Eine weitere Methode war das sogenannte Interlingua Model, welches auf eine Zwischensprache mit abstrakten Repräsentationen basierte. Die Transfer-Methode zählt zu den klassischen Methoden mit drei Schritten: Analyse, Transfer, Generierung oder Synthese (vgl.Hutchins 2015:121).

Das Weaver Memorandum hatte zur Folge, dass eine zunehmende Anzahl von Forschern in den USA sich für dieses Thema interessierte, so dass entsprechende Forschungsgruppen gegründet wurden. Zu den wichtigsten dieser Zeit gehörten die Forschungsgruppen aus Massachusetts Technical University, National Bureau Standards, sowie RAND Corporation aus Santa Monica. Diese beschäftigten sich mit dem Problem der Mehrdeutigkeit von Wörtern und der Frage, wie viel Kontext notwendig ist, um dieses Problem zu lösen (vgl. Schwanke 1991:65).

1954 wurde das erste Übersetzungssystem der Forschungsgruppe der University of Georgetown präsentiert. Dieses System übersetzte Russisch und Englisch und verfügte über ein Vokabular von nur 250 Wörtern und 6 Grammatikregeln. Aus wissenschaftlicher Sicht war es kein großer Erfolg, dennoch war es beindrückend genug, um eine große Menge an Fördergelder anzuziehen und ein starkes Interesse an Übersetzungssystemen, vor allem, in der Sowjetunion zu wecken. Beispielsweise wurde an der Universität der Feinmechanik die Forschung zur Übersetzung

aus dem Russischen ins Englische unter Leitung von D.Y Panow geführt. Diese Forschung hat jedoch aufgrund des Mangels an Computereinrichtungen keinen großen praktischen Erfolg erzielt. Eine weitere Variation der Interlingua-Methode wurde am Steklow- Institut für Mathematik entwickelt. Als Ergebnis wurde ein Ansatz basierend auf 6 Ebenen (phonetische, phonemische, morphemische, oberflächlich syntaktische, tief syntaktische und semantische) mit einem starken Fokus auf lexikographischen Aspekten der Interlingua entwickelt. Ebenso im asiatischen Raum, zum Beispiel an der Kyushu Universität in Japan und am chinesischen Zentrum für Sprachwissenschaft als auch am Institut für Computing Technologie, wurde Forschung im Bereich der maschinellen Übersetzung betrieben.

In den 50er und 60er Jahren wurde der Bereich der MÜ intensiv erforscht, dank der Entwicklungen in der Informatik und in der formalen Sprachwissenschaft, was eine wesentliche Qualitätsverbesserung zufolge hatte (vgl. Hutchins: 1986:224; Chan 2015:24). Jedoch kamen diese Forschungsaktivitäten mit der Veröffentlichung des sogenannten Automatic Language Processing Advisory Committee Berichts (ALPAC) zehn Jahre lang fast vollständig zum Stillstand.

Das ALPAC untersuchte verschiedene Aspekte der MÜ-Forschung wie zum Beispiel die grundsätzliche Notwendigkeit von MÜ-Systemen und ihre Brauchbarkeit. Man kam zum Schluss, dass MÜ nicht kostengünstiger als menschliche Übersetzung ist, folglich sei eine weitere MÜ-Forschung nicht zielführend. Das Urteil des Berichts lautete: „no immediate or predictable prospect of machine translation“(ALPAC 1966). MÜ-Systeme hätten noch einen wesentlichen Nachteil: Sie brauchten noch eine Post-Editing-Phase bevor die Ergebnisse repräsentabel waren (vgl. Hutchins 2003: 3; Schwanke 1991:65, Schäfer 2002:22). So sah das Komitee keine Notwendigkeit für weitere Investitionen in die MÜ-Forschung. Stattdessen hat das Komitee vorgeschlagen, weitere maschinelle Hilfsmittel für Dolmetscher wie automatische Wörterbücher zu entwickeln und die Unterstützung der Grundlagenforschung im Bereich der Computerlinguistik fortzusetzen (vgl. Hutchins 2015:122).

1.3.3. Entwicklung der Maschinellen Übersetzung ab 1970-1989

Die Forschung im Bereich der MÜ ging jedoch weiter. Trotz schweren Konsequenzen aufgrund des ALPAC Berichts verlagerte sich aus den USA nach Westeuropa, Japan und Kanada. So wurde gegen Ende der 70er Jahre ein erfolgreiches Projekt METEO durch die kanadische TAUM-Gruppe entwickelt. Das System wurde nur für einen beschränkten Wortschatz und limitierte Syntax der Wettermeldungen konzipiert und ist seit 1976 erfolgreich in Betrieb.

Zu den anderen bedeuteten Forschungsprojekten zählen auch Grenobler GETA-Gruppe, die von Professor Bernard Vauquious an Universität Grenoble in 1971 gegründet wurde. Die GETA-Gruppe hat ein Interlingua-System für die Übersetzung von russischen Texten im Bereich der Mathematik und Physik ins Französische entwickelt. Die von GETA entwickelte Transfersprache hat die logischen Eigenschaften der syntaktischen Verhältnisse dargestellt. Zuerst wurde durch die syntaktische Analyse eine kontextfreie Darstellung erstellt und anschließend Abhängigkeitsbeziehungen hinzufügt und letztendlich eine Darstellung in einer Transfersprache in Form von Aussagen und Argumenten. Nach dem Ersetzen von Lexemen (Französisch) wurde die Transfersprache in die Abhängigkeitsdarstellung und dann in die Phrasenstruktur für die Generierung der französischen Sätze umgewandelt.

In den 80er Jahren wurde ein anderes experimentelles multilinguales Transfersystem SUSY in Saarbrücken entwickelt. Dieses System hat bei der Übersetzung zahlreiche Methoden wie Regeln der Phrasenstruktur, Transformationsregeln, Verwendung von statistischen Daten, Kasus- und Dependenzgrammatik verwendet. Makoto Nagao war einer der ersten Wissenschaftler, der praktische MÜ-Systeme umgesetzt hat. Zwischen 1982 und 1986 leitete er das MÜ-Projekt mit dem Ziel der Übersetzung von technischen Texten. Merkmale des MÜ- Systems waren Analyse der Kasusgrammatik, Darstellungen der Abhängigkeitsstrukturen, sowie die Entwicklung von Programmierumgebung für Grammatik. Am Ende der 80er Jahren gab es eine signifikante Steigerung der Forschungsaktivitäten im Bereich der MÜ. Große Computerunternehmen wie Toshiba, Hitachi und Fujitsu haben begonnen in MÜ- Bereich, welcher von der Regierung als wesentlicher Bestandteil der neuen Informationsgesellschaft angesehen wurde, höhere Beträge zu investieren. Obwohl die überwiegende Mehrheit von MÜ-Systemen sich auf den Transferansatz stützte, gab es auch Interlingua-Systeme wie PIVOT und Mu (vgl.Hutchins 2015:123).

Auch in der Sowjetunion stieg das Interesse an MÜ. Seit 1976 waren alle Forschungsarbeiten an der Russischen Universität für Translation in Moskau konzentriert. So wurde das System für Übersetzung aus dem Englischen ins Russische AMPAR und aus dem Deutschen ins Russische NERPA ausgebaut. Beide stützten sich auf den direkten Ansatz. Die Mehrheit der damals umgesetzten Projekte hat sich jedoch auf die Erstellung von funktionellen Systemen mit relativ niedrigem Niveau konzentriert. Bei der Erstellung dieser Systeme wurde sehr oft statistische Analyse verwendet, wobei die Errungenschaften der sogenannten Sprachstatistik Gruppe eine sehr große Rolle bei der Entwicklung der späteren kommerziellen MÜ-Systeme in Russland gespielt hat (vgl. Hutchins 2015:123).

In den USA gab es ein erfolgreiches Projekt, das trotz des ALPAC Berichts umgesetzt wurde. Das Übersetzungssystem SYSTRAN übersetzte vom Russischen ins Englische und wurde von der

US Air Force während des kalten Krieges verwendet. 1976 kaufte die Europäische Kommission eine Version von SYSTRAN für die Sprachkombination Französisch-Englisch, die bis 2010 verwendet wurde. Später wurden neue Sprachpaaren ins System integriert. Zu den anderen Übersetzungssystemen dieser Zeit gehörten CULT, das für die Übersetzung mathematischer Texte vom Chinesischen ins Englische verwendet wurde, sowie TITUS, ein System für die Übersetzung von Abstracts (vgl. Krenz/Ramlow 2008:34).

1.3.4. Relevante Projekte der SST

Die 80er Jahre wurden durch eine Kommerzialisierung der MÜ und eine Diversifizierung der Forschung in diesem Bereich geprägt. In Japan wurden zu der Zeit Übersetzungssysteme durch zahlreiche Softwareunternehmen entwickelt, die sich am meisten auf die Sprachkombination Englisch-Japanisch beziehungsweise Japanisch-Englisch konzentrierten. Bei der Mehrzahl dieser Systeme handelte es sich um Ansätze, die auf morphologische und syntaktische Analyse des Ausgangstextes beschränkt waren (vgl. Krenz/Ramlow 2008: 34).

Ende der 80er Jahre wurden die ersten SST Systeme entwickelt. Obwohl sie große öffentliche Aufmerksamkeit erregten, waren diese Systeme hinsichtlich Phonetik, Semantik, Syntax und Vokabular sehr eingeschränkt. Gesprochene Sprache ist im Vergleich zur geschriebenen Sprache viel komplexer, da sie von der Person abhängt und Selbstkorrekturen enthalten kann. Um dieser Herausforderung zu begegnen, wurden die damals entwickelten Systeme im Anwendungsbereich sehr einfach gehalten. Aufgrund des dadurch beschränkten Wortschatzes war es nicht möglich frei zu sprechen und beliebige Sätze zu bilden. So mussten SprecherInnen bestimmten Satzmustern folgen oder zur Verfügung gestellte Formulierungen wählen und diese klar, deutlich und langsam aussprechen (vgl. Waibel/Fügen 2008: 73).

Bereits 1992 wurde erkannt, dass die existierenden SST-Systeme in der Tat nur sehr bedingt brauchbar waren. Obwohl die Einschränkungen der verwendbaren Lexik- und Syntaxfolgen zu einer Verbesserung der Übersetzungsergebnisse führte, wirkte die Sprechweise der AnwenderInnen unnatürlich und machte den Einsatz solcher Systeme weitestgehend unmöglich. Daher konzentrierte man sich in der weiteren Forschung auf die Eliminierung syntaktischer Einschränkungen und auf den flexiblen Umgang hinsichtlich der Formulierungen (vgl. Waibel/Fügen 2008:74). Die erste langjährige Gruppe wurde 1986 am ATR (Interpreting Telecommunications Research Laboratories) in der japanischen Stadt Nara gegründet. ATR arbeitete an der Entwicklung von System für telefonische Anmeldungen zu internationalen Konferenzen und für telefonische Hotelreservierungen.

Zu den weiteren wichtigen Projekten dieser Zeit zählt auch das Projekt Verbmobil. Dieses war ein langfristig angelegtes, interdisziplinäres Leitprojekt im Bereich der Sprachtechnologie. Es wurde durch Professor Alex Waibel geleitet und wurde von 1993 bis 2000 durch die deutsche Regierung sowie eine Reihe von Universitäten finanziert. Das Verbmobil-System erkannte gesprochene Spontansprache, analysierte die Eingabe, übersetzte sie in eine Fremdsprache, erzeugte einen Satz und sprach ihn aus. Das Ziel von Verbmobil war eine Übersetzungshilfe in Gesprächssituationen mit ausländischen Partnern. Dies geschah in zwei Phasen. Nachdem in der ersten Phase Terminverhandlungsdialoge zwischen einem deutschen und japanischen Geschäftspartner mit Englisch als Zwischensprache verarbeitet wurden, stand in der zweiten Phase von Verbmobil die robuste und bidirektionale Übersetzung spontansprachlicher Dialoge aus den Domänen Reiseplanung und Hotelreservierung für die Sprachpaare Deutsch-Englisch und Deutsch-Japanisch im Vordergrund (vgl. Hutchins 2003:17).

Im Rahmen des C-STAR (Consortium for Speech Translation Advanced Research) wurde in der ersten Phase ein SST System für die drei Sprachen Japanisch, Englisch und Deutsch für ein kleines bis mittelgroßes Vokabular bei eingeschränkter Einsatzdomäne entwickelt. Es entstand anfangs durch die Zusammenarbeit von drei Partnern: Carnegie Mellon University/Universität Karlsruhe, ATR und die Siemens AG. Das Konsortium entwickelte sich später zu einem großen internationalen Verbund. 1999 demonstrierte die C-STAR2 ein SST System für fünf Sprachen nämlich Englisch, Japanisch, Italienisch, Koreanisch und Deutsch. Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über die wichtigsten SST Projekte (vgl. Reuse/Vollmar 2008: 99).

System	**Reference**	**Resulting accuracy**
ASURA	Morimoto, et al., 1993	Japanese to English; Japanese to German: High accuracy and good efficiency
JANUS-II	Waibel, 1996	> 70% from English, German, or Spanish to English, German, Korean, Japanese, or Spanish
SpokenLanguageTranslator	Carter, et al., 1997	English to Swedish (72%), English to French (66%), Swedish to English (62%), Swedish to French (47%), Swedish to Danish (74%), English to Danish (55%)

Sync/Trans	Matsubara, et al., 1999	82%-84.5% English to Japanese
Verbmobil	Wahlster, 2000	80% between English, German, and Japanese
EUTRANS	Pastor, et al., 2001	80%, between English, Italian, and Spanish
(NoName)	Okumura, et al., 2002	83%-87% between English and Japanese
TRIM	Ogden, 2005	Chinese to Japanese (25%), Korean to Japanese (31%), English to Japanese (56%), and English to Chinese (67%)
ATR	Nakamura, et al., 2006	750 out of 990 between English and Chinese or Japanese
MASTOR	Martins, 2009	BLEU (English to Chinese: 35; Chinese to English: 29)
IraqComm	Garreau, 2009	70%-80% between English and Arabic

Tabelle 1: Überblick über die SST Forschung
(URL:translationjournal.net)

1.3.5. Aktuelle Entwicklungen und state-of-the-art

Seit Mitte der 90er Jahre hatte die Verbreitung des Internets eine große Auswirkung auf die Entwicklung der MÜ und später auch der SST. Anfangs wurden MÜ-Software Produkte nur für die Übersetzung von Webseiten sowie von Emails entwickelt. Japanische Softwareunternehmen waren zu dieser Zeit die Vorreiter in diesem Bereich, aber bald haben auch andere Unternehmen weltweit ihre einigen online MÜ-Systeme entwickelt (vgl. Hutchins 2003:20; Lee 2015: 650).

Die Entwicklung von Babelfish, das auf SYSTRAN beruht, führte dazu, dass MÜ- Systeme großflächig verfügbar wurden. Seit 2000 wurden im Bereich der SST zunehmend Bemühungen

unternommen, um die Systeme an realitätsnahe Szenarien anzupassen. Man hat ein breiteres Spektrum von Anwendungsbereichen erforscht, wobei mehrere realistischen Redestils sowie akustische Verhältnisse in Betracht gezogen wurden.

Das SST-Projekt NESPOLE! sollte den Erstnutzern ermöglichen, Anfragen über Möglichkeiten für Wintersport in Italien auf Englisch, Chinesisch und Spanisch zu machen.

Mit TC Star (2004) und DARPA-GALE (2006) bewegte sich die MÜ Forschung in Richtung der Entwicklung von Systemen, die Texte ohne spezielle Anwendungsszenarien übertragen konnten und öffentlich zugänglich waren.

In Folge des Krieges Mittleren Osten (2003) verlagerte sich der Schwerpunkt auf arabische Sprachen. Technologien konzentrierten sich auf diesem, um US-amerikanische Militäroperationen und Sicherheitsmaßnahmen unterstützen zu können. Das von IBM entwickelte SST- System MASTOR (Multilingual Automatic Speech to Speech Translator) sowie IraqComm wurden von zahlreichen amerikanischen militärischen Einheiten benutzt um ihre Militäroperationen im Irak zu unterstützen (vgl. Lee 2015: 621).

Das Projekt *the Lecture Translator* (2005) übersetzte Texte simultan, die anschließend in gesprochener Sprache vorgetragen wurden. Das war ein gemeinsames Forschungsprojekt des Karlsruher Instituts für Technologie und der Carnegie Mellon University in Pittsburgh, USA. Die Simultanität und eine Vielfalt an Einsatzmöglichkeiten unterscheiden den Lecture Translator von anderen SST Systemen (vgl. Fügen/Waibel 2008:1). Da die Leistung von Spracherkennung und MÜ-Komponenten immer noch beschränkt ist, eignet es sich lediglich zum Einsatz in angepassten und sich wiederholenden Szenarien, wie beispielsweise, Vorlesungen. Um eine Anpassung des Systems an den Inhalt zu ermöglichen, wird der Inhalt einer Vorlesung analysiert, wobei Aspekte und Detailwissen zu einem bestimmten Thema bekannt sind (vgl. Fünfer 2013: 15).

Im Rahmen der digitalen olympischen Initiative für die neunundzwanzigsten olympischen Spiele in Beijing 2008 wurde ein Prototyp eines SST-Systems ausgebaut, um den ausländischen Touristen bei der Reisevorbereitung zu helfen. Das System umfasste Chinesisch, Englisch und Spanisch und entstand durch eine Zusammenarbeit von Carnegie Melon University, CAS-NLPR und der Universität Karlsruhe.

Das Projekt A-STAR (the Asian Speech Translation Advanced Research) wurde von mehreren Forschungsgruppen in Asien umgesetzt mit dem Ziel die Infrastruktur und standardisierte Kommunikationsprotokolle im Bereich der SST zu schaffen.

2010 wurde das A-Star Konsortium zum weltweitem U-STAR (Universal Speech Translation Advanced Research) mit 26 Mitgliedstaaten ausgeweitet (vgl. Lee 2015: 621).[1]

2011 entwickelte das Unternehmen Skype den Skype Translator (vgl. URL:skype.com 2016)[2]. Seit Dezember 2014 ist Skype Translator Review öffentlich zugänglich. Es basiert auf den Entwicklungen der tiefen neuronalen Netze (eng. deep neural networks). Die Übersetzung der Sprache erfolgt in vier Schritten. Zunächst wandelt ein neuronales Netz das gesprochene Wort in Text um. Die automatisierte Sprachkorrektur entfernt anschließend Sprachungenauigkeiten, Stottern oder Füllwörter wie "Ähms" und bereitet den Text für die Übersetzung vor. Der Skype Translator übersetzt nun anhand eines im Vorfeld trainierten neuronales Netzes in die Zielsprache und gibt sie mithilfe eines Text-to-Speech-Moduls beim Empfänger aus. Wahlweise kann die Computerstimme ausgeschaltet und der übersetzte Text auch in Form eines Untertitels angezeigt werden. Der übersetzte Text wird zudem im parallelen Chatfenster protokolliert.

Ein Update des durch den US-amerikanische Softwarekonzern Google entwickelten Übersetzungssystems Google Translate ermöglichte es, Telefonate und Dialoge in Echtzeit zu übersetzen. Der Google Translate, der entweder online, direkt über die Suchmaschine, oder auch offline genutzt werden kann, übersetzt eingegebene Texte in 75 Sprachen. Über die Spracherkennung ist eine Simultanübersetzung möglich, die jedoch stark von Aussprache, Hintergrundgeräuschen, Syntax und Semantik abhängig ist (vgl. URL:translate.google.com 2016).[3]

Eine der letzten Errungenschaften im SST-Bereich ist Microsoft Translator Speech API, ein Cloud-basiertes automatisches SST System. Es wurde 2016 ins Leben gerufen und unterstützt derzeit 53 Sprachen. Es unterstützt auch acht Sprachübersetzungssysteme, die Skype Translator und Skype for Windows Desktop und die Microsoft Translator Apps für iOS und Android (vgl. URL:microsoft.com 2016).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass maschinelle Übersetzung einen langen Weg von simplen Systemen, basierend auf direktem Ansatz, bis zu modernen neuronalen Systemen gemacht hat. Die Nachfrage nach mobilen SST-Apps, wie zum Beispiel Google Translate erfährt ständiges Wachstum. Diese SST-Apps finden ihre Anwendung in verschiedensten Lebenssituationen und es wird ständig an der Erweiterung des Sprachangebots und der Qualität gearbeitet. Ihr Potential ist bei weitem nicht erschöpft und verspricht bei weiterer Entwicklung noch größere Einsatzmöglichkeiten.

---

[1] Eine Zusammenfassung der historischen Entwicklung der MT und SST bieten Hutchins (2015) und Lee(2015)

[2] Nähere Informationen über die Funktionsweise des Skype Übersetzers auf https://www.skype.com/en/features/skype-translator/

[3] Weitere Informationen über die Funktionsweise des Google Übersetzers auf http://translate.google.com/about/intl/en_ALL/index.html

2. ARCHITEKTUR EINES SPEECH-TO-SPEECH TRANSLATION SYSTEMS

In diesem Kapitel werden die einzelnen Komponenten eines Speech-to-Speech Translation Systems und ihre Aufgaben genauer analysiert, um für die Funktionalität eines SST Systems ein grundsätzliches Verständnis zu schaffen. Ein SST-System besteht aus drei Hauptkomponenten: automatische Spracherkennung (automatic speech recognition), maschinelle Übersetzung (machine translation) und Sprachsynthese (speech synthesis). Je nach Art des SST-Systems kann die Ausgabe auch in Form von Untertiteln präsentiert werden, wie zum Beispiel bei Skype Translator oder Lecture Translator. Die Leistung von SST- Systemen hängt stark vom Erfolg der Spracherkennung ab (vgl. Fügen 2008: 15).

2.1. Automatische Spracherkennung

Die Erkennung der gesprochenen Sprache zählt zu den schwierigsten Aufgaben der Signalverarbeitung. Die Spracherkennung soll als ein akustischer Kommunikationskanal für den Informationsaustausch zwischen Menschen und Computern dienen. Unter dem Begriff *automatische Spracherkennung* (eng. automatic speech recognition, ASR) versteht man die computerbasierte Erkennung gesprochener Sprache und deren korrekte Transkription. Bei der automatischen Spracherkennung geht es darum eine mündliche Aussage in eine für die maschinelle Verarbeitung geeignete Textform umzuwandeln. Im Folgenden wird ein Überblick über die Geschichte, Funktionsweise sowie mögliche Herausforderungen bei der Spracherkennung gegeben.

2.1.1. Geschichte der Spracherkennung

Die ersten Versuche, Systeme für die automatische Spracherkennung durch eine Maschine zu entwickeln, wurden in den 1950er Jahren gemacht. Ein Großteil der frühen Forschung, die zur Entwicklung der Sprachaktivierungs- und Erkennungstechnologie führte, wurde von der National Science Foundation (NSF) und dem Defense Advanced Research Project Agency (DARPA) finanziert (vgl. Furui 2003:3).

Die Spracherkennungstechnologie war ursprünglich für Menschen mit Behinderungen gedacht. Beispielsweise konnte Spracherkennung Menschen mit Behinderungen des Bewegungsapparates helfen, die höchstmögliche Produktivität beim Computer zu erreichen.

In den frühen 1990er Jahren haben sich enorme Marktchancen für die Spracherkennung ergeben. Die frühen Versionen der Spracherkennungssysteme waren jedoch klobig und schwer nutzbar, deswegen mussten bei diesen Systemen einige Kompromisse eigegangen werden.

Beispielsweise waren sie von einem bestimmten Sprecher abhängig, hatten ein kleines Vokabular zu Verfügung oder verwendeten sehr stilisierte und starre Syntax.

Ende der 90er Jahre sind wegen der weiteren Entwicklung der Computertechnologien zahlreiche neue kommerzielle Spracherkennungssysteme entstanden, die benutzerfreundlicher und effektiver als ihre Vorgänger waren. Seit den 2000er Jahren wurde die Spracherkennungstechnologie popularisiert, weil es möglich war durch das Internet Korpora zu sammeln, zusätzlich machte die Computertechnologie einen signifikanten Fortschritt (vgl. Furui 2003:5).

2.1.2. Ziele und Funktionsweise der Spracherkennung

Das Ziel eines ASR-Systems besteht darin, ein Sprachsignal genau und effizient in eine Transkription der gesprochenen Wörter umzuwandeln unabhängig vom Sprecher, der Umgebung oder dem verwendeten Aufzeichnungsgerät (z.B. Mikrofon).

Die folgende Abbildung zeigt einen vereinfachten Aufbau der automatischen Spracherkennung.

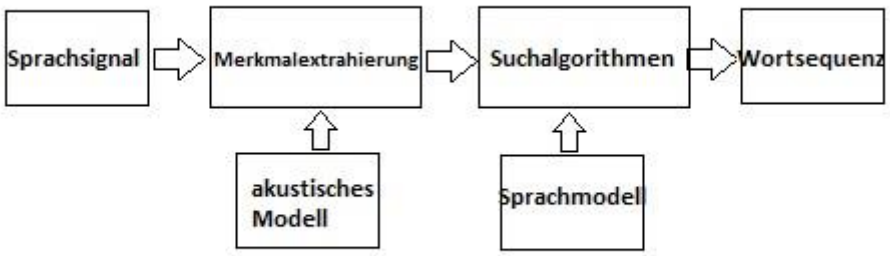


Abb. 1: Aufbau der automatischen Spracherkennung
(Lee 2016: 623)

Das akustische Signal wird von einem Mikrofon aufgenommen und das Signal in eine elektronische bearbeitbare Form umwandelt. Das Signal wird dann verstärkt, abgetastet, von Umgebungsgeräuschen gefiltert und schließlich digitalisiert. Das digitalisierte Signal stellt eine Sequenz von ganzen Zahlen dar, welche die Amplitude des Signals repräsentiert. Für die Spracherkennung muss das Signal in Frequenzbereichen dargestellt werden. Dazu wird es mittels der *Schnellen Fourier-Transformation* (eng. fast Fourier Transformation, FFT), welche Zerlegung eines digitalen Signals in seine Frequenzteile ermöglicht, ins Frequenzspektrum transformiert. Aus dem Frequenzspektrum können im Signal vorhandenen Frequenzanteile abgelesen werden. Darüber hinaus wird zur eigentlichen Spracherkennung ein Merkmalsvektor erstellt, welcher aus voneinander abhängigen oder unabhängigen Merkmalen, die aus dem digitalen Sprachsignal erzeugt werden,

besteht. Diese Merkmalvektoren sind erwünscht, weil sie in der Darstellung und Unterscheidung von Sprachsignalen effektiver sind und damit höhere Erkennungsgenauigkeiten erreichen.

Das Ziel der ASR ist es, die optimale Wortsequenz zu finden. Dies erfolgt mit Hilfe eines Suchprozesses in einem strukturierten Raum, der viele mögliche Wortsequenzen enthält. Der Prozess wird auch als Dekodierung bezeichnet, weil es zum Ziel hat, die Zusammensetzung eines unbekannten Signals festzustellen. Das akustische Modell und das Sprachmodell legen das Suchfeld fest, das durch einen Graphen mit vielen Knoten und Kanten dargestellt ist.

In der Erkennungsphase spielt das *Hidden-Markov-Modelle* (HMM), welche Spracheinheiten mittels Wahrscheinlichkeitsmodelle analysiert, eine wichtige Rolle. Mit der Hilfe des HMM findet man die Phoneme, die am besten zu den Eingangssignalen passen. Dazu wird das akustische Modell eines Phonems in Einzelteile zerlegt. Danach werden die Eingangssignale mit diesen gespeicherten Teilstücken verglichen und mit Hilfe des *Viterbi-Algorithmus*, der auf effiziente Weise die wahrscheinlichste Sequenz durch HMM findet, mögliche Kombinationen gefunden (vgl. Lee 2015: 623; Rabiner/Juang 1993: 321).

Das akustische Modell beschreibt die Zusammenhänge zwischen den Merkmalsvektoren und den Einträgen eines Wörterbuchs. Zuerst werden die Wörter als Ketten von Phonemen dargestellt. Beispielsweise werden für die deutsche Sprache ca. 40 Einzelphoneme verwendet. Dann wird die Verbindung zwischen Merkmalsvektoren und Phonemen durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben. Jedes Phonem wird wiederum durch ein Hidden-Markov-Modell (HMM) dargestellt. Dadurch werden die stark variierenden Sprechgeschwindigkeiten in die Berechnung mit einbezogen. Das HMM wurde weitgehend erfolgreich bei der akustischen Modellierung der Sprache verwendet (Schukat-Talamazzini 1995: 125).

Eine Sprache ist keine zufällige Reihe von Phonemen und Worten, sondern folgt syntaktischen Regeln. Das lexikalische und sprachliche Modell eines ASR-Systems spiegelt das Wissen des Systems über Wortfolgen wieder: wie einzelne Worte zugeordnet sind, um einen Satz zu bilden. Das Sprachmodell ist eine Form von Aussprachwörterbuch, das alle relevanten Wörter und ihre Aussprachen als eine Reihe von Phonemen ordnet. Wenn ein Wort mehrere Aussprachen hat, werden sie als separate Einträge im Wörterbuch aufgelistet. Das Sprachmodell ist eine statistische Charakterisierung, die versucht mehrere Ebenen der Sprache wie Syntax, Semantik und Pragmatik zu dekodieren. Es kann aus veröffentlichten Wörterbüchern der Sprache gebaut werden und wird in der Regel durch einen Berechnungsprozess mittels großer Datenbanken von Phrasen erarbeitet (vgl. Lee 2015: 625).

2.1.3. Herausforderungen bei der Spracherkennung

Gesprochene natürliche Sprache wirkt aus unserer Sicht einfach, doch sie besitzt Eigenschaften, die bei der Erkennung durch Computersysteme Probleme aufwerfen. Beispielsweise wird eine gesprochene Sprache durch Kontinuität charakterisiert. Kontinuität der gesprochenen Sprache bedeutet, dass zwischen einzelnen Wörtern keine deutlichen Pausen gemacht werden, sondern in normaler Geschwindigkeit und normalem Rhythmus gesprochen wird. Das Problem hierbei ist die Erkennung von Wortgrenzen z.B. „Let us pray“ vs. „Lettuce spray.“ Darüber hinaus weist die gesprochene Sprache eine hohe Variabilität auf. So können starke Unterschiede beim Klang des gleichen Wortes entstehen. Jeder Sprecher hat eigene stimmliche Merkmale, die von vielen Faktoren, wie zum Beispiel Alter, Geschlecht und Gesundheitszustand bestimmt sind. Auch die Sprechweise jedes Menschen ist unterschiedlich (Tempo, Artikulation, Dialekt, etc.), was zu Unterschieden in der Qualität der Transkription führen kann (vgl.Jurafsky/Martin 2004: 4).

Eine weitere Herausforderung für die ASR ist die Komplexität der gesprochenen Sprache. Je größer der verwendete Wortschatz, desto mehr Satzkombinationen sind möglich und desto größer wird das Erkennungsproblem. Ein größerer Wortschatz erfordert somit eine höhere Rechenleistung des Computers. Das ist sicherlich, unter anderem, der Grund dafür, dass erfolgreiche Spracherkennungssysteme mit großem Wortschatz und einer geringen Wortfehlerrate erst in den letzten 20 Jahren und auch nur für eingeschränkte Anwendungsgebiete entstanden sind. Zu den weiteren Herausforderungen mit denen ein SST System konfrontiert ist, zählen auch Füllwörter, umgangssprachliche Ausdrücke, Neologismen, fehlende Interpunktion und freier Satzaufbau (vgl. Seneff/Zue 2014: 64). Glass (2007) zufolge sind Daten bei der Leistungsverbesserung der SST-Systeme besonders wichtig. „There is no data like more data” gemäß dieser Aussage braucht man mehr Daten für Analyse, Modeling, Training sowie Evaluierung. Jedoch werden für die Anwendung relevante Daten benötigt, die aus realen Anwendungsszenarien stammen und sich somit für die reale Anwendung eignen (vgl. Glass 2007: 7).[4]

2.2. Maschinelle Übersetzung

Eine weitere Komponente eines SST Systems, auf die näher eingegangen wird, ist die maschinelle Übersetzung. Maschinelle Übersetzung zeichnet sich vor allem durch Interdisziplinarität aus. Sie liegt an der Schnittstelle von Informatik, Computerlinguistik, Linguistik und Übersetzungswissenschaft. Diese Vielfältigkeit an Möglichkeiten ein MÜ-System zu implementieren

[4] Nähere Informationen über Funktionsweise der Spracherkennung bei Rabiner/Juang (1993)

hat zufolge, dass eine große Anzahl von verschiedenen Methoden und Ansätze zur MÜ entwickelt wurden, die sich durch Methodik und Komplexität sehr unterscheiden.

Grundsätzlich spricht man von zwei Arten der MÜ: regel- und statistikbasierte Ansätze mit mehreren Unterkategorien. Zunehmend tendiert man aber zu hybriden Modellen, welche die Vorteile der verschiedenen Ansätze miteinander in einem einzelnen System verknüpfen.

2.2.1. Regelbasierte Ansätze

Die regelbasierten Ansätze zählen zu den klassischen Ansätzen der MÜ. Der Fokus eines solchen Ansatzes liegt auf der Analyse, Festlegung und Anwendung von sprachlichen Regeln. Zusätzlich hängt die Qualität der Ergebnisse sehr stark davon ab, welches Sprachpaar zu Grunde liegt oder ob es für einen bestimmten Fachbereich gedacht ist und somit Fachterminologie enthält (vgl. Stein 2009:8).

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei regelbasierten Ansätzen der MÜ: einem direkten und einem indirekten Ansatz. Den indirekten Ansatz unterteilt man in die Interlingua-Methode und die Transfer-Methode (vgl. Schäfer2002:26; vgl. Werthmann/Witt 2014: 87). Die Ansätze der MÜ werden traditionell in dem Vauquois's Dreieck dargestellt.

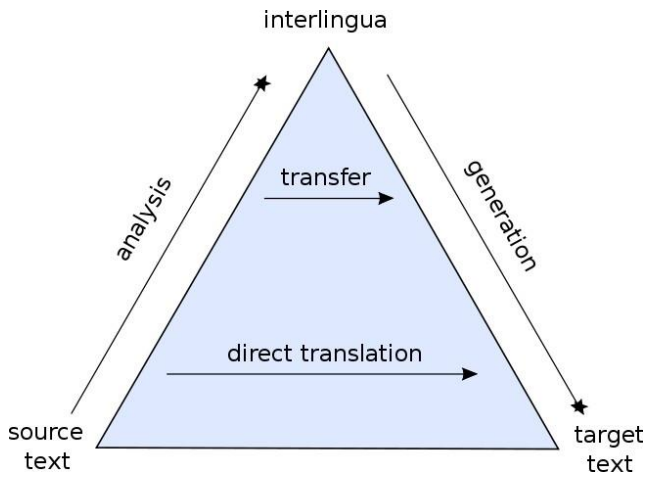


Abb.2 Dreieck nach Vauquois (Vauquois 1968: 254−260)

Diese zuvor genannten Ansätze unterschieden sich voneinander in der, Art und Weise, wie die gewonnenen Informationen aus der Quellsprache analysiert werden und wie diese für die Übersetzung repräsentiert werden.

2.2.1.1. Direkter Ansatz

Der direkte Ansatz ist historisch gesehen der erste und auch einfachste MÜ-Ansatz. Es handelt sich ursprünglich um eine einfache Wort-zu-Wort-Übersetzung. In der ersten Phase wird der Ausgangstext in Wörter beziehungsweise in Phrasen segmentiert, die dann als nächstes mit den Einträgen des bilingualen Lexikons oder Wörterbuches verglichen werden. Beim direkten Ansatz wird nach möglichst genauen Übereinstimmungen gesucht, mit denen die Wörter der Ausgangssprache mit Entsprechungen in der Zielsprache ersetzt werden. Man verwendet dabei keine syntaktische oder semantische, sondern nur eine morphologische Analyse. Mit anderen Worten, die lexikalische Identifizierung hängt von der morphologischen Analyse ab. Dies führt zu einem bilingualen Wörterbuch mit Wortentsprechungen. Wenn nötig, werden Regeln angewendet, wie zum Beispiel Nachstellung der Adjektive oder Verbteile, um eine bessere Leistung in der Zielsprache zu erzielen (vgl. Stein 2009: 9; Hutchins 1992: 72).

Obwohl MÜ-Systeme der ersten Generation relativ einfach sind, ist ihr Umsetzungsprozess trotzdem aufwändig. Es kann nur eine Sprachkombination behandelt werden, dabei muss man große Wortlisten mit verschiedenen Wortformen eines Eintrags erstellen. Für jede weitere Sprache müssen weitere Wortlisten erstellt werden. Die Nutzung eines zusätzlichen morphologischen Analyseschrittes kann die Menge der gespeicherten Einträge im Wörterbuch reduzieren und das System verbessern, indem nach der Textsegmentierung die Wörter auf ihre Stammformen zurückgeführt werden, um alle Variationen eines Wortes auf einen Eintrag zu reduzieren. Des Weiteren spielt die Sprachkombination bei direkten MÜ- Systeme eine wesentliche Rolle. Je ähnlicher die grammatischen und lexikalischen Strukturen der Ausgangssprache beziehungsweise der Zielsprache sind, desto bessere Ergebnisse kann man bei der Übersetzung erwarten (vgl. Werthmann/Witt 2014: 88; Hutchins 1992: 72). Die folgende Abbildung zeigt die Funktionsweise eines direkten MÜ-Systems.

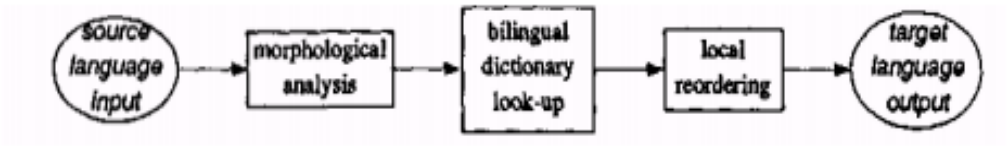


Abb.3 Funktionsweise des direkten MÜ-Systems nach Hutchins 1992

Die großen Einschränkungen dieses Ansatzes liegen auf der Hand. Der direkte Ansatz kann als eine Wort-für-Wort Übersetzung mit einigen Anpassungen der Satzstellung bezeichnet werden. Es kommt sehr oft zu Übersetzungsfehlern auf der lexikalischen Ebene und unangemessenen

Syntaxstrukturen in der Zielsprache, aufgrund der direkten Wiederspiegelung der Satzstrukturen der Ausganssprache. Darüber hinaus werden einige Beispiele der Ausgabe eines solches Ansatzes für das Sprachpaar Russisch-Englisch angeführt:

1. Мы требуем мира.

We want peace.

Direkte MÜ: We require world.

2. Вчера мы целый час катались на лодке

Yesterday we went out boating for an entire hour.

Direkte MÜ: Yesterday we the entire hour rolled themselves on a boat.

Aus der linguistischen Perspektive fehlt eine Analyse der inneren Struktur des Ausganstextes, vor allem der grammatikalischen Verhältnisse zwischen den Satzteilen (vgl. Hutchins 1992: 73).

Direkte Übersetzungssysteme haben sich weitgehend als unbrauchbar erwiesen, weil eine Wort –für- Wort Übersetzung nicht adäquat ist. Misserfolge der ersten direkten MÜ-Systeme führte zur Entwicklung anspruchsvoller Übersetzungsmodelle, insbesondere der Analyse des Ausganstextes in eine Art der Repräsentation der Bedeutung, die später als eine Grundlage für die Erstellung des Zieltextes diente.

2.2.1.2. Indirekter Ansatz

a. Transfer

Die erste Variation des indirekten Ansatzes wird als Transfermethode bezeichnet. Streng genommen, beziehen alle MÜ-Systeme eine Transfermethode irgendwelcher Art ein. Im Gegensatz zum direkten Ansatz läuft der Übersetzungsprozess bei Transfer-Ansatz nicht auf Wortebene, sondern auf Satzebene. Die Wörter werden nicht gesondert und isoliert, sondern als Teil der syntaktischen Strukturen behandelt. Der Übersetzungsprozess erfolgt in drei Phasen: Analyse, Transfer und Generierung (vgl. Jurafsky/ Martin 2009: 805). Während der Analyse wird der Ausgangstext zerlegt, zunächst in Sätze und Bestandteile segmentiert und analysiert. Die Sätze des Ausgangstexts werden nach den durchgeführten morphologischen, syntaktischen und semantischen Analysen in eine abstrakte Struktur übertragen. Bei der Transferphase werden die gewonnenen abstrakten Strukturen in die Strukturen der Zielsprache übertragen. Schließlich wird im Generierungsschritt aus der vom Transfer erzeugten abstrakten Repräsentation von Strukturen eine Ausgabe von Sätzen der

Zielsprache generiert (vgl. Werthmann/Witt 2014: 88). Die folgende Abbildung veranschaulicht das Funktionsprinzip eines Transfermodells mit zwei Sprachpaaren.

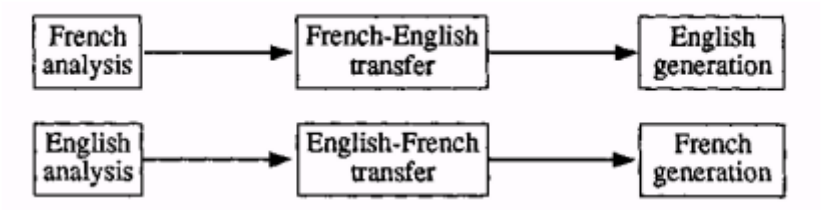


Abb.4: Transfermodell mit zwei Sprachpaaren (vgl. Hutchins 1992)

Beim Transferansatz gibt es keine sprachunabhängigen Darstellungen. Eine Zwischendarstellung in der Ausgangssprache ist nur für eine bestimmte Sprache gedacht, ebenso wie die Zwischendarstellung der Zielsprache. Auf diese Weise besteht nicht zwingend eine Äquivalenz zwischen den Ausgans- beziehungsweise Zielsprachenrepräsentationen für die gleiche Sprache.

