

# Automatisierte Grünflächenpflege

– seid Jahrzehnten in der Einführung  
oder  
die Zukunft, die vor über 2 Jahrzehnten  
begonnen hat

# -Historie

-Technologie der Flächendefinition

-Geräte 2021 2022 und morgen

-Erfolgsfaktor Funktionssicherheit

# Wir blättern im Kalender



# Wir blättern noch etwas im Kalender

*North Tonawanda (USA)*  
*1969*

S Lawrence Bellinger  
meldete ein Patent an  
Mowbot Inc. vertreibt  
den ersten Mähroboter  
der Welt für 795 \$



**ROBOT** mower cuts grass within signal-wire perimeter around lawn. It automatically turns around when it hits wire. Quiet, virtually maintenance-free, battery-powered unit random cuts up to 7,000 sq. ft. on one charge; \$795.

Mowbot, Inc.,  
North Tonawanda, N. Y. 14120

*Mechanix Illustrated*

# Wir blättern noch etwas im Kalender

*North Tonawanda (USA)*  
1969

S Lawrence Bellinger  
meldete ein Patent an  
Mowbot Inc. vertreibt  
den ersten Mähroboter  
der Welt für 795 \$



ROBOT mower cuts grass within signal-wire perimeter around lawn. It automatically turns around when it hits wire. Quiet, virtually maintenance-free, battery-powered unit random cuts up to 7,000 sq. ft. on one charge; \$795.

Mowbot, Inc.  
North Tonawanda, N. Y. 14120

*Mechanix Illustrated*

<https://www.alamy.com>

... fast wie heute ...

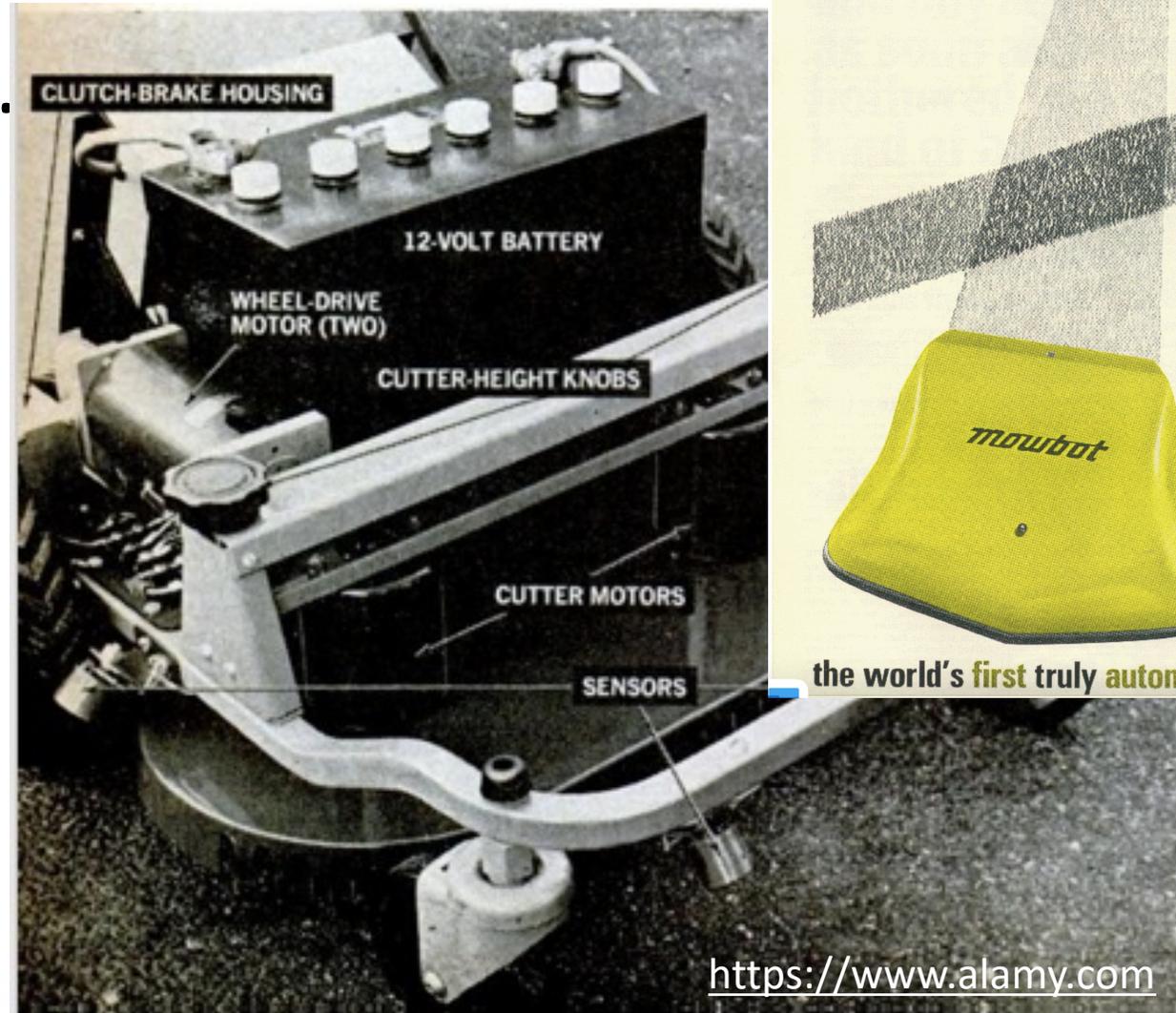
... und das 1969

-Signalkabel als  
Flächenbegrenzung

-Batteriebetrieben

-Sensore zur  
Umfeldüberwachung

-Schnitthöheneinstellung



Until you see MOWBOT, you'll never believe it. Turn it on. Electronically-controlled MOWBOT mows and steers itself around your lawn until the grass is completely cut. Leaves, flowers, trees, and shrubs untouched. Safe? Sure. Double rotary blades won't throw grass, stones, or foreign objects. And the MOWBOT mower stops automatically at the touch of any obstruction. Rechargeable electric power makes MOWBOT a good neighbor. No noise. No fumes. So, if you have nothing to do while MOWBOT mows your lawn, relax; you'll think of something!

the world's first truly automatic lawnmower

Quelle:  
frc.ri.cmu  
.edu

<https://www.alamy.com>



Über 20 Jahre später

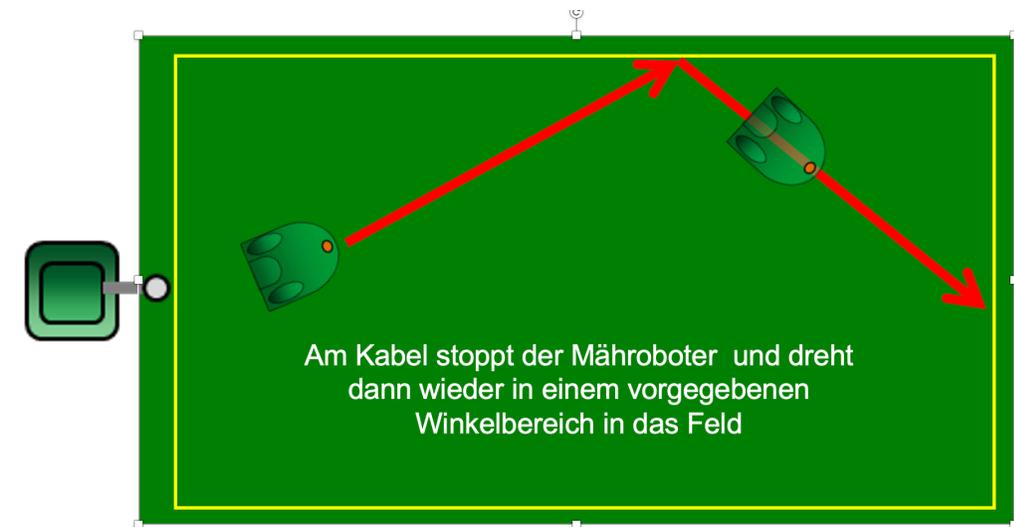


# André Collens hatte auch eine Idee

*Brüssel (BE), 1992*

André Collens meldete ein Patent an, wo eine Mäh-Maschine in einem durch eine Signalleitung begrenzten Fläche das Gras kurz hält.

