

Marie Curie und die (einst) strahlende Radium-Stadt Jachymov

Bernd Laquai, 20. Juli 2015



Abb. 1 : Die Begrüßung der Besucher am Ortseingang von Jachymov

Anfangs des 20.ten Jahrhunderts strahlte Sankt Joachimsthal (heute Jachymov) in vollstem Glanze. Zu verdanken hatte die Stadt den Ruhm und Glanz Marie Curie und ihrem Mann Pierre, die das 1898 entdeckte Radium und Polonium aus den Produktionsresten von Joachimsthaler Uranfarben herstellten. Der gigantische Hype um den medizinischen Nutzen des Radiums, der daraufhin einsetzte, und das Quasi-Monopol der Rohstoffe, das die staatliche Joachimsthaler Bergbau-Verwaltung hatte, bescherte der Stadt eine Weltberühmtheit und für etliche Jahre einen Kurtourismus der Superlative. Auch heute strahlt die Stadt noch deutlich, aber vor allem in Form einer deutlichen Kontamination des Erdreiches, vor allem an der Stelle, an der früher die berühmt-gewordene k.k. Uranfabrik stand, und an der sich heute der Kurpark befindet. Dort ist auch ein dem Ehepaar Curie gewidmetes Denkmal zu finden (bei N50 21.575 E12 56.110, siehe Abb. 19), neben dem es richtig schön „tickt“. Aber auch einige Häuser in der Stadt strahlen noch spürbar und auch in der Nähe der Gruben findet man immer noch massive Hotspots, die von „hochprozentigen“

Uranmineralien herrühren. Aber auch der Kurtourismus ist noch mit einem gewissen Glanz zu finden, allerdings hat das im unteren, südlichen Teil der Stadt gelegene Kurviertel mächtig gegen den herben Verfall der oberen, nördlichen Stadthälfte zu kämpfen, das auf die Gäste vermutlich etwas abschreckend wirkt.

Das 1912 im Süden der Stadt erbaute Prunk-Hotel Radium Palace (N50 21.511 E12 56.064), sowie das Kurhaus für Radium-Therapie, der Kurpark und die umliegenden Häuser im Kurviertel sind in der Zwischenzeit wieder optisch sehr schön restauriert und bilden damit auch den Haupt-Anziehungspunkt für den Kurtourismus. Dagegen liegen die etwas weniger schönen, aber ähnlich großen Kurhotels Curie und Behounek bereits in einem Stadtgebiet, das deutlich von gewissen wirtschaftlichen Schwierigkeiten gezeichnet ist. Der obere Teil der Stadt um die ehemals große, innerstädtische Grube Konstantin, später Svornost (Einigkeit), bei E50 22.354 E12 54.689, ist ganz offensichtlich vom wirtschaftlichen und finanziellen Interesse her gesehen einer gefährlichen Interessenlosigkeit ausgesetzt. Wunderschöne Jugendstil-Häuser, noble Villen sowie ein traumhaft schönes pompöses Schulhaus mit zerbrochenen Fenstern und abgefallenem Putz stehen leer, niemand will die Immobilien kaufen und das nötige Geld investieren um das historische Kulturgut noch zu retten. Vermutlich müsste man das eine oder andere Haus auch noch bezüglich den verwendeten radioaktiven Baustoffe und der Radon-Undichtigkeit sanieren. Auf das Radon-Problem in den Wohnhäusern Joachimsthal weist schon der Radon-Lehrpfad hin, der bei der Grube Svornost beginnt und am Stollen Nr.1 (heute Besucherbergwerk Stola C1, bei N50 22.266 E12 54.664) vorbeiführt. Man kann davon ausgehen, dass der größte Teil der Bevölkerung sich solche aufwändigen und teuren Sanierungen nicht leisten kann. Insgesamt hat man das Gefühl, dass es für die Stadt eher schwierig ist, die noch vorhandenen Bewohner zu halten, denn außer den Arbeitsplätzen im Kurbetrieb kann die Stadt heute kaum noch Arbeitsplätze bieten.

Was das Kulturgut im Norden der Stadt anbelangt, fallen aber das restaurierte historische Rathaus und die sehr schön wiederhergestellte ehemalige Joachimsthaler Münze aus der Reihe. Das heute darin untergebrachte Museum (N50 22.289 E12 54.787) stellt die Geschichte der Stadt bis zur Gegenwart, inklusive der Phase des Uranbergbaus, dar. Dieses Museum ist wirklich sehenswert. Aber auch die Kirche und die ehemalige Förderanlage der Grube Svornost, sowie einige wenige Häuser sind schön restauriert. Man kann der Stadt nur wünschen, dass es gelingt, die übrige Bausubstanz mit kulturellem Wert ebenfalls noch zu sanieren, und der Etablierung billiger Alkoholläden und Ramschläden asiatischer Herkunft sowie von Nachtclubs mit der entsprechenden Kundschaft etwas Einhalt zu gebieten.

Die Geschichte Joachimsthal begann um das Jahr 1520 als Bergbau-Prospektoren in dem damaligen Dorf Konradsgrün an dem Bach Weseritz eine ergiebige Silberader fanden. Als man dann in der Nähe noch weitere reichhaltige Adern fand, begann sich der Bergbau rasant zu entwickeln und das Dorf wurde zunächst in „Thal“ und später in Sankt Joachimsthal umbenannt. Im Jahre 1535, als der Bergbau das erste mal so richtig boomte, lebten in der Stadt bereits 18000 Einwohner (heute sind es noch etwa 3000) und alles drehte sich um das Silber. Sankt Joachimsthal lag zu diesem Zeitpunkt auf dem Staatsgebiet der kaiserlich-königlichen Österreichisch-Ungarischen Monarchie, oder kurz der k.k. Monarchie. In der Joachimsthaler Münze wurden im 16 und 17. Jahrhundert der „Thaler“ oder tschechisch der „tholar“ geprägt, von dem sich auch der Währungsname Dollar ableitet. In der Ersten Bergbauphase der Stadt wurden außerdem noch Buntmetalle wie Nickel, Kobalt, Wismut,

Blei, Arsen und Zinn abgebaut. Man kannte auch schon die Pechblende, das glänzend schwarze Gestein, das als Zeichen dafür gewertet wurde, dass man an dieser Stelle Pech gehabt hatte und keine weiteren wertvollen Mineralien mehr finden konnte.

Als der deutsche Chemiker Hans Martin Klaproth 1789 das Element Uran in Pechblendenerz aus dem 20km entfernten Johanngeorgenstadt entdeckte, erkannte er bereits, dass man daraus Salze gewinnen konnte, mit denen sich feuerfeste Farben herstellen ließen. Sie waren für die Glas- und Porzellanindustrie von großem Interesse. Nachdem im 19. Jahrhundert der Silberbergbau in Joachimsthal allmählich zu Ende ging, entschloss sich die k.k. Berg- und Hüttenverwaltung in St. Joachimsthal eine Fabrik zur Erzeugung von Uranfarben zu bauen, welche im Sommer 1855 fertiggestellt wurde. Es war die sogenannte staatliche k.k. Uranfabrik, welche im Jahr 1886 bereits 11 Tonnen Uranfarben produzierte.

Zum Wechsel des 19. auf das 20. Jahrhunderts stellte die k.k. Uranfabrik acht verschiedene Farben her. Es waren sieben verschiedene Gelb- und Orange-Töne und eine schwarze Farbe. Die grundlegende gelbe Farbe war das Dinatriumdiuranat $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$. Das billigste Produkt war das Uranylнитrat $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$, welches den größten Absatz hatte und oft auch zu anderen chemischen Zwecken verwendet wurde. Der Gewichtsanteil des Metallurans bewegte sich bei den sechs gelben Farbtönen zwischen 62 – 72 %, das schwarze „Protooxyd“ (U_3O_8) enthielt 85 % Uran und das Uranylнитrat nur 47,5 %.

Joachimsthal entwickelte sich so zu einem Zentrum, welches als einziges neben den üblichen blauen Kobaltfarben, weltweit diese feuerfesten Uranfarben über die ganze zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts ununterbrochen herstellte. Damit erreichte Joachimsthal bis zum 20. Jahrhundert eine gewisse Monopolstellung auch im Uranabbau.

Aber erst Madame Curie machte den Ort so richtig berühmt. Sie hatte von den geheimnisvollen „Uran-Strahlen“ gehört, die Henri Becquerel 1896 an den Uransalzen entdeckte, und war nach ihrem Physikstudium an der Pariser Sorbonne auf der Suche nach einer Doktorarbeit. Sie nahm sich des Themas an und untersuchte ebenfalls Uransalze aber auch natürliche Uranmineralien. Dabei entwickelte sie zunächst mit ihrem Mann Pierre zusammen eine hochempfindliche, quantitative Nachweisapparatur für diese Strahlen. Im Prinzip konnte diese Apparatur den extrem kleinen Strom (einige Picoampere) in einer einfachen Ionisationskammer mit Hilfe einer Kompensationsmethode sehr präzise quantitativ bestimmen. Zur Kompensation verwendeten die Eheleute Curie einen piezoelektrischen Quarz mit einer Waagschale, der aufgrund des piezoelektrischen Effekts eine den Gewichten entsprechende Ladung erzeugte. Mit dieser Ladung kompensierten sie die Ladung, welche in einer gewissen Zeit von der Ionisationskammer erzeugt wurde, zu Null. Den exakten Null-Abgleich der Ladungen wiesen sie mit einem Quadranten- Elektrometer nach.

Mit Hilfe dieser Apparatur kam Marie Curie darauf, dass Pechblende, die sie aus Joachimsthal bekam, einen deutlich höheren Ionisationsstrom erzeugt, als es vom Urangehalt alleine her zu erwarten gewesen wäre. Sie schloss daraus, dass in der Pechblende mindestens noch ein weiteres Element vorhanden sein musste, das dazu beitrug. Im Rahmen der Forschungen für ihre Doktorarbeit fand sie dann gleich zwei weitere radioaktive Elemente, zuerst das Polonium und dann das wegen seiner längeren

Halbwertszeit dauerhaft radioaktive Radium. Um die Stärke der Ionisierungsfähigkeit zu beschreiben definierte sie erstmals den Begriff der Radioaktivität.