Im Vergleich zur Interlingua hat der Transfer-Ansatz einige offensichtliche Nachteile. Beispielsweise braucht man für die Aufnahme einer neuen Sprache nicht nur die beiden Komponenten für die Analyse und Generierung, sondern auch die Aufnahme von neuen Transfer-Komponenten, deren Menge je nach Anzahl der Sprachen im bestehenden System variieren kann. So bräuchte man für eine dritte Sprache im Falle eines bilingualen Systems vier neuen Transfer-Komponenten (vgl. Hutchins 1992: 74). Jedoch ist bei transferbasierten Systemen die morphologische Analyse ausführlicher und es werden zusätzlich semantische und syntaktische Informationen miteinbezogen, wodurch bessere Ergebnisse erreicht werden können (vgl. Krenz/Ramlow 2008:40f).

b. Interlingua

Die Interlingua-Methode analysiert zunächst die grammatische Information des Ausgangtextes und wandelt sie in eine Zwischensprache (Interlingua) um. Stein (2002) beschreibt Interlingua als „ein utopisches Ideal, das in der Praxis nicht umgesetzt werden konnte“ (vgl. Stein 2002:8). Bei diesem Ansatz wird versucht die Sprache zu abstrahieren und kulturübergreifende Begriffe zu erarbeiten. In der Theorie läuft der Übersetzungsprozess in zwei Phasen ab. In der ersten Phase wird der Ausgangstext analysiert und in Interlingua übertragen. Diese ist sprachpaarunabhängig und wird in einer formalen Sprache zur Wissensmodellierung segmentiert. In der zweiten Phase wird ausgehend von der Interlingua der Zieltextes generiert (vgl. Ramlow2008:39; Hutchins 1992: 73). Die folgende Abbildung zeigt die Funktionsweise eines Interlingua-basierten Systems.

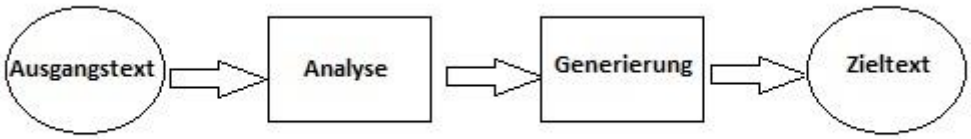


Abb.5 Interlingua-Ansatz(Carstensen et al. 2009)

Interlingua sollte es ermöglichen Informationen aus einem Text vollständig zu extrahieren, sprachunabhängig darzustellen und in der Zielsprache transferieren. So könnte man einen Text aus einer Sprache in jede beliebige andere Sprache übersetzen und umgekehrt (vgl. Stein 2009:8).

Der Vor- und gleichzeitig Nachteil der Interlingua-Methode ist, dass die Zwischenrepräsentation unabhängig von der Ausgangssprache ist. Dies erschwert die Analyse der Ausgangssprache, da alle sprachlichen Unklarheiten und Ambiguitäten aufgelöst werden müssen.
Des Weiteren ist es schwierig eine sprachunabhängige universale Zwischenrepräsentation mit einer formalen Sprache zu definieren, die über eigene strukturelle und lexikalische Elemente verfügt und alle möglichen Ausdrucksmöglichkeiten von allen zu übersetzenden Sprachpaaren berücksichtigt und formalisiert. Andererseits kann diese Repräsentation dann für die Generierung von unterschiedlichen Zielsprachen verwendet werden. Die Übertragung der Ausgangssprache in die Zwischenrepräsentation, die einen Ausgangspunkt für die Generierung des Satzes in die Zielsprache bildet macht den Ansatz dann effizient, wenn viele verschiedene Zielsprachen bedient werden sollen (vgl. Hutchins 1992; Ramlow 2009).

2.2.2. Statistikbasierte Ansätze

Der statistikbasierte Ansatz der maschinellen Übersetzung (eng. Statistical Machine Translation, SMT) gehört zu den meist verbreiteten korpusbasierten MÜ-Modellen. SMT wurde 1949 von Warren Weaver eingeführt. Er war der Meinung, dass sich statistische Methoden am besten für die automatische Übersetzung zwischen zwei natürlichen Sprachen eignen. Jedoch konnte diese Idee zunächst, aufgrund begrenzter Computerressourcen, kaum verwirklicht werden (vgl. Zhang/Min 2015: 201).

In den 80er haben IBM Forscher den ersten statistischen Ansatz zur maschinellen Übersetzung entwickelt. Die IBM-Gruppe stützte sich auf den Quelle-Kanal-Ansatz (source-channel approach), eine Methode für die Kombinierung des wortbasierten Übersetzungsmodells und eines Sprachmodells. Das Übersetzungsmodell generiert eine Zielhypothese, die dem Ausgangstext

entspricht. Das Sprachmodell liefert die Wahrscheinlichkeiten der grammatikalisch korrekten Wortfolgen.

Die statistische maschinelle Übersetzung hat in den letzten Jahrzehnten immer mehr Anwendung gefunden. Dies ist auf ein exponentielles Wachstum von Sprachdaten (parallele Korpora) zurückzuführen. Parallele Korpora bestehen aus Texten mit alignierten Übersetzungen und sind die Grundlage für alle Kategorien der SMT.

SMT analysiert Wahrscheinlichkeiten von Wortfolgen und Übersetzungen und ignoriert dabei Syntax und Semantik. Bei den Wahrscheinlichkeitsberechnungen spielen solche Aspekte wie Worthäufigkeiten, Position der Wörter im Satz und die Satzlängen eine wesentliche Rolle. Im Endeffekt hat man ein selbstständig erlerntes Übersetzungsmodell, das eine Reihe von Übersetzungsmöglichkeiten für jeden Satzteil in der Ausgangssprache mit der berechneten Wahrscheinlichkeit seiner zielsprachigen Entsprechungen enthält (vgl. Werthmann/Witt 2014: 93).

SMT bietet eine gute Lösung für das Problem der Mehrdeutigkeit, es ist robust und funktionell, wenn auch Fehler bei zuvor ungesehenen Daten auftreten (vgl. Stein 2009:8).

a. Wortbasierte statistische Systeme

Wortbasierte statistische MÜ beruht auf der Analyse von Korpora auf Wortebene und geht auf das Projekt Candide von IBM in den späten 80er- und frühen 90er-Jahren zurück. (vgl. Werthmann/Witt 2014:94; Koehn 2010: 81). Brown (1993) entwickelte zu Beginn der 90er-Jahre fünf verschiedene Modelle, bekannt als IBM Modelle 1-5, zur Bestimmung der Parameter des Übersetzungsmodells. Die Grundidee der IMB Modelle bestand darin, den Übersetzungsprozess in Teilschritte zu unterteilen, das heißt einen Satz nicht als Ganzes zu betrachten, sondern auf Wortebene zu analysieren. Beim wortbasierten statistischen Modell ist die Beurteilung des Übersetzungsumfangs, der Syntaxregel, beziehungsweise die Auswahl der angemessenen Wörter wichtig. Das Modell lernt aus Korpusdaten, welche Wörter häufig miteinander auftreten. Es wird gezählt, wie oft ein Wort in der Ausgangssprache zusammen mit einem Wort in der Zielsprache in einem parallelen Satz vorkommt. Von der anfänglich uniformen Verteilung ausgehend, nimmt dadurch die Wahrscheinlichkeit für manche Allinierungen zu, während sie für andere abnimmt. Durch Wiederholung dieser Analyse für verschiedene Wortkombinationen werden die Wahrscheinlichkeitsschätzungen verfeinert. Eine Verkettung von Wortentsprechungen mit der höchsten Wahrscheinlichkeit wird gewählt um die Übersetzung zu generieren (Brown 1993: 263,Lavanchy 2010:3).

Das IBM Modell 1 basiert lediglich auf lexikalischer Übersetzungswahrscheinlichkeit. Es berücksichtigt nicht die Positionen der Wörter im Satz. So kann das erste Wort in der Ausgangssprache mit gleicher Wahrscheinlichkeit mit einem Wort am Ende oder am Anfang des Satzes in der Zielsprachealieniert entsprechen. Das IBM Modell 2 behebt dieses Problem, indem es das Modell 1 durch Alienierungswahrscheinlichkeiten erweitert. IBM Modell 3 ergänzt das Vorgängermodell mit einem Ergiebigkeitsmodell (engl. Fertility model). Dabei wird berücksichtigt, dass ein Wort in mehrere Wörter übersetzt werden kann (vgl.Lavanchy 2010:3).

b. Phrasenbasierte statistische Systeme

Im Gegensatz zu wortbasierten Modellen, die jedes einzelne Wort in einem Satz betrachten, analysieren phrasenbasierten statistische Systeme Satzteile als Übersetzungseinheiten. Eine Phrase wird nicht linguistisch betrachtet, sondern stellt eine Reihe von aufeinanderfolgenden Wörtern dar. Nach der Übersetzung der Phrasen aus der Ausgangssprache in die Zielsprache stehen die Wörter in der gleichen Reihenfolge wie auch in der Quellsprache. Da die Wortreihenfolgen in den Sätzen der Ausgangs- und Zielsprache sich jedoch stark voneinander unterscheiden können, werden die Wörter mit Hilfe eines Sprachmodells neu geordnet.

Der phrasenbasierte Ansatz hat einige Vorteile gegenüber dem wortbasiertem Ansatz: mehrere Wörter können mit einem einzelnen Wort übersetz werden und umgekehrt. Ein weiterer Vorteil des phrasenbasierten Ansatzes ist, dass der Kontext der einzelnen Wörter in der Übersetzung berücksichtigt wird, wobei Ambiguitäten besser aufgelöst werden können (vgl. Werthmann/Witt 2014: 95). Wenn genügend Korpusdaten vorhanden sind, liegt ein weiterer Vorteil von phrasenbasierten Methoden darin, dass die Übersetzung von längeren Phrasen bis hin zu ganzen Sätzen erlernt werden kann. Darüber hinaus ist das Modell konzeptuell einfach zu verstehen (Koehn 2010: 128).

2.2.3. Regelbasierte und statistikbasierte Systeme im Vergleich

Statistikbasierte Systeme haben einige Vorteile gegenüber regelbasierten Systemen, vor allen hinsichtlich Kosten und Zeit. Das Erstellen von regelbasierten Systemen ist kosten- und zeitaufwändig, da Experten die verschiedenen Regeln erstellen und diese in die Systeme integrieren müssen. Es stehen sowohl kommerzielle, als auch kostenlose regelbasierte Systeme für mehrere Sprachpaare und Domänen zur Verfügung aber die Leistung variiert von einem Sprachpaar zum anderen. Für statistische maschinelle Übersetzung werden keine Regeln benötigt, sondern lediglich parallele Korpusdaten. Das Sammeln dieser Daten ist historisch zeitaufwändig und teuer, jedoch

können parallele Korpora zunehmend auch aus dem Internet, aus öffentlichen und privaten Ressourcen oder einem Translation Memory System entnommen und somit kostengünstig gesammelt werden. Jedoch gibt es für manche Sprachpaare nicht viele geeignete Ressourcen an notwendigem Material in digitaler Form. In diesen Fällen erweist sich dieser Ansatz als nachteilhaft (vgl. Stein 2009:13). Ein weiteres Problem stellt die Tatsache dar, dass die Qualität der Übersetzungen stark von der Qualität des Trainingsmaterials abhängt, weil die Übersetzungen meistens auf der Grundlage eines unüberschaubaren Trainingsmaterials erstellt werden und Fehler oft nur sehr schwer nachvollziehbar sind.

2.2.4. Beispielbasiere Systeme

Der beispielbasierte Ansatz der maschinellen Übersetzung (eng. example-based machine translation, EBMT) ist eine Methode, bei der die Übersetzung mit Hilfe eines zweisprachiges Korpus von bereits bestehenden Übersetzungen durchgeführt wird. Der Ursprung der EMBT ist zum Konferenzbeitrag von Makato Nagao in 1981 zurückzuführen. Die Forschung in diesem Bereich begann jedoch erst in den späten 80er Jahren, zeitgleich mit der Erscheinung von SMT (vgl. Hutchins 2003: 1).

Der Ansatz entstand aus einem Konzept, bei dem die Sätze mit ihren jeweiligen Übersetzungen zur weiteren Verwendung in späteren Übersetzungen gespeichert werden. Sie werden vor allem zur Unterstützung menschlicher Übersetzer eingesetzt. Die Übersetzung verläuft in vier Schritten. Im ersten Schritt werden relevante Beispielen aus einem parallelen Korpus oder bilingualen Wörterbüchern extrahiert. Es wird festgestellt, welches Beispiel der Ausgangsprache welchem Beispiel der Zielsprache entspricht. Diese Beispiele werden in einer Datenbank gespeichert, wobei die Funktion des Systems sich mit dem Umfang der Datenbank verbessert. Im zweiten Schritt werden die Eingaben dieser Datenbank verwaltet. Hier werden die Beispiele gespeichert, abgerufen, gelöscht, hinzugefügt oder modifiziert, um die automatische Übersetzung durchzuführen oder sie zu unterstützen. Der dritte Schritt ist die Anwendung der Beispiele: Es wird zuerst in der Datenbank nach den Einträgen gesucht, die der Eingabe am ähnlichsten sind und zielsprachliche Ausdrücke extrahiert. Im vierten und letzten Schritt werden schließlich die entsprechenden Teilübersetzungen aus der Datenbank zu einer korrekten Übersetzung neu kombiniert (vgl. Werthmann/Witt 2014:96; Stein 2009: 13).

Ein wesentlicher Vorteil der beispielbasierten Systeme liegt darin, dass das in den Beispielen eingeschlossene Sprachwissen bei der automatischen Übersetzung miteinbezogen wird. Das Hinzufügen von weiteren Korpora und Lexika ist unkompliziert und zeiteffizient.

2.2.5. Kontextbasierte Systeme

Kontextbasierte maschinelle Übersetzung (eng. context-based machine translation, CBMT) ist ein neues Modell der korpusbasierten maschinellen Übersetzung, das keinen parallelen Text erfordert. Stattdessen stützt sich CBMT auf ein einfaches Übersetzungsmodell mit Verwendung von einem vollständigen zweisprachigen Wörterbuch, einem Decoder, sowie einem umfangreichen einsprachigen Korpus (vgl. Carbonell et.al 2006: 1). Im Gegensatz zur Gewinnung von parallelen Korpora ist die Erstellung von monolingualen Korpora einfach. Es können im WWW mit Hilfe von Textextraktion aus HTML Korpora in großen Mengen erworben werden.

Zuerst wird der Ausgangstext in N-Gramme aufgeteilt, die in der Regel zwischen 4 und 8 Wörtern lang sind. Als nächstes werden im Wörterbuch alle möglichen Übersetzungsvarianten für jedes N-Gramm ermittelt und in die N-Gramme in der Zielsprache übertragen. Hier kann für jedes einzelne N-Gramm in der Ausgangssprache eine große Anzahl an Übersetzungsmöglichkeiten existieren, die dann innerhalb des monolingualen Korpus der Zielsprache abgeglichen werden. Die Variante, die größere oder längere Treffer im Korpus hat, wird weitergeführt, die restlichen aussortiert. Auf diese Weise werden ungültige Übersetzungen ausgefiltert. Falls keine überschneidenden N-Gramme im Korpus gefunden werden, kann das System mit einem Synonymgenerator erweitert werden, wodurch die Wahrscheinlichkeit sich überschneidende N-Gramme zu finden, erhöht wird (vgl. Werthmann /Witt 2014: 98; Carbonell et al. 2006:2).

CBMT-Systeme bieten zwei Vorteile gegenüber traditionellen MT: höhere Genauigkeit durch die Fähigkeit des Modells lange N-Gramms zu dekodieren und die Flexibilität sich auf neue Sprachpaare einzustellen, auch für jene, für die es keine großen parallelen Korpora gibt (vgl. Carbonell et al. 2006:2)

2.2.6. Hybride Systeme

Hybride maschinelle Übersetzung (HMT) ist ein maschinelles Übersetzungssystem, das sowohl regelbasierte, als auch statistische Verfahren verknüpft. Diese Verknüpfung von MÜ - Methoden wird zunehmend populär und man kann annehmen, dass viele MÜ-Systeme der Zukunft diesen Weg gehen werden.

Es gibt zwei Unterkategorien von Hybridsystemen: regelbasierte Systeme, die statistische Übersetzung für die Nachbearbeitung und Cleanup verwenden, sowie regelbasierte Systeme, die auf statistikbasierten beruhen. Im ersten Fall wird der Text zunächst von einem regelbasierten MÜ-System übersetzt, diese Übersetzung wird dann von einer statistischen Übersetzungsmaschine verarbeitet. Die durch die regelbasierte Übersetzung gemachten Fehler werden so korrigiert. Im

zweiten Fall übersetzt das regelbasierte System keinen Text, sondern unterstützt die statistische Übersetzung anhand von Annotation (z.B. Substantiv / Verb / Adjektiv/Gegenwart / Vergangenheit, etc.) (vgl. Stein 2009:14).

2.2.7. Neuronale Systeme

Neuronale maschinelle Übersetzung (eng. neural machine translation) ist ein neu entstehender Ansatz der maschinellen Übersetzung, der vor kurzem von Kalchbrenner und Blunsom (2013), Sutskever et al. (2014) and Cho et al. (2014b) vorgeschlagen wurde.

Im Gegensatz zu den traditionellen beispielbasierten Systemen, die aus mehreren separat eingestellten Teilkomponenten bestehen, wird versucht ein einziges großes neuronales Netzwerk aufzubauen und zu trainieren, welches den Übersetzungsvorgang des menschlichen Gehirns nachahmt (vgl. Bahdanau/Cho 2014:1). Neuronale Modelle der MÜ bestehen sehr oft aus einem Encoder und einem Decoder. Der Encoder extrahiert eine feste Repräsentationslänge in der Ausgangssprache und der Decoder erstellt eine korrekte Übersetzung aus dieser Repräsentation.

Die Entwicklung von neuronalen MÜ-Systemen ist sowohl aus der praktischen als auch aus der theoretischen Seite sehr bedeutsam, sie benötigt nur einen Bruchteil des Speicherplatzes, die traditionelle SMT-Systeme brauchen. Darüber hinaus wird im Unterschied zu den konventionellen Systemen jede einzelne Komponente gemeinsam trainiert um die Leistung zu maximieren.

Google und Microsoft Übersetzungsdienste verwenden aktuell diesen Ansatz. Google verwendet Google Neural Machine Translation (GNMT) statt seinen bisherigen statistischen Methoden; Microsoft verwendet eine ähnliche Technologie für seine Speech-to-Speech Translation (einschließlich Microsoft Translator live und Skype Translator).

Mehr Informationen über die Pionier-Ansätze der MÜ bietet das Werk von Hutchins (1992), wobei das Werk von Carbonell (2006) und Ramlow (2009) sich auf die modernen Ansätze konzentriert.

2.3. Sprachsynthese

Sprachsynthese ist die Endkomponente eines SST- Systems, die für die künstliche Erzeugung der menschlichen Sprechstimme zuständig ist. Die Textausgabe eines SST- Systems erfolgt durch die Sprachsynthese des vom MÜ-Modul übersetzten Textes und heißt Text-zu-Sprache Synthese.

Die Text-zu-Sprache-Synthese (eng. text to speech synthesis, TTS) erfolgt in mehreren Schritten (siehe Abbildung 6). Das TTS-System erhält einen Text als Eingabe, welchen es zunächst analysiert und dann in eine phonetische Umschrift umwandelt. In einem weiteren Schritt erzeugt es

die Prosodie. Anhand dieser Informationen kann es ein Sprachsignal erzeugen. (vgl. Tirronen 2011: 13)

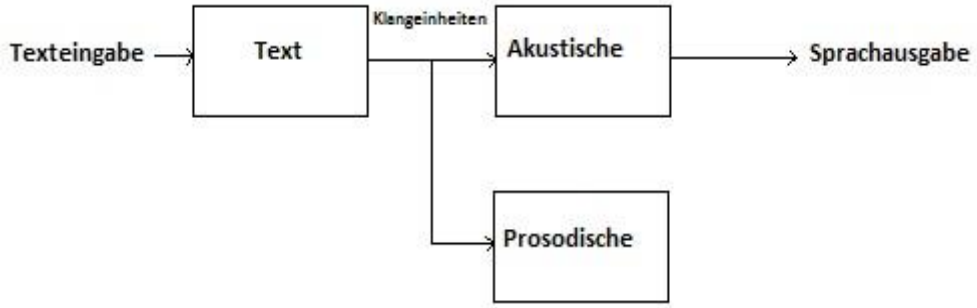


Abb.6 Architektur eines TTS-Systems (Lee 2015: 628)

Die Textanalyse besteht aus mehreren Schritten: Zunächst wird der Text in Token segmentiert. Die Token-Wort-Umwandlung erzeugt die orthographische Form des Tokens. Beispielsweise wird für das Token „Nr.“ die orthographische Form von „Nummer“ durch Expansion gebildet. Das Token „12“ hat die orthographische Form „zwölf“ und „1997“ wird in „neunzehnhundertsiebenundneunzig” umgewandelt. Diese Erweiterung ist manchmal nicht einfach, wie zum Beispiel bei Nummer „1“: Es muss anders erstellt werden, je nachdem, was sie bedeutet: in einer Straßennummer auf „eins“, in „1 Kilogramm“ auf „ein“; in dem Ausdruck „1 Katze jagt 1 Hund“, zuerst auf „eine“ und dann auf „einen“. Während der Textanalyse wird auch der Kontext des Tokens analysiert: Bei Abkürzungen wie „tgl.“ weiß man ohne Kontextanalyse nicht, ob es ausgebaut werden sollte auf „täglich“, „täglichem“ , „täglichen“, „täglicher“ oder „tägliches“.

Die Kontextanalyse ist in der deutschen Sprache erforderlich um Betonungen zu klären. Nachdem die Textanalyse abgeschlossen ist, können Ausspracheregeln angewendet werden. Die Buchstaben können nicht eins zu eins in Phoneme umgewandelt werden, weil es oft mehrere Möglichkeiten gibt: In bestimmten Umgebungen kann ein einzelner Buchstabe entweder keinem Phonem (beispielsweise „h“ in „geht“) oder mehreren Phonemen („x“ in „Fixkosten“) entsprechen. Darüber hinaus, können mehrere Buchstaben einem einzelnen Phonem entsprechen („ch“ in „ich“). Buchstaben können in verschiedenen Umgebungen („s“ in „Stadt“ oder in „Sachen“ anders ausgesprochen werden. Das gleiche Phonem kann auch verschiedenen Buchstaben entsprechen („Rat“ vs. „Rad“) (Dutoit 1997:106; Schunk 2004:7).

Es gibt zwei Strategien, die Aussprache zu bestimmen: beim wörterbuchbasierten Ansatz mit den morphologischen Komponenten werden so viele Morpheme (Wörter) wie möglich in einem Wörterbuch gespeichert. Vollformen von Wörtern werden durch die Beugung, Ableitung und Kompositionsregeln generiert. Alternativ wird ein vollständiges Wörterbuch verwendet, in dem alle möglichen Wortformen gespeichert sind. Die Ausspracheregeln bestimmen die Aussprache von Wörtern, die nicht im Wörterbuch gefunden werden. Beim regelbasierten Ansatz werden Ausspracheregeln aus den phonologischen Informationen der Wörterbücher erzeugt. Nur Wörter, deren Aussprache eine Ausnahme ist, sind im Wörterbuch enthalten.

Die beiden Ansätze unterscheiden sich deutlich im Umfang ihrer Wörterbücher. Allerdings können wörterbuchbasierte Lösungen genauer sein als regelbasierte Lösungen, wenn sie ein größeres phonetisches Wörterbuch zur Verfügung haben. Nachdem die Aussprache bestimmt wurde, wird die Prosodie erzeugt. Der Grad der Natürlichkeit eines TTS-Systems ist von solchen prosodischen Faktoren wie Intonation, Modellierung (Phrasierung und Akzentuierung) sowie Modellierung der Amplitude und Dauer (einschließlich der Dauer des Tons und der Dauer der Pausen) abgängig.

Prosodische Eigenschaften haben verschiedene Funktionen: sie können den Fokus eines Satzes klarmachen, das heißt, ein Satz wird betont, wenn er eine wichtige Aussage beinhaltet. Außerdem sind sie für die Segmentierung eines Satzes zuständig. Sie können Verbindungen zwischen den Sätzen oder Satzteilen erstellen und den Satz-Modus (Aussage oder Frage) bestimmen. Syntaktische Informationen sind für die Erstellung der Prosodie besonders wichtig. Für die meisten Sätze kann die Prosodie durch die Kenntnisse der syntaktischen Struktur eines Satzes berechnet werden. Für einige Sätze sind semantische und pragmatische Informationen wichtig: Mehrdeutigkeiten in Phrasen werden oft durch Betonung aufgelöst. Die Bestimmung der Akzente ist besonders in negativen Sätzen wichtig. Die Daten werden vom Sprachverarbeitungsmodul an das Signalverarbeitungsmodul geschickt. Dort wird die eigentliche Synthese des Audiosignals durchgeführt. In der verketteten Synthese findet die Auswahl und Verknüpfung von Sprachsegmenten statt. Wenn mehrere geeignete Optionen verfügbar sind, werden Töne aus einer Datenbank ausgewählt und verkettet (vgl. Htun/Zin/Tun 2015:1).

Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Systemen je nach Art des Inputs: Die *Text-to-Speech Synthese* (eng. text-to-speechsynthesis, TTS) verarbeitet orthographische Texte, wobei der Text von der Sprachsynthesekomponente linguistisch analysiert wird. Die *Concept-to-Speech-Synthese* (eng. concept to speech synthesis, CTS) umfasst eine Erzeugungskomponente, die einen textlichen Ausdruck aus semantischen, pragmatischen und Diskurswissen generiert. Das Sprachsignal kann dann aus diesem Ausdruck erzeugt werden. Die CTS kann beispielsweise in

einem Dialogsystem verwendet werden. Die Text-to-Speech-Synthese wird überall dort eingesetzt, wo die Eingabe bereits in Textform vorliegt (vgl. Pfister /Kaufmann 2008: 27).

Zusätzlich gibt es noch die Sprachausgabe, die jedoch von Sprachsynthese zu unterscheiden ist. Hier basieren die ausgegebenen Sprachsignale vor allem auf Aufzeichnungen von menschlichen SprecherInnen, somit ist die Bandbreite der Sprachausgabemöglichkeiten eingeschränkt, während bei der Sprachsynthese jeder Text in ein Sprachsignal umgewandelt werden kann (vgl. Pfister /Kaufmann 2008: 27).

Die Forschung im Bereich der Sprachsynthese gewinnt neuerdings immer mehr an Bedeutung, wobei sie ein sehr breites Anwendungspektrum abdeckt. Sprachsynthese ist ein wesentlicher Bestandteil nicht nur der SST-Systeme, sondern ist auch für zahlreiche Navigations-und Assistenzsysteme wichtig. Darüber hinaus besitzt sie ein großes Potenzial für die Unterstützung beim Lernen von Fremdsprachen. Sie kann ebenso als Kommunikationsmittel für Menschen mit Seh-und Hörbeeinträchtigungen eingesetzt werden.

3. DOLMETSCHEN IM GESUNDHEITSWESEN

Dolmetschen im Gesundheitswesen, auch bekannt als medizinisches Dolmetschen, ist ein Zweig des Kommunaldolmetschens und bezieht sich auf den gesundheitlichen Kontext, wobei die DolmetscherInnen die Kommunikation zwischen dem medizinischen Personal und Patienten im interkulturellen Gesundheitssetting ermöglichen. Seit Mitte der 90-er Jahre erfuhr das Dolmetschen im Gesundheitswesen einen enormen Fortschritt, sowohl was die gesetzlichen Regelungen als auch professionelle und theoretische Entwicklung des Bereichs anbelangt. Dies erfolgte am intensivsten in den Ländern, welche sich in den 70-er und 80-er Jahren den Migrationsherausforderungen stellen mussten. Beispielsweise wurde in den USA im Rahmen des Titels VI des Bürgerrechtsgesetzes der Bedarf an professionellen DolmetscherInnen festgelegt, um einen Zugang zu den medizinischen Leistungen für nicht englischsprachige Patienten zu ermöglichen. Ähnliche Initiativen wurden auch in Kanada im Rahmen der Kanada-Gesundheitstat in 1985 und in Australien 1973 *Telephone Interpreting Service* ins Leben gerufen (vgl. Wolf 2015: 177; Pöchhacker 2000:144).

Einige Jahre später haben Dolmetschorganisationen im medizinischen Bereich begonnen einen Verhaltenskodex und ein Zertifizierungsverfahren für DolmetscherInnen zu entwickeln. Im Jahr 2000 hat das Weiße Haus eine Verordnung zur Verbesserung des Zugangs zu medizinischen Leistungen für Personen mit begrenzten Englischkenntnissen erlassen, was zu entsprechenden Gesetzänderungen im Gesundheitswesen geführt hat. 2003 wurde auch eine Rechtsvorschrift zum Verbot des Einsatzes von Kindern als DolmetscherInnen, sowie bilingualer Reinigungskräften und LaiendolmetscherInnen in medizinischen Einrichtungen verabschiedet.

Zahlreiche Förderorganisation schenken den Problemen der Interkulturelle Kommunikation zunehmende Aufmerksamkeit. So hat die Robert Wood Johnson Foundation *Hablamos Juntos* eine 18 Mio.US-Dollar Initiative zur Verbesserung der medizinischen Kommunikation für die lateinamerikanische Bevölkerung in den USA finanziert (Angelelli 2004: 1).

Im europäischen Raum, insbesondere in Belgien, Holland und in den skandinavischen Ländern, bekommt das Dolmetschen im Gesundheitswesen einen hohen Grad an staatlicher Unterstützung.

Dolmetschen im Gesundheitswesen umfasst typischerweise DolmetscherInnen vor Ort, die in den Krankenhäusern oder durch Dolmetschagenturen eingesetzt werden oder technologiebasierte Dolmetschleistungen wie Telefondolmetschen und Dolmetschen per Videokonferenz. Der Einsatz von MÜ-Systemen im Gesundheitswesen hat im letzten Jahrzehnt immer mehr an Popularität aufgrund von Kosteneffizienz und Verfügbarkeit gewonnen.

3.1. Speech-to-Speech Translation im Gesundheitswesen

Einer der wichtigsten Bestandteile der qualitativen medizinischen Leistung ist die gelungene Kommunikation zwischen Patienten und Ärzten. Jedoch, in der Situation in der diese zwei Parteien keine gemeinsame Sprache sprechen, verhindert die Sprachbarriere eine effektive Kommunikation, erschwert korrekte Diagnosestellung sowie eine adäquate medizinische Behandlung. Insbesondere Migranten, die der Sprache des Aufnahmelandes nicht mächtig sind oder begrenzte Kenntnisse dieser Sprache haben, sind von diesem Problem betroffen.
Darüber hinaus nimmt der sogenannte Medizintourismus stetig zu, wobei Touristen in ein anderes Land reisen, um hochwertige oder erschwingliche medizinische Behandlung zu bekommen, die in Ihrem Heimatland nicht verfügbar ist.

Die Aufgabe der DolmetscherInnen im Gesundheitswesen ist anspruchsvoll und schwierig. Obwohl die Krankenhäuser in den USA aus öffentlichen Mitteln finanziert werden und verpflichtet sind die Dolmetschleistungen zur Verfügung zu stellen, überschreitet die Nachfrage an Dolmetschleistungen die Verfügbarkeit von professionellen DolmetscherInnen. Beispielsweise haben weniger als ein Viertel der US-amerikanischen Krankenhäuser professionelle DolmetscherInnen, wobei viele davon keine Schulung in der medizinischen Terminologie haben. Eine potenzielle Methode zur Überwindung der Sprachbarriere im Gesundheitswesen ist die Verwendung von SST-Systemen (vgl. Heinze 2006:20).

Dieser Einsatz kann aus verschiedenen Gründen eine Herausforderung darstellen. Der erste Grund besteht darin, dass eine unvollständige oder unkorrekte Information zu falscher Diagnose führen und somit schwerwiegende Konsequenzen haben kann. Daher erfordert dieser Bereich hohe Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Der zweite Grund ist die Tatsache, dass dieser Bereich eine eigene spezifische Terminologie hat, somit muss ein SST-System dem medizinischen Bereich angemessen angepasst werden. Es wurden einige Versuche unternommen sich dieser Herausforderungen zu stellen (vgl. Neubig et.al. 2013:22). Beispielsweise wurde das multilinguale SST- Projekt MedSLT vom schweizerischen Nationalfond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanziert. Derzeit unterstützt das System Arzt-Patienten-Dialoge für Domänen wie Kopfschmerzen, Brustschmerzen und Bauchschmerzen. Unterstützte Sprachen sind Englisch, Französisch, Japanisch, Spanisch, Katalanisch und Arabisch. Das System ist entwickelt für den Desktop-PC und das Nokia Internet-Tablet und beinhaltet 300 bis 1000 Wörter je nach Domäne und Sprachkombination.

Ein weiteres SST-System ist *Converser*, das von Spoken Translation Inc. in Berkeley, USA entwickelt wurde. Das System soll den spanischsprechenden Patienten helfen mit englischsprachigen Ärzten, Krankenschwestern und anderem medizinischen Personal zu kommunizieren. Im Gegensatz

zu MedSLT soll Converser eine breite linguistische Abdeckung sowie mehreren medizinischen Bereiche miteinbeziehen. Eine Besonderheit des Systems ist das eine Äußerung auf zwei Ebenen, Spracherkennung und maschinelle Übersetzung, analysiert wird. Die Nutzer können die sprecherabhängige ASR kontrollieren, beziehungsweise korrigieren, so wird sichergestellt, dass eine Aussage korrekt ist und an die MÜ weiter übergeben werden kann. Im Falle einer Unsicherheit hinsichtlich Korrektheit einer Übersetzung wird eine Reihe von *MeaningCues* (Synonyme und Definitionen) eingesetzt. Diese werden aus verschiedenen Ressourcen extrahiert und in einer Datenbank Namens SELEKT gespeichert. Mit diesen Stichwörtern kann der Nutzer die bevorzugte Bedeutung von verfügbaren Möglichkeiten auswählen. Dann folgen die automatische Aktualisierung der Übersetzung und Rückübersetzung (vgl. Dillinger/Seligman 2006: 36).

Ein weiteres für das Gesundheitswesen entwickeltes SST-System ist *S-MINDS*. Es wurde von Sehda Inc. entwickelt und soll mehrsprachige Patienten-Ärzte-Kommunikation mit sehr hoher Genauigkeit ermöglichen. Im Gegensatz zu anderen Systemen hat dieses ein bereits großes Datenspekturm, während die meisten anderen SST-Systeme sich auf verfügbare moderate domänenspezifische Daten stützen. Wenn Daten noch nicht verfügbar sind, ist es für den Entwickler sehr zeit- und arbeitsaufwändig ausreichend viele Daten zu sammeln, um ein SMT-System zu modellieren und zu trainieren (vgl. Ehsani et.al 2006:1).

Eine der neusten SST-Systeme im Gesundheitswesen ist MediBabble IPhone App, die von zwei US-amerikanischen Ärzten, Alex Blau und Brad Cohn entwickelt wurde. Das System kann gratis heruntergeladen werden und unterstützt derzeit 5 Sprachen: Spanisch, Kantonesisch, Chinesisch, Russisch und die Haitianische Sprache. MediBabble verfügt über eine umfassende Datenbank an übersetzten klinischen Fragen und Anweisungen. Jede Aussage wird von Ärzten geschrieben und überprüft sowie von professionellen medizinischen Dolmetschern aus dem Englischen übersetzt. Es enthält solche Aspekte wie Anamnese, soziale und Familienvorgeschichte und Medikamentenanamnese für mehr als sechzig am häufigsten auftretenden Beschwerden und deckt elf Organsysteme ab (vgl. URL:medibabble.com).

Es gibt eine Reihe von Problemen mit denen Software-Entwickler sich auseinandersetzen müssen. Die Genauigkeit und breite Abdeckung der medizinischen SST-Systeme stehen sehr oft im Gegensatz. Bis jetzt erzielten viele SST-Systeme hinreichende Genauigkeit, indem sie den Umfang der Bereiche, Vokabular und Strukturen wesentlich einschränkten. Ein Problem besteht darin, dass die Spracherkennung und MÜ-Technologien immer noch relativ fehlerhaft sind. Abgesehen von den Schwierigkeiten mit dem Wortschatzumfang und der multilingualen Darstellung, sind die kulturellen Unterschiede problematisch. Jedoch, angesichts des Potentials und der Signifikanz der SST-

Forschung im medizinischen Bereich, scheint die Bemühung sich dieser Herausforderungen zu stellen, durchaus als angebracht.

4. EXPERIMENT

4.1. Überblick

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll ein funktionaler Vergleich sowie Evaluierung der Leistung von drei Speech-to-Speech Translation Apps: Yandex Übersetzer, Google Übersetzer und Microsoft Übersetzer im medizinischen Bereich gemacht werden. Alle drei Apps sind für mobile Geräte wie Smartphones oder Tabletts ausgelegt und können kostenfrei heruntergeladen werden. Sie sind die am weitesten verbreiteten und populärsten Apps und decken ein weites Spektrum an Anwendungsbereichen ab.

Kapitel 5 befasst sich mit den technischen Charakteristika, wobei Aspekte wie User Interface beziehungsweise Hauptmerkmale vorliegender Apps erläutert werden.

Zur Evaluierung der Leistung dieser Apps werden drei Dialoge im Sprachenpaar Deutsch-Russisch erstellt, welche im medizinischen Kontext erfolgen. Kapitel 6 erläutern eine ausführliche Analyse dieser Dialoge sowie Evaluierung der Leistungsergebnisse der Apps auf der Grundlage einer Fehlertypologie, welche im Unterkapitel 4.2. erklärt wird.

Das Testen der Apps erfolgte auf dem Mobilgerät Samsung Galaxy S4 und dem Sony Xperia Z5, mit dem jeweils aktuellsten Android Betriebssystem. Während des Experiments wurden alle Dialoge mittels eines Diktiergeräts aufgenommen und anschließend transkribiert. Die transkribierten Versionen sind im Anhang dieser Arbeit zu finden.

Die Dialoge behandeln verschiedene medizinische Situationen und wurden im Sprachenpaar Russisch-Deutsch durchgeführt. Der erste Dialog ist eine Vereinbarung eines Artztermins, wobei das medizinische Personal russischsprachig ist und die Patientin deutsch spricht. Der zweite Dialog beschäftigt sich mit den Anweisungen des deutschsprachigen medizinischen Personals bei der Magnetresonanztomographie. Der dritte Dialog deckt einen ausführlichen Anamnese-Dialog zwischen einem russischsprachigen Patienten und einer deutschsprachigen Ärztin.

Das Experiment wurde so konzipiert, dass sich die Komplexität der Dialoge schrittweise steigert, um die Leistung der SST-Apps im stufenweise steigenden Schwierigkeitsgrad zu testen. Bei einem Test am 10. Juni 2017 stellte sich heraus, dass die Gesprächsaufzeichnung der vorliegenden SST-Apps begrenzt ist. Bei langen Dialogen kommt es vor, dass Teile des Sprachinputs verloren gehen. Da ein besonderer Wert auf die Erreichung des kommunikativen Ziels gelegt wird, erhielten die Testpersonen eine Möglichkeit selbst zu entscheiden, ob und wann Sie Pausen machen oder, falls ein SST-System bestimmte Passagen nicht dolmetscht, das Gesagte in Teilen wiederholen.

Die vollständige Ausführung des Experiments fand am 11. Juni 2017 statt. Vor der Durchführung wurde den Testpersonen mitgeteilt, dass sie den Dialog genau wiedergeben und

natürlich sprechen sollen sowie versuchen den typischen Verlauf der vorliegenden Situation, hinsichtlich der Stimmlage und Betonungen, möglichst gut zu simulieren.

4.2. Methodik der durchgeführten Evaluierung

Die Evaluierung der übersetzten Zieltexte erfolgt auf der Grundlage einer Fehlertypologie, in der alle auftretenden Fehler einem bestimmten Fehlertyp zugeordnet werden. Die vorliegende Typologie beruht auf einer von Ramlow (2009) ausgearbeiteten Fehlertypologie und lässt sich wie folgt zusammenfassen:

1. **Lexik**

a) Homorgraphie: Dieser Fehlertyp deckt alle Fehler ab, welche auf Homographie zurückzuführen sind.

b) Terminologie: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die bei der Übersetzung von Fachbegriffen eines bestimmten Fachgebiets entstehen.

c) Präposition: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die der Übersetzung von Präpositionen auf paradigmatischer Ebene verbunden sind, indem die syntaktische Struktur des Satzes nicht korrekt angepasst wird.

d) Phrase: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, welche bei der Übersetzung von Phrasen, idiomatischen Redewendungen und Kollokationen entstehen.

e) Nicht übersetzt: Dieser Fehlertyp schließt alle nicht übersetzten Wörter im Text ein.

f) Sonstig: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die keinem obengenannten Fehlertyp zugeordnet werden können. Dabei handelt es sich Großteils um nicht idiomatische Übersetzungen.

2. **Morphologie:** Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die im Zusammenhang mit morphologischen Fehler auftreten (Tempus, Modus, Kasus, Numerus usw.).

