jugend forscht

Wettbewerb 2015

Schüler experimentieren

Projektbericht

Lassen sich Tomatenpflanzen im Wachstum von klassischer Musik oder Vogelstimmen beeinflussen?

Vorname:	David
Nachname:	Mohr
Geschlecht:	männlich
Klasse:	6a
Schulanschrift:	Städt. St. Michael-Gymnasium Markt 11 53902 Bad Münstereifel
Privatanschrift:	Selmenstraße 3 53881 Euskirchen

Regierungsbezirk der Schule: Köln

Kurzfassung

Die Frage, wie man das Wachstum und die Qualität von Pflanzen beeinflussen kann, führte schon häufiger zu interessanten Ideen. Eine Meinung besagt, dass auch Musik das Wachstum von Pflanzen beeinflussen kann. Ein Bericht über einen Winzer in der Nähe von Florenz hat mich aufmerksam gemacht. Er spielte einem Teil seiner Weinreben klassische Musik vor. Den anderen Teil ließ er ohne eine Beschallung wachsen. Stefano Mancuso, Pflanzenelektrophysiologe an der Universität Florenz, begleitete das Projekt ab 2007. Nach seiner Untersuchung waren die beschallten Weinblätter größer und die Trauben aromatischer als die unbeschallten.

Ich habe mich nun zunächst gefragt, ob klassische Musik tatsächlich Einfluss auf das Pflanzenwachstum haben kann, und wenn ja, welchen Grund dies haben könnte und ob eine natürliche Beschallung mit Singvogelstimmen nicht den gleichen Erfolg bringt.

Für meinen Versuch benutzte ich dreimal fünf Anpflanztöpfe, in die ich jeweils einen Tomatensamen gesät habe. Die einen beschallte ich täglich eine Stunde mit Musik von Mozart, die nächsten mit Vogelstimmen (beides abgespielt von einer CD) und die anderen fünf bekamen keine gesonderte Beschallung. Die übrigen Rahmenbedingungen versuchte ich für alle Pflanzen so gleich wie möglich zu halten.

Nach meinem Versuch komme ich zu dem Ergebnis, dass sich Tomatenpflanzen schon bei einer täglichen Beschallung von einer Stunde sowohl mit klassischer Musik als auch mit Vogelgezwitscher im Wachstum beeinflussen lassen.

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Einleitung…… 4
1.1 Themenwahl…… 4
1.2 Literatur und Hilfsmittel…….. 5
2 Hauptteil…… 6
2.1 Auswahl und Beschreibung der untersuchten Pflanzen…… 6
2.2 Auswahl und Beschreibung der verwendeten Beschallung…… 8
2.2.1 Klassische Musik…….. 8
2.2.2 Vogelstimmen……... 9
2.3 Vorgehensweise…….. 10
2.4 Auswertung…….. 11
3 Schluss……... 17
3.1 Kritische Rückschau…… 17
3.2 Ausblick…… 17
3.3 Persönliche Erkenntnisse…….. 17
4 Abbildungsverzeichnis…… 18
5 Quellen- und Literaturverzeichnis…….. 18

1 Einleitung

1.1 Themenwahl

Eine positive Wirkung auf den Menschen wird der Musik von Mozart, Beethoven, Verdi und anderen Klassikern schon seit langem nachgesagt. Für die Entwicklung des Embryos und Fetus soll es angeblich gut sein, schon früh mit klassischer Musik beschallt zu werden.

Kann die klassische Musik auch Pflanzen besser wachsen lassen? Mit dieser Frage beschäftigte sich ein Team des WDR. Hierzu ließ das Team im Pflanzenversuchslabor im Forschungszentrum Jülich einige Sonnenblumen mehrere Tage lang mit klassischer Musik, Ausschnitten aus dem „Dschungelbuch“ und Naturgeräuschen beschallen. Ergebnis war, dass keine erkennbaren Auswirkungen oder Unterschiede festgestellt wurden. Herausgefunden haben sie dagegen, dass die Pflanzen sofort reagieren, wenn die Menge des Lichts oder des Wassers verändert wurde.

Zu einem ganz anderen Ergebnis kam ein Winzer in der Toskana. In der Nähe von Florenz spielte er seit zehn Jahren einem Teil seiner Weinreben Stücke von Mozart, Haydn, Vivaldi und Maler 24 Stunden am Tag vor. Den anderen Teil der Weinreben lässt er ohne Beschallung wachsen. Das Ergebnis ist bemerkenswert. Die Mozart-, Vivaldi- und Maler-Weinreben sind nach Angaben des Studienleiters Stefano Mancuso größer, tragen mehr Laub und die Trauben sind aromatischer als die unbeschallten. Der Pflanzenelektrophysiologe Stefano Mancuso von der Universität Florenz begleitet das Projekt seit 2007. Der Biologe weiß natürlich auch, dass die Pflanzen keine Ohren haben und die Musik deshalb nicht im eigentlichen Sinne hören. Vielmehr werden über die Schallwellen der Musik Vibrationen erzeugt, welche die Pflanzen wahrnehmen. Nach Mancuso nutzen die Pflanzen vor allem unterirdisch diese Fähigkeit, um Informationen über die Bodenbeschaffenheit und eventuelle Hindernisse für das Wurzelwachstum zu sammeln.

Die Frage, ob Geräusche Einfluss auf das Wachstum von Pflanzen haben können, wollte ich selber untersuchen.
Bei dem Experiment möchte ich zum einen herausfinden, ob sich meine Tomatenpflanzen durch Beschallung mit klassischer Musik in ihrem Wachstum positiv beeinflussen lassen. Weiterhin bin ich sehr darauf gespannt, ob die Tomatenpflanzen sich von der Beschallung mit einheimischen Vogelstimmen beindrucken lassen. Vogelstimmen gehören zu den natürlichen Geräuschen, mit welchen Pflanzen schon immer wuchsen. Pflanzen sind von den Vögeln zwar nicht abhängig, um sich fortzupflanzen, wie es viele Pflanzen von den Bienen sind. Sie nutzen den Pflanzen jedoch, indem sie tierische Schädlinge fressen. Sollten die Vogelstimmen Einfluss auf das Wachstum haben, könnte dies ein wichtiges Signal für die Vogelschützer sein. Nach Angaben von Ornithologen, des Naturschutzbundes Deutschland, dem Dachverband Deutscher Avifaunisten, dem Bundesamt für Naturschutz sowie der Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten verschlechtern sich die Lebensbedingungen der einheimischen Vogelarten weiter. So stehen nach dem Stand aus dem Jahr 2010 110 der regelmäßig in Deutschland brütenden Vogelarten auf der roten Liste; jede achte

Brutvogelart befindet sich in der höchsten Gefährdungskategorie. Hinzu kommen 21 Vogelarten auf einer Vorwarnliste, deren Bestände deutlich zurückgegangen sind, aber bisher noch nicht als besonders gefährdet gelten. Nur noch etwa die Hälfte der heimischen Brutvogelarten, nämlich 129 Vogelarten gelten als nicht gefährdet.