Hintergrund ihrer Erkenntnis aus heutiger Sicht war, dass im natürlichen Uranmineral Pechblende, auf Grund der langen Halbwertszeit des Uran von 4.5Mrd. Jahren, alle weiteren Zerfallsprodukte aus der Uran Zerfallskette, welche alle eine deutlich kürzere Halbwertszeit haben, im natürlichen (säkularen) Gleichgewicht parallel vorliegen und laufend nachgebildet werden und daher additiv zur Gesamtaktivität beitragen. Unter diesen Zerfallsprodukten findet sich unter anderem das Radium mit 1602 Jahren Halbwertszeit und die Isotope 218, 214 und 210 des Polonium. Es war das Polonium 210 mit 138 Tagen Halbwertszeit, das sie fand, die anderen beiden Isotope haben Halbwertszeiten im Sekunden und Mikrosekunden-Bereich. Sie erkannte dabei aber auch noch die Tatsache, dass in St. Joachimsthal bei der Uranfarbenherstellung nur das Uran chemisch gebunden wurde und damit aus der Pechblende extrahiert wurde, die übrigen Zerfallsprodukte wie das Radium verblieben in den Produktionsrückständen. Da sie finanziell zunächst nicht gut ausgestattet war und niemals soviel frisches Pechblenden-Material hätte kaufen können um dann durch eine wenig effiziente fraktionierte Kristallisation noch eine brauchbare Menge Radium gewinnen zu können, kam sie auf die clevere Idee in der k.k. Uranfabrik nach den wertlosen Produktionsabfällen zu fragen, die bisher auf Deponien entsorgt wurden. Mit Hilfe von Beziehungen zum k.k. Ackerbau-Ministerium und zur Wiener Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften erreichte das Ehepaar Curie mehrfach Lieferungen von mehreren Tonnen an Rückständen aus der Uranfarbenproduktion.

Bei der Verteidigung ihrer Doktorarbeit im Jahre 1903 hatte sie schließlich aus 2.8 Tonnen an Joachimsthaler Farb-Rückständen 1g Radium isoliert, welches ihrer Kompensationsmethode nach 1.4 Millionen mal radioaktiver war als das metallische Uran, womit sie dem wahren Wert schon sehr nahe lag. Außerdem ermittelte sie das Atomgewicht des Radium mit 225 ± 1 , so dass sie den wahren Wert von 226 im Rahmen der angegebenen Unsicherheit ziemlich genau traf. Die erfolgreiche Untersuchung und Quantifizierung der Strahlungsphänomene am Uran, Radium und Polonium brachte ihr zusammen mit ihrem Mann und dem Forscherkollegen Becquerel ihren ersten Nobelpreis in Physik ein und später auch noch einen Nobelpreis in Chemie für die Entdeckung des Polonium und Radium sowie für die chemische Isolierung des Radium. Damit waren dann ihre finanziellen Sorgen auch gelöst, sie bekam als erste Frau einen Lehrauftrag an der Sorbonne und erhielt ihr eigenes Forschungs-Institut, das Radium-Institut (später Institute Curie). Man erteilte ihr zudem den Auftrag einen primären Maß-Standard für die Radioaktivität zu definieren und sie hinterlegte dazu eine Radium-Ampulle mit 22 Milligramm Radium bei der französischen Behörde für Standards. Die Maßeinheit der Radioaktivität legte man schließlich dem Ehepaar Curie zu Ehren mit 1 Curie fest, was der Aktivität (Zahl der Zerfälle pro Sekunde) von 1g Radium-226 entspricht. Da diese Aktivität etwas unhandlich groß ist (37Giga-Becquerel), wurde sie später durch 1 Becquerel ersetzt, was nur noch einem Zerfall pro Sekunde entspricht.

Marie Curie blieb aber trotz ihrer enormen wissenschaftlichen Erfolge stets selbstlos und bescheiden und fokussierte ihre Forschungen sowie die Unterstützung anderer Forscher immer mehr auf die Radium-Radioaktivität und ihre Anwendung in der Medizin. In einigen Selbstversuchen untersuchte sie und ihr Mann die Wirkung der radioaktiven Strahlung des Radiums auf den menschlichen Körper und fügten sich dabei unter anderem auch massive Strahlenschäden der Haut zu. Pierre Curie begann mit dem Arzt und Dermatologen Henri-

Alexandre Danlos zusammenzuarbeiten und entwickelte mit ihm die Radium-Therapie, die später auch Curie-Therapie genannt wurde. Dabei werden Radium-Quellen in die Nähe eines Tumors oder den Geschwülsten einer Haut-Tuberkulose (Lupus Vulgaris) gebracht, um das krankhafte Gewebe zu zerstören. Die Quellen mussten allerdings eine immense Aktivität und damit auch einen hohen Radiumgehalt haben, damit das krankhafte Gewebe auch vollständig zerstört wurde. Dieser Einsatz von Radioaktivität war also der Beginn der heutigen Nuklearmedizin. Die Curies verzichteten bewusst auf die Patentierung ihrer Verfahren, weil sie der Meinung waren, dass der Nutzen der breiten Allgemeinheit zu Gute kommen sollte.

Die Erfolge mit dieser Therapie in Paris wurden natürlich auch schnell in Joachimsthal bekannt und so wurde auch dort ein Zentrum für Radium-Therapie errichtet, welches sich in dem Gebäude des heutigen Kurzentrums Agricola (N50 21.626 E12 56.045) zwischen den beiden Grünflächen des Kurparks befand. Außerdem entschloss man sich eine Radiumfabrik zu bauen, so dass man auch in Joachimsthal Radium für therapeutische Zwecke herstellen konnte. Aber nicht nur in Paris und Joachimsthal begann sich eine Radiumindustrie zu entwickeln, auch in Wien, Hamburg, Berlin, Braunschweig, Hannover und in Warschau stürzte sich die chemisch-pharmazeutische Industrie auf dieses neue Wundermittel, das gegen allerlei Beschwerden Heilung versprach. Dabei lösten sich die Indikationen schnell von Fällen ab bei denen es um eine klinische Therapie von Geschwulsterkrankungen ging. Vielmehr bewegte sich rasant in Bereiche der allgemeinen Schmerzbehandlung und sogar in Bereiche der "Wohlfühltherapie". Dazuhin kamen noch viele Radium-Produkte für den privaten Gebrauch auf den Markt. Erst etliche schlimme Fälle von Strahlenerkrankungen mit tödlichem Ende begannen in den 30-50er Jahren die irrwitzige Radium-Euphorie zu bremsen. Die Radium-Therapie wurde im klinischen Umfeld weiterentwickelt und wird unter der Bezeichnung Brachy-Radium-Therapie (brachy griech., für kurz, bzw. nah) in der Joachimsthaler Kur-Abteilung für Strahlentherapie auch heute noch angeboten (im Haus gegenüber dem Agricola-Zentrum, rechts neben dem Kurhotel Astoria, bei N50 21.641 E12 56.002). Zur Durchführung dieser speziellen Therapie werden die sogenannten Joachimsthaler Schachteln benutzt, kleine Behälter in denen sich Radiumsalze befinden. Sie werden für eine gewisse Dauer in einigen Zentimeter Entfernung über dem Schmerzherd (z.B. über einem Gelenk) justiert, so dass nicht mehr die hochenergetische Alphastrahlung wirksam werden kann, sondern hauptsächlich die Gammastrahlung. Dabei soll dann auch kein Gewebe zerstört werden, sondern es sollen vielmehr entzündungshemmende und schmerzlindernde Prozesse sehr lokal angeregt werden. So zumindest die Theorie.

In der Zwischenzeit wurde aber auch die ursprüngliche Curie-Therapie in die allgemeine Brachytherapie weiterentwickelt, wobei man heute anstelle des stark Alpha-strahlenden Radiums meist das Gamma-strahlende Iridium-192 mit deutlich kürzerer Halbwertszeit z.B. in Form von implantierbaren Stiften verwendet um sehr lokal Tumorgewebe zu zerstören und um dabei möglichst wenig anderes Gewebe zu schädigen.

Marie Curie entdeckte aber auch noch die Erscheinung, dass wenn Radium mit Luft in Kontakt kommt, dass diese danach auch radioaktiv ist. Kurz darauf (im Jahr 1900) entdeckte der deutsche Physiker Friedrich Ernst Dorn, dass aus dem Radium ein radioaktives Edelgas entweicht („emanirt“), das sich mit der Luft mischt. Er nannte es zunächst Radium-Emanation. Heinrich Mache, ein österreichischer Physiker entdeckte 1904 schließlich, dass auch aus dem Wasser im Stollen von Bad Gastein diese Radium-Emanation entwich, er

nannte dieses Gas Radon. Er führte den Effekt auf den Radiumgehalt der Uranminerale im Gestein zurück. Mit seinem Physiker-Kollegen Stefan Meyer testete er noch andere Stollenwässer und Quellen, unter anderem auch im Erzgebirge, und kam zu dem Erkenntnis, dass Stollenwasser aus Joachimsthal den höchsten Radongehalt hat. Da Mache und Meyer für die k.k. Universität in Wien arbeiteten, die staatlich kontrolliert war, wurden die Erkenntnisse in den k.k. Ministerien bezüglich der Verwertbarkeit diskutiert. Wegen des bereits anerkannten medizinischen Nutzens errichtete man daher in Joachimsthal eine staatliche k.k. Kuranstalt für Radiumtherapie, welche auch das Radongas der Joachimsthaler Stollenwasser für Trinkkuren und Wannenbäder verwertete. Bereits im Jahr 1864 brach nämlich bei Uranförderarbeiten im Schacht Einigkeit (Svornost) Wasser aus einer Thermalquelle ein, die einen Teil der Sohlen überflutete. Da dieses Wasser stark radonhaltig war, benutzte man es ab 1906 zur Behandlung der Joachimsthaler Kurgäste. 1911 schließlich eröffnete man in Joachimsthal offiziell das erste Radiumbad (Radon-Bad) der Welt. Neben dem Radium hatte man nun ein zweites radioaktives Wundermittel, das man gegen allerlei Beschwerden einsetzte und das den Kurtourismus noch einmal beschleunigte. Allerdings muss man hier doch den Unterschied in der Aktivität des Radons zum Radium sehen. Da sich das Radon aufgrund seines hohen Diffusionskoeffizienten schnell mit der Luft vermischt bzw. in Wasser nur teilweise in Lösung geht und zusätzlich auch noch deutlich schneller zerfällt, musste die physiologische Wirkung eine andere sein, welche nur viel vager beschrieben werden konnte, als durch die Zerstörung von krankhaftem Gewebe. Diese Wirkung ist auch bis heute noch nicht im Detail geklärt. Der Radium und Radon Kur-Boom wurde durch den ersten Weltkrieg zwar unterbrochen - die Kurhotels mussten als Not-Lazarette für verwundete Soldaten herhalten - danach erholte sich das Kurgeschäft aber schnell wieder. Marie Curie selbst kam 1925 nach Joachimsthal und besuchte die Kuranlagen und Therapiezentren. 1930 zählte man schließlich 9000 Gäste bei einer Bettenkapazität von über 700 Betten.