3. **Syntax**

Im Bereich der Syntax lassen sich die folgenden Fehlertypen unterscheiden:

a) Wortstellung: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die sich auf Position der einzelnen Wörter, Komposita und Phrasen im Satz beziehen.

b) Strukturdivergenz: Dieser Fehlertyp betrifft syntaktische Strukturen, bei denen die Struktur des ausgangssprachlichen Satzes im zielsprachigen Satz aufrechterhalten wird, obwohl diese Satzstrukturen, syntaktisch gesehen, nicht normgerecht sind.

c) Präposition: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die bei der Übersetzung von Präpositionen auf syntagmatischer Ebene entstehen.

d) Bezug: Dieser Fehlertyp deckt alle Fehler ab, bei denen die syntaktische Funktion von Wörtern und Wortgruppen nicht korrekt erkannt wird, so dass die Satzbezüge nicht korrekt wiedergegeben werden.

e) Sonstig: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler auf syntagmatischer Ebene, die keinem des obengenannten Fehlertypen zugeordnet werden können.

f) Artikel: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die mit dem Artikelgebrauch im Zusammenhang stehen.

4. Formale Fehler: zu den formalen Fehlern gehören die folgenden Fehler

a) Orthographie: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die sich auf Rechtschreibung der Wörter beziehen.

b) Interpunktion: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die mit der Satzzeichensetzung in Verbindung stehen (vgl. Ramlow 2009: 164).

5. Im Bereich **der Spracherkennung** lassen sich die folgende unterscheiden:

a) nicht erkannt: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, in denen die Spracherkennung die Spracheingabe nicht erkennt hat, was zu Auslassungen im Zieltext führt.

b) falsch erkannt: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, in denen die Spracherkennung der App die Spracheingabe nicht korrekt erkannt hat.

6. Bei der **Sprachsynthese** sind die folgenden Fehlertypen zu unterscheiden:

a) Aussprache: Dieser Fehlertyp deckt alle Fehler ab, die mit einer falschen Betonung der Wörter bei der Sprachausgabe in Verbindung stehen.

b) Intonation: Dieser Fehlertyp umfasst alle Fehler, die sich auf unangemessene Intonation bei Fragen bezieht. Diese entsteht zum Großteil bei der Sprachausgabe der Fragen von Deutschen ins Russische.

4.3. Forschungsfragen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

1) Inwieweit sind die vorliegenden SST-Systeme im medizinischen Kontext anwendbar?

2) Gibt es Unterschiede in der Qualität des Dolmetschens bei der Schwierigkeitssteigerung der Dialoge?

3) Was sind die Leistungsunterschiede zwischen Google Translate, Yandex Translate und Microsoft Translator?

4) Wie sind die Perspektiven für solche SST-Systeme im Gesundheitswesen?

Die erste Forschungsfrage bezieht sich auf die Anwendbarkeit und Funktionalität der SST-Apps im Gesundheitswesen. Anhand des Experiments soll herausgefunden werden, ob mit Hilfe der Apps eine adäquate und brauchbare Verdolmetschung geliefert werden kann. Des Weiteren soll festgestellt werden, ob und inwiefern sich die Leistung der SST-Apps mit Steigerung des Schwierigkeitsgrads verändert. Darüber hinaus wird die Leistung von drei SST-Apps miteinander verglichen und mit Hilfe von der oben beschriebenen Fehleranalyse evaluiert. Außerdem soll festgestellt werden, welches SST-System am effektivsten ihre Aufgaben erfüllt.

Die vierte Forschungsfrage behandelt die zukünftigen Perspektiven solcher Anwendungen und mögliche Verbesserung der Apps im medizinischen Bereich.

5. EIGENSCHAFTEN DER SST-APPS

5.1. Yandex Translate[5]

5.1.1. Technischer Hintergrund

Die Web Version von Yandex Translate wurde vom russisch-niederländischen Technologienunternehmen Yandex im Jahr 2011 veröffentlicht. Nach der Markeinführung in 2011 unterstützte die Beta-Version des Webservice nur drei Sprachen: Englisch, Ukrainisch und Russisch mit der Einschränkung von zehn Tausend Symbolen. Im Laufe der nächsten Jahre wurden weitere Sprachen hinzugefügt und im Juni 2017 unterstütze das System vierundneunzig Sprachen. Im Juli 2013 hat das Unternehmen eine mobile Übersetzungs-App Yandex Translator für IOS und Android präsentiert. Die App basierte auf der statistischen Methode der maschinellen Übersetzung und unterstützte neunzehn Sprachen. Darüber hinaus wurde die App mit der sogenannten vorausberechnenden Eingabe ausgestattet, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit aufeinander folgende Worte in der Ausgangsprache prognostizieren kann. 2014 konnte die App auf Tablets genutzt werden, wobei die Übersetzungen als Favoriten gespeichert werden konnten. Des Weiteren wurden asiatischen Sprachen wie Chinesisch und Thailändisch inkludiert. Im August 2015 wurde die App mit der Funktion der Spracheingabe ausgestattet und konnte die russische, englische und türkische Sprache mit Hilfe der SpeechKit Technologie erkennen und in alle anderen Sprachen aus dem Sprachangebot dolmetschen. Darüber hinaus war es ab 2015 möglich, Webseiten mittels Yandex Translate zu übersetzen. Eine der aktuellsten Funktionalitäten ist die Möglichkeit Text in Bildern zu erkennen, auszulesen und übersetzen zu lassen (vgl. URL: https://yandex.com/company/blog).

Derzeit funktioniert die visuelle Texterkennung für zwölf Sprachen: tschechisch, englisch, französisch, deutsch, italienisch, polnisch, portugiesisch, russisch, spanisch, türkisch, chinesisch und ukrainisch. Yandex Translate ist im Play Store kostenfrei verfügbar. Die Größe der App beträgt aktuell 24.40MB und hat eine Bewertung von 4.4 von möglichen 5 Sternen (vgl. URL: https://play.google.com 2017).

5.1.2. User Interface

Vor der Installation des Yandex Translate auf dem mobilen Gerät, muss man zunächst im Google Play Store den Zugriff der App auf Media Files, Kamera, Mikrofon und Wi-Fi –

[5] Der Aufbau des Kapitels 5vorliegender Masterarbeit orientiert sich am Aufbau der Kapitel 5, 6 und 7 der an der Universität Wien verfassten Masterarbeit von Brizar (2014)

Verbindungsinformation ermöglichen (siehe Abbildung 7) zulassen. Nach der Installation wird eine kurze Einführung in die Übersetzungs- und Dolmetschmöglichkeiten mittels Yandex Translator gegeben (siehe Abbildung 8, 9).

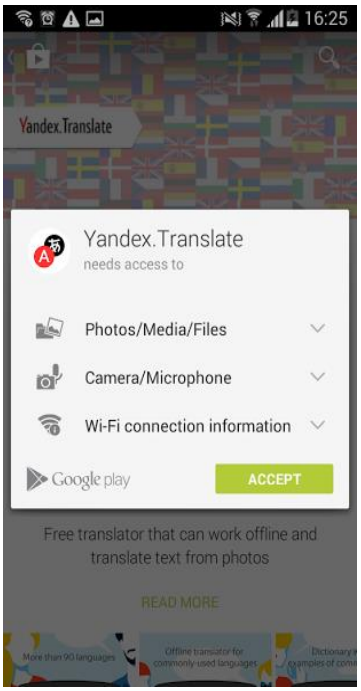


Abb.7: Zugriff der App auf weitere Dienste, Yandex Translate 3.01

Abb.8: Visuelle Übersetzung, Yandex Translate 3.01

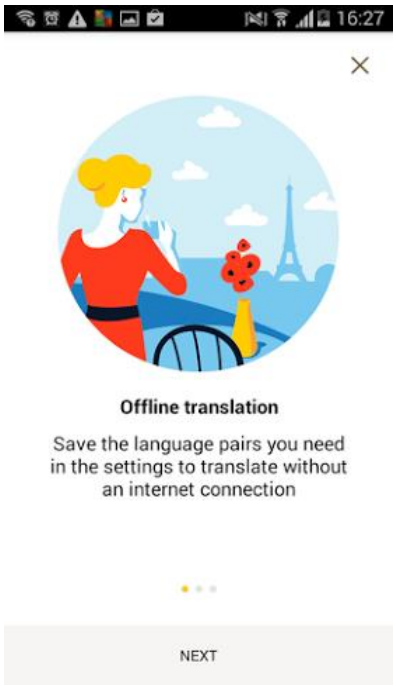


Abb.9: Offline-Übersetzung, Yandex Translate 3.01

Nach dem kurzen Überblick über die zu Verfügung gestellten Optionen für die Übersetzung, erscheint der Startbildschirm, welcher automatisch eine Übersetzung aus dem Englischen ins Russische bietet. Die Ausgangssprache befindet sich auf der linken Seite des Startbildschirms, während die Zielsprache auf der rechten Seite zu finden ist. Man kann das Sprachenpaar durch Tippen auf der Schaltfläche „Englisch“ oder „Russisch“ ändern. Nach dem Tippen der Taste der Ausgangs- oder Zielsprache erscheinen eine Liste von unterstützten Sprachen sowie eine Option zur automatischen Erkennung der Sprache und eine Offline-Übersetzung. Hier kann man zwischen zweiundzwanzig Sprachpaketen auswählen. Wenn man die Ausgangs- und Zielsprache austauschen will, kann man auf einen kleinen Pfeil tippen und die Sprachen werden ausgetauscht.

Auf dem Startbildschirm gibt es die Möglichkeit, die gewünschte Eingabemethode zu wählen. So kann man einen Text eintippen, die URL-Adresse einer Webseite eingeben, mittels Mikrofon einen Text einsprechen, oder einen Text in Bildern erkennen und übersetzen lassen (siehe Abbildung 10). Nachdem eine Eingabe erfolgt ist, kann sie mit Hilfe von Sprachsynthese ausgesprochen, gesendet oder groß angezeigt werden. Des Weiteren kann man den Ausgangs- oder

Zieltext durch Tippen auf x löschen, damit ein neuer Text eingegeben werden kann. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Verlaufsgeschichte der Übersetzungen zurückzuverfolgen und die Übersetzungen als Favoriten zu speichern (siehe Abbildung 11).

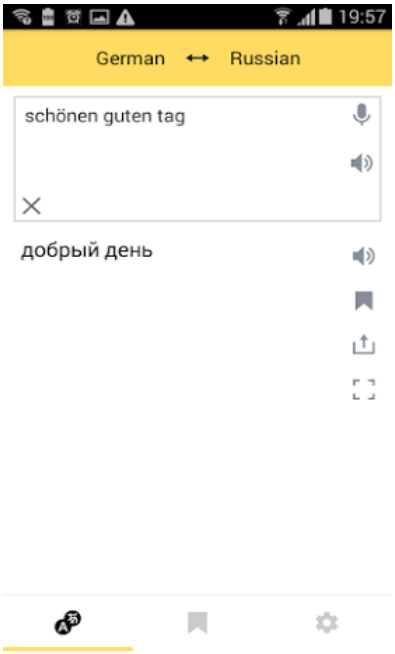


Abb.10: Startbildschirm der App, Yandex Translate 3.01

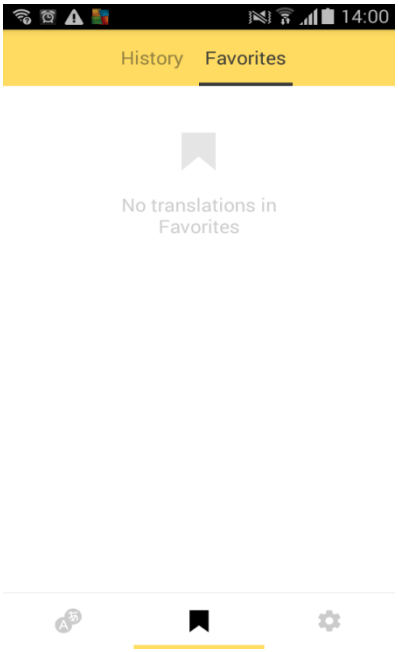


Abb.11: Verlaufsgeschichte und Favoriten-Funktion, Yandex Translate 3.01

In der Einstellungsoption der App können Einstellungen für den Offline-Modus vorgenommen werden sowie allgemeine Einstellungen. Um die App im Offline-Modus nutzen zu können, muss man mindestens ein Sprachpaket herunterladen (siehe Abbildung 12). Unter den allgemeinen Einstellungen kann man das Simultandolmetschen, die Spracherkennung, das Wörterbuch, vorausberechnende Eingabe, das Autodrehen des Bildes, Übersetzung des Clipboards und schnelle Übersetzung entweder ein- oder ausschalten (siehe Abbildung 13).

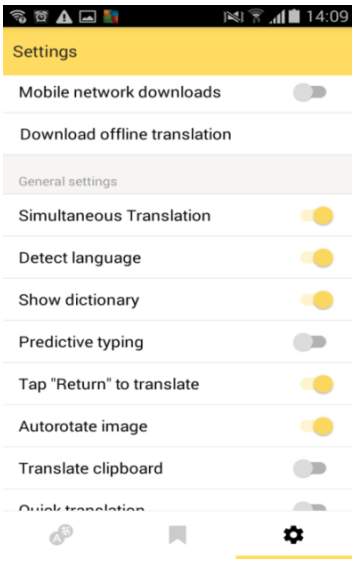
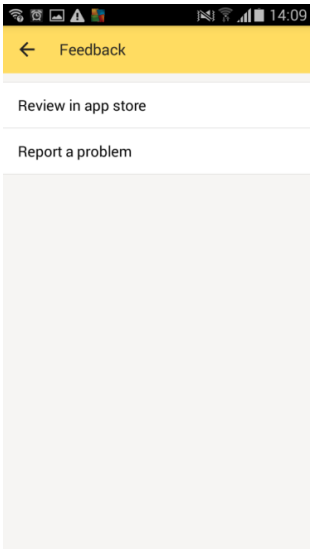


Abb.12: Funktion der Offline-Übersetzung, Yandex Translate 3.01

Abb.13 Einstellungen, Yandex Translate 3.01

Unter der Einstellungsoption *About* bekommt man Informationen über weitere Yandex-Apps, den Lizenzvertrag und die Datenschutzbestimmungen (siehe Abbildung 14). Eine weitere Einstellungsoption ist Feedback, wobei man die Beschreibung der App im Google App Store findet und dort über ein Problem berichten kann (siehe Abbildung 15). Die Funktion *Help* bietet wiederum Informationen über Hauptmerkmale und Möglichkeiten der App (siehe Abbildung 16).



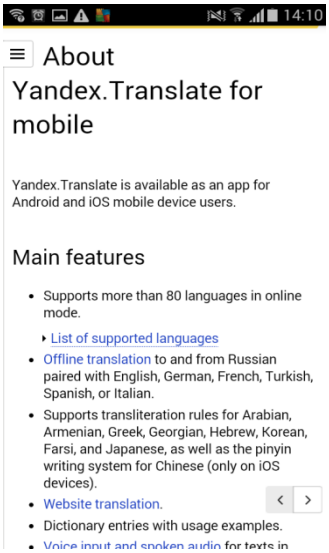


Abb.14: Funktion About, Yandex Translate 3.01

Abb.15: Funktion Feedback, Yandex Translate 3.01

Abb.16: Funktion Help, Yandex Translate

5.1.3. Hauptmerkmale

Im Folgenden werden die Hauptmerkmale der App Yandex Translate genauer beleuchtet: Sprachangebot und Übersetzer-Modus.

1) Sprachangebot

Die aktuelle Version 3.01 von Yandex Translate unterstützt mehr als neunzig Sprachen im Onlinemodus. Eine der Besonderheiten dieser App besteht darin, dass die Sprachen nationaler Minderheiten Russlands wie baschkirisch, tatarisch und udmurtisch inkludiert sind. Darüber hinaus werden in Offline-Modus Übersetzungen aus dem Französischen, Deutschen, Italienischen, Russischen und Türkischen ins Englische zur Verfügung gestellt. Die Funktion der Spracheingabe gibt es für Übersetzungen aus dem Russischen, Ukrainischen, Türkischen und Englischen in alle Sprachen aus dem Sprachangebot. Die App unterstützt außerdem Transliterationsregeln für Arabisch, Armenisch, Griechisch, Georgisch, Hebräisch, Koreanisch, Persisch und Japanisch.

2) Übersetzer-Modus

Neben dem Online-Modus ist Yandex Translate in der Lage auch in Offline-Modus zwischen zweiundzwanzig Sprachrichtungen zu übersetzen und zwar: Arabisch-Englisch, Bulgarisch-Russisch, Englisch-Chinesisch, Englisch-Französisch, Englisch-Italienisch, Englisch-Lettisch, Englisch-Portugiesisch, Englisch-Russisch, Englisch-Spanisch, Englisch-Türkisch, Französisch-Russisch, Deutsch-Englisch, Deutsch-Russisch, Griechisch-Russisch, Italienisch-Russisch, Polnisch-Russisch, Portugiesisch-Russisch, Rumänisch-Russisch, Russisch-Serbisch, Russisch-Türkisch, Russisch-Ukrainisch und Spanisch-Russisch. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit zur Übersetzung ganzer Webseiten sowie einer Übersetzung eines mit der Kamera erkannten Textes.

Es ist zu erwähnen, dass bei Yandex Translate ein vollwertiger Konversationsmodus fehlt. Nach der Sprachausgabe muss man zuerst die vorher übersetzte Phrase löschen und die Sprachrichtung ändern; nur danach kann eine erneute Spracheingabe erfolgen.

5.2. Microsoft Translator

5.2.1. Technischer Hintergrund

Microsoft Translator ist ein von Microsoft entwickelter mehrsprachiger Cloud-Service für maschinelle Übersetzungen. Die erste Version von einem Microsoft MÜ-System wurde zwischen 1999 und 2000 im Rahmen von Microsoft Research entwickelt. Die App mit der Spracheingabefunktion für Android und iOS Betriebssysteme wurde im März 2016 auf den Markt gebracht und unterstützte Speech-to-Speech Übersetzung für acht Sprachen: Arabisch, Mandarin Chinesisch, Englisch, Französisch, Italienisch, Portugiesisch und Spanisch. Darüber hinaus war die Textübersetzung für mehr als fünfzig Sprachen möglich. Später wurde Russisch zum Sprachangebot hinzugefügt.

2016 wurden einige neue Features wie Kamera-Sofort-Übersetzung, Übersetzung von kurzen Phrasen oder Online-Übersetzung und eine Möglichkeit Sprachpakete kostenfrei für die Übersetzung ohne aktive Internet-Verbindung herunterzuladen, eingeführt. Seit November 2016 funktionierte Microsoft Translator auf Basis der neuronalen Netzwerke, welche die Funktionsweise des Gehirns bei der Übersetzung nachahmt. Diese wurde nicht nur für SST-unterstütze Sprachen wie Arabisch, Chinesisch, Französisch, Italienisch, Spanisch, Russisch, Portugiesisch verwendet, sondern auch für Japanisch und Koreanisch (vgl. URL: https://translator.microsoft.com/apps/).

Microsoft Translator ist ebenso wie Yandex Translate kostenfrei für mobile Geräte mit Microsoft, iOS und Android- Betriebssystemen verfügbar. Die App hat eine Bewertung von 4.5 aus möglichen 5 Sternen (vgl. URL:https://play.google.com).

5.2.2. User Interface

Die neuste Version 3.0.25 von Microsoft Translator wurde am 15.05.2017 aktualisiert und mehr als eine Million Mal heruntergeladen. Die App hat eine Größe von 65,85 MB. Nach der Installation der App auf einem Smartphone müssen die BenutzerInnen zuerst den Datenschutzvereinbarungen zustimmen (siehe Abbildung 17). Danach erscheint der Startbildschirm mit vier Icons:

1) Funktion der Spracheingabe (Mikrofon-Icon)
2) Funktion der Texteingabe (Tastatur-Icon)
3) Unterhaltungsmodus (zwei kleine Personensymbole)
4) Kamera-Sofort-Übersetzung (Kamera-Icon)

Abb.17: Informationen zum Datenschutz, Microsoft Translator 3.0.25

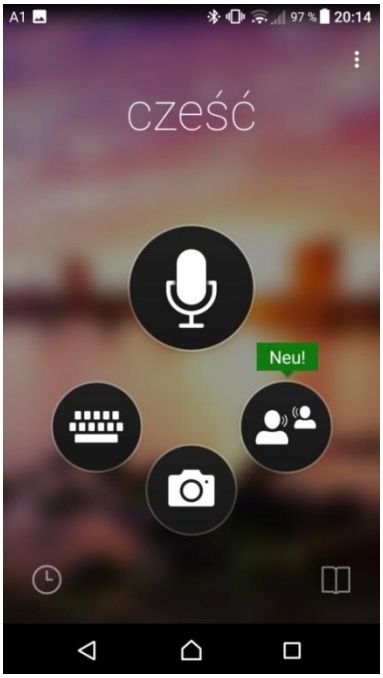


Abb.18: Startbildschirm der App, Microsoft Translator3.0.25

Vor der Verwendung dieser Funktionen muss man zuerst den Zugang zum Mikrofon für Spracheingabe, zur Kamera für Kamera-Sofort-Übersetzung sowie zum Standort des Geräts erlauben (siehe Abbildung 19, 20, 21).

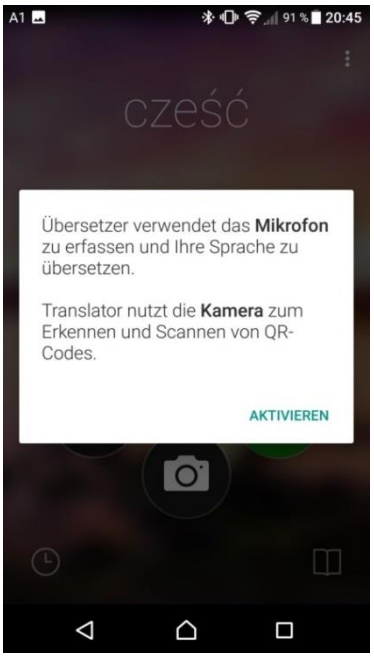


Abb.19 Zugriff der App auf das Mikrofon und Kamera, Mikrosoft Translate 3.0.25

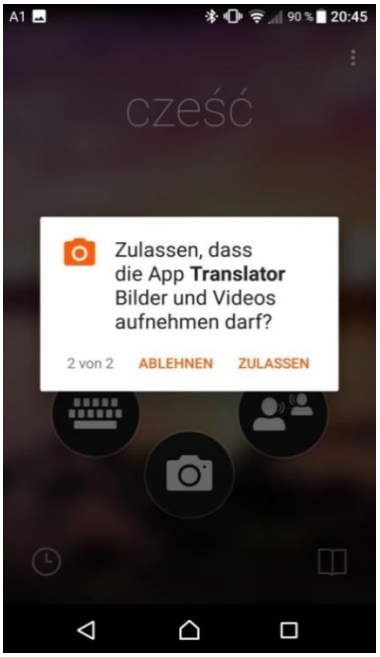


Abb.20: Zulassung der App auf Aufnahme der Bilder und Videos, Microsoft Translator 3.0.25

Abb. 21 Information zur Nutzung der Kamera durch die App, Microsoft Translator 3.0.25

Bei der Spracheingabe-Funktion besteht die Möglichkeit eine Übersetzung zu speichern, senden, auf dem Bildschirm groß anzuzeigen und aussprechen zu lassen. Nach dem Tippen auf das Mikrofon-Icon ist im unteren Bereich die Sprachkombination zu sehen. Die Ausgangs- und Zielsprache befindet sich jeweils auf linken der rechten Seite des Hauptmenüs.

Wenn man auf die Sprachentaste tippt, erscheint die Liste von unterstützten Sprachen für die Spracheingabe. Die Sprachrichtung kann durch das Tippen auf zwei kleine Pfeile gewechselt werden. Auf der rechten Seite des Menüs ist ein Icon mit zwei kleinen Mikrofonen zu sehen. Dies steht für den Konversation-Modus, welcher eine Dialogübersetzung ermöglicht (siehe Abbildung 22). Bei der Texteingabe kann man die Übersetzung speichern, senden und groß anzeigen lassen. Darüber hinaus hat das Microsoft Unternehmen eine neue Funktion eingeführt, welche eine Gruppenkonversation ermöglicht, wobei jeder Gesprächsteilnehmer sein Gerät verwendet. Als Gesprächsleiter muss man zuerst den Namen und die Sprache eingeben. Danach wird ein Unterhaltungscode generiert, welchen die anderen Gesprächsteilnehmer verwenden, um sich der Unterhaltung anzuschließen (siehe Abbildung 23).

Im unteren Bereich auf beiden Seiten des Hauptmenüs sind zwei Icons zu finden. Ein Buch-Icon steht für den *Sprachführer*, welcher die folgenden Bereiche abdeckt: Grundlagen, Reisen und Wegbeschreibung, Unterkunft, Abendessen, Zeit, Datum, Zahlen, Technologie und Gesundheit (siehe Abbildung 24). Das Uhr-Icon führt zum Verlauf, in dem zuletzt verwendete und gespeicherte Übersetzungen zu finden sind.

Abb.22: Konversationsmodus, Microsoft Translator 3.0.25

Abb.23: Funktion der Unterhaltung mit mehreren Menschen, Microsoft Translator 3.0.25

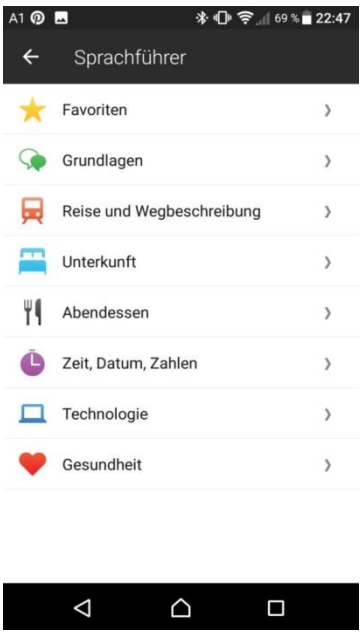


Abb.24: Sprachführer, Microsoft Translator 3.0.25

Im oberen Bereich des Startbildschirms findet man die Optionen zur Einstellungen, Offline-Sprachen, Feedback und Hilfe, Empfehlung der App und Informationen (siehe Abbildung 25). Unter der Option Einstellungen kann man das Vorlesen der Übersetzung ein- oder ausschalten, zwischen weiblichen und männlichen Stimmen für Text-zu-Sprache Übersetzung wählen und den Verlauf löschen (siehe Abbildung 26). Des Weiteren ist es möglich die automatische Aktualisierung der Offline-Sprachen einzuschalten, die Nutzung von der SD-Speicherkarte zum Speichern von Offline-Sprachpaketen zu erlauben und eine Möglichkeit zur Protokollierung der Übersetzungsprobleme einzuschalten.

Unter der Option *Offline-Sprachen* findet man eine Liste von verfügbaren Sprachpaketen, welche eine Übersetzung ohne Internetverbindung ermöglicht (siehe Abbildung 27). Dabei wird Spracheingabe im Offline-Modus nicht unterstützt. Darüber hinaus kann man das Feedback für die App an Microsoft senden, Hilfe zur Behebung der Probleme ersuchen, sowie die App im Play Store empfehlen. Unter der Option *Info* kann man die App bewerten, Informationen über den Microsoft Dienstleistungsvertrag, den Datenschutz und Drittanbieterhinweise bekommen.

Abb. 25: Menü der App, Microsoft Translator, 3.0.25

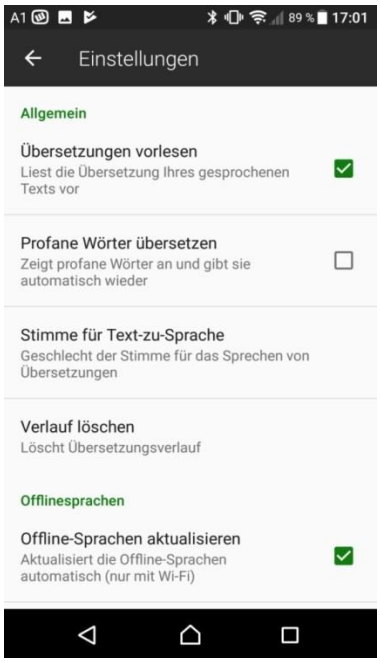


Abb.26: Einstellungen der App, Microsoft Translator 3.0.25

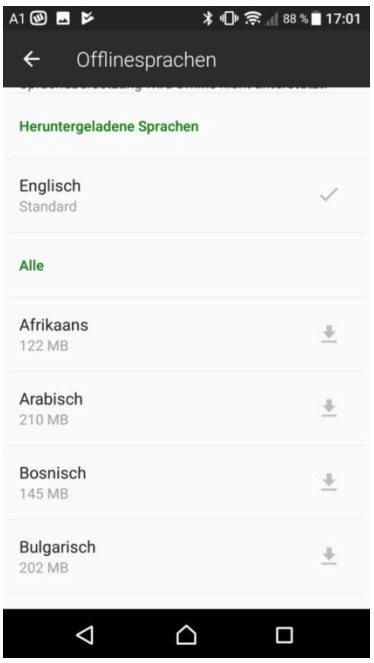


Abb. 27: Liste von Offline-Sprachen, Microsoft Translator 3.0.25

5.2.3. Hauptmerkmale

1) Sprachangebot

Im Vergleich zu Google Translate oder Yandex Translate verfügt die App über ein kleineres Sprachangebot. Die Texteingabe ist zum Stand von Juni 2017 für folgende Sprachen möglich:

- Afrikaans
- Arabisch
- Bosnisch (Lateinisch)
- Bulgarisch
- Chinesisch (vereinfacht)
- Chinesisch (traditionell)
- Dänisch
- Deutsch
- Englisch
- Estnisch
- Fidschianisch
- Filipino
- Finnisch
- Französisch
- Griechisch
- Haitianisch
- Hebräisch
- Hindi
- HmongDaw
- Indonesisch
- Italienisch
- Japanisch
- Kantonesisch (traditionell)
- Katalanisch
- Koreanisch
- Urdu
- Vietnamesisch
- Walisisch
- Kroatisch
- Lettisch
- Litauisch
- Malagasy
- Malaiisch
- Maltesisch
- Niederländisch
- Norwegisch
- Persisch
- Polnisch
- Portugiesisch
- Queretaro-Otomi
- Rumänisch
- Russisch
- Schwedisch
- Serbisch (Kyrillisch)
- Serbisch (Lateinisch)
- Slowakisch
- Slowenisch
- Spanisch
- Swahili
- Tahitianisch
- Thai
- Tschechisch
- Türkisch
- Ukrainisch
- Ungarisch
- Yukatekisches Maya

Speech-to-Speech Übersetzung ist nur zwischen neun Sprachen verfügbar: Arabisch, Chinesisch, Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Portugiesisch, Russisch und Spanisch. Beim Offlinemodus besteht eine Möglichkeit aus vierundvierzig Sprachen ohne Internetverbindung zu übersetzen.

2) Übersetzer-Modus

Microsoft Translator verfügt über einen sehr einfachen und intuitiven Übersetzungsmodus. Im Konversationsmodus wird die Spracheingabe durch Tippen auf das Mikrofon-Ikon durchgeführt, wobei der Sprechbeginn mittels eines Signals und blinkenden Mikrofons signalisiert wird.

Nach der Spracheingabe erscheint zuerst eine geschriebene Übersetzung auf dem Bildschirm, die anschließend ausgesprochen wird. Dabei ist der Ausgangstext im oberen Bereich des Hauptmenüs zu finden. Die Übersetzung kann dann gespeichert, gesendet, vergrößert oder wieder ausgesprochen werden. Es besteht die Möglichkeit zur Unterhaltungen zweier Personen in Echtzeit auf einem Gerät. Bei dieser Funktion wird das Hauptmenü in zwei Bereiche aufgeteilt, wobei sich die Ausgangssprache im unteren Bereich und die Zielsprache im oberen Bereich befindet. Die Anweisungen zur Nutzung des Mikrofons werden in beiden Sprachen gegeben.

5.3. Google Translate

5.3.1. Technischer Hintergrund

Google Translate ist ein multilingualer Online-Dienst zur Übersetzung von Texten, Webseiten, Bildern, Reden sowie Videos. Es wurde vom US-amerikanischen Technologienunternehmen Google Inc. entwickelt und unterstützte zur Zeit seiner Einführung 2006 nur zwei Sprachen: Englisch und Arabisch (vgl. Och 2015:1). Im Laufe der folgenden Jahre wurde das Sprachangebot wesentlich vergrößert, wobei in Februar 2017 mehr als 100 Sprachen unterstützt wurden (vgl.URL: translate.google.com/intl/en/about/).

Die Google Translate App ist seit 2010 für das Betriebssystem Android im Google Play verfügbar, während die Version für iOS seit 2011 erhältlich ist. Die App konnte unter anderem SMS-Nachrichten und in das Telefon gesprochene Texte übersetzen. 2011 wurde der sogenannte Konversationsmodus eingeführt, welcher Unterhaltungen in Echtzeit ermöglichte. Aktuell unterstützt die Google Translate App zweiunddreißig Sprachen im Konversationsmodus. Angesichts der Flüchtlingskrise in 2015 in Deutschland hat Google das Sprachenpaar Arabisch-Deutsch zur Übersetzung in Echtzeit hinzugefügt. Darüber hinaus wurde 2015 eine neue Funktion der Übersetzung mittels einer Kamera eingeführt, wobei sie Text erkennt, in eine beliebige Sprache übersetzt und die Übersetzung anzeigt (vgl. Turovsky 2016).

2016 hat das Google Forschungsteam eine neuronale maschinelle Übersetzung, bekannt als GNMT, zur Verbesserung der Übersetzungsgenauigkeit entwickelt. Im November 2016 hat Google die komplette Umstellung auf GNMT angekündigt. Die GNMT verwendet ein künstliches neuronales Netzwerk, welches das s.g. *deep learning* verwendet. Die Qualitätsverbesserung ist auf die Verwendung der beispielbasierten MÜ zurückzuführen, wobei das System aus Millionen von Beispielen lernt und ganze Sätze anstatt einzelner Wörter übersetzt (vgl. Turovsky 2016).

Die App kann im Google Play Store kostenfrei heruntergeladen werden. Die Größe der App zum Stand vom Juni 2017 beträgt 28,78 MB und hat eine Bewertung von 4.4 von 5 möglichen Sternen (vgl. URL:https://play.google.com/store/apps).

5.3.2. User Interface

Bevor Google Translate auf einem mobilen Gerät installiert werden kann, ist es notwendig den Zugang zu der Identität, den SMS, Fotos und Media, Dateien, sowie der Kamera und des Mikrofons zu erlauben (siehe Abbildung 28). Nach der Installation wird beim ersten Öffnen der App eine Hauptsprache sowie am häufigsten übersetzte Sprache zu wählen angeboten (siehe Abbildung 29). Außerdem besteht die Möglichkeit in der ausgewählten Sprachkombination ohne Internetverbindung zu übersetzen. Nach dem die Sprachkombination ausgewählt wurde, informiert die App über die

Größe des jeweiligen Sprachpakets und beginnt das Herunterladen. Nachdem der Download abgeschlossen ist, öffnet sich der Startbildschirm der App und ist zur Verwendung bereit (siehe Abbildung 30).

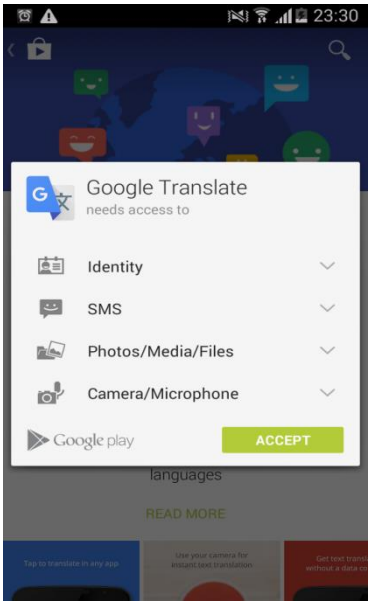


Abb. 28: Zugriff der App auf andere Instrumente und Programme, Google Translate 5.10.0.

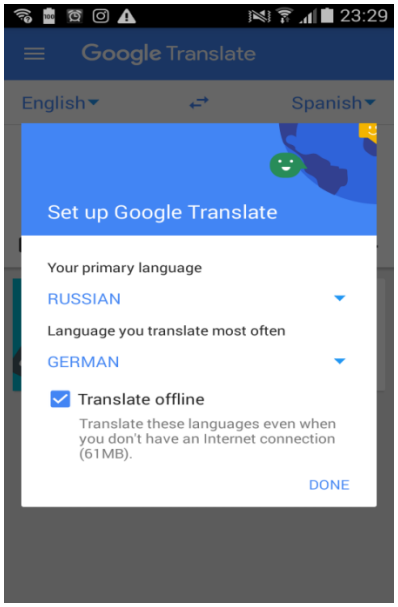


Abb. 29: Auswahl der Sprachenpaar, Google Translate 5.10.0

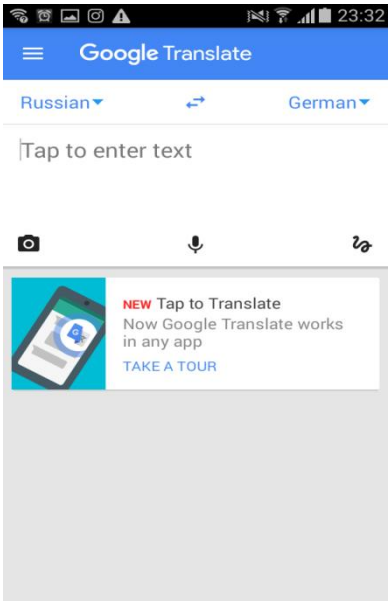


Abb. 30: Startbildschirm der App, Google Translate 5.10.0

Google Translate stellt die folgenden Eingabemöglichkeiten für die Übersetzung zur Verfügung: mittels der Kamera (Kamera-Icon), Spracheingabe (Mikrofon-Icon), Texteingabe und Handschrifteingabe (Schlangenlinie-Icon). Bei der Handschrifteingabe besteht die Möglichkeit im Feld *hier scheiben* manuell ein Wort, Zeichen oder einen Text einzugeben. Nach der manuellen Eingabe, schlägt die App am besten passende Übereinstimmung vor und übersetzt diese in die gewünschte Sprache. Außerdem wird eine Liste von Phrasen, in den das übersetzte Wort erscheint, angezeigt (siehe Abbildung 31). Darüber hinaus ist im oberen Bereich des Startbildschirms das Menü zu finden. Dort sind die Optionen der App zu finden (siehe Abbildung 32). Diese umfassen die Möglichkeit zum Startbildschirm zurückzukehren, Übersetzungen im Wortschatz zu speichern sowie eine SMS- und Offline-Übersetzung.

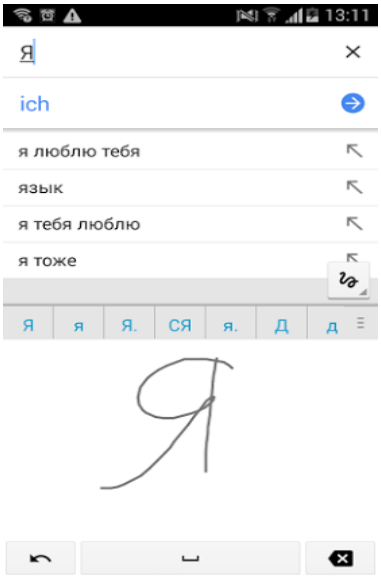


Abb. 31: Funktion der Handschrifteingabe, Google Translate 5.10.0

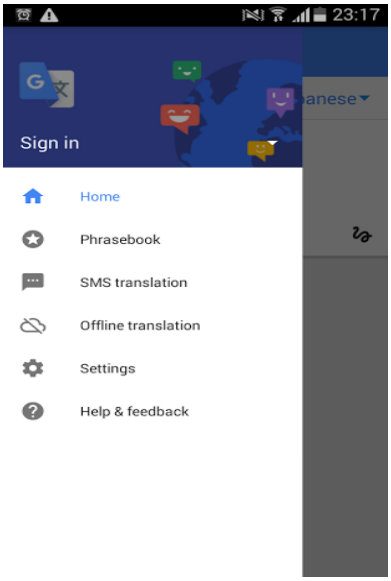


Abb.32: das Menü der App, Google Translate 5.10.0

Außerdem gibt es unter der Option Einstellungen die Möglichkeit zur Aktivierung der TapTranslate-Funktion (siehe Abbildung 33). Hierbei handelt es sich um eine Funktion bei der ein Text aus einer App oder Website markiert werden kann, welcher dann automatisch in die App kopiert wird. Danach ist der markierte Text im unteren Bereich des Bildschirms zu finden. Wenn man auf den Text tippt, erscheinen verschiede Links zu den Online-Wörterbüchern mit Übersetzungsvorschlägern. Man kann automatische Sprachausgabe, Blockierung von vulgärer Sprache sowie Spracherkennung beider Sprachen ein- oder ausschalten kann (siehe Abbildung 34).