Ich bin schon jetzt sehr auf die Ergebnisse gespannt, freue mich auf die nächsten Experimentierwochen mit meinen Tomatenpflanzen und hoffe, dass die Anzucht gut gelingt.

1.2 Literatur und Hilfsmittel

Da ich in meinem Biologiebuch leider nur wenige Informationen für mein Experiment gefunden habe, suchte ich in verschiedenen Gartenbüchern und im Internet nach brauchbaren Hinweisen. Am Ende meiner Arbeit habe ich die benutzten Quellen und Literatur im Quellen- und Literaturverzeichnis zusammengestellt. Meine Eltern haben mir bei Problemen Tipps und Ratschläge gegeben, vor allem bei der Hege und Pflege der Tomatenpflanzen und bei der Gestaltung des Berichts. Weitere Hilfen und Hilfsmittel habe ich nicht benutzt. Die Erkenntnisse, die ich aus dem Experiment gewonnen habe, stellen meine eigenen Überlegungen und Erkenntnisse dar.

2 Hauptteil

2.1 Auswahl und Beschreibung der untersuchten Pflanzen

Für mein Experiment wählte ich Tomaten (Solanum lycopersicum) aus, weil sie widerstandsfähig und pflegeleicht sind. Außerdem waren die Samen auch noch im Herbst zu bekommen und eine Anzucht auf der Fensterbank im Topf ist möglich.
Die Aussaat der Tomatenpflanzen erfolgt normalerweise erst Ende Februar bis Mitte April. Wegen der Termine für die „Jugend forscht“ Projekte habe ich die Aussaat jedoch im Oktober begonnen. Die Tomate ist eine Pflanzenart aus der Familie der Nachtschattengewächse (Solanaceae). Nah verwandt ist sie mit Pflanzenarten wie der Paprika (Capsicum), der Aubergine (Solanum melongena) und der Kartoffel (Solanum tuberosum). Weitere Verwandte sind die Tollkirsche, die Alraune, die Engelstrompete, die Petunie oder der Tabak (Nicotiana). Alle Pflanzen der Familie der Nachtschattengewächse enthalten Giftstoffe, die zu Vergiftungen (Schatten leitet sich hier von **Schaden** ab) und auch zur Bewusstlosigkeit (oder Um**nacht**ung) oder - noch schlimmer zum Tod - führen können. In der Umgangssprache wird die hauptsächlich als Gemüse verwendete Frucht, die eine Beere ist, als Tomate bezeichnet. Ehemalige botanische Namen und gleichbedeutende Bezeichnungen sind Lycopersicon esculentum, Solanum esculentum oder Lycopersicon lycopersicum.

Das Ursprungsgebiet der Tomate soll in den peruanischen Anden liegen. Die roten Kirschtomaten ähneln den heute noch vorkommenden Wildarten der Tomate. Diese Wildarten findet man auf einem schmalen Küstenstreifen Südamerikas zwischen Ecuador und Nordchile sowie auf den Galapagosinseln, den karibischen Inseln und Mexiko. Die Mayas und andere Kulturen in Mittel- und Südamerika sollen schon vor der Entdeckung Amerikas über 200 Tomatensorten kultiviert haben. Heute soll es über 2500 Sorten geben und mindestens nochmal so viele Züchtersorten, die nie angemeldet wurden und deshalb auch keinen Namen haben. Um Widerstandsfähigkeiten in den heutigen Kultursorten einzukreuzen, sind Wildtomaten wichtige Genreserven. Die Azteken nannten die Frucht „tomatle“, was „Schwellfrucht“ bedeutet. Mit Christoph Kolumbus kam die Tomate nach Europa. Lange Zeit glaubte man, dass es sich bei dieser Frucht um den „Paradiesapfel“ handelt, der die Menschen aus dem Paradies vertrieben hat. Deshalb wurde der Tomate lange keine Beachtung geschenkt. In Europa war die Tomate bis ins 18. Jahrhundert hinein eine Zierpflanze und nur für Botaniker und Arzneimittelhersteller interessant. Um 1900 war die Tomate auch in Deutschland bekannt und wurde hauptsächlich in Süddeutschland verwendet. Erst im ersten Weltkrieg wurde die Tomate zum allgemeinen Volksnahrungsmittel. Tomaten wurden damals auf 2.000 Hektar (ha) (20.000.000 m²) Freilandfläche angebaut. Das sind ungefähr 2.000 Fußballfelder. Heute verzehrt jeder Deutsche etwa 22 kg Tomaten pro Jahr. Aber nur 6% der in Deutschland verkauften Tomaten werden auch in Deutschland produziert; also nur ca. 1,3 kg von den 22kg. In der Europäischen Union werden jährlich 17 Millionen Tonnen Tomaten auf einer Fläche von 290.000 ha angebaut. Italien ist hierbei mit ca. 7 Millionen Tonnen das Hauptanbauland. In der Statistik „Ertrag pro Hektar“ liegen die Niederlande mit knapp 500 Tonnen je Hektar auf Platz 1. Die Tomatenproduktion liegt aber nur bei 0,6 Millionen

Tonnen pro Jahr. Weltweit werden etwa 120 Millionen Tonnen Tomaten produziert. China ist das Land, in dem die meisten Tomaten, nämlich 31 Millionen Tonnen geerntet werden.