Im Jahre 1935 schließlich starb Marie Curie an einer Leukämie als Folge der starken Strahlenexposition während ihrer Arbeiten. Ihr Mann Pierre war schon 1906 bei einem Verkehrsunfall mit einem Kutschenwagen gestorben. Im unteren Teil des Kurparks steht heute ein Denkmal für das Ehepaar Curie, welches der Stadt die Berühmtheit und den einstigen Wohlstand gebracht hat (N50 21.575 E12 56.110).

Im zweiten Weltkrieg aber kam der Kurbetrieb in Joachimsthal völlig zum Erliegen. Danach begann die Phase des massiven Uranabbaus für das Atombomben-Programm der UdSSR. Während dieser Zeit wurden etliche Konzentrationslager in der Nähe der Gruben errichtet (u. a. die Lager Svornost, Elias, Rovnost und Barbora) und viele politische Gefangenen des kommunistischen Systems mussten in Zwangsarbeit auch in den Joachimsthaler Gruben das Uran unter menschenunwürdigen Bedingungen abbauen. Bis 1956 war das Gruben-Gebiet des nun tschechoslowakischen Jachymov eine militärische Sperrzone. Erst langsam erholte sich der Kurbetrieb danach wieder. Man restaurierte die Kurhotels und Kuranlagen und bohrte neue Radonquellen an. Im Bereich der Grube Svornost gibt es heute 4 Quellen, die Quelle Curie mit 5kBq/l, die Quelle des Stollen C1 mit 11 kBq/l, die Quelle Behounek mit 10kBq/l und die Quelle Agricola mit 20Bq/l Radonaktivität. Das Wasser dieser Quellen wird gemischt und über Rohrleitungen in die Kurzentren gepumpt. 1975 wurde das neue Kursanatorium Behounek eröffnet und 1992 das neue Sanatorium Curie. 1989 kurten immerhin ca. 18000 Gäste in den Jachymover Kursanatorien, soviel wie nie zuvor.

Der massive Abbau von hochprozentigen Uranerzen, die Herstellung von Uranfarben und die Radiumherstellung hinterließ leider auch strahlende Spuren, und diese sieht man heute noch überdeutlich, vor allem im Kurpark. Vergleicht man eine heutige topographische Karte (Abb. 2), den zugehörigen Ausschnitt einer Luftbildaufnahme (digitales Orthofoto, Abb. 3) und einen schematischen Plan der Kureinrichtungen mit historischen Photos von der k.k. Uranfabrik am Ufer der Weseritz (Abb. 4), dann kann man deren Lage sehr gut rekonstruieren. Die Brücke über die Weseritz im Bereich des heutigen unteren Bereichs des Kurparks existiert immer noch, genau wie das Gebäude für die Radium-Therapie, welches heute Agricola-Kurzentrum heißt, benannt nach dem im 16. Jahrhundert in Joachimsthal berühmt gewordenen Mineralogen und Gelehrten Georgius Agricola. Demnach befand sich die k.k. Uranfabrik (Abb. 5 und 6) auf der heutigen Grünfläche zwischen Röntgeninstitut und Agricola-Kurzentrum, eingegrenzt von der heutigen Hauptstraße und der Weseritz, etwa dort wo sich jetzt der Spielplatz im Kurpark befindet.

Macht man im Kurpark heute Strahlungsmessungen, dann merkt man schnell, dass an der Böschung zur Hauptstraße hin, rechts neben dem Curie-Denkmal, sehr hohe Ortsdosisleistungen mit Werten über 5uSv/h auftreten. Aber auch im nördlichen Teil des Kurparks, zwischen Kreisverkehr und dem Kurzentrum Agricola treten Werte deutlich über 1uSv/h auf. Dies könnte der Ort der ehemaligen „Probiergaden“ gewesen sein, wo die Qualität der Produkte der Uranfabrik getestet wurden und später die Radiumherstellung stattfand.

Ein erster Eindruck ist aber, dass die Kontaminationen nicht völlig breit gestreut sind, sondern teilweise sehr lokal auftreten, so dass eine gewisse grobe radiologische Sanierung nach heutigen Strahlenschutzkriterien möglich wäre, ohne gleich den ganzen liebevoll hergerichteten Kurpark umzugraben. Konkretisieren lässt sich diese Annahme, wenn man georeferenzierten Messungen, welche auf unregelmäßigen Spuren („GPS-Tracks“) aufgenommen wurden, flächig interpoliert. Bedingt durch die gartenarchitektonische Gestaltung des Kurparks mit Bepflanzungen, einem Seerosenteichs und Kunstinstallationen, kann man zur Vermessung keinen idealen mäanderförmigen Messweg abgehen. Wegen der Lage im Tal und dem „hohen Horizont“ der umliegenden Berge, ist zudem der GPS-Empfang auf nicht allzu viele Satelliten beschränkt. Man hat daher noch eine weitere Unsicherheit bei der Ortsbestimmung, so dass der Messweg zusätzlich „verwackelt“ erscheint. Dennoch stehen heute leistungsfähige Algorithmen zur Verfügung (Delauney Triangulation, natural, linear und nearest neighbor Interpolationen) um auch auf einem zufällig gestreuten Datensatz („scattered dataset“) noch brauchbare 2D und 3D Interpolationen zu erreichen und damit eine Dosisleistungskarte zu berechnen.

Allerdings schwanken die Dosisleistungswerte im Kurpark recht stark und weisen sehr hohe Peaks auf, so dass es sich für die Karteninterpolation empfiehlt, logarithmierte Werte der Ortsdosisleistung zu verwenden um eine gute Visualisierung der Kontaminationen zu erreichen. Die mit einem selbstgebauten Kontaminationszähler (vier nicht-energiekompensierte SBM-20 Zählrohre) registrierten Dosisleistungswerte zeigen Werte zwischen 0.15uSv/h und 4.5uSv/h (bezogen auf einen im Internet verfügbaren groben Skalierungsfaktor). Dabei wurde über 100Pulse gemittelt d.h. die rein statistische Streuung beträgt 10%. Ein Vergleich mit kommerziellen, werkseitigen Messgeräten (e.g. Gammascout) ergaben ebenfalls Werte zwischen 5 und 6uSv/h. Von daher scheinen die verwendeten Daten in erster Ordnung einen brauchbaren quantitativen Anhaltspunkt zu geben. Die

erstellte 3D-Visualisierung der Kontamination (Abb. 10) zeigt relativ deutlich in welchem Bereich des Kurparks besonders hohe Kontaminationen zu finden sind und wie diese örtlich verteilt sind. Die Ortsabhängigkeit ist in Meter gegenüber dem Flächenmittelpunkt angegeben.

Man kann sehr deutlich erkennen, dass die hohen Kontaminationen im südlichen Teil an der Böschung zur Landstraße hin zu finden sind. Vermutlich wurden Produktions-Abfälle an diesem Hang deponiert. Im nördlichen Teil des Parks befinden sich mehrere nicht ganz so hohe Kontaminationen z.B. vor der Ohr-Skulptur (N50 21.653 E12 56.018) und bei der Skulptur Mutter mit Sohn (N50 21.670 E12 56.014). Anhand der Farbcodierung in den GPS-Tracks auf verschiedenen Kartendarstellung lässt sich das ebenfalls sehr gut nachvollziehen.

Eine weitere strahlende Hinterlassenschaft aus der „guten alten Zeit“ erkennt man, wenn man eine georeferenzierte Messung der Ortsdosisleistung entlang der Gehwege auf beiden Seiten der Hauptstraße macht (Abb. 40 und 41). Mindestens zwei Stellen fallen dabei im nördlichen Teil der Stadt auf. Das ist der Bereich vor der alten Apotheke, einem verfallenden Haus mit einer Jahresinschrift von 1520, das vermutlich die Hausnummer 131 hat (N50 22.295 E12 54.862). Es liegt etwa gegenüber dem Rathaus auf der rechten Seite Richtung Norden. Das Relief über dem Eingang zeigt angeblich einen Bergmann, der ein Stück Pechblende hält. Die andere Stelle ist das renovierte Haus mit der Nummer 75 (N50 22.333 E12 54.745) auf der linken Seite (Richtung Norden), auf der Höhe der Kirche. Allerdings ist hier offensichtlich nur die nördliche hohe Haushälfte betroffen. In beiden Fällen sind wohl Baumaterialien mit deutlichem Radionuklidanteil (Uran oder Radiumrückstände) verwendet worden. Man kann eine Kontaktdosis zur Hauswand mit Werten zwischen 3 und 5 μ Sv/h messen. Damit ist anzunehmen, dass in diesen Häusern auch immense Radonaktivitätskonzentrationen vorherrschen.

Wer sich weitere Kontaminationen in der näheren Umgebung anschauen möchte und das mit einer schönen, ca. 10km langen Wanderung über die eindrucksvolle Landschaft des Erzgebirges verbinden möchte, dem sei der historische Lehrpfad „Joachimsthaler Hölle“, der an der Schachanlage Svornost beginnt, empfohlen. Da die Wegmarkierungen nicht immer regelmäßig auftreten, ist es allerdings empfehlenswert, sich den Weg vorher auf der Karte zu markieren oder ein GPS-Handgerät entsprechend zu programmieren. Die GPS-Daten sind im Internet verfügbar. Dieser Weg dient der Erinnerung und Mahnung im Hinblick auf die von den Sowjets betriebene Zwangsarbeit. Der Rundweg führt durch ein schönes Waldgebiet an den alten Urangruben und Lagern vorbei und führt schließlich durch die Siedlung Nove Mesto zurück, von wo aus man einen sehr schönen Blick auf das Tal hat, in dem die Stadt Joachimsthal liegt. In der Nähe der Gruben und der teilweise verfallenen alten Gebäude findet man immer wieder, ohne Schwierigkeiten, am Boden Stellen mit einer Kontaktdosis von mehr als 5 μ Sv/h (Lager Svornost z.B. N50 22.381 E12 54.587, Lager Elias z. B. bei N50 22.423 E12 53.153). Eindrucksvoll ist auch der Besuch der hinter dem Gasthaus bei Vrsek gelegenen ehemaligen Lagers Barbora. Von hier aus hat man ebenfalls einen schönen Panorama-Blick über die Berge um Joachimsthal, speziell in Richtung des höchsten Berg Tschechiens, dem Keilberg (Klinovec) mit 1244m Höhe. Auch hier findet man einige Hotspots mit für natürliche Verhältnisse immens hohen Dosisleistungen (z.B. bei N50 22.485 E12 51.821).