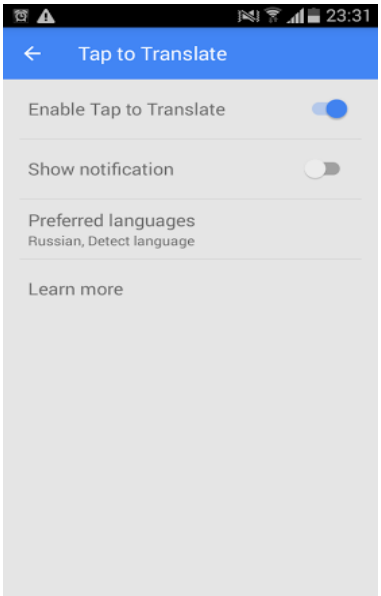


Abb. 33: Funktion Tap-to-Translate, Google Translate 5.10.0

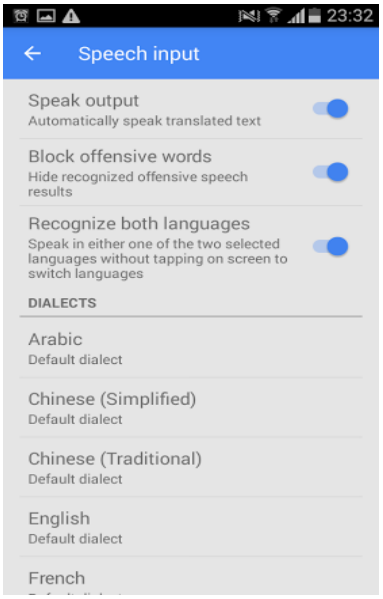


Abb. 34: Funktion der Spracheingabe, Google Translate 5.10.0

Unter der Option Dialekte kann man den benötigten Dialekt einer Sprache auswählen. Dies ist für die folgenden Sprachen möglich: Arabisch, Chinesisch (vereinfacht), Chinesisch (traditionell), Englisch, Französisch, Portugiesisch und Spanisch. Ebenso kann man die Datenverwendung so einstellen, dass die App vor dem Herunterladen eines Sprachpakets den Benutzer darüber informiert, das Kamera-Input verbessert oder ein hochwertiges Netzwerk bei der Text-to-Speech Übersetzung verwendet (siehe Abbildung 35). Des Weiteren bietet Google Translate die Möglichkeit die Übersetzungen im Wortschatz zu speichern (siehe Abbildung 36). Dafür muss man nach der Übersetzung eines Satzes im unteren Bereich auf den Pfeil tippen. Tippt man auf das Icon, kommt man zum Startbildschirm zurück. Durch das Tippen auf das Stern-Icon kann man die Übersetzung im Wortschatz speichern.

Eine weitere Option des Google Translate ist die Offline-Übersetzung; diese ermöglicht eine Übersetzung ohne Internetverbindung. Dafür muss man zuerst bestimmte Sprachpakete herunterladen. Die verfügbaren Sprachpakete umfassen fünfzig Sprachen.

Schließlich kann man Auskunft über die Funktionsweise der App unter der Option *Hilfe* und *Feedback* finden (siehe Abbildung 37).

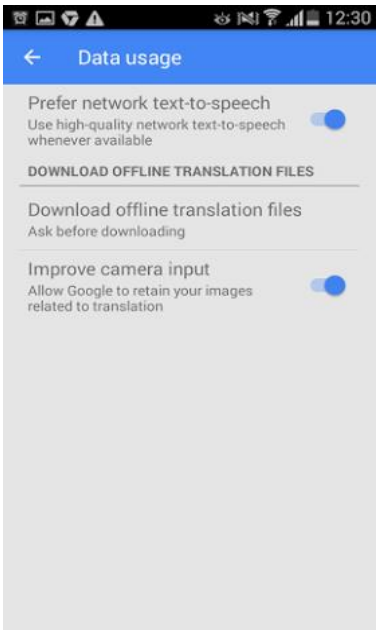


Abb. 35 Verwendung der Daten, Google Translate 5.10.0

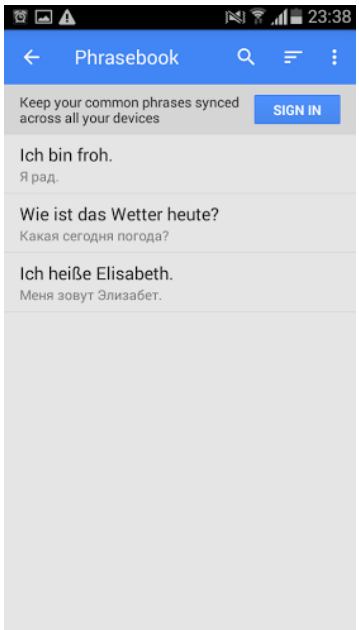


Abb.36: Wortschatz der App, Google Translate 5.10.0

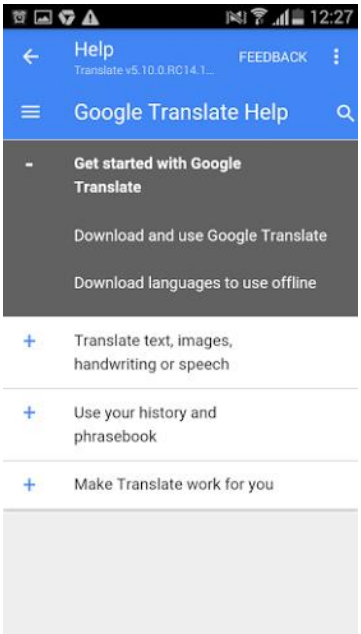


Abb. 37: Hilfe- Funktion, Google Translate 5.10.0

5.3.3. Hauptmerkmale

1) Sprachenangebot

Google Translate verfügt über das reichste Sprachangebot unter der vorliegenden Apps. Aktuell ist es möglich zwischen 103 Sprachen in Texteingabe-modus in jeder Kombination zu übersetzen. Die Übersetzung im Konversationsmodus ist zwischen den folgenden Sprachen möglich:

- Afrikaans
- Albanisch
- Arabisch
- Armenisch
- Bengalisch
- Bosnisch
- Chinesisch (traditionell)
- Chinesisch (vereinfacht)
- Dänisch
- Deutsch
- Englisch
- Esperanto
- Finnisch
- Französisch
- Griechisch
- Hindi
- Indonesisch
- Isländisch
- Italienisch
- Japanisch
- Katalanisch
- Walisisch
- Koreanisch
- Kroatisch
- Latein
- Lettisch
- Mazedonisch
- Niederländisch
- Norwegisch
- Polnisch
- Portugiesisch
- Rumänisch
- Russisch
- Schwedisch
- Serbisch
- Slowakisch
- Spanisch
- Suaheli
- Tamil
- Thailändisch
- Tschechisch
- Türkisch
- Ungarisch
- Vietnamesisch

Des Weiteren funktioniert die Kamera-Sofort-Übersetzung zwischen folgenden Sprachpaaren: Englisch-Spanisch; Englisch-Russisch; Englisch-Portugiesisch; Englisch-Französisch; Englisch – Italienisch; Englisch-Deutsch; Englisch-Bulgarisch; Englisch-Katalanisch; Englisch-Chinesisch, Englisch – Kroatisch; Englisch-Tschechisch; Englisch-Dänisch; Englisch-Niederländisch; Englisch-Filipino; Englisch-Finnisch; Englisch-Ungarisch; Englisch-Japanisch; Englisch-Indonesisch;

Englisch –Litauisch; Englisch-Norwegisch; Englisch-Polnisch; Englisch-Rumänisch; Englisch – Slowakisch; Englisch-Schwedisch; Englisch-Türkisch; Englisch-Ukrainisch.
Für manche Sprachkombinationen wie Englisch-Arabisch oder Deutsch-Arabisch müssen zuerst jeweilige Sprachpakete herunterladen werden (vgl. URL: https://support.google.com).

2) Übersetzermodus

Wie bereits erwähnt, ist Google Translate in der Lage einen Dialog zwischen zwei Personen, die keine gemeinsame Sprache sprechen, in Echtzeit zu übersetzen. Dies erfolgt durch das Tippen auf das Mikrofon-Icon, welches sich in der Mitte des Startbildschirmes befindet. Tippt der Benutzer auf das Mikrofon-Icon hört er einen kurzen Signalton und bekommt eine geschriebene Anweisung zum Sprechen in der jeweiligen Ausgangssprache. Die App braucht weniger als eine Sekunde um eine ausgesprochene Aussage zu verarbeiten und zu dolmetschen, wobei während der Verarbeitungszeit eine Aufschrift “preparing to speak” auf dem Mikrofon-Icon erscheint. Ebenso wird durch die App eine geschriebene Übersetzung zur Verfügung gestellt. Je nach Länge der Aussage, kann die Verarbeitungszeit minimal variieren.
Nachdem die Aussage übersetzt wurde, besteht eine Möglichkeit den Zieltext wieder zu hören oder weiter verarbeiten zu lassen, indem man auf den Pfeil rechts von der Ausgangsprache tippt. Es ist dann möglich die Übersetzung im Wortschatz zu speichern, vergrößern oder zu senden.

6. TESTDIALOGE

6.1. Dialog I

6.1.1. Überblick

Dieses Kapitel bietet eine Analyse der individuellen Leistungen der drei Apps im Sprachenpaar Russisch-Deutsch mittels eines Testdialogs, welcher im medizinischen Kontext erfolgt. Der erste Dialog erfolgt am Empfang in einem Krankenhaus in Moskau. Eine deutschsprachige Patientin fühlt sich nicht wohl und möchte daher einen Termin beim Arzt vereinbaren. Eine russischsprachige Assistentin des Arztes fragt Sie über einige Ausgangsinformationen, welche für die Anmeldung zur Sprechstunde beim Arzt nötig sind. Die Gesprächspartner sind durch Buchstaben A und P bezeichnet, wobei jede Passage entsprechend nummeriert ist.

6.1.2. Analyse und Transkription

Der erste Dialog beinhaltet keine längeren und komplexen Sätze und ist möglichst eindeutig formuliert. Das Experiment ist so aufgebaut, dass der Schwierigkeitsgrad von Dialog zu Dialog steigt. Im Folgenden wird jede einzelne eingegebene Passage analysiert beziehungsweise wird untersucht wie gut die Komponenten der SST-Systeme funktionieren. Zu der ersten Passage ist zu sagen, dass alle Apps fehlerfrei feste Formulierungen wie zum Beispiel Begrüßungen oder Abschiedsworte übersetzen. So wurde die erste Aussage [*добрый день*] identisch durch alle Apps mit [*Guten Tag]* übersetzt. Interessant ist, dass dieselbe Begrüßung [*Guten Tag]* im Deutschen durch Yandex Translate als [*Здравствуйте*] beziehungsweise durch Microsoft Translator und Google Translate als [*Добрый день*] übersetzt wurde. Ebenso wurde die Vorstellung [*Ich bin Maria Wagner]* ins Russische durch alle Apps korrekt übersetzt. Dennoch erscheint die Übersetzung der nächsten Aussage [*Ich möchte gerne einen Termin beim Arzt vereinbaren]* bei allen Apps eher als schwierig, wobei nur Yandex Translate eine korrekte Übersetzung für diese Aussage liefern konnte. Google Translate hat dagegen die Redewendung [*einen Termin vereinbaren]* als [*запланировать назначение]* übersetzt, welches im Deutschen Wort-für-Wort [*eine Ausschreibung vom Arzt planen]* bedeutet, während Microsoft Translator dasselbe mit dem Wort [*получить встречу],* auf Deutsch [*das Treffen beim Arzt bekommen]* übersetzt hat. Hier ist es wichtig anzumerken, dass obwohl die von Google und Microsoft gelieferten Übersetzungen auf keinen Fall als idiomatisch oder lexikalisch korrekt betrachtet werden können, die Bedeutung und der Sinn der Aussage für Russischmuttersprachler verständlich bleibt. Des Weiteren haben alle vorliegenden Apps für die nächste Aussage *[на что вы жалуетесь?],* welche ins Deutsche entweder als [*was fehlt Ihnen?]* oder [*was sind Ihre Beschweren*?] übersetzt werden könnten, keine korrekte Übersetzung geliefert. Stattdessen haben die Apps diese Phrase ins Deutsche wörtlich übersetzt, was zur einen

Bedeutungsverschiebung geführt hat. Bei der nächsten Aussage lassen sich Schwierigkeiten bei der Spracherkennung und als Resultat bei der maschinellen Übersetzung und Sprachsynthese finden. So wurde die deutsche Aussage *[Ich habe Husten, Schnupfen und Halsschmerzen]*allein von Google Translate korrekt übersetzt, während die Spracherkennung von Yandex Translate das Wort Halsschmerzen als zwei verschiedene Wörter erkannt hat und die vorliegende Aussage als *[у меня боль, кашель, насморк и горло]*auf Deutsch *[Ich habe Schmerzen, Husten, Schnupfen und Hals]* übersetzt hat. Die Spracherkennung-Komponente von Microsoft Translator hat wiederum das Wort *[Schnupfen]* beziehungsweise den ersten Teil vom Wort *[Halsschmerzen]*nicht erkannt, was zu Auslassungen im Russischen führte *[у меня кашель и боль]*. Die nächste Frage auf Russisch *[У вас есть жар?]*wurde inhaltlich von allen drei Apps korrekt wiedergegeben. Jedoch ist anzumerken, dass man für eine Fragestellung im Russischen keine grammatikalische oder syntaktische Änderung im Satz verwendet, sondern eine Frage durch Änderung der Intonation stellt. Im Deutschen hingegen sind syntaktische Änderungen nötig, wobei das Verb an den Satzanfang gestellt wird. Im Hinblick auf diese Besonderheit ist zu betonen, dass nur Google Translate die Frage im Russischen richtig erkannt hat, während Microsoft Translator und Yandex Translate diese als einen Aussagesatz *[Sie haben Fieber]* übersetzt haben. Diese Tendenz ist auch in den folgenden Übersetzungen, wie zum Beispiel bei A7 zu finden. Ebenso hat nur Google Translate die Übersetzung für die nächste Aussage *[Ja, ich glaube]* korrekt ins Russische wiedergegeben, wobei Yandex Translate und Microsoft Translator diese als *[да, я верю],* welche ins Deutschen im Sinne von *[an etwas glauben]* übersetzt werden kann.

Die nächste Passage erwies sich für alle Apps als Herausforderung. Beispielsweise war Microsoft Translator nicht in der Lage den letzten Satz zu erkennen und konnte ihn daher nicht übersetzen. Die Leistung von Yandex Translate ist ebenso verbesserungswürdig. Obwohl die erste Phrase in der Passage von der App korrekt übersetz wurde, wurden bei der nächsten Phrase die Syntaxregeln in der deutschen Sprache ignoriert. So wurde die Phrase *[доктор вас осмотрит]*mit der russischen Satzstellung als *[Doktor Sie untersuchen]*ins Deutsche mit falscher Konjugation des Verbs wiedergegeben. Zunächst wurde die Frage *[вы были уже у нас?]* wieder im Deutschen nicht als eine Frage, sondern als eine Aussage *[Sie waren bereits bei uns]* übersetzt. Dieselbe Übersetzung ist auch bei A7 zu beobachten. Jedoch hat Google Translate im Vergleich zu den beiden anderen Apps bessere Leistung erbracht, wobei es dieselbe Frage ins Deutsche mit Beachtung der deutschen Syntax übersetzen konnte. Interessant ist, dass Microsoft Translator dazu neigt, die russische Höflichkeitsform *[Вы]*ins Deutsche als *[du]* zu übersetzen.

Zu der nächsten Passage ist zu sagen, dass Yandex Translator bei der Übersetzung des Satzes *[Ich wohne noch nicht so lange in Moskau.]* ins Russische diesen mit doppelter Verneinung *[Нет, я не живу еще не так долго в Москве]* übersetzt hat, welches das Verständnis des Satzes erschwert.

Bei nächstem Satz im Russischen *[назовите еще раз ваше имя]* hat nur Yandex Translate richtig übersetzt, während Google Translate das Verb *[называть]*im Deutschen als *[rufen]* übersetzt hat, jedoch wurde nicht gegen Syntaxregeln verstoßen. Obwohl Microsoft Translator das Verb *[называть]*im Satz korrekt wiedergegeben hat, beziehungsweise die Syntaxregeln der deutschen Sprache eingehalten wurden, ist bei der Übersetzung die Phrase *[ваше имя]* verloren gegangen und sie wurde durch *[es]* ersetzt. Der Eigenname *[Wagner]* welcher einmal im Text vorgekommen ist, wurde von Yandex und Google Translate erkannt und korrekt übersetzt. Im Gegensatz dazu hat die Spracherkennung von Microsoft Translator den Eigennamen nicht erkannt und falsch als *[Уокер]* übersetzt.

Im Laufe des Tests wurde ersichtlich, dass alle Apps bei der Übersetzung der Zahlen Probleme haben. So wurde das Datum *21.3.1980 (der einundzwanzigste dritte neunzehnhundertachtzig)* durch Yandex Translate ins Russische als eine Dezimalzahl *[двадцать одна целая три десятых]* beziehungsweise durch Microsoft als *[Двадцать один третья]* übersetzt. Microsoft Translator hat im Gegensatz dazu eine relativ brauchbare Übersetzung geliefert, wobei es aber den Monat auf dem ersten Platz stellte, was im Russischen eher ungewöhnlich ist. Es ist interessant, dass alle Apps die Jahreszahl richtig übersetzt haben. Bei der Übersetzung der kurzen und eindeutigen Phrasen, wie in A6 und P9 haben alle Apps ebenso eine gute Leistung erbracht.

In der Passage P7 kam der Name des deutschen Versicherungskonzerns Allianz vor. Hier konnte Google Translate den Eigennamen nicht in Kyrillisch transkribieren, sondern hat auf Deutsch transkribiert. Die beiden anderen Apps erkannten das Wort und transkribierten ins Russische als *[альянс]*. Es entstanden jedoch Probleme bei der Übersetzung der deutschen Präposition *[bei]*, welche durch Yandex falsch als *[у]* wiedergegeben und durch Microsoft Translator total ausgelassen wurde. Des Weiteren stellte das Wort *[Kassa]*, auf Russisch *[страховая компания]*, große Herausforderung für alle drei Apps dar. Tatsächlich konnte keine eine adäquate Übersetzung für dieses Wort liefern. So hat Yandex Translate das Wort als *[касса]* im Sinne von *[einer Kasse]* übersetzt, während Google Translate es als *[фонд]* auf Deutsch [*eine Stiftung]* und Microsoft Translate als *[кассовый ордер],* eine Kassenanweisung übersetzt haben.

Ebenso problematisch gestaltet sich die Übersetzung bei A8, obwohl Yandex Translate im Vergleich zu Google und Microsoft Translator deutlich bessere Ergebnisse erzielen konnte. Beispielsweise hat Google bei der Übersetzung das Verb *[пройти]*ausgelassen. Darüber hinaus hat Microsoft Translator einen besonderen Wert auf das Verb *[пройти]* gelegt, indem er dieses zweimal

im Ausgangstext angegeben hat. Zudem hatte Microsoft Translator auch terminologische Schwierigkeiten bei der Übersetzung des Wortes *[комната ожидания],* wobei dieses als *[wartender Raum]* übersetzt wurde.

Wie schon zuvor erwähnt wurde, neigen Google und Microsoft Translator dazu, das russische Verb *[позвать], [jemanden anrufen]*ins Deutsche unkorrekt als *[jemanden anrufen]* zu übersetzen. Dabei hat Google Translate bei der Übersetzung dieses Satzes auch syntaktische Fehler gemacht.

Dialog I (De-Ru) Terminvereinbarung beim Arzt	**Ergebnisse von Yandex Translate**	**Ergebnisse von Google Translate**	**Ergebnisse von Microsoft Translator**
A1: Добрыйдень!	guten Tag	Guten Tag.	Guten Tag.
P1: Guten Tag! Ich bin Maria Wagner. Ich möchte gerne einen Termin beim Arzt vereinbaren.	Здравствуйте я Мария Вагнер я бы хотела бы записаться на прием к врачу	Добрый день, я Мария Вагнер, я хотел бы запланировать назначение врача.	Добрый день. Я Мария Вагнер. Я хотел бы получить встречу с доктором.
A2: На что вы жалуетесь?	Auf was Sie sich beschweren?	Was beschweren Sie sich?	Worüber Sie sich beschweren.
P2: Ich habe Husten, Schnupfen und Halsschmerzen.	У меня боль кашель насморк и горло	Кашляю насморки боль в горле.	У меня кашель и боль.
A3: У Вас есть жар?	Sie haben Fieber.	Haben Sie Fieber?	Sie haben Fieber.
P3: Ja, ich glaube.	Да я верю	Да, я так думаю.	Да, я верю
A4: Тогда подождите немного. Доктор Вас осмотрит. Вы были уже у нас?	Dann warten Sie ein wenig Doktor Sie untersuchen Sie waren bereits bei uns.	Dann warten Sie, ein Arzt Sie untersuchen wird, waren Sie bereits hier.	Dann warte ein kleiner Arzt um dich zu sehen. Du warst bei uns.
P4: Nein. Ich wohne noch nicht so lange in Moskau.	нет, я не живу еще не так долго в Москве	Нет я не жил так долго в Москве.	Нет, я не живу в Москве так долго.
A5: Назовитеещеразвашеи мя.	Nennen Sie nochmal ihren Namen	Rufen Sie nochmal Ihren Namen.	Nennen Sie es nochmal.

P5: Wagner	Вагнер	Вагнер	Уокер
A6: датарождения?	Geburtsdatum:	Geburtsdatum	Geburtsdatum
P6: 21.3.1980	Двадцать одна целая три сотых, тысяча девятьсот восемьдесят	Ноль три, двадцать один, тысяча девятьсот восемьдесят 03, 21 1980	Двадцать один третье, тысяча девятьсот восемьдесят 21.третье 1980.
A7: Вызастрахованы?	Sie sind versichert.	Sind Sie versichert?	Sie sind versichert.
P7: Bei der Allianz. Das ist eine deutsche Kassa.	У альянса это немецкая касса	В Allianz, является немецким фондом.	Следующий Альянс это немецкий кассовый ордер
A8: Спасибо! Пройдите пожалуйста в комнату ожидания, я вас позову.	danke gehen Sie bitte ins Wartezimmer, ich rufe Sie.	Dann bitte in den Warteraum, rufe ich Sie an.	Vielen Dank für Ihren Schritt. Bitte gehen Sie in den wartenden Raum. Ich rufe dich an.
P8: Vielen Dank.	Спасибо	Большое спасибо	Большое спасибо

Tabelle 2: Vergleich der Ergebnisse der SST-Apps beim Dialog I

Anhand der durchgeführten Fehleranalyse lässt sich feststellen, dass Google Translate bei der Übersetzung dieses Dialoges insgesamt bessere Ergebnisse erzielen konnte. Dies betrifft insbesondere korrekte Terminologie, Wortstellung, und die Spracherkennung. Die Spracherkennungskomponente des Google Translate ist in der Lage die russische Fragestellung, welche durch Änderung der Intonation erfolgt, zu identifizieren und als eine Frage ins Deutsche zu übersetzen. Außerdem konnte es die Zahlen besser erkennen und eine zufriedenstellende Übersetzung dafür liefern. Zu den Schwächen der App gehören das Erkennen von Eigennamen, wie zum Beispiel *[Allianz]*, sowie die Tendenz idiomatische Redewendungen (A6) bei größerer Anzahl an Sätzen in einer Passage wörtlich und ohne Beachtung der Syntaxregeln der Ausgangssprache zu übersetzen. Darüber hinaus hat Google Translate Schwierigkeiten mit dem Genus, wobei es zwischen männlicher und weiblicher Form des Verbes nicht unterscheidet. Die Sprachsynthese von Google Translate, unabhängig von der Satzlänge, ist durch Verständlichkeit und Natürlichkeit gekennzeichnet.

Zu der Leistung der Microsoft Translator ist anzumerken, dass die App schlechtere Resultate im Vergleich zu den beiden anderen Apps geliefert hat. So hat sich die Spracherkennung der App in

manchen Fällen als fehlerhaft erwiesen, was zu den Auslassungen in P2, A5 manchmal zu unbrauchbaren Übersetzungen wie in A4, P5, P6, P7, und A8 geführt hat. Des Weiteren sind mehrere Fehler im Zusammenhang mit Morphologie beziehungsweise mit der Übersetzung von Redewendungen entstanden. Zu der Sprachsynthese ist zu sagen, dass sie natürlich und verständlich klingt.

Obwohl Yandex Translate generell schlechtere Ergebnisse als Google Translate erbracht hat, konnte es in manchen Passagen idiomatisch klingende und sehr zufriedenstellend übersetzen. So war Yandex Translate die einzige App, die Passagen P1 und A8 vollkommen korrekt übersetzt hat. Es kann vielleicht dadurch erklärt werden, dass Yandex sich auf Sprachkombinationen mit der russischen Sprache konzentriert und über größere parallele Korpora verfügt. Besonders schwierig scheint für Yandex Translate die korrekte Wortstellung im Deutschen beizubehalten, wobei am häufigsten die Fehler im Bereich der Syntax aufgetreten sind. Darüber hinaus verdient die Sprachsynthese der Yandex Translate eine besondere Erwähnung, weil sie einen besonderen Wert auf Beibehaltung der prosodischen Merkmale der Ausgangs- und Zielsprache legt und somit sehr natürlich und verständlich klingt.

Dialog I		Yandex Translate	Google Translate	Microsoft Translator
Lexik	Homographie	2	3	3
	Terminologie	2	1	2
	Präposition	2		
	Phrase	1	2	4
	nicht übersetzt		1	3
	Sonstige	2		2
Morphologie		2	3	4
Syntax	Wortstellung	4	1	2
	Strukturdivergenz	1	1	
	Präposition			
	Bezug			1
	Artikel	1		
	Sonstige			
Formale Fehler	Orthographie			
	Interpunktion	16	6	2
Spracherkennung	nicht erkannt	1	1	3
	falsch erkannt	1		3
Sprachsynthese	Aussprache			
	Intonation	2		2

Tabelle 3: Fehleranalyse, Dialog I

6.2. Dialog II

6.2.1. Überblick

Beim zweiten Dialog, welcher ebenso in der Sprachkombination Russisch-Deutsch durchgeführt wurde, handelt es sich um Anweisungen des medizinischen Personals vor der Magnetresonanztomographie. Eine deutschsprachige Assistentin der Abteilung für Radiologie informiert eine russischsprachige Patientin über Richtlinien und Verhaltensregeln vor der radiologischen Untersuchung.

Die zwei beteiligten Parteien im Dialog II sind mit Buchstaben A und P gekennzeichnet, wobei jede Passage entsprechend nummeriert ist. Für die bessere Evaluierung der Leistung wurden längere Passagen in einzelnen separaten Sätzen aufgeteilt und mit Buchstaben von a bis e markiert.

6.2.2. Analyse und Transkription

Beim zweiten Dialog wird der Schwierigkeitsgrad schrittweise gesteigert, indem die Sätze länger und einige medizinische Begriffe eingeführt werden. Wie auch im Dialog I hatten alle drei Apps bei der Übersetzung der kürzeren und eindeutigen Sätze wie P2, P3, A6, A7 keine Probleme und konnten für diese durchaus zufriedenstellenden Ergebnisse liefern.

Jedoch ist die Spracherkennungskomponente des Microsoft Translator bei der Übersetzung des ersten Satzes gescheitert, wobei sie den russischen Eigennamen *[Popova]* nicht erkannt hat und ihn ins Russische fehlerhaft als *[Попо]* wiedergegeben hat. Des Weiteren hat die App interessanterweise bei der Übersetzung der Frage *[sind Sie…]*ins Russische das Verb in eine Vergangenheitsform *[вы были]* umgewandelt. Google Translate wiederum scheint Probleme mit der Übersetzung der deutschen Anredeform *[Frau]* zu haben. So hat die maschinelle Übersetzungskomponente der App diese als *[женщины]*im Sinne von weiblichen Menschen in Pluralform übersetzt.

Im Gegensatz dazu konnte Yandex Translate für denselben Satz eine durchaus brauchbare Übersetzung liefern. Der nächste Satz stellte für keine der Apps eine Herausforderung dar, wobei Yandex und Google Translate identische Übersetzungen dafür geliefert haben und Microsoft Translator ihn mit *[ja, ich bin's]* übersetzt hat.

Obwohl das erste Segment der Passage P2 von allen Apps korrekt übersetzt wurde, wurde jedoch ersichtlich, dass keine der drei Apps eine zufriedenstellende Übersetzung für das zweite Segment liefern konnte. Beispielsweise konnten weder Yandex noch Google noch Microsoft Translator eine korrekte Übersetzung für das Wort *[Untersuchung]* geben. Microsoft und Yandex

Translate haben es als *[расследование]* übersetzt, welche im Russischen eher eine *[Ermittlung]* bedeutet. Diese Übersetzung taucht im Verlauf des gesamten Dialogs immer wieder auf.

Google Translate konnte ebenso keine brauchbare Übersetzung dafür liefern und hat das Wort als *[экзамен]*im Sinne von einer *[Prüfung]* übersetzt. Im Falle von Yandex Translate muss positiv angemerkt werden, dass die App *[einige Fragen ... stellen]* ins Russische korrekt übersetzt hat, jedoch wegen unkorrekter Übersetzung des Wortes *[Untersuchung]* die Übersetzung im Gesamten nicht zufriedenstellend war.

Im nächsten Satz wurde ein medizinischer Begriff *[Herzschrittmacher]* eingeführt, welcher von allen drei Apps erkannt und korrekt übersetzt wurde. Bei Google Translate ist auffällig, dass es die Höflichkeitsform *[Sie]* falsch erkannt und ins Russische als Personalpronomen der dritten Person Plural*[они]*übersetzt hat. Bei der Übersetzung der Fragen wurden, aufgrund des zuvor genannten Intonationsproblems, Fragen als Aussagen übersetzt. Daraus ist zu schließen, dass die Intonation durch die Spracherkennung nicht berücksichtigt wird. Bei der Übersetzung aus dem Deutschen ins Russische, bei der die Fragestellung durch die Syntax offensichtlich ist, werden ebenso Aussagesätze produziert, da die Sprachsynthese Intonationen nicht richtig generiert.

Interessant ist, dass derselbe Begriff *[клаустрофобия]* auf Russisch mehrere Übersetzungsmöglichkeiten ins Deutsche hat. So wurde es durch Microsoft Translator mit einem Adjektiv *[klaustrophobisch]*, durch Google mit dem Nomen *[Klaustrophobie]* übersetzt, während Yandex es falsch als *[Platzangstleide]* übersetzt hat. Des Weiteren hat Google Translate bei der Übersetzung der Passage A4 dasselbe Problem wie bei A3, indem Höfflichkeitsform *[Sie]* ins Russische als dritte Person in der Pluralform übersetzt wurden. Zunächst wurde in der Passage 5, im Segment (a) durch alle Apps ein semantischer Fehler begangen, indem die Aussage *[machen Sie sich frei]* ins Russisch wortwörtlich im Sinne von *[sich befreien]* übersetzt wurde.

Als ein weiterer Test kommen in den nächsten Passagen Aufzählungen vor. Hier hat Yandex Translate eine ziemlich gute Leistung erbracht, wobei keine Auslassungen gemacht wurden und das Verb *[ausziehen]* richtig übersetzt wurde. Der einzige Fehler bestand darin, dass Yandex die nacheinander kommenden Wörter wie *[Schmuck, Uhr]* bei der Übersetzung ins Russische zusammengefügt und sie als *[ювелирные часы]*übersetzt hat. Google Translate hat hier denselben Fehler wie Yandex Translate gemacht, dazu wurde in der falschen Verbform übersetzt. Zu der Leistung von Microsoft Translator ist zu sagen, dass es noch schlechter abschnitt, indem das Verb gar nicht übersetzt wurde und es zu einigen Auslassungen gekommen ist.

Bei der nächsten Aufzählung in der Passage A5 (c) wurden von allen drei Apps keine zufriedenstellenden Ergebnisse erbracht. So wurde keine brauchbare Übersetzung für das Verb *[lassen Sie…. in der Kabine zurück]* generiert. Yandex Translate hat das Verb ausgelassen, während

Google und Microsoft Translator dafür eine wortwörtliche Übersetzung *[оставить назад]* beziehungsweise *[вернуть]*gegeben haben. Darüber hinaus wurde in der Aufzählung durch Microsoft das Wort *[Datenträger]* ausgelassen. Google und Yandex Translate schienen ebenso Probleme mit diesem Wort zu haben, wobei Yandex es als einfach *[носитель]* und Google Translate falsch als *[СМИ]*übersetz haben. Dazu ist bei der Aufzählung bei Google Translate auch das Wort *[Kreditkarten]* verloren gegangen. Des Weiteren stellte auch das deutsche Wort *[Kabine]* ein Problem dar, welches durch Yandex und Google Translate als *[салон]*im Sinne von einem *[Salon]* übersetzt wurde.

Bei P5 hat keine Apps eine zufriedenstellende Übersetzung geliefert. Auffällig ist, dass die Frage im Russischen immer wieder nicht erkannt und entsprechend ins Deutsche übersetzt wurde. Obwohl das Wort *[слуховой аппарат]* ins Deutsche korrekt übersetzt wurde, stellte das Verb *[снимать] [ausziehen]* ein Problem dar. So hat Google Translate es im Passiv als *[wird entfernt]* ins Deutsche übersetzt, Yandex und Microsoft als *[habe zu entfernen]* beziehungsweise als *[habe es zu nehmen]*. Interessant ist, dass in demselben Satz die Spracherkennung von Microsoft Translator das Wort *[тоже]*nicht erkennen und ins Deutsche übersetzen konnte und stattdessen durch das Englische *[too]* ersetzte. Bei P6 hat Google und Yandex Translate bis auf den Begriff *[Untersuchung]*, welches immer wieder als eine *[Ermittlung]* übersetzt wurde, eine brauchbare beziehungsweise grammatikalisch korrekte Übersetzung geliefert. Im Gegensatz zu diesen hat Microsoft Translator bei der Zeitangabe einen semantischen Fehler gemacht, indem es den Satz [die Untersuchung wird eine halbe Stunde dauern], mit *[die Ermittlung findet in einer halbe Stunde statt]* übersetzt hat.

Im nächsten Segment P6 (b) hatten alle Apps Schwierigkeiten mit der Übersetzung der Phrase *[laute Klopfgeräusche]*, wobei Yandex es mit einem *[звуки детонации]* im Deutschen *[Denotationsknall]* beziehungsweise Yandex Translate einem wortwörtlichen und sinnwidrigen *[громкийстукзвук]* übersetzt hat. Außerdem hat Yandex Translate *[Sie]*als ein Personalpronomen in der dritten Person Singular *[она]* übersetzt sowie das Verb in der Übersetzung mit der Endung in Maskulinum, statt Femininum. Zu der Leistung von Microsoft Translator ist zu sagen, dass die Übersetzung insgesamt mangelhaft war und einige Fehler auf der lexikalischen Ebene enthielt.

Unter der Berücksichtigung der zuvor erwähnten terminologischen Fehler war es zu erwarten, dass die Apps beim Wort *[Untersuchungsprozedur]* Schwierigkeiten haben werden. Es wurden wie erwartet durch alle Apps lexikalische Fehler begangen, indem das Wort als *[следственная процедура]*im Sinne von einer *[Ermittlungsprozedur]*, beziehungsweise von Microsoft Translator ins Russische als *[Prozentanteil der Prüfungen]* übersetzt wurde. Im Falle von Google Translate wurde noch ein grammatikalischer und lexikalischer Fehler begangen, indem das Verb *[gehören zu]*

als *[являться]* übersetzt wurde beziehungsweise keine Präposition nach dem *[одним]* inkludiert wurde.

Bei der Passage P6 (d) hat Microsoft Translator eine grammatikalisch korrekte Übersetzung geliefert, jedoch wurden einige lexikalischen Fehler gemacht und zwar wurde das Wort *[Bewegungen]* als *[передвижения]* übersetzt, was im diesen Kontext falsch ist. Darüber hinaus wurde das Wort *[Bildströrungen]* als *[беспорядки],* welches im Russischen *[Unruhen]* bedeutet. Des Weiteren hat Yandex Translate die deutsche Konjunktion *[um]* falsch mit *[что]*im Deutschen *[was]* übersetzt beziehungsweise das Verb [liegen bleiben] ausgelassen.

Google Translate hingegen hat im Russischen einen Fehler in der Wortendung des Verbs *[liegen bleiben]* gemacht, bei der Übersetzung der Konjunktion *[da],* welche ins Russische als *[там]*übersetzt wurde, sowie erforderliche Präposition *[в]* nach dem Wort *[помехи]*ausgelassen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Qualität der Übersetzungen sich im Dialog II mit Steigerung des Schwierigkeitsgrades erheblich verschlechtert hat. Diese sind insbesondere bei A5(a) P5, P6 (b), P6 (c), P6(d) und den längeren Aufzählungen A5 (b), A5 (c) auffällig. Es muss jedoch positiv angemerkt werden, dass alle Apps mit den medizinischen Begriffen bis auf das Wort *[Untersuchung]* und *[Untersuchungsprozedur]* sehr gut umgehen konnten. Im Falle des Begriffs *[Untersuchung]* stellt sich heraus, dass Wortpolysemie für maschinelle Übersetzung immer wieder eine Herausforderung darstellt.

Zu der Spracherkennung ist zu sagen, dass sie insgesamt zufriedenstellende Resultate erbracht hat. Im Vergleich zu Yandex und Google Translate hat Microsoft Translator mit zwei Spracherkennungsfehlern schlechtere Leistung erbracht. Die Sprachsynthese aller Apps hat eine durchaus gute Leistung erbracht.

Dialog II (De-Ru) Magnetresonanz Tomographie	**Yandex Translate**	**Google Translate**	**Microsoft Translator**
A1: Guten Tag, sind Sie Frau Popova?	добрый день вы госпожа Попова	Добрый день женщины Попова.	Добрый день, миссис Попо.
P1: Да, это я.	Ja, das bin ich	Ja das bin ich	Ja, ich bin’s.
A2: Bitte füllen Sie dieses Formular aus. Danke. Ich werde einige Fragen vor der	Пожалуйста, заполните эту форму спасибо, я собираюсь задавать несколько	Пожалуйста, заполните эту форму, спасибо я задать несколько вопросов	Пожалуйста, заполните эту форму, спасибо. У меня будут вопросы до

Untersuchung stellen.	вопросов перед исследованием	перед экзаменом.	расследования.
P2: Да, конечно.	Ja, natürlich	Ja, natürlich	Ja natürlich
A3: Haben Sie einen Herzschrittmacher?	У вас есть кардиостимулятор	Они имеют кардиостимулятор	У вас есть сердечный кардиостимулятор?
P3: Нет	Nein	Nein	Nein
A4: Leiden Sie unter Klaustrophobie?	вы страдаете от клаустрофобии	Они страдают от клаустрофобии	Страдает клаустрофобией.
P4: нет, я не страдаю клаустрофобией	Nein, ich habe keine Platzangstleide	Nein, ich leide nicht unter Klaustrophobie	Nein, ich bin nicht klaustrophobisch.
A5: (a) Folgen Sie mir bitte. Machen Sie sich frei.	Следуйте за мной, пожалуйста будьте свободно	Следуйте за мной, пожалуйста, будьте свободны.	Иди за мной, пожалуйста, освободитесь
A5 (b): Ziehen Sie bitte alle metallischen Gegenstände: Schmuck, Uhr, Münzen, Piercing usw. aus	Снимите пожалуйста все металлические предметы монеты ювелирные часы пирсинг и так далее	Пожалуйста, вытащить все металлические предметы ювелирные часы монеты пирсинг и так далее	Пожалуйста все металлические предметы, ювелирные изделия, и другие монеты
A5 (c): Lassen Sie, bitte, auch alle Datenträger Kreditkarten, Hörgeräte und Ähnliches in der Kabine zurück.	Пусть даже все данные обратно пожалуйста носителей, кредитные карты, слуховые аппараты и т.п. в салоне	Пожалуйста, оставьте назад все СМИ Кредитных слуховых аппаратов в салоне	Пожалуйста, оставьте также все кредитные карты слуховые аппараты и аналогичные в кабине
P5: У меня слуховой аппарат, его тоже снять?	Ich habe es auch ein Hörgerät zu entfernen	P5: Ich habe ein Hörgerät auch entfernt wird.	Ich habe das Hörgerät um es zu nehmen, too
A6: Ja, bitte	Да пожалуйста	Да, пожалуйста	Да, пожалуйста
P6 (a): Die Untersuchung wird eine halbe Stunde dauern.	Расследование будет длиться полчаса	Следствие займет полчаса.	Расследование будет через полчаса

P6(b): Im Laufe der Untersuchung hören Sie immer wieder laute Klopfgeräusche.	В ходе расследования она неоднократно слышал громкие звуки детонации	Во время следствия вы услышите громкий стук шум снова и снова	В ходе расследования всегда услышишь это снова, шум
P6(c): Diese Geräusche sind normal und gehören zur Untersuchungsprozedur.	Эти звуки являются нормальными и относятся к следственной процедуре	Эти шумы являются нормальными и являются одними следственной процедуры	Эти звуки являются нормальными и относятся к процентной доле экзаменов
P6(d): Es ist sehr wichtig, dass Sie ganz ruhig liegen bleiben, da Bewegungen Bildstörungen verursachen können.	Очень важно, чтобы они спокойно лежат там движения могут вызвать помехи изображения	Это очень важно, что они очень тихо движения могут вызвать помехи в изображении.	Очень важно, чтобы вы лежали тихо, передвижения могут привести к беспорядкам
P6 (e):Vielen Dank.	Спасибо	Большое спасибо.	Большое спасибо.
A7: Спасибо	Danke	Vielen Dank	Danke

Tabelle 4: Ergebnisse der SST-Apps beim Dialog II

Aus der durchgeführten Fehleranalyse geht hervor, dass der polysemische Charakter der Wörter, beziehungsweise fachspezifische Terminologie eine Herausforderung für die Apps darstellt. Beispielweise wurden in den Bereichen der Homographie und Terminologie durch alle Apps am meisten Fehler gemacht. Bei Yandex Translate sind im Bereich der Morphologie häufig Fehler aufgetreten. Ebenso verbesserungswürdig ist die Übersetzung der Redewendungen und Kollokationen, welche auch zu dem am häufigsten auftretenden Fehlertyp gehören.