Vermutlich besser angemeldet, als Bellinger in 1969



# ... seine Devise erfinden und vermarkten

*Huskvarna (S), 1992-94*

Electrolux/Husquarna übernahm Patente von Andre Collens und entwickelte der ersten europäischen Mähroboter

Gespeist von Sonnenenergie mähte er nur, wenn es sonnig war

... was brauchte man mehr als Sonne und Kabel -> Geld ca. 3500DM



Quelle: [husquarna.com](https://www.husquarna.com)

# Zwei Unternehmen fanden eine Lücke im Patent

*Even Yehuda Israel* 1995

**Friendly Machines** wurde  
gegründet

Der Robomow classic wurde  
1997 vorgestellt.



Standardmäher mit Gasfangbox

Mulchmäher



Quelle: Robomow.com

# Zwei Unternehmen fanden eine Lücke im Patent

*Arezzo (IT) 1995*

**Zuchetti centro sistemi** stellte der ersten Mähroboter unter der Marke Ambrogio vor und zugleich präsentierten sie auf der GAFA in Köln 1999 einen Roboter für größere Flächen



Foto: Zuchetti centro sistemi

Funktions-  
muster mit  
mehr  
Arbeitsbreite  
Zuchetti  
1999



Foto: Frank Hemmerich GAFA 1999

# Der Plan- ein Großflächenmähroboter

*Wavre (B), 2003*

Micheal Conrats,  
André Collens und  
div. Kapitalgeber

gründeten  
Belrobotics und  
präsentierten 2004  
den ersten  
Mähroboter für  
große Flächen



Foto: Belrobotics

# ... ein Kundenwunsch in 2004

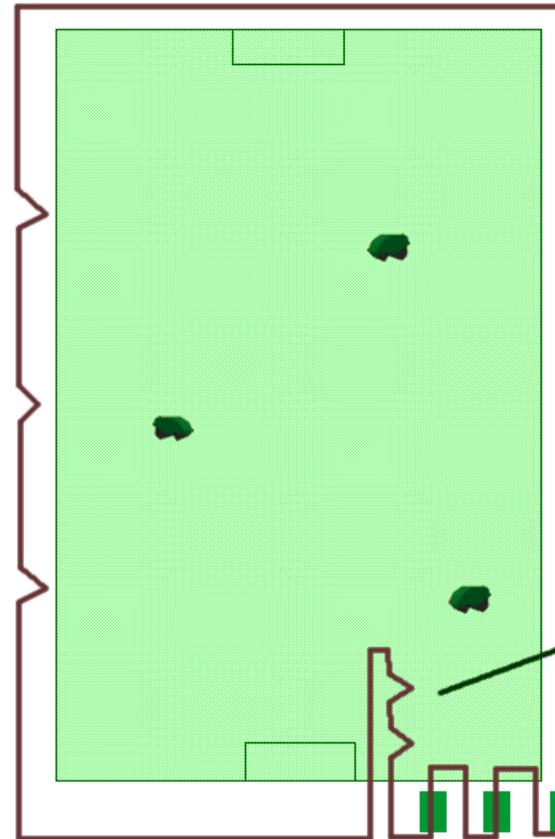
Gerd Biedermann der Umweltbetrieb Bielefeld fragte mich folgendes:



# ... ein Kundenwunsch in 2004

Klingt logisch  
und einfach,  
aber ....

Wir versuchten  
eine Idee von  
Zuchetti  
umzusetzen.



IT: N.B. : I Robot devono essere programmati per lavorare almeno 14 Ore al Giorno per poter fare almeno due cicli completi.

GB: : The Robots Must be programmed in order to work at least 14 Hours per day to be able to make at least two complete cycles..

IT: Rientri Veloci in caso di Fallito Ingresso in Ricarica  
GB: Fast coming back in case of faults by entering the recharging base

IT: Consigliato : Nel caso in cui non sia possibile questa predisposizione i robot funzioneranno comunque.  
GB: Suggested : In case this predisposition is not possible, the Robots will work all the same

220 Volts

IT: Sono Necessari : 3 Ambrogio Completi + 1 Trasmittitore dedicato al Perimetro  
GB : 3 complete Ambrogio +1 Transmitter dedicated to the border cable are needed

Quelle: Zuchetti centro sistemi

# ... upgrade in 2005

... der erste Großflächenroboter auf eine Sportplatz wurde 2005 in Bielefeld Theesen

BigMow von Belrobotics

Belrobotics ist heute eine 100%ige Tochter von Yamabiko mit den Marken Belrobotics, Echo und Shindaiwa



Foto: Erwin Bauer

# Der große Knall 2012 – nach 20 Jahren lief ein wichtiges Patent aus die Welt wurde bunter



Robomow

Gardena  
(Husquarna)

Robomow

Sabo (John Deere)

Works

Stihl  
(Viking)

## Ohne Bild

- Honda
- Bosch
- Kress
- Yardforce
- McCulloch
- Alko
- Kärcher
- Einhell

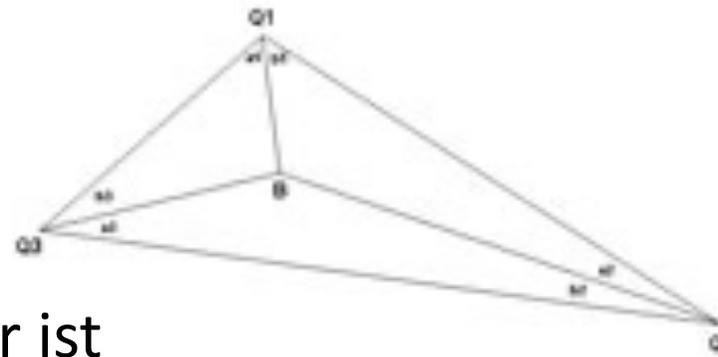
....

Quelle: Das Haus Test 2021

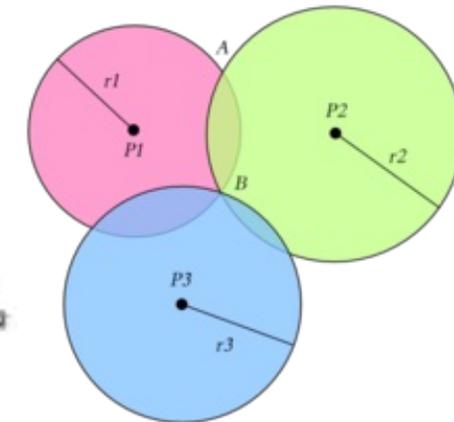
- Historie
- Technologie der Flächendefinition
- Geräte 2021 2022 und morgen
- Erfolgsfaktor Funktionssicherheit

# Flächendefinition – wie machen wir es?

- 1 Signalkabel Erzeugung eines Magnet- bzw. Frequenzfeldes
- 2 Farbunterschied - Rasen Beet Stein
- 3 Durch exakte Ortung
  - GNSS (absolut)
  - Laser
  - Ultraschall
  - Beacon (mini-GNSS)



Trilateration



- 4 Durch visuelles erkennen wo er ist  
Slam Verfahren =  
Simultaneous Localization and Mapping
  - Kamera
  - 2 und 3D Laserscanner