Wer sich aufwändiges Suchen nach Uranmineralien ersparen will, zumindest wenn es nur darum geht einmal gesehen zu haben wie gewaltig solche Erze „ticken“ können, der sollte ins Stadtmuseum von Sankt Joachimsthal gehen und sich dort die umfangreiche Uranmineraliensammlung und die historische Sammlung an Uranfarben anschauen. Hier lohnt es sich einen Geigerzähler mitzunehmen, denn die Exponate sind kein „Fake“. Auf den Glasvitriolen lassen sich leicht Dosisleistungswerte über 20uSv/h messen. Die Ausstellung hat auch einiges Interessantes bezüglich der medizinischen Anwendung des Radiums zu bieten unter anderem ein komplette Installation eines ärztlichen Behandlungszimmers mit vielen Instrumenten. An der Wand dieses Zimmers hängt als Zeugnis der seriösen wissenschaftlichen Arbeit ein Bild der mehrfachen Nobelpreisträgerin Madame Curie.

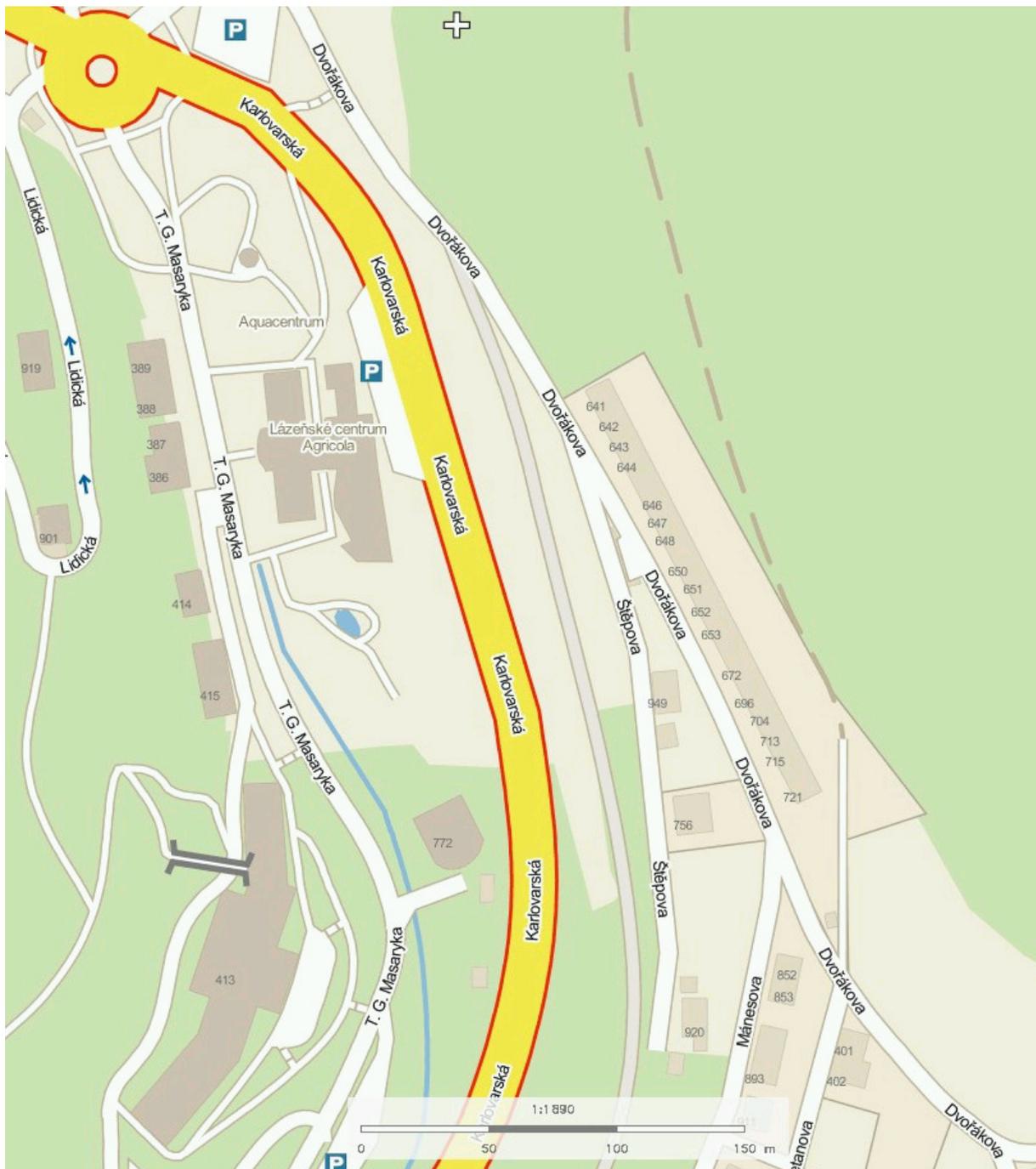
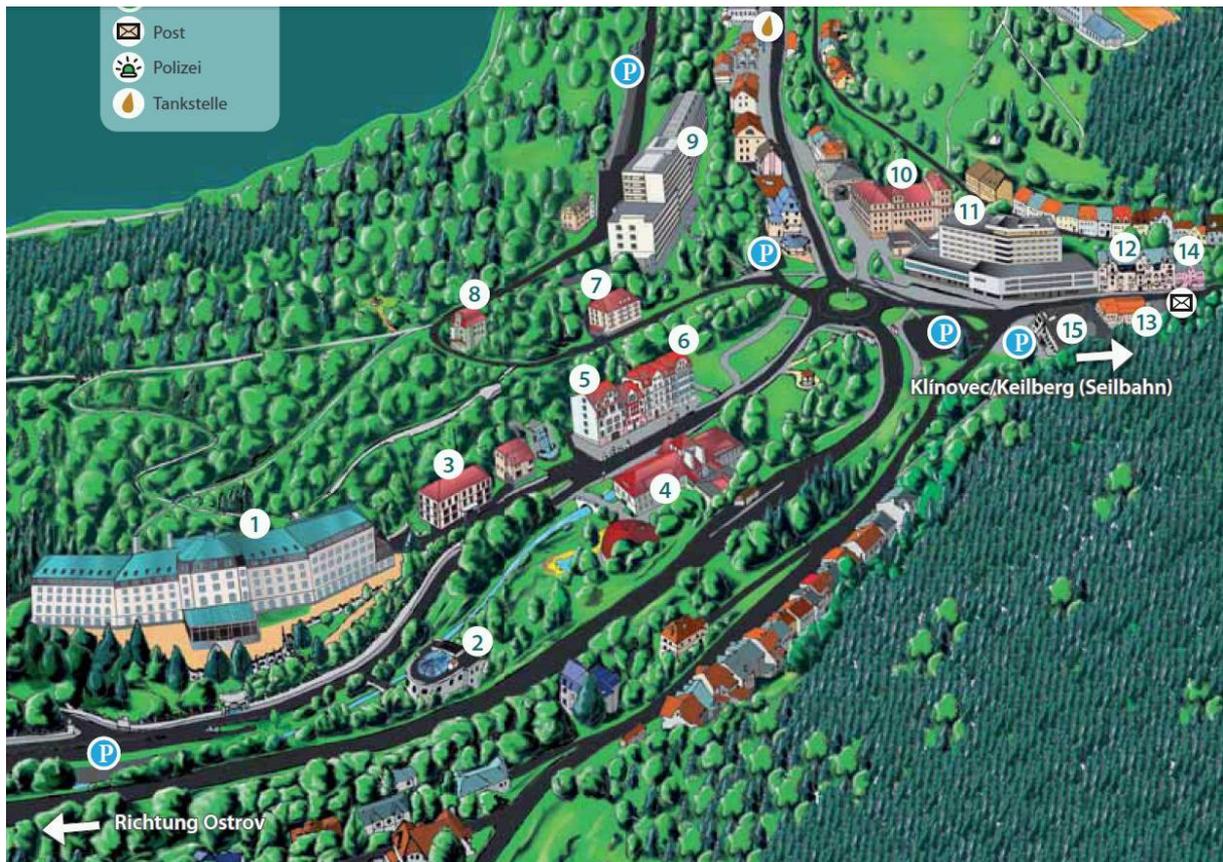


Abb. 2: Kartenausschnitt für den Kurpark aus der Topografischen Karte (gepro.cz), Gebäude Nr. 413 ist das Radium Palace Hotel, Nr. 772 ist das Röntgen-Institut



Abb. 3: Kartenausschnitt für den Kurpark aus einem Luftbild (gepro.cz)



- 1 Kurhotel Radium Palace
- 2 Röntgen-Untersuchungsinstitut
- 3 Direktion
- 4 Kurzentrum Agricola
- 5 Dependance Astoria
- 6 Abteilung der Strahlentherapie

Abb. 4: Ausschnitt aus dem schematischen Plan des Kurparks



Abb. 5: Die k.k. Uranfabrik von Norden, bevor das Radium Palace Hotel erbaut wurde



Abb. 6: Die k.k. Uranfabrik nach 1912, rechts vom Radium Palace Hotel und rechts des Baches Weseritz (der große Kamin ist an der Gebäudefront)