Wegen ihrer vielseitigen Verwendbarkeit liegt die Tomate im Verzehr an der Spitze von allem Gemüse. Nebenbei ist die Tomate, abgesehen von den oben beschriebenen Giftstoffen, die aber nur in unreifen Tomaten vorkommen, auch sehr gesund. Sie ist reich an den Vitaminen C, E und Karotin und enthält viel Kalium. Die in den Tomaten enthaltenen Fruchtsäuren (p-Cumarinsäure und Chlorogensäure) sowie Farbstoffe wie Lykopin und Karotin zusammen mit Vitamin C sollen im menschlichen Organismus Nitrat abfangen und so die krebsauslösende Wirkung der Nitrosamine verhindern. Das in den Tomaten enthaltene Lykopin soll neben vielen weiteren positiven Auswirkungen auf die Gesundheit auch das Risiko einer Erblindung im Alter vermindern sowie die Gefahr von Herzinfarkten und Herzkreislauferkrankungen verkleinern.

Von der Vielzahl der Tomatensorten habe ich mich dann für eine Tomate (Lycopersicon esculentum) mit dem Namen „Philovita“ entschieden, da diese Cherrytomate auch für den Topf geeignet ist. Es ist eine F1-Hybride für Freiland und Gewächshaus. Die Bezeichnung F1-Hybride auf der Samentüte heißt, dass das Saatgut züchterisch beeinflusst wurde. Bei meiner Tomate sind das scheinbar die Eigenschaften wie hohe Toleranz gegen die Braunfäule-Krankheit, ein gutes Aroma und hoher Ertrag. Bei der Hybridzüchtung werden zuerst zwei Inzuchtlinien einer Sorte ausgewählt und dann bestimmte Eigenschaften über mehrere Jahre durch bewusste Inzucht und anschließende Selektion verstärkt. F1-Hybriden entstehen dann, wenn zwei Inzuchtlinien miteinander gekreuzt werden. F1-Hybrid ist ein Begriff aus der Vererbungslehre und bedeutet, dass die F1-Generation die erste Filial- oder Tochter-Generation ist. Allerdings liefern diese Sorten nur im ersten Jahr nach der Aussaat die gezüchteten Eigenschaften. Eine Vermehrung des Saatgutes lohnt sich daher nicht, da die Eigenschaften der Elternpflanzen nicht erhalten bleiben. Man muss also jedes Jahr wieder neues Saatgut kaufen.

Die Pflanzen sollen, wie oben bereits erwähnt, laut Beschreibung auf der Saatguttüte von Natur aus hoch tolerant gegen die Braunfäule-Krankheit sein sowie ein gutes Aroma besitzen und ertragreich sein. Außerdem sollen sie wuchsfreudig sein und eine erhöhte Resistenz gegenüber Wurzelnematoden haben. Nematoden sind bis zu 1mm lange Fadenwürmer, die sich schlängelnd fortbewegen, weswegen sie auch „Älchen“ genannt werden.

Bild 1: Vorderseite Saatguttüte

Bild 2: Rückseite Saatguttüte

2.2 Auswahl und Beschreibung der verwendeten Beschallung

2.2.1 Klassische Musik

Für die Beschallung mit klassischer Musik habe ich eine CD mit folgenden drei Streichquartetten und den nachgenannten Sätzen von Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791) mit einer Spieldauer von 62 Minuten und 30 Sekunden gewählt:

Streichquartett Nr. 20 in D-Dur, KV 499
1 Allegretto
2 Menuetto: Allegretto
3 Adagio
4 Allegro

Streichquartett Nr. 23 in F-Dur, KV 590
5 Allegro moderato
6 Andante (Allegretto)
7 Minuetto: Allegretto
8 Allegro

Adagio und Fugue in C-moll, KV 546
9 Adagio
10 Fuga: Allegro (Moderato)

Damit sind für den Versuch auch alle Tempi der Musik von langsam-getragen bis zu schnell abgedeckt. Die Aufnahme stammt vom Éder Quartett mit János Selmeczi und Péter Szűts, Violine; Sándor Papp, Viola und György Éder, Cello und wurde vom fünften bis neunten April 1993 in der Unitarischen Kirche in Budapest produziert.

Bild 3: Titelbild Mozart-CD

2.2.2 Vogelstimmen

Für die Beschallung mit Vogelstimmen habe ich die CD „Schmid • Roché: Was fliegt und singt denn da?“ von der Franckh-Kosmos Verlags-GmbH verwendet. Ich lasse die CD ebenfalls genau 62 Minuten und 30 Sekunden täglich abspielen. Es sind 50 häufige einheimische Brutvogelarten zu hören, die ich nachfolgend einzeln aufgeschrieben habe:

1 Blaumeise, 2 Kohlmeise, 3 Kleiber, 4 Gartenbaumläufer, 5 Wintergoldhähnchen, 6 Zilpzalp, 7 Mönchsgrasmücke, 8 Zaunkönig, 9 Rotkehlchen, 10 Hausrotschwanz, 11 Hausperling, 12 Stieglitz, 13 Buchfink, 14 Grünfink, 15 Gimpel, 16 Goldammer, 17 Mehlschwalbe, 18 Rauchschwalbe, 19 Mauersegler, 20 Eisvogel, 21 Bachstelze, 22 Feldlerche, 23 Buntspecht, 24 Star, 25 Amsel, 26 Wacholderdrossel, 27 Türkentaube, 28 Straßentaube, 29 Ringeltaube, 30 Kuckuck, 31 Kiebitz, 32 Austernfischer, 33 Lachmöwe, 34 Teichhuhn, 35 Blässhuhn, 36 Waldkauz, 37 Turmfalke, 38 Sperber, 39 Eichelhäher, 40 Elster, 41 Aaskrähe, 42 Mäusebussard, 43 Reiherente, 44 Stockente, 45 Höckerschwan, 46 Haubentaucher, 47 Kormoran, 48 Silbermöwe, 49 Graureiher, 50 Weißstorch

Bild 4: Titelbild Begleitheft Vogelstimmen-CD

Es gehören nicht alle der auf der CD zu hörenden Vogelstimmen zu den für Pflanzen nützlichen Schädlingsfressern. Die übrigen Vogelstimmen habe ich jedoch ebenfalls abspielen lassen, da ich es zeitlich nicht geschafft hätte, täglich nur die Vogelstimmen auszusuchen, welche den kleinen Singvögeln und vielleicht noch den (Wühl)mäuse fressenden Greifvögeln gehören.