Triangulation

# Flächendefinition – Grenzen

## Signalkabel

### Vorteile

sicher

preiswert

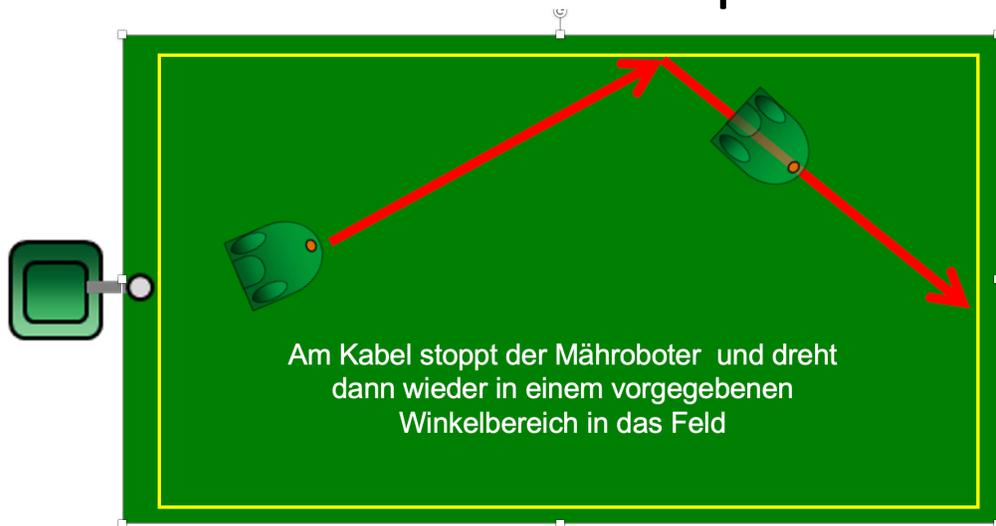
### Nachteile

max. Kabellänge

Risiko Kabelbruch

Störungen durch Wasser und Stahl

Störanfällig bei Gewitter



Quelle: Belrobotics

# Flächendefinition – Grenzen

## Vorteile

### Farbunterschied

einfache Lösung  
preiswert

## Nachteile

nur im Hausgarten  
Risiko der Fehlerkennung  
manuelles Laden



Quelle: <https://www.ambrogio.com>

# Flächendefinition – Grenzen

## Ortung durch GNSS (Global Navigation Satellite System)

-> Sprachgebrauch GPS Ortung

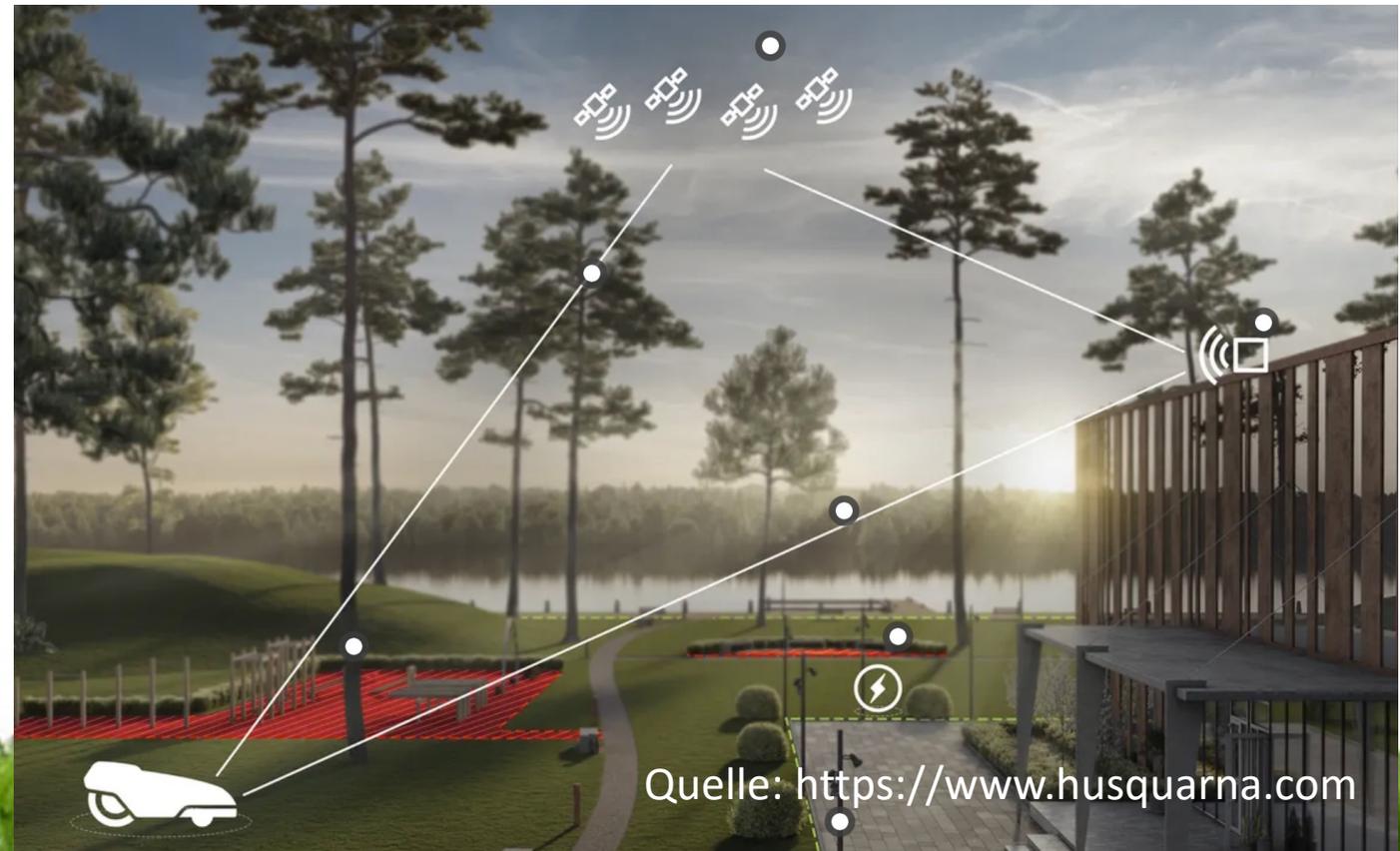
seit 1995	GPS (USA)	31 Satelliten
seit 1996/2011	Glonass (RU)	23 Satelliten
seit 2020	Beidou (CN)	46 Satelliten
noch im Testbetrieb	Galileo (EU)	22 Satelliten

Die Summe macht einen Teil der Genauigkeit.... Dennoch 2-5 m

# Flächendefinition – Grenzen

... den anderen Teil bringt uns ein Korrektursignal

-> RTK Real time Kinematik  
Fehlerkorrektur ca.  $\pm 3$  cm  
unter optimalen Bedingungen  
 $\pm 1-2$ -cm