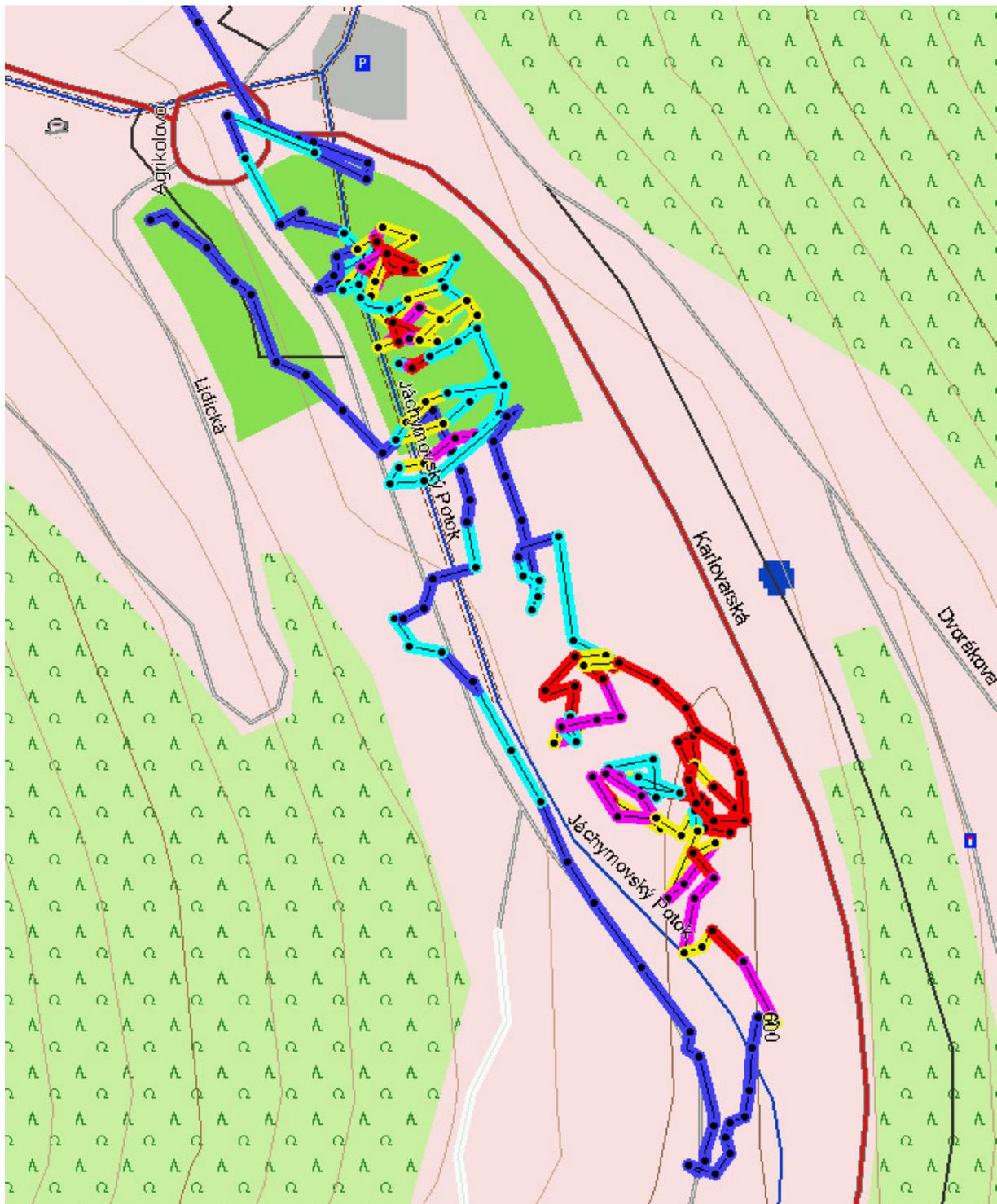


Abb. 7: Farbcodierter Messweg mit gemessenen Dosisleistungswerten dargestellt mit der Garmin Mapsource Kartensoftware und einer Openstreetmap-Karte, dabei bedeutet rot $>0.5\mu\text{Sv/h}$, magenta $>0.4\mu\text{Sv/h}$, gelb $>0.3\mu\text{Sv/h}$, türkis $>0.2\mu\text{Sv/h}$, blau $>0.1\mu\text{Sv/h}$ (gemittelt jeweils über 100 Pulse von 4 SBM-20 Zählrohren)

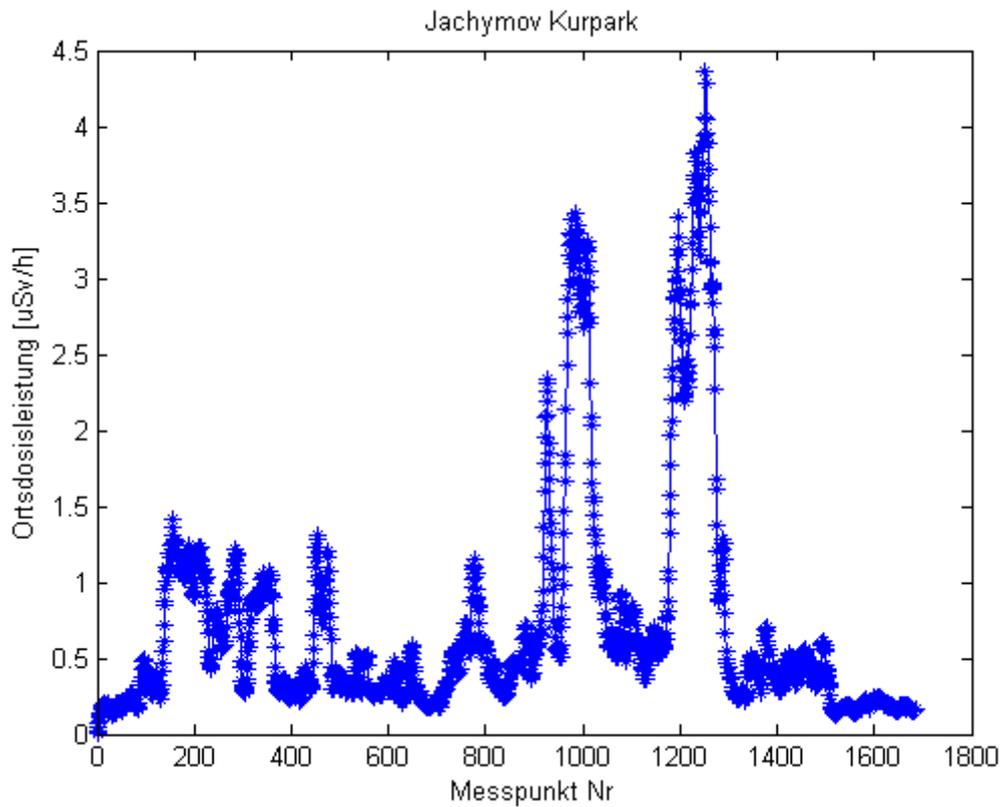


Abb. 8: Ortsdosisleistungs-Profil entlang des Messwegs, linear skalierte Werte mit Kennzeichnung der Messpunkte

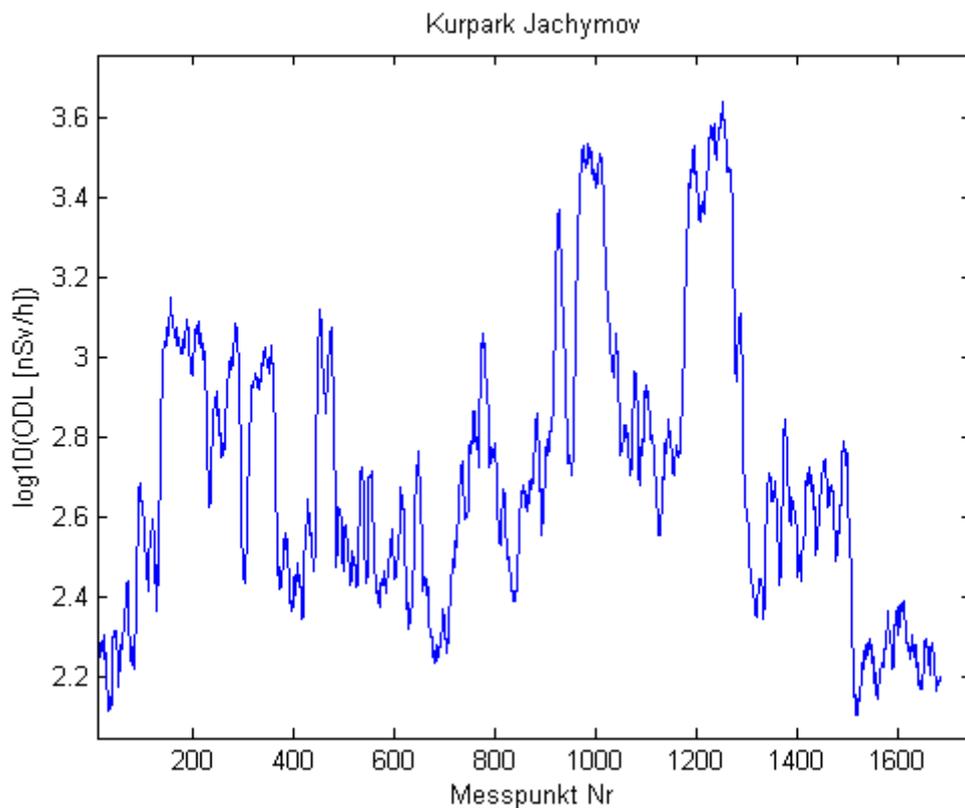


Abb. 9: Ortsdosisleistungsprofil entlang des Messwegs, logarithmierte Werte der Ortsdosisleistung

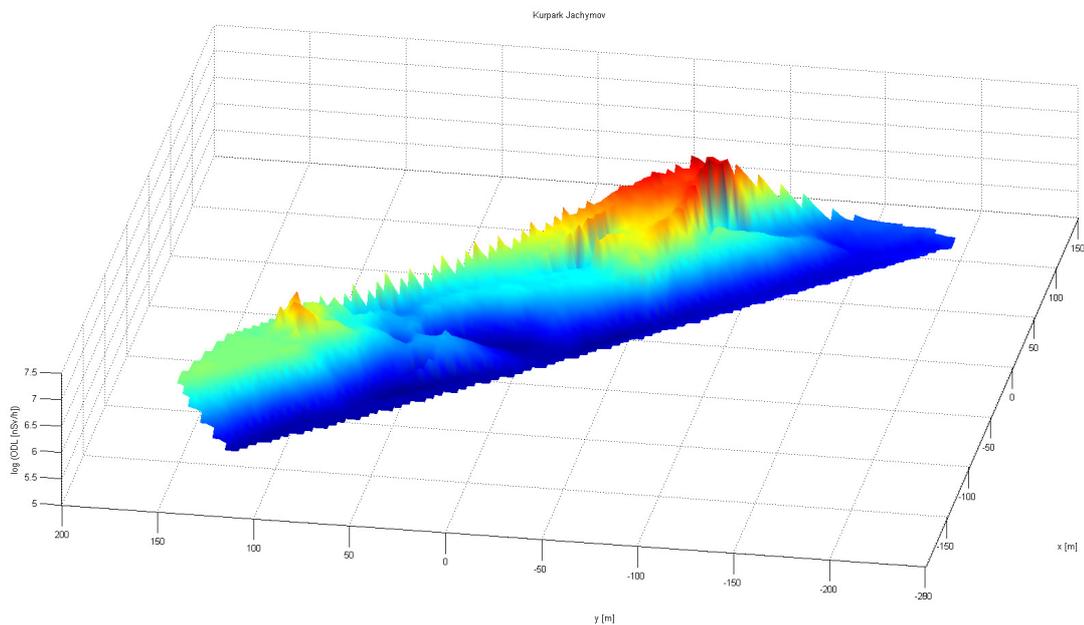


Abb. 10: 3D-Interpolation der georeferenzierten Dosisleistungswerte im Kurpark auf dem unregelmäßigen Messweg, dargestellt sind die logarithmierten Werte der Ortsdosisleistung, rechts hinten die Böschung beim Curie-Denkmal im südlichen Teil des Parks, links vorne der nördliche Teil des Parks mit dem Tempel, dazwischen liegt das Agricola-Kurzentrums