Bei Microsoft Translator ist auffällig, dass die Spracherkennungskomponente im Vergleich zu den beiden anderen Apps schlechtere Ergebnisse bringt. Dies ist der Hauptgrund, warum Auslassungen beim maschinellen Übersetzungsprozess in der Zielsprache entstehen. Die folgende Tabelle stellt die Ergebnisse der Fehleranalyse dar.

Dialog II		**Yandex Translate**	**Google Translate**	**Microsoft Translator**
Lexik	Homographie	4	6	2
	Terminologie	6	6	5
	Präposition			
	Phrase	3	3	3
	nicht übersetzt		3	4
	Sonstige		2	2
Morphologie		5	2	1
Syntax	Wortstellung			1
	Strukturdivergenz		1	
	Präposition	2	1	1
	Bezug			1
	Artikel			1
	Sonstige			
Formale Fehler	Orthographie	1		
	Interpunktion	32	20	14
Spracherkennung	nicht erkannt			
	Falsch erkannt	1	1	2
Sprachsynthese	Aussprache			
	Intonation			

Tabelle 5: Fehleranalyse, Dialog II

6.3. Dialog III

6.3.1. Überblick

Die Transkription, beziehungsweise Screenshots des durchgeführten Dialogs sind im Anhang dieser Arbeit zu finden. Darüber hinaus kann die Analyse der Ergebnisse im Unterkapitel 6.3.2. nachgelesen werden.

Die Passagen des Dialogs wurden ebenso wie bei den Dialogen I und II durch Buchstaben A und P gekennzeichnet beziehungsweise entsprechend nummeriert. Aufgrund mangelnder Aufnahmekapazität der Apps mussten längere Passagen in kleinere Segmente untergeteilt werden. Diese Segmente werden durch kleingeschriebene Buchstaben von a bis b gekennzeichnet.

Der dritte Dialog simuliert eine ärztliche Konsultation und stellt ein vollständiges Anamnese-Gespräch dar. Eine russischsprachige Patientin hat Bauchschmerzen und kommt zu einer deutschsprachigen Ärztin, um ihre Beratung in Anspruch zu nehmen. Dieser Dialog enthält zahlreiche fachspezifische Termini beziehungsweise ist sie durch längere und komplexere Sätze charakterisiert um Robustheit der Apps zu testen.

6.3.2. Analyse und Transkription

Zu Beginn soll darauf hingewiesen werden, dass die Übersetzung von üblichen Begrüßungs-und Abschiedsphrasen sowie einfachen Antworten für die Apps keine Schwierigkeiten darzustellen scheinen. So haben alle Apps bei P1 durchaus zufriedenstellende Übersetzungen geliefert. Auffällig ist, dass Google Translate in der Übersetzung die Anrede *[Herr]* hinzugefügt hat, wobei das Genus bei der Anrede eines Arztes oder Ärztin im Russischen aus der Anrede nicht hervorgeht. Ebenso brauchbar hat sich die Übersetzung A1 erwiesen, wobei jedoch die Frage in der Ausgangsprache in allen drei Fällen nicht mit einem Fragezeichen markiert wurde. Yandex Translate scheint dazu alle Satzzeichen in der Übersetzung zu ignorieren.

Obwohl bei P2 Google Translate eine korrekte Übersetzung für die Phrase *[болит живот]* gegeben hat, erweist sich die ganze Übersetzung des Satzes unbrauchbar aufgrund mehrerer lexikalischer und grammatikalischer Fehler. Dasselbe gilt auch für die Leistung von Microsoft Translator, wobei das Russische *[я плохо себя чувствую]* fälschlicherweise als *[ich bin nicht gut]* übersetzt wurde.

Im nächsten Satz haben alle Apps eine solide Leistung erbracht, obwohl Yandex Translate im Zieltext wieder alle Satzzeichen ausgelassen hat.

Die Übersetzung von P3 erweist sich, grammatikalisch gesehen, als korrekt, jedoch hat die Spracherkennung von Google Translate das Wort *[уже]* nicht erkannt und übersetzt.

Yandex und Google Translate bei A3 ist generell nicht zufriedenstellend. Die Mehrheit von Fehlern ist im Spracherkennungsprozess entstanden. So hat die Spracherkennung der beiden Apps die Höflichkeitsform *[Sie]* im Russischen als Personalpronomen in der dritten Person Plural erkannt und entsprechend als *[они]* übersetzt. Darüber hinaus hat Yandex Translate Partikel *[denn]* als Konjunktion *[denn]* erkannt und fälschlicherweise ins Russische als *[потому что]* übersetzt. Außerdem haben beide Apps die Fragestellung A3 als einen Aussagesatz übersetzt. Im Gegensatz zu Google und Yandex hat Microsoft bei der Übersetzung dieser Passage wesentlich bessere Resultate gezeigt, indem nur *[Sie]* mit *[du]* in der Zielsprache ersetzt wurde.

Bei P4 war der überwiegende Großteil der Übersetzungsergebnisse fehlerfrei, bis auf kleinere Fehler in der Grammatik im Falle von Yandex Translate, während Microsoft Translator eine sehr gute Leistung erbracht hat. Es ist zu erwähnen, dass bei der Übersetzung von Google Translate mehrere syntaktische und grammatische Fehler im Vergleich zu Yandex und Google Translate gemacht wurden.

Die Übersetzung der nächsten Passage lässt sich bis auf die zuvor erwähnten Probleme mit Satzzeichen als durchaus zufriedenstellend bezeichnen. Bei P5 kam es zu terminologischen Problemen, welche auf den polysemischen Charakter der Wörter zurückzuführen sind. Beispielsweise wurde das Wort *[живот]* in diesem Kontext unpassend als *[Magen]* und *[Unterleib]* übersetzt beziehungsweise das Verb *[болеть]* als ein englisches Wort *[Ache]*.

In der Passage A5 sind verschiede Arten von Schmerzen vorgekommen. Hier konnte keine der vorliegenden Apps brauchbare Ergebnisse liefern und durch zahlreiche lexikalische und grammatische Fehler kam es zu Sinnverzerrungen.

In der nächsten Passage hatten alle Apps Probleme mit der Übersetzung des Begriffs *[режущие боли],* wobei er falsch als *[die schneidenden Schmerzen]* wiedergegeben wurde. Darüber hinaus konnte die Spracherkennung von Microsoft Translator das Wort *[боли]* nicht erkennen und hat es mit *[более]* ersetzt.

Ein weiterer medizinischer Begriff *[Stuhlgang]* konnte ebenso nicht korrekt ins Russische übersetzt werden. Stattdessen wurde er ins Russische unkorrekt als *[дефекации]* durch Yandex Translate sowie als *[движения кишечника]* durch Microsoft und Google übersetzt. Die zuvor erwähnten Probleme mit der Zeichensetzung im Zieltext sind auch in der Übersetzung zu finden.

Bei P7 ist auffällig, dass sich die Übersetzung an der Syntax der Ausganssprache orientiert wodurch der Satz in der Zielsprache nicht authentisch klingt. Bei der Übersetzung von P7 hat die Spracherkennung von Microsoft Translator interessanterweise den aussgangssprachlichen Satz als zwei separate Sätze erkannt. Des Weiteren hatten alle Apps Schwierigkeiten mit der Übersetzung der

Präposition *[в течение]*, welche in diesem Kontext unkorrekt als *[für]* und [*innerhalb]* übersetzt wurde.

A7 wurde überwiegend fehlerfrei übersetzt, wobei Microsoft Translator wieder die Höflichkeitsform *[Sie]* falsch als Personalpronomen in der dritten Person im Plural erkannt hat. Im Gegensatz dazu wurde in A8 ins Russische wortwörtlich als *[вы смотрели кровь на стуле?]* übersetzt.

Inhaltlich wurde P8 relativ vollständig wiedergegeben. Es entstand jedoch während des Übersetzungsprozesses einige syntaktische und Rechtschreibfehler, die die Qualität der Übersetzung wesentlich beeinträchtigt haben. Beispielsweise hat Yandex Translate das Wort *[Äpfel]* klein geschrieben, während Google Translate anstatt *[есть йогурт]* es sinnwidrig als *[Joghurt-Getränk]* übersetzte.

Bei P8 konnten Microsoft und Google Translate eine gute Leistung erbringen, wobei die Leistung von Yandex Translate, grammatikalisch gesehen, fehlerhaft war. In A9 hat Yandex Translate unnötige Präpositionen *[у]* in der Übersetzung hinzugefügt. Darüber hinaus hat die Sprachsynthesekomponente des Microsoft Translator einen Fehler bei der Aussprache des Wortes *[стошнило]*gemacht. Die Leistung von Google Translate hat sich hingegen als unbrauchbar erwiesen, wobei das Verb *[erbrechen]* im Sinne von *[herausreißen]* übersetzt wurde.

Bei P10, A10 sind zahlreiche semantische, lexikalische und Spracherkennungsfehler zu finden, welche die gesamte Übersetzung unakzeptabel machen. So hat die Spracherkennung von Microsoft das Wort *[рвота]* falsch als *[работа]* erkannt, beziehungsweise wurde zwischen [Sie] und *[sie]* nicht unterscheiden.

In P11 konnte Google Translate im Vergleich zu Yandex und Microsoft bessere Resultate erzielen, wobei die beiden anderen Apps Schwierigkeiten mit der Syntax in der Zielsprache hatten. Bei A 11 kam es zu terminologischen Problemen, indem keine richtige Übersetzung für den Begriff *[Bauchoperationen]* gefunden werden konnte. Stattdessen haben alle Apps es unkorrekt als *[абдоминальная хирургия]* übersetzt. Es entstanden darüber hinaus mehrere Fehler auf der Ebene der Grammatik, Syntax und Orthographie.

P13 war grammatikalisch gesehen fehlerfrei, allerdings wurde der Begriff *[исследование]* immer wieder falsch durch Microsoft und Google Translate als *[Studie]* beziehungsweise als Adjektiv übersetzt. In A13 und P14 haben alle Apps eine durchaus brauchbare Leistung erbracht.

Zu der A14 (a) und A14 (b) Passage ist zu sagen, dass die Übersetzung nicht zufriedenstellend ist. So wurde *[nüchtern]* wortwörtlich fälschlicherweise ins Russische als *[трезвый]* im Sinne von *[nicht betrunken]*, *[Blutabnahme*] im Russischen als*[Blutverlust]* oder*[потеря крови]*übersetzt. Bei A14 (a), A 14 (b) und P 15 wurde ersichtlich, dass die Kapazität

der Sprachsynthese von Yandex Translate stark begrenzt ist, wobei die Sätze in der Zielsprache nicht ausgesprochen werden konnten. Microsoft Translator konnte A14 (b) nicht auf einmal aufnehmen und der Satz musste in Teile zerlegt werden.

In P15 und A16 hatten Yandex und Google Translate Probleme mit der Spracherkennung, wobei der Begriff *[УЗИ]* oder Ultraschall im Deutschen als *[USA]* durch Google Translate erkannt wurde. Dazu konnte das Wort *[Visite]* ins Russische nicht übersetzt werden und wurde im Endergebnis im Deutschen belassen.

Dialog III(De-Ru)	**Yandex Translate**	**Google Translate**	**Microsoft Translator**
P1: Добрый день, доктор!	guten Tag, Doktor!	Guten Tag, Herr Doktor	Guten Tag, Doktor.
A1: Guten Tag, was kann ich für Sie tun?	добрый день что я могу сделать для вас	Добрый день, что я могу для вас сделать	Добрый день. Что я могу для вас сделать
P2: Я плохо себя чувствую. У меня болит живот.	ich fühle mich schlecht mein Bauch tut weh	Ich fühle mich nicht, dass ich Bauchschmerzen haben.	Ich bin nicht gut. Ich fühle mein Magen schmerzt.
A2: Wie lange haben Sie diese Bauchschmerzen?	как долго у вас эти боли в животе	Как долго эти боли в животе?	Как давно у тебя боли в животе?
P3: **Уже 2 дня.**	schon 2 Tage	2 Tage	Es waren zwei Tage.
A3: Hatten Sie denn früher schon Bauchschmerzen?	они болели, потому что раньше уже живот	Они были так ранее боли в животе.	У тебя раньше болел живот?
P4: нет, очень редко. Обычно у меня не бывает проблем с этим.	Nein sehr selten, normalerweise habe ich keine Probleme mit dem	Nein Selten in der Regel habe ich ein Problem nicht mit ihm	Nein, sehr selten. Ich habe normalerweise kein Problem damit
A4: Wo genau haben Sie Schmerzen, Ober-, Mittel- oder Unterbauch?	где именно у вас есть боль в верхней средней или нижней части живота	Где именно находятся в боли верхней средней или нижней части живота?	Где именно у вас болит верхняя или нижняя часть живота?
P5: Болит в нижней часть живота.	Schmerzen im Unterbauch.	Ache in den Unterleib.	Es schmerzt am Boden des Magen.
A5: Wie würden Sie die	как эта боль описали	Как бы вы описали	Как вы описываете

Schmerzen beschreiben? Sind die Schmerzen drückend, stechend oder ziehend?	бы прижимая острый или тянущий	эту боль, боль давящая едкий или вяжущий.	боль эти боли подавляются или затягиваются?
P6: Я бы сказала, что боли режущие.	Ich würde sagen, dass die schneidenden Schmerzen	Ich würde sagen, dass die mehr schneiden.	Ich würde sagen, es ist mehr schneiden
A6: Wie ist denn der Stuhlgang?	как же дефекации	Как это движение кишечника?	Как и для движения кишечника
P7: Со стулом у меня проблемы в течение недели примерно.	mit Stuhl habe ich Probleme innerhalb einer Woche etwa.	Mit meinem Stuhl auf das Problem für eine Woche etwa.	Mit einem Stuhl. Ich habe Probleme für eine Woche.
A7: Das heißt, Sie haben Verstopfung?	то есть у вас есть запор	Это означает, что у них есть запор?	Это значит, что у тебя запор.
P8: Да, верно. Но я сейчас стараюсь есть больше яблок, йогурт и пить кофе. Этонемногопомогает.	ja richtig, aber ich jetzt versuche, mehr Äpfel, Joghurt und Kaffee trinken, das hilft ein wenig.	Ja, es ist wahr, aber ich werde versuchen, mehr Äpfel und Joghurt-Getränk Kaffee essen eine wenig Hilfe.	Ja, richtig? Aber ich versuche, mehr Joghurt essen und Kaffee trinken. Es ist eine kleine Hilfe.
A8: Haben Sie Blut im Stuhl beobachtet?	вы заметили кровь в стуле	они наблюдали кровь в стуле	Ты смотрел кровь на стуле?
P9: Нет, крови не было.	kein Blut was es nicht.	Nein, es war kein Blut.	Nein, es gab kein Blut
A9: Haben Sie denn erbrochen?	у вас ведь вырвало	Вы вырвали его?	Тебя стошнило?
P10: нет, рвоты у меня тоже не было.	kein erbrechen bei mir auch nicht.	Kein Erbrechen war ich nicht da.	Keine Arbeit, ich auch nicht.
A 10: Sind Sie schon mal am Bauch operiert worden?	они уже прооперировали раза в живот	Были ли они когда-либо работать на животе.	Вы когда-нибудь работали на животе?
P11: Нет, но у меня 2 детей. ничего кроме этого.	Nein, aber ich habe zwei Kinder nichts darüber hinaus	Nein, aber ich habe zwei Kinder, sonst nichts	Nein, aber ich habe zwei Kinder mit nichts, aber das.
A11: Okay, okay, aber	ладно ладно но абдоминальной	но все в порядке в порядке	Ладно, но Абдоминальная

Bauchoperationen.	хирургии	абдоминальной хирургии	хирургия.
P12: Нет	Nein	Nein	Nein
A12: Ist denn in den letzten Jahren eine Bauchuntersuchung gemacht worden – Ultraschall oder Computertomografie oder Darmspiegelung?	это потому что в последние годы исследование живота УЗИ или компьютерной томографии или колоноскопия была сделана	Является ли это сделано УЗИ или КТ или колоноскопия в течение последних нескольких лет исследование живота?	Это было сделано в последние несколько лет анализ брюшной полости ультразвуковая или компьютерная томография или колоноскопия.
P13: месяц назад у меня было профилактическое исследование.	vor einem Monat hatte ich eine prophylaktische Untersuchung	Vor einem Monat hatte ich eine prophylaktische Studie.	Vor einem Monat hatte ich eine präventive Studie.
A13: Gynäkologische Vorsorgeuntersuchung?	гинекологическое профилактическое исследование	гинекологический осмотр	Гинекологическое обследование
P14: Да, верно	Ja, nicht wahr?	Ja, richtig	Ja, richtig?
A14 (a): ich würde jetzt vorschlagen, dass wir uns dann morgen früh, wenn Sie nüchtern sind, zu einer Ultraschalluntersuchung treffen.	я хотел бы предложить сейчас что расследование мы тогда встречаемся завтра утром, когда вы трезвы на УЗИ	Я хотел бы предложить сейчас, мы встретимся с вами в то утро, когда они трезвы на УЗИ.	Сейчас я предлагаю, чтобы мы встретились завтра утром, когда вы трезва на ультразвуковой осмотр.
A14 (b) Es wird auch eine Blutabnahme gemacht, und dann legen wir fest, wie es weiter geht, ob wir zum Beispiel eine Darmuntersuchung machen, oder wir eine Computertomografie machen müssen oder	Это делается также анализ Крови и тогда мы отдать что будет дальше будем ли мы должны сделать, например, обследование кишечника или мы делает томография или что дальше	Он также образец крови, а затем мы определяем, что будет дальше, если мы, например, сделать обследование кишечника или мы должны сделать КТ или как поступить.	Также выражается потеря крови. И затем мы найдем способ продолжения. Нужно ли нам сделать такую женщину или как сделать компьютерную томографию, или как

wie es weiter geht.			это происходит.
P15: Хорошо, я согласна, доктор. Тогда завтра в 9 часов на голодный желудок мне нужно будет прийти на УЗИ?	gut ich Stimme dir zu, der Arzt dann morgen um 9 Uhr auf nüchternen Magen muss ich kommen auf Ultraschall.	Nun, ich Arzt vereinbaren dann morgen um 9:00 auf nüchternen Magen ich in den USA kommen muss.	Okay. Ich stimme zu. Doktor, dann morgen um 9:00 auf einem hungrigen Magen. Ich brauche einen Ultraschall.
A16: Ja. Dann würden wir die heutige Visite damit beenden und ich darf Sie dann wieder entlassen.	да тогда мы могли бы закончить сегодняшнее Visite так и я могу записать вас снова	Да мы бы закончить сегодняшний раунд, и я могу быть освобожден.	Да, тогда мы закончили бы сегодняшний визит, и я могу затем отклонить его снова.
P16: Хорошо, спасибо большое доктор!	gut vielen Dank Doktor	Nun danke Ihnen sehr Arzt.	In Ordnung, ich danke Ihnen vielmals, Doktor
A17: Auf Wiedersehen	До Свидания	До свидания!	До свидания.

Tabelle 6: Ergebnisse der SST-Apps beim Dialog III

Aus der durchgeführten Fehleranalyse des dritten Dialogs lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen: Zu dem am häufigsten aufgetretenen Fehlertyp gehören immer wieder Fehler im Bereich der Terminologie und Homographie. Hier ist anzumerken, dass Ergebnisse nicht eindeutig sind. Einige Begriffe wie Stuhlgang, Darmspiegelung Blutabnahme, Bauchoperationen, beziehungsweise Arten der Schmerzen wurden durch alle Apps entweder wortwörtlich oder falsch übersetzt, während anderen Begriffe wie Darmuntersuchung, Computertomographie, Ultraschalluntersuchung in die Zielsprache korrekt wiedergegeben wurden.

Im Vergleich zu den anderen Apps hatte Google Translate auch häufiger Probleme mit der korrekten Wortstellung in der deutschen Sprache, wobei der zielsprachige Satz sich stark dem ausgangssprachlichen ähnelte, was zu nicht zufriedenstellenden Ergebnissen führte. Dies ist besonders problematisch bei den Übersetzungen vom Russischen ins Deutsche, da die russische Sprache eine freie Wortstellung hat, während die Syntaxregeln im Deutschen sehr streng sind.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass Google Translate besondere Schwierigkeiten mit der Morphologie hat, wobei Fehler im Tempus, Modus und bei Wortendungen gemacht werden.

Es muss jedoch positiv angemerkt werden, dass Google Translate über die größte Aufnahmekapazität der drei Apps verfügt, welche die Übersetzung von mehreren nacheinander kommenden Passagen ermöglicht.

Die Aufnahmekapazität von Microsoft Translator erweist sich im Gegensatz dazu als stark eingeschränkt zu bezeichnen. So konnte die App beispielweise die längere Passage bei P14 (b) nicht vollkommen aufnehmen. Als ebenso eingeschränkt lässt sich die Sprachsynthesekapazität von Yandex Translate bezeichnen, wobei die Passagen A14 (a), (b), P15 nicht ausgesprochen werden konnten.

Dialog III		Yandex Translate	Google Translate	Microsoft Translator
Lexik	Homographie	3	2	
	Terminologie	5	4	3
	Präposition	1	1	3
	Phrase	2	1	2
	nicht übersetzt	1	1	2
	Sonstige	2		1
Morphologie		5	7	3
Syntax	Wortstellung	1	1	2
	Strukturdivergenz	1	3	1
	Präposition			
	Bezug	1		1
	Artikel			
	Sonstige			
Formale Fehler	Orthographie	1		
	Interpunktion	32	13	9
Spracherkennung	nicht erkannt	1	2	2
	Falsch erkannt		1	2
Sprachsynthese	Aussprache			1
	Intonation			

Tabelle 7: Fehleranalyse, Dialog III

7. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Fehleranalyse diskutiert, indem die individuelle Leistung der drei SST-Apps, Yandex Translate, Google Translate und Microsoft Translator verglichen und interpretiert wird. Weiterhin werden die Implikationen der Ergebnisse erklärt, beziehungsweise werden einige Denkanstöße für die weitere Forschung gegeben.

7.1. Diskussion der Ergebnisse der Fehleranalyse

Die Evaluierung der Leistung der hier untersuchten SST-Apps erfolgte mit Hilfe einer Fehleranalyse, die aus der von Ramlow (2008) ausgearbeiteter Fehlertypologie abgeleitet wurde. Die Fehlertypologie unterscheidet zwischen Fehlern auf lexikalischer, morphologischer, syntaktischer und formaler Ebene. Aufgrund von zwei weiteren Eigenschaften eines SST-Systems wurden zwei weitere Fehlerklassen in der Spracherkennung sowie in der Sprachsynthese hinzugefügt. Die Evaluierung stützt sich auf der Übersetzung dreier medizinischer Dialoge mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden.

Die Fehleranalyse der Dialoge zeigt, dass der Großteil der Fehler bei allen Apps im Bereich der Lexik beziehungsweise bei der Klasse der formalen Fehler liegt (siehe Tabelle 5, 6 und 7). Dabei sind formale Fehler insbesondere bei Yandex Translate auffällig. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Interpunktionsregeln in diesem System nicht im vollen Umfang eingebaut sind. Obwohl dieser Fehlertyp in Bezug auf SST-Systeme, im Vergleich zu den anderen Hauptfehlerklassen, von geringerer Bedeutung ist, ist es trotzdem erwähnenswert, um Schwächen der Systeme in diesen Bereichen aufzuweisen. Schließlich könnten Interpunktionsfehler einen Einfluss auf die Sprachausgabe, zum Beispiel Intonation bei Fragen im Russischen, haben. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass auch in diesem Bereich die Fehlerzahl so gering wie möglich ist.

Der zweite am meisten aufgetretene Fehlertyp sind Lexikfehler. Es ist auffällig, dass innerhalb dieser Fehlerklasse einzelne Fehlertypen von besonderer Bedeutung sind, während andere eine untergeordnete Rolle spielen. So ist bei allen drei Systemen der Anteil der terminologischen und homographischen Fehler relativ hoch, wobei es für SST-Systeme schwierig ist, die Disambiguierungen von mehrdeutigen Wörtern erfolgreich vorzunehmen. Weiterhin stellen idiomatische Redewendungen und einige gängige Floskeln und Phrasen Probleme dar. Dies könnte auf die folgenden Tatsachen zurückzuführen sein: Erstens basiert die maschinelle Übersetzungskomponente der SST-Systeme auf einem statistischen Verfahren, was bedeutet, dass sie auf das semantisch näheste Textumfeld zurückgreifen um eine Verdolmetschung zu liefern. Es ist daher schwierig die polysemischen Worte adäquat zu übersetzen, wenn sie alleine oder mit einem einzelnen Wort, ohne weiteren Kontext zusammen stehen. Zweitens könnte es sein, dass die parallelen Korpora zum medizinischen Fachgebiet für die auf eine breite Anwendung zielenden Apps

zu spezifisch sind. In diesem Zusammenhang lässt sich festhalten, dass zur Lösung des Problems der Polysemie beziehungsweise zur Verbesserung der Leistung von solcher SST-Apps phraseologische Kollokationen sowie thematische Wörterbücher, in denen für jedes mehrdeutige Wort oder Redewendung vorrangige Äquivalente, die spezifisch für das in Frage kommende Fachgebiet sind, nachgeschlagen werden können. Eine der möglichen Lösungen für das Problem der Mehrdeutigkeit liefert auch Hutchins (2014), nämlich die Vermeidung mehrdeutiger Wörter vermeidet sowie die Verwendung eines stark eingeschränkten Vokabulars.

Nach formalen und lexikalischen Fehlern kommen Fehler im Bereich der Morphologie am öftersten vor. Hier ist auffällig, dass sich die Fehleranzahl mit der Steigerung des Schwierigkeitsgrads deutlich erhöht. Dies gilt insbesondere für Google und Yandex Translate bei den Dialogen II und III. Eine solche relativ hohe Anzahl an morphologischen Fehlern könnte möglicherweise durch komplexe morphologische Strukturen der deutschen und russischen Sprachen erklärt werden, wobei es aus praktischen Gründen nicht möglich ist, alle Flexionsformen des Verbes oder Nomens im Wörterbuch des Systems zu inkludieren. Des Weiteren könnten sogar im Russischen die Wortendungen mehrdeutig sein, was zur falschen Identifizierung der grammatikalischen Kategorien der Wörter führen kann. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass beim Übersetzungsprozess die syntaktische Analyse effektiv funktioniert, indem die Wort-und Phrasenbeziehungen innerhalb eines Satzes korrekt identifiziert werden. Die Leistungsfähigkeit der Systeme im Bereich der Syntax ist im Vergleich zu den anderen Fehlerklassen gleichermaßen relativ gering. Hier ist anzumerken, dass die Fehleranzahl von Dialog zu Dialog bei Google Translate und Microsoft Translator nahezu identisch bleibt und die beiden generell besseren Resultate als Yandex Translate erzielen. Daraus lässt sich schließen, dass die Länge und Komplexität der Sätze bei diesen Systemen keinen Einfluss auf die Einhaltung der syntaktischen Regeln hat. Darüber hinaus sind bei allen Systemen Fehler in der Sprachsynthese der am seltensten aufgetretene Fehlertyp. Es ist anzumerken, dass Microsoft Translator im Vergleich mit den zwei anderen SST-Apps schlechtere Resultate in diesem Bereich liefert. Ebenso treten die Spracherkennungsfehler bei Microsoft Translate öfter auf als bei Yandex und Google Translate. Da Fehler bei der Spracherkennung zu Fehlern im maschinellen Übersetzungsprozess und eventuell in der Sprachausgabe führen können, wäre es empfehlenswert diese Komponente zuerst zu verbessern.

Die vorliegende Arbeit ergänzt die bestehende Literatur über die SST-Apps. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass sich diese Arbeit ausschließlich auf die mögliche Anwendung der SST-Apps im medizinischen Kontext im Sprachenpaar Russisch-Deutsch konzentriert. Würden andere Fachgebiete oder Sprachpaare berücksichtigt, könnten die Ergebnisse möglicherweise abweichen.

Aus diesem Grund kann keine generelle Aussage über die Leistungsfähigkeiten dieser Apps in anderen Fachgebieten beziehungsweise mit anderen Sprachkombinationen getroffen werden.
Die Empfehlung für die weitere Forschung ist daher, eine ähnliche Studie durchzuführen, um zu bestimmen, ob in anderen Sprachpaaren, beziehungsweise Fachgebieten diese SST-Apps ähnliche Ergebnisse aufweisen.

7.2. Kritik des eigenen Vorgehens

Im Folgenden wird die Angehensweise dieser Arbeit kritisch beleuchtet, um auf mögliche methodische Schwächen beziehungsweise Validität der Ergebnisse hinzuweisen.

Obwohl die Bewertung der Qualität der MÜ anhand der Fehlertypologie insgesamt einen hohen Grad an Genauigkeit im Vergleich zu den automatisierten Algorithmen zur Evaluierung der MÜ bietet, war die Übersetzung mancher Sätze derart unzureichend, dass die Fehler nicht immer eindeutig und objektiv klassifiziert werden konnten.

Da der Umfang des empirischen Materials als relativ begrenzt gesehen werden kann, können die Ergebnisse nicht ohne weiteres generalisiert werden. Aufgrund des begrenzten zeitlichen Rahmens für die vorliegende Arbeit konnten nicht noch mehr, beziehungsweise nicht wesentlich längere Dialoge untersucht werden, was die statistische Signifikanz der Evaluierung in Grenzen hält.

Die analysierten Dialoge, beziehungsweise im Rahmen dieser Dialoge abgespielten Situationen, wurden afgrund meiner eigenen Annahmen wie eine solche Situation ablaufen könnte erstellt, und bieten unter Umständen keinen statistisch am Häufigsten vorkommenden Dialogablauf dar.

8. SCHLUSSFOLGERUNG

8.1. Beantwortung der Forschungsfragen

Die vorliegende Arbeit setzt sich zum Ziel, anhand der Analyse der Leistung von drei verschiedenen Speech-to-Speech Apps: Microsoft Translator, Yandex Translate sowie Google Translate im medizinischen Kontext, Antworten auf die folgende Forschungsfragen zu finden:

1. Inwieweit sind die vorliegenden SST-Systeme im medizinischen Kontext anwendbar?
2. Gibt es Unterschiede in der Qualität des Dolmetschens bei der Schwierigkeitssteigerung der Dialoge?
3. Was sind die Leistungsunterschiede zwischen Google Translate, Yandex Translator sowie Microsoft Translator?
4. Was sind die Perspektiven für solche SST-Systeme im Gesundheitswesen?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden im Rahmen des Experiments drei verschiedene Testdialoge im Sprachenpaar Russisch-Deutsch verfasst, welche sich im Schwierigkeitsgrad unterscheiden. Des Weiteren wurden die Ergebnisse der einzelnen SST-Apps bei den Testdialogen mittels einer Fehleranalyse beschrieben und evaluiert.

Forschungsfrage 1

Anhand der im Kapiteln 6 durchgeführten Analyse der Leistungsergebnisse der vorliegenden Apps lässt sich festhalten, dass diese in einer wichtigen medizinischen Kommunikation nicht als vertrauenswürdig eingestuft werden können.

Sogar beim scheinbar unkomplizierten Dialog I, welcher keine komplexen und langen Sätze, beziehungsweise keine fachspezifische Terminologie beinhaltet, waren die Apps mit einigen Problemen konfrontiert. Beispielsweise hatten alle Apps Probleme mit Zahlen, als das Geburtsdatum erfragt wurde. Darüber hinaus konnte die Spracherkennung von Microsoft Translator den deutschen Nachnamen nicht korrekt erkennen und ins Russische wiedergeben. In Anbetracht der Tatsache, dass diese Ausgangsdaten bei einer ärztlichen Terminvereinbarung von Wichtigkeit sind, ergibt sich, dass ihre Leistungsfähigkeit nicht ausreichend ist.

Handelt es sich um mehr herausfordernde Situationen, wie bei den Dialogen II und III, ist die Anwendung dieser Apps nicht empfohlen. Die Ergebnisse bei diesen Dialogen zeigen deutlich, dass bei lexikalisch komplexen und längeren Passagen die Apps nicht in der Lage sind zufriedenstellende Leistungen zu erbringen. Im gesundheitlichen Kontext, in dem eine verständliche und prägnante Kommunikation von wesentlicher Bedeutung ist, können schon kleinere Missverständnisse schwere Konsequenzen haben.

Forschungsfrage 2

Aus der Analyse der Leistungen der drei vorliegenden Apps geht hervor, dass bei der Steigerung des Schwierigkeitsgrades der Dialoge die Übersetzungsqualität deutlich sinkt. Dies ist insbesondere beim Dialog III zu beobachten, indem die Mehrheit der Übersetzungen sich als nicht zufriedenstellend erwiesen hat. So gehen bei den längeren Sätzen die semantischen und syntaktischen Verbindungen zwischen den Wörtern verloren. Des Weiteren lässt sich aufgrund der durchgeführten Fehleranalyse festhalten, dass die Anzahl die morphologischen, beziehungsweise terminologischen Fehler bei den Dialogen II und III erheblich steigt. Öfter neigt die Spracherkennungskomponente bei den längeren Passagen dazu, einzelne Wörter falsch zu erkennen oder sie überhaupt auszulassen. Darüber hinaus lässt sich die Sprachsynthese von Yandex Translate beziehungsweise die Spracherkennung von Microsoft Translator als eingeschränkt bezeichnen, wobei längere Passagen im Dialog III von Yandex Translate nicht ausgesprochen und von Microsoft Translator nicht aufgenommen werden können.

Forschungsfrage 3

Bezüglich der Leistungsunterschiede zwischen Google Translate, Yandex Translate und Microsoft Translator ist zu sagen, dass vor allem im Bereich der Spracherkennung und Sprachsynthese Google Translate bessere Resultate erzielen konnte. Beispielsweise hatte Google Translate keine Schwierigkeiten bei der Aufnahme und Aussprache von längeren Passagen, während die beiden anderen Apps sie nicht im vollen Umfang aufnehmen oder aussprechen konnten. Des Weiteren lässt sich festhalten, dass Google Translate besser mit der Erkennung von Fragestellung durch Änderung der Intonation im Russischen umgeht. Google Translate kann sie richtig erkennen und mit Rücksicht auf Syntaxregeln der deutschen Sprache, korrekte Übersetzung liefert. Im Hinblick auf die Ergebnisse der Fehleranalyse ist jedoch zu schließen, dass mehr morphologischen Fehler im Dialog III im Vergleich zu den anderen Apps gemacht wurden. Darüber hinaus hat Google Translate Probleme mit der korrekten Übersetzung von Homophonen und Homographen, wobei beispielsweise die Höfflichkeitsform [Sie] ins Russische immer als Personalpronomen in der dritten Person Plural [они] übersetzt wurde.

Zu der Leistung von Yandex Translate ist anhand der durchgeführten Analyse festzuhalten, dass die App bei kürzeren Sätzen wie im Dialog I sehr zufriedenstellende, beziehungsweise idiomatisch klingende Übersetzungen liefern kann. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die App sich auf Sprachkombinationen mit Russisch konzentriert und über größere parallele Korpora verfügt. Jedoch entstanden bei Dialogen II und III zahlreiche Fehler vor allem im Bereich der Terminologie, Morphologie und insbesondere bei der Orthographie, wobei die überwiegende

Mehrheit von Satzzeichen verloren gegangen ist. Darüber hinaus erweist sich die Sprachsynthesekapazität von Yandex Translate als eingeschränkt, wobei längere Passagen beim Dialog III übersetzt aber nicht ausgesprochen werden konnten.

Die Spracherkennung von Microsoft Translator lässt sich anhand des Experiments als verbesserungswürdig beschreiben, wobei die App bei allen Dialogen am häufigsten im Vergleich zu den anderen Apps die Wörter entweder falsch oder gar nicht erkannt hat, welches zu Auslassungen oder unbrauchbaren Übersetzungen in der Zielsprache geführt hat. Darüber hinaus konnte die Spracherkennungskomponente von Microsoft Translator beim Dialog III einige Passagen im vollen Umfang nicht aufnehmen. Auffallend ist, dass die Übersetzungen von Microsoft Translator oftmals umgangssprachlich formuliert waren, was dem Register nicht entsprochen hat. Es muss jedoch positiv angemerkt werden, dass die App am wenigsten Probleme mit der Wortstellung und Präpositionen hatte.

Forschungsfrage 4

Laut Angaben von Eurostat (2015) sind mehr als 4,8 Millionen Menschen in eines von den 28 europäischen Ländern immigriert, wobei 2,4 Millionen davon nicht aus einem Mitgliedstaat der EU stammen (vgl. Eurostat: 2015). Diese beispielslose Fluchtbewegung verursacht eine Situation, in der der Zugang zu medizinischen Leistungen durch eine Sprachbarriere erschwert ist. Darüber hinaus entwickelt sich der Medizintourismus, wobei Menschen in ein anderes Land reisen, um qualitativ hohe oder günstige medizinische Behandlung zu bekommen, welche in ihrem Heimatland nicht verfügbar ist. Eine Methode zur Überwindung dieser Herausforderung ist die Anwendung von SST-Systemen. Beispielsweise wird Microsoft Translator bei der Children's Society, einer britischen Organisation, die den Migrantenkinder Unterstützung bietet, bei der Kommunikation zwischen Ärzten und Kinder verwendet (vgl. URL:childrenssociety.com). Außer der kostenfreien SST-Apps von Google, Yandex oder Microsoft werden noch zahlreiche Apps entwickelt, welche ausschließlich für den medizinischen Bereich konzipiert sind. Obwohl der Bedarf an solchen Apps dringend notwendig ist, ist jedoch anhand der durchgerührten Fehleranalyse festzuhalten, dass kostenfreie mobile SST-Apps wie Google Translate, Microsoft Translator oder Yandex Translate beim heutigen Stand der Technik keine qualitativ adäquate Verdolmetschung liefern, beziehungsweise menschliche DolmetscherInnen ersetzen können.

Maschinelle Übersetzung im medizinischen Bereich ist aus vielerlei Gründen herausfordernd. Einer davon ist, dass unvollständige oder inkorrekte Information zu einer falschen Diagnose führen können und kann somit schwerwiegende Konsequenzen nach sich ziehen. Daher ist ein äußerst hohes Maß an Genauigkeit und Zuverlässigkeit dieser Apps notwendig. Der zweite Grund ist, dass die Kommunikation im gesundheitlichen Kontext durch ihre eigene spezifische Terminologie und

Redewendungen charakterisiert ist. Das bedeutet, dass diese kostenfreien mobilen SST-Apps angemessen an der medizinischen Domäne angepasst werden müssen.

8.2. Conclusio

Die vorliegende Arbeit ist ein bescheidener Beitrag zur Forschung über die Anwendung und Qualität der kostenfreien SST-Systeme, wie zum Beispiel Google Translate, im Gesundheitswesen. Während die Anwendung von Google Translate in verschiedenen Bereichen intensiv erforscht wird, bleiben andere ähnliche kostenfreie SST-Apps bislang eher vernachlässigt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Vergleich der Leistung dreier solcher Apps in der Sprachkombination Russisch-Deutsch und Deutsch-Russisch mit Hilfe von einer Fehleranalyse durchgeführt. Das Ziel der Arbeit war herauszufinden, ob und inwiefern kostenfreie SST-Apps im medizinischen Kontext anwendbar sind, beziehungsweise einen Einblick über die Art der vokommenden Fehler zu geben und sie zu analysieren. Anhand der Ergebnisse lässt sich zum heutigen Stand der Technik festhalten, dass kostenfreie SST-Apps wie Yandex Translate, Microsoft Translate und Google Translate keine qualitativ hochwertigen Verdolmetschungen liefern können und sich lediglich als Hilfsmittel für die menschliche Verdolmetschung eignen.

Die durchgeführte Analyse der Ergebnisse, der Fehlerarten, ihre Häufigkeit, beziehungsweise Stärken und Schwächen jedes einzelnen Dolmetschsystems können wichtige Hinweise und Ideen zu ihrer Verbesserung aufzeigen. Des Weiteren können sie den Benutzern helfen, Ihre Erwartungen anzupassen und ein besseres Verständnis über die Funktionsweise dieser Apps zu schaffen. Darüber hinaus könnte die Analyse der festgestellten Fehler den Software-Entwicklern helfen zielgerichtet an Verbesserung der Apps zu arbeiten und bessere Systeme zu erstellen. Somit haben die Ergebnisse dieser Arbeit einen direkten Praxisbezug.