# Flächendefinition – Grenzen

... Arten und Übertragung eines Korrektursignals

-> **eigene Basisstation**

per WLAN

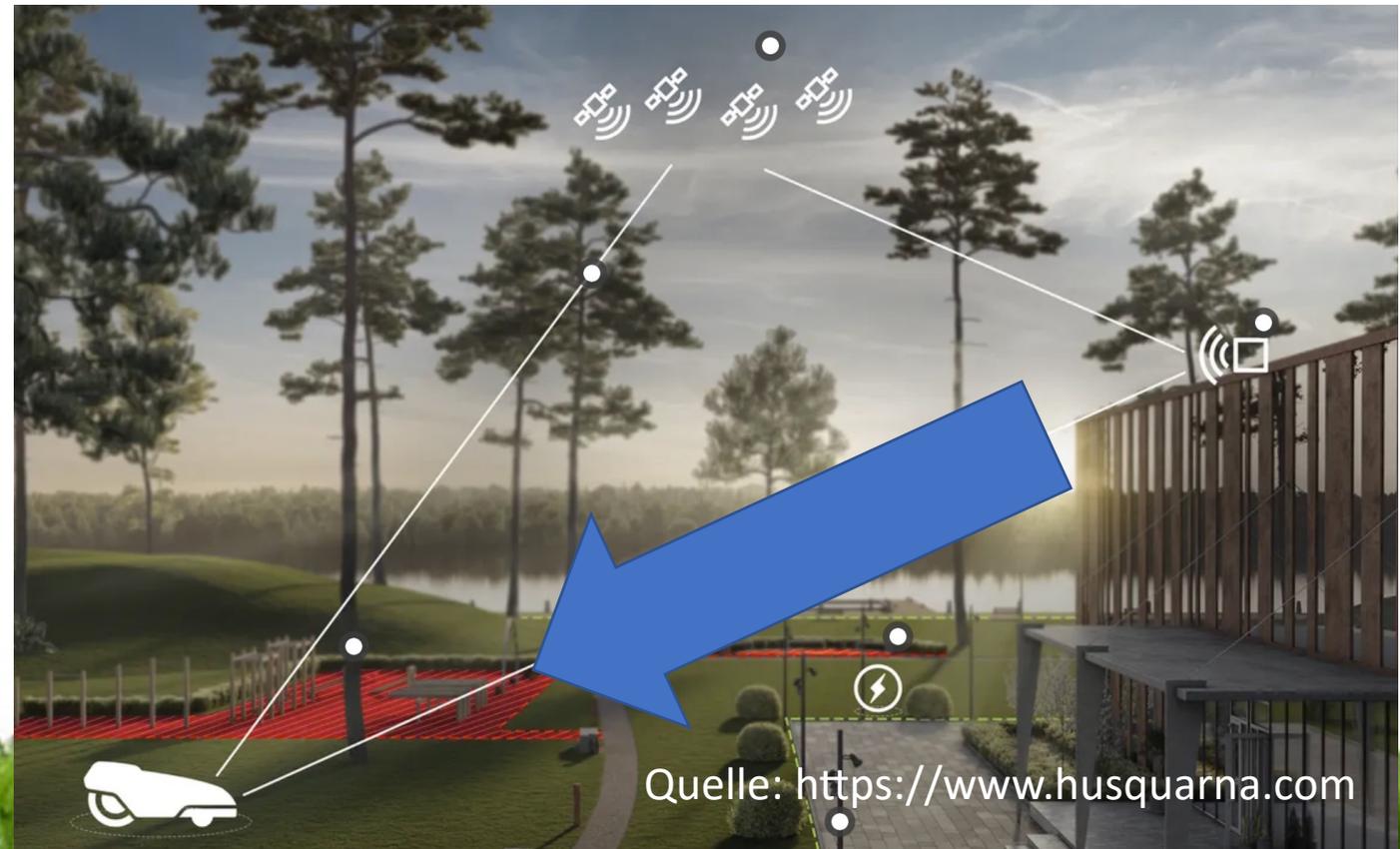
per Funk

per GSM/LTE

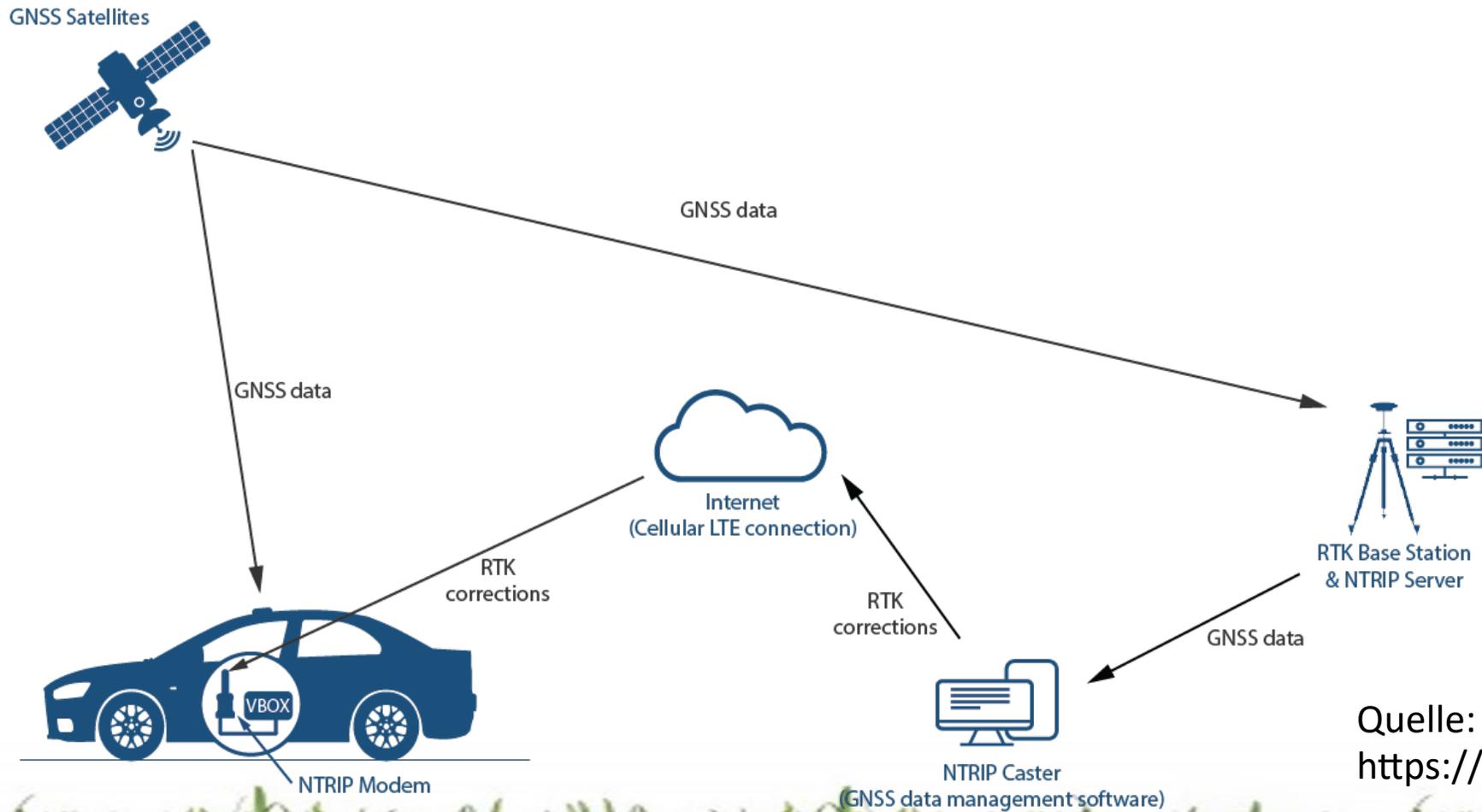
-> **fremde Basisstation**

per GSM/LTE

z.B. NTRIP



# Beispiel NTRIP (Anbieter: z.B. Leica)



Quelle:  
<https://www.vboxautomotive.co.uk>

# Flächendefinition – Grenzen

	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
<b>GNSS /RTK</b>	hohe Genauigkeit  absolute Ortung	Abschattung durch Bäume und Gebäude  Teuer da RTK notwendig technisch anspruchsvoll

# Nutzt GNSS-RTK - Turflynx (P)



Nutzt GNSS- Turflynx (P)



Start 2017  
Serie 2020  
Verkauf an Toro 21  
Gestoppt 2021

# Nutzt GNSS RTK – Toro Geolink



Vorstellung Anfang 2022 in  
San Diego

Vorserie 2022  
Serie 2023

# Flächendefinition – Laser

## Ortung durch Laser MAS 01 McMurthry (UK)



# Flächendefinition – Laser

Ortung durch Laser MAS 01 McMurthry (UK)