Abb. 11: Der Messweg mit den georeferenzierten Dosisleistungswerte (logarithmiert) im Kurpark, dargestellt auf einer Openstreetmap Karte

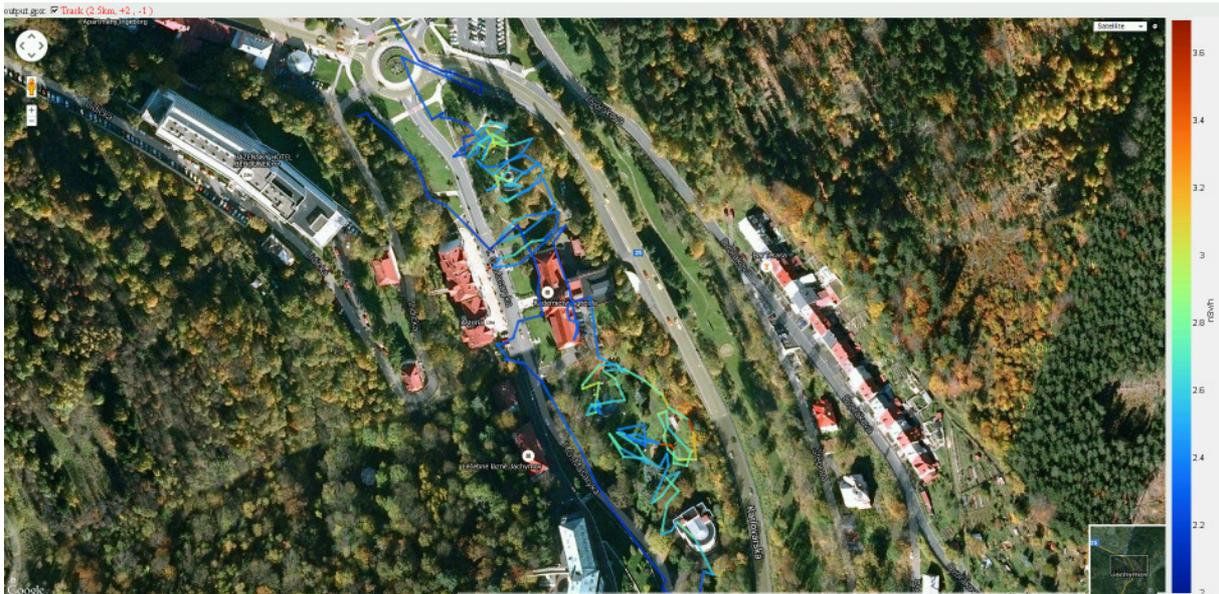


Abb. 12: Der Messweg mit den georeferenzierten Dosisleistungswerte (logarithmiert) im Kurpark, dargestellt auf dem Google Earth Luftbild



Abb. 13: Tempel im nördlichen, oberen Teil des Kurpark mit Skulptur „Mutter mit Sohn“



Abb 14: Unterer, südlicher Teil des Kurparks, in Richtung des Baches Weseritz



Abb. 15: Dosisleistungsmessung vor der Skulptur „Ohr“ im oberen Teil des Kurparks



Abb. 16: Eingang zur Strahlenabteilung im Haus 389, durch die Glastür erkennbar ist ein Bildnis von Marie Curie



Abb. 17: Das frühere Radium-Therapie Gebäude, heute Kurzentrum Agricola, in der Mitte des Kurparks gelegen



Abb. 18: Der Bach Weseritz im unteren, südlichen Teil des Kurparks



Abb. 19: Das Curie-Denkmal im unteren Kurpark, oberhalb des Kinderspielplatzes



Abb. 20: Dosisleistungsmessung neben dem Curie-Denkmal (Gammascout)

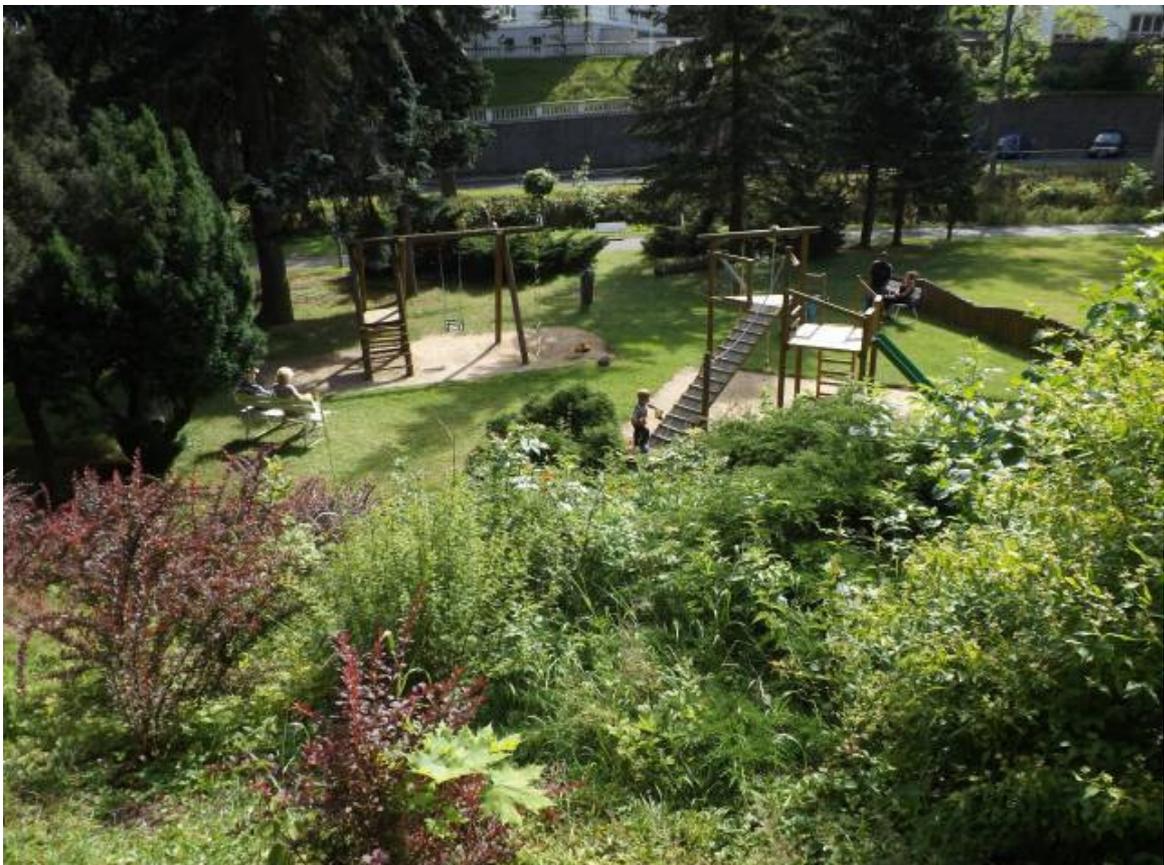


Abb 21: Der Kinderspielplatz im unteren Teil des Kurparks



Abb. 22: Frontansicht des Hotels Radium Palace erbaut im Jahre 1912



Abb. 23: Einladung ins Radium-Cafe an der Haupttreppe des Hotels Radium Palace



Abb. 24: Werbung am Radium Palace Hotel, ob die Dame wohl an schmerzhaftem Rheuma leidet?



Abb. 25: Eingangsbereich zu den Radon Wannenbädern im Untergeschoss des Radium Palace Hotel, hier macht die Warnung vor Radioaktivität einen sehr seriösen Eindruck



Abb. 26: Nachbildung eines ärztlichen Konsultationszimmers für die Radium-Therapie im Jachymover Stadtmuseum



Abb. 27: Das historische, renovierte Gebäude der Joachimsthaler Münze mit dem heutigen Stadtmuseum



Abb. 28: Uranmineraliensammlung im Stadtmuseum mit Warnhinweis



Abb. 29: Beispiele für abgebaute Pechblende im Stadtmuseum, beide Geigerzähler zeigen, dass dies echte Erzstücke sind



Abb. 30: Historische Behälter mit Uranfarben neben einem Foto der k.k. Uranfabrik