2.3 Vorgehensweise

Die Aussaat der Tomatensamen erfolgte bei sonnigem Wetter am 14.10.2014 in den Herbstferien. Folgende Wetterdaten lagen nach Angabe der Proplanta GmbH & Co.KG (einem Wetterdienst im Internet – speziell für Agrarwirte) an diesem Tag gegen 14.00 Uhr vor:

Temperatur	18°C
Luftdruck	1007 hPa
Wetterzustand	heiter
relative Feuchte	45%
Taupunkt	6°C

Für meinen Versuch benutzte ich dreimal fünf Terrakotta-Anpflanztöpfe mit einem Durchmesser von sieben Zentimetern: Fünf Töpfe für die Samen, welche auf den Einfluss der klassischen Musik hin untersucht werden sollten, weitere fünf Töpfe für den Versuch mit den Vogelstimmen und außerdem fünf Töpfe für Samen, welche weder mit Musik noch mit Vogelstimmen beeinflusst werden sollten. Als Pflanzerde hatten meine Eltern noch Tomaten- und Gemüseerde, die sie mir zur Verfügung gestellt haben. In jeden Pflanztopf füllte ich ca. 5cm hoch die fertige Tomaten- und Gemüseerde. Nun bohrte ich mit dem Finger ein ca. 0,5cm tiefes Loch in die Erde und legte pro Topf jeweils einen Tomatensamen hinein. Anschließend bedeckte ich das Loch wieder mit etwas Erde, weil Tomaten Dunkelkeimer sind. Alle Pflanztöpfe habe ich dann noch gekennzeichnet, damit es nicht zu Verwechslungen kommt. Abschließend habe ich alle Pflanztöpfe gut befeuchtet.

Bild 5: Einsaat: Fotos vom 14.10.2014 (eigene Fotos)

Jetzt brauchte ich nur noch einen geeigneten Standort für meine Töpfe. Meine Mutter hat mir die Blumenfensterbank auf der Südseite unseres Hauses zur Verfügung gestellt. So hatten die Tomatensamen optimale Bedingungen für Keimung und Wachstum. Alle Pflanztöpfe bekamen zunächst zweimal täglich 10ml Wasser. Zur genauen Abmessung der Wassermenge für jeden Topf benutzte ich einen Messbecher einer Hustensaftflasche. Die Raumtemperatur betrug im Mittel etwa 19°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit im Mittel von ca. 60,0%.

Ab dem 16.10.2014 habe ich dann täglich fünf markierte Pflanztöpfe ca. eine Stunde (62 Minuten und 30 Sekunden genau) mit Musik von Mozart beschallt und weitere fünf markierte Töpfe ebenfalls ca. eine Stunde mit den Vogelstimmen beschallt. Die restlichen fünf Töpfe bekamen keine Extrabeschallung. Während der Zeit der Zusatzbeschallung habe ich die Pflanztöpfe, die nicht beschallt werden sollten, in einem anderen Raum mit Südfensterbank gelagert. Der Raum hatte

annähernd die gleiche Temperatur und Luftfeuchte und war schalldicht von dem anderen Raum abgeschlossen.

2.4 Auswertung

Nach fünf spannenden Tagen sah ich, dass sich die ersten Keimlinge durch die Erde schoben. Als Keimung wird der Vorgang bezeichnet, bei dem aus einem Samen ein Keimling mit den ersten Keimblättern wächst. Die wichtigsten Voraussetzungen für die Keimung eines Samens sind Wasser, Wärme, Licht oder Dunkelheit und Sauerstoff. Am Anfang der Keimung kommt zuerst die Wurzelanlage durch die Samenschale. Danach streckt sich der Vorläufer der Sprossachse nach oben und durchstößt in Hakenform die Erdoberfläche. Dabei drückt er die Keimblätter mit nach oben. Die Keimblätter betreiben die Photosynthese und ernähren den Keimling solange, bis die ersten Laubblätter voll entwickelt sind. Danach sterben die Keimblätter ab.

Stand der Aufgangsrate nach sieben Tagen:

Art der Beschallung		Datum							
		14.10.14	15.10.14	16.10.14	17.10.14	18.10.14	19.10.14	20.10.14	21.10.14
Mozart	Pflanze 1	—	—	—	—	—	—	X	—
	Pflanze 2	—	—	—	—	—	—	—	X
	Pflanze 3	—	—	—	—	—	—	—	X
	Pflanze 4	—	—	—	—	—	X	—	—
	Pflanze 5	—	—	—	—	—	X	—	—
Vogelstimmen	Pflanze 1	—	—	—	—	—	X	—	—
	Pflanze 2	—	—	—	—	—	—	—	X
	Pflanze 3	—	—	—	—	—	X	—	—
	Pflanze 4	—	—	—	—	—	—	—	X
	Pflanze 5	—	—	—	—	—	—	X	—
ohne Beschallung	Pflanze 1	—	—	—	—	—	X	—	—
	Pflanze 2	—	—	—	—	—	X	—	—
	Pflanze 3	—	—	—	—	—	—	—	X
	Pflanze 4	—	—	—	—	—	—	X	—
	Pflanze 5	—	—	—	—	—	—	X	—