Die Fähigkeit auf einem menschlichen Niveau zu übersetzen, ist sehr eng mit der Weiterentwicklung der künstlichen Intelligenz verbunden, wobei solche Apps in der Lage sein müssten menschliche kognitive Fähigkeiten und Denkprozesse nachvollziehen und imitieren zu können. Um die Sprachbarriere effektiv zu überwinden, genügt nicht nur eine Datenbank mit Wörtern in zwei Sprachen; Die Übersetzung erfordert Kreativität, Präzision, Kontextverständnis, Beachtung des Registers und ein Bewusstsein für die sich verändernde Natur jeder Sprache. Bis die automatisierte maschinelle Übersetzung in der Lage ist, diese Nuancen zu lösen, wird sich die Anwendung solcher Apps auf eine eher unterstützende Rolle beschränken müssen und der menschliche Dolmetscher bleibt nach wie vor die letzte und wichtigste Instanz.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AT Ausgangstext

ASR Automatic Speech Recognition

CMBT Context-based Machine Translation

EMBT Example-based Machine Translation

GNMT Google Neural Machine Translation

HMT Hybrid Machine Translation

MÜ Machine Translation

MÜ Maschinelles Übersetzen

NMT Neural Machine Translation

S2ST Speech-to-Speech Translation

SMT Statistical Machine Translation

SST Speech-to-Speech Translation

SLT Spoken Language Translation

TTS Text-to- Speech Synthesis

ZT Zieltext

BIBLIOGRAPHIE

Akagi, Masato (2016) *Toward Effective Speech-to-Speech Translation*. In: http://www.jaist.ac.jp/hld/IntlSymp2016/paper/HLD2016-COM02.pdf (30.11.2016)

Angelelli, Claudia (2004) *Medical Interpreting and Cross-cultural Communication.*Cambridge: Cambridge University Press

Bahdanau, Dzmitry& Cho, Kyung-Hyun &Bengio, Yoshua (2015) *Neural Machine Translation by jointly learning to align and translate* In: https://arxiv.org/pdf/1409.0473.pdf (16.05.2017)

Brown, Peter & Stephen A. Della Pietra& Vincent J. Della Pietra& Robert L. Mercer (1993) *The Mathematics of Statistical Machine Translation: Parameter Estimation.* In: http://acl-arc.comp.nus.edu.sg/archives/acl-arc-090501d3/data/pdf/anthology-PDF/J/J93/J93-2003.pdf (20.05.2017)

Carbonell, Jaime & Klein, Steve & Miller, David &Steinbaum, Michael & Grassiany, Tomer & Frey, Jochen (2006) *Context-Based Machine Translation* In: https://www.cs.cmu.edu/~jgc/publication/Context_Based_Machine_AMTA_2006.pdf (19.05.2017)

Carstensen, Kai-Uwe &Jekat, Susanne & Klabunde, Ralf & Ebert, Christian & Ebert, Kornelia & Langer, Hagen (2009) *Computerlinguistik und Sprachtechnologie.* Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

Chan, Si-Wai (2015) The development of translation technology. In S-W. Chan (Hg.) *The Routledge Encyclopedia of Translation Technology*. London, New-York: Routledge, 3-32

Glass, Jim (2007) *A Brief Introduction to Automatic Speech Recognition.* In: http://www.cs.columbia.edu/~mcollins/6864/slides/asr.pdf (20.11.2016)

Google Inc. 2017.https://support.google.com (15.07.2017)

Google Playstore https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.yandex.translate&hl=en
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.microsoft.translator&hl=en
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.translate&hl=en

Dillinger, Mike & Seligman, Mark (2006) Converser: Highly Interactive Speech-to-Speech Translation for Healthcare. In: HLT-NAACL 2006*: Proceedings of the Workshop on Medical Speech Translation*. New York, 36-39

Detroit, Thierry (1997) *an Introduction to Text-to-Speech Synthesis.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

Ehsani, Farzad&Kimzey, Jim & Master Demitrios & Sundre, Karen & David, Domingo & Park, Hunil (2006) S-MINDS 2-way Speech-to-Speech Translation System. In: HLT-NAACL 2006*: Proceedings of the Workshop on Medical Speech Translation*. New York, 44-45

Eurostat http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Main_Page (15.07.2017)

Furui, Sadaoki (2003) Towards Robust Speech Recognition und Understanding. In: V. Matoušek & P. Mautner (Hg.) *Text, Speech and Dialogue. Lecture Notes in Computer Science.* Berlin, Heidelberg: Springer, 31-42

Fügen, Christian (2008) *A System for Simultaneous Translation of Lectures and Speeches*. Dissertation. Universität Fridericiana zu Karlsruhe

Hacker, Martin & Ludwig, Bernd Görz, Günter (2012) Automatisches Verstehen gesprochener Sprache. In: http://wwwdh.cs.fau.de/IMMD8/Lectures/AVGS/AVGS01.3x2.pdf (07.11.2016)

Heinze, Daniel T &Turchin, Alexander &Jagannathan V (2006) Automated Interpretation of Clinical Encounters with Cultural Cues and Electronic Health Record Generator. In: HLT-NAACL 2006*: Proceedings of the Workshop on Medical Speech Translation*. New York, 20-27

Hutchins, William John (1992) *Introduction to Machine Translation.* In: http://www.hutchinsweb.me.uk/IntroMT-4.pdf(20.05.2016)

Hutchins, William John (2003) *Machine Translation: half a century of research and use.* In: http://www.hutchinsweb.me.uk/Avila-2003.pdf (28.11.2016)

Hutchins, William John (2015) Machine Translation: history of research and application. In In S-Chan (Hg.) *The Routledge Encyclopedia of Translation Technology* London, New-York: Routledge, 120-137

Htun, Hay Mar & Zin, Theingi &Tun, Halcyon (2015) Text to Speech Conversion Using different Speech Synthesis. In: http://www.ijstr.org/final-print/july2015/Text-To-Speech-Conversion-Using-Different-Speech-Synthesis.pdf (28.11.2016)

Jurafsky, Daniel & Martin, H. James (2009) *Speech and Language Processing.* New Jersey: Pearson Education

Jha, Aakash &Shrestha, Ashok Kumar (2015) *Multilingual Translator Android App.* In: http://www.ijstr.org/final-print/july2015/Text-To-Speech-Conversion-Using-Different-Speech-Synthesis.pdf

Fünfer, Sarah (2013) *Mensch oder Maschine? Dolmetscher und maschinelles Dolmetschen im Vergleich.* Berlin: Frank &Timme

Jou, Szu-Chen Stan (2008) *Automatic Speech Recognition on Vibrocervigraphic and Electromyographic Signals. Dissertation*. Carnegie Mellon University

Lavanchy, Claire (2010) *Statistische Maschinelle Übersetzung* In: http://kitt.ifi.uzh.ch/clab/smt/smt.pdf (10.05.2017)

Lee, Tan (2015) Speech Translation. In S-W. Chan (Hg.) *The Routledge Encyclopedia of Translation Technology* London, New-York: Routledge, 619-632

MediBabble Website medibabble.com (20.12.2016)

Microsoft Website www.microsoft.com (03.07.2017)

Microsoft Translator.2017. https://translator.microsoft.com (10.07.2017)

Neubig, Graham & Sakriani, Sakti& Toda, Tomoki & Nakamura, Satoshi & Matsumoto, Yuji & Isotani, Ryosuke& Ikeda, Yukichi (2013) Towards High-Reliability Speech Translation in the Medical Domain. In: *International Joint Conference on Natural Language Processing Workshop on Natural Language Processing for Medical and Healthcare Fields*, Nagoya: 22-29

Och, Franz Josef (2012). Breaking down the language barrier – six years in. In: https://googleblog.blogspot.co.at/2012/04/breaking-down-language-barriersix-years.html (03.07.2017)

Paulik, Matthias (2010) *Learning Speech Translation from Interpretation.* Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie

Pfister, Beat & Kaufmann, Tobias (2008) Sprachverarbeitung. Grundlagen und Methoden der Sprachsynthese und Spracherkennung. Berlin [u.a.]: Springer

Pöchhacker, Franz (2000) *Dolmetschen. Konzeptuelle Grundlagen und deskriptive Untersuchungen*. Tübingen: Stauffenburg-Verlag.

Rabiner, Lawrence &Juang, Biing-Hwang (1993) *Fundamentals of Speech Recognition.*New-Jearsey: Prentice-Hall International Inc.

Schukat-Talamazzini, Ernst G. (1995)*Automatische Spracherkennung*. Braunschweig: Vieweg

Ramlow, Markus & Krenz, Michael (2008) *Maschinelle Übersetzung und XML im Übersetzungsprozess. Prozesse der Translation und Lokalisierung im Wandel.* Berlin: Frank&Timme

Reuse Bernd & Vollmar, Rolland (2008) *Informatik Forschung in Deutschland.* Berlin: Springer

Schäfer, Falco (2002) *Maschinelle Übersetzung von Wirtschaftsfachtexten. Eine Evaluierung anhand des MÜ Systems der EU-Kommission, SYSTRAN, im Sprachenpaar Französisch-Deutsch.* Frankfurt am Mein: Peter Lang GmbH

Seneff, Stephanie &Zue, Victor (2004) Understanding Spoken Language. In: Tucker, Allan (Hg.) *Computer Science Handbook.* Abingdon: Taylor& Francis

Schunk, Christiane (2004) Token-Wort-Konvertierung in der Text-to-Speech Synthese. In:http://www.ims.unistuttgart.de/studium/studierende/arbeiten/studentenarbeiten/fertig/Studienarbeit_Schunk.pdf

Schwanke, Martina (1991) *Maschinelle Übersetzung: ein Überblick über Theorie und Praxis.* Berlin [u.a.] Springer

Skype. 2016 www.skype.com (20.03.2017)

Stein, Daniel (2009) *Maschinelle Übersetzung – Ein Überblick.* In: https://www.researchgate.net/publication/220046884_Maschinelle_Ubersetzung_-_ein_Uberblick?enrichId=rgreq-9e24a1558b891214054ea732f9e7e2a5-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIyMDA0Njg4NDtBUzoxNzA3MDEwNjM0NjcwMDhAMTQxNzcwOTcxMzQyMw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

Turovsky, Barak (2016). Ten years of Google Translate. In: https://translate.googleblog.com/2016/04/ten-years-of-google-translate.html (16.07.2017).

Yandex 2017 https://yandex.com/company/blog (10.07.2017)

Waibel, Alexander &Fügen, Christian (2008) *Spoken Language Translation.*IEEE Signal Processing Magazine 25(3), 70-79

Werthmann, Antonina & Witt, Andreas (2014) Maschinelle Übersetzung: Gegenwart und Perspektiven. In G. Stickel (Hg.) *Translation and Interpretation in Europe*. Frankfurt am Main, Berlin: Lang, 79-103

Wolf, Michaela (2015) Healthcare Interpreting. In F.Pöchhacker (Hg.) *the Routledge Encyclopedia of Interpreting Studies*. New-York: Routledge, 177-182

ANHANG

Abstract auf Deutsch

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Speech-to-Speech Systeme und ihre Anwendung im Gesundheitswesen. Hierzu wird am Anfang der Arbeit auf die Grundlagen im Bereich der Speech-to-Speech Translation, geschichtliche Entwicklung, relevante Forschungsprojekte und aktuellen Forschungsstand der SST eigegangen. Darüber hinaus werden die Komponenten eines SST-Systems: automatische Spracherkennung, maschinelle Übersetzung und Sprachsynthese behandelt. Des Weiteren wird das Thema des Dolmetschens im Gesundheitswesen beziehungsweise Anwendung der SST-Systeme im medizinischen Bereich näher beleuchtet.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht die Frage, ob und inwiefern kostenfreie SST-Apps wie Google Translate, Yandex Translate und Microsoft Translator im Gesundheitswesen verwendet werden können. Für die Beantwortung der Frage wurde ein Experiment mittels dieser Apps durchgeführt, wobei ihre Leistung bei den drei erstellten Dialogen ausführlich beschrieben und mit Hilfe von einer Fehleranalyse evaluiert wird.

Abstract in English

The focus of this thesis lies on speech-to-speech translation systems and their application in medical field. Free SST- systems such as Google Translate or Microsoft Translate are widely used as an affordable and an immediate alternative to human interpreters to overcome the language barrier. However the possibility of their application in specific fields such as medicine has not been yet thouroghly investigated. For this reason three widely used SST-Apps such as Yandex Translate, Google Translate and Microsoft Translate were tested to evaluate their performance in the medical domain based on three test dialogs. The first part of the thesis sheds light on theoretical foundations of speech-to- speech translation systems, its historical development and architecture.

The empirical part of the thesis focuses on technical characteristics of the given SST-Apps implementation of the experiment as well as description and analysis of the results though error analysis.

Dialoge zur Durchführung des Experiments mit mobilen SST-Apps

Dialog 1 Terminvereinbarung beim Arzt

MP: Добрыйдень!

P: Guten Tag, ich bin Maria Wagner. Ich möchte gerne einen Termin beim Arzt vereinbaren.

MP: На что вы жалуетесь?

P: Ich habe Husten, Schnupfen und Halsschmerzen.

MP: У вас есть жар?

P: Ja, ich glaube.

MP: Тогдаподождитенемного. Доктор вас осмотрит. Вы были уже у нас?

Patient: Nein. Ich wohne noch nicht so lange in Moskau.

MP: Назовите еще раз ваше имя?

P: Wagner

MP: датарождения?

P: Am 21.3.1980.

MP: вызастрахованы?

P: Bei der Allianz. Das ist eine deutsche Kasse.

MP: Спасибо! Пройдите, пожалуйста, в комнату ожидания, я вас позову.

P: Vielen Dank

Dialog II Magnetresonanz Tomographie

M. P: Guten Tag, sind Sie Frau Popova

Patient: Да, этоя.

MP: Bitte fühlen Sie dieses Formular aus. Danke. Ich werde einige Fragen vor der Untersuchung stellen.

Patient: Да, конечно.

MP: Haben Sie einen Herzschrittmacher?

Patient: Нет

MP: Leiden Sie unter Klaustrophobie?

Patient: нет, я не страдаю клаустрофобией

MP: Folgen Sie mir bitte. Machen Sie sich frei. Ziehen Sie bitte alle metallischen Gegenstände: Schmuck, Uhr, Münzen, Piercing usw. Lassen Sie bitte auch alle Datenträger Kreditkarten, Hörgeräte und Ähnliches in der Kabine zurück.

Patient: У меня слуховой аппарат, его тоже снять?

MP: Ja, bitte

MP: Die Untersuchung wird eine halbe Stunde dauern. Im Laufe der Untersuchung hören Sie immer wieder laute Klopfgeräusche. Diese Geräusche sind normal und gehören zur Untersuchungsprozedur. Es ist sehr wichtig, dass Sie ganz ruhig liegen bleiben, da Bewegungen Bildstörungen verursachen können. Vielen Dank.

Patient: Спасибо

Dialog III Anamnese-Gespräch

Patient: Добрыйдень, доктор!

Arzt: Guten Tag, was kann ich für Sie tun?

Patient: Я плохо себя чувствую. У меня сильно болит живот.

Arzt: Wie lange haben Sie diese Bauchschmerzen?

Patient: Уже 2 дня.

Arzt: Hatten Sie denn früher schon Bauchschmerzen?

Patient: нет, очень редко. Обычно у меня не бывает проблем с этим.

Arzt: Wo genau haben Sie Schmerzen, Ober-, Mittel- oder Unterbauch

Patient: Болит в нижней часть живота.

Arzt: Wie würden Sie die Schmerzen beschreiben? Sind die Schmerzen drückend, stechend oder ziehend?

Patient: Я бы сказала, что боли режущие.

Arzt: Wie ist denn der Stuhlgang?

Patient: Со стулом у меня проблемы в течение недели примерно.

Arzt: Das heißt, Sie haben Verstopfung?

Patient: Да, верно. Но я сейчас стараюсь есть больше яблок, йогурт и пить кофе. Этонемногопомогает.

Arzt: Haben Sie Blut im Stuhl beobachtet?

Patient: Нет, крови не было.

Arzt: Haben Sie denn erbrochen?

Patient: нет, рвоты у меня тоже не было.

Arzt: Sind Sie schon mal am Bauch operiert worden?

Patient: Нет, но у меня 2 детей. ничего кроме этого.

Arzt: Okay, okay, aber Bauchoperationen.

Patient: Нет

Arzt: Ist denn in den letzten Jahren eine Bauchuntersuchung gemacht worden – Ultraschall oder Computertomografie oder Darmspiegelung?

Patient: месяц назад у меня было профилактическое исследование.

Arzt: Gynäkologische Vorsorgeuntersuchung?

Patient: Да, верно

Arzt: ich würde jetzt vorschlagen, dass wir uns dann morgen früh, wenn Sie nüchtern sind, zu einer Ultraschalluntersuchung treffen. Es wird auch eine Blutabnahme gemacht, und dann legen wir fest, wie es weiter geht, ob wir zum Beispiel eine Darmuntersuchung machen, oder wir eine Computertomografie machen müssen oder wie es weiter geht.

Patient: Хорошо, я согласна, доктор. Тогда завтра в 9 часов на голодный желудок мне нужно будет прийти на УЗИ?

Arzt: Ja. Dann würden wir die heutige Visite damit beenden und ich darf Sie dann wieder entlassen.

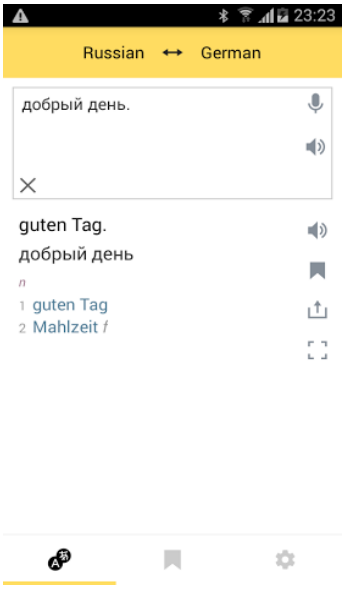
Patient: Хорошо, спасибо большое доктор!

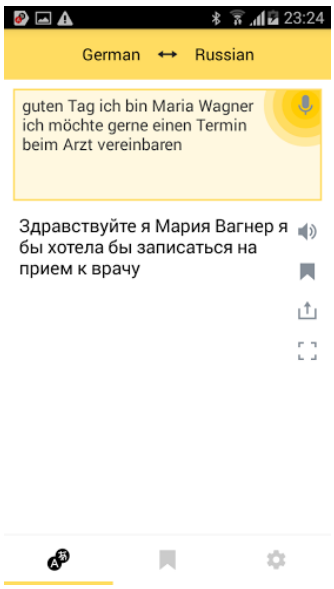
Arzt: Auf Wiedersehen

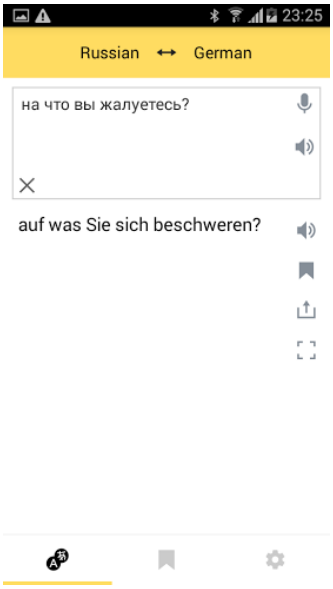
Patient: Досвидания!

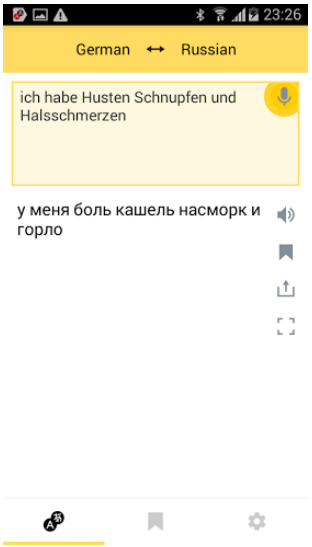
DIALOG I

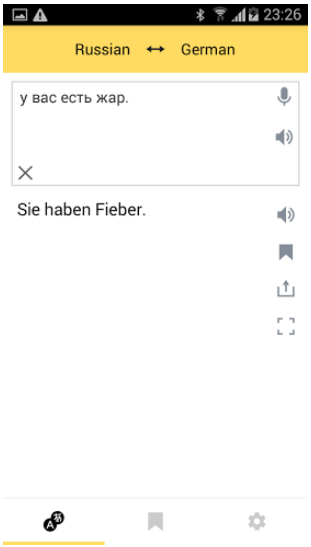
Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, Yandex Translate

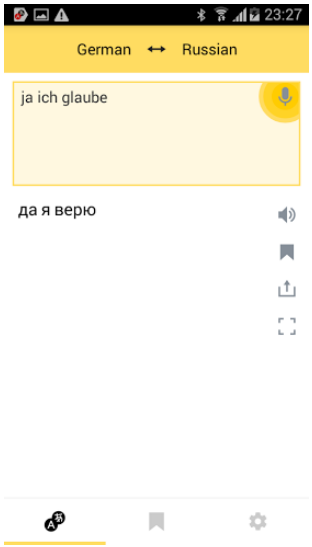


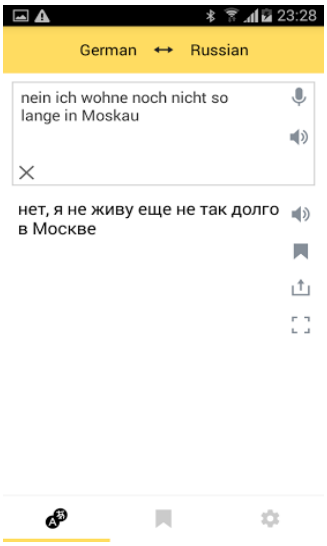


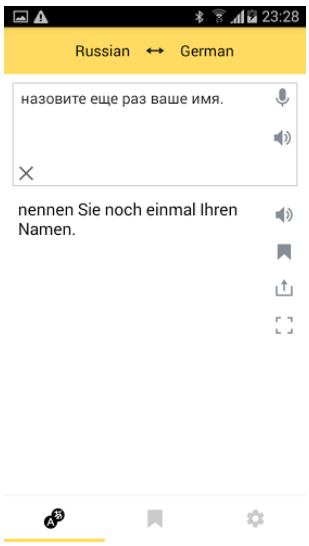


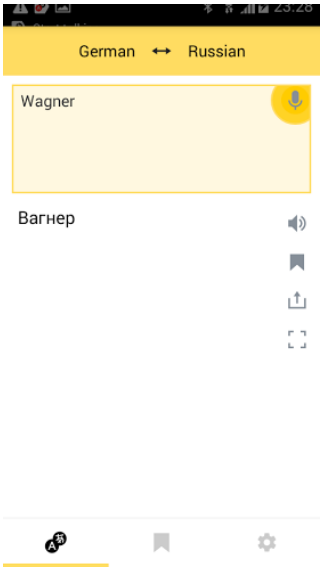


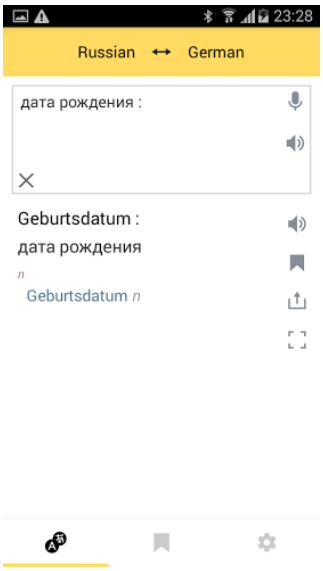


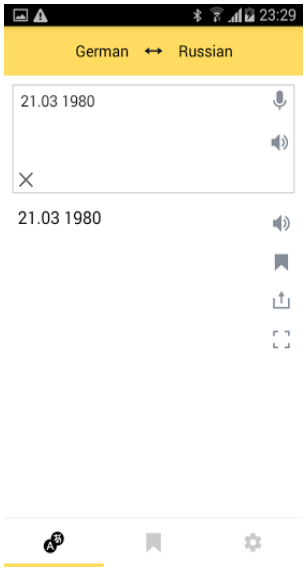


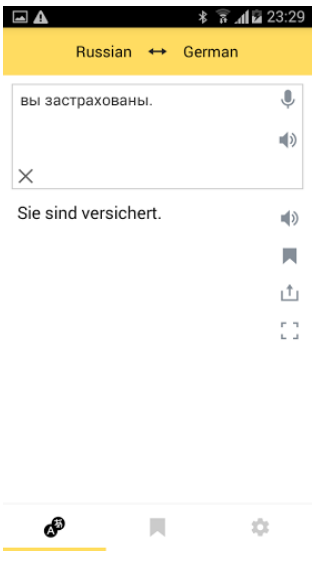


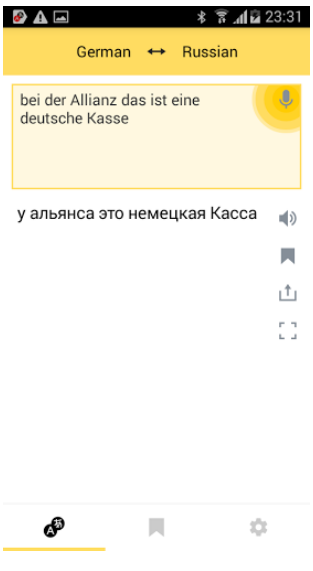


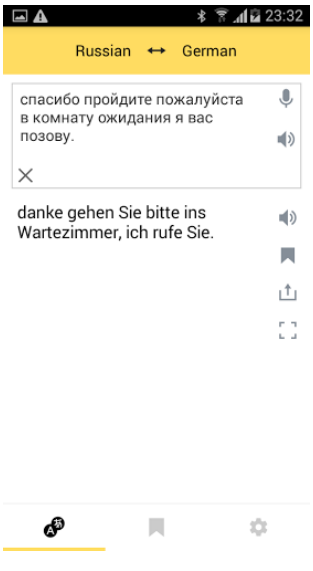

German ↔ Russian
Wagner
Вагнер

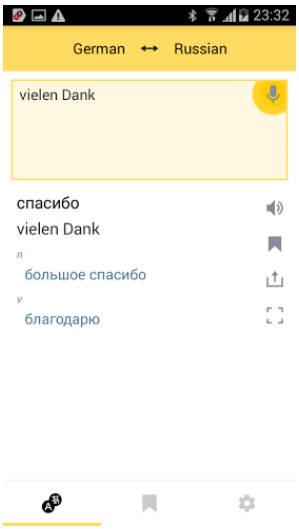

23:28
Russian ↔ German
дата рождения :
Geburtsdatum :
дата рождения
n
Geburtsdatum n


23:29
German ↔ Russian
21.03 1980
21.03 1980

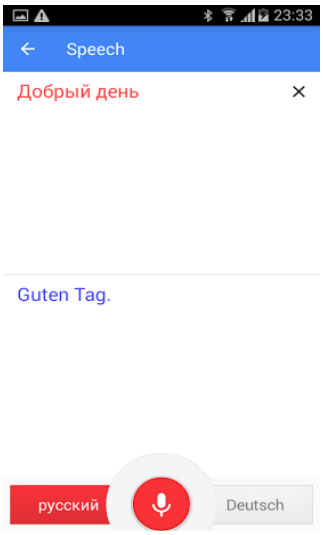

23:29
Russian ↔ German
вы застрахованы.
Sie sind versichert.

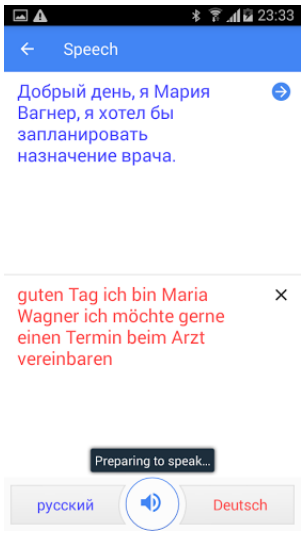

23:31
German ↔ Russian
bei der Allianz das ist eine deutsche Kasse
у альянса это немецкая Касса

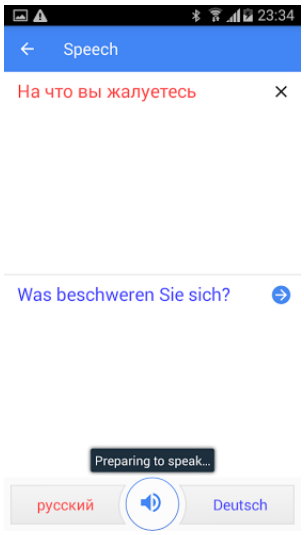

23:32
Russian ↔ German
спасибо пройдите пожалуйста в комнату ожидания я вас позову.
danke gehen Sie bitte ins Wartezimmer, ich rufe Sie.

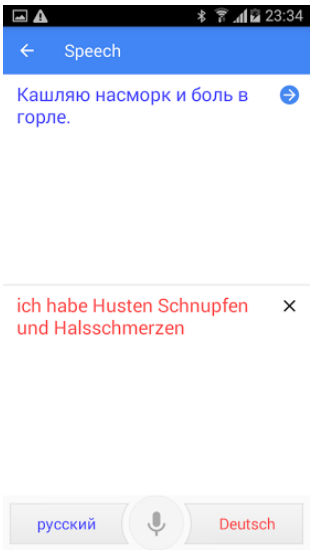

23:32
German ↔ Russian
vielen Dank
спасибо
vielen Dank
n
большое спасибо
v
благодарю

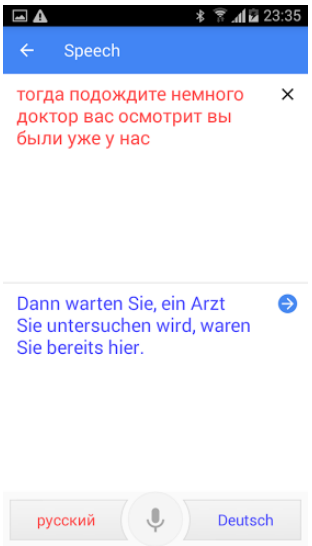
Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, GoogleTranslate

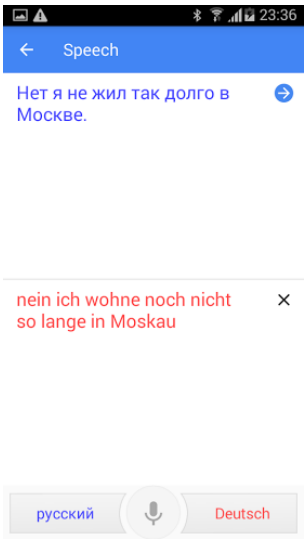


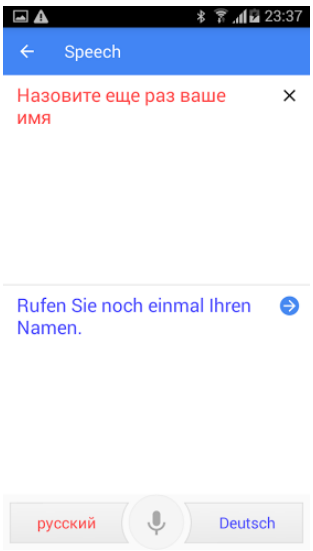


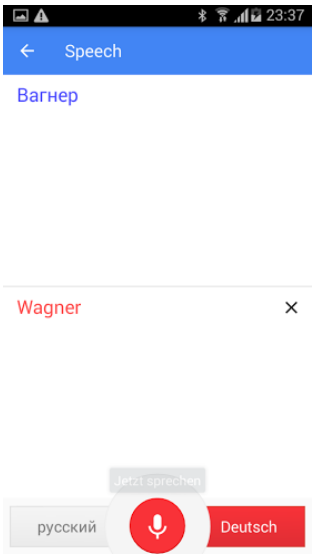


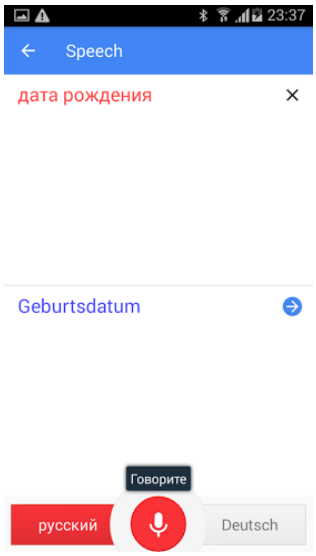


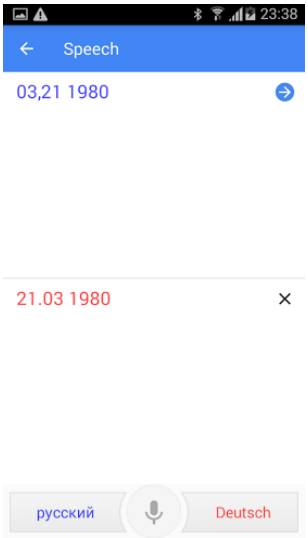


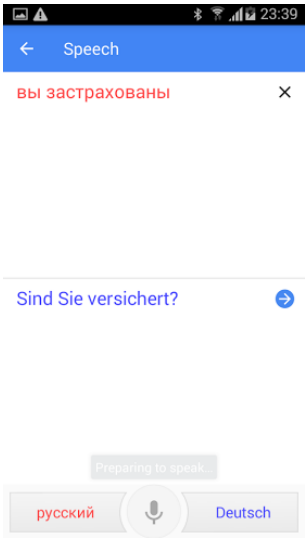


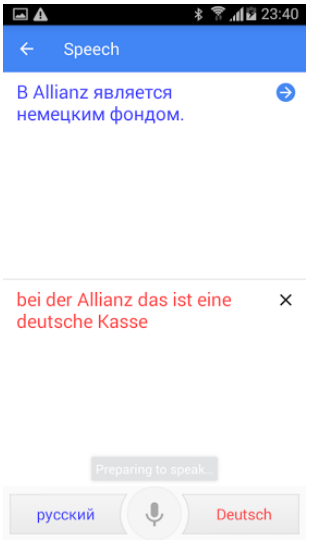


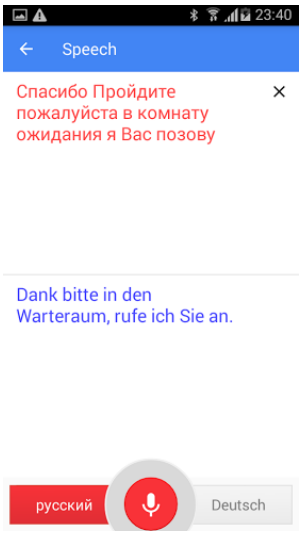


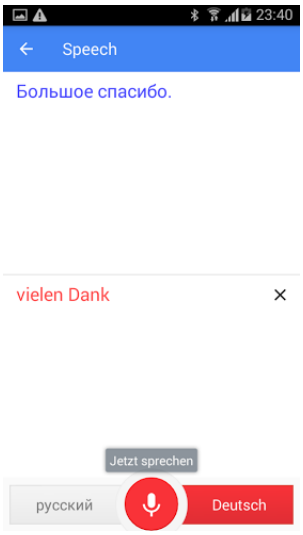



23:38
Speech
03,21 1980
21.03 1980
русский
Deutsch

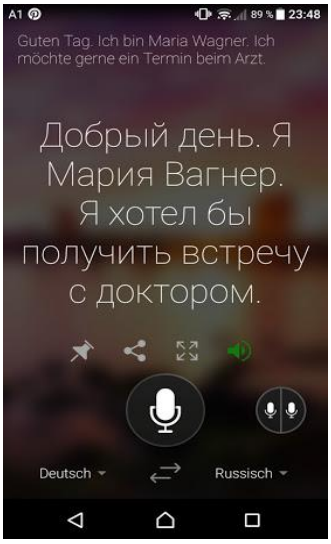

23:39
Speech
вы застрахованы
Sind Sie versichert?
Preparing to speak...
русский
Deutsch

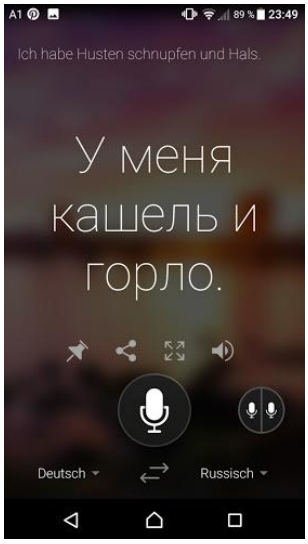

23:40
Speech
В Allianz является немецким фондом.
bei der Allianz das ist eine deutsche Kasse
Preparing to speak...
русский
Deutsch

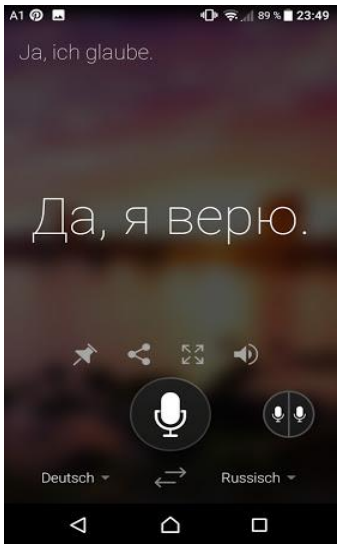

23:40
Speech
Спасибо Пройдите пожалуйста в комнату ожидания я Вас позову
Dank bitte in den Warteraum, rufe ich Sie an.
русский
Deutsch

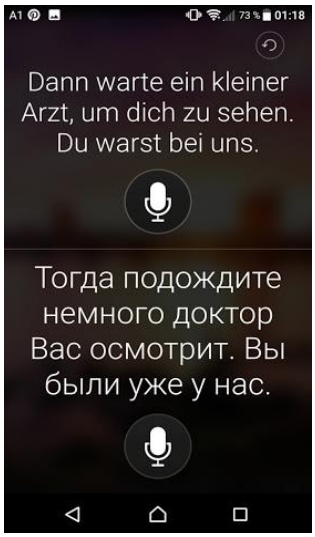

23:40
Speech
Большое спасибо.
vielen Dank
Jetzt sprechen
русский
Deutsch

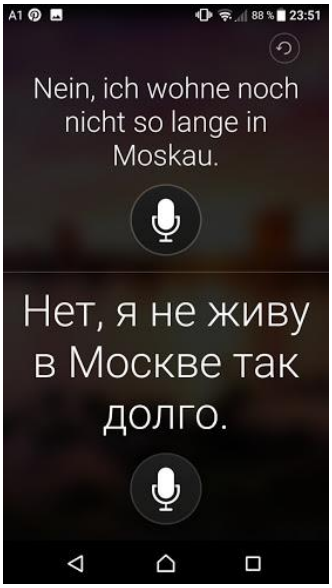
Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, Microsoft Translator

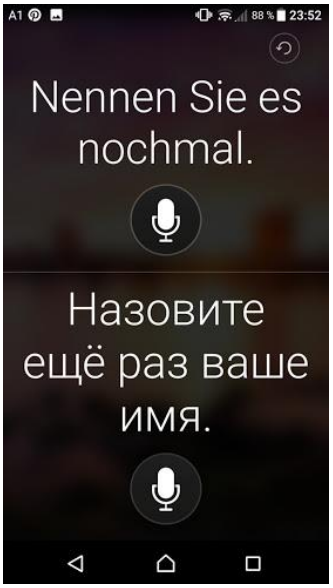


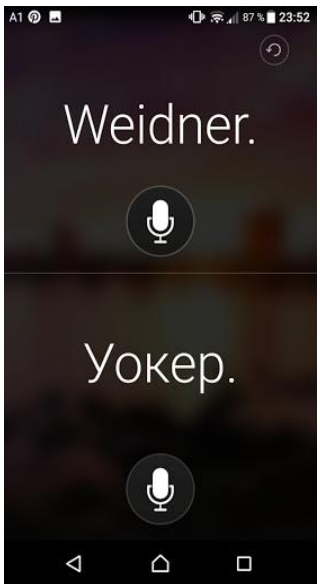


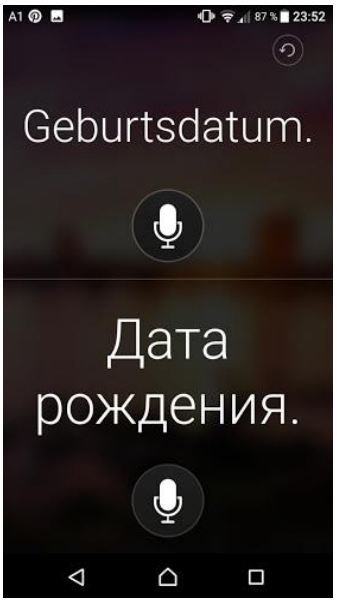








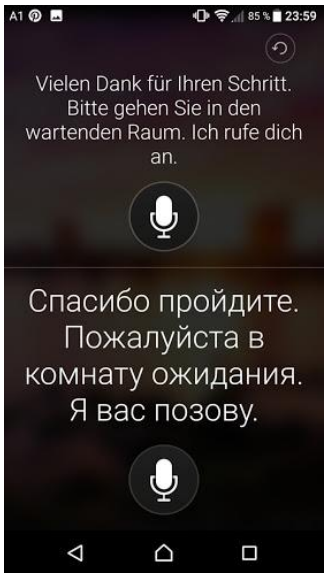


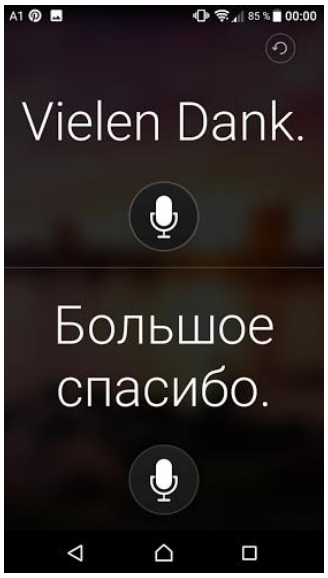

Geburtsdatum.
Дата рождения.

21. dritter 1980.
21. Третье 1980.
Deutsch
Russisch

Вы застрахованы.
Sie sind versichert.
Russisch
Deutsch

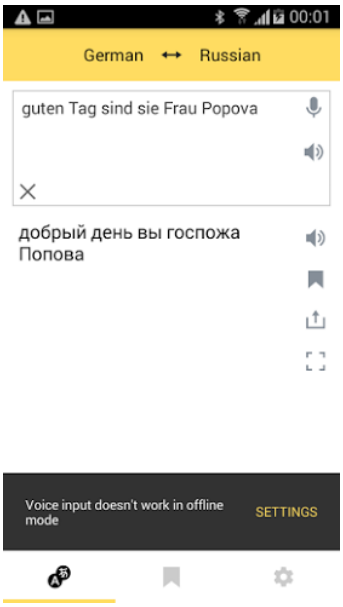
Следующий Альянс, это немецкий кассовый ордер.
Weiter allianz, das ist eine Deutsche Kassen.