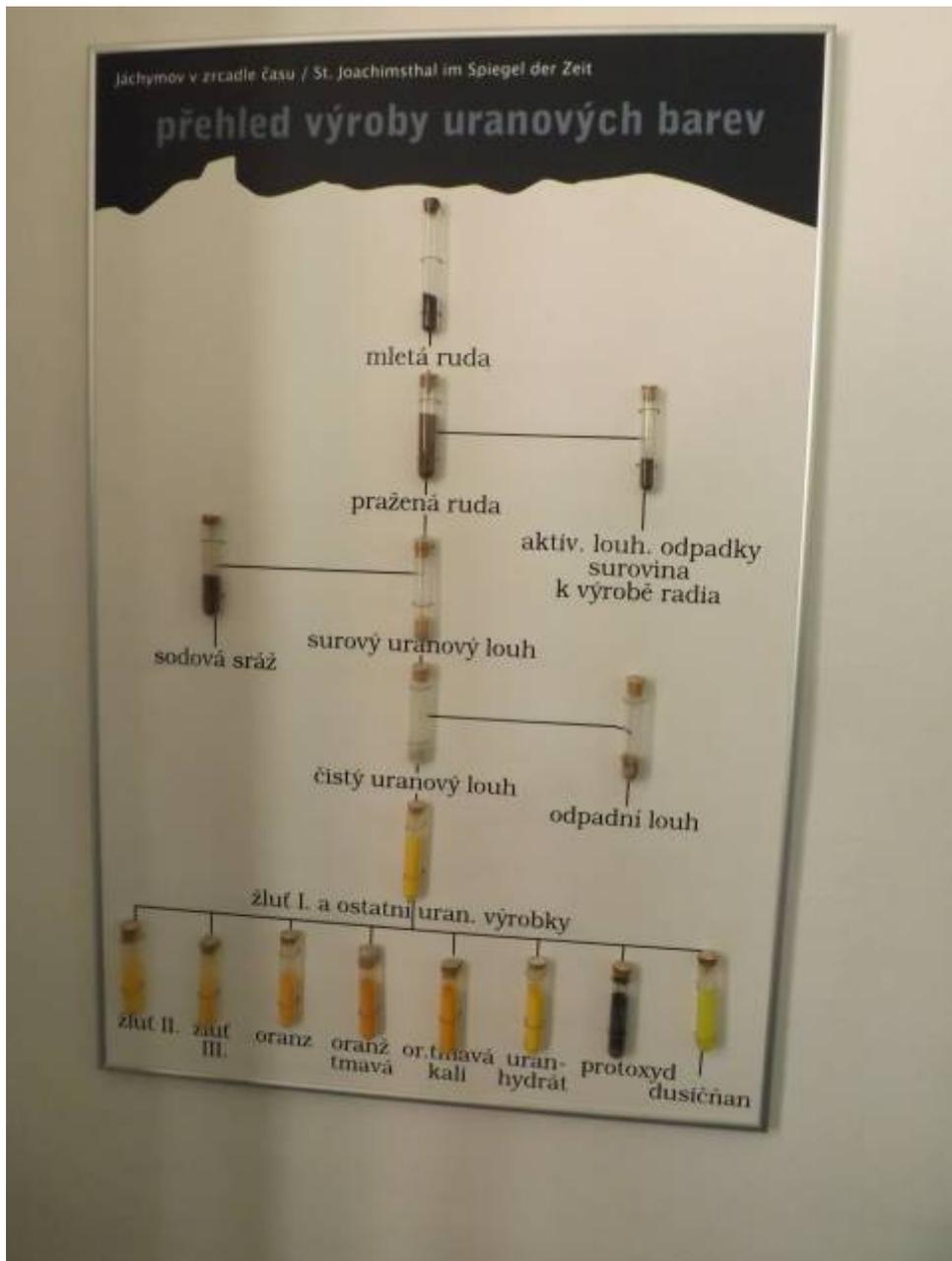


Abb. 31: Erläuterung des Herstellungsprozesses für die 8 Jachymover Uranfarben

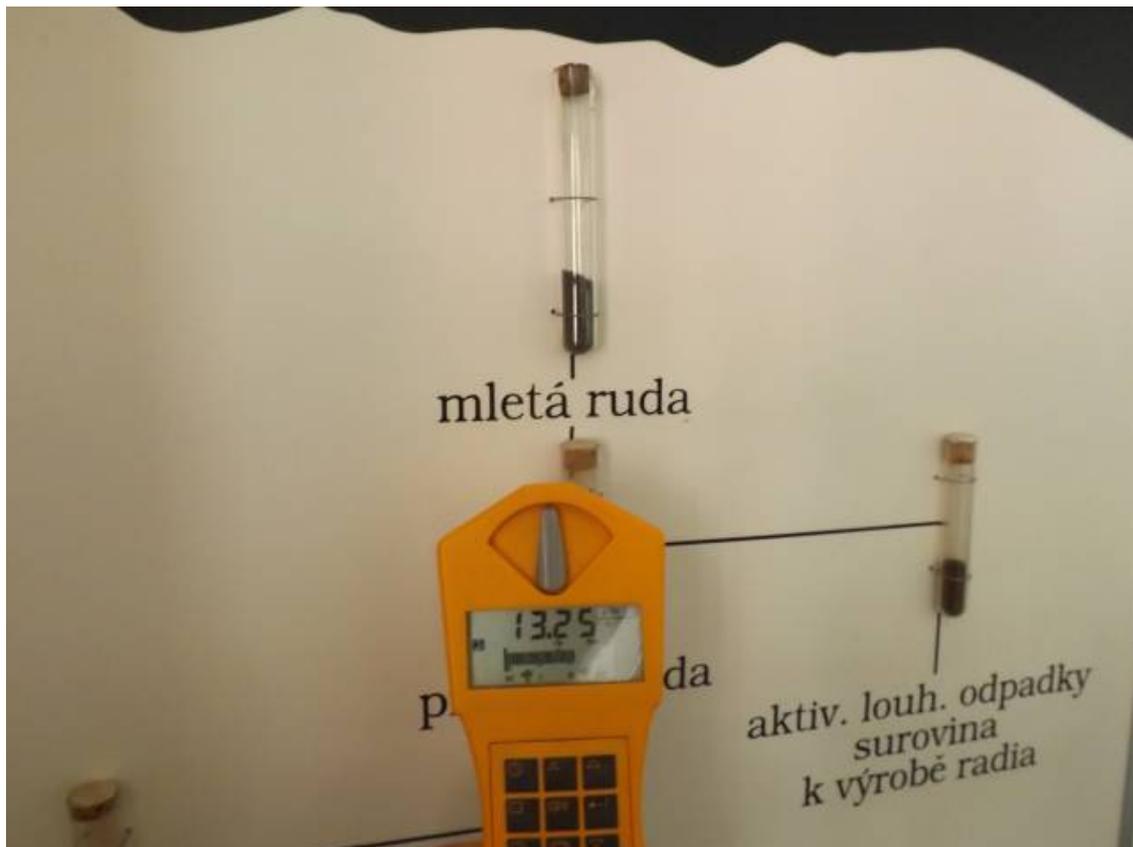


Abb. 32: Der Geigerzähler zeigt, dass auch hier die Inhaltsstoffe echt sind

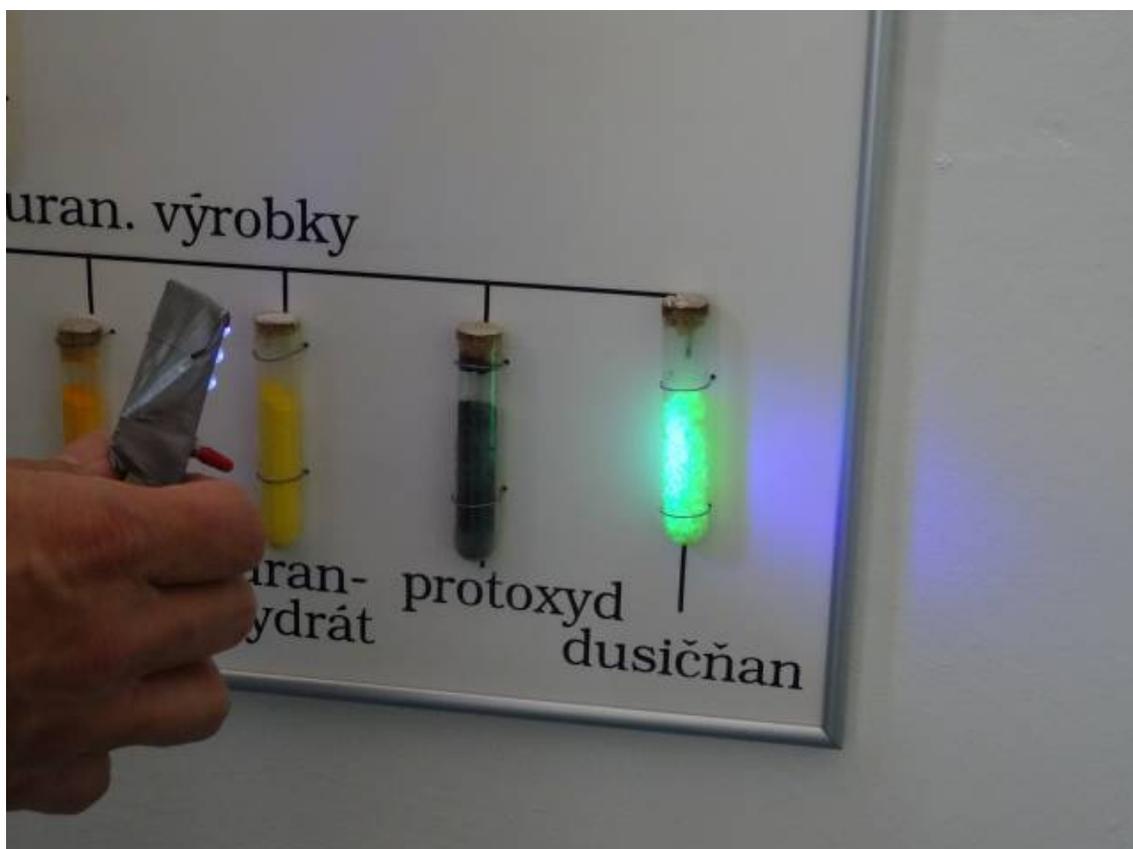


Abb. 33: Die grüne Uranfarbe (Annagrün) zeigt eine starke Fluoreszenz im Licht von UV-Leuchtdioden



Abb 34: Nördlicher Teil der Stadt Jachymov mit Blick auf die Schachanlage der Grube Svornost



Abb 35: Wertvolle historische Jugendstilhäuser verfallen mitten im Ortszentrum



Abb. 36: Ein renoviertes Jugendstilhaus im Süden der Stadt, welches zum Verkauf steht