Tabelle 1: Anzahl der gekeimten Tomatensamen

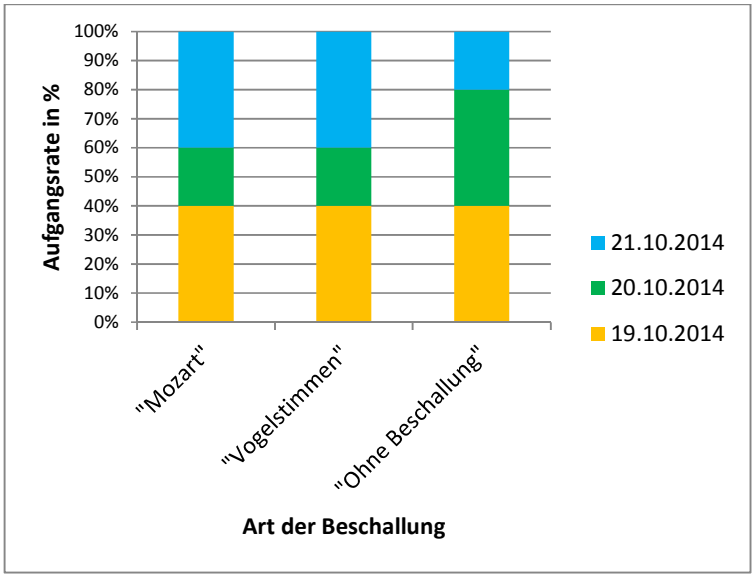

Diagramm 1: Keimung der Tomatensamen

Bereits am 26.10.2014 waren alle Keimlinge mit voll entfalteten Keimblättern vorhanden. Der Keimling im Pflanztopf 2 der Tomatenpflanzen ohne zusätzliche Beschallung hat als einziger Keimling drei Keimblätter statt der üblichen zwei Keimblätter entwickelt. Alle Keimlinge haben sich gut entwickelt und sind ca. 3,5 cm hoch.

Bild 6: Keimlinge mit Keimblättern: Fotos vom 26.10.2014 (eigene Fotos, Foto links „Mozart", Foto Mitte „Vogelstimmen", Foto rechts „ohne Beschallung")

Für die Messungen der Wuchshöhen habe ich ein Maßband verwendet. Als Wuchshöhe in meinem Experiment gilt die Höhe bis zur letzten Gabelung des Tomatenstängels (siehe Bild 7):

Bild 7: Definition Wuchshöhenmaß

Am 01.11.2014 hatten alle Tomatenpflanzen die ersten Tomatenblätter entwickelt. Bei den Wachstumshöhen zeigten sich noch keine großen Unterschiede. Alle Pflanzen bekamen ab jetzt einmal täglich 15ml Wasser und wurden einmal täglich beschallt, ausgenommen die fünf Pflanzen, welche ohne Beschallung bleiben sollten.

Bild 8: Erste Tomatenblätter: Fotos vom 01.11.2014 (eigene Fotos, Foto links „Mozart“, Foto Mitte „Vogelstimmen“, Foto rechts „ohne Beschallung“)

Auch 30 Tage nach Aussaat gab es bei den Wachstumshöhen der Tomatenpflanzen noch keine großen Unterschiede. Erst bei der Messung der Wachstumshöhen am 03.12.2014, als die Anzuchttöpfe für die ersten Tomatenpflanzen deutlich zu klein waren, sah ich doch schon deutliche Wachstumsunterschiede.

Bild 9: Tomatenpflanzen vor dem Umtopfen: Fotos vom 03.12.2014 (eigene Fotos, Foto links „Mozart“, Foto Mitte „Vogelstimmen“, Foto rechts „ohne Beschallung“)

An diesem Tag entschloss ich mich dann auch, meine Tomatenpflanzen in größere Töpfe umzutopfen. Dazu besorgte ich mir diesmal 15 Kunststoff-Pflanztöpfe mit einem Durchmesser von 10 Zentimeter. Als Pflanzerde verwendete ich die Tomaten- und Gemüseerde, die ich auch bei der Aussaat der Tomatensamen benutzt habe. Das Umtopfen der Tomatenpflanzen erfolgte dann nachmittags nach der Schule am 03.12.2014 bei stark bewölktem Himmel und herbst- bis winterlichen Temperaturen. Folgende Wetterdaten lagen diesmal nach Angabe der Proplanta GmbH & Co.KG an diesem Tag gegen 17.00 Uhr vor:

Temperatur	0°C
Luftdruck	1020hPa
Wetterzustand	bewölkt
Relative Feuchte	92,9%
Taupunkt	-1°C

Nach dem Umtopfen setzte ich die Tomatenpflanzen wieder auf ihren alten Standort zurück, wo sie sich zunächst vom Umtopfen erholen sollten. Seit dem Umtopfen bekamen die Pflanzen nun zunächst zweimal täglich 15ml Wasser. Bis einschließlich am 08.12.2014 standen die Tomatenpflanzen an ihrem gewohnten Ort. Am 09.12.2014 musste ich dann aus organisatorischen Gründen bis auf

weiteres mit meinen Tomatenpflanzen in einen anderen Raum mit einem anderen Raumklima umziehen. Die Raumtemperatur betrug jetzt nur noch etwa 15°C im Mittel bei einer relativen Luftfeuchte von 62,5%. Am 17.12.2014 bemerkte ich bei einigen Pflanzen, dass die unteren Tomatenblätter an den Spitzen hell und später gelblich/bräunlich wurden. Die Pflanzenerde war viel zu feucht. Ab sofort bekamen die Tomatenpflanzen nur noch einmal täglich 15ml Wasser. Bis zum 22.12.2014 verschlechterte sich der Zustand der Pflanzen, obwohl sie nur noch die Hälfte an Wasser bekamen. An diesem Tag kamen die Tomatenpflanzen wieder an ihren alten Standort zurück. Vom 23.12.2014 bis einschließlich 26.12.2014 habe ich die Pflanzen dann nicht gegossen. Nach drei Tagen Trockenheit hatten sich die Tomatenpflanzen wieder erholt. Seit dem 27.12.2014 wurden sie zunächst nur noch alle drei Tage mit 10ml Wasser befeuchtet. Da die Pflanzerde nun mittlerweile doch wieder sehr schnell trocknet und die ersten unteren Laubblätter welken und abfallen, wurden die Pflanzen ab dem 08.01.2015 täglich mit 10 ml Wasser und seit dem 10.01.2015 täglich mit 15 ml Wasser befeuchtet.