PROJEKTE SIND  
EINGESTELLT

# Flächendefinition – Ultraschall

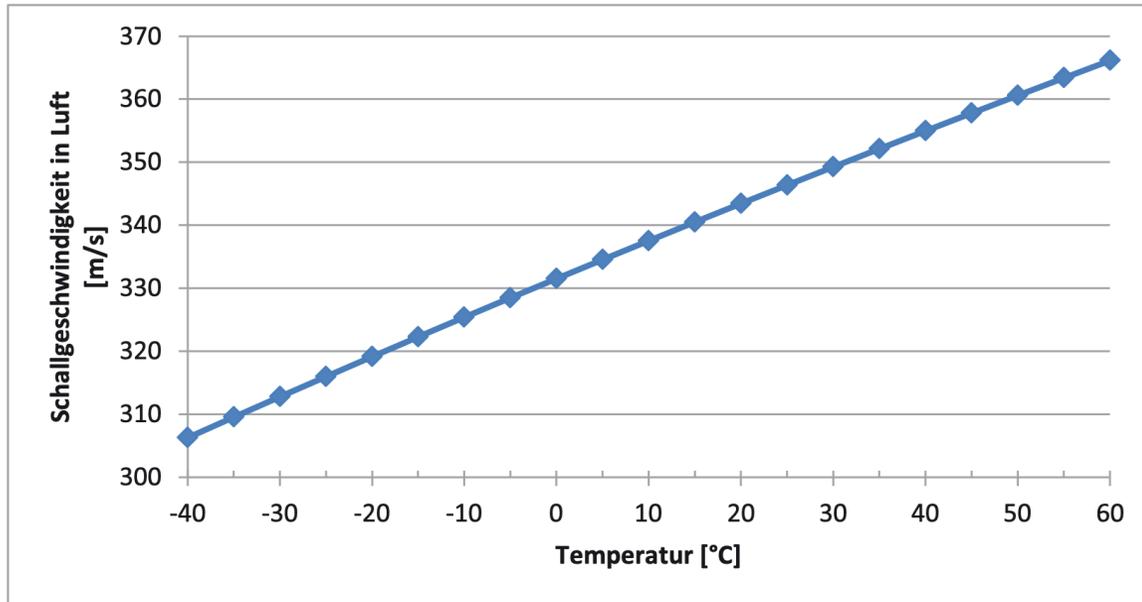


Abbildung 11: Schallgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur

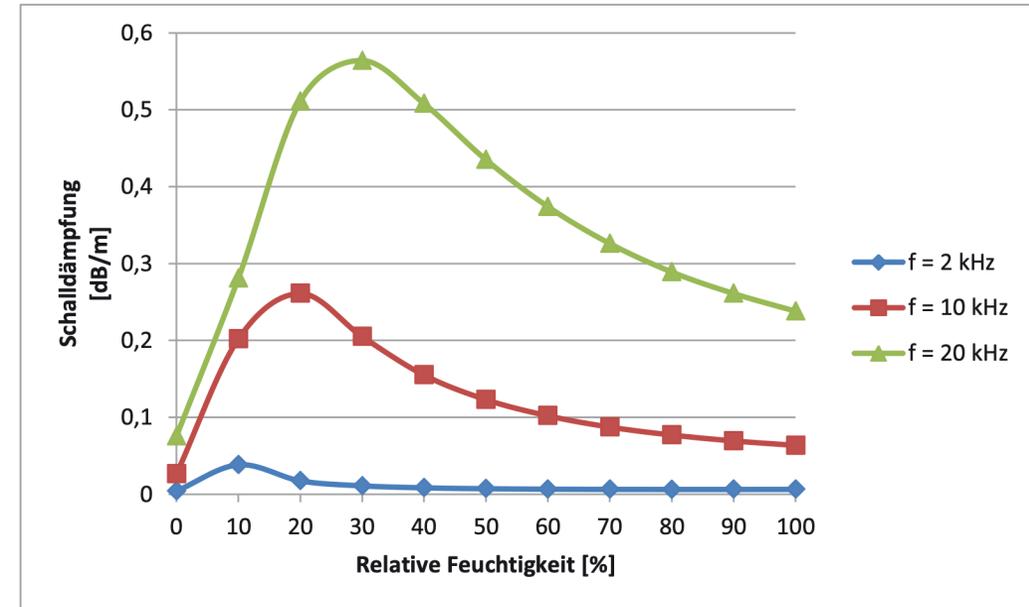


Abbildung 12: Schallabsorption in Luft bei 20°C

Quelle Facharbeit Jonas Viczian

# Flächenranddefinition – Ultraschall

PROJEKTE SIND EINGESTELLT

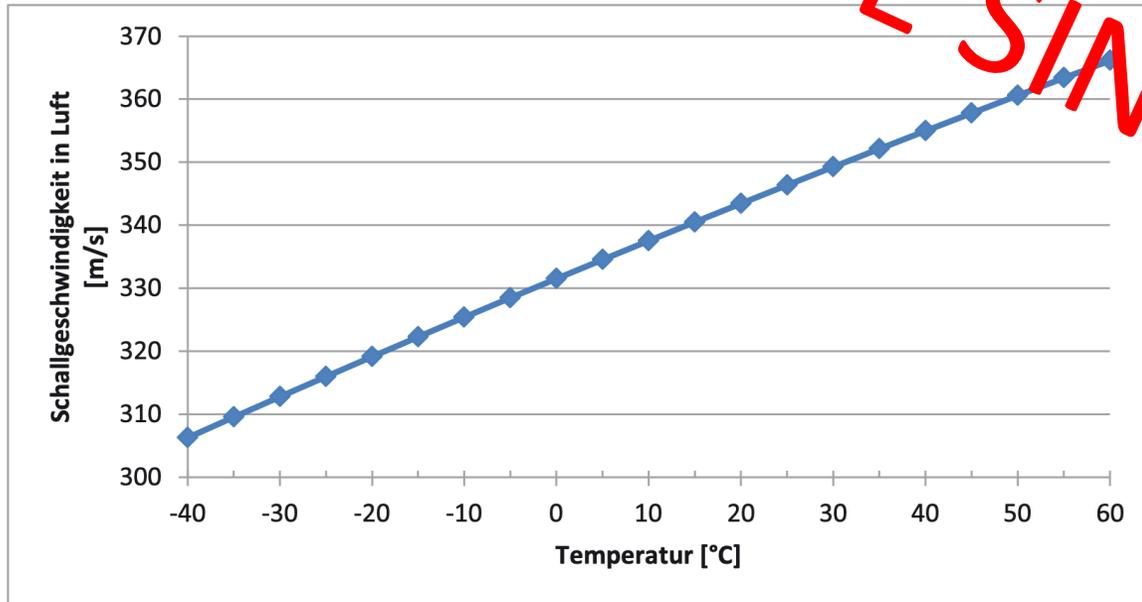


Abbildung 11: Schallgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur

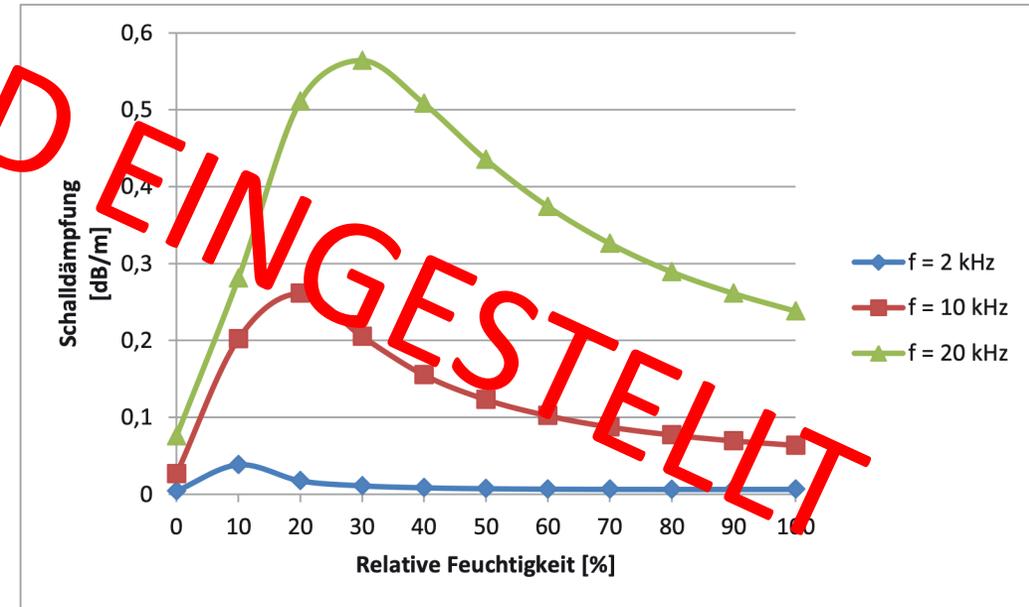


Abbildung 12: Schallabsorption in Luft bei 20°C

Quelle Facharbeit Jonas Viczian

# Flächendefinition – Beacon (UWB)

UWB (Ultra Wide Band)  
-> Nahbereichsfunkkommunikation

Ursprung:  
Freiflächen-Logistik (Stahl)  
und  
Indoor Lokalisation



Quelle [www.solconia.de](http://www.solconia.de)

# Flächendefinition – Beacon

*Indianapolis 2008*

Presice path RG3

Spindelmäher für Greens



Bildquelle: Precise Path

ch

# Flächendefinition – Beacon

Übernommen 2015  
von MTD / Cub Cadet



Quelle youtube

# Flächendefinition – Beacon

Übernommen 2015  
von MTD / Cub Cadet



Quelle youtube

# Flächendefinition – Beacon

Wer nutzt dies und warum ?