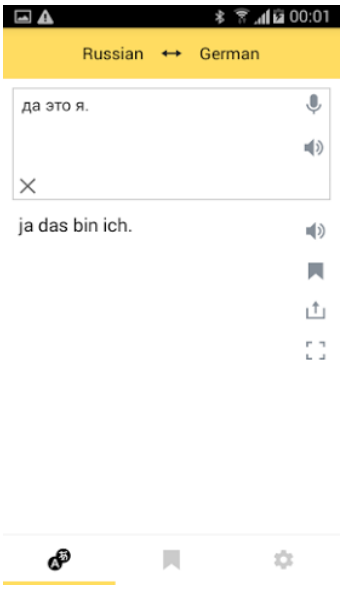

Vielen Dank für Ihren Schritt. Bitte gehen Sie in den wartenden Raum. Ich rufe dich an.
Спасибо пройдите. Пожалуйста в комнату ожидания. Я вас позову.

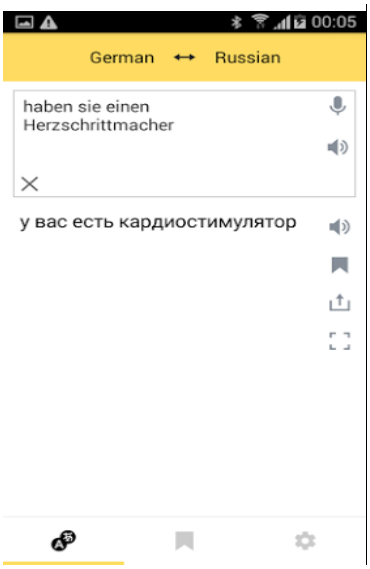

Vielen Dank.
Большое спасибо.

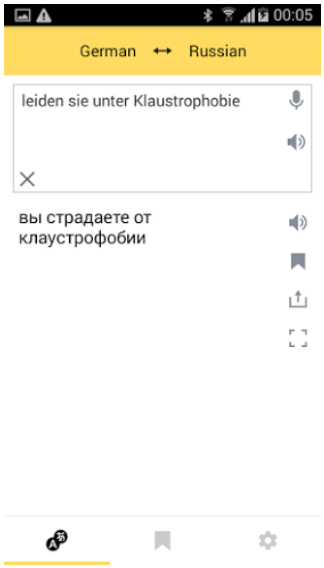
DIALOG II

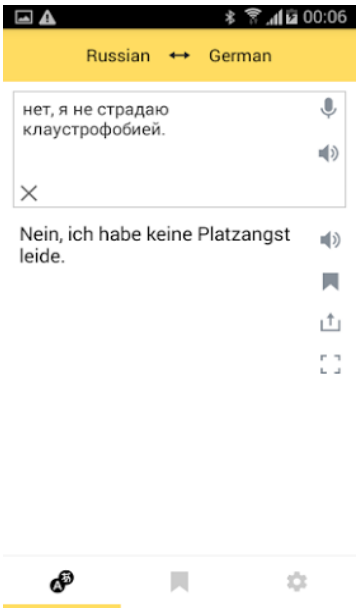
Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, Yandex Translate

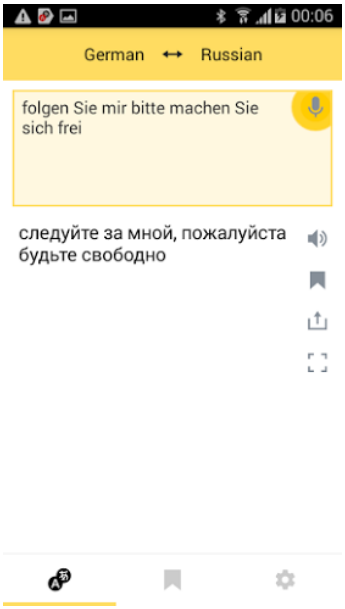


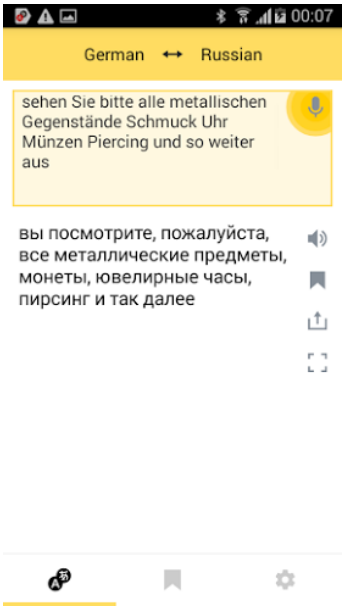


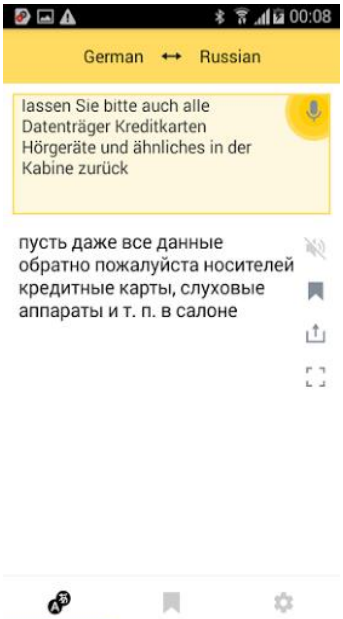


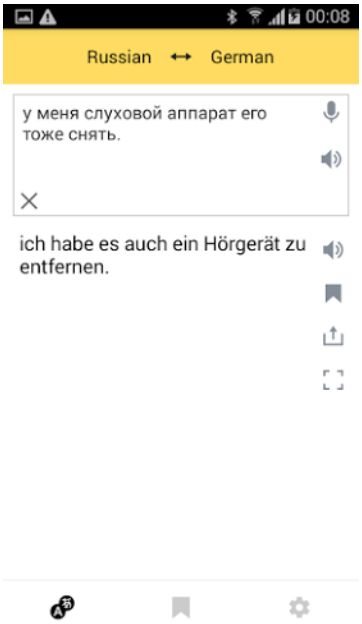


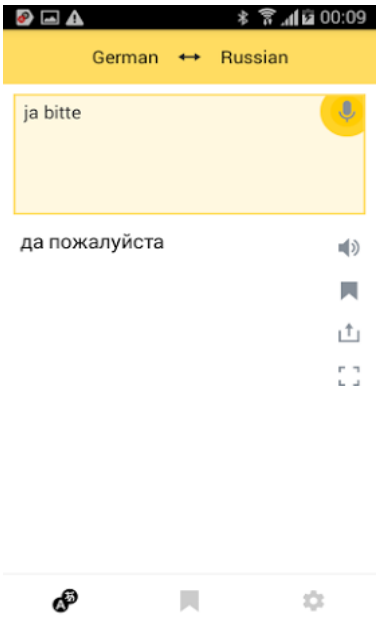

00:06
Russian ↔ German
нет, я не страдаю клаустрофобией.
Nein, ich habe keine Platzangst leide.

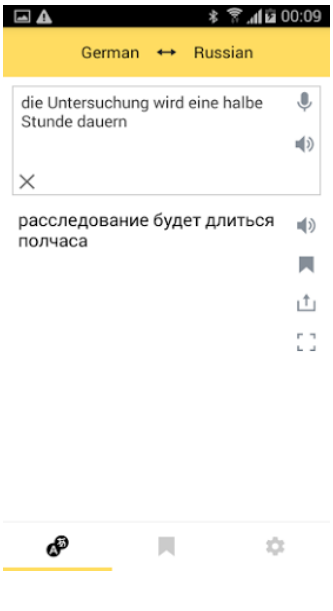

00:06
German ↔ Russian
folgen Sie mir bitte machen Sie sich frei
следуйте за мной, пожалуйста будьте свободно

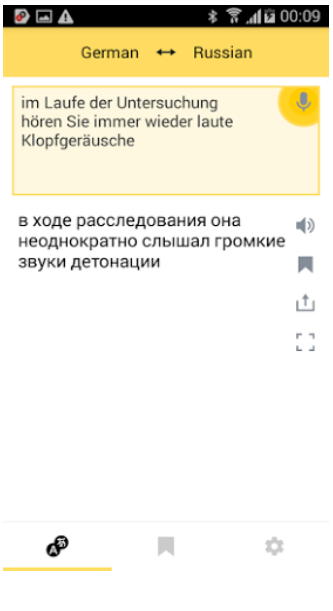

00:07
German ↔ Russian
sehen Sie bitte alle metallischen Gegenstände Schmuck Uhr Münzen Piercing und so weiter aus
вы посмотрите, пожалуйста, все металлические предметы, монеты, ювелирные часы, пирсинг и так далее

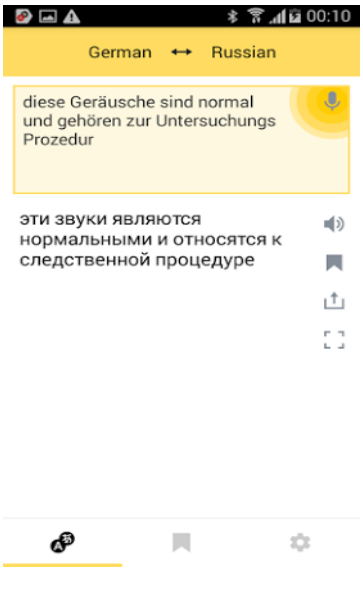

00:08
German ↔ Russian
lassen Sie bitte auch alle Datenträger Kreditkarten Hörgeräte und ähnliches in der Kabine zurück
пусть даже все данные обратно пожалуйста носителей кредитные карты, слуховые аппараты и т. п. в салоне

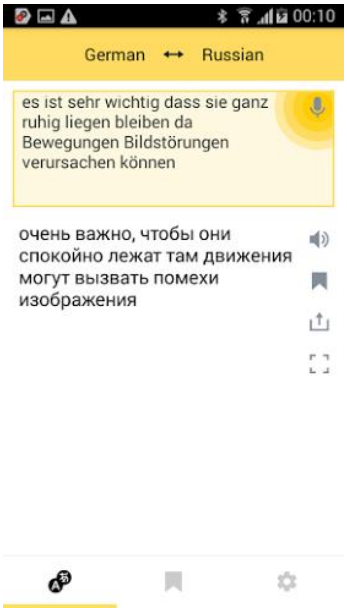

00:08
Russian ↔ German
у меня слуховой аппарат его тоже снять.
ich habe es auch ein Hörgerät zu entfernen.

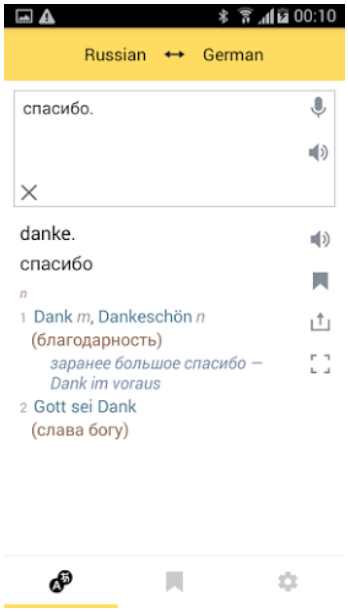

00:09
German ↔ Russian
ja bitte
да пожалуйста

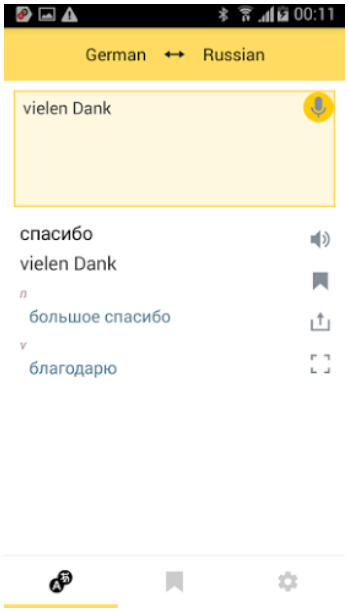

00:09
German ↔ Russian
die Untersuchung wird eine halbe Stunde dauern
расследование будет длиться полчаса


00:09
German ↔ Russian
im Laufe der Untersuchung hören Sie immer wieder laute Klopfgeräusche
в ходе расследования она неоднократно слышал громкие звуки детонации


00:10
German ↔ Russian
diese Geräusche sind normal und gehören zur Untersuchungs Prozedur
эти звуки являются нормальными и относятся к следственной процедуре

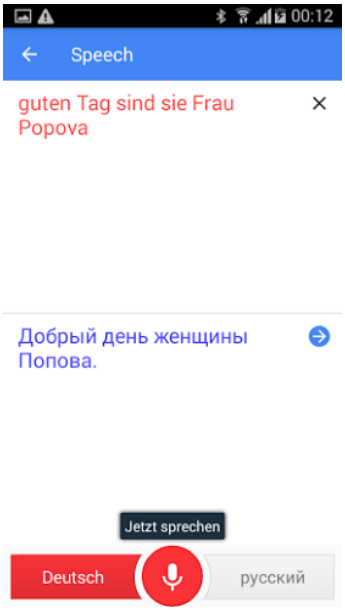

00:10
German ↔ Russian
es ist sehr wichtig dass sie ganz ruhig liegen bleiben da Bewegungen Bildstörungen verursachen können
очень важно, чтобы они спокойно лежат там движения могут вызвать помехи изображения

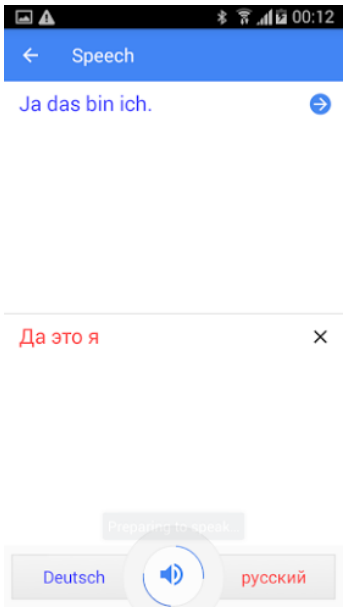

00:10
Russian ↔ German
спасибо.
danke.
спасибо
n
1 Dank m, Dankeschön n
(благодарность)
заранее большое спасибо — Dank im voraus
2 Gott sei Dank
(слава богу)

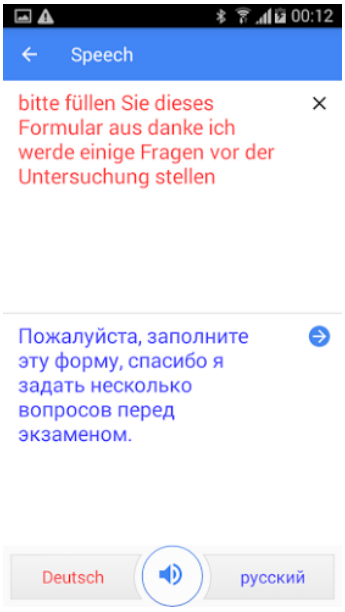

00:11
German ↔ Russian
vielen Dank
спасибо
vielen Dank
n
большое спасибо
v
благодарю

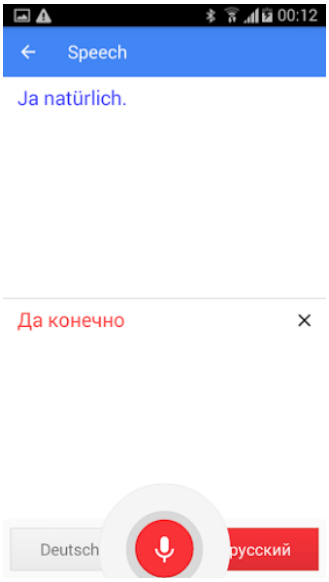
DIALOG II

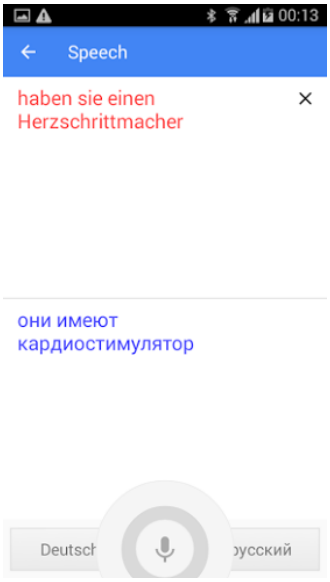
Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, Google Translate

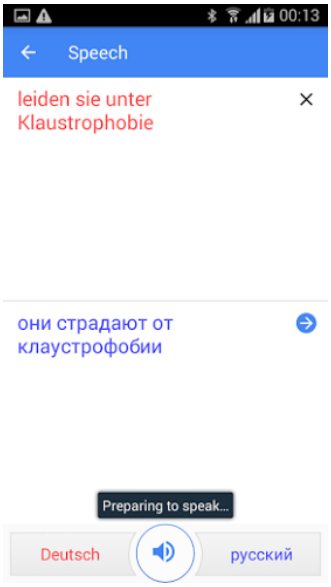


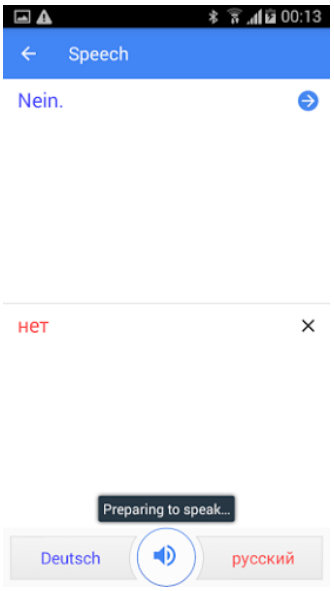


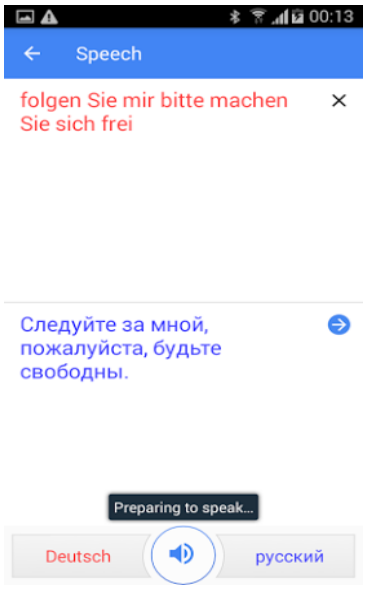


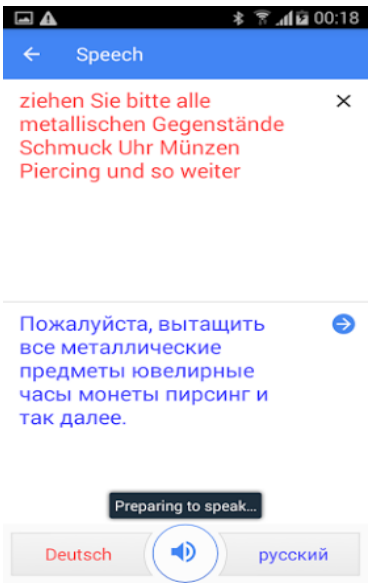


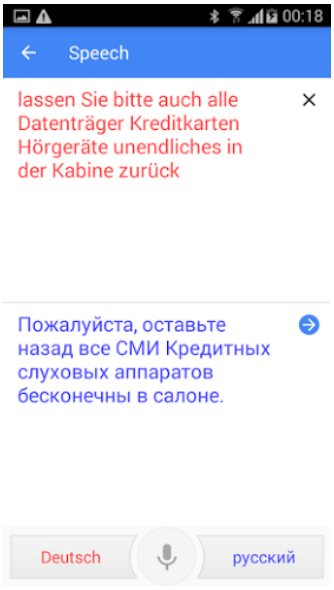


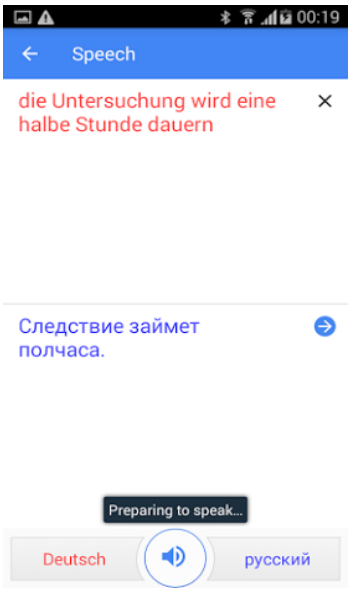


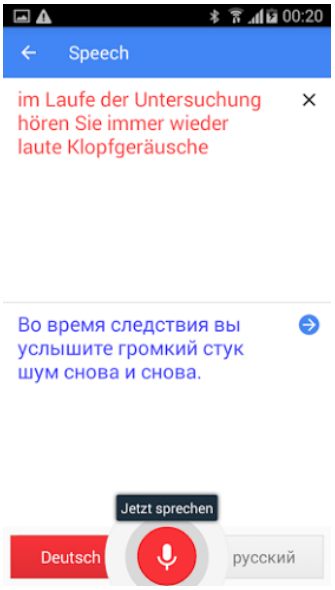

00:13
Speech
Nein.
нет
Preparing to speak...
Deutsch
русский

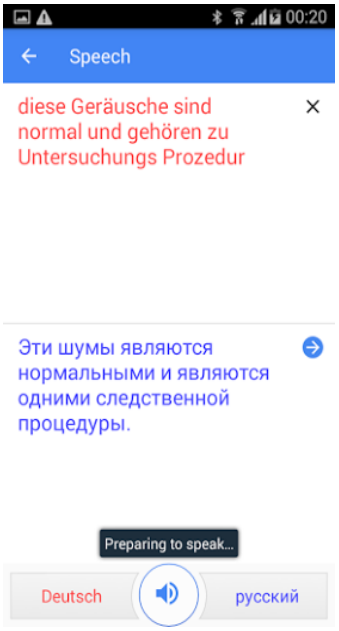

00:13
Speech
folgen Sie mir bitte machen Sie sich frei
Следуйте за мной, пожалуйста, будьте свободны.
Preparing to speak...
Deutsch
русский

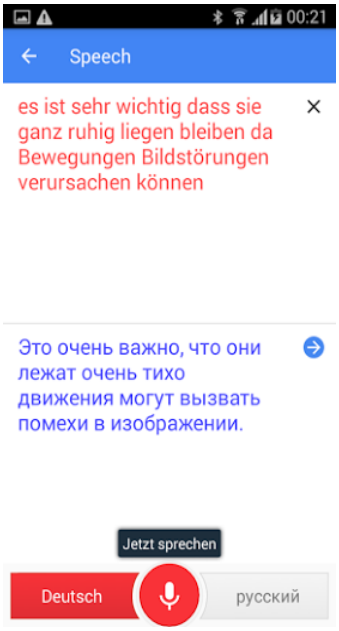

00:18
Speech
ziehen Sie bitte alle metallischen Gegenstände Schmuck Uhr Münzen Piercing und so weiter
Пожалуйста, вытащить все металлические предметы ювелирные часы монеты пирсинг и так далее.
Preparing to speak...
Deutsch
русский

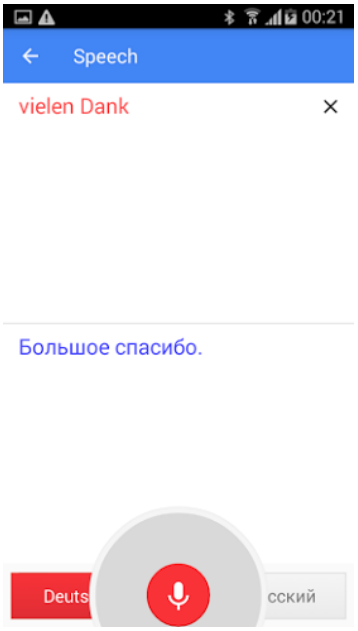

00:18
Speech
lassen Sie bitte auch alle Datenträger Kreditkarten Hörgeräte unendliches in der Kabine zurück
Пожалуйста, оставьте назад все СМИ Кредитных слуховых аппаратов бесконечны в салоне.
Deutsch
русский

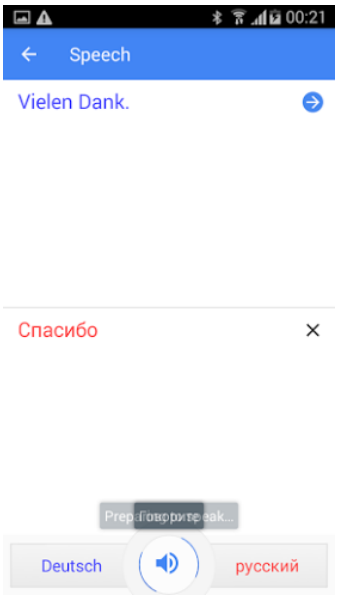

00:19
Speech
die Untersuchung wird eine halbe Stunde dauern
Следствие займет полчаса.
Preparing to speak...
Deutsch
русский


00:20
Speech
im Laufe der Untersuchung hören Sie immer wieder laute Klopfgeräusche
Во время следствия вы услышите громкий стук шум снова и снова.
Jetzt sprechen
Deutsch
русский


00:20
Speech
diese Geräusche sind normal und gehören zu Untersuchungs Prozedur
Эти шумы являются нормальными и являются одними следственной процедуры.
Preparing to speak...
Deutsch
русский


00:21
Speech
es ist sehr wichtig dass sie ganz ruhig liegen bleiben da Bewegungen Bildstörungen verursachen können
Это очень важно, что они лежат очень тихо движения могут вызвать помехи в изображении.
Jetzt sprechen
Deutsch
русский


00:21
Speech
vielen Dank
Большое спасибо.
Deuts
сский


00:21
Speech
Vielen Dank.
Спасибо
Deutsch
русский

DIALOG II

Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, Microsoft Translator

У меня слуховой аппарат его тоже снять.
Ich habe das Hörgerät, um es zu nehmen, too.

Расследование будет через полчаса.
Die Untersuchung wird eine halbe Stunde.

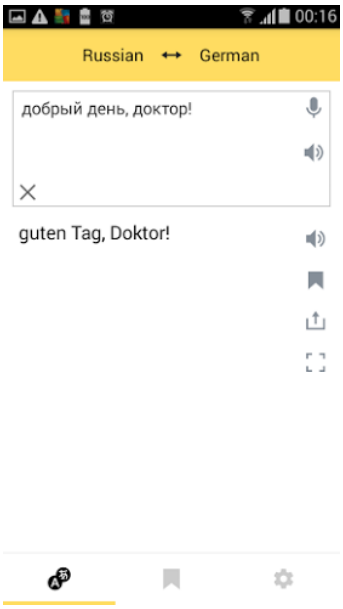
В ходе расследования. Всегда услышишь это снова. Шум.
Im Laufe der Unter-suchung. Hören Sie immer wieder lautet. Klopf geräusche.

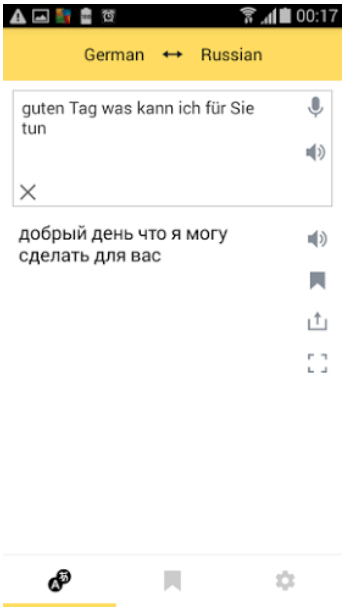
Большое спасибо.
Vielen Dank.

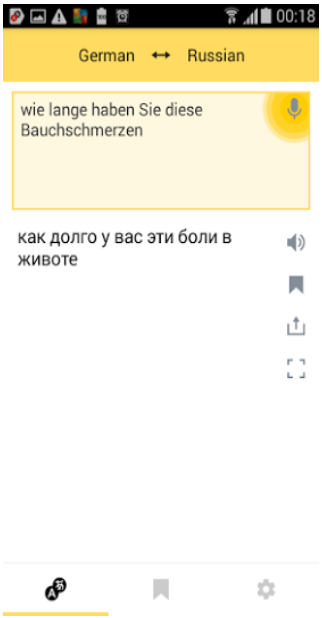
Спасибо.
Danke.

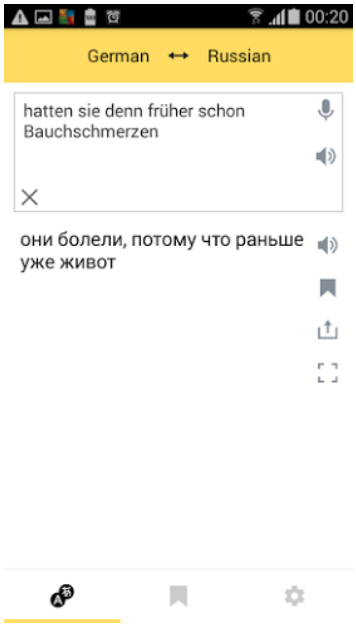
DIALOG III

Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, Yandex Translate

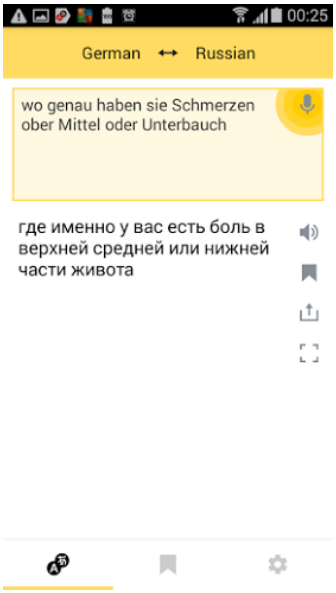


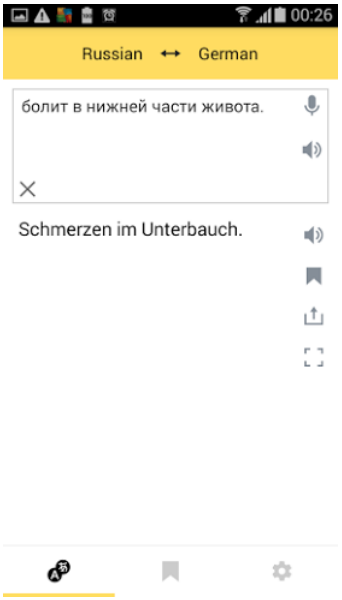


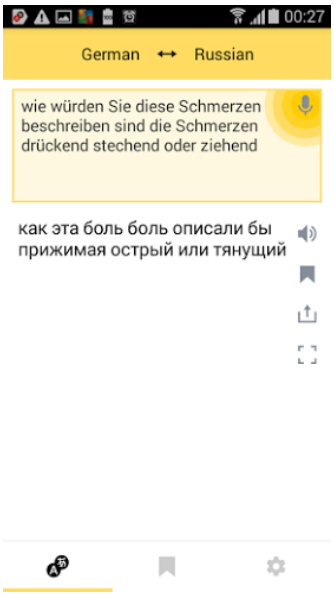


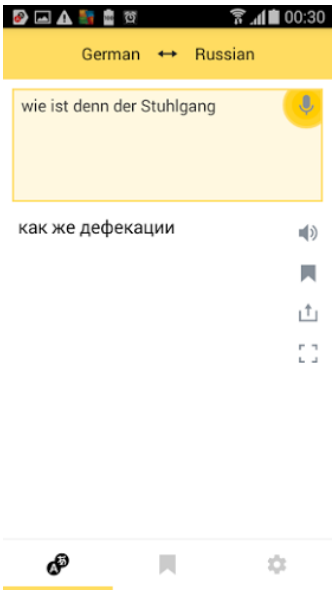


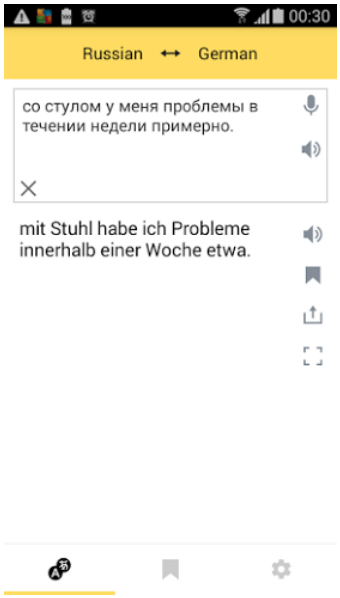
00:23
Russian ↔ German
нет очень редко обычно у меня не бывает проблем с этим.
Nein sehr selten, normalerweise habe ich keine Probleme mit dem.

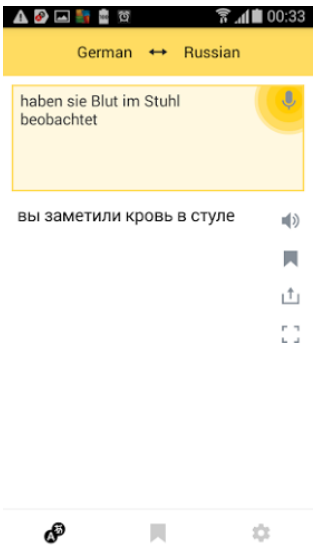

00:25
German ↔ Russian
wo genau haben sie Schmerzen ober Mittel oder Unterbauch
где именно у вас есть боль в верхней средней или нижней части живота

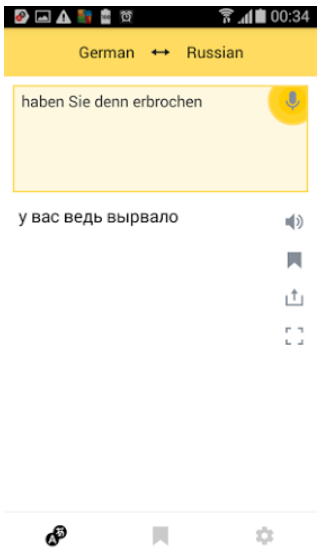

00:26
Russian ↔ German
болит в нижней части живота.
Schmerzen im Unterbauch.

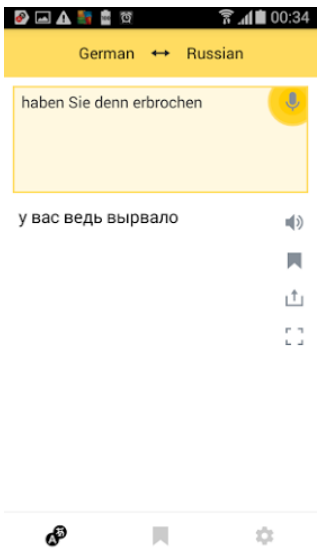

00:27
German ↔ Russian
wie würden Sie diese Schmerzen beschreiben sind die Schmerzen drückend stechend oder ziehend
как эта боль боль описали бы прижимая острый или тянущий

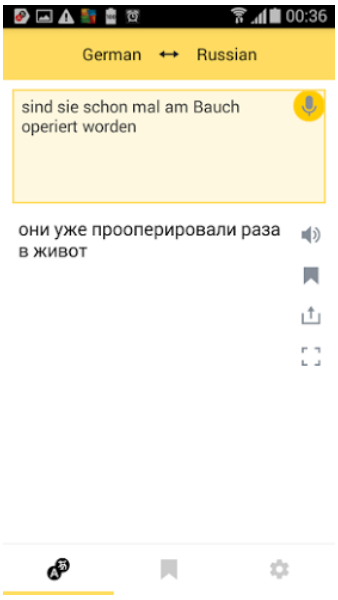

00:30
German ↔ Russian
wie ist denn der Stuhlgang
как же дефекации

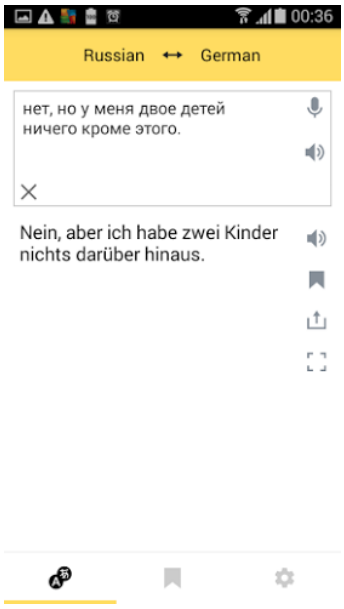

00:30
Russian ↔ German
со стулом у меня проблемы в течении недели примерно.
mit Stuhl habe ich Probleme innerhalb einer Woche etwa.

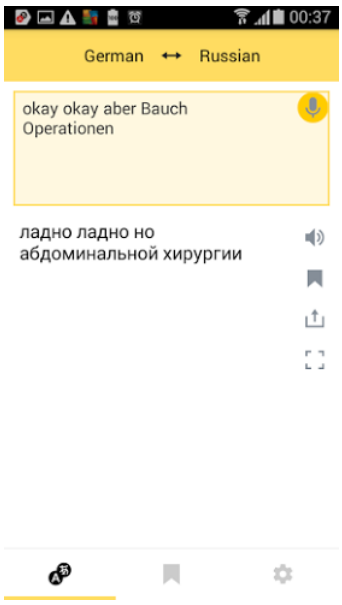

00:33
German ↔ Russian
haben sie Blut im Stuhl beobachtet
вы заметили кровь в стуле

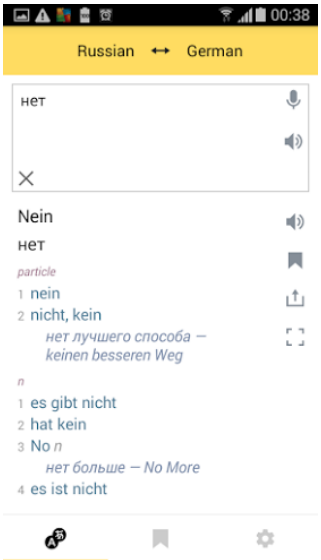

00:34
German ↔ Russian
haben Sie denn erbrochen
у вас ведь вырвало

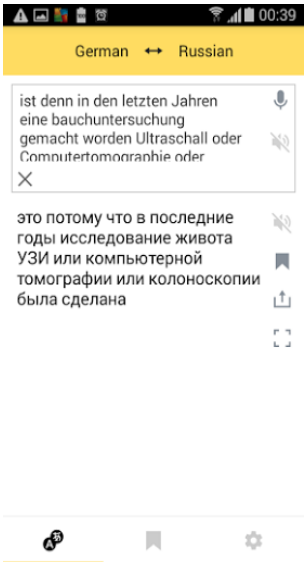

00:34
German ↔ Russian
haben Sie denn erbrochen
у вас ведь вырвало

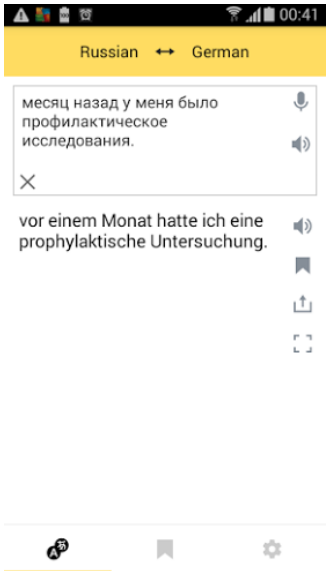

00:36
German ↔ Russian
sind sie schon mal am Bauch operiert worden
они уже прооперировали раза в живот

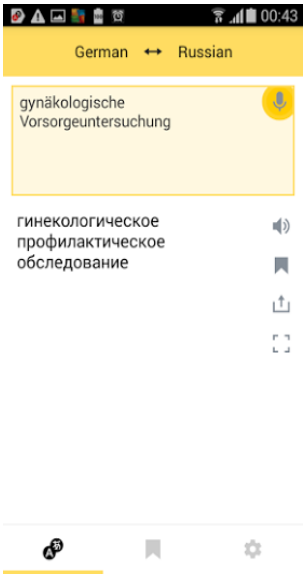

00:36
Russian ↔ German
нет, но у меня двое детей ничего кроме этого.
Nein, aber ich habe zwei Kinder nichts darüber hinaus.

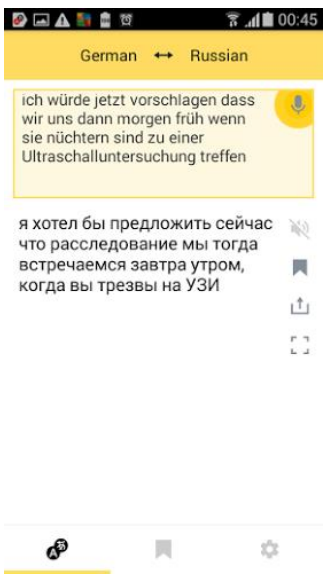

00:37
German ↔ Russian
okay okay aber Bauch Operationen
ладно ладно но абдоминальной хирургии

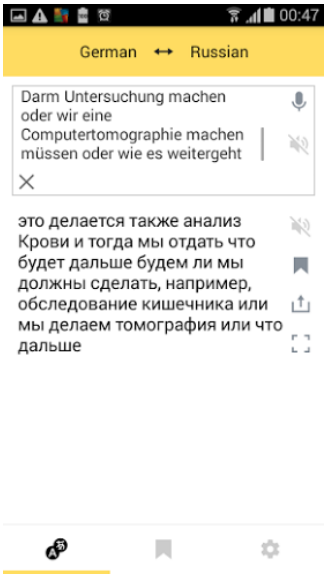

00:38
Russian ↔ German
нет
Nein
нет
particle
1 nein
2 nicht, kein
нет лучшего способа — keinen besseren Weg
n
1 es gibt nicht
2 hat kein
3 No n
нет больше — No More
4 es ist nicht

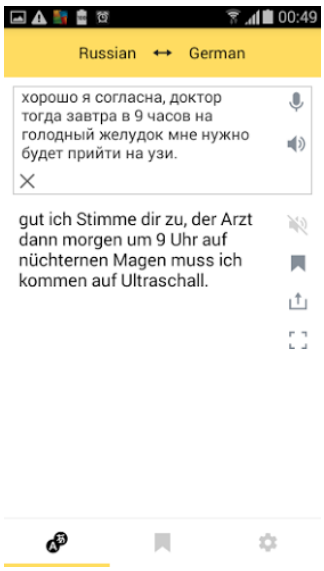

00:39
German ↔ Russian
ist denn in den letzten Jahren eine bauchuntersuchung gemacht worden Ultraschall oder Computertomographie oder
это потому что в последние годы исследование живота УЗИ или компьютерной томографии или колоноскопии была сделана

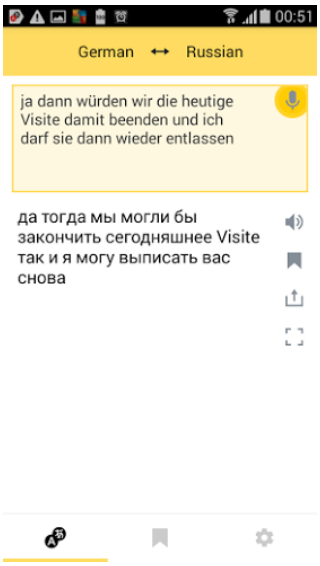

00:41
Russian ↔ German
месяц назад у меня было профилактическое исследования.
vor einem Monat hatte ich eine prophylaktische Untersuchung.