In Tabelle 2 habe ich alle Wachstumshöhen von den bis jetzt gemachten Messungen aufgeschrieben und in dem zugehörigen Diagramm 2 ausgewertet. In dem Diagramm erkennt man sehr gut den Mittelwert des Wachstumsverlaufs zu der Art der Beschallung. Ursache des Knicks bei allen drei Geraden zwischen dem 03.12.2014 und dem 08.12.2014 muss das Umtopfen sein.
Bei dem Mittelwert der Wuchshöhen für die Tomatenpflanze „Mozart“ 4 sieht man, dass diese Pflanze seit der Messung am 27.12.2014 nicht weiter wächst. Um ein aussagekräftigeres Ergebnis darzustellen habe ich mich dazu entschlossen, von den jeweils drei Versuchsreihen die Pflanze mit der geringsten Wachstumshöhe in der Bewertung nicht zu berücksichtigen. Trotzdem liegen, wie man im Diagramm 3 sieht, auch dann die Tomatenpflanzen mit der „Vogelstimmenbeschallung“ in den mittleren Wachstumshöhen noch knapp vor der „Mozartbeschallung“. Eine Beschallung der Pflanzen scheint wohl doch Einfluss auf ihr Wachstum zu haben. Doch wie lassen sich diese Unterschiede im Wachstum erklären?
Wie ich im Biologieunterricht bei Herr Weiler gelernt habe, findet in den Blättern der Pflanzen die Photosynthese statt. Auf der Blattunterseite befinden sich viele spaltförmige Öffnungen, die man Spaltöffnungen nennt. Mit Hilfe der Spaltöffnungen wird Kohlenstoffdioxid aus der Luft aufgenommen und Sauerstoff und Wasserdampf aus der Pflanze in die Luft abgegeben. Doch was hat das mit Geräuschen zu tun? In einem Artikel über Frequenz und Pflanzen (http://www.energieblog24.de/frequenz-und-pflanzen/ fand ich hierzu eine Antwort. Die Spaltöffnungen sollen sich bei bestimmten Frequenzen weiter öffnen um so einen besseren Stoffwechsel der Pflanze zu bewirken. Wenn von bestimmten Frequenzen die Rede ist, muss man davon ausgehen, dass nicht alle Geräusche eine positive Wirkung auf das Wachstum haben.
In meinen Versuchen müssten sich also die Spaltöffnungen bei der Beschallung weiter öffnen als bei den nicht beschallten Blättern. Eine nähere Untersuchung hierzu war mir im Rahmen dieses Projektes nicht möglich. Ich hoffe jedoch, dass ich dies in einem Folgeprojekt unter der Anleitung meines Biologielehrers noch untersuchen kann.

Datum	26.10.14	01.11.14	16.11.14	03.12.14	08.12.14	27.12.14	31.12.14	05.01.15	11.01.15
Art der Beschallung	Wuchshöhen in cm								
„Mozart“ 1	3,5	5,0	10,0	17,0	18,5	29,5	31,5	33,5	34,5
2	3,5	5,0	12,0	23,0	23,0	37,0	38,5	39,5	40,5
3	3,0	4,0	8,0	15,5	15,5	23,0	26,0	28,0	30,5
4	3,0	3,5	5,0	7,0	7,0	7,5	7,5	7,5	8,0
5	3,5	5,0	11,0	23,5	24,0	37,5	39,5	42,5	44,5
Summe aus 1-5	16,5	22,5	46,0	86,0	88,0	134,5	143,0	151,0	158,0
Mittelwert aus 1-5	3,3	4,5	9,2	17,2	17,6	26,9	28,6	30,2	31,6
„Vogelstimmen“ 1	3,5	5,0	10,5	19,0	23,5	31,0	35,0	38,0	41,0
2	3,5	4,0	7,0	13,0	13,5	21,0	21,0	24,0	25,0
3	3,5	5,0	11,5	22,5	24,0	36,0	37,0	40,0	42,5
4	3,5	5,0	11,0	18,0	19,0	28,0	29,0	31,5	34,5
5	3,5	5,0	10,5	22,0	23,5	34,5	38,0	41,0	44,0
Summe aus 1-5	17,5	24,0	50,5	94,5	102,5	150,5	160,0	174,5	187,0
Mittelwert aus 1-5	3,5	4,8	10,1	18,9	20,5	30,1	32,0	34,9	37,4
„ohne Beschallung“1	3,5	4,5	7,5	11,5	12,0	18,5	23,0	24,0	27,5
2	3,5	4,5	7,5	15,0	15,5	25,0	27,0	29,0	33,5
3	3,5	6,5	11,0	21,0	22,5	39,0	42,0	46,5	48,0
4	3,5	4,5	7,5	12,5	13,5	22,0	25,0	26,5	33,0
5	3,5	4,5	6,0	8,5	8,5	14,0	17,0	20,5	21,0
Summe aus 1-5	17,5	24,5	39,5	68,5	72,0	118,5	134,0	146,5	163,0
Mittelwert aus 1-5	3,5	4,9	7,9	13,7	14,4	23,7	26,8	29,3	32,6