Ronovatec mit dem RoviMo bietet es ergänzend zum GNSS an

Stadien mit Abschattung

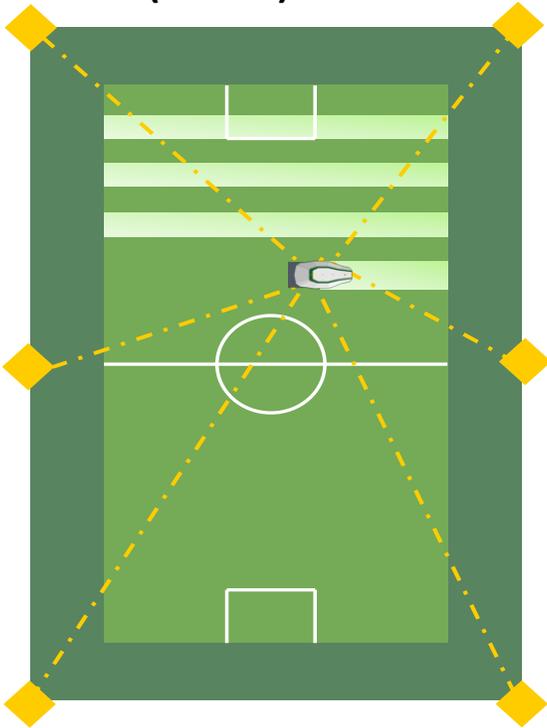
Golfanlagen in Tallagen und mit großen Baumbesatz



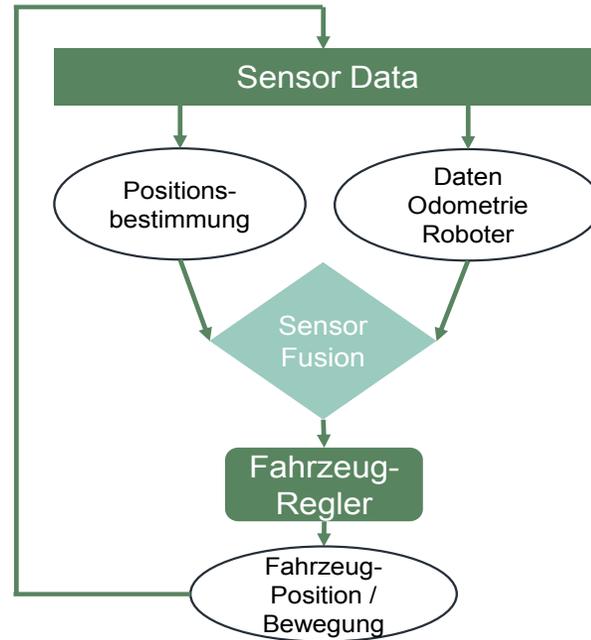
Quelle [www.ronovatec.ch](http://www.ronovatec.ch)

# Lokalisierung und Navigation

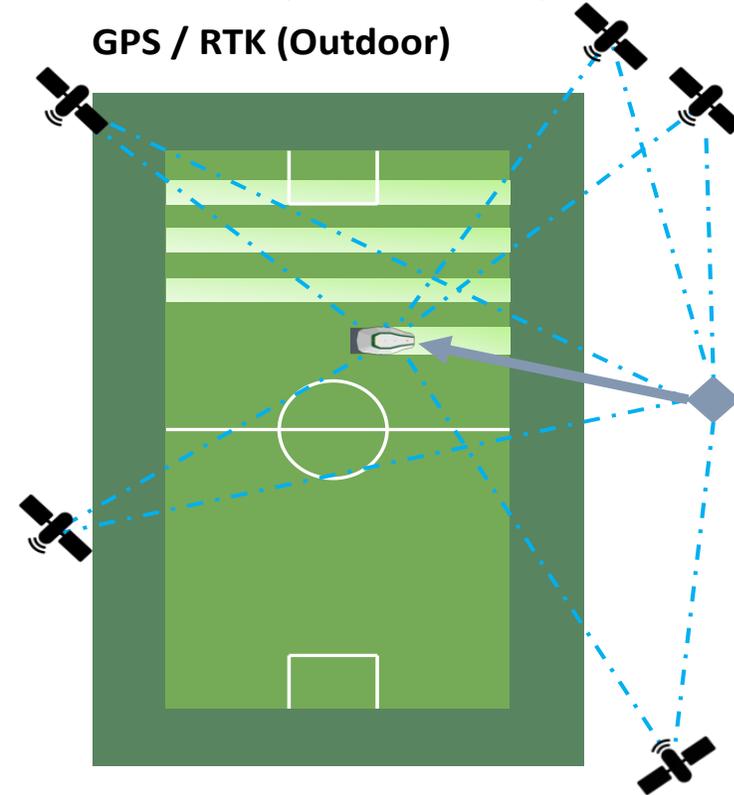
UWB (Indoor)



Sensor-Fusion



GPS / RTK (Outdoor)



-  UWB Referenzpunkte / Beacons
-  RoviMo®
-  Satelliten
-  Base Station
-  RTK Korrektursignal

Quelle Ronovatec

# Flächendefinition – SLAM Verfahren

**SLAM** - *Simultaneous Localization and Mapping*

**Oder** -*Simultane Positionsbestimmung und Kartierung*

Ein Verfahren der Robotik, bei dem ein mobiler Roboter gleichzeitig eine Karte seiner Umgebung erstellen und seine räumliche Lage innerhalb dieser Karte bestimmt.

Es dient der autonomen Navigation und dem Erkennen von Hindernissen.

# Flächendefinition – SLAM Verfahren

**SLAM** - *Simultaneous Localization and Mapping*

**Oder** -*Simultane Positionsbestimmung und Kartierung*

Ein Verfahren der Robotik, bei dem ein mobiler Roboter gleichzeitig eine Karte seiner Umgebung erstellen und seine räumliche Lage innerhalb dieser Karte bestimmt.

Es dient der autonomen Navigation und dem **Erkennen von Hindernissen.**

# Exkurs- Erkennen von Hindernissen

Welche Technologien werden eingesetzt:

- Ultraschallsensorik            wie bei Einparkhilfen
- Laserscanner                von der Indoor-Robotik kommend (Zertifizierung)
- Kamera, RGB-, Stereo-  
Infrarotkamera                Bildverarbeitung und Gefahrenerkennung

Die große Herausforderung haben wir hier beim Langgrasmähen.

Beispiel: Unterscheidung von Gras, welches gemäht werden muss und einer dünnen Fahnenträgerstange.

# Exkurs- Erkennen von Hindernissen

Welche Technologien werden eingesetzt:

- Ultraschallsensorik wie bei Einparkhilfen
- Laserscanner von der Indoorrobotik kommend (Zertifizierung)
- Kamera, RGB-, Stereo-  
Infrarotkamera Bildverarbeitung und Gefahrenerkennung

Die große Herausforderung haben wir hier beim Langgrasmähen.

Beispiel: Unterscheidung von Gras, welches gemäht werden muss und einer dünnen Fahnenträgerstange.

# Ein weiteres Praxisbeispiel vorgestellt auf der Consumer Electronic Show in Las Vegas 2022

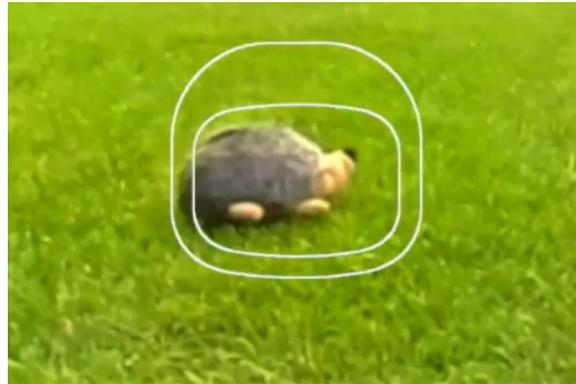


Quelle John Deere

John Deere 8R-410 Autonom

... verfügt über **sechs Stereokamera-Paare**, die eine **360-Grad-Hinderniserkennung** und die Entfernungsmessung ermöglichen...