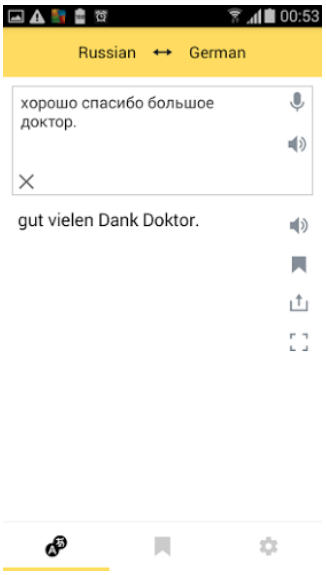

00:43
German ↔ Russian
gynäkologische Vorsorgeuntersuchung
гинекологическое профилактическое обследование

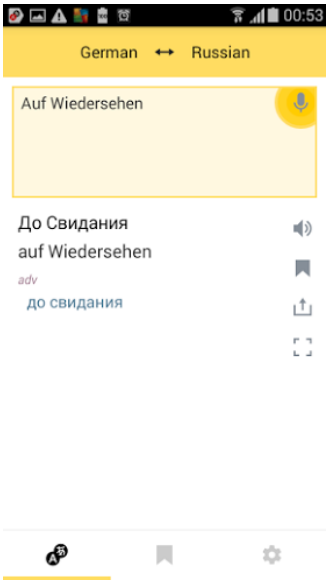

00:45
German ↔ Russian
ich würde jetzt vorschlagen dass wir uns dann morgen früh wenn sie nüchtern sind zu einer Ultraschalluntersuchung treffen
я хотел бы предложить сейчас что расследование мы тогда встречаемся завтра утром, когда вы трезвы на УЗИ


00:47
German ↔ Russian
Darm Untersuchung machen oder wir eine Computertomographie machen müssen oder wie es weitergeht
это делается также анализ Крови и тогда мы отдать что будет дальше будем ли мы должны сделать, например, обследование кишечника или мы делаем томография или что дальше


00:49
Russian ↔ German
хорошо я согласна, доктор тогда завтра в 9 часов на голодный желудок мне нужно будет прийти на узи.
gut ich Stimme dir zu, der Arzt dann morgen um 9 Uhr auf nüchternen Magen muss ich kommen auf Ultraschall.

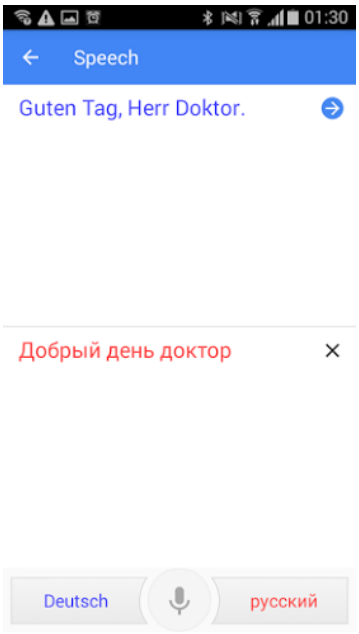

00:51
German ↔ Russian
ja dann würden wir die heutige Visite damit beenden und ich darf sie dann wieder entlassen
да тогда мы могли бы закончить сегодняшнее Visite так и я могу выписать вас снова

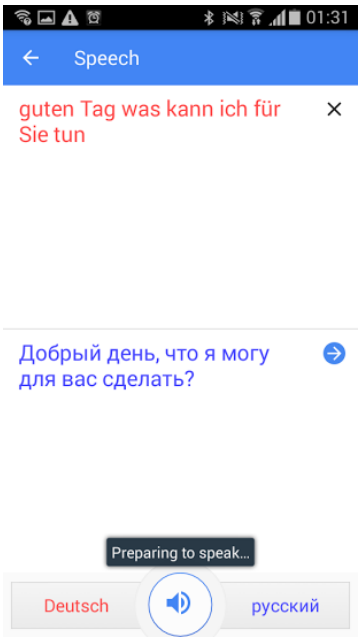

00:53
Russian ↔ German
хорошо спасибо большое доктор.
gut vielen Dank Doktor.

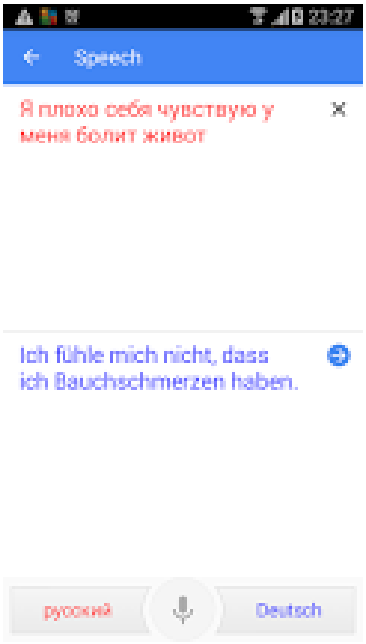

00:53
German ↔ Russian
Auf Wiedersehen
До Свидания
auf Wiedersehen
adv
до свидания

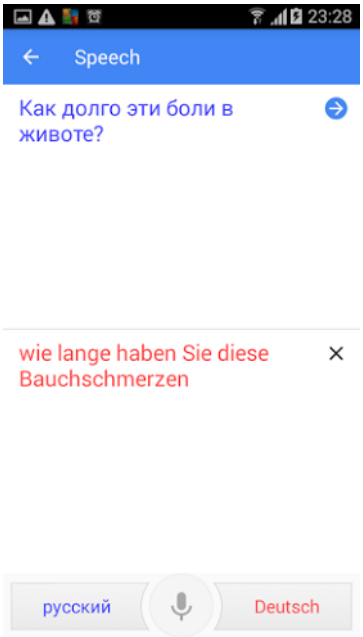
DIALOG III

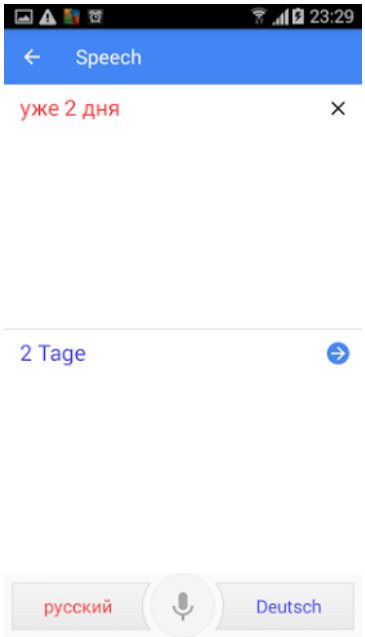
Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, Microsoft Translate

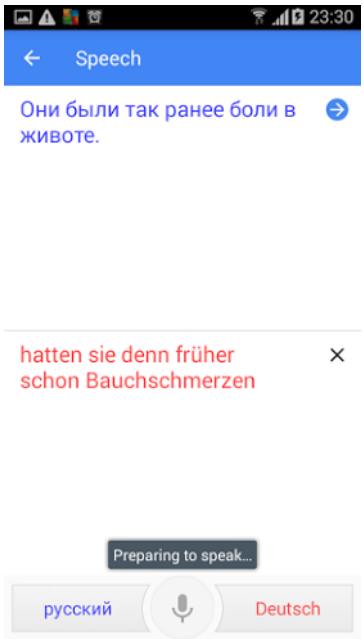


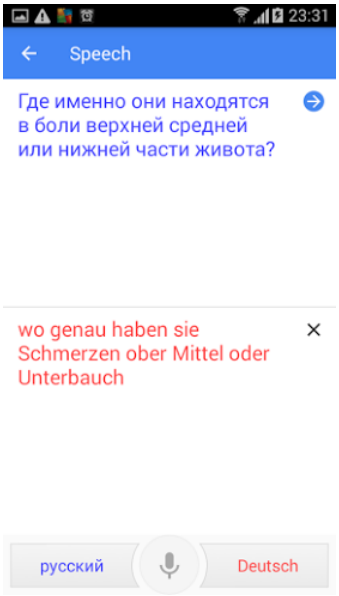


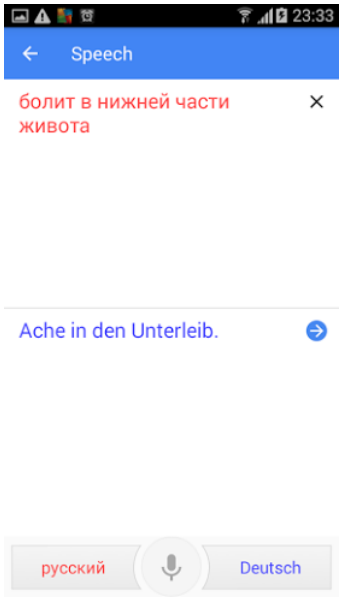


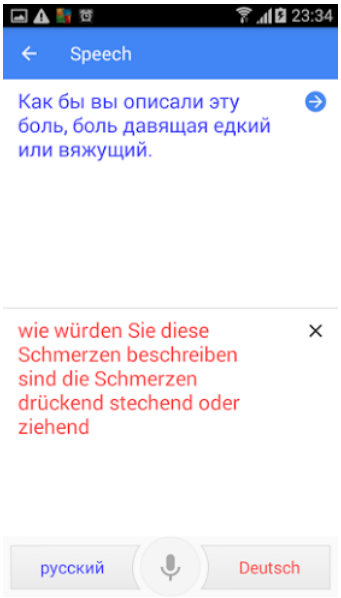


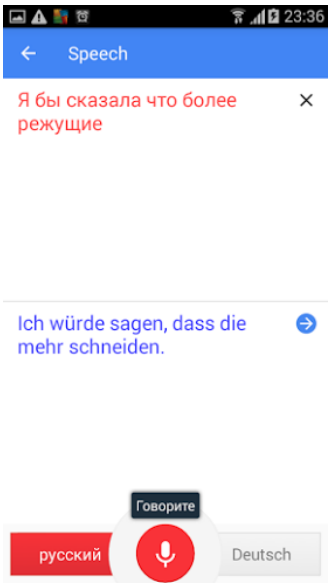


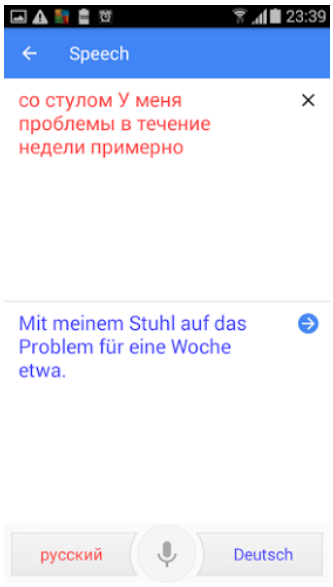


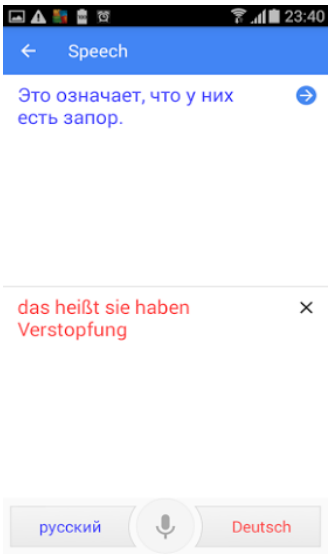

23:31
Speech
Где именно они находятся в боли верхней средней или нижней части живота?
wo genau haben sie Schmerzen ober Mittel oder Unterbauch
русский
Deutsch

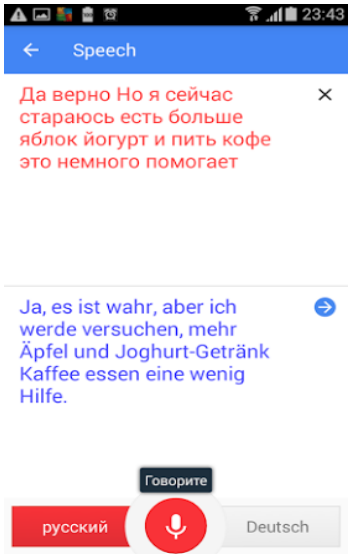

23:33
Speech
болит в нижней части живота
Ache in den Unterleib.
русский
Deutsch

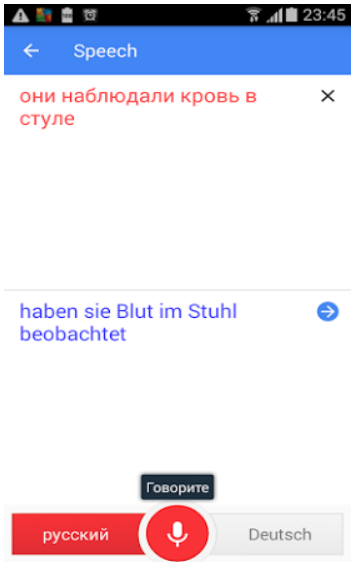

23:34
Speech
Как бы вы описали эту боль, боль давящая едкий или вяжущий.
wie würden Sie diese Schmerzen beschreiben sind die Schmerzen drückend stechend oder ziehend
русский
Deutsch

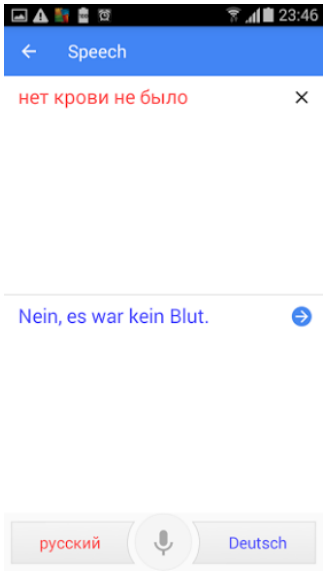

23:36
Speech
Я бы сказала что более режущие
Ich würde sagen, dass die mehr schneiden.
Говорите
русский
Deutsch

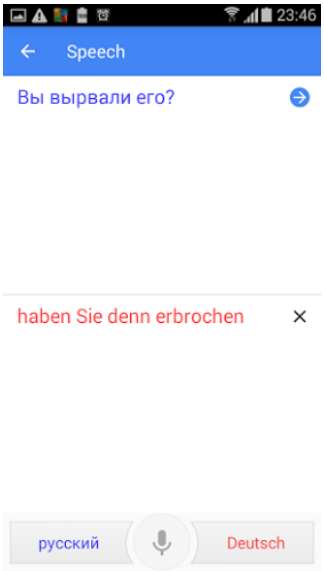

23:39
Speech
со стулом У меня проблемы в течение недели примерно
Mit meinem Stuhl auf das Problem für eine Woche etwa.
русский
Deutsch

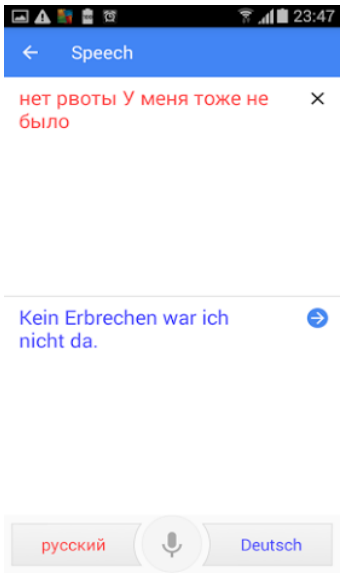

23:40
Speech
Это означает, что у них есть запор.
das heißt sie haben Verstopfung
русский
Deutsch

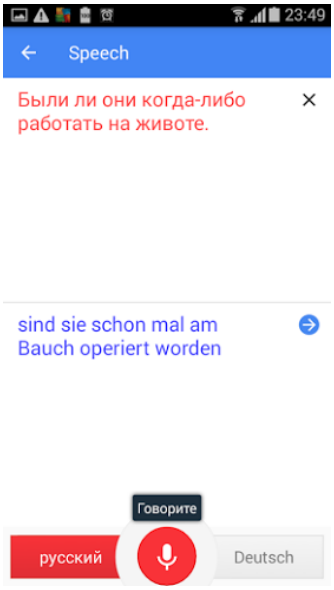

23:43
Speech
Да верно Но я сейчас стараюсь есть больше яблок йогурт и пить кофе это немного помогает
Ja, es ist wahr, aber ich werde versuchen, mehr Äpfel und Joghurt-Getränk Kaffee essen eine wenig Hilfe.
Говорите
русский
Deutsch

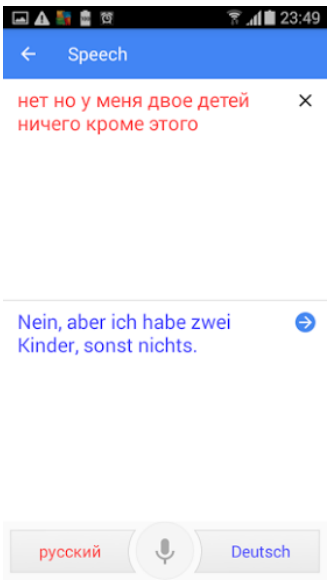

23:45
Speech
они наблюдали кровь в стуле
haben sie Blut im Stuhl beobachtet
Говорите
русский
Deutsch

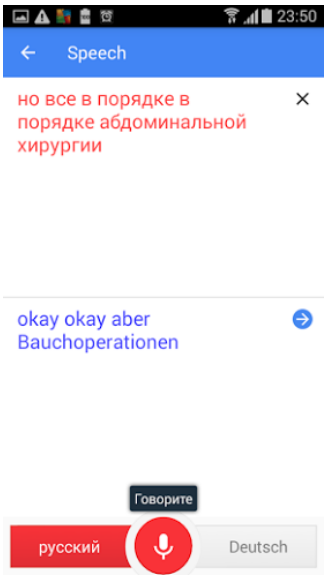

23:46
Speech
нет крови не было
Nein, es war kein Blut.
русский
Deutsch

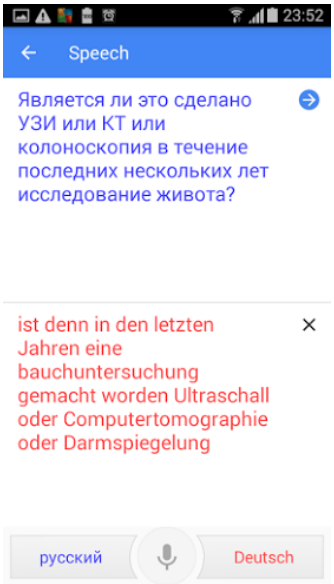

23:46
Speech
Вы вырвали его?
haben Sie denn erbrochen
русский
Deutsch

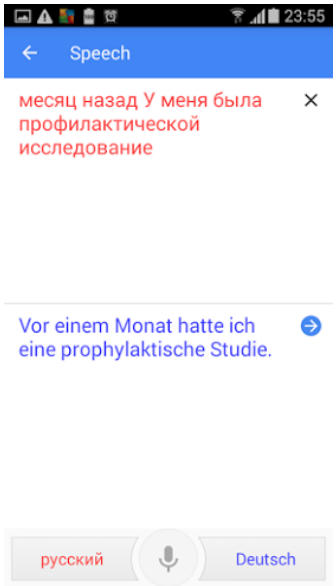

23:47
Speech
нет рвоты У меня тоже не было
Kein Erbrechen war ich nicht da.
русский
Deutsch

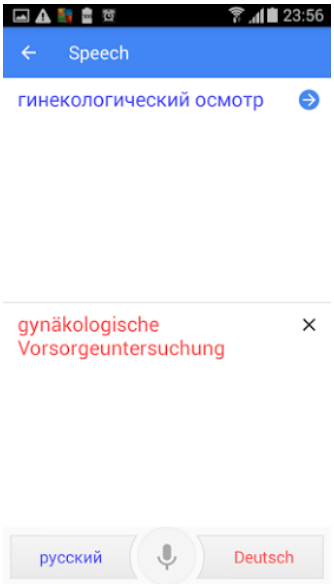

23:49
Speech
Были ли они когда-либо работать на животе.
sind sie schon mal am Bauch operiert worden
Говорите
русский
Deutsch

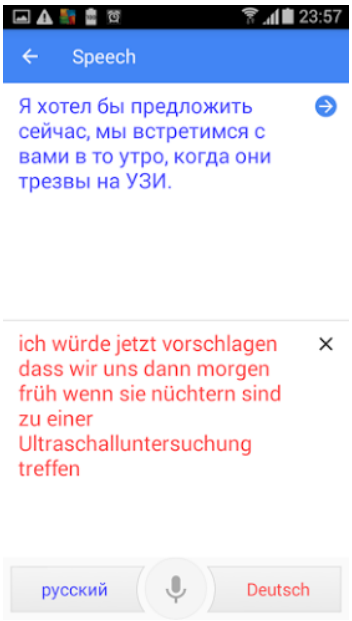

23:49
Speech
нет но у меня двое детей ничего кроме этого
Nein, aber ich habe zwei Kinder, sonst nichts.
русский
Deutsch

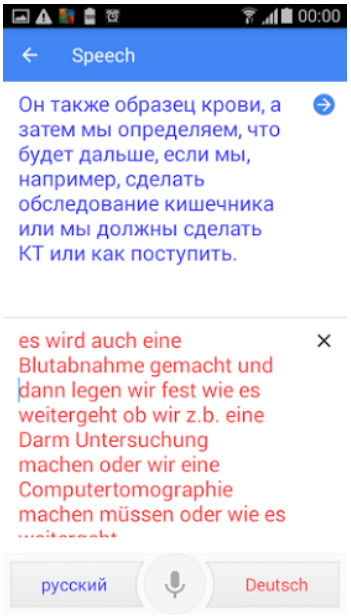

23:50
Speech
но все в порядке в порядке абдоминальной хирургии
okay okay aber Bauchoperationen
Говорите
русский
Deutsch

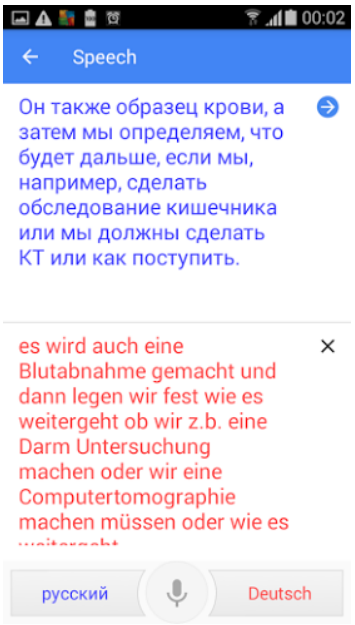

23:52
Speech
Является ли это сделано УЗИ или КТ или колоноскопия в течение последних нескольких лет исследование живота?
ist denn in den letzten Jahren eine bauchuntersuchung gemacht worden Ultraschall oder Computertomographie oder Darmspiegelung
русский
Deutsch

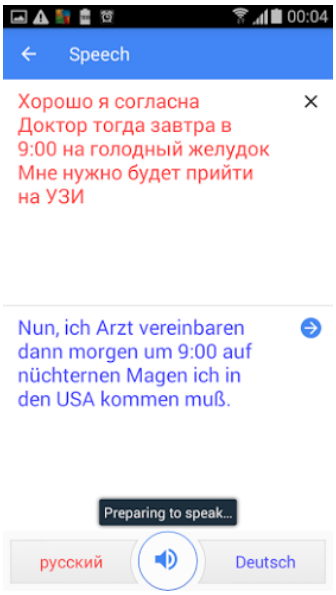

23:55
Speech
месяц назад У меня была профилактической исследование
Vor einem Monat hatte ich eine prophylaktische Studie.
русский
Deutsch

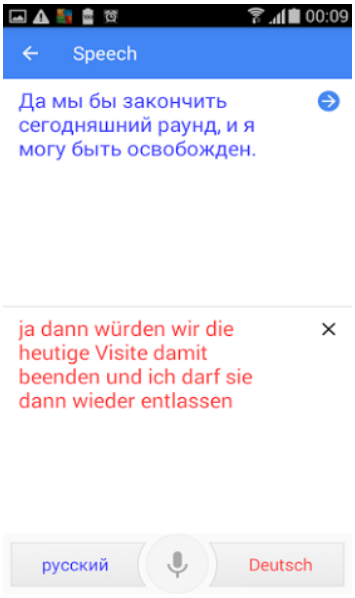

23:56
Speech
гинекологический осмотр
gynäkologische Vorsorgeuntersuchung
русский
Deutsch

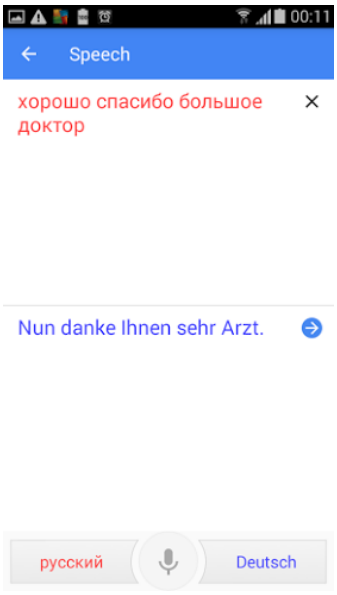

23:57
Speech
Я хотел бы предложить сейчас, мы встретимся с вами в то утро, когда они трезвы на УЗИ.
ich würde jetzt vorschlagen dass wir uns dann morgen früh wenn sie nüchtern sind zu einer Ultraschalluntersuchung treffen
русский
Deutsch

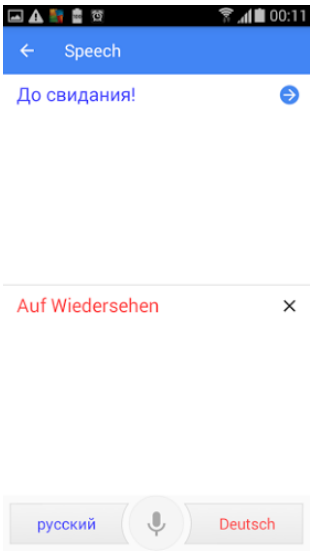

00:00
Speech
Он также образец крови, а затем мы определяем, что будет дальше, если мы, например, сделать обследование кишечника или мы должны сделать КТ или как поступить.
es wird auch eine Blutabnahme gemacht und dann legen wir fest wie es weitergeht ob wir z.b. eine Darm Untersuchung machen oder wir eine Computertomographie machen müssen oder wie es
русский
Deutsch


00:02
Speech
Он также образец крови, а затем мы определяем, что будет дальше, если мы, например, сделать обследование кишечника или мы должны сделать КТ или как поступить.
es wird auch eine Blutabnahme gemacht und dann legen wir fest wie es weitergeht ob wir z.b. eine Darm Untersuchung machen oder wir eine Computertomographie machen müssen oder wie es
русский
Deutsch


00:04
Speech
Хорошо я согласна Доктор тогда завтра в 9:00 на голодный желудок Мне нужно будет прийти на УЗИ
Nun, ich Arzt vereinbaren dann morgen um 9:00 auf nüchternen Magen ich in den USA kommen muß.
Preparing to speak...
русский
Deutsch

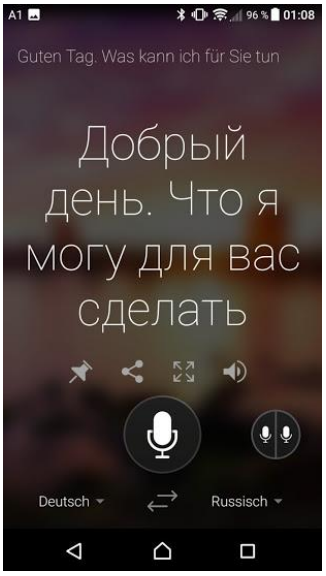

00:09
Speech
Да мы бы закончить сегодняшний раунд, и я могу быть освобожден.
ja dann würden wir die heutige Visite damit beenden und ich darf sie dann wieder entlassen
русский
Deutsch

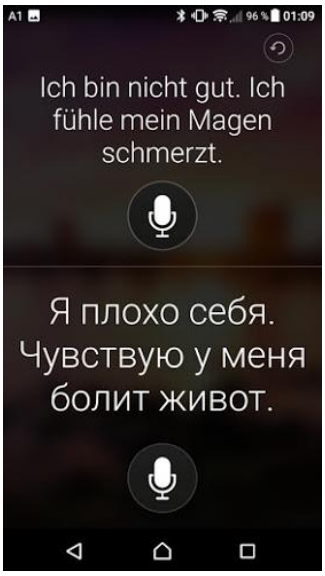

00:11
Speech
хорошо спасибо большое доктор
Nun danke Ihnen sehr Arzt.
русский
Deutsch


00:11
Speech
До свидания!
Auf Wiedersehen
русский
Deutsch

DIALOG III

Screenshots der Übersetzung der gesprochenen Ausgabe, Microsoft Translator





Болит в нижней части живота.
Es schmerzt am Boden des Magen.

Я бы сказала, что более то режущее.
Ich würde sagen, es ist mehr schneiden.

Это значит, что у тебя запор.
Das heißt, Sie haben Verstopfung.

Да, верно? Но я сейчас стараюсь есть больше яблок йогурт и пить кофе. Это немного помогает.
Ja, richtig? Aber ich versuche, mehr Joghurt essen und Kaffee trinken. Es ist eine kleine Hilfe.

Нет, крови не было.
Nein, es gab kein Blut.

Тебя стошнило?
Haben Sie denn erbrochen?

Нет работы, у меня тоже не было.
Keine Arbeit, ich auch nicht.

Вы когда-нибудь работали на животе?
Sind Sie schon mal am Bauch operiert.

Нет, но у меня двое детей ничего, кроме этого.
Nein, aber ich habe zwei Kinder mit nichts, aber das.

Месяц назад, у меня было профилактическое исследование.
Vor einem Monat hatte ich eine präventive Studie.

гическое обследование.
Gynäkologische Vorsorgeunter-suchung.

Да, верно?
Ja, richtig?

Также выражается потеря крови. И затем мы найдем способ продолжения.
Es wird auch eine Blut abnahme gemacht. Und dann legen wir fest, wie es weiter geht.

тогда завтра в 9 часов на голодный желудок. Мне нужно будет прийти на узи.
Okay. Ich stimme zu. Doktor, dann morgen um 9:00 auf einem hungrigen Magen. Ich brauche einen Ultraschall.

Да, тогда мы закончили бы сегодняшний визит, и я могу затем отклонить его снова.
Ja, dann würden wir die heutige Visite, damit beenden und ich darf sie dann wieder entlassen.

До свидания.
Auf Wiedersehen.

Transkription der Ergebnisse der Yandex Translate, Dialog I

guten Tag
Здравствуйте я Мария Вагнер я бы хотела бы записаться на прием к врачу
Auf was Sie sich beschweren?
У меня боль кашель насморк и горло
Sie haben Fieber.
Да я верю
Dann warten Sie ein wenig Doktor Sie untersuchen Sie waren bereits bei uns.
нет, я не живу еще не так долго в Москве
Nennen Sie nochmal ihren Namen
Вагнер
Geburtsdatum:
Двадцать одна целая три сотых, тысяча девятьсот восемьдесят
Sie sind versichert.
У альянса это немецкая касса
danke gehen Sie bitte ins Wartezimmer, ich rufe Sie.
Спасибо

Transkription der Ergebnisse der Google Translate, Dialog I

Guten Tag.
Добрый день, я Мария Вагнер, я хотел бы запланировать назначение врача.
Was beschweren Sie sich?
Кашляю насморки боль в горле.
Haben Sie Fieber?
Да, я так думаю.
Dann warten Sie, ein Arzt Sie untersuchen wird, waren Sie bereits hier.
Нет я не жил так долго в Москве.
Rufen Sie nochmal Ihren Namen.
Вагнер
Geburtsdatum
Ноль три, двадцать один, тысяча девятьсот восемьдесят **03, 21 1980**
Sind Sie versichert?
В Allianz, является немецким фондом.
Dann bitte in den Warteraum, rufe ich Sie an.
Большое спасибо

Transkription der Ergebnisse des Microsoft Translator, Dialog I

Guten Tag.
Добрый день. Я Мария Вагнер. Я хотел бы получить встречу с доктором.
Worüber Sie sich beschweren.
У меня кашель и боль.
Sie haben Fieber.
Да, я верю
Dann warte ein kleiner Arzt um dich zu sehen. Du warst bei uns.
Нет, я не живу в Москве так долго.
Nennen Sie es nochmal.
Уокер
Geburtsdatum
Двадцать один третье, тысяча девятьсот восемьдесят 21.третье 1980.
Sie sind versichert.
Следующий Альянс это немецкий кассовый ордер
Vielen Dank für Ihren Schritt. Bitte gehen Sie in den wartenden Raum. Ich rufe dich an.
Большое спасибо

Transkription der Ergebnisse der Yandex Translate, Dialog II

добрый день вы госпожа Попова
Ja, das bin ich
Пожалуйста, заполните эту форму спасибо, я собираюсь задавать несколько вопросов перед исследованием
Ja, natürlich
У вас есть кардиостимулятор
Nein
вы страдаете от клаустрофобии
Nein, ich habe keine Platzangstleide
Следуйте за мной, пожалуйста будьте свободно
Снимите пожалуйста все металлические предметы монеты ювелирные часы пирсинг и так далее
Пусть даже все данные обратно пожалуйста носителей, кредитные карты, слуховые аппараты и т.п. в салоне
Ich habe es auch ein Hörgerät zu entfernen
Да пожалуйста
Расследование будет длиться полчаса
В ходе расследования она неоднократно слышал громкие звуки детонации
Эти звуки являются нормальными и относятся к следственной процедуре
Очень важно, чтобы они спокойно лежат там движения могут вызвать помехи изображения
Спасибо
Danke

Transkription der Ergebnisse der Google Translate, Dialog II

Добрый день женщины Попова.
Ja das bin ich
Пожалуйста, заполните эту форму, спасибо я задать несколько вопросов перед экзаменом.
Ja, natürlich
Они имеют кардиостимулятор
Nein
Они страдают от клаустрофобии
Nein, ich leide nicht unter Klaustrophobie
Следуйте за мной, пожалуйста, будьте свободны.
Пожалуйста, вытащить все металлические предметы ювелирные часы монеты пирсинг и так далее
Пожалуйста, оставьте назад все СМИ Кредитных слуховых аппаратов в салоне
P5: Ich habe ein Hörgerät auch entfernt wird.
Да, пожалуйста
Следствие займет полчаса.
Во время следствия вы услышите громкий стук шум снова и снова
Эти шумы являются нормальными и являются одними следственной процедуры
Это очень важно, что они очень тихо движения могут вызвать помехи в изображении.
Большое спасибо.
Vielen Dank

Transkription der Ergebnisse des Microsoft Translator, Dialog II

Добрый день, миссис Попо.
Ja, ich bin's.
Пожалуйста, заполните эту форму, спасибо. У меня будут вопросы до расследования.
Ja natürlich
У вас есть сердечный кардиостимулятор?
Nein
Страдает клаустрофобией.
Nein, ich bin nicht klaustrophobisch.
Иди за мной, пожалуйста, освободитесь
Пожалуйста все металлические предметы, ювелирные изделия, и другие монеты
Пожалуйста, оставьте также все кредитные карты слуховые аппараты и аналогичные в кабине
Ich habe das Hörgerät um es zu nehmen, too
Да, пожалуйста
Расследование будет через полчаса
В ходе расследования всегда услышишь это снова, шум
Эти звуки являются нормальными и относятся к процентной доле экзаменов
Очень важно, чтобы вы лежали тихо, передвижения могут привести к беспорядкам
Большое спасибо.
Danke

Transkription der Ergebnisse der Yandex Translate, Dialog III

guten Tag, Doktor!
добрый день что я могу сделать для вас
ich fühle mich schlecht mein Bauch tut weh
как долго у вас эти боли в животе
schon 2 Tage
они болели, потому что раньше уже живот
Nein sehr selten, normalerweise habe ich keine Probleme mit dem
где именно у вас есть боль в верхней средней или нижней части живота
Schmerzen im Unterbauch.
как эта боль описали бы прижимая острый или тянущий
Ich würde sagen, dass die schneidenden Schmerzen
как же дефекации
mit Stuhl habe ich Probleme innerhalb einer Woche etwa.
то есть у вас есть запор
ja richtig, aber ich jetzt versuche, mehr Äpfel, Joghurt und Kaffee trinken, das hilft ein wenig.
вы заметили кровь в стуле
kein Blut was es nicht.
у вас ведь вырвало
kein erbrechen bei mir auch nicht.
они уже прооперировали раза в живот
Nein, aber ich habe zwei Kinder nichts darüber hinaus
ладно ладно но абдоминальной хирургии
Nein
это потому что в последние годы исследование живота УЗИ или

компьютерной томографии или колоноскопия была сделана

vor einem Monat hatte ich eine prophylaktische Untersuchung

гинекологическое профилактическое исследование

Ja, nicht wahr?

я хотел бы предложить сейчас что расследование мы тогда встречаемся завтра утром, когда вы трезвы на УЗИ

Это делается также анализ Крови и тогда мы отдать что будет дальше будем ли мы должны сделать, например, обследование кишечника или мы делает томография или что дальше

gut ich Stimme dir zu, der Arzt dann morgen um 9 Uhr auf nüchternen Magen muss ich kommen auf Ultraschall.

да тогда мы могли бы закончить сегодняшнее Visite так и я могу записать вас снова

gut vielen Dank Doktor

До Свидания

Transkription der Ergebnisse der Google Translate, Dialog III

Guten Tag, Herr Doktor
Добрый день, что я могу для вас сделать
Ich fühle mich nicht, dass ich Bauchschmerzen haben.
Как долго эти боли в животе?
2 Tage
Они были так ранее боли в животе.
Nein Selten in der Regel habe ich ein Problem nicht mit ihm
Где именно находятся в боли верхней средней или нижней части живота?
Ache in den Unterleib.
Как бы вы описали эту боль, боль давящая едкий или вяжущий.
Ich würde sagen, dass die mehr schneiden.
Как это движение кишечника?
Mit meinem Stuhl auf das Problem für eine Woche etwa.
Это означает, что у них есть запор?
Ja, es ist wahr, aber ich werde versuchen, mehr Äpfel und Joghurt-Getränk Kaffee essen eine wenig Hilfe.
они наблюдали кровь в стуле
Nein, es war kein Blut.
Вы вырвали его?
Kein Erbrechen war ich nicht da.
Были ли они когда-либо работать на животе.
Nein, aber ich habe zwei Kinder, sonst nichts
но все в порядке в порядке абдоминальной хирургии

Nein

Является ли это сделано УЗИ или КТ или колоноскопия в течение последних нескольких лет исследование живота?

Vor einem Monat hatte ich eine prophylaktische Studie.

гинекологический осмотр

Ja, richtig

Я хотел бы предложить сейчас, мы встретимся с вами в то утро, когда они трезвы на УЗИ.

Он также образец крови, а затем мы определяем, что будет дальше, если мы, например, сделать обследование кишечника или мы должны сделать КТ или как поступить.

Nun, ich Arzt vereinbaren dann morgen um 9:00 auf nüchternen Magen ich in den USA kommen muss.

Да мы бы закончить сегодняшний раунд, и я могу быть освобожден.

Nun danke Ihnen sehr Arzt.

До свидания!

Transkription der Ergebnisse des Microsoft Translator, Dialog III

Guten Tag, Doktor.
Добрый день. Что я могу для вас сделать
Ich bin nicht gut. Ich fühle mein Magen schmerzt.
Как давно у тебя боли в животе?
Es waren zwei Tage.
У тебя раньше болел живот?
Nein, sehr selten. Ich habe normalerweise kein Problem damit
Где именно у вас болит верхняя или нижняя часть живота?
Es schmerzt am Boden des Magen.
Как вы описываете боль эти боли подавляются или затягиваются?
Ich würde sagen, es ist mehr schneiden
Как и для движения кишечника
Mit einem Stuhl. Ich habe Probleme für eine Woche.
Это значит, что у тебя запор.
Ja, richtig? Aber ich versuche, mehr Joghurt essen und Kaffee trinken. Es ist eine kleine Hilfe.
Ты смотрел кровь на стуле?
Nein, es gab kein Blut
Тебя стошнило?
Keine Arbeit, ich auch nicht.
Вы когда-нибудь работали на животе?
Nein, aber ich habe zwei Kinder mit nichts, aber das.
Ладно, но Абдоминальная хирургия.

Nein

Это было сделано в последние несколько лет анализ брюшной полости ультразвуковая или компьютерная томография или колоноскопия.

Vor einem Monat hatte ich eine präventive Studie.

Гинекологическое обследование

Ja, richtig?

Сейчас я предлагаю, чтобы мы встретились завтра утром, когда вы трезва на ультразвуковой осмотр.

Также выражается потеря крови. И затем мы найдем способ продолжения. Нужно ли нам сделать такую женщину или как сделать компьютерную томографию, или как это происходит.

Okay. Ich stimme zu. Doktor, dann morgen um 9:00 auf einem hungrigen Magen. Ich brauche einen Ultraschall.

Да, тогда мы закончили бы сегодняшний визит, и я могу затем отклонить его снова.

In Ordnung, ich danke Ihnen vielmals, Doktor

До свидания.