Tabelle 2: Wuchshöhen in cm

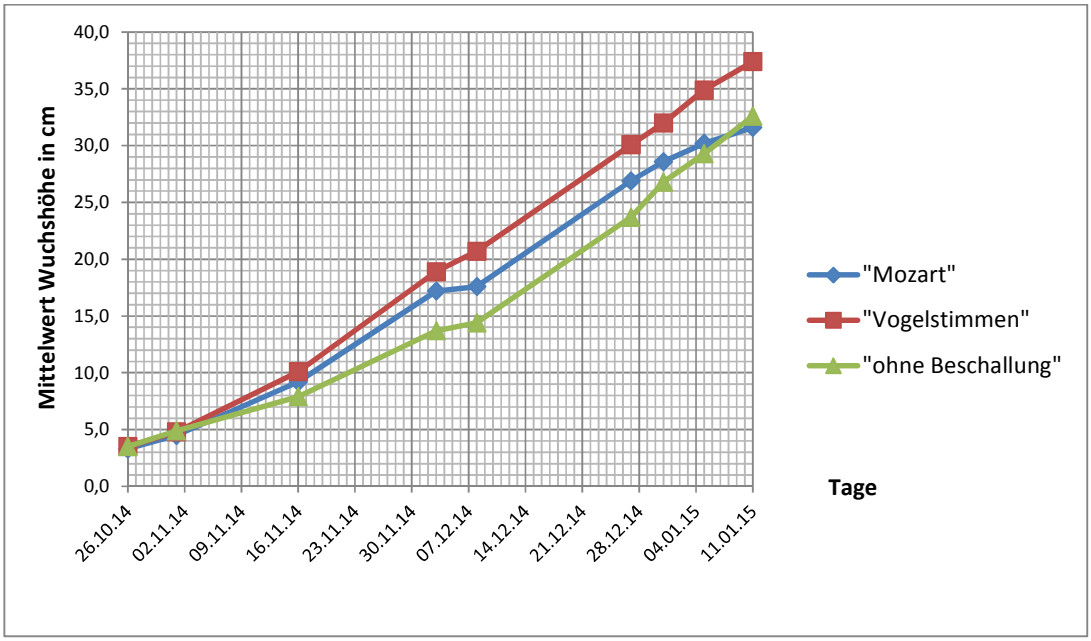

Diagramm 2: Mittelwert der Wuchshöhen aus Tabelle 2

Art der Beschallung	Datum								
	26.10.14	01.11.14	16.11.14	03.12.14	08.12.14	27.12.14	31.12.14	05.01.15	11.01.15
„Mozart“ 1	3,5	5,0	10,0	17,0	18,5	29,5	31,5	33,5	34,5
2	3,5	5,0	12,0	23,0	23,0	37,0	38,5	39,5	40,5
3	3,0	4,0	8,0	15,5	15,5	23,0	26,0	28,0	30,5
4	~~3,0~~	~~3,5~~	~~5,0~~	~~7,0~~	~~7,0~~	~~7,5~~	~~7,5~~	~~7,5~~	~~8,0~~
5	3,5	5,0	11,0	23,5	24,0	37,5	39,5	42,5	44,5
Summe 1+2+3+5	13,5	22,5	41,0	79,0	81,0	127,0	135,5	143,5	150,0
Mittelwert 1+2+3+5	3,4	4,8	10,3	19,8	20,3	31,8	33,9	35,9	37,5
„Vogelstimmen“ 1	3,5	5,0	10,5	19,0	23,5	31,0	35,0	38,0	41,0
2	~~3,5~~	~~4,0~~	~~7,0~~	~~13,0~~	~~13,5~~	~~21,0~~	~~21,0~~	~~24,0~~	~~25,0~~
3	3,5	5,0	11,5	22,5	24,0	36,0	37,0	40,0	42,5
4	3,5	5,0	11,0	18,0	19,0	28,0	29,0	31,5	34,5
5	3,5	5,0	10,5	22,0	23,5	34,5	38,0	41,0	44,0
Summe 1+3+4+5	14,0	20,0	43,5	81,5	90,0	129,5	139,0	150,5	162,0
Mittelwert 1+3+4+5	3,5	5,0	10,9	20,4	22,5	32,4	34,8	37,6	40,5
„ohne Beschallung“1	3,5	4,5	7,5	11,5	12,0	18,5	23,0	24,0	27,5
2	3,5	4,5	7,5	15,0	15,5	25,0	27,0	29,0	33,5
3	3,5	6,5	11,0	21,0	22,5	39,0	42,0	46,5	48,0
4	3,5	4,5	7,5	12,5	13,5	22,0	25,0	26,5	33,0
5	~~3,5~~	~~4,5~~	~~6,0~~	~~8,5~~	~~8,5~~	~~14,0~~	~~17,0~~	~~20,5~~	~~21,0~~
Summe 1+2+3+4	14,0	20,0	33,5	60,0	63,5	104,5	117,0	126,0	142,0
Mittelwert 1+2+3+4	3,5	5,0	8,4	15,0	15,9	26,1	29,3	31,5	35,5

Tabelle 3: Wuchshöhen in cm bei Vernachlässigung der jeweils geringsten Pflanzenhöhe

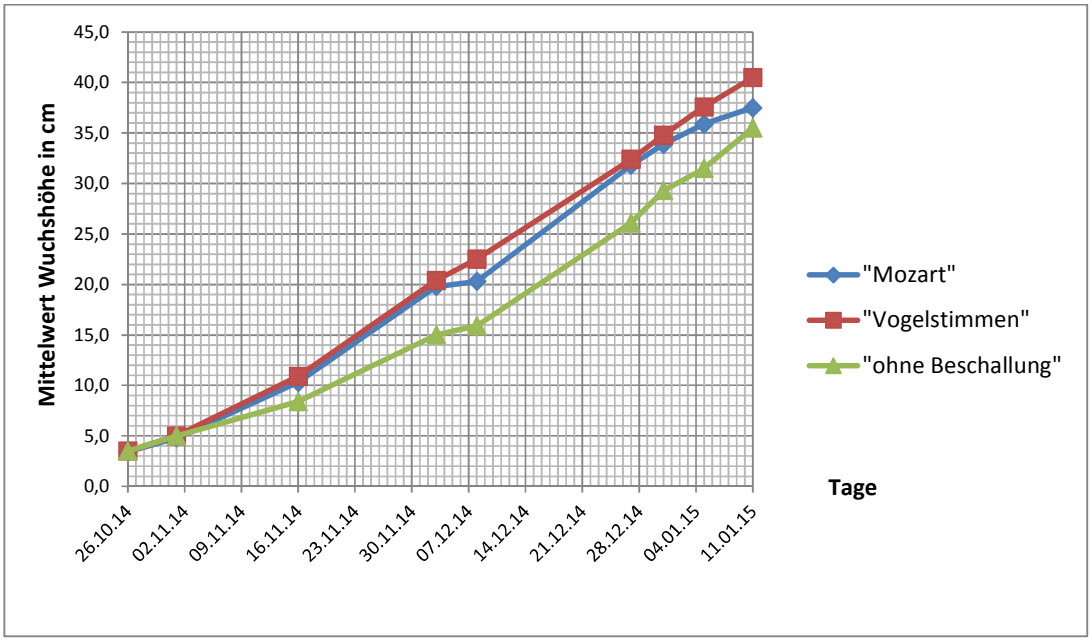

Diagramm 3: Mittelwert der Wuchshöhen aus Tabelle 3

3 Schluss

3.1 Kritische Rückschau

Im Verlauf meines Experiments wurden mir einige Schwächen und Probleme bewusst:

1. Um aussagekräftigere Ergebnisse erzielen zu können, hätte ich mehr Tomatenpflanzen gebraucht, da logischerweise auch die Samen selber schon Merkmale zur Qualität enthalten, welche man so nicht sehen kann. Dies war mir aber leider aus Platzgründen nicht möglich. In meinen Versuch ist ein Samen aus der Versuchsreihe „Mozart“ zwar aufgegangen, hat sich aber im Vergleich zu allen anderen Tomatenpflanzen sehr schlecht entwickelt. Ich muss also bei solch einem Experiment mit Ausfällen rechnen und dies bei der Planung berücksichtigen, damit ich ein aussagekräftiges Ergebnis erhalte.