# Weitere Möglichkeiten des Einsatzes vom Kameras



Ehem. Toadi jetzt Willow von Eeve - ein Mähroboter für kleine Flächen

# Zurück zur Flächendefinition – SLAM Verfahren

**SLAM - *Simultaneous Localization and Mapping***

***Eingesetzt werden Laserscanner und Kameras***



Quelle Innok mobile robotics



Quelle Scythe

# Flächendefinition – SLAM Verfahren



# Flächendefinition – SLAM Verfahren



Quelle Scythe

# Möglichkeiten beim SLAM Verfahren

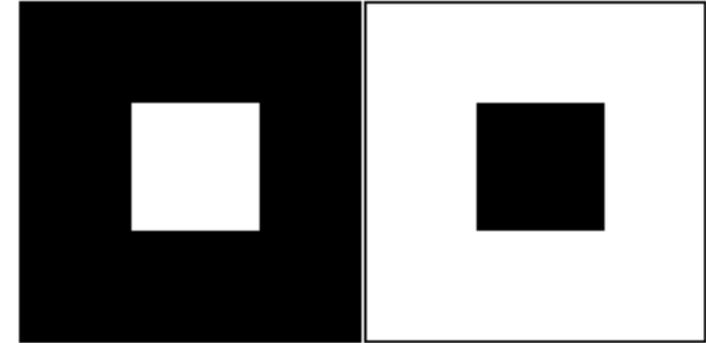
***SLAM - zusätzliche Marker erhöhen die Präzision***



Standardzeichen



Information  
Längen- Breitgrad  
Orientierung



Optische Hilfen zur  
Entfernungsbestimmung

# Was war 2021 außer der Pandemie

# Markteinführungen 2021



Husquarna EPOS

Belrobotics / Echo RTK 1050 2050



Ronovatec



Quellen Husquarna Echo Motorgeräte und [www.ronovatec](http://www.ronovatec)

# Markteinführungen 2021



Husquarna 550 EPOS

Quelle Husquarna

**Flächenbegrenzung** über GNSS mit eigener Basisstation  
Übertragung Korrektursignal per Funk  
-> 500 Meter je nach Bedingungen

Flächendefinition durch Umfahren der Flächen  
und Ausschlussflächen

Fahr- / Transportwege durch Abfahren  
max. Fläche Wege Ausschlussflächen über Anzahl der GPS Punkte

kein Parallelfahren, wegen geringer Arbeitsbreite

# Markteinführungen 2021

**Flächenbegrenzung** noch  
über Kabel

Parallelfahren über GNSS  
mit eigener Basisstation  
Übertragung  
Korrektursignal per  
WLAN

Belrobotics / Echo RTK 1050 2050



Quelle Echo Motorgeräte

**Teil-Flächendefinition**

(Mähflächen innerhalb  
des Kabels) durch  
Umfahren der Flächen  
bzw. Ausschlussflächen

Fahr- / Transportwege  
durch setzen eines GPS  
Punktes und der  
Orientierung

# Markteinführungen 2021

## Flächenbegrenzung

- über GNSS mit eigener Basisstation oder NTRIP Signal
- Beacon System, wenn Abschattungen vorhanden wie z.B. in den meisten Stadien

Flächendefinition durch Umfahren oder einspielen der Flächen und Ausschlussflächen

Ausführung ist ein Geräteträger welcher in 2022/23 einen 3-Spindelanbaugerät bekommen soll

Ronovatec



Quelle Ronovatec

# Markteinführungen 2022



Husquarna CEORA

Belrobotics / Echo RTK 2050 no wire



Quellen Husquarna und Echo Motorgeräte

# Markteinführungen 2022



Husquarna CEORA

Quelle Husquarna

**Flächenbegrenzung** über GNSS mit eigener Basisstation  
Übertragung Korrektursignal per Funk  
-> 500 Meter je nach Bedingungen

Flächendefinition durch Umfahren der Flächen  
und auch der Ausschlussflächen

Fahr- / Transportwege durch Abfahren

max. Fläche Wege Ausschlussflächen über GPS Punkte

Parallelfahren möglich

Weitere Anbaugeräte in Planung

# Markteinführungen 2022

## Flächenbegrenzung über GNSS

Parallelfahren über GNSS mit eigener Basisstation  
Übertragung  
Korrektursignal per  
-WLAN 200m oder  
-GSM auch hier gibt es eine max. Entfernung 15-20 km

Belrobotics / Echo RTK 2050 no wire



Quelle Echo Motorgeräte

## Flächendefinition

durch Umfahren der Flächen und auch der Ausschlussflächen  
Transportwege durch setzen einer Orientierung und eines GPS Punktes

# Grace eine Innovation aus USA

*Santa Monica, Californien 2019*

GPS RTK für Flächendefinition  
Kamerasysteme und Ultraschall  
für Umfeldüberwachung  
100% elektrisch  
Produktion 2022?



# Grace eine Innovation aus USA



# Scythe ein Start up start 2022

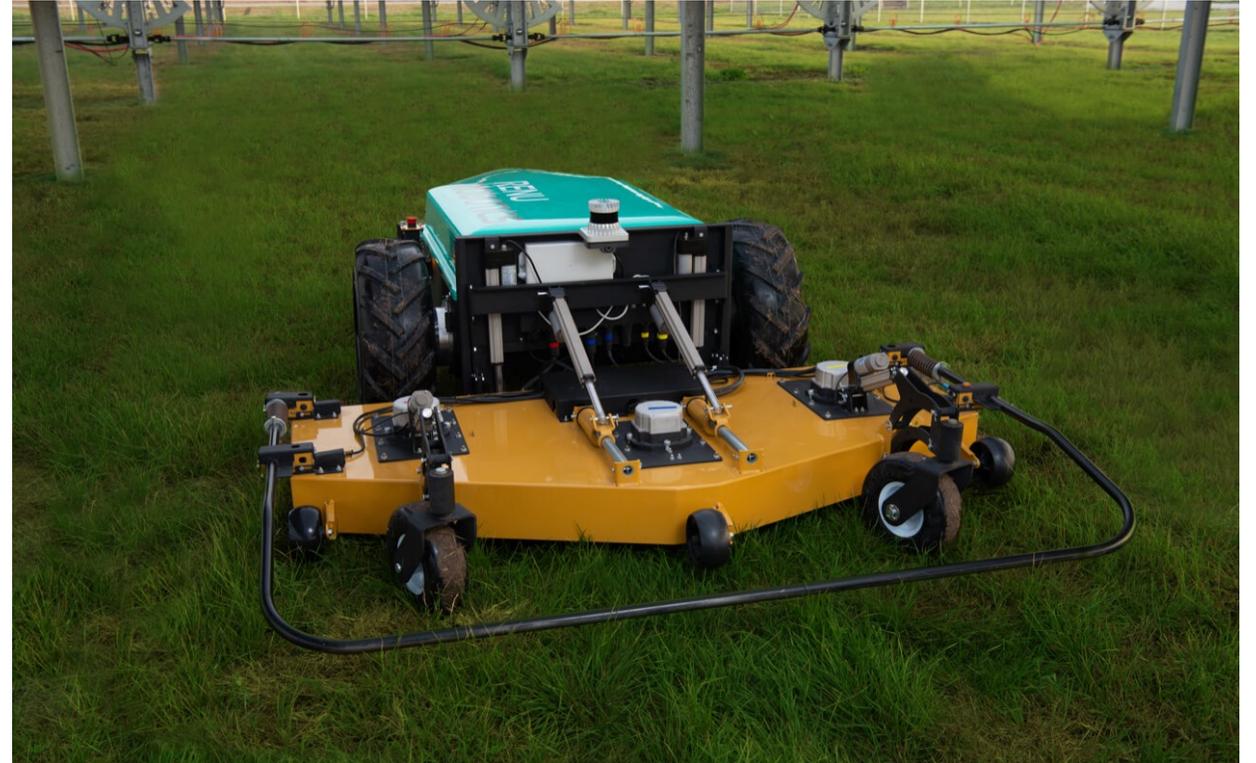


[https://www.youtube.com/watch?v=qrS\\_TfJfXKA](https://www.youtube.com/watch?v=qrS_TfJfXKA)

# Ein weiteres Beispiel - Renu Robotics

*San Antonio, Texas 2020*

SLAM Verfahren über  
Laserscanner Velodyne Puck  
Elektrischer Antrieb inkl.  
Ladestation  
Start 2022



# Was macht die Großen – z.B. John Deere, Toro und Ransomes Jacobsen?

**Toro** kaufte drei Firmen

Lefthandrobotics für Winterdienst

Geolink für Parallelfahrssysteme, primär für selbstfahrende Spritzen

Turflynx jetzt mit Geolink Systemen fusioniert

-> zeigte im Februar 2022 das Nachfolge System

# Was macht die Großen – John Deere, Toro und Ransomes Jacobsen?

**John Deere** startete

eine Allianz mit Precision Makers, jedoch wurde die Firma liquidiert

Konzentration auf autonome Traktoren

zweiter Schritt wird folgen

Was macht die Großen –  
John Deere, Toro und Ransomes Jacobsen?