Abb. 37: Das alte Schulhaus, das auch schon vom Verfall gekennzeichnet ist



Abb. 38: Häuser entlang der Hauptstraße im Zentrum der Stadt



Abb. 39: Das renovierte historische Rathaus der Stadt

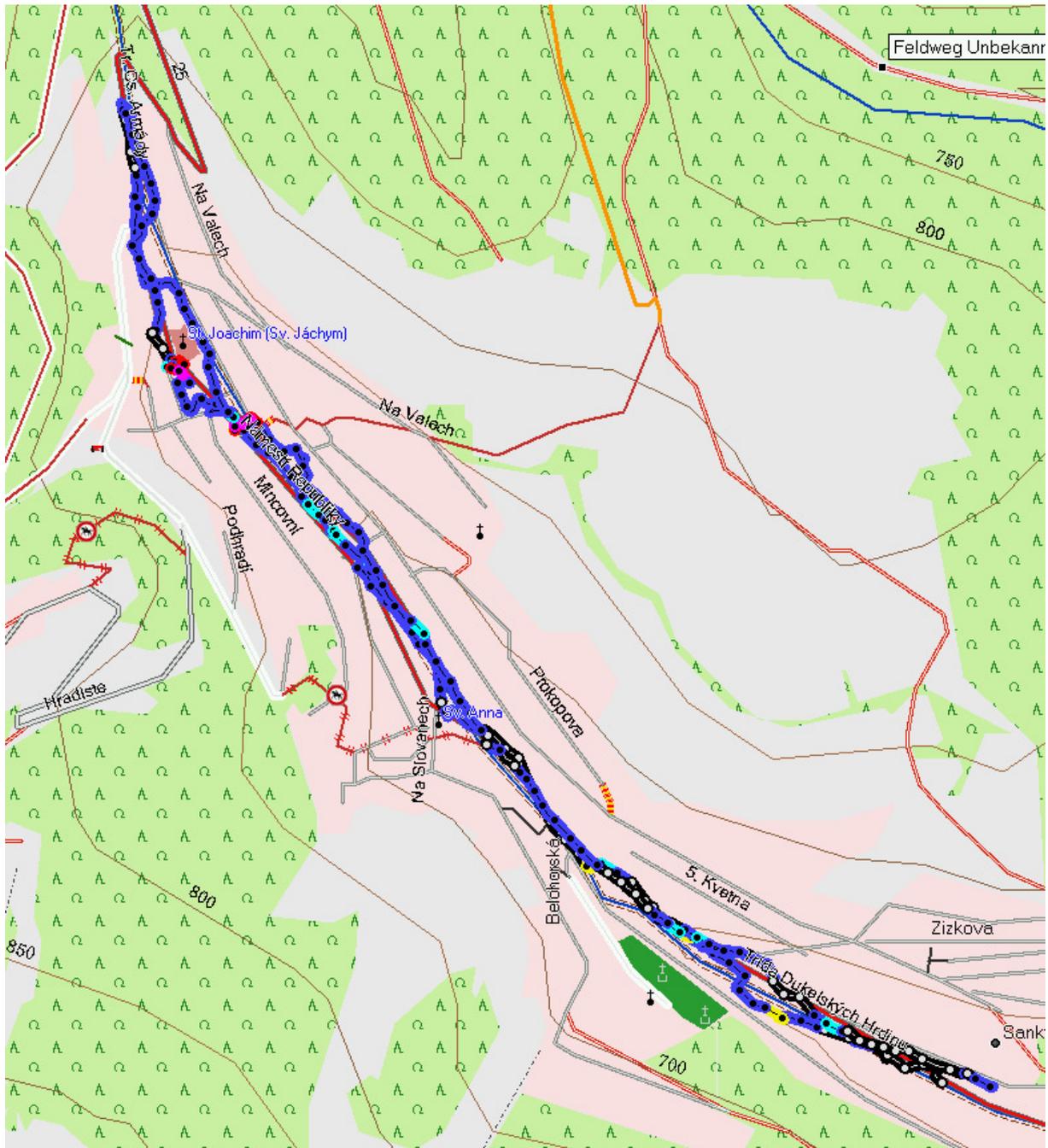


Abb. 40: Messweg mit georeferenzierten Dosisleistungen entlang der Hauptstrasse, dabei bedeutet rot $>1.0\mu\text{Sv/h}$, magenta $>0.7\mu\text{Sv/h}$, gelb $>0.5\mu\text{Sv/h}$, türkis $>0.4\mu\text{Sv/h}$, blau $>0.2\mu\text{Sv/h}$ (gemittelt jeweils über 100 Pulse von 4 SBM-20 Zählrohren)

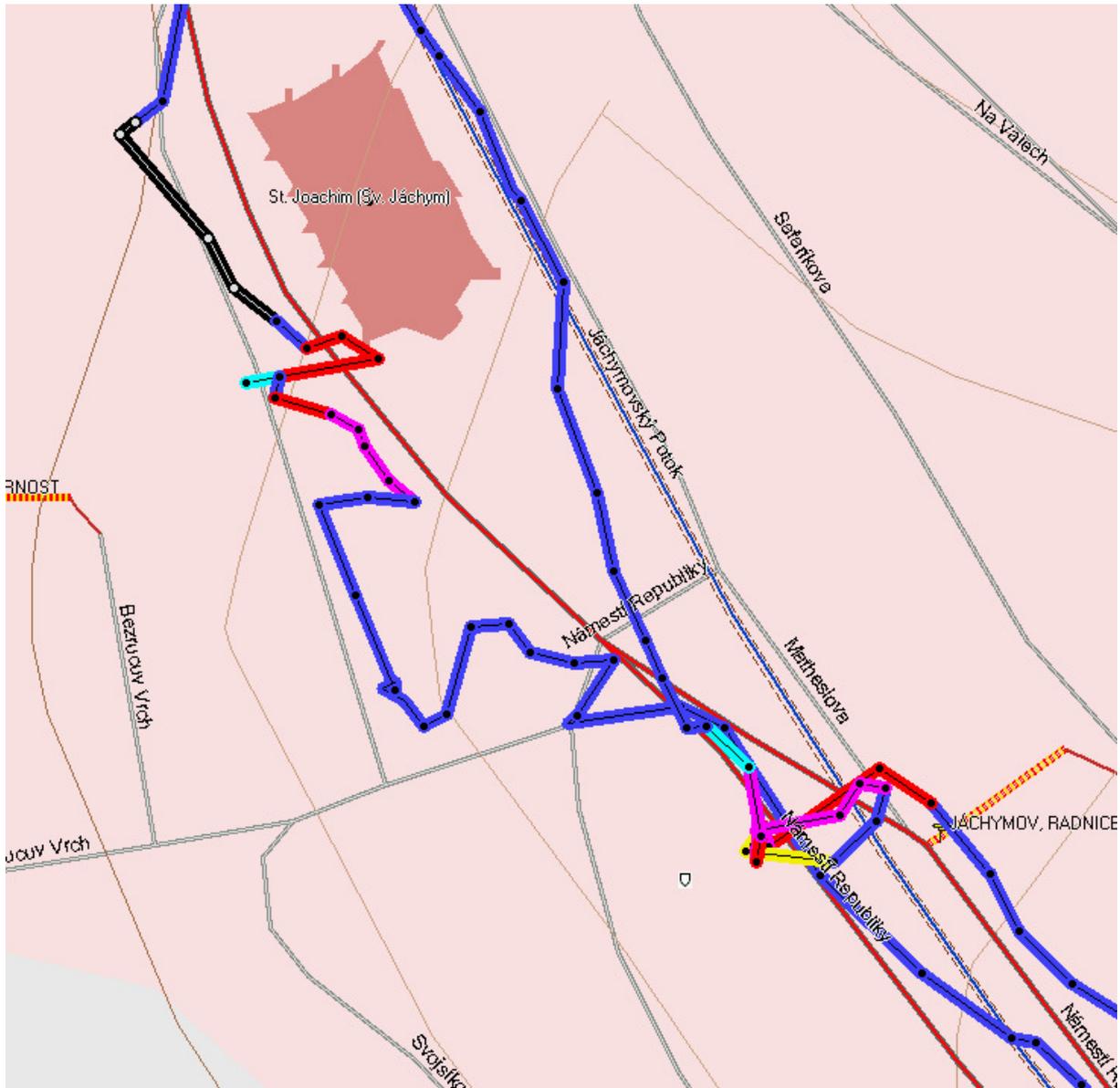


Abb. 41: Zoom in den Messweg im Bereich der Kirche, deutlich sind erhöhte Werte mit mehr als 1uSv/h an zwei Stellen zu erkennen



Abb. 42: Die alte Apotheke (Nr 131) mit einer Gebäudeinschrift 1520 und einem Relief



Abb. 43: Deutlich radioaktives Baumaterial an der rechten Hälfte des Hauses 131



Abb. 44: Das Haus mit der Nummer 75



Abb. 45: Eine Dosisleistungsmessung an der Mauer des Hauses Nr 75 zeigt eine hohe Radioaktivität an



Abb. 46: Das heutige Kurzentrum Curie im Süden der Stadt



Abb. 47: Infotafel am Lehrpfad „Joachimsthaler Hölle“ zum Lager Svornost



Abb. 48: Hohe Bodenkontamination am ehemaligen Lager Svornost



Abb. 49: Gedenkort am Lager Elias



Abb. 50: Altes, verfallenes Gebäude an der Grube Elias



Abb. 51: Erneut hohe Bodenkontaminationen an der Grube Elias



Abb. 52 a, b: Altes Gebäude bei der Grube Rovnost



Abb. 53: Blick auf das Hotel Behounek in Joachimsthal von Nove Mesto am Lehrpfad aus



Abb. 54: Traumhaft schöner Panoramablick vom ehemaligen Lager Barbora aus



Abb. 55: Reste eines Bauwerks an der Grube Barbora



Abb. 56: Ehemaliges Gelände des Lagers Barbora

Literatur

Irena Seidlerová & Jan Seidler
Jáchymover Uranerz und Radioaktivitätsforschung um die Wende
des 19./20. Jahrhunderts
Technische Universität Chemnitz 2010
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa-62259>

Otfrid Pustejovsky
Stalins Bombe und die "Hölle von Joachimsthal": Uranbergbau und Zwangsarbeit
Lit Verlag Berlin 2009

Heilbad Jachymov bietet den Weg zur Gesundheit
<https://laznejachymov.istour.cz/Public/Files/prospekty/DE/DerWegZurGesundheit.pdf>

Maria Rentetzi
Gender, Politics and Radioactivity Research in Vienna 1910-1938
Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State
University

Paul Lazarus
Handbuch der Radium-Biologie und Therapie: Einschließlich der Anderen Radioaktiven
Elemente Taschenbuch – 1. Januar 1913

Joseph Braunbeck
Der strahlende Doppeladler: Nukleares aus Österreich-Ungarn
Leykam, Graz, 1996

Silke Fengler
Kerne, Kooperation und Konkurrenz
Kernforschung in Österreich im internationalen Kontext (1900–1950)
Böhlau Verlag 2014

F. Steger, H. Friedmann
Radium – Ein faszinierendes Element: Segen oder Fluch? (Teil 1-3)
Mitteilungen des Österreichischen Verbandes für Strahlenschutz
45. Jahrgang Heft 1/2011, 45. Jahrgang Heft 2/2011, 46. Jahrgang Heft 1/2012

Der historische Lehrpfad „Jáchymover Hölle“ (deutsche Version mit GPS-Daten)
<http://m.taggmanager.cz/de/3361>