2. Selbst wenn die Pflanzen auf ein und derselben Fensterbank stehen, so ändert sich die Sonneneinstrahlung über den Tag gesehen auf den einzelnen Teilabschnitten der Fensterbank. Nur um zwölf Uhr bekommen alle Pflanzen gleich viel Licht. Gerade im Winter kann das für die Pflanzen, welche die Nachmittagssonne stärker abbekommen, vielleicht Einfluss haben. Ich habe zwar versucht, die Pflanzen immer mal innerhalb des Standortes der Fensterbank zu versetzen. Es stellte sich für mich hierbei allerdings auch die Frage, ob es einen Einfluss auf das Wachstum der Pflanzen hat, zu welcher Tageszeit sie besonders viel Sonne bekommen.

3.2 Ausblick

Die Fortführung meines Experiments ist bestimmt sinnvoll, um herauszufinden, ob die Tomatenpflanzen mit zusätzlicher Beschallung auch weiterhin schneller wachsen und vielleicht auch einen größeren Ertrag erbringen und die Tomaten einen besseren Geschmack haben. Bisher liegen die Tomatenpflanzen mit einer „Vogelstimmenbeschallung“ in meinem Experiment im Wachstum vor der „Mozartbeschallung“. Auch würde ich gerne noch die Spaltöffnungen auf der Blattunterseite der Tomatenpflanzen mikroskopieren, um einen möglichen Unterschied zwischen der Art der Beschallung festzustellen. Es bleibt für mich weiter spannend.

3.3 Persönliche Erkenntnisse

Es war sehr spannend herauszufinden, dass man das Wachstum von Pflanzen mit einer Beschallung scheinbar beeinflussen kann und dass es dafür auch eine Erklärung gibt.
Das Experiment hat mir sehr viel Spaß gemacht und ich habe eine ganze Menge in der Zeit über Pflanzen und Tomaten und deren Anbau gelernt. Ich habe allerdings auch festgestellt, dass man für solch eine Arbeit viel Zeit und eine Menge Geduld, Ausdauer und Fleiß benötigt.

4 Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Vorderseite Saatguttüte…… 7
Bild 2: Rückseite Saatguttüte…… 7
Bild 3: Titelbild Mozart-CD…… 8
Bild 4: Titelbild Begleitheft Vogelstimmen-CD…… 9
Bild 5: Einsaat (eigene Fotos)…….. 10
Bild 6: Keimlinge mit Keimblättern (eigene Fotos)……... 12
Bild 7: Definition Wuchshöhenmaß (eigenes Foto)……... 12
Bild 8: Erste Tomatenblätter (eigene Fotos)…….. 13
Bild 9: Tomatenpflanzen vor dem Umtopfen (eigene Fotos)……..... 13

Diagramm 1: Keimung der Tomatensamen…… 12
Diagramm 2: Mittelwert der Wuchshöhen aus Tabelle 2…… 15
Diagramm 3: Mittelwert der Wuchshöhen aus Tabelle 3…… 16

Tabelle 1: Anzahl der gekeimten Tomatensamen …… 11
Tabelle 2: Wuchshöhen in cm…….. 15
Tabelle 3: Wuchshöhen in cm bei Vernachlässigung der jeweils geringsten Pflanzenhöhe …… 16

5 Quellen- und Literaturverzeichnis

Bücher:

Melanie Grabner, Christine Weidenweber: „Tomatenliebe: Wie Amore und die Olympische Flamme den Weg in meinen Garten fanden“, Stuttgart 2014

Rainer Hausfeld, Wolfgang Schulenberg: „Bioskop Gymnasium Nordrhein-Westfalen 5/6“, Braunschweig 2008

Zeitschriftenartikel und Aufsätze:

Ulrike Lindner: „Rund um die Tomate“, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster ohne Datum

Dr. Markus Nipkow unter Mitarbeit von Dr. Hermann Hötker, Heike Jeromin, Dr. Christoph Kaatz, Heinz Kowalski, Jörg-Andreas Krüger, Helmut Opitz, Dr. Hans-Jürgen Stork, Kai-Michael Thomsen: „Vogelschutz in Deutschland: Das NABU-Grundsatzprogramm Vogelschutz“, Berlin 2010, S. 10

Christoph Sudfeldt, Rainer Dröschmeister, Christoph Grüneberg, Alexander Mitschke, Heinrich Schöpf und Johannes Wahl: „Vögel in Deutschland“, Münster 2007

Internetseiten:

http://www.energieblog24.de/frequenz-und-pflanzen, Timo Essner, 27.11.2014, 18:09

http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lexikon/keimung-der-samen-283, 03.01.2015, 11:21

https://www.planet-wissen.de/natur_technik/pflanzen/sinne-der-pflanzen/wissensfrage.jsp, WDR / SWR / ARD-alpha 2014, Rita Gudermann/ Wiebke Ziegler, Stand vom 16.10.2014, 27.10.2014, 17:24

http://www.proplanta.de/Agrar-Wetter/Euskirchen_Rueckblick_14-10-2014_AgrarWetter.html, 30.12.2014, 11:59

http://www.proplanta.de/Agrar-Wetter/Euskirchen_Rueckblick_03.12.2014_AgrarWetter.html, 31.12.2014, 14:49

http://www.tomaten.de/tomatenanbau/tomaten-saeen.html, 14.10.2014, 17:43

http://www.welt.de/wissenschaft/article5804911/Pflanzen-besitzen-eine-besondere-Intelligenz, 27.11.2014, 18:24

http://de.wikipedia.org/wiki/Tomate, Letzte Änderung 06.12.2014, 07.12.2014, 11:39