Ransomes Jacobsen Aktivitäten unbekannt

- Historie
- Technologie der Flächendefinition
- Geräte 2021 2022 und morgen
- Akzeptanz und Funktionssicherheit

# Exkurs - warum überhaupt Robotics

- Arbeitsspitzen abbauen
  - Verfügbarkeit von Fachkräften ?
- Qualität erhöhen
  - optimale Geschwindigkeit
  - Exakte Konturen
- Effizienz erhöhen und Kosten einsparen
  - Anschlussfahren (Überschnitt 5 cm über den ganzen Tag)
  - optimale Geschwindigkeit
  - Achtung: Betreuung und Überwachung bleibt

# Erfolgsfaktor ist der Verein / Club

## Akzeptanz von Änderungen

- Trainingstore → Stellplatz?
- Tornetze → hoch geklappt?
- Markierungshütchen → alle eingesammelt
- Targetgreen vom Pro stehen gelassen ?
- Tees → eingesammelt?
- Ball wird von Mäher berührt -> Rücksetzen erlaubt?



Bilder SportSchäper

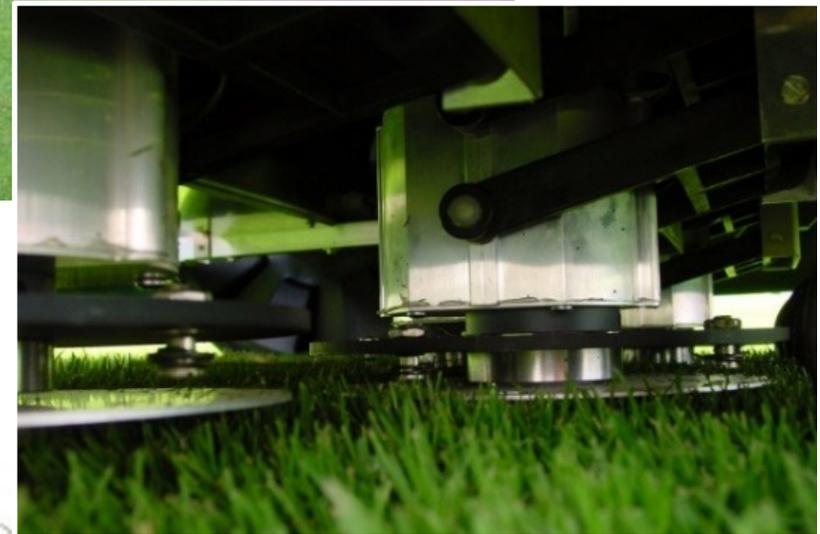


Bild: SportBoeckmann

# Erfolgsfaktor ist der Spieler

Akzeptanz von Änderungen

- Abfall
  - Kleidung
  - Tape Band
  - Flaschen
  - Haargummi
  - Tees
  - Kaputte Bälle



# Erfolgsfaktor ist die Organisation

Akzeptanz von Änderungen

- Bewässerung → Abstimmung



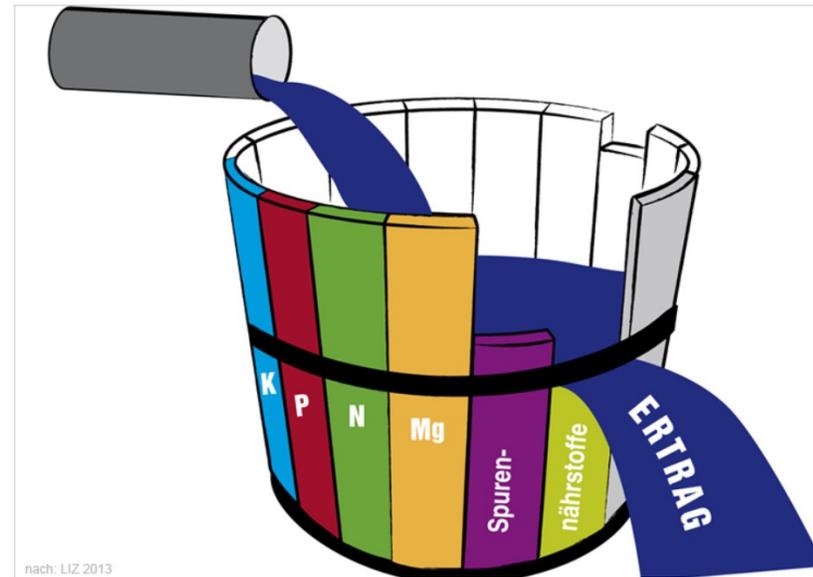
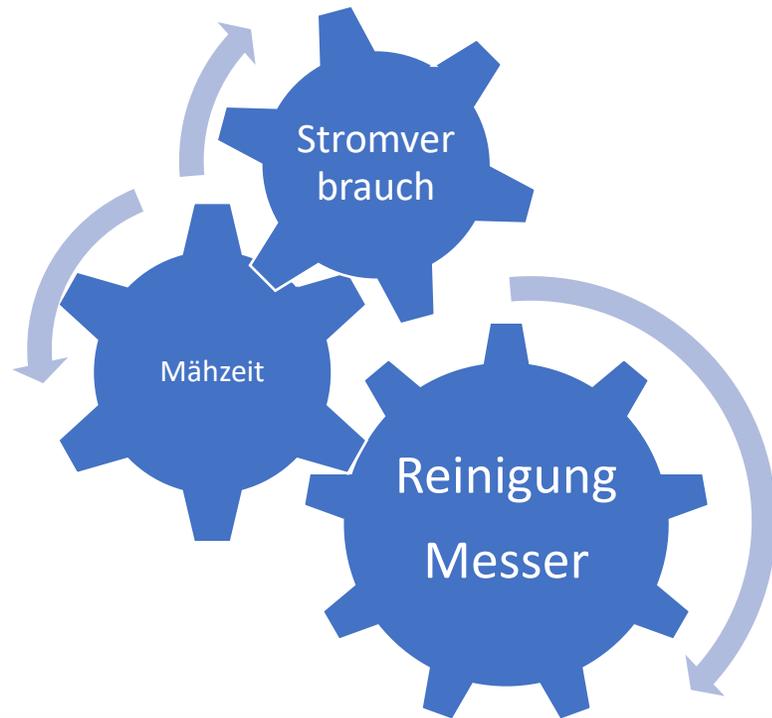
Bild Frank Hemmerich

# Erfolgsfaktor: die betreuende Person



# Fazit aus über 15 Jahren

- Die Technik funktioniert sehr gut, aber nur so gut, wie die Parameter Installation, Pflege und Wartung sind



„Minimumtonne von Justus von Liebig gilt auch hier“

# Abschlussfrage

**Die Vorzeichen stehen positiv!  
... aber warum werden dann erst  
deutlich unter 10% der  
Sportplätze automatisiert  
gemäht**

# Das Feuerwerk an Informationen ist beendet

Ich bedanke mich recht herzlich für Ihre  
Aufmerksamkeit und wünsche Ihnen noch eine  
erfolgreiche Tagung

Ihr Frank Hemmerich

[Frank@hemmerich.org](mailto:Frank@hemmerich.org)